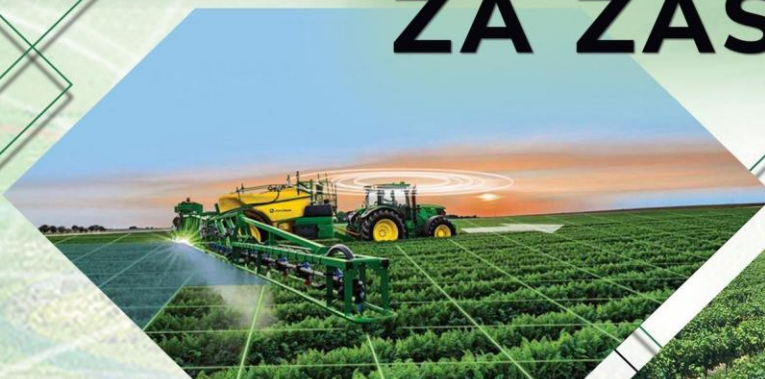


Luka Šumanovac - Petar Lukač - Antun Babić - Domagoj Zimmer



# STROJEVI I UREĐAJI ZA ZAŠTITU BILJA



Luka Šumanovac · Petar Lukač · Antun Babić · Domagoj Zimmer

## STROJEVI I UREĐAJI ZA ZAŠTITU BILJA



**Nakladnik:** Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

**Odgovorna osoba:** prof. dr. sc. Krunoslav Zmaić

**Urednik:** prof. dr. sc. Luka Šumanovac

**Autori:**

dr. sc. Luka Šumanovac, redoviti profesor u trajnom izboru, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

mr. sc. Petar Lukač, umirovljeni viši predavač Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Antun Babić, dipl. ing. stroj., Tehnička škola Ruđera Boškovića Vinkovci

dr. sc. Domagoj Zimmer, docent, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

**Ilustracije:**

Antun Babić, dipl. ing. stroj.

**Grafičko rješenje naslovnice:**

Adriana Elizabeth Đuraković, mag. edu. matematike i informatike

**Recenzenti:**

prof. dr. sc. Darko Kiš, redoviti profesor u trajnom izboru, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

prof. dr. sc. Zvonimir Zdunić, naslovni redoviti profesor, Poljoprivredni institut Osijek

prof. dr. sc. Sanja Kalambura, redovita profesorica, Sveučilište Velika Gorica

dr. sc. Željko Barač, docent, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

dr. sc. Dorijan Radočaj, docent, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

**Lektor:** Dubravka Andrić, prof. hrvatskoga jezika i književnosti

**Obrada za digitalno izdanje:** Grafika d. o. o., Osijek

© Sva prava pridržana. Nijedan dio ovog udžbenika ne smije se tiskati, kopirati niti prenositi u bilo kojem obliku bez odobrenja autora.

ISBN 978-953-8421-15-0

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku



Suglasnost za izdavanje ovog sveučilišnog udžbenika donio je Senat Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku na 1. sjednici održanoj 29. listopada 2025. godine pod brojem 27/25.

Ministarstvo znanosti, obrazovanja i mladih sufinanciralo je izdavanje ovog sveučilišnog udžbenika.

**Luka Šumanovac - Petar Lukač - Antun Babić - Domagoj Zimmer**

# **STROJEVI I UREĐAJI ZA ZAŠTITU BILJA**

**Sveučilišni udžbenik**

**Osijek, 2025.**

## **PREDGOVOR**

*Proces intenzivne biljne proizvodnje temelji se na postizanju visokih uroda po jedinici površine. Ostvarenje tog cilja, pored ostalog, moguće je i primjenom kvalitetnih mjera zaštite temeljenim na integralnoj i usmjerenoj zaštiti bilja aplikacijom pesticida i drugih sredstava u borbi protiv štetočinja. Efikasnost procesa zaštite bilja ovisi o izboru optimalne metode aplikacije pesticida, točnosti doziranja i održavanja zadane norme, odgovarajuće ispravnosti i podešenosti strojeva i uređaja, adekvatnog pesticida, te osposobljenim rukovateljima koji će uspješno primijeniti odabranu metodu zaštite. Dinamični razvoj suvremene tehnike za zaštitu bilja ogleda se u preciznom nanošenju i distribuciji kemijskih sredstava u obliku kapljica škropiva na odredište i postizanje maksimalnog fitoterapeutskog učinka s minimalnim gubicima zaštitnog sredstva. Brojna istraživanja pokazuju da fitoterapeutski učinak pesticida i ekonomičnost postupka ovise 70 % od kvalitetne strojne aplikacije, gdje se 40 % odnosi na stanje i ispravnost strojeva za zaštitu bilja, a 30 % na umijeće i educiranost rukovatelja strojeva i uređaja za aplikaciju pesticida. Preostalih 30 % otpada na izbor i adekvatnost pesticida, rezistentnost nametnika na izabrani pesticid i na pravovremeno provođenje zaštitnih mjera. U knjizi su obrađeni principi rada suvremenih strojeva i uređaja za zaštitu bilja u biljnoj proizvodnji, te konstrukcijske i eksploatacijske karakteristike, kinetika rada radnih sklopova, analiza gibanja kapljica pri prskanju i raspršivanju, te kvaliteta pokrivanja biljne površine.*

*Udžbenik je pisan prvenstveno za studente sveučilišnog prijediplomskog studija smjera „Mehanizacija“, studente sveučilišnih diplomskih studija smjera „Ekološka poljoprivreda“ i smjera „Povrćarstvo i cvjećarstvo“, te studente poslijediplomskog doktorskog studija „Poljoprivredne znanosti“, modula „Tehnički sustavi u poljoprivredi“ Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.*

*Ovom prigodom upućujemo zahvalnost recenzentima dr. sc. Darku Kišu, redovitom profesoru u trajnom izboru Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, dr. sc. Zvonimiru Zduniću, naslovnom redovitom profesoru Poljoprivrednog instituta Osijek, dr. sc. Sanji Kalamburi, redovitoj profesorici Veleučilišta u Velikoj Gorici, dr. sc. Željku Baraču, docentu Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek i dr. sc. Dorijanu Radočaju, docentu Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek na uloženom trudu i korisnim sugestijama. Izražavamo zahvalnost lektorici, prof. hrvatskoga jezika i književnosti Dubravki Andrić i svim ostalima koji su na bilo koji način pripomogli izdavanju ovog udžbenika. Dobronamjerne primjedbe čitatelja na sadržaj ili izlaganje u udžbeniku rado ćemo primiti sa zahvalnošću.*

*Osijek, rujan 2025.*

*Autori*

**SADRŽAJ**

<b>POPIS KORIŠTENIH SIMBOLA</b> .....	I
<b>1. UVOD</b> .....	1
1.1. Značaj zaštite bilja.....	1
1.2. Utjecaj pesticida na strojeve u aplikaciji .....	7
1.2.1. Značaj mehaniziranih procesa u zaštiti bilja .....	7
<b>2. KEMIJSKA SREDSTVA ZA ZAŠTITU BILJA</b> .....	9
2.1. Formulacija pesticida i fizikalno stanje .....	10
2.2. Učinkovitost pesticida na ciljnoj površini i objekti tretiranja .....	11
2.3. Metode aplikacije pesticida .....	11
2.4. Veličina kapljica i pokrivenost biljne površine.....	13
2.5. Depozicija kapljica pesticida .....	17
2.6. Zanošenje kapljica „drift“ .....	17
2.7. Utjecaj veličine kapljica i brzine zračne struje na drift .....	19
2.8. Specifičnosti aplikacije pesticida.....	21
2.9. Dezintegracija mlaza otopine i formiranje kapljica .....	22
<b>3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA</b> .....	33
3.1. Prskanje.....	35
3.1.1. Tehnički parametri kapljica tekućine pri prskanju i raspršivanju.....	36
3.1.1.1. Prskalice .....	42
3.1.1.1.1. Ručne i leđne prskalice.....	43
3.1.1.2. Tlačne cijevi za leđne i prijevozne prskalice .....	50
3.1.1.3. Uređaji za prskanje .....	50
3.2. Traktorske ovjesne prskalice .....	54
3.2.1. Regulator tlaka tekućine .....	56
3.2.2. Centralni regulacijski ventil.....	57
3.2.3. Razvodno-regulacijski ventil „B“ .....	57
3.2.4. Razvodni ventil „C“ .....	58
3.2.5. Podešavanje regulatora za rad .....	59
3.2.6. Regulator tlaka PR 3EC.....	59
3.2.7. Opis glavnih dijelova regulatora.....	60
3.2.8. Razvodno-regulacijski ventil EC .....	62
3.2.9. Sklop razvodnih ventila EC-06.....	63
3.2.10. Električni priključni ormarić.....	64
3.2.11. Crpka.....	64
3.2.12. Elektronska regulacija na prskalici AGS-800 EN.....	65

---

## SADRŽAJ

---

3.2.13. Prskanje .....	68
3.2.14. Programiranje .....	68
3.2.15. Analize .....	69
3.2.16. Uređaji za prskanje - garnitura za prskanje .....	71
3.2.17. Nosači mlaznica .....	74
3.2.18. Dopunska oprema na prskalici .....	75
3.2.19. Posuda za punjenje .....	76
3.2.20. Usisna korpa s usisnom cijevi .....	79
3.2.21. Uređaj za vanjsko pranje prskalice .....	81
3.2.22. Komplet uređaja za kontrolu tlaka prskalice .....	81
3.2.23. Marker .....	82
3.2.24. Mlaznice za pranje ambalaže .....	82
3.2.25. Reguliranje ventila za prskanje .....	83
3.3. Ovjesna prskalica „AMAZONE” UF 2002 .....	85
3.3.1. Pročistači tekućine .....	94
3.3.2. Sustav kamera .....	96
3.3.3. Hidraulički priključci .....	99
3.3.4. Redukcijski zglob na vanjskoj sekciji .....	104
3.3.5. Sklapanje/rasklapanje prskajućih krila pomoću upravljačkog uređaja traktora .....	106
3.3.6. Rad s jednostavnim rasklopljenim prskajućim krilom .....	108
3.3.7. Hidrauličko podešavanje nagiba prskanja .....	109
3.3.8. Mlaznice .....	109
3.3.9. Rubne mlaznice .....	111
3.3.10. Ovjesna prskalica UF s dva spremnika .....	113
3.4. Konstrukcijske karakteristike vučenih prskalica .....	115
3.4.1. Spremnik prskalica .....	117
3.4.2. Pročistači .....	118
3.4.3. Radni ventili .....	121
3.4.4. Miješanje otopine u spremniku prskalica .....	123
3.5. Crpke .....	126
3.5.1. Snaga crpke .....	128
3.5.2. Tipovi crpki .....	128
3.5.3. Klipne i stapne crpke .....	130
3.5.4. Stapne crpke .....	133
3.5.5. Membranske crpke .....	134
3.5.6. Dvokomorne membranske crpke .....	136

---

3.5.7. Klipno-membranske crpke .....	137
3.5.8. Crpke s rotacijskim djelovanjem .....	138
3.5.9. Centrifugalne crpke .....	138
3.5.10. Valjkaste crpke .....	139
3.5.11. Zupčaste crpke.....	140
3.5.12. Crpka s lopaticama (krilna ili lamelna).....	141
3.5.13. Impeler crpke.....	142
3.5.14. Mlazne crpke .....	142
3.6. Ventili na crpkama .....	142
3.7. Mjerno-regulacijski uređaj .....	143
3.7.1. Manometar i quantometar.....	150
3.7.1.1. Quantometar .....	151
3.7.2. Mjerno-regulacijski uređaj na prskalici „HARDI“ .....	151
3.7.3. Elektromagnetni ventili .....	156
3.8. Automatski uređaji za prskanje ili „prskajuća krila“ .....	156
3.8.1. Prskajuća krila ili grane prskalice „Hardi“ .....	160
3.8.2. Hidraulički sustav.....	162
3.8.3. Automatski uređaji na voćarsko-vinogradarskim prskalicama .....	163
3.9. Mlaznice.....	164
3.9.1. Vrtložne mlaznice.....	166
3.9.2. Vrtložne mlaznice s tangencijalnim provrtom .....	167
3.9.3. Mlaznica za umirenje dezintegriranih kapljiva („Rain drop“) .....	167
3.9.4. Mlaznice s odbojnikom .....	168
3.9.5. „T“ mlaznice s prorezom – lepezaste.....	168
3.9.6. Vibracijske mlaznice .....	172
3.9.7. Rotacijske mlaznice (centrifugalne) .....	172
3.9.8. Mlaznice za hidropneumatsku dezintegraciju škropiva .....	173
3.9.9. Elektrostatička mlaznica.....	174
3.9.10. Kut mlaza i visina prskanja .....	175
3.9.11. Materijali za izradu mlaznica.....	176
3.9.12. Izbor i primjena mlaznica .....	177
3.10. Prskalice sa zračnom potporom .....	178
3.10.1. Zakretanje zračne struje i tekućine .....	183
3.10.2. Automatski uređaji za reguliranje rada prskalice .....	183
3.11. Vučena prskalice UG-Super „AMAZONE“ .....	185
3.13. Samokretne prskalice .....	206

---

3.14. Priprema prskalice za rad .....	208
3.14.1. Kalibriranje prskalice .....	209
3.15. Količina škropiva (otopine) kemikalija kod punjenja spremnika.....	214
3.16. Čišćenje prskalice nakon prskanja.....	217
3.17. Metoda kontrole ispravnosti prskalice .....	218
3.17.1. Vizualni pregled prskalice i pripremni radovi za mjerenje .....	218
3.17.2. Mjerenje broja okretaja P.V. traktora .....	219
3.17.3. Provjera tlaka zraka u tlačnoj komori .....	219
3.17.4. Postupak ispitivanja ispravnosti instrumenata za mjerenje tlaka .....	220
3.17.5. Mjerenje kapaciteta crpke.....	220
3.17.6. Mjerenje protoka na potrošačima prskalice .....	221
3.17.7. Mjerenje ravnomjernosti poprečne raspodjele otopine .....	221
3.17.8. Mjerenje količine povratne tekućine za hidro miješanje .....	222
3.17.9. Vodoravna raspodjela tekućine.....	223
3.17.10. Laboratorijsko ispitivanje mlaznica .....	223
<b>4. METODA RASPRŠIVANJA.....</b>	<b>227</b>
4.1. Tehnički parametri raspršivača.....	228
4.1.1. Potrošnja vode .....	228
4.1.2. Transport kapljica.....	228
4.1.3. Veličina kapljica.....	234
4.1.4. Brzina zraka .....	234
4.1.5. Smjer zračnog toka .....	234
4.1.6. Turbulentnost protoka .....	235
4.1.7. Obujam zraka .....	235
4.1.8. Odnosnje kapljica iz nasada - drift.....	235
4.1.9. Elektrostatički nabijene kapljice .....	236
4.2. Osnove teorije rada raspršivača .....	236
4.2.1. Osnosimetrični zračni mlaz .....	239
4.2.2. Stanje brzina u osnosimetričnom mlazu .....	239
4.2.3. Pravokutni protok u ravnini .....	240
4.2.4. Prostorni pravokutni protok.....	242
4.2.5. Sastavljeni zračni mlaz .....	243
4.2.6. Turbulentnost protoka .....	244
4.2.7. Turbulentnost jednostrukog zračnog mlaza .....	245
4.2.8. Turbulentnost paralelno sastavljenog mlaza .....	246
4.3. Raspršivači .....	247

---

4.3.1. Leđni raspršivači .....	248
4.3.1.1. Leđni raspršivač „STIHL“ SR 200 .....	250
4.3.2. Ovjesni traktorski raspršivači .....	254
4.3.2.1. Trosmjerni ventil .....	258
4.3.2.2. Regulator tlaka .....	259
4.3.2.3. Regulator tlaka M170 .....	263
4.3.2.4. Ventilator.....	265
4.3.2.5. Nosači mlaznica na raspršivaču .....	267
4.3.2.6. Dvomembranski nosači mlaznica za regulaciju mlaza.....	267
4.3.2.7. Opis podešavanja ventila za raspršivanje.....	268
4.3.2.8. Podešavanje ventila za djelomično čišćenje .....	268
4.3.2.9. Potpuno čišćenje raspršivača .....	269
4.3.2.10. Ostale izvedbe raspršivača.....	269
4.3.2.11. Ovjesni „HARDI“ raspršivač .....	270
4.3.2.12. Raspršivač „TURBO MIX“ .....	271
4.3.2.13. Ovjesni raspršivači „NEW CONTROL“ .....	272
4.3.2.14. Oblici istrujavanja .....	273
4.3.3. Vučeni raspršivači .....	274
4.3.3.1. Spremnik tekućine vučenog raspršivača .....	275
4.3.3.2. Trosmjerni ventil .....	276
4.3.3.3. Usisni pročistač .....	276
4.3.3.4. Usisna korpa s usisnom cijevi.....	277
4.3.3.5. Regulatori tlaka .....	277
4.3.3.6. Regulator tlaka PR 9.....	279
4.3.3.7. Označavanje regulatora .....	279
4.3.3.8. Regulator tlaka PR 9-EC .....	280
4.3.3.9. Opis glavnih sastavnih dijelova regulatora – AGROMEHANIKA.....	282
4.3.3.10. Ventilatori .....	286
4.3.3.12. Tangencijalni ventilatori.....	290
4.3.3.13. Crpke na raspršivačima .....	292
4.3.3.14. Kompresori i rotacijske turbine .....	293
4.3.3.15. Uređaji za raspršivanje .....	294
4.3.3.16. Manometar .....	299
4.3.3.17. Mlaznice .....	299
4.3.3.18. Deflektor za reguliranje nosača mlaznica .....	301
4.3.3.19. AG-TRONIK M1 .....	301

---

4.3.3.20. Opis ručnog načina .....	303
4.3.3.21. Opis automatskog načina .....	304
4.3.3.22. Programiranje .....	305
4.3.3.23. Analize .....	306
4.3.3.24. GPS – Izlaz.....	306
4.3.3.25. Senzori na raspršivačima .....	307
4.3.3.26. Čišćenje i pranje raspršivača .....	309
4.3.3.27. Uređaj za vanjsko pranje raspršivača.....	310
4.3.3.28. Raspršivač „ZUPAN“ DT 1000.....	311
4.3.3.29. Vučeni raspršivač „Zaturn Compact“ .....	312
4.3.3.30. Vučeni raspršivač „PROJET“ 2200.....	313
4.3.3.31. Vučeni raspršivači PROJET „NEW CONTROL“ .....	314
4.3.3.32. Raspršivači s centrifugalnim ventilatorom „HARDI“ .....	317
4.4. Samokretni raspršivači .....	319
4.4.1. Samokretni raspršivač „ATOM“ 2000 HP.....	320
4.5. Recirkulacijski raspršivač.....	322
4.6. Raspršivači za selektivnu aplikaciju .....	325
4.7. Značaj oblika raspršenog mlaza i uzgojnog nasada na depoziciju kapljica .....	327
4.9. Norma raspršivanja.....	328
4.10. Kalibriranje raspršivača .....	330
4.11.1. Različiti izračuni.....	332
4.11.2. Izračun radne brzine raspršivača.....	333
4.12. Teorijski prikaz uštede tekućine u zaštiti nasada .....	334
<b>5. PRIMJENA PRECIZNE ZAŠTITE BILJA U POLJOPRIVREDI .....</b>	<b>337</b>
5.1. Uvod u preciznu zaštitu bilja .....	337
5.2. Tehnologije korištene u preciznoj zaštiti bilja .....	338
5.3. Uvođenje precizne zaštite bilja.....	339
5.4. Budućnost precizne zaštite bilja .....	342
5.5. Tehnika precizne zaštite trajnih nasada .....	350
5.5.1. Primjena bespilotnog zrakoplova za praćenje vegetacije u trajnim nasadima .....	351
5.6. Tehnika precizne zaštite bilja .....	353
5.7. Mobilne aplikacije za procjenu stanja biljaka .....	355
5.7.1. Znanstveni doprinosi pri korištenju mobilnih aplikacija.....	355
5.7.2. Plantix .....	357
5.7.3. Leaf Doctor .....	358
5.7.4. BioLeaf.....	360

---

## SADRŽAJ

---

5.7.5. ADAMA Bullseye.....	361
5.7.6. PDDP .....	361
5.7.7. Pmapp.....	362
5.7.8. Plant Disease .....	363
5.7.9. ImScope .....	364
5.7.10. Agrobase .....	365
5.7.11. PlantifyDr.....	366
5.7.12. SpraySelect.....	366
5.7.13. SnapCard.....	367
<b>6. LITERATURA .....</b>	<b>369</b>
<b>KAZALO IMENA.....</b>	<b>387</b>
<b>KAZALO POJMOVA .....</b>	<b>389</b>

---

## POPIS KORIŠTENIH SIMBOLA

$A$ - površina, $m^2$	$K_{disp}$ - koeficijent disipacije energije
$A$ - razina tekućine iznad srednje linija mješača, mm	$i$ - veličina razreda
$A_{ha}$ - površina jednog hektara, $m^2$	$L$ - duljina spremnika, mm
$A_k, A_p$ - kontaktna površina kapljice, $mm^2$	$L_m$ - razmak između mlaznica, m
$A_k$ - površina presjeka klipa, $dm^2$	$m$ - masa, kg
$A_{kl}$ - površina presjeka klipnjače, $dm^2$	$N_i$ - broj kapljica u $i$ -tom razredu veličina
$A_1$ - površina jednog stabla, $m^2$	$N_p$ - norma prskanja, l/ha
$B$ - radna širina, $m^2$	$N_r$ - norma raspršivanja, l/ha
$B_p$ - širina zahvata prskalice, m	$N_{st}$ - broj stabala/ha
$B_r$ - širina međureda, m	$n$ - broj mlaznica
$b_k$ - širina krošnje, m	$n$ - ukupni broj veličine razreda
$b_m$ - širina mlaza, m	$n_c$ - broj cilindara
$b_o$ - širina mlaza pravokutnog oblika, m	$n_{mo}$ - broj okretaja motora, $min^{-1}$
$C_a$ - koeficijent površine	$n, n_T$ - broj kapljica
$C_d$ - koeficijent istjecanja	$P$ - snaga, kW
$C_v$ - koeficijent brzine	$P_h$ - hidraulička snaga, kW
$C.V.$ - koeficijent varijacije	$P_m$ - snaga motora, kW
$D$ - promjer kapljice, $\mu m$	$P_m$ - snaga za pogon mješača, kW
$D_i$ - promjer kapljice u $i$ -tom razredu veličina	$P_v$ - snaga za pogon ventilatora, kW
$D_{vm1}, D_{vm2}$ - obujam srednjeg promjera	$P.V.$ - broj okretaja priključnog vratila, $min^{-1}$
$d$ - promjer otvora mlaznice, mm	$p$ - tlak mlaznice, bar
$d$ - dijаметar kapljice, $\mu m$	$p_d$ - dinamički tlak, Pa
$d/a$ - srednji aritmetički dijаметar kapljice, $\mu m$	$p_1$ - radni tlak, bar
$d/V$ - volumni ili obujamni dijаметar kapljice, $\mu m$	$p_2$ - tlak opskrbe, bar
$d/VP$ - srednji volumno-površinski dijаметar kapljice, $\mu m$	$p_p$ - tlak tekućine iz mlaznice, bar
$E_a$ - energija ubrzanja, J	$r$ - polumjer kapljice, m
$E_g$ - energetska gubici, J	$r$ - polumjer izlaznog otvora, m
$E_g$ - pretvorena energija, J	$R$ - zbroj širina svih lopatica, mm
$E_k$ - kinetička energija, J	$s$ - prijeđeni put, m
$E_o$ - kinetička energija na izlazu iz usta mlaznice, J	$s$ - hod klipa, dm
$E_p$ - potencijalna energija, j	$T_u$ - koeficijent intenziteta turbulencije
$E_t$ - tlačna energija, J	$TRV$ - obujam nasada, $m^3/ha$
$E_x$ - energija mlaza, J	$T_1$ - temperatura okoline, $^{\circ}C$
$E_x$ - kinetička energija na udaljenosti $x$ od usta mlaznice, J	$T_2$ - temperatura kapljice, $^{\circ}C$
$E_1$ - kinetička energija zraka u gibanju, J	$t$ - trajanje kapljice, s
$E_t$ - tlačna energija, J	$t$ - vrijeme punjenja baterije, h
$E_{t1}$ - ukupna kinetička energija turbulentnog protoka, J	$U$ - napon baterije, V
$F_e$ - faktor koji pokazuje relativnu teškoću miješanja ulje-voda	$U$ - odstupanje od prosječne brzine $\bar{U}$ , m/s
$F_u$ - sila uzgona, N	$\bar{U}$ - prosječna brzina u smjeru osi $x$ , m/s
$F_w$ - sila otpora zraka, N	$U_o, U_m, U$ - brzina zraka, m/s
$G$ - težina kapljice, N	$U_o$ - početna brzina zraka, m/s
$g$ - ubrzanje zemljine sile teže (gravitacija), $m/s^2$	$U_m$ - srednja brzina mlaza, m/s
$h_n$ - visina nasada, m	$U_x$ - brzina zraka na udaljenosti $x$ , m/s
$h_p$ - tlak zraka, Pa	$U_1$ - brzina medija u pravcu $x$ , m/s
$k$ - koeficijent izbacivanja	$V, V_o, V_s$ - obujam spremnika, l

## POPIS KORIŠTENIH SIMBOLA

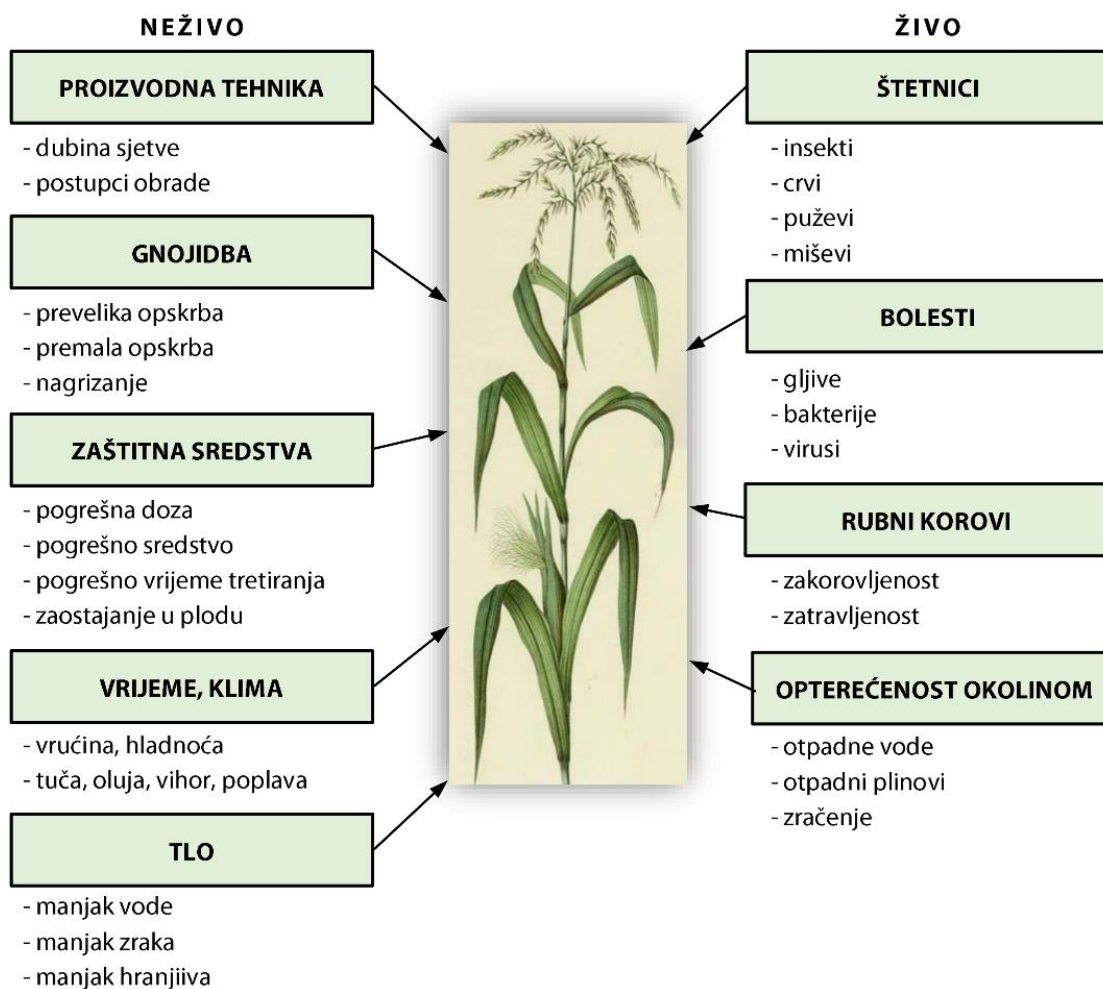
---

$V$ - obujam mlaza, l	$\rho_1$ - gustoća tekućine, $\text{g/m}^3$
$V_i$ - nazivni, indicirani obujam spremnika, l	$\Delta p$ - ukupni tlak kapljice, Pa
$V_m$ - obujam motora, $\text{cm}^3$	
$V_u$ - ukupni obujam spremnika, l	
$V_{zh}$ - ukupna količina zraka u krošnjama stabala, $\text{m}^3$	
$v$ - brzina kapljice, m/s	
$v$ - brzina zraka, m/s	
$v_L, v_v$ - brzina vjetra, m/s	
$v_{\min}$ - obodna brzina lopatice, m/s	
$v_{ml}$ - brzina mlaza, m/s	
$Q$ - kapacitet, l/min	
$Q_{crp}$ - kapacitet crpke l/s, l/min	
$Q_{cen.crp}$ - kapacitet centrifugalne crpke za miješanje, l/min	
$Q_m$ - ukupna količina miješanja, l/min	
$Q_p$ - utrošak tekućine, l/ha	
$Q_{ras}$ - kapacitet raspršivača, l/min	
$Q_s$ - količina sredstava, l	
$Q_t$ - potrebna količina tekućine, l	
$Q_t$ - teorijski kapacitet crpke, l/min	
$Q_v$ - kapacitet ventilatora, $\text{m}^3/\text{h}$	
$Q_1$ - količina zraka raspršivača, $\text{m}^3/\text{min}$	
$q$ - utrošak tekućine na kontrolnom putu, l	
$q_{k/ha}$ - doza kemikalije, l/ha	
$q_{k/spr}$ - količina aktivnog sredstva ili kemikalija po spremniku, l	
$q_m$ - kapacitet mlaznice, l/min	
$\Theta$ - kut dodira kapljice, °	
$\Theta$ - kut prijanjanja kapljice, °	
$\sigma_{ch}$ - površinska napetost otopine, mN/m	
$\sigma_s$ - površinska napetost kapljice na površini biljke, mN/m	
$\sigma_{sf}$ - površinska napetost kapljice u dodiru s tvrdim tijelom, mN/m	
$\eta$ - korisni stupanj djelovanja crpke	
$\eta$ - koeficijent dinamičke viskoznosti fluida (škropiva), Pa·s	
$\eta_h$ - hidraulički gubici crpke	
$\eta_m$ - mehanički gubici crpke	
$\eta_v$ - obujamni gubici crpke	
$\eta_v$ - obujamni koeficijent crpke	
$\eta_v$ - korisni učinak ventilatora	
$\alpha$ - kut širenja mlaza, °	
$\gamma$ - koeficijent aerodinamičkog otpora	
$\gamma_z$ - gustoća medija, $\text{g/m}^3$	
$\rho$ - gustoća škropiva, $\text{kg/m}^3$	
$\rho_z$ - gustoća zraka, $\text{kg/m}^3$	

## 1. UVOD

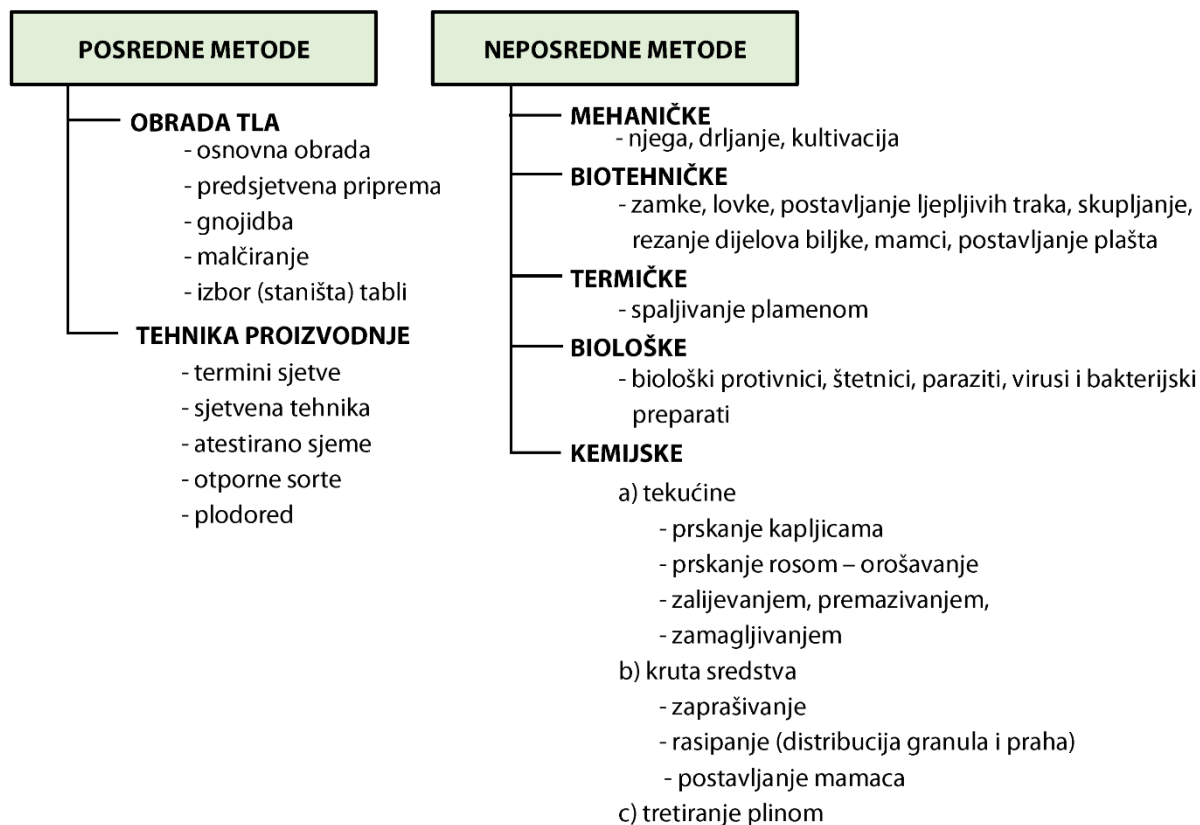
### 1.1. Značaj zaštite bilja

Intenzivnost biljne proizvodnje, između ostalog, ovisi i o stupnju primjene suvremene zaštite bilja. Biljne bolesti, štetnici i korovi izravno utječu na količinu i kvalitetu poljoprivrednih proizvoda pa je njihovo suzbijanje i uništavanje jedan od preduvjeta osiguranja visoke i kvalitetne proizvodnje hrane i sirovina biljnog podrijetla. Štetni organizmi, prema literaturnim podacima, smanjuju rodost biljaka 15 – 20 %, a u nerazvijenim zemljama i do 40 %.



**Slika 1.1.** Uzroci oštećenja biljaka  
(Izvor: original)

Biljne bolesti, štetnici i korovi mogu se suzbijati različitim metodama i mjerama, a danas su razvijene: karantenske mjere, uzgoj otpornih sorata, agrotehničke, fizikalne, biološke, integrirane zaštite i kemijske zaštite bilja. Danas su ipak dominantne kemijske mjere za suzbijanje biljnih bolesti, štetnika i korova te predstavljaju najvažniju mjeru zaštite kulturnog bilja, ali se ipak i ostale mogućnosti suzbijanja ne smiju zanemariti. Potrebno je provoditi integriranu zaštitu bilja, a unutar ove mjere integriranu aplikaciju pesticida.



**Slika 1.2.** Pregled mjera integrirane zaštite  
(Izvor: König i sur., 1988)

Preventivne ili izravne mjere zaštite bilja predstavljaju sve agrotehničke mjere koje neizravno utječu na smanjenje pojave štetnika, bolesti i korova. Najvažnije preventivne mjere zaštite su:

- sjetva certificiranog sjemena
- uzgoj otpornih ili tolerantnih sorti prilagođenih agroekološkim uvjetima
- gnojidba na osnovi podataka kemijske analize tla
- sustav obrade tla prilagođen tehnološkim zahtjevima kulture
- sjetva u optimalnom roku i preporučenom sklopu i
- obvezan četveropoljni plodored.

**Direktne ili neizravne** mjere zaštite bilja primjenjuju se kada prognoza i granične vrijednosti ukažu na potrebno suzbijanje, a mogu se podijeliti na:

- **Mehaničke mjere** sprječavaju širenje štetnih organizama, a to se postiže dubokom obradom tla, odnosno zamrzavanjem biljnih ostataka, te kultivacijom, prašenjem staništa, orezivanjem grana s prezimljujućim oblicima štetnika i uzročnika bolesti, zaoravanjem trulih plodova, odstranjivanjem bolesnih listova, uništavanjem zaraženih biljaka, postavljanjem ljepljivih pojaseva na deblima, čišćenjem sjemena, postavljanjem zamki za voluharice i mreža za zaštitu ptica, kukaca i leda.
- **Tehnologija obrade tla** bitan je uvjet koji utječe na kvalitetu primjene strojeva za zaštitu bilja. Na ravnim i dobro obrađenim tlima moguće je koristiti veće radne brzine i bez negativnih posljedica za stroj. Isto tako, obrađene table ne bi smjele biti ispresjecane

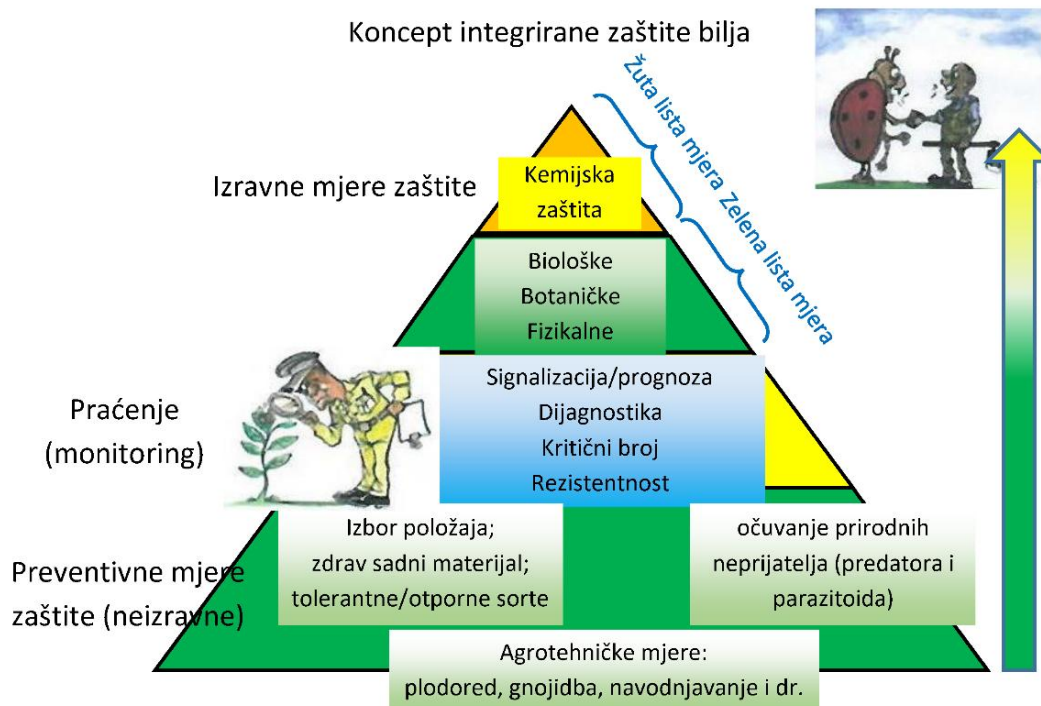
kanalima i drugim neravninama koje bi za vrijeme rada u eksploataciji mogle oštetiti stroj. Izbor najpogodnijeg uzgojnog oblika voćaka i vinove loze od presudnog je značenja za postizanje optimalnog radnog efekta i kvalitete agregata za zaštitu bilja. Da bi se postigli visoki urodi u vinogradarstvu, potrebno je obaviti niz agrotehničkih mjera koje imaju za cilj suzbijanje korova u međuredni nasad i prekidanje kapilarnog sustava tla za vodu. Ukoliko su ove mjere dobro izvedene, s njima se postiže ravno tlo, što ima utjecaja na kvalitetu i funkcionalnost strojeva za zaštitu.

- **Fizikalne mjere** zaštite sastoje se u primjeni niske i visoke temperature, zračenja, visokofrekventnih zvukova, obojenih ploča i drugo.
- **Biološke mjere** koriste se za suzbijanje štetnih organizama primjenom njihovih prirodnih neprijatelja (predatora, parazita, virusa, bakterija ili gljiva). Sve vrste živih organizama imaju u prirodi prirodne neprijatelje kao što su, primjerice, grabežljive božje ovčice, stjenice, grinje, parazitske osice i drugo.
- **Biotehničke mjere** predstavljaju primjenu atraktanata, sredstava za privlačenje kukaca i regulatora rasta i razvoja kukaca. Atraktanti služe za praćenje pojave štetnika radi određivanja optimalnog suzbijanja, a najviše se koriste hranidbeni i seksualni atraktanti. Kao hranidbeni atraktant u voćarstvu se koristi jabučni sok, a u ratarstvu zašećerena voda za hvatanje leptira. Seksualni atraktanti su sintetizirani hormoni ženki koji privlače mužjake iste vrste koji se vođeni mirisom zalijepe na ljepljivu traku ili ploču. Regulatori rasta kukaca ometaju normalni razvoj ličinki (gusjenice kukaca) koje ne nanose štetu jer brzo ugibaju.
- **Kemijske mjere** zaštite bilja sastoje se u suzbijanju biljnih bolesti, štetnika i korova primjenom kemijskih sredstava za zaštitu bilja. Važnost kemijske zaštite bilja treba pripisati širokim mogućnostima uspješnog i ekonomičnog suzbijanja većine biljnih bolesti, štetnika i korova.

Prednosti primjene kemijskih zaštitnih mjera za kulturne biljke ogledaju se u sljedećem:

- mogućnost suzbijanja gotovo svih štetnika i većine biljnih bolesti i korova
- relativna jednostavnost primjene uz uvjet da je suvremena tehnika ispravna
- mogućnost istovremenog suzbijanja više štetnika ili bolesti ili bolesti i korova i
- dobri i brzi rezultati postižu se ako se tretiranje provede pravovremeno.

Ove prednosti kemijske zaštite omogućuje potpunu zaštitu bilja, ali su zapostavljene ostale mjere zaštite. Posljedica ovakve jednostrane i pretjerane primjene kemijskih sredstava izaziva i niz negativnih popratnih pojava. Iz tih razloga suvremena zaštita bilja preferira aplikaciju kemijskih sredstava, ali u sklopu integrirane zaštite bilja. Integrirana zaštita bilja razrađuje pažljivu uporabu svih raspoloživih mjera zaštite protiv patogenih organizama, uz potpuno uvođenje ovih mjera koje sprječavaju rast populacije štetnika i odražavaju uporabu sredstava za zaštitu bilja i drugih mjera na razini ekonomske opravdanosti, te smanjuju rizik za zdravlje čovjeka i okoline. Osnovni smisao integrirane zaštite bilja je smanjenje potrošnje kemijskih sredstava zaštite bilja, uz praćenje razvoja štetnih organizama i apliciranje preventivnih mjera zaštite kojima se smanjuje njihova populacija prije primjene kemijskih mjera zaštite.



**Slika 1.3.** Slikovni prikaz koncepta integrirane zaštite bilja prema IOBC  
(Izvor: Bokulić i sur., 2015)

Aplikacijom kemijskih sredstava u zaštiti bilja omogućen je velik napredak u ovom segmentu poljoprivredne proizvodnje. To znači i nagli porast proizvodnje i potrošnje kemijskih sredstava za zaštitu bilja. Pored navedenih prednosti u primjeni se pojavljuju dosta veliki nedostaci, osobito kod nestručnog korištenja. Važnije negativne pojave pri primjeni kemijske zaštite bilja su:

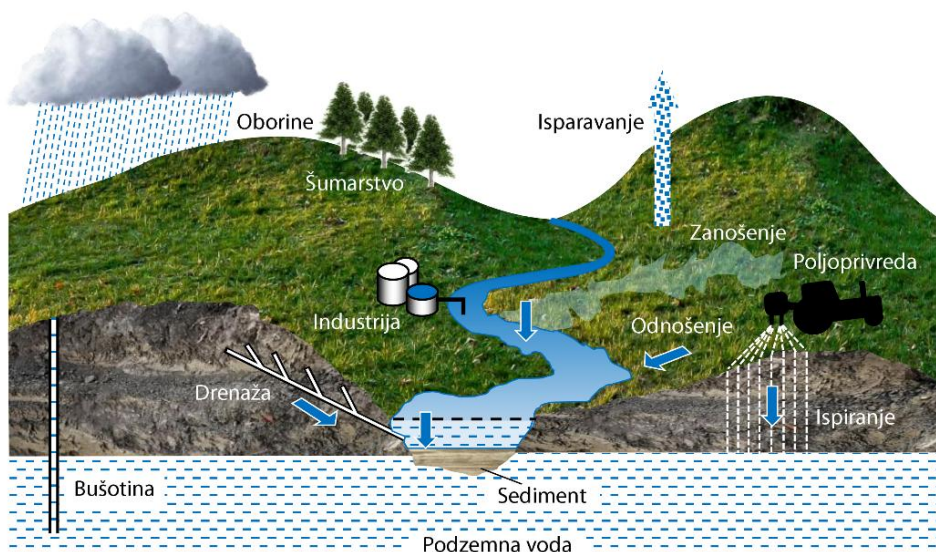
- vrlo otrovna, otrovna ili štetna za ljude, domaće životinje, divljač, ribe, pčele i druge korisne životinje
- nagrizujuća (korozivna) - u dodiru s kožom, sluznicom i metalima uzrokuju oštećenje
- alergogena - nakon udisaja ili u dodiru s kožom
- kancerogena - ako se progutaju ili udišu
- mutagena - ako se progutaju ili u dodiru s kožom mogu uzrokovati genetsko oštećenje
- poremećaj prirodne ravnoteže između raznih organizama
- moguća rezistentnost štetnih insekata, uzročnika bolesti i korova.

Pored izravne toksičnosti kemijskih sredstava, njihovom primjenom dolazi do ostataka pesticida na tretiranom bilju, biljnim proizvodima i proizvodima životinjskog podrijetla koji mogu štetno djelovati na ljude i životinje. Razina ostataka pesticida ovisi o količini primijenjenog sredstva za zaštitu bilja, o poljoprivrednoj kulturi, te najkraćem razdoblju koje je prošlo od zadnjeg tretiranja, odnosno karence, te o broju primjena i fizikalno-kemijskim svojstvima pesticida.



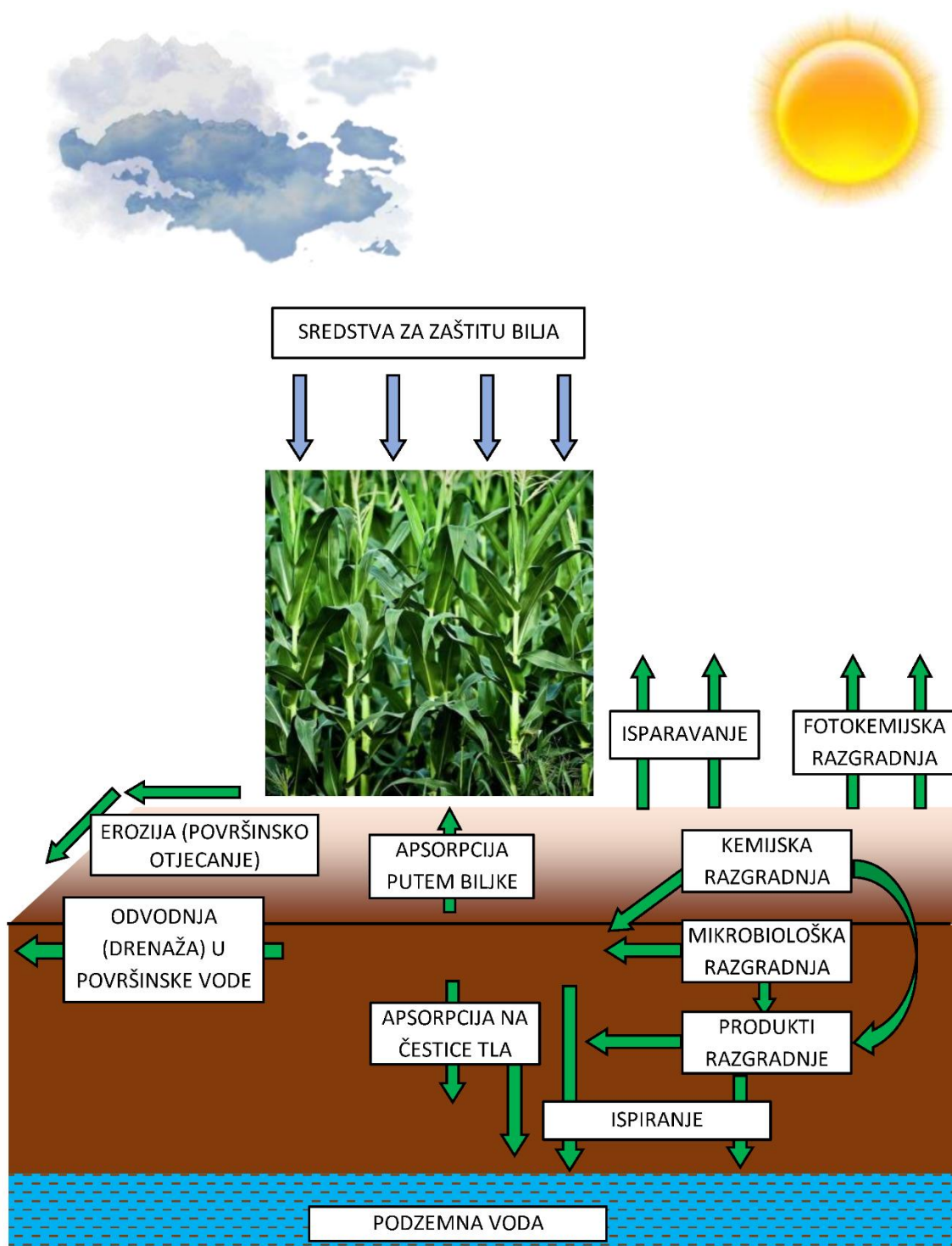
**Slika 1.4.** Ostaci pesticida od polja do stola  
(Izvor: Čelig, 2015)

Intenziviranje proizvodnje hrane i veće aplikacije kemijskih sredstava za zaštitu bilja i drugi činitelji utječu na onečišćenje zraka površinskih i podzemnih voda, zraka i tla, što je prikazano na slici 1.5.



**Slika 1.5.** Mogući putovi onečišćenja okoliša sredstvima za zaštitu bilja  
(Izvor: Nikl, 2015)

Ponašanje kemijskih sredstava za zaštitu bilja u tlu najviše ovisi o tipu tla, svojstvima kemijskih sredstava za zaštitu bilja, mikrobiološkoj aktivnosti tla i klimatskim uvjetima. Kada aktivna tvar dođe u kontakt s tlom, slijedi veći niz fizikalno-kemijskih i bioloških procesa koji izravno utječu na njegovu učinkovitost i ponašanje u okolišu. Zaštitna kemijska sredstva u tlu podliježu procesima koji utječu na njegov gubitak, apsorpcije, ispiranje, isparavanje, te apsorpcije koje uzrokuju živi organizmi i biljke i procesima koji utječu na razgradnju što je vidljivo na slici 1.6.



**Slika 1.6.** Prikaz ponašanja sredstava za zaštitu bilja u tlu  
(Izvor: Nikl, 2015)

Negativni efekti koji se javljaju nakon primjene kemijskih sredstava za zaštitu bilja ogledaju se i na neciljanim organizmima, a to su ptice, sisavci, vodeni organizmi, pčele i ostali oprašivači, organizmi u tlu i neciljano bilje.

### 1.2. Utjecaj pesticida na strojeve u aplikaciji

Negativni efekti kemijskih sredstava za zaštitu bilja odražavaju se i na tehnička sredstva kojima se aplicira. Strojevi za aplikaciju pesticida, za razliku od ostalih poljoprivrednih strojeva, izloženi su agresivnom djelovanju kemijskih zaštitnih sredstava. Djelovanje je izraženo u obliku kemijske korozije i mehaničke abrazije, uslijed čega dolazi do kvarova i zastoja strojeva u radu. Kemijska korozija nastaje kao posljedica agresivnih kemijskih svojstava pesticida i napada sve površine dijelova strojeva koji dolaze u kontakt s pesticidom. To uzrokuje smanjenje preciznosti rada najosjetljivijih dijelova o kojima ovisi kvaliteta i preciznost aplikacije. Mehanička abrazija također uništava vitalne dijelove strojeva za zaštitu što uzrokuje promjenu hidrauličkog tlaka, koji je vrlo bitan za precizan rad prskalice i drugih strojeva i uređaja. Mlaznice su najviše izložene mehaničkoj abraziji kojima hidraulički tlak u relativno kratkom vremenu povećava i deformira otvor uslijed čega dolazi do narušavanja preciznosti protoka mlaznice, povećanja hektarske doze, te nejednolike raspodjele zaštitnog sredstva po površini koja se tretira.

#### 1.2.1. Značaj mehaniziranih procesa u zaštiti bilja

Osnovni je zahtjev za suvremenu aplikaciju pesticida preciznost rada. Precizna aplikacija pesticida podjednako je važna iz ekoloških razloga, kao i iz potrebe stalne racionalizacije poljoprivredne proizvodnje. Efikasnost sredstava za zaštitu bilja ovisi i od pravilnog izbora vremena tretiranja, odnosno pravovremene detekcije štetočinja. Ekonomski razlozi za uvođenje precizne aplikacije pesticida su visoke cijene kemijskih sredstava za zaštitu bilja te neprecizan rad predstavlja gubitak pesticida. Suvremena aplikacija pesticida provodi se sa značajno smanjenim hektarskim dozama i to metodom radikalnog smanjenja vode u hektarskoj dozi (*CRV* metoda – *Conventionally Reducing Volume*). U biljnoj proizvodnji dokazano je da se najpreciznija aplikacija pesticida postiže traktorskim prskalicama. Suvremene prskalice opremljene su za integriranu aplikaciju pesticida, a ona uključuje:

- potpuno miješanje praha, paste ili koncentrirane otopine s vodom
- održavanje ujednačene izmiješanosti do kraja tretiranja
- formiranje mlazova odgovarajućom strukturom kapljica otpornih na drift
- točno doziranje zaštitnog sredstva
- ujednačena raspodjela ukupne količine pripremljenog sredstva putem mlaznica bez kapanja i
- priprema otopine bez izravnog dodira rukovatelja.

Da bi se postigla maksimalna preciznost aplikacije i potpuna djelotvornost u zaštiti bilja, aparati moraju biti ne samo suvremene konstrukcije i tehnički potpuno ispravni, već moraju raspolagati i odgovarajućim eksploatacijskim potencijalom te dobro educiranim rukovateljima. Suvremena tehnika aplikacije pesticida unaprjeđuje proces aplikacije s ciljem povećanja efikasnosti i ekonomičnosti, uz smanjenje rizika od zagađenja okoliša i štetnog djelovanja na ljude i životinje. Današnji strojevi opremljeni su elektroničkim uređajima kao što su različiti senzori za detekciju bilja, norme tretiranja i druge radne parametre, te korištenje GPS-sustava



### 2. KEMIJSKA SREDSTVA ZA ZAŠTITU BILJA

Kemijska sredstva za zaštitu bilja složeni su kemijski spojevi koji se u određenim formulacijama i oblicima koriste za suzbijanje biljnih bolesti, štetnika i korova. Sredstva za zaštitu bilja koja služe za suzbijanje štetočinja nazivaju se pesticidi. Kemijska sredstva prema području djelovanja razvrstavaju se u sljedeće skupine:

- akaricidi (protiv grinja)
- avicidi (protiv ptica)
- baktericidi (protiv bakterijskih bolesti)
- fungicidi (protiv gljivičnih oboljenja)
- herbicidi (protiv korova)
- insekticidi (protiv kukaca, insekata)
- limacidi (protiv puževa)
- nematocidi (protiv nematoda)
- repelenti (za odbijanje divljači)
- rodenticidi (protiv miševa, štakora i drugih glodavaca) i
- pheromoni (za sprječavanje razmnožavanja insekata).

Kemijska sredstva sastoje se od aktivne tvari, dodataka i nosača (punila). Aktivne tvari iskazuju se u (%), (g/l) ili u (g/kg).

Dodaci poboljšavaju aplikaciju kemijskih sredstava i to:

- **Razrjeđivač** - predstavlja čvrstu ili tekuću komponentu u kojoj se nalazi aktivna tvar. Kod tekućih preparata razrjeđivač se naziva otapalo. Kod preparata u čvrstom obliku ova komponenta naziva se nosač.
- **Emulgator** je kemijska supstanca koja omogućuje razrjeđivanje tekućeg preparata u vodi ili drugim tvarima.
- **Adhezit** - tvar koja služi da preparat na tretiranoj površini bude što više stabilan i postojan od utjecaja kiše i vjetra, odnosno povećava moć fiksiranja.
- **Okvasivač** - predstavlja supstancu čvrstih i tekućih preparata, a omogućuje ravnomjeren raspored aktivne tvari na tretiranoj površini.
- **Punila** - radi lakšeg rukovanja sa zaštitnim sredstvom. Kada se kemijska zaštitna sredstva odbijaju, odnosno ne daju se miješati, to je najčešće uzrokovano svojstvom punila. Zbog toga prije miješanja treba proučiti upute proizvođača.

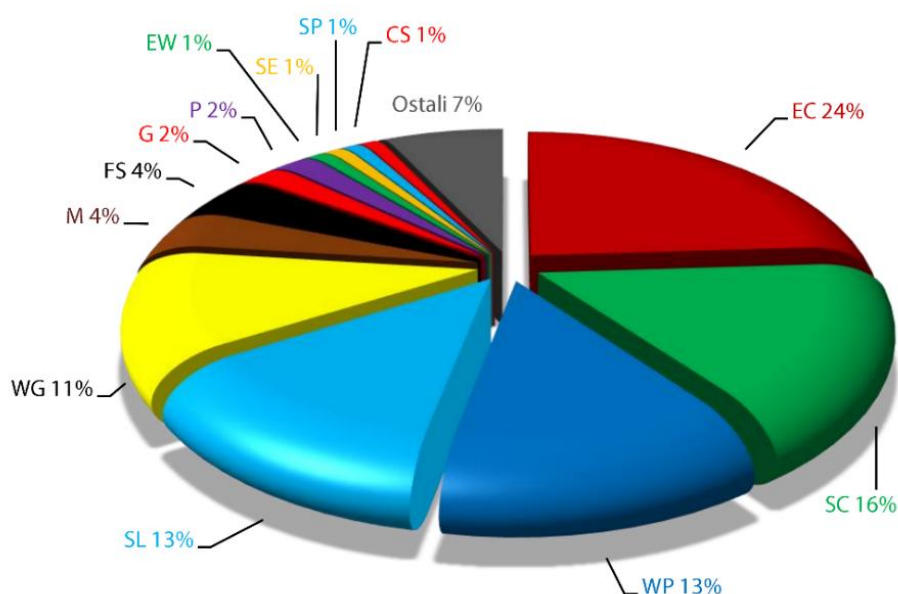
Prema količini utroška tekućine u nasadima razlikuje se:

- visoki utrošak - HV (high volume), iznad 1000 l/ha
- srednji utrošak - MV (medium volume), 500 – 1000 l/ha
- niski utrošak - LV (low volume), 200 – 500 l/ha
- vrlo niski utrošak (very low volume), 50 – 200 l/ha
- ultra niski utrošak - ULV (ultra low volume), 5 – 50 l/ha i
- ultra ultra niski utrošak - UULV (ultra ultra low volume), oko 5 l/ha.

### 2.1. Formulacija pesticida i fizikalno stanje

Važni činitelji za zaštitu bilja su raznovrsno suzbijanje štetnih organizama i sigurna uporaba. Danas su međunarodno prepoznate formulacije sredstava za zaštitu bilja koje se koriste i u drugim područjima. U našoj zemlji na tržištu se nalazi više od 30 različitih formulacija sredstava za zaštitu bilja. Formulacije sredstava za zaštitu bilja dijele se prema agregatom stanju i prema načinu primjene. Razlikuju se tekuće i krute formulacije sredstava za zaštitu bilja, a to su:

- **EC** - koncentrat za emulziju
- **SC** - koncentrirane suspenzije
- **SL** - koncentrat za otopinu
- **GR** - krute formulacije (granule)
- **WG** - vododisperzibilne granule
- **WP** - koncentrat za suspenziju
- **DS** - prašivo za izravno tretiranje
- **SP** – vodotopivo prašivo
- **UL** - tekućina za ULV primjenu
- **RB** - gotovi mamci i
- **CB** - koncentrat za različite mamce i druge formulacije.



**Slika 2.1.** Zastupljenost pojedinih formulacija sredstava za zaštitu bilja na tržištu u Republici Hrvatskoj (Izvor: Peček, 2015)

Većina svojstava koja su značajna za primjenu ovise o formulaciji pesticida, pa tako fizikalno-kemijske karakteristike preparata i disperzivnih sustava koji su nastali njihovom pripremom za aplikaciju utječu na karakteristike spektra kapljica. Površinska napetost tekućina uvjetuje kvašenje tretiranih površina, a od pojave isparavanja ovisi odlaganje kapljica i njihova veličina.

## 2. KEMIJSKA SREDSTVA ZA ZAŠTITU BILJA

---

Viskoznost otopine utječe na gibanje tekućine kroz razvodne sustave uređaja i na kut izbacivanja mlaza i veličinu kapljica nakon izbacivanja. Oblik formulacije pesticida uvjetuje način primjene i karakteristike stroja ili aparata za primjenu, objekt zaštite i vrstu organizama koji se suzbijaju.

### 2.2. Učinkovitost pesticida na ciljnoj površini i objekti tretiranja

U poljoprivredi objekti tretiranja su „golo“ tlo bez usjeva i usjevi kao što su, primjerice, pšenica, ječam, lucerna, šećerna repa, krumpir, kao i jabuke, šljive, kruške, breskve i druge kulture. U ratarstvu se uglavnom primjenjuje pesticid na tlo prije sjetve ili sadnje. Isto tako, više puta se obavlja tretiranje mladih usjeva i usjeva u razvoju. Učinkovitost djelovanja pesticida ovisi i o kvaliteti dopunske obrade tla u smislu usitnjenosti i poravnatosti. Na slabo pripremljenom tlu efekti pesticida su lošiji, jer zemljišni herbicidi i insekticidi neće postići kvalitetnu pokrivenost i deponiranost. Kod gustih okopavinskih kultura često se koriste herbicidi i insekticidi i malo fungicida. Kod ovih kultura depozicija pesticida treba biti takva da se nanese ravnomjerno na sve dijelove biljaka. Ciljna površina kod gustih usjeva niskog rasta, kao i kod visokih okopavinskih usjeva nije pristupačna, često je zaklonjena i ne može se deponirati pesticid pa se primjenjuje zračna struja koja uzrokuje treperenje lišća i mladica da mogu dopremiti sitne kapljice do svih dijelova biljke i tla. U nasadima voćki i vinograda vrši se tretiranje pesticida desetak i više puta tijekom vegetacije, osobito za vrijeme intenzivnog porasta. Ovdje se koriste insekticidi i fungicidi, a učinkovitost će biti kvalitetna ako se izvede pravovremeno i depozit se formira na adekvatnim mjestima. Ciljne površine biljaka su dosta različite s obzirom na prijemljivost, veličinu i položaj, pa se kapljice različito ponašaju u kontaktu s ciljnom površinom. Kod glatkih površina kapljice se slabije razlijevaju, dok se kod hrapavih površina pesticid bolje deponira i zadržava. Isto tako, veličina i položaj ciljne površine značajno utječe na deponiranje kapljica pesticida, a one su različite po pojedinim fenofazama razvoja.

### 2.3. Metode aplikacije pesticida

U zaštiti bilja pesticidi se mogu primjenjivati na različite načine i metode. Osnovna podjela bazira se na agregatnom stanju sredstva koji se izbacuje iz uređaja, tj. za vrijeme njegove primjene. Sa stanovišta aplikacije nije važan oblik u kojemu se pesticid nalazi, već oblik u kojem se izbacuje iz stroja, jer se čvrsti preparati (pesticidi) mogu aplicirati i u tekućem obliku kao suspenzija ili kao otopina. Kod metoda gdje se pesticid izbacuje u tekućem obliku značajna je veličina kapljica u kojima se izbacuje. Veličina kapljica element je o kojem ovisi veličina pesticidom stvarno pokrivene površina biljke, prodiranje i raspoređivanje sredstava za zaštitu, pa je krupnoća kapljica uzeta kao kriterij za podjelu pojedinih metoda aplikacije pesticida. Uobičajene podjele metoda aplikacije pesticida temeljene na veličini kapljica su:

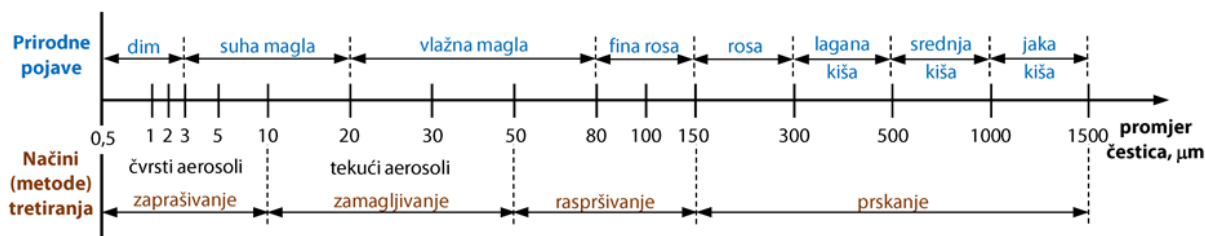
- **Prskanje** je primjena pesticida u tekućem obliku kapljicama većim od 150  $\mu\text{m}$  (1  $\mu\text{m} = 10^{-6}$  m)
- **Raspršivanje** je primjena pesticida u tekućem obliku kapljicama veličine 50 – 150  $\mu\text{m}$
- **Zamagljivanje** je metoda primjene pesticida u tekućem obliku kapljicama manjim od 50  $\mu\text{m}$ .
- **Zaprašivanje** je primjena pesticida u obliku čestica praha veličine 0,5-50  $\mu\text{m}$ .

Tablica 2.1. Standardni načini nanošenja tekućih zaštitnih sredstava

Postupci	Prskanje	Orošavanje	Zamagljivanje	ULV orošavanje	Elektrostatičko nanošenje	Premazi
<b>Područje primjene</b>	- Fungicidi - Insekticidi - Akaricidi - Herbicidi	- Fungicidi - Insekticidi - Akaricidi	- Insekticidi - Akaricidi	- Akaricidi	- Fungicidi - Insekticidi - Akaricidi - Herbicidi	- herbicidi na korijenu
<b>Način rada</b>	- Crpka daje tlak - Mlaznice kapljice	- Crpka daje tlak, raspodjela pneumatska	- Izvedba kondenzacija-disperzija, - Aerosol	- Rotacijski zamagljivač, uljni oblici, - bez ishlapljivanja	- Crpka-mlaznica + električno polje	- nanošenje kontaktom
<b>Čestice 1 m = 0,001 µm</b>	iznad 150 µm	50 – 150 µm	ispod 50 µm	ispod 100 µm	100 – 150 µm	-
<b>Količina, l/ha</b>						
<b>- ratarstvo</b>	200 – 1000	100 – 600	3 – 7	ispod 5	30 – 50	-
<b>- voćarstvo</b>	500 – 2000	50 – 600	3 – 7	CDA* 30 - 100	-	-
<b>Prednosti:</b>	- jednostavnost, - univezalana primjenjivost, - dobro prijanjanje, - niska otrovnost za osoblje	- mala potrošnja, - dobar učinak, - malo radnika. - dobro prodiranje	- bez vode, - mala količina nanošenja, - veliki učinak, - dobro prijanjanje, - za šume, polja i staklenike	- mala količina, - veliki zahvat, - bez isparavanja, - malo rada, - veliki učinak, - otporno na ispiranje, - dobro prodiranje	- smanjeni gubici od zanošenja i kapanja, - poboljšano polaganje zanošenja, - za nasade	- pojedinačne biljke - nema gubitaka od zanošenja, - jednostavna tehnika nanošenja
<b>Nedostatci:</b>	- puno vode, - gubici kapljica do 50%, - mali učinak, - puno rada, - visoka cijena, - nije za šume	- nema niske koncentracije treba točno doziranje, - psihotoksično djelovanje, - osjetljiv na vjetar	- visoka cijena sredstva, - nema sigurne ujednačene prekrivenosti, - zanošenje - posebno oruđe	- opasnost od zanošenja, - treba stalna brzina vjetra za dobru raspodjelu (najmanje 2 m/s)	- visok tehnički zadatak - nije ujednačena raspodjela, - teška zaštita donjih dijelova	- visoka cijena sredstva, - ograničen zahvat

## 2. KEMIJSKA SREDSTVA ZA ZAŠTITU BILJA

Pored navedenih metoda primjene postoje i još neke koje se manje koriste, kao što su zaštita zalijevanjem, primjena injektora i unošenje granuliranih sredstava. Metode primjene pesticida u čvrstom obliku su zaprašivanje i modifikacija zaprašivanja, kao što je vlažno zaprašivanje i elektrostatičko zaprašivanje i primjena čvrstih aerosola.



Slika 2.2. Usporedba veličina čestica  
(Izvor: original)

Kod prskanja se dezintegracija i disperzija mlaza tekućine postiže:

- Djelovanjem tlačne crpke koja potiskuje tekućinu kroz protočne cijevi i druge otvore radnih organa za dezintegraciju. Ovakvo usitnjavanje (rasprskivanje) mlaza tekućine odvija se kod prskalica i zove se tlačna ili hidrauličko-tlačna dezintegracija, gdje su kapljice veličine iznad 150  $\mu\text{m}$ .
- Ubacivanjem ograničene količine tekućine u zračnu struju povećane brzine stvorene ventilatorom, primjenjuje se kod raspršivača pa se zove pneumatsko razbijanje mlaza tekućine, a isto se primjenjuje i kod nekih prskalica, gdje se veličina kapljica kreće oko 150  $\mu\text{m}$ .
- Djelovanjem tlačne crpke na tekućinu i snažne zračne struje vrši se hidrauličko pneumatsko razbijanje mlaza tekućine, primjenjuje se kod raspršivača, a veličina kapljica je od 50 – 150  $\mu\text{m}$ .
- Djelovanjem pneumatskog tlaka i topline koji nastaju izgaranjem sredstava, a ujedno služe kao dispergent za pesticid ili sredstva koja služe za osiguranje potrebne topline i tlaka pomoću kojih se posebna otopina razbije i izbacuje. Ovaj način koristi se kod zamagljivača (termo aerosolna dezintegracija tekućine), a veličina kapljica kreće se do 50  $\mu\text{m}$ .

### 2.4. Veličina kapljica i pokrivenost biljne površine

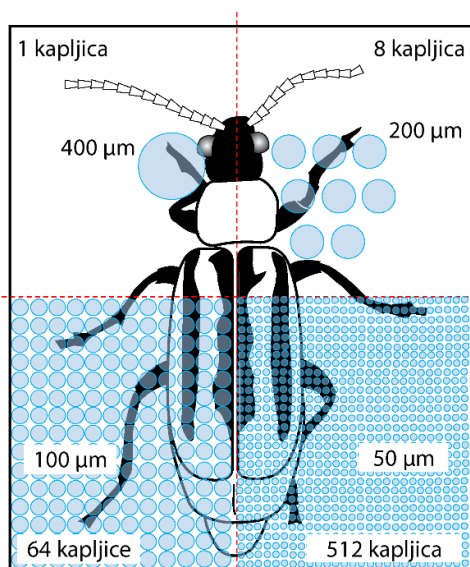
Ako se ispuni zahtjev tijekom aplikacije da sitne kapljice pesticida dođu na sve površine biljke, odnosno biljne dijelove i da se to postigne na ekonomičan način uz što manje škropiva, onda se shvaća značaj razbijanja otopine pesticida u najsitnije kapljice koje pomiješane s okolnim zrakom moraju okvasiti u cijelosti tretirani objekt. Dezintegracija tekućine može se obavljati hidraulički, pneumatski, rotacijski (centrifugalnom silom) ili kombinirano. Ovako dobiveni mlaz odlikuje se određenim spektrom i kinetičkom energijom kapljica. Spektar kapljica karakterizira broj i veličina, te homogenost kapljica. Osnovni pokazatelji su srednji aritmetički promjer kapi (*NMD*-Number Medium Diameter), srednji obujamni (volumni) promjer kapi (*VMD*) i njihov omjer. S gledišta kontrolirane primjene pesticida (*CDA* – Controlled Droplet Application) najvažnija je homogenost spektra kapljica, a ona ovisi o načinu dezintegracije

tekućine. Kod hidrauličke dezintegracije spektar kapljica je heterogen i ima 25 – 30 % kapljica odgovarajuće veličine. Pneumatska dezintegracija u pravilu daje sitne kapljice i homogeniji spektar. Dezintegracija centrifugalnom silom ovisi o promjeru i brzini vrtnje diska, gdje se uglavnom dobiva homogeni spektar sitnih kapljica, kod kojih 5 % kapljica ne odgovara željenoj veličini. Veličina kapljica ima značajnu ulogu za stvarno pokrivenu površinu. Nakon izbačenog mlaza formira se spektar kapljica koje padaju na biljnu površinu koji ima oblik kugle i nakon dodira s biljkom promijeni se u oblik kalote. Ovim prijelazom u oblik kalote nastaje nova uvećana površina koju kapljica pokriva. Poznato je da se usitnjavanjem neke mase njena površina povećava. Tako jedna litra vode u obliku kocke pokriva svega  $100 \text{ cm}^2$ , a u obliku kalote pokriva  $124 \text{ cm}^2$ , a dezintegrirane kapljice promjera  $100 \mu\text{m}$  daju 1,9 milijardi kapljica koje pokrivaju oko  $15 \text{ m}^2$  površine. Tako jednaka količina tekućine pokriva to veću površinu što su kapljice sitnije, odnosno što su kapljice sitnije, može se trošiti manje tekućine po jedinici površine.

Veličina površine kapljice kalote ovisi o više činitelja kao što su:

- površinska napetost
- viskoznost
- veličina kapljice
- osobine površine biljnih dijelova i
- nagiba biljnih dijelova.

Veličina kapljica i pokrivenost ovisi o dezintegraciji i disperziji tekućine u zračnoj struji. Dezintegracija je usitnjavanje kapljica koje se miješaju zrakom okoline i omogućuje veću pokrivenost, a disperzija je miješanje i prožimanje sa zrakom.



**Slika 2.3.** Utjecaj veličine kapi na pokrivenost i mogućnosti uništenja kukaca  
(Izvor: original)

Dezintegracija i disperzija kapljica u početku je poželjna, ali ima i granice preko kojih ne bi trebalo ići jer dolazi do neželjenih posljedica u vidu odnošenja izvan objekta tretiranja. U

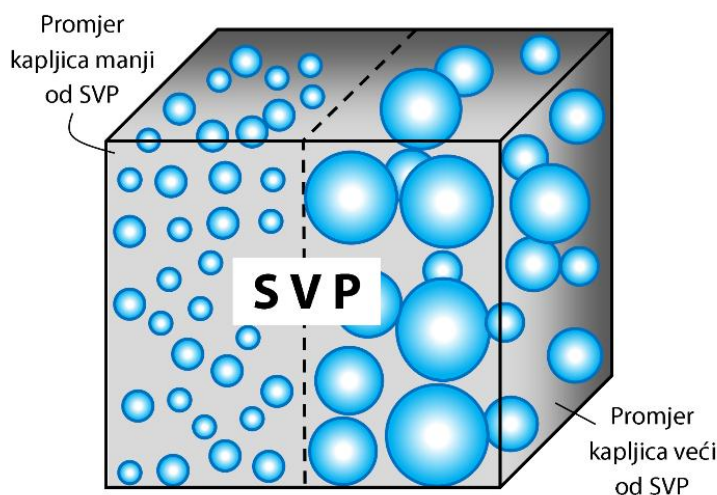
## 2. KEMIJSKA SREDSTVA ZA ZAŠTITU BILJA

Europi se koristi podjela kapljica s obzirom na veličinu, a definirana je tipom mlaznice i tlaka koju preporuča *BCPC* (*British Crop Protection Council*). Isto tako, i u Americi je izvršena kategorizacija kapljica prema *ASAE STANDARDS S-572*, vidljivo u tablici 2.2.

**Tablica 2.2.** Kategorizacija kapljica prema BCPC i SAD

Kategorija kapljice	Veličina kapljica $\mu\text{m}$	
	BCPC	AMERIČKA (SAD)
vrlo male	<125	<150
male kapljice	125 - 250	150 - 250
srednje veličine kapljice	250 – 350	250 - 300
velike kapljice	350 – 450	350 – 450
vrlo velike kapljice	450 – 575	450 – 550
ekstremno velike kapljice	575	>550

Ova podjela veličine kapljica je vrijednost srednjeg obujamnog (volumnog) promjera (*VOLUME MEDIUM DIAMETER*). On predstavlja promjer one kapi koji dijeli ukupnu količinu izbačene tekućine na dva jednaka dijela. Jedna polovina obujma ima kapljice čiji su promjeri veći od *VMD*, a druga polovica ima manji promjer. Ovaj promjer nam pokazuje broj kapljica u određenoj količini tekućine.



**Slika 2.4.** Prikaz srednjega volumnoga ili obujamnoga promjera  
(Izvor: original)

Pri dezintegraciji otopine pesticida nastaje spektar različitih veličina kapljica koje se koriste u zaštiti prije i poslije sjetve i u određenim fenofazama biljaka jer male i velike kapljice imaju različita svojstva što je vidljivo u tablici 2.3.

Tablica 2.3. Karakteristike malih i velikih kapljica

Svojstva kapljica	Male kapljice	Velike kapljice
evaporacija	jaka	mala
osjetljivost na vjetar	jaka	mala
pokrivanje površine	dobro	loše
prodiranje u lisnu masu	loše	dobro

Različite izvedbe mlaznica produciraju kapljice različitih veličina koje se onda koriste za različite herbicide i insekticide, u određenim uvjetima i za različite kulture. Primjerice, mlaznice koje ostvaruju male kapljice koriste se poslije nicanja kada se treba postići optimalna pokrivenost, a krupne kapljice za kontaktne herbicide za suzbijanje korova nakon sjetve.

Tablica 2.4. Formiranje veličine kapljica uvjetovane izvedbom mlaznice i radnoga tlaka tvrtke „Hardi“

Tlak mlaznice	4110-12	4110-16	4110-20	4110-24	4110-30	4110-36
	male	srednje			velike	
[bar]	[l/min]					
1,5	0,52	0,78	1,12	1,47	2	2,86
1,75	0,58	0,85	1,21	1,59	2,25	3,09
2	0,6	0,91	1,3	1,7	2,4	3,3
2,25	0,63	0,96	1,38	1,8	2,55	3,51
2,5	0,67	1,01	1,45	1,9	2,68	3,7
2,75	0,7	1,06	1,52	1,99	2,81	3,88
3	0,73	1,11	1,59	2,08	2,94	4,05
3,25	0,76	1,16	1,65	2,16	3,06	4,22
3,5	0,79	1,2	1,72	2,25	3,18	4,37
3,75	0,82	1,24	1,78	2,33	3,29	4,53
4	0,84	1,28	1,84	2,4	3,39	4,68

Zahtjev za pokrivenosti površine ovisi i o štetniku koji se suzbija. Najveća pokrivenost treba se ostvariti kod uzročnika bolesti jer su njihove spore vrlo sitne, pa ako spore padnu na nepokriveni dio biljke, mogu izazvati zarazu. Kod suzbijanja većine štetnika uspjeh tretiranja može se postići i kod slabijeg pokrivanja površine, međutim, kod nepokretnih štetnika potrebno je zaštitno sredstvo preciznije nanositi na cjelokupnu površinu. Stvarna površina voćnog nasada ili vinograda ne poklapa se s površinom koju zauzimaju. Kod voćnih nasada biljna površina je 2 – 5 puta veća od površine koju zauzima. Biljna površina predstavlja zbroj površine lica i naličja lišća, plodova, grana, pa i stabala. Minimum pokrivenosti biljne površine ako je 20 %, smatra se efikasna, a ako je pokrivenost 70 %, predstavlja optimum koji bi trebalo ostvarivati u tretiranju zaštitnim sredstvom.

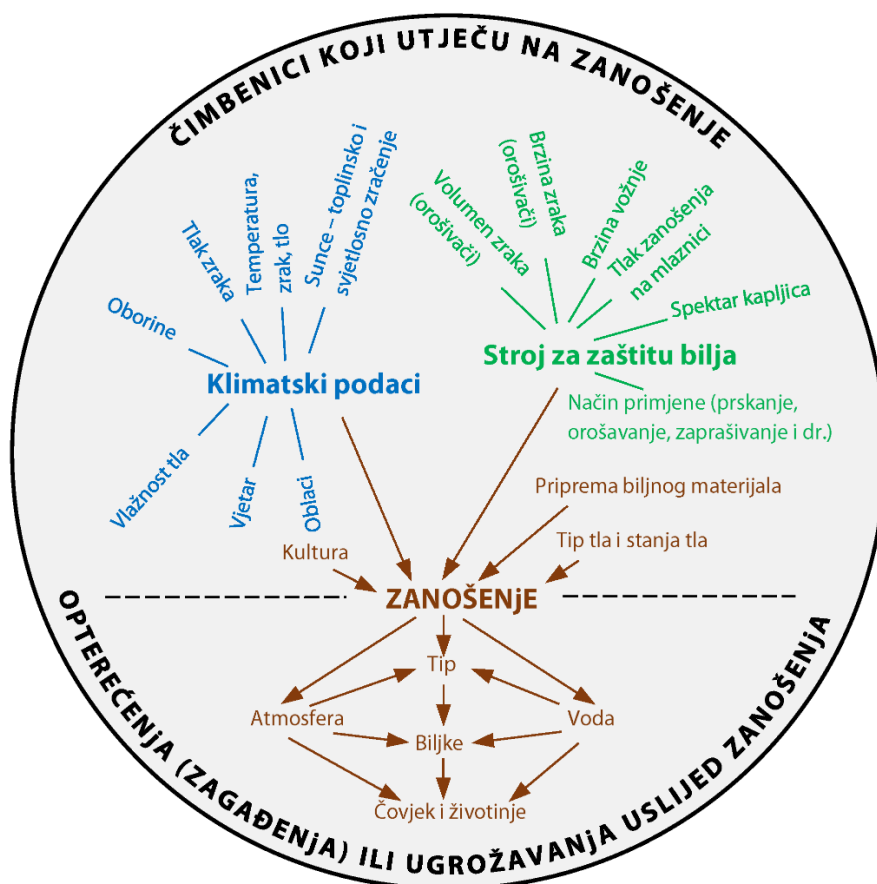
### 2.5. Depozicija kapljica pesticida

Polaganje i zadržavanje kapljica pesticida na tretiranom objektu vrši se djelovanjem gravitacijske i inercijskih sila i pojavom intercepcije (zadržavanje). Sila gravitacije nastoji da se kapljice ili čestica pesticida privuče okomito prema površini tla ili objekta tretiranja, a inercijske sile nastoje održati gibanje kapljice ili čestice u pravcu kojem su krenule u trenutku izlaska iz otvora mlaznice. Hoće li putanja biti strmija ili vodoravnija, ovisi od omjera gravitacijskih i inercijskih sila. Krupnije kapljice otopine ili praha, kao i sve koje su imale veću početnu brzinu gibanja, osiguravaju i veće inercijske sile, pa će njihova putanja biti vodoravnija i domet veći. S obzirom na to da sila gravitacije ostaje skoro ista za kapljicu određene veličine, sila inercije pri gibanju kapljice od trenutka izbacivanja mlaza slabi razmjerno opadanju brzine izazvane otporom okolnog zraka. Zato putanja kapljice postaje sve strmije da bi na kraju gibanje završilo samo djelovanjem sile gravitacije u vidu sedimentacije na tretiranom objektu iznad površine tla. Inercijske sile omogućuje željeni domet izbačenog mlaza, a isto tako da kapljice pri gibanju u pravcu biljke ne skrenu s pravca kojim su pošle. Važno je da čestice zadrže početni pravac gibanja i neposredno prije sruza s dijelom biljke da ih povećani otpor okolnog zraka nastoji skrenuti s pravca. Inercijske sile na taj način izravno omogućuju pokrivanje pesticidom onih koje su postavljene okomito, dok sila gravitacije najvećim dijelom omogućuje pokrivanje vodoravnih površina. Međutim, sila gravitacije potpomaže i pokrivanje okomitih površina kada pri prestanku djelovanja inercijskih sila, gravitacijska sedimentacija uslijed valovitih zračnih masa potiskuje lebdeće kapljice i na okomite površine. Ovo se javlja kod primjene nošenog mlaza s vrlo sitnim kapljicama ili česticama koje u tom slučaju pokrivaju okomite površine i sa suprotne strane i s bočnih strana, gledano iz pravca dolaska nošenog mlaza. Pri prestanku djelovanja inercijskih sila gravitacijska sedimentacija uslijed valovitih zračnih masa potiskuje lebdeće kapljice i na okomite površine. Ovo se rijetko javlja kod primjene mlaza s vrlo sitnim kapljicama ili česticama, koje u tom slučaju pokrivaju okomite površine i sa suprotne strane i s bočnih strana, gledano iz pravca dolaska nošenog mlaza. Pojava intercepcije omogućuje pokrivanje površine tretiranog objekta na taj način što kapljice ili čestice koje na ovom putu dodiruju biljku samo jednim dijelom, odnosno krajem svoje površine, te zapinju o bočnu ivicu biljke. S obzirom na to da suprotna strana kapljice, koja nije zapela o biljku, nastoji nastaviti put istom brzinom, a unutarnja kohezija mase u kapljici je dovoljno jaka da je zadrži na okupu. Zato ta suprotna strana kapljice ili čestice skreće kružno u stranu na kojoj se dogodio sruza s biljkom te i ostalim dijelom mase nalijeće na biljku i zahvaća je s bočne strane i dijelom pozadi. Da bi se postigla što bolja depozicija, u otopinu se dodaju specijalni aditivi, primjerice *Sinergista*, stikera uljnih aditiva. Suština metode *UVL (Ultra Low Volume)* je u tome da se umjesto vode kao transportni medij koriste ulja i druga organska otapala, koja formiraju kapi s visokom površinskom napetosti i velikom pokrivenosti.

### 2.6. Zanošenje kapljica „drift“

U procesu aplikacije pesticida dolazi do dezintegracije mlaza otopine pesticida u sitne kapljice koje ne dopijevaju na ciljani objekt zaštite, već ga mimoilaze, odnosno skreću sa zamišljenog pravca kojim bi trebale pasti na površinu biljke i to se naziva drift ili zanošenje. U tijeku aplikacije, prema većem broju autora, javljaju se pogreške i do 30 % uslijed posljedica drifta. Kod kemijskih mjera zaštite bilja drift predstavlja negativnu pojavu jer uzrokuje oštećenje

biljaka na susjednim parcelama pri tretiranju u lošim uvjetima, kao što je veća brzina rada, velika relativna vlažnost zraka, visoke temperature i drugo.



**Slika 2.5.** Čimbenici koji utječu na zanošenje tekućine i njezin utjecaj na okoliš  
(Izvor: Zimmer i sur., 2009)

Kod aplikacije tekućina dolazi do pojave endodrifta i eksodrifta. Endodrift nastaje razvojem krupnijih kapljica na tlo, a u prosjeku na njega otpada 10 – 20 %. Eksodrift je pojava odnošenja sitnih kapljica izvan tretirane površine koje iznosi oko 25 % od primijenjene količine otopine. Izravni drift može biti pasivan kada nastaje odnošenjem vjetrom ili aktivan kada kapljice budu odnešene lošim reguliranjem radnih uređaja za zaštitu bilja. Termički drift nastaje insolacijom golih neobraslih površina, a evaporacijski drift nastaje isparavanjem, odnosno hlapljenjem.

Važniji činitelji koji utječu na drift:

- brzina vjetra i relativna vlažnost zraka
- temperatura
- tip mlaznice
- radna brzina agregata
- radni tlak i
- edukacija rukovatelja.

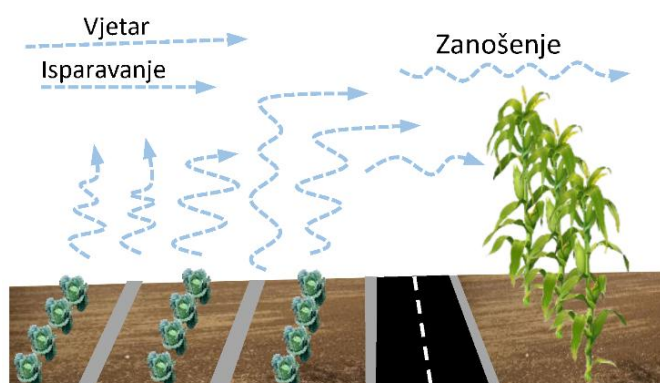
Smanjivanje drifta može se postići izborom određene metode aplikacije za konkretne uvjete, izbjegavanjem rada po vjetru brzine veće od 3 m/s i temperaturi većoj od 23 °C, optimalnom

## 2. KEMIJSKA SREDSTVA ZA ZAŠTITU BILJA

---

brzinom agregata, radnog tlaka i izborom određene mlaznice za dane uvjete rada. Veći broj američkih istraživača drift dijeli u dvije grupe:

- Drift koji nastaje pri većim brzinama vjetra i agregata za tretiranje
- Gubitak tekućine isparavanjem uvjetovano lošim vremenskim uvjetima (manja relativna vlažnost zraka i veća temperatura)



**Slika 2.6.** Zanošenje zbog isparavanja i vjetra  
(Izvor: Banaj i sur., 2010)

Negativni efekti koje uzrokuje drift su:

- nepotpuna zaštita
- zagađenje okoliša
- gubitak pesticida - povećani troškovi i
- intoksikacija rukovoditelja.

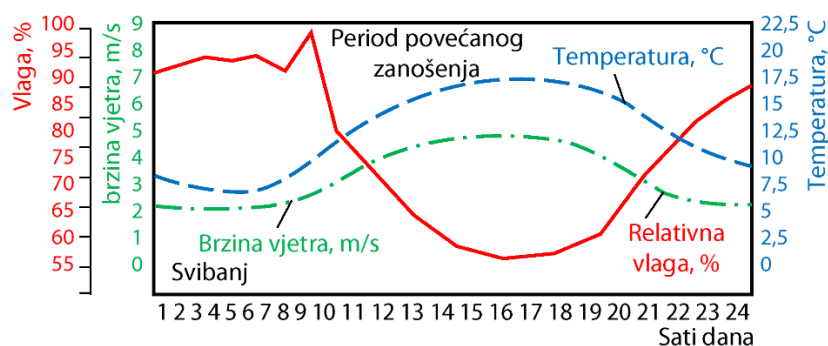
### 2.7. Utjecaj veličine kapljica i brzine zračne struje na drift

Krupnoća kapljica dezintegriranog mlaza ima značajan utjecaj na drift (zanošenje) i na zračnu struju, gdje se krupnije kapljice koje su teže zanose vjetrom, pri čemu lako skliznu s površine lista i padnu na tlo. S druge strane, sitne kapljice podložne su driftu i pod utjecajem su okolne zračne struje. Kapljice veličine 200  $\mu\text{m}$  s povećanjem brzine vjetra od 1 m/s bivaju odnešene do 21 m prije pada na tlo. Istraživanjima je utvrđeno da kapljice veličine 100  $\mu\text{m}$  za nekih 10 sekundi padnu na tlo s visine od 3 m, a ako tu kapljicu pustimo u struju vjetra od 2,2 m/s, ona će biti odnesena oko 23 m prije nego što padne na tlo.

**Tablica 2.5.** Utjecaj veličine kapljica na potencijalnu udaljenost zanošenja  
(Izvor: Potts, 1946)

Promjer kapljice, $\mu\text{m}$	Kategorija kapljice	Vrijeme potrebno da kapljica padne s visine od 3m	Udaljenost koju kapljica prijeđe nošena vjetrom brzine 4,5 km/h s visine od 3m
5	magla	66 min.	4800 m
20	vrlo male kapljice	4,2 min.	3600 m
100	male kapljice	10 s	13 m
240	kapljice srednje veličine	6 s	8,5 m
400	velike kapljice	2 s	2,5 m
1000	kiša	1 s	1,4 m

Gibanje kapljica vektorski je usmjereno u trodimenzionalnom prostoru. Vjetar ih nosi vodoravno dok ih sila gravitacije privlači okomito prema površini tla. Smanjenje drifta može se postići korištenjem zračno injektorskih mlaznica koje daju veće kapljice nego standardne gdje stvaraju zračne balončice unutar kapljice i padom takve kapljice na list, ona se rasprši po površini. Ovim načinom ostvaruje se vrlo malo zanošenje uslijed stvaranja većih kapljica, a učinak pokrivenosti je približan kao kod sitnih kapljica.



**Slika 2.7.** Zanošenje sredstava tijekom dana s obzirom na vlagu, temperaturu zraka te intenzitet vjetra  
(Izvor: Zimmer, 2009)

Postupci za smanjenje drifta su:

- dobra educiranost rukovatelja
- praćenje vremenske prognoze i uvjeti na parceli
- poznavanje karakteristika pesticida
- izbor adekvatne mlaznice i radnog tlaka
- uporaba aditiva za smanjivanje zanošenja kapljica
- održavanje stalne radne brzine i tlaka prskanja i
- pravilno održavanje strojeva i uređaja za aplikaciju pesticida.

### 2.8. Specifičnosti aplikacije pesticida

Cilj aplikacije pesticida strojevima i uređajima je dezintegracija otopine, transport do odredišta i homogena distribucija pesticida. Navedene faze međusobno su povezane i ovisne, te čine fazu depozicije sredstva. Prema *Golichu* (1985) kvalitet depozicije ovisi o više činitelja, a mogu se podijeliti u tri sustava i to: tehnički, okolišni i biološki sustav.

Tehnički sustav obuhvaća:

- masu isprskane tekućine,
- veličinu,
- brzinu,
- smjer gibanja kapljica, te
- udaljenost mlaznice od biljke.

Svojstva struje i fizikalna svojstva tekućina trebaju biti u određenoj ravnoteži s elementima okoline, kao što je: relativna vlaga zraka, brzina vjetra i drugo. Za definiranje dinamičke ravnoteže kod aplikacije pesticida treba promatrati putanju kapljica od mlaznice do odredišta. Putanja kapljice predstavlja rezultantu pozitivnih i negativnih komponenti. U pozitivne komponente ulaze: energija gibanja koja proizlazi iz mase i ubrzanja kapljica i od pravca gibanja. Negativne komponente djeluju suprotno, a to su: sila težine koja vuče kapljicu prema dolje, pa tako kod prskanja herbicidima djeluje kao pozitivna komponenta. Sila otpora zraka koja smanjuje ubrzanje, vjetar koji mijenja pravac gibanja kapljice, ali može djelovati i pozitivno ako djeluje u pravcu gibanja. Sila gravitacije koja može mijenjati pravac gibanja kapljice i gustoća lišća (voćke) koja predstavlja izravnu ili neizravnu prepreku prolasku kapljica tekućine. Navedeni činitelji mogu biti konstantni i varijabilni ili uvjetno varijabilni, vidljivo u tablici 2.6.

**Tablica 2.6.** Pozitivni i negativni činitelji kod aplikacija  
(Izvor: Golich, 1985)

Pozitivni	Negativni
- masa (V)	- sila gravitacije (K)
- ubrzavanje (V)	- otpor zraka (K)
- pravac (V)	- vanjski vjetar (V)
	- brzina rada (V)
	- lišće habitusa UV

V-varijabilni, K-konstantni, UV-uvjetno varijabilni

Pozitivni činitelji čine aktivnu, a negativni pasivnu fazu te se mogu prema intezitetu djelovanja izraziti, primjerice, u postotcima. Kvaliteta depozicije kapljica bit će veća ukoliko što više aktivna faza nadmašuje pasivnu. Poremećajem ove ravnoteže dolazi do loše depozicije, koju se može postići bilo smanjenjem čimbenika pasivne ili povećanjem aktivne faze dinamičke ravnoteže. Kod poljoprivrednih kultura su različite s više ili manje čimbenika. Najmanje ih ima kod prskanja ratarskih kultura, pa su zato tehnički zahtjevi ovih strojeva manji nego kod tretiranja „trajnih“ nasada voćaka i vinograda. Osnovu ovih razmatranja proučavao je *Ostarhild* koji je koncipirao tablicu u kojoj su prikazani inteziteti pojedinih čimbenika, vidljivo u tablici 2.7. Pojedini čimbenici, otpor zraka, gustoća lišća i oblik lišća različito su ocjenjivani, dok su

čimbenici vanjski vjetar, sila težine i radna brzina agregata podjednako dobiveni, uz izvjesnu toleranciju.

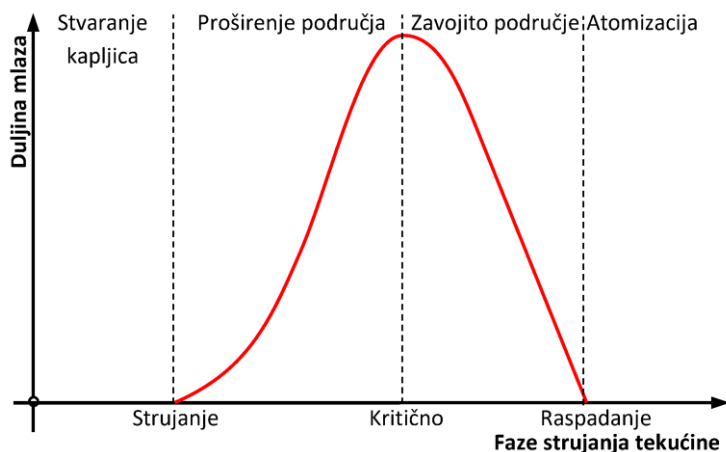
**Tablica 2.7.** Pregled otpora kod aplikacije različitih kultura  
(Izvor: Ostarhild, 1989)

<b>Poljoprivredne kulture Vrsta negativnog činitelja otpora</b>	<b>Ratarstvo</b>	<b>Vinogradarstvo</b>	<b>Voćarstvo</b>	<b>Hmeljarstvo</b>
Otpor zraka	+	++	+++	+++
Radna brzina	+	+	+	+
Otpor lišća	-	++	+++	+++
Sila gravitacije	-	++	+++	++++
Činitelj otpora kulture	1-2	7	10	13
Potrebna snaga za 1 m radnog zahvata (kW)	0,21	1,97	2,92	4,38-8,76

Činitelj otpora zraka za svaku granu posebice dobiva se biranjem pojedinačnih otpora, odnosno negativnih elemenata za svaku kulturu posebno. Iz tablice 2.7. vidi se da je činitelj otpora za nasade voćaka dosta visok i iznosi 10, gotovo pet puta više nego kod ratarskih kultura. Za povećanje aktivne faze, da bi postigli dinamičku ravnotežu i kvalitetnu depoziciju, utroši se približno dosta energije, 2,92 kW po 1 m radne širine, što je oko 13 puta više nego za ratarske kulture. U nasadima zbog većeg razmaka između stroja i habitusa voćke, potencira se zračni otpor i utjecaj gravitacijske sile, pa nije dovoljna hidraulička energija za let kapljica nego je potrebna dopunska energija za transport kapljica u vidu zračne struje ventilatora, a to iziskuje veću pogonsku energiju. Uslijed toga, u nasadima voćaka pretežito se koriste raspršivači s izdašnim zračnim kapacitetom, pa je potrebno izbjegavati rad pri jačem vanjskom vjetru. Međutim, iznimka je kod prskanja herbicidima u ratarstvu i kod aplikacije prskanja pojaseva herbicidima u nasadima, jer je mlaz usmjeren okomito, sila gravitacije djeluje pozitivno na kvalitet depozicije i ostalo.

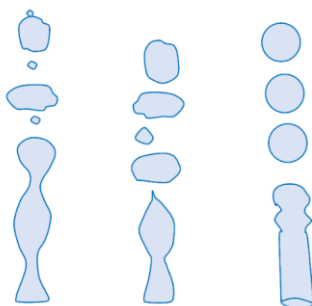
## **2.9. Dezintegracija mlaza otopine i formiranje kapljica**

Zadatak mlaznice je što više usitniti kapljice kako bi se povećala površina pokrivenosti otopinom. Tijekom raspršivanja energija koja je usmjerena prema tekućini dezintegrira sitne kapljice svladavajući tenziju podloge, viskoziteta i inerciju. Teorija tlačnog rasprskivanja (razbijanja mlaza) je složen proces koji ovisi o tipu mlaznice. Proces se sastoji od raspadanja mlaza, tekuće plohe i tekućih kapljica.



**Slika 2.8.** Faze razbijanja mlaza  
(Izvor: Keith, 1955)

Kod raspadanja tekućeg mlaza uslijed povećanog tempa strujanja tekućine kroz mlaznicu ona prolazi kroz sljedeće faze *Reynoldsovog* broja, slika 2.8. Stvaranje kapljica nastaje pri maloj brzini strujanja kapljica, gdje se formiraju pojedinačno na otvoru mlaznice i rastu dok težina ne nadvlada površinsku napetost i kapljica se oslobađa.



**Slika 2.9.** Idealno i stvarno razbijanje mlaza  
(Izvor: Marshall, 1954)

Proširenje područja nastaje povećanjem brzine mlaza i stvara se simetrično izbočenje te se mlaz produžuje. Kapljica postaje manja i manje ujednačena. Zavojito područje nastaje daljnjim povećanjem brzine i rezultira transferzalnom oscilacijom mlaza. Mlaz se kreće nepravilno u obliku slova „S“ zavoja te postaje kraći, a kapljice veće. Konačno, mlaz se razbija u male kapljice, obično unutar udaljenosti 15 puta veće od promjera otvora. Prekid je dosta neujednačen. Ovo stanje poklapa se s normalnim stanjem kada se obično otvor nalazi na mlaznici. Brzina mlaza može se izračunati ako se prati jedan protok kroz mlaznicu:

$$v = C_v \cdot \left(2 \cdot \frac{\Delta p}{\rho_1}\right)^\eta \quad (1)$$

gdje su:

$C_v$  - koeficijent brzine

$\Delta p$  - ukupni tlak kapljice, Pa

$\eta$  - 0,5 zbog turbulentnog protjecanja

$\rho_1$  - gustoća tekućine, g/m<sup>3</sup>

Faktor protoka predstavlja omjere stvarnog protoka tekućine u odnosu na teorijski moguću. Obujamski ili volumetrijski protok može se izraziti pomoću formule:

$$Q = v_{ml} \cdot C_A \cdot A \quad (2)$$

gdje su:

$v_{ml}$  - brzina mlaza, m/s

$C_A$  - faktor površine

$A$  - površina otvora mlaznice, m<sup>2</sup>

Faktor površine uzima se i izračunava kao efekt stezanja cijevi. Kombiniranjem prethodne dvije jednadžbe (1. i 2.) dobije se količina protoka:

$$Q = C_v \cdot \left(2 \cdot \frac{\Delta p}{\rho_1}\right)^{\frac{1}{2}} \cdot C_A \cdot A \quad (3)$$

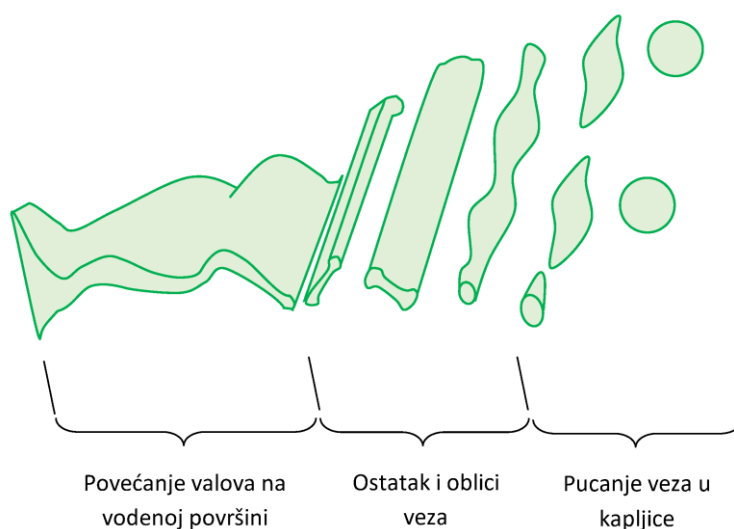
ako se uvrsti da je  $C_D = C_v \cdot C_A$  i onda uvrsti u jednadžbu (3) dobije se jednadžba (4).

$$Q = C_D \cdot A \cdot (2gh)^{\frac{1}{2}} = C_D \cdot A \left(2 \cdot \frac{\Delta p}{\rho_1}\right)^{1/2} \quad (4)$$

Prosječna brzina mlaza može se izračunati iz formule (5):

$$v_{ml} = \frac{Q}{C_D \cdot A} \quad (5)$$

Koeficijent istjecanja  $C_D$  varira ovisno o veličini otvora i izvedbi mlaznice. Za zadanu mlaznicu, ako se integrira omjer protjecanja s drugim korijenom gustoće  $C_D \cdot A \cdot \sqrt{2}/\sqrt{\rho_1}$  iz kojeg se može izračunati koeficijent pražnjenja. Razbijanje vodene plohe → kada je tekućina potisnuta kroz tlačnu mlaznicu formira se vodena površina (ploha). Vodena ploha raspada se u kapljice različitih veličina. Mehanizam razbijanja vodene plohe složen je i ovisi o više činitelja, ali ipak četiri glavna činitelja su proučena, slika 2.10.



**Slika 2.10.** Razbijanje tekuće plohe  
(Izvor: Dombrowski, 1963)

## 2. KEMIJSKA SREDSTVA ZA ZAŠTITU BILJA

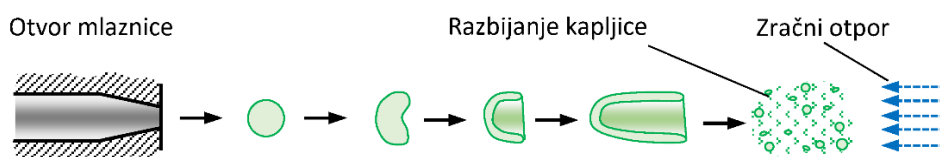
Povećanje valova na vodnoj plohi → slobodni rub plohe formira se u cilindru koji se onda odvaja od površine kao velika kapljica praćena valovima.

Ostatci plohe → na plohi se javlja probijanje pod utjecajem površinske napetosti dok veza ne popusti.

Nestabilnost veza → formiraju se pod skoro pravim kutom u odnosu na smjer gibanja mlaza. Amplituda se povećava dok se ploha ne raspadne.

Pucanje veza unutar kapljice → sredina plohe sve se više širi, veze pucaju i onda formiraju kapljice.

Razbijanje kapljice → kapljica se dalje raspada u zračnoj struji aerodinamičnim silama nadmašujući sile površinske napetosti. Tijek raspadanja kapljice prikazan je na slici 2.11.



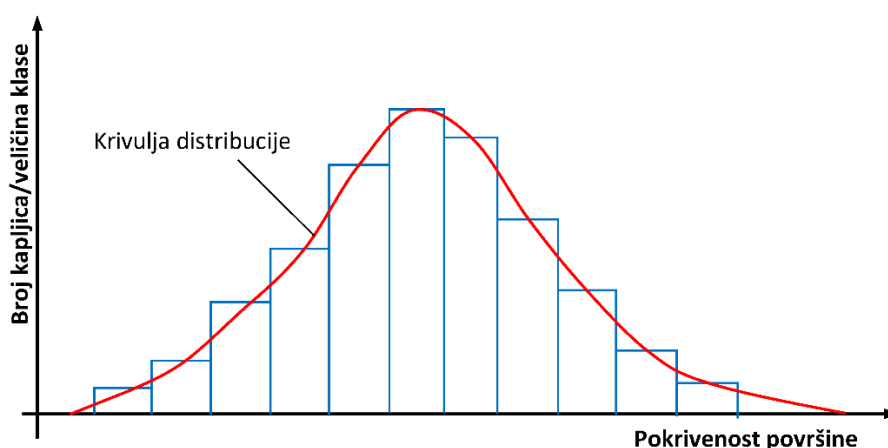
Slika 2.11. Raspadanje kapljice  
(Izvor: original)

**Veličina kapljice i distribucija** – kapljica producirana iz mlaznice definira se prema svom promjeru. Promjer kapljice mjeri se u mikrometrima ( $\mu\text{m}$ ). Kada se tekućina rasprši, formiraju se kapljice različitih veličina. Učinkovitost prskalice ovisi o veličini kapljice i njihovoj distribuciji. Tablica 2.8. prikazuje neke karakteristike kapljica različitih veličina. Pokrivena površina i obujam tekućine u jednoj kapljici važan je u postizanju učinkovitog i uspješnog prskanja. Manje kapljice istog obujma daju bolju pokrivenost. Kao primjer, kada se kapljica promjera  $200 \mu\text{m}$  rasprši u 64 kapljice promjera  $50 \mu\text{m}$ , prekrit će četiri puta veću površinu nego kapljica od  $200 \mu\text{m}$ . Distribucija kapljice važna je sa stajališta zanošenja. Kao što se može vidjeti u tablici 2.8., što je manja veličina kapljice, duže joj treba vremena da se smjesti na ciljenu površinu i veća je mogućnost njenog zanošenja. Treba imati u vidu da dio kapljica ispari u letu. Kako isparavaju, postaju sve manje, čime se značajno povećava zanošenje (drift).

Tablica 2.8. Veličina kapljice i utjecaj veličine na pokrivenost  
(Izvor: Bode, 1981)

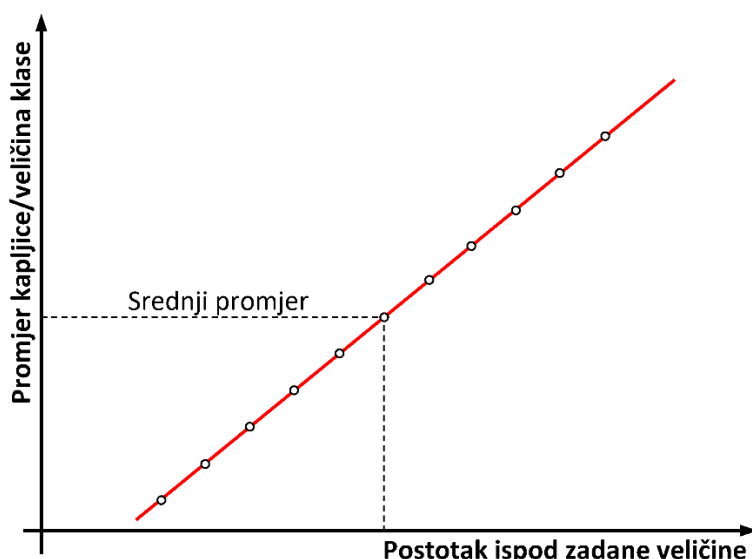
Promjer kapljice, $\mu\text{m}$	Vrsta kapljice	Površinska povezana s $10 \mu\text{m}$ kapljice	Obujam povezan s $10 \mu\text{m}$ kapljice	Broj kapljica po $\text{cm}^2$	Pokrivenost u vezi s $1000 \mu\text{m}$ kapljice
				(10 l/ha mjera apliciranja)	
5	suha magla	1/4	1/8	1 524 647	200
10		1	1	190 581	100
20	vlažna magla	4	8	23 822	50
50		25	125	1 525	20
100	maglovita kiša	100	1 000	191	10
150		225	3 375	56	6,7
200	lagana kiša	400	8 000	24	5
500		2 500	125 000	1,5	2
1000		jaka kiša	1 0000	1 000 000	0,2

Distribucija kapljica može se prikazati i grafički, putem histograma kao što je vidljivo na slici 2.12. Na slici je prikazana krivulja distribucije, a predstavljena je funkcijom  $f(x)$ . Ako je distribucijska funkcija poznata, onda je potrebno samo nekoliko elemenata da se definira dana distribucija. Minimalna i maksimalna veličina su dodani elementi, obično se povezuju s distribucijom. Ponekad je kod određenih izračuna relevantniji pokazatelj površina ili obujam kapljice od njenog promjera. Ako je korištena kao ordinata, onda će se krivulja na slici 2.12. iskositi u desno zbog efekta ponderiranja površine ili obujma vezanih za promjer kapljice.



**Slika 2.12.** Histogram veličine kapljice i ostvarene frekvencije  
(Izvor: Keith, 1955)

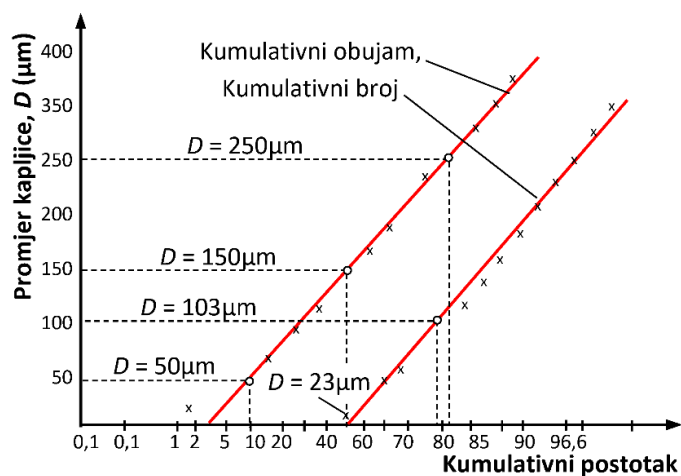
Precizniji način predstavljanja distribucije kapljica je grafički prikaz kumulativnih dijelova svih brojeva manjih od zadane veličine. Bolji način grafičkog prikaza podataka prikazan je na slici 2.13. Promjer kapljice je unesen na ordinatnu os, a na osi apscise je predstavljen kumulativni postotak broja kapljica, dužine, površine ili obujma. U aplikaciji pesticida, kumulativni broj i kumulativni obujam najčešće su prikazani u grafikonu.



**Slika 2.13.** Grafički prikaz kumulativne frekvencije  
(Izvor: Bode, 1985)

## 2. KEMIJSKA SREDSTVA ZA ZAŠTITU BILJA

Srednji promjer kapljice → srednji promjer kapljice dijeli mlaz na dva dijela preko broja, dužine, površine ili obujma. Broj i obujam srednjeg promjera određuje se iz kumulativnih vrijednosti prikazano kao na slici 2.14.



**Slika 2.14.** Krivulja kumulativnog broja i obujma kapljica  
(Izvor: Bode, 1981)

Ujednačena metoda aplikacije pokazuje da je srednji promjer kapljice  $D_{xf}$ , gdje  $x$  može biti  $V$  za obujam,  $A$  za površinu,  $L$  za dužinu,  $N$  za broj i  $f$  je dio grafičkog prikaza kumulativne distribucije. Prema tome,  $D_{v5}$  = pokazuje da je 50 % obujma tekućine u manjim kapljicama nego ovaj pokazatelj, a 50 % u većim kapljicama od ovog pokazatelja.

Prosječni promjer kapljice → je srednje ponderiran. Njihova veličina ovisi o definiranom promjeru kapljice. Sljedeća jednadžba može se koristiti za izračunavanje srednjeg promjera:

$$D_{pq}^{p-q} = \left( \frac{\sum^n N_i \cdot D_i^p}{\sum_{i=1}^n N_i \cdot D_i^p} \right)^{1/(p-q)}$$

gdje su:

$p, q = 1, 2, 3$ , ili  $4$  i  $p > q$

$D_i$  - promjer kapljice u  $i$ -tom razredu veličina

$N_i$  - broj kapljica u  $i$ -tom razredu veličina

$i$  - veličina razreda

$n$  - ukupni broj veličine razreda

Različite srednje vrijednosti težina mogu se izračunati na temelju broja kapljica u svakom razredu. Ovi pokazatelji omogućuju dobivanje aritmetičke sredine ( $D_{10}$ ), površinske sredine ( $D_{20}$ ), obujamne ili volumenske sredine ( $D_{30}$ ) i Sauter sredine ( $D_{32}$ ). Aritmetička sredina izračunava se uvrštavajući  $p = 1$  i  $q = 0$  u gornju jednadžbu i to je srednja vrijednost težine svih promjera kapljice u mlazu. Srednji obujamni promjer ( $p = 3$  i  $q = 0$ ) je promjer kapljice čiji obujam množi broj kapljica u mlazu i izjednačuje ukupni obujam mlaza. Promjer Sauter izračunava se uvrštavajući  $p = 1$  i  $q = 2$  i to je pokazatelj obujma površinskom omjeru kapljica u mlazu. Slično, glavni promjer površine ( $p = 2$  i  $q = 0$ ) je promjer kapljice čija se površina množi s brojem kapljica u mlazu i izjednačuje s ukupnom površinom svih kapljica. Nema zajedničkog zaključka koja je metoda određivanja promjera kapljice najbolja za apliciranje

kemikalija u poljoprivredi. Ipak, volumenski i *Sauter* volumena su najčešće korišteni. Srednji promjer ima bolje fizikalno značenje zato što on odvaja određene kapljice jednako zasnovano na izračunu površine, obujma i drugo.

**Primjer:** Za zadane podatke u tablici 2.9. određeni su gornja klasa i srednji promjer kapljica.

**Tablica 2.9.** Broj kapljica u razredu ovisno o omjeru veličine razreda  
(Izvor: Srivastava, 1993)

Omjer veličine razreda ( $\mu\text{m}$ )	Broj u svakom razredu
19 – 46	699
46 – 72	326
72 – 92	282
92 – 125	286
125 – 152	243
152 – 178	201
178 – 204	150
204 – 231	88
231 – 259	50
259 – 284	43
284 – 310	13
310 – 336	12
336 – 363	5
363 – 389	2
389 – 415	1

**Rješenje:**

Srednji promjeri kapljica izračunati su pomoću tablice 2.10.

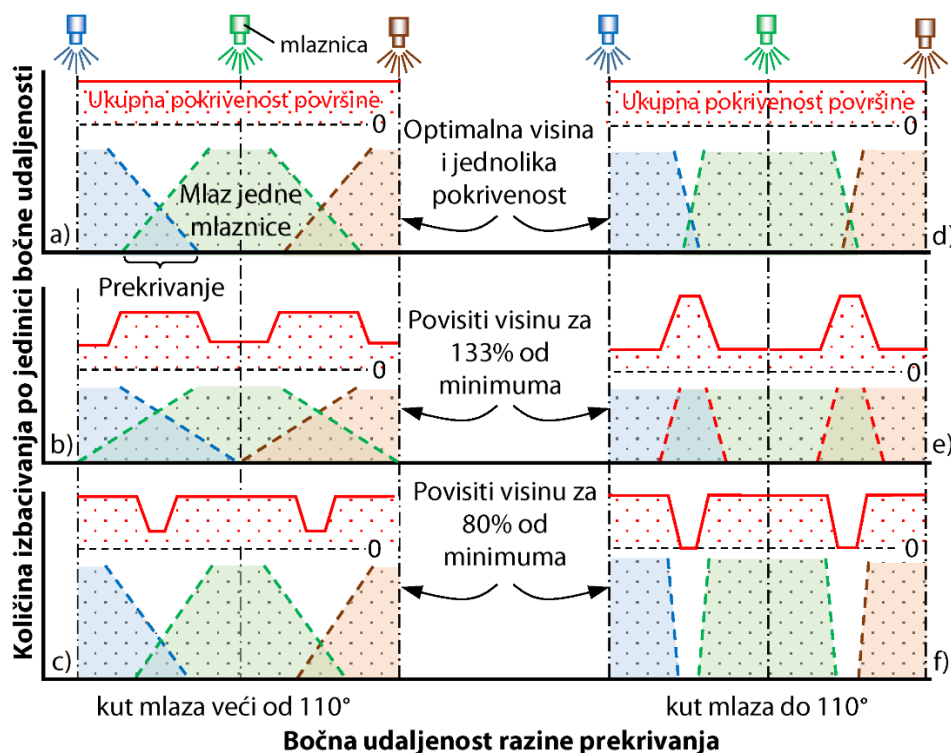
**Tablica 2.10.** Prikaz svih promjera kapljica  
(Izvor: Bode, 1981)

Omjer veličine razreda ( $\mu\text{m}$ )	Razred srednje točke – D ( $\mu\text{m}$ )	Broj u svakom razredu (N)	ND ( $\mu\text{m}$ )	ND <sup>2</sup> ( $\mu\text{m}^2$ )	ND <sup>2</sup> ( $\mu\text{m}^2$ )
19 – 46	32	699	22 368	715 776	22 904 832
46 – 72	59	326	19 234	1 134 806	66 953 554
72 – 92	85	282	23 970	2 037 450	173 183 250
92 – 125	112	286	32 032	3 587 584	401 809 408
125 – 152	138	243	33 534	4 627 692	638 621 496
152 – 178	165	201	33 165	5 472 255	902 917 125
178 – 204	191	150	28 650	5 472 255	1 045 180 650
204 – 231	217	88	19 092	4 143 832	899 211 544
231 – 259	245	50	12 250	3 001 250	735 306 250
259 – 284	272	43	11 696	3 181 312	865 316 864
284 – 310	297	13	3 861	1 146 717	340 574 949
310 – 336	323	12	3 876	1 251 948	404 379 204
336 – 363	349	5	1 745	609 005	212 542 745
363 – 389	376	2	752	282 752	106 314 752
389 – 415	402	1	402	161 604	64 964 808
		2 401	246 631	36 826 178	6 880 181 431

$$\bar{D}_{10} = 102,7; \bar{D}_{20} = 123,8; \bar{D}_{21} = 149,3; \bar{D}_{30} = 142; \bar{D}_{31} = 167; \bar{D}_{32} = 186,8$$

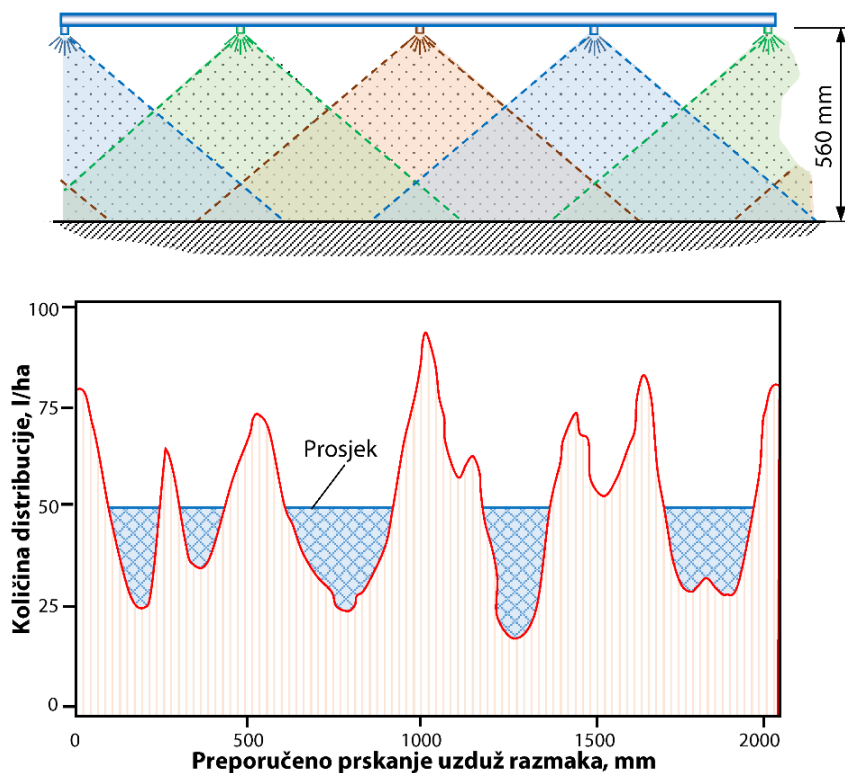
## 2. KEMIJSKA SREDSTVA ZA ZAŠTITU BILJA

Karakteristike mlaznica definiraju se jednolikošću prekrivanja i rasporedom mlaza, veličinom kapljice i njenom distribucijom, te depozicijom. Jednoličnost pokrivenosti površine uvjetovano je tipom i razmakom mlaznice, visinom mlaznice iznad tla, stanjem mlaznice, radnim tlakom i uvjetima rada na proizvodnoj površini.



Slika 2.15. Distribucije kapljica i visine jednolikog prekrivanja mlaza  
(Izvor: Kepner, 1978)

**Ujednačenost prekrivanja** – određuje se (slika 2.15.) po tipu mlaznice (a), razmaku mlaznice (b), visini (c), kutu mlaznice (d). Kao što je prikazano na slici, većina ujednačenog prekrivanja dobije se plosnatom mlaznicom sa širokim kutom, dok je visina mlaznice postavljena na minimalnu preporučenu visinu. Podizanje ili spuštanje „krila“ rezultira povećanom ili smanjenom distribucijom mlaza. Slika 2.15. prikazuje i efekt kuta mlaza na jednoličnost rasporeda mlaza. Za mlaznice s malim kutom izbacivanja mlaza, raspored mlaza prilično je osjetljiv na promjene visine „krila“. Preporuča se da se za mlaznice plosnatog mlaza treba ostvariti 60 % prekrivanja namještajući visinu od tla. Proizvođači preporučaju minimalnu visinu pojasa koja bi se trebala koristiti zato što je stvarna širina mlaza nešto manja od teorijske, pri čemu je poznat kut mlaza i visina pojasa. Preporučena širina preklapanja mlazova za neke širokokutne mlaznice u obliku izdubljenog stošca iznosi 100 %. Slika 2.16. pokazuje loš raspored distribucije zajedno s pojaskom pri niskom tlaku mlaznice uz odgovarajuću brzinu gibanja od 8,3 km/h. Distribucija postaje ujednačenija kada se tlak poveća kako bi se održala stalna mjera apliciranja uz brzinu od 14,6 km/h kao što je prikazano na slici 2.16. Istrošene i oštećene mlaznice rezultiraju neprihvatljivom distribucijom mlaza. Nejednoliko tlo uzrokuje intenzivno variranje visine pojasa što rezultira nejednolikom distribucijom mlaza.



**Slika 2.16.** Tipična poprečna distribucija prskanja za tri susjedne mlaznice (brzina prskanja 8,3 km/h i visina mlaznica 560 mm) (Izvor: Srivastava, 1993)

U tablici 2.11. prikazan je utjecaj kuta mlaza i mjere protoka na veličinu kapljice. Kako se radni tlak povećava, kapljica se smanjuje, pa se može zaključiti da se povećanjem količine apliciranog sredstva i promjenom radnog tlaka veličina kapljice smanjuje, što može rezultirati većim zanošenjem ili pojavom drifta.

**Tablica 2.11.** Utjecaj kuta mlaza i veličine protoka na veličinu kapljice

Kut prskanja (°)	Tip mlaznice (1,89 l/min 275 kPa)	Obujam-volumen srednjeg promjera, (mjera protoka mlaznice) (l/min)		
		103	275	550
40	4005 plosnati mlaz	900	810	780
65	6505 plosnati mlaz	600	550	530
80	8005 plosnati mlaz	530	470	450
110	11005 plosnati mlaz	410	380	360
Tip mlaznice, tlak (275 kPa)		Obujam-volumen srednjeg promjera (mjera protoka mlaznice) (l/min)		
		0,75	1,89	3
Std. TeeJet 80°, Tip plosnatog mlaza		390	470	560
XRTeeJet 80°, Tip plosnatog mlaza		360	460	560
TX-FloodJet, Tip plosnatog mlaza		370	450	540
FL-FullJet, Tip punog mlaza		-	680	770
TX ConeJet Tip izdubljenog stošca		220	360	-

## 2. KEMIJSKA SREDSTVA ZA ZAŠTITU BILJA

Viskoznost i gustoća tekućine imaju vrlo slab utjecaj na veličinu kapljice u uobičajenom omjeru tijekom aplikacije pesticida. Povećanjem površinske napetosti povećava se obujam srednjeg promjera (VSP). Često proizvođači mlaznica prikazuju obujam srednjeg promjera kapljice za mlaznicu pri zadanom tlaku pri prskanju vodom. Promjer kapljice može se ustaliti za različit tlak po sljedećoj formuli:

$$\frac{D_{vm1}}{D_{vm2}} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{1/3}$$

gdje su:

$D_{vm1}, D_{vm2}$  - obujam srednjeg promjera pri tlaku  $p_1$  i  $p_2$ .

Za sličnu mlaznicu pri konstantom tlaku, efekt različite veličine promjera može se ocijeniti iz podataka proizvođača koristeći sljedeću formulu:

$$\frac{D_{vm1}}{D_{vm2}} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^{2/3}$$

gdje su:

$D_{vm1}, D_{vm2}$  - obujam ili volumen srednjeg promjera pri promjeru otvora  $d_1$  i  $d_2$ .

Često se dodaju aditivi za povećanje površinske napetosti što povećava veličinu kapljice i smanjuje drift. Efekt mijenjanja površinske napetosti može se izračunati iz sljedeće formule:

$$\frac{D_{vm}}{D_{vm,vode}} = \left(\frac{\sigma_{ch}}{73}\right)^{1/3}$$

gdje je:

$\sigma_{ch}$  - površinska napetost otopine (mN/m)

**Tablica 2.12.** Utjecaj veličine kapljice na zanošenje ili drift  
(Izvor: Bode, 1985)

Promjer kapljice, $\mu\text{m}$	Stanje slobodnog pada, m/s	Vrijeme s visine 3,04 m mirnim zrakom, s	Udaljenost drifta u 3,04 m pada pri 4,82 km/h vjetra, m/s	Trajanje kapljice, s	Udaljenost pada u trajanju kapljice, m
				Kapljice koje evaporiraju*	
5	0,00075	3960	4815	0,04	<0,025
10	0,003	1020	1372	0,2	<0,025
20	0,012	230	338	0,7	<0,025
50	0,076	40	54,25	4	0,076
100	0,122	11	14,63	16	2,44
150	0,457	8,5	7,62	36	12,2
200	0,9274	5,4	4,57	65	38,4
500	1,158	1,6	2,13	400	>380
1000	2,133	1,1	1,25	1620	>>380

Napomena: Temperatura zraka 30°C, relativna vlažnost zraka 50 %

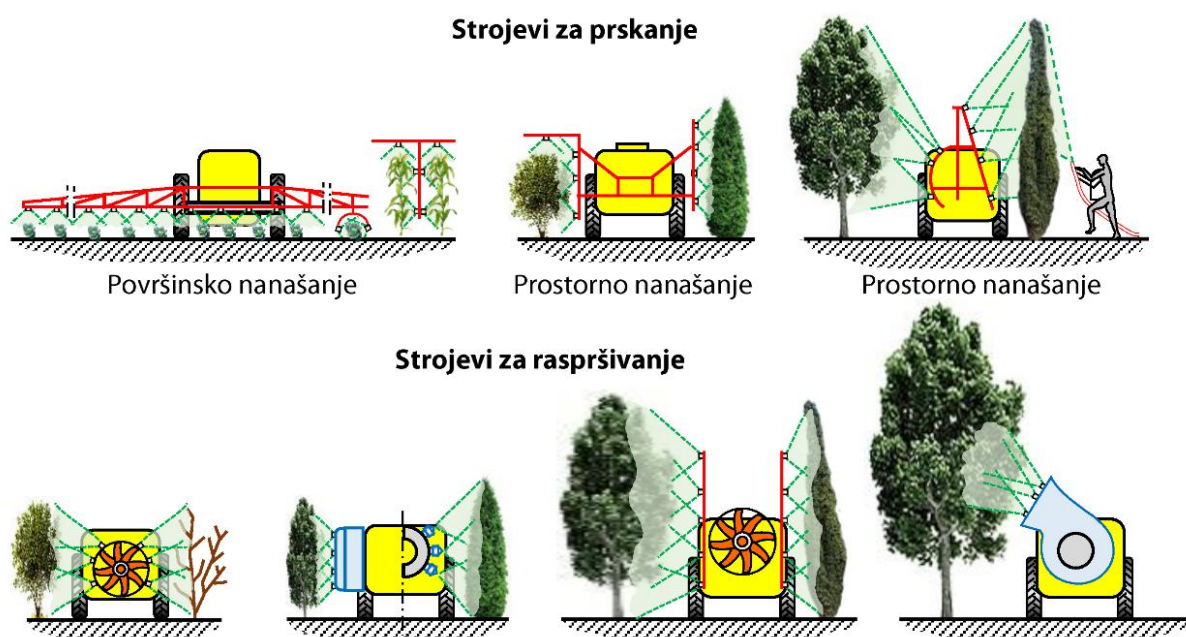


### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

Strojevi za nanošenje zaštitnih sredstva mogu se podijeliti na više načina i to:

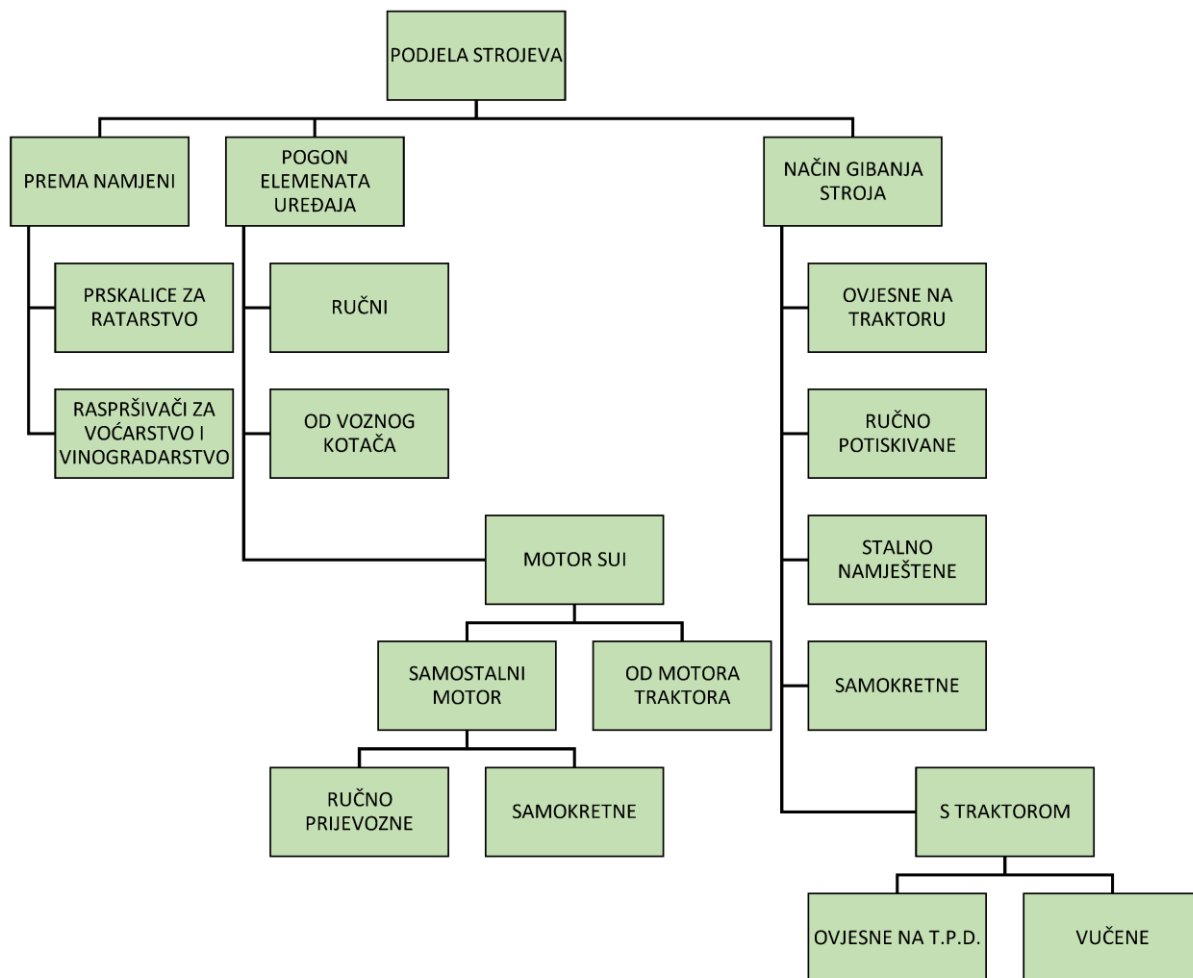
- prema namjeni uporabe
- načinu pogona i
- prema načinu podešavanja.

Prema namjeni dijele se na prskalice koje se koriste u ratarstvu i vrtlarstvu i raspršivače koji se rabe u zaštiti trajnih nasada, odnosno u voćarstvu i vinogradarstvu, slika 3.1.



**Slika 3.1.** Podjela strojeva prema namjeni  
(Izvor: original)

Sve konstrukcijske izvedbe strojeva za primjenu kemijskih zaštitnih sredstava mogu se razvrstati prema slici 3.2.



**Slika 3.2.** Podjela strojeva za aplikaciju pesticida  
(Izvor: original)

S obzirom na izvedbu prskalice i raspršivači mogu biti ovjesnog ili vučenog tipa, odnosno mogu se priključivati na traktor u tri ili u jednoj točki. Izbor traktora za vuču i pogon navedenih uređaja ovisi i o drugim čimbenicima, kao što su: nagib površine terena, veličina obradive površine, namjena uporabe i drugo. Pri priključenju uređaja na traktor ukupna masa uređaja treba biti jednako raspoređena na prednje i zadnje podvozje traktora. Gabaritne dimenzije stroja, osobito raspršivača prilagođene su s obzirom na vrstu nasada, nagib terena i specifične uvjete rada. Samokretni strojevi (prskalice i raspršivači) imaju specifične karakteristike. U tablici 3.1. prikazane su izvedbe i način priključivanja na traktor.

Tablica 3.1. Uporaba i izvedbe strojeva za zaštitu bilja

Izvedba i način priključenja traktora	Površinsko nanošenje u ratarstvu		Prostorno nanošenje u V.V. proizvodnji	
	Obujam spremnika, l	Radna širina, m	Obujam spremnika, l	Kapacitet ventilatora, m <sup>3</sup> /h
ovjesne	400 – 500	8 – 25	150 – 800	5000 – 60000
poluovjesne	1000 – 4000	10 – 36	100 – 1200	75000 – 95000
vučene	1500 – 5000	10 – 36	500 – 3000	20000 – 120000
samokretne	3000 – 6500	12 – 36	-	-

#### 3.1. Prskanje

Za uspješnu aplikaciju pesticida nije bitan samo odgovarajući pesticid, već pravilna primjena i izbor adekvatne tehnike za primjenu. Nepravilna primjena može izazvati loš učinak preparata ili nanošenje ozbiljnijih šteta biljkama koje štitimo. Osnovni cilj suvremene aplikacije pesticida je da se preciznim nanošenjem i distribucijom kemijskog sredstva na odredište postigne maksimalni fitoterapeutski učinak, a gubici da se svedu na minimum i smanji zagađivanje okoliša. Za kemijsku zaštitu bilja protiv patogenih organizama najčešće se koriste strojevi ili uređaji koji rade na principu hidrauličke dezintegracije otopine. Kod hidrauličkih prskalica mehanička energija kardanskog vratila pogoni crpku koja ostvaruje hidraulički tlak. Ostvarena energija se velikim dijelom koristi za dezintegraciju otopine u kapljice. Ostali dio hidrauličke energije pretvara se u kinetičku energiju koja kod prskalica služi za distribuciju kapljica na odredište. Kvaliteta prskanja postiže se ako se pesticid ravnomjerno izmiješa u određenoj koncentraciji, precizno nanosi i distribuira na odredište, tako da se gubici otopine svedu na minimum.

Proces prskanja sastoji se od tri faze :

1. Dezintegracija otopine na mlaznicama. Zadatak im je formiranje mlaza pod određenim kutom prskanja, te depozicija sa što izjednačenijom strukturom kapljica.
2. Kapljice se prenose na odredište pomoću kinetičke energije prskalice stvorene djelovanjem hidrauličkog tlaka.
3. Depozicija kapljice odvija se u trećoj fazi, ovisno o fizikalno-kemijskim svojstvima otopine, vanjskim utjecajima, površini biljke i o depozicijskoj energiji kapljice.

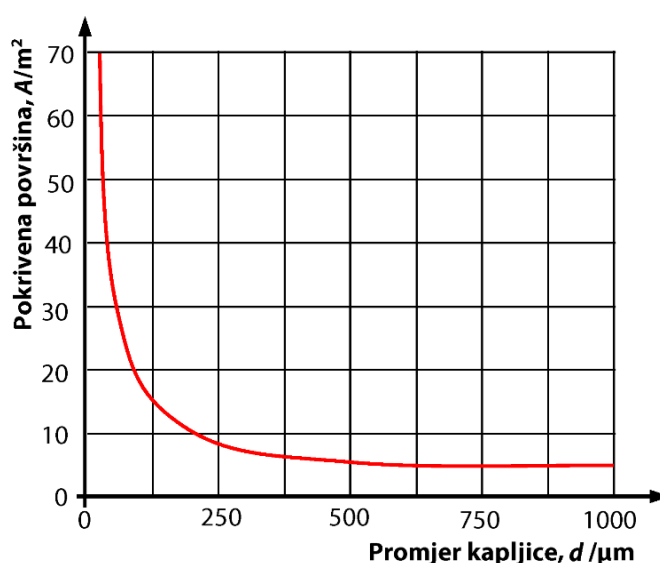
Prskanjem se vrši dezintegracija otopine u kapljice veličine iznad 150  $\mu\text{m}$  (0,15 mm), a najčešće veličina kapljica iznosi 300 – 400  $\mu\text{m}$ , pri čemu je njihova gornja granica 1500  $\mu\text{m}$  (1,5 mm). Prskanje se koristi najčešće u ratarstvu te u malim voćnjacima i vinogradima gdje nije potrebno automatsko prskanje, nego se koriste ručno upravljane mlaznice. Pesticidi se primjenjuju prskanjem i u zaštiti sadnica i mlađih voćnjaka koji još nisu zatvorili redove. Prednost prskalica nad drugim strojevima za zaštitu bilja je što osiguravaju precizan i kvalitetan rad. Isto tako, mala je ovisnost o vjetru te su mali gubici zbog drifta. Kod prskalica se mogu koristiti i palice za prskanje u zaštiti mladih nasada, čime se omogućuje trajnost djelovanja sredstava za zaštitu. Nedostatci prskalica pokazuju se u velikoj potrošnji vode po jedinici površine. Za prskanje plantažnih nasada voćaka koristi se 1500 – 3000 l/ha, a za mlade nasade voćaka i vinograda 600 – 1500 l/ha. Pojedinačno za voćke u starom nasadu potrebno je 8 – 15 l/stablu. Kod rada

vučenim prskalicama veće je gaženje tla. Kod rada s visokim tlakom povećana je mogućnost naprsnuća dijelova crpke i cijevnih vodova.

### 3.1.1. Tehnički parametri kapljica tekućine pri prskanju i raspršivanju

Učinak i kvaliteta djelovanja te ekonomičnost nanošenja zaštitnog sredstva ovisi 70 % od pravilnog odabira istog. Veliki utjecaj na nanošenje zaštitnog sredstva ima i ispravnost uređaja, njegova tehnička razina i osposobljenost rukovatelja tim uređajima.

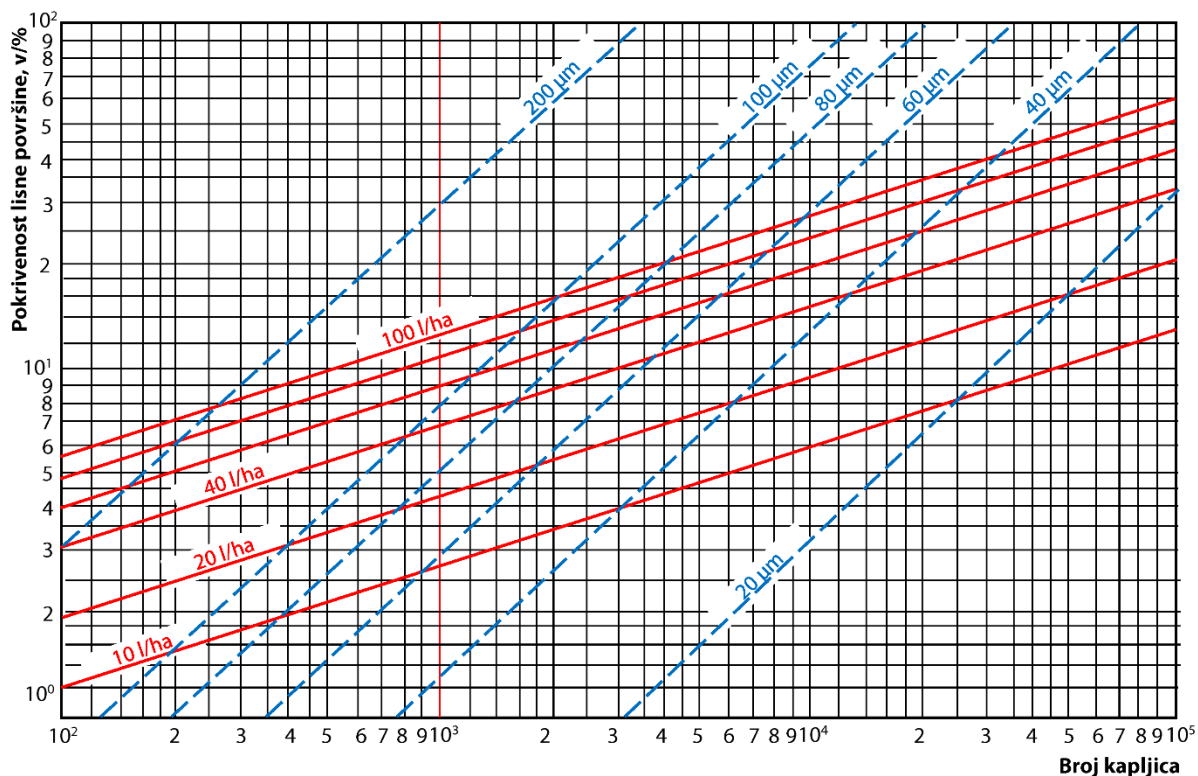
Djelovanje pesticida ovisno je o pokrivenosti ciljne površine, a jednako je obujmu tekućine koji se razdijeli na manje kapljice, pokrije znatno veću površinu u odnosu na obujam razdijeljen na krupnije kapljice, primjerice s 1 litrom tekućine s promjerom kapljica od 124  $\mu\text{m}$ , pokrije se površina od 124  $\text{m}^2$ . Ukoliko se taj isti obujam tekućine usitni u sitne kapljice promjera 100  $\mu\text{m}$ , onda se dobije  $1,92 \cdot 10^9$  kapljica i pokriju 15  $\text{m}^2$  površine, što je prikazano na slici 3.4.



**Slika 3.3.** Ovisnost pokrivenosti površine o promjeru kapljice s jednom litrom tekućine  
(Izvor: original)

Pri nanošenju kapljica (ciljana površina listova biljke je uvećana za 20 dana nakon cvjetanja i to oko 20 %, a za pšenicu iznosi 30 – 40 000  $\text{m}^2/\text{ha}$ , kod vinograda 40 – 50 000  $\text{m}^2/\text{ha}$ ). Približan broj tehničkih veličina koje utječu na pokrivenost lisne površine u usporedbi s određenom količinom tekućine prikazan je na slici 3.4.

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

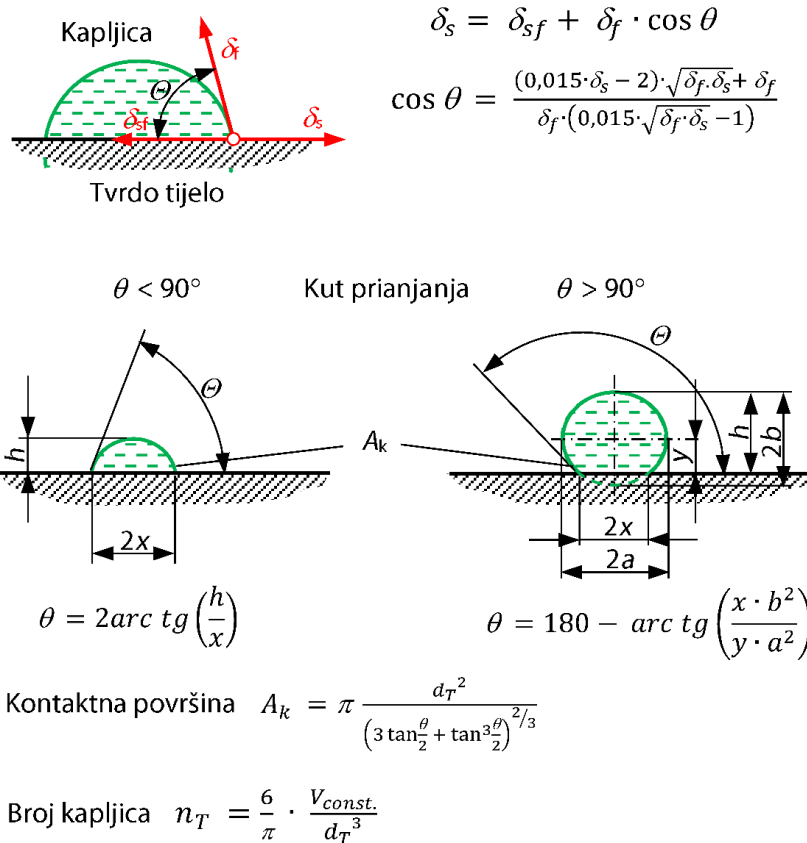


**Slika 3.4.** Broj kapljica/cm<sup>2</sup>, postotak pokrivenosti površine ovisno o veličini kapljice i količini uporabljene tekućine  
(Izvor: original)

Pokrivenost biljne površine tekućinom ovisi o kutu dodira kapljice  $\theta$ , o površinskoj napetosti tekućine  $\delta_f$ , napetosti na površini biljke  $\delta_s$  i napetosti između tekućine s tvrdim tijelom  $\delta_{sf}$ , te kutu prijanjanja kapljice. Kut dodira kapljice  $\theta$  i površine kapljice  $A_k$  mogu se odrediti eksperimentalno:

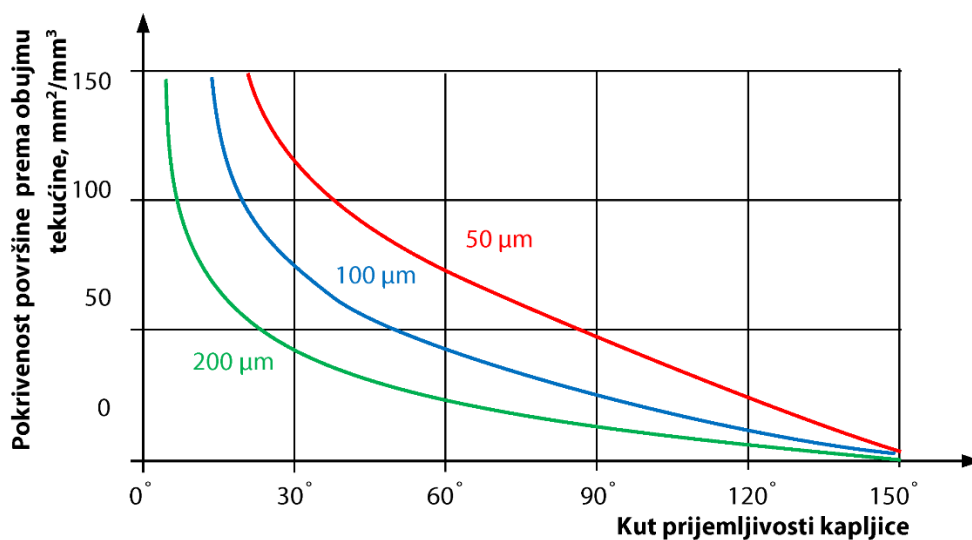
- pri kutu  $\theta = 90^\circ$  je dobra prijemljivost
- pri kutu  $\theta$  od  $90^\circ - 110^\circ$  je srednje dobra prijemljivost i
- pri kutu  $\theta > 110^\circ$  je slaba prijemljivost.

Pri kutu dodira  $\theta = 60^\circ$  i veličine kapljice  $50 \mu\text{m}$ , s obzirom na obujam tekućine pokrivenost je oko  $80 \text{ mm}^2$  ( $80 \text{ mm}^2/\text{mm}^3$ ). Pri promjeru  $200 \mu\text{m}$ , kapljica pokrije samo  $20 \text{ mm}^2$  površine pri obujmu od  $1 \text{ mm}^3$  tekućine, slika 3.5.



Slika 3.5. Međusobna povezanost utjecaja na kapljicu  
(Izvor: original)

Broj kapljica  $n_T$  obrnuto je razmjernan s trećom potencijom veličine kapljica. Tako se smanjenjem kapljice za 1/2 veličine dobije osmerostruko povećanje broja kapljica. Površinska napetost tekućine, viskoznost, naletna brzina kapljice i uzletni kut kapljice na ciljanu površinu parametri su koji odlučuju o smještaju kapljice na biljne dijelove (slika 3.5.)



Slika 3.6. Veličina kapljice i pokrivenosti biljaka  
(Izvor: original)

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

Transport kapljica ovisi o vrsti kemijske zaštite. U ratarstvu udaljenost ciljne površine može iznositi čak 0,5 m, a u voćarstvu, vinogradarstvu i hmeljarstvu do 7 m. Odnosenje kapljica od ciljne površine može iznositi čak i 50 m, gdje onda utječe više činitelja kao što su: zračni otpor kapljice, izlazna energija kapljice, zračni tok (konvekcija), težina kapljice, gravitacija, izgubljena masa kapljice zbog isparavanja i drugo, slika 3.7.

**1. TRANSPORT KAPLJICE**

Promjer kapljice	Udaljenost	Brzina kapljice
100 $\mu\text{m}$	0,2 m	0,3 m/s
500 $\mu\text{m}$	1,0 m	2,0 m/s

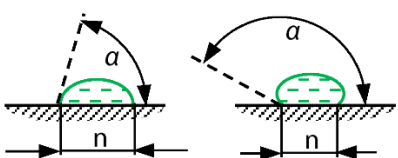
Zanošenje i veličine kapljice

a) vjetar	→ velike kapljice	c) konvekcija	→ velike kapljice
b) ishlapljivanje	→ velike kapljice	d) nepokrivenost listova kapljicama	→ male kapljice

---

**2. PRIJANJANJE KAPLJICE**

a) površinska napetost kapljice ovisna o kutu dodira kapljice na ciljnoj površini



$n$  – pokrivenost površine kapljicama

$\alpha$  – kut prijanjanja kapljice

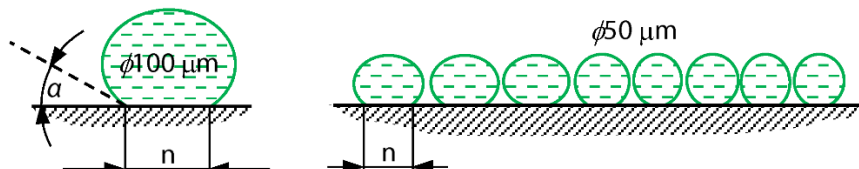
$\alpha < 90^\circ$  dobro prijanjanje

$\alpha > 110^\circ$  slabo prijanjanje

---

b) veličina kapljice

<p><math>1/2 \phi = 8x</math> povećanje broja kapljica</p> <p><math>1/2 \phi = 2x</math> povećana pokrivenost ciljne površine</p>	<p><math>\alpha = \text{konstantan}</math></p> <p><math>n_v = \text{stalan obujam tekućine pri različitoj pokrivenosti ciljne površine}</math></p>
---	--




$n_v = 40 \text{ mm}^2/\text{mm}^3$

$n_v = \sum n_{1-x} = 80 \text{ mm}^2/\text{mm}^3$

---

c) oblik kapljice



Ovisna o:

- viskoznosti tekućine
- izlaznoj brzini kapljica iz mlaznice
- kuta kapljice na ciljnoj površini

### 3. UPORABA

	$\text{cm}^{-2}$	MVD, $\mu\text{m}$
fungicidi herbicidi	20 - 30	400 - 800
insekticidi (kontakti)	50 - 70	80 - 160

MVD – srednji promjer kapljice na ukupni obujam tekućine

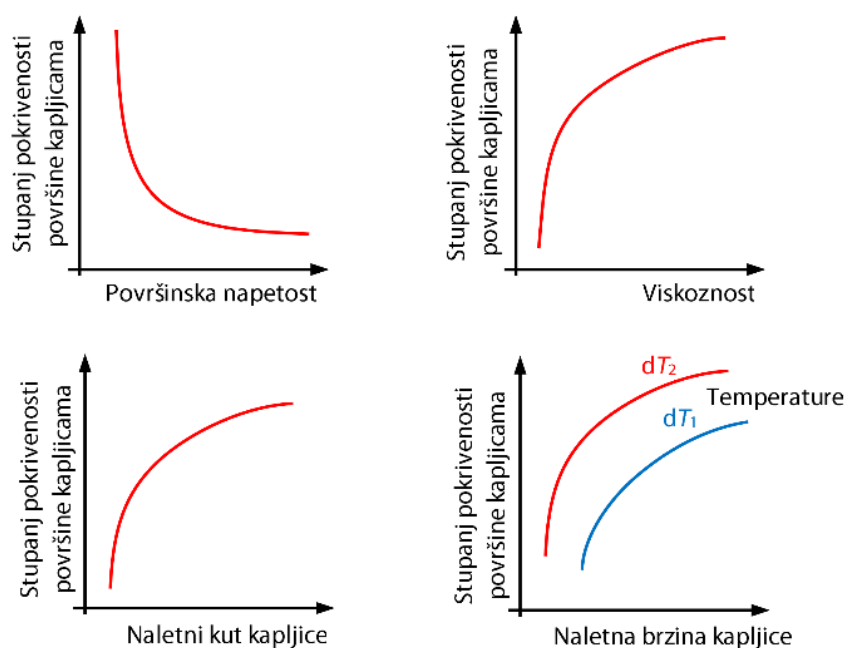
**Slika 3.7.** Tehnički parametri pri nanošenju kapljica na ciljanu površinu  
(Izvor: Bernik, 2006)

Transportna brzina kapljice ovisi o njevoj veličini i o izlaznoj brzini iz mlaznice. Obično izlazna brzina kapljice iz mlaznice iznosi oko 20 m/s. Pri veličini kapljice 100  $\mu\text{m}$  kapljica putuje u vremenu 0,06 s, na putu 0,2 m i brzini 0,3 m/s. Pri veličini kapljice 200  $\mu\text{m}$ , u vremenu 0,3 s i udaljenosti 1 m, kapljica ima brzinu 2 m/s, slika 3.7.

Nanošenje tekućih zaštitnih sredstava odvija se u tri različite faze:

- raspršivanje tekućine
- transport kapljica i
- smještaj kapljica na ciljnoj površini.

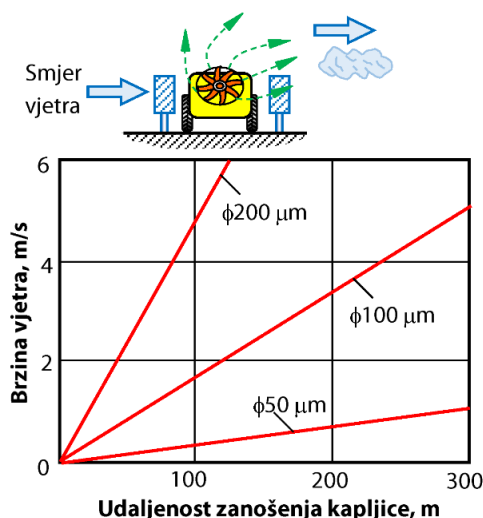
Ove tri faze ovisne su o različitim činiteljima prikazanim na slici 3.8.



**Slika 3.8.** Utjecajni činitelji na pokrivenost biljne površine kapljicama  
(Izvor: original)

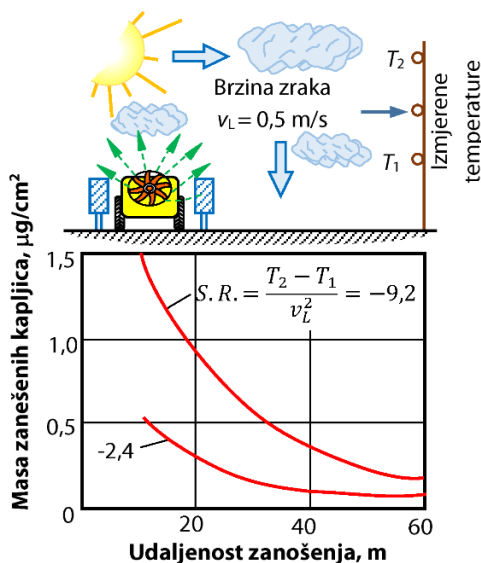
Kinetička energija kapljica i veličina mase kapljica imaju utjecaj na njen najduži put. Ukoliko je manji promjer kapljice, time je manji utjecaj gravitacije na kapljice i deponiranje na biljnu površinu. Kapljice s većom masom pri dodiru s površinom lakše se smještaju na površinu. Uzrok smještanja kapljice na površinu zove se intercepcija. Proces smještanja kapljice ovisi o kinetičkoj energiji, veličini kapljice i oblika površine na koju se nanosi. Kada se uspostavi dodir kapljice s površinom, nastaje površinska interakcija između kapljice i površine nanošenja koja je ovisna o prijemljivosti, razlijevanju kapljice i sorpciji. Da bi se kapljica smjestila na ciljnu površinu te zadržala njena brzina, brzina bi trebala biti  $\approx 3$  m/s. U trenutku transporta kapljica do ciljne površine kapljice su izložene brojnim utjecajima koji ih odnose do ciljne površine, a poznato je pod pojmom „drift“ (zanošenje). Pod ovim pojmom smatraju se sve kapljice koje su odnošene ili zanešene od ciljne površine, slika 3.9.

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA



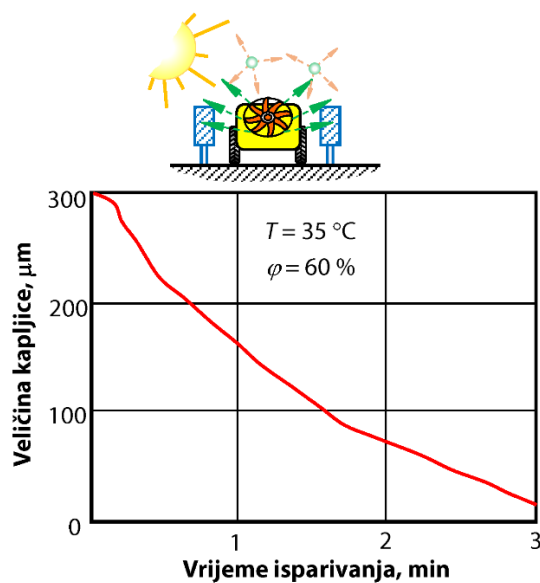
Slika 3.9. Utjecaj vjetra na zanošenje kapljica „drift“ (Izvor: original)

Pri brzini vjetra većoj od 2 m/s započinje odnošenje kapljica. Kod promjera kapljica od 100 μm odnošenje kapljica je 30 %, a kod promjera kapljica 200 μm odnošenje je samo 2 % pri jednakoj brzini vjetra. Primjena uređaja za nanošenje škropiva primjereno je samo do brzine vjetra od 3 m/s. Masa zanošenja škropiva ovisna je i o razlici temperature, odnosno konvekciji zraka. Na slici 3.10.  $T_2$  je temperatura kapljice pri izlasku iz mlaznice, dok je  $T_1$  temperatura okoline i brzina vjetra  $v_L$ .



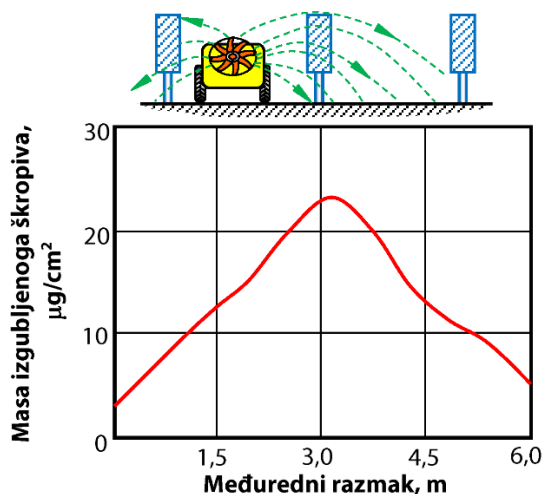
Slika 3.10. Zanošenje kapljica „drift“ uslijed konvekcije zraka (Izvor: original)

Pri većim razlikama temperatura i većim brzinama vjetra povećava se konvekcija zračne struje (toka), odnosno povećava se masa odnešenog škropiva. U procesu raspršivanja pojavljuje se i evaporacija (isparavanje) kapljica škropiva na putu do ciljne površine, a ovisi o veličini kapljice. Međutim, evaporacija nije ovisna samo o veličini kapljice, već i o temperaturi okoline, relativnoj vlažnosti i isparljivosti kemijskog sredstva. Manje kapljice zadrže se duže u okolini pa su zato više izložene isparivanju, slika 3.11.



Slika 3.11. Isparivanje kapljica  
(Izvor: original)

Nepokrivenost ciljne površine ovisi i o gustoći sklopa biljaka, zatim o fazi razvoja i godišnjem dobu, pa se kod voćaka i vinograda u fazi bez lišća najviše izgubi škropiva, slika 3.12.



Slika 3.12. Gubitak škropiva kod raspršivanja nasada  
(Izvor: original)

### 3.1.1.1. Prskalice

Predstavljaju univerzalne strojeve i uređaje za aplikaciju sredstava za zaštitu bilja u tijeku mirovanja vegetacije i u vegetaciji. Prednosti prskalice u odnosu na druge strojeve i uređaje su ekonomična primjena, univerzalna namjena i dobra kvaliteta rada. Namijenjene su uglavnom za aplikaciju pesticida u ratarstvu i vrtlarstvu, te zaštitu mladih nasada voćaka i vinograda. Osnovni radni sklopovi prskalice su: spremnik za tekućinu, crpka, razvodni uređaj, mjerno-regulacijski uređaj, uređaj za prskanje, mlaznice i elektronsko mehanički uređaji za mjerenje i kontrolu određenih parametara. Razlikuju se ručne i leđne, ovjesne traktorske prskalice, vučene traktorske prskalice i samokretne prskalice.

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

---

#### 3.1.1.1. Ručne i leđne prskalice

##### Ručne prskalice

Koriste se u zaštiti od bolesti kućnog cvijeća i za uništavanje kućnih štetnika prskanjem, otopinom fungicida i insekticida. Spremnik je u obliku nepravilnog valjka, boce ili krnjeg stošca, obujma do 5 litara. Male ručne prskalice sadrže spremnik obujma 1 – 2 litre i pokreću se rukom, dok su prskalice većeg obujma spremnika iznad 2 litre najčešće opremljene malom klipnom crpkom koja je ugrađena u zatvarač spremnika.



**Slika 3.13.** Ručne prskalice

(Izvor: <https://www.bauhaus.hr/tlacne-prskalice>)

Prskalice bočno ovješene o rame rukovatelja imaju spremnik obujma 5 – 8 litara i crpku unutar spremnika postavljenu na zatvarač spremnika. Crpke su uglavnom klipne, pumpanjem se akumulira zrak do mjere koja se osjeti otporom ručice crpke. Kod nekih izvedbi nalazi se sigurnosni ventil koji propušta zrak kod previsokog tlaka, a neke imaju i manometar. Punjenje spremnika tekućinom vrši se do oznake koja obilježava oko 60 % obujma spremnika. Preostali obujam potreban je za akumulaciju zraka koji će potiskivati tekućinu putem ventila u mlaznicu.



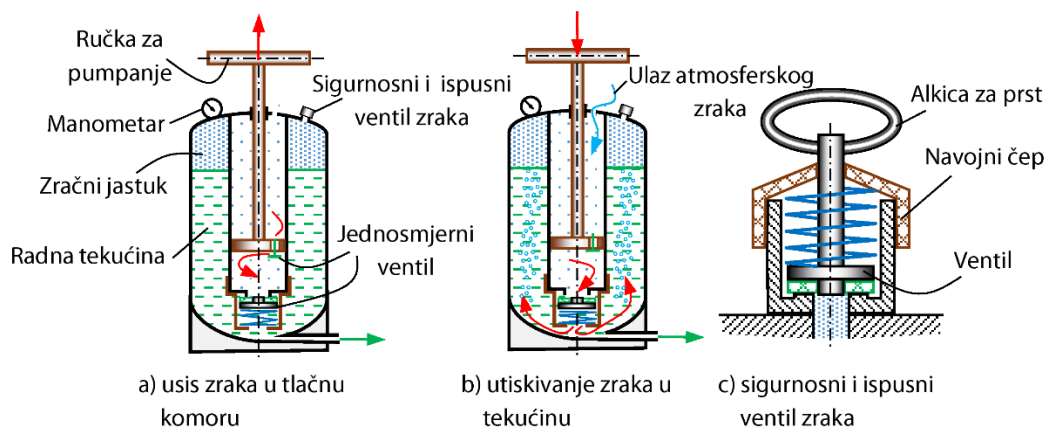
**Slika 3.14.** Bočno ovješena prskalice o rame rukovatelja

(Izvor: <https://www.bauhaus.hr/tlacne-prskalice>)

##### Leđne prskalice

Koriste se u manjim nasadima voćaka i vinograda površine do 1 ha, za prskanje fungicida i insekticida te za primjenu herbicida. Leđne prskalice imaju obujam spremnika 10 – 20 litara, a izrađuju se od polietilenskih materijala. Posjeduju membranske ili klipne crpke koje mogu biti smještene unutar ili izvan spremnika. Kod leđnih prskalica s kontinuiranim pokretanjem crpke

u tijeku rada postiže se radni tlak do 4 bar i kapacitet 0,3 – 1,5 l/min. Voćarske automatske prskalice rade s tlakom 5 – 6 bar i kapacitetom 0,6 – 4 l/min, dok automatske akumulatorske prskalice postižu radni tlak 5 – 15 bar i opremljene su manometrom. Kod ovih prskalica mlaznica je malo povijena na vrhu što omogućuje prskanje odozdo prema gore radi bolje i cjelovitije zaštite, osobito kod suzbijanja plamenjače vinove loze.



**Slika 3.15.** Automatska voćarska prskalica  
(Izvor: original)

Leđne motorne prskalice koriste se u primjeni insekticida i fungicida s radnim tlakom do 20 bar, te za primjenu herbicida s radnim tlakom 2 bar. Pogon se ostvaruje motorom SUI snage do 1 kW. Ugrađuje se membranska crpka koja ima kapacitet oko 3,5 l/min. Obujam spremnika je 10 – 20 litara. Na slici 3.17. prikazan je rad s leđnom visokotlačnom prskalicom.



**Slika 3.16.** Izgled leđne prskalice  
(Izvor: <https://www.villager.hr/products/ledna-prskalica-agm-12-1>)



**Slika 3.17.** Prskanje visokotlačnom prskalicom  
(Izvor: <http://www.agroklub.com/voćarstvo>)

Leđna motorna prskalica „FARM“ namijenjena je za zaštitu nasada u voćarstvu, vinogradarstvu i vrtlarstvu. Ova prskalica može obavljati i zaprašivanje što se postiže uporabom dva različita sita i različitom montažom cijevi za zaprašivanje ili prskanje. Glavni sklop ovog uređaja je dvosmjerna potapajuća crpka koju pogoni benzinski dvotaktni motor snage 1,83 kW i ostvaruje  $6000 \text{ min}^{-1}$ . Obujam spremnika za tekućinu i zaprašivanje iznosi 14 litara. Pri radu prskalica

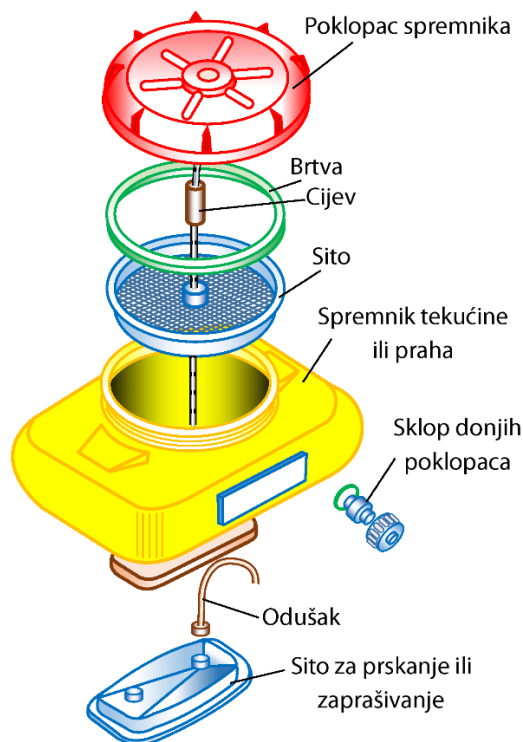
### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

ostvaruje maksimalni dolet izbacivanja 7 metara u okomitom smjeru, a vodoravna udaljenost dometa mlaza je do 12 metara.



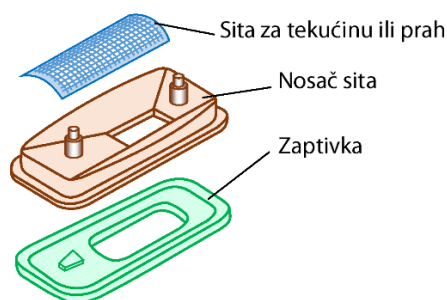
**Slika 3.18.** Motorna leđna prskalica „FARM“  
(Izvor: original)

U sklopu prskalice, zprašivača nalazi se pročistač za tekućinu ispod poklopca spremnika, te sklop sita ispod spremnika za prskanje ili zprašivanje, slika 3.19.



**Slika 3.19.** Spremnik sa sitima i pročistačem tekućine  
(Izvor: original)

Da bi se prskalica pripremila za prskanje ili zaprašivanje, potrebno je promijeniti sito za navedenu operaciju. Najprije treba skinuti poklopac sa spremnika i skinuti spremnik, a zatim se po želji zamijeni sito za prah sitom za prskanje ili obrnuto, slika 3.20.



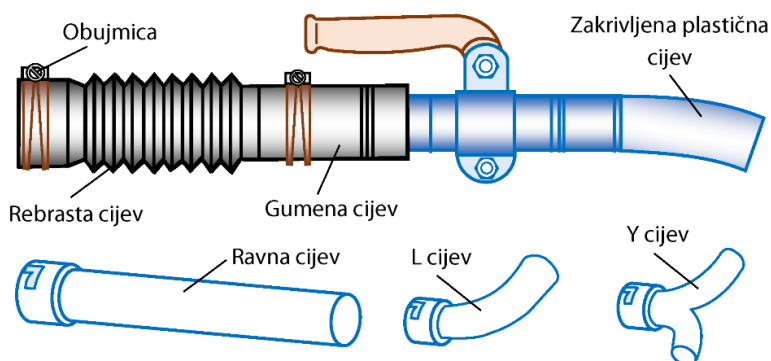
**Slika 3.20.** Sita  
(Izvor: original)

Sklop cijevi za prskanje montira se na izlaznom dijelu agregata, prikazano na slici 3.21.



**Slika 3.21.** Sklop za prskanje  
(Izvor: original)

Ukoliko se želi zaprašivati, tada se zamijene sito i sklop s cijevima za zaprašivanje, prikazano na slici 3.22.



**Slika 3.22.** Sklop za zaprašivanje  
(Izvor: original)

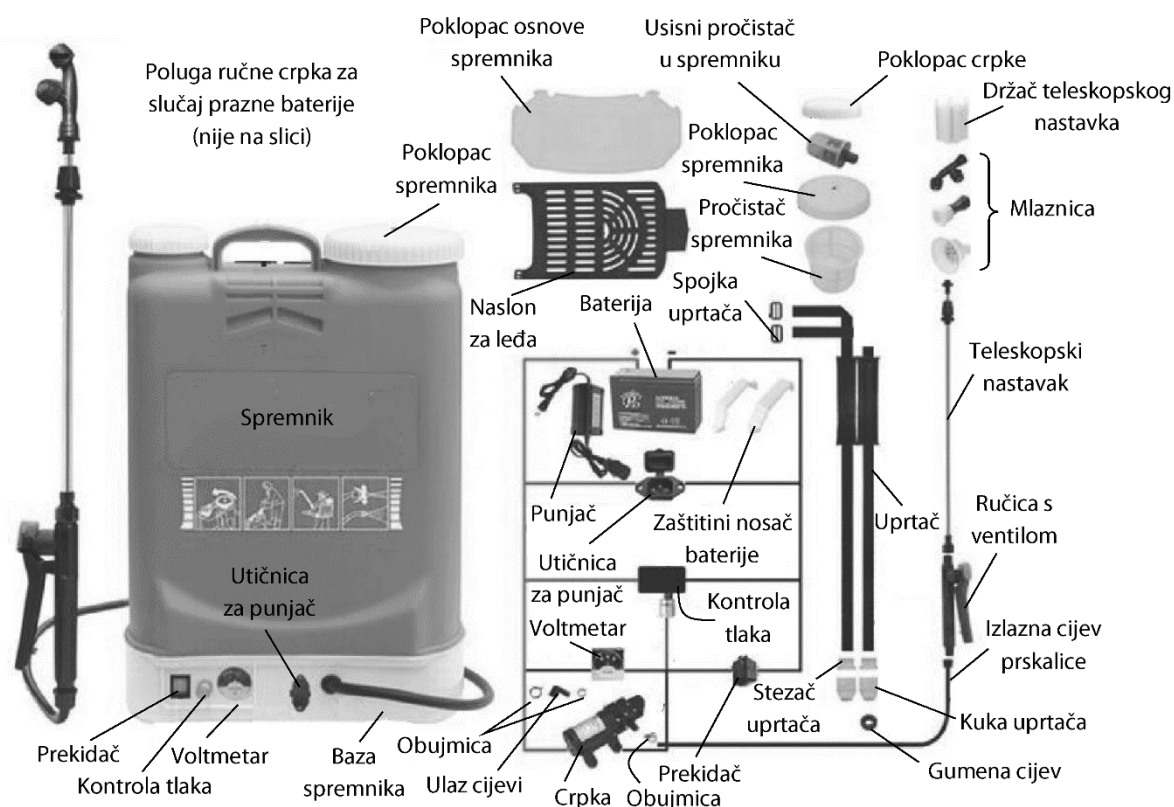
### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

Tablica 3.2. Tehnički parametri lednih motornih prskalica

Tip i naziv prskalice	Vrsta motora	Snaga motora	Obujam motora	Broj okretaja motora	Obujam spremnika	Radni tlak	Kapacitet protoka	Masa bez tekućine
		kW	cm <sup>3</sup>	o/min	l	bar	l/min	kg
„VILAGER“ PS20	dvotaktni	0,55	22,6	6700	20	2,5-6	3,5	9,4
„W-MRS“ 750-15	dvotaktni	0,75	25,4	7000	25	1-8,5	2,8	9
„HONDA“:WJR 2525	4-taktni	0,72	25	6300	25	2,5	3,7	10,2
„FUXTEC“ FX-MS P2,2	dvotaktni	2,2	41,5	7500-8000	26	1-4	4,1	11,5
„SOLO“ 433H	4-taktni	0,72	25	7000	20	1-30	2,1	9,8

#### Ledna akumulatorska prskalica

Namijenjena je za prskanje povrtnih kultura te za zaštitu trajnih nasada. Glavni sastavni dijelovi su: spremnik sadržaja 16 litara, baterija DC12W, 8 Ah, elektromotor snage 27 W za pogon crpke, membranska crpka, pročištač, punjač akumulatora, voltmetar i poluga ručne crpke, prikazano na slici 3.23.



Slika 3.23. Akumulatorska ledna prskalica s ručnom crpkom tipa „Womax“  
(Izvor: original)

Priprema za prskanje obavlja se tako što se zakrene ručica s ventilom, zatim se uključi prekidač na prskalici, motor i membranska crpka će se zaustaviti kada se postigne radni tlak. Tada se ručica s ventilom pomakne i otvori protok tekućine za prskanje. Kada se isprazni spremnik, uvijek se isključi prekidačem motor crpke i oslobodi se tlak unutar cijevi. Ovaj model prskalice

opremljen je ručnom crpkom koja se može koristiti kada je baterija prazna. Poluga ručne crpke koristi se na isti način kao i kod ručnih prskalice koje nisu opremljene motorom, vodeći računa da je motor crpke u tom slučaju isključen na prekidaču na uključivanje/isključivanje. Prijemom prskalice treba potpuno isprazniti bateriju i puniti je dok se u potpunosti ne napuni. Puni se tako što se punjač priključi u utičnicu baterije kako bi počelo punjenje, a to traje oko 8 sati. U sklopu baterije nalazi se voltmetar koji pokazuje razinu napunjenosti baterije. Ukoliko prskalice nemirno radi, tada je napon baterije u padu. U tom se slučaju zaustavi prskanje i uključi se punjač za punjenje baterije.

**Tablica 3.3.** Tehnički parametri akumulatorskih prskalice

Naziv i tip prskalice	Vrsta motora	Snaga motora	Kapacitet baterije	Vrijeme punjenja	Obujam spremnika	Kapacitet protoka	Radni tlak	Napon baterije
		W	Ah	h	l	l/min.	bar	V
SOLAX	elektromotor	36	8	6	16	2,6	2,7-4,0	12
ACCU.HECHT 416	elektromotor	40	7	5-6	15	2,7	2,75	12
WOMAX-WM RBS	elektromotor	44	9	4-5	16	2,2	1,6-6	12
FUXTEC FX-AD	elektromotor	42	8	5	18	2,1-2,8	1,5-4	12
VILAGER VBS 16	elektromotor	38	8	5-6	16	2,6	2,7-4	12
SOLO 416	elektromotor	52	9	3	20	2,6-3,1	2,5-4,3	12
ZHEJANG HANGBO POWER TOLLS COM.	elektromotor	39	8	5	16	2,1	2,0-4,0	12

### Ručno prijevozne motorne prskalice

Ove prskalice imaju spremnik obujma do 100 litara. Crpka je membranska ili klipna, a pogoni se motorom SUI snage do 4 kW. Crpka ostvaruje tlak od 15 do 30 bar uz kapacitet od 15 do 40 l/min. Snabdjevena je s jednom ili dvije palice za tretiranje koje imaju domet mlaza 6 – 7 m s užim mlazom. Prikladne su za manje ili srednje nasade na strmim terenima, gdje nije moguće primijeniti strojeve većeg kapaciteta.



**Slika 3.24.** Ručno prijevozna motorna prskalice

(Izvor: <https://www.entrada.hr/prskalice-motorna-ral-3000-bands-675-p1553>)

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

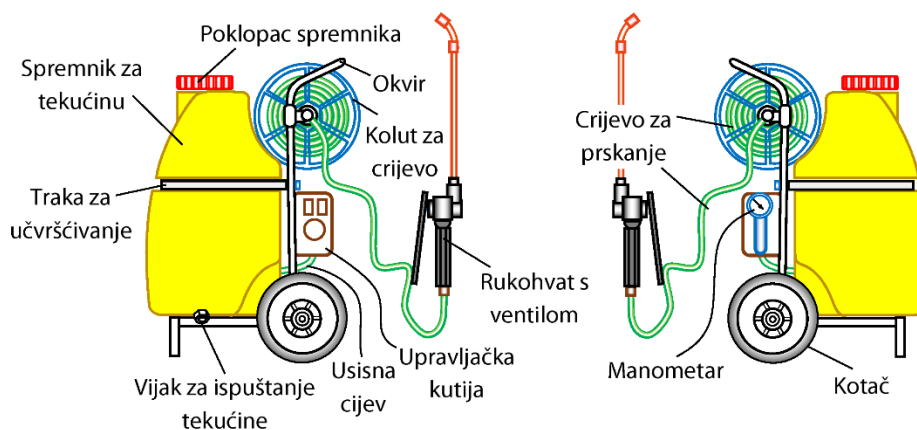
#### Ručno prijevozna akumulatorska prskalica

Ova prskalica ima široku primjenu u zaštiti povrća različitim pesticidima, u voćnjacima, u zaštiti pamuka, kao i za asanaciju okoliša na farmama, hotelima i skladištima. Kemikalija koja se miješa s vodom treba biti niže tvrdoće i bez nečistoća.



**Slika 3.25.** Ručno prijevozna akumulatorska prskalica „Agricas“  
(Izvor: original)

Sastoji se od okvira, spremnika za tekućinu sadržaja 50 litara, akumulatora, koluta za crijevo, upravljačke kutije, palice s mlaznicom i ventilom, manometrom, voltmetrom, usisne cijevi i izlazne cijevi za prskanje. Na slici 3.26. prikazana je shema prskalice.



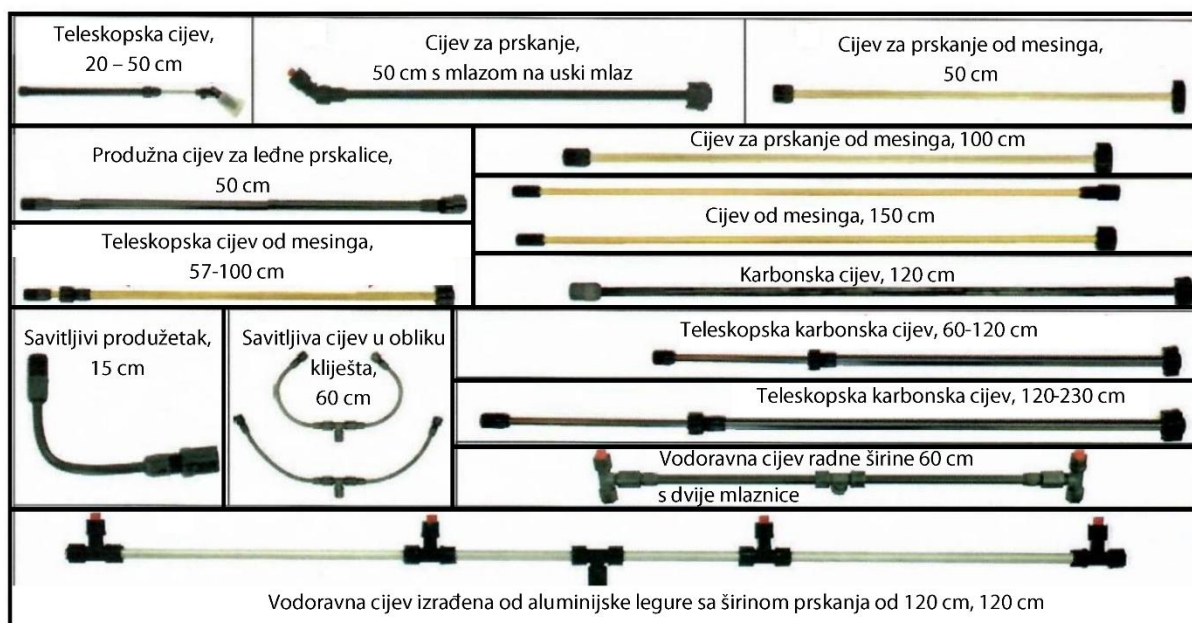
**Slika 3.26.** Shematski prikaz prskalice  
(Izvor: original)

Prije prskanja potrebno je provjeriti sve spojeve u sustavu za prskanje kako bi se moglo sigurno obaviti prskanje. Zatvori se ventil na ručki palice s mlaznicom, zatim se uključi prekidač na prskalici, a motor i membranska crpka će se zaustaviti kada se postigne radni tlak. Radni tlak iznosi 1,5 – 4 bar. Nakon toga se otvori ventil na ručki i započne se prskanje. Kada se isprazni spremnik s tekućinom, onda se isključi rad motora i crpke, te se nakon završenog rada isključi prekidač da se smanji tlak unutar cijevi. Pogon elektromotora i crpke obavlja akumulator,

napona 12 V i jakosti 12 Ah, a napajanje putem punjača napona od 240 V. Nakon nabave prskalice potrebno je isprazniti akumulator do kraja i puniti sve dok se na punjaču ne uključi zeleno svjetlo. Na ovom modelu prskalice nalazi se voltmetar koji predstavlja indikator napunjenosti akumulatora, a ugrađen je na kontrolnoj ploči prskalice. Utičnica punjača smještena je na kontrolnoj kutiji prskalice i priključuje se isključivo originalni punjač za ovaj uređaj. Prekidač za uključivanje i isključivanje prskalice nalazi se na kontrolnoj kutiji prskalice pored utičnice za punjač akumulatora. Kada je prekidač u položaju „0“, prskalice je isključena, a kada je prekidač u položaju „1“, prskalice je uključena i crpka radi. Nakon uporabe potrebno je oprati unutrašnji sklop prskalice s oko 5 litara vode kako bi se uklonili ostatci pesticida. Nakon kompletnog čišćenja (izvana i iznutra), prskalicu treba osušiti i potpuno napuniti čistom vodom, a zatim ostaviti na suhom mjestu. Prskalice se postavi uspravno, a ne položena ili nagnuta. U radu s prskalicom potrebno je nositi zaštitno odijelo, kapu, zaštitne naočale, masku za disanje, rukavice i gumene zaštitne čizme.

### 3.1.1.2. Tlačne cijevi za ledne i prijevozne prskalice

Na ledne i ručno prijevozne prskalice mogu se montirati različite izvedbe i oblici tlačnih cijevi na koje se montiraju mlaznice, prikazano na slici 3.27.



Slika 3.27. Tlačne cijevi za ledne i ručno prijevozne prskalice

(Izvor: <https://www.jcm-technologie.com/blog/accessoires-solo-pour-pulverisateur-a-pression-et-a-dos--n10>)

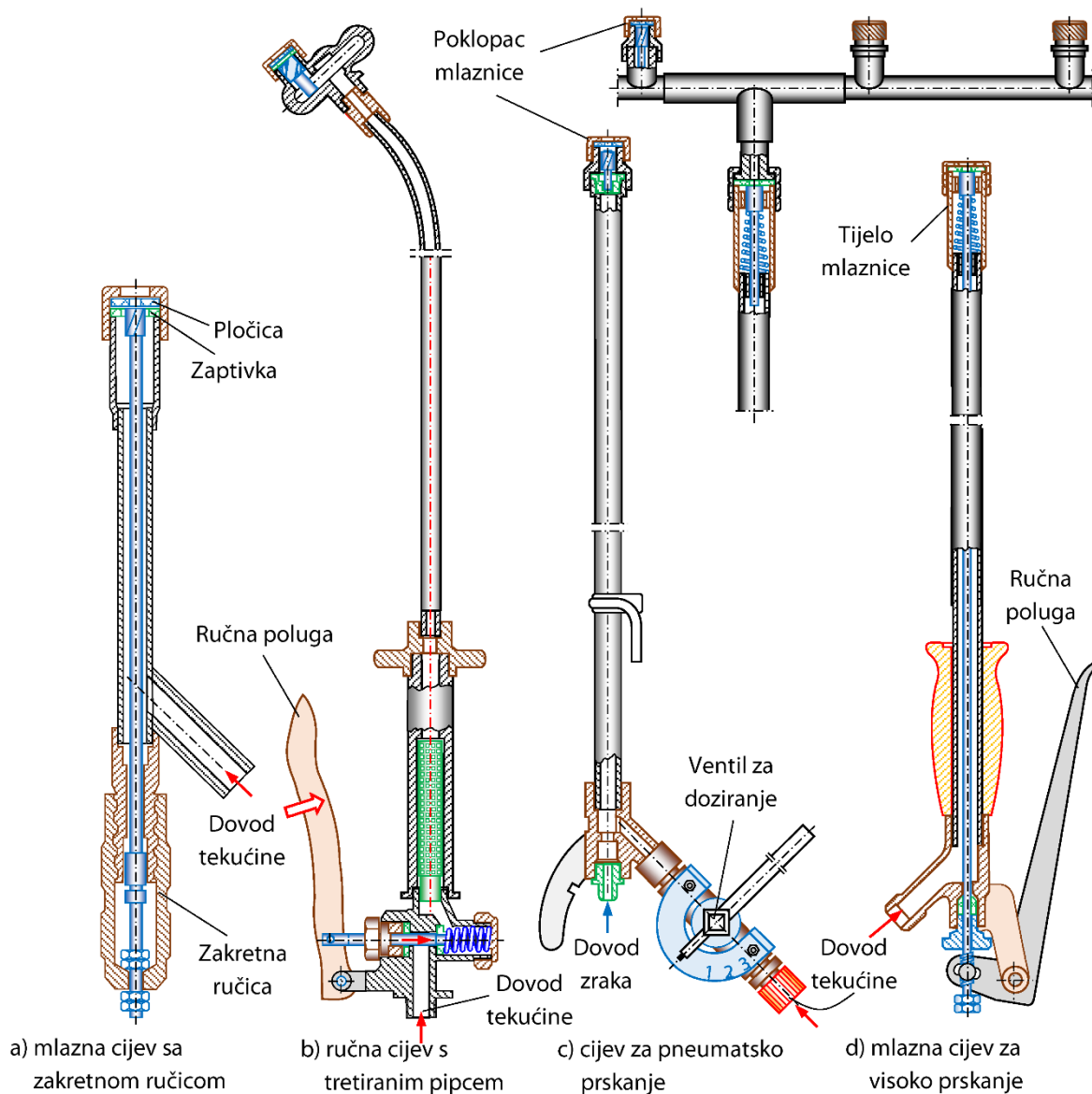
### 3.1.1.3. Uređaji za prskanje

Uređaji za prskanje ili armatura imaju funkciju usmjeravanja i raspoređivanja otopine pesticida na objekt zaštite, odnosno biljne dijelove. Distribucija kapljica ovisi o konstrukciji uređaja za prskanje i pravilnoj uporabi uređaja. Uređaji za prskanje mogu se podijeliti na:

- ručni uređaji za prskanje (palice) i
- automatski uređaji za prskanje.

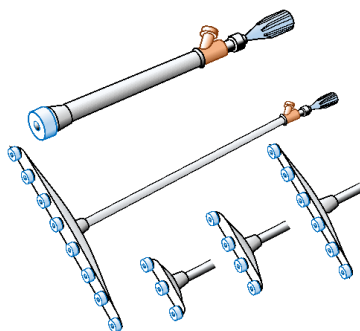
### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

Ručni uređaji koriste se u prskanju vinograda i mladih nasada voćaka, te u vrtlarskoj proizvodnji. Najjednostavniji uređaj za prskanje predstavlja metalna ili plastična cijev u koju ulazi tekućina pod tlakom preko ventila ili revolver uređaja, a izlazi kroz mlaznicu dezintegriranu u obliku mlaza sa sitnim kapljicama.



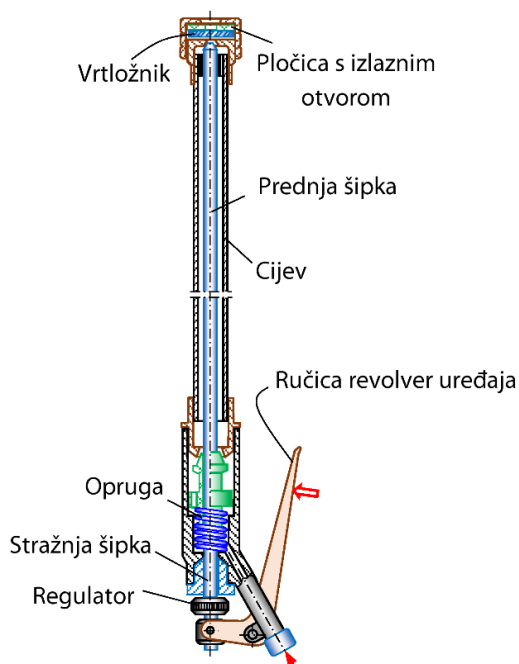
**Slika 3.28.** Ručni uređaji za prskanje  
(Izvor: original)

Palice koje rade s niskim tlakom tekućine imaju malo povijen vrh zbog lakšeg zahvaćanja naličja listova čime se postiže kvalitetnije prskanje. Palice koje imaju na vrhu dvije ili više mlaznica koriste se u vrtlarstvu i ratarstvu jer omogućuju veći radni zahvat i veći učinak. Isto tako, koriste se i u voćarstvu i vinogradarstvu te se postiže veći učinak u odnosu na one s jednom mlaznicom.



**Slika 3.29.** Različiti tipovi palica s 2, 3, 4, 6 i 8 mlaznica  
(Izvor: original)

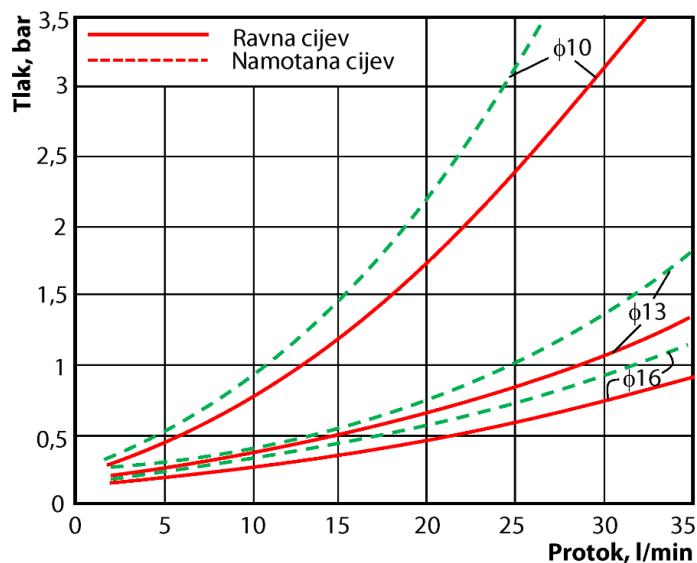
Primjenjuju se kod leđnih i prijevoznih prskalica i ovjesnih traktorskih prskalica. Dužina cijevi iznosi 0,5 – 2 m. Primjenom uređaja s više mlaznica kapacitet se kreće do 30 l/min, a kod uređaja s jednom mlaznicom 1,5 – 6 l/min. Kod uređaja za visokotlačno prskanje tekućina od crpke do mlaznice dolazi cijevima izrađenim od gume ili plastičnih masa preko ventila ili zatvarača revolver uređaja. Ventili otvaraju ili zatvaraju protok tekućine k mlaznici. Danas se koriste ventili koji reguliraju širinu i domet mlaza, a to se postiže primicanjem ili odmicanjem vrtložnika u tijelu mlaznice. Odmicanjem vrtložnika od izlazne pločice mlaznice postiže se manji kut izlaska mlaza i veći domet mlaza, slika 3.30.



**Slika 3.30.** Uređaj za visokotlačno prskanje voćaka  
(Izvor: original)

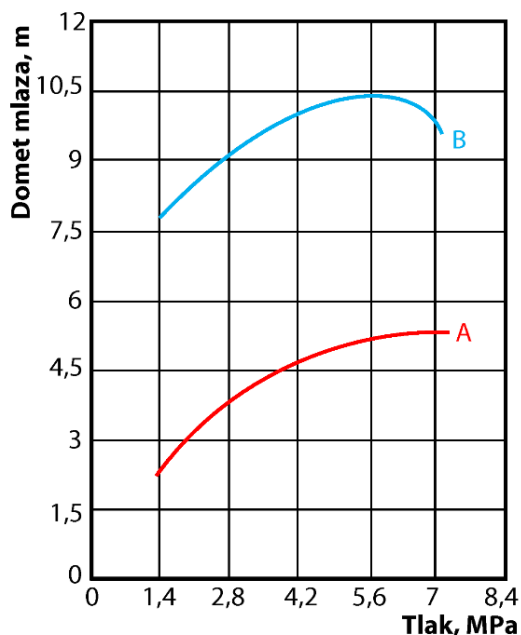
Kod prskanja vinograda na strmim terenima može se koristiti stacionarna prskalica kod koje cijevi mogu biti dugačke nekoliko desetaka metara. Cijevi su namotane na kolut gdje jedna cijev opskrbljuje više rukovatelja i svaki nosi po jednu mlaznicu. Prolazom tekućine kroz cijev tlak opada i to više ukoliko je cijev uža i dulja, slika 3.31.

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA



Slika 3.31. Dijagram promjene tlaka na svakih 10 m duljine gumene cijevi ovisno o protoku i položaju cijevi (Izvor: original)

Na domet mlaza utječe i duljina palice. Palice veće duljine pri istom tlaku daju veći domet mlaza. Utjecaj tlaka na domet kod duže i kratke palice prikazan je dijagramom, slika 3.32.

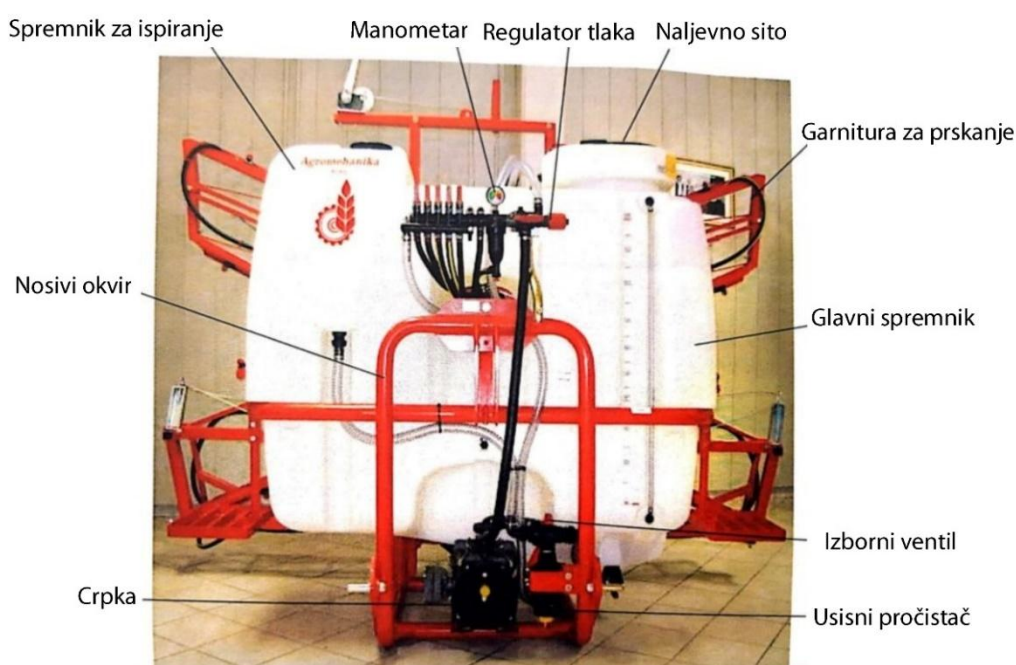


Slika 3.32. Prikaz utjecaja tlaka na domet mlaza kod kratke A i duge B palice (Izvor: original)

Iz slike je vidljivo da se kod duge, a tako i kod kratke palice povećava domet ili radarskim navođenjem prekida izbacivanje tekućine ili skreće pravac mlaza prema vočki kada se naiđe na prazni prostor između voćaka pa se na taj način smanjuju gubici tekućine.

### 3.2. Traktorske ovjesne prskalice

Ove prskalice su projektirane i konstruirane za nanošenje kemijskih zaštitnih sredstava u obliku kapljica vodene otopine na jednogodišnjim poljoprivrednim usjevima. U procesu prskanja zaštitno sredstvo izmješano je s određenom količinom vode s ciljem što ravnomjernije distribucije dezintegriranog mlaza tekućine u sitne kapljice, te deponiranja na biljnu masu, odnosno biljne organe ili po površini tla. Prednost prskalice u odnosu na druge strojeve je univerzalnost namjene, dobra kvaliteta rada, znatno veći broj radnih sati te ekonomičnost primjene. Značajna karakteristika prskalice je suvremena konstrukcija s uskim polietilenskim spremnikom zaobljenih bridova, s glatkim unutarnjim površinama i kosim dnom. Konstrukcija prskalice omogućuje kratku udaljenost težišta traktora do prskalice i kvalitetno miješanje otopine i mogućnost potpunog pražnjenja spremnika i lagano čišćenje. Na slici 3.33. prikazani su sastavni dijelovi prskalice.



**Slika 3.33.** Sastavni dijelovi ovjesne prskalice „AGS“ 800 EN

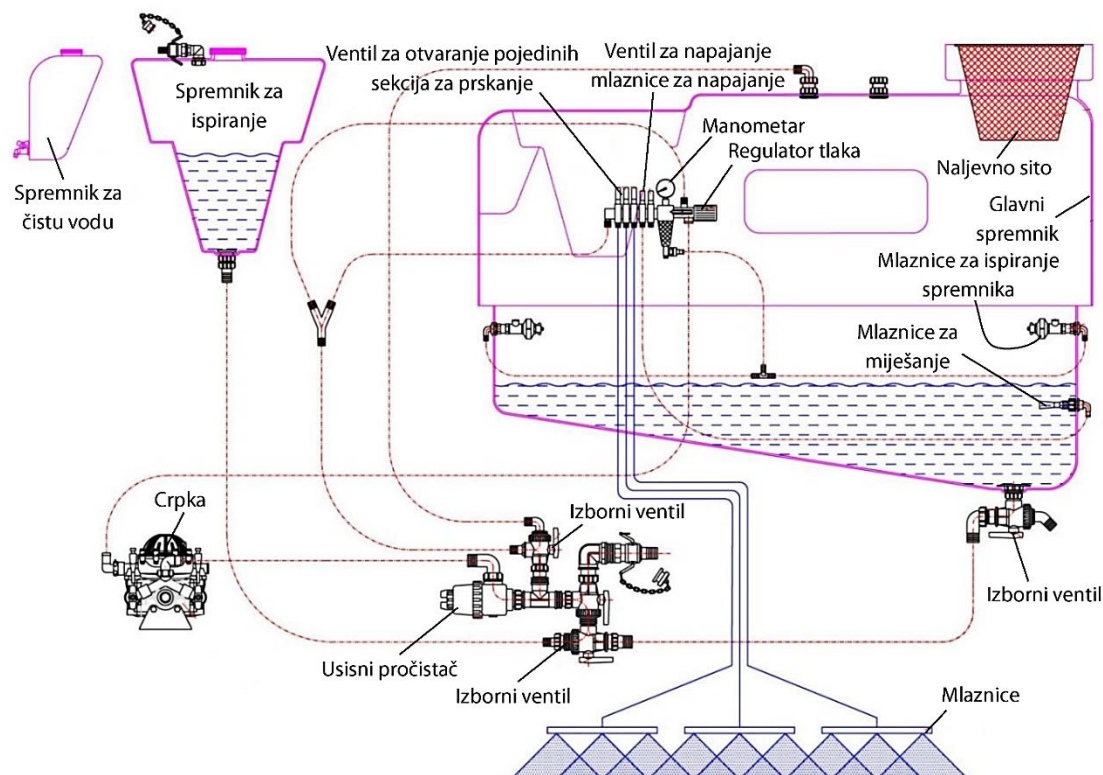
(Izvor: Uputstvo za upotrebu Agromehanika nošene traktorske prskalice AGS 400EN, AGS 600EN, AGS 800EN, AGS 1000EN i AGS 1200EN Rev.05/2017)

Prskalica se može opremiti i dodatnim priključcima koji omogućuju kvalitetniji rad i upravljanje. U dodatnu opremu ubraja se:

- hidrauličko podizanje garniture za prskanje
- hidrauličko upravljanje garniture za prskanje
- posuda za punjenje obujma 30 l
- ventili za čišćenje ambalaže
- ispiranje otopine u naljevnom situ
- daljinska regulacija
- elektronska regulacija AG-TRONIK

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

- usisna korpa s usisnom cijevi i
- komplet za centralno zatvaranje tlačnog voda.



**Slika 3.34.** Tehnološka shema rada prskalice

(Izvor: Uputstvo za upotrebu Agromehanika nošene traktorske prskalice AGS 400EN, AGS 600EN, AGS 800EN, AGS 1000EN i AGS 1200EN Rev.05/2017)

Spremnik je izrađen od kemijski otpornog polietilena visoke gustoće (PE-HD), zaobljenih bridova i glatkih unutarnjih te vanjskih površina, koje omogućuju lagano čišćenje. Dno spremnika nagnuto je zbog lakšeg pražnjenja i čišćenja. Na vrhu se nalazi otvor s poklopcem i sitom. Na prskalici se nalazi spremnik za ispiranje glavnog spremnika i ostalih elemenata prskanja poslije završenog rada, te spremnik za pranje ruku nakon rada s otopinom sredstava i vode. Obujam spremnika iznosi 15 litara. Mlaznice, jedna ili dvije, za miješanje sadržaja tekućine u spremniku nalaze se bočno u donjem dijelu spremnika. Mlaznicama se upravlja pomoću razvodnog ventila na regulatoru tlaka. Ona je otvorena kada je poluga na razvodnom ventilu u vertikalnom položaju.



**Slika 3.35.** Mlaznica za miješanje

(Izvor: <https://agromehanika.eu/hr/katalog/proizvod/ags-200-440>)

Usisni pročistač nalazi se između spremnika i crpke. Njegova funkcija je sprječavanje ulaska većih tvrdih čestica u crpku i dalje do regulatora tlaka. Gustoća mrežice pročistačkog uložka je 50 mesha, slika 3.36.



**Slika 3.36.** Usisni pročistač

(Izvor: Uputstvo za upotrebu Agromehanika nošene traktorske prskalice AGS 400EN, AGS 600EN, AGS 800EN, AGS 1000EN i AGS 1200EN Rev.05/2017)

Za čišćenje pročistačkog uložka najprije se odvije leptirasta matica na poklopcu pročistača i potom se svuče. Ventil ugrađen u pročistač zatvorit će istjecanje tekućine iz glavnog spremnika. Zatim se odvije matica na poklopcu pročistača i onda se skine poklopac. Zatim treba izvući pročistački uložak, očistiti (oprati) i vratiti na njegovo mjesto. Pročistač se ponovno sastavi obrnutim redoslijedom. Mlaznica za čišćenje unutrašnjosti glavnog spremnika smještena je s unutarne strane glavnog spremnika i služi za pranje unutrašnjeg dijela spremnika poslije završenog prskanja. Spojena je s jednim od ventila za napajanje na regulatoru tlaka pomoću kojega, ako je otvoren, dobiva traženu vodu za čišćenje, slika 3.37.



**Slika 3.37.** Mlaznice za čišćenje

(Izvor: Uputstvo za upotrebu Agromehanika nošene traktorske prskalice AGS 400EN, AGS 600EN, AGS 800EN, AGS 1000EN i AGS 1200EN Rev.05/2017)

### 3.2.1. Regulator tlaka tekućine

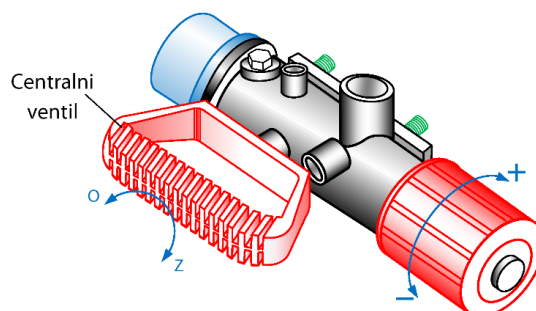
Na ovjesnoj prskalici kao redovita oprema nalazi se regulator tlaka PR 3 koji se koristi za preciznu regulaciju radnog tlaka 0 – 12 bar. Osnovna verzija regulatora PR 3-C sastoji se od centralnog regulacijskog ventila s integriranim vakuumskim sustavom za sprječavanje kapanja i od razvodnih ventila. Novija verzija PR 3-B umjesto razvodnih ventila ima ugrađene razvodno regulacijske ventile. Regulator može biti i sa samočišćećim tlačnim pročistačem, onda se u osnovnoj oznaci PR 3C nalazi i slovo F. Primjer: oznaka PR 3BF/5+1 znači regulator tlaka PR

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

3B sa samočišćenim pročistačem, pet razvodnih regulacijskih ventila i jednim razvodnim ventilom.

#### 3.2.2. Centralni regulacijski ventil

Centralni regulacijski ventil omogućuje regulaciju zadanog tlaka 0 – 12 bar. Okretanjem regulacijske matice desno radni tlak se povećava, u obrnutom smjeru smanjuje.

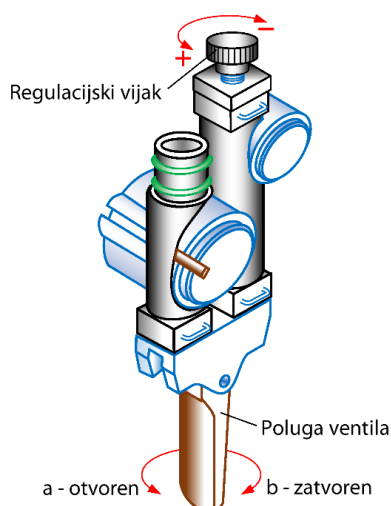


Slika 3.38. Centralno-regulacijski ventil  
(Izvor: original)

Centralni ventil se otvara-zatvara ručicom. Ako se strelica na ručici nalazi u poziciji lijevo (položaj „O“), protok do razvodnih ventila je otvoren, dok je zakretanjem u vodoravni položaj desno (položaj „Z“), protok do razvodnih ventila zatvoren. U tom položaju otvoren je protok kroz povratni vod te aktiviran vakuumski sustav sprječavana kapanja.

#### 3.2.3. Razvodno-regulacijski ventil „B“

Ovaj ventil osigurava konstantan radni tlak bez obzira na broj otvorenih razvodnih ventila, odnosno sekcija za prskanje. Ako se pomakne poluga ventila u položaj „a“, otvoren je protok do mlaznica za prskanje.



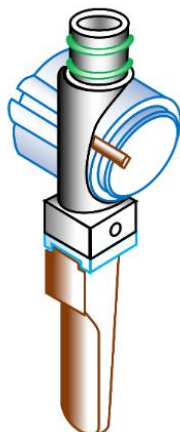
Slika 3.39. Razvodno-regulacijski ventil „B“  
(Izvor: original)

Ako je poluga u položaju „b“, napajanje mlaznica je zatvoreno, otvori se povratni ventil. Pravilno podešen povratni ventil vraća u spremnik jednaku količinu tekućine kao da se prska

mlaznicama, ako je poluga u položaju „a“, povratni ventil se može regulirati pomoću regulacijskog vijka. Ovaj regulator PR 3B opremljen je ventilima.

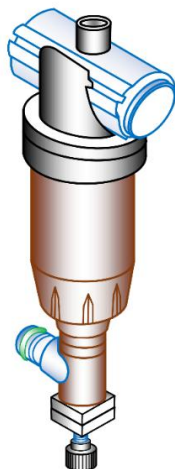
### 3.2.4. Razvodni ventil „C“

Razvodni ventili služe otvaranju i zatvaranju pojedinih sekcija na garniturama za prskanje manjih radnih širina, te otvaranje i zatvaranje sustava koji brine o stalnom miješanju tekućine u glavnom spremniku.



**Slika 3.40.** Razvodni ventil „C“  
(Izvor: original)

Mogu se koristiti i kao ventili za napajanje opreme koja ulazi u dopunsku opremu prskalice. Nalaze se na svim izvedbama regulatora tlaka tipa PR 3. Na regulatoru se nalazi samočisteći tlačni pročistač koji dodatno pročišćava tekućinu iz spremnika pred ulazak u mlaznice za prskanje. Grublji komadići koji ostaju u ulošku pročistača gustoće 50 mesha se za vrijeme čišćenja uloška vraćaju u spremnik kroz ventil na dnu uloška pročistača.



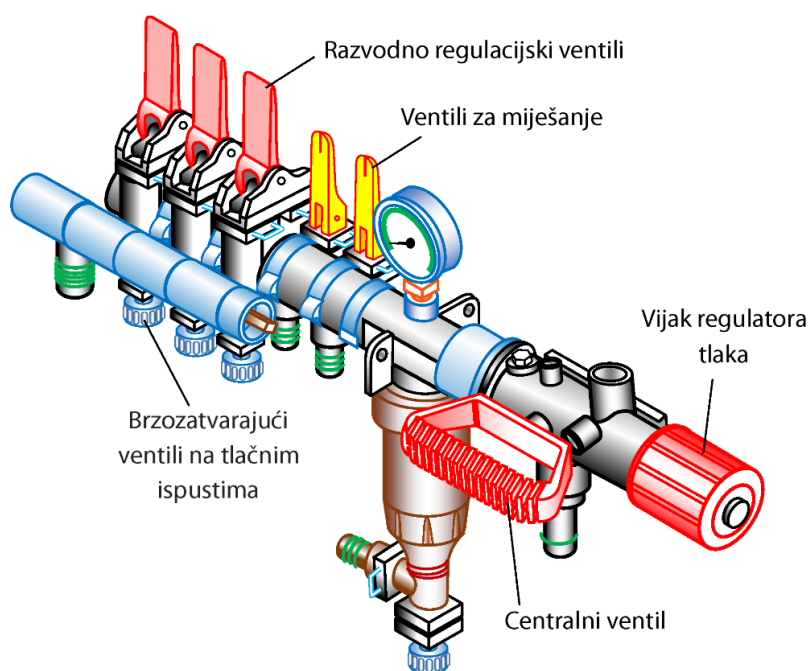
**Slika 3.41.** Samočisteći tlačni pročistač  
(Izvor: original)

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

Kod uporabe crpki s većim protocima moguće je regulatore tlaka rasteretiti otvaranjem ventila s donje desne strane pročistača. Ako se dogodi da se ne može postići traženi radni tlak, ventil se zatvori ili pritvori toliko koliko treba da tlak u sustavu naraste do željenog.

#### 3.2.5. Podešavanje regulatora za rad

Ova mjera obavlja se s čistom vodom, a prethodno se izračunava potrebna radna brzina s obzirom na hektarsku potrošnju i protok mlaznica. Podesi se broj okretaja motora traktora s obzirom na izračunatu radnu brzinu. Nakon toga se otvore svi razvodno regulacijski ventili i ventil za miješanje. Otvori se centralni regulacijski ventil i podesi radni tlak.



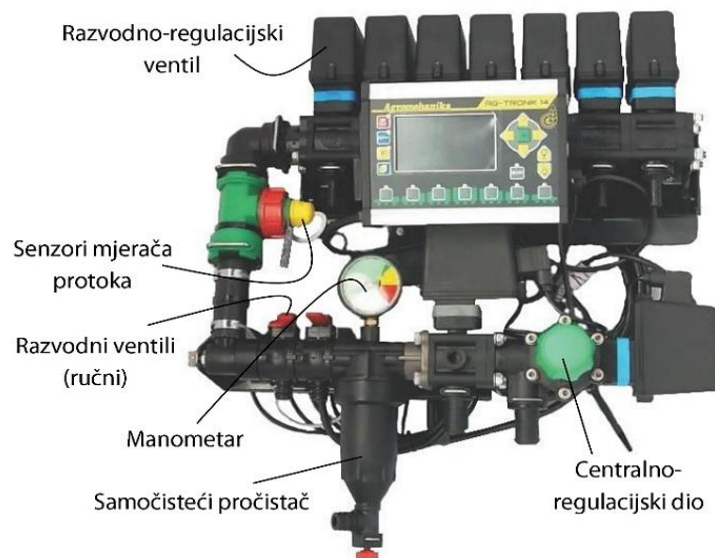
**Slika 3.42.** Regulator rada prskalice  
(Izvor: original)

Podesi se povratni ventil na razvodno-regulacijskim ventilima:

- Zatvori se prvi razvodno-regulacijski ventil. Radni tlak na manometru će se promijeniti.
- Okretanjem regulacijske matice na prvom ventilu ponovno se izravna tlak.
- Ostale razvodno regulacijske ventile podesi se na isti način. U slučaju promjene mlaznica potrebno je ponovno podesiti razvodno-regulacijske ventile.

#### 3.2.6. Regulator tlaka PR 3EC

Regulator tlaka PR 3EC namijenjen je elektronskoj ili daljinskoj regulaciji radnog tlaka na ovjesnim i vučnim prskalicama kod kojih se koristi radni tlak 0 – 12 bar. Upravljanje svih funkcija regulatora obavlja se pomoću AG-TRONIK-a kojim se upravlja rad elektromotora sa pojedinim ventilima, odnosno sekcijama prskanja. Na slici 3.43. vide se sastavni dijelovi regulatora.



**Slika 3.43.** Regulator PR 3EC

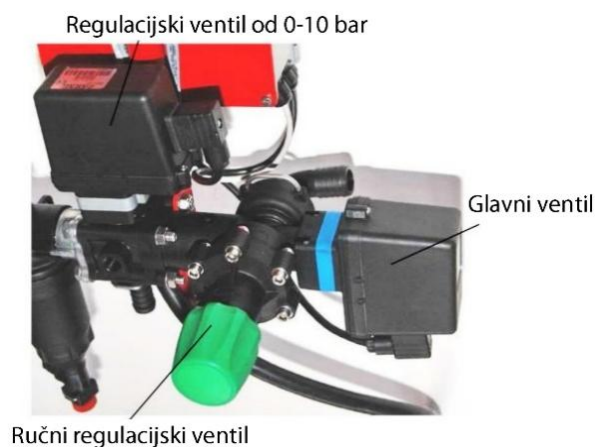
(Izvor: Navodilo za uporabu AG-TRONIK 14 ver . 2, Agromehanika, Kranj)

Osnovna oznaka regulatora je PR 3EC. Kada je dodano osnovnoj oznaci F, regulator je opremljen samočistećim pročistačima, M znači da regulator ima mjerac protoka, oznaka 7EC označava 7 elektronskih razvodno-regulacijskih ventila, a zadnji broj 2 znači da je regulator opremljen s dva ručna razvodna ventila. U sklop regulatora ulazi i mjerac brzine i pripadajući nosač senzora brzine. U ovom slučaju oznaka regulatora glasi PR-3ECMF/7EC+2.

### 3.2.7. Opis glavnih dijelova regulatora

Centralno-regulacijski sustav sastoji se od tri glavna sklopa:

- glavni MAIN ventil
- regulacijski ventil 0 – 10 bar, elektromotorni i
- ručni regulacijski ventil.



**Slika 3.44.** Glavni sklopovi centralnog regulacijskog sustava

(Izvor: Navodilo za uporabu AG-TRONIK 14 ver . 2, Agromehanika, Kranj)

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

Pomoću središnjeg regulacijskog ventila obavlja se centralno otvaranje i zatvaranje cijelog sustava, tlak se grubo regulira pomoću ručnog regulacijskog ventila, a fina regulacija pomoću elektromotornog regulacijskog ventila. Upravljanje glavnim ventilima (MAIN) i regulacijskim ventilima izvodi se pomoću AG-TRONIK-a, odnosno tipki koje se nalaze na AG-TRONIK-u. Ručno reguliranje tlaka obavlja se pomoću tipki, gdje se postavi zadani tlak. Potrebno vrijeme za regulaciju tlaka je 0 – 7 sekundi. Svrha ručnog regulacijskog ventila je grubo postavljanje maksimalnog tlaka. U slučaju prskanja s maksimalnim tlakom od 3 bar, postavi se tlak na oko 5 bar. Sa snižavanjem maksimalnog tlaka povećava se raspon fine regulacije. Samočišćeći pročistač dodatno pročišćava tekućinu za prskanje pred ulazak u mlaznice. Okretanjem kotačića u smjeru suprotnom od kazaljke na satu otvara se protok kroz ventil pročistača. Pri prskanju ventil je zatvoren. Prilikom čišćenja otvori se ventil i oslobodi se protok kroz tlačni pročistač u spremnik, slika 3.45.



**Slika 3.45.** Samočišćeći pročistač

(Izvor: Navodilo za uporabu AG-TRONIK 14 ver . 2, Agromehanika, Kranj)

Ručni razvodni ventil koristi se u različite svrhe:

- hidrauličko miješanje i
- unutarnje ispiranje spremnika.



**Slika 3.46.** Ručni razvodni ventil

(Izvor: Navodilo za uporabu AG-TRONIK 14 ver . 2, Agromehanika, Kranj)

Ventil je zatvoren kada je ručica u položaju kao na slici. Na gornjoj strani ručice vidljiva je oznaka 0. Ventil se otvara dizanjem crvene ručice.

### 3.2.8. Razvodno-regulacijski ventil EC

Razvodni ventili EC pomoću ugrađenih elektromagneta otvaraju i zatvaraju protok na pojedinačne dijelove garniture za prskanje. Otvaranje i zatvaranje ventila otvara se isključivo preko tipki na AG-TRONIK-u.



**Slika 3.47.** Razvodno regulacijski ventil EC

(Izvor: Navodilo za uporabu AG-TRONIK 14 ver . 2, Agromehanika, Kranj)

Senzor protoka prenosi impulse mjerača protoka AG-TRONIK-a. Područje mjerenja je 10 – 100 l/min. Mjerenje protoka odvija se putem turbine koja je smještena u kućištu protoka. Turbina mjerača osjetljiva je na ostatke sredstva za prskanje koji ostanu u mjerачu protok nakon prskanja, pa zato nakon svakog prskanja treba mjerач protoka očistiti vodom.



**Slika 3.48.** Senzor protoka

(Izvor: Navodilo za uporabu AG-TRONIK 14 ver . 2, Agromehanika, Kranj)

Umjesto mjerača protoka s turbinom može se montirati elektromagnetni mjerач protoka kod kojega ne postoje dijelovi koji se mogu vratiti u unutrašnjost mjerača protoka i tako nije osjetljiv na prljavštinu i pijesak. Preporuča se uporaba elektromagnetskog mjerača protoka u područjima gdje se nalazi čista voda koja se koristi za prskanje, a u kojoj ima sitnog pijeska.

#### 3.2.9. Sklop razvodnih ventila EC-06

Zadatak razvodnih ventila je opskrbljivanje pojedinačnih prskajućih krila tekućinom za prskanje. Zadnji ventil u sklopu je optočni ventil i preuzima funkciju glavnog ventila (MAIN). Ovaj sklop se sastoji od:

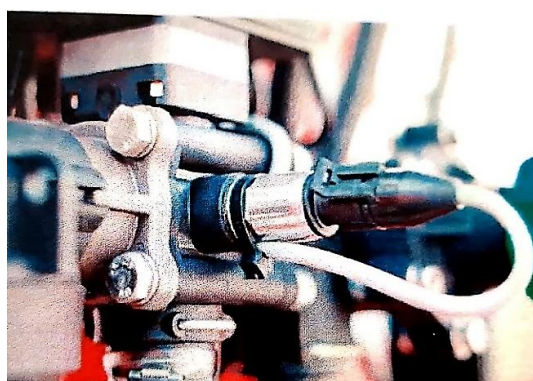
- razvodnih ventila (1)
- mjerača protoka (2)
- optočnih ventila (3) i
- priključka za manometar i tlačni prekidač (4).



**Slika 3.49.** Sklop razvodnih ventila

(Izvor: Navodilo za uporabu AG-TRONIK 14 ver . 2, Agromehanika, Kranj)

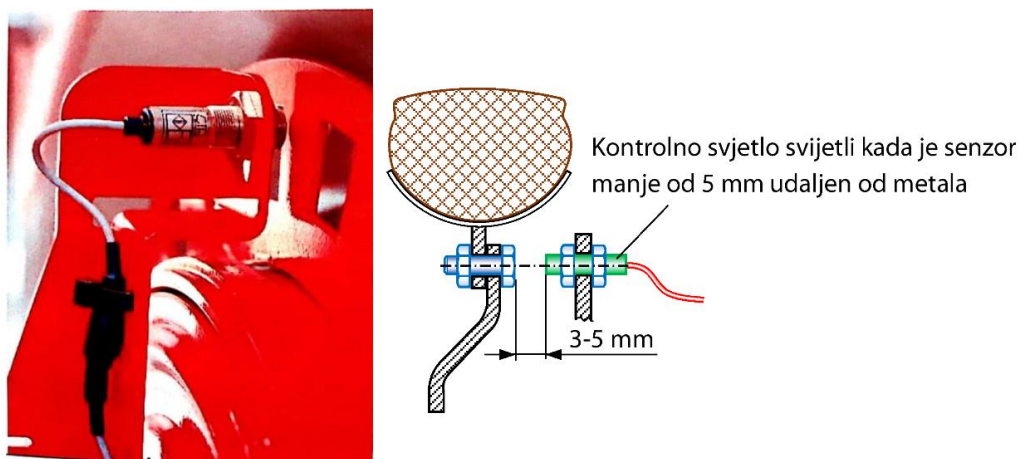
Razvodni ventili mogu imati tlak oko 20 bar, a protočna količina ovisi o veličini izlaznog nastavka. Veličina izlaznog nastavka za razvodne ventile je 13 mm, a veličina izlaznog nastavka optočnog ventila je promjera 19 mm. Na optočnom ventilu nalazi se priključak za manometar ili tlačni prekidač za mjerenje tlaka ili protoka. Tlačni senzor može se postaviti umjesto mjerača protoka pa se posredno može mjeriti protok s tlačnim senzorom. Tlačni senzor montira se umjesto manometra. Mjerenje i očitavanje tlaka ispisuje se na početnoj slici na zaslonu AG-TRONIK-a. Pomoću tlačnog senzora posredno se mjeri protok ovisan o protoku mlaznica.



**Slika 3.50.** Tlačni senzor

(Izvor: Navodilo za uporabu AG-TRONIK 14 ver . 2, Agromehanika, Kranj)

Mjerenje brzine izvedeno je preko induktivnog bez kontaktnog senzora. Kod vučenih prskalica montira se na vratilo zadnjeg desnog kotača, a kod ovjesnih prskalica montira se na okvir traktora tako da mjeri prolaze vijaka kotača.

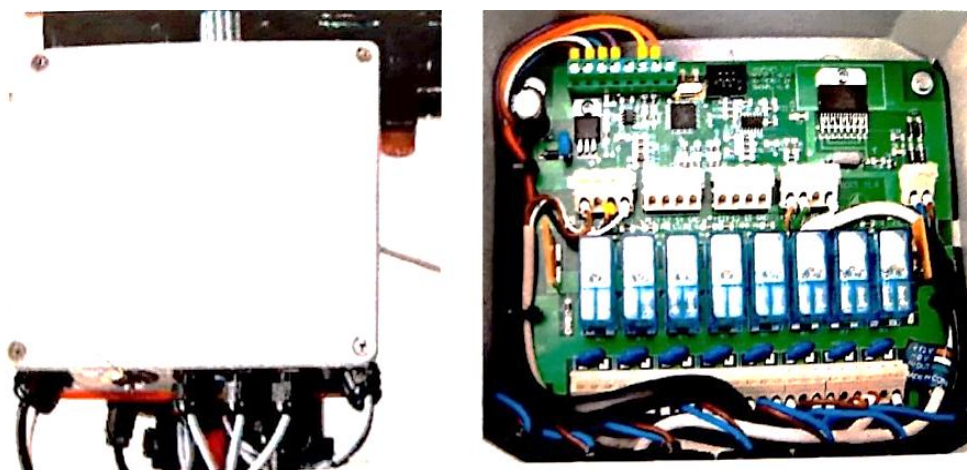


**Slika 3.51.** Senzor brzine

(Izvor: Navodilo za uporabu AG-TRONIK 14 ver . 2, Agromehanika, Kranj)

### 3.2.10. Električni priključni ormarić

Svi senzori i elektromotori povezani su u električnom ormariću, gdje se nalazi i procesorski dio AG-TRONIK-a. Na upravljačkom ormariću AG-TRONIK-a nalaze se zaslone, tipke i poveznice koje su potrebne za komunikaciju s električnim ormarićem. U ormariću je uz procesorski dio još i naponski dio s automatskim osiguračima, relejima priključnih spona. Osiguravanje motora izvedeno je putem automatskih osigurača. Senzor brzine uključen je na donji dio ormarića preko konektora kod vučenih, a kod ovjesnih je priključen na AG-TRONIK. Senzor protoka povezuje se s ormarićem preko priključnih spona.



**Slika 3.52.** Električni priključni ormarić

(Izvor: Navodilo za uporabu AG-TRONIK 14 ver . 2, Agromehanika, Kranj)

### 3.2.11. Crpka

Na prskalicama AGS-EN ugrađene su klipno-membranske crpke tipa BM 65/30; BM 105/20 i BM 150/20 su niskotlačne. Pogodne su za transport pesticidnih suspenzija i tekućih gnojiva. U tablici 3.4. prikazane su tehničke karakteristike navedenih crpki.

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

Tablica 3.4. Tehničke karakteristike crpki

TIP CRPKE	BM 65/30	BM 105/20	BM 150/20
Kapacitet (l/min)	68	93	149
Maksimalni radni tlak (bar)	25	20	20
Dozvoljeni broj okretaja (min <sup>-1</sup> )	540	540	540
Potrebna snaga za pogon (kW)	3,2	3,5	5,5
Broj membrana-tlačnih (kom.)	2	3	4
Masa (kg)	13,2	14,8	24,4
Tip ulja	HIPOIDOL SAE 90	HIPOIDOL SAE 90	MOTORNO SAE 15W30

#### 3.2.12. Elektronska regulacija na prskalici AGS-800 EN

Na prskalicama AGS Agromehanika nalazi se procesorski upravljani uređaj za praćenje i automatsko reguliranje prskanja uređajima za kemijsku zaštitu bilja koji se naziva Ag-tronik. Na slici 3.53. prikazan je uređaj za elektronsku regulaciju Ag-tronik.



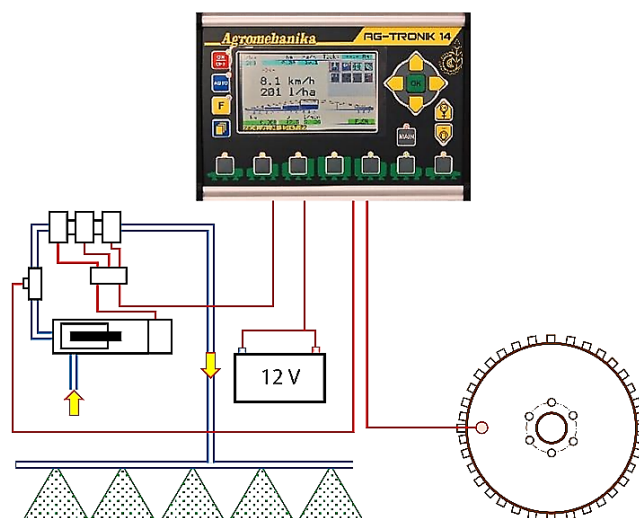
Slika 3.53. Elektronski uređaj sa sklopovima

(Izvor: <https://agromehanika.eu/hr/katalog/proizvod/skropilnica-ags-1500-en>)

AG-TRONIK se koristi u kombinaciji s regulatorom PR 3EC. Napajanje Ag-tronika izvedeno je preko trolejnog konektora na električni strujni krug napona 12 V. Podatke o stanju centralnog regulacijskog ventila i razvodnih ventila dobiva AG-TRONIK preko spojnog kabla iz spojnog električnog ormarića, koji je montiran na regulatoru PR-3EC. AG-TRONIK preko regulacijskog ventila na regulatoru regulira radni tlak, odnosno protočnu količinu.



**Slika 3.54.** Elektronski uređaj AG-TRONIK 14  
 (Izvor: <https://agromehanika.si/product/ag-tronik-14-shop>)



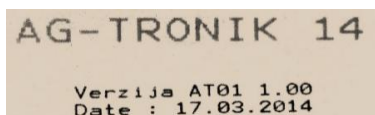
**Slika 3.55.** Funkcionalna shema sustava  
 (Izvor: Navodilo za uporabu AG-TRONIK 14 ver . 2, Agromehanika, Kranj)

Potrebne podatke za izračunavanje stvarne hektarske potrošnje AG-TRONIK dobiva na temelju:

- senzora protoka koji je ugrađen u sklop regulatora PR-3EC i
- senzora brzine koji se nalazi na prednjem traktorskom kotaču kod vučenih prskalica.

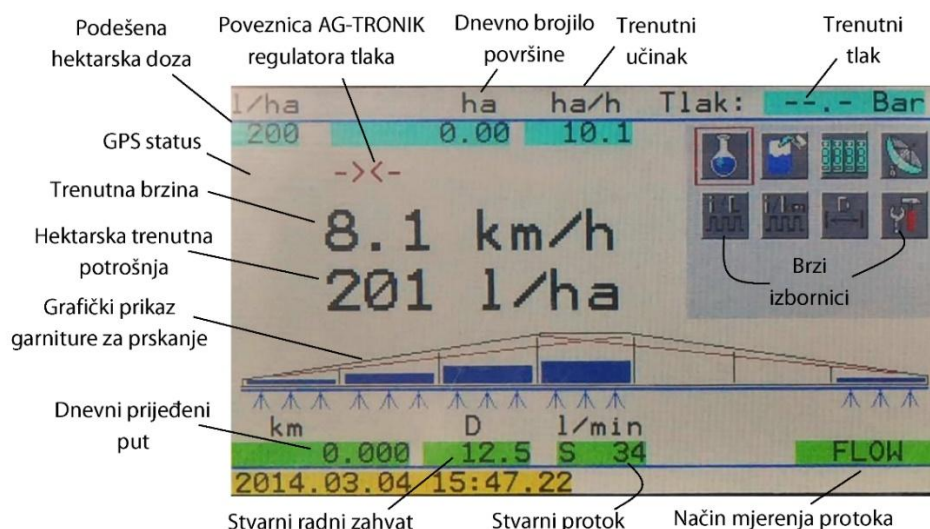
Senzor protoka je sastavni dio regulatora PR-3EC i priključen je u električni ormarić na regulatoru protoka. AG-TRONIK se postavlja na odgovarajuće mjesto u kabini traktora, obično na desnoj strani kraj prozora ili na okvir traktorske kabine. Nakon toga se priključuje prskalica za traktor i onda se poveže kabel regulatora s AG-TRONIK-om, te senzore brzine i priključenje kabela za napajanje u traktorski strujni krug napona 12V. Pritiskom na tipku ON/OFF uključuje se zaslon na zaslonu AG-TRONIK-a.

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA



**Slika 3.56.** Izgled zaslona uređaja AG-TRONIK-a  
(Izvor: Navodilo za uporabu AG-TRONIK 14 ver . 2, Agromehanika, Kranj)

Na osnovnoj slici ispisano je više podataka, vidljivo na slici 3.57.



**Slika 3.57.** Podaci o prskanju  
(Izvor: Navodilo za uporabu AG-TRONIK 14 ver . 2, Agromehanika, Kranj)

Ručni način regulacije tlaka pomoću „MAIN“ ventila obavlja se za vrijeme rada povećanjem ili smanjivanjem radnog tlaka vezano za hektarsku potrošnju, dakle prskanje se obavlja bez djelovanja računala, odnosno automatske regulacije. Pomoću tipki „MAIN“ otvara se glavni ventil i pojedine sekcije, a pomoću drugih tipki regulira se radni tlak. Reguliranje tlaka pomoću tipki je moguće samo kada je glavni centralni ventil uključen. Ako su u AG-TRONIK unešeni pravilni parametri za senzore brzine, senzor protoka i radni zahvat, onda se može putem zaslona pratiti sve glavne parametre, kao što su:

- hektarska potrošnja
- radna brzina
- radni zahvat
- tretirana površina
- učinak
- prijeđeni put i
- analize.

Kod automatske regulacije zadanu hektarsku dozu (l/ha) regulira AG-TRONIK, ali zato trebaju biti ispunjeni određeni uvjeti kao što su:

- pravilan izbor parametara prskanja
- pravilan izbor sredstava
- pravilan izračun koncentracije i
- prikladnost prskanja s obzirom na vremenske uvjete.

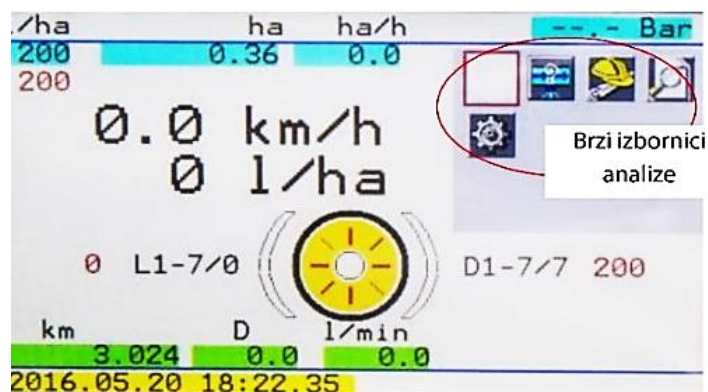
Ako su navedeni uvjeti ispunjeni, prskanje je pomoću AG-TRONIK-a jednostavno. Od rukovatelja se zahtjeva održavanje konstantne radne brzine, pri kojoj je brzina na granicama sposobnosti mlaznica da izbací hektarsku zadanu dozu (l/ha) pri radnom tlaku, za mlaznice (ST i LU od 1,5 – 5 bar i ID 2 – 8 bar), pravovremeno uključenje i isključenje centralnog ventila MAIN.

### 3.2.13. Prskanje

Prije početka vožnje agregata još jednom se provjerava minimalna radna brzina i po potrebi se mijenja. Nakon toga se uključuju sekcijски ventili i započne se s prskanjem. Istodobno se provjerava i je li uključen automatski način rada. U trenutku kada se započne s prskanjem, uključi se „MAIN“ ventil i AG-TRONIK se pobrine da u što kraćem vremenu postigne zadanu hektarsku dozu. Ako je pravilno podešena minimalna brzina, AG-TRONIK se pobrine za automatsko otvaranje i zatvaranje glavnog ventila na regulatoru. Na kraju parcele ili kraju rada kada se smanji brzina vožnje ispod minimalne, automatski se zatvori centralni (glavni ventil) i ponovno se otvori kada brzina prskanja prijeđe minimalnu podešenu brzinu. Pri optočnoj regulaciji djeluje MAIN ventil koji otvara optočni ventil i automatski se zatvaraju sva otvorena prskajuća krila. Na tim prskajućim krilima se umjesto crvene boje na diodi, upali zelena boja. Nakon što se isključi tipkom MAIN, zatvara se optočni ventil i automatski se otvaraju razvodni ventili kod kojih je bila isključena tipka za razvodni ventil (gori zelena led dioda nad tipkom). Tipke za razvodne ventile neovisne su od MAIN ventila i mogu se otvarati i zatvarati kada je tipka za MAIN ventil isključena. Ventili djeluju povezani s MAIN ventilom i otvaraju se i zatvaraju ovisno o položaju tipke za MAIN ventil.

### 3.2.14. Programiranje

Za ulaz u program „PROGRAMIRANJE“ koriste se brzi izbornici. Izbornici se nalaze u gornjem desnom dijelu zaslona. Crvenim okvirom označena je ikona svakoga poglavlja.

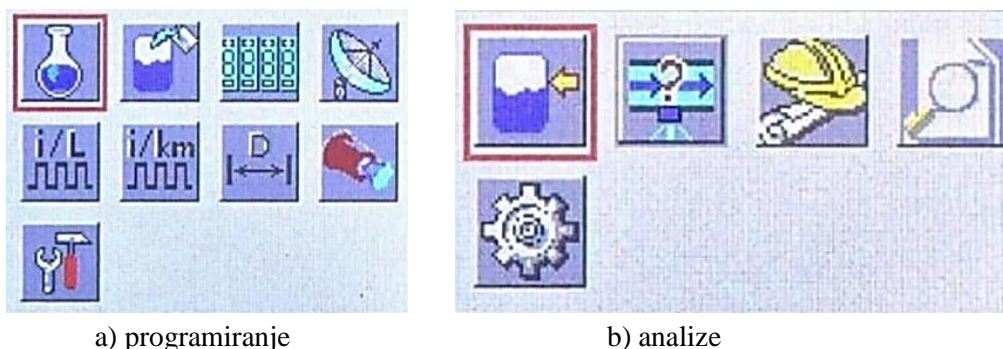


Slika 3.58. Brzi izbornici

(Izvor: Navodilo za uporabu AG-TRONIK 14 ver . 2, Agromehanika, Kranj)

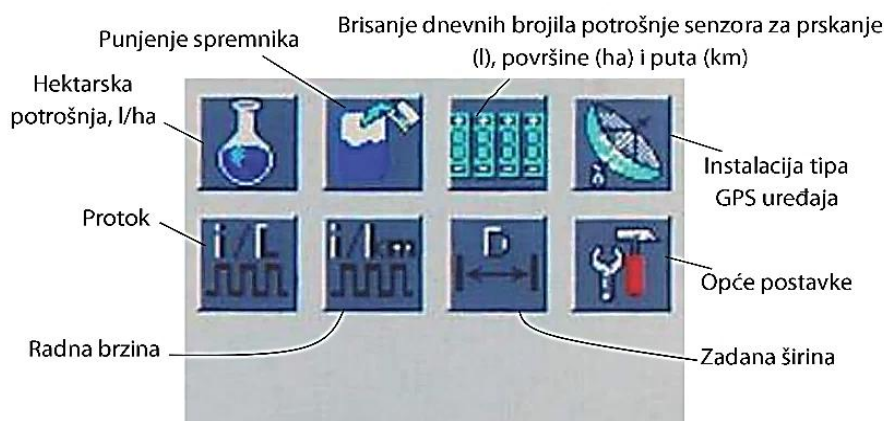
Pomoću tipke obavlja se odabir između izbornika *Programiranje* ili *Analize*.

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA



a) programiranje  
b) analize  
**Slika 3.59.** Vrsta izbornika  
(Izvor: Navodilo za uporabo AG-TRONIK 14 ver . 2, Agromehanika, Kranj)

Ikone na slici 3.60. imaju sljedeće značenje, odnosno označavaju određena poglavlja.

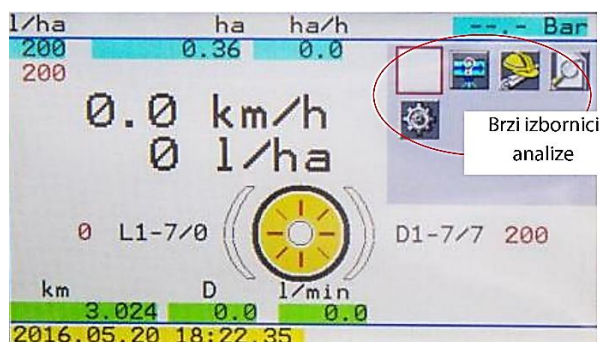


**Slika 3.60.** Oznake poglavlja  
(Izvor: Navodilo za uporabo AG-TRONIK 14 ver . 2, Agromehanika, Kranj)

Do željene ikone dolazi se pomoću tipki (lijevo, desno, gore i dolje, a tipkom „OK“ odabire se željeno poglavlje).

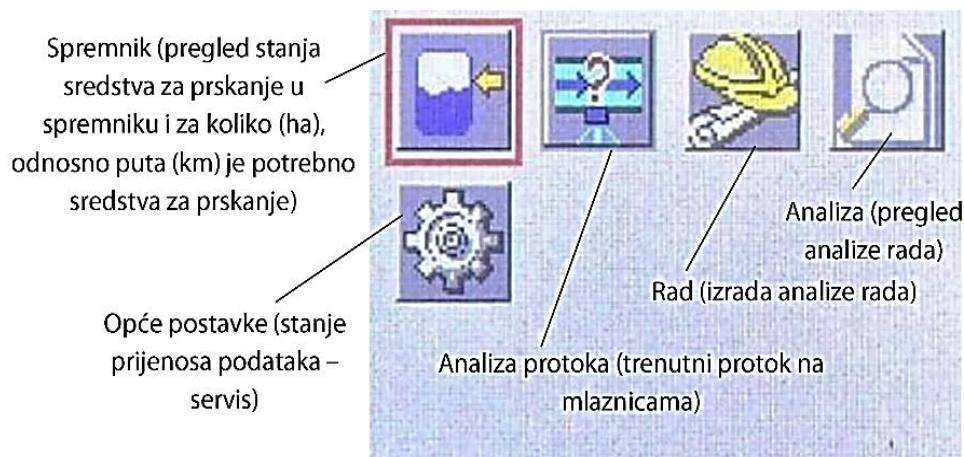
#### 3.2.15. Analize

Za rad u programu *ANALIZE* koriste se brzi izbornici. Izbornici se nalaze u gornjem desnom dijelu zaslona. Crvenim okvirom označena je ikona svakog poglavlja, slika 3.61.



**Slika 3.61.** Brzi izbornici analize  
(Izvor: Navodilo za uporabo AG-TRONIK 14 ver . 2, Agromehanika, Kranj)

Na slici 3.62. prikazane su ikone koje imaju određeno značenje, odnosno označavaju određena poglavlja.



**Slika 3.62.** Značenje poglavlja

(Izvor: Navodilo za uporabu AG-TRONIK 14 ver . 2, Agromehanika, Kranj)

Do željene ikone dolazi se pomoću tipki pomičući se tipkom lijevo, desno, gore i dolje, a s tipkom „OK“ potvrđujemo odgovarajuće poglavlje i pomičemo se po poljima. Priključivanje GPS-a obavlja se na desnoj strani AG-TRONIK-a, gdje se nalaze dva konektora za priključivanje. Gornji GPS izlaz, slika 3.63. namijenjen je povezivanju s GPS uređajem jednostavnijeg tipa, koji bilježi i ispisuje poprskane površine na bazi otvorenosti glavnog ventila. Donji konektor namijenjen je priključenju GPS uređaja preko kojeg se može upravljati prskalicom, odnosno krilima za prskanje.



**Slika 3.63.** Mjesta za priključivanje GPS-a na Ag-TRONIK

(Izvor: Navodilo za uporabu AG-TRONIK 14 ver . 2, Agromehanika, Kranj)

GPS serijska komunikacija priključuje se na donji konektor preko kojega se može upravljati pojedinačnim sekcijama garniture za prskanje. Uključi se AG-TRONIK i kada se na AG-TRONIK-u prikaže osnovna slika, uključi se GPS uređaj. Kod pokretanja GPS uređaj „pročita“ važnije postavke iz AG-TRONIK-a, kao što su: radna širina, hektarska potrošnja i drugo. Serijska komunikacija namijenjena je međusobnoj komunikaciji uređaja i izmjeni sljedećih podataka:

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

---

- radna brzina
- stanje otvorenosti sekcijskih ventila
- poprskane površine
- hektarske doze i
- prijeđeni put.

Ovi podatci važni su za ispravno djelovanje i upravljanje prskalicom.

#### 3.2.16. Uređaji za prskanje - garnitura za prskanje

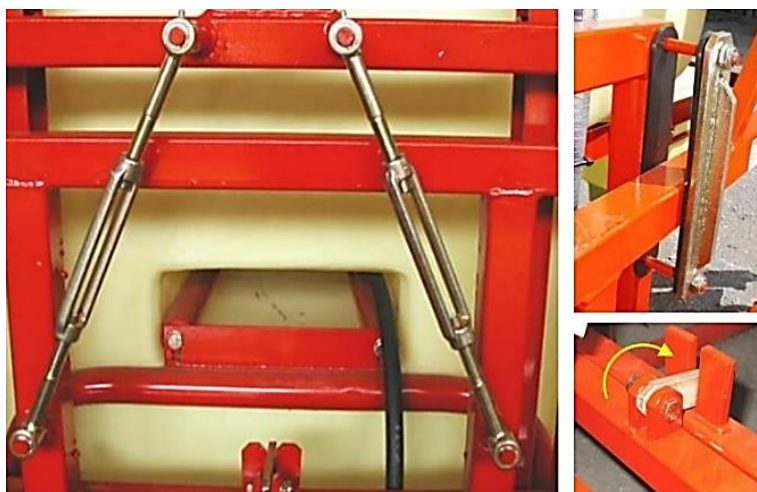
Uređaji za prskanje tipa MRX ulaze u skupinu ručno upravljanih sustava, odnosno ručno otvaranih i ručno zatvaranih. Opremljeni su trapeznim mehanizmom za prilagođavanje visine prskanja ovisno o konfiguraciji terena, stabilizatorom bočnog njihanja, sigurnosnim mehanizmom i nosačima mlaznica s ugrađenim anti-drip sustavom protukapajućih ventila.



**Slika 3.64.** Prskajuća krila

(Izvor: <https://agromehanika.eu/hr/katalog/proizvod/skropilnica-ags-1500-en>)

Uređaji za prskanje tipa MY su hidraulički upravljani sustavi uređaja za prskanje. Pomoću hidro cilindara obavlja se otvaranje i zatvaranje u radni i transportni položaj. Ovaj sustav ima ugrađen trapezni mehanizam za prilagođavanje visine prskanja ovisno o konfiguraciji terena, stabilizator bočnih njihanja, sigurnosni mehanizam i nosač mlaznica s ugrađenim anti-drip ventilima ili protukapajućim ventilima. Konstrukcija trapeznog mehanizma koja je prikazana na slici 3.65. omogućuje prilagođavanje bočnog nagiba uređaja za prskanje na terenu  $\pm 10^\circ$  nagiba i uobičajenog nagiba do  $5^\circ$ . Trapezni uređaj radi sigurno ako je pravilno podešen i ako su klizne pločice dovoljno podmazane s masti. Zazor između kliznih pločica treba omogućiti da se uređaj za prskanje kada je deblokiran, može ručno bez otpora pomaknuti u krajnji nagibni položaj i sam vratiti u vodoravni položaj, pri čemu zazor ne smije biti vidljiv, slika 3.65. desno.



**Slika 3.65.** Trapezni mehanizam

(Izvor: Uputstvo za upotrebu vučena traktorska prskalica Agromehanika AGS 1500 EN, 2017)

Jezičak koji služi za ograničenje rada trapeza, slika 3.65. desno dolje, koristi se za transportni položaj i u slučaju ako se koristi samo jedna strana prskajućih krila, te pri vožnji paralelnom s nagibom terena većim od  $7^\circ$ . U slučaju kada je nagib terena manji od  $7^\circ$ , potrebno je deblokirati garnituru za prskanje i podesiti zateznicu, tako da je uređaj za prskanje paralelan s tlom i tada će on pratiti podešeni nagib. Za ručno podizanje i spuštanje uređaja za prskanje, prskalica je opremljena ručnom dizalicom i čvrsto je pričvršćena na sredini okomitih vodilica uređaja za prskanje. Uređaj za prskanje se pomoću čeličnog kotača nosi na čeličnom užetu između dizalice i vučene opruge, koja ima funkciju ublažavanja okomitih udaraca zbog mase uređaja za prskanje. Okomiti hod kod namještanja visine moguć je zbog klizanja pomoću četiri kotačića, i to po dva sa svake strane, slika 3.66.



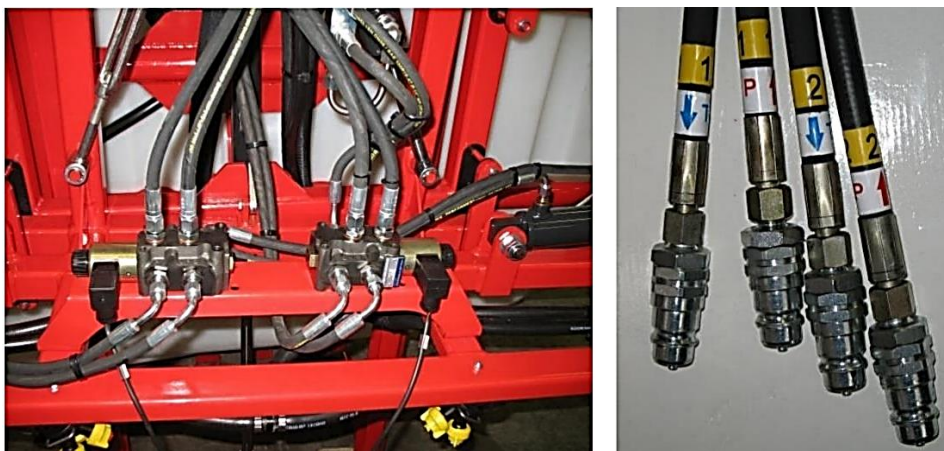
**Slika 3.66.** Ručna dizalica

(Izvor: Uputstvo za upotrebu Agromehanika nošene traktorske prskalice AGS 400EN, AGS 600EN, AGS 800EN, AGS 1000EN i AGS 1200EN Rev.05/2017)

Kod uređaja za prskanje tipa MY-H hidrauličko upravljanje vrši se pomoću elektromagnetnih hidrauličkih ventila s korištenjem kontrolnog ppanoa, dva prekidača i grafičkim prikazom svih korisnih funkcija hidrauličkog upravljanja, koji se namješta u kabini traktora. Za priključenje

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

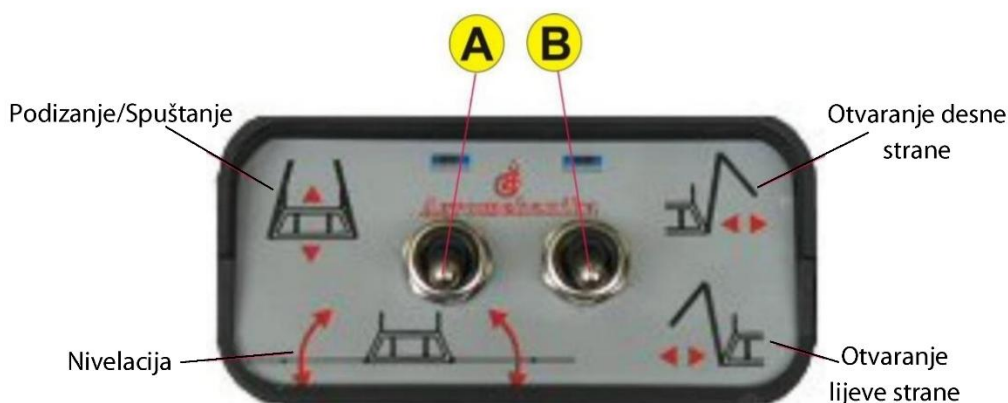
hidraulike traktor treba biti opremljen s dva para standardnih priključaka. Da ne bi došlo do pogreške u povezivanju hidrauličkih cijevi uređaja s traktorskom hidraulikom i time do nepravilnog rada kod upravljanja uređaja za prskanje, sve hidrauličke cijevi na uređaju za prskanje posebno su označene kao: crvena P - tlačni vod, plava T - povratni vod.



**Slika 3.67.** Hidraulički sklop uređaja za prskanje i oznake na cijevima

(Izvor: Uputstvo za upotrebu vučena traktorska prskalica Agromehanika AGS 1500 EN, 2017)

Nakon priključivanja hidrauličkih cijevi uređaja za prskanje na priključke hidraulike na traktoru i uz pomoć kontrolno-upravljačke kutije smještene u kabini traktora mogu se otvarati i zatvarati prskajuća krila, odnosno postaviti iste u radni ili transportni položaj, slika 3.68.



**Slika 3.68.** Upravljačka kutija za otvaranje i zatvaranje prskajućih krila

(Izvor: Uputstvo za upotrebu vučena traktorska prskalica Agromehanika AGS 1500 EN, 2017)

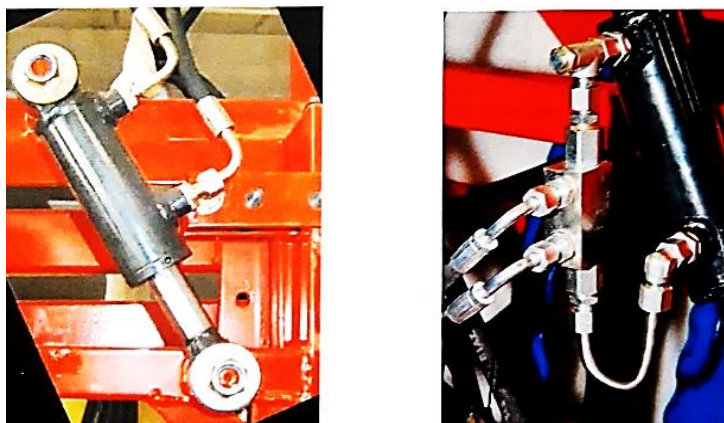
Prekidač „A“ na upravljačkoj kutiji (slika 3.68) postavi se u položaj „1“ i pomoću hidrauličkog ventila u traktoru započinje s podizanjem prskajućih krila (garniture). Za vrijeme podizanja nepovratni ventil s namještenom točkom putuje po letvi (slika 3.69 desno). Njen oblik je takav da na određenoj visini, kada kočeći „zub“ ne leži više u transportnom osiguraču (slika 3.69 lijevo), otvori protok ulja kroz nepovratni ventil do ventila za upravljanje otvaranja. Pomoću poluge drugog traktorskog hidrauličkog ventila započne s otvaranjem desne (položaj prekidača na kontrolnoj upravljačkoj kutiji „B3“ ili „B4“) strane. Uređaj za prskanje (garnitura) spušta se na zadanu radnu visinu i po potrebi se hidrocilindrom nivelira. Proces zatvaranja obavlja se obrnutim redoslijedom.



**Slika 3.69.** Proces otvaranja/zatvaranja prskajućih krila

(Izvor: Uputstvo za upotrebu vučena traktorska prskalica Agromehanika AGS 1500 EN, 2017)

Hidraulička nivelacija uređaja za prskanje obavlja se pomoću hidrauličkog ventila u vožnji, koji kontrolira i regulira nagib garniture za prskanje. Sustav se koristi kod rada na neravnom terenu, gdje je potrebno kod svakog okretanja regulirati nagib prskajućeg uređaja ili garniture. Za priključenje hidrauličke nivelacije na traktoru potreban je jedan dvostruki hidraulički priključak.

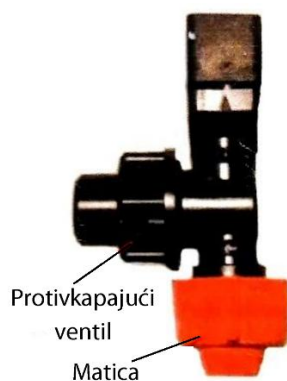


**Slika 3.70.** Hidraulički uređaj za nivelaciju uređaja za prskanje

(Izvor: Uputstvo za upotrebu vučena traktorska prskalica Agromehanika AGS 1500 EN, 2017)

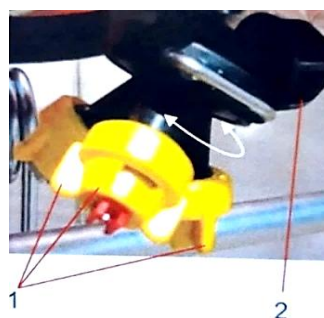
### 3.2.17. Nosači mlaznica

Standardna oprema prskalice na uređaju za prskanje su membranski jednostruki nosači mlaznica u kojima se nalaze uložci mlaznica. Uložak mlaznice nalazi se ispod matice, koji je za različite vrste uložaka mlaznica različit. U komplet samog nosača ulazi i protukapajući ventil, koji obavlja funkciju sprječavanja kapanja sredstva za prskanje kroz uložak mlaznice za vrijeme prekida prskanja, slika 3.71.



**Slika 3.71.** Nosač membrane mlaznice

(Izvor: Uputstvo za upotrebu vučena traktorska prskalice Agromehanika AGS 1500 EN, 2017)



**Slika 3.72.** Trostruki nosač mlaznice

Kao dopunska oprema u uređaje za prskanje može se ugraditi trostruki nosač mlaznice. Od 2012. godine prskalice se oprema s tri različite vrste uložaka mlaznica. Za učvršćivanje ili montažu služe matice mlaznica (1., slika 3.72), kod kojih su oblik i boja za različite tipove uložaka različiti. Okretanjem donjeg dijela nosača u smjeru kazaljke na satu, dok se ne zakoči, moguće je jednostavno promijeniti uložak mlaznice potreban za rad u danom trenutku. I ovi nosači u sustavu imaju protivkapajući membranski ventil (2. slika 3.72) za sprječavanje nekontroliranog kapanja iz uložaka mlaznice.

#### 3.2.18. Dopunska oprema na prskalici

**Ispiranje glavnog sita.** Ovaj dodatak omogućuje lakši rad s praškastim zaštitnim sredstvima za prskanje, gdje je u situ koje se nalazi u otvoru za punjenje spremnika smještena posebna mlaznica, koja usmjerava ulaz tekućine iz mlaznice prema dnu sita i time se ispere sredstvo koje je bilo prethodno ulijevano u sito. Ispirač se može priključiti na razvodni ventil regulatora tlaka.



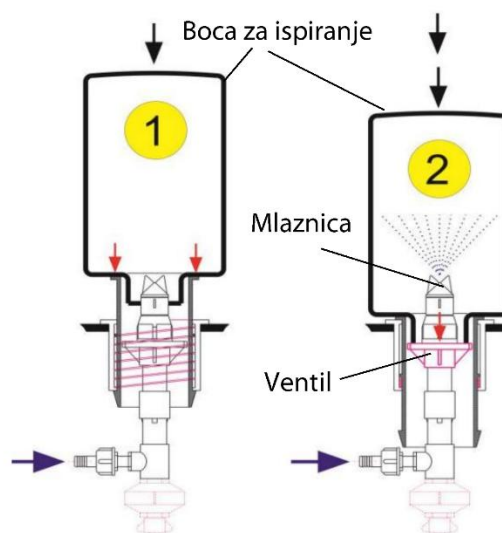
**Slika 3.73.** Ispirač glavnog sita

(Izvor: Uputstvo za upotrebu vučena traktorska prskalice Agromehanika AGS 1500 EN, 2017)

Ispirač ambalaže i sita koristi se za pranje ambalaže tekućih kemijskih zaštitnih sredstava. Nalazi se ispod poklopca spremnika i povezan je s razvodnim ventilom uz regulator tlaka ili preko povratnog voda na tlačnom pročištaču regulatora. Kada se ispere unutrašnjost ambalaže (plastične boce), treba skinuti poklopac žute boje s grla ispiraća i vrat boce zajedno s grlom se navuče preko mlaznice do graničnika, (1. slika 3.74), nakon toga boca s graničnikom, (2. slika 3.74), pritisne se na dolje prema dnu naljevnog sita.



a) Ispirač boca



b) Ventil ispirača isključen

c) Ventil ispirača uključen

**Slika 3.74.** Postupak ispiranja ambalaže

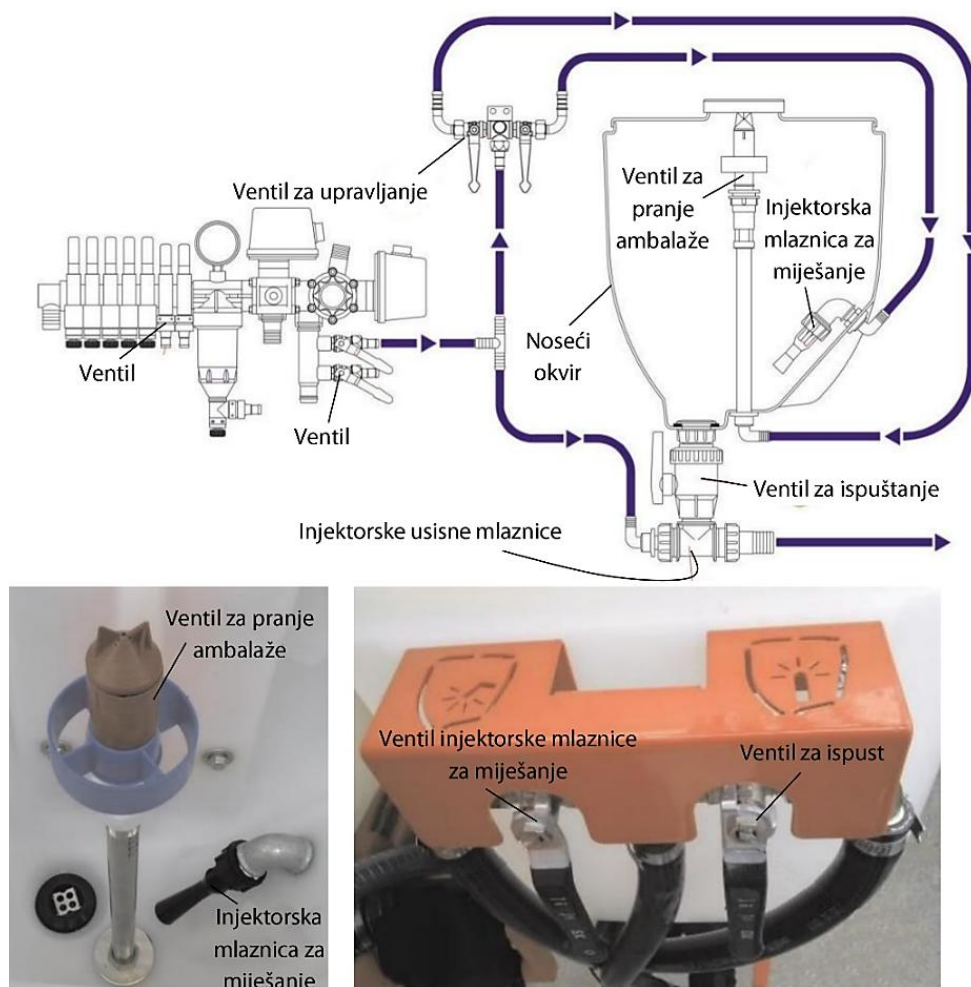
(Izvor: Uputstvo za upotrebu vučena traktorska prskalica Agromehanika AGS 1500 EN, 2017)

Pritiskom prema dolje otvara se ventil i aktivira se mlaznica koja temeljito ispere unutrašnjost ambalaže. Odmicanjem boce ventil zatvori protok tekućine za ispiranje. Kod otvorenog dovoda tekućine do ispirača ambalaže radi i mlaznica za ispiranje sita s donje strane ispirača, zbog čega mora biti poklopac spremnika za vrijeme ispiranja ambalaže zatvoren.

### 3.2.19. Posuda za punjenje

Posuda za punjenje koristi se za miješanje i ulijevanje sredstva u glavni spremnik. Zbog jednostavnijeg upravljanja i pristupa miješanju, obično se nalazi sa strane glavnog spremnika i malo je spuštена. Sastoji se od: nosećeg okvira, ventila za upravljanje, injektorske mlaznice za miješanje, ventila za pranje ambalaže, injektorske usisne mlaznice i od dodatnog razvodnog ventila na regulatoru tlaka, odnosno kuglastog ventila.

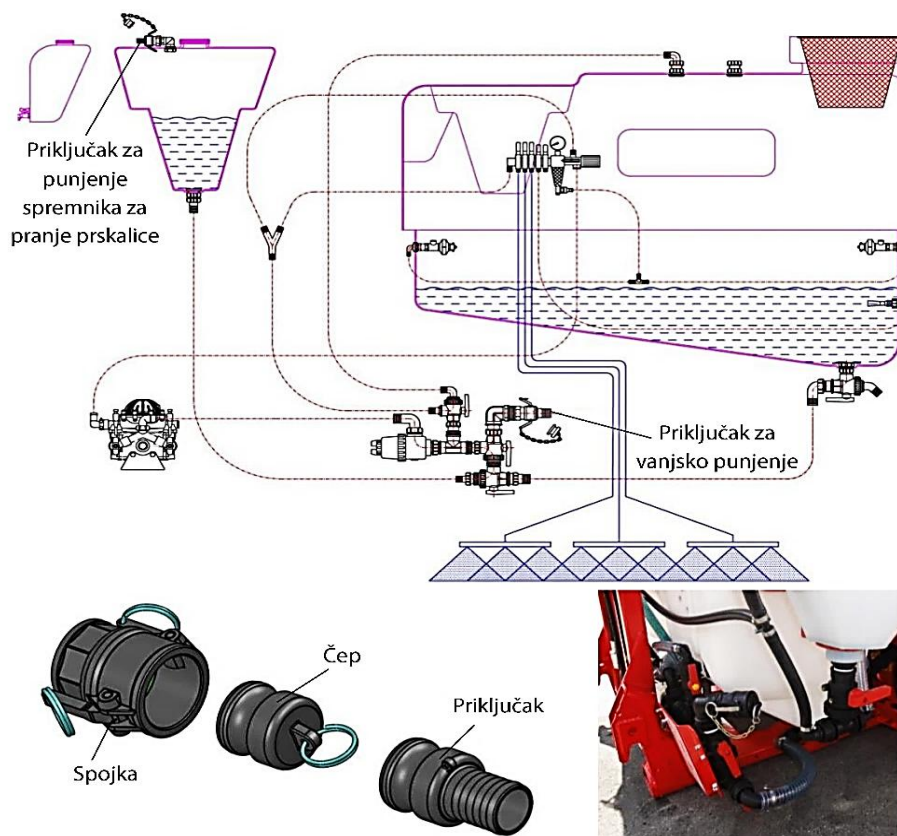
### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA



**Slika 3.75.** Posuda za punjenje

(Izvor: Uputstvo za upotrebu vučena traktorska prskalice Agromehanika AGS 1500 EN, 2017)

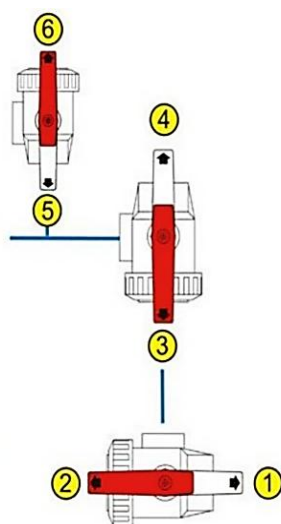
Upravljanje posudom za punjenje odvija se na sljedeći način: glavni spremnik napuni se vodom oko 1/3 sadržaja, zatim se uključi crpka i otvori se glavni ventil na regulatoru tlaka. Radni tlak podesi se na 5 bar. Nakon toga se provjeri jesu li ventili za upravljanje i ventil za ispuštanje na posudi za punjenje zatvoreni. Otvori se ventil na regulatoru tlaka i vodom se dopuni približno polovinu posude za punjenje, te otvori poluga ventila koji opskrbljuje injektorsku mlaznicu za miješanje. Kada je razina vode dostigla propisanu razinu, ventil se zatvara i u posudu se izlije predviđena količina sredstva za prskanje. Nakon toga se ponovno otvori upravljački ventil i kada se razina izmiješane tekućine nalazi približno 5 cm ispod gornje ivice posude za punjenje, otvori se ventil za ispušt, koji pomoću injektorske usisne mlaznice omogućuje usisavanje izmiješanog sredstva iz posude za punjenje u glavni spremnik. Kad se isprazni posuda za punjenje, ostavi se upravljački ventil neko vrijeme otvoren da se posuda ispire. Opet se zatvori upravljački ventil i sačeka da se nastali sadržaj zbog ispiranja precрпи u glavni spremnik. Nakon toga se zatvori ventil za ispušt, zatvori se ventil na regulatoru tlaka, te zatvori i glavni ventil na regulatoru tlaka. Punjenje glavnog spremnika pomoću crpke obavlja se kod prskalice većeg kapaciteta, gdje je priključak za vanjsko punjenje integriran u sustav ventila za regulaciju ispod glavnog spremnika, slika 3.76. Pored tog priključka ove prskalice su opremljene „bajonet“ priključkom za punjenje spremnika za čišćenje prskalice smještenim izravno na sam spremnik.



**Slika 3.76.** Punjenje spremnika pomoću crpke prskalice

(Izvor: Uputstvo za upotrebu vučena traktorska prskalica Agromehanika AGS 1500 EN, 2017)

Punjenje se obavlja usisavanjem vode kroz crpku u spremnik. Izvuče se čep, usisna cijev navuče se na priključak i osigurava se protiv ispadanja sa zateznom obujmicom. Priklučak s cijevi stavi se na spojku i osigura bočnim osiguračem.



- ①+④+⑥ Punjenje glavnog spremnika
- ①+③+⑥ Prskanje
- ②+③+⑤ Djelomično čišćenje
- ②+③+⑥ Potpuno čišćenje

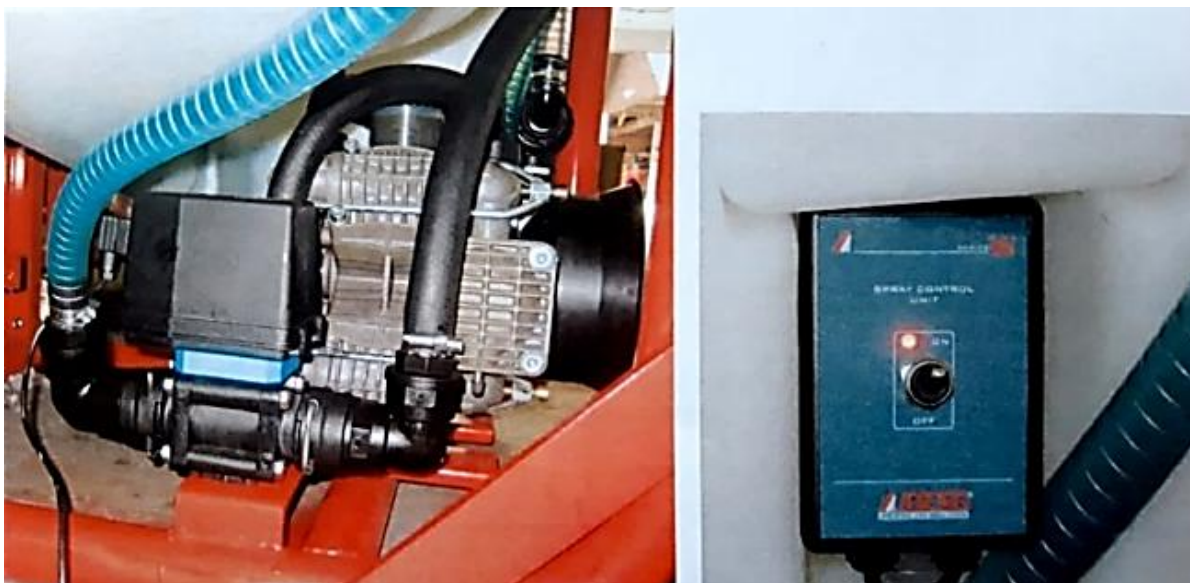
**Slika 3.77.** Postupak usisavanja vode u glavni spremnik

(Izvor: Uputstvo za upotrebu vučena traktorska prskalica Agromehanika AGS 1500 EN, 2017)

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

---

Najprije se poluga izbornog ventila postavi u položaj (1), zatim se otvori poluga ventila za vanjsko punjenje u poziciju (4). Poluga izbornog ventila se postavi u poziciju (6) i poslije punjenja spremnika vrati se poluga ventila za vanjsko punjenje u položaj (3) i izvuče priključak s cijevi. Centralno zatvaranje tlačnog voda vrši se pomoću elektromotornog ventila kroz koji prolazi tekućina od crpke do regulatora tlaka te, pomoću upravljačke tastature, rukovatelju omogućuje daljinsko upravljanje rada prskalice iz kabine traktora. Sustav omogućuje brzo otvaranje i zatvaranje protoka tekućine od crpke do regulatora tlaka, a time posredno i do samih mlaznica za prskanje bez drugih mjera u namještanje regulatora tlaka.



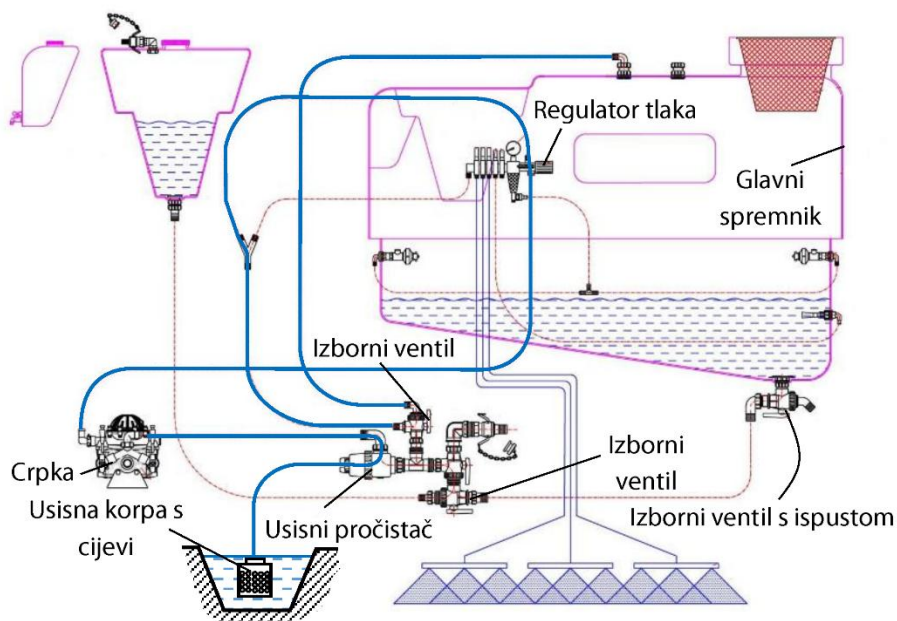
**Slika 3.78.** Centralno zatvaranje tlačnog voda

(Izvor: Uputstvo za upotrebu vučena traktorska prskalice Agromehanika AGS 1500 EN, 2017)

Osobito je koristan kod okretanja na krajevima tretiranih površina jer se ne mora isključivati kardansko vratilo, a pored toga, tipkovnica smještena u kabini traktora omogućuje rad kod zatvorene kabine.

#### 3.2.20. Usisna korpa s usisnom cijevi

Svrha usisne korpe je crpljenje vode iz potoka, bunara, ribnjaka, kroz usisni pročistač i crpku iz regulatora tlaka u spremnik. Komplet se sastoji od usisne korpe, usisne cijevi duljine 5 m te priključka za pročistač.



**Slika 3.79.** Usisna korpa s usisnom cijevi

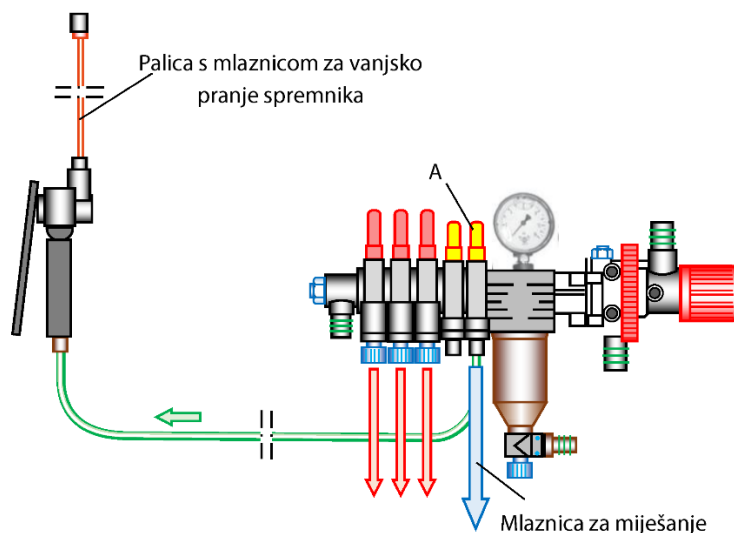
(Izvor: Uputstvo za upotrebu vučena traktorska prskalica Agromehanika AGS 1500 EN, 2017)

Priključak se namjesti na usisni pročištač na način da se odvije s pročištača lepezasta žuta matica i na njeno mjesto se utisne priključak s plastičnom cijevi i usisnom korpom. Potom se usisna cijev razvuče i usisna korpa se potopi u vodu. Zbog opterećenja crpke, visinska razlika između razine vode i crpke ne bi trebala prelaziti 3 m. Prije uključanja pogona crpke treba pomaknuti polugu izbornog ventila u položaj „Z“ i potom se zatvori izborni ventil na izlazu iz spremnika (ispust iz spremnika). Tok vode ide od usisnog koša preko usisnog pročištača crpke i protočnog regulatora (povratni vod) u spremnik.

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

#### 3.2.21. Uređaj za vanjsko pranje prskalice

Nakon završetka prskanja potrebno je kompletno očistiti prskalicu izvana. Najprikladnije mjesto za to je uz ivicu parcele na kojoj je bilo obavljeno prskanje. Uređaj za vanjsko pranje sastoji se od: ručne palice za prskanje, gipke cijevi i priključka za spoj palice s jednim od ventila za reguliranje rada prskalice.

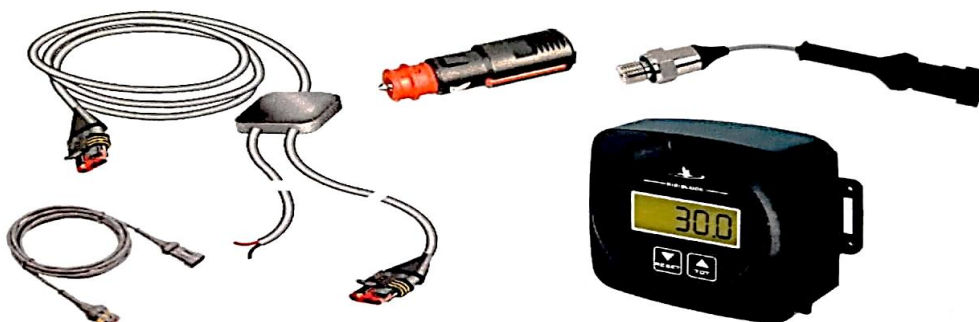


Slika 3.80. Oprema za vanjsko pranje prskalice  
(Izvor: original)

Priključak se spoji s jednim od slobodnih razvodnih ventila na regulatoru tlaka ili ako slobodnog ventila nema, jednog se oslobodi, primjerice ventil mlaznice za miješanje. Ostale ventile se postavi u položaj djelomičnog čišćenja prskalice.

#### 3.2.22. Komplet uređaja za kontrolu tlaka prskalice

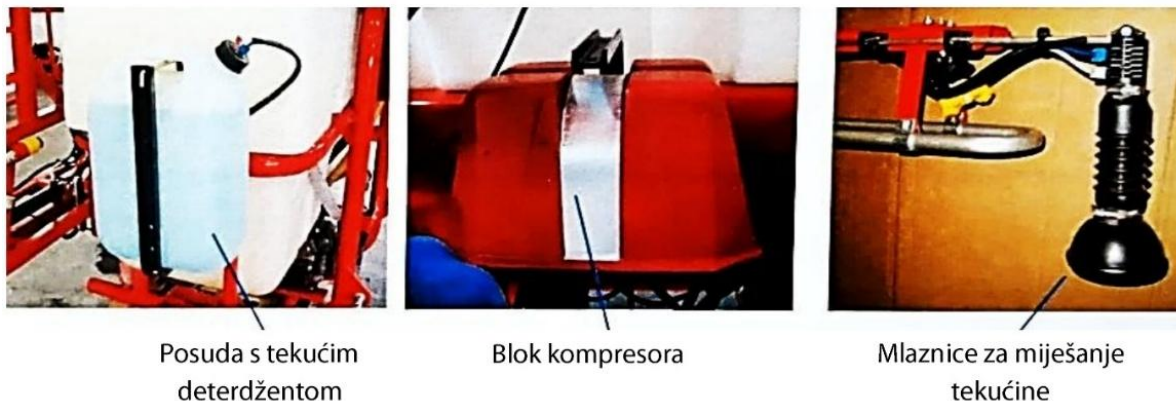
Mjerenje tlaka - pomoću klasičnog manometra, ali može se posredno nadzirati tlak i pomoću tlačnog senzora koji se montira na mjesto manometra. Veličina tlaka prikazuje se na zaslonu elektronskog mjerača tlaka.



Slika 3.81. Elektronski mjerač tlaka s priključcima  
(Izvor: Uputstvo za upotrebu vučena traktorska prskalice Agromehanika AGS 1500 EN, 2017)

### 3.2.23. Marker

Marker je dio opreme kod prskalica koji služi za označavanje prohoda u prskanju uporabom pjene. Pjena nastaje miješanjem zraka sa smjesom vode i tekućeg deterdženta. Za vrijeme rada s markerom pjena pada na tlo u vremenskim intervalima između 5 i 20 sekundi i ostavlja bijele točke promjera 10 – 20 cm, čime ostvaruje liniju koja označava već poprskane površine prohoda.



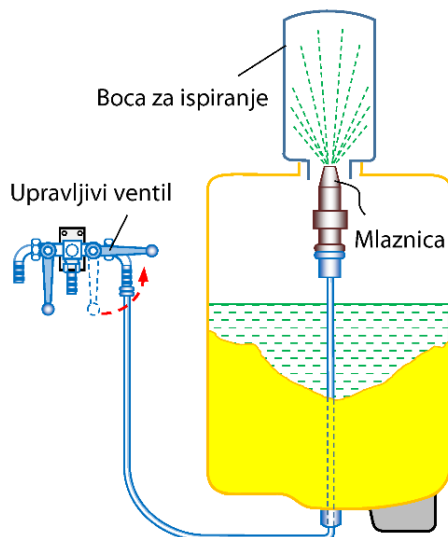
**Slika 3.82.** Marker

(Izvor: Uputstvo za upotrebu vučena traktorska prskalica Agromehanika AGS 1500 EN, 2017)

Posuda s tekućim deterdžentom namjesti se sa strane spremnika, dok se blok kompresora namjesti sa zadnje strane prskalice između okomitih profila za prskanje. Mlaznice za miješanje tekućine i zraka pričvrste se na kraj grana za prskanje, dok se upravljačka ploča smješta u kabinu traktora. Razvodne cijevi potrebno je voditi uz same cijevi za prskanje i vezati ih vezicama, tako da cijevi ne budu prenapregnute, da ne bi došlo do oštećenja i da se može normalno upravljati uređajem za prskanje.

### 3.2.24. Mlaznice za pranje ambalaže

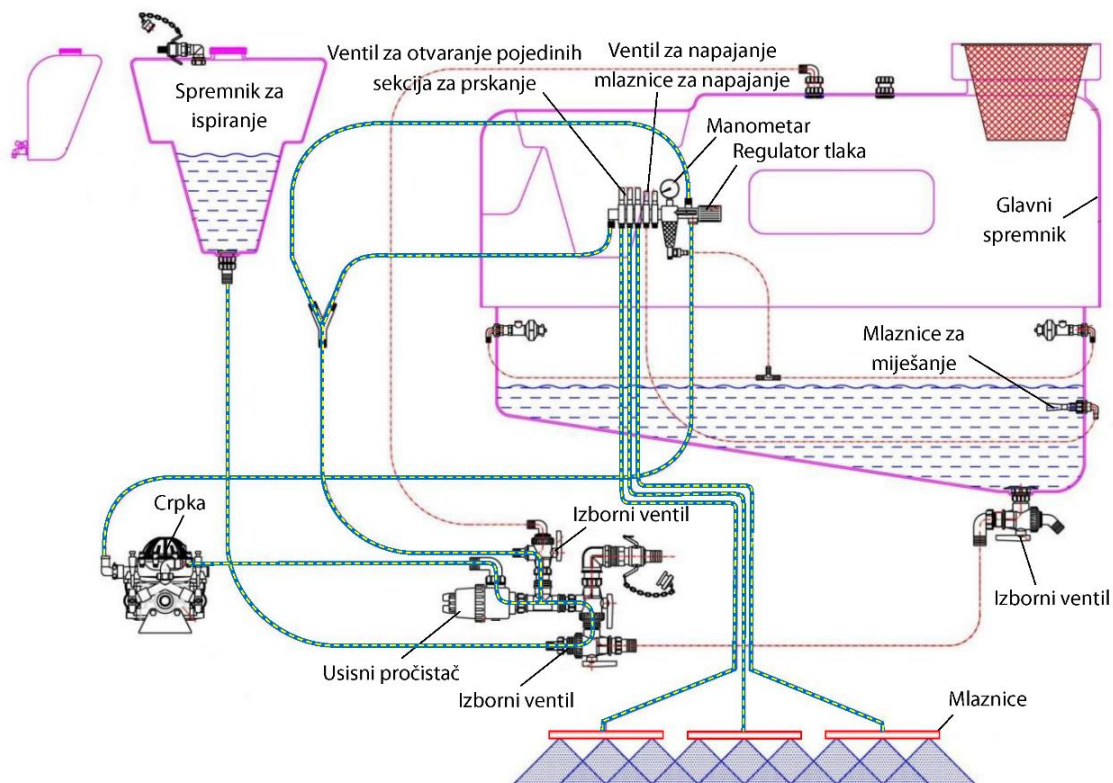
Mlaznica se koristi za pranje ambalaže tekućih kemijskih zaštitnih sredstava. Nalazi se unutar posude za punjenje i pomoću metalne cijevi i ventila povezana je s ventilom regulatora tlaka. Za ispiranje ambalaže najprije se skine poklopac iznad mlaznice, otvor na ambalaži se potisne na mlaznicu za ispiranje i otvori se upravljivi ventil. Poseban oblik vrha mlaznice omogućuje probijanje zaštitne folije kod otvaranja nove ambalaže, radi smanjenja opasnosti od zagađivanja okoliša u slučaju prosipanja sadržaja ambalaže, slika 3.83.



Slika 3.83. Mlaznice za pranje ambalaže  
(Izvor: original)

#### 3.2.25. Reguliranje ventila za prskanje

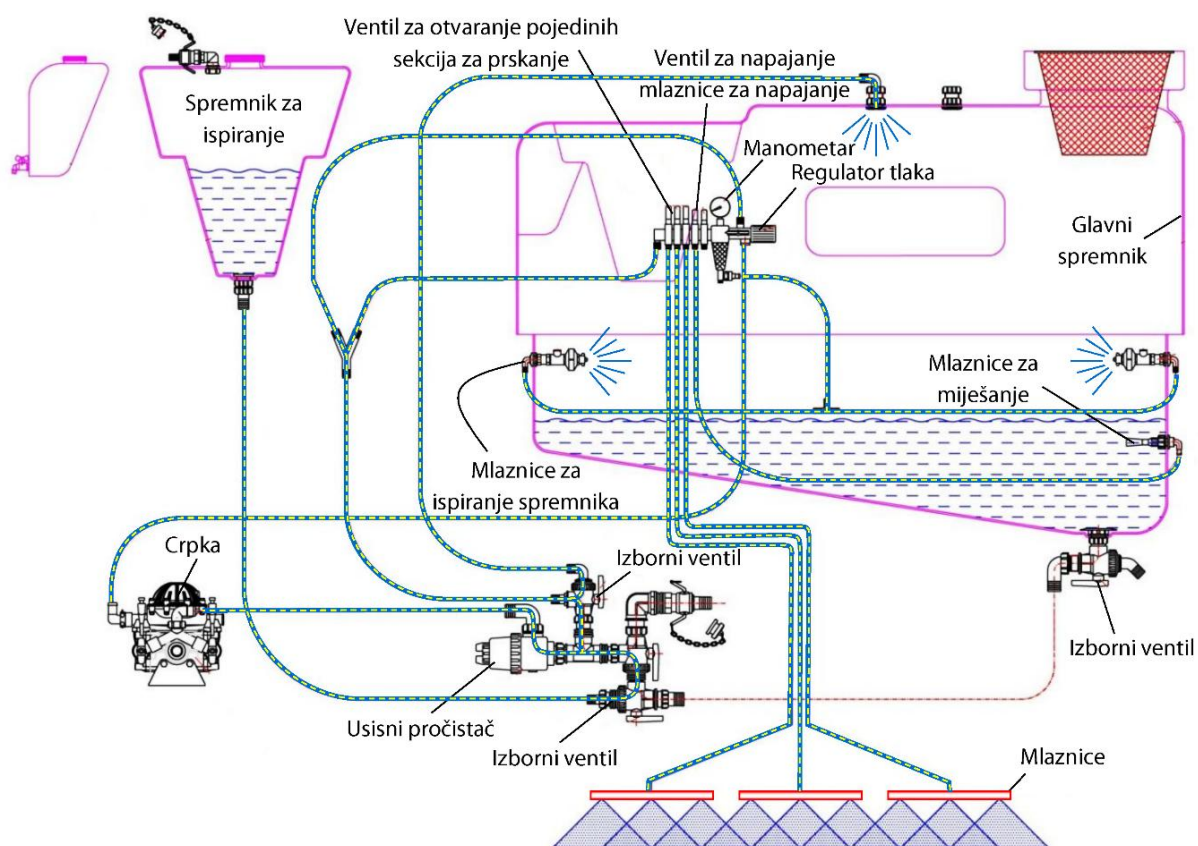
Pomoću izbornih ventila tekućina iz glavnog spremnika protječe kroz usisni pročistač i crpku do regulatora tlaka. Ventil za miješanje tekućine u spremniku i ventil za napajanje sekcija za prskanje moraju biti otvoreni. Pravac protoka kroz izborne ventile označen je na polugi svakog ventila strelicom. Izborni ventil mora biti otvoren u pravcu vraćanja viška tekućine iz regulatora u glavni spremnik.



Slika 3.84. Prskanje

(Izvor: Uputstvo za upotrebu, vučena traktorska prskalica Agromehanika AGS 1500 EN, 2017)

Potpuno čišćenje prskalice sastoji se od čišćenja svih unutarnjih dijelova prskalice, kao što su glavni spremnik, usisni pročistač, crpka, regulator tlaka i mlaznice. Poluga izbornog ventila postavi se u položaj otvorenog protoka iz spremnika za ispiranje. Pomoću crpke voda cirkulira kroz regulator tlaka. Kada se otvore razvodni ventili, oslobodit će se protok vode do mlaznica za prskanje i mlaznica za miješanje. Protok iz regulatora tlaka kroz izborni ventil treba biti usmjeren u glavni spremnik. Na kraju se izborni ventil postavi u prvobitnu poziciju i kroz mlaznice do kraja se isprazni glavni spremnik, slika 3.85.

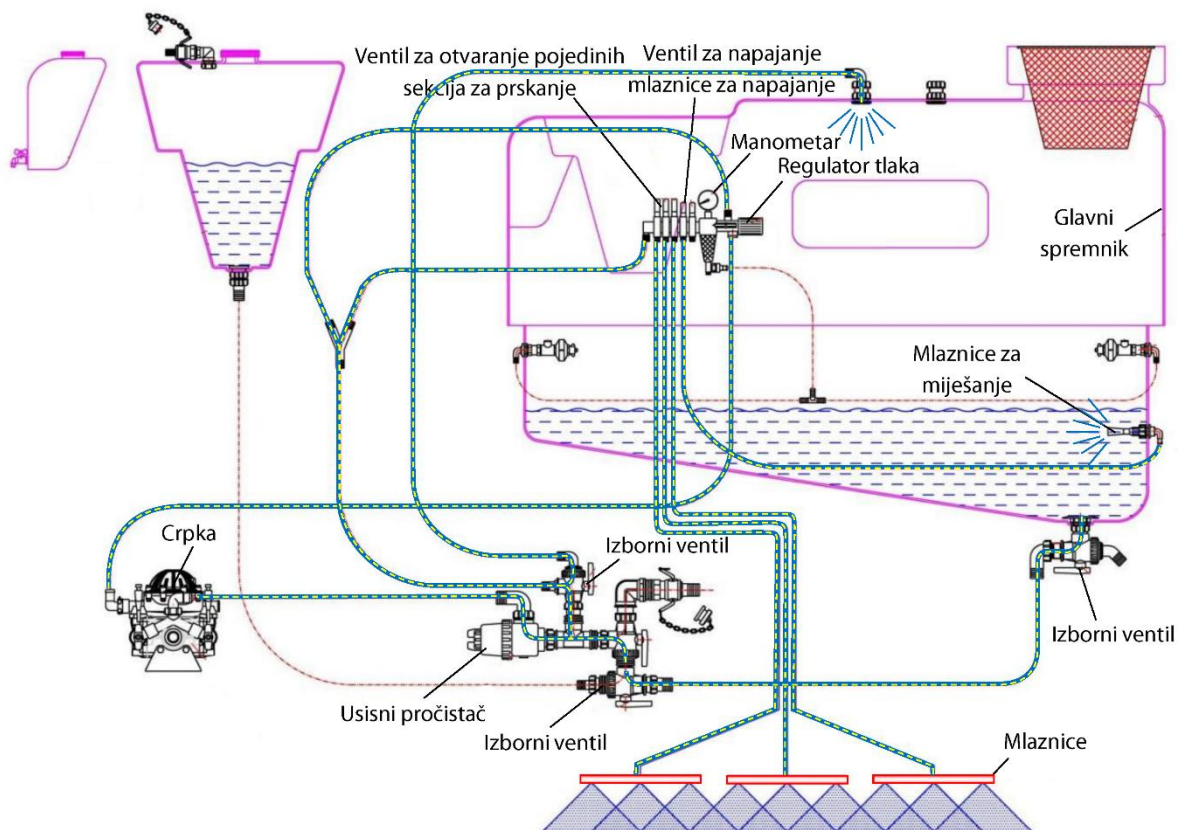


**Slika 3.85.** Potpuno čišćenje prskalice

(Izvor: Uputstvo za upotrebu, vučena traktorska prskalica Agromehanika AGS 1500 EN, 2017)

#### 3.2.26. Djelomično čišćenje prskalice

Djelomično čišćenje prskalice sastoji se od čišćenja glavnog pročištača, crpke, regulatora, te mlaznica bez promjene koncentracije škropiva u glavnom spremniku. Izborni ventil postavi se u položaj otvorenog protoka iz spremnika za ispiranje. Na izbornom ventilu izabere se pravac za protok izravno kroz crpku. Na regulatoru se zatvori ventil za miješanje, a prema potrebi i povratni vod iz tlačnog pročištača. Voda za ispiranje ima otvoreni protok preko pročištača, crpke, regulatora tlaka kroz mlaznice za prskanje, slika 3.86.



**Slika 3.86.** Djelomično čišćenje prskalice

(Izvor: Uputstvo za upotrebu, vučena traktorska prskalice Agromehanika AGS 1500 EN, 2017)

### 3.3. Ovjesna prskalica „AMAZONE” UF 2002

Namijenjena je za primjenu sredstava za zaštitu bilja u obliku suspenzija, emulzija i za aplikaciju tekućih gnojiva. Moguća je primjena na nagibima od 13 % s punim spremnikom tekućine, a s djelomično napunjenim spremnikom do 30 % nagiba terena. Radna širina prskanja iznosi 15 – 30 m. Prskalica UF 2002 izvedena je kao ovjesni stroj, koji se priključuje za traktor u tri točke, gdje potrebna snaga traktora za nošenje i pogon iznosi 100 kW.



**Slika 3.87.** Prikaz ugrađenih sklopova prskalice „AMAZONE” UF 2002  
(Izvor: <https://e-farm.com/en/used-farm-machinery/sprayers/amazone/uf-2002-15/du8cqzw/>)



**Slika 3.88.** Sklopiva prskajuća krila prskalice ”AMAZONE” UF 2002  
(Izvor: Amazone: Technical dana UF mounted sprayer and FT front tank)

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

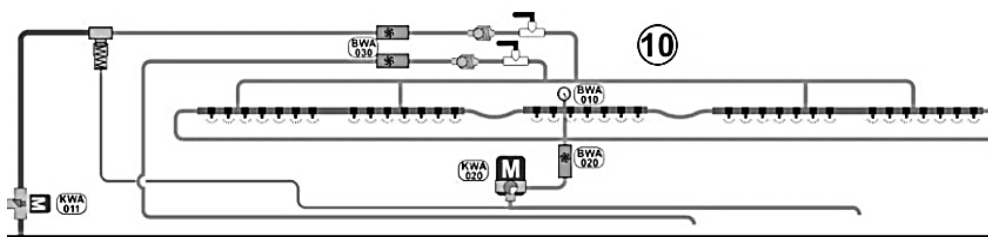
Funkcija i ustroj osnovnog stroja prikazani su na slici 3.89.

Crpka za prskanje (1) preko usisne armature i usisnog pročištača (2) usisava:

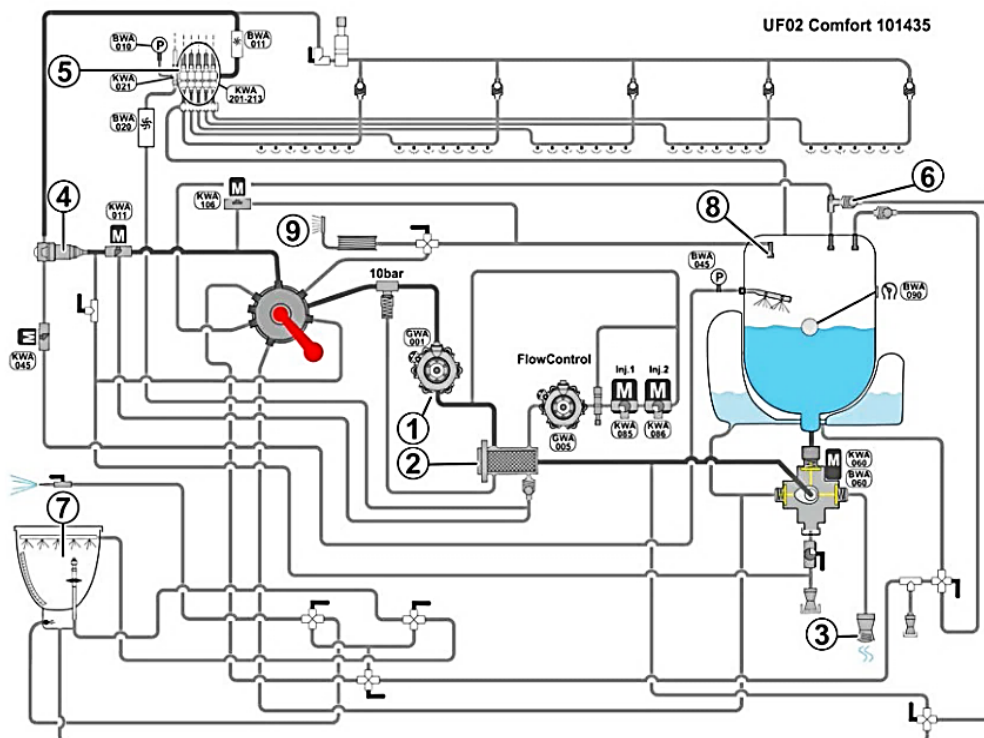
- tekućinu za prskanje iz glavnog spremnika
- svježiu vodu preko usisnog vanjskog priključka (3) i
- vodu za ispiranje iz spremnika vode za ispiranje.

Usisana tekućina tako dostiže:

- Preko tlačnog pročištača (4) oko ventila djelomičnih širina (5). Ventil djelomičnih širina preuzima distribuciju tekućine prema vodovima za prskanje. Alternativno: preko tlačnog pročištača (4) do uključivanja pojedinih mlaznica (10).
- Do ubrizgača (6) i spremnika za ulijevanje (7). Za pripremu tekućine za prskanje u spremnik za ulijevanje ulije se potrebna količina preparata koja se usisava u spremnik tekućine za prskanje.
- Izravno u spremnik tekućine za prskanje.
- Za unutarnje (8) ili vanjsko čišćenje (9).



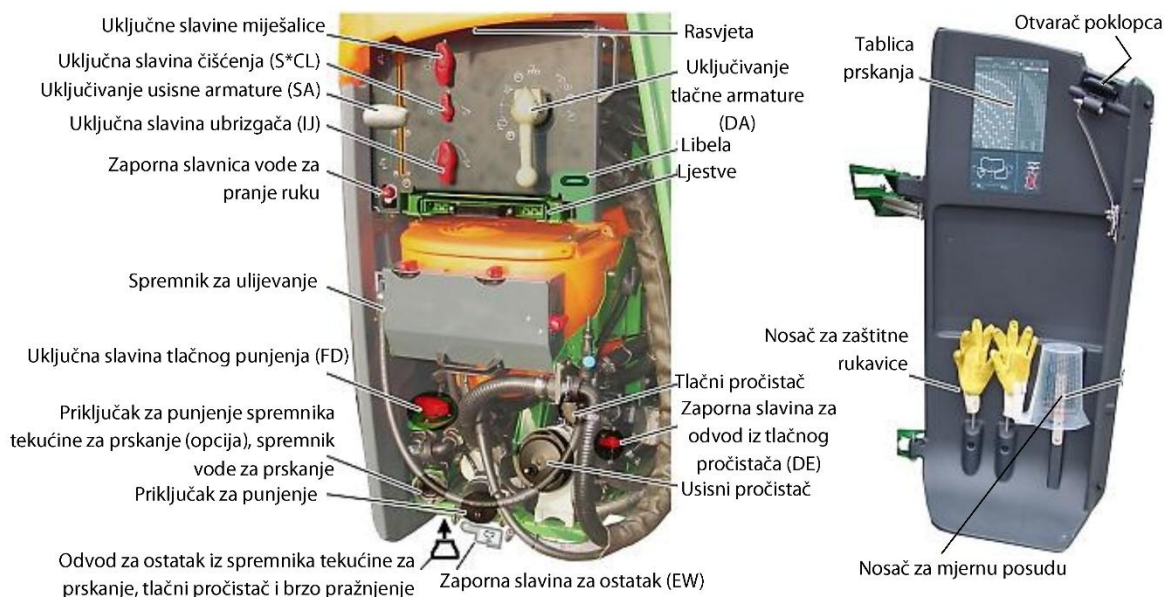
Uklapanje djelomičnih širina



Slika 3.89. Funkcija i ustroj osnovnog stroja

(Izvor: Amazone: Technical dana UF mounted sprayer and FT front tank)

Uključivanje pojedinih funkcija sklopova na prskalici obavlja se na upravljačkoj ploči, vidljivo na slici 3.90.

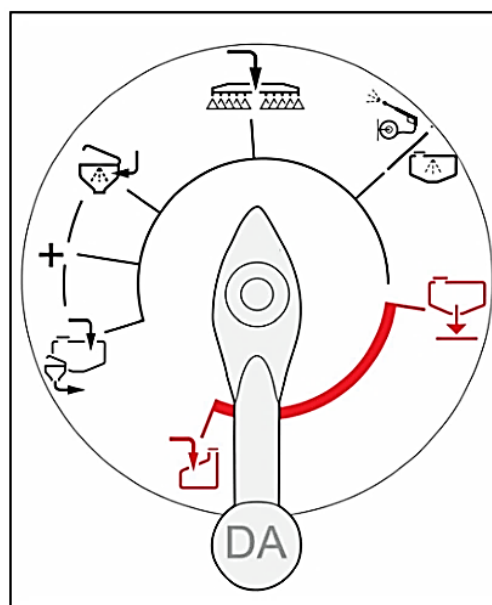


**Slika 3.90.** Uključno-isključne slavine za funkcioniranje stroja  
(Izvor: Amazone: Technical dana UF mounted sprayer and FT front tank)

Uključna ili uklopna slavina tlačne armature (DA) služi za obavljanje funkcije punjenja spremnika tekućine preko usisnog priključka i usisavanje iz spremnika za ulijevanje, prskanje i čišćenje, slika 3.88.

### Uklopna slavina tlačne armature (DA)

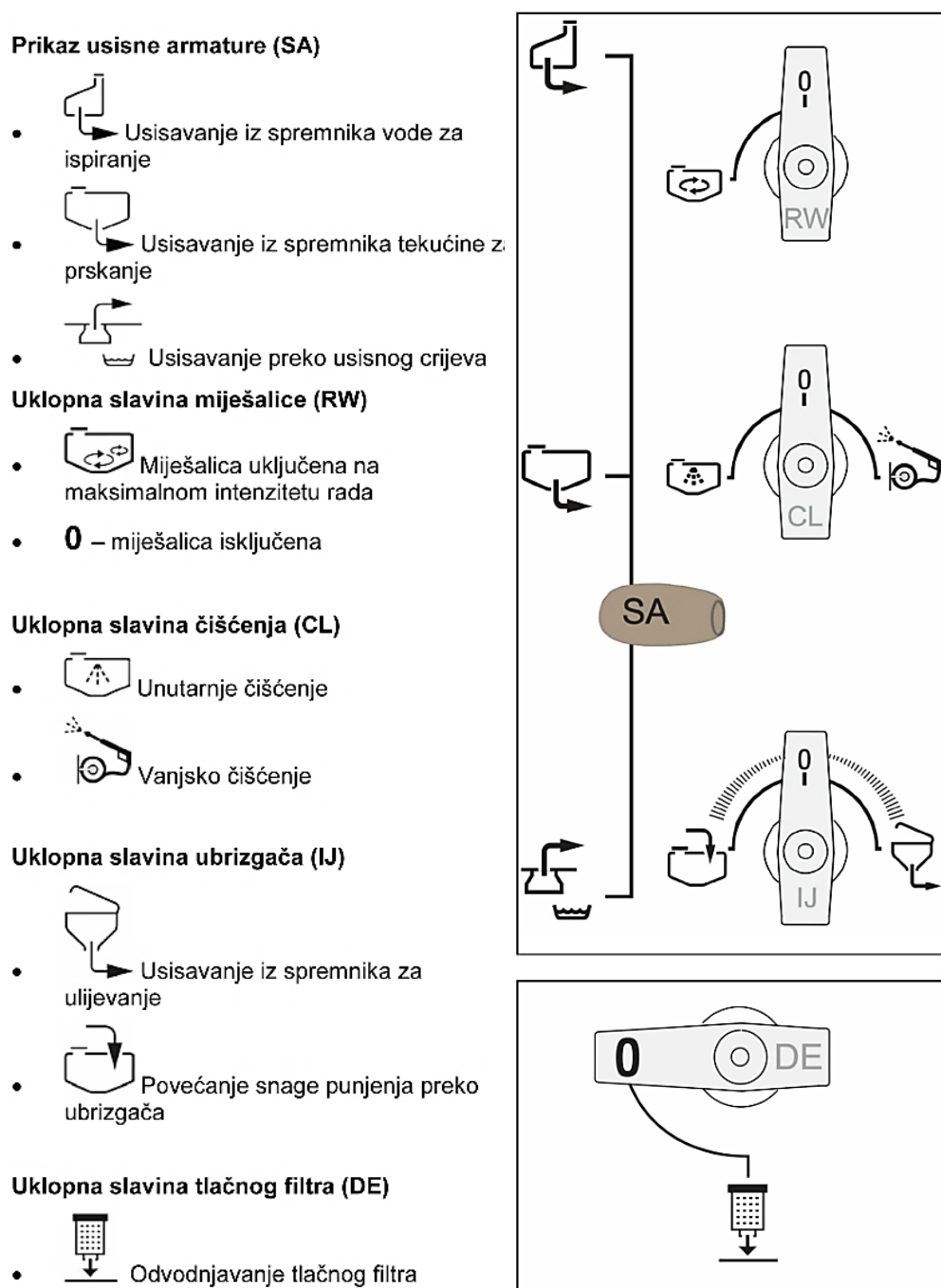
- Punjenje spremnika tekućine za prskanje preko usisnog priključka / usisavanja spremnika za ulijevanje
  - Opskrba spremnika za ulijevanje
  - + ( + ) Istovremeno uklopite funkcije.
  - Prskanje
  - Čišćenje
- Pridržavajte se uputa za uporabu



**Slika 3.91.** Uključna slavina tlačne armature  
(Izvor: Amazone: Technical dana UF mounted sprayer and FT front tank)

Usisna armatura (SA) ima funkciju usisavanja tekućine iz spremnika tekućine za ispiranje, usisavanja tekućine iz spremnika tekućine za prskanje i usisavanja putem usisne cijevi, slika 3.92.

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA





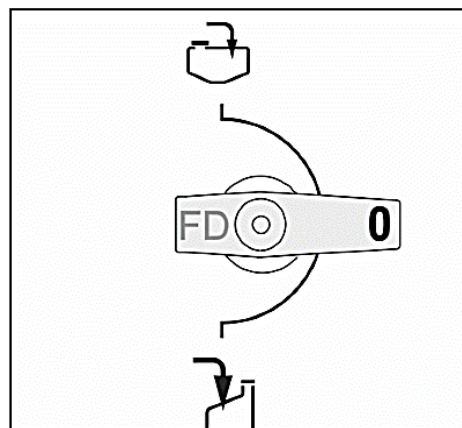
**Slika 3.92.** Usisna armatura

(Izvor: Amazone: Technical dana UF mounted sprayer and FT front tank)

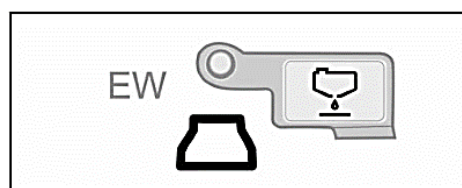
Uključna slavina (RW) mješalice može biti u maksimalnom intenzitetu miješanja ili isključenja, slika 3.90. Uključna slavina (CL) ima funkciju za unutarnje i vanjsko čišćenje. Uključna slavina ubrizgača (IJ) ima funkciju usisavanja iz spremnika za ulijevanje i povećanje kapaciteta punjenja preko ubrizgača. Uključna slavina tlačnog punjenja (FD) obavlja funkciju punjenja spremnika tekućine za prskanje i punjenja spremnika vodom za ispiranje, slika 3.93.

- **Uklonna slavina tlačnog punjenja (FD)**

- o  Punjenje spremnika tekućine za prskanje
- o  Punjenje spremnika vode za ispiranje



**Pražnjenje zaporne slavine spremnika tekućine za prskanje**



**Slika 3.93.** Uključna slavina tlačnog punjenja

(Izvor: Amazone: Technical dana UF mounted sprayer and FT front tank)

Na prskalici se nalazi zakretni spremnik za ulijevanje, usipavanje, otapanje i usisavanje ostataka sredstva za zaštitu biljaka i uree. Obujam spremnika iznosi oko 60 litara. Na slici 3.94. prikazani su dijelovi spremnika.





**Slika 3.94.** Zakretni spremnik za ulijevanje ili usipavanje zaštitnog sredstava

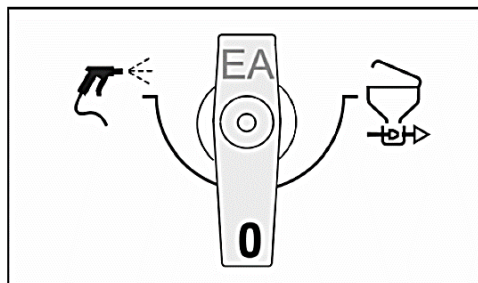
(Izvor: Amazone: Technical dana UF mounted sprayer and FT front tank)

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA



Na slici 3.95. prikazane su funkcije uključnih slavina (EA, EB i EC). Sve zaporne slavine su otvorene ako se ručica nalazi u smjeru protoka, a zatvorene ako se ručica nalazi poprečno u odnosu na smjer protoka.

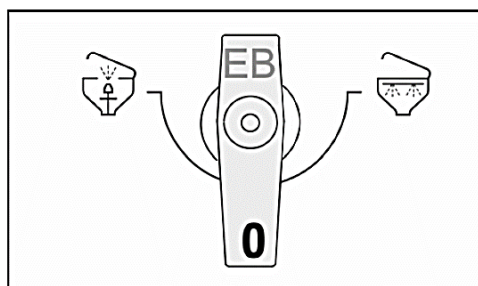
- **Uklopna slavin (EA)**

- o  Vanjsko čišćenje spremnika za ulijevanje
- o  Ulijevanje preparata preko sapnice za miješanje



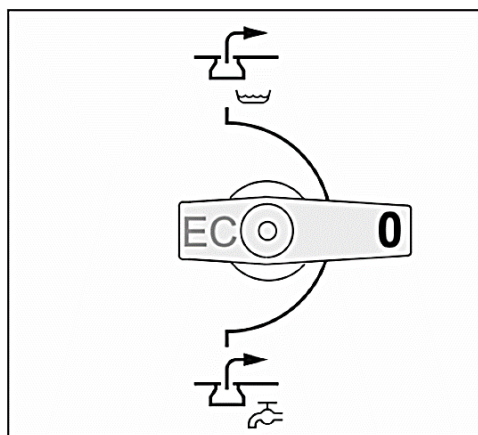
- **Uklopna slavin (EB)**

- o  Čišćenje kanistra / čišćenje spremnika za ulijevanje
- o  Ispiranje preko prstenastog voda



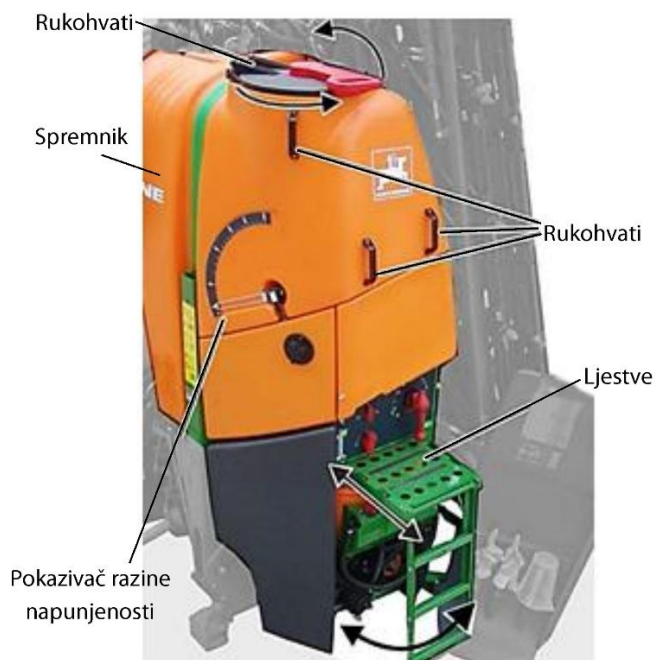
- **Uklopna slavin (EC)**

- o  Usisno punjenje
- o  Tlačno punjenje



**Slika 3.95.** Uključne slavine na spremniku za ulijevanje  
(Izvor: Amazone: Technical dana UF mounted sprayer and FT front tank)

Na prskalici UF 2002 ugrađen je spremnik za prskanje tekućine induciranog obujma 2125 litara, a radni obujam iznosi 2000 litara. Punjenje spremnika obavlja se putem otvora sa sitom za punjenje, pomoću usisne cijevi na usisnom priključku ili opcija tlačnog priključka za punjenje. Na slici 3.96 a. prikazan je spremnik otopine za prskanje.



**Slika 3.96 a.** Glavni spremnik prskalice

(Izvor: Amazone: Technical dana UF mounted sprayer and FT front tank)

Pored ovog spremnika postoji i mogućnost postavljanja prednjeg spremnika, koji se ugrađuje na prednji hidraulički podizač traktora, obujma 1000 litara.



**Slika 3.96 b.** Prednji spremnik prskalice

(Izvor: Amazone: Technical dana UF mounted sprayer and FT front tank)

Uz spremnik za prskanje može biti opcija i usisni priključak za punjenje spremnika koji se sastoji od usisne cijevi, brze spojke, usisnog pročistača za pročišćavanje usisne vode i nepovratnog ventila, koji sprječava isticanje tekućine koja se nalazi u spremniku otopine za prskanje ako kod punjenja naglo ne stane protok.

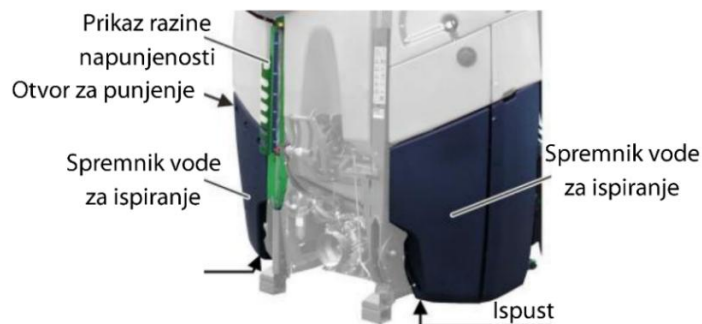
### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA



**Slika 3.97.** Usisni priključak za punjenje

(Izvor: Amazone: Technical dana UF mounted sprayer and FT front tank)

Uz spremnik tekućine za prskanje ugrađen je i spremnik vode za ispiranje, obujma 350 l. U ovaj spremnik dovodi se čista voda koja služi za razrjeđivanje preostale količine škropiva u spremniku prskalice. Sadržaj prskalice potom se raspodijeli po tretiranoj površini. Na završetku prskanja čistom vodom iz spremnika ispere se cijela prskalica i očisti usisni uređaj.

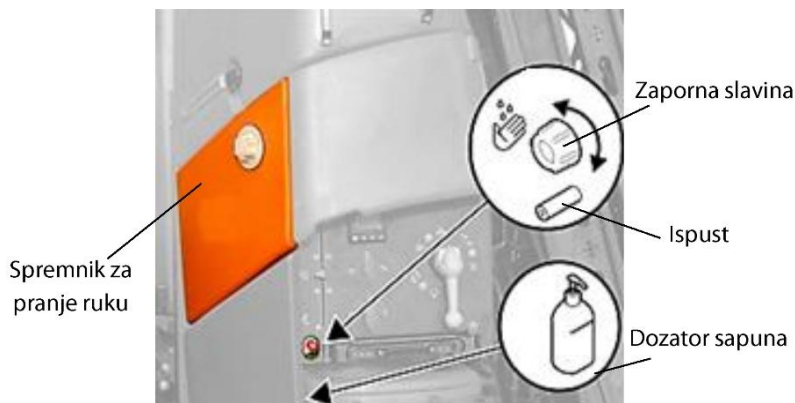


**Slika 3.98.** Spremnik vode za ispiranje prskalice

1. Spremnik vode za ispiranje, 2. Otvor za punjenje, 3. Prikaz razine napunjenosti, 4. Ispust

(Izvor: Amazone: Technical dana UF mounted sprayer and FT front tank)

Pored navedenih spremnika na prskalici se nalazi i uređaj za pranje ruku sa sadržajem spremnika 18 l čiste vode, koja se koristi za pranje ruku ili mlaznica za prskanje, slika 3.99.



**Slika 3.99.** Uređaj za pranje ruku

(Izvor: Amazone: Technical dana UF mounted sprayer and FT front tank)

### 3.3.1. Pročistači tekućine

Prvi pročistač nalazi se na otvoru za punjenje glavnog spremnika, koji sprječava onečišćenje tekućine za prskanje kod punjenja spremnika otopinom tekućina za prskanje preko kupole za punjenje. Površina pročistača iznosi 3750 mm<sup>2</sup>, a širina očice 1,00 mm.



**Slika 3.100.** Sito na otvoru za punjenje spremnika  
(Izvor: <https://www.eurogarden.eu/hr/Rezervni-dijelovi/FILTER>)

Usisni pročistač pročišćava otopinu za prskanje u procesu prskanja, vodu kod punjenja spremnika preko usisne cijevi, te vodu kod ispiranja. Površina pročistača je 660 mm<sup>2</sup>, a širina očica 0,60 mm.



**Slika 3.101.** Usisni pročistač  
(Izvor: <https://www.amazon.com/Sooprinse-Garden-Pressure-Sediment-Attachment/dp/B07Y1JYQJZ>)

Samočisteći tlačni pročistač sprječava začepljivanje pročistača ispred mlaznica i posjeduje veći broj očica nego usisni pročistač. Kod uključene hidrauličke mješalice stalno se ispiru unutarnja površina uloška tlačnog pročistača i tada se neotopljene čestice sredstva za prskanje i nečistoće vraćaju u spremnik otopine za prskanje. Veličine očica na tlačnim ulošcima pročistača mogu biti različitih dimenzija:

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

---

- 50 očica/inč<sup>2</sup> – plavi za veličine mlaznica 0,3 i veće; površina pročištača je 216 mm<sup>2</sup>, a širina očica 0,35 mm.
- 80 očica/ inč<sup>2</sup> – žuti za veličinu mlaznica 0,2, površina pročištača je 216 mm<sup>2</sup>, a širina očica 0,20 mm.
- 100 očica/ inč<sup>2</sup> – zeleni za veličinu mlaznica 0,15 i manje, površina pročištača 216 mm<sup>2</sup>, a širina očica je 0,15 mm.



**Slika 3.102.** Samočišćeći pročištač – filteri tlaka

(Izvor: <https://www.lectura-specs.hr/hr/datasheet-viewer/50621>)

Pročištač mlaznica sprječava začepeljivanje mlaznica tijekom prskanja. Na raspolaganju su različite dimenzija očica na ulošku pročištača s obzirom na veličinu mlaznice, primjerice:

- Ako su 24 očice/ inč<sup>2</sup>, za veličinu mlaznice 0,6 i veće, površina pročištača je 5,00 mm<sup>2</sup>, a širina očica je 0,50 mm.
- Ako je 50 očica/ inč<sup>2</sup>, za veličinu mlaznica 0,2 do 0,5, površina pročištača je 5,07 mm<sup>2</sup>, a širina očica 0,35 mm
- Ako je 100 očica/ inč<sup>2</sup>, za veličinu mlaznica 0,15 i manje, površina pročištača je 5,07 mm<sup>2</sup>, a širina očica je 0,15 mm.

Na prskalici UF 2002 ugrađena je višecilindrična klipno-membranska crpka, kapaciteta 300 l/min, a pri tlaku od 10 bar ima radni kapacitet od 280 l/min. Ova crpka osim prskanja služi i za miješanje tekućine za prskanje. Pogoni se putem zglobnog vratila s priključnog vratila traktora, gdje je potrebna snaga za pogon 11 kW pri radnom tlaku 10 bar. Osim ove crpke ugrađena je još jedna crpka za ispiranje vodom, odnosno unutarnje čišćenje. Pogoni je crpka za prskanje putem remenskog prijenosa. Crpka može raditi samo ako je spremnik vode za ispiranje napunjen vodom, a nadzire se sklopom s plovkom. Kapacitet crpke je 160 l/min.



**Slika 3.103.** Glavna crpka *Comet*

(Izvor: <https://www.prillinger.at/hr/p/Klipno-membranska-pumpa-Comet-BP-105-1-3-8-6-dijela~00341130>)



**Slika 3.104.** Crpka za unutarnje čišćenje prskalice

(Izvor: Upute za rukovanje Amazone MI5512 (en\_EN) 11.15)

### 3.3.2. Sustav kamera

Radi sigurnijeg upravljanja agregatom na prskalici su ugrađene kamere i to na krilima za prskanje radi sigurnije vožnje unatrag i kamera na prednjem spremniku za sigurnije upravljanje i kontrolu rada mlaznica. Karakteristike kamere su :

- kut gledanja 135°
- infracrvena tehnika za noćno gledanje i
- automatska funkcija svijetla.

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA



**Slika 3.105.** Kamere na prskalici

(Izvor: Upute za rukovanje Amazone MI5512 (en\_EN) 11.15)

Kao opcija, uz opremu prskalice je i uređaj za vanjsko pranje radi čišćenja prskalice nakon završenog procesa prskanja. Sastoji se od vitla, cijevi 16 m dužine, tlačne cijevi i pištolj-raspršivača. Radni tlak je 15 bar, a kapacitet uređaja 18 l/min.

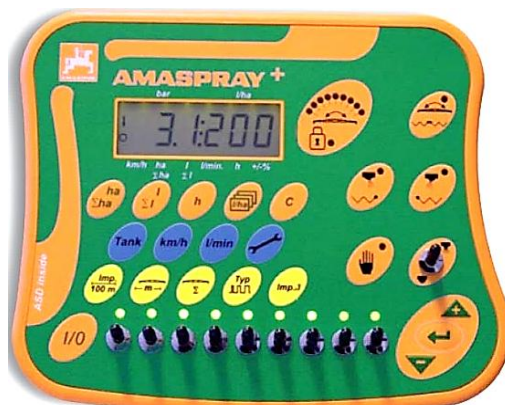


**Slika 3.106.** Uređaj za vanjsko čišćenje

(Izvor: Upute za rukovanje Amazone MI5512 (en\_EN) 11.15)

Za precizno doziranje i pojednostavljeno rukovanje prskalice UF 2002 opremljena je s upravljačkim AmaSet+ ili ručnom upravljačkom jedinicom HB i istotlačnom armaturom. Količina izbacivanja tekućine može se ručno podesiti, kao i radni tlak prskanja, što izravno ovisi o broju okretaja crpke. Upravljački terminal ili AmaSpray+ opremljen je mjeracem protoka. Količina izbacivanja tekućine podešava se na upravljačkom terminalu. Upravljački terminal navodi računalo uređaja. Pri tome računalo dobiva sve potrebne informacije i preuzima

regulaciju izbačene količine po jedinici površine (l/ha), ovisno o unesenoj zadanoj količini i trenutnoj radnoj brzini (km/h).



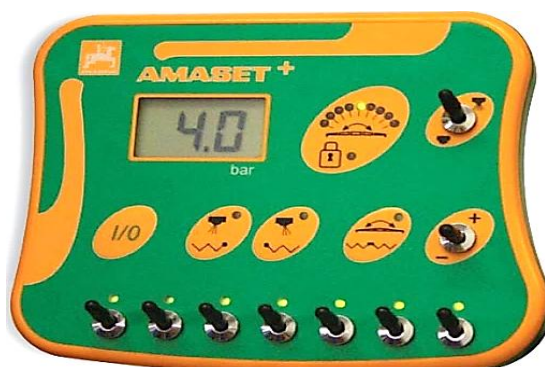
**Slika 3.107.** AmaSpray+

(Izvor: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/agricultural-technology/crop-protection/trailed-sprayer/amaspray-the-machine-specific-operating-computer-537738>)

U sustava AmaSpray+ obavlja se unos podataka za stroj: navođenje prskalice za promjenu izbačene količine u procesu prskanja, odabir hidrauličkih funkcija koje se aktiviraju preko upravljačkog uređaja traktora, upravljanje posebnim funkcijama, nadzor prskalice u procesu prskanja, te uključivanje i isključivanje djelomičnih širina prskajućih krila. Na uređaju AmaSpray+ može se utvrditi: trenutna količina izbacivanja škropiva, radna brzina, tretirana površina, ukupna površina, izbačene količine i ukupne količine izbačenog škropiva, radno vrijeme i prijeđeni put.

Putem sustava AmaSet+ moguće je:

- prikazati tlak prskanja
- podesiti tlak prskanja
- uključivanje krajnjih/rubnih mlaznica
- uključivanje i isključivanje prskanja
- jednostrano sklapanje desno/lijevo i
- uključivanje, isključivanje djelomičnih širina.



**Slika 3.108.** AmaSet+

(Izvor: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/agricultural-technology/crop-protection/trailed-sprayer/amaspray-the-machine-specific-operating-computer-537738>)

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

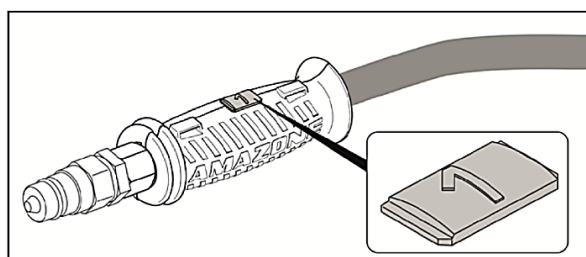
Višefunkcijska ručica AmaPilot/AmaPilot+ omogućuje izvođenje svih funkcija stroja, pri čemu AmaPilot ima fiksno dodijeljene tipke, a AmaPilot+ je poslužiteljski element Aux-n s dodjelom tipki slobodnim odabirom. Kod ovog tipa tvornički je dodijeljen određeni broj tipki, kao i kod modela AmaPilot. Ukupno se može odabrati trideset šest funkcija pritiskom palca, a mogu se uz to dodatno uključiti još dvije razine.






**Slika 3.109.** Višefunkcijska ručica AmaPilot/AmaPilot+  
(Izvor: <https://www.agriexpo.online/prod/amazonen>)

#### 3.3.3. Hidraulički priključci

Svi hidraulički vodovi opremljeni su nosačima, a na njima se nalaze oznake u boji s brojem ili slovom, kako bi se određena hidraulička funkcija povezala s tlačnim vodom upravljačkog uređaja na traktoru. Na stroju su uz oznake zalijepljene folije koje pojašnjavaju odgovarajuće hidrauličke funkcije.












kao trajna, za trajni optok ulja	
kao impulsna, aktivira se dok se provodi radnja	
u plutajućem položaju, slobodan protok ulja u upravljačkom uređaju.	

**Slika 3.110.** Hidraulički priključak voda

(Izvor: <https://www.amazon.com/Outback-Wrap-Hydraulic-Markers>)

Ovisno o hidrauličkoj funkciji upravljački uređaj na traktoru treba koristiti u različitim načinima aktivacije, slika 3.111.

Oznaka		Funkcija		Upravljački uređaj traktora		
žuta			Podešavanje visine	Podizanje	dvostruko djelovanje	
				Spuštanje		
zelena			Sklapanje/otklapanje polužja	Otklapanje	dvostruko djelovanje	
				Sklapanje		
bež			Podešavanje nagiba	Polužje podizanje lijeva strana	dvostruko djelovanje	
				Polužje podizanje desna strana		

**Slika 3.111.** Oznake i funkcije upravljačkog uređaja traktora  
(Izvor: original)

Kod profi-sklapanja i rasklapanja prskajućih sekcija (krila), maksimalni dopušteni tlak u povratnomvodu ulja iznosi 5 bar, a povratni se vod ulja ne priključuje na upravljački uređaj traktora, već na bestlačni povratni vod ulja s velikom utičnom spojkom.

Oznaka		Funkcija	Upravljački uređaj traktora	
crvena		Trajan optok ulja	jednostruko djelovanje	
crvena		Bestlačni povratni tok		
crvena		Upravljački vod Load Sensing (opcija)		

**Slika 3.112.** Profesionalno sklapanje i rasklapanje prskajućih krila  
(Izvor: original)

Prskalice UG 2002 opremljena je Super-S prskajućim krilima, koja imaju sustav paketa opruga za smanjivanje oscilacija u okomitoj ravnini, te elementima opružnog amortizera s kugličnim ovjesom za prigušenje vodoravnih pomicanja. Super-S krila prskalice imaju transportnu širinu samo 2,40 m, kod radnih širina 15 – 30 m, koja se sklapaju/rasklapaju pomoću stabilnog hidrauličkog cilindra. Upravljanje prskajućih krila obavlja se upravljačkim uređajem traktora i upravljačkim terminalom AmaSpray+ i AmaSet+.

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

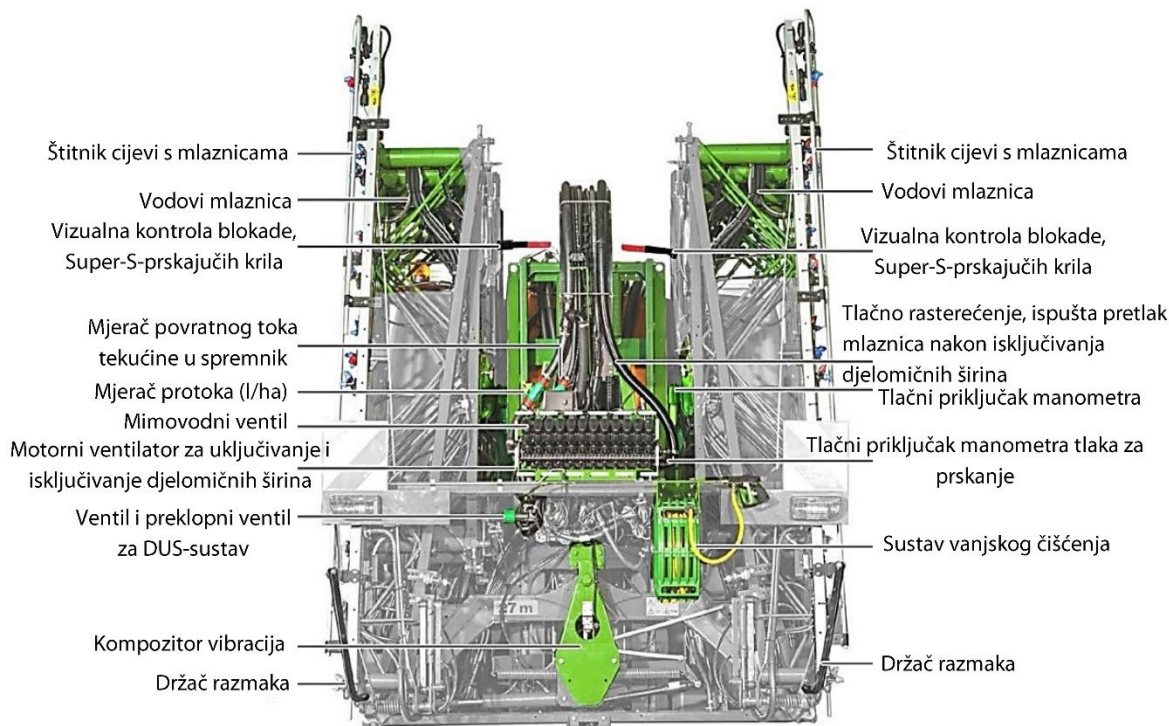


**Slika 3.113.** Prskalica s prskajućim krilima u radnom položaju

(Izvor: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/agricultural-technology/crop-protection/mounted-sprayer/50594-50594>)

Pravilno podešena prskajuća krila i njihov ovjes bitno utječu na preciznost distribucije kapljica tekućine. Potpuno prekrivanje biljnih dijelova postiže se uz ispravno namještenu visinu prskanja prskajućih krila u odnosu na biljke. Međusobna udaljenost mlaznica na cijevnim vodovima iznosi 500 mm ili alternativno na 250 mm. Ovisno o opremljenosti stroja može se preko skupine funkcija obaviti sljedeće:

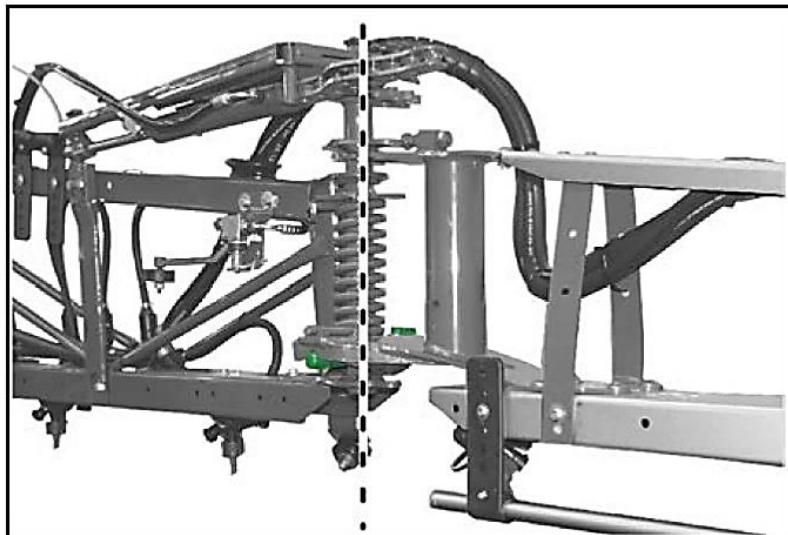
- sklapanje i rasklapanje krila prskalice za prskanje
- hidrauličko namještanje visine
- hidrauličko namještanje nagiba
- jednostrano sklapanje prskajućih krila
- jednostrano neovisno rasklapanje i
- sklapanje pojedinih krakova krila za prskanje.



**Slika 3.114.** Sklop prskajućih krila u transportnom položaju

(Izvor: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/agricultural-technology/crop-protection/mounted-sprayer/50594-50594>)

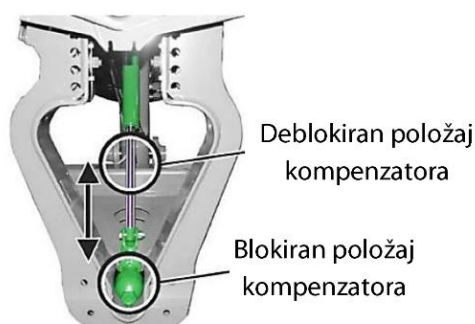
Na vanjskim sekcijama prskajućih krila ugrađen je sustav zaštite od oštećenja ukoliko se u radu nađe na prepreku. Dotična plastična čeljust omogućuje uzimanje vanjske sekcije krila oko zglobne osovine u i suprotno od smjera vožnje, pri automatskom povratku u radni položaj, slika 3.115.



**Slika 3.115.** Uređaj za zaštitu od prepreka

(Izvor: <https://automatedcontrol.com.au/portfolio-item/boom-height-detection/>)

Na sustav uređaja za prskanje ugrađen je kompenzator vibracija koji amortizira vibracije prskajućih krila. U procesu prskanja ravnomjernost poprečne distribucije kapljica postiže se samo pri deblokiranom položaju kompenzatora.

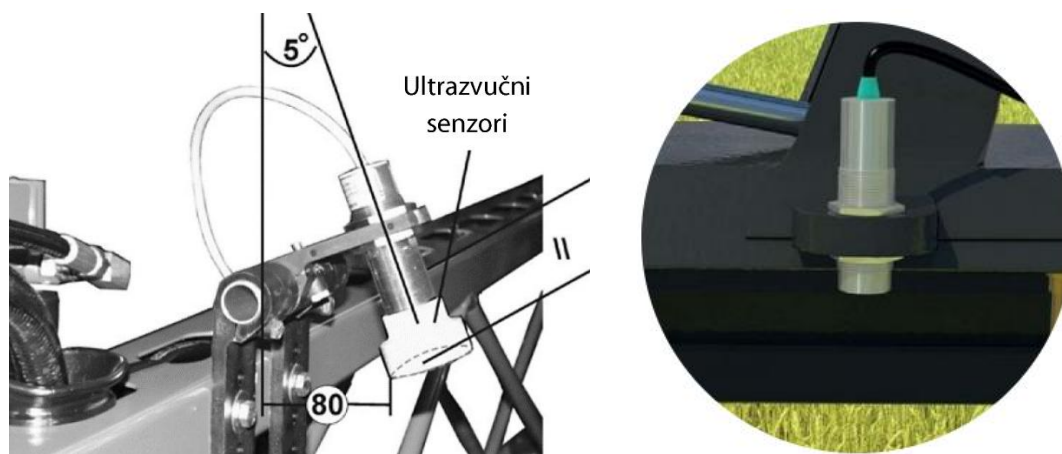


**Slika 3.116.** Kompenzator vibracija

(Izvor: <https://automatedcontrol.com.au/portfolio-item/boom-height-detection/>)

Blokiranje kompenzatora vibracija obavlja se kod transportnih vožnji i kod rasklapanja i sklapanja prskajućih krila. Nakon potpunog rasklapanja prskajućih krila, kompenzator vibracija se deblokira i rasklopljena krila se mogu slobodno njihati prema nosaču krila. Održavanje paralelnog položaja prskajućih krila u radu omogućuje Distance Control. To su ultrazvučni senzori koji mjere razmak od tla, odnosno biljnih dijelova. Kod isključivanja prskanja za okretanje na kraju parcele, prskajuća krila se automatski podižu. Kod uključivanja prskanja, prskajuća krila se vraćaju na zadanu visinu.

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA



**Slika 3.117.** Kontrolni uređaj na prskajućim krilima (Distance Control)  
(Izvor: <https://automatedcontrol.com.au/portfolio-item/boom-height-detection/>)

Na prskalicama AMAZONE ugrađen je sustav (DUS). Ovo je sustav cirkulacije tekućine stalnog tlaka u cijelom sustavu. Stalni optok tekućine u sustavu omogućuje ravnomjerno prskanje od početka, jer je tekućina prisutna u svim mlaznicama za prskanje neposredno nakon uključivanja prskajućih krila. Za prskanje, detaljnije opisano kod vučene prskalice UG-Super (str. 184). Na prskalici, kao opcija, može biti ugrađen pročištač cijevnog voda koji se montira u vodovima za prskanje po djelomičnoj širini, odnosno kod uključivanja djelomičnih širina, a služi kao dodatni element za sprječavanje nečistoća u mlaznicama za prskanje. Pročištački uložak može imati 50 otvora/ inč<sup>2</sup> (plave boje) ili 80 otvora/ inč<sup>2</sup> (sive boje) ili 100 otvora/ inč<sup>2</sup> (crvene boje). Na lijevoj i desnoj strani prskajućih krila ugrađen je odstojnik koji sprječava dodir prskajućeg krila s tlom. Pri uporabi nekih mlaznica odstojnici se nalaze u stošcu za prskanje. U tom slučaju odstojnik treba vodoravno učvrstiti na nosač, pri čemu se koristi vijak s krilatom glavom. Na slici 3.118. prikazan je spuštenu i vodoravni položaj odstojnika.

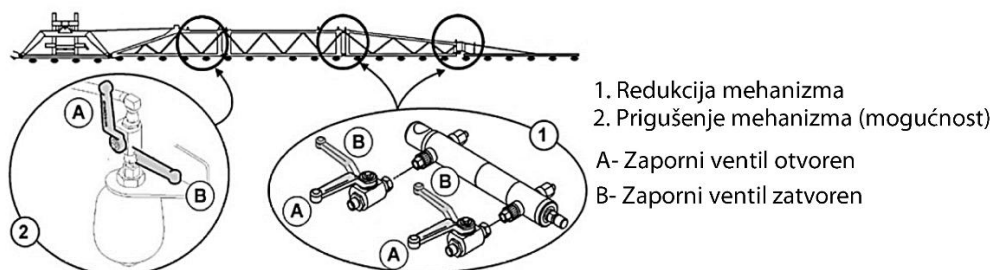


**Slika 3.118.** Odstojnik

(Izvor: <https://amazone.co.uk/en-gb/products-digital-solutions/agricultural-technology/crop-protection/mounted-sprayer/amazone-booms-in-an-aircraft-wing-design-407330>)

### 3.3.4. Redukcijski zglob na vanjskoj sekciji

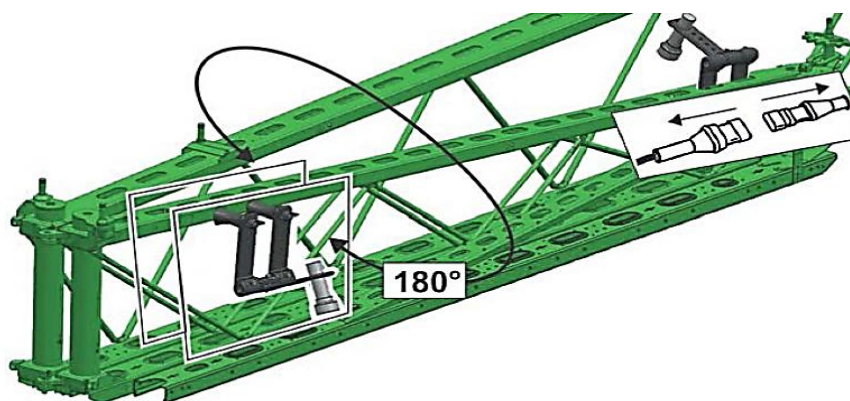
Ukoliko se želi smanjiti radna širina prskanja, vanjski element oblagača može se ručno sklopiti preko redukcijskog zgloba. Pri prskanju sa smanjenom radnom širinom vanjske djelomične širine treba isključiti. Pri tome se unesu izmjene na upravljačkom terminalu, za smanjenu širinu, zatim se unosi izmijenjeni broj mlaznica na vanjskim djelomičnim širinama.



**Slika 3.119.** Redukcija mehanizma

(Izvor: <https://amazone.co.uk/en-gb/products-digital-solutions/agricultural-technology/crop-protection/mounted-sprayer/amazone-booms-in-an-aircraft-wing-design-407330>)

Redukcijom mehanizma jedna ili dvije sekcije, ovisno o izvedbi, mogu ostati sklopljene tijekom uporabe. Dodatno se uključi hidraulički spremnik, kao opcija zaštite od prilaženja, na putnom računalu se uključuje odgovarajuće djelomične širine.



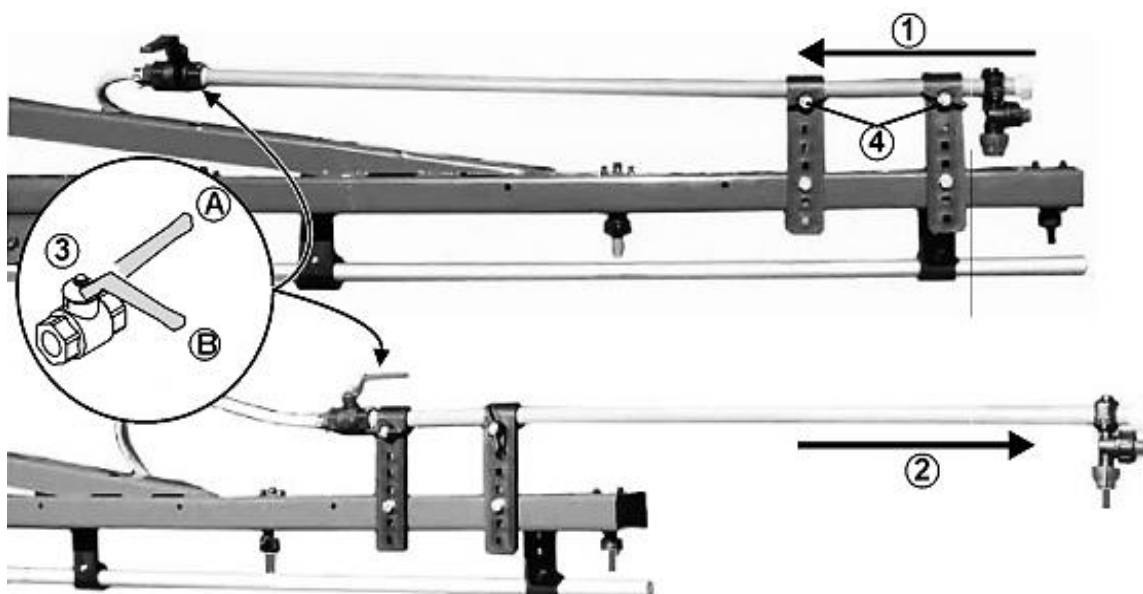
**Slika 3.120.** Senzori kod smanjene radne širine na prskajućim krilima

(Izvor: <https://amazone.co.uk/en-gb/products-digital-solutions/agricultural-technology/crop-protection/mounted-sprayer/amazone-booms-in-an-aircraft-wing-design-407330>)

Kod smanjene radne širine vanjski senzor se ugradi tako da bude zakrenut za 180°. Proširenjem mehanizma kontinuirano se povećava radna širina do 1,2 m. Na slici 3.121 vidi se način proširenja mehanizma u transportnom položaju i proširenje u položaju za radni zahvat.

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

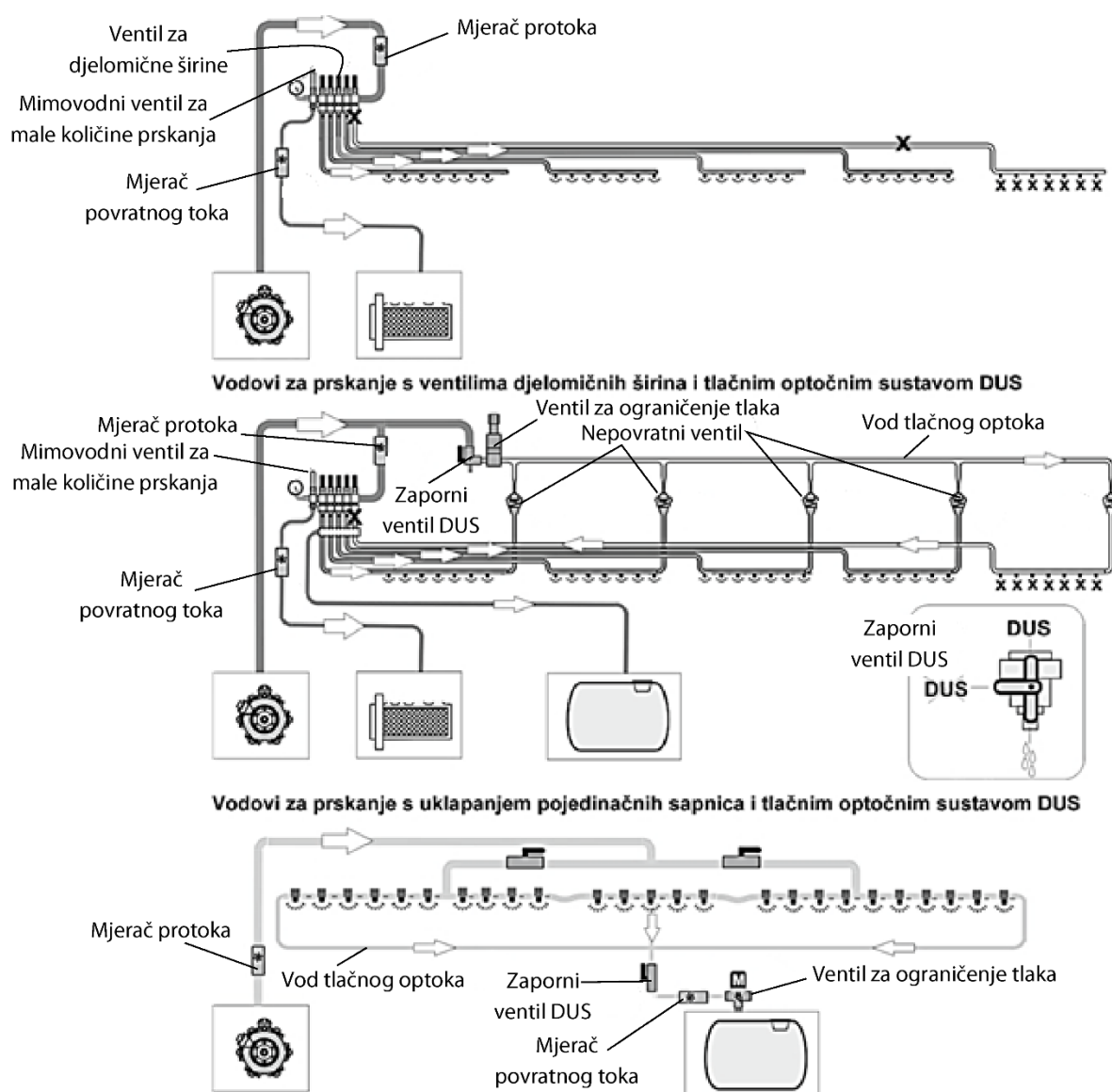
---



**Slika 3.121.** Proširenje radne širine

(Izvor: <https://amazone.co.uk/en-gb/products-digital-solutions/agricultural-technology/crop-protection/mounted-sprayer/amazone-booms-in-an-aircraft-wing-design-407330>)

Vodovi za prskanje izvedeni su od vodoravnih cijevi izrađenih od kvalitetnih materijala otpornih na štetno djelovanje kemijskih zaštitnih sredstava. Na slici 3.122. prikazani su vodovi za prskanje s ventilima djelomičnih širina, vodovi za prskanje s ventilima djelomičnih širina i tlačnim optočnim sustavom DUS, vodovi za prskanje s uklapanjem pojedinačnih mlaznica i tlačnim optočnim sustavom DUS, te ostalim funkcijskim dijelovima.



**Slika 3.122.** Vodovi za prskanje

(Izvor: Upute za rukovanje Amazone MI5512 (en\_EN) 11.15)

### 3.3.5. Sklapanje/rasklapanje prskajućih krila pomoću upravljačkog uređaja traktora

Ovisno o opremi na upravljačkom terminalu aktivira se tipka za predodabir „sklapanje/rasklapanje krila“, prije aktiviranja upravljačkog uređaja traktora radi rasklapanja prskajućih krila.

Rasklapanje krila obavlja se na sljedeći način:

- Aktivirati upravljački uređaj traktora, oznaka (žuto), pa se onda podignu prskajuća krila iz transportnog položaja.
- Aktivirati uređaj traktora, oznaka (zeleno) sve dok se ne spuste prskajuća krila obje strane i dok se pojedine sekcije krila potpuno ne rašire i dok se ne deblokira kompenzator vibracija.

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

---

- Aktivirati upravljački uređaj traktora oznaka (žuto) i onda se podese radna visina prskanja prskajućih krila.

Sklapanje prskajućih krila obavlja se na sljedeći način:

- Aktivira se upravljački uređaj traktora, oznaka (žuto), podignu se krila do srednje visine.
- Namjesti se funkciju za podešavanje nagiba na „0“ (ako postoji).
- Zatim se aktivira upravljački uređaj traktora, oznaka (zeleno) sve dok pojedine sekcije oba krila ne budu potpuno sklopljene ili lijeva i desna krila ne budu podignuta.
- Aktivira se upravljački uređaj traktora, oznaka (žuto), zatim se spusti prskajuća krila i blokira ih se u transportni položaj.

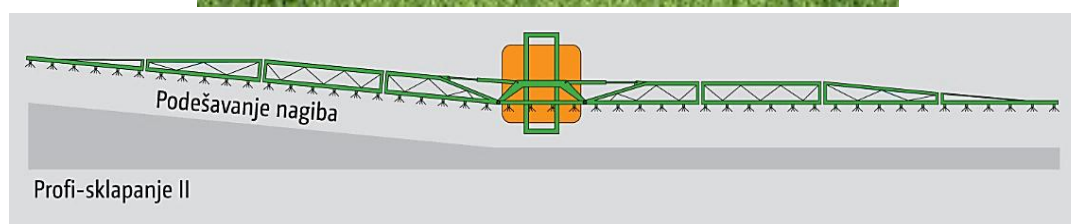
Kod izvođenja ovih operacija kompenzator vibracija se automatski blokira prije sklapanja prskajućih krila. Jednostrano sklapanje prskajućih krila moguće je pomoću terminala AmaSet+, AmaSpray+ ili AmaTron 3. Kod rasklopljenih prskajućih krila se prema izboru aktivira potrebna strana. Alternativno se kod AmaSet+ i AmaSpray mogu krajnje mlaznice aktivirati pomoću prekidača, slika 3.123.



**Slika 3.123.** Jednostrano sklapanje prskajućih krila

(Izvor: <https://www.donedeal.ie/otherfarmmachinery-for-sale/new-amazone-mounted-and-trailed-sprayers/11988910?modal=gallery>)

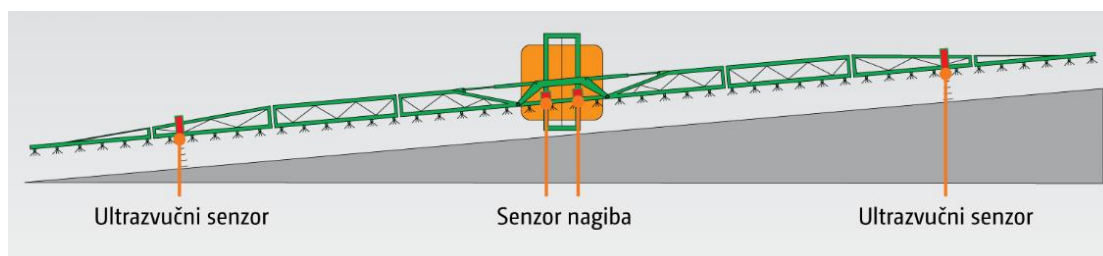
Profi-sklapanje je elektrohidrauličko aktiviranje krila putem optoka ulja, tako se funkcijama namještanja visine, rasklapanja/sklapanja, jednostranog sklapanja, namještanje nagiba može jednostrano upravljati AmaSpray+ i AmaSet+ i upravljačkom ručkom pomoću funkcije sklapanja profi II (slika 3.124.).



**Slika 3.124.** Profi-sklapanje

(Izvor: <https://amazone.co.uk/en-gb/products-digital-solutions/flex-fold-104414>)

Sa Super-S-krilima moguće je automatsko vođenje prskajućih krila pomoću senzora za visinu. Distance Control omogućuje automatsku regulaciju visine i kuta nagiba u kombinaciji s Profi sklapanjem prskajućih krila (slika 3.125.).



**Slika 3.125.** Distance control

(Izvor: <https://amazone.net/en/plan-learn/learn/automatic-boom-guidance-135700>)

### 3.3.6. Rad s jednostavnim rasklopljenim prskajućim krilom

Prskajuća krila postavljaju se u radni položaj i zatim se obavlja sljedeće:

- Potrebno je upravljački uređaj žuto označen aktivirati i pri čemu se krila podignu na srednju visinu, gdje se kompenzator vibracija automatski blokira.
- Na upravljačkom terminalu unaprijed se odabere koje prskajuće krilo, lijevo ili desno, treba sklopiti.
- Aktivira se upravljački uređaj traktora označen zelenom bojom i odabrana strana prskajućeg krila se sklapa.
- Izravnavaju se prskajuća krila preko funkcije za podešavanje nagiba paralelno s površinom tla.

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

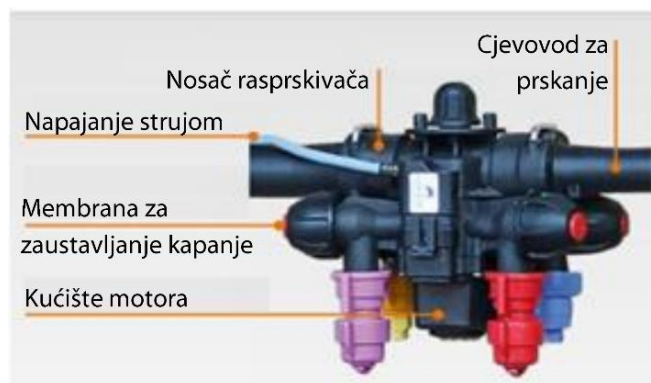
- Zatim se podesi visina prskanja tako da krilo bude udaljeno barem 1 metar od površine tla.
- Potrebno je isključiti djelomične širine sklopljenog prskajućeg krila.
- U procesu rada agregatom vozi se smanjenom brzinom. Nakon jednostavnog prskanja, potrebno je poništiti predodabir na upravljačkom terminalu, zatim treba aktivirati upravljački uređaj traktora sve dok se sklopljena krila ponovno potpuno ne otklope i dok se kompenzator vibracije ne deblokira.
- Ponovno treba uključiti sve djelomične širine.

#### 3.3.7. Hidrauličko podešavanje nagiba prskanja

Prskajuća krila mogu se izravnati s tlom preko hidrauličkog podešavanja nagiba kod nepovoljnih terenskih nagiba. Na upravljačkom terminalu pojavljuje se prikaz, pa se podešavanje obavlja preko upravljačkog terminala ili upravljačkog uređaja traktora koji je bež boje i oznake 1 i 2.

#### 3.3.8. Mlaznice

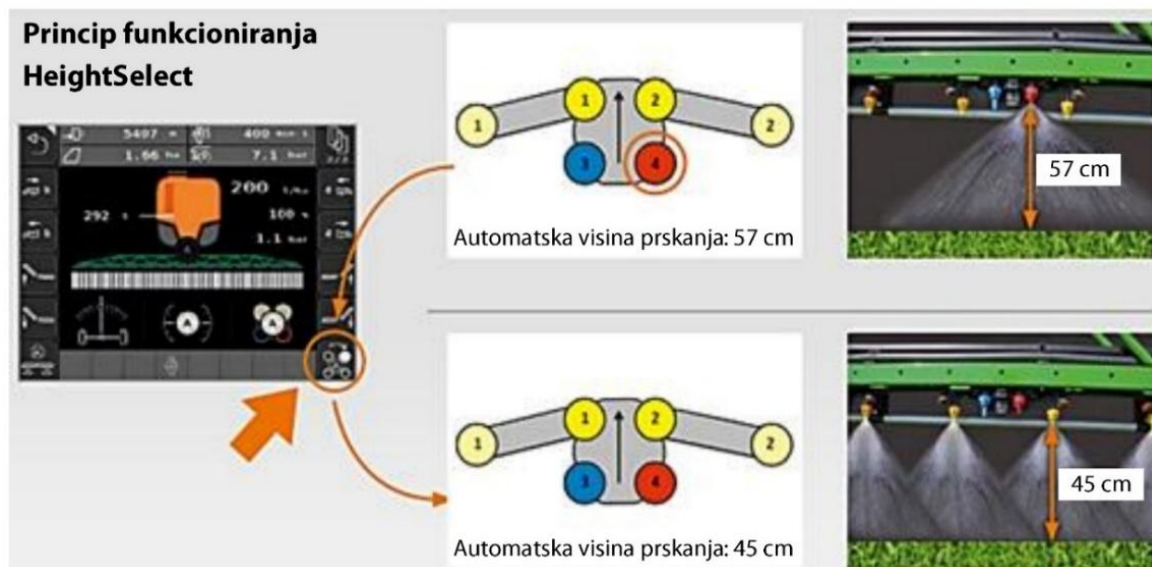
Električno aktiviranje pojedinačnih mlaznica AmaSelect sastoji se od četverostrukog nosača mlaznica s električnim uključivanjem i isključivanjem, te dodatnim prebacivanjem mlaznica. Ovaj sustav može se aktivirati automatski pomoću GPS-SWITCH-a, električnim prebacivanjem između četiri montirane mlaznice preko upravljačkog terminala ili automatski. Serijski je AmaSelect opremljen sustavom cirkulacije pod visokim tlakom DUS-pro i LED osvjetljenjem pojedinačnih mlaznica.



**Slika 3.126.** AmaSelect elementi sustava

(Izvor: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/amaselect-electric-individual-nozzle-switching-with-50-cm-part-width-sections-57154>)

Pomoću HeightSelect kontinuirano se automatski prilagođava udaljenosti između krila i tretirane kulture ovisno o udaljenosti mlaznica i tipu mlaznice. Kada je mlaznica uključena, automatsko vođenje krila regulira u tom trenutku odgovarajuću udaljenost do tretirane površine. Automatsko djelovanje odvija se samo u kombinaciji s AmaSelect-om i Countour uređajima, slika 3.127.



**Slika 3.127.** Način reguliranja visine prskanja sa HeightSelect uređajem

(Izvor: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/agricultural-technology/crop-protection/self-propelled-sprayer/heightselect-339838>)

Kao dodatno rješenje postoji opcija da se AmaSelect nosač mlaznice opremi kompletom za udaljenost između mlaznica od 25 cm. Ovim se omogućuje da se sa uporabom specijalnih mlaznicama s izlaznim kutom mlaza od 80° smanji udaljenost ciljne površine ispod 50 cm. Osim toga ova varijanta može se dopuniti posebnom opremom Highflow za primjenu velikih normi tretiranja tekućine. Na prskajuća krila mogu se montirati jednostruki i višestruki nosači mlaznica, a kućišta mlaznica smještena su u profile s integriranim membranskim nepovratnim ventilima radi sprječavanja kapanja. Za rad sa prskalicama „AMAZONE“ preporučuju se mlaznice: AGROTOP, LECHLER i TEEJET mlaznice. Uporaba kućišta s više mlaznica omogućuje određenu prednost pri uporabi različitih tipova mlaznica. Zakretanje nosača s više mlaznica suprotno kazaljci na satu, stavlja u uporabu drugu mlaznicu. U međupoložajima kućište s više mlaznica je isključeno. Tako postoji mogućnost smanjenja radne širine prskanja.



**Slika 3.128.** Trostruka mlaznica

(Izvor: <https://www.prillinger.at/hr/p/Nosac-trostruke-mlaznice-za-1-2-inc-cijev-Zapfen-7mm~00340356>)



**Slika 3.129.** Četverostruka mlaznica

(Izvor: <https://www.spritzenteile.de/Nozzle-Holder/Fourfold-nozzle-holder-for-pipes/Arag-Compact-Jet-Nozzle-Holder-4-ways.html?language=en>)



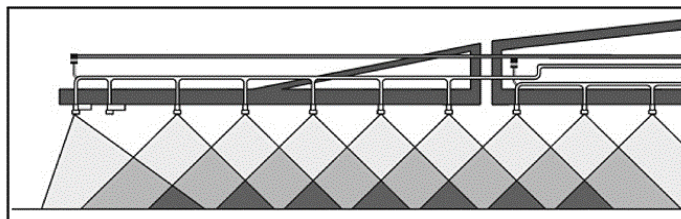
**Slika 3.130.** Kućište mlaznice

(Izvor: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/agricultural-technology/crop-protection/trailed-sprayer/50962-50962>)

Kućište mlaznice može biti opremljeno mlaznicom 25 cm širine zahvata, te se postigne razmak mlaznica od 25 cm. Ako je namješten razmak mlaznica od 25 cm, strelica pokazuje mlaznicu koja stoji okomito i koja se napaja.

#### 3.3.9. Rubne mlaznice

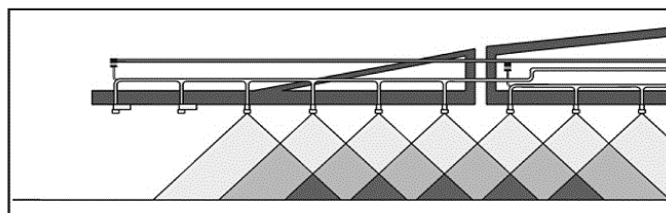
Iz kabine traktora se sklop rubnih mlaznica električno isključuje (posljednja mlaznica), a uključuje rubna mlaznica 25 cm dalje prema van (točno na rubu parcele), slika 3.131.



**Slika 3.131.** Uključivanje rubne mlaznice

(Izvor: Uputstvo za upotrebu Agromehanika nošene traktorske prskalice AGS 400EN, AGS 600EN, AGS 800EN, AGS 1000EN i AGS 1200EN Rev.05/2017)

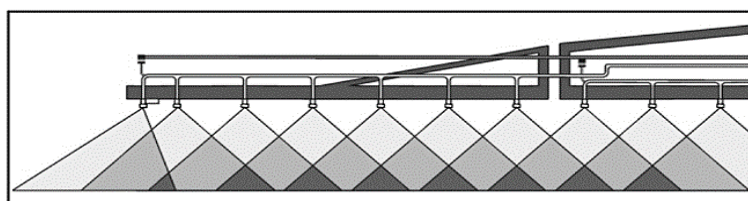
Sklop krajnjih mlaznica isto se može električno isključivati iz traktora, u tom se slučaju isključuju do tri krajnje vanjske mlaznice na rubovima parcela, slika 3.132.



**Slika 3.132.** Isključenje rubnih mlaznica

(Izvor: Uputstvo za upotrebu Agromehanika nošene traktorske prskalice AGS 400EN, AGS 600EN, AGS 800EN, AGS 1000EN i AGS 1200EN Rev.05/2017)

Na prskajuća krila može se dograditi sklop dodatnih mlaznica s vanjske strane i tako povećati radnu širinu za 1 metar, a uključivanje je električno.



**Slika 3.133.** Uključenje dodatne mlaznice

(Izvor: Uputstvo za upotrebu Agromehanika nošene traktorske prskalice AGS 400EN, AGS 600EN, AGS 800EN, AGS 1000EN i AGS 1200EN Rev.05/2017)



**Slika 3.134.** Uključivanje pojedinačnih mlaznica

(Izvor: Uputstvo za upotrebu Agromehanika nošene traktorske prskalice AGS 400EN, AGS 600EN, AGS 800EN, AGS 1000EN i AGS 1200EN Rev.05/2017)

Pojedinačno se mogu uključiti mlaznice pri čemu je njihov radni zahvat 50 cm. U kombinaciji s automatskim uključivanjem djelomičnih širina, Section Control preklapanja mogu se smanjiti na minimalna područja. Svaka se mlaznica može posebno uključivati i isključivati pomoću Section Control, slika 3.134.



**Slika 3.135.** Snop povlačnih cijevi za tekuća gnojiva

(Izvor: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/agricultural-technology/crop-protection/trailed-sprayer/50962-50962>)

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

---

Kao dodatna oprema uz prskalice se isporučuje uređaj za tekuću gnojidbu, u načelu dvije različite vrste tekućih gnojiva, kao SHL i NP otopine. U izboru se nalaze mlaznice s tri mlaza za izbacivanje tekućeg gnojiva. Dozirana blenda koja je u mlaznici preko svoja tri otvora omogućuje skoro bestlačnu raspodjelu tekućeg gnojiva u velikim kapljicama. Tako se sprječava neželjena raspršena maglica i stvaranje malih kapljica. Izbačene velike kapi iz mlaznice padaju s malom energijom na biljke, te skliznu s njihove površine. Mlaznice s tri mlaza su s obzirom na dozu l/ha obojane različitim bojama i pri radnoj brzini 8 km/h, slijedi:

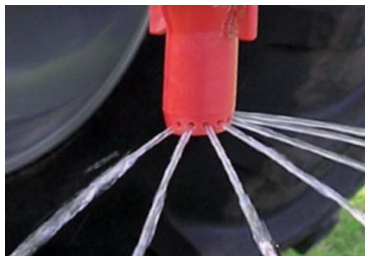
- 3 mlaza – žuta, 50 – 80 l/ha AHL
- 3 mlaza – crvena, 80 – 126 l/ha AHL
- 3 mlaza – plava, 115 – 180 l/ha AHL i
- 3 mlaza – bijela, 155 – 267 l/ha AHL.

Kod mlaznica sa sedam otvora/FD vrijede isti preduvjeti kao i kod mlaznica s tri mlaza. Jedina razlika je što kod mlaznica sa sedam otvora/FD mlaznica izlazni otvori nisu usmjereni prema dolje, već u stranu. Uslijed toga se mogu stvarati vrlo velike kapi kod malih udarnih sila na biljke.

Oznake mlaznica sa sedam otvora su:

- SJ7-02-CE, 74 – 120 l/ha AHL kod 8 km/h i
- SJ7-03-CE, 110 – 180 l/ha AHL.

Najveća mlaznica s najvećom dozom škropiva ima oznaku: SJ7-08-CE, 295 – 480 l/ha AHL.



**Slika 3.136.** Mlaznica sa sedam otvora za prihranu tekućim gnojivima  
(Izvor: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/agricultural-technology/crop-protection/trailed-sprayer/50962-50963>)

#### 3.3.10. Ovjjesna prskalica UF s dva spremnika

Izvedba prskalice s prednjim i stražnjim spremnikom za tekućinu moguća je alternativa s obzirom na posebnu pogodnost za upravljanje traktora u odnosu na vučene prskalice. Pored toga, ovaj agregat je kompaktan i manje je njegovo bočno zanošenje na nagnutim terenima, dobra je raspodjela mase na prednjem pogonskom mostu, a time je ostvarena i njegova veća stabilnost. Ovdje prednji spremnik služi kao prednji uteg i time omogućuje bolji balans. Isto tako, ovaj agregat ima prednosti u odnosu na samokretnu prskalicu jer je jeftiniji, dozvoljene brzine su oko 50 km/h, a traktor se primjenjuje i za druge tehnološke operacije u proizvodnji, osim zaštite bilja.



**Slika 3.137.** Ovjesna prskalica s dva spremnika

(Izvor: <https://www.claasharvestcentre.com/new-machinery/spreaders-sprayers/uf>)

Automatsko upravljanje i kontrole protoka tekućine obavljaju se pomoću elektroničkog mjerača „FLOW CONTROL“ i AmaTron3. Osnova za Flow Control su dva elektronska mjerača razine tekućine u spremnicima i još dva injektora niskog tlaka. Protok između spremnika u oba smjera iznosi 200 l/min. Pomoću terminala AmaTron 3 se upravlja kružno cirkuliranje tekućine u sustavu. Tekućina se crpi prema natrag iz prednjeg spremnika tek kad je prskalica došla do razine napunjenosti od 30 %.

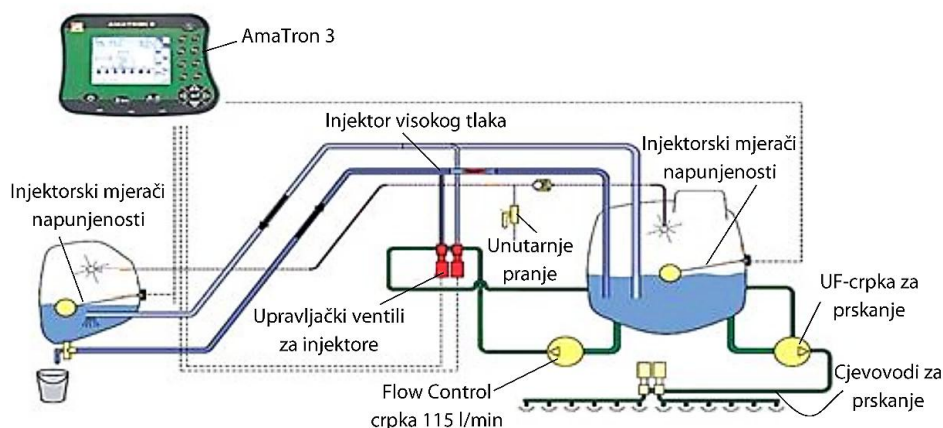


**Slika 3.138.** Upravljački terminal AmaTron 3

(Izvor: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/agricultural-technology/crop-protection/mounted-sprayer/50782-50782>)

AmaTron 3 upravlja kružnim tokom tekućine u sustavu čime se ostvaruje idealna raspodjela mase na traktoru. Ovisno o razini tekućine iz prednjeg spremnika prebacuje se nova količina tekućine, tako da ovjesna prskalica nikada ne ostaje bez tekućine u odnosu na prednji spremnik.

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA



**Slika 3.139.** Automatski kružni tok tekućine s kontrolom protoka

(Izvor: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/agricultural-technology/crop-protection/mounted-sprayer/automatic-regulation-via-flowcontrol—1433024>)

#### 3.4. Konstrukcijske karakteristike vučenih prskalica

Konstrukcija prskalica izvodi se na različite načine ovisno o namjeni, načinu gibanja, pogonu radnih sklopova, veličini i vrsti materijala. Uglavnom sve prskalice imaju pojedine sklopove manje ili više slične. Vučene prskalice koncipirane su s ciljem smanjenja količine otopine po jedinici površine, povećanja radne brzine i učinka u radu. Vučene prskalice imaju obujam spremnika 1000 – 3500 l i radni zahvat 12 – 24 (36) m. Prskalice se primjenjuju i u zaštiti bilja sa zračnom potporom ili *Air PLUS* sustavom koji omogućuje znatno smanjenje količine otopine po hektaru, a da se ne mijenja kvaliteta zaštite i djelotvornost zaštitnog sredstva. Ove prskalice omogućuju ravnomjernu aplikaciju gdje zaštitno sredstvo dopire do najnižih dijelova biljaka.



**Slika 3.140.** Vučena prskalica John Deere R952i

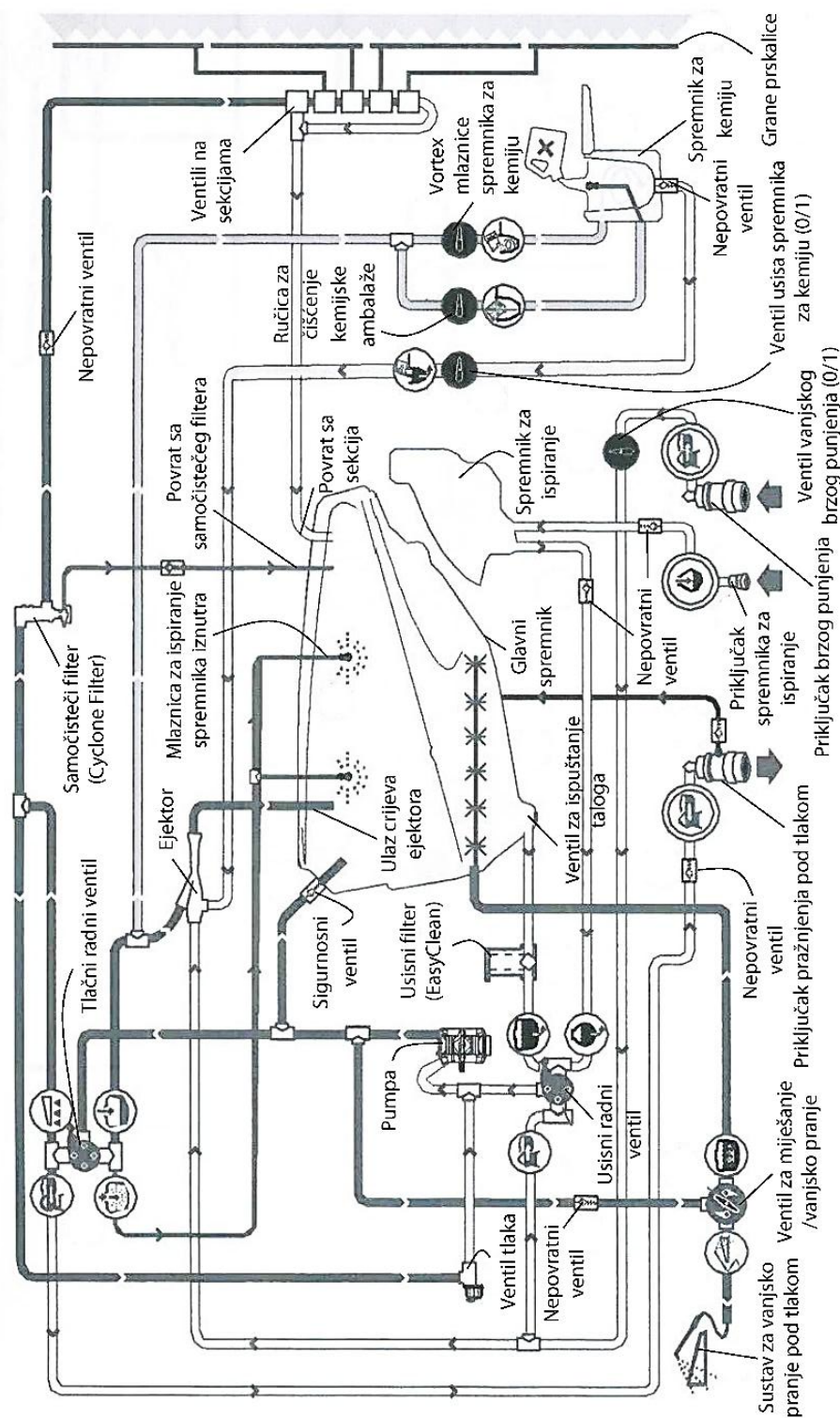
(Izvor: <https://www.maszyndlafarmera.pl/opryskiwacz-r952i-john-deere-ju-w-polsce/>)

Ove prskalice karakterizira sljedeće:

- mogućnost transporta brzinom do 40 km/h
- poteznica omogućuje praćenje traga kotača
- izbor uskih i širokih pneumatika
- uređaji za pripremu škropiva i pranja nakon rada

- centralni spremnik do 6000 l, spremnik obujma do 300 l za ispiranje i spremnik obujma 20 l za pranje ruku
- radni zahvat do 36 m
- mogućnost simetričnog i asimetričnog smanjenja radnog zahvata i
- elektronsko upravljanje prskalicom.

Na slici 3.141. prikazana je funkcionalna shema suvremene prskalice.



**Slika 3.141.** Funkcionalna shema prskalice  
(Izvor: original)

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

#### 3.4.1. Spremnik prskalica

Izvedba spremnika s obzirom na obujam i oblik različita je i ovisi o tipu i namjeni. Suvremene prskalice imaju spremnike izrađene od polietilena i od poliuretanske smole armirane staklenim vlaknima. Oblik spremnika treba omogućiti lagano pražnjenje, bez oštih bridova zbog lakšeg ispiranja i miješanja radne tekućine, te osigurati što bolje stabilnost prskalice.



- 1 Glavni spremnik
- 2 Pomoćni spremnik za ispiranje i otapanje sredstva
- 3 Spremnik za pranje ruku

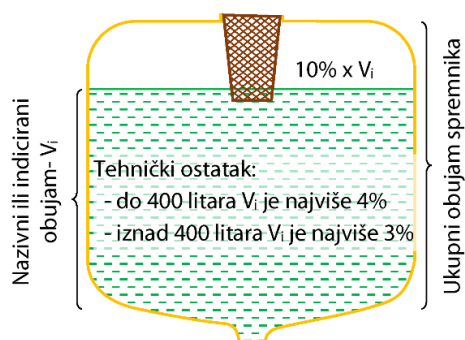
Slika 3.142. Spremnici prskalice

(Izvor: <https://www.truck1.sg/agricultural-machinery/trailed-sprayers/john-deere-840i-a8110317.html>)

Danas se najčešće izrađuju spremnici cilindričnog oblika ili paralelopipednog s i obrnuto piramidalnim dnom, s vrhom prema dolje kako bi se lakše slijevala radna tekućina. Obujam spremnika kod različitih tipova prskalica u prosjeku iznosi:

- kod ručnih prskalica  $\leq 2$  l
- kod leđnih do 20 l
- prijevozne do 100 l
- ovjesne traktorske do 600 l i
- kod vučenih i samokretnih 1200 – 3000 l i više.

Kod suvremenih prskalica stvarni obujam spremnika je 5 – 10 % veći od deklariranog. Na suvremenim prskalicama nalaze se dodatni elementi i uređaji kao što je spremnik za čistu vodu za ispiranje prskalica poslije prskanja, posebna centrifugalna crpka za punjenje glavnog spremnika i cijevi različitog profila u sklopu ovih uređaja. Veličina spremnika za čistu vodu je minimalno deset puta veća od tehničkog ostatka u glavnom spremniku, a veličina glavnog spremnika je veća za 10 % od nazivnog punjenja zbog punjenja otopine pri hidrauličkom miješanju.



Slika 3.143. Veličina spremnika  
(Izvor: original)

Pri ocjeni prskalice daje se podatak o koeficijentu korisne mase prskalice, a on predstavlja omjer između količine tekućine koja stane u spremnik i ukupne mase pune prskalice. Poželjno je da ovaj koeficijent bude što veći, a optimalna vrijednost iznosi 0,5 – 0,6. Na gornjoj strani spremnika nalazi se otvor za punjenje tekućinom. Poklopac otvora treba potpuno zaptivati otvor, a ima i poseban otvor za odušak. Njemački Zavod zaštite bilja (*BBA*) preporuča promjer otvora za različite obujme spremnika, što je prikazano u tablici 3.5.

**Tablica 3.5.** Promjer otvora za punjenje

Kapacitet spremnika, l	Promjer otvora za punjenje, mm
do 150	150
između 100 i 600	200
preko 600	300

Na ulaznom otvoru za punjenje spremnika nalazi se pročištač u obliku sita, drugi pročištač na odvodnom otvoru s donje strane spremnika ispred crpke kao usisni pročištač, a treći se nalazi ispred mlaznica. Pročištači imaju određene gradacije otvora. Najveći otvori su na uljevnom otvoru spremnika. Prema njemačkom Zavodu za zaštitu bilja (*BBA*) i *FAO*, otvor sita treba biti od 0,5 i 2 mm, a dubina sita 60 – 300 mm ovisno o kapacitetu spremnika, a to je vidljivo u tablici 3.6.

**Tablica 3.6.** Dubina sita kod otvora za punjenje spremnika

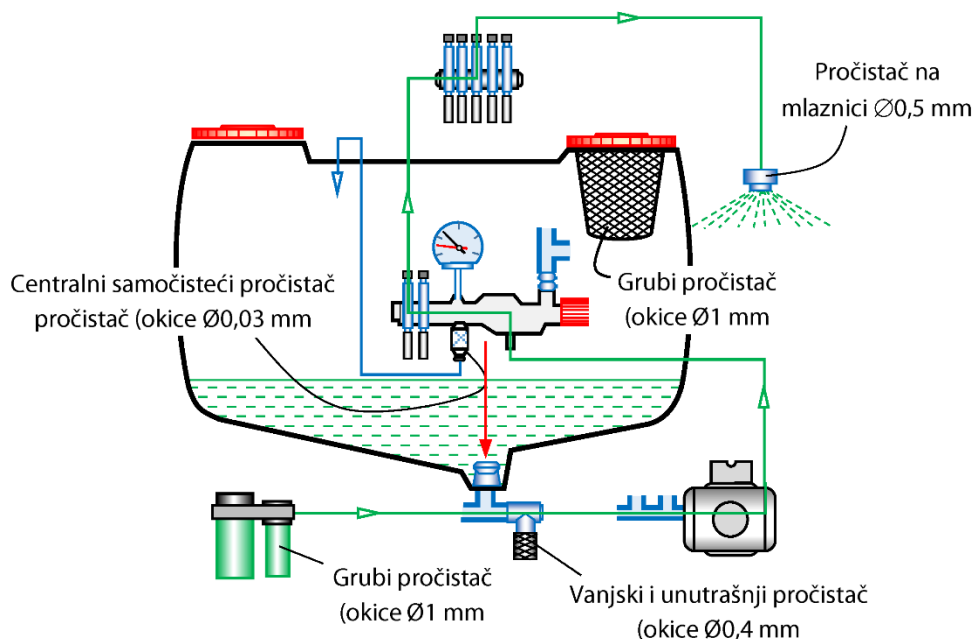
Kapacitet spremnik, l	Dubina sita na otvoru za punjenje, min. vrijednost, mm
do 150	60
150-400	100
400-600	200
od 600	300

### 3.4.2. Pročištači

Kvalitetno funkcioniranje prskalice ovisi i o sustavu pročišćavanja tekućine, a sastoji se od :

- pročištača na gornjem otvoru spremnika
- na usisnoj cijevi crpke
- u sustavu razvodnih cijevi prije ili iza regulatora tlaka i
- u svakoj mlaznici razvodnih cijevi na sekcijama prskalice.

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA



**Slika 3.144.** Pročišćivači na prskalici  
(Izvor original)

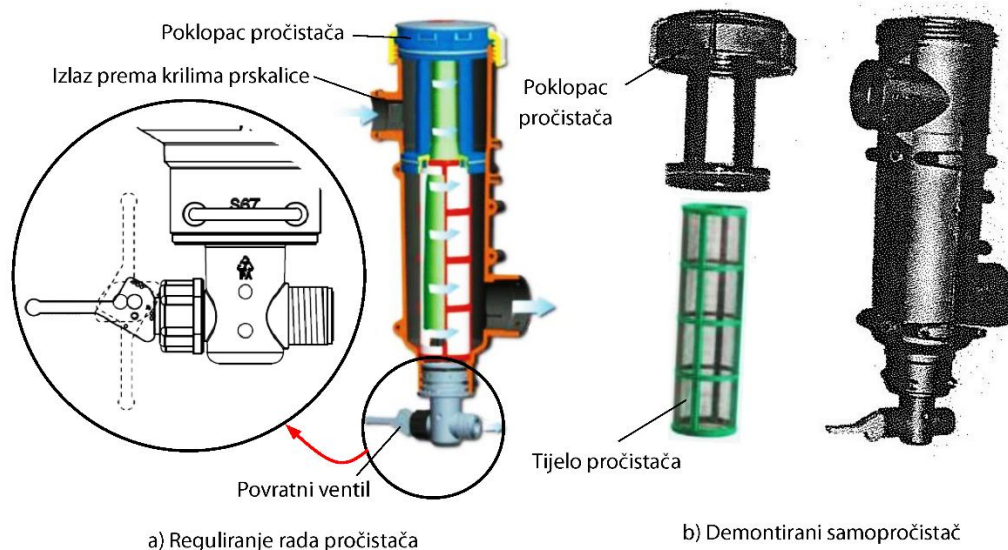
Na gornjem otvoru spremnika nalazi se pročišćivač u obliku sita koji ima zadatak da zadrži nečistoće koje uzrokuju zastoj u radu prskalice. Usisni pročišćivač smješten je u radnoj zoni na usisnoj cijevi crpke. Površina elementa pročišćivača usklađena je s kapacitetom protoka crpke. Veličina otvora preporuča se do 0,5 mm. U sklopu usisnog filtera ugrađen je automatski ventil koji se zatvara automatski pri otvaranju za čišćenje. Otvara se suprotno od smjera kazaljke na satu. Kod „Hardi“ prskalice pored manometra za tlak na platformi se nalazi indikator nečistoća pročišćivača. Zeleno područje znači da nije potrebno čišćenje, a žuto područje da se može završiti prskanje, te onda očistiti. Ako je crveno područje onda treba odmah očistiti pročišćivač jer je začepljen.



**Slika 3.145.** Usisni pročišćivač „Hardi“

(Izvor: <https://www.americafem.com/2021/02/25/an-insight-into-hardi-trailer-range/>)

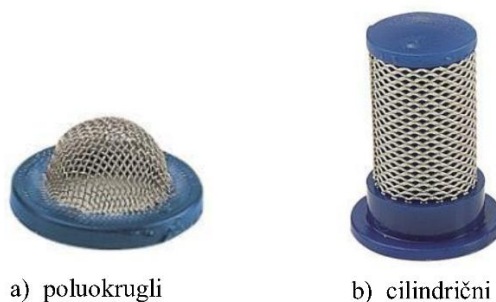
Kod suvremenih visoko kapacitiranih prskalice nalazi se samočišćujući pročišćivač koji je ugrađen poslije crpke ili iza regulatora tlaka koji radi na principu nadtlaka, slika 3.146.



**Slika 3.146.** Samočišćeći pročistač „Hardi“

(Izvor: <https://www.centralagequipment.com.au/post/hardi-saritor-2>)

Ventil ima tri položaja koji su označeni malim točkicama. Položaj *A* (jedna točkica) označava da nema povratnog protoka. Taj se položaj koristi kada se krila prskalice ispiru ako je glavni spremnik pun. Položaj *B* (s dvije točkice označen) je normalni položaj za vrijeme prskanja. S povratnim protokom osigurava se da ne dođe do začepjenja pročistača za vrijeme prskanja. Koristi se kod pranja prskajućih krila ako je glavni spremnik prazan. Položaj *C* (označen s tri točkice) je položaj za pranje pročistača. Podigne se ručica i drži u tom položaju čime se znatno povećava povratni protok i istovremeno se očisti pročistač. Standardni samočišćeći pročistač je veličine 80 mesha. Pročistači od 50 i 100 mesha dolaze kao opcija i mogu se lagano promijeniti tako što se samo skine poklopac pročistača. Mesh je angloamerička jedinica, a odgovara broju niti po kvadratnom inchu (inču),  $\text{inch}=25,4 \text{ mm}$ . Tekućina potiskivana od crpke preko tlačnog samočišćećeg pročistača dolazi k mlaznicama, gdje se ispred njih nalazi pročistač čiji je zadatak zaštititi mlaznicu od zagušenja i prekomjernog trošenja. Veličina pročistača određuje veličinu mlaznice.



**Slika 3.147.** Pročistač ispred mlaznice

(Izvor: <https://shop.agrometal-rs.com/proizvod/sito-dizne-plavo-50-mesh-polukruzno/>)

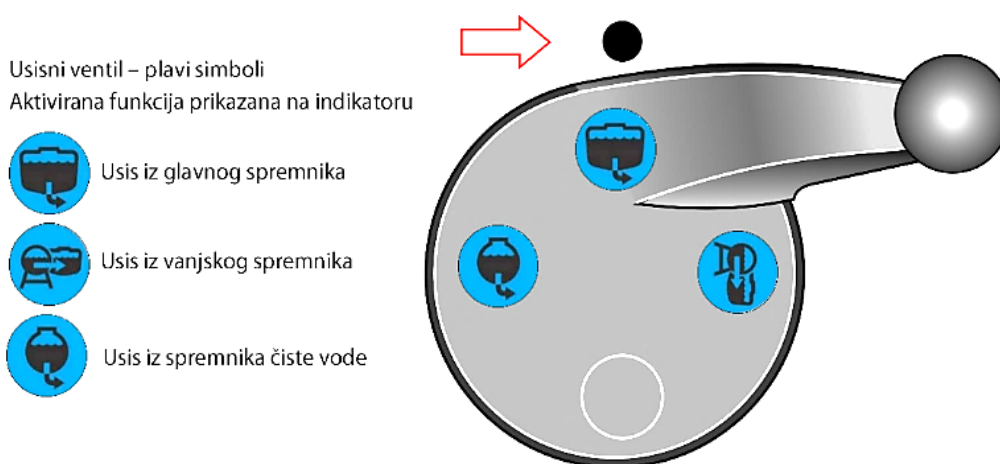
Pročistači u kućištu mlaznice često imaju ugrađene antidrip kuglične ventile koji sve više zamjenjuju membranski ventil protiv kapanja mlaznice. Pouzdaniji su u radu jer smanjuju začepjenja i lakše se čiste. Prije početka rada prijeko je potrebno otopinu u spremniku prskalice

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

dobro izmiješati uključivanjem intenzivnog miješanja u trajanju 8 – 10 minuta kako ne bi došlo do začepjenja pročistača.

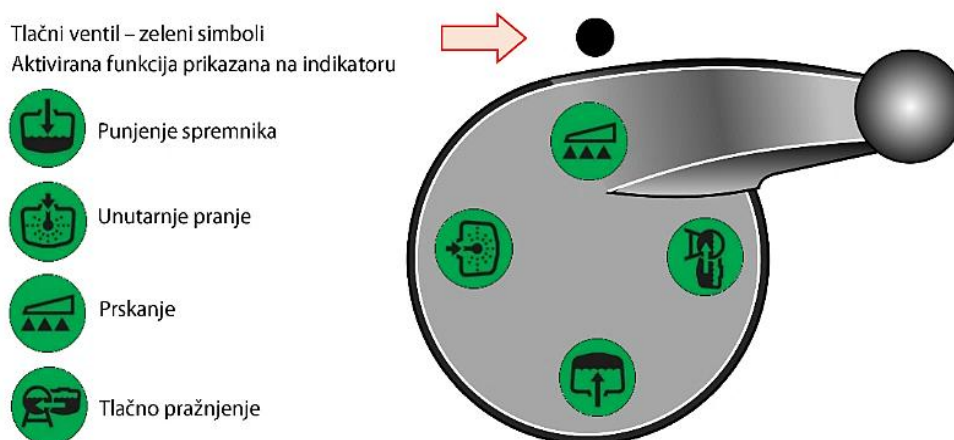
#### 3.4.3. Radni ventili

Sve funkcije prskanja upravljaju se putem centralno smještenih radnih ventila koji su označeni bojama i simbolima, a simboli ventila odgovaraju svim mogućim funkcijama koje su postavljene na disku za jedinstvenu identifikaciju i rukovanje. Funkcija je aktivirana kada je ručica okrenuta prema željenoj poziciji. Na primjer, usisni ventil je plave boje, a aktivirana funkcija prikazuje se na indikatoru. Slika 3.148 a. prikazuje usis iz glavnog spremnika, usis iz vanjskog spremnika i usis iz spremnika čiste vode.



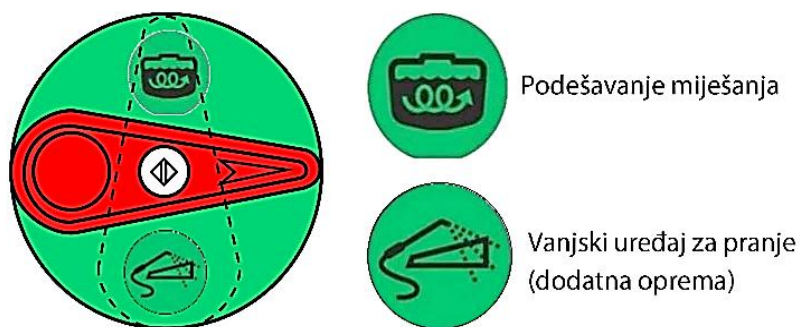
Slika 3.148 a. Usisni ventil  
(Izvor: original)

Tlačni ventil je prikazan zelenim simbolima, a aktivirana funkcija prikazuje se na indikatoru, slika 3.148 b.



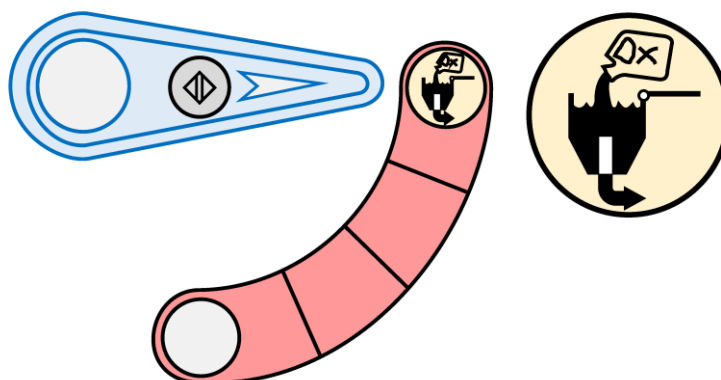
Slika 3.148 b. Tlačni ventil  
(Izvor: original)

Ventil za miješanje obavlja ovu funkciju, a može se podešavati tako da je moguće obaviti prskanje s velikom dozom zaštitnog sredstva i uz istodobno miješanje. Ventil je označen strelicom na disku koji pokazuje količinu tekućine koja prolazi kroz ventil, slika 3.148 c.

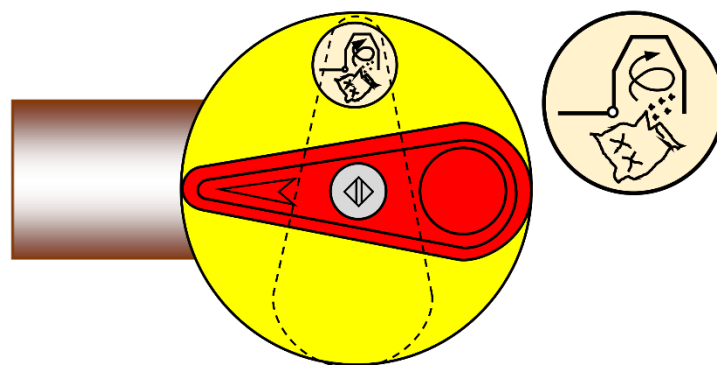


Slika 3.148 c. Ventil za miješanje  
(Izvor: original)

Usisni ventil spremnika za uporabu zaštitnih sredstava označen je crvenom bojom. On je otvoren kada zaštitna sredstva ulaze u spremnik prskalice. „Vortex“ mlaznica spremnika za pesticide označena je žutom bojom. Ovaj ventil aktivira „Vortex“ mlaznice u spremniku za škropivo, a ventil se nalazi iza spremnika za škropivo.



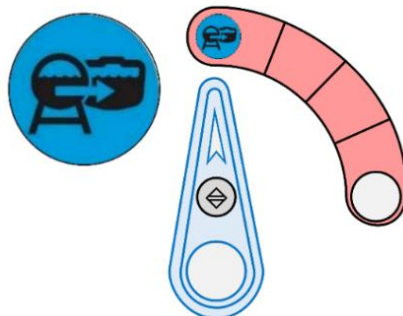
Slika 3.148 d. Punjenje kemikalija bez Vortex mlaznice  
(Izvor: original)



Slika 3.148 e. Pokretanje Vortex mlaznice  
(Izvor: original)

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

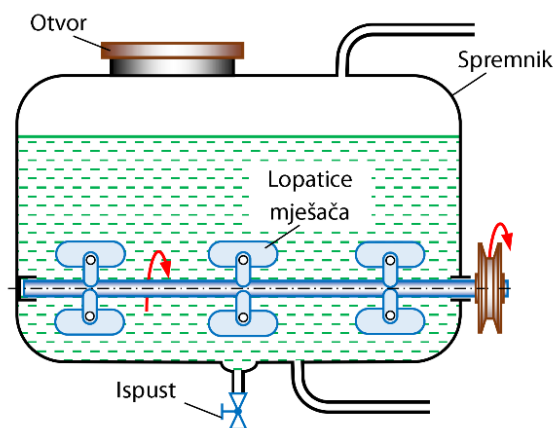
Ventil za punjenje spremnika iz drugog spremnika ili cisterne označen je crvenom bojom i koristi se za punjenje iz vanjskog spremnika. On se koristi za punjenje iz vanjskog spremnika. Otvaranjem i zatvaranjem ventila započinje i završava proces punjenja. Pri radu treba paziti da radni ventil bude postavljen prema usisu iz glavnog spremnika kako bi sustav radio.



Slika 3.148 f. Ventil za vanjsko punjenje iz drugog spremnika  
(Izvor: original)

#### 3.4.4. Miješanje otopine u spremniku prskalice

Proces miješanja otopine u spremniku je od velike važnosti jer kvaliteta zaštite prskanjem ili raspršivanjem znatno ovisi o ujednačenosti koncentracije otopine. Ukoliko je radna tekućina u statičnom stanju dolazi do taloženja pesticida na dnu spremnika, a osobito je ovo izraženo kod suspenzija (otopina praha u vodi). Načini miješanja mogu biti mehanički, hidraulički i pneumatski. Mehaničko miješanje može biti ručno i automatsko. Ručno miješanje provodi se kod malih leđnih prskalice ručnom polugom koja u spremniku ima 1 ili 2 lopatice. Miješanje se obavlja tako što se rukom okrene nekoliko puta puni spremnik. Kvaliteta miješanja je slaba. Kod automatskog miješanja na dnu spremnika se nalazi vratilo s lopaticama koje rotiraju kod uključenog pogona. Vratilo s lopticama rotira do  $200 \text{ min}^{-1}$ , a primjenjuje se kod samokretnih i kod nekih vučenih prskalice.



Slika 3.149. Mehaničko miješanje  
(Izvor: original)

Mehaničko miješanje obavlja se pomoću ravnih pločastih lopatica na vratilu koje prolazi cijelom dužinom blizu dna spremnika. Definiranje brzine lopatica kod zaobljenih spremnika koje obavljaju miješanje otopine definirao je French (1942), a potvrdio Kepner (1978):

$$v_{\min.} = 5,39 \cdot A^{0,422} \cdot R^{-0,531} \cdot F_e^{0,295}$$

gdje su:

$v_{\min.}$  - obodna brzina lopatice, m/s

$A$  - razina tekućine iznad srednje linija mješača, mm

$R$  - zbroj širina svih lopatica (podijeljen s duljinom spremnika), mm

$F_e$  - faktor koji pokazuje relativnu teškoću miješanja ulje-voda

Snaga za pogon mješača  $P_m$  izračunava se pomoću formule:

$$P_m = 3,26 \cdot 10^{-11} \cdot R^{0,582} \cdot v^{3,41} \cdot L$$

gdje su:

$P_m$  - snaga za pogon mješača, kW

$L$  - duljina spremnika, mm

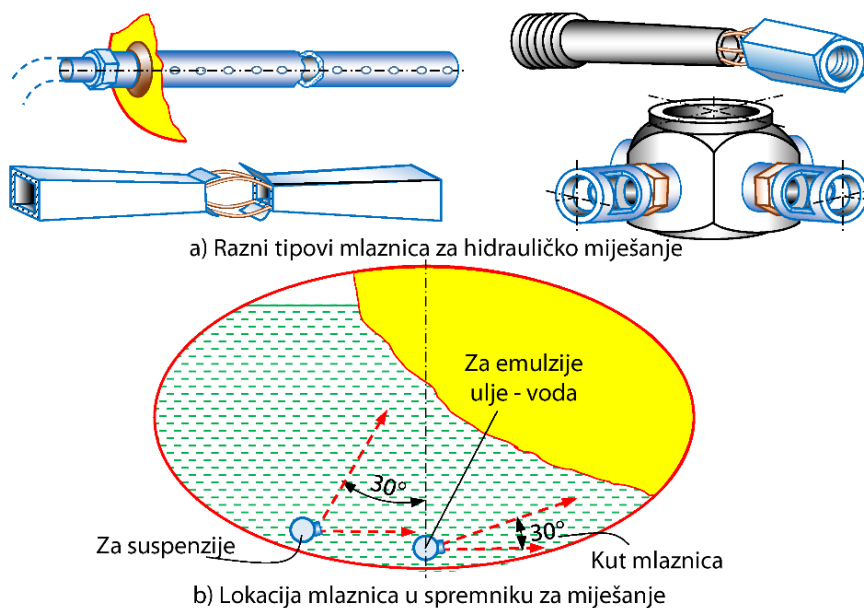
Veličina  $F_e$  za različite sastave tekućina, emulzije (ulje-voda) prikazane su u tablici 3.7. Ove vrijednosti utvrđene su testiranjem s hidrauličkim miješanjem, ali vrijede i za mehaničko miješanje tekućine. Frenchovi testovi rađeni su s emulzijom 1 – 2 % ulja. Ukoliko brzine vrtnje lopatica prelaze  $150 \text{ min}^{-1}$ , kao posljedica se javlja značajno pjenjenje nekih mješavina.

**Tablica 3.7.** Vrijednost faktora miješanja  $F_e$  emulzija (ulje-voda)  
(Izvor: Kepner, 1978)

Ulje, [%]	Voda, [%]	Emulgatori, [%]	Mlaznica	Faktor $F_e$
60	40	0	emulzija	0,83
50	50	0	emulzija	1
40	60	0	emulzija	1
10	90	0	emulzija	0,80
1-2	99-98	0	emulzija	0,5
40	59,9	0,1	emulzija	0,5
40	59,9	0,1	W.P.	0,68

Hidrauličko miješanje obavlja se tako što crpka 5 – 10 % od nazivnog obujma spremnika pod tlakom vraća tekućinu u spremnik kroz seriju mlaznica postavljenih na cijevi koja se nalazi u spremniku cijelom dužinom, nešto iznad dna. Ovim načinom postiže se efikasno hidrauličko miješanje pri kojem turbulencija tekućine izlazeći iz mlaznica uzrokuje miješanje. U testovima sa spremnicima Yates i Akesson utvrdili su da je raspored mlaznica u spremniku za miješanje najpogodniji kao na slici 3.150.

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA



**Slika 3.150.** Raspored mlaznica u spremnicima  
(Izvor: original)

Točka koja pokazuje otopinu praha zadovoljavajuća je za emulzije s 40 % ulja i 60 % vode, samo kada je uključen određeni emulgator u formulu. Razmak između mlaznica iznosi 705 – 710 mm i zadovoljavajući je za emulziju (otopina ulja i vode), ali za suspenzije (otopina praha i vode) ne bi trebao prijeći razmak od 305 mm. Minimalna količina cirkulacije za hidrauličko miješanje u cilindričnom spremniku sa zaobljenim dnom za miješanje cijelog spremnika u 60 sekundi iznosi:

$$\text{- za emulzije: } Q_m = 3830 \cdot \left( \frac{V \cdot F_e}{p^{0,56}} \right)$$

$$\text{- za suspenzije: } Q_m = 1380 \cdot \left( \frac{V \cdot F_e}{p^{0,35}} \right)$$

gdje su:

$Q_m$  - ukupna protočna količina miješanja, l/min

$V$  - obujam spremnika, l

$p$  - tlak u mlaznici, kPa

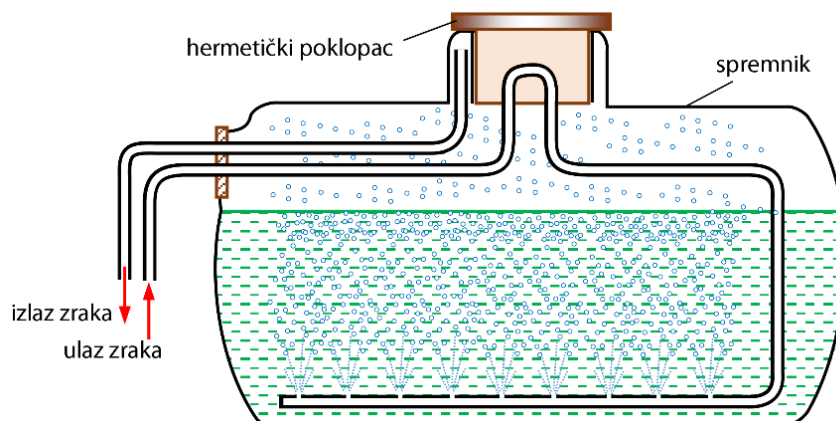
$$\text{Potrebna snaga iznosi: } P_h = \frac{Q_m \cdot p \cdot 10^3}{60}$$

gdje je:

$P_h$  - hidraulička snaga, kW

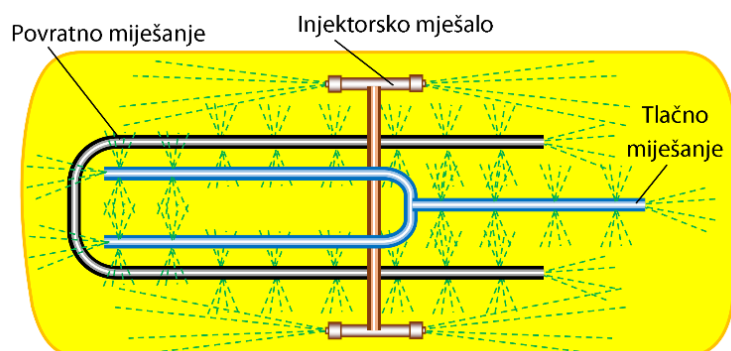
U osnovi je princip hidrauličkog miješanja jednostavan u odnosu na mehanički, međutim kod hidrauličkog miješanja crpka na prskalici treba imati dodatni kapacitet, a i potrebe za snagom pri većim tlakovima su veće. Pneumatski način miješanja obavlja zračna struja ventilatora ili zračna turbina, (ponekad se koriste i ispušni plinovi motora traktora), gdje se zrak uvodi posebnom cijevi u donji dio spremnika, pri čemu prolazi kroz škropivo i obavlja miješanje, a

potom se posebnom cijevi zrak odvodi iz spremnika. Ovaj način slabo se koristi jer se pri prolazu zraka kroz tekućinu stvara pjena.



**Slika 3.151.** Pneumatsko miješanje tekućine  
(Izvor: original)

Hidraulički način miješanja primjenjuje se kod suvremenih prskalica, gdje se jedan dio otopine vraća pod tlakom crpke nazad u spremnik kroz cijev s otvorima ili posebnim mlaznicama koje stvaraju turbulenciju tekućine.



**Slika 3.152.** Upravljivo miješanje u spremniku prskalice „Sprido-Train“  
(Izvor: original)

### 3.5. Crpke

Na prskalicama i raspršivačima crpke predstavljaju jedan od važnijih sklopova za pravilan rad stroja. Najčešće su postavljene ispod spremnika i tekućina odlazi slobodnim padom. Svojim radom ostvaruju tlak koji mora savladati otpore koji nastaju potiskivanjem tekućine kroz sustav cijevi, ventila, slavina i drugih elemenata, te da na izlazu iz mlaznice ostvari zadani tlak i dezintegraciju tekućine u sitne kapljice i transport kapljica na mjesto zaštite, osobito kod prskalica. Razina tlaka kojeg ostvaruju crpke je različit i različit je kod strojeva za zaštitu bilja, a on ovisi o pogonu crpke, namijeni i vrsti uređaja za prskanje i raspršivanje. Pri prskanju leđnim voćarsko-vinogradarskim prskalicama visina tlaka iznosi 3 – 5 bar, dok kod prskanja standardnim ratarskim prskalicama visina tlaka je 2 – 4 bar. Prskalice za univerzalnu uporabu, koje se koriste često u voćarstvu i vinogradarstvu, rade s tlakom 20 – 40 bar. Najveći tlak se ostvaruje kod specijalnih voćarskih i vinogradarskih prskalica, gdje je radni tlak iznad 40 bar,

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

---

pa čak i do 70 bar, a uređaj za prskanje je automatski. Povećanjem tlaka tekućine smanjuje se domet mlaza, a i slabije je prodiranje kapljica na usjev biljaka i oko biljaka. Prskanje s visokim tlakovima uzrokuje brže trošenje mlaznica i oštećivanje bližih biljnih dijelova. Pored produkcije tlaka, druga značajna karakteristika crpki je njen kapacitet, a to je maksimalna količina tekućine koju crpka potiskuje u jedinici vremena (l/min). Kapacitet crpke treba biti uvijek veći od kapaciteta prskalice, odnosno mora osigurati potrebnu količinu tekućine za hidrauličko miješanje otopine tekućine i količinu tekućine za hidrauličke gubitke, a izračunava se po formuli:

$$Q_{\text{crp}} = 1,1 \cdot q_m \cdot n + (0,05-0,10) \cdot V_i$$

gdje su:

- $Q_{\text{crp}}$  - kapacitet crpke, l/min
- $q_m$  - protok jedne mlaznice, l/min
- $n$  - broj mlaznica
- $V_i$  - indicirani obujam spremnika, l

U formuli koeficijent 1,1 predstavlja dodatak za hidraulične gubitke (10 %), dok je član  $(0,05-0,1) \cdot V_i$  potrebna količina tekućine za hidrauličko miješanje (5 - 10 %).

$$V_i = 0,9 \cdot V_{\text{uk}}$$

gdje je:

- $V_i$  - obujam spremnika, l

Ukoliko je na prskalicu ugrađena posebna centrifugalna crpka za miješanje tekućine, onda njen minimalni kapacitet iznosi:

$$Q_{\text{cen.crp}} = (0,05 - 0,1) \cdot V_i$$

i tada radna crpka treba imati kapacitet:

$$Q_{\text{crp}} = 1,1 \cdot q_m \cdot n$$

Kapacitet crpke (l/min) je eksploatacijski najznačajniji podatak, a određuje se teorijski ili na probnom pokusnom stolu. Između njih postoje razlike jer se javljaju izvjesni gubici izraženi volumetrijskim ( $\eta_v$ ), hidrauličkim ( $\eta_h$ ), i mehaničkim stupnjem djelovanja ( $\eta_m$ ). Umnožak ova tri stupnja djelovanja predstavlja korisni učinak i korisni stupanj djelovanja ( $\eta$ ).

$$\eta = \eta_v \cdot \eta_h \cdot \eta_m$$

Stvarni učinak ili protok crpke je:

$$Q_{\text{crp}} = Q_t \cdot \eta$$

gdje je:

- $Q_t$  - teorijski protok crpke, l/min

Vrijednosti stupnja iskorištenja ( $\eta$ ) za pojedine izvedbe crpki iznose:

- klipne i stapne (0,6 – 0,9)
- klipno-membranske (0,6 – 0,85)
- zupčaste (0,6 – 0,7) i
- centrifugalne (0,4).

Stvarni kapacitet crpke ovisi o broju okretaja pogonskog vratila. Prije mjerenja ostalih eksploatacijskih pokazatelja neophodno je izmjeriti stvarni kapacitet crpke koji je najčešće manji od nazivnog, a znatno opada kod crpki koje se rabe u višegodišnjoj eksploataciji.

### 3.5.1. Snaga crpke

Izračun snage kod svih crpki vrši se na temelju količine potiskivane tekućine i manometarske visine, odnosno tlaka koji se ostvaruje za pojedine tipove crpki je različito samo zbog korisnog učinka, koji predstavlja zbroj mehaničkog stupnja djelovanja, obujamskog i hidrauličkog stupnja djelovanja.

$$P_c = \frac{Q_{\text{crp}} \cdot p}{1000 \cdot \eta}$$

gdje su:

$P_c$  - snaga za pogon crpke, kW

$Q_{\text{crp}}$  - kapacitet crpke l/s

$p$  - tlak tekućine, Pa

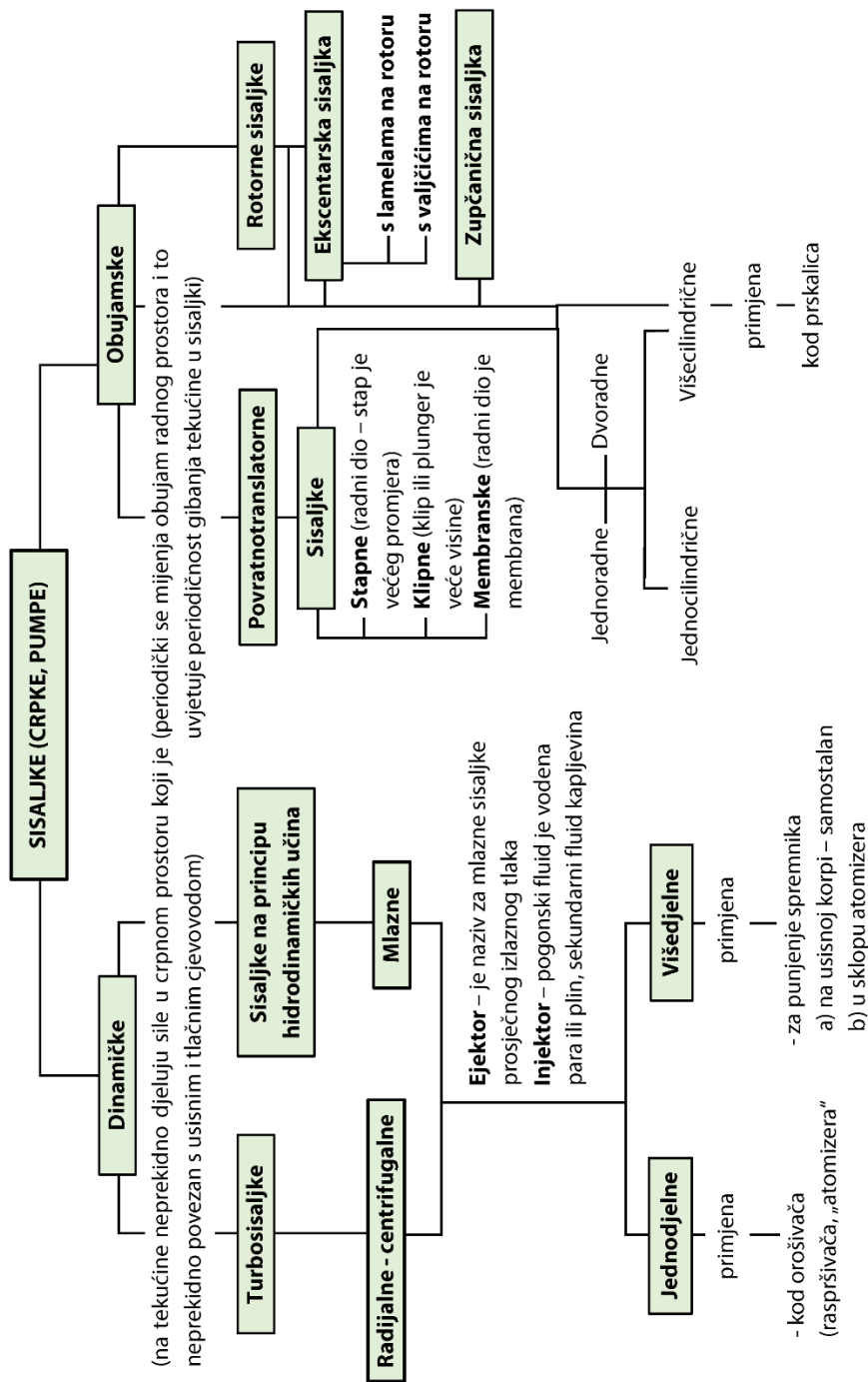
$\eta$  - korisni stupanja djelovanja crpke

### 3.5.2. Tipovi crpki

Na prskalicama i raspršivačima mogu biti ugrađeni različiti tipovi crpki (slika 3.153.) koje se prema načinu potiskivanja tekućine mogu podijeliti na:

- crpke s prekidnim djelovanjem (s diskontinuiranim radom) i
- crpke s neprekidnim radom (s kontinuiranim radom).

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA



Slika 3.153. Podjela crpki  
(Izvor: original)

Crpke s diskontinuiranim djelovanjem punjenje kućišta crpke (usisavanje) i potiskivanje tekućine obavljaju s naizmjeničnim prekidima (taktovima), dok crpke s kontinuiranim radom neprekinuto usisavaju i potiskuju tekućinu.

U skupinu crpki s prekidnim djelovanjem ulaze:

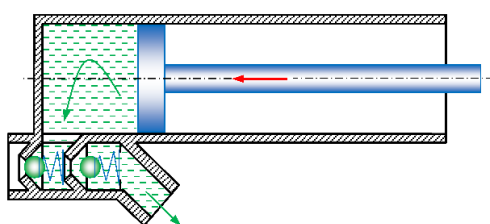
- klipne
- membranske
- klipno-membranske i
- diferencijalne.

U skupinu crpki s neprekidnim djelovanjem ulaze:

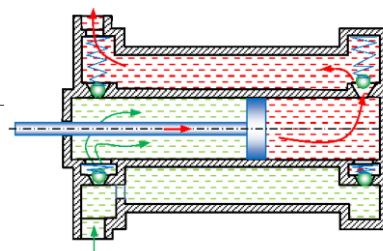
- valjkaste
- zupčaste
- centrifugalne
- crpke s krilcima ili lamelama
- impeler crpke i
- mlazne crpke.

### 3.5.3. Klipne i stapne crpke

Ubrajaju se u skupinu crpki s prekidnim djelovanjem potiskivanja tekućine, a rade na principu klipnog mehanizma. U literaturi ih pojedini autori nazivaju jednim imenom kao klipne crpke. U radu klipne crpke, klip se slobodno giba, a brtvljenje obavlja brtva koja se nalazi u cilindru crpke ili na klipu gdje se uvijek nalazi usisni i potisni ventil. Kod stapne crpke brtvljenje obavlja klip svojim obodom, kojeg još zovu „stap“. Ovdje klip (stap) ima na svom obodu brtvu od kože, gume, plastike ili nekih drugih sintetičkih materijala i samo jedan potisni ventil. Osim standardnih klipnih crpki postoje i specijalne crpke s dugačkim klipom ili plunđer crpke. Klipne crpke prema načinu djelovanja mogu biti jednoradne, dvoradne ili diferencijalne.

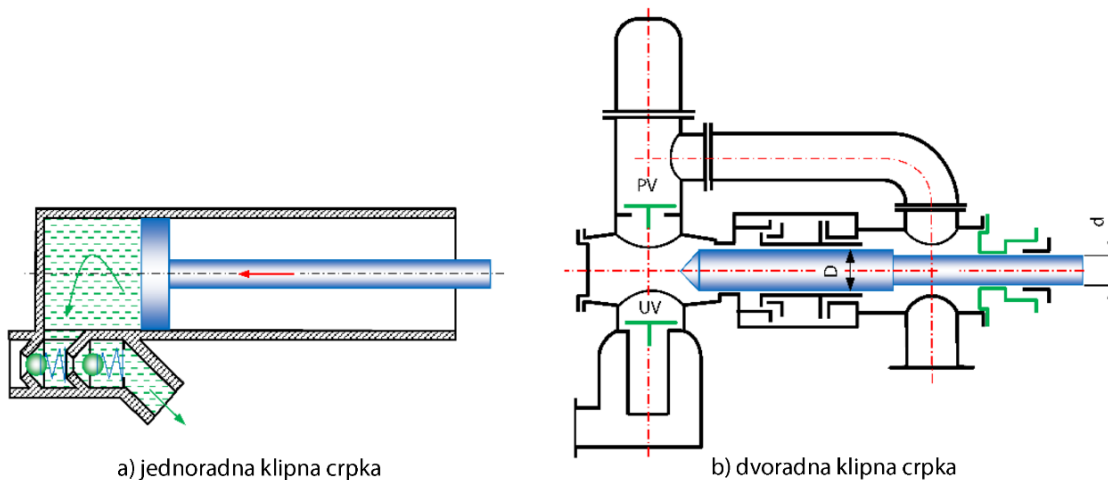


**Slika 3.154.** Jednoradna klipna crpka  
(Izvor: original)



**Slika 3.155.** Dvoradna klipna crpka  
(Izvor: original)

Rad jednoradne klipne crpke sastoji se u gibanju klipa gdje u jednom smjeru obavlja samo jednu funkciju usisavanja ili potiskivanja, pri čemu je jedan ventil otvoren, a drugi zatvoren, odnosno svaki drugi hod klipa je radni.



**Slika 3.156.** Diferencijalna klipna crpka  
(Izvor: original)

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

Dvoradna klipna crpka pri svakom gibanju klipa obavlja usisavanje i potiskivanje, odnosno svaki hod klipa je radni. Usisni i potisni ventili nalaze se s obadvije strane cilindra. Diferencijalna crpka je s kontinuiranim radom tako da kod jednog hoda klipa usisava i potiskuje, a kod povratnog hoda samo potiskuje tekućinu.

Kapacitet klipne crpke ovisi o broju hodova klipa, visine hoda klipa, a izračunava se po formuli:

**a) za jednoradne klipne crpke**

$$Q_c = A_k \cdot s \cdot \eta_v \cdot n_v \cdot n_c$$

gdje su:

$Q_c$  - kapacitet crpke, l/min

$A_k$  - površina presjeka klipa, dm<sup>2</sup>

$\eta_v$  - objamni koeficijent crpke (0,85 – 0,9)

$n_v$  - broj okretaja vratila crpke, min<sup>-1</sup>

$n_c$  - broj cilindara

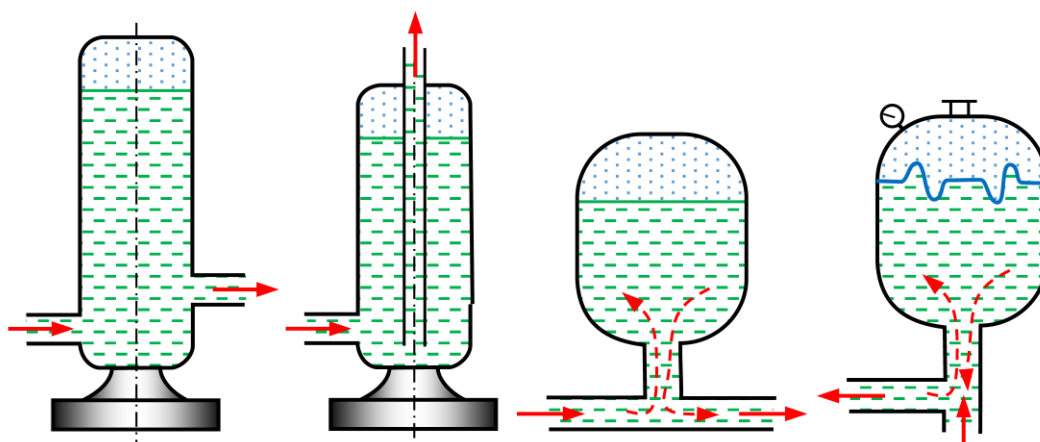
**b) za dvoradne klipne crpke**

$$Q_c = (2 \cdot A_k \cdot A_{kl}) \cdot s \cdot n_v \cdot n_c \cdot \eta_v$$

gdje je:

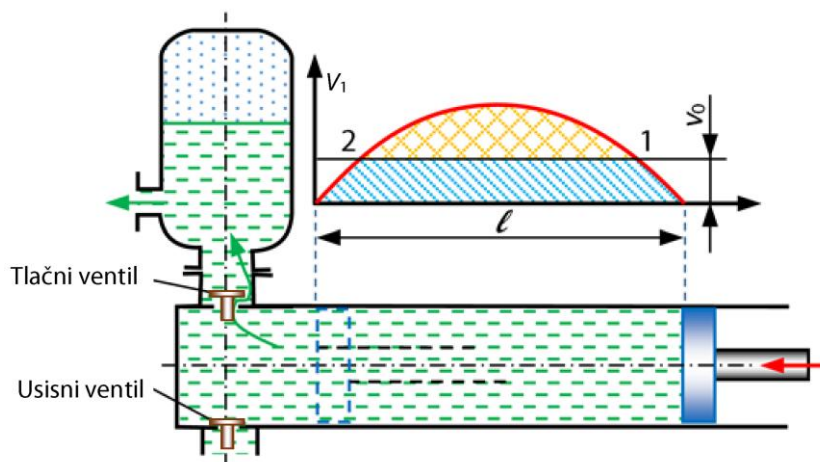
$A_{kl}$  - površina presjeka klipnjače, dm<sup>2</sup>

Kapacitet dvoradne klipne crpke nešto je manji od dvostrukog kapaciteta jednoradne crpke. Reguliranje radnog tlaka klipne crpke obavlja se regulatorom tlaka. Crpke s prekidnim radom potiskuju tekućinu s prekidima ili na mahove, osobito kod klipnih i membranskih crpki koje imaju jednu komoru, odnosno cilindar. Da bi se osigurao ravnomjeran rad prekidnih crpki, ugrađuje se zračna komora ili zračno zvono u kojoj se sabija zrak, koji potiskuje tekućinu stalnim tlakom do izlaza, odnosno potiskuje tekućinu u trenutku kada to ne radi membrana ili klip. Ova komora je zapravo akumulator tlaka ili se još naziva komora za izjednačenje tlaka. Oblik komore može biti izrađen u obliku cilindra, zvona ili u obliku modificiranog cilindra sa zvonastim gornjim dijelom, a postavljena je između crpke i potisne cijevi.



Slika 3.157. Različiti oblici kompresijske komore  
(Izvor: original)

Na slici 3.158. prikazan je princip rada kompresijske komore ili zračnog zvona.

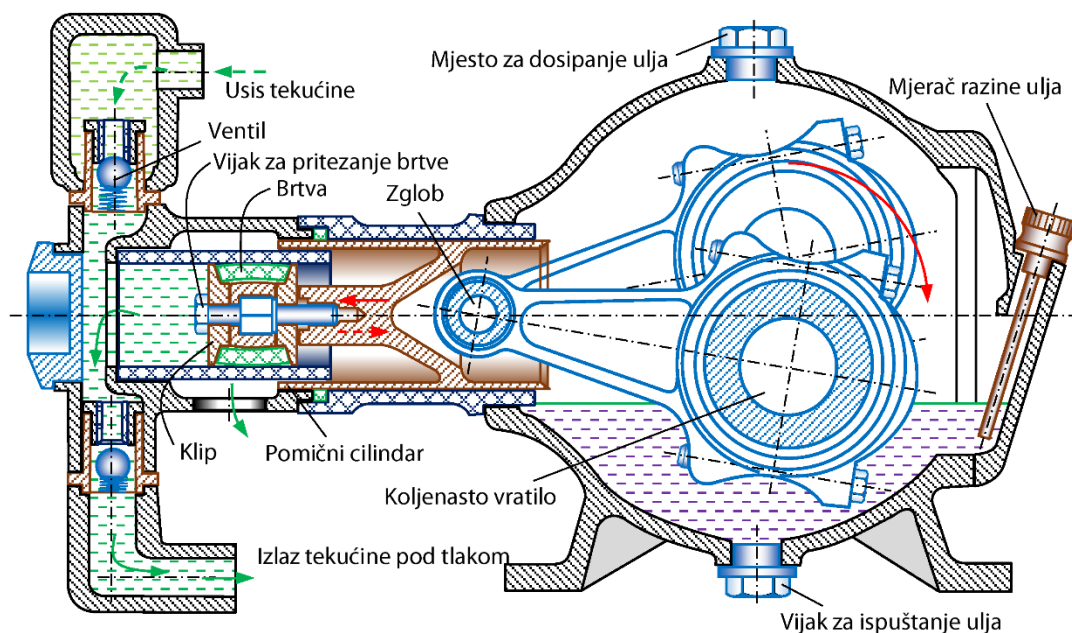


**Slika 3.158.** Princip rada kompresijske komore ili zračnog zvona  
(Izvor: original)

Na slici je vidljivo da klip potiskuje tekućinu iz cilindra promjenjivom brzinom  $v_1$ , dok tekućina izlazi iz zračnog zvona jednolikom brzinom  $v_0$ . U trenutku označenom na slici brojem 1 brzina klipa je takva da je brzina potiskivanja tekućine iz cilindra jednaka brzini izlaska tekućine iz zračne komore u potisnu cijev ( $v_1 = v_0$ ). Od točke 1 pa nadalje brzina klipa je veća od brzine potiskivanja ( $v_1 > v_0$ ), gdje klip potiskuje više tekućine nego što iz komore zvona izlazi u potisnu cijev. Uslijed toga podiže se razina tekućine u zračnoj komori i tu tekućinu sabija zrak u komori. Klip potiskuje više tekućine u zračnu komoru nego što izlazi u potisnu cijev do točke 2 kada brzina potiskivanja ponovno postaje jednaka brzini izlaženja ( $v_1 = v_0$ ). Od točke 2 do lijeve krajnje točke i od desne krajnje točke 1 klip potiskuje manje tekućine u zračnu komoru nego što izlazi iz komore ( $v_1 < v_0$ ), ali manjak tekućine nadoknadi se iz zračne komore jer sabijeni zrak potiskuje tekućinu iz komore koja se nakupila za vrijeme hoda klipa od 1 do 2 i time se postiže jednoliko potiskivanje tekućine u izlaznu cijev. Obujam zračne komore veći je kod jednoradnih crpki jer je svaki drugi hod klipa radni, dok je kod dvoradnih crpki znatno manji zato što klip potiskuje tekućinu u oba hoda i potiskivanje je ujednačenije. Kod membranskih crpki u akumulatoru tlaka ili zračnom zvonu zrak se ne sabija izravno dodiranjem tekućine, već djelovanjem membrane crpke.

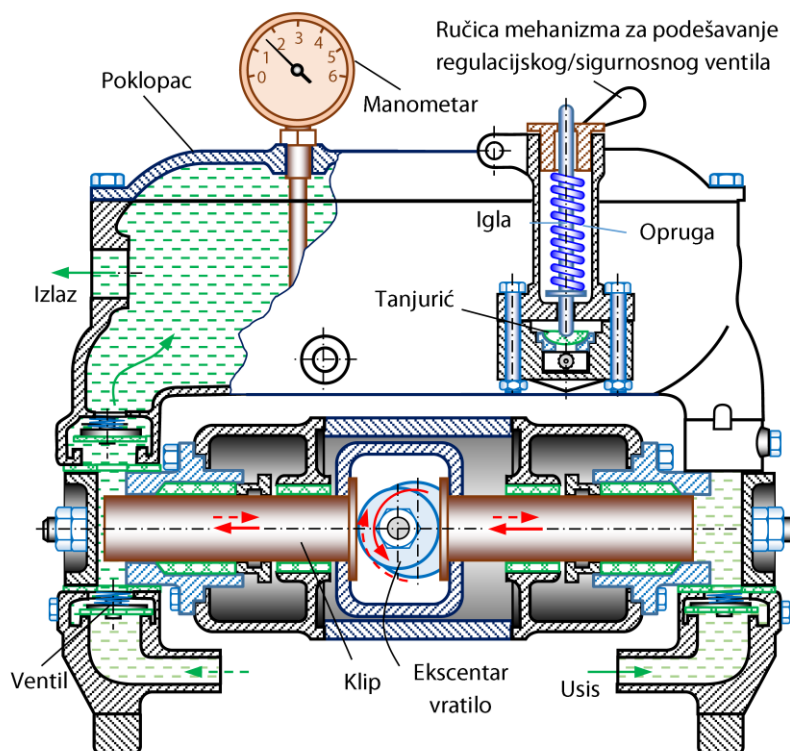
#### 3.5.4. Stapne crpke

Ove crpke imaju posebnu izvedbu stapa i cilindra. Stap se sastoji iz metalne osnove na koju se učvršćuje manžetna ili zvono izrađeno od kože, gume ili specijalnog tekstilnog materijala. Cilindar mora biti jako gladak kako bi se osiguralo dobro brtvljenje i spriječilo trošenje manžetne, pa se cilindar ponekad izrađuje iz porculana. Prednost stapa prema klipovima je ta da se priližavanje manžetne o zidove cilindra podešava prema tlaku koju tekućina pri potisnom hodu vrši na manžetnu. Pri manjem tlaku i priližavanje je manje, ali je dovoljno za brtvljenje, pri čemu se stvara manje trenje i manje trošenje manžetne. Na slici 3.159. prikazana je stapna višecilindrična crpka.



**Slika 3.159.** Stapna višecilindrična crpka  
(Izvor: original)

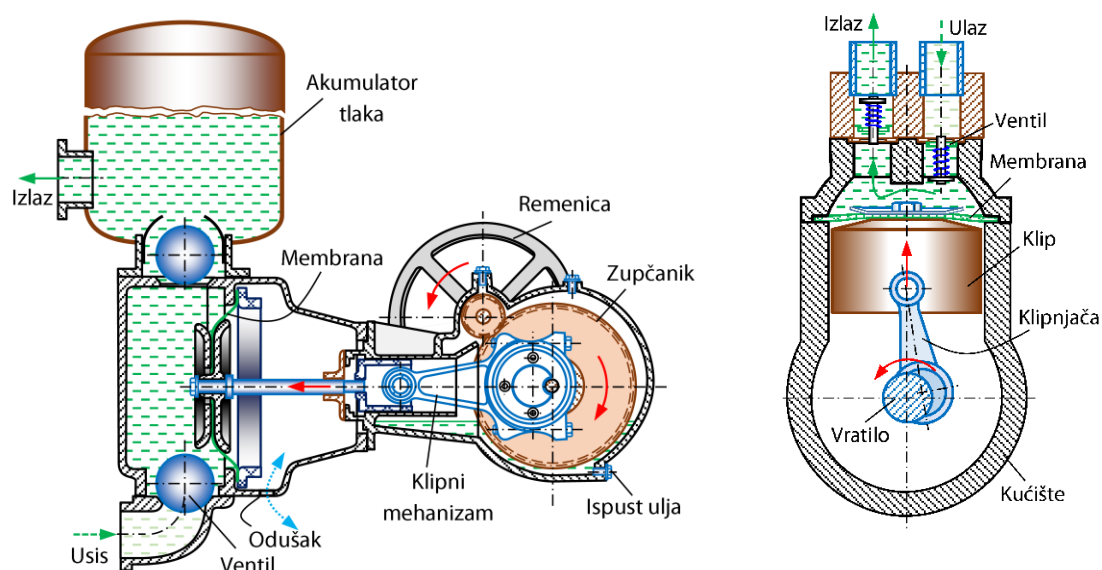
Stap ili klip je cilindričnog oblika i giba se u cilindru crpke, a njegovo nalijeganje na zidove cilindra može se podešavati vijkom za pritezanje brtve. Pogon crpke ostvaruje se putem koljenatog vratila. Na slici je prikazan tok tekućine, te usisni i potisni ventil. Na slici 3.159. prikazana je izvedba crpke koja umjesto stapa posjeduje metalne klipove, a ulogu brtvljenja je preuzeo btrveni sklop koji se sastoji od prstenova (Simmer) i brtvila stegnutih oko klipa unutar cilindra pomoću cilindra i brtvenice. Pritezanje brtvenice može se obaviti pritezanjem izvana. Klipovi se gibaju preko kulise koja je čvrsto privezana s klipovima, a kreće se oscilatorno u vodilicama djelovanjem ekscentra. Zid kućišta koji se nastavlja iznad kućišta crpke zatvara komoru zračnog zvona, a s njom je u izravnoj vezi manometar i regulacijski, odnosno sigurnosni ventil. Tekućina protječe iz crpke kroz zračno zvono i regulacijski ventil prema razvodnim cijevima prskalice. Višak kapaciteta crpke iznad kapaciteta prskalice izaziva zbijanje opruge i podizanje ventilnog tanjurića, odnosno propušta višak tekućine nazad u spremnik prskalice, pri čemu tlak ne raste iznad podešene vrijednosti. Ručica ekscentarskog mehanizma pri pokretanju rukom u okomiti položaj podiže iglu i ispušta sav tlak iz zračnog zvona.



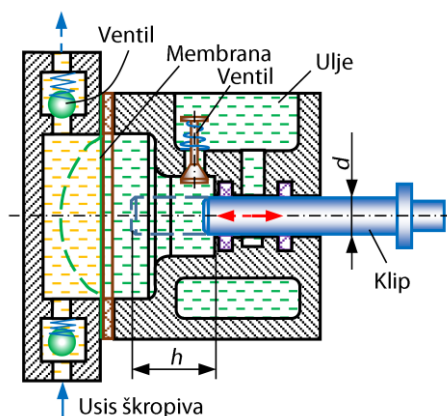
**Slika 3.160.** Dvoklipna crpka s regulacijskim ventilom  
(Izvor: original)

### 3.5.5. Membranske crpke

Koriste se kod prskalica malog kapaciteta kao što su ručne i leđne s protokom 19 – 23 l/min i radnim tlakom do 3,4 MPa. Radni organ je membrana čijom deformacijom djelovanjem ekscentra ili motke dolazi do usisavanja tekućine kroz otvor usisnog ventila u komoru i istiska kroz otvore potisnog ventila. U ovom sklopu su ventili i membrane jedini pokretni dijelovi u dodiru s tekućinom, pa se trebaju ugrađivati od kvalitetnih materijala.

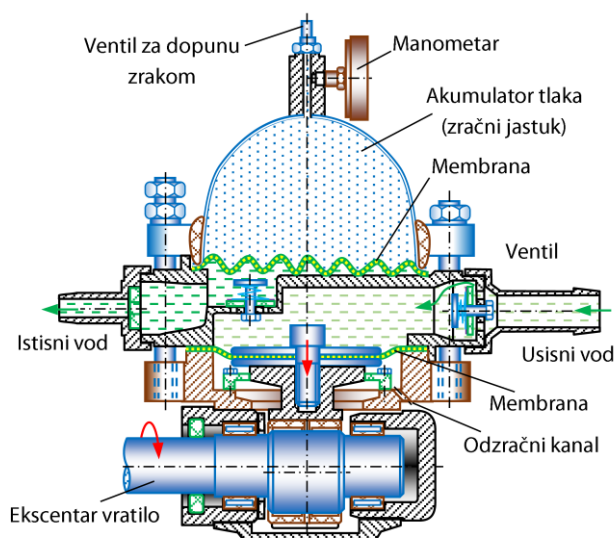


**Slika 3.161.** Membranske crpke s mehaničkim progibom membrane u različitim ravninama  
(Izvor: original)



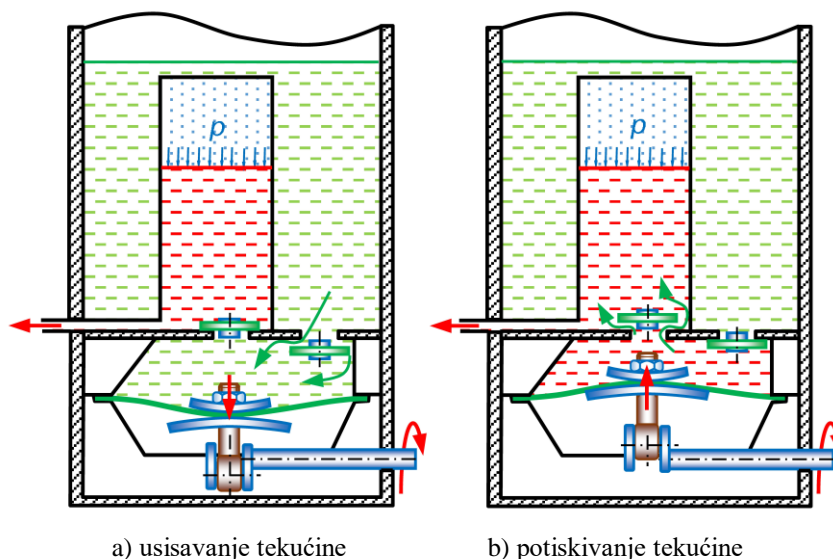
**Slika 3.162.** Membranske crpke s hidrauličkim progibom membrane  
(Izvor: original)

Membranske crpke mogu biti jednoradne i dvoradne (dvostrukog djelovanja), a danas se mogu naći i s više komora pa se postiže veći tlak i veći kapacitet. Kapacitet ovih crpki ovisi od obujma komore, broja hodova membrane ili deformacija, broju komora i broju okretaja pogonskog vratila. Na slici 3.163. prikazana je jednoradna membranska crpka, gdje ulogu klipova zamjenjuju membrane. Ona se izrađuje od gume, a centralnim dijelom se pokreće gore-dolje i na periferiji je učvršćena u kućište crpke, tako da se ne propušta tekućina u donji dio kućišta. Metalni diskovi s podizačem podižu membranu nailaskom ekscentra na rotirajućem cilindru koji se nalazi u ležajevima. Rotirajući cilindar dobiva pogon od P.V. traktora. Brtve i brtveni prsten čuvaju kućište od nagrizajućeg djelovanja pesticida. Iznad gornjeg zida komore crpke nalazi se zračna membrana koja se sastoji od elastičnog gumenog i naboranog limenog sloja koji se pod tlakom uvija prema gore. Ova membrana s kućištem zatvara komoru zračnog zvona. Da se zračna membrana pri uvijanju pod tlakom tekućine ne bi deformirala, potrebno je prije početka rada obaviti punjenje zračnog zvona zrakom na tlak 3 – 4 bar kroz standardni ventil kao na automobilu, a nalazi se na vrhu zračnog zvona. Tlak u tijeku rada registrira manometar. Na komori crpke nalazi se usisni i potisni ventil.



**Slika 3.163.** Membranska crpka  
(Izvor: original)

Najjednostavnija membranska crpka je ona koja je ugrađena na leđnu vinogradarsku prskalicu (slika 3.164.).



a) usisavanje tekućine

b) potiskivanje tekućine

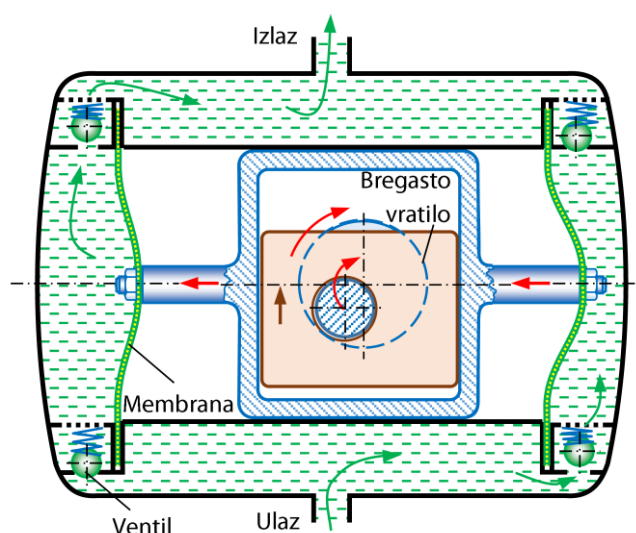
**Slika 3.164.** Shema rada membranske crpke

(Izvor: original)

Prilikom gibanja membrane naniže (slika 3.164 a) u komori crpke stvara se podtlak koji uvjetuje podizanje usisnog ventila i komora se puni tekućinom. Gibanjem membrane naviše (slika 3.164 b) stvara se u komori nadtlak koji zatvara usisni, a otvara potisni ventil pri čemu tekućina odlazi u zračno zvono, a potom i u izlaznu cijev prskalice.

### 3.5.6. Dvokomorne membranske crpke

Ove crpke se sastoje od dvije membrane koje usisavaju i potiskuju tekućinu izmjenično. Ako lijeva strana usisava tekućinu, desna strana je potiskuje preko potisnih ventila. Usisavanje tekućine ide kroz zajednički ulaz, a potiskivanje kroz zajednički izlaz.



**Slika 3.165.** Dvokomorna membranska crpka (dvomembranska)

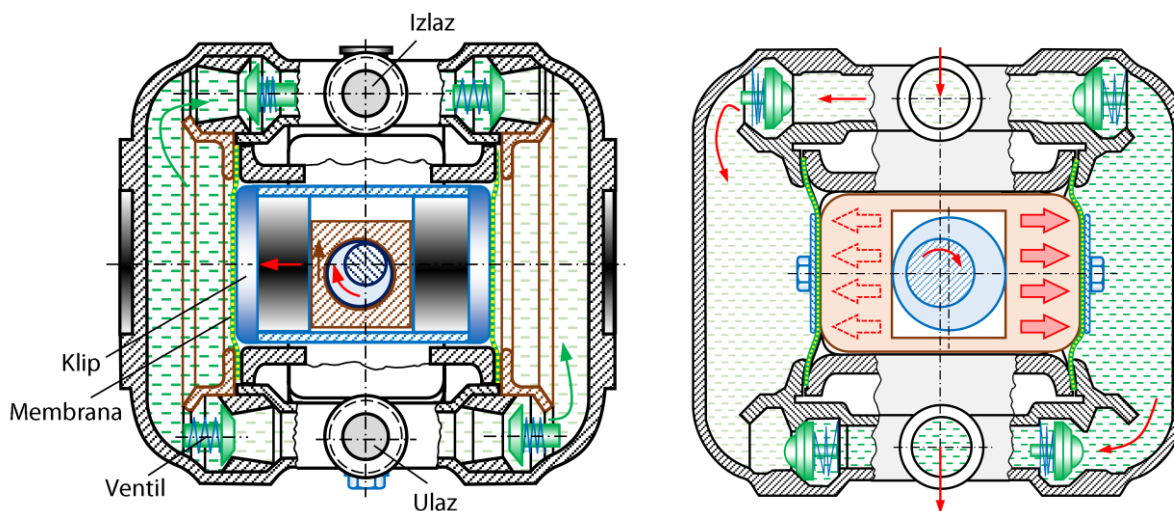
(Izvor: original)

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

Ventili na ovim crpkama su prekidnog djelovanja i različito su izvedeni. Mogu biti membranski, tanjurasti, kuglični, konusni i zaklopni, koji u svom sklopu mogu imati oprugu koja svojim djelovanjem zatvara ventile. Ventili bez opruge zatvaraju se i otvaraju tlakom, odnosno pod tlakom koji ostvaruje crpka. Membranske crpke se izrađuju s 2, 3 ili 4 membrane koje se pogone od P.V. traktora ili vlastitog motora. Ostvaruju radni tlak do 20 bar, uz ostvarenje većeg protoka u radu. Membranske crpke često se koriste na prskalicama zbog otpornosti na pesticide. Izračun protoka kod ovih crpki je isti kao i kod klipnih, ali se treba poznavati obujam koji ostvaruju membrane svojim gibanjem.

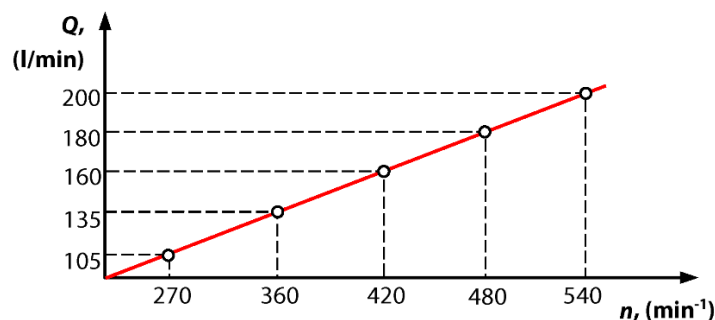
#### 3.5.7. Klipno-membranske crpke

Ove crpke najčešće se koriste na prskalicama i zaprašivačima, a po svojim karakteristikama predstavljaju kombinaciju klipne i membranske crpke. Ostvaruju ravnomjerniji tlak i imaju veći učinak djelovanja u odnosu na membranske crpke i nisu osjetljive na dodir s pesticidima kao klipne crpke. Imaju veliki protok tekućine do 300 l/min i više uz radni tlak od 40 bar. Konstrukcijski mogu biti izvedene kao dvokomorne ili četverokomorne, odnosno dvo ili četveroklipne crpke.

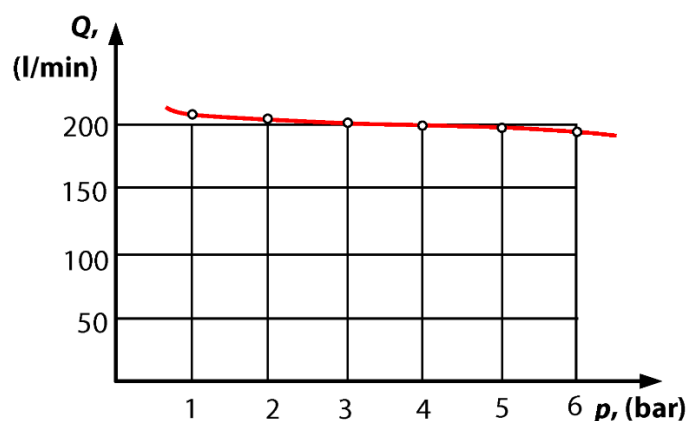


Slika 3.166. Klipno-membranske crpke  
(Izvor: original)

Izvedene su tako da se u jednom ležećem cilindru giba dvostruki klip, odnosno dva klipa u uljnoj kupci. Klipovi na svakoj strani potiskuju po jednu membranu. Između klipa i membrane nalazi se klinasti prsten koji podupire membranu i onemogućuje veći hod klipa, te omogućuje veću trajnost membrane. Kod četverokomornih crpki s dva puta po dva klipa može se kod nekih izvedbi nalaziti opruga između membrane i zida kućišta crpke koja osigurava brže vraćanje membrane u trenutku usisavanja tekućine. Za pogon niskotlačnih crpki potrebna je snaga 1 – 4 kW, a za visokotlačne 4 – 8 kW. Ove crpke imaju malu masu i zauzimaju mali prostor, a pogodne su za izravno priključivanje na P.V. traktora. Kapacitet ovih crpki ovisi o broju okretaja priključnog vratila traktora i on se linearno povećava povećanjem broja okrataja P. V. traktora, što je vidljivo na slici 3.167.



Slika 3.167. Kapacitet klipno-membranske crpke ovisno o broju okretaja priključnog vratila traktora (Izvor: original)



Slika 3.168. Kapacitet klipno-membranske crpke ovisno o radnom tlaku (Izvor: original)

### 3.5.8. Crpke s rotacijskim djelovanjem

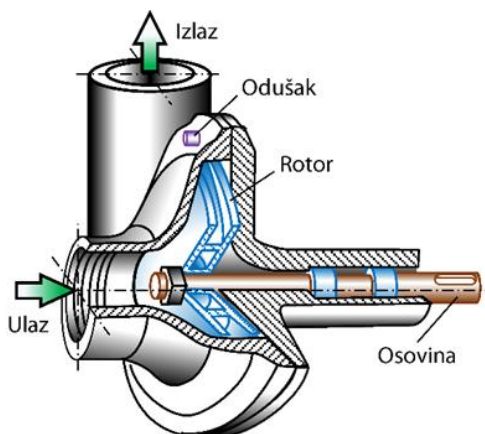
Često se u literaturi navode kao „oklopljene crpke“ ili „crpke s rotacijskim klipom“. Kod ovih crpki u zatvorenom kućištu kreću se jedan ili više elemenata za potiskivanje tekućine. Tim gibanjem zahvaćaju tekućinu i potiskuju ju u potisnu cijev ili određeni prostor. Ovim potiskivanjem se u usisnom prostoru stvara podtlak koji crpi novu količinu tekućine. Sastoje se od kućišta u kojem je ekscentrično postavljeni rotirajući organ, odnosno rotor različite izvedbe s valjčićima (valjkasta ili rol crpka), s lopaticama (krilna ili lopatičasta crpka s gumenim lopaticama (impeler crpka) i drugo. Kućišta ovih crpki izrađuju od nehrđajućeg čelika, lijevanog željeza ili bronce, a rotor od nehrđajućih materijala, odnosno legura s elementima od plastičnih ili drugih materijala. U odnosu na centrifugalne crpke ostvaruju nešto veći tlak 15 – 20 bar, a kapacitet je različit, kod rol crpki kreće se do 185 l/min.

### 3.5.9. Centrifugalne crpke

Pogodne su za određene veličine i tipove prskalica zbog njihove jednostavne konstrukcije i lakog održavanja. Koriste se kod poljoprivrednih zrakoplova u zaštiti bilja budući da imaju veliku protočnu brzinu i relativno niske radne tlakove. Posjeduju veliki kapacitet što je prednost za hidrauličko pokretanje i za punjenje spremnika. Broj okretaja crpke iznosi 1000 – 4000  $\text{min}^{-1}$ . Ova izvedba crpke manje se koristi na prskalicama za potiskivanje tekućine, a više za dopremu tekućine i punjenje spremnika za miješanje tekućine i za pranje prskalice. Ostvaruje

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

niski tlak 5 – 15 bar, a za postizanje viših tlakova trebalo bi stvoriti manji zazor između rotora i kućišta.

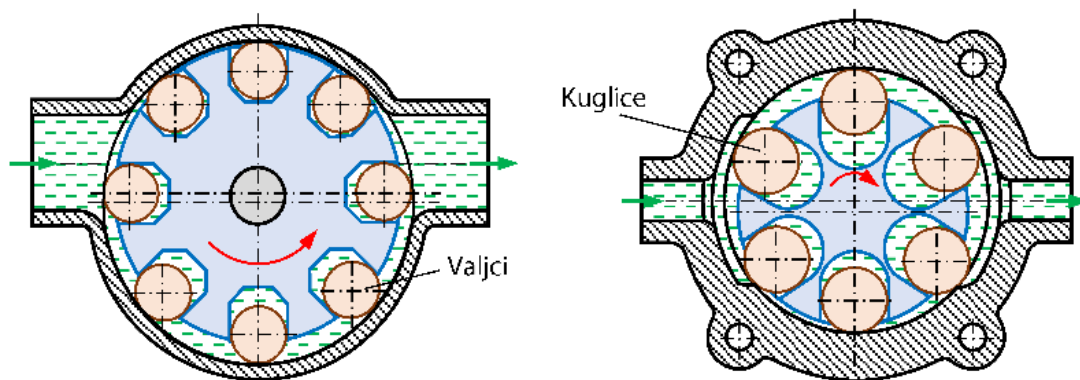


**Slika 3.169.** Centrifugalna crpka  
(Izvor: original)

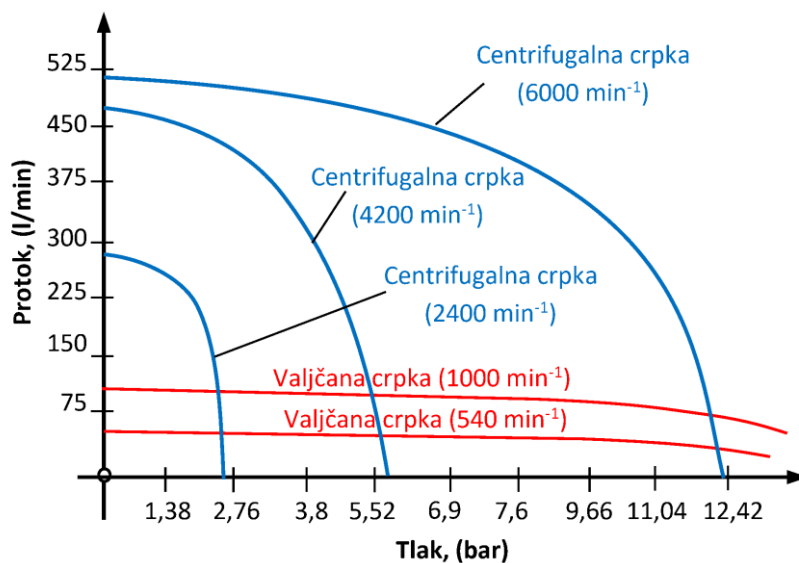
Nedostatak centrifugalnih crpki je nizak stupanj mehaničkog djelovanja, a kod puštanja u rad kućište se mora prethodno napuniti tekućinom, te promjenom broja okretaja kapacitet i tlak jako variraju.

#### 3.5.10. Valjkaste crpke

Valjkasti tip crpke ima postavljen rotor sa žljebovima na periferiji koji rotira u ekscentričnom kućištu, gdje se u žljebovima nalaze valjčići. Pri okretanju rotora već prema položaju kućišta ulaze ili izlaze iz žljebova te potiskuju tekućinu od ulaznog prema potisnom otvoru. Količina izbačene tekućine ovisi o duljini i promjeru kućišta ekscentra i brzini vrtnje. Teflon je najčešće korišteni materijal za valjke, premda se guma i čelik također koriste. Valjkaste crpke često se nazivaju i rol crpke i imaju veliki radni učinak. U radu ostvaruju tlak do 15 bar i kapacitet 185 l/min.



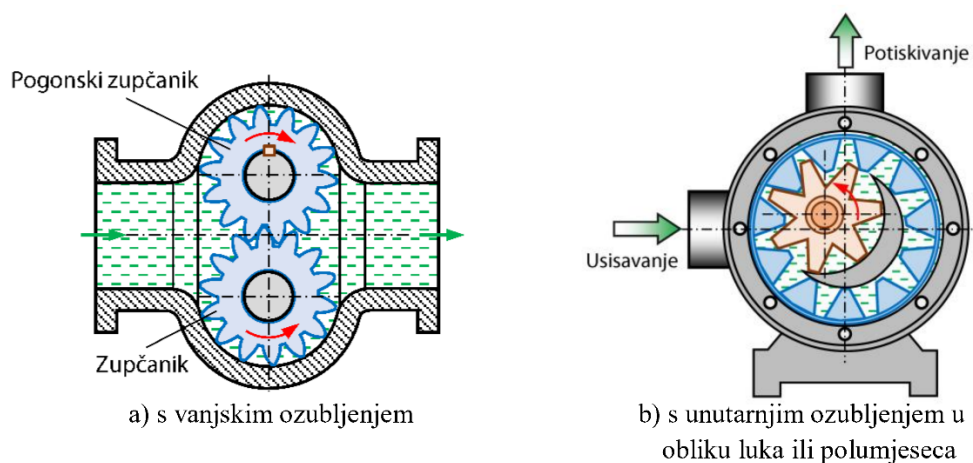
**Slika 3.170.** Valjkaste crpke  
(Izvor: original)



Slika 3.171. Krivulje karakteristika centrifugalne i valjkaste crpke  
(Izvor: Bode, 1981)

### 3.5.11. Zupčaste crpke

Na prskalice se rjeđe ugrađuju, a mogu se koristiti za tretiranje herbicidima te imaju kapacitet do 80 l/min. Postižu do 3000 min<sup>-1</sup> i ostvaruju radni tlak do 160 bar. U kućištu su smještena dva ozubljena zupčanika koji nasuprot rotiraju, a prazna se mjesta međuzublja pune tekućinom iz usisnog voda koja se potiskuje u potisni vod, slika 3.172. a.

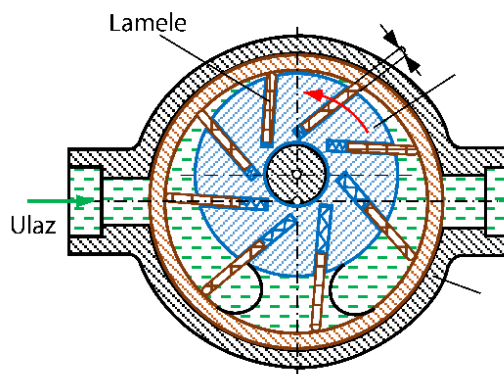


Slika 3.172. Zupčasta crpka  
(Izvor: original)

Zupčasta crpka s unutarnjim ozubljenjem sastoji se od većeg zupčanika u obliku čahure s unutarnjim zupcima i manjeg ekscentrično postavljenog zupčanika s vanjskim zupcima. Na ekscentričnom dijelu zupčanika nalazi se pregrada u obliku polumjeseca ili luka koji omogućuje da se tekućina potiskuje na izlazu popunjavanjem međuzubnih prostora zupčanika.

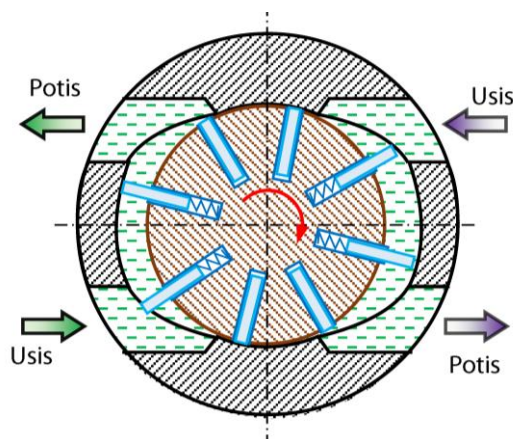
#### 3.5.12. Crpka s lopaticama (krilna ili lamelna)

Rad ovih crpki sličan je valjkastim crpkama, gdje su u rotoru umjesto žljebova za valjčice urezani duboki utori u rotoru u koje su postavljene metalne lopatice s oprugom na dnu rotora. Tekućina koja se potiskuje zatvorena je između dva susjedna potiskujuća elementa i površine statora i rotora.



**Slika 3.173.** Krilna crpka s jednostrukim djelovanjem  
(Izvor: original)

U tijeku jednog okretaja vratila krilne crpke mogu biti jednostrukog i dvostrukog djelovanja. Krilne crpke jednostrukog djelovanja rade na principu promjene obujma u komorama koje formiraju krilca ili lamele crpke uvlačeći ili izvlačeći se u tijeku jednog okretaja rotora. Ovaj proces ostvaruje se zbog ekscentriciteta između rotora i kućišta. Krilne crpke dvostrukog djelovanja rade na istom principu kao i jednostruke, ali je simetrični oblik konstrukcije povoljniji. Ovaj oblik daje uravnoteženiji radijalni tlak i samim time i rasterećenje ležaja crpke. Kod krilnih crpki na rotoru može biti ugrađeno 8 – 12 krilaca (lamela), a kod crpki dvostrukog djelovanja do 16 lamela.

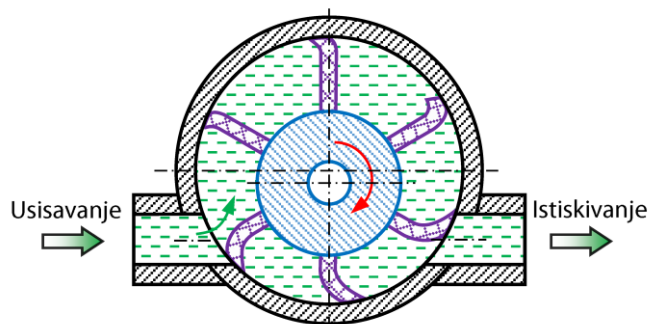


**Slika 3.174.** Krilna crpka s dvostrukim djelovanjem  
(Izvor: original)

Ova crpka postiže tlak do 100 bar, te kapacitet do 20 l/min uz stupanj djelovanja  $\approx 0,7$ . Dobra strana ovih crpki je miran i bešuman rad te mogućnost reguliranja protoka tekućine promjenom ekscentriciteta rotora. Slaba strana je osjetljivost na velike radne tlakove što može rezultirati oštećenjem i lomom krilaca, odnosno lamela.

### 3.5.13. Impeler crpke

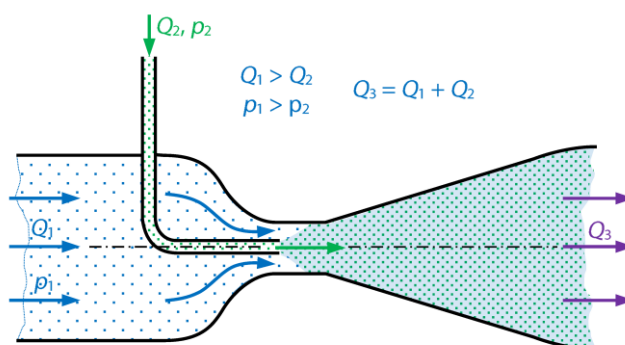
Na prskalicama se rijetko koriste, a radni organi su kućište, ekscentrično postavljene lopatice i gumene lopatice. Okretanjem rotora lopatice zahvaćaju tekućinu i izbacuju ju u potisni vod. Jedan dio te tekućine se vraća što uzrokuje manji tlak. Upotrebljavaju se najčešće za pretakanje tekućine iz jednog spremnika u drugi spremnik.



Slika 3.175. Impeler crpka  
(Izvor: original)

### 3.5.14. Mlazne crpke

Ove crpke rade na principu Venturijske cijevi s promjenjivim presjekom. Prema slici 3.176. u širu dovodnu cijev postavlja se uža cijev s mlaznicom koja dovodi do suženja Venturijske cijevi. Djelovanjem mlaza  $Q_2$ ,  $p_2$  zahvaća se tekućina  $Q_1$  i dobiva se druga količina tekućine  $Q_3 = Q_1 + Q_2$ .



Slika 3.176. Mlazna crpka  
(Izvor: original)

Pogodne su za brzo punjenje spremnika tekućinom, a i za miješanje dvaju fluida. Konstrukcijski su jednostavne, nemaju pokretnih dijelova niti ventila. Ostvaruju u radu mali korisni učinak 0,1 – 0,15. U praksi ih često nazivaju „ejektor“ zato što energiju prenosi s tekućine na tekućinu, a često se ugrađuju na prskalice.

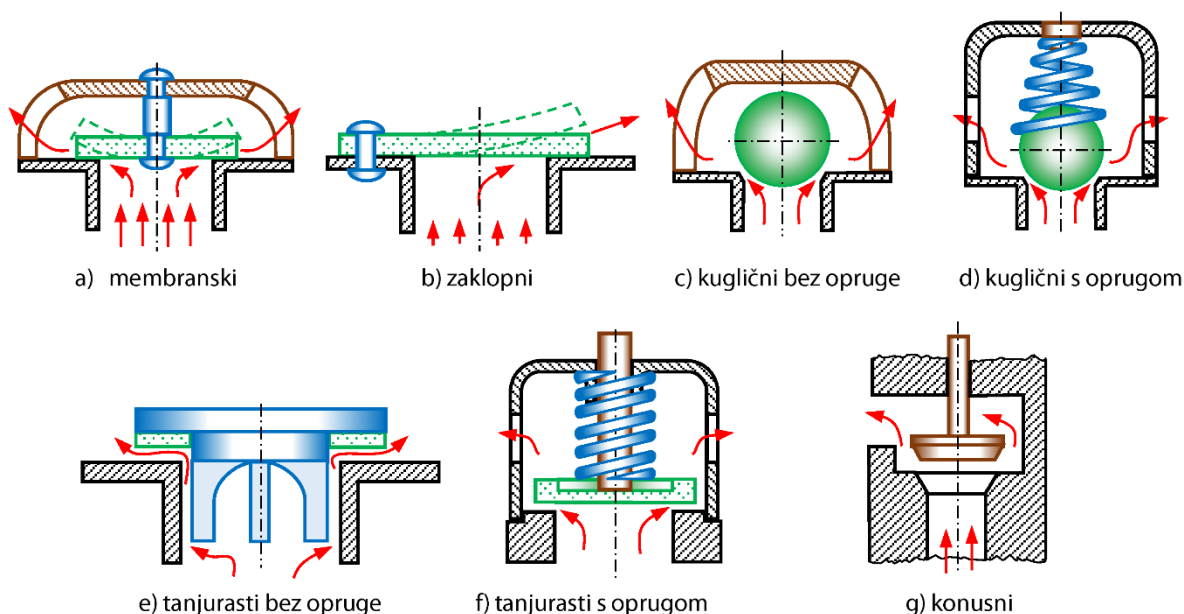
## 3.6. Ventili na crpkama

Zadaća ventila na crpkama je omogućiti prolaz usisane tekućine i potiskivane samo u jednom smjeru. Kod usisnog hoda klipa usisni ventil treba otvoriti za prolaz tekućine u cilindar ili komoru crpke, a potisni ventil sprječava povratak prije potisnute tekućine unazad u cilindar ili

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

komoru crpke. Kod potisnog hoda klipa ili membrane to se odvija obrnuto, odnosno usisni ventil treba biti zatvoren, a potisni otvoren. Kako bi postigli zadani kapacitet i potrebni radni tlak, ventili trebaju dobro nalijegati (brtviti) u svoje ležište tako da ne propuštaju zrak niti tekućinu, odnosno moraju omogućiti lagano otvaranje i zatvaranje otvora. S obzirom na konstrukcijski oblik izvedbe ventili mogu biti:

- u obliku membrane
- u obliku kuglice ili kuglični s ili bez opruge
- u obliku pločice s ili bez opruge,
- konusni i
- tanjurasti.



**Slika 3.177.** Različite izvedbe ventila na crpkama  
(Izvor: original)

Ventili s oprugom omogućuju sigurniji rad crpki i veće tlakove. Tijekom dužeg rada se troše, a i pojačano je djelovanje korozije od pesticida koji su u stalnom dodiru. Izrađuju se od nehrđajućeg čelika, legura, keramike i sintetičkih materijala. Membranski ventili izrađuju se od kože, gume ili sintetičkih materijala i trebaju imati visoki stupanj elastičnosti.

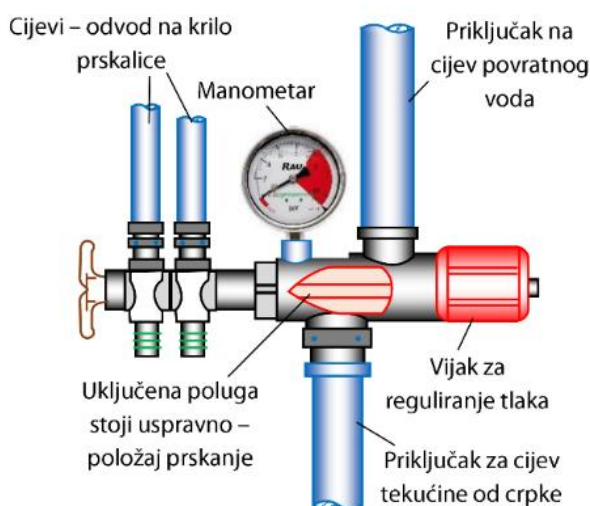
#### 3.7. Mjerno-regulacijski uređaj

Jedna od bitnih karakteristika prskalice u radu je radni tlak tekućine o kojem ovisi kvaliteta zaštite bilja. Regulatori tlaka rade na principu regulacijskog ventila jer višak otopine pod tlakom vraća putem povratne cijevi u spremnik za hidrauličko miješanje.

Izvedba regulatora prema načinu rada može biti:

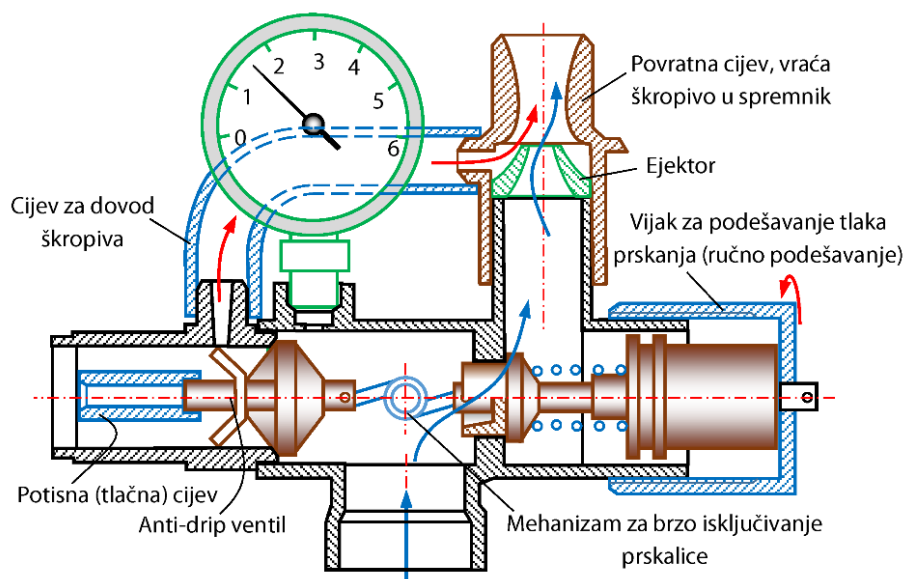
- s proporcionalnim protokom ovisno o zadanoj brzini i
- s konstantnim tlakom tekućine

Kod prve izvedbe povećanje ili smanjenje protoka obavlja se promjenom presjeka povratne cijevi preko konusnog ventila s navojem koji povećava ili smanjuje poprečni presjek. Ako dođe do povećanja broja okretaja motora traktora, mijenja se radna brzina agregata i protok crpke. Dakle, promjenom protoka crpke mijenja se protok prema mlaznicama i protok u povratnom vodu k spremniku. Kod druge izvedbe regulatora radni tlak i protok kod mlaznica ostaje konstantan bez obzira na promjenu broja okretaja motora ili crpke. Ovo se ostvaruje pomoću automatskog otvaranja ili zatvaranja povratnog toka k spremniku. Ostvarivanje konstantnog tlaka u povratnom vodu je pomoću mehaničkog igličastog ventila ili pneumatskim ventilom sa zračnim jastukom. Rad igličastog ventila zasniva se na tome da kada poraste tlak u sustavu, tekućina potiskuje gornji dio igle prema gornjem položaju, a u isto vrijeme igla u donjem dijelu otvara povratni tok dok se sile ne izjednače. Opadanjem tlaka proces je obrnut, igla na koju djeluje tlak opruga spusti se i polako zatvori povratni tok sve dok se sile ne izjednače. Zavijanjem ili odvijanjem vijka s oprugom regulira se radni tlak. Jednostavnija izvedba mehaničkog regulatora tlaka koji se nalazi na starijim tipovima prskalicama prikazan je na slici 3.178.



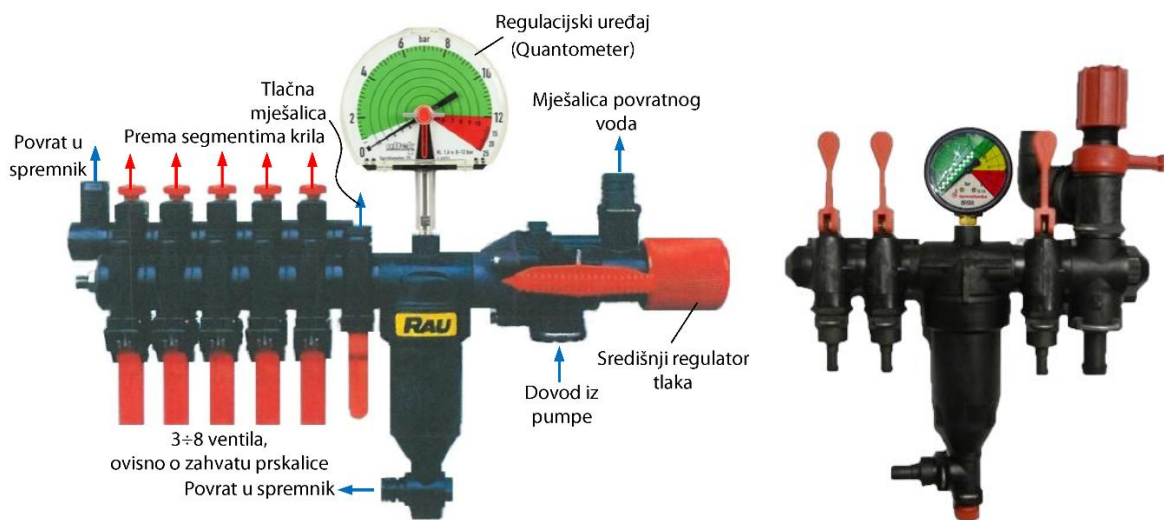
**Slika 3.178.** Mehanički regulator tlaka  
(Izvor: original)

Okretanjem vijka regulira se tlak, a očitava se na manometru. Maksimalni tlak iznosi do 20 bar i ne smije se prekoračiti. Nešto kasnije razvili su se sinkroni regulatori s povratnim usisavanjem tekućine iz cijevi prskajućim krilima. Ova funkcija postiže se tako što se u povratnoj cijevi nalazi sužena cijev (ejektor) kroz koju se zatvaranjem protoka prema mlaznicama vraća sva tekućina. Tekućina prolazi kroz suženu cijev i povećava brzinu i onda smanjuje tlak te nastali podtlak preko cijevi koja povezuje potisnu stranu s povratnom cijevi povlači zaostalu tekućinu u cijevima prskajućih krila i preko povratne cijevi vraća u spremnik (slika 3.179).

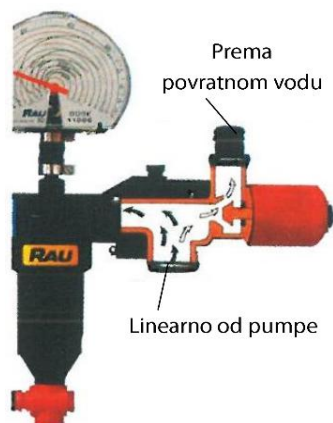


**Slika 3.179.** Sinkroni regulator s povratnim usisavanjem  
(Izvor: original)

Mehanički regulator novije izvedbe na prskalici „RAU“ ima naziv *Quantomat* koji održava konstantnu hektarsku dozu otopine kod promjene radne brzine agregata u istom stupnju prijenosa, slika 3.180.

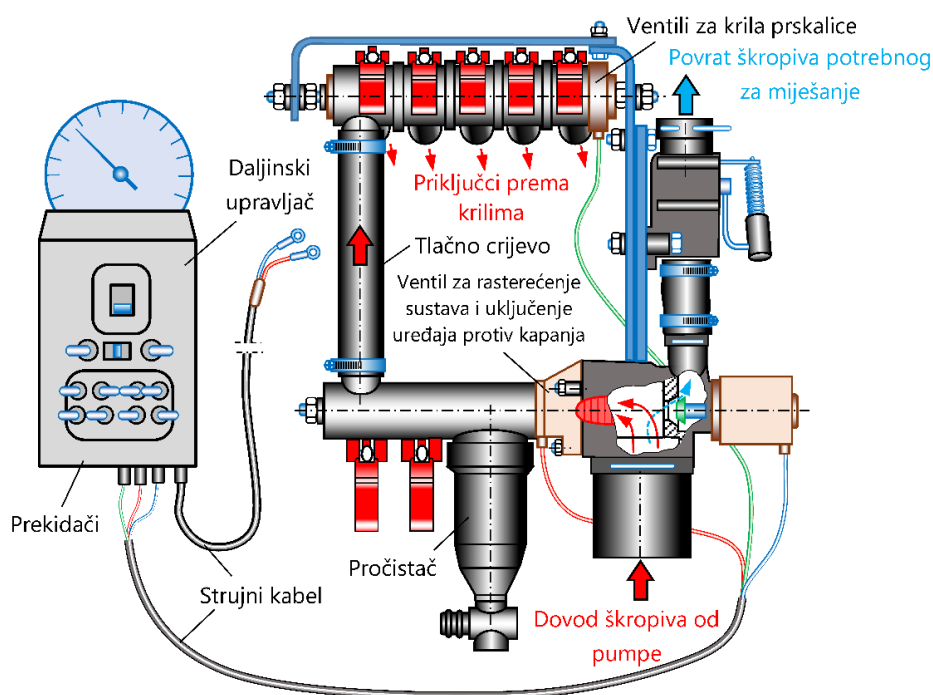


**Slika 3.180.** Mjerno-regulacijski sklop prskalice „RAU“  
(Izvor: <https://www.psc-ferencak.hr/hr/gnojidba-i-zastita-bilja/prskalice/agromehanika/ventili/regulator-protocni-pr1-f-3>)



**Slika 3.181.** Regulator tlaka prskalice „RAU“  
(Izvor: <https://www.psc-ferencak.hr/hr/gnojidba-i-zastita-bilja/prskalice/agromehanika/ventili/regulator-protocni-pr1-f-3>)

Regulator tlaka s električnim daljinskim upravljanjem koristi se na prskalicama visokog eksploatacijskog potencijala. Na vučenoj prskalici „RAU“ 2000 nalazi se regulator tlaka s daljinskim upravljanjem. Na slici 3.182. prikazana je opća shema povezivanja sklopova upravljačkog uređaja.



**Slika 3.182.** Opća shema povezivanja sklopova upravljačkog uređaja  
(Izvor: original)

Daljinski upravljač treba montirati na pogodno mjesto u kabini traktora radi lakše kontrole rada uređaja. Dovodne cijevi trebaju se spojiti na izvod elektromagnetnih ventila, a električni dovod se spaja na izvor struje 12 V. Kutija daljinskog upravljača smješta se u kabini traktora s desne strane na dohvata ruke rukovatelja kako bi se prekidači mogli lako dohvatiti i da se na Quantometru može pratiti tlak za vrijeme prskanja. Ako kazaljka Quantometra stalno vibrira

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

potrebno je obaviti kontrolu tlaka zraka u tlačnoj komori koji mora biti jednak radnom tlaku prskalice ili skinuti i odzračiti provodnu cijev na upravljačkoj kutiji. U tom slučaju potrebno je ručku prekidača postaviti u položaj prskanja. U slučaju kvara na električnom upravljaču regulatora centralno isključivanje, isključivanje pojedinih sekcija i promjena tlaka može se obavljati ručno. Isključivanje uređaja za prskanje obavlja se ručicom regulatora u položaj „isključeno“, a isključivanje pojedinih sekcija za prskanje obavlja se pomoću prekidača na elektromagnetskim ventilima. Promjena tlaka obavlja se popuštanjem vijka kako bi se skinuo mali pogonski zupčanik i okretanjem velikog zupčanika regulatora tlaka postiže se željeni tlak.

Bazne podatke za rad mjerno-regulacijskog uređaja daju dva instrumenta, i to:

- senzorski davač broja okretaja kotača i
- mjerac protoka.

Ovi podaci obrađuju se na uređaju „Rau“ Quantotronik prikazanom na slici 3.183.



**Slika 3.183.** Uređaj *Quantotronik*

(Izvor: <https://www.kleinanzeigen.de/s-anzeige/rau-quanto-tronik-df-schalt-pult-spritze/2732172635-223-2904>)

Ovaj uređaj omogućuje automatsko održavanje zadane hektarske doze neovisno o radnoj brzini agregata. Osnovne podatke dobiva od davača broja okretaja i mjeraca protoka, a obrađeni nalog daje elektromotoru koji korigira tlak. Osim toga, stalno prikazuje trenutnu radnu brzinu, a okretanjem birača prikazuje bilo koji od deset traženih podataka.

Na uređuje se nalazi sljedeće:

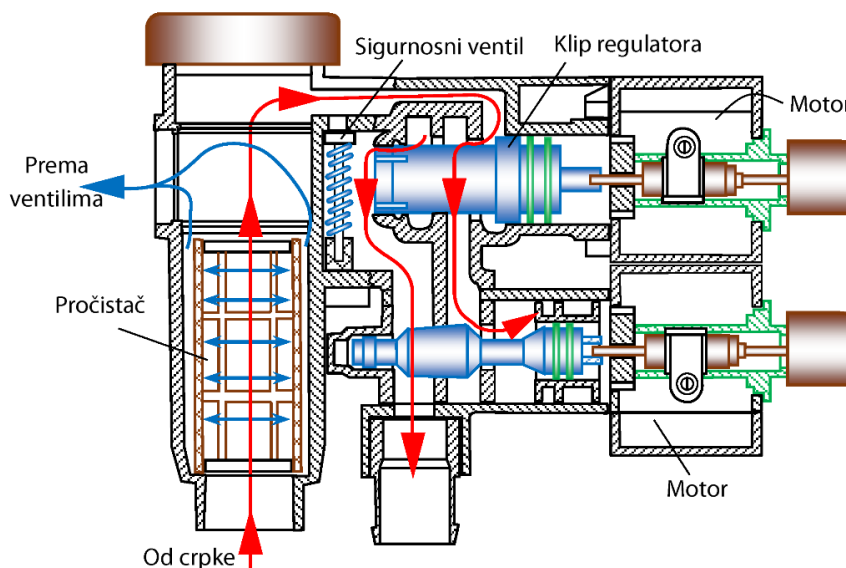
- prekidač za uključivanje i isključivanje napona
- kontrolne lampice i
- prekidači za unošenje podataka o količini otopine (pojedinačno se unose jedinice, desetice i stotice). Pomicanjem prekidača prema gore brojka se povećava, a prema dolje se smanjuje.

Na zaslonu označen sa „Solfert“ i upiše se željena hektarska doza.

- Prekidači za uključivanje i isključivanje pojedinih sekcija prskalice i kontrolne lampice
- Centralni prekidač za sve sekcije i kontrolna lampica centralnog prekidača
- Taster za baždarenje instrumenata
- Prekidač za ručno mijenjanje radnog tlaka, a može se koristiti ako je prekidač u položaju „Man“ što znači da je isključeno automatsko upravljanje, pa se reguliranje obavlja ručno.
- Okretni prekidač za brisanje – pozivanje podataka koje se žele očitati na digitalnom pokazivaču:
  - norma (doza) prskanja, l/ha
  - potrošena količina tekućine, l
  - poprskana površina, ha
  - trenutni protok mlaznica, l/min
  - „Tank“ – spremnik, količina tekućine u spremniku, l
  - učinak, ha/h
  - prijeđeni put, m
  - Füllen – punjenje spremnika
  - radna širina, m i
  - širina prskanja, m.
- Taster za sumiranje podatak i taster „Löshen“ za brisanje podataka.

Uz uređaj Quantotronik dograđen je quantometar kako bi se stalno pratio tlak u sustavu prskanja i očitala željena norma. Na slici 3.184. prikazana je shema rada regulatora s daljinskim upravljanjem gdje se otvaranje i zatvaranje ventila obavlja pomoću elektromagnetskih ventila i malih elektromotora koji zakreću vijak za reguliranje tlaka i protoka tekućine.

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA



**Slika 3.184.** Shema rada regulatora „RAU“  
(Izvor: original)

Suvremeni traktori i prskalice opremljeni su elektronskim instrumentima digitalnog tipa gdje se montiraju elektronske mjerno-regulacijske jedinice koje omogućuju praćenje radne brzine tlaka, broja okretaja crpke, utrošene tekućine i učinka. Na slici 3.185. prikazan je suvremeni mjerno-regulacijski uređaj sa sastavnim sklopovima ventila, mjerenja i reguliranja tlaka i ostalih elemenata.



**Slika 3.185.** Suvremeni mjerno-regulacijski sklop  
(Izvor: <https://www.ppv-fachhandel.de/arag-serie-863/ppv-000261>)

Sigurnosni ventil u regulacijskom sklopu ima zadatak da onemogući pojavu naprsnuća nekih hidro vodova u tijeku rada kod preniskog tlaka. Mehanički je izveden s kuglicom iznad koje je igla koja djelovanjem sile (opruge ili komprimirani zrak) pritišće kuglicu koja zatvara protok tekućine k povratnom vodu. Funkcionira tako da kod prijelaza maksimalne vrijednosti tlaka, djelovanjem sile otopine kuglica pritišće iglu i tekućina ide u spremnik do izjednačenja sile

tekućine i sile opruge. Sigurnosni ventil može biti u sklopu regulatora tlaka. Kod nekih se nalazi na potisnom dijelu crpke koji se otvara uslijed visokog tlaka i tekućina se vraća u usisni dio crpke.

### 3.7.1. Manometar i quantometar

Radni tlak prskalice važan je činitelj kvalitete prskanja, pa su zbog toga ovi uređaji opremljeni instrumentima za mjerenje tlaka tekućine. Danas se na prskalicama nalaze manometri i quantometri za mjerenje tlaka tekućine kod prskanja i drugih strojeva koji se koriste za zaštitu bilja. Uglavnom se na prskalicama nalaze manometri s glicerinskim punjenjem. Prednost ovih manometara je u tome što ne dolazi do vibracija kazaljke te se tlak može s lakoćom očitavati. Kod prskalica gdje ima mogućnosti uključivanja pojedinih dijelova prskajućih krila, manometar se postavlja u sklopu s regulatorom, razvodnim ventilima i pročistačem.



**Slika 3.186.** Manometri s glicerinom  
(Izvor: Slika 3.186 a, katalog *Lechler*)  
(Izvor: Slika 3.186 b i c katalog *ARAG*)

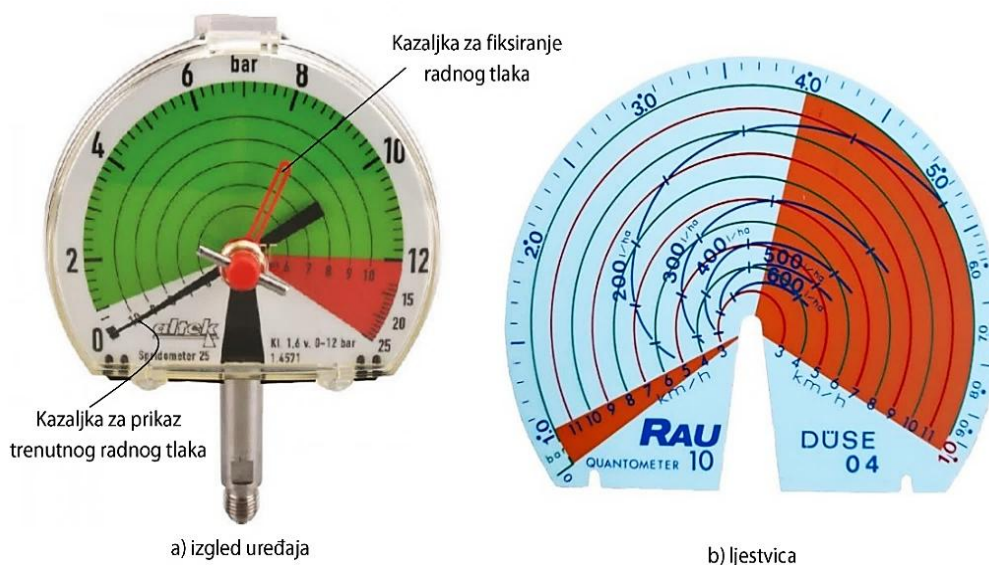
Ovisno o radnom tlaku manometri mogu biti:

- za nizak tlak, ispod 10 bar
- za srednje tlakove, do 30 bar
- za visoke tlakove, 30 – 60 bar i
- za jako visoke tlakove, iznad 60 bar.

Manometri s obzirom na preciznost mjerenja moraju kod ratarskih prskalica imati podjelu na svakih 0,2 bar, te ukupno mjerno područje 0 – 6 ili 0 – 10 bar. Ako je na prskalici ugrađen manometar i quantometar, onda se manometar nalazi ispred samočistećeg pročistača, a quantometar iza. Dobra kvaliteta zaštite prskanjem postiže se usklađivanjem nekoliko parametara kao što su: hektarska norma ili doza, radna brzina agregata, protok crpke, odnosno prskalice i radnog tlaka tekućine. Suvremene prskalice opremljene su posebnim instrumentima, quantometrima, koji su sastavni dio cjeline automatske daljinske kontrole rada.

#### 3.7.1.1. Quantometer

Kod strojeva za zaštitu bilja ugrađuju se precizni mjerni uređaji koji rade na bazi tlaka i nazivaju se Quantometri. Ovi uređaji na osnovi ostvarenoga tlaka i njegovom regulacijom za mlaznice određenog promjera omogućuju nomogramsko definiranje količine izbačene tekućine po jednom ha, odnosno norme tretiranja ovisno o radnoj brzini agregata. Okretanjem vijka za reguliranje tlaka Quantometer pokazuje točnu podešenost za planiranu radnu brzinu i količinu tekućine po jednom ha.



**Slika 3.187.** Quantometer tvrtke „RAU“

(Izvor: <https://agro-modus.hr/quantometer-rg00047846/>)

Quantometer radi na način da se tlak tekućine prenosi preko podizača na mehanizam s kazaljkom koji na brojčaniku pokazuje koliki je tlak i norma tretiranja pri tom tlaku uz određenu radnu brzinu agregata. Reguliranje tlaka obavlja se na sljedeći način:

- uključi se kardansko vratilo traktora, zatim se ručicom za gas podesi potreban broj okretaja motora kako bi odgovarao brzini, npr. 6 km/h
- kazaljka za fiksiranje ručno se pomiče na željenu vrijednost koja pokazuje, npr. 400 l/ha tekućine pri brzini rada od 6 km/h
- pomoću daljinskog upravljača povećava se tlak dok se kazaljka Quantometra poklopi s kazaljkom za fiksiranje
- izabere se odgovarajući stupanj radne brzine na traktoru da se postigne, npr. 6 km/h i nakon toga se može prskati u polju.

#### 3.7.2. Mjerno-regulacijski uređaj na prskalici „HARDI“

Prskalica je opremljena mjerno-regulacijskim uređajem za automatsko vođenje i kontrolu procesa aplikacije kojeg čine:

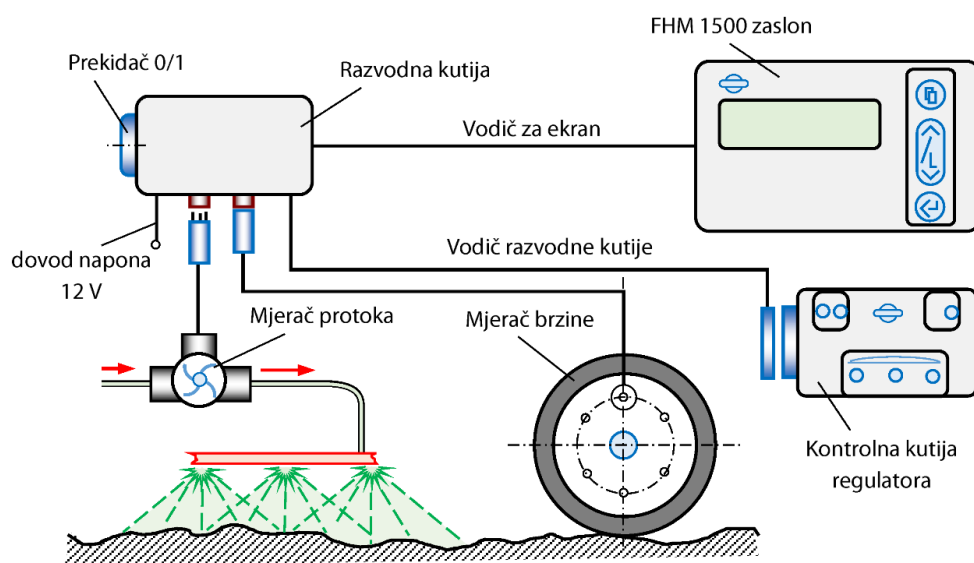
- monitor i uređaj s mikroprocesorom
- mjerač protoka tekućine
- senzorski davač broja okretaja kotača (prijedeni put)
- mjerač radne brzine

- sklop elektromagnetnih ventila i
- razvodne kutije.

Monitor *HARDI CONTROLLER 2500* je uređaj koji se smješta u kabinu traktora, ispred rukovatelja koji prati zadane vrijednosti na zaslonu. Zaslom na monitoru omogućuje prikaz dviju vrsta informacija u isto vrijeme. Na zaslonu se očitava aplicirana doza, radna brzina, količina tekućine, ukupni obujam koji je isprskan, ukupna površina i spremljenih u devet prethodno poprskanih površina i utrošenih količina tekućine. Osnovne podatke dobiva od davača broja okretaja pričvršćenog na kotač i mjeraca tlaka prema mlaznicama, a obrađeni nalog daje elektromotoru koji regulira tlak. Tako se regulira tlak, što omogućuje automatsko održavanje zadane doze, neovisno o radnoj brzini. Ako se smanjuje radna brzina, automatski se snižava radni tlak kako bi se smanjila količina protoka na mlaznicama i kako bi zadana norma ostala nepromijenjena. Na monitoru rukovatelj prati radnu brzinu agregata, pritiskom na tipku može u svakom trenutku vidjeti potrošnju tekućine na krilu prskalice. Osim navedenih funkcija elektronika na prskalici omogućuje sljedeće funkcije:

- daljinsko uključivanje i isključivanje pojedinačno po sekcijama krila prskalice
- daljinsko uključivanje i isključivanje rada svih mlaznica na krilu prskalice putem elektromagnetnih ventila
- precizno reguliranje norme (doze) prije ulaska na parcelu
- mogućnost ručnog reguliranja tlaka na monitoru i
- automatsko vođenje procesa aplikacije samo do predviđene najviše radne brzine, povećanje radne brzine od programirane signalizira zvučnim ili svjetlosnim signalom.

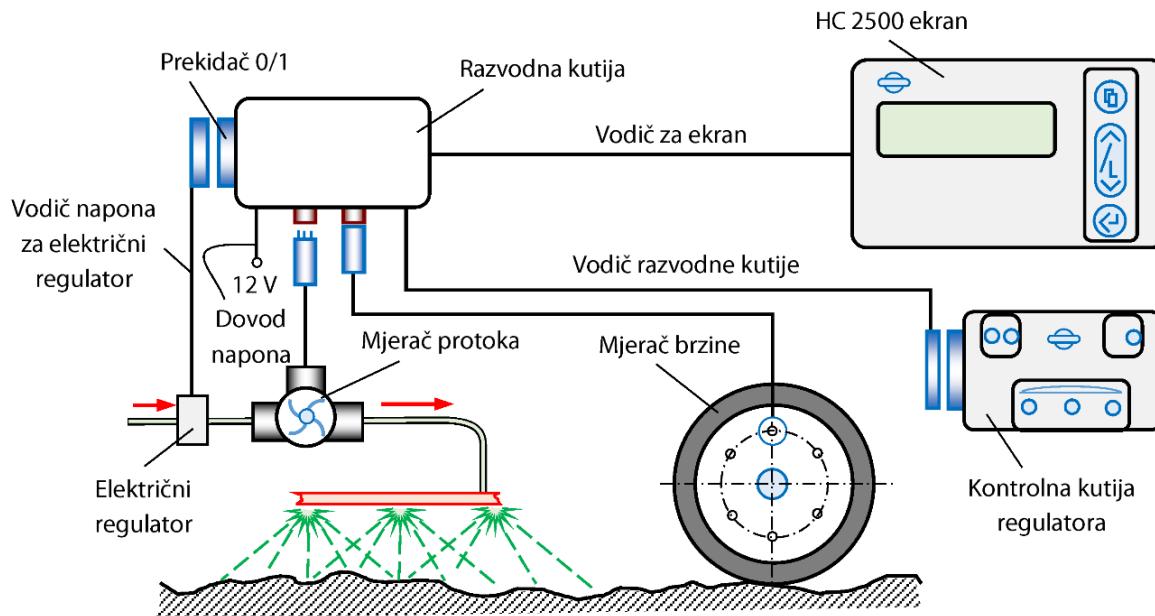
Na slici 3.188. prikazana je shema uređaja s ručnim regulatorom (BK, BK/EC) s mogućnošću uključivanja i isključivanja sekcija krila.



**Slika 3.188.** Prikaz sustava FHM 1500 s ručnim regulatorom  
(Izvor: original)

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

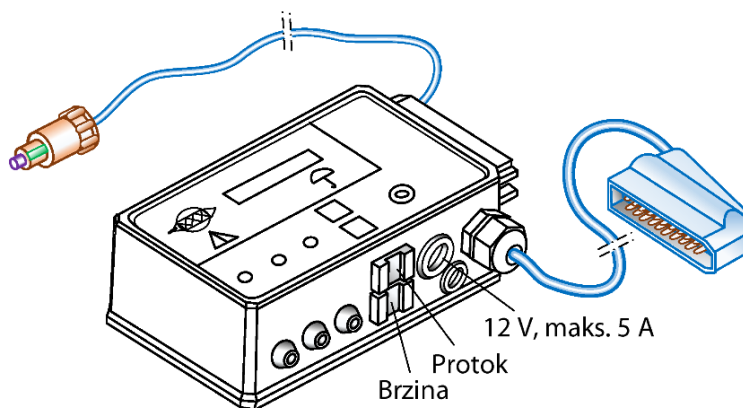
Na prskalici *HARDI* nalazi se i monitor s električnim regulatorom (EC, EVC, ESC) gdje se automatski obrađuju svi parametri kada su ventili sekcije otvoreni. Najprije se namjesti dodatni izbornik (menu); zatim pritisnemo [ON/OFF VENTIL], izabere se [NOT PRESENT] za (EVC, ESC) i onda se pogleda dodatni izbornik. Na slici 3.189. prikazana je shema rada sustava HC-2500 na prskalici.



Slika 3.189. Prikaz sustava HC 2500

(Izvor: original)

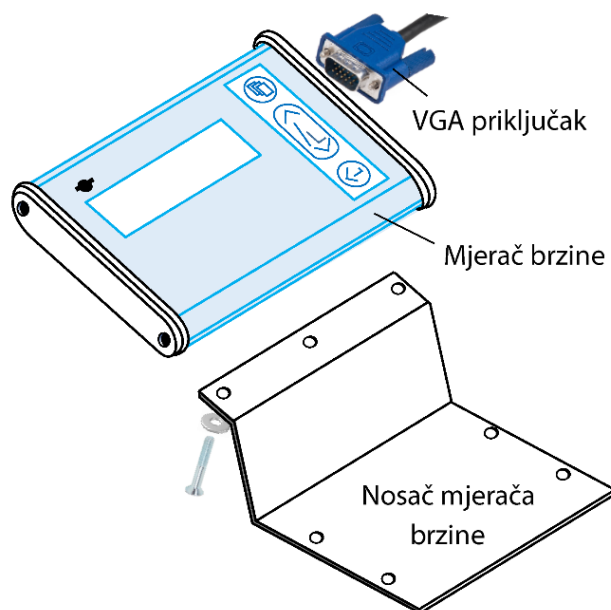
U sklopu sustava mjerne regulacije nalazi se razvodna kutija. Ona nije vodootporna pa se mora zaštititi od vlage. Postavlja se u kabinu traktora iza vozačevog sjedišta.



Slika 3.190. Razvodna kutija

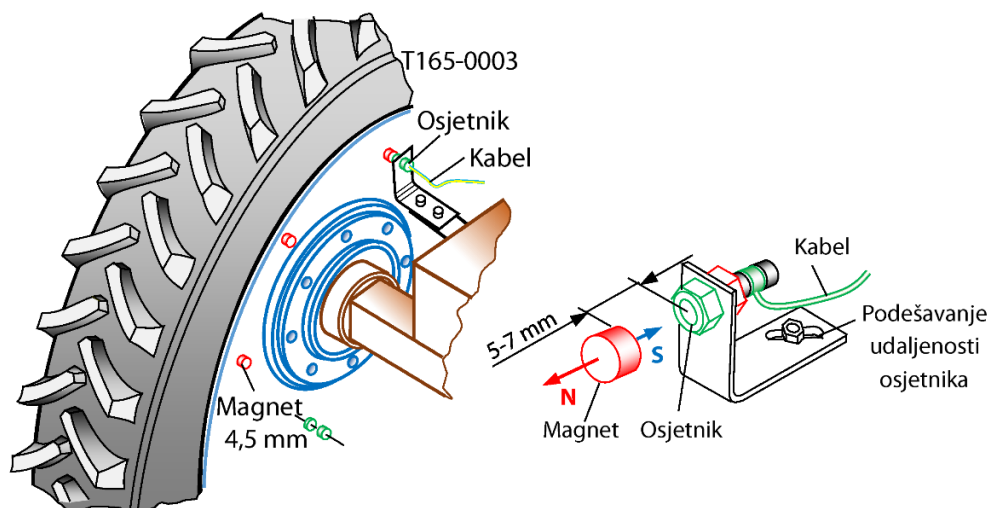
(Izvor: original)

U kabinu traktora na prikladno mjesto treba postaviti monitor. Ploča za montažu omogućuje da se ugradi monitor i jedinica za upravljanje prskanjem.



**Slika 3.191. Monitor**  
(Izvor: original)

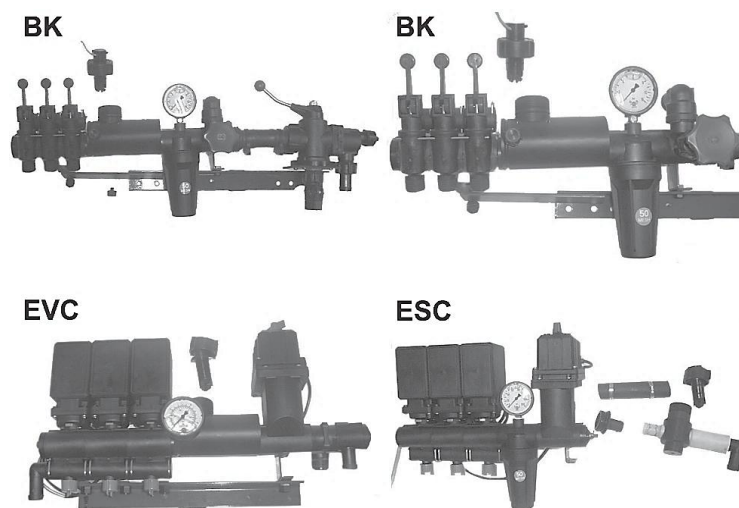
Mjerač brzine postavlja se kako je prikazano na slici 3.192., gdje veličina otvora mora biti 4,5 mm, a magneti se postavljaju na jednakoj udaljenosti najmanje 150 mm jedan od drugoga. Preporuča se za prednji kotač traktora veličine do 20“ četiri magneti, za zadnji kotač veličine preko 20“ šest magneti i za kardansko vratilo jedan komad. Južna strana magneti mora biti okrenuta prema pretvaraču. Razmak između magneti mora biti 5 – 7 mm (slika 3.192.).



**Slika 3.192. Postavljanje magneti**  
(Izvor: original)

Mjerač protoka za (BK, EVC i ESC) regulator postavljen je prije samih ventila sekcija. On se postavlja u kućište i povezan je razvodnom kutijom s tropolnim priključkom za ESC-regulator, mjerac se postavlja prije regulatora na hidro cijev koja dolazi od crpke. Mjerač protoka postavljen je u kućište i povezan je s razvodnom kutijom s tropolnim priključkom.

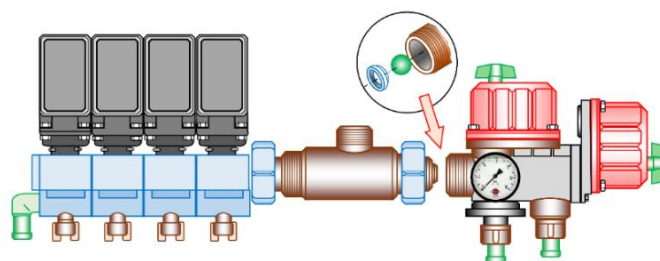
### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA



**Slika 3.193.** Mjerač protoka za regulator BK, EVC i ESC

(Izvor: Hardi International A/S Controller 2500 & Monitor 1500 Instruction book)

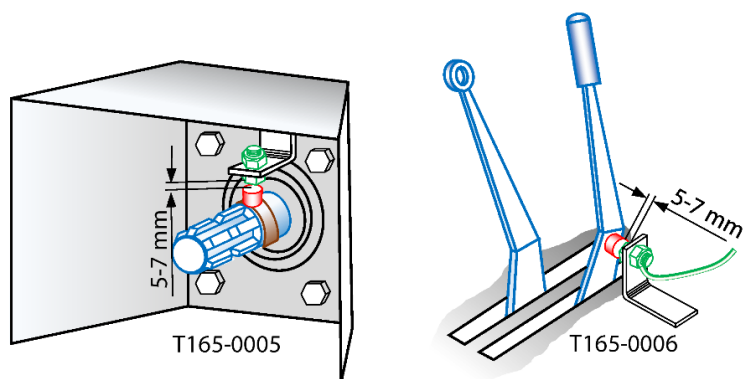
Mjerač protoka za EC regulator smješten je u kućištu i povezan je s razvodnom kutijom i tropskim priključkom. Najprije se odvoje ventili sekcija od glavnog ventila kontrolne jedinice i onda se postavi mjerač protoka uz ventile sekcije, slika 3.194.



**Slika 3.194.** Shema postavljanja mjerača protoka

(Izvor: original)

Mjerač okretaja i površine postavljaju se na kotač s unutarnje strane gdje južna strana magneta treba biti okrenuta pretvaraču. Udaljenost između njih je 5 – 7 mm. Nosač magneta treba imati „ruku“ 4 – 5 mm da se može na nju postaviti magnet i učvrstiti na izlazno vratilo. Analogni pretvarač ima ulaz od 4 – 20 mA.

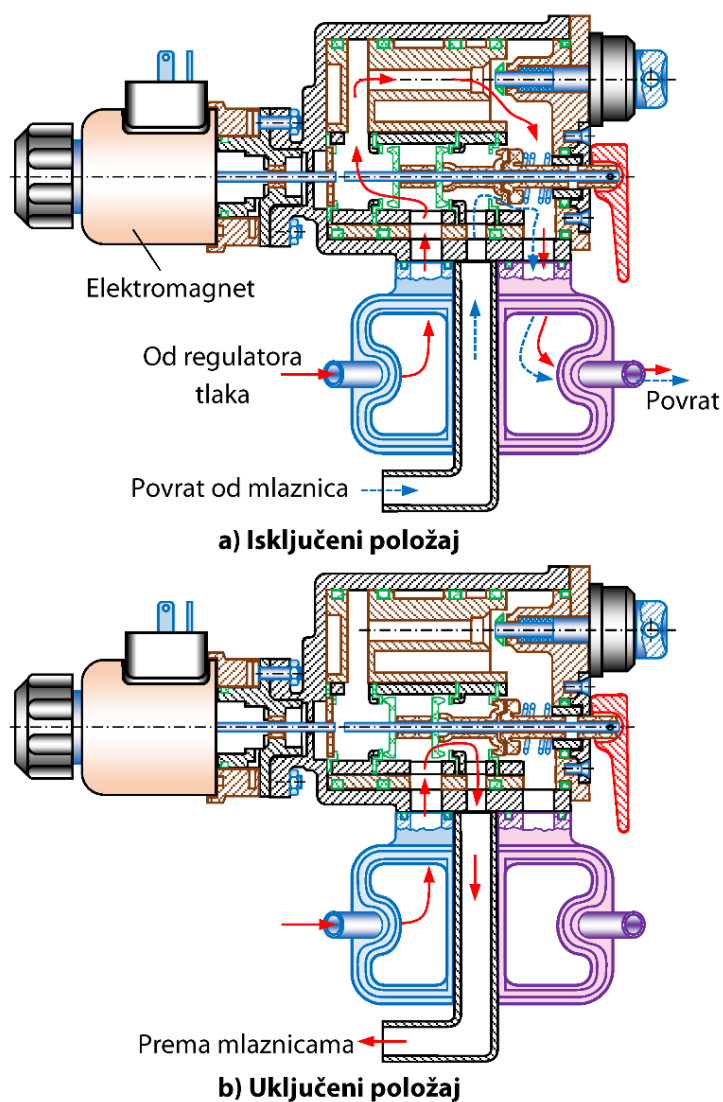


**Slika 3.195.** Postavljanje mjerača na kotač

(Izvor: original)

### 3.7.3. Elektromagnetni ventili

Zadatak elektromagnetnih ventila je otvaranje i zatvaranje radne sekcije i omogućavanje stalnog tlaka, neovisno o uključenosti pojedinih sekcija.



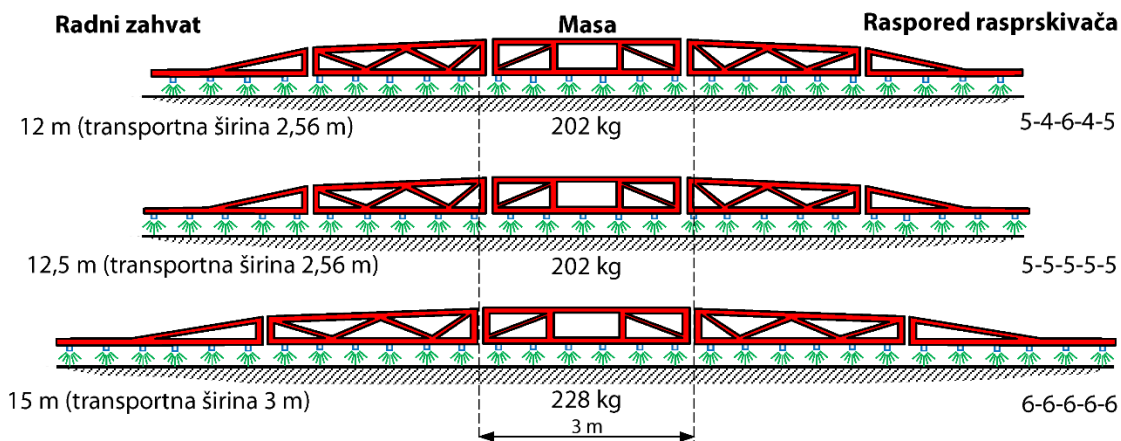
Slika 3.196. Shematski prikaz rada elektromagnetnog ventila  
(Izvor: original)

Zbog osjetljivosti građe ventila oni se nalaze u posebnim kutijama kako bi kroz sezonu korištenja mogli održavati zadanu funkciju. Na slici 3.196. prikazan je elektromagnetski ventil u isključenom i uključenom položaju.

### 3.8. Automatski uređaji za prskanje ili „prskajuća krila“

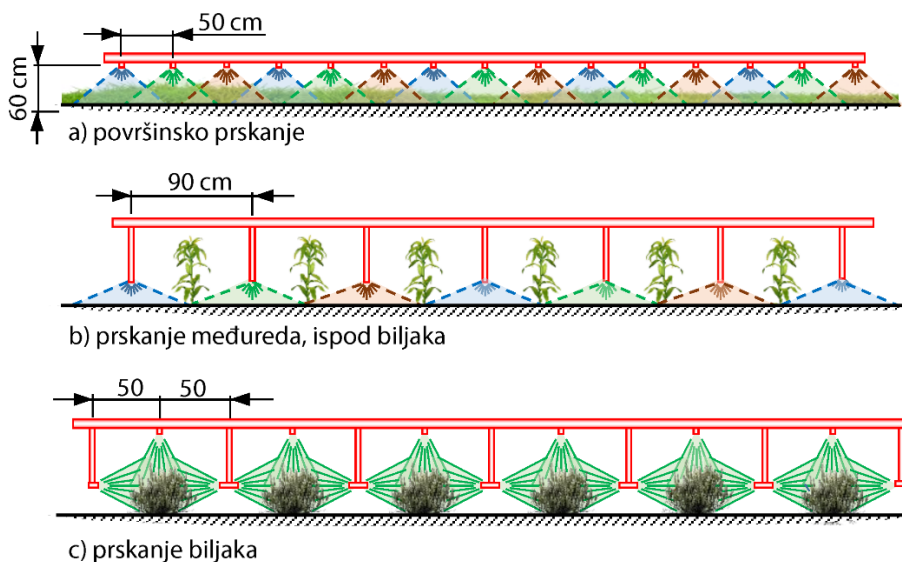
Prskajuća krila predstavljaju sklopove na uređaju za nanošenje zaštitnog sredstva te dimenzioniraju radnu širinu stroja i omogućuju namještanje mlaznica na dovodnim cijevima tekućine. Isto tako, utječu na podešavanje kapljica na ciljnu površinu. Izbačeni prskajući mlazovi moraju se međusobno prekrivati pod određenim kutom.

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA



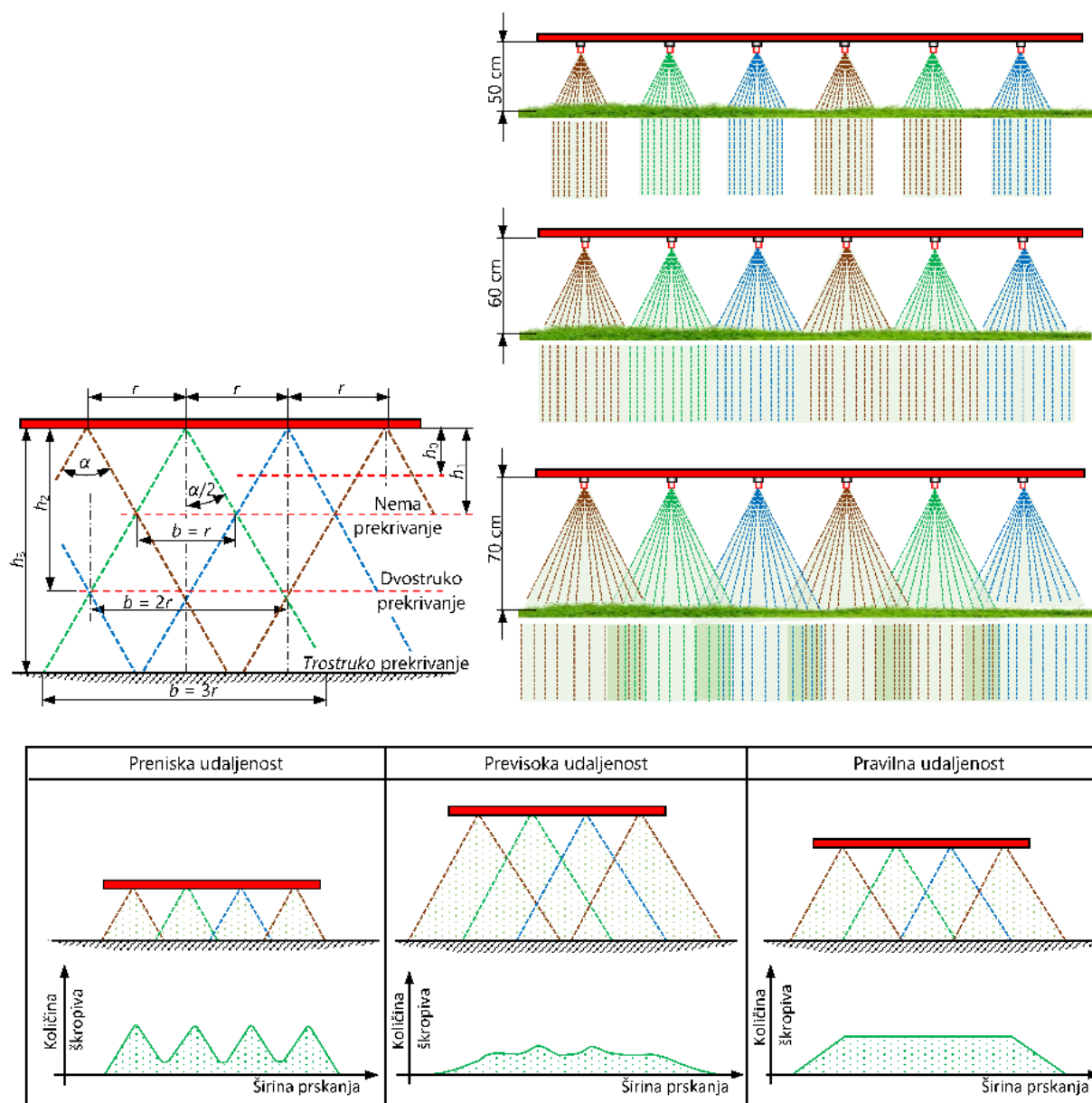
Slika 3.197. „Prskajuća krila“  
(Izvor: original)

Automatski uređaji za prskanje nalaze se na prskalici, a mlaz tekućine je bez ručnog usmjeravanja, gdje tip automatskog uređaja ovisi o namjeni prskalice. Na ratarskim prskalicama koristi se uređaj za površinsko prskanje konstruiran u obliku horizontalnih cijevi na kojima se nalaze mlaznice. Najčešći razmak između mlaznica je 50 cm. Visina horizontalnih cijevi od tla može se regulirati kako bi se dobilo potpuno preklapanje mlazova susjednih mlaznica. Da bi se ovo ostvarilo potrebno je stalno održavati istu visinu cijevi i mlaznica, a to se postiže mehaničkim ili automatskih uređajima. Automatski uređaji mogu biti izvedeni tako da se obavlja površinsko prskanje cijele površine ili prskanje pod biljke, odnosno međuredno prskanje (uništavanje korova u kukuruzu). Za prskanje cijele biljke koristi se uređaj kojim se prska biljka s tri strane (odozgo i s bočnih strana).



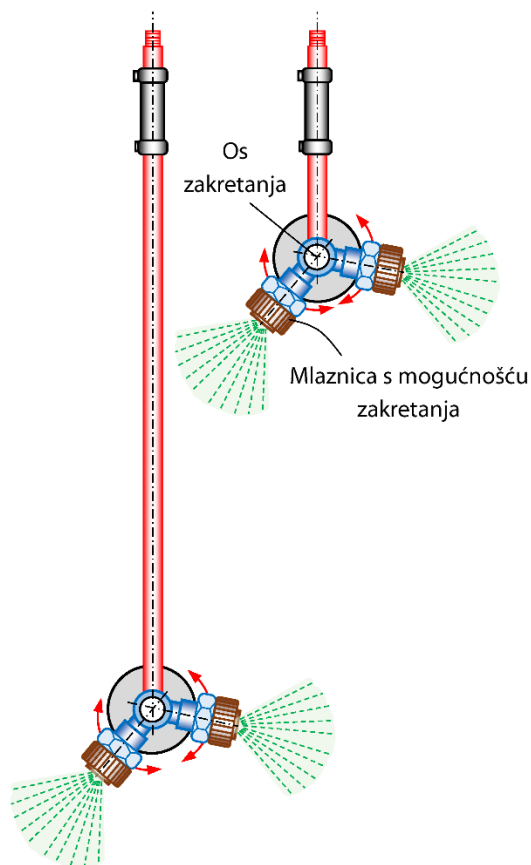
Slika 3.198. Automatski uređaj na horizontalnim cijevima  
(Izvor: original)

Visina postavljanja horizontalnih cijevi treba biti takva da se ostvari puno preklapanje dva susjedna mlaza. Sve mlaznice trebaju biti postavljene pod kutom  $5 - 10^\circ$  i zakošene kako se ne bi susjedni mlazovi sudarali.



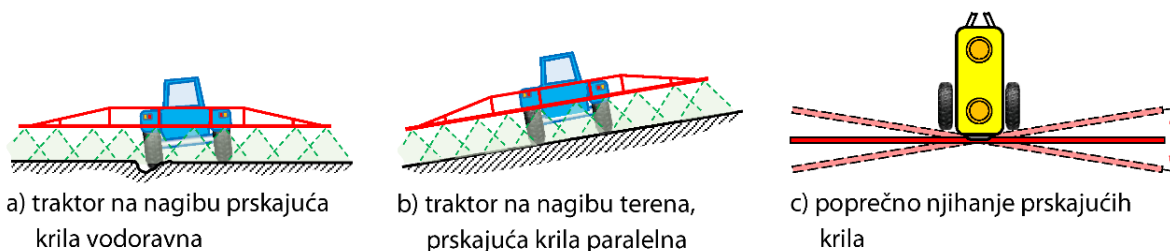
Slika 3.199. Udaljenost prskajućih krila od ciljne površine  
(Izvor: original)

Udaljenost mlaznica od ciljne površine bitna je zbog ujednačenosti raspoređivanja kapljica po površini. Različite udaljenosti mlaznica uvjetuju i različitu raspodjelu kapljica (škropiva) što je vidljivo na slici 3.199. Ujednačenost raspodjele tekućine vrednuje se koeficijentom varijacije (C.V.). Ako je veličina koeficijenta C.V. < 10 %, onda predstavlja dobru raspodjelu po površini, ako je C.V. = 10 – 15 %, tada je slaba raspodjela tekućine i ako je C.V. > 15 %, tada se smatra neprimjerena raspodjela tekućine po ciljnoj površini. Potpuno tretiranje biljaka obavlja se s tri mlaznice i to jedna s gornje strane i dvije mlaznice s bočnih strana, slika 3.200. Kod ovog načina osim mlaznica na horizontalnoj cijevi, mlaznice se nalaze i na kraćim ili dužim vertikalnim cijevima. Mlaznice su postavljene na okretnom mehanizmu tako da se može mijenjati smjer izlazećeg mlaza.



**Slika 3.200.** Dugi i kratki nosači za mlaznice na okretnom mehanizmu  
(Izvor: original)

Da bi se postigla jednolična distribucija tekućine po čitavoj širini radnog zahvata prskalice, krila prskalice s mlaznicama trebaju biti stalno paralelna s tretiranom površinom. Zato se suvremene ratarske prskalice opremaju automatskim uređajem koji održava krila prskalice u vodoravnom položaju kada se agregat giba po neravninama tla ili po brazdi. Postoji više tipova ovih uređaja koji mogu biti u vidu trokutastog, trapezastog ili hidrauličkog uređaja s elektroničkim senzorima.



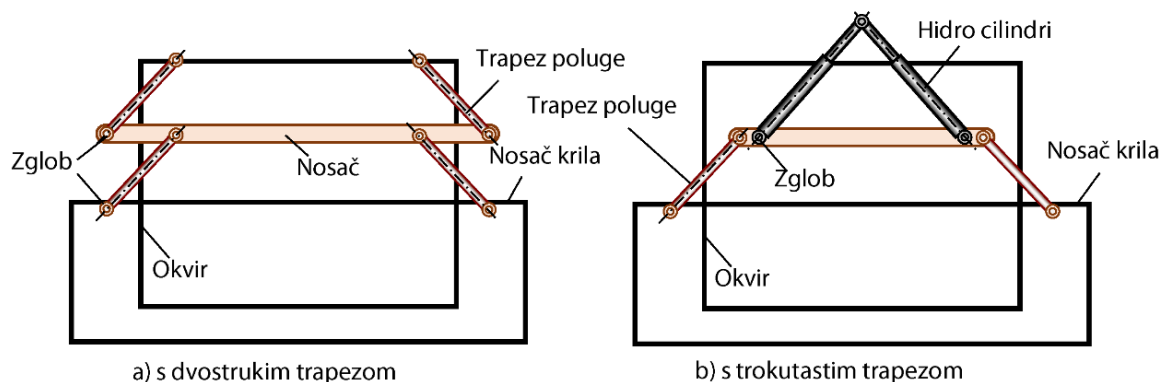
a) traktor na nagibu prskajuća krila vodoravna

b) traktor na nagibu terena, prskajuća krila paralelna

c) poprečno njihanje prskajućih krila

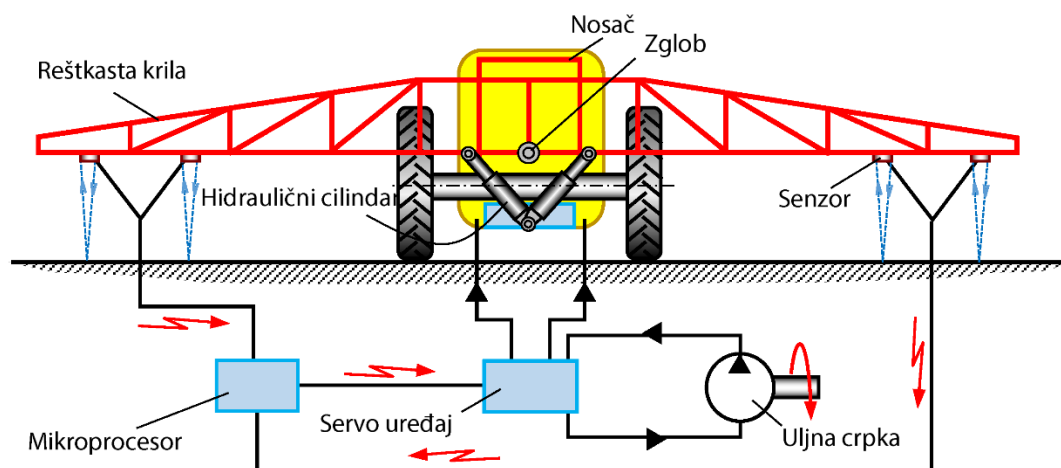
**Slika 3.201.** Uređaj za automatsko održavanje prskajućih krila u vodoravnom položaju  
(Izvor: original)

Kod trokutastog i trapezastog uređaja osnovu čine hidro cilindri s klipovima, a niveliranje se obavlja pomjeranjem klipova u hidro cilindrima suprotno pravcu djelovanja sile koju uzrokuje nailazak agregata na neravninu (izbočinu ili depresiju). Pomjeranje klipova omogućuju zglobne veze trapeznog i trokutastog okvira.



Slika 3.202. Sustav niveliranja krila prskalice  
(Izvor: original)

Hidraulički sustav sa sensorima suvremenije je rješenje gdje se horizontiranje krila prskalice održava automatski sensorima i hidrauličkim cilindrima. Rešetkasta krila su zglobno povezana za nosač. Istovremeno krila prskalice su za okvir zglobno vezana preko hidrauličkih cilindara. Na svakom kraju krila nalaze se po dva senzora kojima se regulira udaljenost od površine koja se tretira, slika 3.203.



Slika 3.203. Hidraulički uređaj sa sensorima  
(Izvor: original)

Signali od senzora dolaze do mikroprocesora koji dobivene informacije šalje do servo uređaja pomoću kojega se usmjerava ulje do hidro cilindara u kojima se pomjeraju klipovi i na taj način se korigira položaj krila prskalice. Servo uređaj dobiva ulje od crpke koju pogoni priključno vratilo traktora.

### 3.8.1. Prskajuća krila ili grane prskalice „Hardi“

Krila prskalice sastavljena su u jednu cjelinu na paralelogramskom okviru koji služi za podizanje grana. Kompletne funkcije kojima se upravlja obavljaju se putem izravne aktivacije *D.A.H.* sustava. Grane su opremljene tako da se može obavljati pojedinačno i potpuno zakošenje, kao i hidrauličkim zaključavanjem pendulum suspenzije, dok su vanjske grane opremljene i sustavom protiv lomljenja. Grane mogu biti 18, 20, 21, 24, 27, 28 i 30 m širine.

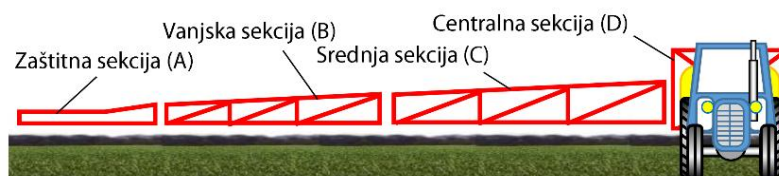
### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

Mogu se sklapati u dva dijela i mogu se koristiti kada su sklopljene na pola. Polovične širine vidljive su iz tablice 3.8.

**Tablica 3.8.** Različite kombinacije širina izvedbi prskajućih krila

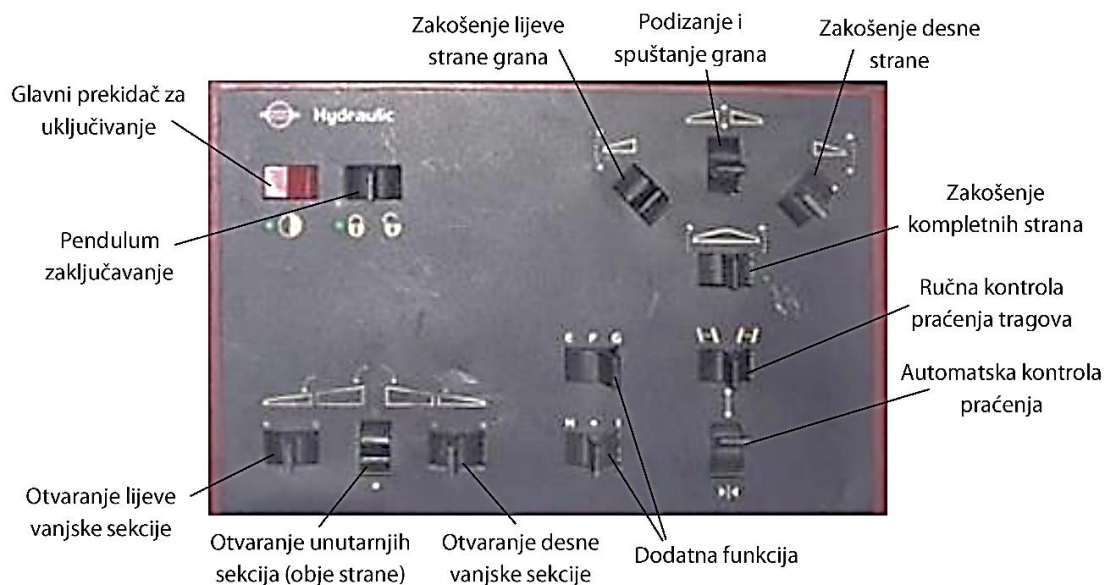
Normalna širina, m	Sklopljene, m
18	12
20	12
21	12
24	12
27	14
28	14
30	15

Prskajuća krila-grane prskalice možemo podijeliti na sljedeće sekcije, vidljivo na slici 3.204.



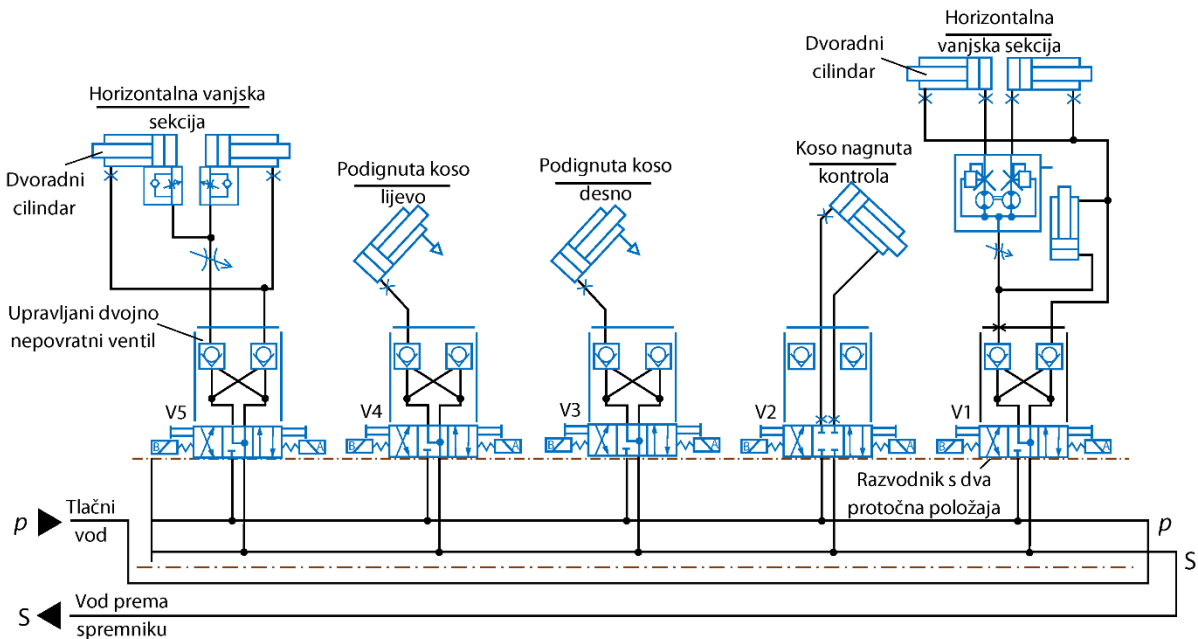
**Slika 3.204.** Podjela na sekcije  
(Izvor: original)

Otvaranje grana obavlja se tako da se pomoću jednostrukog priključka hidraulike podignu grane dok ne izađu iz transportnog položaja, zatim se kompletno otvaraju grane koristeći dvostruki priključak hidraulike i onda se spuste na visinu od 50 cm iznad tla. Nakon toga se otključa pendulum suspenzije pomoću prekidača na kontrolnoj kutiji. Sklapanje se obavlja obrnutim redoslijedom. Upravljanje se vrši na kontrolnoj kutiji (tabli) što je vidljivo na slici 3.205.



**Slika 3.205.** Kontrolna kutija za upravljanje sekcijama  
(Izvor: <https://www.kleinanzeigen.de/s-anzeige/hardi-spraybox-bedienteil-terminal/2759948921-276-8786>)

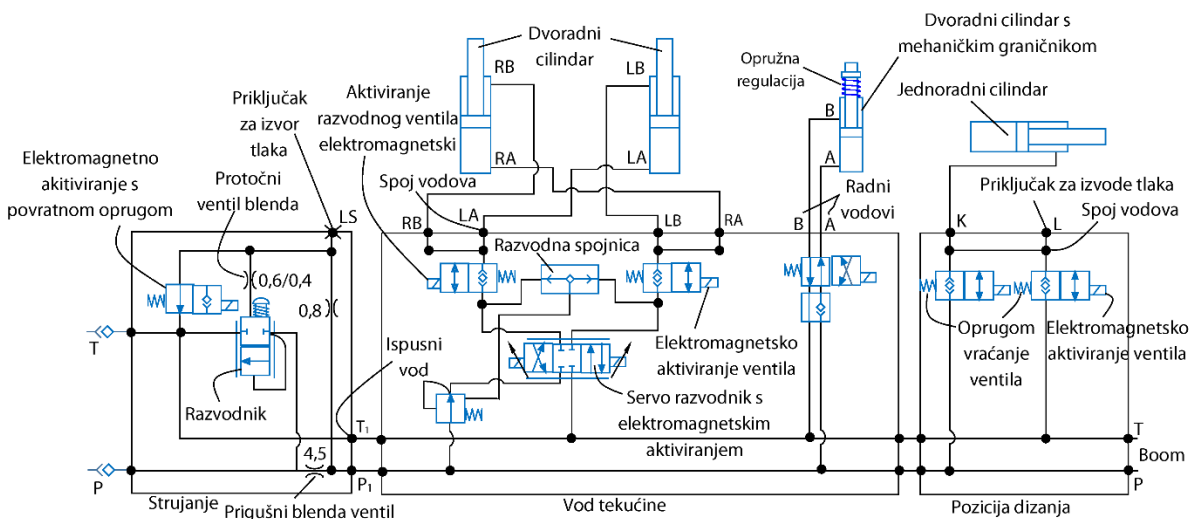
Grane su opremljene s dva potporna kotača, kada se prska s niskom visinom, preporuča se da se kotači spuste, u duljim aplikacijama se trebaju podići. Na slici 3.206. vidljiva je shema hidraulike grana tipa „y“.



**Slika 3.206.** Shema hidraulike grana tipa „y“  
(Izvor: original)

### 3.8.2. Hidraulički sustav

Hidraulički blok *PARALIFT* smješten je ispod glavnog spremnika, a zahtijeva hidraulički sustav traktora koji ima mogućnost priključenja jednog dvostrukog i jednog jednostrukog voda hidraulike. Jednostruki izlaz je za podizanje grana gore i dolje, dok dvostruki iznad obavlja otvaranje i zatvaranje grana. Hidraulički sustav zahtijeva minimalni tlak ulja od 130 bar i protok 5 l/min.

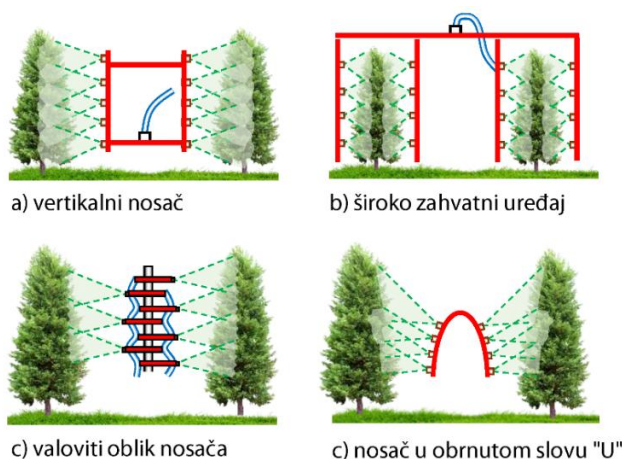


**Slika 3.207.** Hidraulika prskalice  
(Izvor: original)

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

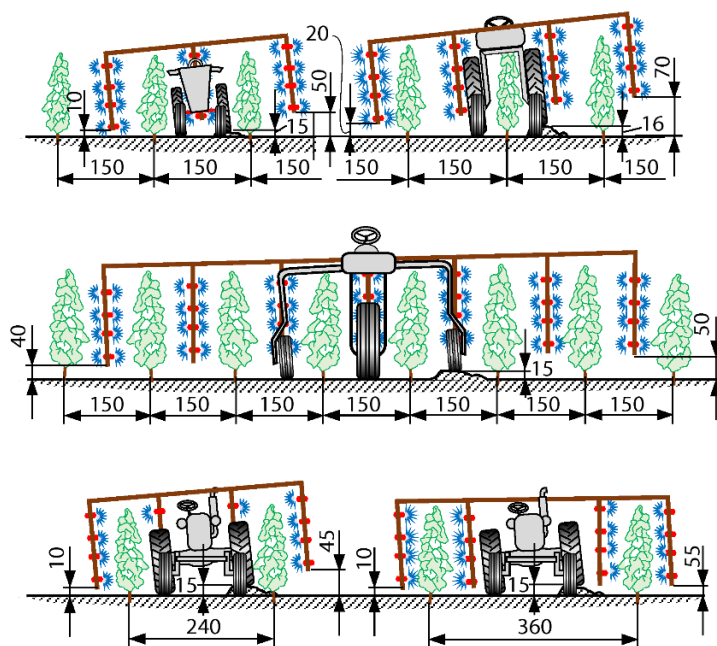
#### 3.8.3. Automatski uređaji na voćarsko-vinogradarskim prskalicama

Novije izvedbe prskalica osim mlaznicama opremaju se i automatskim uređajem za prskanje. Ovaj uređaj omogućuje tretiranje nasada prolazom kroz međured s jedne ili obje strane bez rukovatelja. Automatski uređaji sastoje se od jedne ili više međusobno povezanih okomitih cijevi na koje su pričvršćene mlaznice u količini 8 – 20 komada, koje su usmjerene na jednu i obje strane. Položaj mlaznica može se mijenjati, približavati ili udaljavati od biljke i time se prilagođavati širini redova.



Slika 3.208. Shematski prikaz raznih automatskih uređaja za prskanje nasada  
(Izvor: original)

U nekim zemljama Europe za prskanje vinograda koristi se posebna konstrukcija koja prejahuje redove. S visoko postavljenog vodoravnog nosača spuštaju se dva ili četiri, a ima ih i sa šest vertikalnih nosača na kojima se nalaze mlaznice. Time se istovremeno prskaju tri, četiri i sedam redova, slika 3.209.

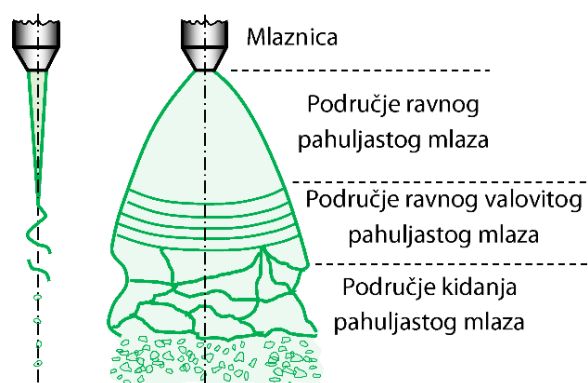


Slika 3.209. Različite izvedbe širokozahvatnih automatskih uređaja (u cm)  
(Izvor: original)

Tretiranje više redova s ovim uređajima slabije je kvalitete što je osobito izraženo kod neravnih podloga. Spuštanjem ili podizanjem kotača traktora jedna strana automatskog uređaja se podigne tako da ne obavlja tretiranje donjih dijelova biljaka, a druga se spušta do tla i može doći do loma. Prednost ovih uređaja je u postizanju visokog učinka u radu. Kod nekih automatskih uređaja mlaznice mogu mijenjati položaj tako da se udaljavaju ili približavaju od dijelova biljaka, tako se uređaj prilagođava širini redova i postiže bolju kvalitetu. Druge izvedbe uređaja imaju mogućnost regulacije smjera mlaza pojedinih mlaznica. Reguliranje se obavlja tako da najniže mlaznice prskaju prema gore kako bi tretirale naličje listova, srednje mlaznice su usmjerene ravno na listove, a gornje mlaznice su okrenute na niže kako bi poprskale gornje listove. Kod nekih prskalica mlaznice se mogu pomjerati gore-dolje. Ovo pokretanje mlaznica obavlja se pomoću kotača prskalice i P.V. traktora. Domet mlaza ovih uređaja je 1 – 2 m, tako da ovakav domet ne osigurava dobro prodiranje otopine na sve površine dijelova biljke. U nasadima voćaka kod kojih krošnje nisu spojene unutar reda postoje uređaji koji senzorima ili radarskim navođenjem prekidaju izbacivanje tekućine ili skreću pravac mlaza prema vočki kada se naiđe na prazni prostor između voćaka pa se na taj način smanjuju gubici tekućine.

### 3.9. Mlaznice

Zadatak mlaznica je pretvaranje hidrauličke energije u kinetičku energiju u obliku mlaza sitnih kapljica koje se gibaju određenom brzinom. Dezintegracija tekućine predstavlja postupak kidanja međumolekularnih veza tekućine. Na intezitet procesa djeluju dva bitna parametra: fizikalno-kemijska svojstva tekućine i tehnička karakteristika mlaznice. Od fizikalno-kemijskih svojstava značajni utjecaj ima: površinska napetost tekućine, viskoznost tekućine i volatilitnost (isparljivost). Tekućine bi trebale imati površinsku napetost  $0,2 - 0,8 \text{ N/m}^2$  i viskoznost  $10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ .



**Slika. 3.210.** Princip rada mlaznice  
(Izvor: original)

Na prskalicama i raspršivačima mlaznice su dosta osjetljivi dijelovi jer su krajnji sklop koji definira oblik i kut izlaska mlaza tekućine, veličinu kapljica, količinu tekućine te kvalitetu pokrivenosti tretirane površine. Ispravne mlaznice omogućuju ravnomjernu raspodjelu tekućine po vodoravnoj površini, depoziciju otopine, sprječavanje kapanja nakon isključenja rada prskalice te što manje zanošenje kapljica tekućine.

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

---

Karakteristike mlaznica ovise o konstrukcijskim rješenjima i specifičnosti pojedinih tipova, a one su:

- **veličina kapljica** (Veličina kapljica ovisi o tipu mlaznice, veličini izlaznog otvora i tlaku tekućine. Povećanjem tlaka smanjuje se veličina kapljica u početku brzo, a kasnije sporije.)
- **oblik mlaza** (Oblik mlaza je različit i ovisi o tipu i konstrukciji mlaznice, tako da jedan oblik mlaza nije prikladan za sva tretiranja u zaštiti bilja. U primjeni se najčešće koriste lepezasti i konusni mlaz (puni i šuplji).)
- **domet mlaza** (Domet mlaza ovisi o tlaku tekućine, veličini izlaznog otvora pri čemu promjenjivi domet imaju podesive mlaznice.)
- **radni tlak** (Mlaznice na strojevima za zaštitu se konstruiraju za radni tlak koji će osigurati izlaznu veličinu kapljica tekućine.)
- **kapacitet mlaznice** (Kapacitet mlaznice je količina tekućine koja se izbaci u jedinici vremena što ovisi: o tipu mlaznice, veličini izlaznog otvora i tlaka.)

Kapacitet mlaznice izračunava se po formuli:

$$q_m = k \cdot d^2 \cdot \sqrt{p}$$

gdje su:

- $q_m$  - kapacitet mlaznice, l/min
- $k$  - koeficijent izbacivanja
- $d$  - promjer otvora mlaznice, mm
- $p$  - tlak tekućine, bar

Bitna karakteristika mlaznice je njen kapacitet, dozvoljeno odstupanje kapaciteta kod mlaznica prvog razreda iznosi  $\pm 5\%$ , a kod drugog razreda dozvoljeno odstupanje iznosi  $\pm 10\%$ .

S obzirom na veličinu tlaka mlaznice se dijele na:

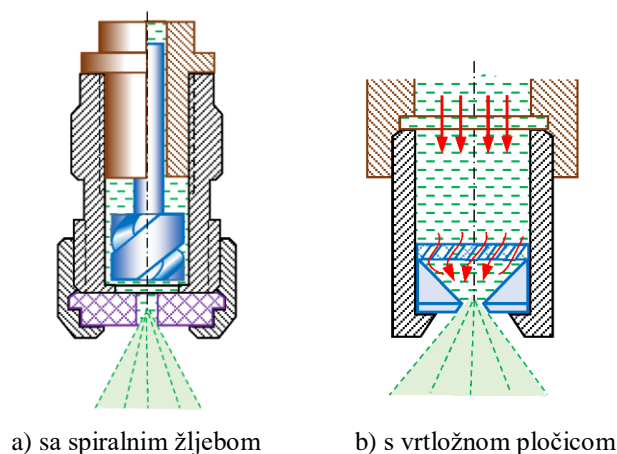
- mlaznice niskog tlaka, do 3 bar
- mlaznice srednjeg tlaka, 3 – 10 bar i
- mlaznice visokog tlaka, iznad 10 bar.

Veličina tlaka utječe na domet samo do određene granice, jer iznad te vrijednosti naglo se povećava utrošak energije. Mlaznice imaju široku primjenu i različite zahtjeve u različitim kulturama, pa se prema načinu formiranja mlaza mogu razvrstati na:

- vrtložne (spiralni provrti)
- vrtložne s podložnom pločicom (kosi otvori po obodu)
- vrtložne s tangencijalnim provrtom
- mlaznice s odbojnikom
- „T“ mlaznice s prorezom
- vibracijske mlaznice
- elektrostatičke i
- rotacijske-centrifugalne.

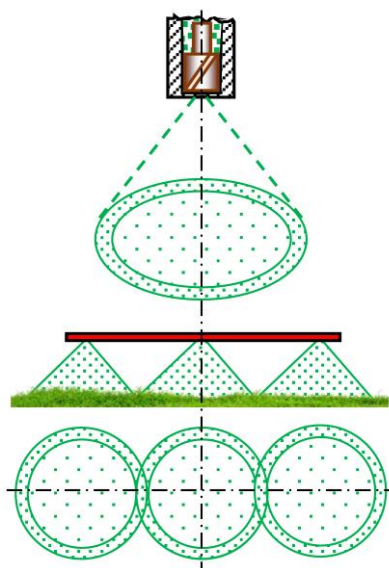
### 3.9.1. Vrtložne mlaznice

Dezintegracija tekućine obavlja se kružnim gibanjem u spiralnom žlijebu, gdje se formira puni konusni mlaz ili šuplji konusni mlaz. Druga izvedba ovih mlaznica je s pločicama na kojima su koso izvedeni otvori, pa prolazom tekućine kroz kose otvore dolazi do vrtloženja i stvaranja mlaza. Ove mlaznice formiraju konusni mlaz s nepravilnim rasporedom kapljica, najveća je koncentracija na obodu, a prema unutra se smanjuje.



**Slika 3.211.** Vrtložne mlaznice  
(Izvor: original)

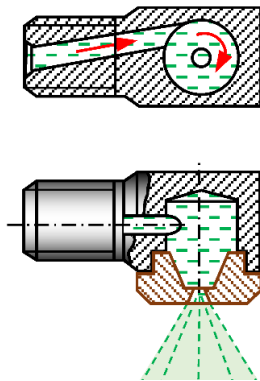
Vrtložne mlaznice produciraju sitne kapljice i kod nižeg tlaka pa se mogu koristiti u primjeni insekticida i fungicida u ratarstvu i povrtlarstvu. Ove mlaznice s punim konusnim mlazom koriste se u zimskom prskanju voćarskih i vinogradarskih nasada, dok se sa šupljim konusnim mlazom koriste u ljetnom periodu.



**Slika 3.212.** Oblik konusa izbačenog mlaza  
(Izvor: original)

#### 3.9.2. Vrtložne mlaznice s tangencijalnim provrtom

Kod ovih mlaznica nema vrtložnika, već tekućina ulazi tangencijalno i zbog toga dolazi do velikog vrtloženja tekućine, a na izlazu iz mlaznice formira se konusni mlaz koji je sličan prethodnima.

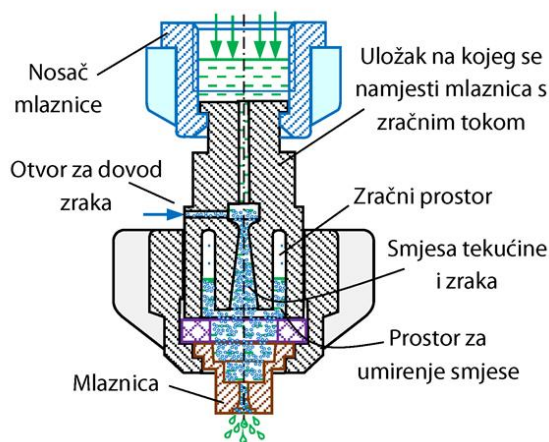


**Slika 3.213.** Vrtložna mlaznica s tangencijalnim ulazom tekućine  
(Izvor: original)

Podešavanje veličine kapljice kod mlaznica s konusnim mlazom vrši se izmjenom izlazne pločice, s većim ili manjim otvorom. Oblik i domet mlaza regulira se primicanjem ili odmicanjem vrtložnika od izlaznog otvora. Puni mlaz se ostvaruje odmicanjem vrtložnika te postaje uži i ima veći domet. Primicanjem vrtložnika ostvaruje se širi, šuplji konusni mlaz, kraćeg dometa.

#### 3.9.3. Mlaznica za umirenje dezintegriranih kapljiva („Rain drop“)

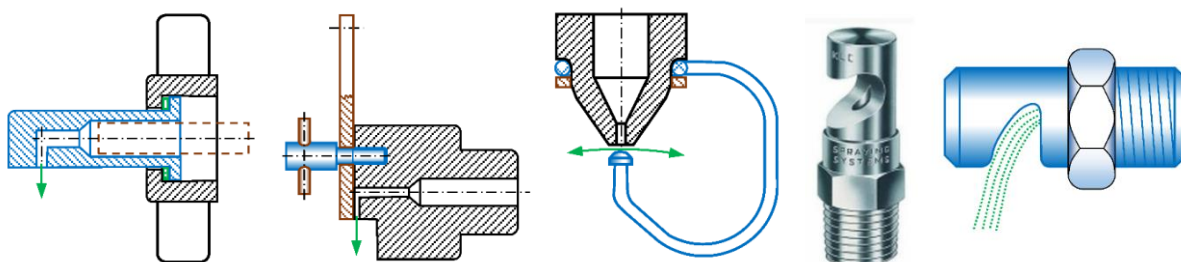
Ove mlaznice predstavljaju poseban tip vrtložnih mlaznica koje u sklopu imaju dodatnu komoru za umirenje dezintegriranih kapljica. One odjeljuju sitnije kapljice manje od 100  $\mu\text{m}$  koje su sklone driftu pa su zato dobile naziv „Rain drop“ ili kišna kap. Kod ovih mlaznica osim vrtložnika i pločice s izlaznim otvorom postoji jedna mala komora u kojoj se ukрупnjavaju sitne kapljice s ostalim krupnijim kapljicama i preko drugog okruglog, šireg otvora izlaze napolje. Koriste se za tretiranje usjeva po vjetrovitom vremenu jer su značajno otporne na drift.



**Slika 3.214.** Shematski prikaz „Rain drop“ mlaznice  
(Izvor: original)

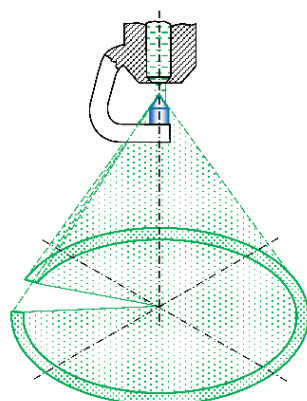
### 3.9.4. Mlaznice s odbojnikom

Ove mlaznice konstruirane su tako da je nasuprot otvoru za izlaz tekućine postavljen odbojni element. Tekućina izlazeći kroz otvor udara u odbojni element i razbija se u sitne kapljice, formirajući prstenasti mlaz. Kod nekih izvedbi ovih mlaznica, odbojni element se može primicati i odmicati od otvora i time se regulira širina mlaza i veličina kapljica.



Slika 3.215. Različite izvedbe odbojnih mlaznica  
(Izvor: original)

Kut mlaza kod odbojnih mlaznica iznosi do  $170^\circ$ , odnosno imaju veću širinu zahvata. Karakteristika ovih mlaznica je što daju krupne kapljice otporne na drift i postižu se dobri rezultati kod prskanja herbicidima. Zbog velikog radnog zahvata ulaze u primjenu u ratarstvu i voćarstvu.

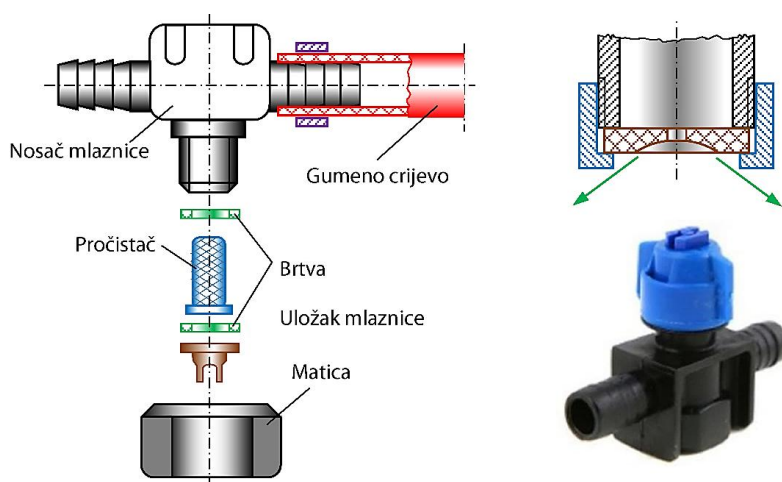


Slika 3.216. Oblik mlaza odbojne mlaznice  
(Izvor: original)

### 3.9.5. „T“ mlaznice s prorezom – lepezaste

Ove mlaznice rade s nižim tlakom tekućine oko 3 bar, a koriste se u zaštiti ratarskih kultura. Kod manjeg tlaka od 2 bar daju uži mlaz, a kod većeg tlaka od 4 bar, formiraju veći kut mlaza, kapljice su sitnije i osjetljivije na zanošenje (drift). Pri dezintegraciji mlaza tekućine formiraju lepezasti mlaz. Kut izlaženja mlaza iznosi  $60^\circ - 120^\circ$ . Sastoje se od kućišta, pročistača, pločice s otvorom, brtve (zaptivke) i kapice (matice) za pričvršćivanje pločice.

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA



Slika 3.217. T-mlaznica s prorezom  
(Izvor: original)

Novija generacija **T-mlaznica** ima pretkomore koje služe za umirivanje tekućine i ukрупnjavanje kapljica, tj. ujednačavanje kapljica i kvalitetnije usmjeravanje prema biljkama.



Slika 3.218. Oblik standardnih mlaznica lepezastog mlaza tvrtke „Lechler“  
(Izvor: Banaj i sur., 2010)



Slika 3.219. Vanjski oblik „anti drift“ mlaznica lepezastog mlaza tvrtke „Lechler“ oznake AD  
(Izvor: Banaj i sur., 2010)

Pored navedenih mlaznica ima i drugih tipova, kao mlaznice s dvostrukim mlazom (Tee Jet) i DF (Lechler) koje se koriste za guste usjeve sa sitnim kapljicama.



**Slika. 3.220.** Mlaznice s dvostrukim lepezastim mlazom

(Izvor: <https://www.chemicalcontainers.com/products-twinjet-even-flat-spray-tips>)

T-mlaznice s užim kutom prskanja  $60^\circ$  i  $80^\circ$  koriste se za tretiranje u trake, a mlaznice s kutom prskanja od  $110^\circ$  i  $120^\circ$  stupnjeva koriste se za tretiranje cijele površine.

Osim standardnih T-mlaznica danas se koriste OC (Off Center) mlaznice za podlisno tretiranje ili tretiranje zaštitne zone u voćnjaku ili se mogu koristiti kao krajnje mlaznice na prskajućem krilu prskalice.



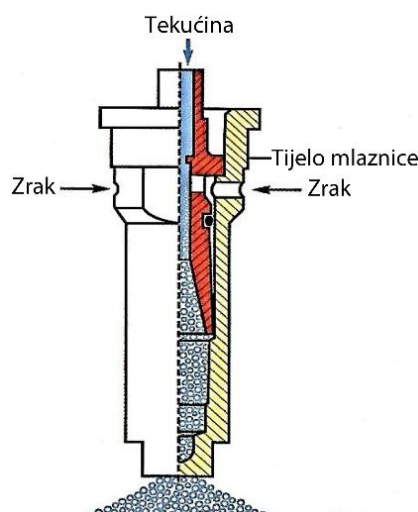
a) injektorska izvedba

b) klasična izvedba

**Slika. 3.221.** Mlaznica OC za tretiranje ispod lista biljke

(Izvor: <https://www.spritzenteile.de/Nozzles/Agricultural-Nozzles/?language=en>)

U biljnoj proizvodnji danas se koriste injektorske ili hidropneumatske T-mlaznice, koje daju krupnije kapljice koje omogućuje injektor u kojem dolazi do miješanja tekućine i zraka.

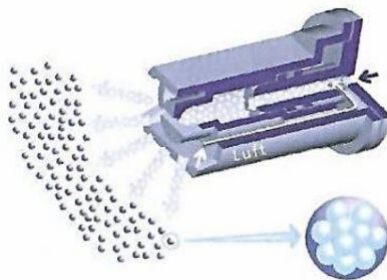


**Slika 3.222.** Injektorska mlaznica tvrtke "LECLHER"

(Izvor: Mailliet-Mezeray i sur., 2015)

Zrak u injektore ulazi kroz rupice koje se nalaze sa strane mlaznice, gdje se taj zrak miješa s tekućinom pa stvara zračne mjehuriće koji zahvaćaju više sitnih kapljica.

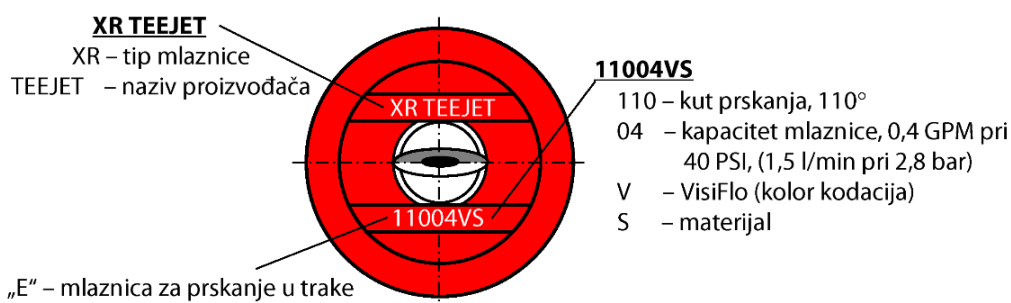
### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA



**Slika 3.223.** Princip rada injektorske mlaznice (Tvrtnke „AGROTOP“)

(Izvor: <https://www.agrotop.com/produkte/airmix-flat-fan>)

Pri izlasku iz mlaznice ovi mjehurići ponašaju se kao krupne kapljice koje su otporne na zanošenje, a pri dodiru s tretiranom površinom raspuknu se u sitne kapljice koje imaju bolju pokrivenost biljne površine u odnosu na krupne kapljice. Prije početka rada s T-mlaznicama potrebno je poznavati oznake koje se nalaze na pločicama ili ulošcima mlaznice, gdje je označen naziv proizvođača, tip mlaznice, kut mlaznice, kapacitet mlaznice, npr: oznaka 11004 VS označava da je 11004 kut mlaza 110°, a 11004 kapacitet 0,4 galona/min (1 galon = 3,785 l) pri tlaku 2,8 bar (40 PSI). Mlaznice se postavljaju na razvodne cijevi krila prskalice na razmaku od 50 cm i na visini iznad površine prskanja od 50 cm, tako da se postigne dvostruko preklapanje mlazova. Mlazovi se ne smiju sudarati pa se zbog toga mlaznice zakreću za kut 5° – 15° da se izlazni mlazovi ne sudaraju.



**Slika 3.224.** Oznake na standardnim „T“ mlaznicama

(Izvor: <https://royalbrinkman.com/knowledge-center/mechanical-equipment/types-spray-nozzles>)

Proizvođači mlaznica uz svoje proizvode daju pregledna uputstva s karakteristikama za svaki tip. U Engleskoj su uvedeni standardi koje preuzimaju i drugi proizvođači mlaznica. Standardima je obuhvaćeno: oblik mlaza, kut izbacivanja, kapacitet i tlak koji se preporuča.

Razlikuju se sljedeće oznake:

- F - spljoštenu mlaz
- HC - šuplji konusni mlaz
- D - odbijajući mlaz
- FE - ravnomjerni mlaz i
- FLP - niski tlak.

Osim navedenih karakteristika mlaznica proizvođači još jednostavnije daju upute, tako da mlaznice označavaju kataloškim brojem i bojom. Prema međunarodnom standardu ISO 1065 mlaznice se kodiraju po boji (engl. *Colour Coding*) na temelju protoka pri tlaku 3 bar (0,3 MPa).

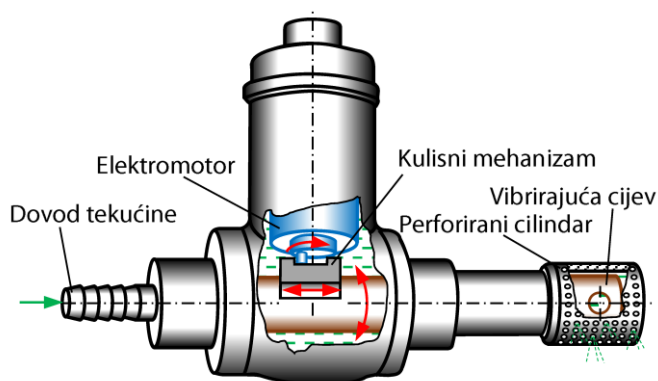
**Tablica 3.9.** Protok mlaznica pri radnom tlaku od 3 bar  
(Izvor: Banaj i sur., 2010)

Razmak mlaznica 50 cm	Kut mlaza 110°	Kut mlaza 80°
Minimalna visina prskanja	30 cm	45 cm
Dvostruko preklapanje mlaza	35 cm	60 cm
Trostruko preklapanje mlaza	70 cm	120 cm
Maksimalna visina prskanja	80 cm	80 cm

Ovako označavanje mlaznica u boji olakšava brzu i sigurnu identifikaciju mlaznica na prskalici ili raspršivaču.

### 3.9.6. Vibracijske mlaznice

Pri radu mlaznica stvara krupnije kapljice i dobro su raspoređene u mlazu, pa je manje zanošenje kapljica pod utjecajem zračnih struja. Sastoji se od vibrirajuće cijevi, kulisnog mehanizma, perforiranog cilindra, dovoda tekućine i elektromotora.

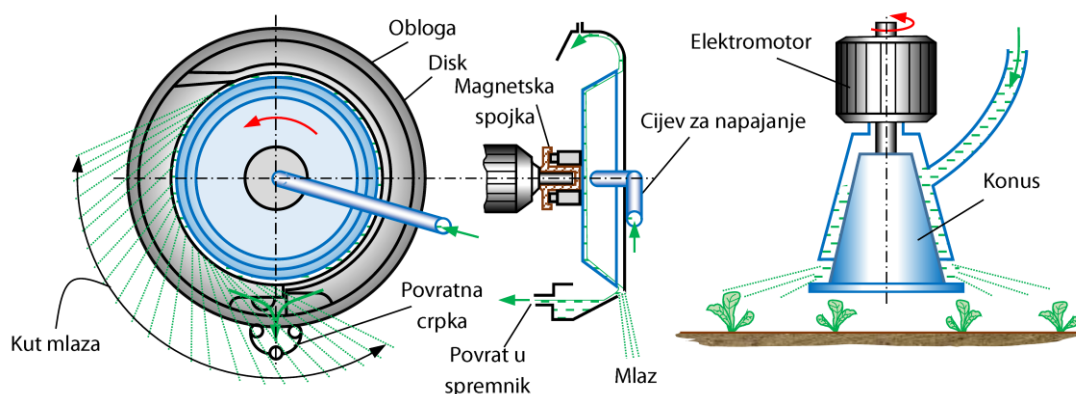


**Slika 3.225.** Vibracijske mlaznice  
(Izvor: original)

Vibracijska mlaznica je cilindričnog oblika s radijalnim otvorima za protok tekućine. Oko otvora je postavljen perforirani cilindar s različitim brojem i dimenzijama perforacija. Perforirani cilindar se pomjera uzdužno, a time se mijenja i dužina mlaza 15 – 180 cm. Dovodna oscilirajuća cijev prima vibracije od malog elektromotora napajanog akumulatorom traktora. Elektromotor preko kulisnog mehanizma zakreće mlaznicu naizmjenično pod određenim kutom.

### 3.9.7. Rotacijske mlaznice (centrifugalne)

Osnovna karakteristika ovih mlaznica je ta da vrši mehaničku dezintegraciju tekućine. Radni dio ove mlaznice je okomiti ili horizontalni disk koji u radu rotira. Kroz dovodnu cijev tekućina dolazi do centra rotirajućeg diska koji rotacijom usitnjava kapljice i odbacuje ih po obodu. Uslijed centrifugalne sile obavlja se dezintegracija i zatim odvajanje od diska u obliku sitnih kapljica.

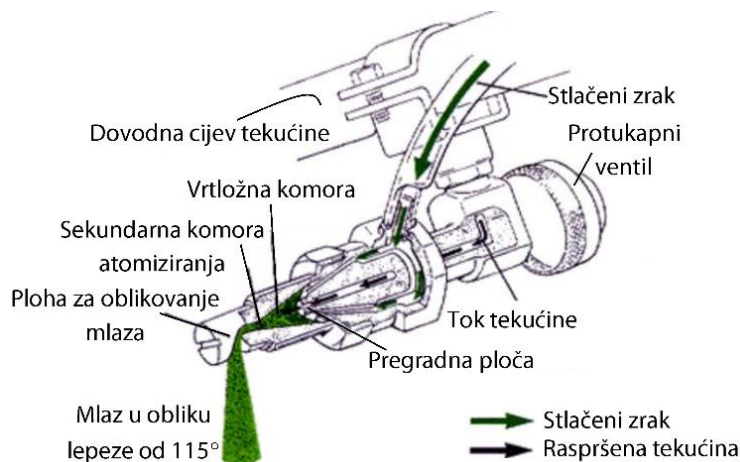


**Slika 3.226.** Rotacijska (centrifugalna) mlaznica  
(Izvor: original)

Obloga koja pokriva gornji segment diska pri kutu od  $220^\circ$  skuplja sve kapljice koje padaju na njegovu unutarnju površinu i usmjerava ih u crpku za vraćanje tekućine. Kapljice koje padaju na donji dio segmenta pri kutu od  $140^\circ$  usmjerava se na tretiranu površinu. Promjer diska iznosi 145 mm, širina zahvata jednog diska 120 cm, a postavljeni su na razmak od 150 cm (*Girojet*).

#### 3.9.8. Mlaznice za hidropneumatsku dezintegraciju škropiva

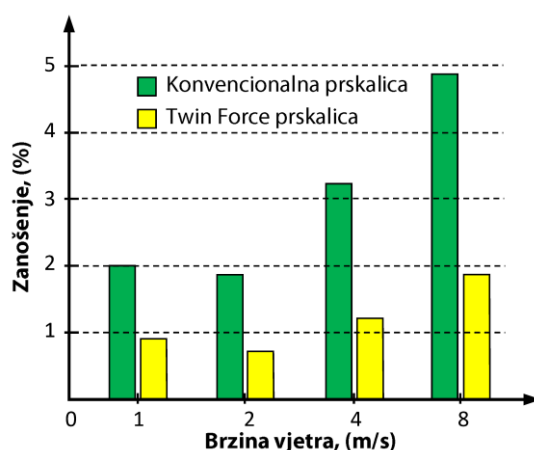
Cilj zaštite biljaka je da se nanošenjem sitnih kapljica na biljne dijelove smanji utrošak pesticida i smanji odnošenje sitnih kapljica zračnom strujom. Za ostvarenje ovog cilja koriste se prskalice s hidropneumatskom dezintegracijom tekućine. Suština ovog principa je da se hidraulička dezintegracija potpomogne pneumatskom dezintegracijom, odnosno da se omogući transport kapljica zračnom strujom. U ovom procesu obavlja se miješanje zraka tekućine u specijalnim mlaznicama, kao primjerice *CLEAN ACERES AIRTEC* mlaznica, slika 3.227.



**Slika 3.227.** Shematski prikaz mlaznice za hidropneumatsku dezintegraciju škropiva  
(Izvor: original)

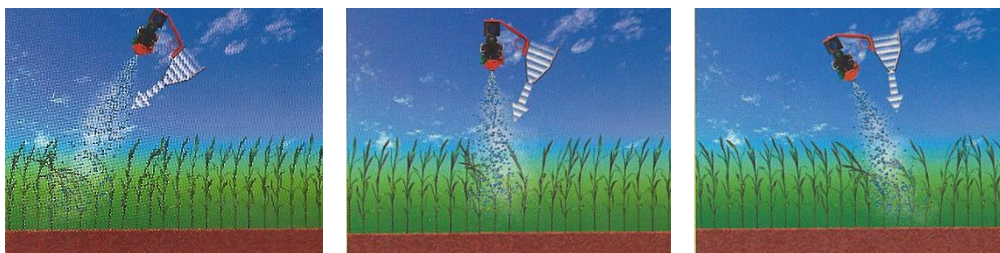
Tekućina od crpke dolazi u mlaznicu, zatim se usmjerava preko prigušnice na pregradnu ploču, gdje dolazi do privremene atomizacije. Zrak se dovodi kroz cijev i u vrtložnoj komori se stvara smjesa zraka i kapljica pa dolazi do sekundarnog usitnjavanja u komori, te mlaz u obliku lepeze od  $115^\circ$  izlazi na tretiranu površinu. Ugrađen je kontrolni ventil protiv curenja tekućine nakon isključenja rada prskalice. Da bi se postigao kvalitetniji način nanošenja zaštitnih sredstava na

biljne dijelove, uz smanjenje zaštitnog sredstva i što manje odnošenje sitnih kapljica zračnom strujom od biljaka, ugrađuju se na prskalice sustav zračne potpore. Kod ovog načina tok zraka i tok tekućine su odvojeni. Hidrulički dio je isti kao kod klasičnih prskalica. Pneumatski sklop se sastoji od aksijalnog ventilatora i cilindričnog zračnog jastuka ili zračne vreće koja je postavljena na sklopivoj rešetkastoj konstrukciji prskalice. S donje strane zračnog jastuka nalaze se eliptični otvori za zračnu struju. Mlaznice se nalaze ispod zračnog jastuka cilindra na cijevi s otvorima, gdje zračna struja dolazi u kontakt s kapljicama 30 cm ispod mlaznica pod kutom od  $20^\circ$  te optimalno obavlja uvlačenje kapljica u zračnu struju. Povlačenjem svih kapljica od strane zračne struje usmjerava ih na biljne dijelove koji dobro prodiru u biljnu masu pri čemu se biljna masa valovito njiše i treperi, pa se kapljice potpuno nanose na cijelu biljnu masu.



**Slika 3.228.** Zanošenje izbačenih kapljice kod konvencionalnog prskanja i uz zračnu potporu (Izvor: original)

Zakretanje cijelog sklopa zračnog jastuka i cijevi s mlaznicama vrši se za  $30^\circ$  na jednu ili drugu stranu ovisno o pravcu vjetra i pravcu gibanja agregata, gdje se ne mijenja kut između mlaznica i otvora za zračnu struju.

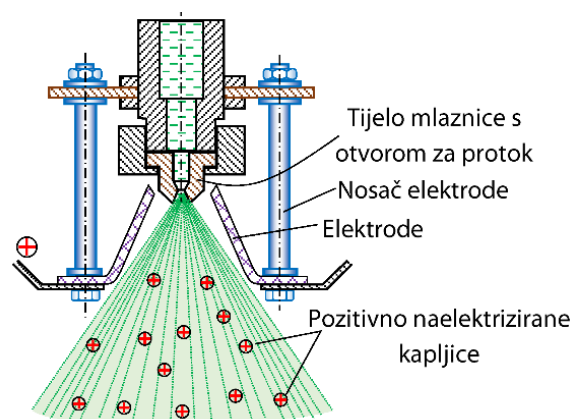


**Slika 3.229.** Shematski prikaz promjene kuta kod „Twin“ sustava (Izvor: <https://www.hardi-international.com>)

### 3.9.9. Elektrostatička mlaznica

Kod zaštite biljnih dijelova od patogena standardnom mlaznicom postigne se 25 – 30 % kapljica određene veličine, pa tako na tretirane površine biljke dolazi samo oko 20 % kapljica. U cilju povećanja depozicije kapljica na biljne dijelove vrši se naelektriziranje kapljica pozitivnim nabojem, koji na tretiranoj površini biljaka stvara punjenje suprotnog naboja, i time dolazi do privlačenja raspršenog mlaza tekućine pesticida na biljke koje se prskaju. U ovom procesu je bitno ionizirati najsitnije kapljice koje bi se u klasičnoj primjeni izgubile kao drift.

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA



Slika 3.230. Elektrostaticka mlaznica  
(Izvor: original)

Glava mlaznice povezana je s razvodnom kutijom koja se nalazi u kabini traktora, a ona je priključena provodnicima za akumulator traktora napona 12 V. U radu transformator u razvodnoj kutiji pojačava izlaz iz akumulatora na 12 – 25 kV i šalje taj napon preko provodnika u elektrode koje induciraju punjenje u mlazu koji prolazi između njih. Prema nekim istraživanjima primjenom ovog načina postiže se i do 90 % izbačenog mlaza tekućine na biljne dijelove, a time i smanjenje doze pesticida.

#### 3.9.10. Kut mlaza i visina prskanja

Na svakoj mlaznici je označen kut mlaza, a on najčešće iznosi  $60^{\circ}$  –  $120^{\circ}$ . Veličina tlaka i tip mlaznice utječu na kut mlaza i ujednačenost raspodjele tekućine po površini. Smanjenjem radnog tlaka prskanja nastaje manji kut mlaza i smanjuje se stvarna širina prskanja.

Tablica 3.10. Utjecaj kuta i visine prskanja na širinu prskanja  
(Izvor: Sedlar i sur., 2005)

Kut prskanja ( $^{\circ}$ )	Teorijska širina prskanja (cm) pri različitim visinama prskanja (cm)				
	30	40	50	60	70
60	34,6	46,2	57,7	69,3	80,8
65	38,2	51,0	63,7	76,5	89,2
73	44,4	59,2	74,0	88,8	104
80	50,4	67,1	83,9	101	118
85	55,0	73,3	91,6	110	128
90	60,0	80	100	120	140
95	65,5	87,3	109	131	153
100	71,5	95,3	119	143	167
110	85,7	114	143	171	200
120	104	139	173	208	243

Iz tablice 3.12. vidljivo je da visina prskanja utječe na širinu prskanja. Visina prskanja temelji se na minimalno potrebnom preklapanju mlazova mlaznice, s ciljem ravnomjerne poprečne distribucije tekućine po tretiranom objektu.

**Tablica 3.11.** Utjecaj radnih visina i kuta mlaza na preklapanje mlazova  
(Izvor: Sedlar i sur., 2005)

Razmak mlaznica 50 cm	Kut mlaza 110°	Kut mlaza 80°
Minimalna visina prskanja	30 cm	45 cm
Dvostruko preklapanje mlaza	35 cm	60 cm
Trostruko preklapanje mlaza	70 cm	120 cm
Maksimalna visina prskanja	80 cm	80 cm

### 3.9.11. Materijali za izradu mlaznica

Mlaznice su izlazni sklop kod skoro svih tipova uređaja i o njima ovisi kvaliteta depozicije pesticida na biljne dijelove. Na prskalicama i raspršivačima mlaznice se pri radu troše uslijed abrazije i korozije te je za njihov ispravan rad potrebno koristiti kvalitetne materijale.

Mlaznice se izrađuju od različitih materijala kao što su:

- mesing
- čelik
- ojačani čelik
- plastika i
- keramika.

Materijali koji se koriste za izradu T-mlaznice su:

- mesing
- polimer
- čelik
- ojačani čelik i
- keramika.

Za izradu izlaznih pločica i vrtložnika za T-mlaznice koristi se:

- keramika
- polimer
- ojačani nehrđajući čelik
- aluminij i
- mesing.

Mesing kao materijal je izbačen iz proizvodnje izlaznih pločica, ali se još može naći na tržištu kod izrade vrtložnika.

**Tablica 3.12.** Faktori trošenja materijala u izradi mlaznica  
(Izvor: <https://www.lechler.com/>)

Materijal	Faktor trošenja
Mesing	1
Lijevano željezo	0,95
Nehrdajući čelik	0,89
Titan	0,51
Aluminij	0,33
Plastika (pvdf)	0,21

(1- najbrže trošenje; 0,21-najsporije trošenje)

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

---

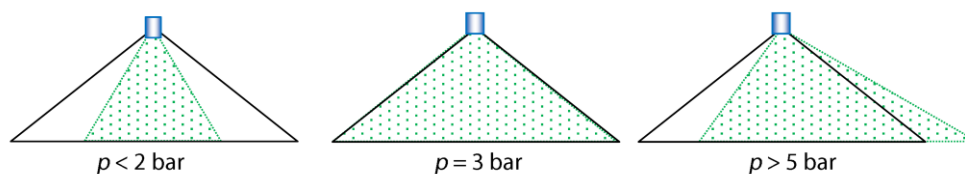
Plastično-keramičke mlaznice AHL s 3 i više otvora primjenjuju se za tretiranje otopina mineralnih gnojiva (KAN). Označavaju se različitim bojama za različite protoke. Mlaznice XR VisiFlo (slika 3,223) imaju čelični uložak u plastičnom omotaču, a ostvaruju karakteristike standardnih lepezastih mlaznica (LP). ALUMAX – mlaznice imaju uložak od keramike, a vanjski dio od plastike. Prema nekim istraživanjima utvrđeno je da mlaznice od različitih materijala i bez bitne promjene otvora i protoka mogu s prskalicom radnog zahvata od 12 m poprskati sljedeću površinu kako je prikazano u tablici 3.14.

**Tablica 3.13.** Usporedba učinka i trajnosti mlaznica

Mlaznica	Površina, (ha)	Relativni vijek trajnosti
Mesing	500	1
Čelik	2000	4
Alumax	10.000	20
Keramika	13.000	26

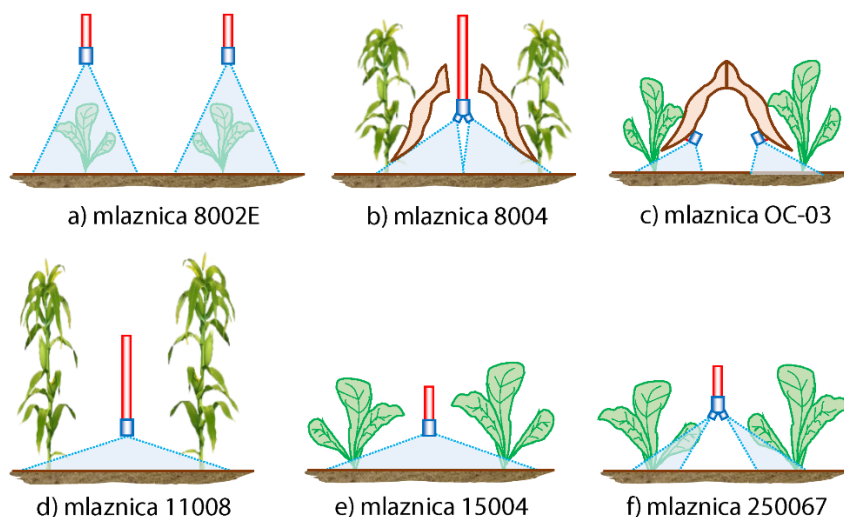
#### 3.9.12. Izbor i primjena mlaznica

Izbor najprikladnije mlaznice za određenu mjeru zaštite ovisi o kvaliteti aplikacije pesticida. Jedan od osnovnih parametara kojega treba poznavati je kapacitet mlaznice s kojim će se postići željeni utrošak tekućine po jedinici površine i potrebno prekrivanje biljnih dijelova, domet i zadana brzina. Zapravo, svi su ovi parametri unaprijed zadani, odnosno odabrani od proizvođača mlaznica i prema njima treba podesiti kapacitet koji se kreće najčešće 0,5 – 7 l/min. Svaki proizvođač mlaznica točno navodi njihova svojstva čime se olakšava izbor najprikladnijih. Svaki tip mlaznice je specifičan i on je namijenjen za pojedinačnu primjenu. Primjerice, jedni su prikladni za niski tlak, drugi za visoki tlak, jedni produciraju sitne kapljice, drugi krupnije kapljice, homogeniji ili heterogeni mlaz itd. Svaki proizvođač mlaznica izdaje katalog koji sadrži sve potrebne podatke, mlaznice se svrstavaju u katalogu po veličini kapljice (vrlo fine, srednje, grube, vrlo grube). Ove reference mlaznica omogućuju lakše uspoređivanje tipova mlaznica kod različitih tlakova. Pored toga, u katalogu se nalaze dijagrami za utvrđivanje izbora mlaznica, kao kod tvrtke „Lechler“ ili kalibracijski disk kod tvrtke „Hardi“, koji su opisani u poglavlju kalibriranje prskalice za rad. Primjerice „Tee Jet“ u svom katalogu navodi veći broj tipova mlaznica. Za svaki tip naveden je kapacitet kod različitog tlaka, utrošak tekućine po l/ha, kod različite radne brzine. Mlaznice „Tee Jet“ imaju konusni šuplji i puni mlaz prikladan za zaštitu voćaka i vinograda od štetnika i uzročnika bolesti, te poseban izbor sa spljoštenim mlazom za primjenu herbicida. Postoje i mlaznice LP (low pressure), hrvatska oznaka (NP) - niski tlak koje daju lepezasti mlaz, rade s tlakom 1 – 1,5 bar, do 3 bar najviše, gdje kod 3 bar gube svojstva LP mlaznice i ponašaju se kao standardne T-mlaznice. Izlazni kut mlaza je 80° – 110°. Kapljice su krupnije i pogodne su za primjenu herbicida. Utrošak tekućine je 100 – 200 l/ha.



**Slika 3.231.** Oblik mlaza mlaznice ovisno o tlaku  
(Izvor: original)

Za kontinuiranu aplikaciju pesticida proizvedeni su posebni tipovi mlaznica kao: AD - (anti drift), SD - (servo drop), RN - (rain drop), XR, DG i TT - koje formiraju homogene mlazove s krupnim kapljicama ujednačenih dimenzija. Rade s većim tlakovima do 6 bar, bez promjene ujednačenosti mlaza. U ovim mlaznicama nalazi se više komora za umirivanje mlaza tekućine, a time se dobiva ujednačeni mlaz. Primjerice na slici 3.232. vidi se primjena različitih tipova mlaznica za različite mjere zaštite.

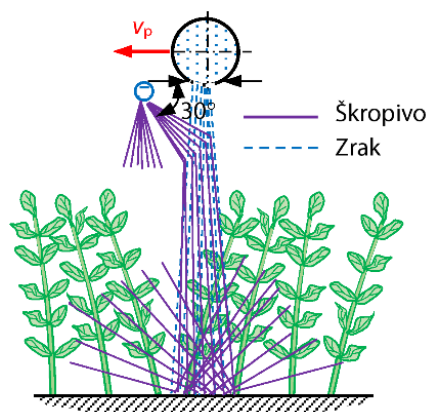


**Slika 3.232.** Primjena različitih tipova mlaznica u zaštiti bilja  
(Izvor: original)

### 3.10. Prskalice sa zračnom potporom

Prskalice sa zračnom potporom često se koriste u zaštiti poljoprivrednih kultura, budući da poboljšavaju kvalitetu prekrivanja ciljane površine i učinkovitost zaštitnog sredstva. Kvaliteta prskanja sa zračnom potporom ogleda se u ravnomjernijem rasporedu kapljica na licu i naličju listova biljke zbog intenzivnog vrtloženja zraka koji sa sobom nosi kapljice zaštitnog sredstva. Uspješnija djelotvornost zaštite ovim načinom prskanja očituje se i u tome što zračna struja pospešuje treperenje lišća tako da šteti insektima koji se nalaze na naličju listova, te budu tretirani i pritom uništeni.

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA



**Slika 3.233.** Shematski prikaz rada prskalice sa zračnom potporom  
(Izvor: original)

Uporaba prskalice sa zračnom potporom moguća je i kod brzine vjetra iznad 8 m/s, što predstavlja veliku prednost u odnosu na konvencionalnu prskalicu. Kod primjene klasičnih prskalice limitirajući je čimbenik drift, odnosno zanošenje i odnošenje kapljica tekućine uslijed većeg vjetra.



**Slika 3.234.** Samokretna prskalica sa zračnom potporom  
(Izvor: Juras, 2006)

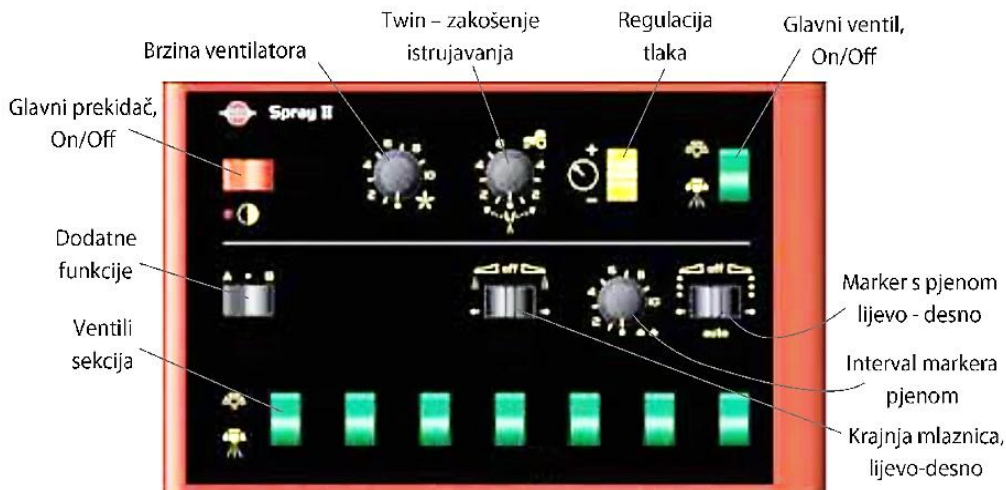
Kod prskalice sa zračnom potporom moguće je povećati radnu brzinu prskanja za 50 % u odnosu na standardnu, a može se obavljati prskanje i uz minimalno zanošenje pri brzini vjetra iznad 8 m/s, dok je prskanje sa standardnim prskalicama bez zračne potpore moguće do brzine vjetra 4 m/s. Zračna struja omogućuje prskanje i pri nešto većim dnevnim temperaturama i smanjenoj relativnoj vlažnosti zraka.



**Slika 3.235.** Ventilator na prskalici sa zračnom potporom  
(Izvor: Juras, 2006)

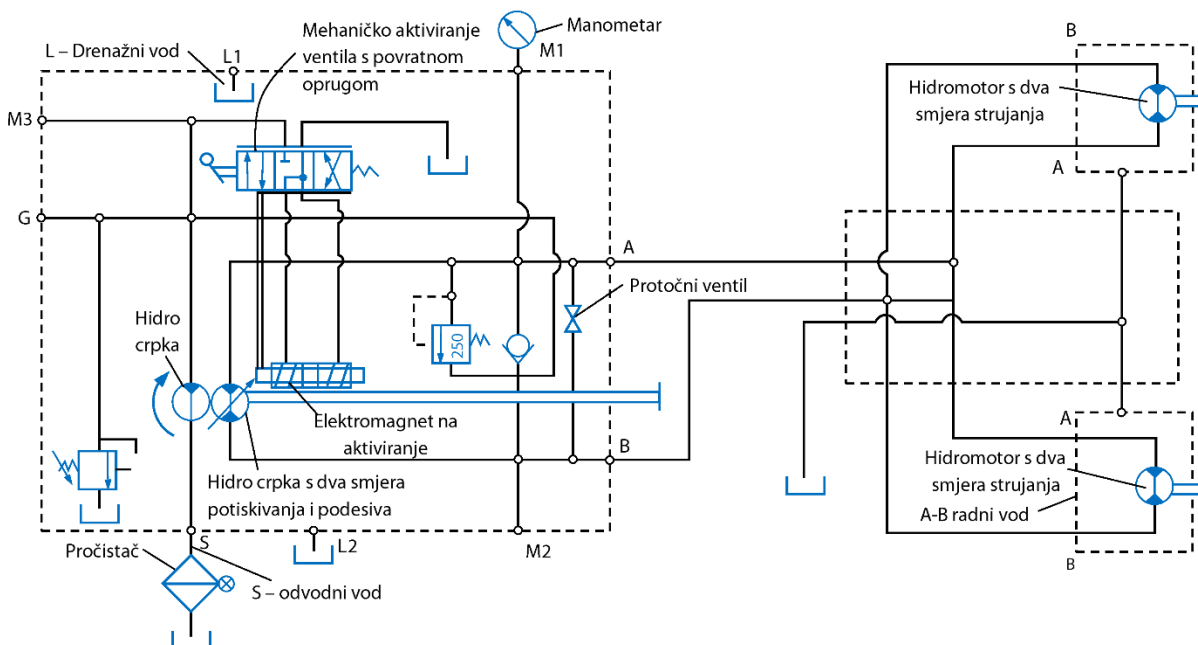
Produkcijom zračne struje ventilatora od 45 m/s i količinom zračne struje ventilatora od 40000 – 50000 m<sup>3</sup>/h otvara se lisna masa, tako da kapljice škropiva duboko prodiru u tretirane biljke. Primjenom ovog sustava prskanja može se smanjiti količina tekućine po jednom hektaru od 40 – 70 % što ovisi o stanju usjeva, fazi porasta, mikro reljefa parcele i ostalog. Kod žitarica se može smanjiti količina tekućine tijekom prskanja na količinu 120 – 150 l/ha, dok je kod standardnih prskalica uobičajena potrošnja 300 – 400 l/ha. Primjenom zračne potpore smanjuje se prijevoz vode, kraće je vrijeme punjenja spremnika, veći učinak, a troškovi su značajno manji. Učinak prskanja iznosi od 6 do 22 ha/h ovisno o radnom zahvatu i radnoj brzini, gdje se na primjer kod vučene prskalice Hardi Commander „Twin Force” s radnim zahvatom od 24 m i radne brzine 12 km/h postiže učinak od 20,7 ha/h. Hidraulički sklop je isti kao i kod standardnih prskalica, a mlaznice su postavljene u setu po tri različitog kapaciteta protoka, obojene različitim bojama. Pneumatski sklop sastoji se od jednog ili dva aksijalna ventilatora i fleksibilnog zračnog jastuka koji se nalaze na sklopivoj rešetkastoj konstrukciji. S donje strane zračnog jastuka nalaze se otvori za zračnu struju. Pogon ventilatora ostvaruje se od hidro crpke i hidro motora, gdje se brzina zračne struje može regulirati 0 – 40 m/s, a količina zraka 1 – 1,5 m<sup>3</sup>/h po jednom metru širine prskajućih krila. Brzina zračne struje i kut istrujavanja mora se individualno namještati posebno za svako prskanje i druge vremenske prilike. Kontrola rada i namještanje preko kontrolne kutije prikazana je na slici 3.236.

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA



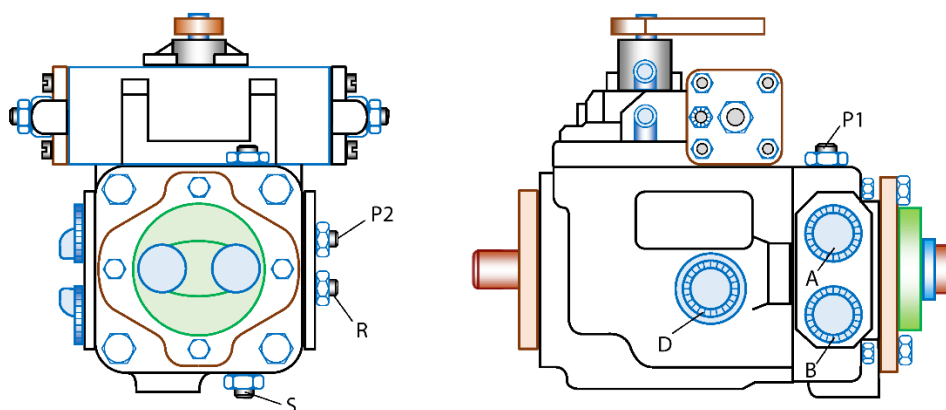
**Slika 3.236.** Kontrolna kutija ventilatora prskalice  
(Izvor: <http://www.field-tronix.com/pulverisateur.html?lg=uk>)

Okretanjem gumba (Twin-zakošenje, istrujavanje) zračna struja i mlaznice se zakreću 0 – 4 unazad i od 0 – 6 prema naprijed, a to odgovara položaju mlaznica oko 30° prema nazad i 40° prema nazad u odnosu na okomiti položaj. Okretanjem gumba (brzina ventilatora) brzina zračne struje može se regulirati od 0 – 10. Broj okretaja ventilatora može se vidjeti na kontrolnom zaslonu. Maksimalan broj okretaja ventilatora je 3100 min<sup>-1</sup> što daje brzinu zračne struje oko 40 m/s. Brzina se očitava preko radnog tlaka ulja u sustavu koji je prikazan na manometru na prskalici. Kada su grane otvorene na jednu polovinu, treba smanjiti broj okretaja ili tlak za 25 % da se postignu iste karakteristike prskanja. Na slici 3.237. prikazana je shema transmisije ventilatora.



**Slika 3.237.** Transmisija ventilatora  
(Izvor: original)

Ukoliko se sklapaju prskajuća krila, tada se okrene prekidač u položaj „0“. To će utjecati na vraćanje cjelokupnog protoka crpke u spremnik pomoću povratnog sustava. Membrane na protukapajućim ventilima osigurat će zatvaranje svih mlaznica. Kada se želi zatvoriti jednu ili više sekcija na prskajućim krilima, onda se prebaci željena tipka sekcije u gornji položaj „0“. Sustav izjednačenja tlaka osigurava da tlak tekućine neće porasti u sekcijama u tom trenutku, kao i da neće pasti kod povratnog otvaranja. Na prskalici usisni ventili trebaju biti okrenuti prema „usis iz glavnog spremnika“, a tlačni ventil treba biti okrenut prema položaju „prskanje“. Ručicu ventila za miješanje tekućine okrenuti ako je potrebno. Da bi se osigurao kvalitetan rad transmisije ventilatora potrebno je obaviti reguliranje tlaka, što je prikazano na slici 3.238.



**Slika 3.238.** Reguliranje tlaka transmisije  
(Izvor: original)

Najprije se spoji 40 bar na manometar na spoj opskrbe P2 i 400 bar na manometar kod radnog tlaka na P1. Nakon toga se podesi broj okretaja P.V. traktora na  $540/1000 \text{ min}^{-1}$ , te se brzina odredi tahometrom. Nakon toga se podesi brzina ventilatora na maksimalnu vrijednost, a zatim se provjeri radni tlak i tlak opskrbe:

- Tlak opskrbe  $p_2=15-20 \text{ bar}$  i
- Radni tlak  $p_1$  približno:
  - 18 m - 180 bar
  - 20 m - 190 bar
  - 21 m - 200 bar
  - 24 m - 240 bar
  - 27 m - 240 bar
  - 28 m - 240 bar i
  - 30 m - 240 bar.

Provjeru jakosti zračne struje i kut istrujavanja najbolje je obavljati čistom vodom kako bi se stekla rutina namještanja zračne potpore. Namještanje brzine zračne struje obavlja se u dva koraka:

1. Treba povećavati brzinu zračne struje od 0 m/s i povećavati do trenutka kada se vidljivo smanji drift. Zatim povećavamo brzinu zračne struje dok se ne pojavi drift, te zabilježimo njenu maksimalnu vrijednost. Sada se nalazimo u području u kojem se može

koristiti zračna potporu s minimalnim driftom. Kod zaštite golog tla i slabe vegetacije ovo je područje nedostatne zračne potpore i treba ga pojačati. U zaštiti visokoraslih usjeva ovo područje zračne potpore je dostatno i može značajno smanjiti drift. Kod jačeg vjetra potrebno je više zračne potpore, ali se preporuča da se vozi sporije i razvodne grane spuste što niže, do 40 cm visine iznad tla. Prevelika brzina zračne struje pri prskanju na golo tlo može izazvati refleksiju tekućine i ostaviti površinu na lišću što smanjuje efekt zaštitnog sredstva.

2. Pri namještanju optimalne brzine zračne struje za golo tlo i niske biljke treba koristiti maksimum zračne struje u mogućem području. Za visoke kulture treba dublje prodiranje tekućine, pa zahtijeva više zraka na prskalici. Ovo treba provjeriti prskanjem vodoosjetljivim papirićima. Što je veća radna brzina, potrebno je više zraka i pri nižim hektarskim dozama treba više zraka da se smanji drift.

#### 3.10.1. Zakretanje zračne struje i tekućine

Za kontrolu drifta utjecaj brzine i smjera vjetra isto kao i okomita zračna zavjesa oko grana zbog radne brzine mora se minimizirati. Budući da je ona zbroj dvije sile promjenjivog smjera i veličine, treba obratiti pozornost na sljedeće:

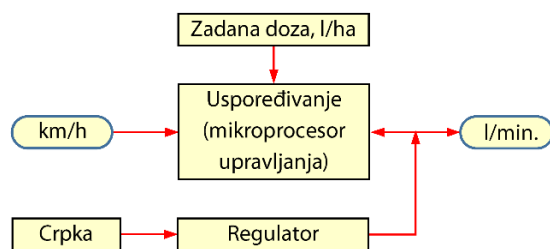
Smjer vjetra:

- Ako vjetar puše u prsa, onda je kut podešenosti prema naprijed
- Ako vjetar puše u leđa, onda je kut podešenosti prema natrag (ako je zadana brzina veća nego brzina vjetra, tada je kut podešenosti prema naprijed)
- Ako vjetar puše bočno ili ako nema vjetra: kut podešenosti je okomit ili je postavljen unatrag. Pri izrazito velikim brzinama prskanja kut podešavanja je prema naprijed.

Ukoliko se radi o tretiranju golog tla ili se radi o zaštiti sitnih biljaka, potrebna je mala brzina zračne struje i kut podešenosti unatrag, jer se tako izbjegava refleksija tekućine. Ako je poljoprivredna kultura izrazito gusta i bujna, stalnom promjenom kuta istrujavanje pomaže „otvaranju“ kulture i poboljšava ulazak škropiva u iste. Ukoliko se promijeni brzina vjetra i smjer vjetra ili brzina prskanja treba također provjeriti kut istrujavanja zračne struje. Sve hektarske doze i tlakovi i namještanje istrujavanja zraka nalaze se u tablicama koje predstavljaju samo početni podatak, a za konkretne uvjete i vrstu poljoprivredne kulture, te vrijeme prskanja i vrstu zaštitnog sredstva obavljaju se dodatna i preciznija namještanja. Prskanje sa zračnom potporom može smanjiti hektarsku dozu u odnosu na konvencionalnu za 50 %, gdje je minimalna doza 50 – 60 l/ha pri radnoj brzini 7 – 8 km/h. Kod prskanja sa zračnom potporom koriste se „drift mlaznice“ čime je pojava drifta svedena na minimum.

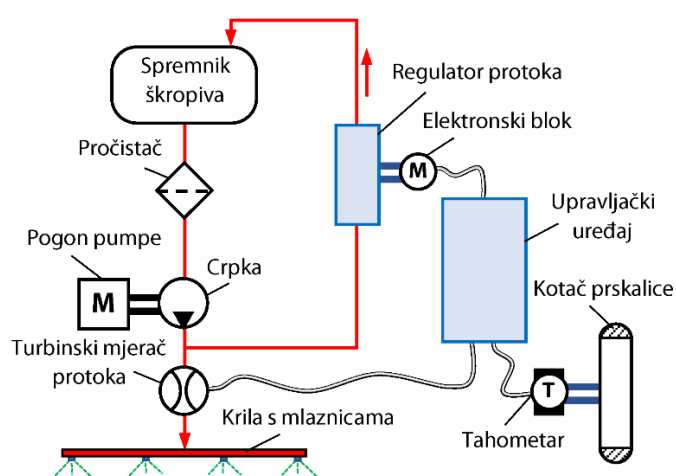
#### 3.10.2. Automatski uređaji za reguliranje rada prskalice

Osnovna karakteristika ovih uređaja je precizno reguliranje zadanih veličina u radu prskalicom. Oni omogućuju kvalitetno i efikasno tretiranje bez obzira na promjenu radne brzine agregata, olakšavaju rad rukovatelju pri tretiranju i omogućuju ravnomjernu distribuiraju tekućine, te smanjuju nepotrebno zagađenje okoliša. Na suvremenim se prskalicama nalaze elektronski kontrolni sustavi koji imaju osnovne parametre kao što su: radna brzina agregata i protok tekućine kroz mlaznice s obzirom na radni tlak.



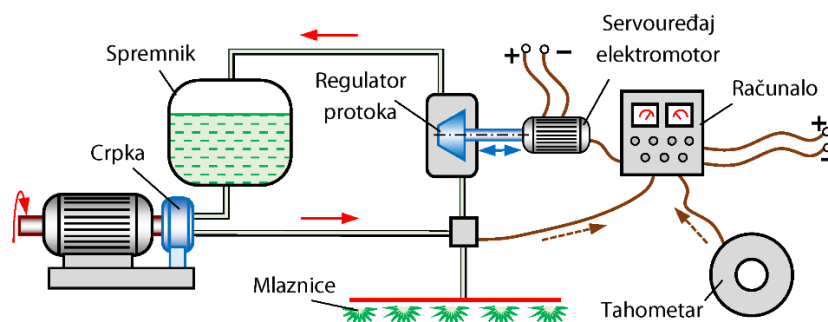
**Slika 3.239.** Shematski izgled kontrolnog sustava  
(Izvor: original)

Suvremene prskalice opremljene su elektronskim regulatorom za različite sustave. Ovi regulatori automatski reguliraju tlak, odnosno kapacitet prskalice bez obzira na radnu brzinu i uvijek izbacuje istu podešenu količinu tekućine. Ovi uređaji reguliraju kapacitet prema radu motora ili prema radnoj brzini agregata.



**Slika 3.240.** Elektronski regulator  
(Izvor: original)

Quantometar i tahometar šalju signale u elektronski blok koji ih uspoređuje i šalje signal u regulacijski uređaj koji pokreće servo motor i tako regulira normu prskanja s obzirom na radnu brzinu agregata promjenom protoka tekućine.

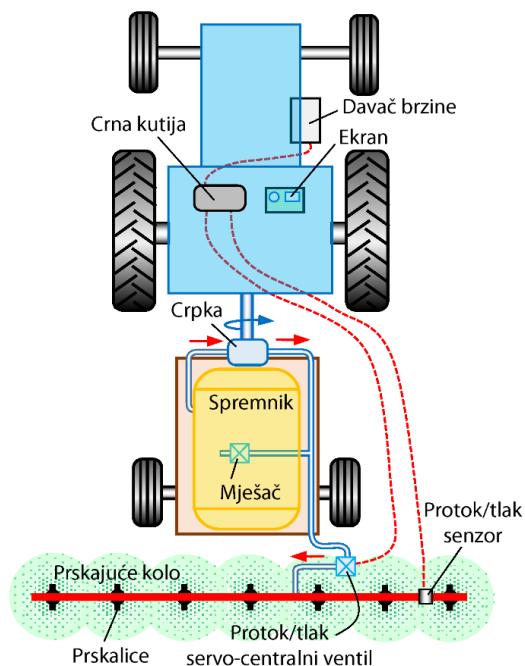


**Slika 3.241.** Shema uređaja „Dositron“  
(Izvor: original)

Automatski uređaj za reguliranje norme prskanja na slici 3.242. sličan je prethodnoj shemi. Ovaj uređaj se zove i uređaj s „crnom kutijom“. Zapravo, ova kutija je računalo u koje dolaze signali tlaka i protoka s prskajućeg uređaja i signali radne brzine s radarskog mjerača. Signal

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

za održavanje podešene norme tretiranja ide iz računala na servo-kontrolni ventil protoka i tlaka preko kojeg se propušta određena količina tekućine od crpke u cjevovode s mlaznicama. Za kontrolu rada ovog elektronskog sustava i prskalice nalazi se zaslون na kojemu se registriiraju i očitavaju ovi podaci vezano za rad stroja.



Slika 3.242. Automatski uređaj za regulaciju norme prskanja  
(Izvor: original)

#### 3.11. Vučena prskalica UG-Super „AMAZONE“

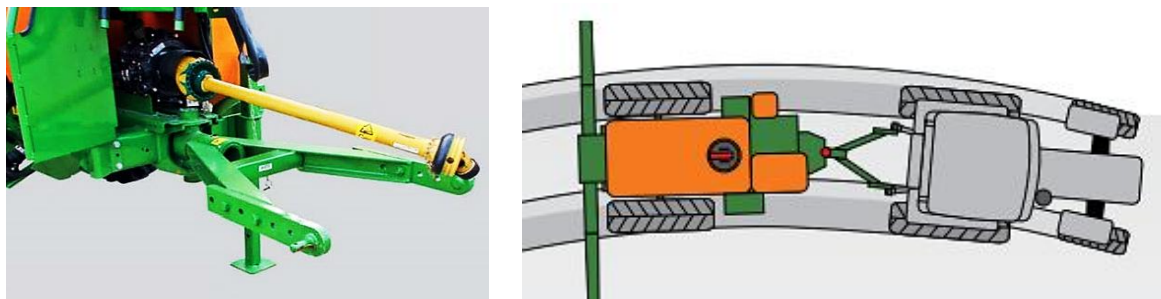
Prskalica UG-Super 3000 je vučenog tipa i priključuje se za traktor minimalne snage 75 kW. Posjeduje široki profilni čelični okvir, podesive nosive osovine po širini 1,5 – 2,25 m. Ima visoki klirens i dobru stabilnost u radu, te je otporna na veće udarce i različite zapreke u nepovoljnim uvjetima rada i transporta.



Slika 3.243. Prskalica UG-Super 3000 „AMAZONE“

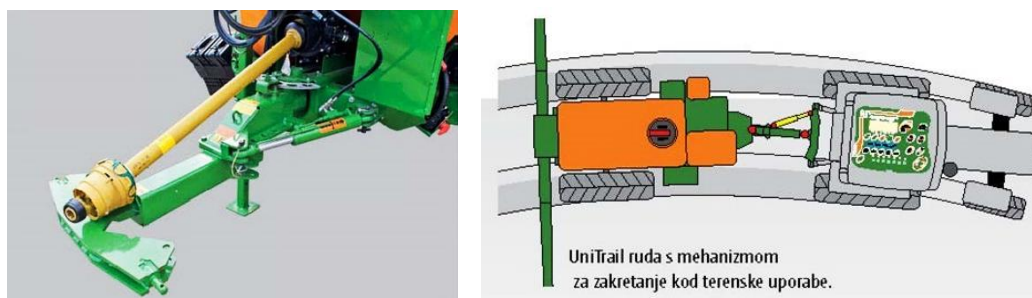
(Izvor: <https://www.lectura-specs.hr/hr/model/poljoprivredni-strojevi/vucene-prskalice-amazone/ug-3000-super-28-1136103>)

Vučene prskalice UG-Super 3000 priključuju se za traktor pomoću poteznice (ruda) za vuču. Mogu biti ugrađeni samostalni (*Self Trail*) ili univerzalni (*Uni Trail*) mehanizmi koji reagiraju ovisno o upravljačkom sustavu odmah pri promjeni pravca gibanja kotača traktora. Prateća osovina na prikolici reagira na gibanje u zavoju.



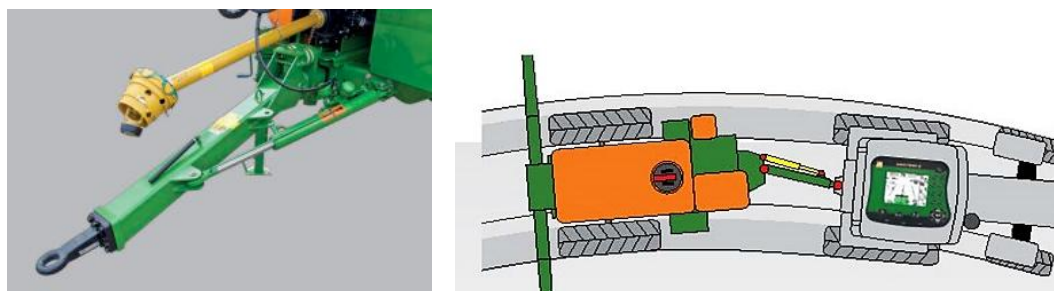
**Slika 3.244.** *Self Trail* poteznica s mehanizmom za zakretanje kod terenske uporabe  
(Izvor: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/agricultural-technology/crop-protection/trailed-sprayer/51042-51042>)

Reakcija osovine na promjenu pravca potpuno je neovisna o brzini gibanja. Samostalni (*Self Trail*) je upravljački mehanizam s jednostavnom stabilnom poteznicom koja omogućuje konstantno praćenje traga kotača traktora. Univerzalni (*Uni-Trail*) upravljački mehanizam lagano se priključuje u položaj vožnje agregata u javnom prometu. Tada se u prometu može voziti brzinom od 40 km/h, bez poteškoća.



**Slika 3.245.** *Uni-Trail* upravljački mehanizam  
(Izvor: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/agricultural-technology/crop-protection/trailed-sprayer/51042-51042>)

Pored navedenih opcija, postoji i treći način, a to je *Trail Tron* upravljački sustav koji se aktivira s odgovarajućim softverskim sustavom i može se precizno kalibrirati, slika 3.246.



**Slika 3.246.** *Trail Tron* poteznica s mehanizmom za zakretanje kod terenske uporabe  
(Izvor: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/agricultural-technology/crop-protection/trailed-sprayer/51042-51042>)

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

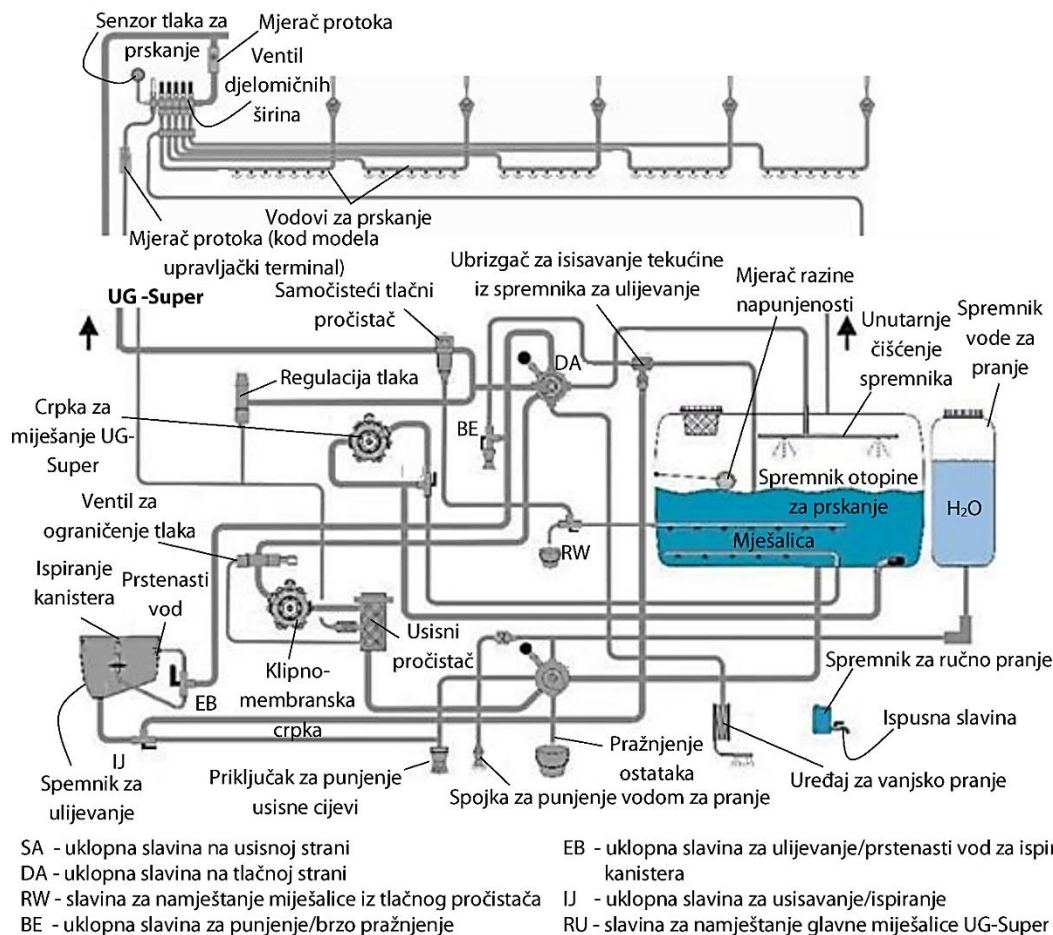
Pomoću multifunkcionalne ručice na terminalu *AMATRON* u svakom trenutku je moguće ručno upravljanje ili isključivanje. Poteznica je izvedena s *Trail Tron* mehanizmom za zakretanje. Hidrauličko upravljanje omogućuje da se pomoću hidrauličkog priključka na traktoru može upravljati prskalicom u radu i transportu. *Trail Tron* poteznica s mehanizmom za zakretanje najviše se koristi u transportu na duže relacije. Na široko profiliranom čeličnom okviru smješten je glavni spremnik, spremnik za ispiranje čistom vodom i poseban spremnik za tehničku vodu te upravljačka ploča.



**Slika 3.247.** Bočni pogled s lijeve strane prskalice UG-3000 Super

(Izvor: <https://www.lectura-specs.hr/hr/model/poljoprivredni-strojevi/vucene-prskalice-amazone/ug-2200-special-18-1136093>)

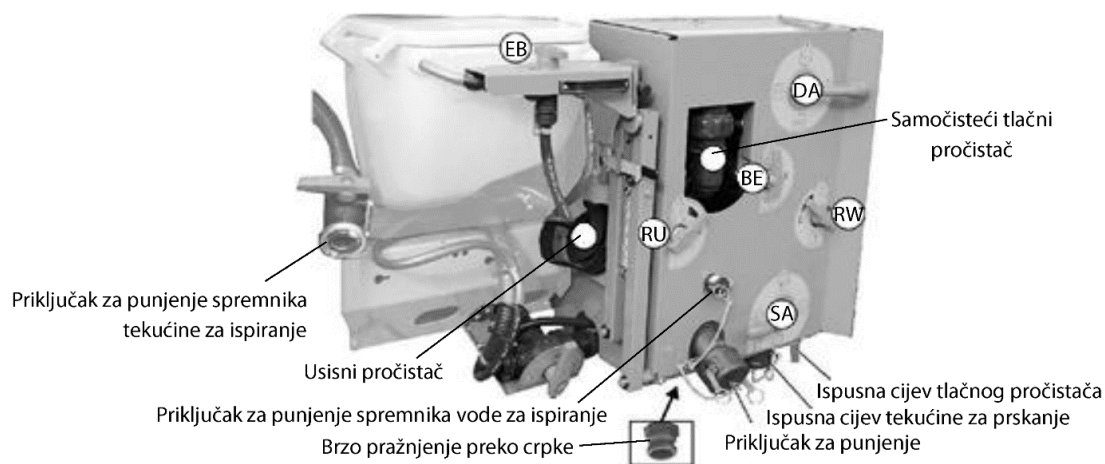
Na slici 3.248. vidljivi su upravljački elementi koji se nalaze s prednje lijeve strane rukovatelja, a na istoj slici prikazana je i kinematska shema prskalice UG-Super 3000 AMAZONE.



**Slika 3.248.** Kinematska shema prskalice UG-Super 3000 AMAZONE

(Izvor: <https://www.lectura-specs.hr/hr/model/poljoprivredni-strojevi/vucene-prskalice-amazone/ug-2200-special-18-1136093>)

Na slici 3.249. vidljiva je upravljačka „strana“ s prednje lijeve strane, s rasporedom odgovarajućih priključaka, provodnih cijevi i pročištača i funkcija pojedinih slavina u sustavu.








**Slika 3.249.** Upravljačka strana ili ploča

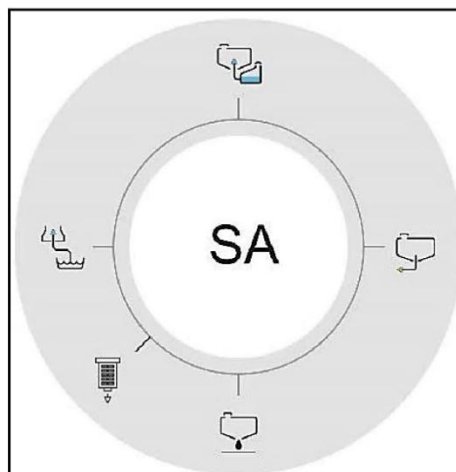
(Izvor: <https://www.lectura-specs.hr/hr/model/poljoprivredni-strojevi/vucene-prskalice-amazone/ug-2200-special-18-1136093>)

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

Položaji i funkcija uklopnih slavina sa slike 3.250 do slike 3.256. prikazani su na sljedećim shemama:

#### SA – Uklopna slavinna na usisnoj strani





-  Vanjsko usisavanje
-  Usisavanje iz spremnika vode za ispiranje
-  Usisavanje iz spremnika za prskanje
-  Ispuštanje tehničkog ostatka iz spremnika tekućine za prskanje
-  Ispuštanje tehničkog ostatka iz usisne armature i usisnog filtra

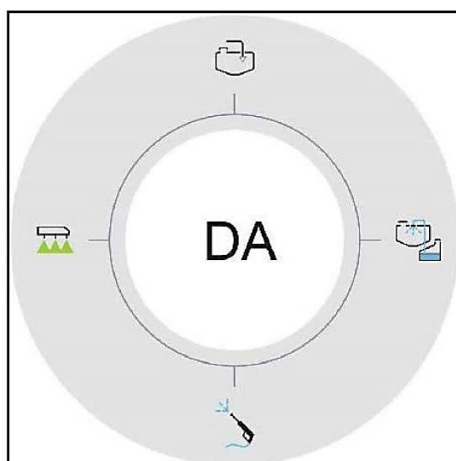


**Slika 3.250.** Shema uklopne slavine (SA) na usisnoj strani

(Izvor: <https://www.lectura-specs.hr/hr/model/poljoprivredni-strojevi/vucene-prskalice-amazone/ug-2200-special-18-1136093>)

#### DA – Uklopna slavinna na tlačnoj strani

-  Pogon prskanja
-  Punjenje / brzo pražnjenje (opcija)
-  Unutamje čišćenje spremnika vodom za pranje
-  Vanjsko čišćenje vodom za pranje

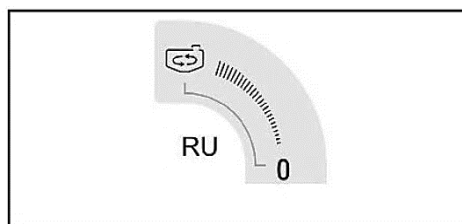


**Slika 3.251.** Shema uklopne slavine DA na tlačnoj strani

(Izvor: <https://www.lectura-specs.hr/hr/model/poljoprivredni-strojevi/vucene-prskalice-amazone/ug-2200-special-18-1136093>)

#### RU – Slavinna za namještanje glavne miješalice

-  Miješalica, maksimalno
- **0** Nulti položaj

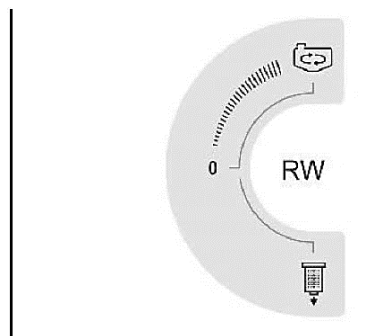


**Slika 3.252.** Shema uklopne slavine RU za namještanje glavne miješalice

(Izvor: <https://www.lectura-specs.hr/hr/model/poljoprivredni-strojevi/vucene-prskalice-amazone/ug-2200-special-18-1136093>)

### RW – Slavina za namještanje sporedne miješalice / ispuštanje tlačnog filtra



- o  Miješalica, maksimalno
- o **0** Nulti položaj
- o  Ispuštanje tehničkog ostatka iz tlačnog filtra

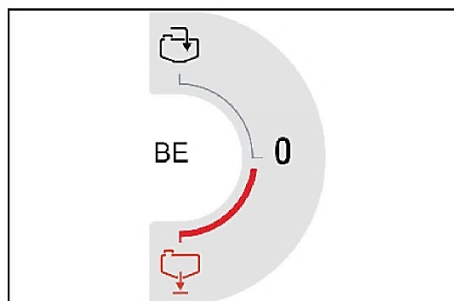


**Slika 3.253.** Shema uklopne slavine RW za namještanje sporedne miješalice/ispuštanje tlačnog pročištača

(Izvor: <https://www.lectura-specs.hr/hr/model/poljoprivredni-strojevi/vucene-prskalice-amazone/ug-2200-special-18-1136093>)

### BE – Uklopna slavina za punjenje / brzo pražnjenje (opcija)

- o  Punjenje
- o **0** Nulti položaj
- o  Brzo pražnjenje

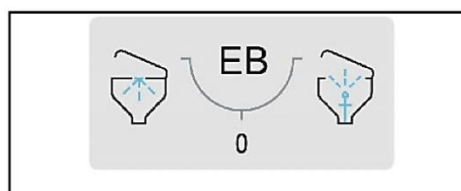


**Slika 3.254.** Shema uklopne slavine BE za punjenje i brzo pražnjenje

(Izvor: <https://www.lectura-specs.hr/hr/model/poljoprivredni-strojevi/vucene-prskalice-amazone/ug-2200-special-18-1136093>)

### EB – Uklopna slavina spremnika za ulijevanje prstenasti vod / ispiranje kanistra

- o  Prstenasti vod
- o **0** Nulti položaj
- o  Ispiranje kanistra



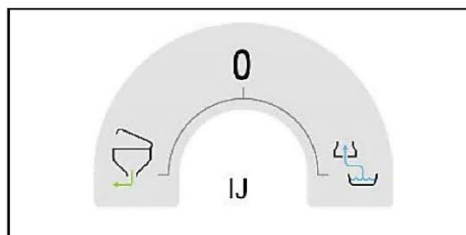
**Slika 3.255.** Shema uklopne slavine EB spremnika za ulijevanje – prstenasti vod/ ispiranje

(Izvor: <https://www.lectura-specs.hr/hr/model/poljoprivredni-strojevi/vucene-prskalice-amazone/ug-2200-special-18-1136093>)

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

**IJ – Uklopna slavina za usisavanje/ulijeavanje**

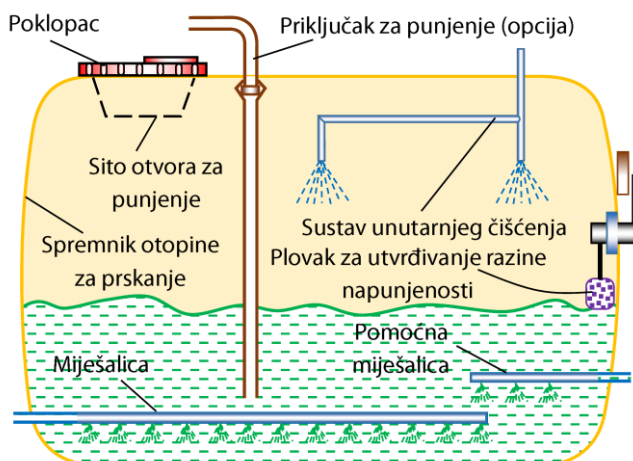
- o  Usisavanje spremnika za ulijeavanje
- o **0** Multi položaj
- o  Dodatno vanjsko usisavanje preko ubrizgivača



**Slika 3.256.** Shema uklopne slavine IJ za usisavanje/ulijeavanje

(Izvor: <https://www.lectura-specs.hr/hr/model/poljoprivredni-strojevi/vucene-prskalice-amazone/ug-2200-special-18-1136093>)

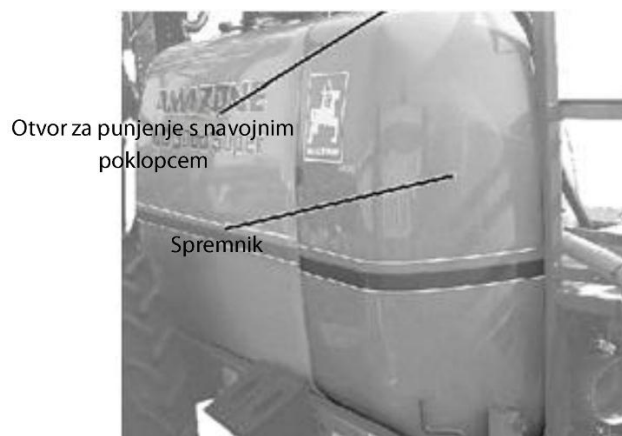
Navedene slavine su otvorene kada je položaj poluge u smjeru protoka (toka), a zatvorene kada je položaj poluge poprečno u odnosu na smjer toka. Glavni spremnik otopine za prskanje ima inducirani obujam spremnika 3200 litara. Svi rubovi spremnika su zaobljeni, unutarnje i vanjske stjenke su glatke pa se ostatci zaštitnog sredstva ne zadržavaju i talože u njemu.



**Slika 3.257.** Glavni spremnik prskalice UG i pokazivač razine tekućine

(Izvor: <https://amazone.net/en/agritechnica/agritechnica-2024-innovations/innovation-details/ft-p-1502-self-contained-front-tank-987642>)

Na vrhu se nalazi otvor za pranje s poklopcem i s usisnom cijevi na usisnom priključku (kao opcija). Na slici 3.257. prikazana je shema spremnika. Prskalice UG-Super posjeduje glavnu i dodatnu mješalicu, gdje je posebna crpka za miješanje, a na UG-Super/Special se dodatna mješalica opskrbljuje putem radne crpke. Obje mješalice su izvedene kao hidrauličke. Dodatna mješalica istovremeno se kombinira s ispiranjem tlačnog pročistača za samočišćenje tlačni pročistač. Intenzitet miješanja namješta se na uklopnoj slavini za glavno miješanje i na uklopnoj slavini za dodatno miješanje. Uz glavni spremnik dograđen je spremnik vode za pranje koji se puni čistom vodom, a služi za razrjeđivanje preostale količine otopine za prskanje na kraju procesa rada. Osim toga, vrši se pranje cijele prskalice u polju i čišćenje usisne armature, kao i vodova mlaznica pri napunjenom spremniku. U spremnik vode za pranje ulijeva se samo čista voda, a kod prskalice UG-Super 3000 obujam spremnika iznosi 400 litara.



**Slika 3.258.** Spremnik vode za pranje

(Izvor: <https://e-farm.com/en/used-farm-machinery/sprayers/amazone/uf-2002-15/du8cqzw/>)

Pored ovog spremnika za pranje prskalice, nalazi se i zakretni spremnik za ulijevanje, usipavanje, otapanje i usisavanje ostataka sredstva za zaštitu biljaka i vode, te za ispiranje zaostalog sredstva iz ambalaže (kanistera).



**Slika 3.259.** Spremnik za pripremu s *Vario* sklopkom za ispiranje i razblaživanje

(Izvor: <https://e-farm.com/en/used-farm-machinery/sprayers/amazone/uf-2002-15/du8cqzw/>)

Iz velikog spremnika vode za ispiranje stalno pristiže čista voda za ispiranje i razblaživanje ostatka zaštitnog sredstva. Kada se *Vario* sklopka postavi u položaj ispiranja, tada se čistom vodom ispiru: usisni pročistač, crpka, armatura razvodnika, cjevovodi na prskajućim krilima i mlaznice. Spremnik za ispiranje je u mogućnosti da se praškasta sredstva i veće količine uree brzo i kvalitetno otope i pomoću *Power* injektora isperu, zahvaljujući kružnom toku u sustavu.

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA



**Slika 3.260.** Spremnik za pripremu otopine

(Izvor: <https://e-farm.com/en/used-farm-machinery/sprayers/amazone/uf-2002-15/du8cqzw/>)

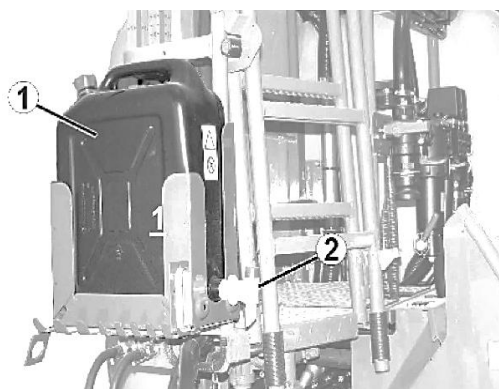
U spremniku za pripremu otopine nalazi se podno sito, rotirajuća mlaznica, tlačna ploča, prstenasti vod i ljestvica za označavanje razine tekućine u spremniku.



**Slika 3.261.** Funkcijski elementi u spremniku za pripremu tekućine

(Izvor: <https://e-farm.com/en/used-farm-machinery/sprayers/amazone/uf-2002-15/du8cqzw/>)

Na prskalici se nalazi i spremnik čiste vode sadržaja 20 litara za pranje ruku ili za čišćenje mlaznice, slika 3.262.



**Slika 3.262.** Spremnik čiste vode

1. Spremnik, 2. Ispusna slavina za čistu vodu (za pranje ruku ili za čišćenje mlaznica)

(Izvor: <https://e-farm.com/en/used-farm-machinery/sprayers/amazone/uf-2002-15/du8cqzw/>)

Od opreme za pročišćavanje prvo je sito na otvoru za punjenje koje sprječava onečišćenje otopine za prskanje kod punjenja spremnika. Površina pročistača je 3750 mm<sup>2</sup>, a širina kvadratnih očica 1 mm, slika 3.263.



**Slika 3.263.** Sito otvora za punjenje

(Izvor: <https://www.trgo-agencija.hr/cijedilo-duboko-rezervoara-fi-230-prskalice-agromehanika.html>)

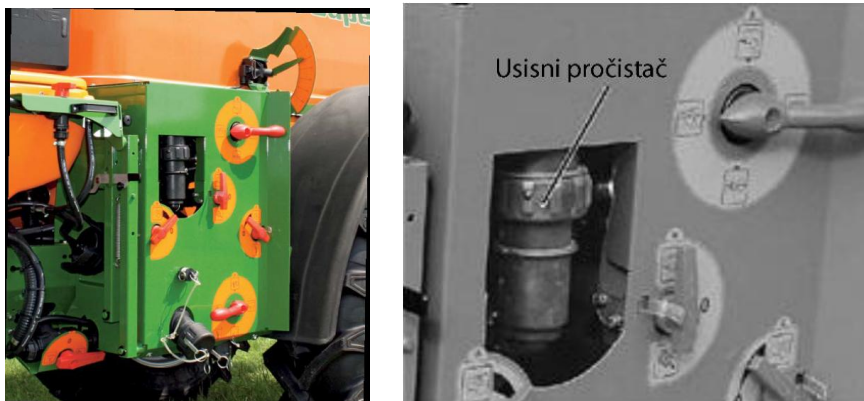
Uisni pročistač pročišćava otopinu za prskanje u procesu rada i kod punjenja spremnika otopine za prskanje preko usisne cijevi (provodne). Širina očica je 0,60 mm. Uisni pročistač se lagano otvara pomoću *AMAZONE* bajunetnog zapornog ventila, bez gubitka sredstva za prskanje.



**Slika 3.264.** Uisni pročistač

(Izvor: Technical data: UG Special and UG Super, MI6136 (en\_EN) 02.17)

Samočisteći tlačni pročistač sprječava začepljenje pročistača ispod mlaznica i posjeduje veći broj očica nego usisni pročistač. Kod uključene dodatne miješalice stalno se ispiru unutarnja površina uložka tlačnog pročistača, a neotopljene čestice sredstva za prskanje i nečistoće vraćaju se u spremnik za prskanje.



**Slika 3.265.** Samočisteći tlačni pročistač

(Izvor: Technical data: UG Special and UG Super, MI6136 (en\_EN) 02.17)

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

---

Na raspolaganju su tri veličine očica na pojedinom ulošku, ovisno o tome koja se mlaznica koristi:

- Ako je 50 očica/inč<sup>2</sup> (serijski), plava, za veličinu mlaznica 03 i više, onda je površina pročištača 216 mm<sup>2</sup>, a širina očica 0,35 mm.
- Ako je 80 očica/inč<sup>2</sup>, žuta, za veličinu mlaznica 02, onda je površina pročištača 216 mm<sup>2</sup>, a širina očica 0,2 mm.
- Ako je 100 očica/inč<sup>2</sup>, zelena, za veličinu mlaznica 015 i manje, onda je površina pročištača 216 mm<sup>2</sup>, a širina očica 0,5 mm.

Pročištači mlaznica sprječavaju začepljenje mlaznica:

- 50 očica/inč<sup>2</sup>, površina pročištača 5 mm<sup>2</sup>, a širina očica 0,5 mm
- 50 očica/inč<sup>2</sup> (serija), površina pročištača 5,07 mm<sup>2</sup>, a širina očica 0,5 mm
- 100 očica/inč<sup>2</sup>, površina pročištača 5,07 mm<sup>2</sup>, širina očica 0,15 mm.

U spremniku za pripremu otopine nalazi se donje sito koje sprječava usisavanje grudica i stranih tijela. Na prskalicama UG/Super/Special ugrađene su klipno-membranske crpke koje su pouzdane u radu i imaju mogućnost hoda i dobru zabrtvljenost sredstva za prskanje. Izvedene su kao više cilindrične te omogućuju miran rad i ravnomjeran protok. Na raspolaganju su crpke kapaciteta od 250 l/min za prskalicu UG/Special ili 370 l/min za prskalicu UG-Super. Kod crpke od 370 l/min radi se o tandem crpki, gdje je crpka za prskanje odvojena od crpke za hidrauličko miješanje, ali rade zajedno. Kapacitet radne crpke iznosi 210 l/min, a crpke za miješanje 160 l/min.



**Slika 3.266.** Višecilindrična klipno-membranska crpka  
(Izvor: Technical data: UG Special and UG Super, MI6136 (en\_EN) 02.17)

Intenzitet hidrauličkog miješanja može se kontinuirano smanjivati sve do potpunog isključenja kako bi se spriječilo pjenušanje zaštitnog sredstva. Za veći intenzitet miješanja s manjim brojem okretaja izlaznog vratila preporuča se crpka tipa UG-Super.



**Slika 3.267.** Načini miješanja

(Izvor: Technical data: UG Special and UG Super, MI6136 (en\_EN) 02.17)

Punjenje prskalice obavlja se usisnom cijevi promjera 3" s povratnim ventilom ili priključkom za punjenje s C-spojnicom. Kapacitet punjenja je 400 l/min uz pomoć Power-injektora, slika 3.268.



a) Punjenje putem usisne cijevi)

b) Punjenje pod tlakom (C-tip spojnice)

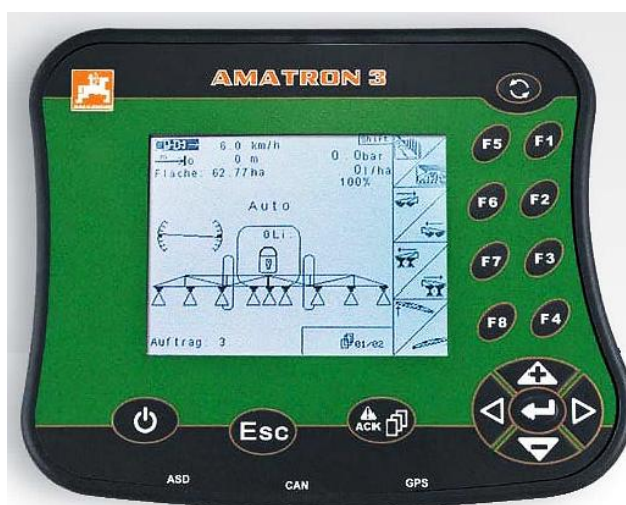
**Slika 3.268.** Različiti načini punjenja prskalice

(Izvor: Technical data: UG Special and UG Super, MI6136 (en\_EN) 02.17)

Kod prskalice UG-Special/Super iz spremnika vode za ispiranje stalno pristizuje čista voda vario sklopkom za ispiranje i razblaživanje ostataka zaštitnog sredstva. Kad se vario sklopka postavi u položaj ispiranja, tada se čistom vodom ispiru: usisni pročistač, crpka, armatura razvodnika, cjevovodi na prskajućim krilima i mlaznice. Ova operacija može se obaviti i pri punom spremniku za zaštitno sredstvo. Time se isključuju funkcijske smetnje zbog osušenog sredstva za zaštitu prskanjem. Dakle, ispiranje se vrši pomoću spremnika za ispiranje i *Power*-injektora. Voda iz spremnika za ispiranje i *Power*-injektor u potpunosti isperu praškasta sredstva i veće količine uree zahvaljujući kružnoj cirkulaciji u sustavu. Dvije rotacijske mlaznice služe za čišćenje unutarnjih zidova spremnika. Uređajem za vanjsko čišćenje mogu se očistiti prskajuća krila na polju. Cijev za ubrizgavanje je pod radnim tlakom od 10 bar te omogućuje dobro čišćenje.

#### 3.12. Upravljanje i kontrola rada prskalice

Na prskalice UG-Special/Super nalazi se upravljački terminal AMATRON 3 koji je kompatibilan s verzijom AMATRON+ i novim ISOBUS standardom, tako da tvori novi most između verzija NON-ISOBUS i ISOBUS-Welt. Pomoću terminala AMATRON 3 može se sigurno upravljati svim strojevima AMAZONE koji su opremljeni uređajem AMATRON+ te uređajima koji podržavaju ISOBUS standard. Amatron terminal omogućuje potpuno automatsku regulaciju zadane doze, odnosno precizno doziranje. Za kontrolne uređaje ugrađen je zaslon koji se odlikuje visokom razlučivošću, kontrastan je i s malim refleksijama. Kompaktnog je oblika i ne zauzima puno prostora u kabini traktora. Ugradnjom dva mjerača protoka moguća je precizna primjena vrlo malih količina zaštitnog sredstva.



**Slika 3.269.** Izgled terminala AMATRON 3

(Izvor: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/amatron-3-the-terminal-for-all-plant-protection-functions—56588>)

Osnovne funkcije terminala AMATRON 3 su:

- centralno i sekcijsko uključivanje, do devet sekcija
- digitalni pokazivač tlaka
- digitalni pokazivač razine tekućine u spremniku
- pokazivač položaja krila i otključavanje krila
- upravljanje radnim zadacima
- serijsko sučelje za dokumentaciju i GPS-priključak i
- ISOBUS i AMABUS.

Prateće funkcije terminala AMATRON 3 su:

- markiranje pjenom
- aktiviranje krajnjih i rubnih mlaznica
- jednostruko sklapanje, odnosno smanjenje broja prskajućih krila na jednoj strani
- Profi-sklapanje na jednoj strani ili mijenjanje nagiba prskajućih krila
- Distance Centralno – automatsko niveliranje krila
- Comfort-Paket – daljinski kontrolirani krug sredstava za prskanje i
- GPS-Switch, GPS-Track i GPS-Maps.

Uz AMATRON 3 nalazi se multifunkcionalna ručica (*joystick*) za upravljanje funkcijama prskajućih krila i armature, slika 3.270. Mala polužna sklopka omogućuje korištenje osam gumba u tri različite razine, a mogu se koristiti do 24 funkcije.



**Slika 3.270.** Multifunkcionalna ručica (*joystick*)

(Izvor: <https://www.agriexpo.online/prod/amazonen-werke-h-dreyer-gmbh-co-kg/product-168386-133606.html>)

Kod prskanja malih površina i velikih kultura često se moraju uključiti, odnosno isključiti pojedinačne djelomične širine u sredini prskajućih krila, pa se uz AMATRON 3 koristi upravljačka jedinica AMAClick koja se može koristiti u kombinaciji s multifunkcionalnom ručicom ili sama s terminalom AMATRON 3, slika 3.271.



**Slika 3.271.** AMAClick s terminalom AMATRON 3

(Izvor: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/amaclick-56442>)

Kao dopunska oprema na raspolaganju je automatsko upravljanje strojem na uvratini i uključivanje/isključivanje djelomičnih širina GPS-Switch, pomagalo za paralelnu vožnju GPS-Track i aplikacija za obradu specifičnog dijela u sklopu precizne poljoprivrede GPS-Map. GPS-Switch read je novi upravljani automatski terminal koji pozicionira uključivanje ili isključivanje sekcija prskajućih krila na uvratinama i zagonima.

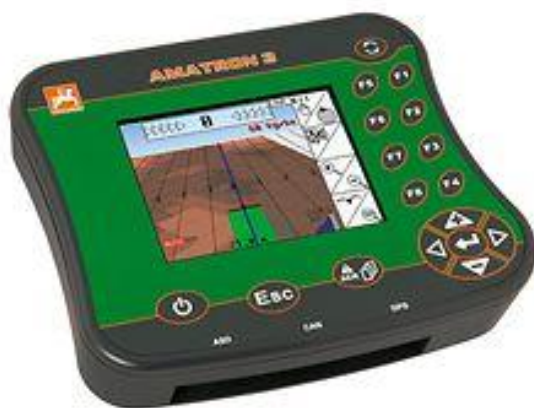


**Slika 3.272.** GPS-Switch za AMATRON 3

(Izvor: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/digital-solutions/software/isobus-software-licences/gps-switch-for-amatron-3-59186>)

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

U obzir se uzima raspored sekcija i širina radnog zahvata. Jednostavno se odabere željeni stupanj preklapanja, a uključivanje se prepušta automatici. U posebnim slučajevima, a osobito kod velikih radnih zahvata i ograničene vidljivosti, te u visokim usjevima, ovaj je uređaj naročito efikasan. Njegovom uporabom moguće je uštedjeti i do 5 % zaštitnog sredstva uz minimalno onečišćenje okoliša. GPS-Track za AMATRON 3 je pomagalo koje olakšava orijentaciju na polju bez staza prohoda ili na pašnjacima i slično. Aktivira se uspostavljanjem prvog prohoda na liniju A-B i zatim se obavlja paralelna vožnja i obilaženje mogućih zapreka i ograničenja. Svi prohodi jasno su označeni brojevima. Odstupanje od idealne linije grafički se prikazuje na zaslonu, a kotačem upravljača održava se smjer gibanja. Razmak od sljedećeg stalnog traga precizno je prikazan, npr., za idealnu orijentaciju kod ulaska u redove kukuruza.



**Slika 3.273.** GPS-Track za AMATRON 3

(Izvor: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/amatron-3-one-knows-what-one-has—56474>)

GPS-Maps je dodatni modul s aplikacijskim karticama za obrađivanje u obliku GPS-a i to kako u AMABUS, tako i u ISOBUS modusu. Izravno se navodi količina izbacivanja zaštitnog sredstva. Količine se mogu još prilagoditi na terminalu AMATRON 3. U serijskom upravljaču zadataka (*Task Controller*) aplikacijske kartice se mogu doraditi u obliku ISO-XML u AMABUS i ISOBUS modusu, bez GPS-Maps.



**Slika 3.274.** GPS-Maps za AMATRON 3

(Izvor: <https://www.hankkija.fi/tyokoneet/pintalevittimet/ia-pintalevittimen-lohkoautomaatiikka-tcsc-2039349/>)

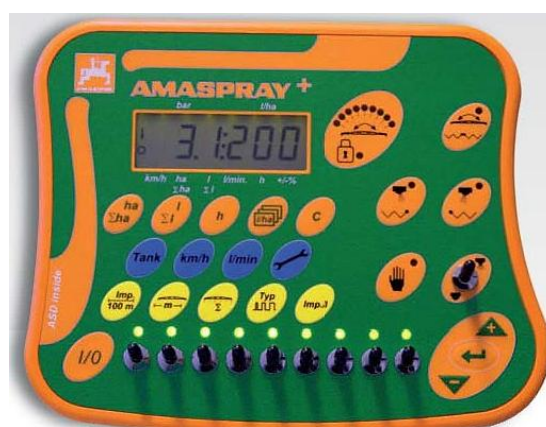
Automatska izrada dokumentacije o parceli (ASD) omogućuje automatske razmjene planova i stvarnih vrijednosti koji se odnose na parcelu s upravljačkim terminalima AMATRON 3 i AMASPRAY+ preko serijskog sučelja. Izrada dokumentacije tako postaje točnija i jednostavnija te nije potreban veći broj koraka.



**Slika 3.275.** Izrada dokumentacije s ASD-om

(Izvor: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/documentation-with-asd-56372>)

Na prskalice UG-Super/Special ugrađeno je računalo AMASPRAY+ koje omogućuje jednostavnu i automatsku regulaciju modela UG. Sklopke su integrirane u upravljački terminal i omogućuju uključivanje 5, 7 ili 9 djelomičnih širina rada. AMASPRAY+ ima digitalni pokazivač tkala i digitalni pokazivač razine tekućine u spremniku. On snima izbačene količine i obrađene površine. Upravljanje hidrauličkim funkcijama odvija se putem upravljačkih uređaja traktora. Nagib i blokada prskajućih krila također se prikazuje na terminalu AMASPRAY+. Postoji i mogućnost da terminal AMASPRAY+ prskajuća krila može jednostavno sklopiti, odnosno može se alternativno upravljati rubnim mlaznicama. Ovaj terminal može se koristiti serijskim sučeljem za automatsku izradu dokumentacije (ASD) i tretiranje specifičnog dijela površine u sklopu precizne poljoprivrede.



**Slika 3.276.** Računalo AMASPRAY+

(Izvor: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/digital-solutions/terminals-hardware/machine-specific-controllers/amaspray-proficlick-crop-protection-technology-58984>)

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

Osnovne funkcije AMASPRAY+ su:

- jednoreadni osvijetljeni zaslon visokog kontrasta
- centralno i sekcijsko uključivanje, do 9 sekcija
- digitalni pokazivač tlaka
- digitalni pokazivač razine tekućine u spremniku
- pokazivač položaja prskajućih krila i otključavanje krila i
- brojač površine u hektarima (dnevni i ukupni učinak).

Prateće funkcije su:

- jednostruko sklapanje, smanjenje krilca na jednoj strani
- aktiviranje krajnjih i rubnih mlaznica
- sklapanje i niveliranje pomoću jednog elektro-uključnog ventila i
- ADS inside serijsko sučelje.

Comfort-paket za terminal AMATRON 3 i AMASPRAY+ upravlja najvažnijim funkcijama sustava za tekućinu i to:

- automatsko zaustavljanje punjenja
- reguliranje rada miješalice i
- automatsko daljinsko upravljanje čišćenjem spremnika iz kabine.

Intenzitet miješanja može se kontinuirano smanjivati sve do potpunog isključenja zbog sprječavanja pjenušanja tekućine za prskanje ili olakšano izbacivanje preostale količine.



**Slika 3.277.** Comfort-paket za terminal AMATRON 3  
(Izvor: Amazone UG Special/UG Super MI5093 (pl\_PL) 03.15)

Kod prskalica AMAZONE suvišna tekućina za prskanje uvijek se vraća u usisno područje preko povratnog voda, jer se time isključuje nenamjerno razblaživanje tekućine. Dvije unutarnje mlaznice za čišćenje osiguravaju kvalitetno čišćenje spremnika. Prskajuća krila prskalice UG-Super/Special s obzirom na oblik profila su stabilna i lagana zahvaljujući posebnoj konstrukciji. Radni zahvat krila iznosi 15 – 28 m, a transportna širina samo 2,4 m. Super-S krila automatski se sklapaju i rasklapaju hidraulički pomoću hidro cilindara, slika 3.278.



**Slika 3.278.** Profil prskajućeg krila

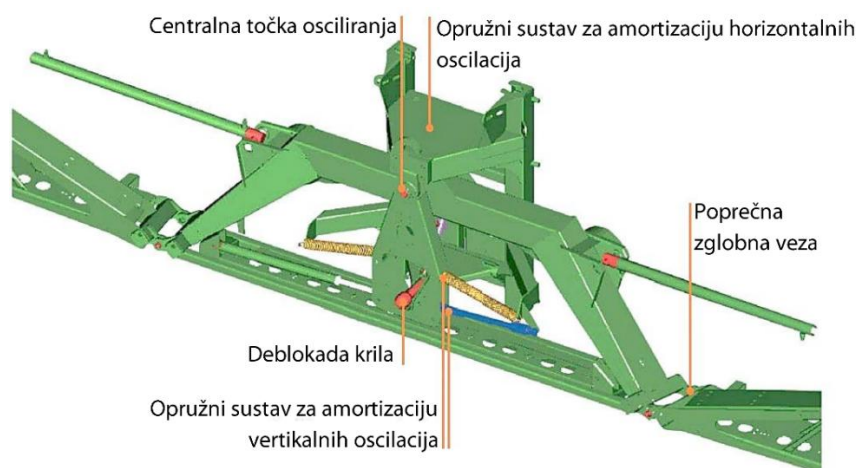
(Izvor: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/simultaneously-superbly-strong-yet-superbly-light-56980>)



**Slika 3.279.** Super-S krila u rasklopljenom položaju

(Izvor: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/super-12-boom-58792>)

Super-S preklapajuća krila su serijski opremljena paketom opruga za ublažavanje oscilacija u vertikalnoj ravnini, elementima s kugličnim ovjesom za prigušenje horizontalnih pokreta i opružnim elementima za amortizirani ovjes svih krila.



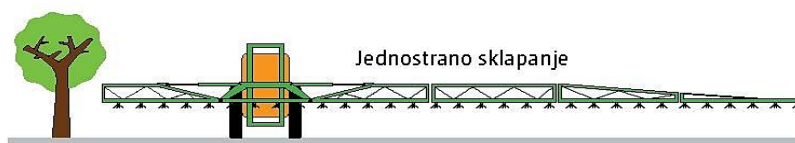
**Slika 3.280.** Sustavi za horizontalnu i vertikalnu amortizaciju oscilacija

(Izvor: Amazone UG Nova MI 1921 (D) 09.08)

Sa serijskim komponentama hidrauličkog reguliranja visine krila i udaljenosti omogućuje se precizna uzdužna i poprečna distribucija zaštitnog sredstva za prskanje. Na slici 3.281 vidi se položaj centralne točke osciliranja, opsežni sustav za amortizaciju horizontalnih oscilacija, te

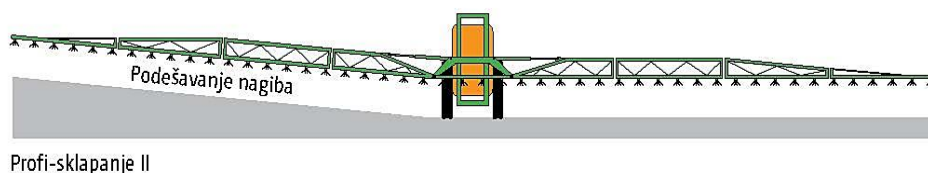
### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

poprečno zglobna veza, deblokada krila i opsežni sustav za amortizaciju vertikalnih oscilacija. Prskajuća Super-S krila se potpuno sklapaju standardno pomoću stabilnog hidrauličkog cilindra. Jednostavno sklapanje je moguće pomoću terminala AMASET+, AMASPRAY+ ili AMATRON 3.



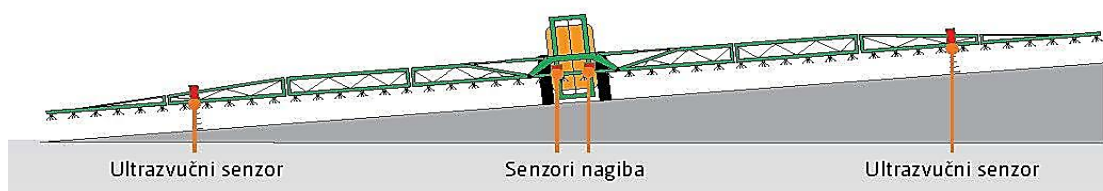
**Slika 3.281.** Jednostrano sklapanje  
(Izvor: Amazone UG Nova MI 1921 (D) 09.08)

Zahvaljujući velikoj fleksibilnosti moguće je sklopiti sve sekcije, bilo lijevo ili desno s obje strane, te se mogu neovisno sklapati i prilagođavaju se stanju na parceli. Cjelovito ili Profi-sklapanje prskajućih krila obavlja se elektro-hidrauličkim aktiviranjem krila optokom ulja. Funkcije podešavanja visine, sklapanje, rasklapanje, jednostavno sklapanje i podešavanje nagiba kontrolira se terminalom AMATRON 3 ili multifunkcionalnom ručicom (*joystick*).



**Slika 3.282.** Profi-podešavanje nagiba prskajućih krila  
(Izvor: Amazone UG Nova MI 1921 (D) 09.08)

Automatsko vođenje krila obavlja se pomoću senzora za visinu (Distance Control) koji omogućuje automatsko podešavanje visine i kuta nagiba. Uglavnom se koriste ultrazvučni senzori nagiba.



**Slika 3.283.** Ultrazvučni senzori za podešavanje nagiba krila  
(Izvor: Amazone UG Nova MI 1921 (D) 09.08)

Pravilan izbor mlaznica temelj je za kvalitetnu zaštitu biljaka. Radi smanjenja drifta pri većoj brzini rada treba koristiti injektorske mlaznice sa zračnom potporom. Kapljice su većeg promjera pa su otpornije na drift i pri većim brzinama vjetra se koriste. Tvrtka AMAZONE nudi mlaznice *Agrotop*, *Lechler* i *TeeJet*. Na prskajućim krilima nalaze se jednostruki i višestruki nosači mlaznice, a tijela mlaznica smještena su u profile s integriranim membranskim nepovratnim ventilima koji sprječavaju kapanje. Samopodesivi bajunetni zaporci osiguravaju brzu zamjenu mlaznica bez alata. Trostruka kućišta s mlaznicama pogodna su za česte promjene radi zaštite različitih poljoprivrednih kultura.



a) Lechler IDN 120-025



b) TeeJet XRC 110-025



c) Agrotop Airmix 110-04

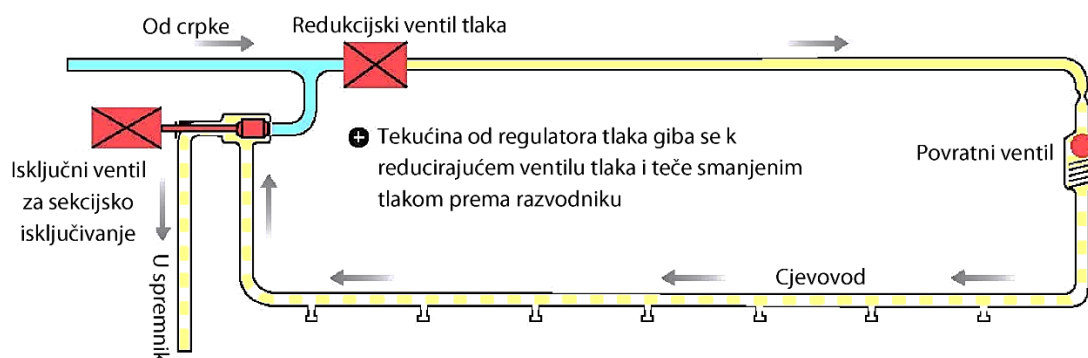
**Slika 3.284.** Tipovi mlaznica

(Izvor: Slika 3.284 a) <https://www.agropomoc.pl/Prod-177960-Lechler-Rozpylacz.html>

(Izvor : Slika 3.284 b) <https://www.spraysmarter.com/Teejet-xrc-110-deg-extended-range-poly-flat-spray-tip-cap.html>

(Izvor: Slika 3.284 c) <https://www.ikh.se/en/nozzle-red-airmix-110-04-s8082>

Navedene mlaznice imaju relativno velik spektar kapljica pri radnom tlaku 2 – 8 bar. Ukoliko se želi ostvariti dobra pokrivenost, tada se preporučuje primjena standardnih ili anti-drift mlaznica sa produkcijom sitnih kapljice kao što su XR ili AD mlaznice. Zbog velikog kuta zanošenja pri radnom tlaku iznad 3 bar potreban je osobit oprez u radu s ovim tipovima mlaznica. Moguće rješenje je uporaba suvremene kompaktne injektorske mlaznice tipa ID-K ili AIRMIX. One ostvaruju relativno malo zanošenje i ne velike kapljice pri radnom tlaku 2 – 4 bar. Ukoliko se zahtijeva visoka kvaliteta pokrivenosti, onda dvostruka lepezasta injektorska mlaznica predstavlja optimalno rješenje. Dvostruka lepezasta mlaznica AVI Twin – proizvođača Agrotop stvara kapljice koje nisu presitne. Pri radnim brzinama od 10 km/h često se koriste i TD-H Speed mlaznice s asimetričnim kutom prskanja. Na prskalicama UG-Special i UG-Super ugrađen je sustav cirkuliranja tekućine konstantnog tlaka (DUS) u cijelom sustavu. Prije početka tretiranja sve cijevi su napunjene tekućinom i nalaze se pod tlakom, pri čemu tekućina ide u suprotnom smjeru, a cjevovodi su uvijek napunjeni i odmah spremni za rad po cijeloj radnoj širini. Prilikom čišćenja hidro vodovi se ispiru čistom vodom sve do mlaznica, a da tekućina ne prska van. Tijekom čišćenja tekućina za prskanje vraća se u spremnik sredstva za prskanje preko tlačnog optočnog sustava.



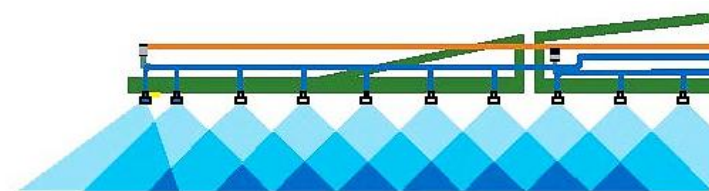
**Slika 3.285.** Tlačni optočni sustav

(Izvor: original)

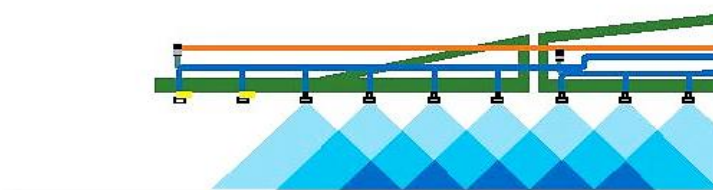
Pri isključivanju pojedinih sekcija ili grana, pri okretanju ili tijekom transporta, tekućina za prskanje neprekidno cirkulira zahvaljujući tlačnoj regulaciji. Kako koncentracija za prskanje u cijelom sustavu sve do mlaznica ostaje ista, početak prskanja je moguć bez problema. Tekućina

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

se od regulatora tlaka kreće prema redukcijском ventilu tlaka i teče smanjenim tlakom prema razvodniku, a sekcijski ventil je isključen i tekućina teče u obrnutom smjeru kroz cjevovode natrag u spremnik, slika 3.285. Na prskalice UG-Special i UG-Super postoji mogućnosti ugradnje sklopa za električno uključivanje dodatnih rubnih mlaznica, radi povećanja radne standardne širine zahvata, gdje se uključuje jedan tip asimetrične mlaznice. Ovo je potrebno kada stalni tragovi nisu dovoljni.



a) Uključenje dodatnih mlaznica



b) Sklop za isključivanje krajnjih mlaznica

**Slika 3.286.** Različite mogućnosti rada mlaznica

(Izvor: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/agricultural-technology/crop-protection/trailed-sprayer/51096-51096>)

Sklop za isključivanje krajnjih mlaznica montira se pri radu na rubovima parcele na udaljenosti od 1 m od krajnje točke, jer se ta zona ne smije tretirati, slika 3.286. b. S ovim prskalicama može se obavljati i prihranjivanje tekućim gnojivima, gdje se koriste posebne mlaznice s produkcijom velikih kapljica. U kombinaciji sa Super-S krilima montira se snop cijevi za kasno prihranjivanje usjeva.



**Slika 3.287.** Mlaznica i snop cijevi na prskalici za prihranjivanje

(Izvor: <https://www.agrofakt.pl/nawoz-rsm-zalety-i-zasady-stosowania/>)

### 3.13. Samokretne prskalice

Ove prskalice su posebno konstruirane i predstavljaju samostalne agregate namijenjene za zaštitu bilja na velikim površinama. Opremljene su vlastitim motorom snage 60 – 185 kW za pokretanje voznog mehanizma i pogon crpki. Klirens kod ovih prskalica kreće se 1,2 – 1,7 m, tako da mogu prolaziti preko redova nisko izraslih kultura, te nema velikog gaženja usjeva. Konstrukcija voznog mehanizma omogućuje povećanja širine između voznih kotača od 1500 mm do 3000 mm, s različitim dimenzijama kotača, te malim radijusom okretanja od 6 m, čime se postiže manje gaženje usjeva. Obujam spremnika je 2500 – 6000 l.



**Slika 3.288.** Samokretna prskalica „Amazone“

(Izvor: <https://amazone.net/en/agritechnica/agritechnica-2024-innovations/innovation-details/ft-p-1502-self-contained-front-tank-987642>)

Spremnici se izrađuju od otpornih materijala na nagrizajuće djelovanje kemijskih zaštitnih sredstava, te pojavu korozije, UV zračenja i udarce. Pored glavnog spremnika nalazi se spremnik za ispiranje prskalice sadržaja 500 l s mlaznicama za ispiranje spremnika iznutra. Isto tako, ugrađen je spremnik za čistu vodu za pranje ruku sadržaja 17 l. Uz glavni spremnik nalazi se spremnik za kemikalije obujma 30 – 50 l te *Chem-filler* za ispiranje pomoću injektorskih mlaznica s kapacitetom usisa od 120 l. U sklopu prskalice nalazi se regulator tlaka EFC s električnim upravljanjem iz kabine prskalice te automatski regulacijski ventil za jednaku hektarsku dozu, neovisno o radnoj brzini. Upravljanje funkcijama prskalice obavlja se pomoću *SMART VENTILA*, a za brže reguliranje tlaka služi regulacijski ventil *LookAhead*. Za pročišćavanje tekućine u sustav je ugrađen samočisteći tlačni pročištač *Ciklon* filter s kapacitetom do 400 l/min, te usisni pročištač s jednostavnim čišćenjem i indikatorom začepljenosti koji se vidi iz kabine prskalice. Pored ovih pročištača još se nalaze redni pročištači na armaturi prskajućih krila. Za kvalitetan rad prskalice ugrađeni su ventili s uređajem za izjednačavanje tlaka bez obzira koliko je ventila zatvoreno, čime se postiže dobar učinak i ujednačena distribucija škropiva. Za siguran rad prskalice nalazi se sigurnosni tlačni ventil s mjerenjem tlaka 15 bar. Radna širina prskanja kod ovih prskalica kreće se 18 – 40 m. Na samokretnim prskalicama ugrađuju se različiti tipovi uređaja za upravljanje prskajućim krilima. Tako se, primjerice, sklapanje i rasklapanje prskajućih krila, te podizanje krila obavlja pomoću dva hidraulička klipa (*Para-lift* sustav Hardi). Kod tipa prskajućih krila DELTA, kompletne funkcije se kontroliraju pomoću ručica hidraulike, gdje se nalazi jedan jednostruki izvod za podizanje i spuštanje krila, jedan dvostruki izvod za sklapanje i rasklapanje prskajućih krila, te

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

jedan dvostruki za kompletno zakošenje prskajućih krila (lijeve i desne strane). Model prskajućih krila *FORCE* je s elektro-hidrauličkim upravljanjem radom krila. Ovdje se nalazi jedan dvostruki priključak hidraulike za podizanje i spuštanje prskajućih krila, sklapanje i rasklapanje krila, kompletno zakošenje krila, te pojedinačno zakošenje lijeve i desne strane i mogućnost prskanja s radnom širinom od 12 m. Na modelu *TWIN FORCE* obavlja se elektro-hidrauličko upravljanje prskajućim krilima, gdje se nalazi jedan dvostruki hidraulički priključak za podizanje i spuštanje prskajućih krila prskalice, rasklapanje i sklapanje, zatim zakošenje krila i pojedinačno zakošenje lijeve i desne strane prskajućih krila te mogućnost prskanja s radnom širinom od 12 m. Sustav ovjesa prskajućih krila je pomoću *PENDULUM* sustava nošenim na oprugama s ublaživačima udaraca, te sigurnosnim sustavom protiv lomljenja prskajućih krila. Na prskalici se ugrađuje sustav za brzo punjenje spremnika te tlačno pražnjenje spremnika. Osim mogućnosti prskanja kemijskim zaštitnim sredstvima, ove prskalice opremljene su s opremom za prihranjivanje tekućim mineralnim gnojivima gdje se koriste posebne mlaznice za gnojivo. Samokretne prskalice mogu biti opremljene *GNSS* sustavom pa se aplikacija može obavljati i po noći kada je vidljivost slaba i nema vjetera, a i niže su temperature. Sustavom *GNSS*-a tretira se samo biljna masa, a dolaskom agregata do uvratina i okretanje, automatski se prekida dotok škropiva. U radu ove prskalice postižu radnu brzinu iznad 10 km/h, a postignuti radni učinak je više od 100 ha poprskanih u jednom radnom danu.

Važniji funkcijski parametri samokretnih prskalica svrstani su u četiri linije:

- Prva linija daje informaciju o otvorenim sekcijama i broju polja na kojem se nalaze.
- Druga linija pokazuje dozu aplikacije.
- Treća i četvrta mijenja se prema izboru trenutnog protoka, zadane doze aplikacije, trenutnog vremena, radne brzine i sadržaja tekućine u spremniku. Posjeduju alarmni uređaj koji se aktivira pri određenom sadržaju tekućine u spremniku ili pri odstupanju od zadane norme prskanja.

Ukupan broj pohranjenih podataka je 99 koji se mogu po potrebi sačuvati. Ugrađena su svjetla za noćno tretiranje. Ove prskalice opremljene su hidrauličkim amortizerima na osovini za lakše svladavanje prepreka. Sustav za praćenje tragova kotača *Safe-Track* daje automatsko praćenje zakretanja kotača s radijusom okretanja od 6 m uz manje gaženje usjeva kulture.

**Tablica 3.14.** Parametri prskanja kod priključnih i samokretnih prskalica

Broj okretaja motora traktora	Najmanja	Normalna (uobičajena)	Povećana
Radna brzina traktora (km/h)	5,4	6,0	6,6
Broj okretaja P.V. traktora (min <sup>-1</sup> )	486	540	594
Odrađena površina (%)	90	100	110
Protok crpke (l/min)	90	100	110
Protok mlaznica (l/min)	36	40	44
Protok za miješanje (l/min)	54	60	66
Utrošena količina (l/ha)	400	400	400
Radni tlak (bar)	2	2,5	3
Raspored ili distribucija utrošene količine	PRAVILNA	PRAVILNA	PRAVILNA

### 3.14. Priprema prskalice za rad

Prema istraživanjima više autora uzroci nekvalitetnog rada strojeva za kemijsku zaštitu su neispravnost strojeva i nestručno rukovanje strojevima za primjenu pesticida. Zbog toga je vrlo važno posvetiti pozornost pripremi stroja i pravilnoj primjeni. Priključivanje prskalice za traktor treba obaviti prema naputku za rukovanje i održavanje, gdje se napominje da se prskalice treba izravnati po dužini i širini, a kod vučenih regulirati razmak kotača prskalice tako da tragovi kotača prskalice prate tragove kotača traktora. Odgovarajući kapacitet crpke postiže se pri 540 min<sup>-1</sup> ili 1100 min<sup>-1</sup> priključnog vratila traktora, gdje promjenu radne brzine treba regulirati prijenosnim omjerom, odnosno stupnjem prijenosa. Isto tako, kardansko vratilo treba biti određene dužine i zaštićeno. Pripremu crpke treba obaviti prema naputku proizvođača, tako kod klipno-membranske crpke treba održavati potrebnu razinu ulja i koristiti motorno ulje SAE 40 ili ulje za mjenjače SAE 90, te obaviti zamjenu ulja nakon 100 radnih sati. Tlak zraka u zračnoj komori treba kontrolirati, a treba biti jednak radnom tlaku crpke. Punjenje spremnika vodom i zaštitnim sredstvom treba obaviti preko pročištača. Kod punjenja spremnika vodom iz vodovodne mreže treba obratiti pozornost da ne dođe do otjecanja zaštitnog sredstva u vodovodnu mrežu. Pročištače na prskalici treba pregledati, očistiti i prema potrebi zamijeniti. Izbor mlaznica ovisi o tipu i kapacitetu crpke, namjeni i svojstvima zaštitnog sredstva. U prskanju ratarskih kultura herbicidima uglavnom se koriste T-mlaznice, s kutom mlaza od 110° ili 120°. Mlaznice na početku sezone treba dobro isprati, osobito sito. Kod postavljanja mlaznica treba imati u vidu oznake na njima, odnosno na armaturu postaviti mlaznice istih oznaka. Isto tako, kod starijih prskalice treba kontrolirati protok mlaznice, tako kod prvog kvalitetnog razreda mlaznica dozvoljeno odstupanje može iznositi ± 5 % od prosječnog protoka. Mjerenje protoka tekućine kroz mlaznice vrši se pomoću senzora, gdje se hvata mlaz svake mlaznice i mjeri se vrijeme zapornim satom. Dijeljenjem izmjerene količine tekućine u menzuri (l) s proteklom vremenom (min) dobiva se protok svake mlaznice koji se uspoređuje s tabličnim vrijednostima. Danas se provjera ujednačenosti poprečne raspodjele tekućine po širini zahvata prskalice obavlja na računalnom stolu (*Spray Scanner*). Korištenjem elektronskih uređaja za mjerenje distribucije tekućine dobiva se precizna slika raspodjele. Iz ovog se dobiva slika raspodjele tekućine svake mlaznice i donosi se zaključak da li je potrebno zamijeniti samo neke ili sve mlaznice. Postavljanje mlaznica treba biti tako da im se mlazovi ne sudaraju, već da su ukošeni 5° – 15° u odnosu na krilo prskalice. Visina armature za prskanje zajedno s mlaznicama regulira se hidraulički, tako se kod prskanja cjelokupne površine T-mlaznicama postavlja na razmaku od 50 cm s kutom mlaza 120°, a visina mlaznica iznad površine tretiranja treba iznositi 50 cm s kutom mlaza 90° visine 60 – 90 cm, a kod prskanja u trake mlaznicama 80° visine od tla 20 – 30 cm. U postupku pripreme prskalice treba kontrolirati ispravnost manometra, a to se vrši pomoću manotesta koji predstavlja ručnu klipnu crpku s preciznim manometrom. Dozvoljeno odstupanje je ± 2 % od tlaka na kontrolnom manometru. Ukoliko prskalice ima quantometer, treba obaviti kontrolu ispravnosti uređaja za mjerenje protoka crpke, protok hidrauličkog miješanja, protok svih mlaznica na armaturi prskalice.

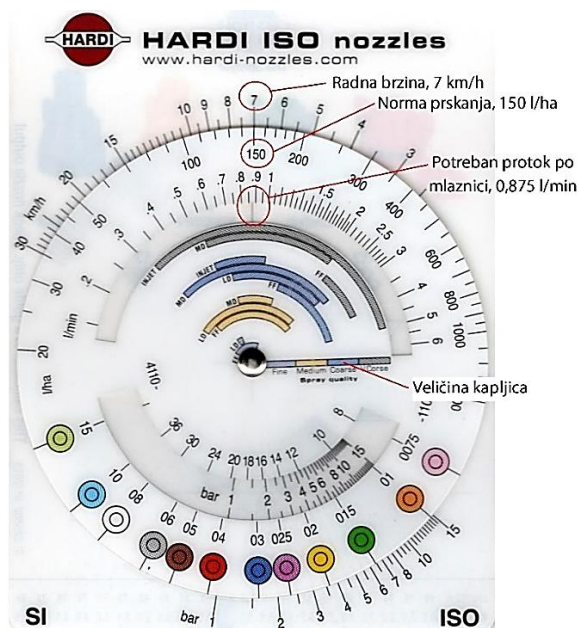
#### 3.14.1. Kalibriranje prskalice

Kvaliteta rada prskalice ovisi o pravilnoj aplikaciji pesticida. Prije početka rada potrebno je izračunati ili utvrditi utrošak tekućine po jedinici površine, kako bi se obavilo ispravno doziranje pesticida i organizacija dopreme vode. Utrošak tekućine ovisi o kapacitetu stroja, zadanoj širini, brzini rada iz koji se može izračunati, a također se može utvrditi i kalibracijom prskalice. Prije kalibracije potrebno je podesiti normu prskanja, tip i veličinu mlaznice i radni tlak prskanja. Kod zamjene mlaznica treba imati na umu da crpka mora imati određeni kapacitet da osigura dovoljnu količinu tekućine za hidrauličko miješanja, jer se uslijed toga smanjuje kapacitet crpke za 5 – 10 %. Kao primjer za prskanje u ratarstvu doza prskanja za herbicide iznosi 100 – 300 l/ha, a za fungicide i insekticide iznosi 150 – 300 l/ha. Kod izbora mlaznica radni tlak, za plosnate mlaznice kod prskanja herbicidima, iznosi 1,5 – 3 bar, a za fungicide i insekticide 2,5 – 5 bar. Uz suvremene „Hardi“ prskalice isporučuje se kalibrator za mlaznice pa se mogu računati norme ili doze prskanja (l/ha), radna brzina (km/h), protok mlaznice (l/min) i radni tlak (bar).

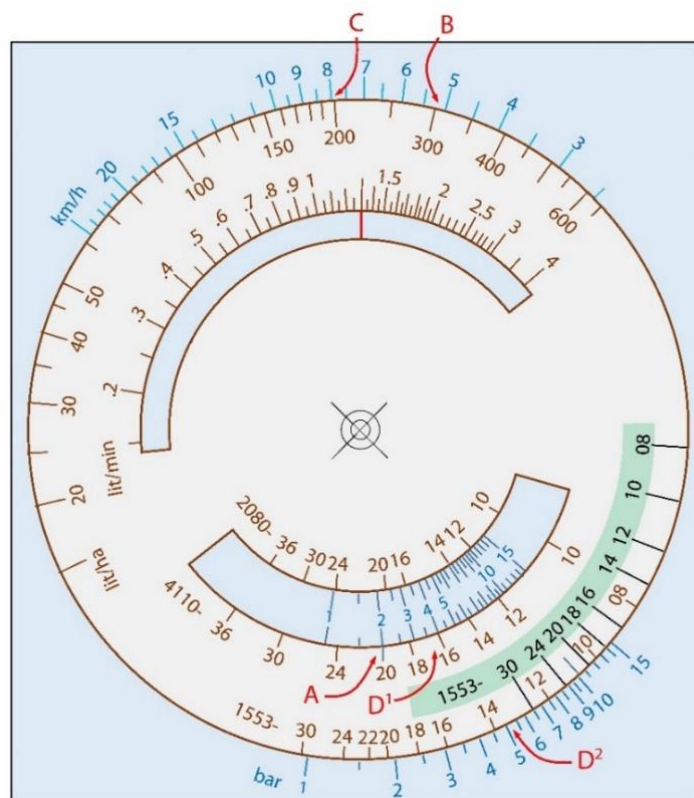
**Primjer 1:** Ako je norma prskanja 150 l/ha i radna brzina 7 km/h, pita se koja bi mlaznica bila pogodna da se obavi kvalitetna zaštita biljaka, slika 3.289.

Odabir mlaznice obavlja se na način da se unutarnji krug okrene i poravna s oznakom 150 l/ha te željenom radnom brzinom 7 km/h na vanjskom dijelu pločice. Ispod oznake hektarske doze od 150 l/ha može se očitati da je potreban protok po mlaznici od 0,875 l/min. Istovremeno, na donjem dijelu kruga pojavljuje se mogućnost odabira mlaznice. U ovom primjeru može se koristiti mlaznica ISO 025 pri 2,3 bar ili mlaznica ISO 02 pri 3,6 bar. Kod mlaznice ISO 02 bit će kapljice manjeg promjera zbog većeg tlaka, ali i pored toga ona standardno daje manje kapi od mlaznice ISO 025.

**Primjer:** Potrebno je izračunati radnu brzinu prskalice kada je poznata izvedba mlaznice, tj. njena veličina, radni tlak i norma. Kao primjer izabrana je plosnata mlaznica 4110-20; 2 bar i 300 l/ha, slika 3.289.



**Slika 3.289.** Kalibracijski disk za izbor mlaznica  
(Izvor: <https://www.hardi-international.com>)



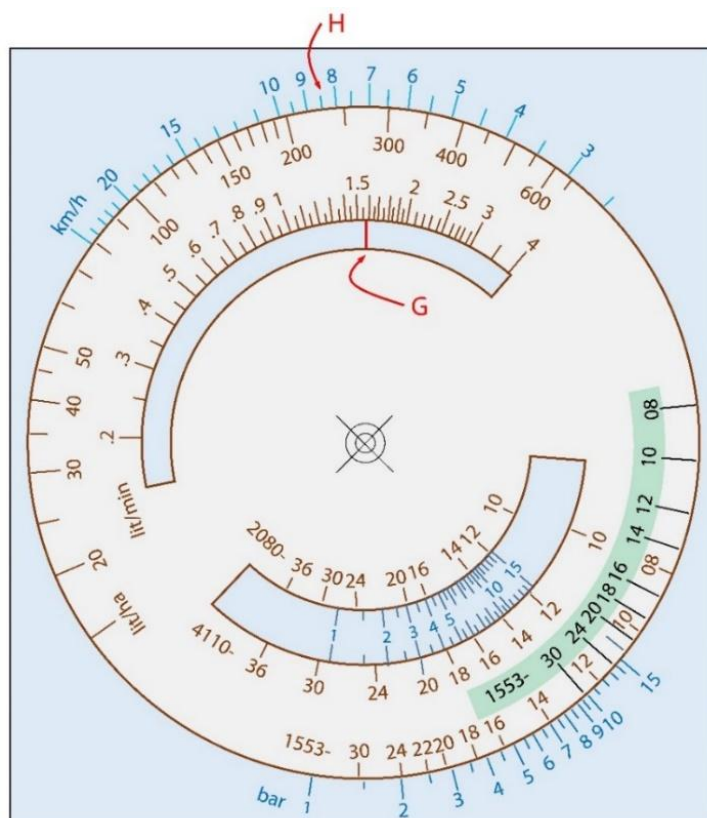
**Slika 3.290.** Kalibrator za mlaznice „Hardi“  
(Izvor: original)

Postupak se izvodi na način da se okrene disk na kalibratoru za mlaznice i poravna mlaznica 4110-20 s radnim tlakom 2 bar, točka A. Na drugoj strani diska očitava se radna brzina od 5,2 km/h. Ako želimo imati dozu prskanja od 300 l/ha, točka B.

**Primjer:** Primjer uporabe kalibratora za mlaznice HARDI prezentiran je na slici 3.290. Potrebno je izabrati mlaznicu i radni tlak ako je poznata radna brzina i norma prskanja. Aplikira se fungicid normom 200 l/ha, pri radnoj brzini od 7,8 km/h i radnom tlaku od 5 bar.

Okrene se disk do linije 200 l/ha i poravna s linijom radne brzine od 7,8 km/h, točka C. Na donjem dijelu diska može se izabrati, primjerice, plosnata mlaznica 4110-16 pri radnom tlaku od 4,1 bar, točka D<sup>1</sup>, odnosno konusnu mlaznicu 1553-14, pri radnom tlaku od 4,6 bar, točka D<sup>2</sup>. Provjera doze prskanja vrši se tako da se disk za kalibraciju na dnu baždarene posude okreće tako da crvena strelica pokazuje prosječnu potrošnju. Na suprotnoj strani diska pronade se izmjerenu brzinu prskanja i na toj točki pročita se norma prskanja (l/ha). Obrnuto se može očitati potrebna radna brzina, da se postigne željena norma prskanja l/ha.

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA



**Slika 3.291.** Provjera doze prskanja na kalibratoru  
(Izvor: original)

**Primjer:** Potrebno je očitati protok, brzinu i dozu prskanja kao što prikazuje slika 3.291. Mlaznica ima protok 1,61 l/min, (točka G). Na drugoj polovici diska može se očitati da je brzina 9,7 km/h, a doza prskanja iznosi 200 l/ha, točka H.

Da bi se zadržala jednolična distribucija, sve mlaznice moraju biti u okviru  $\pm 5\%$  prosječnog kapaciteta. U slučaju da je odstupanje veće 10 – 15% od prosječnih vrijednosti izvedenih u tablicama, potrebno je zamijeniti sve mlaznice.

Devijacija se izračunava korištenjem izraza:

$$\frac{\text{stvarni protok} - \text{protok naveden u tablici}}{\text{protok naveden u tablici}}$$

Izbor mlaznica može se izvući pomoću linije učinaka mlaznica, uz zadanu radnu brzinu prema sljedećim kriterijima:

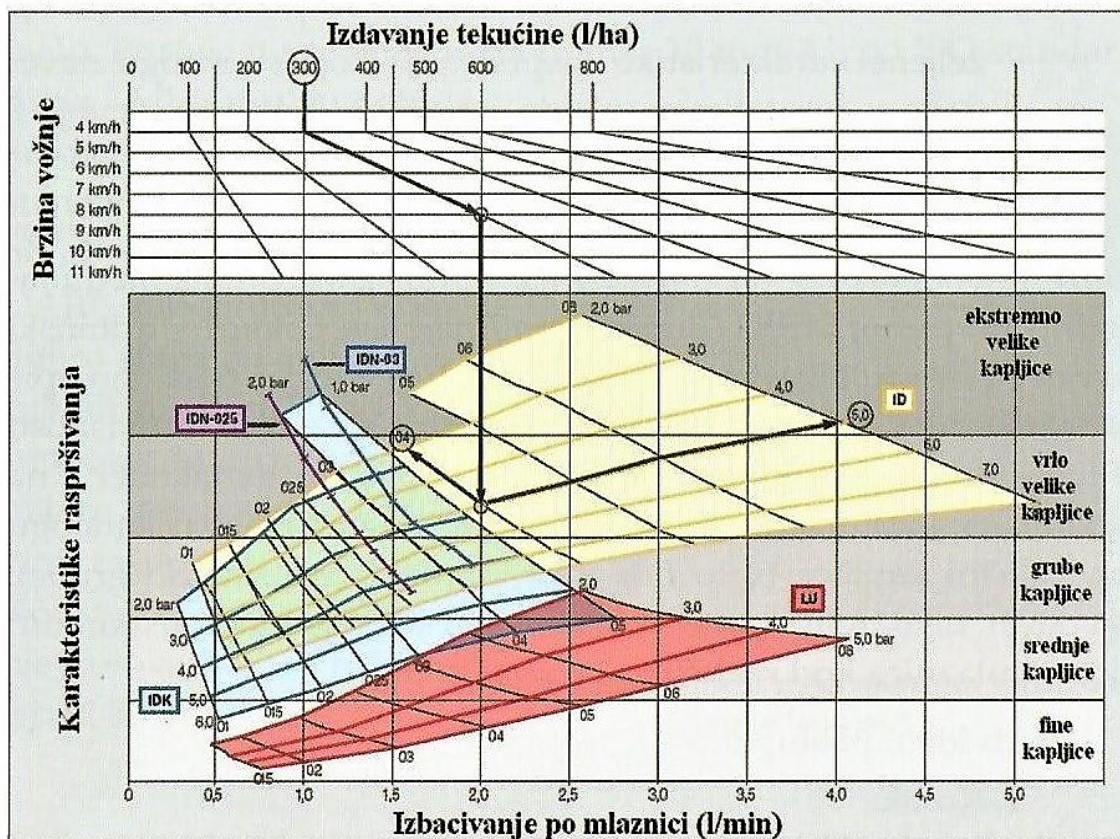
- Norma prskanja ( $N_p$ ) po jedinici površine (l/ha)
- Predviđene karakteristike raspršivanja, koje se nalaze na uputstvu pesticida, o stanju kulture i faze razvoja štetnika.

Mlaznice firme „Lechler“ grupirane su u katalogu po veličini kapljica kao: vrlo fine, fine srednje, grube i vrlo grube. Izbor mlaznice „Lechler“ može se odrediti pomoću dijagrama koji se nalazi u naputku za rukovanje i održavanje prskalnice ili raspršivača.

Postupak za utvrđivanje je sljedeći (slika 3.292.):

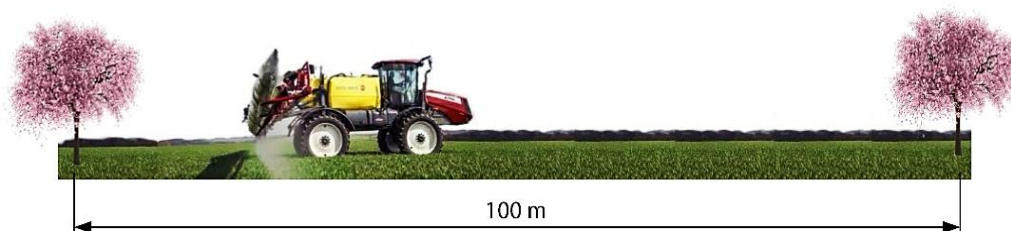
- definiranje norme prskanja, npr. 300 l/ha

- određivanje radne brzine, npr. 8 km/h
- utvrđivanje karakteristika raspršivanja, npr. vrlo grube kapljice
- provjera oznake mlaznice i radnog tlaka i
- kontrolna funkcija – protok mlaznice, npr. 2 l/min.



Slika 3.292. Dijagram za utvrđivanje izbora mlaznice tvrtke *Lechler*  
(Izvor: <https://www.lechler.de>)

Nakon obavljene kontrole i mjerenja eksploatacijskih parametara i njihovog uspoređivanja s normativnim vrijednostima, treba ocijeniti stanje prskalice i prema potrebi obaviti popravke, tj. dovesti prskalicu u ispravno stanje koje će omogućiti kvalitetnu zaštitu biljaka, pa se pristupa kontroli norme prskanja u pokretu ili litriranju. Litriranje se provodi na tlu na kojem će biti provedeno prskanje čistom vodom. Provodi se tako da se s uključenom prskalicom prijeđe staza od 100 m, koja je obilježena, i očita se radna brzina koja omogućuje nesmetanu vožnju agregata. Uz poznati radni zahvat i prijeđeni put te utrošene količine tekućine, izračuna se količina tekućine po jedinici površine l/ha.



Slika 3.293. Mjerenje potrošnje tekućine na stazi dužine 100 m  
(Izvor: original)

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

---

Utrošak radne tekućine može se izračunati po formuli:

$$Q_{pr} = \frac{10000}{B \cdot s} \cdot q$$

gdje su:

$Q_{pr}$  - utrošak tekućine, l/ha

$B$  - radna širina prskalice, m

$s$  - prijeđeni (kontrolni) put, m

$q$  - utrošak tekućine na kontrolnom putu, l

**Primjer:** Obavljena je kontrola utroška tekućine prskalice radne širine 18 m, na putu 100 m. Očitani utrošak vode je 72 l. Izračunajte kolika je potrošnja l/ha.

$$Q_{pr} = \frac{10000}{B \cdot s} \cdot q = \frac{10000}{18 \cdot 100} \cdot 72 = 400 \text{ l/ha}$$

Norma prskanja iznosi 400 l/ha.

Uz poznavanje stvarne radne brzine postiže se ravnomjerna potrošnja podešene količine tekućine. Pokazivane veličine radne brzine na brzinomjeru traktora nisu uvijek točne, zbog proklizavanja kotača traktora. Mjerenje brzine rada počinje izborom dionice, odnosno dužine puta na površini u polju koja je slična površini koju treba poprskati. Da bi obavili kontrolu brzine kretanja agregata za prskanje, potrebno je voziti između točno izmjerenih točaka na polju, i to ne manje od 100 metara. To se može napraviti između dvije fiksne točke gdje se udaljenost mjeri u metrima, slika 3.293. Preciznost mjerenja bit će veća ukoliko se ispitivanje obavlja s punim spremnikom, a provodi se tri puta da se dobije preciznija srednja vrijednost mjerenja. Brzina se može izračunati pomoću formule:

$$v = 3,6 \cdot \frac{s}{t}$$

gdje su:

$v$  - brzina prskanja, km/h

$s$  - dužina puta, m

$t$  - utrošeno vrijeme, s

3,6 - faktor za pretvaranje m/s u km/h.

**Primjer:** Ukoliko je za udaljenost od 100 m, potrebno 46 sekundi, brzina iznosi:

$$v = 3,6 \cdot \frac{s}{t} = 3,6 \cdot \frac{100}{46} = 7,8 \text{ km/h}$$

Iz tablice 3.15. može se očitati brzina kretanja ovisno o vremenu potrebnom za prelaženje puta od 100 m.

**Tablica 3.15.** Brzina gibanja ovisno o vremenu prelaska puta od 100 m

<b>Vrijeme, (s/100 m)</b>	46	48	50	52	54	56	60	62	64	66	68	70	72	74	78
<b>Brzina, (km/h)</b>	7,82	7,5	7,2	6,92	6,66	6,43	6	5,8	5,6	5,45	5,29	5,14	5	4,86	4,61

Radna brzina prskalice može se izračunati i na drugi način prema formuli:

$$v_{\text{rad}} = \frac{600 \cdot (Q_p - 0,05 \cdot V_i)}{1,1 \cdot B \cdot N_p}$$

gdje su:

$Q_p$  - kapacitet crpke, l/min

$V_i$  - inducirani obujam spremnika, l

$B$  - širina zahvata prskalice, m

$N_p$  - norma ili doza prskanja, l/ha

**Primjer:** Prskalice spremnika  $V_i = 200$  l posjeduje crpku kapaciteta  $Q_p = 200$  l/min i radnu širinu  $B = 18$  m, te normu prskanja 400 l/ha. Kojom se brzinom prskalice treba gibati?

$$v_{\text{rad}} = \frac{600 \cdot (200 - 0,05 \cdot 2000)}{1,1 \cdot 18 \cdot 400} = 7,57 \text{ km/h}$$

Za kvalitetnu zaštitu ratarskih kultura prskanjem treba osigurati kapacitet armature za prskanje od 5 l/min za jedan metar radnog zahvata. Istovremeno, treba osigurati i količinu tekućine za hidrauličko miješanje i za hidrauličke gubitke.

U ovom primjeru kod kapaciteta crpke  $Q_p = 200$  l/min i obujmu spremnika  $V_i = 200$  l to iznosi:

- 5 l/min za 18 m radnog zahvata = 90 l/min
- Količina tekućine za hidrauličke gubitke: 10 % od 90 l/min = 9 l/min
- Količina tekućine za hidrauličko miješanje: 5 % od 2000 l je 100 l

Ovo ukupno iznosi 199 l/min, odnosno crpka kapaciteta 200 l/min pri tlaku 3 bar zadovoljava navedene potrebe. Povećanjem radne brzine smanjuje se količina tekućine za hidrauličko miješanje, pa se prskanje obavlja neujednačenom koncentracijom, što negativno utječe na kvalitetu zaštite.

### 3.15. Količina škropiva (otopine) kemikalija kod punjenja spremnika

Kada je kapacitet mlaznica provjeren, potrebno je izračunati količinu kemikalija koja se stavlja u spremnik korištenjem izraza:

$$q_{k/\text{spr}} = \frac{V_s \cdot q_{k/\text{ha}}}{l/\text{ha}} \quad \text{ili}$$

$$\frac{\text{obujam spremnika} \cdot \text{doza/ha}}{l/\text{ha}} = \frac{900 \cdot 2}{220} = 8,1818 \approx 8,20$$

gdje su:

$q_{k/\text{spr}}$  - količina aktivnog sredstva ili kemikalija po spremniku, l

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

$V_s$  - obujam spremnika, l  
 $q_{k/ha}$  - doza kemikalije, l/ha  
 $l/ha$  - doza tekućine po 1 ha

Ako je spremnik napunjen sa 900 l, a doziranje kemikalije je 2 l/ha, norma prskanja po hektaru je 220 l/ha. Izračunom se dobiva da je potrebno 8,2 litara kemikalije po spremniku. Izračun izbačene količine tekućine može se izračunati ukoliko je poznat kapacitet mlaznice (l/min), te radna brzina agregata za prskanje po sljedećoj formuli:

$$N_p = \frac{600 \cdot Q_m}{v \cdot L_m}$$

gdje su:

$N_p$  - norma prskanja, l/ha  
 $Q_m$  - protok mlaznice, l/min  
 $v$  - zadana brzina agregata, km/h  
 $L_m$  - razmak između mlaznica, m

**Tablica 3.16.** Mlaznica s plosnatim mlazom 110°

Mlaznica	l/min. kod 3 bar	Doza, l/ha									
		50	75	100	150	200	250	300	400	600	
		Brzina, km/h									
371301/4095-08*	0,31	7,4	5,0	3,7	2,5	1,9					
370657/4110-10	0,47	11,3	7,5	5,6	3,8	2,8	2,3	1,9			
370661/4110-12	0,73		11,7	8,8	5,8	4,4	3,5	2,9	2,2		
370672/4110-14	0,91			10,9	7,3	5,5	4,4	3,6	2,7	1,8	
370683/4110-16	1,11			13,3	8,9	6,7	5,3	4,4	3,3	2,2	
370685/4110-18	1,32				10,6	7,9	6,3	5,3	4,0	2,6	
370694/4110-20	1,59					8,9	7,6	6,4	4,8	3,2	
370705/4110-24	2,08					10,6	10,0	8,3	6,2	4,2	
370716/4110-30	2,94							11,8	8,8	5,9	
370727/4110-36	4,04								12,1	8,1	

\*Mlaznica s kutom 95°

Doza prskanje je korektna kada je radni tlak 3 bar. Ako se koristi neki drugi radni tlak, potrebno je provesti ponovni izračun korištenjem korektivnih faktora koji su dani u nastavku.

Izabrani radni tlak	1,5	2,0	4,0	5,0	6,0
Korektivni faktor	0,71	0,82	1,16	1,3	1,42

**Tablica 3.17.** Mlaznica s konusnim mlazom i plavim vrtložnikom, kataloški broj 370156

Mlaznica	l/min. kod 5 bar	Doza, l/ha						
		75	100	150	200	250	300	400
		Brzina, km/h						
370027/1553-10	0,40	6,3	4,7	3,2	2,4	1,9		
370031/1553-12	0,49	7,8	5,9	3,9	2,9	2,4	2,0	
370042/1553-14	0,57	9,1	6,8	4,6	3,4	2,7	2,3	
370053/1553-16	0,70	11,1	8,3	5,6	4,2	3,4	2,8	2,1
370064/1553-18	0,77	12,4	9,3	6,2	4,6	3,7	3,1	2,3
370075/1553-20	0,85		10,2	6,8	5,1	4,1	3,4	2,6
370086/1553-22	0,90		10,8	7,2	5,4	4,3	3,6	2,7
370097/1553-24	0,96		11,6	7,7	5,8	4,6	3,9	2,9
370101/1553-30	1,14			9,1	6,8	5,5	4,6	3,4

**Tablica 3.18.** Mlaznica s konusnim mlazom i sivim vrtložnikom, kataloški broj 370134

Mlaznica	l/min. kod 5 bar	Doza, l/ha						
		100	150	200	250	300	400	600
		Brzina, km/ha						
370027/1553-10	0,82	9,9	6,6	4,9	4,0	3,3	2,5	1,6
370031/1553-12	1,06	12,7	8,5	6,4	5,0	4,2	3,2	2,1
370042/1553-14	1,34		10,8	8,1	6,4	5,4	4,0	2,7
370053/1553-16	1,64			9,9	7,9	6,6	4,9	3,3
370064/1553-18	1,85			11,1	8,9	7,4	5,5	3,7
370075/1553-20	2,12			12,7	10,2	8,5	6,4	4,2
370086/1553-22	2,26				10,8	9,0	6,8	4,5
370097/1553-24	2,53				12,2	10,1	7,6	5,1
370101/1553-30	2,97					11,9	8,9	5,9

Navedeni podatci u tablici su za radni tlak 5 bar, te je u slučaju nekog drugog radnog tlaka potrebno provesti ponovni izračun korištenjem korektivnih faktora koji se daju u nastavku.

Izabrani radni tlak	2,0	3,0	4,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
Korektivni faktor	0,63	0,77	0,90	1,10	1,19	1,27	1,34	1,42

U slučaju korištenja mlaznice s konusnim mlazom koja je isporučena s umetkom za dobivanje većih kapi povećava se samo veličina kapi, dok ostali podatci vrijede isto. Tablice u nastavku daju podatke za mlaznice koje daju pjenu, s napomenom da podatci ovise o specifičnoj gustoći sredstva koje se koristi kao pjena. Mlaznice za izbacivanje pjene (kat. broj 710102) kombinacija su konusnih mlaznica, samo bez vrtložnika.

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

Tablica 3.19. Mlaznice s konusnim mlazom za pjenu

Kombinirano s mlaznicom s konusnim mlazom	Specifična masa (kg/l)	Protok (l/min) pri tlaku 3 bar	Norma (l/ha)					
			100	150	200	300	400	500
			Brzina (km/h)					
370053/1553-16	1,00	1,89		15,1	11,3	7,6	5,7	4,5
	1,28	1,66	19,9	13,3	10,0	6,6	5,0	4,0
	1,40	1,60	19,2	12,3	9,6	6,4	4,8	3,8
370064/1553-18	1,00	2,39		19,1	14,3	9,6	7,2	5,7
	1,28	2,10		16,8	12,6	8,4	6,3	5,0
	1,40	2,02		16,2	12,1	8,1	6,1	4,8
370075/1553-20	1,00	2,88			17,3	11,5	8,6	6,9
	1,28	2,53			15,2	10,1	7,6	6,1
	1,40	2,43		19,4	14,6	9,7	7,3	5,9

Napomena: Tablica sadrži podatke za vodu specifične mase (kg/l) i dva različita sredstva za prihranu specifične mase 1,28 (kg/l) i 1,40 (kg/l).

#### 3.16. Čišćenje prskalice nakon prskanja

Praksa je pokazala da dobro očišćena prskalice nakon korištenja daje mogućnost da će prskalice biti sigurna i pripravna za sljedeću sezonu. Samo čišćenje počinje s kalibracijom prskalice jer kalibrirana prskalice će na kraju prskanja imati najmanju preostalu količinu sredstva za zaštitu u glavnom spremniku. Kontinuirani pregled i čišćenje pročistača osigurava kvalitetan rad ventila, membrane i regulatora i ne oštećuju se za vrijeme rada. Isto tako, neće se događati začepjivanje mlaznica tijekom prskanja, a i produžava se radni vijek crpke.

Suvremene prskalice raspolažu s posebnim spremnikom za čistu vodu za pranje i čišćenje prskalice i ispiranje mlaznica koje se provodi u sljedećim fazama:

1. Nakon prskanja u polju vrši se razrjeđivanje ostatka zaštitnog sredstva u sustavu prskanja, prije čišćenja prskalice.
2. Ispiranje crpke, regulatora cijevi i drugih elementa koji su u dodiru s kemijskim sredstvima za zaštitu bilja.

**A.** Proces čišćenja sustava tekućine iz prskalice može se podijeliti u tri koraka:

- Isprazni se prskalice što je više moguće. Potrebno je zatvoriti ventil za miješanje tekućine i prska se sve dok na mlaznicama ne izlazi zrak.
- Okrene se usisni ventil u smjeru ispiranja spremnika, a tlačni ventil prema glavnom spremniku.
- Pokrene se crpka s približno 300 min<sup>-1</sup>.

**B.** Ispiranje crpke, regulatora, cijevi i drugih elemenata u slučaju da se prskanje zaustavi prije nego je glavni spremnik prazan obavlja se sljedećim postupkom:

- Okrene se ručica ventila „SMART“ u smjeru za ispiranje, a tlačni ventil „SMART“ ostavi se u položaju prskanja.
- Zatvori se ventil za miješanje tekućine.
- Pokrene se crpka i prska se voda iz spremnika za ispiranje u polje dok sve mlaznice i cijevi ne budu oprane čistom vodom. Nakon toga se isključi rad crpke.

### C . Unutarnje ispiranje glavnog spremnika

U početku rada treba okrenuti „SMART“ ventil u smjeru „spremnik za ispiranje“ i tlačni ventil „SMART“ prema „pranju spremnika“. Kad se potrošilo oko 1/6 sadržaja spremnika za ispiranje, kod nekih prskalice je to 75 l vode, okrene se ručica usisnog „SMART“ ventila u smjeru usis iz glavnog spremnika. Zatim se okrene tlačni ventil „SMART“ prema „prskanju“ i poprskaju se ta količina u polje koje smo upravo poprskali. Ovo ponovimo još jednom. Postupak čišćenja prskalice izvana odvija se sljedećim redoslijedom:

- Okrene se usisni ventil „SMART“ u smjeru „spremnik za ispiranje“, a tlačni ventil prema „pranje spremnika“.
- Kad se iskoristi trećina sadržaja vode, okrene se usisni „SMART“ ventil u smjeru „glavni spremnik“.

Vanjsko pranje prskalice obavlja se tako što se okrene tlačni ventil „SMART“ prema „vanjski uređaji za prskanje“ i opere se prskalice s opremom koja je smještena na desnoj strani prskalice. Nakon toga isključi se rad crpke. Količina tehničkog ostatka za daljnju uporabu tekućine u glavnom spremniku propisana je pravilnikom o certificiranju uređaja za uporabu pesticida.

### 3.17. Metoda kontrole ispravnosti prskalice

Često se u proizvodnji ne postiže zadovoljavajući efekt i preciznost pri aplikaciji pesticida iako se radi tehnički ispravnim strojevima (prskalicama). Jedan od razloga je neiskorištenost svih mogućnosti prskalice prema njihovom eksploatacijskom potencijalu. Prema literaturnim podacima u istraživanju problematike tehnike aplikacije pesticida traktorskim prskalicama najveći se značaj pridaje ispitivanju i podešavanju prskalice u eksploataciji. Ispitivanje tehničkih i eksploatacijskih parametara svih važnijih sklopova prskalice obavlja se prema propisanoj metodici s ciljem otklanjanja postojećih neispravnosti i usavršavanja konstrukcije. Postupak testiranja tehničkih sustava za zaštitu bilja Republika Hrvatska je u potpunosti prihvatila, odnosno dokument Europske unije *En 13790-I i II*. Ovaj dokument obuhvaća tri testa pri testiranju svake prskalice, a to su:

- Manotest
- Quantitest i
- Dositest.

**Manotest** je postupak ispitivanja uređaja za mjerenje i pokazivanje tlaka. **Quantitest** je postupak ispitivanja količine protoka crpke u l/min i količine protoka na svim potrošačkim mjestima. **Dositest** je postupak ispitivanja ravnomjernosti površinske raspodjele u uvjetima eksploatacije. Navedeni testovi obuhvaćaju provjeru gotovo svih kvalitativnih i kvantitativnih parametara koji definiraju eksploatacijski potencijal prskalice, te omogućuju uvid u stupanj korištenja eksploatacijskog kapaciteta za svaku prskalicu. Postupak ispitivanja prskalice obavlja se prema sljedećim postupcima:

#### 3.17.1. Vizualni pregled prskalice i pripremni radovi za mjerenje

Osnovni cilj vizualne provjere prskalice je da se utvrdi je li prskalice kompletna sa svim priborom i opremom i je li pravilno agregatirana za traktor. Ukoliko je navedeno ispravno, slijedi puštanje u pogon i onda se počinje obavljati nesmetano provjeravanje i mjerenje.

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

---

Mjerenje osnovnih tehničkih parametara kao što su:

- mjerenje broja okretaja P.V. traktora,  $\text{min}^{-1}$
- provjera tlaka zraka u tlačnoj komori crpke
- provjera točnosti djelovanja instrumenata za mjerenje i pokazivanje radnog tlaka kao što su: manometri i quantometri
- mjerenje ukupnog kapaciteta crpke, l/min
- mjerenje kapaciteta miješanja
- mjerenje ravnomjernosti poprečne raspodjele otopine i
- postupak i metoda laboratorijskog ispitivanja mlaznica.

#### 3.17.2. Mjerenje broja okretaja P.V. traktora

Značajno je utvrditi pri kojem se broju okretaja motora postiže  $540 \text{ min}^{-1}$  priključnog vratila, jer o ovom broju ovisi ukupni protok crpke, odnosno njen kapacitet. Crpka postiže svoj nazivni kapacitet pri  $540 \text{ min}^{-1}$  priključnog vratila i taj broj okretaja mora biti stalan pri prskanju, a odgovarajućim stupnjem prijenosa postigne se željena brzina rada. Ukoliko bi došlo do smanjenja broja okretaja P.V. traktora, linearno bi opadao kapacitet crpke, a to negativno utječe na eksploatacijske parametre. Mjerenje broja okretaja mjeri se elektronskim brojačem okretaja što je bitno zbog provjere opterećenja crpke u trenutku uključivanja svih potrošača.



**Slika 3.294.** Mjerenje broja okretaja pomoću tahometra

(Izvor: <https://www.indiamart.com/proddetail/3-in-1-speed-length-and-tachometer-19652438462.html>)

#### 3.17.3. Provjera tlaka zraka u tlačnoj komori

Na ratarskim prskalicama uglavnom se, prema izvedbi, ugrađuju klipno-mebranske crpke, s prekidnim crpljenjem tekućine, pa je zbog toga radi postizanja ujednačenog i kontinuiranog mlaza iz mlaznica prijeko potrebna tlačna zračna komora crpke. Tlak zraka u tlačnoj komori crpke treba biti jednak ili nešto veći od radnog tlaka kako bi se postigao ujednačen i kontinuirani izlazni mlaz tekućine. Postupak se obavlja crpkom za pneumatike koja ima ugrađen manometar za mjerenje tlaka zraka.

### 3.17.4. Postupak ispitivanja ispravnosti instrumenata za mjerenje tlaka

Protok na mlaznicama ovisan je o radnom tlaku i konstrukcijskoj izvedbi mlaznica, pa je na prskalicama potrebno izmjeriti preciznost uređaja koji mjeri i pokazuje tlak. Ispravnost, odnosno točnost manometra, provjerava se instrumentom **MANOTEST** koji se sastoji od zračno-klipne crpke s preciznim kontroliranim manometrom, klase točnosti 1 ili 0,6 i dva izvoda. Ispitivanje se provodi tako da se zračnom klipnom crpkom tlači radni medij (ulje) na kontrolni manometar i instrumente koji se ispituju, a očitane vrijednosti bilježe. Kriterij točnosti, prema kojem je dozvoljeno odstupanje prosječno izmjerene vrijednosti tlaka ispitivanih manometara  $\pm 2,5\%$  od prosječne vrijednosti indiciranog tlaka na kontrolnom manometru.



**Slika 3.295.** Uređaj za mjerenje ispravnosti manometra i quantometra  
(Izvor: Krišto, 2015)

### 3.17.5. Mjerenje kapaciteta crpke

Izmjereni ukupni protok crpke predstavlja polaznu veličinu za mjerenje i definiranje ostalih parametara eksploatacijskog potencijala. Ovisno o obujmu spremnika prskalice i radnom zahvatu, danas se ugrađuju crpke kapaciteta 40 – 200 l/min. Kapacitet crpke mjeri se pri  $540\text{ min}^{-1}$  priključnog vratila traktora, pri kojem ostvaruje svoj nazivni kapacitet.



**Slika 3.296.** Elektromagnetni mjerač kapaciteta tvrtke Khrono  
(Izvor: Krišto, 2015)

Zadatak mjerenja je utvrditi precizno stvarni kapacitet crpke, na osnovi toga se vidi ostvaruje li crpka protok koji može zadovoljiti sve potrošače na prskalici. Ukoliko crpka ne zadovoljava ove kriterije, daje se preporuka za remont crpke ili njenu zamjenu. Ukupni protok crpke treba podmiriti protok svih mlaznica na armaturi za prskanje, za hidrauličko miješanje otopine u spremniku i hidrauličke gubitke. Navedeni kapacitet crpke može se izračunati formulom koja je prezentirana u poglavlju 3.5 Crpke.

#### 3.17.6. Mjerenje protoka na potrošačima prskalice

U postupku mjerenja obuhvaćeni su sljedeći parametri:

- ukupni protok svih mlaznica
- protok pojedinačnih segmenata armature za prskanje
- protok tekućine namijenjen za hidrauličko miješanje i
- pojedinačni protok mlaznica.

Navedena mjerenja utvrđuju se elektronskim mjeračima protoka, s opsegom mjerenje 0 – 200 l/min. Prskalice koje imaju obujam spremnika 400, 600, 1000 l imaju za miješanje, osim povratnog voda, ugrađen najviše po jedan posebni hidraulički mješač. Kod ovih prskalica navedena mjerenja protoka obavljaju se preko povratnog voda u koji se ugrađuje mjerač protoka. Postizanjem konstantnog broja okretaja od  $540 \text{ min}^{-1}$  priključnog vratila, preko glavnog razvodnog ventila usmjerava se sva tekućina na povratni vod, na kojem je priključak mjerača protoka i na taj se način izmjeri ukupni protok crpke u l/min. Protok na cijeloj armaturi za prskanje mjeri se tako da se s glavnim razvodnim ventilom otvori protok na svim mlaznicama i podesi se željeni radni tlak prema tipu mlaznice. Na mjernom uređaju očita se manja vrijednost protoka povratnog voda, a razlika do ukupnog kapaciteta crpke predstavlja protok svih mlaznica. Ovako izmjereni parametar daje nam uvid o potrošnji otopine svih mlaznica na armaturi za prskanje. Nakon izmjerenog protoka svih mlaznica pri određenom tlaku, utvrđuje se radna brzina agregata kako bi precizno odredili normu prskanja. Osim toga, vrši se mjerenje protoka pojedinačno po segmentima armature za prskanje, jer to daje uvid ima li svaki od segmenata jednak protok proporcionalno broju mlaznica pri istom radnom tlaku. Mjerenje se vrši tako da se isključi protok na cijeloj armaturi za prskanje i onda se otvara i mjeri protok pojedinačno na svakom segmentu. Ako se podijeli izmjereni protok jednog segmenta s brojem mlaznica na njemu, dobiva se podatak o postotku jedne mlaznice i odgovarajućem radnom tlaku.

#### 3.17.7. Mjerenje ravnomjernosti poprečne raspodjele otopine

Proces mjerenja provodi se na probnom stolu koji se koristi za terensko ispitivanje poprečne raspodjele u uvjetima eksploatacije. Prije početka mjerenja poprečne raspodjele tekućine potrebno je provjeriti jesu li sve mlaznice na prskalici ravnomjerno raspoređene i pravilno postavljene. Mlaznice se provjeravaju pri radnom tlaku i na propisanoj visini od testnog stola, kao što je navedeno od strane proizvođača mlaznica.



**Slika 3.297.** Mjerenje poprečne raspodjele tekućine s uređajem *Spray scanner*  
(Izvor: Patković, 2014)

Razina tekućine kod ispravnih mlaznica bit će između gornje i donje dozvoljene granice. Kod začepljenih mlaznica razina tekućine bit će ispod donje dozvoljene razine granice, a kod istrošenih razina tekućine u menzuri bit će iznad gornje dozvoljene granice. Nakon provedenog ovog mjerenja dobiva se slika ravnomjernosti poprečne raspodjele, gdje se vidi zadovoljavaju li ispitivane mlaznice postavljene kriterije ili ih treba zamijeniti novima. Poprečna raspodjela unutar cijelog radnog područja mora biti ujednačena, a definira se pomoću varijacijskog koeficijenta koji ne smije biti veći od 20 %. U svakom žlijebu na području potpunog prekrivanja izbačena količina tekućine ne smije odstupati više od 20 % od srednje vrijednosti za cijelu radnu širinu prskalice.

### **3.17.8. Mjerenje količine povratne tekućine za hidro miješanje**

Osobito je važno mjerenje protoka za hidrauličko miješanje tekućine, a ono se provodi sljedećim postupkom. Ukoliko prskalice ima samo povratni vod koji ima funkciju mješača (ovo su uglavnom prskalice manjeg obujma spremnika 300 – 400 l), tada se otvori protok na mlaznicama pa protok preko povratnog voda predstavlja hidrauličko miješanje. Kod prskalice koje uz povratni vod imaju ugrađen jedan poseban vod za hidrauličko miješanje (ovo su najčešće prskalice s obujmom spremnika 600 i 1000 litara), ispitivanje kvalitete miješanja provodi se u dvije faze. Prva faza je kod otvorenog mješača, a zatim u drugoj kod zatvorenog mješača. Ovo mjerenje ima za svrhu da se utvrdi koliko je kvalitetno miješanje sredstva u spremniku kada se tekućina vraća samo preko povratnog voda i u slučaju kada uz povratni vod miješanja obavlja i glavni mješač. Pri ispitivanju kvalitete hidrauličkog miješanja, mjerenja se provode najprije pri optimalnom radnom tlaku za odgovarajući tip mlaznice na prskalici, a zatim se tlak postupno povećava i istovremeno mjere protoci na mlaznicama i protoci za hidrauličko miješanje. Povećanjem tlaka povećava se protok na mlaznicama, a smanjuje na hidrauličkom miješanju i tada se tlak povećava sve dok protok za hidrauličko miješanje ne zadovolji minimalni kriterij iz formule za kapacitet crpke, tj. izmjerena količina protoka za

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

hidrauličko miješanje ne smije biti manja od 5 % obujma spremnika. Protok pojedinačne mlaznice mjeri se pomoću mjernih menzura i zapornim satom promjenom tlaka u rasponu predviđenom za ispitivani tip mlaznice. U menzuri se prihvaća mlaz i istovremeno se mjeri vrijeme istjecanja. Na taj način utvrđuje se protok svake pojedine mlaznice na armaturi za prskanje. Izmjereni protok mlaznice mora biti u okviru dozvoljenog odstupanja  $\pm 5\%$  od tabličnih vrijednosti protoka za određeni tip mlaznice pri određenom tlaku. Suvremene prskalice imaju složeniju razvodnu armaturu i mehanizme za protok i regulaciju tekućine, gdje se protok ne može mjeriti na osnovi povratnog toka, odnosno samo jednim mjerjačem. Ove prskalice opremljene su mjerno-regulacijskim instrumentima u sklopu kojih je ugrađen mjerjač protoka na mlaznicama. Kod terenske provjere ovih prskalica ugrađuje se mjerjač protoka na povratni vod i mjerjač protoka na tlačni vod kojim se vraća tekućina u spremnik pod radnim tlakom. Ugradnjom tri ili više mjerjača protoka izmjeri se ukupni protok crpke, mlaznica i pojedinih mješača i ukupni protok za hidrauličko miješanje, te usklađenost ovih protoka prema propisanim normativima.

#### 3.17.9. Vodoravna raspodjela tekućine

Ova provjera može se obavljati uređajem *Spray-Scanner*-om koji se sastoji od aluminijskih nosača i pokretnog mjernog uređaja sa sabirnim žljebovima. Uređaj se kontrolira pomoću računalnog programa i u stalnoj je komunikaciji s računalom, gdje se pri radu zaustavlja na razmaku od 1000 mm za mjerenje protoka. Izmjerene vrijednosti prenose se na računalo i odmah iscertavaju na zaslonu računala. Iz dobivenih podataka izračunava se prosječni protok koji pokazuje tolerancijsko polje pojedinih segmenata. Norma EN 13790 nalaže da se pri testiranju prskalica provjeri vodoravna distribucija tekućine i izrazi koeficijent varijacije.



Slika 3.298. Uređaj za ispitivanje horizontalne raspodjele tekućine *Spray scanner*  
(Izvor: Patković, 2014)

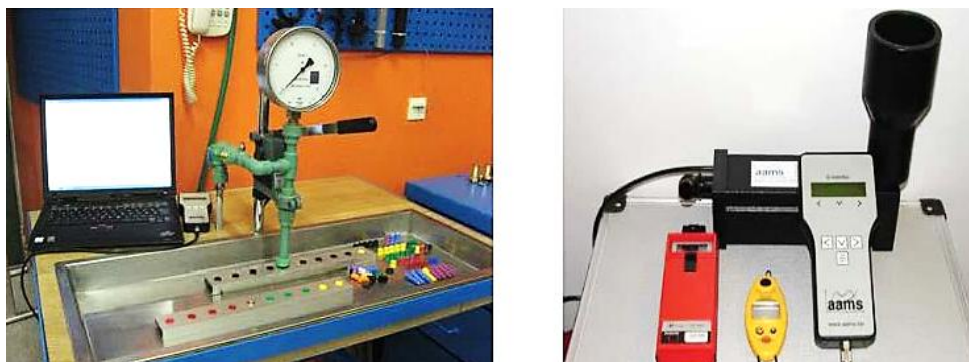
#### 3.17.10. Laboratorijsko ispitivanje mlaznica

Parametri koji karakteriziraju kvalitet mlaznica su:

- kapacitet mlaznice
- dezintegracija i distribucija kapljica
- izlazni kut mlaza
- struktura i spektar kapljice

- Drift ili odnošenje kapljica otopine i
- simetričnost spljoštenih mlazova.

Kapacitet mlaznice ovisi o veličini radnog tlaka, kod mlaznica sa spljoštenim mlazom iznosi 0,5 – 7 l/min, a radni tlak 1 – 5 bar, što ovisi o tipu mlaznice i hektolitarskoj dozi. Na kapacitet mlaznice utječe još i veličina i oblik otvora.



**Slika 3.299.** Stolno-elektronski uređaj za mjerenje protoka mlaznica i uređaj za mjerenje protoka AAMS

(Izvor: Krišto, 2015, lijevo)

(Izvor: <https://www.novanna.co.uk/image/cache/data/Salvarani/nozzle%20sprayer%20crop-500x500.png>, desno)

Za mjerenje protoka tekućine svake mlaznice na prskalicama koristi se stolno-elektronski uređaj. Sastoji se od prijenosnog računala, uređaja za dotok vode s ventilima, uređaja AAMS za mjerenje protoka tekućine i kontrolnog manometra. Provjera se obavlja čistom vodom. Ispitni stol ima elektronsku jedinicu za mjerenje protoka koja mjeri trenutni protok mlaznice, te rezultat sprema u svoju memoriju. Rezultati se naknadno obrađuju posebnim softverom, *Spray-monitor*.

Izlazni kut mlaza mora biti stalan kod konstantnog tlaka, gdje se razlikuje više tipova mlaznica s obzirom na veličinu izlaznog kuta mlaza i to:

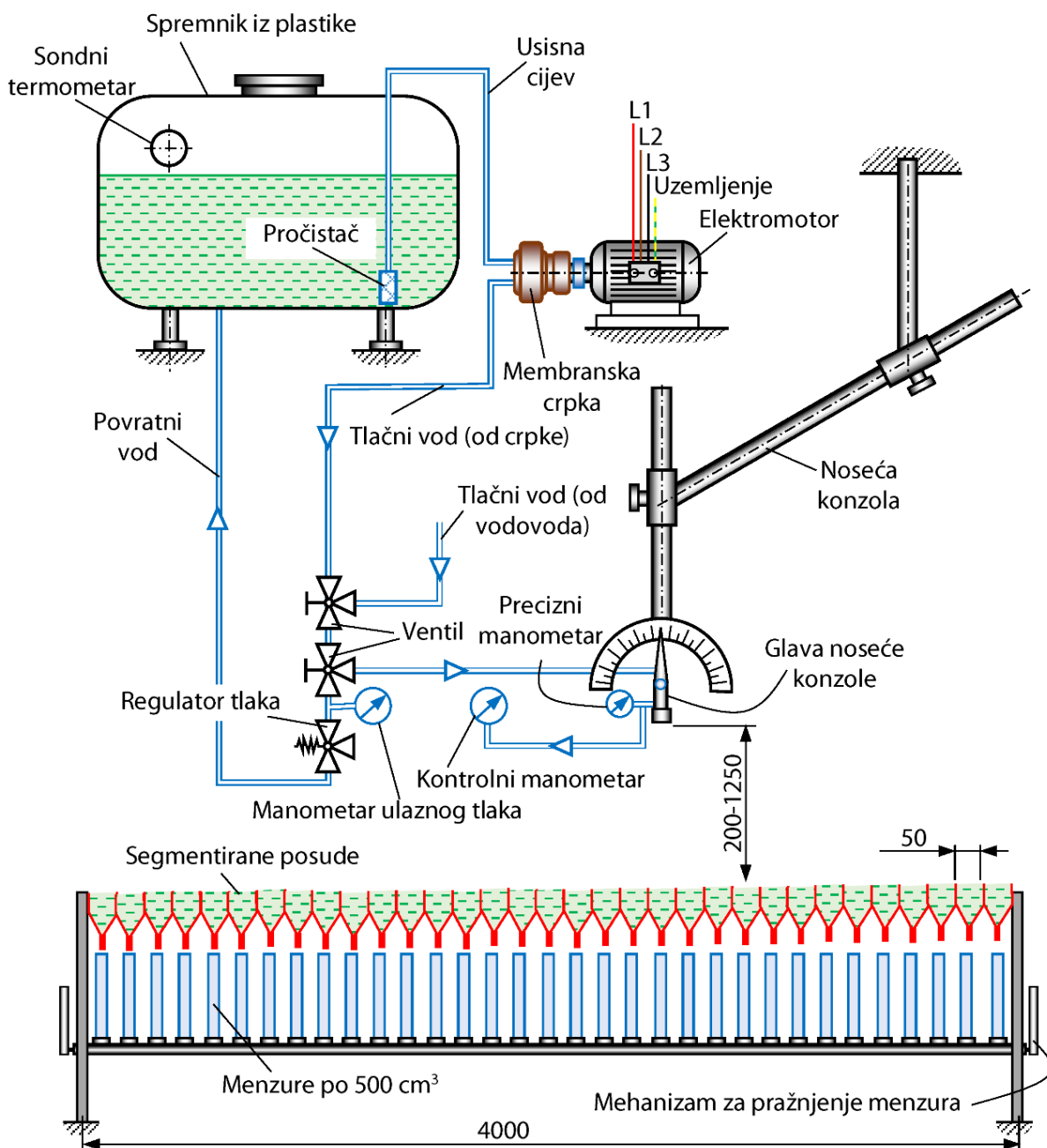
- mlaznica s izlaznim kutom mlaza 60° i 65° (uski mlaz)
- mlaznica s izlaznim kutom mlaza 80° i 90° (kutni normalni mlaz)
- mlaznica s izlaznim kutom mlaza 110° i 120° (široko kutni mlaz) i
- mlaznica s izlaznim kutom mlaza 150° (široko zahvatni mlaz).

Struktura i spektar kapljica u mlazu prikazuje veličine kapljica u mlazu prema njihovim promjerima izraženim u  $\mu\text{m}$ . U tekućem mlazu struktura i spektar kapljica važan su parametar mlaznice o kojem ovisi preciznost depozicije. Što je veličina kapljice u mlazu izjednačenija, postiže se preciznija depozicija. Cilj mjerenja je na temelju dobivenih rezultata ocijeniti kvalitetu mlaznica sa stanovništva preciznosti protoka, a kao mjerilo za ocjenu uzimaju se međunarodni standardi i dozvoljena odstupanja za protoke mlaznica. Prema tim standardima preciznost protoka se utvrđuje s dozvoljenim odstupanjem svih mlaznica, pri radnom tlaku, bez ugrađenog pročistača i uređaja protiv kapanja.

Mlaznice se mogu podijeliti prema propisanom dozvoljenom odstupanju u dvije skupine. Ako je odstupanje prosječno izmjerene vrijednosti protoka ispitivanog tipa mlaznice do  $\pm 5\%$  u odnosu na deklariranu vrijednost protoka, one pripadaju po preciznosti protoka u I. kvalitetni

### 3. PODJELA STROJEVA ZA APLIKACIJU PESTICIDA

razred. Za mlaznice II. kvalitetnog razreda dozvoljeno je odstupanje prosječno izmjerene vrijednosti protoka u odnosu na tabelarnu vrijednost protoka do  $\pm 10\%$ .

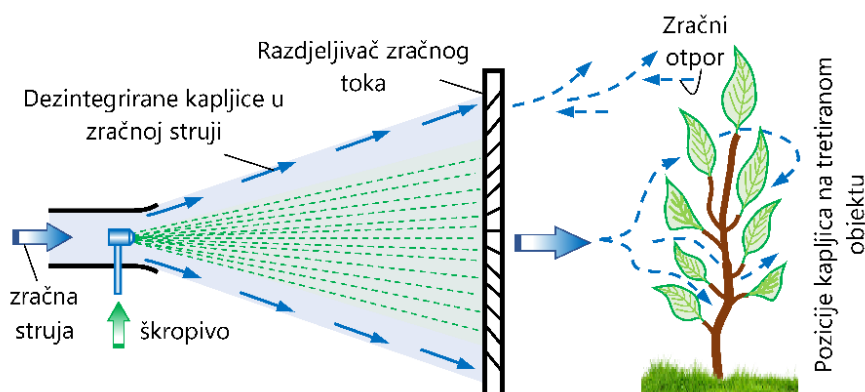


**Slika 3.300.** Shematski prikaz laboratorija za testiranje mlaznica  
(Izvor: original)



### 4. METODA RASPRŠIVANJA

Zaštita višegodišnjih nasada od patogenih organizama zahtijeva veliku pozornost pri čemu se najviše koriste fitofarmaceutska sredstva, a pravovremena zaštita, uz kvalitetnu primjenu kemijskih sredstava, omogućuje postizanje kvalitetne proizvodnje plodova i rentabilniju proizvodnju. Danas je najprimjereniji postupak u zaštiti trajnih nasada metoda raspršivanja kod koje usmjerena zračna struja zraka od ventilatora prenese sitne kapljice na habitus biljke. Brza struja zraka zahvaća i raspršuje tekućinu u sitne kapljice veličine 50 – 150  $\mu\text{m}$ , koje zatim odnosi na odredište, gdje se deponiraju.



**Slika 4.1.** Princip djelovanja raspršivača  
(Izvor: original)

Na taj se način eliminira utjecaj vlastite energije kapi na njihov let i unatoč svojoj maloj veličini mogu bolje prodirati u krošnje voćaka te se zbog treperenja lišća i grančica bolje sedimentiraju i na površine na koje zračna struja izravno ne djeluje. Primjenom ovog postupka (raspršivanja) poboljšava se ravnomjernost pokrivanja površine biljke i fitoterapeutski učinak uz smanjenu količinu aktivnog zaštitnog sredstva. Kvaliteta depozicije sitnih kapljica ovisi o radnoj brzini agregata i brzini zračne struje ventilatora. Male kapljice u laminarnoj struji slijede strujnicama i prepreku zaobiđu, dok se velike kapljice zbog inercije izluče iz mlaza i deponiraju na prepreku. Veličina kapljice je posljedica pneumatske dezintegracije tekućine, pri čemu njihova veličina iznosi 50 – 150  $\mu\text{m}$  i ovisna je o brzini zračne struje, a domet kapljice od obujamnog protoka zraka. Pri brzini zračne struje od 40 m/s i stalnom tlaku tekućine iz mlaznice 15 bar kapljice su veličine 400 – 500  $\mu\text{m}$ , a pri povećanju brzine zraka na 80 – 120 m/s kapljice se smanjuju na 100 – 250  $\mu\text{m}$ . S manjim promjerom kapljica povećava se pokrivenost ciljne površine i smanji utrošak tekućine. Pri radu raspršivačem s manjim kapljicama oko 150  $\mu\text{m}$  potrebno je biti oprezan zbog drifta, a isto tako mora se biti pažljiv i pri većim kapljicama od 400  $\mu\text{m}$  zbog otjecanja kapljica s lista. Zanošenje većih kapljica otežano je zbog njihove veće mase i kinetičke energije. Pri manjim normama (dozama) i manjim kapljicama povećava se koncentracija aktivnog sredstva u tekućini, pa tako svaka zanešena kapljica štetnije djeluje na okolinu. Preciznost i homogenost raspršivanja su vrlo bitni, osobito u uvjetima smanjene količine vode jer je kvalitetu pokrivenosti površine listova moguće postići uz odgovarajuću dezintegraciju tekućine. Kapljica se kroz zrak giba pod utjecajem više sila: vlastite težine, inercijske sile, uzgona i otpora zraka. Istraživanjima više autora za kvalitetno nanošenje kapljica potrebna je brzina zračne struje u krošnji više od 5 m/s (18 km/h). Omjer između pokrivenosti površine koja

nije zaklonjena krošnjom prema zaklonjenoj iznosi 3 : 2 kod primjene raspršivača, dok je kod primjene prskalice 3 : 1,75. Ovaj omjer proizlazi iz činjenice da prskalice ostvaruju izbačeni mlaz hidrauličkim tlakom, čija je karakteristika da kapljice brzo gube potrebnu brzinu i dolazi do njihove sedimentacije blizu stroja. Raspršivači se karakteriziraju nošenim mlazom, gdje udaljenost depozicije ovisi o količini zračne struje koja nosi dezintegriranu tekućinu, ali manje od početne brzine. Reguliranje zračne struje obavlja se promjenom izlaznog otvora na ventilatoru, a kapacitet zračne struje ovisi o tehničkim karakteristikama ventilatora i promjeni broja okretaja vratila rotora. Veći kapaciteti zračne struje omogućuju dovoljnu količinu zračne struje koja nosi škropivo u krošnju voćke, te vrši zračno treperenje lišća i pokriva lice i naličje lista skupnih biljnih dijelova koji se nalaze na suprotnoj strani raspršivača. Prema istraživanjima u Njemačkoj, kod raspršivanja u bujnom nasadu se 40 – 45 % škropiva deponira na lišću, 35 – 40 % na granama i izbojima, a oko 20 % padne na tlo. U većim nasadima gubitci su manji pa se može obavljati raspršivanje strojevima većeg kapaciteta kod zračne struje brzine do 3 m/s, dok se kod manjih nasada mogu primijeniti slabiji uređaji i brzine zračne struje oko 2 m/s.

### 4.1. Tehnički parametri raspršivača

Na kvalitetu i količinu deponiranog preparata na biljku utječu: klimatske prilike, fizikalna svojstva kapljica, karakteristike nasada, tehničke karakteristike načina aplikacija. Zadatak zračnog toka nije samo prenijeti raspršenu tekućinu do lista, već je i na listove deponirati. U idealnom slučaju bi se prilikom prodora zračne mase kroz krošnju biljaka izdvojile sve kapljice kako ih mlaz po izlasku sa zadnje strane stabla ne bi više sadržavao. Takvo potpuno odvajanje praktično je neostvarivo, a može se optimiziranjem odnosa brzine zraka, pravca gibanja i obujma samo poboljšati.

#### 4.1.1. Potrošnja vode

Kao medij za razrjeđivanje zaštitnog sredstva koristi se voda. Nekada su se koristile velike količine vode za raspršivanje, do 2000 l/ha u vinogradima i do 1500 l/ha u nasadima voćaka. Ove količine su u posljednje vrijeme u intenzivno uzgajanim nasadima značajno smanjene. Više istraživanja pokazuje da je time moguće znatno smanjiti troškove, povećati kvalitetu zaštite, a time i postići produktivniju i kvalitetniju proizvodnju. Danas se potrošnja vode kreće 200 – 300 l/ha u vinogradarstvu i oko 150 – 250 l/ha u nasadima voćaka.

#### 4.1.2. Transport kapljica

Transport kapljica vrši se na principu velike količine zračne struje koja je podvrgnuta brzom gibanju i usmjerena je u određenom pravcu. Tekućina ubačena u vidu mlaza ili krupnijih ili sitnijih kapljica u jaku zračnu struju, uslijed svoje fluidnosti i male sile kohezije unutar vlastite mase, prima udarac zračne struje neravnomjerno s različitih strana kapljica i mlaza zraka što uzrokuje njihovu dezintegraciju, odnosno razbijanje. Ujedno dolazi do prenošenja kinetičke energije zračne struje na dispergirane elemente tekućine i njihovog transporta zajedno sa strujom zraka. Dezintegracija kapljica je utoliko veća, ukoliko je zračna struja brža i s većom količinom zraka u odnosu na količinu otopine koju dezintegrira i distribuira. Maseno izraženo, 1kg otopine pesticida ide na 2 – 7,5 kg zraka gdje iz toga proizlazi da koeficijent iskorištenja

#### 4. METODA RASPRŠIVANJA

zračne struje iznosi 0,1 – 0,5. Brzina zračne struje ovisi o dinamičkom tlaku izraženom u Pa, a definiran je jednadžbom:

$$p_d = \frac{\rho_z \cdot v^2}{2 \cdot g}$$

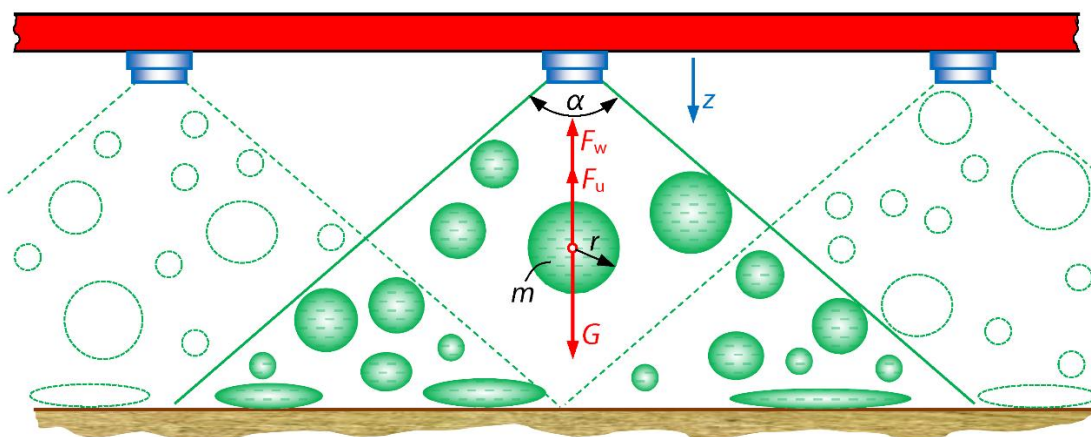
gdje su:

$\rho_z$  - gustoća zraka, kg/m<sup>3</sup>

$v$  - brzina zraka, m/s

$g$  - ubrzanje zemljine sile teže, 9,81 m/s<sup>2</sup>

Iz jednadžbe je vidljivo da je tlak zračne struje upravo proporcionalan kvadratu brzine i s dvostrukim povećanjem brzine gibanja treba četiri puta povećati tlak. Kapljica se kroz zrak giba pod utjecajem više sila kao što su: vlastite težine inercijske sile, sile uzgona i otpora zraka.



**Slika 4.2.** Kapljica škropiva modelirana kao kuglica i sile koje djeluju na kapljicu  
(Izvor: original)

Diferencijalna jednadžba gibanja kapljice izložene djelovanju sila prema slici 4.2. ima oblik:

$$m \cdot a = G - F_w - F_u$$

Kako je omjer gustoće zraka i gustoće kapljice u normalnim atmosferskim uvjetima reda veličine  $10^{-3}$ , sila uzgona  $F_u$  može se zanemariti prema težini kapljice  $G$ . Prethodna jednadžba gibanja tada se svodi na:

$$m \cdot \dot{v} + \gamma \cdot v^2 = m \cdot g$$

gdje je  $\dot{v} = dv/dt = a$ .

Ovo je nelinearna diferencijalna jednadžba i njezino rješenje nalazi se separiranjem varijabli. Označe li se omjeri koeficijenata jednadžbe s:

$$\frac{\gamma}{m} = b, \quad \frac{g \cdot m}{\gamma} = \lambda^2$$

prethodna jednačba dobiva oblik:

$$\frac{dv}{dt} = b \cdot (\lambda^2 - v^2).$$

Ukoliko je brzina kapljice  $v < \lambda$  bit će prema prethodnoj jednačbi  $dv/dt > 0$  pa će se odvijati ubrzano gibanje, sve dok se ne postigne maksimalna brzina  $v_{\max} = \lambda$  pri kojoj je  $dv/dt = 0$ . Prema tome, maksimalna brzina koju kapljica može postići pri gibanju uslijed djelovanja vlastite težine i sile otpora koja je proporcionalna kvadratu brzine iznosi:

$$v_{\max} = \lambda = \sqrt{\frac{m \cdot g}{\gamma}}.$$

Iz ove jednačbe očito je da će tijela s jednakim koeficijentima aerodinamičkog otpora  $\gamma$  postići veće granične brzine ako imaju veće mase  $m$ .

Separiranjem varijabli jednačba dobiva oblik:

$$b \cdot dt = \frac{dv}{\lambda^2 - v^2}.$$

Integriranjem ove jednačbe, uz pretpostavku  $v^2 < \lambda^2$ , dobiva se:

$$b \cdot t = \frac{1}{\lambda} \operatorname{Ar th} \frac{v}{\lambda} + C_1$$

ili u inverznom obliku:

$$v = \lambda \cdot \operatorname{th} (\lambda \cdot b \cdot t + \alpha)$$

gdje je označeno  $\alpha = C_1 \cdot \lambda$ .

Konstanta integriranja  $\alpha$  određuje se iz početnih uvjeta koji mogu biti različiti. Uzevši  $v = v_0$  u trenutku  $t = 0$  dobiva se:

$$\alpha = \operatorname{Ar th} \frac{v_0}{\lambda} = \frac{1}{2} \ln \frac{\lambda + v_0}{\lambda - v_0}$$

Prethodni izraz može se pomoću gore navedenog izraza transformirati na oblik:

$$v = \lambda \cdot \frac{\lambda \cdot \operatorname{sh} (\lambda \cdot b \cdot t) + v_0 \cdot \operatorname{ch} (\lambda \cdot b \cdot t)}{\lambda \cdot \operatorname{ch} (\lambda \cdot b \cdot t) + v_0 \cdot \operatorname{sh} (\lambda \cdot b \cdot t)}$$

#### 4. METODA RASPRŠIVANJA

---

Iz izraza vidi se da brzina padanja teži maksimalnoj vrijednosti  $v_{\max} = \lambda$  kada funkcija  $\text{th}(\lambda \cdot b \cdot t + \alpha)$  teži k jedinici, odnosno  $\lambda \cdot b \cdot t + \alpha \rightarrow \infty$ . Teorijski je to tek pri  $t \rightarrow \infty$ , no za praktičnu primjenu može se uzeti da je maksimalna brzina postignuta već pri  $\lambda \cdot b \cdot t + \alpha = 3$ , jer je  $\text{th} 3 = 0,995 \approx 1$ . Iz tog izraza može se odrediti minimalno potrebno vrijeme padanja za koje kapljica postiže maksimalnu brzinu.

Da se odredi ovisnost između prijednog puta i brzine kapljice treba integrirati jednadžbu napisanu u obliku:

$$v = \frac{dz}{dt} = \lambda \cdot \text{th}(\lambda \cdot b \cdot t + \alpha),$$

odakle slijedi:

$$z = \frac{1}{b} \cdot \ln[\text{ch}(\lambda \cdot b \cdot t + \alpha)] + C_2$$

Uzevši početne uvjete:  $z = 0$  u trenutku  $t = 0$ , dobiva se za konstantu integriranja vrijednost:

$$C_2 = -\frac{1}{b} \cdot \ln \text{ch} \alpha,$$

što nakon uvrštavanja u prethodnu jednadžbu daje:

$$z = \frac{1}{b} \cdot \ln \frac{\text{ch}(\lambda \cdot b \cdot t + \alpha)}{\text{ch} \alpha}$$

Ukoliko je početna brzina  $v_0 = 0$ , tada je i  $\alpha = 0$  pa se prethodni izrazi pojednostavnjuju:

$$v = \lambda \cdot \text{th}(\lambda \cdot b \cdot t), \quad z = \frac{1}{b} \cdot \ln \text{ch}(\lambda \cdot b \cdot t)$$

Dalje se brzina  $v$  može izraziti ovako:

$$v = \lambda \cdot \frac{\text{sh}(\lambda \cdot b \cdot t)}{\text{ch}(\lambda \cdot b \cdot t)} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{\text{ch}^2(\lambda \cdot b \cdot t) - 1}{\text{ch}^2(\lambda \cdot b \cdot t)}} = \lambda \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{\text{ch}^2(\lambda \cdot b \cdot t)}}$$

Iz druge jednadžbe je:

$$\text{ch}(\lambda \cdot b \cdot t) = e^{b \cdot z} = e^{\frac{g}{\lambda \cdot \lambda} \cdot z}$$

Izvrši li se zamjena ove funkcije u prethodnom izrazu slijedi:

$$v = \lambda \cdot \sqrt{1 - e^{-\frac{2g}{\lambda \cdot \lambda} \cdot z}}$$

Razvojem eksponencijalne funkcije u red potencija dobiva se:

$$v = \lambda \cdot \sqrt{\frac{2g \cdot z}{\lambda^2} - \frac{2g^2 \cdot z^2}{\lambda^4} + \dots} = \sqrt{2g \cdot z \cdot \left(1 - \frac{g \cdot z}{\lambda^2} + \dots\right)}$$

Zanemarujući daljnje članove reda, što se može učiniti uz uvjet  $\frac{g \cdot z}{\lambda^2} \ll 1$ , dobiva se:

$$v = \left(1 - \frac{g \cdot z}{2 \cdot \lambda^2}\right) \cdot \sqrt{2g \cdot z} = \left(1 - \frac{\gamma \cdot z}{2 \cdot m}\right) \cdot \sqrt{2g \cdot z}$$

U nastavku je prikazan pojednostavljeni način izračunavanja brzine kapljice. Konstantna (stalna) brzina može se izračunati iz ravnoteže sila na kapljici, prikazano na slici 4.2.

$$G = F_u + F_w$$

ili

$$m \cdot g = m_z \cdot g + 6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r \cdot v,$$

odnosno

$$\frac{4}{3} \cdot r^3 \cdot \pi \cdot \rho \cdot g = \frac{4}{3} \cdot r^3 \cdot \pi \cdot \rho_z \cdot g + 6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r \cdot v$$

nakon sređivanja gornje jednadžbe konačno je:

$$v = \frac{2}{9} \cdot \frac{r^2 \cdot g}{\eta} (\rho - \rho_z)$$

gdje su:

$v$  - brzina kapljice, m/s

$r$  - polumjer kapljice, m

$g$  - ubrzanje zemljine sile teže, m/s<sup>2</sup>

$\eta$  - koeficijent dinamičke viskoznosti fluida (škropiva), Pa·s

$\rho$  - gustoća škropiva, kg/m<sup>3</sup>

$\rho_z$  - gustoća zraka, kg/m<sup>3</sup>

Kapljica škropiva modelirana oblikom kuglice pada kroz zrak zbog djelovanja težine  $G$ . Gibanju kapljice prema dolje suprotstavlja se sila uzgona  $F_u$  i sila otpora zraka  $F_w$ . U početku je težina veća od sile uzgona i otpora zraka, pa se kapljica giba ubrzano prema dolje. Formulu za silu otpora  $F_w = 6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r \cdot v$  definirao je irski matematičar i fizičar George Stokes uz pretpostavku da se kugla (sfera) giba u viskoznom fluidu malom brzinom. Srednja vrijednost koeficijenta dinamičke viskoznosti škropiva pri normalnom atmosferskom tlaku 1013 hPa i temperaturi zraka 20 °C iznosi 0,00172 Pa·s, Landau, L. D. i Lifshitz, E. [76]. Iz formule je razvidno da su brzine gibanja dezintegriranih kapljica upravo proporcionalne njenim veličinama. Manji promjer znači istodobno i manju brzinu gibanja, te veću opasnost od

#### 4. METODA RASPRŠIVANJA

---

zanošenja izvan tretiranog objekta, odnosno neželjenu depoziciju. Na dezintegraciju škropiva, pored veličine otvora mlaznice, djeluje i visina tlaka, Šumanovac i sur. [136]. Naime, veći tlak jače dezintegriira kapljice, a usitnjavanje je znatnije izraženo kod početno nižih tlakova prskanja. Kod mlazova sa sitnijim spektrom kapljica pokrivenost površine je znatno veća nego kod mlazova s krupnijim kapljicama. Najpovoljnija veličina kapljica u zaštiti bilja iznosi 100 – 500  $\mu\text{m}$ , jer su one sitnije podložne isparavanju i driftu, a krupnije cure s tretiranih biljaka čime onečišćuju tlo, podzemne vode, odnosno smanjuje se učinkovitost kemijske zaštite. Kod pesticida kod kojih je nosač voda, prilikom nalijeganja na površinu kapljica promjenom oblika iz kugle u kalotu pokrije 2 – 3 veću površinu, a ako je nosač ulje, ova promjena je još izraženija i iznosi 10 – 15 puta. Dijametar (promjer) kapljice na izlazu iz mlaznice pritom je veći od 150  $\mu\text{m}$ . Prosječni dijametar (promjer) kapljice u spektru dezintegriranog mlaza škropiva može se izraziti na tri načina:

Srednji aritmetički dijametar (NMD - Number Median Diameter) kapljice dobiva se zbrajanjem dijametara svih kapljica i dijeljenjem toga zbroja s brojem kapljica:

$$d/a = \frac{\sum n \cdot d}{\sum n}$$

gdje su:

$d/a$  - srednji aritmetički dijametar kapljice,  $\mu\text{m}$

$n$  - broj kapljica

$d$  - dijametar kapljice,  $\mu\text{m}$

Ovaj dijametar ne pokazuje neko važnije svojstvo mlaza, te se malo koristi. Drugi dijametar kojim se definira veličina kapljice je srednji volumni dijametar (VMD - Volume Median Diameter) koji predstavlja promjer one kapljice koja dijeli čitavi obujam izbačenih kapljica na dva jednaka dijela. Njegovim poznavanjem može se izračunati broj kapljica koji se nalazi u određenoj količini tekućine i gustoća (broj) kapljica na nekoj površini.

$$d/V = \sqrt[3]{\frac{\sum n \cdot d^3}{\sum n}}$$

gdje su:

$d/V$  - volumni ili obujamni dijametar kapljice,  $\mu\text{m}$

$n$  - broj kapljica

$d$  - dijametar kapljice,  $\mu\text{m}$

Treći dijametar kojim se definira veličina kapljice je srednji volumno-površinski dijametar (SMD - Surface Median Diameter) koji predstavlja promjer one kapljice čiji je omjer volumena, odnosno obujma i površine jednak tom omjeru kod čitave količine tekućine. Ovaj dijametar omogućava izračunavanje veličine pokrivenosti površine tretiranog objekta kapljicama.

$$d/VP = \frac{\sum n \cdot d^3}{\sum n \cdot d^2}$$

gdje su:

$d/VP$  - srednji volumno-površinski dijametar kapljice,  $\mu\text{m}$

$n$  - broj kapljica

$d$  - dijametar kapljice,  $\mu\text{m}$

S obzirom na to da male kapljice zbog svoje male mase imaju i malu ustrajnost i posjeduju malu kinetičku energiju, potreban im je za njihov let na veće udaljenosti noseća zračna struja. U njoj zračni otpor predstavlja silu koja brzinu kapljica povećava, a ne da je usporava, kao u slučaju slobodnog gibanja kapljica kroz zrak. Svaki raspršivač u konstrukciji ima ugrađen ventilator za stvaranje zračne struje, odnosno energiju zračnog tlaka koju izbacuje. Količina zračne struje koju stvaraju ventilatori je nositelj određenih karakteristika nošenog mlaza. Domet izbačenog mlaza je ograničen jer kapi gube potrebnu brzinu, a domet nošenog mlaza ostvaruje se na određenu udaljenost bez obzira na veličinu kapi. Ostvarena udaljenost u manjoj mjeri ovisi o brzini zračne struje, dok znatno više ovisi o količini zraka. Ovo se može objasniti činjenicom da i najbrža zračna struja koja se sastoji iz male količine, dolazi iz otvora malog promjera, brzo gubi svoju brzinu. Nasuprot tomu, zračna struja manje početne brzine puno sporije gubi svoju brzinu ako se sastoji od velike količine zraka, odnosno dolazi kroz otvor većeg promjer.

### 4.1.3. Veličina kapljica

Neovisno o brzini nosećeg zračnog toka odloži se na prednju stranu lista većina kapljica većih od 150  $\mu\text{m}$ , dok je za odlaganje na zadnjoj strani, gdje se prihvaćaju samo kapljice manje od 150  $\mu\text{m}$ , utjecaj brzine izrazito značajan. Stupanj pokrivenosti površine se tako povećava s porastom brzine gibanja zraka, što je moguće pojasniti samo s porastom turbulentnosti. Kod aplikacije velikih kapljica moguće je postići bolji učinak zaštite ako pritom zanemarimo slijevanje i otjecanje kapljica koje je značajnije s prednje strane lista.

### 4.1.4. Brzina zraka

Za depoziciju sitnih kapljica osobito je važna što veća brzina zračnog strujanja. Ako dvostruki mlaz naiđe na prepreku, može je izbjeći kod čega se oko prepreke, ovisno o njenoj veličini, formira ili laminarni ili turbulentni tok. Male kapljice u laminarnom mlazu prate istjecanje i zaobiđu prepreku, dok se velike zbog inercije i protoka odlažu na objekt. U turbulentnom protoku su okolnosti za depoziciju malih kapljica povoljnije, jer za njihovo odlaganje na listove vinove loze dovoljna već minimalna brzina 2 – 3 m/s, dok se najbolja depozicija postiže kod brzine zraka 12 – 15 m/s. U voćarstvu neki istraživači preporučuju brzinu u središtu krošnje do 12 m/s, ali ne navode veličinu kapljica upotrebljivanih u eksperimentima. Dokazano je da se najveća depozicija na listove vinove loze postiže kod brzine protoka od 7 m/s. To pojašnjava prihvaćanjem velikih kapljica na prednjoj strani listova što je kod velikih brzina isključeno, ali upozorava na smanjenu mogućnost prodiranja takvog mlaza u središte lisne mase.

### 4.1.5. Smjer zračnog toka

Na kvalitetu i količinu depozicije utječe također smjer kojim zračni tok ulazi u krošnju. Najslabije odlaganje postiže se kada je pravac protoka okomit na smjer vožnje raspršivača i time okomit na redove zasađene voćke. Pomjeranjem usmjerenja zračne struje nanošenje se

## 4. METODA RASPRŠIVANJA

---

poboljšava tako da se pri kutu  $45^\circ$  povećava za 18 %. To uzrokuje dulji put toka kroz lisnu masu, povećava turbulentnosti i smanjuje brzinu pri izlazu sa zadnje strane. Depozicija se također povećava ako se zračni mlaz usmjerava naviše. Pri tome se, uz već navedene prednosti, kao dulji put i veću turbulentnost, postiže i poboljšana dostupnost ispod listova i u sredinu krošnje. Usmjeravanjem zračnog toka moguće je do 36 % povećati količinu nanesenog sredstva na štice objekta.

### 4.1.6. Turbulentnost protoka

Kod protoka dvofaznog mlaza kroz krošnje u praksi uvijek nastupe turbulentni efekti, što pospješuje nanošenje krupnih kapljica, dok na velike nemaju bitnog utjecaja. Kako se turbulentnost povećava razmjerno prosječnoj brzini medija, naročito je značajno, posebno pri postupcima s malim količinama vode i malim kapljicama, da turbulencija ne padne ispod neke donje granice.

### 4.1.7. Obujam zraka

Energija koja sadrži zračni tok je, osim njegove brzine, ovisna također o obujmu zraka. Povećanim obujmom u krošnju se unosi više energije, opadanje brzine je sporije, povećava se turbulentnost, a povećava se također i količina nanesenog sredstva na listove.

### 4.1.8. Odnosenje kapljica iz nasada - drift

Kod kemijskih mjera zaštite bilja pojavljuju se u manjoj ili većoj mjeri otjecanje velikih kapljica na tlo i odnosenje istih iz nasada. Otjecanje na tlo moguće je smanjiti već pravilnim pripremanjem postupaka raspršivanja. Odnosenje iz nasada, naročito kod raspršivača velikog obujma, predstavlja problem koji znanstvenici i konstruktori pokušavaju rješavati definicijom najprikladnijih klimatskih prilika, sužavanjem spektra kapljica, modifikacijama konstrukcija strojeva i prilagođavanjem oblika nasada. Na količinu drifta utječu klimatski i biološki parametri na koje je teško djelovati, kao i tehnički parametri koje je moguće prilagođavati i njihovim pravilnim odabirom znatno smanjiti odnosenje sredstva. Najznačajnije mjere su:

- Skraćivanje dužina leta kroz zrak.
- Smanjenje broja kapljica manjih od  $100 \mu\text{m}$  koje su najosjetljivije na drift.
- Poboljšanje karakteristika zračnog mlaza i time postizanje povoljnije količine i kvalitetnije depozicije.

Mjere koje smanjuju drift su, dakle, slične onima koje povećavaju kvalitetu i količinu nanošenja zaštitnog sredstva na biljke, što ukazuje na njihovu međusobnu povezanost i ovisnost. Dužina leta kapljica ima za posljedicu njihovo povećano isparavanje i smanjenje brzine gibanja, manje i sporije kapljice su pak podložnije utjecaju vjetera pa ih odnosi iz nasada. S postavljanjem mlaznica što bliže biljkama, taj je učinak moguće smanjiti, te istovremeno s time i popraviti vertikalno raspoređivanje depozicija zaštitnog sredstva. Brojnost kapljica koja je naročito velika kod tlačnog načina dezintegracije ima izuzetni utjecaj na količinu odnesenog materijala iz nasada. Sitne kapljice brzo isparavaju, sadrže malu kinetičku energiju zbog čega lebde u zraku i time su izuzetno podložne vjetru. Njihov broj moguće je smanjiti kvalitetnom konstrukcijom mlaznica, povećanjem viskoziteta otopine i snižavanjem tlaka raspršivanja. Mali povjetarac koji puše brzinom 2 – 5 m/s može omesti zračni mlaz početne brzine od 50 m/s. To

se objašnjava deseterostrukim smanjenjem brzine zračnog mlaza na udaljenost i 3 m od ventilatora. Mjerenja provedena u aerodinamičnom tunelu pokazala su da na udaljenosti od 2,4 m od otvora dodirnog ventilatora, suprotan (poprečni) vjetar brzine 3, 4,5 i 6,7 m/s skrene zračni mlaz za kut od 15,6°, odnosno 70°. Zračni mlaz također ometa i kretanje raspršivača duž redova stabala. Walkalate [153] je opisao da učinkovitost prodiranja u usjev opada proporcionalno brzini gibanja na kvadrat. Međutim, između brzina raspršivača od 3,2 i 4,7 km/h Derksen [40] nije pronašao nikakve značajne razlike u brzini zračnog mlaza u krošnjama. Fox [51] je opazio da je smanjenje prodiranja uzrokovano skretanjem zračnog mlaza, raspršivanjem zračnog toka u okolnom zraku i apsorpcijom energije iz zraka koju stvara lišće. Kada se brzina kojom radi raspršivača smanji sa 6,4 km/h na 3,6 km/h, brzina zraka izmjerena u krošnji opada za 10 – 15%. Kako je Travis [147] opisao, skretanje mlaza zraka na vrijeme postupka s raspršivačem u voćnjacima smanjuje deponiranje kapljica i pogoršava raspodjelu raspršivanja unutar krošnji. Međutim, Fox [51] i Walkalate [153] pokazali su da je skretanje mlaza zraka uzrokovanog puhanjem vjetra smanjilo skretanje zračne struje, a povećalo ukupno taloženje raspršenog sredstva na krošnjama, ali na račun sposobnosti prodiranja i ujednačenosti.

### 4.1.9. Elektrostatički nabijene kapljice

U električnom polju unutar biljke na kapljice djeluje elektrostatička sila čija veličina ovisi o količini električnog naboja na njoj i o njenoj masi. Ova sila nadvladava nad ustrajnom samo kod lebdećih kapljica, stoga je ovaj postupak moguće primjenjivati samo kod finog raspršivanja otopine, te je bolje nanošenje na površini listova uz porast brzine zraka koji nosi kapljice, pri čemu se količina zaštitnog sredstva smanjuje na prednjoj strani lista, a na zadnjoj se povećava.



**Slika 4.3.** Prikaz elektrostatičkog orošavanja  
(Izvor: Malešević, 2018)

## 4.2. Osnove teorije rada raspršivača

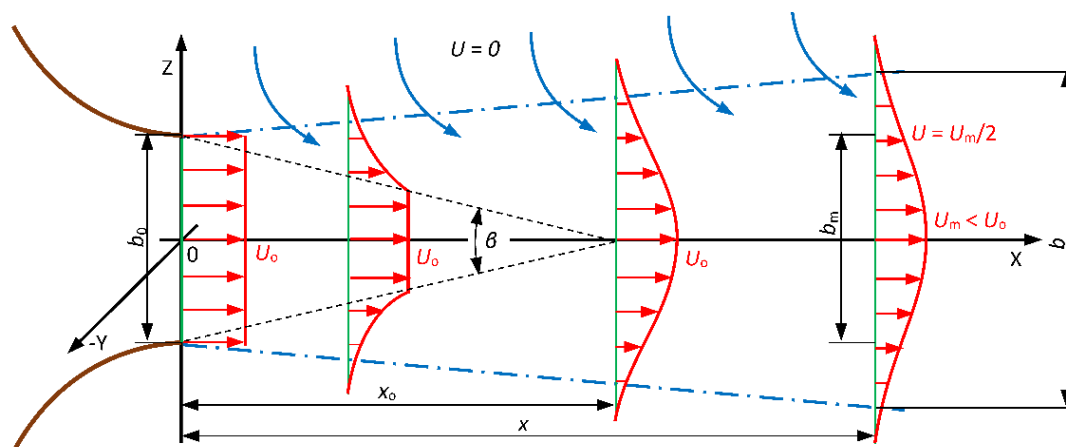
Oblike zračnih mlazova vezano za otvore iz kojih izlaze možemo podijeliti u dvije grupe:

- mlazovi iz osnosimetričnih i
- mlazovi iz izduženih i pravokutnih otvora.

Lepezasti oblik mlaza dosta je bio raširen kod većih volumenskih raspršivača, ali zbog oštrijih zahtjeva prema očuvanju okoliša postaju sve neprimjereniji. Osnosimetrični mlazovi su mlazovi iz okruglih otvora, iako se i mlazovi iz kvadratnih otvora ponašaju jednako.

## 4. METODA RASPRŠIVANJA

Primjenjuju se kod raspršivača velikog dometa, tzv. zračnih topova i kod raspršivača koji zračni mlaz iz radijalnog ventilatora vode i usmjeravaju kroz više stabilnih ili pomičnih izlaznih usmjerivača. U praksi se primjenjuju mlazovi iz pravokutnih otvora jer se kod većine suvremenih raspršivača zračni mlaz iz radijalnog ili aksijalnog ventilatora preusmjerava samo toliko da izlazi kroz dva bočno namještena otvora. Time se pokušava konstrukcijom formirati mlaz čiji je pravac gibanja paralelan s tlom, odnosno usmjeren nešto malo naviše, tako da bude zračni mlaz po visini prilagođen uzgojnom obliku biljaka. Namjera takve konstrukcije je da se smanji odnošenje zaštitnog sredstva izvan područja biljaka. U oba slučaja iz otvora izlazi neka količina zraka  $U_0$ , koja se uzduž puta gibanja zbog turbulencije miješa sa zrakom iz okoline i djelomično ga povlači sa sobom. Zbog toga se masa gibanja zraka stalno povećava. Po izlasku iz usta mlaznice granični se slojevi taru o mirujući zrak okoline pa se time i oni zbog trenja usporavaju. Jezgra u kojoj zrak još uvijek posjeduje početnu brzinu postaje zbog toga sve uža, a na udaljenosti  $X_0$  od izlazišta se zbog trenja među slojevima zraka u mlazu počinje smanjivati i brzina se definira u profilu. Kod širenja mlaza otežano je definirati njegovu širinu, jer brzina na njegovoj periferiji nikad ne dostigne vrijednost  $U=0$ , već joj se samo asimptotski približava. Zbog toga se granice mlaza određuju s naprijed izabranom najmanjom brzinom zraka iskazanom u odnosu na najveću u sredini. Ograničenja je tako moguće dostići kod 50 %, 5 %, 0,5 % ili 0,05 % vrijednosti srednje brzine  $U_m$ . Ova polazišta su osnova za teorijsko istraživanje svih daljnjih razmatranih zakonitosti prostornog prostiranja i stupnja turbulentnosti jediničnih i sastavljenih zračnih mlazova.



**Slika 4.4.** Osnovne odlike o slobodnome zračnom mlazu  
(Izvor: Berčić, 1999)

gdje su:

$b_m$  - širina mlaza pri  $U = \frac{U_m}{2}$ , m

$b_0$  - širina mlaza pravokutnog oblika, m

$U_0, U_m, U$  - brzina zraka, m/s

$X_0, X$  - udaljenost od izlaza iz mlaznice, m

$\beta$  - kut širenja mlaza, °

Ukupna energija nekog mlaza je po zakonu o očuvanju energije definirana formulom:

$$E = E_k + E_p + E_t + E_a + E_g = \text{const.}$$

gdje su:

$E_k$  - kinetička energija, J

$E_p$  - potencijalna energija, J

$E_t$  - tlačna energija, J

$E_a$  - energija ubrzanja, J

$E_g$  - energetska gubici, J

Ako se jednačba odnosi na dvije točke u stacionarnom slobodnom mlazu među kojima nema ni potencijalnih, akceleracijskih ni tlačnih razlika, ona ima pojednostavljeni oblik:

$$E_{K1} = E_{K2} + E_g \text{ ili}$$

$$E_{K1} - E_{K2} = E_g$$

Razlika kinetičkih energija na jedinicu gibajućeg zraka, koju zovemo izgubljena energija, najprije se zbog trenja između slojeva zraka različitih brzina pretvorila u kinetičku energiju vrtložnog gibanja, a zatim u toplinsku energiju. Prilikama u zračnom mlazu prilagođen oblik gornje jednačbe ima oblik:

$$E_o - E_x = \frac{1}{2} \rho_z (U_o^2 - U_x^2) = E_g \text{ (J/m}^3\text{)}$$

Ukupnu energiju mlaza može se u bilo kojoj točki definirati sadržajem njegove kinetičke energije i sadržajem koji se s vrtloženjem pretvara u toplinsku energiju. Ova zakonitost vrijedi unatoč tome što se brzina gibanja mlaza s udaljenošću od usta mlaznice smanjuje, kao i da se s širinom i visinom povećava i obujam zraka u njemu, što predstavlja odstupanje od fizikalne definicije zakona o očuvanju energije iskazanog *Bernulijevom* jednačbom. Opadanje kinetičke energije dužinom puta mlaza može se prikazati i njenim omjerom prema početnoj vrijednosti čime je određen koeficijent disipacije energije:

$$K_{\text{disp}} = \frac{E_x}{E_o} = \left( \frac{U_x}{U_o} \right)^2$$

gdje su:

$E_o$  - kinetička energija na izlazu iz usta mlaznice, J

$E_x$  - kinetička energija na udaljenosti  $x$  od usta mlaznice, J

$E_g$  - pretvorena energija, J

$U_o$  - početna brzina zraka, m/s

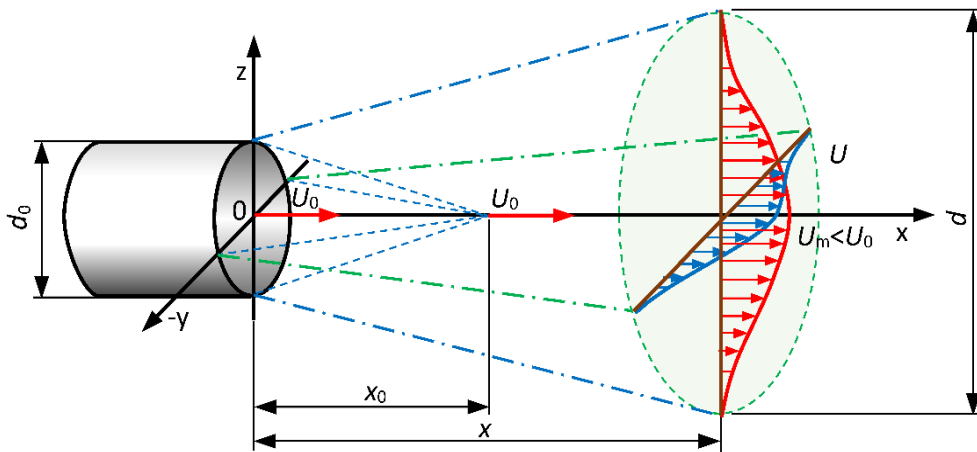
$U_x$  - brzina zraka na udaljenosti  $x$ , m/s

$\rho_z$  - gustoća zraka, kg/m<sup>3</sup>

$K_{\text{dis}}$  - koeficijent disipacije energije

### 4.2.1. Osnosimetrični zračni mlaz

Nakon izlaska iz okruglog otvora promjera  $d_0$  zrak ima po cijelom presjeku istu početnu brzinu. Profil brzine je pravokutan. Na udaljenosti  $X_0$  od polazišta taj se profil, zbog već opisanog trenja i miješanja s graničnim slojevima, pretvori u oblik koji se približava *Gaussovoj* krivulji, a koji je definirao *Goertler*.



Slika 4.5. Stanje brzina u osnosimetričnom mlazu  
(Izvor: Berčić, 1999)

### 4.2.2. Stanje brzina u osnosimetričnom mlazu

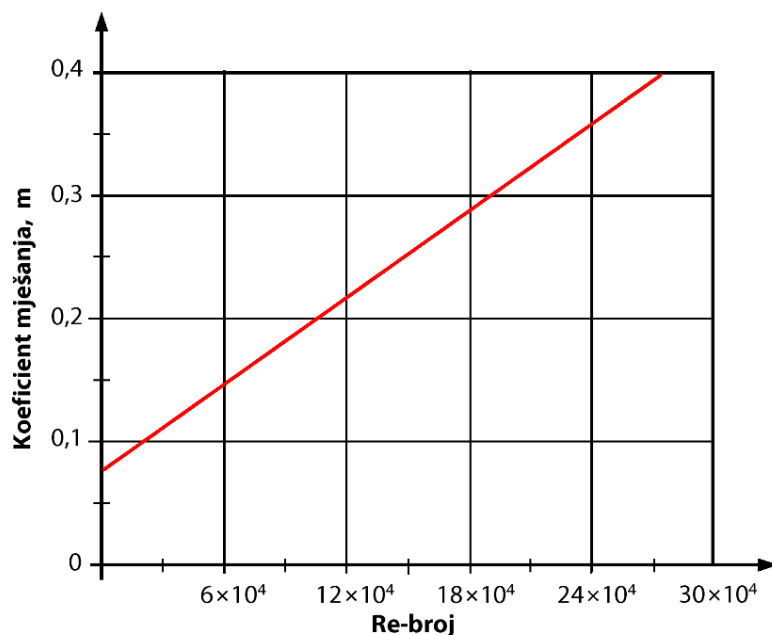
Prema *Regenscheidtu* je udaljenost  $X_0$  određeno izrazom:

$$X_0 = \frac{d_0}{m}$$

Navedeni bezdimenzionalni broj  $m$  zove se i koeficijent miješanja, a ovisi o stupnju turbulencije mlaza na izlazu. On ima vrijednost kod protoka, koje ostvaruju na raspršivačima ugrađeni ventilatori i iznose 0,1– 0,4. Ako su ugrađene mlaznice za raspršivanje tekućine, mogu ove vrijednosti, ovisno o kvaliteti izvedene konstrukcije, biti i znatno veće. *Rosswang* je na osnovi mjerenja u okolnostima sličnim prilikama na raspršivačima utvrdio izravnu ovisnost koeficijenta miješanja o *Reynoldsovom* broju (*Re*-broju) za sve udaljenosti, od kojih je  $X > X_0$  brzina u sredini mlaza počinje opadati ( $U_m < U_0$ ) i to obrnuto proporcionalno s udaljenošću  $x$ .

Na osnovi utvrđenog može se svaki zračni mlaz podijeliti na dva područja:

- područje formiranja mlaza od  $X = 0$  do  $X = X_0$  i
- područje prostiranja mlaza za sve  $X > X_0$ .



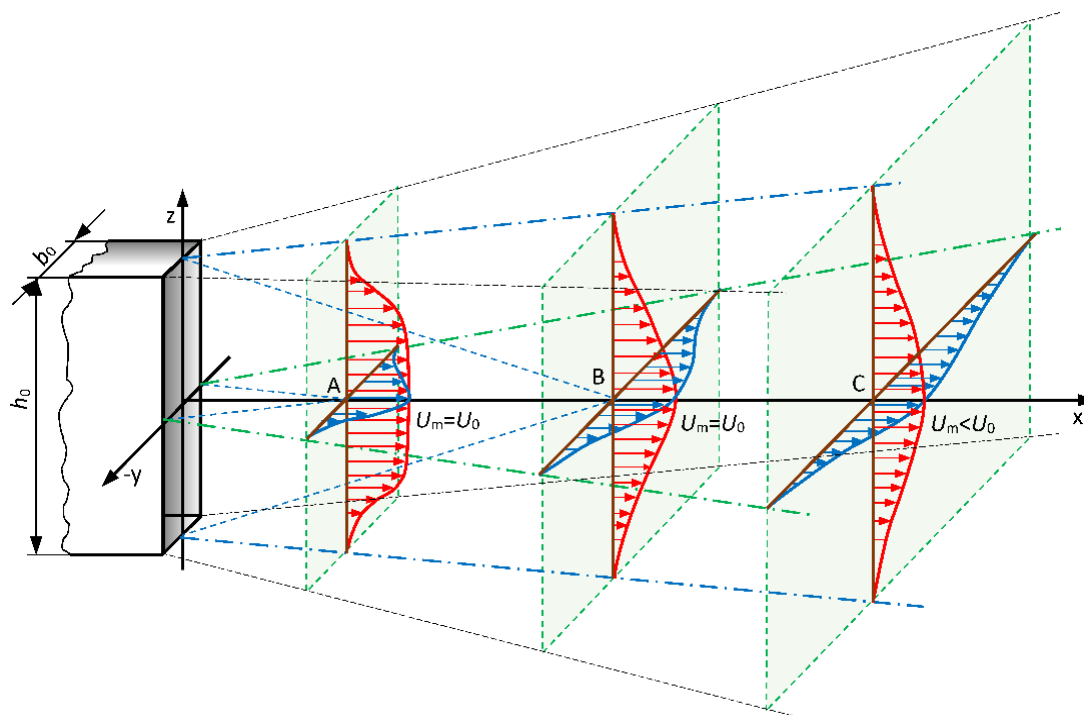
**Slika 4.6.** Ovisnost koeficijenta mješanja  $m$  i  $Re$ -broja  
(Izvor: original)

Iz rezultata istraživanja *Prandtl* i *Tollmierna* o smanjenju brzine slobodnog zračnog mlaza moguće je izračunati njegove dimenzije, povećanje količine zraka koji se u njemu kreće i opadanje kinetičke energije koju sadrži. *Regenscheid* je uz neka manja pojednostavljenja definirao područje  $X > X_0$  i sljedeću jednadžbu za određivanje osnovnih parametara mlaza:

- srednja brzina (kod  $k = 1$ )  $U_m = \frac{1}{X^k}$
- kut širenja  $\alpha = m \sqrt{\frac{2}{\pi}} \sqrt{\ln \frac{U_m}{U}}$
- širina mlaza  $b_m = \sqrt{\ln \frac{2}{\pi}} X$
- obujam mlaza  $V = V_0 \frac{2x}{X_0}$
- energija mlaza  $E_x = E_0 \frac{2X_0}{3X}$

#### 4.2.3. Pravokutni protok u ravnini

Pojednostavljenja kod proučavanja svojstava protoka u ravnini proizlaze iz pretpostavke da postoji otvor iz kojeg mlaz izlazi, uz poznatu širinu i beskonačno veliku visinu  $h_0$ . Oblik *Gaussove* krivulje pokazuje mlaz samo u ravnini  $x$ - $y$  i zbog toga se miješa s okolnim zrakom samo s dvije divergentne plohe u ravnini.



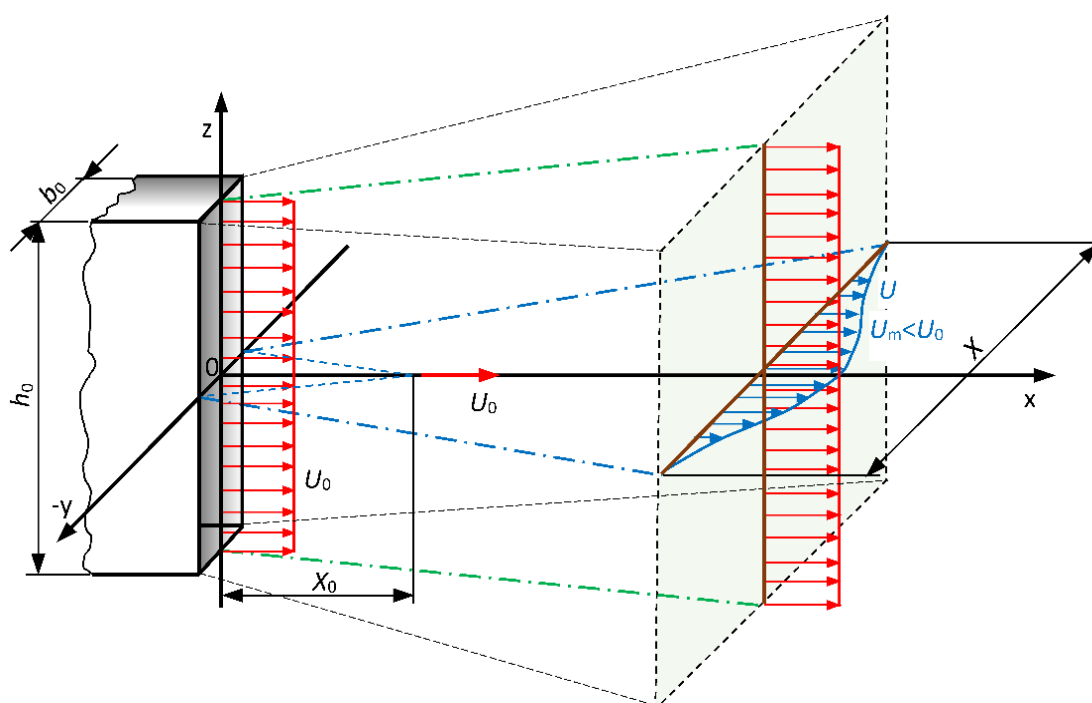
**Slika 4.7.** Raspoređivanje brzine u pravokutnom mlazu u ravni  
(Izvor: Berčić, 1999)

Opadanje brzine gibanja pravokutnog mlaza je zbog relativno manjeg trenja usporenije nego kod osnosimetričnog mlaza jer je koeficijent  $k$  ovisan o izlaznom otvoru. On je kod pravokutnog oblika manji nego kod okruglog ili kvadratnog otvora. Iz istog razloga su u odnosu na osnosimetrični mlaz kut širenja i širina mlaza veći, obujam gibajućeg zraka ima usporeniji porast, a manje je i opadanje kinetičke energije. Kod pravokutnog je mlaza jednako kao kod osnosimetričnog, dužina jezgre, odnosno područja njegovog formiranja  $X_0$ , ovisna o  $Re$ -broju na izlazu iz otvora koeficijent miješanja  $m$  kao i kod širine izlaza. Zato oba parametra bitno utječu na domet zračnog protoka. Na isti način, kao za osnosimetrično istjecanje, prema istim autorima. Definirane su jednadžbe za izračun geometrijskih energetskih parametara pravokutnog mlaza (odnosi se na područje  $X > X_0$ ):

- srednja brzina kod  $k < 1$ : 
$$U_m = \frac{1}{X^2}$$
- kut širenja 
$$\alpha = \text{tg}^{-1}\left(m \sqrt{\frac{2}{\pi}} \sqrt{\ln \frac{U_m}{U}}\right)$$
- širina mlaza (za  $U/U_m = 0,5$ ) 
$$b_m = \sqrt{\ln \frac{2}{\pi}} X$$
- obujam mlaza 
$$V_o = \sqrt{\frac{2X}{X_0}}$$
- energija mlaza 
$$E_x = E_o \sqrt{\frac{2X_0}{3X}}$$

#### 4.2.4. Prostorni pravokutni protok

Prostorna karakteristika pravokutnog mlaza razlikuje se od pravokutnog u ravnini zbog izlaznog otvora. Kod prostornog pravokutnog mlaza gibajući zrak stvara trenja s okolnim zrakom i giba se ne samo duljom stranicom pravokutnika, već i uzduž kraće stranice pravokutnika. Zbog toga je potrebno ukupni protok dijeliti na tri područja koja se zbog specifičnih karakteristika njegovih gibanja dosta razlikuju. U prvom području osna je brzina konstantna zbog čega je tu još moguće raspravljati o jezgri mlaza. Ta dužina definirana je jednako kao kod osnosimetričnog ili mlaza u ravnini, ali je zato potrebno drugačije definirati s  $Re$ -brojem i veličinom  $k$  na izlaznom otvoru. Istraživanja ovog područja, u kojem se formira *Gaussov* brzinski profil, nema puno, a zbog male dužine ( $X_0 = (2-3) b_0$ ), to je za stanja koja se pojavljuju pri radu ventilatora na raspršivačima zanemarivo.

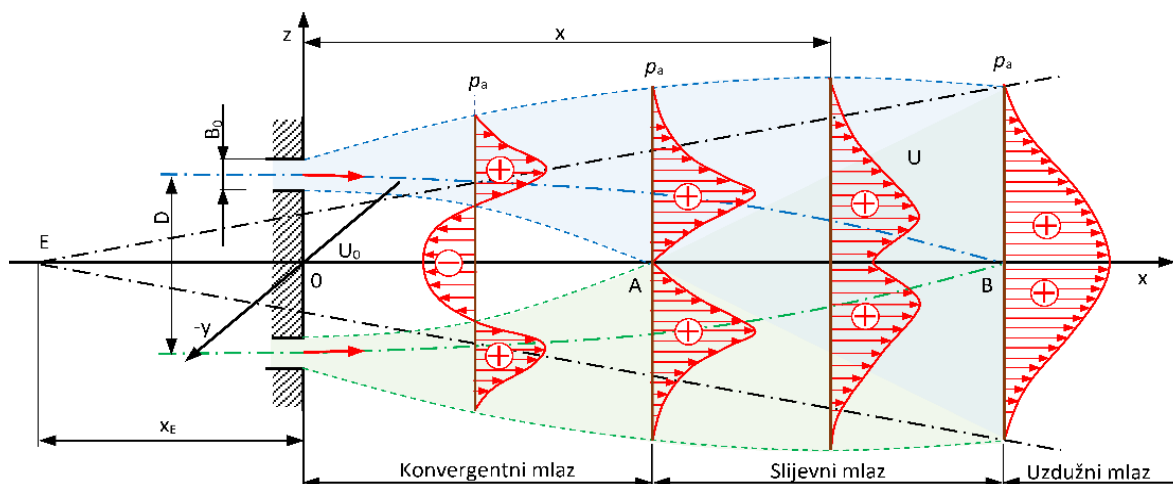


Slika 4.8. Raspoređivanje brzina kod pravokutnog prostornog mlaza  
(Izvor: Berčić, 1999)

Kod drugog područja brzine mlaza smanjuju se prema zakonitostima jednakim onima za pravokutni protok u ravnini. Područje počinje u točki *A*, gdje se dodiruju granične tarne plohe, izlazeći iz kraće dimenzije izlaznog otvora i završava u točki *B*, može se tretirati također kao osnosimetrično stanje. U njemu se oblici profila brzina ponašaju prema zakonitostima osnosimetričnog mlaza. Ovo je područje znatno udaljeno od izlaznog otvora pa je zato za prikazivanje osobina mlaza beznačajno.

### 4.2.5. Sastavljeni zračni mlaz

Ovaj zračni mlaz se u literaturi tretira kao kombinacija dvaju izlazećih isticanja zraka iz pravokutnih otvora, zato se naziva dvostruki mlaz. Dva paralelna uspravna pravokutna otvora, s odgovarajućim omjerom između širine i visine, osiguravaju optimalne mogućnosti za proučavanje zakonitosti i izvođenje eksperimenata. Utjecaj miješanja obaju mlazova sa zrakom iz okoline uzduž njihovih kraćih stanica je do razmjerno velike udaljenosti od usta otvora, beznačajan. Stoga je sve zakonitosti moguće pratiti samo u ravnini x-y.



**Slika 4.9.** Dvostruki paralelni mlaz

(Izvor: Berčić, 1999)

Iako je primjena dvostrukog mlaza u tehnici dosta česta, o tome je objavljeno relativno malo informacija. Sva istraživanja temelje se isključivo na rezultatima laboratorijskih eksperimenata, dok se teorijska rasprava o udruživanju dvaju ili više mlazova u literaturi ne može naći. Osnovna karakteristika sastavljenog zračnog protoka je u tome da svaki od mlazova usisava zrak iz okoline po svojoj vanjskoj površini. Zbog toga se između njih pojavljuje podtlak koji uzrokuje priklanjanje obaju zajedničkoj simetriji i njihovo spajanje u jedinstven protok. Ukupno formiranje jedinstvenog mlaza podijeljeno je u tri međusobno vrlo različita područja:

- područje konvergencije, udaljenost 0 – A
- područje slijevanja, udaljenost A – B i
- područje sjedinjenja mlaza, desno od točke B.

U područje konvergencije oba su mlaza još rastavljena. Svaki od njih formira svoj profil brzine, po zakonitostima koje su važeće za jedinični zračni protok. Bitna je razlika samo u tome što se zbog spomenutog podtlaka između njih naginju prema zajedničkoj osi obaju mlazova, pa se uočava gibanje zraka u suprotnom smjeru. Područje slijevanja počinje u točki A, gdje se oba mlaza toliko približe da se njihovi profili brzina dodirnu, ali je na točki dodira brzina zraka  $v = 0$ . Daljnjim gibanjem u pravcu osi x mlazovi se slijevaju, dok se u točki B u cijelosti ne sjedine. Točan položaj obaju točaka se zbog neravnomjernog protoka ne može precizno odrediti, ali se prema podacima dobivenim na osnovi mjerenja mogu odrediti njihove koordinate:

- za točku A:  $X_a = 8-15 b_0$
- za točku B:  $X_b = 30 b_0$

Specifičnost ovog područja izražava se u povećanom statičkom tlaku u protoku, što nije primijećeno u druga dva područja, niti kod bilo kojih jediničnih mlazova. Zbog toga je mlaz nestabilan, a izvođenje mjerenja otežano. Oblik profila brzine u području spojenog mlaza jednak je profilu jediničnog pravokutnog mlaza u ravnini, ali je daljnje opadanje brzine uzduž osi  $x$  kod uzdužnog mlaza puno brže nego kod jediničnog. Širina mlaza se od točke  $B$  unaprijed mijenja kao kod kojih je omjer  $D/b_0 < 16$  i određuje se jednadžbom:  $X_e = 10,6 \cdot b_0$ . Usisavanje zraka iz okoline u sva je tri područja veće nego kod jediničnih mlazova, a osobito je naglašeno u području konvergencije. S obzirom da se time brže povećava obujam zraka u mlazu, povećava se i njihova širina, znatno više nego kod jediničnog. Ova pojava je najizraženija kod dvostrukih mlazova, kod kojih je odnos udaljenosti između otvora i njihovih širina  $D/b_0 = (14-16)$ . Konvergentno utjecanje dvaju ili više zračnih protoka koje bi, analogno gornjim tvrdnjama, moglo dovesti do još ubrzanijeg opadanja brzine u uzdužnom mlazu, u literaturi još nije obrađeno.

### 4.2.6. Turbulentnost protoka

U mnogim kapljičastim i plinskim protocima dolazi često do pojave kada je srednja poprečna brzina konstantna i gibanje se može smatrati stacionarnim. U dovoljno kratkom vremenskom periodu primijete se ravnomjerne ili neravnomjerne promjene te brzine oko njene srednje vrijednosti. Stvarna brzina mlaza u nekoj točki iznosi:

- u pravcu  $x$ :  $U = \bar{U} + U'$
- u pravcu  $y$ :  $V = \bar{V} + V'$
- u pravcu  $z$ :  $W = \bar{W} + W'$

Takav se protok smatra turbulentnim. U njemu su  $U$ ,  $V$  i  $W$  poprečne brzine u nekom vremenskog intervalu, a  $U'$ ,  $V'$  i  $W'$  predstavljaju odstupanje od njih. Ta se odstupanja po veličini stalno mijenjaju, ali je ipak njihov zbroj u istom vremenskom intervalu jednak 0, što opet ne vrijedi za sumu njihovih vrijednosti na kvadrat. Ukupna energija medija u gibanju, koja kod neturbulentnog protoka po jedinici obujma protočne količine zraka iznosi:

$$E_1 = \frac{\rho_z \cdot U_1^2}{2},$$

te uz uvažavanje turbulentnosti;

$$E_{t1} = (\bar{U}^2 + \bar{U}'^2) \frac{\rho_z}{2}$$

gdje su:

$E_1$  - kinetička energija zraka u gibanju, J

$\rho_z$  - gustoća medija,  $\text{kg/m}^3$

$U_1$  - brzina medija u pravcu  $x$ , m/s

$E_{t1}$  - ukupna kinetička energija turbulentnog protoka, J

$\bar{U}$  - prosječna brzina u smjeru osi  $x$ , m/s

$U'$  - odstupanje od prosječne brzine  $\bar{U}$ , m/s

Iste relacije vrijede i za gibanje u pravcu  $x$  i  $y$  osi, odnosno, ukupna energija mlaza dijeli se na dio u pravcu gibanja i na turbulentni dio. Budući da je u eksperimentalnom istraživanju turbulentni dio energije neodređen, ostaje da ukupna energija uz pomoć brzine gibanja bude

## 4. METODA RASPRŠIVANJA

---

određena u pravcu gibanja isticanja zraka, pa je zbog toga prividno manja od početne. Koliko je to prividno smanjenje kod slobodnih zračnih protoka ovisi o obliku mlaza i stupnju njegove turbulencije. Turbulentni protok zamršen je način gibanja i zbog toga njegove zakonitosti teorijski još nisu u cijelosti objašnjene. Kako brzina i tlak u njemu vrlo ujednačeno variraju, nije ih moguće odrediti samo u ovisnosti puta i vremena. Zbog toga je precizno određivanje veličina pojedinih komponenata brzina, unatoč najsvremenijim mjernim tehnikama, uputno prikazati primjenom statističkih metoda. Turbulentnost je uvijek prostorna pojava, zbog čega se sve tri komponente brzine u prostoru mijenjaju prema istim zakonitostima. Karakteristike koje pokazuju intenzitet turbulencije uzduž jedne od osi koordinatnog sustava su time istovremeno i značajke ukupnog turbulentnog gibanja. U literaturi najčešći načini iskazivanja turbulentnosti zračnog protoka u nekoj točki brzinskog polja su:

- srednjom vrijednošću njihanja brzine na kvadrat

$$\bar{U}'^2 = \frac{1}{n} \sum \bar{U}'^2$$

- korijenom prosječnih brzina na kvadrat brzine (rms)

$$\bar{U}' = \sqrt{\frac{1}{n} \sum \bar{U}'^2}$$

- koeficijentom intenziteta turbulencije

$$T_u = \frac{\sqrt{\bar{U}'^2}}{U}$$

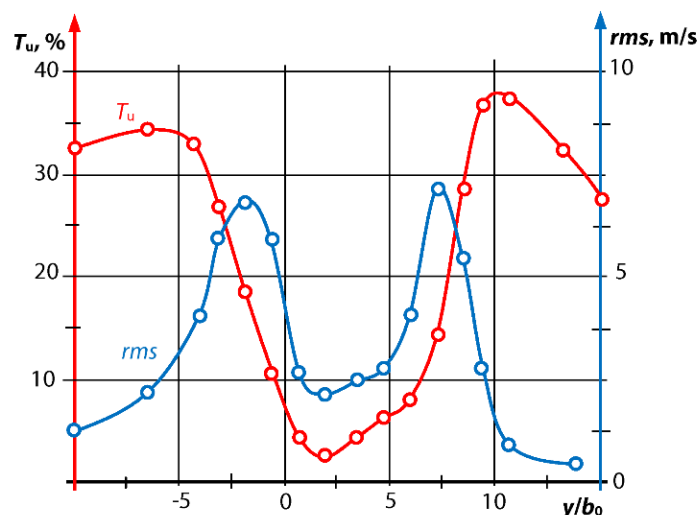
- energijom turbulencije

$$E_t = \left(\frac{U'}{U_0}\right)^2$$

Način definiranja svakog od četiriju navedenih oblika iskazivanja specifičnosti turbulentnog protoka bazira na obrađivanju većeg broja podataka koji se odnose na primjene protočnih prilika u izabranoj točki tijekom duljeg vremenskog intervala.

### 4.2.7. Turbulentnost jednostrukog zračnog mlaza

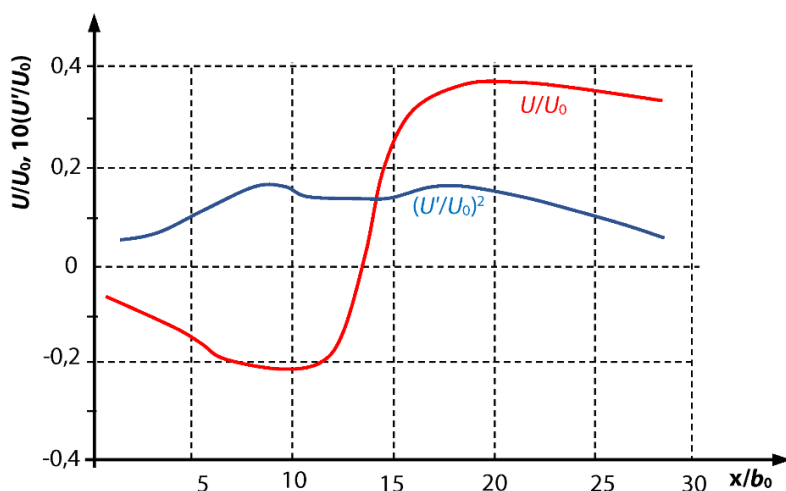
U jednostrukom slobodnom mlazu čija se širina povećavanjem udaljenosti od ušća ravnomjerno povećava i protok već poprima pravilno uobličen profil brzine, javljaju se između bržih i sporijih slojeva prividno strižni naponi. Kako u unutrašnjosti mlaza postoje zanemarive razlike u tlaku, onda samo navedene pravilne ili Reynoldsove napetosti uzrokuju smanjenje brzina uzduž kretanja medija. Napetosti u osi oformljenog mlaza imaju vrijednost 0, zatim prema periferiji rastu do nekog maksimuma, drugom povećavaju, što se odnosi naročito na zrak usisan iz okolice. I turbulencija, koja je s *Reynoldsovim* *Re*-napetostima izravno povezana zbog toga se jače oblikuje u području gdje su napetosti najveće. *Braze* je u jednostrukom mlazu ventilatora na raspršivaču izmjerio prostiranje turbulentnosti koju je definirao s rms-brzinama i koeficijentom intenziteta. Iz prvih se odbija apsolutna prosječna veličina turbulentnih oscilacija, a iz drugih njihova relativna vrijednost u odnosu prema prosječnoj brzini u izabranoj točki.



Slika 4.10. Krivulja turbulencije jednostrukog mlaza  
(Izvor: original)

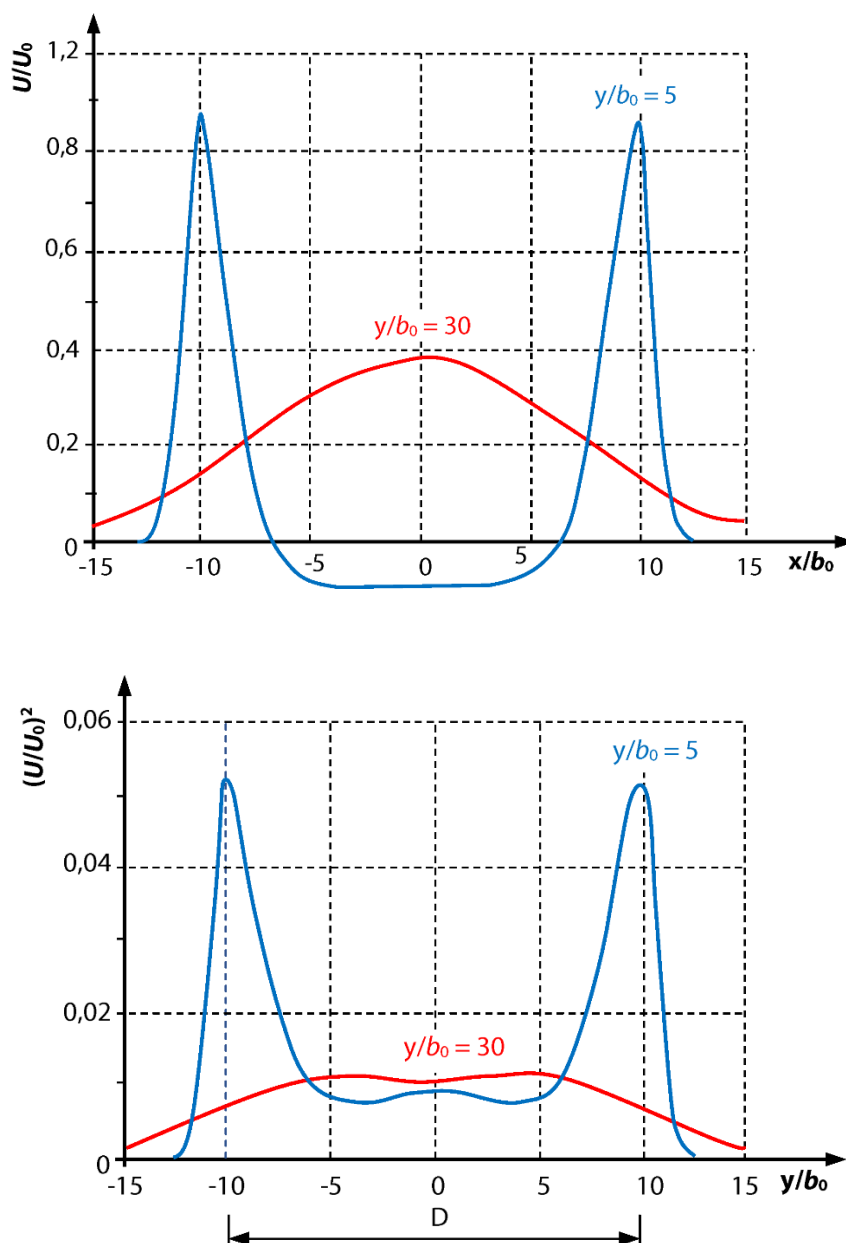
#### 4.2.8. Turbulentnost paralelno sastavljenog mlaza

U sastavljenom paralelnom mlazu javlja se također najveća turbulencija u onim slojevima mlaza gdje su promjene brzine gibanja zraka u pravcu osi  $y$  najveće. Osobito u konvergentnom području i području slijevanja obaju mlazova turbulencija je puno veća s vanjske nego s unutarnje strane.



Slika 4.11. Brzina i energija turbulencije u simetrali sastavljenog mlaza  
(Izvor: original)

Karakteristična je negativna vrijednost brzine  $U_m$  u području konvergencije, koja je posljedica podtlaka u turbulenciji među mlazovima. U poprečnom presjeku je evidentna povezanost između djelokruga najveće promjene brzine i turbulencije. Turbulencija je najveća u području konvergencije, gdje se nalaze dva maksimuma uz vanjski rub sastavljenog mlaza, a u zoni slijevanja ta se dva ekstrema snižavaju i približavaju sredini kao kod jednostrukog mlaza, odgovara i kod dvostrukog da je turbulencija najveća gdje su brzine najveće. ( $dU/dy = \max$ ). Iz ovog prikaza dijagrama vidi se ovisnost brzine i turbulencije o odnosu širine izlaznih otvora i udaljenosti među njima.



**Slika 4.12.** Brzina i energija turbulencije u poprečnom presjeku sastavljenoga mlaza  
(Izvor: original)

### 4.3. Raspršivači

Koriste se za tretiranje trajnih nasada pri čemu se generiraju kapljice škropiva veličine 50 – 150  $\mu\text{m}$ . Raspršene sitne kapljice prodiru u različitim pravcima u bujnu vegetativnu masu voćaka i vinove loze. Ovi strojevi čine kategoriju strojeva za tretiranje zaštitnih sredstava u trodimenzionalnom prostoru i nazivaju se raspršivači. Raspršivači tekućinu raspršuju pomoću struje zraka i ovdje postoje dva kruga ili dva toka. Jedan krug čine tekućine kojima se tekućina giba od spremnika do njenog ulaska u krug struje zraka, te drugi krug kojeg čini zračna struja, a koji započinje usisavanjem zraka od strane ventilatora i završava njegovim izlaskom u uređaje za tretiranje.

Raspršivači se dijele:

- prema načinu prenošenja kao leđni i traktorski koji mogu biti izvedeni kao ovjesni i vučeni
- samokretni raspršivači i
- prema načinu pogona s pogonom od priključnog vratila traktora (P.V.) i pogonom vlastitim motorom.

Konstrukcija raspršivača slična je prskalicama, odnosno imaju radne sklopove koji su slični prskalicama i specifične koji su karakteristični samo raspršivačima.

### 4.3.1. Leđni raspršivači

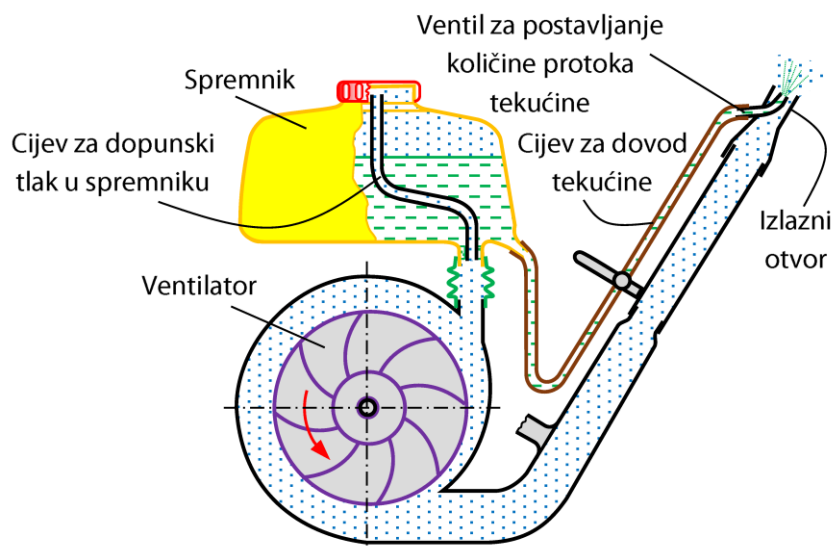
Primjenjuju se u manjim nasadima vinograda i voćnjaka, na strmim terenima, gdje je otežan pristup traktorskim raspršivačima. Danas se češće koriste u vinogradima i maslinicima umjesto leđnih prskalica, jer je utrošak tekućine manji 3 – 5 puta. Ovi raspršivači imaju noseći okvir s opružnim amortizerima, pogonski motor, ventilator, spremnik za tekućinu i savitljivu cijev („top“) sa širokim izlaznim otvorom. U osnovi nemaju crpku za tekućinu, jer tekućina dolazi slobodnim padom kroz cijev oko vrha izlaznog otvora zraka, gdje prosječna brzina zraka iznosi 100 m/s. Kapljice škropiva dobivene leđnim raspršivačima iznose 35 – 150  $\mu\text{m}$ .



**Slika 4.13.** Zaštita vinograda leđnim raspršivačem

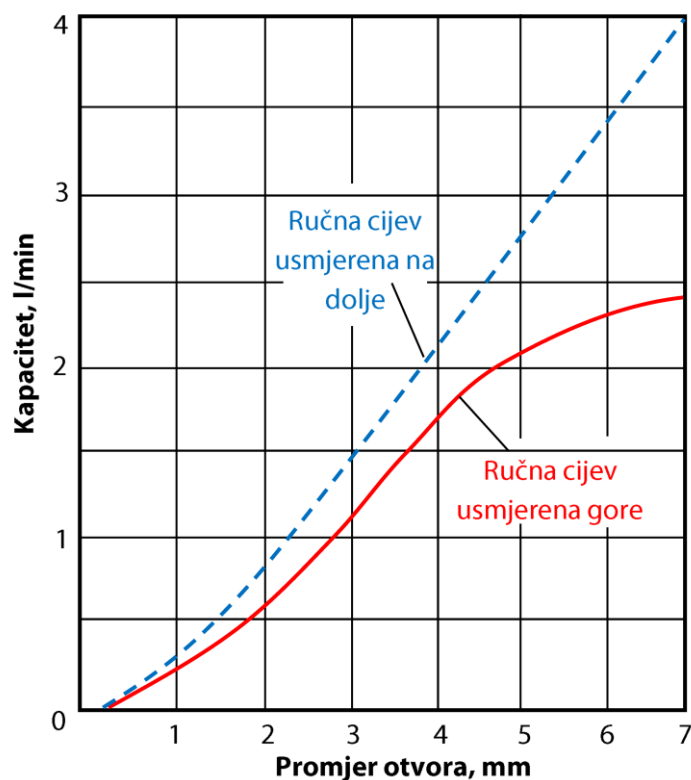
(Izvor: <https://www.agroopskrba-matej.hr/proizvod/atomizer-ledni-cifarelli-m1200/>)

Leđni raspršivači posjeduju benzinsko-dvotaktne motore snage 1,5 – 4 kW koje pokreće ventilator. Kapacitet ventilatora iznosi 8 – 20  $\text{m}^3/\text{min}$ , uz početnu brzinu do 125 m/s. Ovi raspršivači opremljeni su spremnikom za tekućinu, obujma 8 – 15 l, a kapacitet izbacivanja tekućine iznosi 0,3 – 7 l/min. Masa praznog raspršivača ovisi o materijalu od kojeg je izrađen i iznosi 7 – 14 kg.



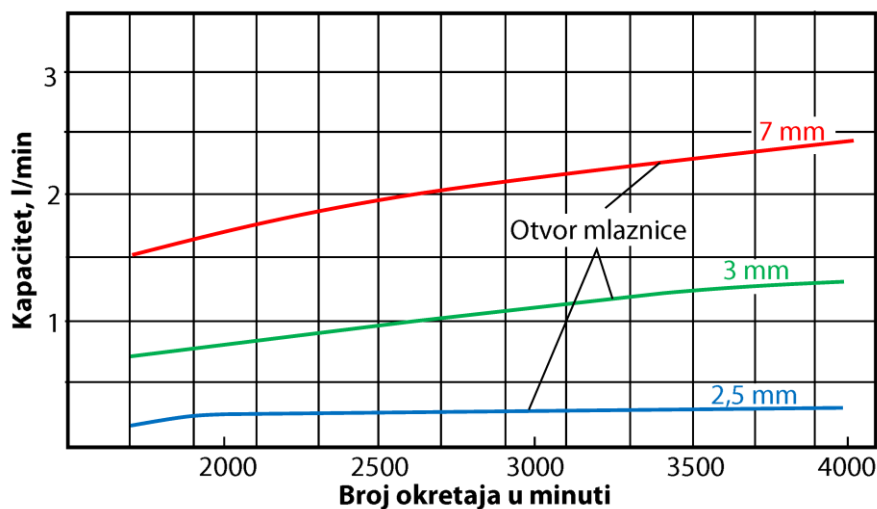
Slika 4.14. Shematski prikaz rada leđnog raspršivača  
(Izvor: original)

Iz slike 4.14. vidljivo je da tekućina za raspršivanje dolazi iz spremnika djelomično slobodnim padom uz pomoć dopunskog tlaka koji se stvara u spremniku preko cijevi koja je povezana s ventilatorom, kroz cijev preko ventila dolazi do izlaznog otvora. Izlazni otvor nalazi se u zračnoj cijevi, tako da je zračna struja velike početne brzine koja se kreće oko izlaznog otvora pri čemu se formiraju sitne kapljice. Reguliranje količine obavlja se okretanjem ventila, a otvaranje i zatvaranje preko zapornog ventila.



Slika 4.15. Kapacitet leđnog raspršivača ovisno o promjeru izlaznog otvora  
(Izvor: original)

Motori na ovim raspršivačima imaju u praznom hodu broj okretaja oko  $3000 \text{ min}^{-1}$ , pa taj broj okretaja preko broja okretaja ventilatora utječe na kapacitet izbačene tekućine raspršivača.



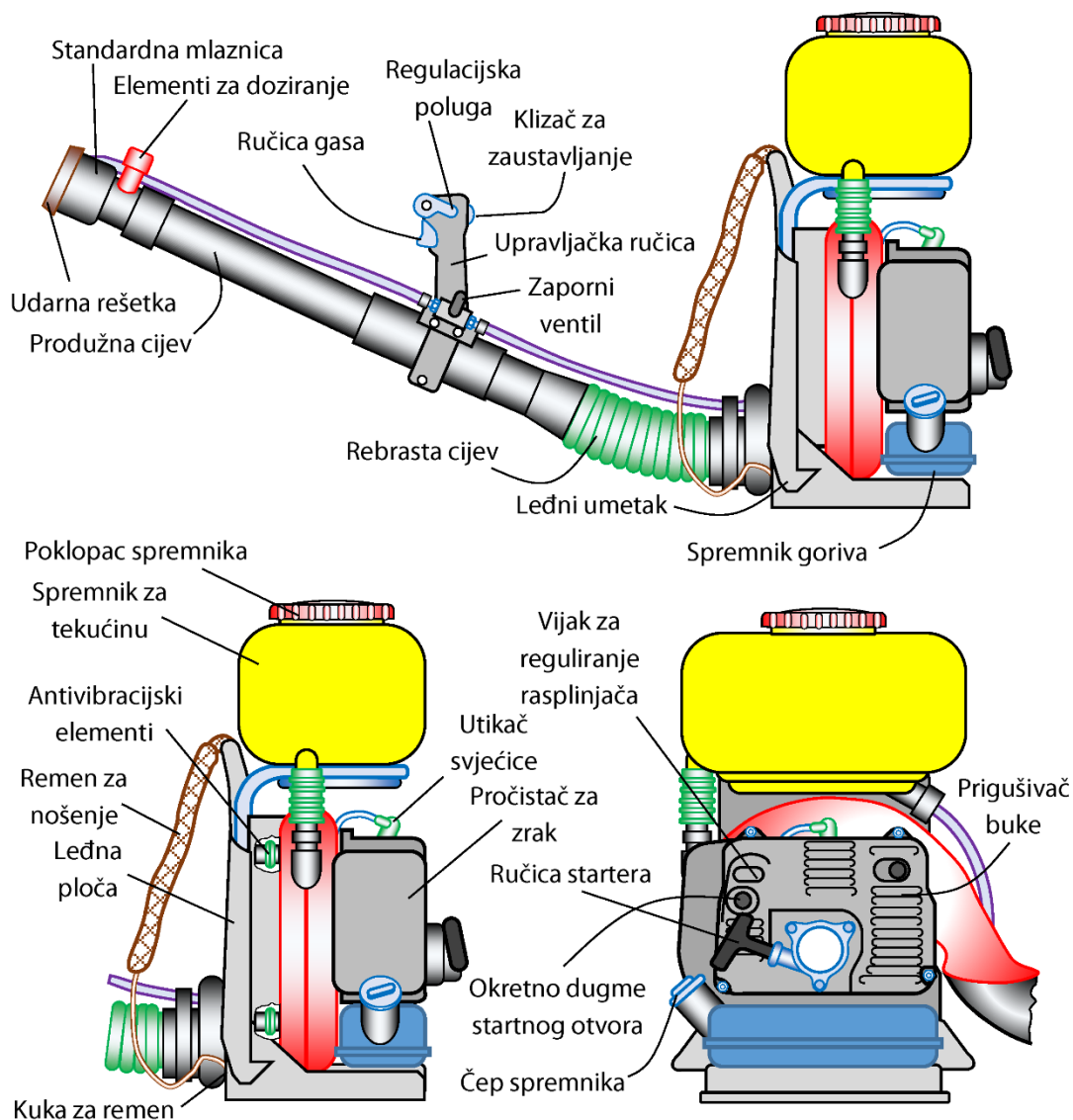
**Slika 4.16.** Kapacitet tekućine leđnog raspršivača ovisno o broju okretaja motora (Izvor: original)

Primjena leđnih raspršivača u zaštiti manjih vinograda pridonosi racionalizaciji zaštite i omogućuje uštedu tekućine u zaštiti od bolesti 3 – 5 puta, a u zaštiti od štetnika i do 10 puta u usporedbi s prskanjem. Noviji tipovi leđnih raspršivača s malom preinakom mogu se koristiti i za zaprašivanje, a neki i za vlažno zaprašivanje. Priključak za zaprašivanje ima spremnik za prašivo i ispušnu cijev. Radi tako što dio zračne struje iz ispušne cijevi po jednomvodu ulaze u spremnik, uskovitlaju prašivo i nose ga sa sobom kroz drugi vod u ispušnu cijev. Potom ga zahvaća glavna zračna struja, nosi napolje i razbije u oblik prašine. Zapršivač ima domet do 15 m u daljinu i 13 m u visinu.

### 4.3.1.1. Leđni raspršivač „STIHL“ SR 200

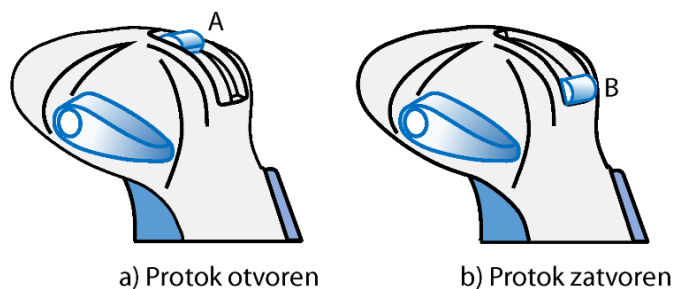
Uređaj za raspršivanje namijenjen je za zaštitu od napada bolesti i štetnika, te za uništavanje korova. Područja primjene su na plantažnim nasadima voćaka, vinograda, kod uzgoja povrća, ukrasnog bilja, zelenila i u šumarstvu. Raspršivač je opremljen s dvotaktnim motorom snage 0,8 kW, broj okretaja motora u praznom hodu iznosi  $2500 \text{ min}^{-1}$ , a u radu motor-ventilator postiže  $7500 \text{ min}^{-1}$ . Maksimalni protok zraka iznosi  $780 \text{ m}^3/\text{h}$ , dok brzina zraka iznosi  $81 \text{ m/s}$ . Obujam spremnika za tekućinu je 10 l, a maksimalni domet raspršivanja u vodoravnom pravcu iznosi 9 m i okomito u vis oko 3,5 m.

#### 4. METODA RASPRŠIVANJA

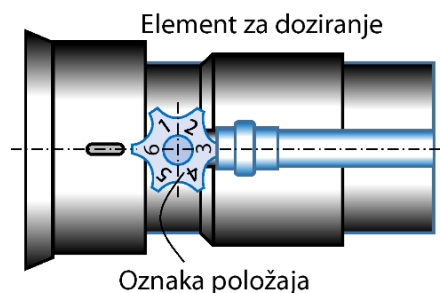


**Slika 4.17.** Sastavni dijelovi leđnog raspršivača „STIHL“ SR 200  
(Izvor: original)

Reguliranje količine izbacivanja obavlja se mehanizmom za doziranje. U sklopu mehanizma se nalaze elementi za doziranje. Na upravljačkoj ručici nalazi se poluga s ventilom, slika 4.18., gdje se polugom ventila uključuje i isključuje dotok tekućine.

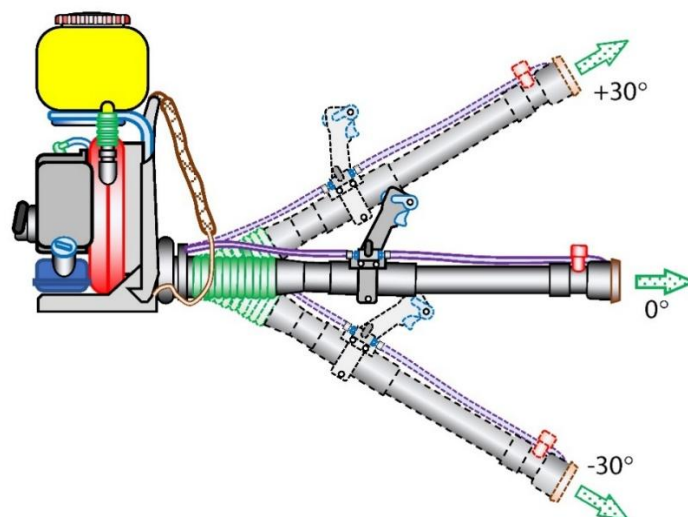


**Slika 4.18.** Poluga ventila – položaj A i B  
(Izvor: original)



**Slika 4.19.** Element za doziranje  
(Izvor: original)

Element za doziranje može se kontinuirano okretati od pozicije 1 – 6 čime se regulira količina iznošenja: položaj (1) je minimalni protok i položaj (6) je maksimalni protok. Količina iznošenja (l/min) ovisi o položaju elemenata za doziranje i kutu cijevi za raspršivanje. Na slici 4.20. vidljiv je kut ukošenja cijevi pri raspršivanju.



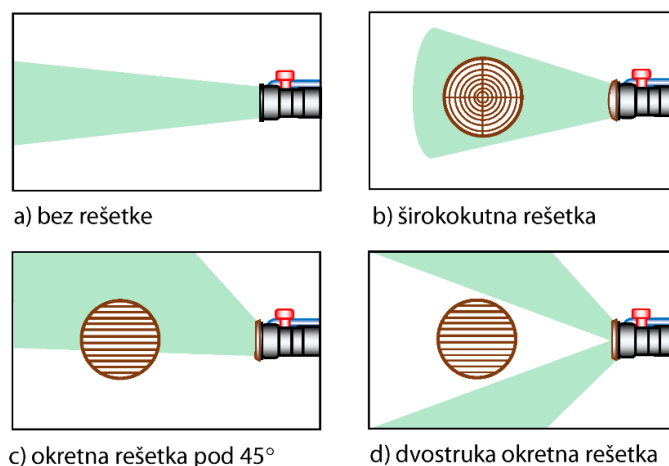
**Slika 4.20.** Kutovi cijevi za raspršivanje  
(Izvor: original)

**Tablica 4.1.** Količina iznošenja zaštitnog sredstva bez potisne crpke u l/min

POLOŽAJ DOZIRANJA	KUT CIJEVI ZA RASPRŠIVANJE		
	-30°	0°	+30°
1	0,24	0,17	0,11
2	0,82	0,66	0,46
3	1,42	1,13	0,84
4	2,2	1,66	1,1
5	2,69	2,13	1,46
6	2,91	2,25	1,52

Reguliranje oblika mlaza na ispušnoj cijevi obavlja se montiranjem okretne rešetke na izlazu iz cijevi. Na slici broj 4.21. vide se oblici izvedbe okretnih rešetki i oblik mlaza.

## 4. METODA RASPRŠIVANJA



**Slika 4.21.** Oblici okretnih rešetki i oblik mlaza  
(Izvor: original)

Na slici 4.21 a. postiže se puni mlaz raspršivanja i koristi se za veće udaljenosti i maksimalni domet. Obavlja se prskanje visokog bilja i prskanje površina jer se postiže maksimalna probojnost kroz zid lišća. Na slici 4.21 b. postiže se proširen raspršeni mlaz i oslabljen, a koristi se za kratke udaljenosti do biljke (<1,5 m). Na slici 4.21 c. montirana je okretna rešetka pod kutom od 45°, a raspršeni mlaz može biti okrenut na bilo koji položaj do 45°. Ovaj položaj mlaza više ovlažuje naličje lišća, kod prskanja na gore. Pri radu prema dolje smanjuje se zanošenje uslijed vjetra. Na slici 4.21 d. montirana je dvostruka skretna rešetka kod koje je mlaz raspršivanja podijeljen i usmjeren na dvije strane. Istovremeno se može zaštititi dva reda u jednom radnom koraku. Određivanje količine tekućine kod površinskih kultura dobije se množenjem dužine i širine table, dok se kod stablašica i grmolikih kultura površina računa preko dužine, redova, pomnoženo s prosječnom visinom zida lišća. Ovaj rezultat pomnoži se s brojem redova. Kod obostranog tretmana zida lišća rezultat se umnoži s 2.

**Primjer:** Površina (dužina 120 m i širina 30 m) tretira se sredstvom protiv štetnika i iznosi:

$$A = 120 \text{ m} \cdot 30 \text{ m} = 3600 \text{ m}^2$$

Prema uputstvu za uporabu za 1 ha, potrebna količina sredstva je 0,4 l i 0,1 % koncentracije.

Količina sredstva:

$$0,4 \text{ l/ha} \cdot 0,36 \text{ ha} = 0,144 \text{ l}$$

Potrebna količina tekućine izračunava se po formuli:

$$\frac{Q_s}{k_s} \cdot 100 = Q_t$$

gdje su:

$Q_s$  - količina sredstva, l

$k_s$  - koncentracija sredstva, %

$Q_t$  - potrebna količina tekućine, l

**Primjer:** Utvrđena količina sredstva iznosi 0,144 l. Prema uputstvu za uporabu koncentracije iznosi 0,1%.

Količina tekućine:

$$\frac{0,144}{0,1} \cdot 100 = 144 \text{ l}$$

Određivanje brzine rada:

Prije početka rada potrebno je obaviti pokus s punim spremnikom vode uređaja obješenim o ramena. Cijev za raspršivanje pokreće se kao kada se obavlja raspršivanje s otopinom. Prijedeći put mjeri se u trajanju jedne minute. Kod probnog pokusa provjeri se radna širina. Kod poljskih niskih kultura radna širina je 4 –5 m.

**Primjer:** Prijedeći put u jednoj minuti je 10 m.

Brzina napredovanja:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{10 \text{ m}}{1 \text{ min}} = 10 \text{ m/min}$$

Određivanje podešenosti doziranja:

Vrijednost podešenosti mehanizma za doziranje izračunava se na sljedeći način:

$$V_c = \frac{V_a \cdot v_b \cdot B}{A}$$

gdje su:

$V_a$  - količina tekućine, l

$v_b$  - brzina rada, m/min

$V_c$  - količina izbacivanja, l/min

$B$  - radna širina, m

$A$  - radna površina, m<sup>2</sup>

**Primjer:** S prethodno izračunate vrijednosti i radne širine od 4 m, dobiva se sljedeće podešavanje mehanizma za doziranje:

$$V_c = \frac{V_a \cdot v_b \cdot B}{A} = \frac{144 \cdot 10 \cdot 4}{3600} = 1,6 \text{ l/min}$$

### 4.3.2. Ovjesni traktorski raspršivači

Koriste se na većim površinama nasada voćaka i vinograda. Dosta su mobilni pa se koriste i u vinogradima s nešto užim razmakom između redova. Pogon crpke i ventilatora ostvaruje se pomoću priključnog vratila traktora. Opremljeni su spremnikom za tekućinu obujma 100 –1000 l, te radijalnim ili aksijalnim ventilatorom. Dvostupanjski mjenjač omogućuje optimalno usklađivanje količine zraka i tekućine, brzine zraka i veličine kapi. Na ove raspršivače ugrađuju se različite izvedbe uređaja za tretiranje: u obliku „topa“ ili automatskim uređajem s vijencem mlaznica, u obliku slova „V“ ili „T“ i drugi oblici. Novije izvedbe raspršivača imaju ugrađene tangencijalne ventilatore koji omogućuju reguliranje kuta mlaza tekućine u odnosu na smjer

#### 4. METODA RASPRŠIVANJA

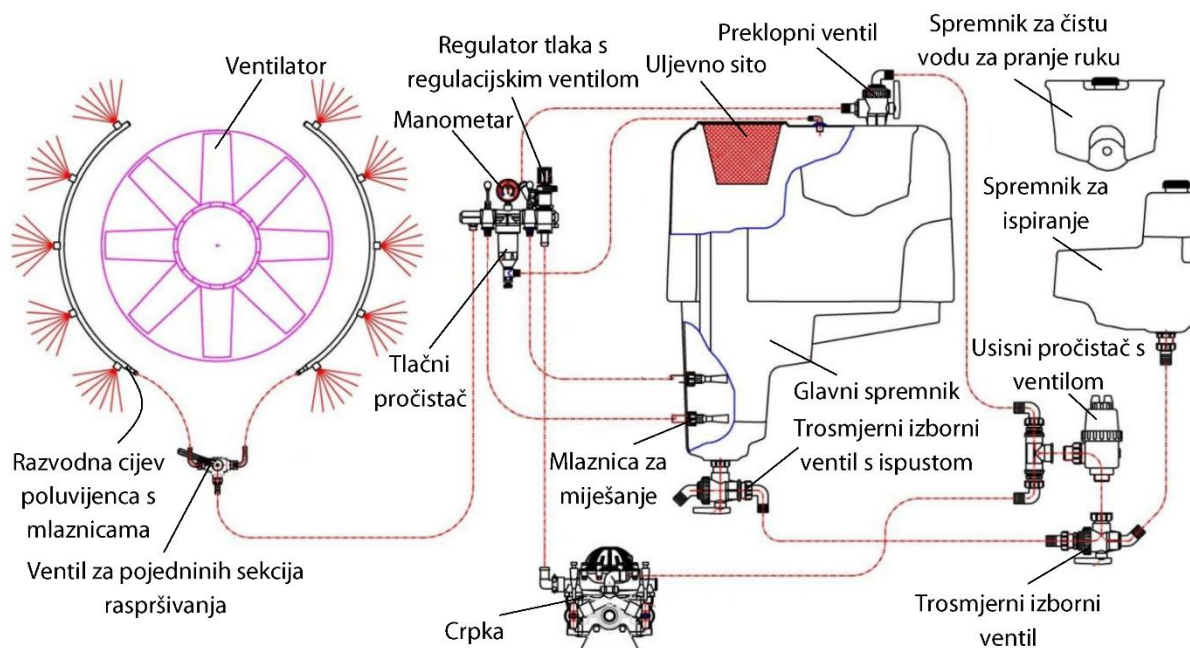
gibanja agregata kroz nasad. Time se ostvaruje bolje prodiranje kapljica u krošnju ili veći domet mlaza kroz nasad. Kapacitet ventilatora iznosi 20000 –50000 m<sup>3</sup>/h zraka. Ugrađeni kapacitet crpki na ovim raspršivačima je 30 – 100 l/min, a ostvareni radni tlak od 20 – 60 bar.



**Slika 4.22.** Sastavni dijelovi ovjesnog raspršivača *AGP 300 EN*

(Izvor: Agromehanika uputstvo za upotrebu-nošeni traktorski raspršivači, TN-400TEN, 200EN(U)-500 EN (U) Rev.2016/06)

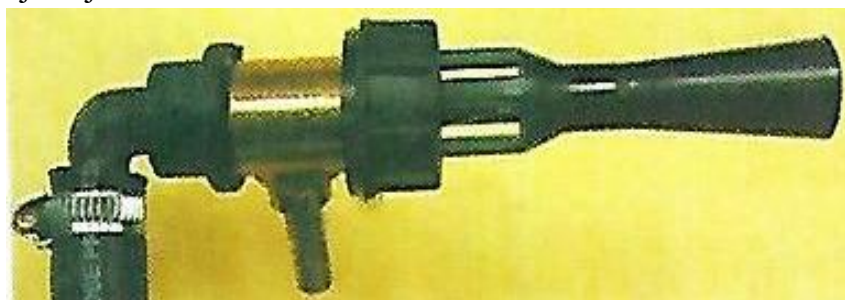
Okvir raspršivača je čelične konstrukcije na kojoj se nalazi spremnik. Na donjem dijelu su montirani crpka, usisni pročištač i ventili za regulaciju protoka. Na prednjem dijelu nalazi se regulator tlaka s manometrom, a na zadnjem dijelu ventilator s membranskim nosačima mlaznica u kojima se nalaze ulošci mlaznica. Prijenos momenta na ventilator izveden je preko crpke s remenicom i remenskim prijenosom.



**Slika 4.23.** Kinematska shema raspršivača

(Izvor: Agromehanika uputstvo za upotrebu-nošeni traktorski raspršivači, TN-400TEN, 200EN(U)-500 EN (U) Rev.2016/06)

Spremnik je izrađen od kemijski otpornog materijala polietilena, zaobljenih rubova i glatke unutarnje i vanjske površine što omogućuje efikasno čišćenje. Dno spremnika nagnuto je što omogućuje potpuno pražnjenje. Kapacitet ovisi o kategoriji raspršivača. Kapacitet spremnika kod ovjesnih raspršivača iznosi 200 – 1000 l. Na prednjoj strani spremnika je oznaka za mjerenje razine tekućine u litrama. Na gornjoj strani spremnika nalazi se poklopac, a ispod njega uljevno sito. Pri punjenju spremnika vodom i zaštitnim sredstvima sito se ne uklanja. Ovjesni raspršivači novije izvedbe opremljeni su spremnikom za pranje ruku nakon rada s raspršivačem, koji se napuni se čistom vodom, a obujam spremnika iznosi 15 l. Za kontinuirano miješanje tekućine u spremniku ugrađene su dvije mlaznice koje se nalaze u donjem dijelu spremnika, vidljivo na slici 4.23. Upravljanje mlaznicom za miješanje obavlja se pomoću ventila koji se nalazi na regulatoru tlaka. Mlaznica za miješanje je u funkciji kada je poluga razvodnog ventila u okomitom položaju i obrnuto. Kod pripremanja otopine (tekućine) i vožnje do nasada preporuča se da mlaznica za miješanje bude u radu. Na slici 4.24. prikazana je mlaznica za miješanje.

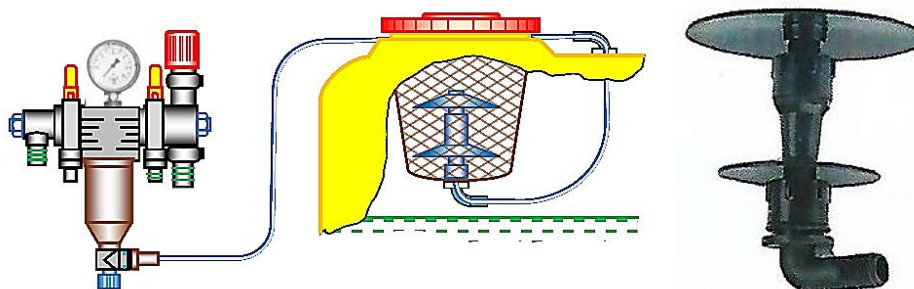


**Slika 4.24.** Mlaznica za miješanje tekućine u glavnom spremniku

(Izvor: Agromehanika uputstvo za upotrebu-nošeni traktorski raspršivači, TN-400TEN, 200EN(U)-500 EN (U) Rev.2016/06)

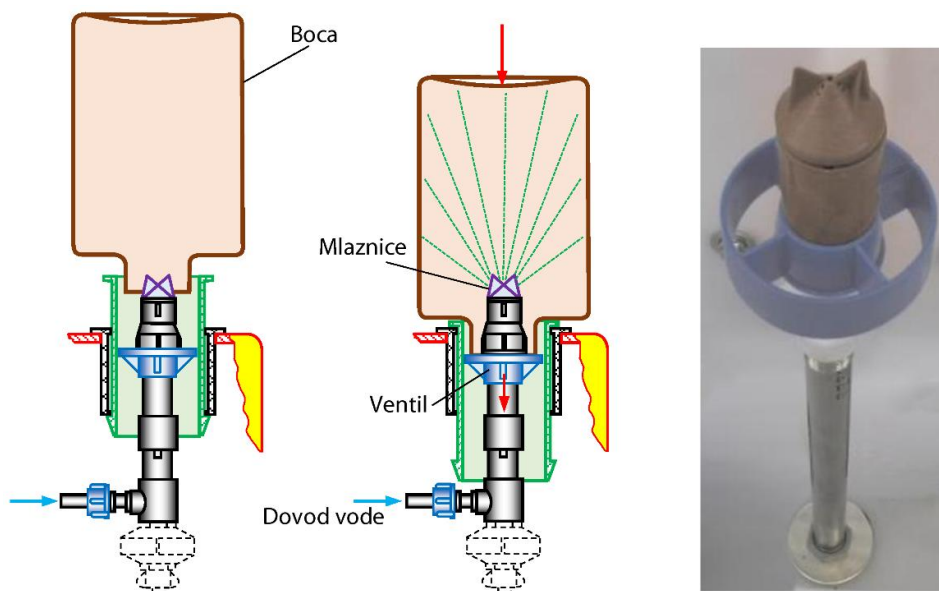
#### 4. METODA RASPRŠIVANJA

Ispiranje zaštitne tekućine u situ kao dodatna oprema omogućuje lakši rad s tekućinama u raspršivanju, a nalazi se u situ mlaznica koja usmjerava struju tekućine prema dnu sita i time opere škropivo koje je prethodno naliveno u sito. Mlaznica je u sklopu s razvodnim ventilom koji je dodatno ugrađen na protočni regulator, kao i veza pomoću cijevi između ventila i mlaznice. Mlaznica je otvorena kada je poluga razvodnog ventila u okomitom položaju i obrnuto, slika 4.25.



Slika 4.25. Ispiranje sita od škropiva  
(Izvor: original)

Ispiranje ambalaže zaštitnih sredstava vrši se pomoću ventila koji se nalazi s unutarnje strane spremnika blizu nalijevnog sita i preko cijevi je povezan s razvodnim ventilom na regulatoru tlaka, a najčešće je povezan s mlaznicom za miješanje. Kada se želi isprati ambalažu od zaštitnih sredstava, ona se otvori i stavi se preko mlaznice do graničnika i zatim se pritisne s graničnikom do stijenke spremnika, slika 4.26. Kod toga se otvori ventil i rotirajuća mlaznica temeljito očisti ambalažu. Kada se ambalaža odmakne, ventil zatvori dotok tekućine.



Slika 4.26. Ventil za ispiranje ambalaže

(Izvor: Agromehanika uputstvo za upotrebu-nošeni traktorski raspršivači, TN-400TEN, 200EN(U)-500 EN (U) Rev.2016/06)

Čišćenje, odnosno pranje unutarnjeg dijela glavnog spremnika vrši se pomoću mlaznice koja se nalazi u samom spremniku i povezana je s jednim od ventila za napajanje na regulatoru tlaka.

Preko tog ventila, kada je otvoren, dobiva potrebnu količinu vode za pranje. Na slici 4.27. vidi se izgled mlaznice.



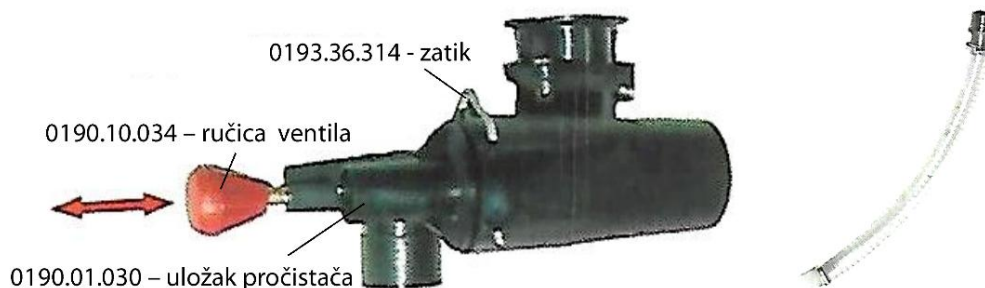
**Slika 4.27.** Mlaznica za čišćenje glavnog spremnika

(Izvor: Agromehanika uputstvo za upotrebu-nošeni traktorski raspršivači, TN-400TEN, 200EN(U)-500 EN (U) Rev.2016/06)

Kod novijih izvedbi ovjesnih raspršivača nalazi se i spremnik za ispiranje glavnog spremnika i ostalih elemenata nakon završenog raspršivanja. Puni se samo čistom vodom sadržaja oko 40 l. Detaljnija uporaba i funkcije bit će opisane kod regulacije ventila za raspršivanje i čišćenje.

### 4.3.2.1. Trosmjerni ventil

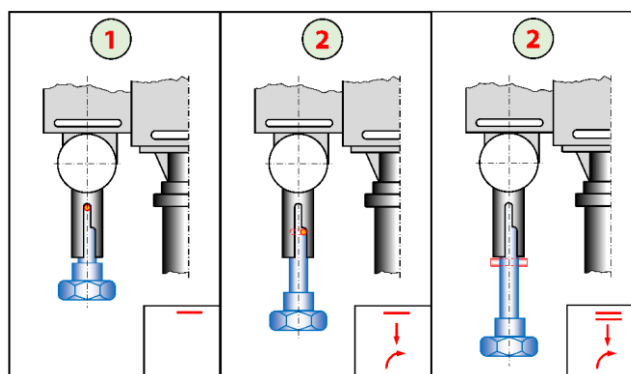
Jednostavnije izvedbe strojeva s crpkom i bez dodatnih spremnika imaju na donjoj strani spremnika namješten trosmjerni ventil s ugrađenim pročištačkim uloškom i priključkom koji posredno pomoću crpke omogućuje injektorsko usisavanje vode u glavni spremnik iz potoka, rijeke ili jezera.



**Slika 4.28.** Trosmjerni ventil

(Izvor: Agromehanika uputstvo za upotrebu-nošeni traktorski raspršivači, TN-400TEN, 200EN(U)-500 EN (U) Rev.2016/06)

Izgled trosmjernog ventila prikazan je na slici 4.28. Kada je ručica ventila u unutarnjem položaju, tada je istjecanje tekućine iz spremnika zatvoreno, slika 4.29. Punjenje spremnika moguće je tako da se na usisni nastavak namjesti usisna cijev s korpom i onda se crpi voda iz niže ležećih položaja (potoka, bunara i slično). Ako je ručica u srednjem položaju, na slici 4.29., tada je omogućen ispust vode iz spremnika. Ako je ručica potpuno izvučena, slika 4.29., crpka usisava vodu iz spremnika preko pročištačkog uložka za čišćenje u trosmjernom ventilu.



**Slika 4.29.** Položaj ručice trosmjernog ventila  
(Izvor: original)

Čišćenje pročišćivačkog uložka trosmjernog ventila obavlja se prije svakog punjenja spremnika. Da bi se skinuo uložak, potrebno je izvući zatik i onda se vrati na njegovo mjesto u injektoru. Ako je potrebno očistiti uložak pročišćivača pri punom spremniku, onda se prije demontaže ručica ventila potisne u unutarnji položaj, kako bi zatvorili istjecanje tekućine iz spremnika. Usisni pročišćivač nalazi se između glavnog spremnika i crpke. Namijenjen je pročišćavanju tekućine ispred regulatora. Gustoća pročišćivačkog uložka je 50 mesha. Na slici 4.30. prikazan je oblik i sastavni dijelovi pročišćivača.



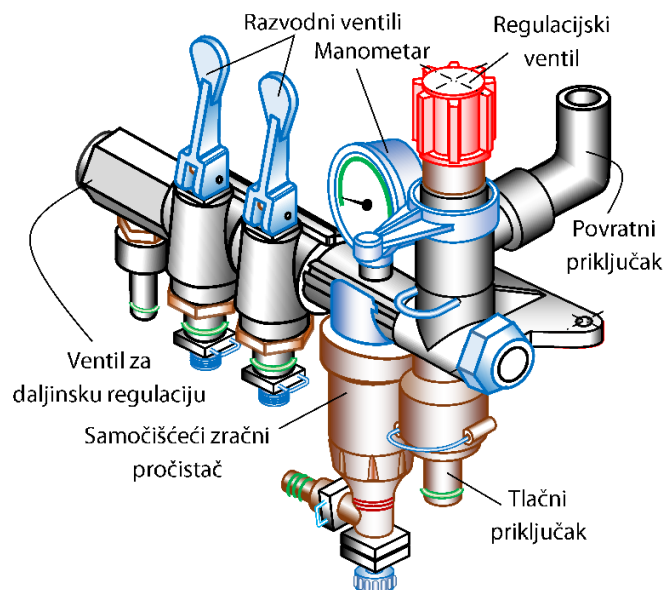
**Slika 4.30.** Usisni pročišćivač

(Izvor: Agromehanika uputstvo za upotrebu-nošeni traktorski raspršivači, TN-400TEN, 200EN(U)-500 EN (U) Rev.2016/06)

Čišćenje usisnog pročišćivača obavlja se tako što se najprije odvije čep na poklopcu pročišćivača u suprotnom smjeru kazaljke na satu i onda ga se izvuče. Ugrađeni ventil zatvori dotok iz spremnika tekućine. Nakon toga se odvije matica na poklopcu pročišćivača i skine se poklopac uložka pročišćivača. Pročišćivački uložak se očisti i ponovno sastavi u obrnutom redu.

### 4.3.2.2. Regulator tlaka

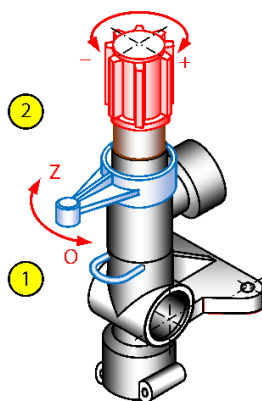
Na raspršivačima *AGP 300 EN* može biti ugrađen regulator *PRI* ili regulator *M170*. Regulator *PRI* namijenjen je za preciznu regulaciju tlaka 0 – 25 bar. Osnovna izvedba ovog regulatora sastoji se od centralnog regulacijskog ventila, samočistećeg tlačnog pročišćivača i razvodnih ventila, te modela za daljinsko upravljanje.



Slika 4.31. Regulator tlaka *PRI*  
(Izvor: original)

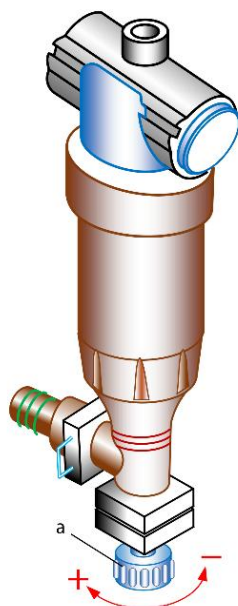
Centralni regulacijski ventil namijenjen je za regulaciju protoka 20 – 80 l/min. Sastoji se iz dva dijela i to:

- Regulacijskog ventila koji omogućuje bestupnjevito podešavanje tlaka u području od 1 do 30 bar.
- Centralni dio gdje se oduzima tlak pomoću ručke i time rasteređuje razvodne ventile kod otvaranja i zatvaranja.



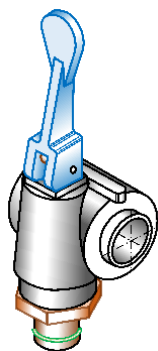
Slika 4.32. Centralni regulacijski ventil  
(Izvor: original)

Centralni regulacijski ventil radi tako što se okretanjem ručice (1) u položaj „Z“, prikazano na slici 4.32., podigne tlačna opruga i time se omogući slobodni protok tekućine kroz regulator i povratni vod u spremnik. U tom položaju ručice regulacija tlaka nije moguća. Okretom ručice (1) u položaj „O“ popusti se tlačna opruga i okretanjem regulacijskog vijka (2) u lijevo ili desno, smanjuje se ili povećava radni tlak. Regulator tlaka *PRI* opremljen je samočišćećim tlačnim pročistačem, koji dodatno pročišćava škropivo pred ulaskom u razvodne ventile.



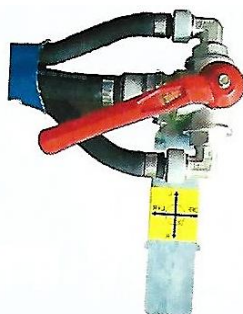
**Slika 4.33.** Samočišćeći zračni pročistač  
(Izvor: original)

Sitni djelići koji ostanu na ulošku pročistača gustoće 50 mesha vraćaju se u spremnik putem ventila na dnu pročistača. Isto se tako s ventilom na pročistaču rastereti regulator kod većih protoka crpke. Protok kroz ventil pročistača regulira se vijkom „a“. U sastavu regulatora *PRI* nalaze se razvodni ventili koji služe za otvaranje i zatvaranje voda za miješanje, te zatvaranje i otvaranje sekcija, odnosno pojedinog vijenca prskanja. Ventil je otvoren kada je ručica razvodnog ventila u okomitom položaju i zatvoren kada je ona u horizontalnom položaju.



**Slika 4.34.** Razvodni ventil  
(Izvor: original)

Regulator *PRI* posjeduje model s daljinskim upravljanjem, radi jednostavnijeg rada, koji omogućuje upravljanje otvaranja i zatvaranja prskajućih sekcija iz kabine traktora. Sve ostale funkcije regulatora (reguliranje veličine tlaka, reguliranje samočišćenja pročistača, otvaranje i zatvaranje mlaznica za miješanje) upravlja se neposredno sa samog regulatora. Oznaka *PRI F/2+1* označava regulator tlaka tipa *PRI*, sa samočišćećim tlačnim pročistačem (F), s dva razvodna ventila oznaka (2), te priključkom za daljinsko otvaranje i zatvaranje prskajućih sekcija.

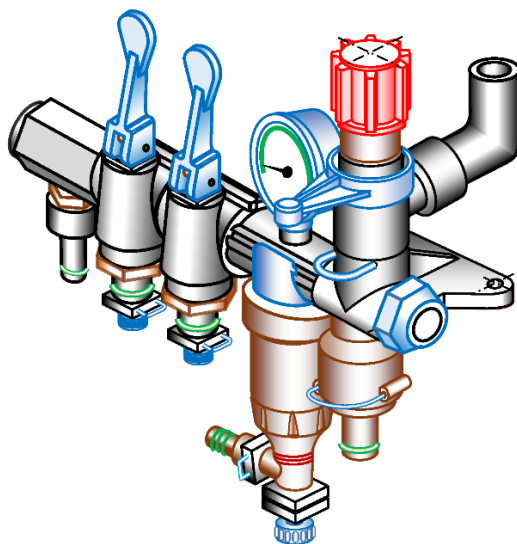


**Slika 4.35.** Model priključka za daljinsko upravljanje

(Izvor: Agromehanika uputstvo za upotrebu-nošeni traktorski raspršivači, TN-400TEN, 200EN(U)-500 EN (U) Rev.2016/06)

Ručno podešavanje regulatora tlaka obavlja se na sljedeći način:

- Podešavanje treba obavljati čistom vodom.
- Izračunati potrebnu radnu brzinu, s obzirom na hektarsku dozu i protok mlaznica.
- Podesiti broj okretaja motora traktora s obzirom na izračunatu brzinu rada i pri tome voditi računa o broju okretaja priključnog vratila traktora od  $540 \text{ min}^{-1}$ .
- Otvoriti razvodne ventile za napajanje mlaznica vijenca raspršivača i ventila za miješanje na samočišćenem pročistaču.
- Pri reguliranju tlaka *PRI* za daljinsku regulaciju treba otvoriti kuglični ventil i dva razvodna ventila za napajanje mlaznica i za miješanje.
- Na daljinskom uređaju otvoriti ventile za napajanje mlaznica za miješanje.
- Podesiti radni tlak na željenu vrijednost.



**Slika 4.36.** Ručno podešavanje regulatora tlaka *PRI*

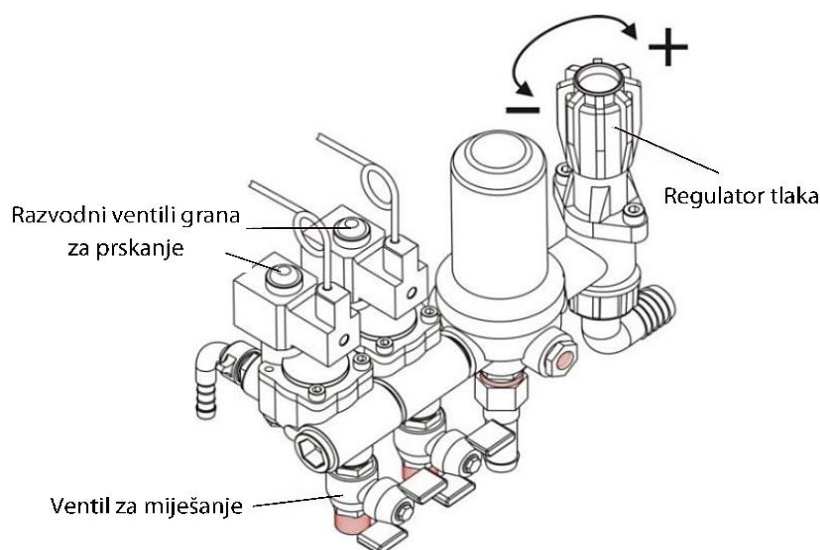
(Izvor: original)

Električni način podešavanja obavlja se na sljedeći način:

- Podešavanje treba obaviti najprije čistom vodom.
- Izračunava se radna brzina, prema hektarskoj dozi i potrebnom protoku mlaznica.
- Podesi se broj okretaja motora traktora s obzirom na izračunatu radnu brzinu, s tim da broj okretaja priključnog vratila traktora treba biti  $540 \text{ min}^{-1}$ .

## 4. METODA RASPRŠIVANJA

- Pomoću tastature za daljinsko upravljanje otvore se razvodni ventili koji napajaju mlaznice i ventil za miješanje.
- Na regulacijskom ventilu se ručno podesi radni tlak na željenu veličinu.

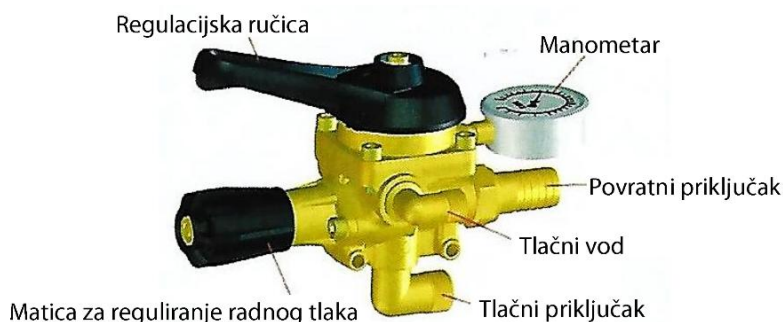


**Slika 4.37.** Električno upravljanje

(Izvor: Agromehanika uputstvo za upotrebu-nošeni traktorski raspršivači, TN-400TEN, 200EN(U)-500 EN (U) Rev.2016/06)

### 4.3.2.3. Regulator tlaka M170

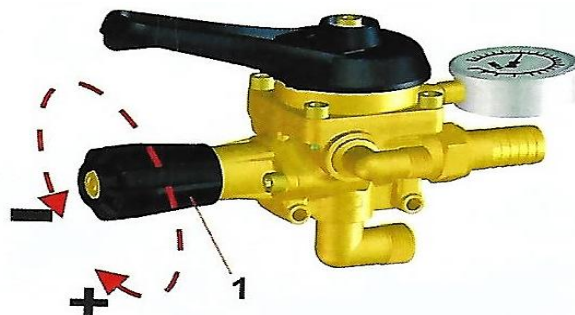
Upravljanje s visokotlačnim regulatorom tlaka *M170* je ručno. Njegova prednost je u tome što se može koristiti i za daljinsku ručnu regulaciju radnih parametara stroja iz kabine traktora. Koristi se za radne tlakove do 50 bar i za crpke najvećeg kapaciteta 150 l/min.



**Slika 4.38.** Regulator tlaka *M170*

(Izvor: Agromehanika uputstvo za upotrebu-nošeni traktorski raspršivači, TN-400TEN, 200EN(U)-500 EN (U) Rev.2016/06)

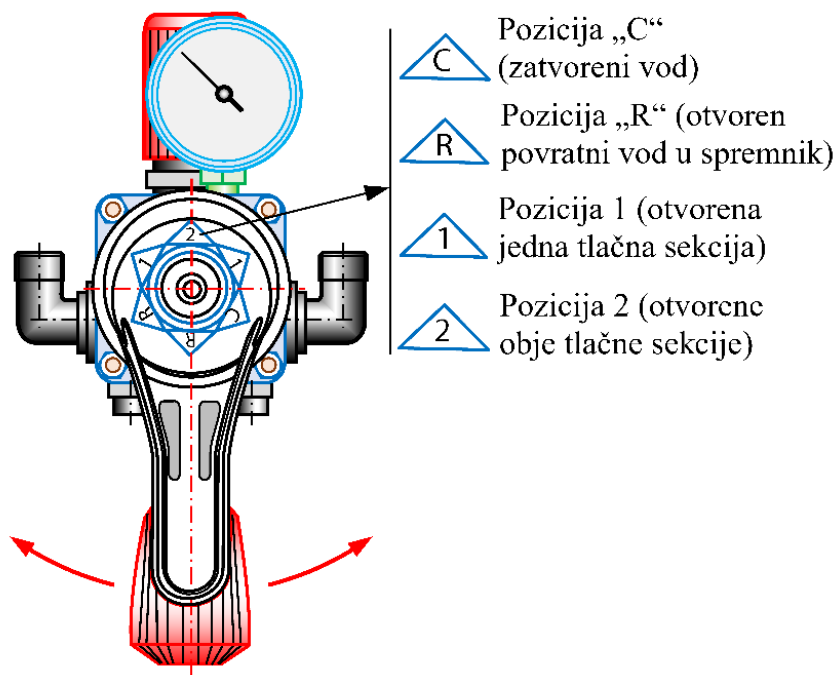
Regulacijski ventil prikazan na slici 4.39. omogućuje ručno reguliranje radnog tlaka 0 – 50 bar, a najveći kapacitet protoka iznosi 150 l/min. Okretanjem plastične matice na vrhu regulacijskog ventila u lijevu stranu (-), tlak se smanjuje, a okretanjem u smjeru kazaljke na satu (+), tlak se povećava.



**Slika 4.39.** Centralni regulacijski ventil *M170*

(Izvor: Agromehanika uputstvo za upotrebu-nošeni traktorski raspršivači, TN-400TEN, 200EN(U)-500 EN (U) Rev.2016/06)

Regulator tlaka *M170* opremljen je s dva razvodna ventila za lijevu i desnu stranu, gdje za otvaranje i zatvaranje služi velika ručica na prednjoj strani, okretljiva za 360°, slika 4.40. Pozicije upravljanja vidljive su na slici.



**Slika 4.40.** Način rada s regulatorom

(Izvor: original)

Regulatori tlaka *M170* u sastavu nemaju samočisteći pročistač, već su strojevi koji imaju ugrađen ovakav regulator dodatno opremljeni samostalnim tlačnim pročistačem za visoki tlačni vod posebno. Za čišćenje je potrebno odviti rukom gornji pokrov (slika 4.41) i na donjoj strani izvadi se uložak pročistača i opere se čistom vodom.

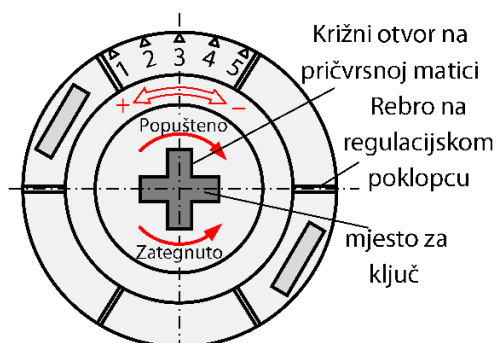


**Slika 4.41.** Samočišćeci pročistač

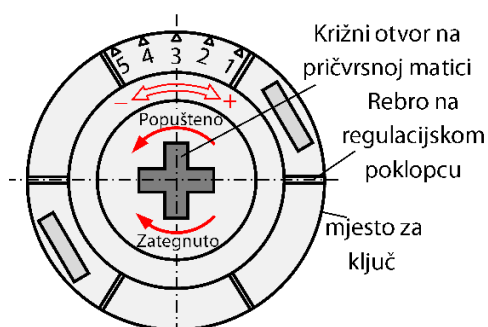
(Izvor: Agromehanika uputstvo za upotrebu-nošeni traktorski raspršivači, TN-400TEN, 200EN(U)-500 EN (U) Rev.2016/06)

### 4.3.2.4. Ventilator

Na ovjesnim raspršivačima *AGP* ugrađeni su aksijalni ventilatori. S obzirom na smjer okretanja mogu biti opremljeni s desnim (okreće u smjeru kazaljke na satu, gledano s čela ventilatora) i lijevim ventilatorom (smjer vrtnje suprotno smjeru kazaljke na satu).



**Slika 4.42.** Shema podešavanja desnog ventilatora  
(Izvor: original)



**Slika 4.43.** Shema podešavanja lijevog ventilatora  
(Izvor: original)

Prije namještanja ventilatora treba utvrditi koji je tip ventilatora ugrađen na tom stroju. Ako je ugrađen desni ventilator, onda se uzme specijalni ključ koji je isporučen sa strojem. Potom se obavlja namještanje kako slijedi:

- Alat za namještanje ventilatora je križnog oblika (ključ) koji se postavi u križni otvor na pričvrstnoj matici i udarcem u desno (u smjeru kazaljke na satu) popusti se ta matica i ona se odvije ključem za  $\frac{1}{2}$  okreta.
- Križni alat za namještanje (ključ) nasloni se na rebro na regulacijskom poklopcu. Udarcem po ključu zakrene se poklopac u desno za smanjivanje zračne brzine, u lijevo za povećanje zračne brzine. Najmanje izlazna brzina je na broju 1, a najveća na broju 5. Ponovno se umetne ključ u križni otvor i zakretanjem u lijevo zategne se pričvrstna matica. Ukoliko je ugrađen ventilator koji se okreće u lijevo, postupak namještanja vrši se na sljedeći način:
  - Alat za namještanje ventilatora postavi se u križni otvor na pričvrstnoj matici i udarcem u lijevo (nasuprot gibanju kazaljke na satu) popusti se matica i odvije se za  $\frac{1}{2}$  kruga.
  - Alat za namještanje nasloni se na rebro regulacijskog poklopca: udarcem po ključu zakrene se poklopac u desno za smanjenje zračne brzine, u lijevo za povećanje zračne brzine. Najmanja izlazna brzina je na broju 1, a najveća na broju 5.
  - Ponovno se umetne ključ u križni otvor i zakretom u desno zategne se pričvrstna matica.

Isključivanje pogona ventilatora vrši se pomoću ekscentra s ručicom na čeličnom okviru. Pomoću ekscentra spusti se ili digne ventilator u najvišu ili najnižu točku i time se isključi pogon ventilatora, a on je ostvaren pomoću remenskog prijenosa od pogonske remenice crpke. Za oba moguća položaja ručica treba biti u vodoravnom položaju. Kada je ventilator isključen, raspršivač s uključenim pogonom preko P.V. traktora može se koristiti za druge namjene, kao prskanje s palicama, prskanje s herbicidnom garniturom ili precrcpljivanje. Ekscentar se nalazi na glavčini regulirajućeg vijka i služi za zatezanje remena.

**Tablica 4.2.** Tehnički podatci crpki

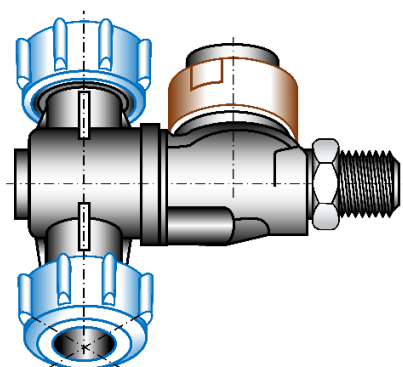
Naziv	Mjerna jedinica	Model crpke	
		BM 65/30 P	PA908
Kapacitet	l/min	73,30	87,0
Radni tlak max.	bar	25,0	50,0
Broj okretaja max.	min <sup>-1</sup>	550	550
Potrebna snaga	kW	3,0	8,5
Broj tlačnih membrana	kom.	2	3
Masa	kg	13,20	25,30
Vrsta ulja		SAE 90	

Napomena: Detaljnija obrada se nalazi u poglavlju 3.2.11. Crpka

### 4.3.2.5. Nosači mlaznica na raspršivaču

Raspršivači su standardno opremljeni s dvostrukim membranskim nosačima uložaka mlaznica. Nosači mlaznica su zapravo ventili i imaju sljedeće funkcije:

- U slučaju ako se zakrenu za 90°, zatvore (otvore) protok tekućine do mlaznice. Moguće je zatvoriti ili otvoriti različite mlaznice, s obzirom na visinu biljke.
- Ukoliko se zakrenu za 180° otvore (zatvore) protok kroz drugu mlaznicu.
- Pored toga, membranski ventil koji je montiran u nosaču zatvori protok kod nižih tlakova od 0,8 bar i otvori protok kod 1,5 bar. Ovo omogućuje da se spriječi kapanje, odnosno isticanje tekućine ako je protok na razvodnom ili glavnom ventilu zatvoren.



**Slika 4.44.** Nosač mlaznice  
(Izvor: original)

### 4.3.2.6. Dvomembranski nosači mlaznica za regulaciju mlaza

U nasadima voćaka često zbog povećane visine krošnje nije moguće obaviti zaštitu sa standardnim mlaznicama, zbog smanjene kvalitete rada, pa se preporuča uporaba mlaznica s mogućnošću podešavanja mlaza tekućine. U tu svrhu koriste se mlaznice za nisko prskanje.

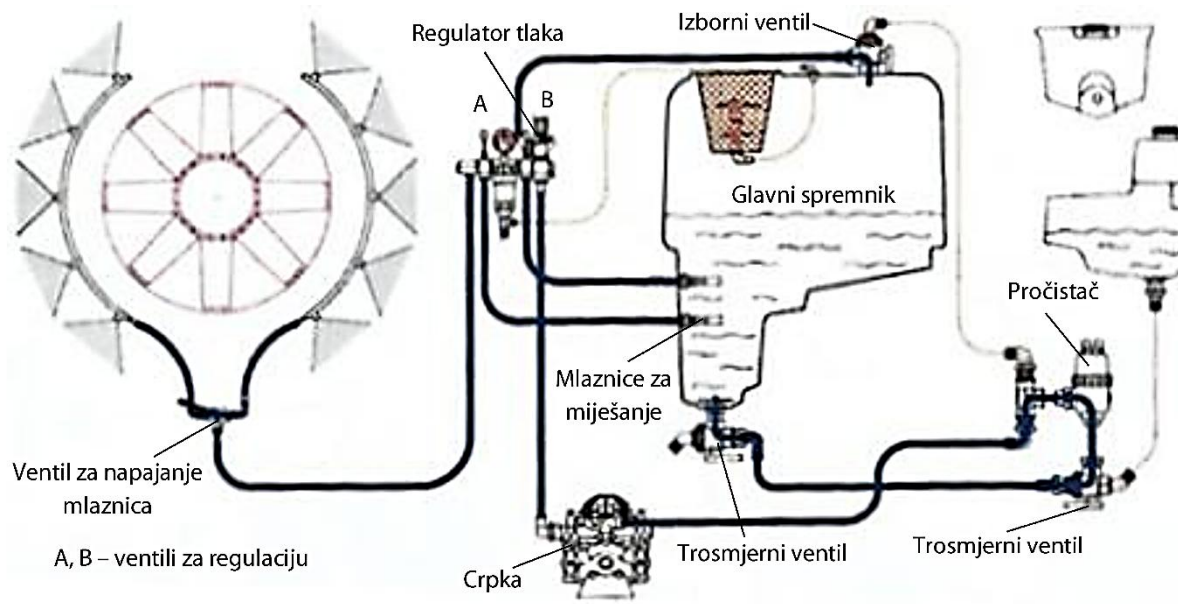


**Slika 4.45.** Nosač mlaznice za regulaciju dometa mlaza  
(Izvor: Agromehanika uputstvo za upotrebu - nošeni traktorski raspršivači, TN-400TEN, 200EN(U)-500 EN (U) Rev.2016/06)

Ovi raspršivači mogu biti opremljeni s dva nosača mlaznica, kao i standardni, s tom razlikom što se na jednoj strani nalazi mlaznica koja omogućuje regulaciju dometa, čime se olakšava zaštita krošnje voćke, gdje se može postići najveća visina do 5 m. Mlaznice omogućuju različite načine prskanja s obzirom na domet, te se povećanjem dosega smanjuje izlazni kut škropiva iz mlaznice, što izravno utječe na kvalitetu rada. Sustav montaže nosača mlaznice za visoki domet je isti kao i kod standardnih, pa je njihova zamjena jednostavna.

### 4.3.2.7. Opis podešavanja ventila za raspršivanje

Trosmjernim ventilom ispušta se tekućina iz glavnog spremnika preko pročištača i crpke u regulator tlaka. Otvaranjem ventila A i B, prikazano na slici 4.46., za mješanje tekućine pomoću mlaznica za miješanje te ventila za napajanje sekcija s mlaznicama. Smjer protoka trosmjernog ventila označen je na ručici strelicom. Izborni ventil se podesi tako da se višak tekućine iz regulatora vraća u spremnik.

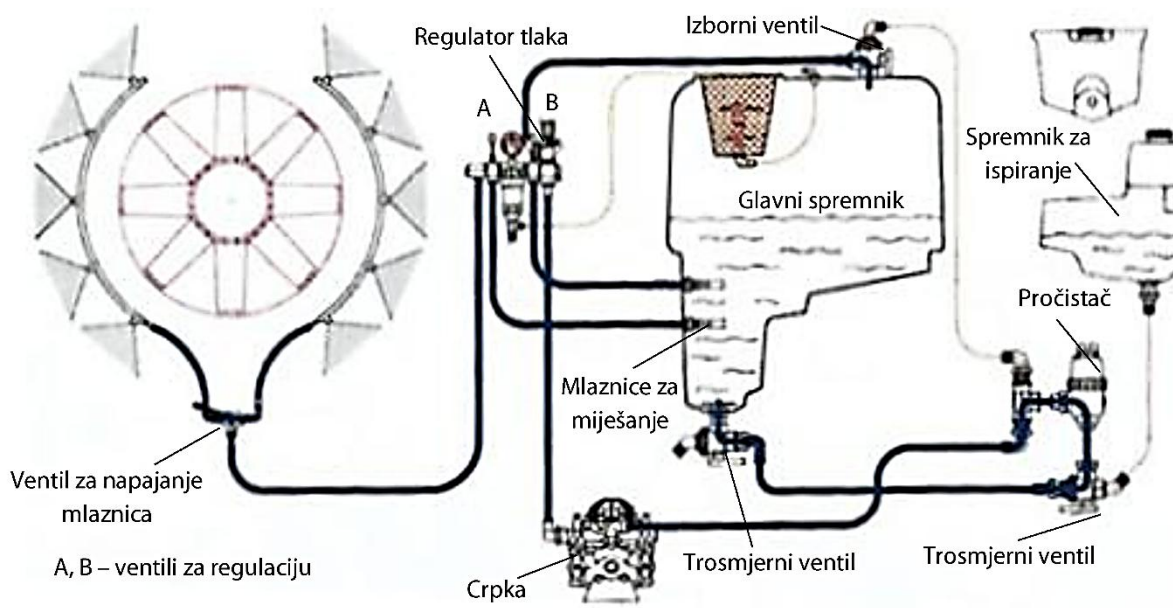


**Slika 4.46.** Podešavanje ventila za raspršivanje

(Izvor: Agromehanika uputstvo za upotrebu-nošeni traktorski raspršivači, TN-400TEN, 200EN(U)-500 EN (U) Rev.2016/06)

### 4.3.2.8. Podešavanje ventila za djelomično čišćenje

Ukoliko se dogodi da se rad sa raspršivačem mora prekinuti na neko vrijeme, a zaštitna tekućina je još u spremniku, onda se preporuča da se očiste: crpka, pročištač regulatora tlaka i prskajuće mlaznice, a da se ne promijeni koncentracija tekućine u glavnom spremniku. Otvori se trosmjerni ventil na spremniku za ispiranje i na izbornom ventilu preusmjeri se protok izravno na crpku. Na regulatoru tlaka zatvori se ventil A i B, po potrebi povratni vod iz tlačnog pročištača, a otvori ventil da voda protječe kroz razvodne cijevi i mlaznice. U tom slučaju koncentracija tekućine u glavnom spremniku ostaje nepromijenjena, slika 4.47.



**Slika 4.47.** Podešavanje ventila za djelomično čišćenje

(Izvor: Agromehanika uputstvo za upotrebu-nošeni traktorski raspršivači, TN-400TEN, 200EN(U)-500 EN (U) Rev.2016/06)

### 4.3.2.9. Potpuno čišćenje raspršivača

Nakon svake uporabe raspršivač je potrebno temeljito očistiti. Ostatak tekućine za prskanje najlakše je iskoristiti tako da ga se razrijedi s vodom u omjeru 10 : 1 (deset dijelova čiste vode prema jednom dijelu zaostalog škropiva). Potpuno čišćenje raspršivača potrebno je učiniti temeljito, iznutra i izvana. Unutarnje čišćenje obuhvaća sve unutarnje dijelove od spremnika, pročistača, crpke, regulatora do prskajućih cijevi s mlaznicama. Otvari se trosmjerni ventil prema spremniku za ispiranje, te se crpljenjem čiste vode iz spremnika crpkom ista usmjeri ka regulatoru tlaka. Otvaranjem razvodnog ventila A i B i ventila protok tekućine se usmjerava do prskajućih cijevi s mlaznicama i prema mlaznici za miješanje. Protok iz regulatora tlaka preko izbornog ventila biva usmjeren u glavni spremnik. Na kraju se trosmjerni ventil zatvori i kroz mlaznice na prskajućim mlaznicama isprazni se glavni spremnik.

### 4.3.2.10. Ostale izvedbe raspršivača

Ovjesni raspršivači „HARDI“ mogu se koristiti u zaštiti vinograda i mladih nasada voćaka, radne širine 1,2 – 3,7 m, odnosno za tretiranje zaštitnim sredstvom jednog ili dva reda nasada u jednom proходу. Konstrukcijske izvedbe su s obujmom spremnika od 400, 600, 800 i 1000 l. Uz glavni spremnik nalazi se spremnik čiste vode za pranje raspršivača nakon uporabe. U glavnom spremniku nalaze se mlaznice za miješanje tekućine, odnosno miješanje praškastog sredstva s vodom. Ugrađene su membranske crpke kapaciteta 70 – 140 l/min i tlaka 20 bar.



**Slika 4.48.** Ovjesni raspršivač u zaštiti vinograda  
(Izvor: <https://www.hardi-international.com>)

Ugrađuju se centrifugalni ventilatori s kapacitetom zraka 11000 – 19000 m<sup>3</sup>/h. U sklopu ventilatora nalazi se centrifugalna spojka za uključivanje ili isključivanje ventilatora. Reguliranje tlaka tekućine može biti ručno ili s električnim principom, a u dodatnoj opremi se nalazi i računalna jedinica smještena u kabini traktora. U sustavu regulacije je električni regulator, te dvostruki nosači mlaznica. Za pročišćavanje tekućine služe usisni i tlačni redni pročistači. Crpke na strojevima za raspršivanje predstavljaju važan sklop, a njihove pouzdanosti i dugi životni vijek ovise o pravilnoj uporabi i održavanju. Na ovjesnim raspršivačima su ugrađene klipno-membranske crpke, izrađene od provjerenih materijala i namijenjene za precrpljivanje tekućina i otopljenih gnojiva koji se koriste u poljoprivredi (voćarstvu i vinogradarstvu). Ovisno o kategoriji raspršivača (kapacitetu) mogu biti ugrađene dvoklipno-membranska ili trokclipno-membranska crpka.

### 4.3.2.11. Ovjesni „HARDI“ raspršivač

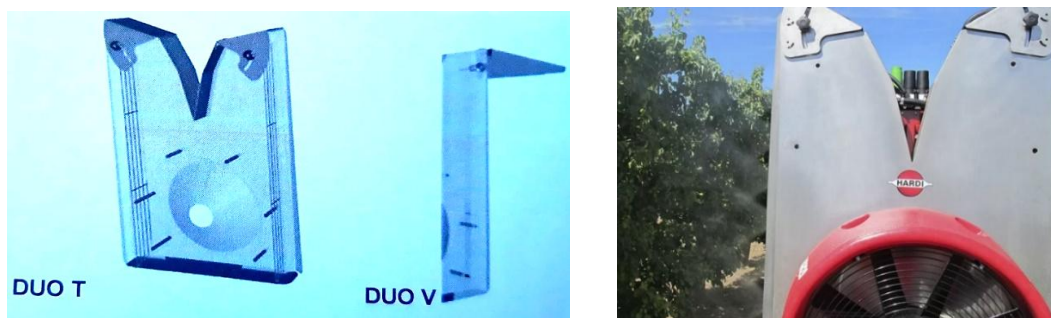
Na ove raspršivače ugrađeni su aksijalni ventilatori, koji imaju kapacitet zračne struje 28000-37000 m<sup>3</sup>/h. U sklopu ventilatora nalazi se dvodijelni mjenjač za isključivanje i uključivanje rada ventilatora s centralnim položajem. Obujam spremnika može biti u varijantama 400 – 1200 l, a ugrađene su membranske crpke s kapacitetom 73 – 140 l/min i radnim tlakom 20 bar.



**Slika 4.49.** Ovjesni raspršivač s aksijalnim ventilatorom  
(Izvor: <https://hardi.com/en/sprayers/mistblowers/zenit>)

## 4. METODA RASPRŠIVANJA

Standardna izvedba raspršivača ima donji usmjerivač, a druge opcije „V“ usmjerivač ili „DUO“ ili „T“ usmjerivač. Mlaznice su raspoređene u polukrugu 2 x 6 nosača dvostrukih mlaznica s protikapajućim ventilom.



Slika 4.50. Usmjerivači za raspršivač „ZENIT“  
(Izvor: <https://hardi.com/en/sprayers/mistblowers/zenit>)

### 4.3.2.12. Raspršivač „TURBO MIX“

Ovo su ovjesni raspršivači sadržaja spremnika 400, 600, 800 i 1000 l, izrađenih od poliuretana otpornim na UV-zračenje. U spremniku se nalazi miješalica s automatskim reguliranjem intenziteta miješanja. Pored ovog spremnika nalazi se spremnik čiste vode za pranje ruku i spremnik za ispiranje uređaja. Ugrađen je ventilatorski sklop s centrifugalnim ventilatorima i dvije brzine okretanja. Maksimalni vodoravni domet u prvoj brzini okretanja je 20 – 25 m, a u drugoj brzini 32 – 36 m. Maksimalni domet u vis (okomito) u prvoj brzini iznosi 15 – 18 m, a u drugoj brzini je 29 – 32 m. Na uređaju ventilatora nalazi se okretajni sklop pomoću kojeg se vrši regulacija nagiba ili ukošenje usmjerivača zračne struje pod kutom 90° – 180°, vidljivo na slici 4.51. Promjena kuta ukošenja može se obavljati ručno ili hidraulički kao dodatnom opremom.



Slika 4.51. Raspršivač „TURBO MIX“  
(Izvor: <https://messis.hr/atomizeri-i-prskalice/noseni-atomizeri-i-prskalice/noseni-atomizer-modeli-projet-turbo-mix>)

Na raspršivaču se nalazi klipno-membranska crpka *COMET 120/50 APS 121.*, s protokom od 115 l/min i tlakom od 50 bar. Regulacija tlaka je električnim načinom uključivanja i isključivanja i samočistećim pročištačem. Ugrađene su keramičke mlaznice s protukapajućim ventilima 6+2 komada. Ovi raspršivači koriste se za zaštitu visokih stablašica u parkovima, u šumarstvu, u zaštiti citrusa i drugo.

### 4.3.2.13. Ovjesni raspršivači „NEW CONTROL”

Obujam glavnog spremnika ovog raspršivača iznosi 300 – 1000 l. Priključuje se za traktor snage 18 – 25 kW ako je obujam spremnika 300 – 400 l ili za traktor snage 30 – 75 kW ako su obujmi spremnika 600, 800 ili 1000 l. Spremnici se izrađuju od polietilenskih materijala s mogućnosti potpunog pražnjenja. Uz glavni spremnik nalazi se miješalica za miješanje zaštitnog sredstva u spremniku s vodom. Ventilator je izrađen od kvalitetne plastike s 12 lopatica ili 14 lopatica za obujam spremnika 800 – 1000 l. Promjer ventilatora iznosi od 700 – 900 mm uz kapacitet zračne struje 30000 – 48000 m<sup>3</sup>/h. Pogon ventilatora raspršivača se ostvaruje od P.V. traktora s 540 min<sup>-1</sup>, na reduktoru s brzinom vrtila 330 – 440 min<sup>-1</sup>.



**Slika 4.52.** Ovjesni raspršivači „NEW CONTROL”

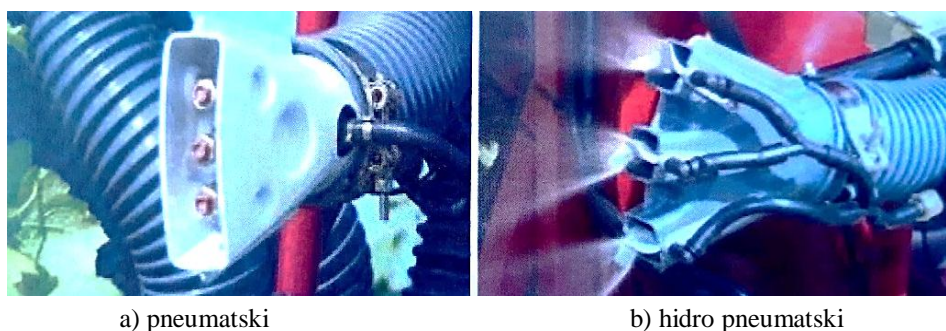
(Izvor: <https://messis.hr/atomizeri-i-prskalice/noseni-atomizeri-i-prskalice/atomizeri-modeli-projet-sa-patentiranim-sustavom-new-control>)

Na raspršivaču je ugrađena klipno-membranska crpka „COMET“ kapaciteta 5 l/min, a na raspršivaču sa spremnikom 800 – 1000 l crpka ima kapacitet 68 l/min i radni tlak 40 – 50 bar. Na nosećem okviru nalazi se regulator tlaka s ručnim upravljanjem ili električni s mogućnošću upravljanja iz kabine traktora, te otvaranje ili zatvaranje elektromagnetnih ventila na lijevoj i desnoj strani. U kabini traktora postavlja se računalna jedinica „BRAVO“ 180 S, pomoću koje se upravlja i programira rad raspršivača. Na raspršivače se može dograditi i elektrostatički sustav za stvaranje elektromagnetnog naboja kapljice škropiva. Na razvodnom sustavu za mlaznice nalaze se dvostruki protukapni nosači keramičkih mlaznica s mogućnosti pojedinačnog zatvaranja.

## 4. METODA RASPRŠIVANJA

### 4.3.2.14. Oblici istrujavanja

Proces istrujavanja kapljica ovisi o konstrukcijskoj izvedbi raspršivača. Konstrukcijski sustavi istrujavanja kapljice često se koriste kao pneumatski i hidropneumatski. Pneumatski način raspršivanja obavlja se kod dvostrujnih raspršivača, gdje kroz njih prolaze dvije struje i to struja tekućine i struja zraka. Tekućina se miješa sa zračnom strujom unutar ili neposredno izvan raspršivača. O brzini zračne struje ovisi stupanj dezintegracije, odnosno usitnjenost kapljice. Brzina zračne struje iznosi 25 – 150 m/s. Veličina kapljica ovisi o tipu raspršivača i svojstvima tekućine. Kapacitet se može regulirati dovodom tekućine, ali preveliki kapacitet se ne može postići, jer smanjenje omjera između količine zraka i količine tekućine koja prolazi kroz raspršivač povećava veličinu kapljica. Preveliku količinu tekućine struja zraka ne može dezintegrirati, pa mlaz tekućine ostaje djelomično kompaktan.



a) pneumatski

b) hidro pneumatski

**Slika 4.53.** Načini raspršivanja

(Izvor: <https://agrargazat.hu/hir/hatekony-megoldasok-a-hardi-kodkepzojn/>)

Uporabom pneumatskog sustava istrujavanja dobiva se bolje pokrivanje lica i naličja listova, ali zbog formiranja kapljica manjeg promjera treba obratiti pozornost na brzinu vjetra za vrijeme rada. Primjenom ovog načina utrošak tekućine je manji, odnosno ostvaruje se mala norma tretiranja. Kod hidropneumatskog načina istrujavanja kapljica, promjer kapljica je veći u odnosu na pneumatski, pa je i osjetljivost na zanošenje uslijed vjetrova manja. Kod ovog načina utrošak tekućine je veći, odnosno srednja i niska norma tretiranja. Za produkciju zračne struje mogu se koristiti radijalni (turbinski) ventilatori, slika 4.54.



**Slika 4.54.** Raspršivači s radijalnim (turbinskim) ventilatorom

(Izvor: <https://findri.hr/portfolio-types/atomizeri-noseni/>)

U tablici 4.3. prikazani su najvažniji tehnički podaci najčešće korištenih ovjesnih raspršivača.

**Tablica 4.3.** Tehnički podaci različitih tipova ovjesnih raspršivača

Proizvođač, model i tip	Obujam spremnika (l)	Kapacitet crpke (l/min)	Tlak (bar)	Promjer ventilator (mm)	Kapacitet ventilatora (m <sup>3</sup> /h)	Izlazna brzina zraka (m/s)	Potrebna snaga traktora (kW)
AGROMEHANIKA AGP 400 EN	400	101	40	825	15 000-45 000	<40	24-72
HARD I ZEBRA	400	140	20	820	14 000-40 000	40-80	25-70
CAFFINI PERFORMER	400	71	40-60	415	15 000-41 000	45-80	30-40
ZUPAN MODELME	300	30	40	560	20 000	<40	25
BATA 330L	330	70	20	800	30 000	35	22
DAL – DEGAN 503	600	71	40	700	46 000	45	30-37
LEŠKO AML 400	400	71	40	712	30 650	<40	30-40

### 4.3.3. Vučeni raspršivači

Koriste se na velikim površinama nasada voćaka i vinograda. Obično su jednoosovinski, a mogu biti opremljeni motorom 25-80 kW kako bi se osigurao ravnomjeran rad i omogućila lakša vuča manjim traktorima. Ukoliko su opremljeni vlastitim motorom, taj motor pogoni ventilatore, a crpku motor traktora putem priključnog kardanskog vratila traktora. Kod vučenih raspršivača koji imaju manji obujam spremnika, pogon ventilatora i crpke obavlja se putem P.V. traktora. Vučeni raspršivači imaju spremnik sadržaja veličine 600 – 3000 l i više. Uređaji za automatsko tretiranje slični su kao i kod ovjesnih raspršivača.



**Slika 4.55.** Vučeni raspršivač Agromehnika AGP 2000 EN

(Izvor: <https://www.manualslib.com/products/Agromehnika-Agp-1000-En-11482065.html>)

Osnovni radni sklopovi vučenog raspršivača su: spremnik, crpka, mjerno-regulacijski sklop, ventilator, mlaznice i usmjerivači zračne struje ili deflektori. Na slici 4.56. prikazan je vučeni raspršivač s glavnim radnim dijelovima.

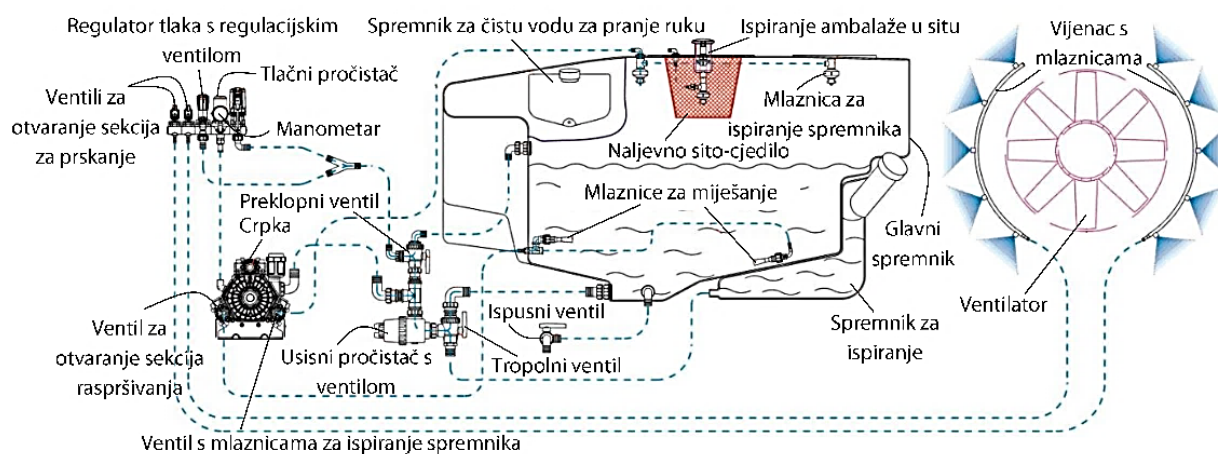
## 4. METODA RASPRŠIVANJA



**Slika 4.56.** Glavni radni dijelovi vučenog raspršivača

(Izvor: Uputstvo za upotrebu Agromehanika vučeni traktorski raspršivači AGP 1000 EN(U)-2000 EN(U), AGP 1000 PE)

Radni tlak raspršivača u nasadima voćaka i vinograda iznosi 8 – 20 bar, dok kod prskalica on iznosi 2 – 5 bar. Značajne razlike su i u količini tekućine po jedinici površine, gdje se u višegodišnjim nasadima kreću 400 – 1200 l/ha, a u prskanju kod ratarskih kultura iznose 100 – 400 l/ha. Na slici 4.57. prikazana je tehnološka shema procesa rada vučenog raspršivača.

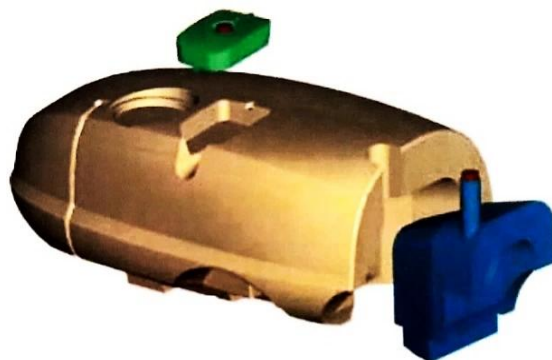


**Slika 4.57.** Kinematska shema vučenog raspršivača

(Izvor: Uputstvo za upotrebu Agromehanika vučeni traktorski raspršivači AGP 1000 EN(U)-2000 EN(U), AGP 1000 PE)

### 4.3.3.1. Spremnik tekućine vučenog raspršivača

Spremnici za radnu tekućinu izrađuju se od kemijski otpornog polietilena zaobljenih rubova i glatke unutarnje i vanjske površine, što omogućuje učinkovitije čišćenje. Dno spremnika nagnuto je što omogućava potpuno pražnjenje. Na gornjoj strani spremnika nalazi se cjedilo s poklopcem. Uz glavni spremnik nalazi se manji spremnik za čistu vodu i spremnik za ispiranje.



**Slika 4.58.** Izgled glavnog i manjeg spremnika za čistu vodu

(Izvor: Uputstvo za upotrebu Agromehanika vučeni traktorski raspršivači AGP 1000 EN(U)-2000 EN(U), AGP 1000 PE)

Na slici je razvidno da ovaj spremnik ima aerodinamički oblik koji smanjuje oštećenje od grana pri radu. Otporan je na vibracije i udarce, a glatka površina spremnika omogućuje lako ispiranje i održavanje. Obujam spremnika kod leđnih raspršivača iznosi 10 – 14 l, kod ovjesnih traktorskih 200 – 800 l, a kod vučenih samokretnih 1000 – 3000 l.

### 4.3.3.2. Trosmjerni ventil

Nalazi se na donjoj strani spremnika s ugrađenim pročištačem koji posredno pomoću crpke omogućuje ejektorsko povlačenje (usis) vode u glavni spremnik iz potoka, bunara ili drugih vodotoka (slika 4.28.). Spremnik za ispiranje glavnog spremnika koristi se za pranje glavnog spremnika i ostalih elemenata u sustavu raspršivanja nakon završenog rada ili za vrijeme rada. Puni se samo čistom vodom. Spremnik za pranje ruku je sadržaja 15 l, a puni se čistom vodom koja služi za pranje ruku nakon rada sa zaštitnim sredstvom. Kod raspršivača miješanje tekućine u glavnom spremniku treba biti pouzdano i efikasno zbog povećane koncentracije kemijskog sredstva koje se primjenjuje. Zbog boljeg miješanja u spremniku se nalazi jedna ili dvije mlaznice za kontinuirano miješanje otopine. Mlaznice su smještene u donjem dijelu spremnika, (vidi sliku 4.23). Mlaznicom se upravlja pomoću razvodnog ventila na regulatoru tlaka. Mlaznica je otvorena kada je ručica razvodnog ventila u okomitom položaju i obrnuto. Preporuča se da za vrijeme pripremanja otopine ili za vrijeme vožnje do mjesta tretiranja mlaznica bude u radnom položaju miješanja.

### 4.3.3.3. Usisni pročištač

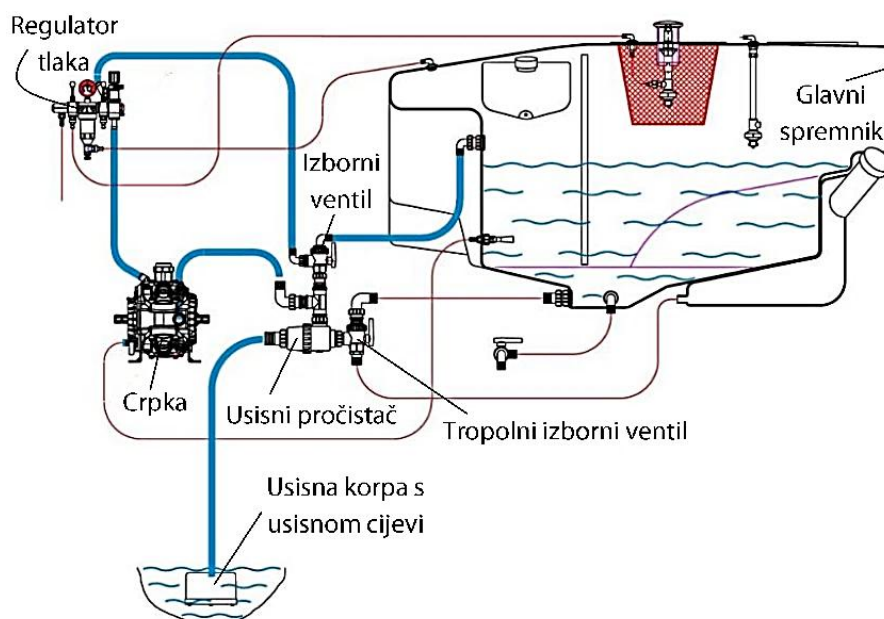
Ovaj pročištač nalazi se između spremnika i crpke, što je opisano kod ovjesnih raspršivača, (slika 4.23.). Mlaznica za pranje unutarnjeg dijela glavnog spremnika nalazi se u unutrašnjosti spremnika i služi za pranje spremnika nakon svakog završenog tretiranja (opisano kod ovjesnih raspršivača, slika 4.27). Ispiranje glavnog sita od škropiva (vidi sliku 4.25.). Ispiranje ambalaže i sita koristi se za ispiranje tekućih i praškastih sredstava iz sita u spremnik. Nalazi se ispred poklopca spremnika, povezan je s razvodnim ventilom na regulatoru tlaka ili preko povratnog voda na tlačnom pročištaču regulatora. Ako se ispire unutrašnjost ambalaže (plastike), skine se poklopac (crvene boje) s grla ispiraća i vrat boce zajedno s grlom navuče se preko mlaznice do graničnika. Nakon toga se bocu zajedno s graničnikom (slika 4.26.) pritisne na dolje prema dnu naljevnog sita. Time se otvori ventil i aktivira mlaznicu koja temeljito ispire unutrašnji dio

## 4. METODA RASPRŠIVANJA

ambalaže. Kod otvorenog dovoda tekućine do ispiraća ambalaže radi mlaznica za ispiranje sita s donje strane ispiraća, zbog čega mora biti poklopac spremnika za vrijeme ispiranja ambalaže zatvoren.

### 4.3.3.4. Usisna korpa s usisnom cijevi

Svrha usisne korpe je u crpljenju vode iz bunara, potoka ili ribnjaka preko usisnog pročistača, crpke i regulatora tlaka u spremnik. Komplet se sastoji od usisne korpe 5 m dužine, usisne cijevi i priključka za pročistač.



**Slika 4.59.** Punjenje spremnika usisnom korpom

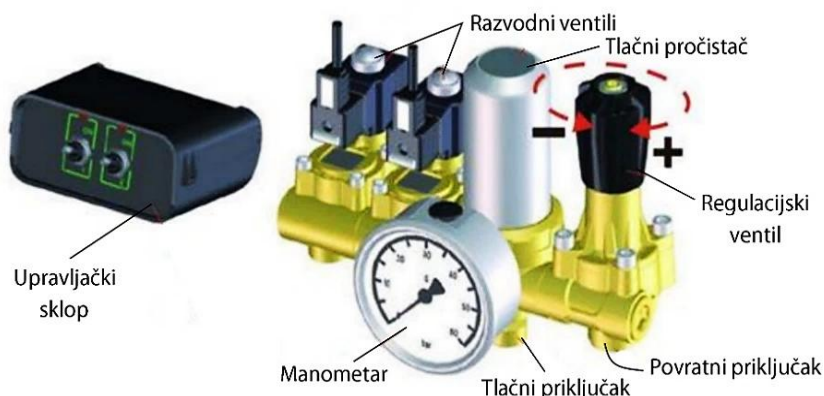
(Izvor: Uputstvo za upotrebu Agromehanika vučeni traktorski raspršivači AGP 1000 EN(U)-2000 EN(U), AGP 1000 PE)

Priključak se namjesti na usisni pročistač s tim da se odvije na pročistaču crveni čep i na njegovo mjesto se utisne priključak s plastičnom cijevi s usisnom korpom. Zatim se usisna cijev razvuče i usisnu korpu potopi u vodu. Pri tome visinska razlika između izvora vode i crpke ne smije biti veća od 3 m. Prije uključivanja pogona crpke treba pomaknuti ručicu centralnog ventila u položaj „Z“ i zatvoriti trosmjerni ventil na izlazu iz spremnika. Tok vode ide iz usisnog koša preko usisnog pročistača crpke i protočnog regulatora (povratni vod) u spremnik.

### 4.3.3.5. Regulatori tlaka

Na vučenim raspršivačima nalaze se regulatori tlaka s ručnim i daljinskim upravljanjem (elektronski) iz kabine traktora. Koriste se za radne tlakove do 50 bar i reguliraju hektarsku dozu tekućine neovisno o radnoj brzini agregata, kod konstantnog broja okretaja kardanskog vratila. Regulator tlaka PR8 je visoko tlačni regulator („braglia“) koji ulazi u novije elektronske sustave za daljinsko upravljanje pri raspršivanju i prskanju. Druga varijanta izvedbe regulatora je PR8F/2EC koji se sastoji od glavnog regulacijskog ventila koji omogućuje i ručnu regulaciju radnog tlaka. U sklopu su mlazni i visokotlačni pročistač s elektromagnetskim razvodnim

ventilom koji otvara i zatvara tlačne vodove, a upravljanje je iz kabine traktora, gdje je smještena upravljačka jedinica, slika 4.60.



**Slika 4.60.** Regulator s upravljačkim sklopom

(Izvor: <https://agricom.pt/en/control-units/366-command-electrico-braglia-solenoide-2v-pa853.html>)

Regulator *PR8* omogućuje ručnu regulaciju radnog tlaka 0 – 40 bar, uz najveći kapacitet protoka od 160 l/min, pri tlaku od 2 bar. Okretanjem pročištača matice, slika 4.61., na vrhu regulacijskog ventila u lijevu stranu (-), tlak se smanjuje, a okretanjem u smjeru kazaljke na satu (+), tlak se povećava.



**Slika 4.61.** Regulacijski ventil *PR8*

(Izvor: <https://agricom.pt/en/383-control-units>)

Regulator tlaka u varijanti *EC* je pored ručnog ventila opremljen i s elektromagnetnim ventilom, koji omogućuje podešavanje radnog tlaka iz kabine traktora, slika 4.62.

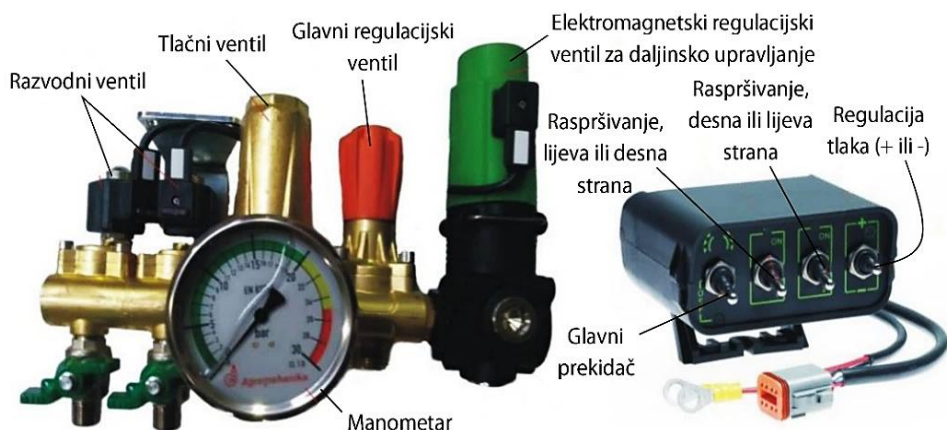


**Slika 4.62.** Elektromagnetni regulacijski ventil

(Izvor: <https://agricom.pt/en/383-control-units>)

Novija izvedba regulacije tlaka je pomoću daljinskog upravljanja *PR8 EFC/2EC*. Pored ručnog reguliranja opremljen je i elektromagnetnim regulacijskim ventilom, koji omogućuje reguliranje radnog tlaka pomoću daljinskog upravljanja iz kabine traktora, slika 4.63.

## 4. METODA RASPRŠIVANJA



**Slika 4.63.** Regulator tlaka *PR8 EFC/2EC*  
(Izvor: <https://agricom.pt/en/383-control-units>)

### 4.3.3.6. Regulator tlaka PR 9

Koristi se u sustavu potpune elektronske regulacije upravljanja procesa raspršivanja raspršivačem i pripada vrlo kvalitetnim načinima računalnog nadzora i upravljanja svih najvažnijih radnih funkcija raspršivanja i prskanja. Upravljanje se obavlja pomoću *AG-TRONIK*-a M1 posebno konstruiranog za uporabu u raspršivanju, slika 4.65.



**Slika 4.64.** Regulator tlaka *PR9*  
(Izvor: <https://agricom.pt/en/383-control-units>)

### 4.3.3.7. Označavanje regulatora

Oznaka regulatora sastoji se iz oznake tipa regulatora, opremljenosti regulatora s tlačnim pročištačem i od broja ugrađenih razvodnih ventila. Primjerice, oznaka *PR8 EFC/2EC*, označava regulator tlaka tipa *PR8* za daljinsku regulaciju tlaka s visokotlačnim pročištačem (oznaka *F*) i dva elektromagnetna ventila (brojna oznaka *+EC*). Model regulatora tlaka *PR8* u osnovnoj verziji omogućuje daljinsko upravljanje otvaranja i zatvaranja razvodnih ventila, a smješten je u kabini traktora i priključen je na električni sustav traktora.



**Slika 4.65.** Model za daljinsko upravljanje *PR8*

(Izvor: <https://www.sprayerwarehouse.com.au/products/braglia-motor-valve-control-box-2-section-180-302-17>)

### 4.3.3.8. Regulator tlaka *PR 9-EC*

Namjenjen je za električnu ili daljinsku regulaciju radnog tlaka 0 – 20 bar. Upravljanje svim funkcijama regulatora izvodi se pomoću *AG-TRONIK-a* (*Agromehanika*) preko kojeg se odvija upravljanje elektromotorima i elektromagnetnim ventilima. Na slici 4.66. prikazan je opći izgled regulatora tlaka *PR 9-EC*.



**Slika 4.66.** Izgled regulacijske jedinice *PR 9-EC*

(Izvor: <http://www.bestco.co.rs/Regulatori-pritiska-za-prskalice-i-atomizere.html>)

Na slici 4.67. prikazani su sastavni sklopovi regulacijske jedinice *PR 9-EC*.

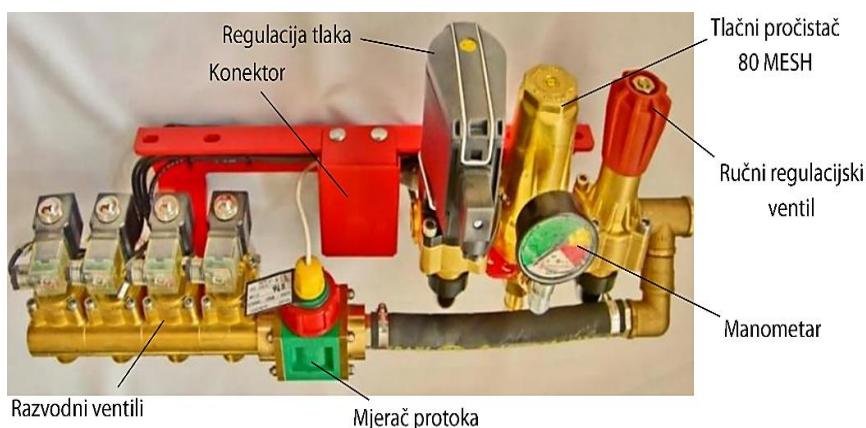
## 4. METODA RASPRŠIVANJA



**Slika 4.67.** Sklopive mjerno-regulacijske jedinice

(Izvor: <https://agromehanika.eu/hr/katalog/proizvod/ag-tronik-m1>)

Regulator *PR9* sastoji se od: elektromagnetnog regulacijskog ventila tlaka, zračnog regulacijskog ventila, razvodnog ventila, konektora, tlačnog pročištača, manometra i mjerača protoka.



**Slika 4.68.** Sastavni dijelovi regulatora tlaka *PR9*

(Izvor: <https://agromehanika.eu/hr/katalog/proizvod/ag-tronik-m1>)

Oznake na regulatoru *PR9 ECFM/4EM* su:

- Osnovna oznaka regulatora je *PR EC*.
- Oznaka *F* znači da je regulator opremljen pročištačem za automatsko čišćenje.
- Oznaka *M* znači da je regulator opremljen mjeračem protoka (*Flowmeter*).
- Oznaka *4EM* označava 4 elektromagnetna razvodna ventila.

Najčešće su na razvodnim ventilima ugrađeni i ručni ventili namijenjeni za upravljanje dodatnom opremom za pranje ambalaže, pranje spremnika. U taj komplet ulazi još i mjerač brzine i nosač senzora.

### 4.3.3.9. Opis glavnih sastavnih dijelova regulatora – AGROMEHANIKA

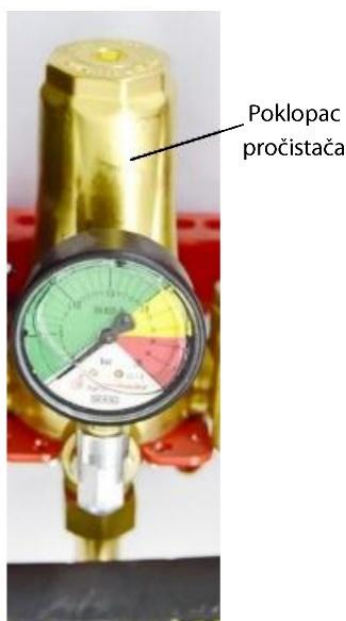
Glavni dijelovi sklopa regulatora su: elektromagnetni ventil, samočisteći pročistač, zračni regulacijski ventil, manometar, razvodni ventil *EC*, senzor protoka, konektor, tlačni senzor i senzor brzine. Pomoću elektromagnetnog ventila regulira se tlak tekućine. Upravljanje regulacijskim ventilom odvija se u „AUTO“ načinu rada, pomoću *AG-TRONIK-a* ili tipki koje se nalaze na *AG-TRONIK-u*.



**Slika 4.69.** Regulacija tlaka

(Izvor: <https://guaitasrl.it/en/shop/spraying-and-weeding/braglia-pressure-regulators/braglia-electric-pressure-regulator/>)

Samočisteći pročistač dodatno čisti otopinu prije ulaska u mlaznice. Otvori na uložku pročistača su gustoće 80 mesha. Ako se pročistač želi očistiti, skine se poklopac pročistača i izvadi se uložak i mehanički se očisti, slika 4.70.



**Slika 4.70.** Samočisteći pročistač

(Izvor: Upute za upotrebu Agromehnika AG-TRONIK M1 rev.2017-04)

#### 4. METODA RASPRŠIVANJA

---

Ručni regulacijski ventil namijenjen je ručnom reguliranju maksimalnog tlaka u sustavu. Tlak se povećava kada se regulacijski vijak okreće u smjeru kazaljke na satu, a obratno tlak se smanjuje. Regulacija tlaka je u rasponu 0 – 40 bar.



**Slika 4.71.** Ručni regulacijski ventil

(Izvor: Upute za upotrebu Agromehanika AG-TRONIK M1 rev.2017-04)

Na regulatoru se standardno ugrađuje manometar s mjernim područjem 0 – 30 bar. Skala je podijeljena i u bojama i u vrijednostima 0 – 20 bar prikazane su vrijednosti zelenom bojom, između 20 – 25 bar vrijednosti su obojane žutom bojom i, na koncu, vrijednosti tlaka 25 – 30 bar su obojane crvenom bojom. Manometar je punjen glicerinom koji osigurava mirnoću kazaljke.



**Slika 4.72.** Manometar

(Izvor: <https://tractor.bg/product/agromehanika-prikachni-ventilatorni-praskachki-agromehanika-agp-100015002000>)

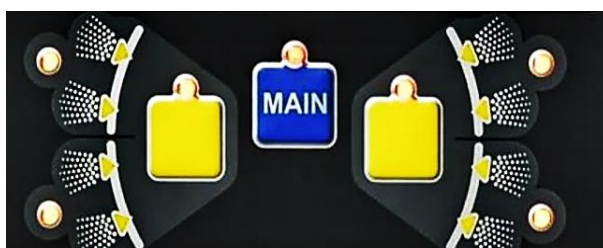
Razvodni ventil *EM* pomoću ugrađenih elektromagneta otvara i zatvara protok na pojedinim vijencima. Otvaranje i zatvaranje ventila obavlja se pomoću tipki na *AG-TRONIK*-u.



**Slika 4.73.** Razvodni ventil EM

(Izvor: Upute za upotrebu Agromehanika AG-TRONIK M1 rev.2017-04)

U slučaju da su ugrađena četiri elektromagnetna ventila, uključivanje ventila odvija se tako što se pritiskom na prekidač otvara jedan ventil, ponovnim pritiskom uključuje se drugi ventil i ponovnim pritiskom isključuje se prvi ventil, slika 4.74.



**Slika 4.74.** Tipke na AG-TRONIK-u

(Izvor: Upute za upotrebu Agromehanika AG-TRONIK M1 rev.2017-04)

Senzor protoka šalje impulse mjerača protoka *AG-TRONIK-u*. Područje mjerenja je 5 – 50 l/min. Elektrovodič (kabel) mjerača protoka povezan je s konektorom. Na mjeraču je karton s upisanom konstantom protoka. Standardno je ugrađen *POLMAC*-ov mjerač protka, a mjerenje se odvija preko turbine ugrađene u kućištu mjerača protoka. Turbina mjerača osjetljiva je na ostatke sredstva koje je ostalo u mjeraču protoka nakon obavljene zaštite, pa je potrebno nakon svakog tretiranja mjerač protoka iznutra očistiti vodom.



**Slika 4.75.** Senzor protoka

(Izvor: Upute za upotrebu Agromehanika AG-TRONIK M1 rev. 2017-04)

Ako dođe do većih odstupanja konstante protoka od planirane, uzrok je neispravno djelovanje senzora protoka. U tom slučaju potrebno je očistiti senzore tijekom rada na mjestu gdje se nalazi turbina senzora.



**Slika 4.76.** Demontiranje senzora

(Izvor: Upute za upotrebu Agromehanika AG-TRONIK M1 rev.2017-04)

U sklopu regulatora nalazi se konektor na stražnjem dijelu s mjeračem protoka. Pomoću elektrovođiča (kabla) povezan je s *AG-TRONIK-om*.



**Slika 4.77.** Konektor

(Izvor: Upute za upotrebu Agromehanika AG-TRONIK M1 rev.2017-04)

Ukoliko se želi prikazati tlak na *AG-TRONIK-u*, na regulator se može ugraditi senzor tlaka. Mjerenje i vrijednost tlaka ispisuje se na početnoj slici na zaslonu *AG-TRONIK-a*.



**Slika 4.78.** Tlačni senzor

(Izvor: Upute za upotrebu Agromehanika AG-TRONIK M1 rev.2017-04)

Mjerenje radne brzine agregata izvedeno je preko induktivnog beskontaktnog senzora. Kod vučenih raspršivača i prskalica senzor je postavljen na osovini kotača, slika 4.78.

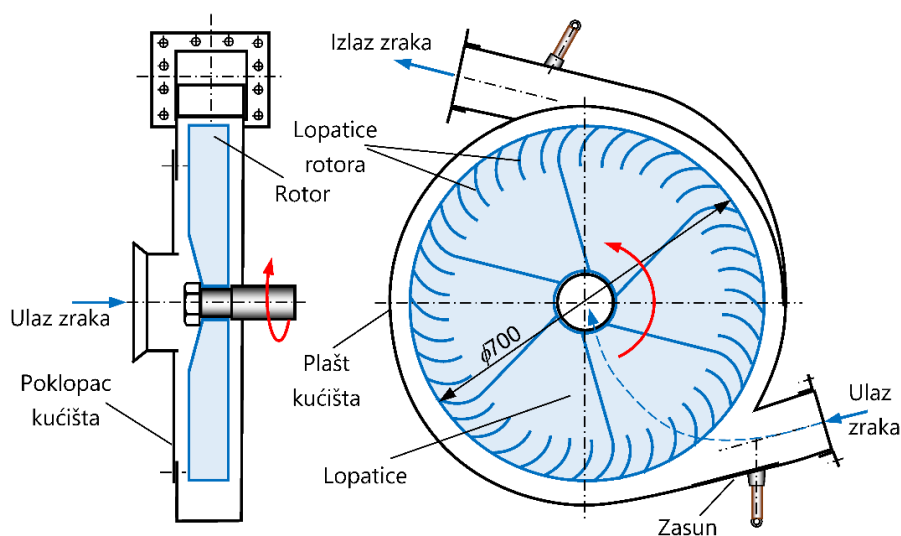


Slika 4.79. Senzor brzine

(Izvor: Upute za upotrebu Agromehanika AG-TRONIK M1 rev.2017-04)

#### 4.3.3.10. Ventilatori

Transport i dezintegraciju ulazne tekućine na raspršivačima obavljaju ventilatori koji produciraju struju zraka, a mogu biti različitih tipova i veličina. Ovisno o izradi i namjeni na raspršivače se ugrađuju: radijalni, aksijalni, tangencijalni, a na nekima se nalaze i kompresorski ventilatori. Radijalni ventilatori usisavaju zrak u smjeru svojeg vratila, a izbacuje u određenom kutu na taj smjer.

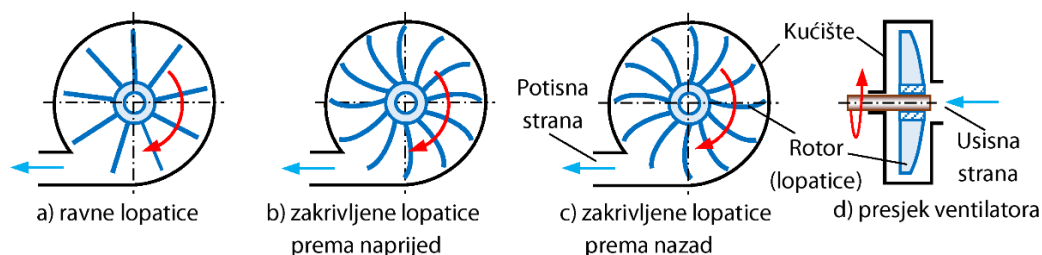


Slika 4.80. Radijalni ventilator

(Izvor: original)

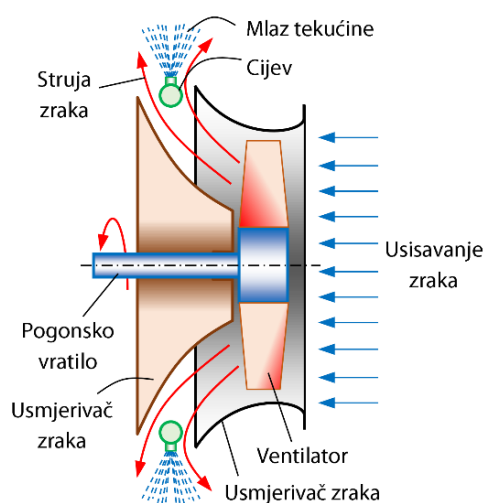
Osnovna karakteristika radijalnih ventilatora je da produciraju zračnu struju velike početne brzine, ali manje količine zraka. Korisni učinak kreće se 0,4 – 0,6. Kapacitet za zrak varira u širokim granicama 5 – 200 m<sup>3</sup>/min, a početna brzina zračne struje iznosi 50 – 150 m/s, dok broj okretaja iznosi 3000 min<sup>-1</sup>. Tlak zraka kod radijalnih ventilatora veći je u odnosu na aksijalne ventilatore i iznosi do 5,4 kPa.

#### 4. METODA RASPRŠIVANJA



**Slika 4.81.** Izvedbe radijalnih ventilatora  
(Izvor: original)

Radijalni ventilator ravnih lopatica je standardna izvedba, a za posebne uvjete primjenjuju se s povijenim lopaticama. Ako su povijene u smjeru potiskivanja zraka, povećava se početna brzina struje zraka, ako su povijene u obrnutom smjeru, povećava se količina zraka. Radijalni ventilatori koriste se na raspršivačima gdje je potrebna velika početna brzina za dezintegraciju mlaza, a to su leđni raspršivači i na raspršivačima koji su opremljeni centrifugalnim crpkama s nižim tlakom pa se dezintegracija i transport kapljica obavlja zračnom strujom ventilatora. Raspršivači s radijalnim ventilatorima imaju prednost u primjeni na terenima s nagibom „terase“. Položaj uređaja za raspršivanje može se postaviti u različite pozicije ovisno o kosini kako bi se postigla bolja pokrivenost habitusa biljke. Smjer zračne struje iza ventilatora usmjerava se pomoću deflektora, gdje se kut nagiba deflektora odabire tako da mlaz kojeg nosi zračna struja pokrije ciljanu površinu biljke. Aksijalni ventilatori usisavaju zrak u pravcu vratila i izbacuju ga u istom smjeru, a produciraju zračnu struju manje početne brzine 25 – 50 m/s, ali je velika količina zraka i predstavlja tipičan nošeni mlaz. Količina zraka iznosi 50 – 1200 m<sup>3</sup>/min. Korisni učinak iznosi 60 – 85 %. Broj okretaja aksijalnog ventilatora iznosi 2400 – 3000 min<sup>-1</sup>, a potrebna snaga za pogon je 7 – 15 kW, pri tlaku zraka 0,2 – 1 kPa. Aksijalni ventilatori koriste se na hidrauličko-pneumatskim raspršivačima, a zbog male početne brzine zračne struje potrebna je veća energija tlaka tekućine koju stvara crpka. Na ovaj način obavlja se uglavnom hidraulička dezintegracija, a zračna struja dalje obavlja usitnjavanje kapljice i nošenje do mjesta tretiranja.



**Slika 4.82.** Aksijalni ventilator  
(Izvor: original)

Na nekim konstrukcijskim izvedbama mogu se nalaziti dva ili više ventilatora kako bi se povećao kapacitet za zrak. Uglavnom, ventilatori su smješteni iza spremnika što otežava pokretanje priključnim vratilom, međutim, ima i raspršivača gdje je ventilator smješten ispred spremnika.



a) Raspršivač „Zaturn“



b) Raspršivač APG 1000EN

**Slika 4.83.** Različiti tipovi raspršivača s aksijalnim ventilatorom

(Izvor: Slika 4.83 a) <https://tractor.bg/product/agromehanika-prikachni-ventilatorni-praskachki-agromehanika-agp-100015002000>)

(Izvor: Slika 4.83 b) <https://agrotrade.rs/256/vuceni-atomizeri-od-600-1000-1500-i-2000-litara-2/>)

Pogon ventilatora obavlja se od priključnog vratila traktora preko sustava kardanskog vratila na multiplikatoru ili mjenjaču koji osigurava različit broj okretaja rotora, a time i različit kapacitet zračne struje. Na slici 4.84. vidi se izgled i presjek mjenjača.



a) izgled mjenjača



b) presjek mjenjača

**Slika 4.84.** Izgled i presjek mjenjača

(Izvor: Upute za upotrebu Agromehanika AG-TRONIK M1 rev.2017-04)

Pogon ventilatora kod visoko kapacitiranih vučenih ili samokretnih raspršivača ostvaruje se od posebnog motora, ali ima i kombinacija gdje se pogon crpke ostvaruje od priključnog kardanskog vratila traktora, a ventilator dobiva pogon od vlastitog motora, jer troši puno veću snagu. Snaga za pogon ventilatora obično iznosi 7 – 15 kW. Na raspršivačima mogu biti ugrađeni klasični ventilatori u kojem kolo ventilatora ima lopatice promjenjivog položaja. Zakretanjem lopatica regulira se brzina zračne struje i domet, te količina raspršenog sredstva. Ovisno o dometu raspršivanja 5 – 20 m u širinu i 4 – 9 m u visinu, te potrebnim kapacitetom zraka 20 – 80 000 m<sup>3</sup>/h, lopatice se izrađuju u promjeru od 500 – 900 mm. Lopatice ventilatora

## 4. METODA RASPRŠIVANJA

---

se izrađuju od aluminija tlačnim lijevom. Podešavanje količine zračne struje izvodi se na tri načina:

- promjenom brzine vrtnje pomoću mjenjača
- otvaranjem ili zatvaranjem povrata na izlazu ventila i
- reguliranjem kuta krilca ventilatora.

### 4.3.3.11. Proračun ventilatora

Kod raspršivača količina zraka za svaku litru otopine pesticida treba iznositi 1500 – 6000 l. To je približno omjer 1 kg tekućine na 1,5 – 6 m<sup>3</sup> zraka, gdje 1 m<sup>3</sup> zraka iznosi 1,293 kg. Kapacitet ventilatora, odnosno količina izbačenog zraka može se izračunati po formuli:

$$Q_v = r^2 \cdot \pi \cdot v$$

gdje su:

- $Q_v$  - kapacitet u m<sup>3</sup>/min
- $r$  - polumjer izlaznog otvora, m
- $v$  - brzina, m/min

Brzina gibanja zračne struje ovisi o dinamičnom tlaku koji se izračunava po formuli :

$$p_d = \frac{\rho_z \cdot v^2}{2 \cdot g}$$

gdje su:

- $\rho_z$  - gustoća zraka, kg/m<sup>3</sup>
- $v$  - brzina zraka, m/s
- $g$  - ubrzanje zemljine sile teže, 9,81 m/s<sup>2</sup>

Snaga za pogon ventilatora izračunava se po formuli:

$$P_v = \frac{Q_v \cdot h_p}{1000 \cdot \eta_v}$$

gdje su:

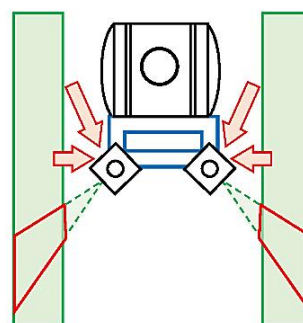
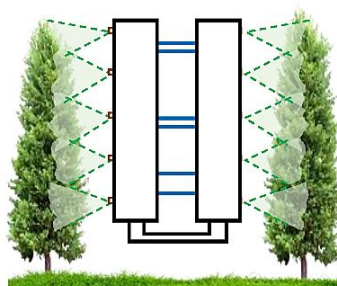
- $P_v$  - snaga za pogon, kW
- $Q_v$  - kapacitet ventilatora, m<sup>3</sup>/min
- $h_p$  - tlak zraka, Pa
- $\eta_v$  - korisni učinak ventilatora

### 4.3.3.12. Tangencijalni ventilatori

Pored navedenih tipova ventilatora danas se koriste i tangencijalni ventilatori na raspršivačima. Kod ovog tipa ventilatora kasnije se odvija prijelaz iz laminarnog u turbulentno strujanje i usmjeravanje zračne struje je preciznije u odnosu na prethodne. Konstrukcijski su izvedeni u valjkastom obliku i raspršivači imaju više ventilatora gdje se nalaze u paru po dva ili četiri. Tangencijalni ventilatori u odnosu na radijalne izbacuju zrak kroz (visoki) dugi pravokutni otvor pa tako mlaz ima pravilan i homogeni oblik. Dužina rotora treba biti prilagođena visini biljke. Tangencijalni ventilatori ostvaruju manji kapacitet i učinak, ali veću početnu brzinu zračne struje do 30 m/s i veći tlak zraka, a stupanj iskorištenja iznosi oko 60 %.



a) opći izgled



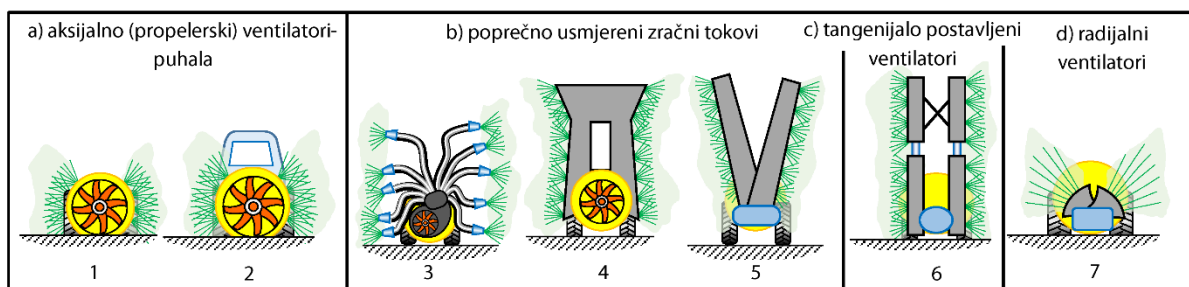
b) princip usisavanja zraka i raspršivanja

**Slika 4.85.** Vučeni raspršivač s tangencijalnim ventilatorima

(Izvor:[https://wissen.obstwein.technik.eu/doku.php?id=6.\\_technik\\_im\\_obstbau:3\\_anforderungen\\_an\\_geblaesespritzen:12\\_bauarten:03\\_traktor-geraete\\_mit\\_axialgeblaese:02\\_querstromgeblaese](https://wissen.obstwein.technik.eu/doku.php?id=6._technik_im_obstbau:3_anforderungen_an_geblaesespritzen:12_bauarten:03_traktor-geraete_mit_axialgeblaese:02_querstromgeblaese))

Već od 1983. godine započeli su se koristiti tangencijalni ventilatori na raspršivačima za zaštitu u nasadima vinograda. Svrha primjene je smanjenje zanošenja kapljica, što omogućuje raspored zračne struje uzduž cijelog izlaznog otvora. Dužina rotora iznosila je 1,3 m, ali su se kasnije počeli proizvoditi sa značajno većom dužinom kako bi se postigla kvalitetna zaštita. Danas se na tržištu mogu naći raspršivači s po dva usmjerivača smještena jedan iza drugog, ukupno četiri i isto toliko tangencijalnih ventilatora. Njihova visina može iznositi 3 m i mogu se koristiti u nasadima voćaka užih uzgojnih oblika i u vinogradarstvu.

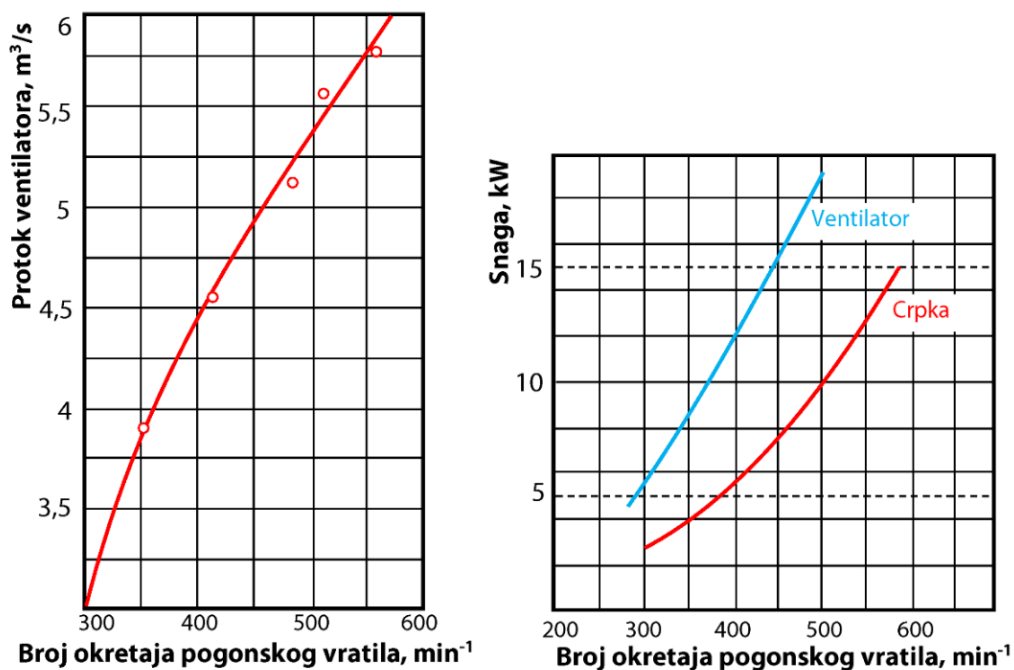
## 4. METODA RASPRŠIVANJA



Vrsta sadnje	1	2	3	4	5	6	7
Jedna vrsta, visina do 2 m	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Jedna vrsta, najveća visina do 3,7 m	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Dvije vrste, najveća visina do 2,5 m	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tri vrste, najveća visina do 2,5 m	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Vitko vreteno, najveća visina do 5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Palmeta, najveća visina do 5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Piramidalna krošnjja, najveća visina do 6 m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Legenda:  primjerena uporaba  
 uporabljivo, ali nije idealno dobra  
 neprimjerena uporaba

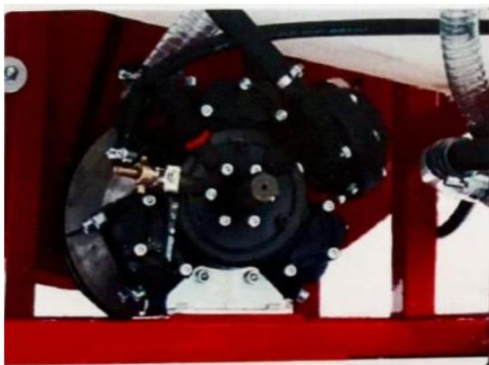
**Slika 4.86.** Različite konstrukcije i primjerenost uporabe raspršivača  
(Izvor: original)



**Slika 4.87.** Tehničke karakteristike ventilatora i crpke  
(Izvor: original)

### 4.3.3.13. Crpke na raspršivačima

Na raspršivačima crpke imaju funkciju da tekućinu pod tlakom uvedu u zračnu struju i da pod tlakom obavljaju dezintegraciju tekućine. Radni tlak kod raspršivanja iznosi 8 – 15 bar, a ponekad i do 30 bar. Na raspršivačima se koriste klipno-membranske, klipne i centrifugalne crpke. Raspršivači koji imaju radijalne ventilatore najčešće su opremljeni centrifugalnim crpkama, jer imaju veliki kapacitet i stvaraju manje tlakove. Ovisno o kategoriji raspršivača, kapacitet crpki iznosi 40 – 180 l/min.



a) šest klipno-membranska crpka raspršivača HARDI „Zaturn“ 2000



b) tro klipno-membranska crpka PA 930 „Agromehanika“

**Slika 4.88.** Klipno-membranske crpke

(Izvor: <https://agromehanika.eu/hr/katalog/proizvod/agp-10002000-en>)

Kod klipno-membranskih crpki u standardnoj izvedbi membrane su izrađene od *NBR* gume. Zbog toga treba koristiti kemijska sredstva koja ih ne oštećuju. Za vrijeme mirovanja crpke treba provjeriti razinu ulja u kućištu crpke i to prije svakog punjenja spremnika. Ukoliko nedostaje, treba ga dopuniti do oznake na uljnom čepu ili uljnom lončiću. Tlak zraka u zračnoj komori ovisi o radnom tlaku crpke. U praksi iznosi približno 1/3 radnog tlaka crpke. Uz svaku crpku nalazi se naputak o tlaku zraka u zračnoj komori u vidu dijagrama, što je prikazano na slici 4.88.

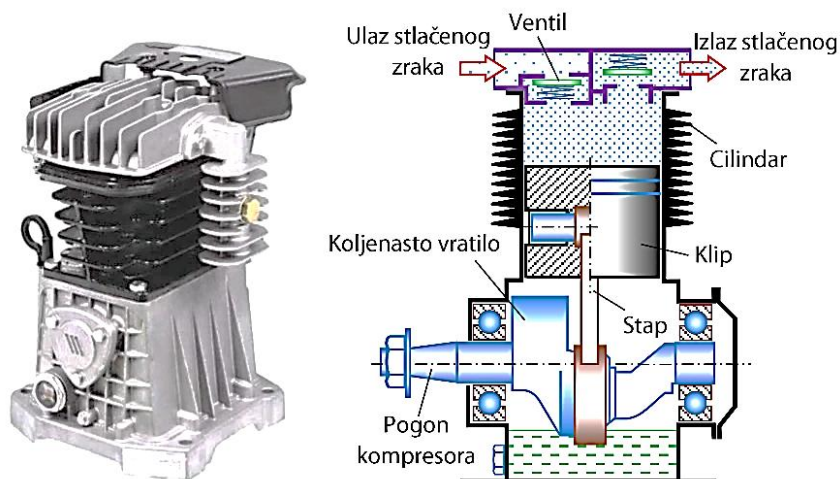


**Slika 4.89.** Dijagram zraka u zračnoj komori u odnosu na radni tlak crpke

(Izvor: Uputstvo za upotrebu Agromehanika vučeni traktorski raspršivači AGP 1000 EN(U)-2000 EN(U), AGP 1000 PE)

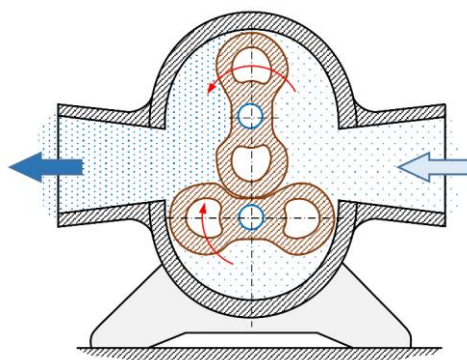
### 4.3.3.14. Kompresori i rotacijske turbine

Kompresori se koriste na postrojenjima za zaštitu bilja kao zamjena ili nadopuna ventilatorima ili crpkama. Koriste se u slučajevima kada treba postići veću početnu brzinu zračne struje, odnosno jaču dezintegraciju tekućine. Isto tako, koriste se za povećanje tlaka u spremnicima za zaštitu biljaka, kao i na prskalicama posebne izvedbe, gdje osiguravaju tlak u zračnom zvonu ili kod zaprašivača sabijanjem zraka razbijaju praškasti pesticid, obavljaju miješanje praškastih preparata za zaštitu. Brzina zračne struje iznosi oko 300 m/s, a kapacitet zračne struje do 10 m<sup>3</sup>/min. Obično se koriste klipni kompresori koji imaju oko 1000 min<sup>-1</sup>, a stupanj korisnosti iznosi do 85 %.



Slika 4.90. Klipni kompresor  
(Izvor: original)

Rotacijske turbine koriste se na raspršivačima kada tlak koji produciraju ventilatori nije dostatan. Sastoje se od dva rotacijska klipa u obliku osmica, koji su smješteni u cilindru. Rotacija klipova je takva da rotiraju u suprotnom smjeru od usisnog kanala uz obod kućišta prema potisnom kanalu. Pokretanje vratila klipova vrši se preko zupčanika i moraju biti postavljeni tako da su klipovi međusobno pod pravim kutom.

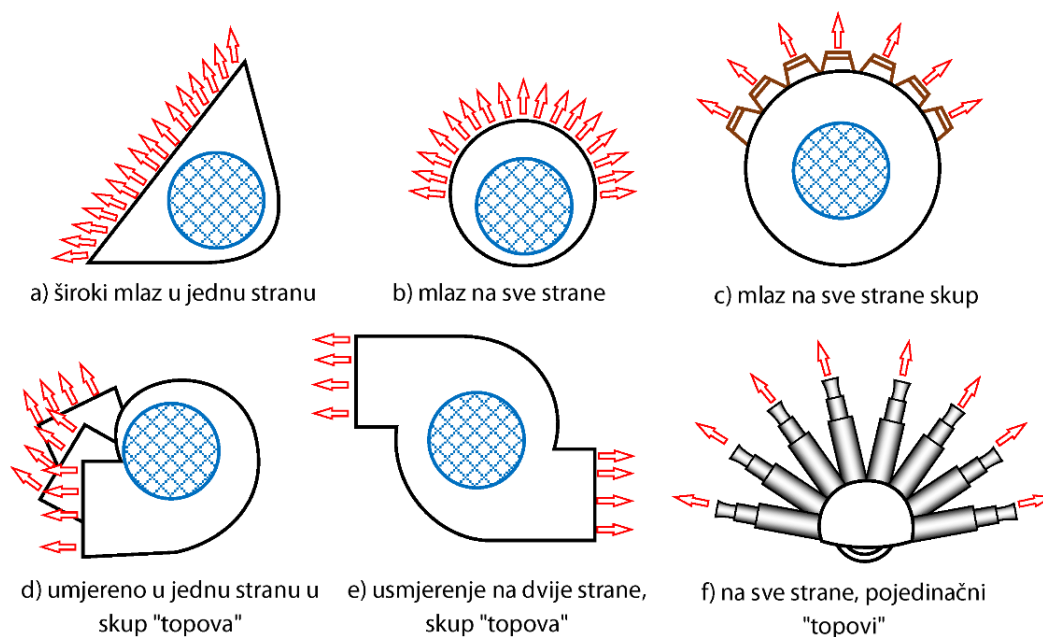


Slika 4.91. Shema rotacijske turbine  
(Izvor: original)

Nedostatak rotacijske turbine je mali kapacitet zraka oko 1,5 – 3 m<sup>3</sup>/min, dok se broj okretaja kreće oko 3000 min<sup>-1</sup>. Stupanj korisnosti iznosi 70 – 80 %, a tlak zraka rotacijske turbine kod raspršivača kreće se oko 3 – 8 m vodenog stupca.

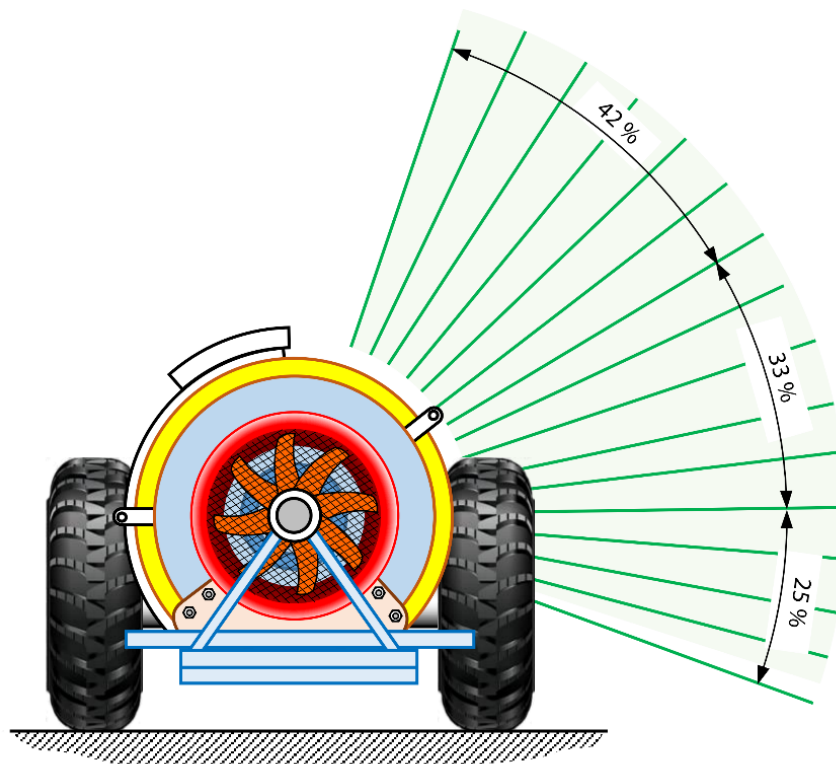
### 4.3.3.15. Uređaji za raspršivanje

Konstrukcija uređaja sastavljena je od sklopa ventilatora i usmjerivača zračne struje i tekućine. Izlazni otvori čine oklopljena limena ili plastična kućišta ventilatora, oblikovana prema namjeni svakog stroja. Oblikovana kućišta ventilatora daju željeni smjer i oblik izlaznoj struji zraka te utječu na količinu i brzinu zračne struje, oblik mlaza i raspoređivanje količine tekućine. Producirana količina zraka i tekućine može se usmjeriti na jedan ili više izlaznih otvora. Ukoliko je usmjerena na jedan izlazni otvor, koji se najčešće nastavlja u jednu izlaznu cijev, često se naziva „top“. Zbog male širine mlaza „top“ je potrebno usmjeravati prema habitusima biljke pa tako usmjeravanje kod leđnih raspršivača obavlja rukovatelj gdje jednom rukom usmjerava „top“ u pravcu biljke. Kod prijevoznih raspršivača većeg kapaciteta uređaj se nalazi iza sjedišta s kojih rukovatelj može posebnim upravljačem ili ručnim pokretanjem fiksirati top na okvirnoj konstrukciji, a i raspršivači mogu biti opremljeni i automatskim uređajima. Automatski uređaji omogućuju izlaženje tekućine i zraka na sve strane ili izbacuju na jednu, drugu ili na obje strane.



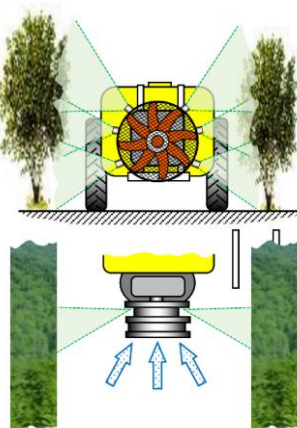
**Slika 4.92.** Tipovi automatskih uređaja  
(Izvor: original)

Kod raspršivača s aksijalnim ventilatorom najčešći tip usmjerivača je polukružnog oblika, gdje se usmjerava mlaz u polukrug od 240°. Kod ovog tipa raspršivača može se regulirati da više zraka izlazi na vršne dijelove kruga gdje treba najveći domet škropiva prema vrhu krošnje. Pojedini dijelovi vijenca mogu se zatvoriti pa svu zračnu struju usmjeriti na ostale segmente. Širina izlaznog otvora usmjerivača je 3 – 10 cm. Unutar usmjerivača nalazi se vijenac mlaznica koje dezintegriiraju tekućinu i ubacuje u zračnu struju.



**Slika 4.93.** Raspored količine zraka po segmentima  
(Izvor: original)

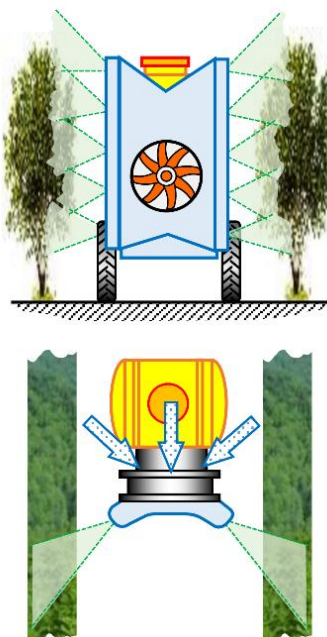
Kod raspršivača s aksijalnim nisko vođenim ventilatorom klasične izvedbe usisna strana ventilatora je sa stražnje strane, gdje dvofazna struja izlazi bočno pod kutom od  $90^\circ$  u odnosu na pravac gibanja agregata i usmjerena je koso i na više. Slaba strana ovog principa istrujavanja je veliki drift i prolaz većeg dijela kapljica kroz i preko krošnje, što može iznositi i do 60 % od izbačene količine. Isto tako, kod ovog raspršivača udaljenost mlaznica od tretirane biljke nije jednaka pa dolazi do neravnomjernog nanošenja kapljica na habitus biljke.



**Slika 4.94.** Princip usisavanja i istrujavanja raspršivača s aksijalnim ventilatorom  
(Izvor: original)

Kod poboljšanog aksijalnog tipa raspršivača, zrak se usisava s prednje strane i tlačna struja se s kapljicama tekućine usmjerava koso naviše i koso unazad. U odnosu na pravac gibanja

agregata kut mlaza iznosi  $30^{\circ} - 45^{\circ}$  ( $60^{\circ}$ ). Ovim načinom produžava se trajektorija prolaza dvofazne struje kroz krošnju te je drift manji i sedimentacija povećana, slika 4.94.



**Slika 4.95.** Shema usisavanja i istrujavanja poboljšanog tipa  
(Izvor: original)

Prema istraživanjima više autora, usporedbe kapaciteta i brzine zračne struje unutar krošnje kod klasičnog i modificiranog raspršivača s okomito postavljenim mlaznicama i usisavanjem zraka s prednje strane utvrđeno je da su izmjena brzina i kapacitet zračne struje u krošnji stabla voćke dvostruko viši kod poboljšanog raspršivača nego kod klasične izvedbe. Dvostruko veća brzina i kapacitet omogućuju bolje unošenje kapljica unutar košnje i bolju pokrivenost biljnih dijelova.



**Slika 4.96.** Raspršivač s aksijalnim ventilatorom i okomito postavljenim podešivim mlaznicama po visini

(Izvor: <http://www.agrocoop.ba/index.php/ponuda/poljoprivredna-mehanizacija/26-mehanizacija-za-primjenu-u-vocarstvu-i-vinogradarstvu>)

Poboljšani raspršivači s aksijalnim ventilatorom imaju okomite usmjerivače koji struju zraka provode na obje strane, a ne prema gore i mogućnost podešavanja mlaznica po visini. Ovakav način reguliranja mlaznica omogućuje prilagođavanje raspršivanja po visini nasada što

#### 4. METODA RASPRŠIVANJA

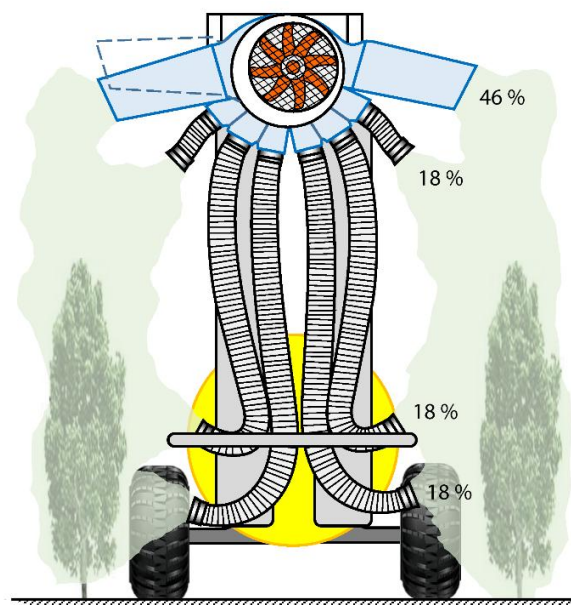
povećava kvalitetu depozicije, slika 4.97. Poboljšanjem konstrukcije raspršivača postignuta je kvalitetnija depozicija kapljica i izvedeni su s različitim oblicima usmjerivača (razdjelnika), npr.: u obliku slova „T“ i „V“, s donjim i gornjim usmjerivačima koji se koriste u nasadima vinograda i voćaka, slika 4.97.



**Slika 4.97.** Izvedba usmjerivača na raspršivačima za vinograde i voćnjake, Duo „V“ za vinograde (desno) i Duo „T“ za vinograde (lijevo)

(Izvor: <https://www.serafinagro.com.au/machinery/hardi-mercury/>)

Koriste se u nasadima s visinom od oko 2,5 m te se uporabom ovih uređaja znatno utječe na smanjenje zanošenja i odnošenja kapljica i poboljšava kvaliteta aplikacije zaštitnih sredstava.



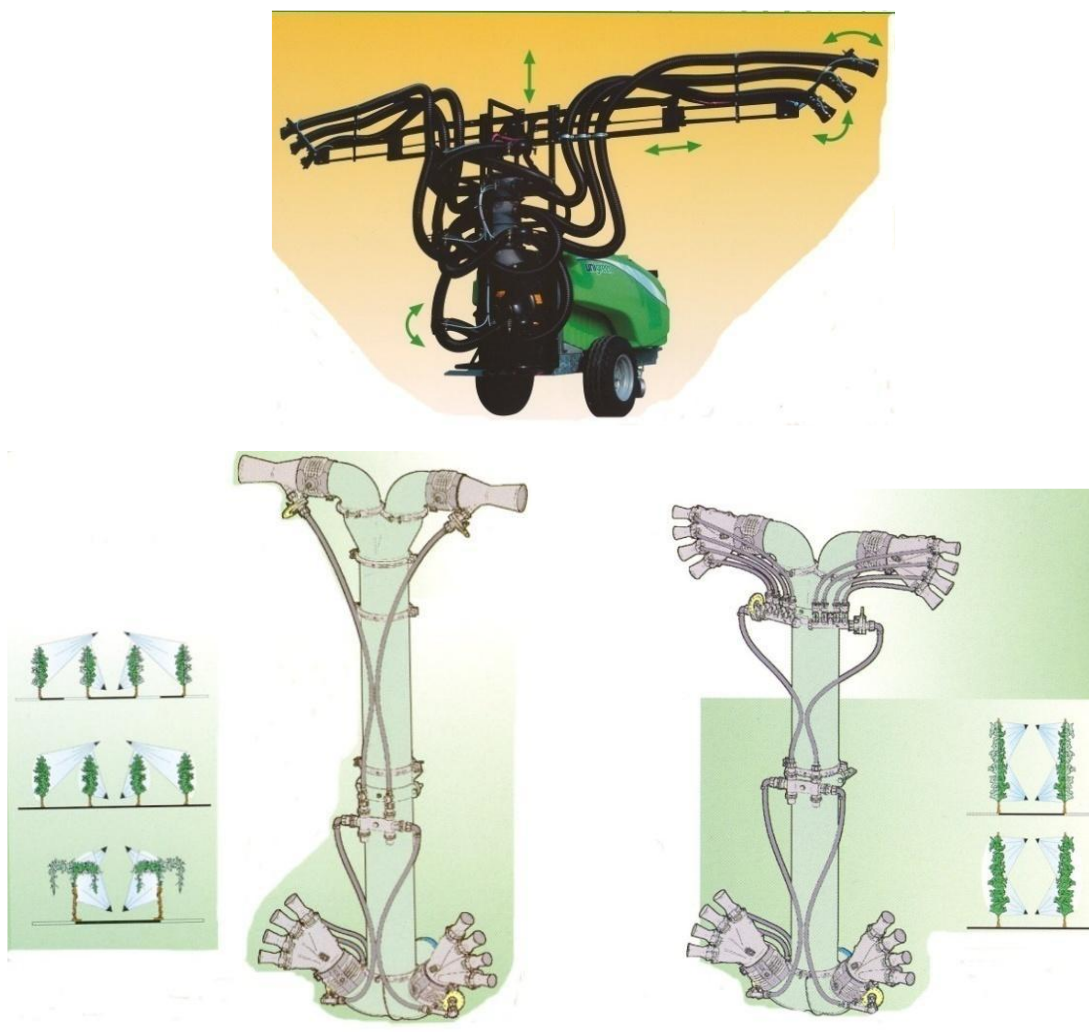
**Slika 4.98.** Pozicioniranje i raspodjela škropiva po habitusu biljaka u obliku slova „T“ (Izvor: original)

Raspršivač s fleksibilnim cijevima (OFC) pokazao se među najboljim rješenjima s obzirom na okomitu distribuciju tekućine u nasadu voćaka. Kod ovih raspršivača može se regulirati jačina zračne struje u širokim granicama, ovisno o brojnosti biljke, uzgojnom obliku i kutu usmjeravanja za dane uvjete rada.



**Slika 4.99.** Raspršivač s fleksibilnim cijevima  
(Izvor: Silvan Spraying Equipment Product Guide 070-SILSPRAY-18)

Kod OFC raspršivača uglavnom je ugrađen radijalni ventilator koji producira zračnu struju na izlazne otvore svake prisutne cijevi. Na ovim raspršivačima postoji veći broj različitih konstrukcija cijevi koje se mogu lagano podešavati u prostoru ovisno o zahtjevu nasada voćaka.



**Slika 4.100.** Raspršivač OFC i pozicioniranje izlaznih cijevi za različite uvjete  
(Izvor: Sedlar, 2014)

## 4. METODA RASPRŠIVANJA

---

Rezultati istraživanja, u raspršivanju s OFC raspršivačem u bujnijem nasadu voćaka, sklopa 4 x 2,5, visina, dužina i širina 2,5, 2,2 i 1,2 m, fleksibilne cijevi usmjerene pod kutom od 20°, pokazali su da je dao najbolju depoziciju u nasadu voćaka. Usmjeravanje cijevi pod kutom od 40° značajno povećava depoziciju na naličju lista kod manje bujnog nasada.

### 4.3.3.16. Manometar

Tlak radne tekućine jedna je od osnovnih karakteristika raspršivača i od njega ovisi kvaliteta zaštite. Iz tog razloga manometri se ugrađuju kao instrumenti za mjerenje tlaka tekućine. Danas se na raspršivačima nalaze manometri s glicerinskim punjenjem. Na raspršivačima su većih dimenzija  $\varnothing 100$  mm, zbog lakšeg očitavanja razine tlaka s veće udaljenosti. Manometri prikazani na slici 4.100. ugrađuju se samo na raspršivače s elektronskim regulatorom i predstavljaju srednju grupu mjerenja mjernog tlaka od 10 – 30 bar.



Slika 4.101. Manometar

(Izvor: <https://agrotrade.rs/proizvod/manometar-0-20-25-30-za-atomizere-sa-elektronikom/>)

### 4.3.3.17. Mlaznice

Predstavljaju izvorišni izlazni sklop, gdje pod određenim tlakom i brzinom izbacuje otopinu zaštitnog sredstva kroz male otvore, formirajući oblik mlaza uz dezintegraciju radne tekućine u sitne kapljice. Na raspršivačima se najčešće nalaze konusne mlaznice sa spljoštenim mlazom i lepezaste mlaznice koje rade s tlakom 2 – 30 bar i kutom prskanja 80° – 110°. Izrađuju se od keramike i termički obrađene plastike. Na slici 4.102. prikazane su keramičke mlaznice s kapacitetom protoka 0,38 – 3,8 l/min.



Slika 4.102. Izgled mlaznica

(Izvor: <https://findri.hr/ponuda/hardi-dizne-quintastream-za-tekucu-prihranu/>)

Na raspršivačima *Hardi* nalaze se držači mlaznica izrađeni od nehrđajućeg čelika legure bronce koji se mogu posebno prilagođavati i zatvarati. Držači mlaznica opremljeni su protukapajućim ventilima (anti drip).



a) dvostruki



b) jednostruki


**Slika 4.103.** Nosači mlaznice


(Izvor: Uputstvo za upotrebu Agromehanika vučeni traktorski raspršivači AGP 1000 EN(U) - 2000 EN(U), AGP 1000 PE)

U tablici 4.4. prikazane su keramičke mlaznice tvrtke *Hardi* 2000.

**Tablica 4.4.** Opis, veličine i izgled mlaznica

(Izvor: <https://hardi.com/en/solutions/nozzles/field-sprayers-1/hardi-quintastream-nozzles>)

bar		l/min
<b>1299-06 White 371507</b>		
3.0	VF	0.21
5.0	VF	0.27
6.0	VF	0.30
8.0	VF	0.34
10.0	VF	0.38
15.0	VF	0.47
<b>1299-12 Yellow 371510</b>		
3.0	F	0.57
5.0	VF	0.74
6.0	VF	0.81
8.0	VF	0.94
10.0	VF	1.05
15.0	VF	1.28
<b>1299-17 Grey 371972</b>		
3.0	F	1.16
5.0	F	1.50
6.0	F	1.64
8.0	F	1.90
10.0	VF	2.12
15.0	VF	2.60
<b>1299-08 Lilac 371508</b>		
3.0	VF	0.29
5.0	VF	0.37
6.0	VF	0.41
8.0	VF	0.47
10.0	VF	0.52
15.0	VF	0.64
<b>1299-14 Orange 371511</b>		
3.0	F	0.76
5.0	VF	0.98
6.0	VF	1.07
8.0	VF	1.24
10.0	VF	1.39
15.0	VF	1.70
<b>1299-18 Green 371513</b>		
3.0	F	1.37
5.0	F	1.77
6.0	F	1.94
8.0	F	2.24
10.0	VF	2.50
15.0	VF	3.07
<b>1299-10 Brown 371509</b>		
3.0	VF	0.37
5.0	VF	0.48
6.0	VF	0.53
8.0	VF	0.61
10.0	VF	0.68
15.0	VF	0.83
<b>1299-16 Red 371512</b>		
3.0	F	1.08
5.0	F	1.39
6.0	F	1.52
8.0	VF	1.76
10.0	VF	1.97
15.0	VF	2.41
<b>1299-19 Black 371973</b>		
3.0	F	1.55
5.0	F	2.00
6.0	F	2.19
8.0	F	2.53
10.0	F	2.83
15.0	VF	3.46
<b>1299-20 Blue 371514</b>		
3.0	M	1.90
5.0	M	2.45
6.0	F	2.68
8.0	F	3.10
10.0	F	3.46
15.0	F	4.24



Veličina čestica:

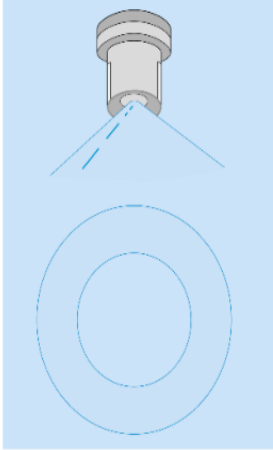
vrlo sitne (VF)


sitne (F)

srednje (M)

velike (C)

vrlo velike (VC)



bar		l/min
3.0	M	1.90
5.0	M	2.45
6.0	F	2.68
8.0	F	3.10
10.0	F	3.46
15.0	F	4.24

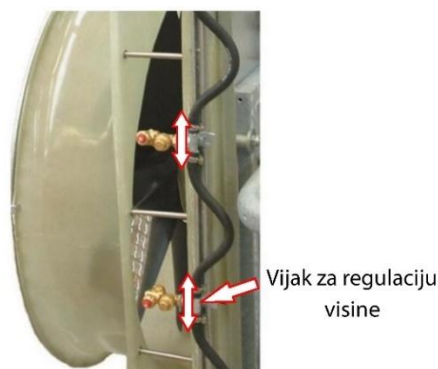
Keramičke mlaznice sve se više koriste na raspršivačima, a karakterizira ih pet puta duži vremenski rok eksploatacije od mlaznica načinjenih od bronce. Unatoč radu pri visokim radnim tlakom 3 – 25 bar, ove mlaznice zadržavaju vrlo dobre karakteristike raspršivanja, što ih čini jeftinijima unatoč višoj nabavnoj cijeni.

300.

## 4. METODA RASPRŠIVANJA

### 4.3.3.18. Deflektor za reguliranje nosača mlaznica

Komplet se sastoji od dva vertikalna „C“ profila koji su namješteni na posebnim nosačima koji čine mlaznice. Nosači se mogu pomicati po profilu. Time se mijenja udaljenost među mlaznicama po visini koje se postavljaju na željenoj poziciji i onda ih treba samo učvrstiti vijcima. Sustav se koristi kada je potrebno regulirati visinu raspršivanja po vlastitoj želji.

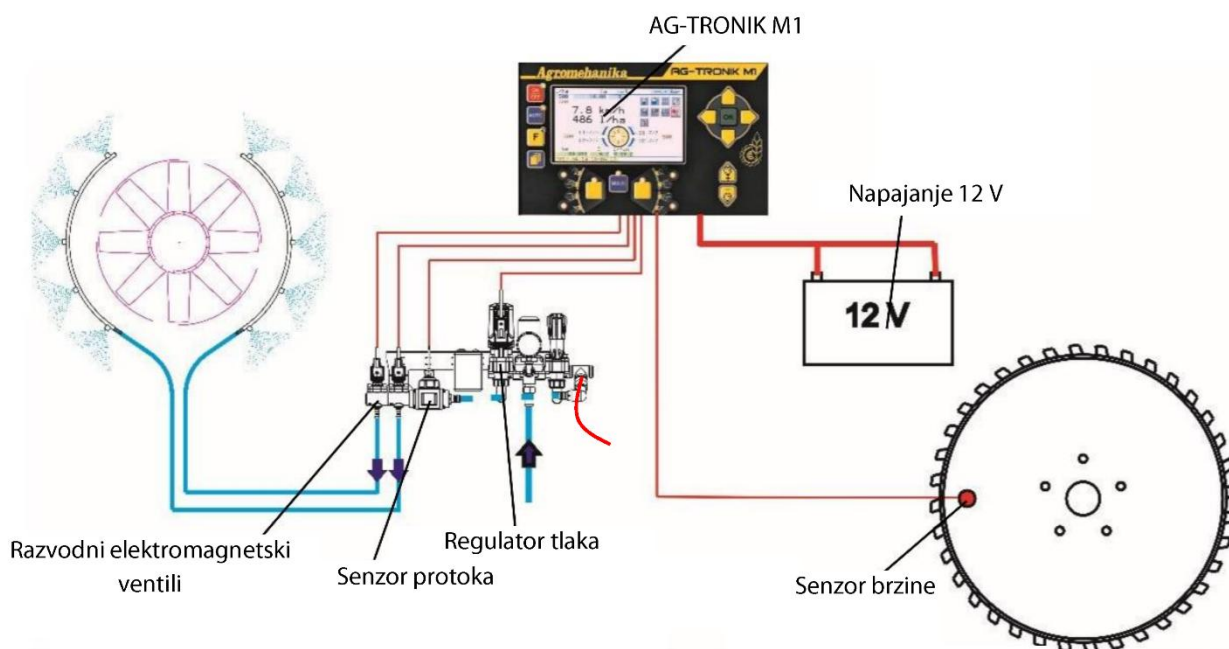


**Slika 4.104.** Vijak za reguliranje visine mlaznice

(Izvor: Uputstvo za upotrebu Agromehanika vučeni traktorski raspršivači AGP 1000 EN(U) - 2000 EN(U), AGP 1000 PE)

### 4.3.3.19. AG-TRONIK M1

AG-TRONIK je uređaj s upravljanjem pomoću procesora za praćenje i automatsko prilagođavanje sredstva na strojevima za kemijsku zaštitu biljaka. Koristi se u kombinaciji s regulatorom tlaka PR-9EC. Na slici 4.105. prikazana je funkcijska shema sustava sa sastavnim sklopovima.



**Slika 4.105.** Funkcijska shema sustava

(Izvor: AG-TRONIK M1 I REGULATOR PR-9 Upute za upotrebu - rev. 2017-04)

Potrebne podatke za izračunavanje stvarne hektarske doze *AG-TRONIK* dobiva od:

- Senzora protoka ugrađenog u sklopu regulatora *PR 9EC* i
- Senzora brzine koji je montiran na kotač traktora kod ovjesnih strojeva ili kotač raspršivača ili prskalice ako je vučena.

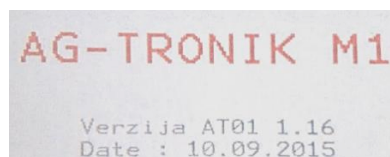
Senzor protoka sastavni je dio *PR 9EC* regulatora i preko snopa kablova povezan je s *AG-TRONIK-om M1*. Senzor brzine priključuje se kod vučenih prskalice i raspršivača na konektor snopa kablova *PR 9EC* regulatora, kod ovjesnih u kućište *AG-TRONIK-a* (4-polni konektor). Napajanje *AG-TRONIK-a* izvedeno je preko trolejnog konektora na traktorski električni strujni krug napona 12 V. *AG-TRONIK* preko regulacijskog ventila na regulatoru izjednačava radni tlak, odnosno ispravnu količinu protoka. Dakle, kontrolira je li količina protoka jednaka željenoj hektarskoj dozi. *AG-TRONIK* na slici 4.106. montira se na primjereno mjesto u kabini traktora, obično desno uz prozor ili na okvir traktorske kabine.



**Slika 4.106.** Izgled uređaja *AG-TRONIK M1*

(Izvor: *AG-TRONIK M1 I REGULATOR PR-9 Upute za upotrebu - rev. 2017-04*)

Senzor brzine s nosačem montiran je na šasiju traktora blizu kotača tako da senzor prepozna vijke kotača. Najprimjereniji su vijci koji služe kao veza između naplatka i kotača. Udaljenost senzora od vijka treba iznositi 3 – 5 mm. Kada je senzor povezan s *AG-TRONIK-om* samo on svijetli, ako se metal približi senzoru. Nakon toga se priključuje prskalice za traktor i onda se regulator poveže s *AG-TRONIK-om*, zatim se priključuje kabel napajanja u traktorski strujni krug napona 12 V. Nakon toga pritisne se tipka ON/OFF i onda se pojavi zaslon *AG-TRONIK-a*.

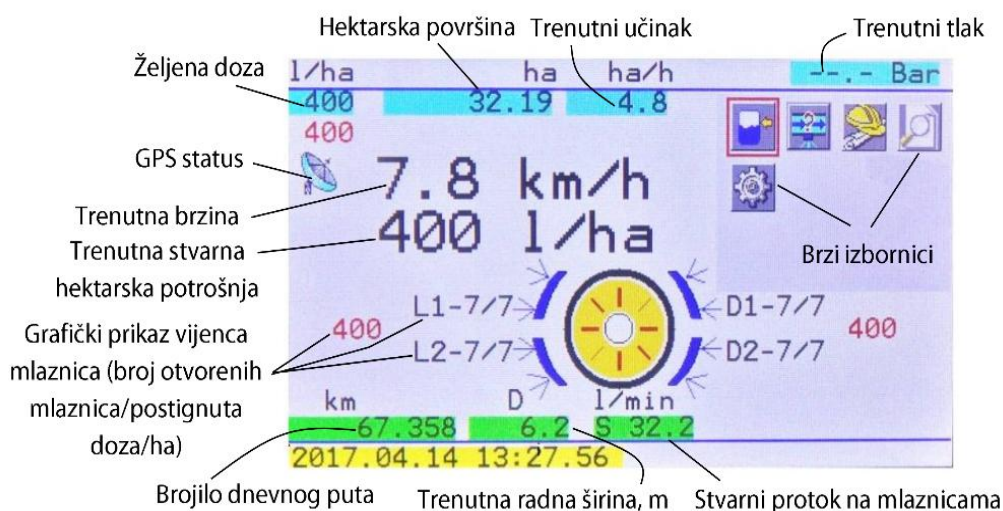


**Slika 4.107.** Zaslon *AG-TRONIK M1*

(Izvor: *AG-TRONIK M1 I REGULATOR PR-9 Upute za upotrebu - rev. 2017-04*)

## 4. METODA RASPRŠIVANJA

Poslije toga se prikaže nekoliko podataka kao što je prikazano na slici 4.108.

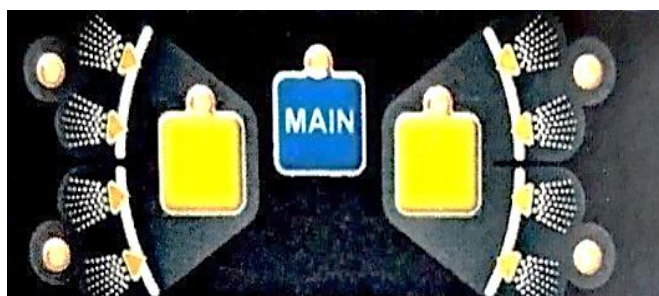


Slika 4.108. Relevantni podatci

(Izvor: AG-TRONIK M1 I REGULATOR PR-9 Upute za upotrebu - rev. 2017-04)

### 4.3.3.20. Opis ručnog načina

U ručnom načinu rada prskanje se odvija pomoću ručno postavljenih postavki, a tijekom rada može se povećati ili smanjiti radni tlak i promijeniti hektarsku potrošnju. Prskanje se odvija bez računala i bez automatske regulacije.



Slika 4.109. Tipke za otvaranje razvodnih ventila

(Izvor: AG-TRONIK M1 I REGULATOR PR-9 Upute za upotrebu - rev.2017-04)

Pomoću tipke otvaraju se razvodni ventili ili pojedini vijenci za prskanje. Isto tako, pomoću tipki regulira se radni tlak. Ako su u *AG-TRONIK* unešene konstante za senzore brzine, protoka i radne širine, preko zaslona se mogu pratiti svi glavni parametri prskanja kao što su:

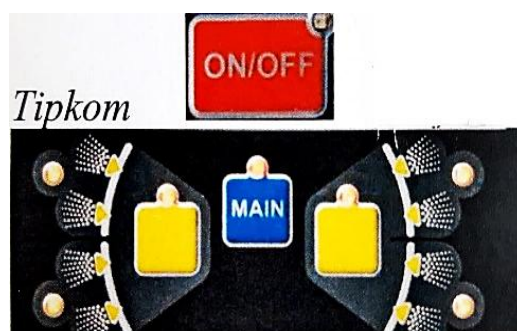
- hektarska potrošnja
- radna brzina
- radna širina
- tretirana površina
- učinak
- prijeđeni put i
- trenutni protok.

### 4.3.3.21. Opis automatskog načina

Kod automatskog načina rada željenu hektarsku dozu uravnotežuje AG-TRONIK, ali zato trebaju biti zadovoljeni uvjeti kao što su:

- Pravilno odabrani parametri prskanja kao što su ispravan odabir radne brzine i mlaznica
- Ispravan unos konstante senzora protoka i radne brzine i pravilan unos radne širine i
- Ispravan odabir kemijskog sredstva, izračun koncentracije i primjerenost prskanja s obzirom na vremenske uvjete.

Ako su navedeni uvjeti ispunjeni, prskanje pomoću AG-TRONIK-om je jednostavno. Od rukovatelja se zahtijeva ravnomjerna radna brzina u granicama rada mlaznica (TR, iTR, ID i IDK) s tlakom 2 – 20 bar, te uzimanje u obzir minimalne brzine.



Slika 4.110. Princip reguliranja

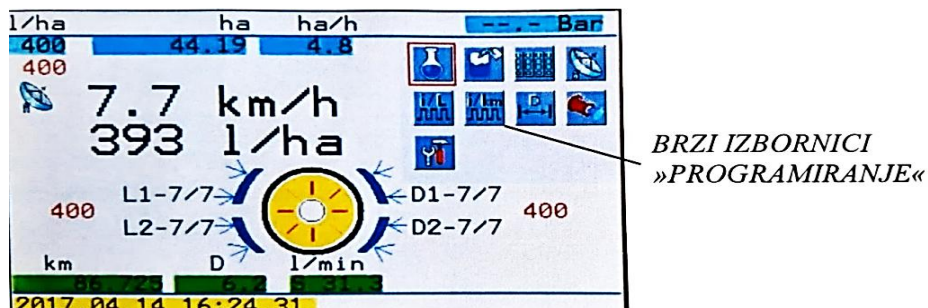
(Izvor: AG-TRONIK M1 I REGULATOR PR-9 Upute za upotrebu - rev. 2017-04)

Pritiskom tipke ON/OFF uključi se AG-TRONIK, a isto tako se i razvodni ventili otvaraju tipkama. U automatskom načinu rada tipka „AUTO“ je uključena. Prije samog početka rada provjeri se minimalna radna brzina i po potrebi se prilagodi. Nakon toga se uključuju razvodni ventili i pomakne se do početne točke za prskanje, te se provjeri je li uključen automatski način rada i počne se s prskanjem. U trenutku vožnje, treba uključiti tipku „MAIN“ ventila i AG-TRONIK se pobrine da se u što kraćem roku dosegne željena hektarska potrošnja. Ako je ispravno podešena minimalna brzina, AG-TRONIK će automatski otvarati i zatvarati „MAIN“ ventil na regulatoru. Na kraju, kada se smanji brzina vožnje ispod minimalno postavljene brzine, automatski se zatvara „MAIN“ ventil, „MAIN“ ventil se ponovno otvara kada brzina prskanja prijeđe minimalno postavljenu radnu brzinu. Tipke za razvodne ventile neovisne su od „MAIN“ ventila i mogu se otvarati i zatvarati kada je tipka za „MAIN“ ventil isključena. Ventili na regulatoru su povezani i djeluju s „MAIN“ ventilom i otvaraju se i zatvaraju ovisno o poziciji tipke za „MAIN“ ventil.

## 4. METODA RASPRŠIVANJA

### 4.3.3.22. Programiranje

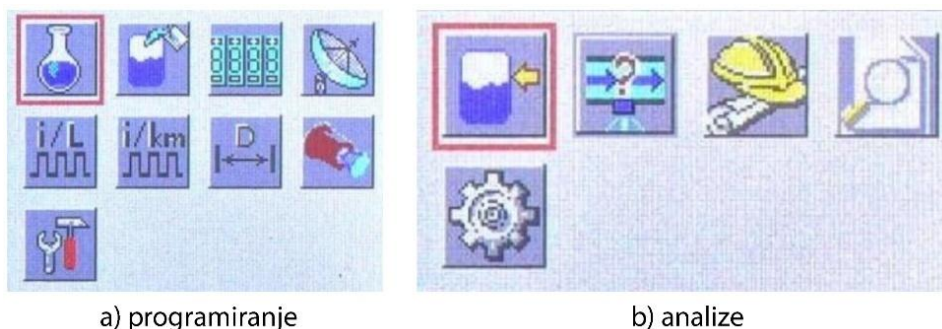
Za ulazak u opciju „PROGRAMIRANJE“ koriste se brzi izbornici. Izbornici se nalaze u gornjem desnom dijelu zaslona. Crvenim okvirom označena je ikona poglavlja, slika 4.111.



Slika 4.111. Brzi izbornici programiranja

(Izvor: AG-TRONIK M1 I REGULATOR PR-9 Upute za upotrebu - rev. 2017-04)

Tipkama označenim crvenim okvirima obavlja se odabir u izbornicima za programiranje (a) ili odabir u izbornicima analize (b), vidljivo na slici 4.112.



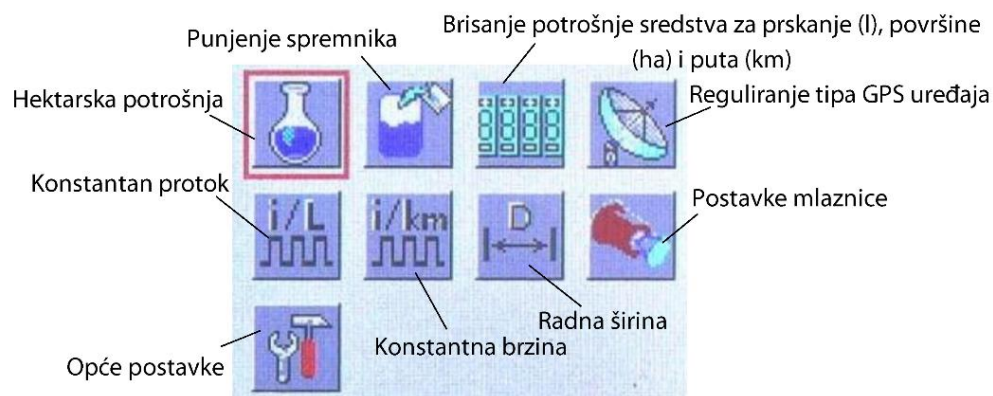
a) programiranje

b) analize

Slika 4.112. Programiranje i analize

(Izvor: AG-TRONIK M1 I REGULATOR PR-9 Upute za upotrebu - rev. 2017-04)

Ikone imaju sljedeće značenje, odnosno označavaju izbornike poglavlja, slika 4.113.

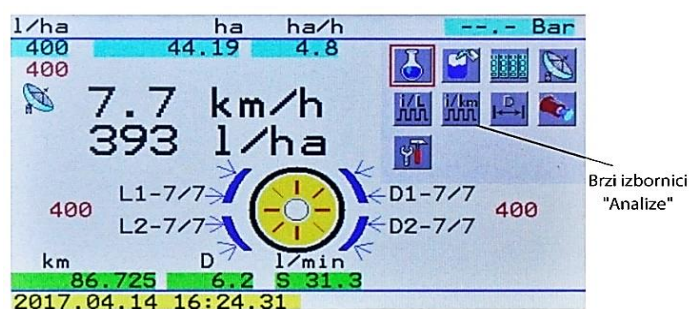


Slika 4.113. Označavanje ikona

(Izvor: AG-TRONIK M1 I REGULATOR PR-9 Upute za upotrebu - rev. 2017-04)

### 4.3.3.23. Analize

Za ulazak u program „ANALIZE“ koriste se brzi izbornici. Oni se nalaze u gornjem desnom dijelu zaslona. Crvenim okvirom označena je ikona poglavlja, slika 4.114.



Slika 4.114. Oznaka brzih izbornika

(Izvor: AG-TRONIK M1 I REGULATOR PR-9 Upute za upotrebu - rev. 2017-04)

Ikone služe kao oznake poglavlja, što je vidljivo na slici 4.115.



Slika 4.115. Ikone poglavlja

(Izvor: AG-TRONIK M1 I REGULATOR PR-9 Upute za upotrebu - rev. 2017-04)

S obzirom na željene ikone izbor se potvrđi tipkom OK i na zaslonu se prikazuje trenutno stanje.

### 4.3.3.24. GPS – Izlaz

Na desnoj strani *AG-TRONIK-a* nalaze se dva konektora za priključivanje GPS uređaja. Ukoliko GPS uređaj omogućuje priključivanje vanjskog signala kojim se upravlja zajedno s glavnim ventilom „MAIN“ na prskalici, sama veza olakšava rad s GPS navigacijskim uređajem. Tako na samom uređaju GPS ne treba ručno uključivati i isključivati tipke za rad prskalice, već *AG-TRONIK* sam šalje podatke o otvorenosti glavnog „MAIN“ ventila. Izlaz je jednosmjernog napona 12 V. GPS ispisuje i bilježi poprskanu površinu na osnovi otvorenosti glavnog ventila.



Slika 4.116. Priključci za GPS

(Izvor: AG-TRONIK M1 I REGULATOR PR-9 Upute za upotrebu - rev. 2017-04)

## 4. METODA RASPRŠIVANJA

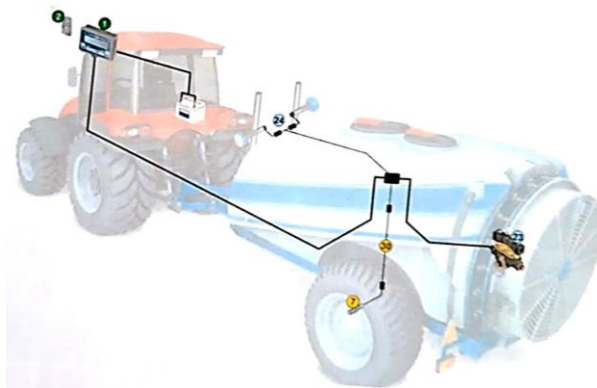
---

Tijekom pokretanja GPS uređaj „pročita“ važne postavke iz *AG-TRONIK-a*, kao što su radna širina, hektarska potrošnja i drugo. U *AG-TRONIK-u* postoji tri mogućnosti povezivanja GPS uređaja i *AG-TRONIK-a*: OFF, MANUAL, AUTO. Ako se ne želi koristiti GPS uređaj s *AG-TRONIK-om*, na *AG-TRONIK-u* se odabere OFF način rada. Ovaj način rada može se koristiti ako postoji GPS uređaj koji se može povezati s *AG-TRONIK-om*. MANUAL način rada koristi se ako se želi da GPS bilježi i ispisuje poprskanu površinu, predlaže smjer vožnje i točno ispisuje smjer i položaj prskalice, te gdje treba početi s skretanjem kako bi obavili pravilno prskanje. Kod AUTO načina rada, nadzore i upravljanje nad *AG-TRONIK-om* preuzima GPS uređaj. Kod ovog načina rada GPS obavlja funkcije upravljanja pojedinim dijelovima prskalice. Otvara i zatvara pojedine dijelove prskalice u odnosu prema potrebama za prskanjem.

### 4.3.3.25. Senzori na raspršivačima

Raspršivači koji su opremljeni sustavom senzora svoje funkcije zasnivaju na određivanju parametara kao što su: detekcija stabla, gustoća lisne mase i struktura krošnje. Ovi uređaji visinu, širinu i obujam pretvaraju u mjernu fizikalnu veličinu. Princip rada temelji se na interakciji s okolnim objektima, pri čemu se na sekcijama oblikuje signal koji upravlja tehnološkim procesima u zaštiti trajnog nasada. Unatrag nekoliko godina u istraživanjima se koriste ultrazvučni senzori za detekciju prisutnosti biljki u porastu. Ovom primjenom ostvaruje se, primjerice, ušteda škropiva u nasadu jabuke 10 – 20 %. Primjenom algoritama za upravljanje postignute su uštede čak i do 50 % škropiva u raspršivanju. Infracrveni senzori rade na principu odašiljanja i primanja svjetlosnog toka, a koriste se za određivanje udaljenosti i prisutnosti krošnje. Sveučilište *Cornell* razvilo je sustav od pet infracrvenih senzora koje su postavili na raspršivač, gdje oni prepoznaju prisutnost, oblik i gustoću krošnje te na temelju tih informacija računalo povećava ili smanjuje protok zraka. Ovim načinom postignuta je ušteda zaštitnog sredstva od 40 % u početnim prskanjima i smanjenje zanošenja tekućine do 70 %. Istraživanja kineskih znanstvenika pokazuju 50–70 % ušteda tekućine u raspršivanju korištenjem infracrvenih senzora na raspršivačima s elektrostatičkim sustavom raspršivanja. Infracrvene senzore postavili su u tri razine; niska, srednja i gornja zona za detekciju prisutnosti i oblika krošnje. Senzori *LIDAR (LIGHT DETECTION AND RANGING)* rade na principu parametara optičkog signala s promjenom fizikalne veličine. Predstavljaju optičko-mjerni instrument za raspršivanje laserskih zraka koje se odbijaju od sitnih čestica kao što su: aerosoli, „oblačne“ kapljice i zatim ih registriraju u optičkom prijemu. Prema nekim autorima *LIDAR* senzori precizniji su od ultrazvučnih senzora jer imaju rezoluciju od 180 – 720 točaka. Pomoću *LIDAR* senzora može se odrediti geometrijska struktura stabla, odnosno odrediti površina i obujam lisne mase. Suvremeni raspršivač *CIS (CROP INTERIFICATION SYSTEM)* opremljen je GPS sustavom, meteorološkom postajom, sustavom ultrazvučnih senzora i setom različitih mlaznica opremljenih elektromagnetnim ventilima. Ovi raspršivači rade na principu prepoznavanja trenutnog stanja u nasadu s obzirom na položaj i vremenske uvjete (temperatura, relativna vlažnost zraka, brzina i smjer vjetera) i oblik krošnje. Na temelju ovih informacija računalo koje se nalazi na raspršivaču određuje tip mlaznice i normu raspršivanja. Ugradnjom elektronskih uređaja na konvencionalne raspršivače značajno se unaprjeđuje kvaliteta raspršivanja i smanjuje zanošenje tekućine. Ultrazvučni senzori definiraju udaljenost i funkcioniraju po načelu razlika u vremenskom intervalu potrebnom da ultrazvučni val prijeđe put od senzora do

detektiranog objekta i natrag. Sastoje se od ultrazvučnog primopredajnika, uređaja za formiranje izlaznog signala i pojačala. Primopredajnik periodično emitira ultrazvučni val od detektiranog objekta. Najčešći tip konstrukcije ultrazvučnog senzora je u obliku prizme ili cilindra. Glava s primopredajnikom može biti odvojena od elektronskog dijela čime se omogućuje ugradnja i na nepristupačna mjesta. Senzori se izrađuju obično od nehrđajućeg čelika i plastike, a na tijelu se nalazi zaslon koji pokazuje očitane vrijednosti i udaljenost objekta. Brzina detekcije objekta je 240 m/s i označeni su certifikatom. Senzori rade na 80 Hz, s rezolucijom  $> 0,18$  mm. Na slici 4.117. shematski je prikazano postavljanje senzorskog sustava na vučeni raspršivač.



**Slika 4.117.** Shema senzorskog sustava na raspršivaču

(Izvor: <https://www.sprizenteile.de>)

Senzori su upravljani računalom s mogućnosti ručnog i automatskog upravljanja s dodatnim reguliranjem za precizniju aplikaciju. Kod automatskog rada upravljačka jedinica na osnovi radne brzine agregata proračunava potrebno vrijeme otvaranja i zatvaranja elektromagnetnih ventila koji reguliraju raspršivanje. Računalo memorira broj tretiranih stabala ili ukupnu površinu nasada i na osnovi ovih informacija vidi se moguća količina utrošenog škropiva. Napon za rad elektromagnetnih ventila iznosi 12 V. Elektromagnetni ventili izrađuju se od kombinacije tvrde plastike, mesinga i nehrđajućeg čelika. Najveći dopušteni tlak je 40 bar, a maksimalni protok tekućine je 150 l/min. Za mjerenje radne brzine agregata služi induktivni senzor signala koji se nalazi na okviru raspršivača.



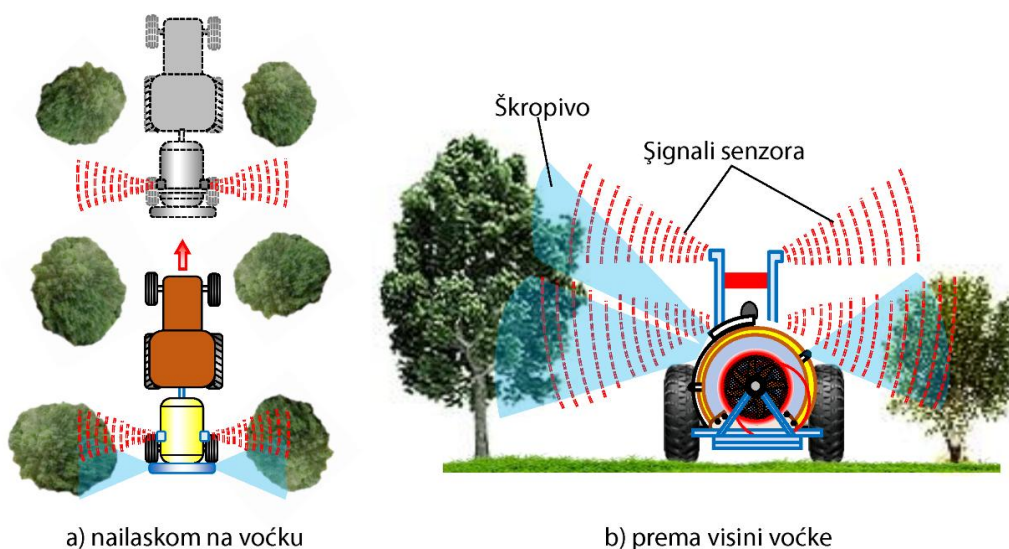
**Slika 4.118.** Sustav ultrazvučnih senzora

(Izvor: Petrović, 2021.)

Pored ovih senzora na raspršivače se ugrađuju infracrveni i *LIDAR* senzori. Na slici 4.119. vidljivo je raspršivanje korištenjem senzora na raspršivačima. Razvidno je da uporaba senzora

## 4. METODA RASPRŠIVANJA

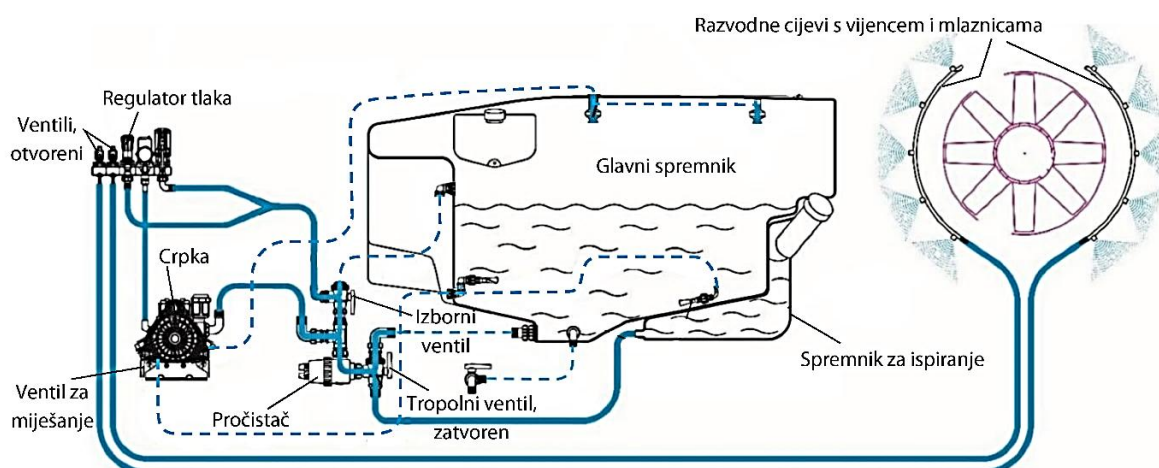
u odnosu na klasično raspršivanje omogućuje manju potrošnju tekućine po jedinici površine jer se raspršivanje ne obavlja na praznim mjestima u redu nasada.



Slika 4.119. Raspršivanje uporabom senzora  
(Izvor: original)

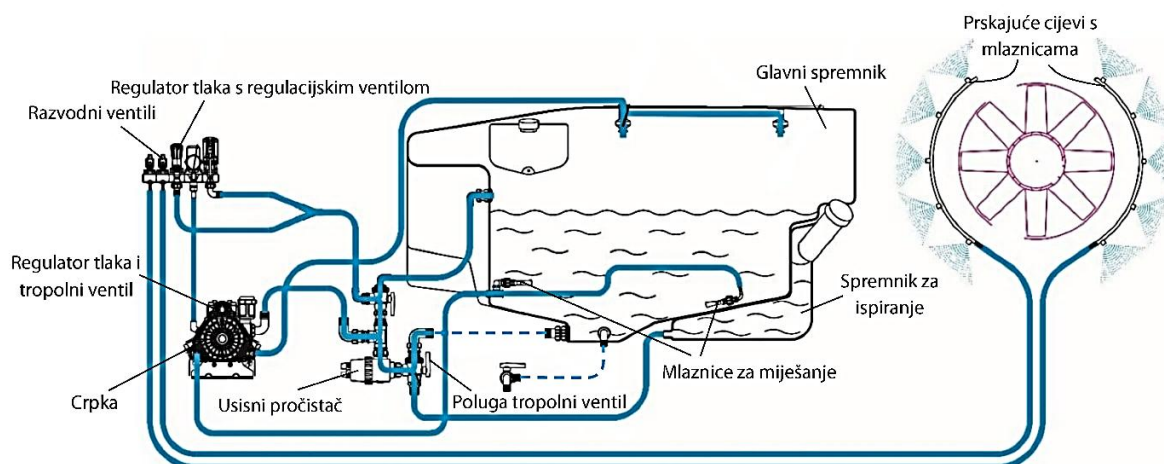
### 4.3.3.26. Čišćenje i pranje raspršivača

Nakon svake uporabe raspršivač je potrebno temeljito očistiti. Ostatak sredstva za raspršivanje je najlakše potrošiti tako da se razrijedi s vodom i ponovno se rasprši po tretiranoj površini. Koncentracija treba biti oko 10 % (10 dijelova vode na jedan dio sredstva), radna brzina veća, a tlak raspršivanja manji. Kod pripreme se treba poslužiti dodatnim spremnikom za ispiranje. Razlikuje se radno i potpuno čišćenje raspršivača. Radno čišćenje raspršivača prikazano je shematski na slici 4.120.



Slika 4.120. Radno čišćenje raspršivača  
(Izvor: original)

Radno čišćenje je čišćenje usisnog pročistača, crpke, regulatora tlaka i razvodnih cijevi s vijencem i mlaznicama, bez promijenjene koncentracije otopine u glavnom spremniku. Zatvori se trolpolni ventil, na spremniku za ispiranje i na izbornom ventilu, pa se preusmjeri protok izravno na crpku. Na crpki se zatvori ventil za miješanje. Čista voda ima otvoren protok kroz pročistač, crpku, regulator tlaka i preko otvorenih ventila, protok tekućine ide na mlaznice u vijencu. Koncentracija tekućine u glavnom spremniku ostaje nepromijenjena. Potpuno čišćenje raspršivača sastoji se od čišćenja svih unutarnjih dijelova kao što su glavni spremnik, usisni pročistač, crpka, regulator tlaka, prskajuće cijevi s mlaznicama, prikazao na slici 4.121.



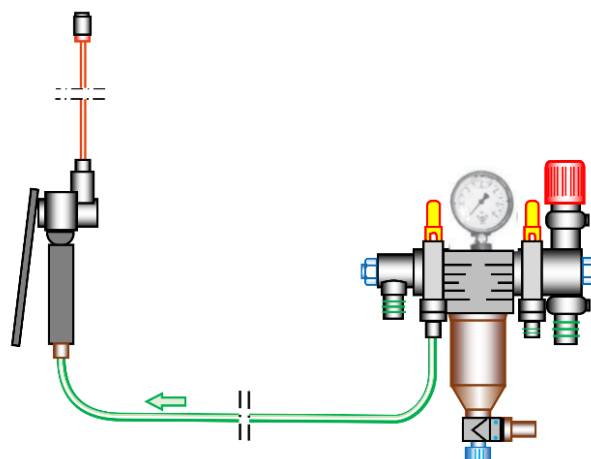
**Slika 4.121.** Shematski prikaz protoka tekućine kod potpunog čišćenja raspršivača  
(Izvor: original)

Poluga trolpolnog ventila treba biti u položaju otvorenog protoka iz spremnika za ispiranje mlaznice za miješanje. Otvoren treba biti ventil za napajanje mlaznica za miješanje na crpki. Regulator tlaka i trolpolni ventil treba biti otvoren radi protoka tekućine u glavni spremnik. Nakon precrcpljivanja vode iz spremnika za ispiranje poluga trolpolnog ventila stavi se u položaj za raspršivanje i otvoreni razvodni ventil, a tekućina prolazi kroz razvodne cijevi i vijenac na mlaznice koje izbacuju po trajnom nasadu ostatke razvodnjenog škropiva sve dok se ne isprazni glavni spremnik.

### 4.3.3.27. Uređaj za vanjsko pranje raspršivača

Nakon završenog raspršivanja potrebno je potpuno očistiti stroj za raspršivanje. Najprikladnije mjesto za to je uz ivicu table na kojoj je obavljeno raspršivanje. Za tu svrhu koristi se komplet uređaja za vanjsko pranje koji se sastoji od:

- prskajuće palice
- gipke cijevi i
- priključka za spoj prskajuće palice s jednim od ventila na regulator tlaka.



Slika 4.122. Komplet uređaja za vanjsko pranje  
(Izvor: original)

### 4.3.3.28. Raspršivač „ZUPAN“ DT 1000

Ovaj raspršivač je vučenog tipa s potrebnom snagom traktora najmanje 35 kW za vuču i pogon raspršivača. Dograđen je spremnik za škropivo sadržaja 1150 l, te spremnik za pranje unutrašnjih dijelova sklopova raspršivača obujma 110 l i spremnik čiste vode za pranje ruku sadržaja 17 l. Ugrađen je dvostruki aksijalni ventilator s kapacitetom od 75000 m<sup>3</sup>/h, a izlazna brzina struje zraka je 40 m/s i dvije brzine okretanja. Na raspršivaču je ugrađena crpka s kapacitetom od 105 l/min i maksimalni tlak od 50 bar.



Slika 4.123. Raspršivač „ZUPAN“ DT 1000  
(Izvor: Mikulić, 2016)

Usmjerivači zraka su povišeni i na njima se nalazi 16 dvostrukih mlaznica gdje je jedna radna, a druga za primjenu protoka s protiv kapajućim membranama. Mlaznice su keramičke s protokom od 0,61 l/min i 1,23 l/min, s radnim tlakom od 15 bar. Mlaznice su podijeljene na lijevu i desnu sekciju, a upravljanje sekcijama vrši se pomoću elektro membranskih ventila.

Ugrađen je elektrostatički sustav koji na izlazu kapljica iz mlaznica daje pozitivan naboj. Ispred mlaznica nalazi se potencijski obroč kroz koji prolaze kapljice i na tom putu presijecaju polje visokog napona i pri tome dobivaju pozitivan naboj (+). S obzirom na to da krošnja stabla preuzima negativni naboj od tla (-), te kapljice koje dođu u blizinu krošnje stabla bivaju privučene na krošnju. Strujni krug je pomoću izolatora odvojen od ostalog dijela raspršivača, kako ne bi došlo do naponskog pražnjenja. Sastavni dijelovi ovog uređaja su: kontrolni ormarić, pretvarač visokog napona, izolatori, potencijski obruč, spojni vodič i lanac za uzemljenje.



**Slika 4.124.** Izgled elektrostatičkog sklopa  
(Izvor: Wendel, 2017)

Kontrolni ormarić se priključuje u traktoru na izvor istosmjerne struje od 12 V, na akumulatoru. Od akumulatora kablom vodičem odvodi struju do pretvarača visokog napona koji se nalazi na raspršivaču. U pretvarač dolazi napon od 12 V, gdje se pretvara u izlazni napon od 12000 V, pri čemu je struja jakosti 0,8 mA, koja nije štetna za zdravlje rukovatelja. Prema nekim istraživanjima pravilnom primjenom elektrostatičkog sustava znatno se smanjuju gubici u škropivu pri raspršivanju. Koriste se u zaštiti vinograda i mladih nasada voćaka.

### 4.3.3.29. Vučeni raspršivač „Zaturn Compact“

Obujam spremnika raspršivača iznosi 1000 l, u kojem se nalazi dvostruka miješalica za miješanje preparata s vodom. Pored glavnog spremnika nalazi se spremnik s čistom vodom za ispiranje raspršivača nakon rada i spremnik s čistom vodom za pranje ruku. Ugrađen je aksijalni ventilator s kapacitetom 25000 m<sup>3</sup>/h, te dva puta po šest dvostrukih nosača V-mlaznica. U sklopu ventilatora za pogon nalazi se dvostruki mjenjač s neutralnim položajem. Usis i protok tekućine do mlaznica ostvaruje klipno-membranska crpka kapaciteta 114 l/min i tlak 40 bar. Raspršivač može biti opremljen u varijantama usmjerivača kao Duo „V“ deflektor, Duo „T“ ili JET usmjerivač (deflektor), izrađeni od nehrđajućeg čelika.



**Slika 4.125.** Raspršivač „Zaturn Compact“

(Izvor: <https://www.gumtree.co.za/a-farm-vehicles-equipment/wellington/hardi-wingerd-en-bessie-spuit-vineyard-and-berry-sprayers/10013053239111012546618309>)

### 4.3.3.30. Vučeni raspršivač „PROJET“ 2200

Konstruiran je kao vučeni tip raspršivača s mogućnošću reguliranja širine između kotača. Potrebna snaga traktora za vuču je 50 – 70 kW, odnosno traktori I. i II. kategorije. Obujam glavnog spremnika može biti 1000 – 3000 l, izrađen od polietilena otpornog na zaštitna sredstva s mogućnosti potpunog pražnjenja. Uz glavni spremnik ugrađen je spremnik čiste vode za pranje ruku, te spremnik za čistu vodu za unutarnje pranje raspršivača nakon završenog rada. U glavnom spremniku nalaze se dvostruke miješalice visokog tlaka za miješanje preparata s vodom u spremniku. Ventilatorski sklop izgrađen je od polietilena, gdje promjer ventilatora iznosi 800 mm s 12 lopatica. Radni kapacitet ventilatora iznosi 60000 m<sup>3</sup>/h izbačenog zraka.



**Slika 4.126.** Vučeni raspršivač „PROJET“ 2200

(Izvor: <https://messis.hr/atomizeri-i-prskalice/vuceni-atomizeri-i-prskalice/atomizeri-modeli-projet-compact-air-system>)

Ventilator raspršivača se pogoni od P.V. traktora i kardanskog vratila na reduktoru koji omogućuje dvije brzine okretanja ventilatora. Na raspršivaču je ugrađena crpka *COMET APS 121/50* s kapacitetom od 115 l/min i tlakom od 50 bar. Mlaznice su vertikalno raspoređene s lijeve i desne strane, što je prikazano na slici 4.126. (9 + 9 mlaznica), koje su odvojene, protukapajuće s nosačima od mesinga. Maksimalni domet je 10 – 12 m u širinu. Kao dodatna oprema je električna regulacija tlaka, te električno uključivanje i isključivanje lijeve i desne strane raspršivanja. Ugrađuje se računalna jedinica *BRAVO 180* s mogućnosti programiranja, kontrole i analize rada raspršivača, te elektrostatički sustav raspršivanja s elektromagnetnim nabojem kapljica. Vučeni raspršivač s aksijalnim ventilatorom namijenjen je za raspršivanje zaštitnih sredstava u nasadima voćaka s radnom širinom 2 – 7 m i visinom 3 – 6 m. Obujam spremnika može biti u izvedbi od 1000 i 3000 l, te spremnik čiste vode za pranje ruku i spremnik za unutarnje pranje sklopova raspršivača. Ugrađena je 6-membranska crpka, podmazivana s masti i kapacitetom od 130 l/min i tlakom 50 bar.



**Slika 4.127.** Vučeni raspršivač „COMPACT 1100 PROJET”

(Izvor: <https://farmtrade.pl/Products/510/200/COMPACT-AIR-CONTROL.html>)

Ventilator je aksijalni s promjerom 650 – 900 mm, s ulaznim statorskim kapacitetom za ravnomjerno raspoređivanje zračne struje i deflektorom za izlaznu struju zraka. Kapacitet ventilatora kreće se 25000 – 90000 m<sup>3</sup>/h. Regulacija tlaka može biti izvedena mehanički ili električno. Mlaznice su raspoređene polukružno u dva reda, izrađene od keramike. Ugrađeni su tlačni redni pročištači, sustav za punjenje kemikalijama te računalna jedinica za upravljanje radom raspršivača. Na raspršivaču se nalazi nosivo podesivo vratilo za širinu između kotača kako bi se prilagodilo nasadu s užim redovima.

### **4.3.3.31. Vučeni raspršivači PROJET „NEW CONTROL“**

Ugrađen je spremnik obujma 1600 – 3000 l, izrađen iz polietilenskog materijala s mogućnošću potpunog pražnjenja nakon rada. Ugrađene su dvostruke miješalice visokog tlaka za miješanje tekućine u spremniku. Pored glavnog spremnika nalazi se spremnik čiste vode za ispiranje unutarnjeg sustava raspršivača (glavnog spremnika, crpke, mlaznica, regulatora tlaka i ostalih provodnih cijevi) te spremnik čiste vode za pranje ruku.

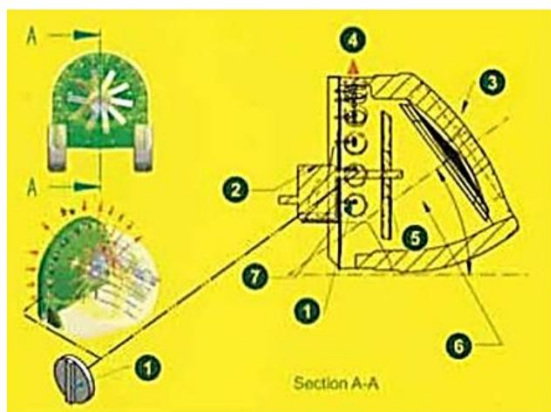
## 4. METODA RASPRŠIVANJA



**Slika 4.128.** Vučeni raspršivač „New Control”

(Izvor: <https://messis.hr/atomizeri-i-prskalice/vuceni-atomizeri-i-prskalice/atomizeri-vuceni-modeli-projet-sa-patentiranim-sustavom-new-control>)

Ventilatorski sklop izrađen je od polietilena sa zaštitom mlaznica i reduktora te dvije brzine okretanja. Promjer ventilatora je 700 – 900 mm, s 8 do 10 krilaca ovisno o kategoriji i tipu raspršivača. Kapacitet ventilatora iznosi 34000 – 48000 m<sup>3</sup>/h s maksimalnim dometom 6 – 7 m. Na vučene raspršivače „COMPACT Control” i „STARMIX Control” ugrađen je novi sklop geometrije ventilatora „NEW CONTROL“ s neovisnim izlazima zračne struje, koji omogućuju uporabu u različitim kulturama nasada voćaka, vinograda, maslina i agruma. Pored neovisnih izlaza zraka u sklopu se nalaze: reduktor (multiplikator), ventilator s podesivim krilcima, dvostruki mesingani nosači keramičkih mlaznica s mogućnošću pojedinačnog zatvaranja otvora prostora ventilatora, koji je okrenut prema gore pa usisava čisti zrak bez prašine i drugih sitnih čestica. Isto tako ugrađeni su posebni poklopci za pojedinačno zatvaranje izlaza za zračnu struju, slika 4.129., shema „NEW CONTROL” sustava.



1. Čep za zatvaranje neovisnih izlaza zraka
2. Reduktor-multiplikator
3. Otvor prostora ventilatora okrenut prema gore (čist zrak)
4. Neovisni pojedinačni izlazi zraka
5. Ventilator s podesivim krilcima
6. Protor za protok zraka
7. Dvostruki mesingani nosači keramičkih dizni s mogućnošću pojedinačnog zatvaranja

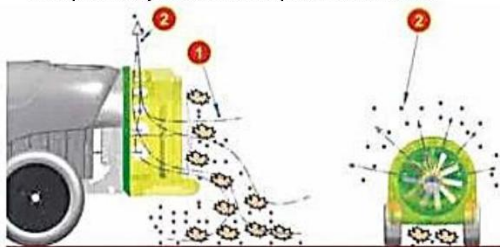
**Slika 4.129.** Shema „NEW Control” sustava

(Izvor: <https://messis.hr/atomizeri-i-prskalice/vuceni-atomizeri-i-prskalice/atomizeri-vuceni-modeli-projet-sa-patentiranim-sustavom-new-control>)

Povećanje količine zračne struje i brzine strujanja obavlja se zatvaranjem pojedinačnih izlaza zraka i brojem okretaja reduktora. Konstrukcija ovog sklopa omogućuje optimalnu raspodjelu zračne struje i škropiva, te smanjuje potrošnju tekućine za 250 l/ha, jer se tekućina izravno usmjerava u nasad. Na slici 4.130. vidi se grafički prikaz rada raspršivača s konvencionalnim otvorom ventilatora i „New Control“ otvorom ventilatora.

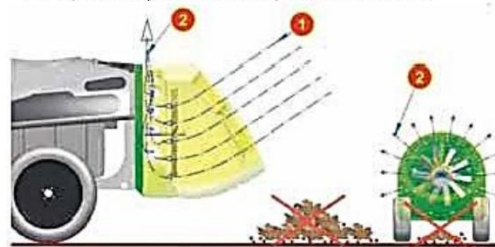
### Konvencionalni otvor ventilatora

1. Uvlačenje zraka s česticama prašine i ostataka
2. Zapršivanje s česticama prašine i ostataka



### „New Cotrol“ otvor ventilatora

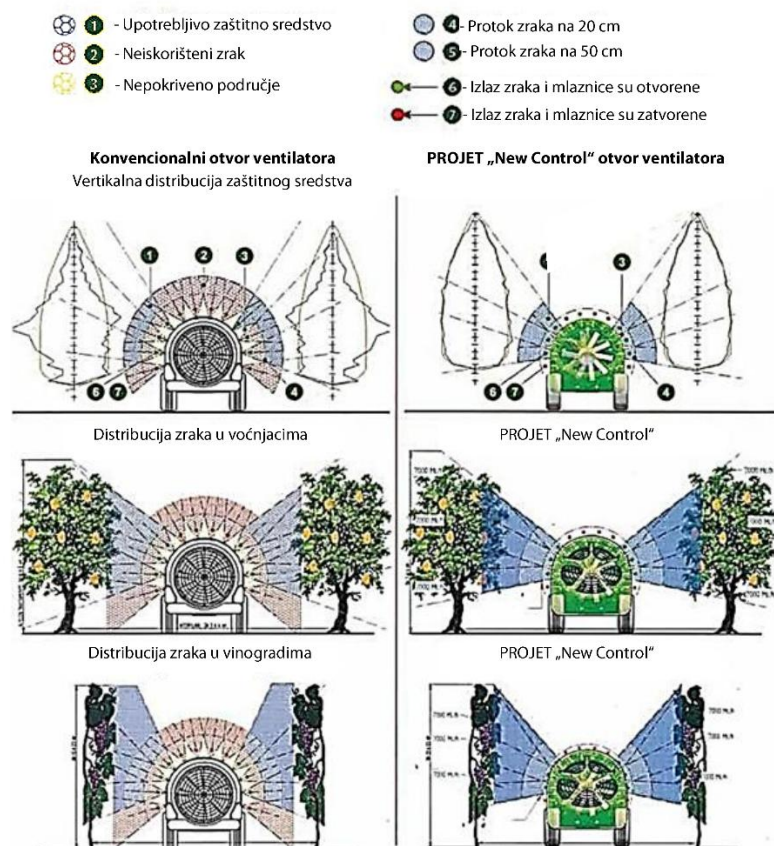
1. Uvlačenje čistog zraka
2. Zapršivanje bez čestica prašine i ostataka



**Slika 4.130.** Grafički prikaz rada ventilatora dva različita sustava

(Izvor: <https://messis.hr/atomizeri-i-prskalice/vuceni-atomizeri-i-prskalice/atomizeri-vuceni-modeli-projet-sa-patentiranim-sustavom-new-control>)

Iz slike je vidljiva razlika u položaju i različitim načinu rada ventilatora, gdje NEW Control sustav ne uvlači zrak s prašinom i sitnim česticama kao kod konvencionalnog sustava, već čisti zrak bez čestica prašine i ostataka. Istraživanjima u radu ovih raspršivača pokazala se značajna razlika u kvaliteti nanošenja škropiva te iskorištenosti zračne struje i pokrivenosti tretirane površine biljaka. Iz slike je vidljivo da je distribucija zračne struje u nasadima voćaka i vinograda značajno ujednačenija, a i pokrivenost lisne površine značajno je veća primjenom sustava NEW Control, slika 4.131.



**Slika 4.131.** Prikaz rada raspršivača s konvencionalnim sustavom otvora ventilatora i sustavom „NEW Control“

(Izvor: <https://messis.hr/atomizeri-i-prskalice/vuceni-atomizeri-i-prskalice/atomizeri-vuceni-modeli-projet-sa-patentiranim-sustavom-new-control>)

## 4. METODA RASPRŠIVANJA

---

Ugrađena je crpka 4 COMET APS 121 s protokom od 115 l/min i tlakom 50 bar. Potrebna snaga traktora za vuču i pogon je 50 – 60 kW. Mlaznice za raspršivanje su dvojne s protukapajućim ventilom, izrađene od mesinga ili keramike s dvanaest nosača mlaznica. Uključivanje i isključivanje procesa raspršivanja obavlja se električnim načinom, gdje se može odvojeno vršiti otvaranje lijeve i desne strane, pomoću elektro ventila. Kao dodatna oprema može se koristiti računalna jedinica „BRAVO“ 180 s i senzori za navođenje škropiva prema objektu tretiranja. Na raspršivač je ugrađena nosiva podešavajuća osovina pa se može regulirati razmak između nagaznih kotača. Raspršivač *COMPACT AIR CONTROL* je vučenog tipa koji se koristi u zaštiti nasada voćaka. Ugrađen je polietilenski spremnik s obujmom od 1100 – 3300 l s mogućnosti potpunog pražnjenja i otporan na UV zračenje. Uz ovaj spremnik nalazi se spremnik s čistom vodom za ispiranje raspršivača nakon rada te spremnik čiste vode za pranje ruku. U glavnom spremniku nalaze se dvije mlaznice za dvostruko miješanje tekućine. Produkciju zračne struje generiraju dva ventilatora s jednom i reverzibilnom rotacijom lopatica ventilatora, te mjenjačkim sklopom s dvije brzine okretanja. Ugrađeni su dvostruki limitatori za regulaciju dometa zračne struje u visinu i širinu.



**Slika 4.132.** Vučeni raspršivač „COMPACT AIR CONTROL“ - PROJET

(Izvor: <https://messis.hr/atomizeri-i-prskalice/vuceni-atomizeri-i-prskalice/atomizeri-vuceni-modeli-projet-sa-patentiranim-sustavom-air-control>)

Kontrolu zračne struje lepezastog oblika omogućuju četiri zatvarajuće kapice (klapne) izrađene od polietilena. Ugrađeni su dvostruki nosači s protukapajućim (anti-drip) mlaznicama i samočisteći vanjski pročistač. Kontrola, reguliranje i upravljanje radom raspršivača obavlja se električnim putem iz kabine traktora s ugrađenom računalnom jedinicom „ON/OFF“.

### 4.3.3.32. Raspršivači s centrifugalnim ventilatorom „HARDI“

Mogu biti izvedeni i kao vučeni strojevi s obujmom spremnika od 1000, 1500 i 3000 l, te spremnikom čiste vode za pranje raspršivača nakon rada (unutarnje i vanjsko) i spremnika čiste vode za pranje ruku. U glavnom spremniku nalazi se ventil i mlaznica za hidrauličko miješanje tekućine. Produkciju zračne struje vrši sklop centrifugalnog ventilatora, koji u sklopu ima reduktor s dvije brzine okretanja. Kapacitet ventilatora je 11000 – 27000 m<sup>3</sup>/h. Crpka je klipno-membranska model 363, s kapacitetom od 140 l/min i radnim tlakom 20 bar. Regulatori tlaka mogu biti ugrađeni mehanički ili električni s računalnim upravljanjem HC 2500 ili HC 5500. Ugrađeni su usmjerivači za bolju distribuciju zračne struje i kapljica, odnosno škropiva. Koriste

se keramičke mlaznice koje se nalaze na dvostrukim nosačima, a broj mlaznica ovisi o sustavu istrujavanja.



a) raspršivač „CRONOS VARIA“ HARDI s centrifugalnim ventilatorom



b) raspršivač „BOXER“ HARDI s centrifugalnim ventilatorom

### **Slika 4.133.** Izvedbe raspršivača

(Izvor: Slika 4.134 a <https://obstwein-technik.eu/Core?aktiveNavigationsID=879&fachbetaegeID=91>)

(Izvor: Slika 4.134 b Hardi Gamme Vignes Hia marketing FR-892289-11-2013)

Ovi raspršivači imaju mogućnost zaštite tretiranjem jednog, dva, tri ili više redova u jednom prohodu, ovisno o tipu izvedbe. Mogućnost primjene u vinogradima je kod širine međureda 1,9 do 3,5 m.

U tablici 4.5. prikazani su najvažniji tehnički podatci najčešće korištenih vučenih raspršivača.

## 4. METODA RASPRŠIVANJA

Tablica 4.5. Tehnički parametri različitih tipova vučenih raspršivača

Model i tip	Obujam spremnika	Protok crpke ili kapacitet	Tlak crpke	Promjer ventilatora	Kapacitet ventilatora	Potrebna snaga traktora
	l	l/min	bar	mm	m <sup>3</sup> /h	kW
Messis 100 PJ 304.07 AN	1 000	68	50	900	33-48 000	60-66
Zupan ZM 1500 DT	1 500	142	50	700	45 000	40-60
Messis 3300 PJ 404.064 N	3 000	115	50	900	33-48 000	58-70
Lešig d.o.o. PROFI 1500	1 500	141	50	815	39 200	37-52
Agromehanika AGP.1500 ENU	1 622	125	50	825	16-48 000	32-72
Holder	2 000	160	60	900	60 000	40-65
Hardi NEPTUN	1 500	114	20	820	35 000	30-60
Hardi JUPITER	3 000	140	20	920	65-85 000	60-70
Zupan DT 1000	1 150	105	50		75 000	30-60

### 4.4. Samokretni raspršivači

Koriste se kao samostalni agregati za zaštitu nasada voćaka, vinograda, hmeljarnika i u šumarstvu. Konstruirani su u kombinaciji osobnog osovinskog vozila i raspršivača, gdje je prednji dio izveden u obliku kabine s nadtlakom u kojoj se nalaze upravljački uređaji za vožnju i za rad raspršivača. U srednjem dijelu agregata nalazi se pogonski motor koji ga pokreće i daje pogon crpki i ventilatoru. Ovi raspršivači posjeduju motore snage 80 kW s brojem okretaja 3000 min<sup>-1</sup>. Na stražnjem dijelu nalazi se spremnik za tekućinu, a iza spremnika je ventilator s usmjerivačima zračne struje u obliku vijenca ili „topa“.



Slika 4.134. Samokretni raspršivač

(Izvor: <https://www.andreoliengineering.it/?lang=en>)

Ove izvedbe raspršivača imaju postavljen složeni sustav usmjerivača koji se mogu regulirati po širini i visini. Obujam spremnika kreće se do 3000 litara, klipna crpka ima kapacitet 60 – 140 l/min i postiže radni tlak od 60 bar. Broj okretaja ventilatora je oko 2500 min<sup>-1</sup>, a kapacitet ventilatora je od 20000 do 50000 m<sup>3</sup>/h zraka. Zračna struja izlazi radijalno, a na različitom oblikovanju vijenca može se nalaziti 8+8 ili 11+11 i više mlaznica. Radna brzina kreće se 7 – 15 km/h, a u transportu i do 30 km/h. Samokretni raspršivači opremaju se elektronskim uređajima za kontrolu rada te s upravljačim ručicama i monitorom smještenim u kabini rukovatelja.

### 4.4.1. Samokretni raspršivač „ATOM“ 2000 HP

Koristi se za aplikaciju tekućih kemijskih sredstava za zaštitu nasada voćnjaka i vinograda na ravnim i nagnutim terenima. Ugrađen je diesel motor snage 80 kW koji lagano savladava nagibe terena, te neovisno upravljivi kotači koji omogućuju mali radijus okretanja, pa čak i kretanje po dijagonali. Na šasiji su neovisni hidraulički ovjesi, koji omogućuju podešavanje visine uređaja iznad tla. Iz kabine se može podesiti visina stroja neovisno sprijeda i straga. Prijenos pogona je hidrostatički na sva četiri kotača. Posjeduje četiri raspona brzina 0 – 6 km/h, 0 – 10 km/h, 0 – 20 km/h i 0 – 30 km/h. Diferencijalna vratila su s epicikloidnim zupčanicima.



**Slika 4.135.** Izgled samokretnog raspršivača „ATOM“ 200 HP  
(Izvor: <https://www.andreoliengineering.it/?lang=en>)

Kabina je izrađena od kvalitetnih materijala i pojačanog fiberglasa, te ima pneumatski ovjes sa zračnim jastucima i amortizerima. U kabini se nalazi pročistač zraka, klima uređaj i grijanje, te podesivi stup upravljača. S gornjim produžetkom, kabina ima integrirani periskop sa stražnjim ogledalom za kontrolu rada stražnjih mlaznica, tako da je ukupna visina s nastavkom kabine povećana za 18 cm, te ukupna visina iznosi oko 156 cm. Kabina je pod tlakom s filtrirajućim zrakom i s automatskom kontrolom uređaja za klimatizaciju. Unutar kabine nalaze se svi daljinski upravljači i podesivi upravljač za vožnju, te digitalni instrumenti, elektronički LCD zaslon za razinu tekućine u spremniku i raspršivanje.



**Slika 4.136.** Unutrašnjost kabine s uređajima za upravljanje i regulaciju rada raspršivača  
(Izvor: [https://www.andreoliengineering.it/atom-2000-hp/?lang=en#iLightbox\[gallery\\_image\\_1\]/4](https://www.andreoliengineering.it/atom-2000-hp/?lang=en#iLightbox[gallery_image_1]/4))

#### 4. METODA RASPRŠIVANJA

Spremnik raspršivača je kapaciteta 2000 l, gdje su unutrašnje stijenke premazane zaštitnim slojem radi zaštite od nagrizajućeg djelovanja zaštitnih sredstava. Uz ovaj spremnik nalazi se manji spremnik za ručno pranje raspršivača, te spremnik čiste vode za pranje ruku. U glavnom spremniku nalazi se dvostruki hidraulički sustav za miješanje tekućine, te dvostruki protok za kvalitetno miješanje. Ugrađena je membranska crpka kapaciteta 260 l/min pri tlaku 50 bar, gdje se mogu podesiti doze od 100 l/ha pa do 10000 l/ha. U sklopu pročišćavanja nalaze se usisni i tlačni linijski pročistači. Na raspršivač je ugrađen ventilator VAC 896 (*Velociti Angle Continudus Corection*) koji ima promjer 896 mm s dvanaest lopatica, kod kojih se može mijenjati nagib, odnosno ukošenost, a time i kapacitet. Kapacitet ventilatora je 105 000 m<sup>3</sup>/h. Lopatice su izrađene od nehrđajućeg čelika i opremljene su sustavom za korekciju zračne struje, koji eliminira kovitlanje i omogućuje ravnomjernu simetričnu primjenu zračne struje na obje strane. Ugrađen je trodimenzionalni softver za simulaciju dinamike fluida pomoću kojeg se može detaljno analizirati gibanje zraka kroz ventilator i daljnji transport. Ovaj proces omogućuje još i implementacija u dizajn rasporeda ispravljača i ugradnja aerodinamičnih profila koji smanjuju gubitke i opterećenja na minimum, te povećavaju učinkovitost protoka i transporta zraka. S VAC sustavom ograničava se potrošnja goriva, brzina vrtnje rotora je niža, pa smanjuje buku i zagađivanje okoliša. Ugrađeni su prednji i stražnji razdjelnici mlaznica u dva ili četiri odjeljka. U odjeljcima se nalaze dvostruke ili trostruke mlaznice s anti-drip sustavom, dugog dometa i izvedene su kao konusne mlaznice. Broj dvostrukih mlaznica može biti 8+8 protiv kapanja ili je moguća izvedba 11+11, te 13+13.

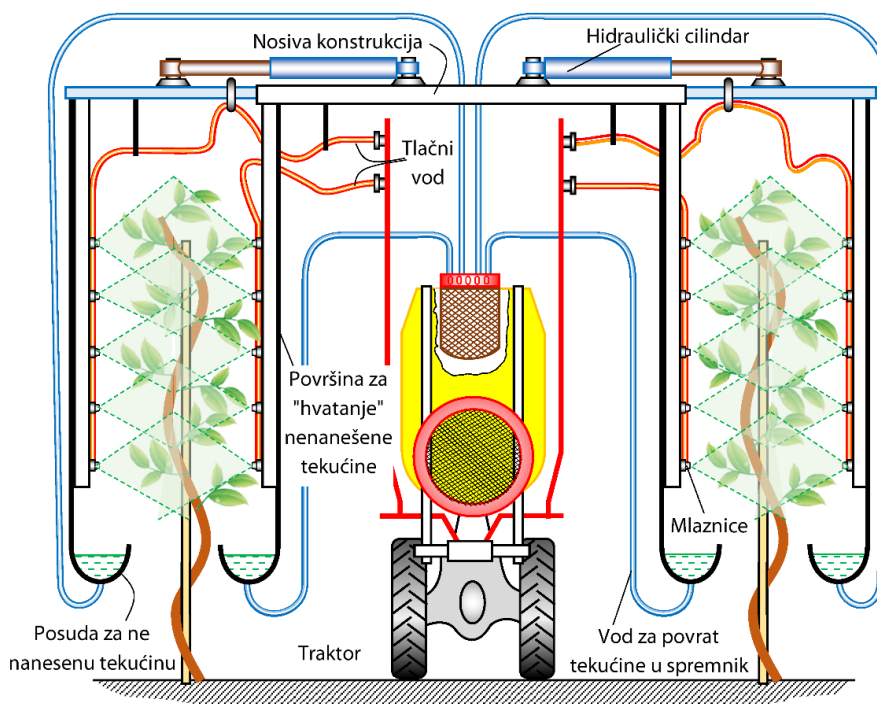


**Slika 4.137.** Oblici izvedbe uređaja za raspršivanje  
(Izvor: <https://www.andreoliengineering.it/?lang=en>)

Upravljanje i nadzor stroja obavlja se iz kabine raspršivača. U kabini se s druge strane rukovatelja nalazi *Joystick*, kojim se obavlja upravljanje kretanja naprijed/nazad i kontrola brzine. Prekidačima za mlaznice upravlja se izravno na glavnoj upravljačkoj ručici, kao i električnom regulacijom tlaka s prekidačima. U kabini se nalazi računalo za automatsko upravljanje količinom raspršivanja, te digitalni prikaz za parametre raspršivanja (razina tekućine u spremniku, radni tlak u spremniku i drugo). Ugrađen je *GPS* sustav/računalo kao sučelje za automatsko upravljanje količinom raspršivanja. Na raspršivaču se nalazi senzorski sustav za automatsku kontrolu sekcija mlaznica i stabala, krošnje i trsa.

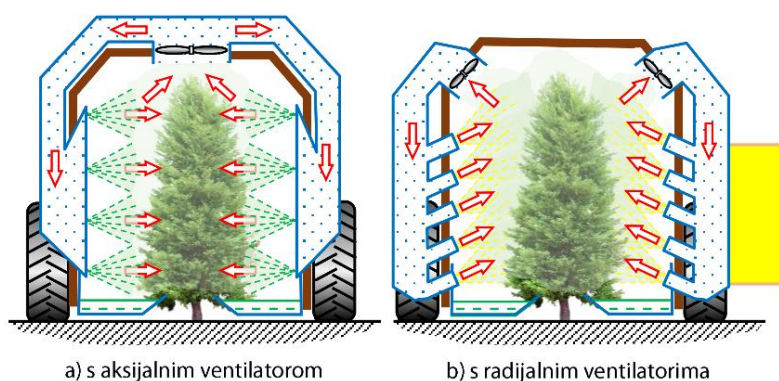
#### 4.5. Recirkulacijski raspršivač

Razvojem tehnike zaštite u nasadima, osobito vinogradima, konstruirani su strojevi za kontroliranu aplikaciju pesticida. Ovaj način primjene omogućuje produkciju i distribuciju kapljica bez drifta, odnosno bez zanošenja i odnošenja kapljica. Jedno od ovih tehničkih rješenja predstavljaju recirkulacijski raspršivači. Proces recirkulacije sastoji se od hvatanja, pročišćavanja i povrata tekućine u glavni spremnik i ponovno izbacivanje tekućine koja nije deponirana na habitus biljke. Na slici 4.138. prikazana je shema recirkulacijskog raspršivača.



Slika 4.138. Shema recirkulacijskog raspršivača  
(Izvor: original)

Tekućina kod reciklirajućih raspršivača prolazi kroz vegetativnu masu biljke i dolazi do suprotne strane tunela raspršivača pa se odbija i slijeva u korito ispod, zatim se pročišćava i ponovno vraća u spremnik. Primjenom ovog načina raspršivanja može se smanjiti drift do 85 % u odnosu na klasične raspršivače.



Slika 4.139. Tunelski recirkulacijski raspršivači  
(Izvor: original)

#### 4. METODA RASPRŠIVANJA

---

Na slici 4.139 a) i 4.139 b) prikazani su tunelski raspršivači s recirkulacijom radne tekućine i vrtložnim mlaznicama s aksijalnim ventilatorom i radijalnim ventilatorom i mlaznicama bez vrtložnika. Osnovne karakteristike ovih raspršivača su da se pomoću dodatnih sklopova uređaja zahvate kapljice tekućine koje nisu deponirale na ciljnu površine biljke.



**Slika 4.140.** Tunelski raspršivač *Agricolo Meccanica Drift Recovery*  
(Izvor: <https://www.agricolmeccanica.it/en/prodotti/drift-recovery-vver-600/>)

Jedna od varijanti sklopova za prihvat kapljica tekućine su vertikalne lamelaste ploče na koje dopijevaju kapljice tekućine s kojih se slijevaju u spremnik koji se nalazi na dnu ploče. Iz tog spremnika se tekućina pročišćava i onda crpka vraća tu tekućinu u glavni spremnik, te se ponovno koristi za raspršivanje.



**Slika 4.141.** Vertikalna lamelasta ploča za prihvat kapljica tekućine koje se nisu zadržale na biljci  
(Izvor: <https://www.agricolmeccanica.it/en/prodotti/drift-recovery-vver-600/>)

Ovi raspršivači mogu imati ventilatore ili biti izvedeni bez njih. Međutim, danas se ti uređaji proizvode poglavito s ugrađenim ventilatorima za transport tekućine, gdje može biti samo jedan ili konstrukcija s više ventilatora za svaki vertikalni sklop. Produkcijom zračne struje ventilatora omogućuje se kvalitetnije prijanjanje kapljica na habitus biljke. Na slici 4.141. vidi

se da svaka vertikalna lamelasta ploča ima radijalni ventilator koji se pogoni hidromotorom, gdje se promjenom hidrauličkog tlaka ulja mijenja broj okretaja ventilatora, a time i kapacitet zračne struje. Na slici 4.142. vidljive su vertikalne lamele kroz koje prolazi zračna struja. Kapljice tekućine uhvate se na lamele i skliznu u spremnik za prihvat tekućine. Na desnoj strani nalazi se usmjerivač za zračnu struju i dvostruke mlaznice.



**Slika 4.142.** Unutrašnjost lamelaste ploče s valovitim vertikalnim lamelama  
(Izvor: <https://www.agricolmeccanica.it/en/prodotti/drift-recovery-vver-600/>)



**Slika 4.143.** Upravljački sklop u kabini traktora  
(Izvor: <https://www.youtube.com/watch?v=sUmmmpoump54>)

Prema istraživanjima više autora ušteda u pesticidima tijekom sezone tretiranja iznosila je 30 %, a najveće uštede se mogu postići u početnim razvojnim fazama kada ima najmanje biljne mase. Primjenom ovih raspršivača smanjuje se zagađenje okoliša, smanjuje doza tretiranja i drifta. Pri izboru za uporabu, potrebno je voditi računa o koncentraciji nasada, tj. prilagoditi uzgojne oblike vinograda ili mladih voćnjaka karakteristikama raspršivača.

### 4.6. Raspršivači za selektivnu aplikaciju

Selektivna aplikacija zaštitnih sredstava omogućuje primjenu zaštite bilja na ciljanu površinu s minimalnim zanošenjem škropiva, te optimalnu količinu zaštitnog sredstva prema obliku krošnje i fazi razvoja nasada. Kod ove aplikacije glavni parametri koji se uzimaju u obzir zbog pravilnog određivanja norme raspršivanja su uzgojni oblik krošnje i prostorni raspored stabla u nasadu. Primjenom selektivne aplikacije ostvaruju se veće uštede u mladim nasadima, zbog praznog prostora između voćaka u redu i u starim nasadima može se nailaziti na prazna mjesta u redovima biljaka, pa kod klasične primjene raspršivanja dolazi do povećane potrošnje na praznim mjestima i povećanja drifta. Primjenom senzora za detekciju krošnje ili bolesti biljaka vrši se tretiranje samo biljaka, a prazna mjesta se ne tretiraju, već se isključuje proces raspršivanja na praznim mjestima, gdje se uštedi tekućina i do 70 % u mladim nasadima i 30 % kod razvijenih nasada. Korištenjem senzora u nasadima vinograda drift je moguće smanjiti 25 – 50 %. Koch i Weisser pratili su uštede u selektivnom tretiranju pomoću optičkih senzora. Tretirali su nasad jabuke i višnje od cvjetanja do opadanja listova. Dobiveni rezultati pokazuju da su ostvarene uštede u razdoblju od 3 do 7 godina u starim nasadima 10 – 35 %, a u jednogodišnjem nasadu jabuke norma je smanjena za 35 – 45 %. U trogodišnjem nasadu višnje postignuta je ušteda norme 45 – 60 %. Autori navode da ovo smanjenje norme rezultira i smanjenjem potrošnje FFS pri selektivnom tretiranju od 25 – 30 %.



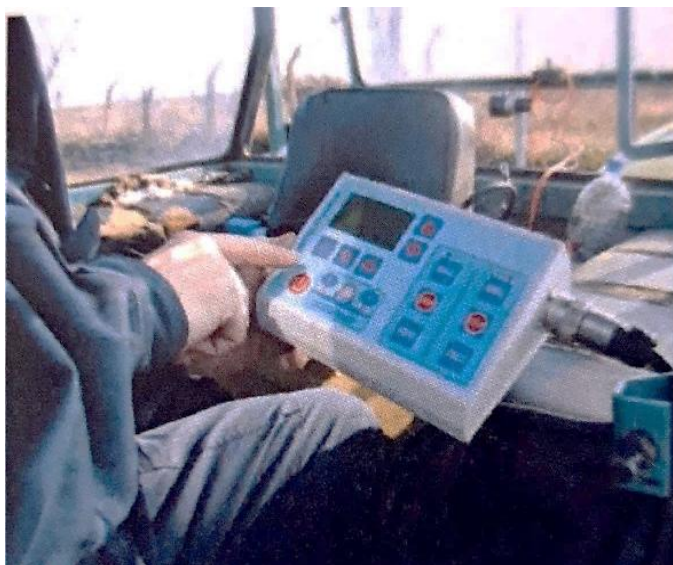
**Slika 4.144.** Raspršivač za selektivnu aplikaciju  
(Izvor: Sedlar, 2014)

Na slici 4.144. prikazan je raspršivač *DDM 1000* njemačke tvrtke „SICK“. Raspršivač je opremljen tornjem i nosačem mlaznica i senzora radi bolje depozicije škropiva na biljke. Usmjerivački toranj s usmjerivačkim deflektorima na vrhu sprječava rasipanje izlazne zračne struje, uz spomenuti vertikalni raspored mlaznica i primjenu senzora omogućuje kvalitetniju aplikaciju škropiva. Ultrazvučni senzori detektiraju objekt tretiranja u obujmu 0,8 – 6 m<sup>3</sup>, slika 4.145.



**Slika 4.145.** Ultrazvučni senzor  
(Izvor: Sedlar, 2014)

Informaciju o nailasku do stabla šalju u upravljačku jedinicu, slika 4.146., koja daje signal za otvaranje elektromagnetnih ventila. Uključivanje ventila moguće je automatski ili ručno. Kod automatskog uključivanja ventila može se podesiti vrijeme uključivanja i isključivanja ventila. Bitno je da se ventili otvore malo prije nailaska do biljke, a zatvore poslije prolaza.

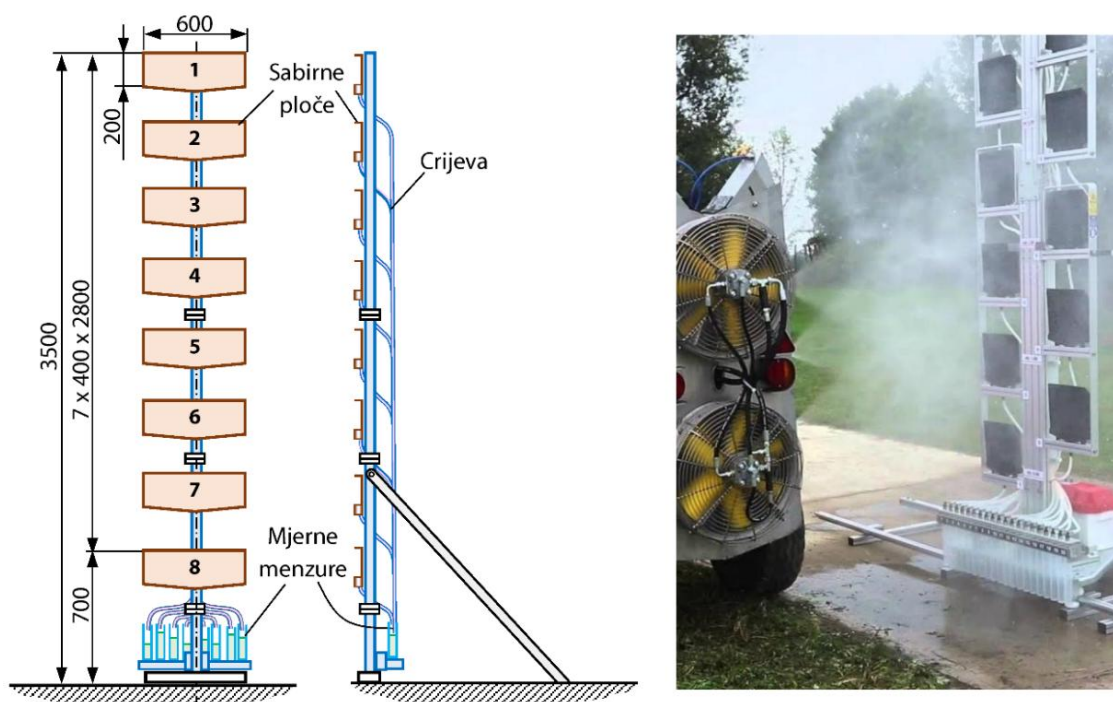


**Slika 4.146.** Upravljačka jedinica raspršivača  
(Izvor: Sedlar, 2014)

Ovaj raspršivač opremljen je ultrazvučnim senzorima koji se lagano prebacuju s jedne na drugu stranu. Ako se tretira jedna strana, onda gornji senzor detektira viši dio krošnje kojeg tretira usmjerivački top, a donji dio krošnje mlaznice s vijenca mlaznica. Ukoliko se tretira s obje strane ili se koristi klasični raspršivač, ultrazvučni senzori se nalaze na obje strane i detektiraju krošnju stabla koju tretiraju mlaznice s vijenca mlaznice.

### 4.7. Značaj oblika raspršenog mlaza i uzgojnog nasada na depoziciju kapljica

Oblik mlaza kojeg producira raspršivač u nasadu je bitan činitelj za ostvarivanje kvalitete depozicije zaštitnog sredstva u krošnji nasada, pa je potrebno uskladiti oblik mlaza s uzgojnim oblikom nasada. Prema istraživanjima više autora depozicija kapljica tekućine u krošnji voćke znatno ovisi o usklađenosti oblika mlaznica s oblikom krošnje voćaka. Oni navode da orezivanje, koje se proizvodi s ciljem promjene strukture grana na stablu, smanjuje gustoću lišća kako bi se dobila bolja kvaliteta plodova s ciljem ostvarivanja željenog oblika krošnje koja omogućuje bolju depoziciju zaštitnog sredstva. Kod reguliranja oblika mlaza potrebno je najprije definirati prosječni oblik krošnje nasada. Ocrtna krivulja ivica krošnje trebala bi se što više podudarati s krivuljom ivica oblika mlaza kojeg ostvaruje raspršivač. Usklađivanje oblika mlaza može se obavljati pomoću vertikalnih sprej skenera. Skeneri mogu imati veći broj manjih kockastih lamela ili lamele izrađene iz jednog dijela. Visina skenera iznosi 2 – 4 m, ovisno o uzgojnom obliku nasada voćaka. Mogu biti izvedeni kao fiksni ili od pokretne konstrukcije koja se kreće po šinama pomoću elektromotora.



Slika 4.147. Vertikalni skener s nepokretnom konstrukcijom (stabilnom)

(Izvor: original)

Sastoji se od nepokretne konstrukcije, lamela i menzure za prihvaćanje sakupljene tekućine. Kod kalibriranja raspršivača lamele prihvaćaju izbačenu tekućinu, koja odlazi u menzure gdje se očitava razina tekućine i nakon toga se formira histogram te definira oblik mlaza. Kalibracija raspršivača pomoću skenera vrši se u punoj fazi vegetacije.



**Slika 4.148.** Vertikalni pokretni Spray-Skener  
(Izvor: Sedlar, 2008)

Pri zaštiti raspršivanjem u ranijim fazama razvoja voćke ne treba mijenjati oblik mlaza, već isključivati pojedine sekcije raspršivača. Koje mlaznice treba isključivati ovisi o vizualnoj procjeni rada i na osnovi preporuke za to tretiranje, odnosno u koje dijelove krošnje treba više ili manje tekućine. Ukoliko se ne raspolaže s vertikalnim skenerom, onda se oblik mlaza definira vizualnim načinom, gdje se vrši zaokretanje i isključivanje pojedinih mlaznica kako bi ostvarili željeni oblik, kojeg treba obavezno kontrolirati pomoću vodo osjetljivih papirića.

### 4.9. Norma raspršivanja

Potrebna količina vode za raspršivanje izražava se normom raspršivanja. Danas postoji više metoda za reguliranje norme i doze za raspršivanje. Najčešće korištena metoda je *TRV* (*Tree Row Volume*). Ova metoda koristi sljedeće parametre: visinu nasada, širinu krošnje i širinu međurednog razmaka. Ovom metodom izračunava se obujam vegetacije koja se nalazi na određenom uzgojnom prostoru. *TRV* se izračunava prema izrazu:

$$TRV = \frac{h_n \cdot B_k \cdot 10000}{B_r}$$

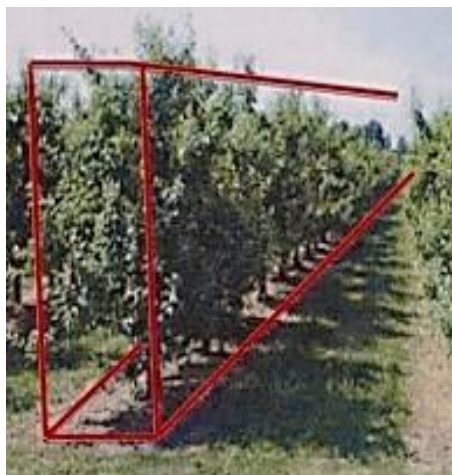
gdje su:

$T$  - obujam nasada, m<sup>3</sup>/ha

$h_n$  - visina nasada, m

$B_k$  - širina krošnje, m

$B_r$  - širina međureda, m



**Slika 4.149.** Metoda definiranja doze i norme raspršivanja - doza/trostruki obujam  
(Izvor: Sedlar, 2014)

Metoda *TRV-a* temelji se na mjerenju obujma vegetacije koja se nalazi na površini 1 ha i količini tekućine koja je potrebna za raspršivanje po tom obujmu. Pomoću *TRV* metode može se izračunati teorijska norma prema izrazu:

$$N_r = \frac{TRV \cdot k}{1000}$$

gdje su:

$N_r$  - norma raspršivanja, l/ha

$TRV$  - obujam nasada, m<sup>3</sup>/ha

$k$  - teorijska norma potrebna za tretiranje, l/m<sup>3</sup> (iznosi 10 – 125 l/1000 m<sup>3</sup>)

Metoda *TRV-a* u zadnjih nekoliko godina je prihvaćena i prilagođena za male norme tretiranja, a izračunava se prema izrazu:

$$N = a + b \cdot TRV$$

Zbroj koeficijenata ( $a$  i  $b$ ) različit je od zemlje do zemlje, pa tako u Nizozemskoj iznosi 0,0125, u Švicarskoj 0,02 i u Poljskoj 0,033.

*Walkate* i sur. [153] razvili su metodu *TAD* (*Tree-Area-Densiti*), metoda „gustoće voćnjaka“. On navodi četvrti faktor kao modifikacija *TRV-a*, a to je gustoća po jedinici površine.

*Koch* i *Weisser* [72] razvili su metodu *FWA* („oblast voćnog zida“), gdje se izračun norme tretiranja vrši množenjem visine stabla s dužinom reda po 1 ha.

*FWA* metoda pogodna je za vinograde jer oni formiraju okomiti zid i dosta je jednostavan, gdje se prati visina krošnje i međuredni razmak, a ne uzima širina krošnje. Praćenjem indeksa lisne površine *LAI* i lisne površine po jedinici *FQA* ( $LAI/FWA$ , m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>) može se doći do smanjenja doze i do 65 % u početnim fazama razvoja. Radi lakšeg razumijevanja norme raspršivanja prema karakteristikama nasada voćaka koncipirana je metoda *UCR-Unit Canopy Row*, red jedinice krošnje, a definirana je kao 1 m dužine puta 1 m širine x 100 m dužine reda, iznosi 100 m<sup>3</sup> lisne mase. U izračunu doze po ovoj metodi je optimalnije da se doza definira kao kg ili 1 l pesticida po *UCR*, umjesto do sada kg/ha. Unazad nekoliko godina razvijena je metoda *LRDR-Label Recommended Dose Rate*, preporučena doza, koja je napisana na ambalaži pesticida, a

namijenjena je reguliranju doze u skladu sa strukturom nasada (visina, širina, gustoća po jedinici površine i međurednim razmakom). Ovaj način regulacije u *LRDR* sustavu omogućuje minimalne gubitke u zaprašivanju. Međutim, ovaj model nije zaživio u praksi jer proizvođači pesticida nisu dali važne preporuke za određeni tip voćnjaka sa strukturnim parametrima nasada. Sve navedne metode određivanja norme raspršivanja su manje ili više zastupljene, jer nema usuglašenog mišljenja stručnjaka koja je metoda optimalnija, već je najbolje rješenje da se definira analiza uvjeta rada, tipa raspršivača, stanje nasada voćaka i onda obavi izbor optimalnog rješenja na osnovi analize.

### 4.10. Kalibriranje raspršivača

Tendencija u zaštiti nasada je smanjivanje količine tekućine za tretiranje nasada protiv patogenih organizama, s normama 150 – 300 l/ha. Smanjena norma škropiva podrazumijeva i uporabu kvalitetnih raspršivača koji će ravnomjerno distribuirati škropivo u obliku sitnih kapljica po habitusu biljke. Kontrola ispravnosti kalibracije omogućuje kvalitetnu primjenu i smanjenje količine tekućine po jedinici površine. U nasadima se obavlja veliki broj tretiranja tijekom godine, petnaest i više puta u nasadima jabuka, što iziskuje i velike troškove ljudskog i strojnog rada, potrošnje zaštitnog sredstva i vode, te veliku potrošnju goriva. Međutim, javlja se problem i rezidua sredstva za zaštitu u plodovima, kao i opasnost pojave drifta, što negativno utječe na okoliš. Osim uštede u troškovima kod smanjenih normi, brigom o ispravnosti i pravilnoj primjeni strojeva, povećava se i učinkovitost. Kalibracijom raspršivača i kontrolom njihove ispravnosti, osobito kod primjene manjih normi, može se zaključiti da samo ispravan i kalibriran raspršivač može dati kontroliranu primjenu sredstva za zaštitu, što znači da će najveći dio kapljica biti deponiran na ciljanu površinu. Kalibracijom se utvrđuje i kapacitet crpke i mlaznica. Prvi korak je vizualni pregled stroja, što podrazumijeva stanje ispravnosti provodnih cijevi, pročistača, spremnika, ventila i ostalih sklopova. Kapacitet ili protok crpke i mlaznica ne smije odstupati za više od 10 % nominalne vrijednosti za mlaznice, a kod manometra  $\pm 2$  %. Kalibracija je proces ili metoda koja pomaže da se izračuna koliko sredstva za zaštitu biljaka raspršivač može ravnomjerno distribuirati po jedinici površine, odnosno da se primjeni točno određena količina sredstva bez ostataka, štedeći vrijeme i novac, a da se pri tome smanje negativni efekti na okoliš. Utvrđivanje količine protoka crpke vrši se tako što se mjerač protoka crpke priključi na provodnu stranu povratnog voda regulatora tlaka. Izvuče se priključak za cijev i na to mjesto se montira priključak koji je povezan preko mjerača protoka sa spremnikom. Pri tome svi ostali ventili na regulator tlaka su zatvoreni, tako da cjelokupna količina precrcpljivane količine vode ide u povratni vod i u spremnik. Ukupni protok tekućine kroz mlaznice u jednoj minuti pri određenom tlaku obavlja se na sljedeći način: najprije se isključi pogon ventilatora, postavi se željeni tlak i broj okretaja priključnog vratila traktora na  $540 \text{ min}^{-1}$ , što je značajno jer kapacitet crpke, a kasnije i količina struje zraka koju producira ventilator, izravno ovisi o broju okretaja priključnog vratila. Nakon toga se napuni spremnik čistom vodom te se postave menzure ispod mlaznica, zatim se pusti u rad raspršivač pri određenom tlaku u vremenu od jedne minute. Poslije toga uzima se menzura s uzorcima iz svih mlaznica. Očita se količina vode u menzurama i uspoređi s nominalnim tlakom za određeni tip mlaznice. Kapacitet mlaznica ne smije odstupati za više od  $\pm 10$  %. Ovaj postupak ponovi se nekoliko puta kako bi dobili što preciznije mjerenje, te zbrojili sve protoke mlaznica i odredili

#### 4. METODA RASPRŠIVANJA

ukupni kapacitet. Ukoliko izmjerena količina tekućine za danu mlaznicu kod određenog tlaka prelazi vrijednosti za više od 10 %, mlaznica je istrošena i ona se zamjenjuje. Većina raspršivača standardno je opremljena s keramičkim mlaznicama tipa TR, proizvođača *Lechler*. Mlaznice su namijenjene za precizno tretiranje habitusa biljke sa zaštitnim sredstvima i niskom potrošnjom vode. Osnovna karakteristika ovih mlaznica je optimalna veličina kapljica, precizni protok i manje slijevanje kapljica. Koriste se za radne tlakove 2 – 20 bar. U napatku za rad s raspršivačem nalaze se tablice pomoću koji se može očitati hektarska potrošnja s obzirom na dimenzije ugrađenih mlaznica, radni tlak, brzinu vožnje i međuredni razmak u nasadu ili odrediti veličinu i tip mlaznica za pojedine zahtjeve, tablice 4.6., 4.7, 4.8.

**Tablica 4.6.** Aktivno vrijeme vožnje

Brzina (km/h)	Međuredni razmak (m)												
	2	2,2	2,4	2,6	2,8	3	3,2	3,4	3,6	3,8	4	4,5	5
3	100	91	83	77	71	667	62	59	56	53	50	40	44
3,5	86	78	72	66	61	57	54	50	48	45	43	38	34
4	75	68	63	58	54	50	48	44	42	39	37	33	30
4,2	71	65	60	55	51	48	45	42	40	37	35	32	29
4,4	68	62	56	52	48	45	42	40	38	36	34	30	27
4,6	65	59	54	50	47	43	41	38	36	34	32	29	26
4,8	62	57	52	48	45	42	39	37	35	33	31	28	25
5	60	55	50	46	43	40	37	35	33	31	30	27	24
5,2	58	52	48	44	41	38	36	34	32	30	29	25	23
5,4	55	50	46	43	40	37	35	33	31	29	28	25	22
5,6	54	49	44	41	38	36	33	31	30	28	27	24	21
5,8	52	47	43	40	37	34	32	30	29	27	25	23	21
6	50	45	42	38	35	33	31	29	28	26	25	22	20
6,5	46	42	38	35	33	31	29	27	25	24	23	20	18
7	43	39	36	33	30	28	27	25	23	22	21	19	

**Tablica 4.7.** Potreban protok agregata

Vrijeme vožnje, (min)	Hektarska potrošnja, (l/ha)												
	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000
	Protok škropiva (l/min)												
15	10	13	17	20	23	27	30	33	40	47	53	60	67
20	7,5	10	12	15	17	20	22	25	30	34	40	45	50
25	6	8	10	12	14	16	18	20	24	28	32	36	40
30	5	6,7	8,3	10	12	13	15	17	20	23	27	30	33
35	4,4	5,7	7,1	8,5	10	11	13	14	17	20	23	26	29
40	3,7	5	6,2	7,5	8,7	10	11	13	14	17	20	23	25
45	3,3	4,4	5,5	6,6	7,7	8,9	10	11	13	15	18	20	22
50	3	4	5	6	7	8	9	1	12	14	16	18	10
55	2,7	3,6	4,5	5,4	6,3	7,2	8,2	9,1	11	13	14	16	18
60	2,5	3,3	4,2	5	5,8	6,6	7,5	8,3	10	12	13	15	17
65	2,3	3,1	3,5	4,6	5,4	6,2	6,9	7,7	9,2	11	12	14	15
70	2,1	2,8	3,6	4,2	5	5,7	6,4	7,1	8,6	10	11	13	14
75	2	0,1	3,3	4	4,6	5,3	6	6,7	8	9,3	11	12	13
80	1,9	2,5	3,1	3,7	4,4	5	5,6	6,2	7,5	8,7	10	11	12
85	1,8	2,3	2,9	3,5	4,1	4,7	5,3	5,9	7,1	8,2	9,4	10	12
90	1,7	2,2	2,7	3,3	3,9	4,4	5	5,5	6,7	7,8	8,9	10	11
95	1,6	2,1	2,6	3,1	3,7	4,2	4,7	5,2	6,3	7,4	8,4	9,4	10
100	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	9	10

Tablica 4.8. Protoci vrtložnih mlaznica *Lechler* TR (keramičke)

Kataloški broj	Oznaka	Boja mlaznice	Radni tlak, (bar)																		
			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
			Protok, (l/min)																		
019.48.068	TR 80-067	crna	0,22	0,27	0,31	0,35	0,38	0,41	0,44	0,47	0,49	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68	0,70
019.48.069	TR 80-01	oker	0,32	0,39	0,45	0,51	0,55	0,60	0,64	0,68	0,72	0,75	0,78	0,82	0,85	0,88	0,91	0,93	0,96	0,99	1,01
019.48.070	TR 80-015	zelena	0,48	0,59	0,68	0,76	0,83	0,90	0,96	1,02	1,07	1,13	1,18	1,22	1,27	1,31	1,36	1,40	1,44	1,48	1,52
019.48.071	TR 80-02	žuta	0,65	0,80	0,92	1,03	1,13	1,22	1,30	1,38	1,45	1,52	1,59	1,66	1,72	1,78	1,84	1,90	1,95	2,00	2,06
019.48.072	TR 80-03	plava	0,97	1,19	1,37	1,53	1,68	1,81	1,94	2,06	2,17	2,27	2,38	2,47	2,57	2,66	2,74	2,83	2,91	2,99	3,07
019.48.073	TR 80-04	crvena	1,28	1,57	1,81	2,02	2,22	2,39	2,56	2,72	2,86	3,00	3,14	3,26	3,39	3,51	3,62	3,73	3,84	3,95	4,05
019.48.074	TR 80-05	smeđa	1,61	1,97	2,28	2,55	2,79	3,01	3,22	3,42	3,60	3,78	3,94	4,10	4,26	4,41	4,55	4,69	4,83	4,96	5,09

Korištenje tablica za očitavanje pojedinih parametara raspršivanja vrši se na sljedeći način:

- Na raspršivač je ugrađeno 10 mlaznica TR-OKER, radni tlak je podešen na 11 bar, međuredni razmak u nasadu je 3,6 m, a brzina vožnje 4,2 km/h. Potrebno je odrediti količinu zaštitnog sredstva po hektaru.
- Iz tablice 4.5 očitava se da je potrebno vrijeme za raspršivanje 40 min/ha.
- Iz tablice 4.7 očitava se da je protok OKER mlaznice pri 11 bar radnog tlaka 0,75 l/min.
- Iz tablice 4.6 očitava se da se u vrijeme od 40 minuta i pri protoku 7,5 l/min (za 10 mlaznica) potroši 300 l/ha tekućine.

**Primjer:** Ako se želi u procesu raspršivanja potrošiti 300 l/ha sredstva, pri čemu je međuredni razmak nasada 3,8 m i radna brzina 5,2 km/h s 10 otvorenih mlaznica, koje se mlaznice moraju uporabiti i s kojim radnim tlakom treba raspršivati? Iz tablice 4.7. u ovom primjeru se očitava vrijeme vožnje po 1 ha. To iznosi 30 minuta. Za ovo vrijeme potrošilo se 300 l/ha, prema tablici 4.6. potreban je ukupni protok agregata 10 l/min ili 1 l/min po jednoj mlaznici. U tablici 4.8 izabere se odgovarajuća mlaznica, u ovom primjeru je mlaznica zelene boje, za radni tlak 9 bar ili mlaznica oker boje, za radni tlak 20 bar.

#### 4.11.1. Različiti izračuni

Potrebe za količinom vode po 1 ha lako se može očitati iz tablica, ali pomoću određene formule se može i izračunati:

$$\text{Potrebna količina vode} = \frac{600 \cdot \text{protok mlaznice} \cdot \text{broj mlaznica}}{\text{radna brzina} \cdot \text{međuredni razmak}}$$

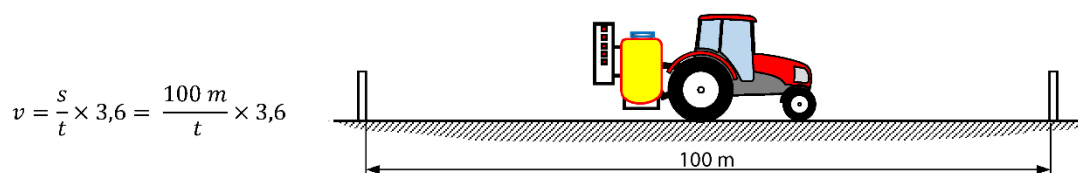
$$\text{Potreban protok mlaznica} = \frac{\text{hektarska doza} \cdot \text{brzina vožnje} \cdot \text{međuredni razmak}}{600 \cdot \text{broj mlaznica}}$$

$$\text{Količina tekućine} = \frac{600 \cdot \text{ukupni protok svih mlaznica}}{\text{širina međurednog razmaka} \cdot \text{radna brzina}}$$

## 4. METODA RASPRŠIVANJA

### 4.11.2. Izračun radne brzine raspršivača

U procesu rada raspršivača važan je činitelj za kvalitetu rada i količinu raspršene tekućine radna brzina agregata. Radna brzina u nasadima iznosi 4 – 8 km/h. Što je niža radna brzina veća količina tekućine se potroši po 1 ha. Radnu brzinu treba uskladiti tako da ciljana površina bude što više prekrivena s raspršenim kapljicama, ali da se i ne ocijedi. Ako je bujnost nasada dosta velika, potrebno je smanjiti radnu brzinu kako bi se poboljšala pokrivenost habitusa biljke, odnosno zamijenio obujam traka u krošnji stabla.



Vrijeme t, (s/100 m)	60	62	64	67	69	72	75	78	82	90	95	100	106	113	120	129	138	150	164	180
Brzina, (km/h)	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,8	4,6	4,4	4	3,8	3,6	3,4	3,2	3	2,8	2,6	2,4	2,2	2

**Slika 4.150.** Izračun radne brzine agregata

(Izvor: <https://savjetodavna.mps.hr/2008/12/01/atomizeri-kalibracija/?print=print>)

Mjerenje brzine rada započinje izborom dužine puta na površini koja će se tretirati. Preporuča se dužina puta 50 m za utvrđivanje brzine do 8 km/h i 100 m dužine puta kod brzina 8 – 14 km/h. Nakon toga se izmjeri brzina od 100 m te se označi početak i kraj staze. Izabere se brzina vožnje koja osigurava nesmetano vođenje agregata i brzina okretanja priključnog vratila traktora od  $540 \text{ min}^{-1}$ , zatim se izmjeri koliko sekundi treba da agregat prođe udaljenost staze od 100 m s jednom polovinom napunjenog spremnika s čistom vodom i poslije toga se izračuna brzina vožnje po formuli:

$$v = \frac{s}{t} \cdot 3,6$$

gdje su:

$v$  - brzina u km/h

$s$  - prijeđeni put, m

$t$  - utrošeno vrijeme, s, za prijelaz dužine puta od 100 m

3,6 - faktor za pretvaranje (m/s u km/h).

Utvrđivanje radne brzine potrebno je provesti tri puta da se dobije pouzdana srednja vrijednost izmjerene brzine. Raspršivanje se obično odvija pri radnoj brzini agregata 3 – 6 km/h. Radnu brzinu potrebno je prilagoditi konfiguraciji terena, posebno voditi računa o kapacitetu ventilatora. Prevelikom radnom brzinom pri smanjenom kapacitetu ventilatora postiže se znatno smanjena kvaliteta raspršivanja. Broj okretaja motora vrlo je bitan za kvalitetu raspršivanja, pa se izabere takav broj okretaja koji će osigurati minimalno  $500 \text{ min}^{-1}$  na priključnom vratilu traktora i zadanu radnu brzinu kako bi zadovoljio potrebni kapacitet ventilatora i crpke. Uporaba vode pri raspršivanju u voćarsko-vinogradarskoj proizvodnji kreće se u širokim granicama 100 – 1500 l/ha. Međutim, u posljednje vrijeme usvaja se metoda smanjene doze od 100 – 300 l/ha. Pri uporabi količine vode potrebna je veća pažnja i priprema

stroja za rad, zato mora biti kvalitetno opremljen mlaznicama, tlačnim pročistačima, zračnim usmjerivačima, te mora omogućiti kvalitetno miješanje tijekom rada. Pri smanjenoj uporabi vode mora se održavati količina korištenog sredstva po 1 ha istom te se mora povećati koncentracija tekućine za toliko, koliko se smanji količina vode.

### 4.12. Teorijski prikaz uštede tekućine u zaštiti nasada

Da bi se ostvarila ušteda tekućine u zaštiti nasada, potrebno je tu razliku nadomjestiti drugim medijem, a to je struja zraka. Odnos zraka u gibanju i tekućine pod tlakom ogleđa se u činjenici što se primjenom raspršivača ostvaruje bolje pokrivanje biljnih dijelova, zatim duži put nošenja kapljica tekućine i smanjeni utrošak tekućine. Isto tako, smanjenjem veličina kapljica tekućine povećava se pokrivenost tretirane površine te manji utrošak tekućine po jedinici površine i kvalitetno pokrivanje biljnih površina. Poznata su dva teorijska objašnjenja kako se može uskladiti utrošak tekućine, a da kvaliteta rada bude zadovoljavajuća. Prema ovoj teoriji smanjena količina tekućine treba se nadomjestiti odgovarajućom količinom zraka. S energetskog stajališta 1 kg zraka koji se giba brzinom 100 m/s ima istu energiju kao 1 litra vode pod tlakom od 50 bar. Poznato je da 1 m<sup>3</sup> zraka ima masu 1,293 kg. Na temelju toga, ako se obavlja zaštita jednog nasada voćaka hidrauličkim prskalicama, potrebno je 2000 l/ha, a za tretiranje raspršivačem dovoljno je 500 l/ha tekućine. Ušteda tekućine između ove dvije metode je 1500 l/ha. Ukoliko uštedenu količinu tekućine podijelimo s masom zraka, dobije se količina zraka koja treba nadomjestiti uštedenu količinu tekućine. Količina tekućine od 1500 l/ha odgovara masi zraka od 1500 kg. Ako je gustoća škropiva 1,13 onda je:

$$V_z = N \cdot \rho = 1500 \text{ l/ha} \cdot 1,13 = 1695 \text{ kg} : 1,293 \text{ kg} = 1311 \text{ m}^3 \text{ zraka}$$

Ako raspršivač ima kapacitet tekućine 30 l/min, onda će spremnik tekućine biti ispražnjen za 17 minuta.

$$t = V : Q_{\text{ras}} = 500 : 30 = 16,66 \approx 17 \text{ minuta}$$

Za isto vrijeme ventilator raspršivača treba upuhati u nasad 1311 m<sup>3</sup> zraka, odnosno:

$$Q_v = V_z : t = 1311 : 17 \approx 77,12 \text{ m}^3/\text{min}$$

Za uspješno obavljanje ovog radnog procesa ventilator treba zadovoljiti izračunati normativ, a ukoliko ne ispunjava ovaj uvjet, treba povećati količinu tekućine ili smanjiti radnu brzinu kako bi se uskladila masa zraka i utrošak tekućine. Teorijske postavke temelje se na obujmu zraka koji se upuhuje u nasad kako bi se zaštitio željeni prostor. Raspršivač treba producirati onoliko zraka koliko se nalazi u krošnji voćke ili trsa vinove loze koja se tretira. Ako se obavlja zaštita voćnjaka s međurednim razmakom 4 m i razmakom unutar reda 4 m, visina krošnje je pritom 3,5 m, a širina krošnje iznosi 4 m. Obujam krošnje je:

$$V = a \cdot b \cdot c = 4 \cdot 4 \cdot 3,5 = 56 \text{ m}^3$$

gdje su:

$V$  - obujam krošnje, m<sup>3</sup>

$a$  - širina krošnje, m

$b$  - dužina krošnje, m

$c$  - visina krošnje, m

#### 4. METODA RASPRŠIVANJA

---

Ako je radna brzina raspršivanja 6 km/h i norma raspršivanja 700 l/ha, kapacitet crpke je:

$$q = B \cdot v \cdot N/600 = 4 \cdot 6 \cdot 700/600 = 28 \text{ l/min}$$

gdje su:

$q$  - kapacitet crpke, l/min

$B$  - radni zahvat raspršivača, m

$v$  - radna brzina, km/h

$N$  - norma raspršivanja, l/ha

Vrijeme pražnjenja jednog spremnika izračunava se po formuli:

$$t = \frac{N}{q} = \frac{700}{28} = 25 \text{ min}$$

Uz gore navedene podatke o razmaku sadnje, ovaj nasad ima 625 stabala po jednom hektaru.

$$N_{st} = A_{ha} : A_1 = 10000 : 16 = 625 \text{ stabala/ha}$$

Budući da se na 1 ha nalazi 625 stabala, ukupna količina zraka u krošnjama stabala iznosi:

$$V_{zst} = N_{st} \cdot V = 625 \cdot 56 = 35000 \text{ m}^3 \text{ zraka}$$

Ovu količinu zraka raspršivač treba upuhati za 25 minuta, što znači da za jednu minutu treba producirati sljedeću količinu zraka:

$$Q_1 = V_{zst} : t = 35000 : 25 = 1400 \text{ m}^3/\text{min}$$

što predstavlja ujedno i kapacitet ventilatora za tretiranje navedenog nasada.



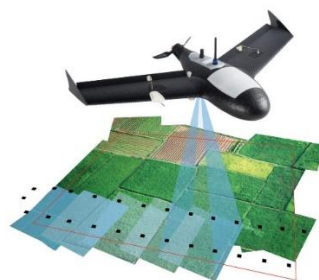
### 5. PRIMJENA PRECIZNE ZAŠTITE BILJA U POLJOPRIVREDI

Poljoprivreda je vitalni sektor globalne ekonomije jer osigurava opskrbu hranom za rastuću svjetsku populaciju. Međutim, suočena s izazovima poput klimatskih promjena, smanjenja resursa i rasta populacije, nužna je implementacija inovativnih rješenja kako bi se povećala produktivnost, uz istovremeno smanjenje utjecaja na okoliš. U tom kontekstu, precizna zaštita bilja postaje ključna strategija koja omogućava učinkovitu kontrolu štetočina, bolesti i korova s minimalnim utjecajem na okoliš. U nastavku pojasnit će se važnost i primjena precizne zaštite bilja u poljoprivredi, dajući naglasak na primjenu novih tehnologija.

#### 5.1. Uvod u preciznu zaštitu bilja

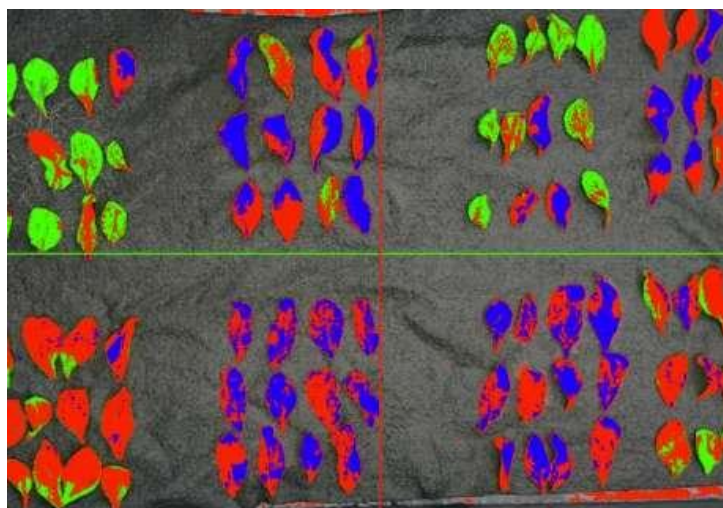
Precizna zaštita bilja predstavlja inovativan pristup koji se temelji na daljinskim istraživanjima primjenom satelitskih snimki, snimki prikupljenih putem bespilotnih zrakoplova (dronova), senzora i računalnog vida (engl. *computer vision*) kako bi omogućila ciljanu primjenu zaštitnih sredstava, uključujući pesticide, herbicide i fungicide. Navedeni pristup temelji se na prikupljanju podataka o poljoprivrednom zemljištu u stvarnom vremenu i prilagodbi aplikacije zaštitnih sredstava prema specifičnim uvjetima pojedinačnog dijela proizvodne površine. Bespilotni zrakoplovi imaju ključnu ulogu u prikupljanju podataka za preciznu zaštitu bilja, omogućujući poljoprivrednicima precizne informacije o stanju poljoprivredne kulture. Jedan od čestih načina upotrebe bespilotnog zrakoplova je:

a) visoko rezolucijsko kartiranje (engl. *mapping*) proizvodne površine, pri čemu bespilotni zrakoplovi opremljeni kamerama visoke rezolucije omogućuju snimanje stanja poljoprivredne kulture. Prikupljene snimke mogu se koristiti za izradu visokokvalitetnih karata zaštite, omogućavajući poljoprivrednicima nadzor (engl. *monitoring*) rasta bilja, stanja zaraze te, u konačnici, brži put do donošenja odluke o aplikaciji zaštitnih sredstava (slika 5.1.).



**Slika 5.1.** Kartiranje proizvodnih površina primjenom bespilotnog zrakoplova  
(Izvor: <https://www.geospatialworld.net/news/free-precisionmapper-encourage-innovation-drone-mapping-become-easy/>)

b) detekcija štetočina i bolesti obavlja se upotrebom bespilotnih zrakoplova koji su opremljeni termalnim kamerama, čime omogućuju detekciju temperaturne varijacije ili druge znakove infekcija ili prisutnost štetočina. Navedene informacije pomažu u identifikaciji područja zaraženih biljaka, omogućavajući ciljanu primjenu zaštitnih sredstava samo na zahvaćenim područjima, što značajno smanjuje upotrebu zaštitnih sredstava (slika 5.2.).



**Slika 5.2.** Klasificirana slika lišća biljke koja pokazuje stres od patogena i nedostatka hranjivih tvari  
(Izvor: <https://phys.org/news/2017-04-drones-early-disease-crops.html>)

c) praćenje rasta bilja također se može utvrditi korištenjem bespilotnih zrakoplova za snimanje vremenskih serija snimki tijekom različitih faza rasta bilja (ciklično snimanje). Analizom ovih snimki pomoću računalnog vida može se pratiti razvoj usjeva, identificirati problematična područja i prilagoditi razina zaštitnih sredstava za aplikaciju. Korištenjem spomenute tehnologije omogućuje se precizna zaštita bilja u stvarnom vremenu, čime se postiže učinkovitost poljoprivredne proizvodnje s minimalnim korištenjem poljoprivredne tehnike uslijed smanjenog broja prohoda. Usto, precizna zaštita bilja doprinosi smanjenju negativnog utjecaja na okoliš pri aplikaciji minimalnih količina sredstava za zaštitu bilja. Suvremena tehnologija omogućuje niže troškove kroz ciljanu aplikaciju pri čemu se smanjuje potreba za širokim tretmanima, čime se smanjuju troškovi zaštitnih sredstava. Precizna zaštita bilja omogućuje bolje upravljanje resursima što utječe na povećanje produktivnosti bez povećanja korištenja kemijskih sredstava te omogućava praćenje rasta biljaka i prilagodbu tretmana aplikacije kako bi se optimizirao ukupni prinos.

### 5.2. Tehnologije korištene u preciznoj zaštiti bilja

Senzorika je vrlo bitna stavka kod izvođenja precizne poljoprivrede. Za prikupljanje preciznih podataka o uvjetima na proizvodnim površinama koriste se brojni senzori poput senzora za očitavanje razine vlage u tlu, pH vrijednosti tla, temperature, brzine vjetra i slični. Osim senzora, nužna je primjena satelita i bespilotnih zrakoplova za prikupljanje snimki u svrhu detaljnog kartiranja i praćenja stanja usjeva. Za prepoznavanje bolesti i štetočina, odnosno razine zakorovljenosti neke kulture koristi se računalni vid, pri čemu se korištenjem algoritama postiže visoka točnost analize. Također, upotreba sensorike očituje se kod sustava precizne poljoprivrede gdje se ostvaruju značajne financijske uštede. Prema Zimmeru i sur. (2019), u radu je pojašnjena suvremena VRT (engl. *variable-rate technology*) tehnologija za apliciranje promjenjive količine sredstava. Navedena tehnologija omogućuje primjenu mineralnih i zaštitnih sredstava, vode za navodnjavanje i drugih poljoprivrednih inputa u varijabilnim količinama po proizvodnoj površini bez manualne promjene postavki količine sredstava na opremi ili potrebe za višestrukim prolascima preko istog područja. Jedan od aktualnih primjera upotrebe suvremene tehnologije je korištenje precizne tehnologije na danskom raspodjeljivaču

## 5. PRIMJENA PRECIZNE ZAŠTITE BILJA U POLJOPRIVREDI

---

mineralnih sredstava *BogBalle*. Za uspješno apliciranje nužno je koristiti senzore za očitavanje u stvarnom vremenu poput senzora OptRx (slika 5.3.) američkog proizvođača *Precision AG Solutions*. OptRx senzorski sustav (slika 5.4.) usjeva mjeri i bilježi „zdravlje“ usjeva u stvarnom vremenu koristeći refleksiju svjetla odaslanog na usjev. Senzori se mogu postaviti na gotovo bilo koju vrstu vozila za prikupljanje informacija tijekom vožnje po proizvodnoj površini. Prikupljene informacije, uključujući vegetacijske indekse, mogu se koristiti za posredno mjerenje utjecaja hranjivih tvari, vode, bolesti i drugih uvjeta uzgoja na usjeve.



Slika 5.3. Senzor OptRx

(Izvor: <https://mechazacaweb.cz/ve-znamenipreciznihozemedelstvi/>)

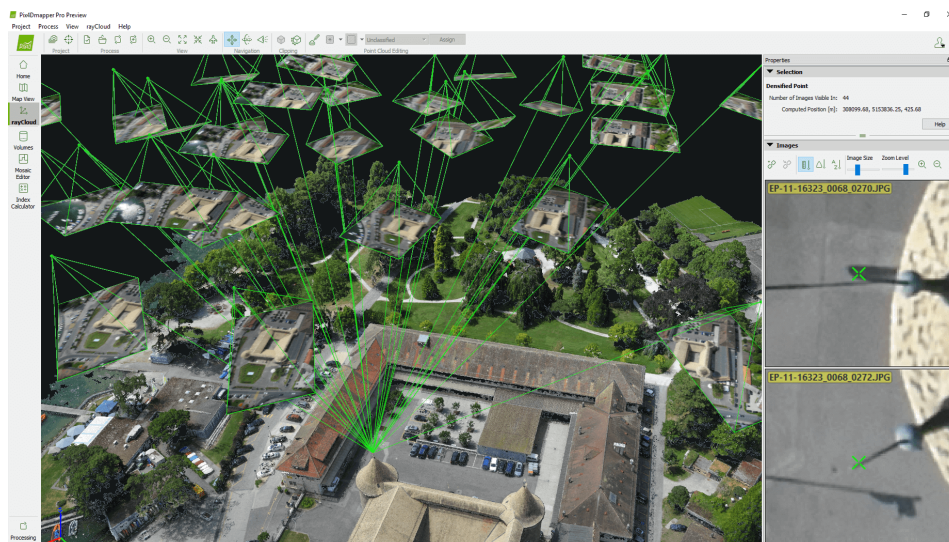


Slika 5.4. OptRx u radu

(Izvor: <https://dzen.ru/a/XqarueYuFRRjxFVI>)

### 5.3. Uvođenje precizne zaštite bilja

Prilikom implementacije tehnologije precizne zaštite bilja dolazi do određenih tehničkih izazova od kojih su najznačajniji visoka razina stručnosti te početno ulaganje u opremu. Za upotrebu navedene suvremene tehnologije nužna je kvalitetna edukacija poljoprivrednika o prednostima i pravilnoj primjeni precizne zaštite kao ključna stavka za uspješnu implementaciju u konvencionalnu poljoprivrednu proizvodnju. Jedna od ključnih edukacija poljoprivrednika, osim rukovanja s bespilotnim zrakoplovom, je sposobnost kartiranja. Pri izradi karti dobivenih snimanjem korištenjem bespilotnog zrakoplova velika pozornost pridodaje se točnosti (slika 5.5).



**Slika 5.5.** Rad u softveru za kartiranje

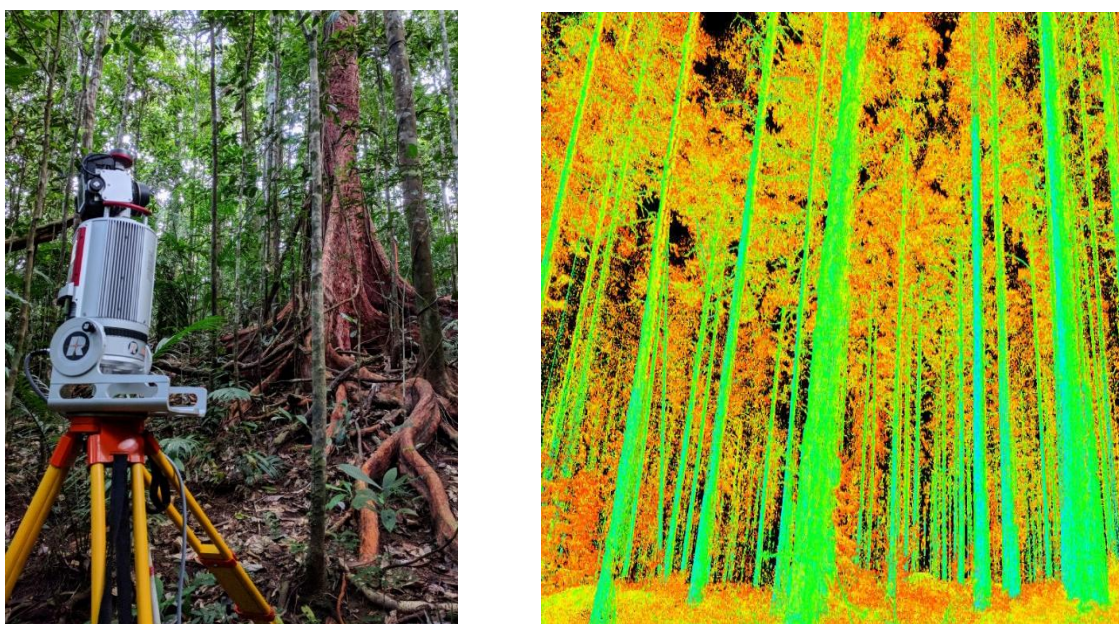
(Izvor: <https://www.ghostsky.com/product/pix4dmapper-licenca-anual/>)

Suvremeni bespilotni zrakoplovi korišteni za kartiranje općenito su opremljeni s četiri vrste senzora: GPS (eng. *Global Positioning System*) ili RTK (eng. *Real-time kinematic*), inercijalna mjerna jedinica (engl. *Inertial measurement unit*, IMU), koja određuje položaj i orijentaciju vozila. Pored navedenih suvremenih tehnologija nužno je informatičko znanje za točnu obradu podataka prikupljenih sensorima ugrađenim u bespilotni zrakoplov. Posljednjih godina, tehnologija prostornog laserskog skeniranja inkorporirana u bespilotne zrakoplove doživljava značajnu ekspanziju. Srž ove tehnologije predstavlja LiDAR sustav, čiji se rad temelji na laserskom mjerenju udaljenosti. Precizno određivanje udaljenosti između senzora i cilja postiže se izračunavanjem produkta brzine svjetlosti i izmjerene vremena potrebnog za putovanje emitiranog laserskog impulsa do i od ciljnog objekta. Primjena ove tehnologije omogućava precizno i brzo snimanje trodimenzionalne geometrije terena. Nadalje, uz integraciju specijaliziranih programskih rješenja, olakšano je generiranje visokorezolucijskih 3D modela. Tehnologija prostornog laserskog skeniranja taksonomski se dijeli na dvije dominantne kategorije: zračno lasersko skeniranje (engl. *Airborne Laser Scanning*, ALS) (slika 5.6.) i terestričko lasersko skeniranje (engl. *Terrestrial Laser Scanning*, TLS), koje je prikazano na slici 5.7.



**Slika 5.6.** Zračno lasersko skeniranje - metoda snimanja preciznih 3D podataka terena pomoću laserskih impulsa

(Izvor: <https://candrone.com/collections/lidar-systems>)



**Slika 5.7.** Lasersko skeniranje sa zemlje (lijevo) (Izvor:<https://eo.belspo.be/en/news/3d-forest-understanding-tropical-forests-help-lidar>) i rezultat LiDAR snimanja (desno) (Izvor: <https://www.geoportti.fi/luke-has-released-terrestrial-laser-scanning-data-for-download/>)

Zakonska regulacija ključna je za uspostavu sigurnosnih protokola i definiranja odgovornosti pri implementaciji preciznih tehnologija, poput rukovanja s bespilotnim zrakoplovom. Za zakonito upravljanje bespilotnim zrakoplovom MMPI donijelo je niz pravilnika od kojih je među prvima bio Pravilnik o sustavima bespilotnih zrakoplova (NN 104/2018), dok je početkom siječnja 2021. godine donesen novi pravilnik o prestanku važenja Pravilnika o sustavima bespilotnih zrakoplova. Posljedično, kreirani su brojni pravilnici za niz zakonskih obaveza prije nego se može početi koristiti bespilotna letjelica poput Pravilnika o sadržaju i načinu vođenja hrvatskog registra civilnih zrakoplova (NN 2/2021) u kojem se pod člankom 2. navode bespilotni zrakoplovi čija je konstrukcija podložna certifikaciji sukladno primjenjivim EU propisima. U tablici 5.1. prikazana je kategorizacija i pravo izvođenja letačkih operacija prema pravilniku iz 2018. godine, gdje se može lako uočiti kategorizacija zrakoplova i zahtjevi pilota. Do danas, uvedene su brojne nadopune i upute što je potrebno zakonski ispuniti prije leta, stoga se pilotima predlaže prvo detaljno upoznavanje sa zakonskim regulativama.

**Tablica 5.1.** Kategorizacija i pravo izvođenja letačkih operacija  
(Izvor: NN 104/2018)

Kategorija letačkih operacija	BESPILOTNI ZRAKOPLOV		IZVOĐENJE LETAČKIH OPERACIJA		ZAHTEVI ZA PILOTA NA DALJINU		ZAHTEVI ZA OPERATORA	
	Operativna masa bespilotnog zrakoplova	Najveća brzina bespilotnog zrakoplova prema tehničkim specifikacijama proizvođača	Dio dana	Područje izvođenja operacija	Minimalna dob	Polaganje teorijskog / praktičnog ispita	Obaveza evidentiranja / odobrenja operatora	Dokumentacija operatora
A	OM < 250 g	< 19 m/s	Danju i/ili noću	Naseljeno i/ili nenaseljeno područje	Nije primjenjivo	Nije primjenjivo	Nije primjenjivo	Nije primjenjivo
B1	250 g ≤ OM ≤ 900 g	< 19 m/s	Danju	Nanaseljeno područje	14 godina starosti, ili manje od 14 godina starosti, pod nadzorom punoljetne osobe	Nije primjenjivo	Nije primjenjivo	Nije primjenjivo
B2	OM < 5 kg	Nije primjenjivo	Danju i/ili noću	Naseljeno i/ili nenaseljeno područje	16 godina	Nije primjenjivo	Evidencija	Nije primjenjivo
C1	5 kg ≤ OM < 25 kg	Nije primjenjivo	Danju	Nanaseljeno područje	18 godina		Evidencija	Nije primjenjivo
C2	5 kg ≤ OM ≤ 150 kg	Nije primjenjivo	Danju i/ili noću	Naseljeno i/ili nenaseljeno područje	18 godina	a) Položen teorijski ispit iz poznavanja primjenjivih zrakoplovnih propisa koji provodi Agencija b) Demonstracija pripreme leta i letenja	Odobrenje	a) Operativni priručnik b) Zapisi o letu c) Upravljanje rizicima

#### 5.4. Budućnost precizne zaštite bilja

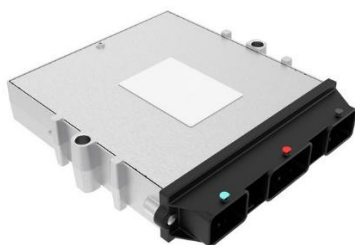
S obzirom na stalni razvoj tehnologija, budućnost precizne zaštite bilja neprestano se razvija i nadopunjuje novim tehnologijama od kojih su trenutno često integrirane: umjetna inteligencija (AI), *Internet of Things* (IoT), robotika i telematika koje mogu dodatno poboljšati preciznost i održivost suvremene zaštite bilja. Prema Zimmeru i sur. (2021) osim upotrebe zaštitnih sredstva, učinkovit pristup zaštite bilja putem suzbijanja korova ostvaren je upotrebom laserskog sustava. Isti autori navode primjer hrvatskog startup-a *Crop Shepherd* (slika 5.8.) koji je razvio robot pod nazivom P.A.S.T.I.R. Navedeni robot upotrebljava umjetnu inteligenciju i računalni vid za razlikovanje korova od usjeva, zatim koristi energiju lasera za uništavanje korova. Pomoću umjetne inteligencije, navedena tehnologija može se upotrijebiti za prijenos uživo s namjenske kamere za trenutnu obradu vizualnih informacija, omogućiti otkrivanje objekata (korova) i donijeti naknadnu odluku za lasersku aplikaciju ili automatizaciju odabrane aplikacije. Prema Zimmeru i sur. (2021), roboti se sve češće koriste u zaštiti bilja zbog mogućnosti da ciljaju isključivo područje zahvaćeno štetočinama ili bolestima umjesto cijelog područja. Osim u poljoprivredi, roboti su korišteni u šumarstvu, zaštićenim područjima i hortikulturi.



**Slika 5.8.** Crop Shepherd - P.A.S.T.I.R

(Izvor: <https://spock.fer.hr/crop-shepherd-osvojio-dodatnih-10-000-eura-u-sklopu-eit-ovog-programa/>)

Integracija telematskih sustava omogućuje razmjenu podataka u realnom vremenu između poljoprivrednih agregata, operatera i centraliziranog informacijskog sustava. Prema Zimmeru i sur. (2017), bežični prijenos podataka omogućuje njihovu analizu u realnom vremenu, rezultirajući generiranjem ključnih informacija za optimizaciju upravljačkih odluka s ciljem povećanja učinkovitosti. Trenutno često korištene aplikacije za telematiku su od poznatijih proizvođača poljoprivredne tehnike poput: *JDLINK-Telematics (John Deere)*, *Telematics (Claas)*, *Telemetry (Fendt)*, *Telematics & Connectivity (New Holland)* i ostali. Prema Zimmeru i sur. (2015), implementacija telematskih sustava implicira organizaciju i optimizaciju procesa unutar poljoprivredne proizvodnje. Korištenjem telekomunikacijskih i informatičkih tehnologija u svrhu upravljanja i kontrole pokretnih agregata, postiže se unaprjeđenje operativnih procesa te redukcija troškova. Specifično, telematika omogućava razmjenu podataka u realnom vremenu između poljoprivrednog agregata, operatera i centraliziranog informacijskog sustava. Za korištenje telematskog sustava nužno je osim GPS signala posjedovati modul (slika 5.9) za prikupljanje pozicije agregata te CANBUS informacije na server uz SIM karticu pomoću koje se mobilno prenose podaci. Vizualni prikaz rada telematskog sustava vidljiv je na slici 5.10.



**Slika 5.9.** Modul za telematiku

(Izvor: <https://www.rdoequipment.com/product-details/john-deere-vehicle-controller-lc1-controller-axe66873>)



**Slika 5.10.** Telematski sustav

(Izvor: John Deere-AMS/FarmSight products, 2013)

Šumanovac i sur. (2021) navode kako implementacija visokopreciznih navigacijskih sustava s korekcijskim signalom (RTK) u kombinaciji s upotrebom OptRx senzora omogućuje preciznu aplikaciju kemijskih sredstava na temelju generiranih karti zaštite bilja. Suvremeni pristup suzbijanju korova uključuje primjenu Smart Sprayer sustava koji se temelji na principima strojnog učenja (engl. *machine learning*). Hardverska arhitektura *Smart Sprayer*-a obuhvaća mlaznice, crpku, GPS prijamnik s RTK, tri video kamere (Webcam Logitech c920), mikrokontroler (Arduino Mega) za upravljanje sensorima i aktuatorima (npr., crpka), te računsku jedinicu (NVIDIA Jetson TX2 GPU) namijenjenu obradi slike i detekciji korova (slika 5.11). Za postizanje precizne aplikacije i izradu aplikacijske karte (karte korova) razvijen je specijalizirani softver programiran u C programskom jeziku. Navedeni softver funkcionira u stvarnom vremenu, postižući propusnost do 28 sličica u sekundi kroz sve faze procesa: akviziciju slike, detekciju objekata i komunikaciju. Za preciznu mrežnu detekciju objekata koristi se algoritam YOLOv3 (slika 5.12).



**Slika 5.11.** Uređaj za aplikaciju zaštite postavljen na radno vozilo  
(Izvor: Partel i sur., 2019)



**Slika 5.12.** Pametno otkrivanje korova za apliciranje i biljke  
(Izvor: Partel i sur., 2019)

Prema Šumanovcu i sur. (2021), WeedIT sustav (slika 5.13) predstavlja jedan od suvremenih sustava za optimizaciju procesa zaštite bilja. Ovaj sustav implementira preciznu kontrolu rada prskalice putem niza optičkih senzora pozicioniranih duž radne širine krila, s razmakom od 0,5 m, što odgovara i rasporedu mlaznica. Zonsko apliciranje kemijskih sredstava pojedinačnom mlaznicom usklađeno je sa širinom skeniranja pripadajućeg senzora, osiguravajući neovisno očitavanje svakog senzora te individualno upravljanje mlaznicama. WeedIT sustav nudi tri operativna modela: točkasto apliciranje, dualno apliciranje i punu aplikaciju. Detekcija korova postiže se optičkom metodom uz primjenu umjetne inteligencije (AI).

## 5. PRIMJENA PRECIZNE ZAŠTITE BILJA U POLJOPRIVREDI

---

Kroz implementaciju naprednih algoritama omogućena je klasifikacija biljnih vrsta u realnom vremenu na temelju prikupljenih vizualnih podataka. Navedena metodologija omogućuje automatsko razlikovanje kultiviranih biljaka od korova u realnom vremenu.



**Slika 5.13.** *WEED-IT* sustav na prskalici  
(Izvor: <https://www.weed-it.com/weedit-quadro>)

Sustav *WEED-IT* može se ugraditi u bilo koju marku i tip prskalice za trajne nasade, za nošene i vučene prskalice, samohodne prskalice, alatne prskalice, pa čak i autonomne prskalice s radnom širinom do 36 m. Ključne prednosti *WEED-IT* Quadro tehnologije su: robusni senzori za detekciju (slika 5.14), odgovarajuća količina aplikacije zaštitnog sredstva na pravom mjestu uz rad tijekom dana i noći.



**Slika 5.14.** *WEED-IT* senzor  
(Izvor: <https://www.weed-it.com/>)

*WEED-IT* Quadro se odnosi na četiri zone detekcije svakog senzora detekcije *WEED-IT*, od kojih svaka zauzima 25 cm cijele širine kraka prskalice. Ekstra male zone s poboljšanom optikom osiguravaju da sustav ne propusti nijedan korov prilikom nailaska. Za visoku točnost i učinkovitost koristi se dvojezgreni procesor za brzu komunikaciju i visoku frekvenciju uzorkovanja. Navedeni sustav omogućuje veće brzine komunikacije koje su potrebne za omogućavanje kartiranja korova te rad s mapama aplikacija. Navedeni sustav ima opciju *WeedMaps*-a, odnosno web uvid u intenzitet korova i precizan pregled na razini proizvodnih površina polja i gospodarstava gdje se putem web stranice može dobiti pregled svih fotografiranih polja i sortirati po prosječnoj zakorovljenosti. Uz navedene informacije, lako je odrediti prioritet polja za kemijsku zaštitu. *WeedMaps* sastoji se od aplikacije prilagođene korisniku za pametne telefone ili tablete. Aplikacija je povezana s robusnom *WeedCam* kamerom koja fotografira cijelu proizvodnu površinu tijekom rada u polju, npr. dok se aplicira

zaštita bilja. Podaci se kontinuirano prenose online gdje se slike obrađuju i kreira se karta korova označena bojama koja prikazuje gustoću korova (slika 5.15).



Slika 5.15. Karta korova

(Izvor: <https://agointelli.com/weedmaps-fast-and-effective-weed-mapping/>)

Za detekciju korova potrebna je kamera poput *Steketee IC Light* (slika 5.16) koja bilježi refleksiju u bliskom infracrvenom spektralnom kanalu za lakše otkrivanje korova u usjevima s visokim udjelom plavetnila u lišću. Kamere su postavljene ispod prednjeg dijela agregata gdje se biljke prate korištenjem LED rasvjete velike snage kako bi se omogućilo kvalitetno snimanje bez utjecaja sunčeve svjetlosti ili sjene, što osigurava točni položaj svake biljke, odnosno položaj korova. Za detaljan uvid u stvarnom vremenu postavlja se sučelje unutar traktora pomoću kojeg rukovatelj strojem ima uvid u stanje zakorovljenosti, trenutnu radnu brzinu, kvalitetu snimanja te indikatore za kretanje na proizvodnoj površini unutar usjeva (slika 5.17).



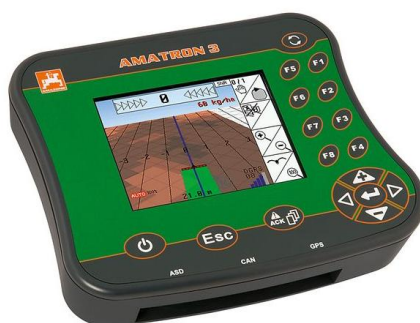
Slika 5.16. *Steketee IC* kamera s radnim LED svjetlima

(Izvor: <https://hengens.nl/nauwkeurig-werken-met-het-ic-light-camera-systeem/>)



**Slika 5.17.** Prikaz detekcije korova korištenjem *Steketee IC* kamere  
(Izvor: <https://www.profi.co.uk/news/camera-for-improved-weed-detection/>)

Visoka ušteda kemijskih sredstava može se ostvariti korištenjem suvremenih prskalica s elektroventilima koji omogućuju pravilan rad prskalice, dok je učinak pojedine mlaznice zaseban uz korištenje električne energije. Kompletan sustav spojen je na upravljačku jedinicu *Amatron 3* (slika 5.18.) na *Amabus* sustav. Navedeni sustav predstavlja divergentnu arhitekturu u odnosu na ISOBUS kompatibilne uređaje i terminale koji se usklađuju s relevantnim ISO standardima, osiguravajući pritom interoperabilnost s opremom različitih proizvođača, neovisno o proizvođaču Amazone. Upravljanje i nadzor rada prskalice obavljaju se putem *Amatron 3* sustava, uz integraciju GPS prijarnika. Ključni operativni parametri, uključujući radni zahvat i udaljenost GPS antene od središta prskalice, podliježu preliminarnoj konfiguraciji unutar *Amatron 3* sučelja (Šumanovac i sur., 2023).



**Slika 5.18.** *Amatron 3* upravljačka jedinica  
(Izvor: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/amatron-3-the-terminal-for-all-plant-protection-functions--56588>)

Za kontrolu razine korova na proizvodnim površinama *John Deere* je kreirao suvremeni sustav kontrole mlaznica pod nazivom *See&Spray Select*. Navedeni sustav omogućuje poljoprivrednicima preciznu i ciljanu aplikaciju zaštitnih sredstava uz visoku preciznost. Korištenjem računalnog vida i napredne tehnologije za ciljanu aplikaciju zaštitnih sredstava protiv korova može se značajno smanjiti upotrebu istih za 77 %. Sustav *See&Spray Select* omogućuje visoku razinu održivosti kroz primjenu zaštitnih sredstava samo gdje je to potrebno.

Tehnologija kontrole mlaznica *ExactApply* (slika 5.19 i slika 5.20) omogućuje nižu razinu gubitka sredstava tijekom drifta kroz precizno dimenzioniranje kapljica te održava zadani pritisak u širem rasponu brzina primjene.



**Slika 5.19.** *ExactApply* mlaznice  
(Izvor:<https://www.deere.com/en/technology-products/precision-ag-technology/precision-upgrades/sprayer-upgrades/exactapply-precision-upgrades/>)



**Slika 5.20.** *ExactApply* u radu  
(Izvor:<https://www.deere.com/en/sprayers>)

Za detaljan uvid u trenutno stanje kod ciljane aplikacije prilikom rada *ExactApply* mlaznica ugrađuju se male kamere integrirane u granu prskalice koje kontinuirano skeniraju polje i šalju podatke u jedinicu za obradu snimke prikupljene tijekom rada prskalice (slika 5.21). Nakon što se detektiraju korovi, aktiviraju se posebne mlaznice za njihovu ciljanu aplikaciju. Broj aktiviranih mlaznica može varirati ovisno o stanju zakorovljenosti unutar proizvodne površine. Kada je potrebno, rad prskalice može se prebaciti s programa ciljane aplikacije na program aplikacije većeg radnog zahvata. Navedenim načinima poljoprivrednik može aktivirati sve ili samo potrebne mlaznice (slika 5.22) i time omogućiti dodatnu uštedu kemijskih sredstava.



**Slika 5.21.** Integrirana kamera za snimanje stanja  
(Izvor: <https://www.deere.com/en/sprayers/see-spray-select/>)



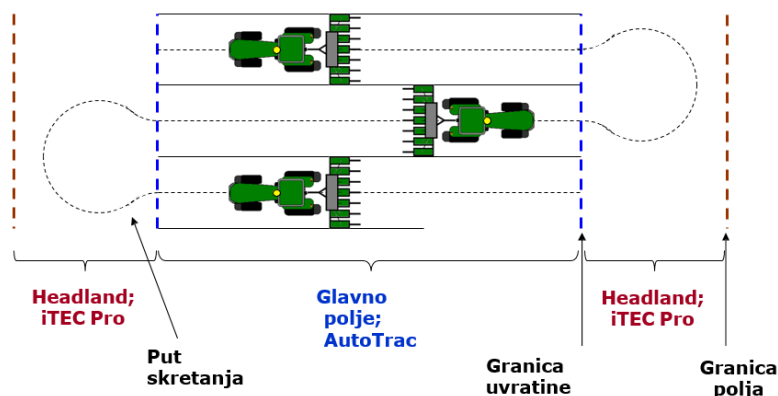
**Slika 5.22.** Aplikacija kemijskog sredstva na određenim mlaznicama  
(Izvor: <https://www.deere.com/en/sprayers/see-spray-select/>)

Navedeni suvremeni sustav precizne zaštite bilja može se upotrebljavati tijekom noći jer *ExactApply* mlaznice posjeduju svoja radna svjetla koja se nalaze iznad svake kamere. Navedena oprema omogućuje dodatno povećanje eksploatacijskog učinka te veću zaštitu okoliša uslijed manje aktivnosti brojnih dobroćudnih insekata poput pčela i ostalih prirodnih oprašivača (slika 5.23).

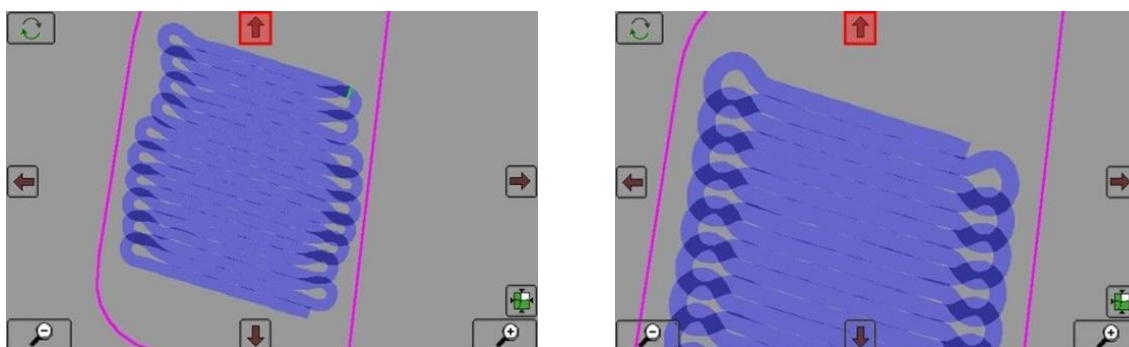


**Slika 5.23.** *See&Spray Select* sustav u noćnom radu  
(Izvor: <https://www.deere.com/en/sprayers/see-spray-select/>)

Kod primjene precizne zaštite bilja osim senzora, posebno dizajniranih mlaznica i GPS navođenja (manualno ili automatsko navođenje) John Deere je uveo tzv. inteligentna rješenja u poljoprivredi poput *iTEC Pro* (slika 5.24). *iTEC* (engl. *intelligent Total Equipment Control*) *Pro* je u sustav automatskog upravljanja na uvratinama (slika 5.25) koji se sastoji od *AutoTrac*-a (inovativni sustav za automatizaciju okreta) i *HMS* (engl. *Headland Management System*) sustava za pomoć pri okretanju koji omogućava da poljoprivrednik obavi više funkcija odjednom.



**Slika 5.24.** Shema iTEC Pro sustav  
(Izvor: John Deere-AMS products, 2013)



**Slika 5.25.** Rad bez iTEC PRO (lijevo), rad s iTEC PRO (desno)  
(Izvor: John Deere-AMS products, 2013)

## 5.5. Tehnika precizne zaštite trajnih nasada

Konvencionalni način zaštite trajnih nasada temelji se na tretiranju cijele površine nasada, dok se primjenom precizne zaštite tretiranje zaštitnim sredstvima vrši selektivno. Intenzivnost suvremene voćarsko-vinogradarske proizvodnje kreće se u smjeru upotrebe poljoprivredne tehnike, uređaja i alata visoke tehnologije i preciznosti s ciljem postizanja visoke produktivnosti i kvalitete nasada. Za postizanje navedenih ciljeva nužno je primijeniti globalni navigacijski satelitski sustav, za orijentaciju poljoprivredne tehnike i priključaka na proizvodnoj površini u mjerama zaštite biljaka, obrade tla, gnojidbe i za snimanje korištenjem bespilotnih zrakoplova. Na temelju tih podataka može se obaviti detekcija kvalitete nasada iz koje se može ranije detektirati bolesti na određenom dijelu nasada. Na velikim parcelama nasada voćaka upotrebljavala se poljoprivredna tehnika s navedenim navigacijskim sustavom postavljenim na kabinu stroja, gdje operater unutar stroja ima izravan uvid u navigacijski rad u trajnom nasadu.



Slika 5.26. GPS prijemnik na krovu kabine traktora  
(Izvor: Sito. i sur., 2015)



Slika 5.27. Kontrolni monitor za nadzor rada i upravljanje priključcima  
(Izvor: Sito i sur., 2015)

GNSS prijamnik (antena) kontinuirano akvizira satelitske signale koji se koriste za precizno određivanje geolokacije. Primjenom CROPOS VPPS (umreženo rješenje faznih mjerenja u realnom vremenu) usluge postiže se točnost pozicioniranja 2 – 4 cm, što je adekvatno za precizno definiranje položaja poljoprivrednih strojeva. Usporedbe radi, laserski sustavi demonstrirali su veća odstupanja i značajno smanjenu učinkovitost.

### 5.5.1. Primjena bespilotnog zrakoplova za praćenje vegetacije u trajnim nasadima

Primjena bespilotnog zrakoplova za praćenje vegetacije predstavlja značajan tehnološki napredak u poljoprivrednoj proizvodnji, omogućujući beskontaktno prikupljanje prostornih podataka u trajnim nasadima. Ovaj sustav može utvrditi oblik proizvodne površine, izgled iste, gustoću sjetve i dijelove nasada gdje se zadržava voda. Normalizirani vegetacijski indeks (engl. *Normalized Difference Vegetation Index*, NDVI) predstavlja bezdimenzionalnu mjeru zdravlja vegetacije, deriviranu iz spektralnih kanala prikupljenih daljinskim istraživanjem. Njegova primjena pogodna je za praćenje temporalnih promjena vegetacije, procjenu vegetacijskog pokrova, rano otkrivanje patoloških stanja u nasadima te predviđanje prinosa. Podaci prikupljeni korištenjem bespilotnog zrakoplova u obliku snimki omogućuju izradu digitalnog modela terena (DTM) i digitalnog ortofota (DOF) nasada. DTM se koristi za detekciju topografskih depresija unutar nasada koje ukazuju na akumulaciju vode. DOF se generira integracijom snimki prikupljenih u vidljivom i infracrvenom spektru, što je esencijalno za izračun vegetacijskih indeksa. Na temelju rezultirajuće karte vegetacijskog indeksa stječe se

uvid u zdravlje vegetacije cjelokupnog trajnog nasada. Analizom segmenata nasada s reduciranim vrijednostima vegetacijskog indeksa u odnosu na okolno područje, omogućena je rana detekcija bolesti. Nadalje, integracija karte vegetacijskog indeksa u navigacijske sustave poljoprivrednih strojeva omogućava precizno zonirano tretiranje dijelova nasada s nižim indeksom, optimizirajući tako zaštitu bilja. Ovaj pristup rezultira smanjenjem potrošnje pesticida, uz istovremeno unapređenje kvalitete plodova i povećanje prinosa.



**Slika 5.28.** Bepilotni sustav Sensefly eBeeAG  
(Izvor: Sito i sur. 2015)

Masa bespilotnog zrakoplova Sensefly eBeeAG je 0,71 kg, a pokreće se Li-Poly baterijom, pri čemu let bez punjenja iznosi  $\frac{3}{4}$  sata. Osnovna brzina kretanja iznosi 11,11 – 25 m/s, uz visinu leta 50 – 300 m iznad površine, gdje je tijekom pojedinačnog leta moguće snimiti područje do 1000 ha. Koristi kameru Canon S 110 NIR (12 MP) i Sony WX (18,2 MP) koja snima fotografije u vidljivom dijelu spektra. Izračun vegetacijskih indeksa provodi se nakon prikupljenih snimaka koje se obrađuju u aplikaciji Postflight Terra 3D, pomoću koje se iz navedenih piksela izrađuje oblak točaka i na temelju njega izrađuju DTM i DOF koji se koriste u zaštiti trajnih nasada. Na temelju DOF-a može se izračunati NDVI pomoću sljedeće formule:

$$NDVI = \frac{R_{NIR} - R_R}{R_{NIR} + R_R}$$

gdje je:

$R_{NIR}$  - spektralni kanal u bliskom infracrvenom dijelu spektra

$R_R$  - spektralni kanal u crvenom dijelu spektra

NDVI postiže vrijednosti između –1 i 1, pri čemu 1 označava najvišu razinu vegetacije.

### 5.6. Tehnika precizne zaštite bilja

Precizna zaštita bilja, kako je prethodno elaborirano, temelji se na sofisticiranim, informatiziranim strojnim sustavima s programiranim eksploatacijskim potencijalom koji se odlikuju visokom pouzdanošću i naprednim tehnološkim mogućnostima. Prikupljene informacije upotrebljavaju se za postavljanje trenutne lokacije kod izvođenja aplikacije zaštite bilja u dovoljnoj mjeri zaštitnih sredstava i položaja agregata na parceli. Efikasno izvođenje precizne zaštite obavlja se suvremenim agregatima (traktor + radni stroj) koji se spaja na računalno sučelje putem ISOBUS-a.



**Slika 5.29.** Izgled AgLeader zaslona  
(Izvor: <https://www.agleader.com/incommand-go/>)

Upravljanje poljoprivrednom tehnikom u procesu precizne zaštite bilja obavlja se poluautomatski i automatski. Poluautomatsko upravljanje podrazumijeva simultano vizualno praćenje navigacijskog sučelja (monitora), dok se potpuno automatsko upravljanje ostvaruje primjenom autopilotskog sustava. Potonji je implementiran na traktorima opremljenim navigacijskim uređajima i integriranim hidrauličkim sustavima, koji uključuju aktuatorne smještene na upravljačkom kolu, žiroskopske senzore i pripadajuće kableske veze (slika 5.30).



a)

b)

**Slika 5.30.** a) Hidrauličko upravljanje  
b) AgLeader antena  
(Izvor: <https://findri.hr/ponuda/ag-leader-autopiloti/>)

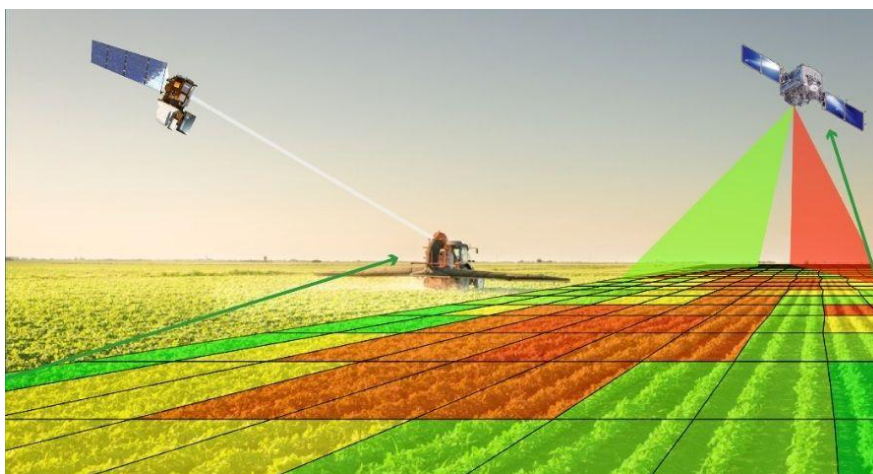
Kod poluautomatskog upravljanja rukovatelj je prisutan kako bi promatrao radni proces. Preciznost gibanja poljoprivredne tehnike ovisi o prijammiku (slika 5.30 b) i kvaliteti prijemnog signala. Kod pravilne precizne aplikacije zaštitnih sredstava potrebno je ugraditi senzor na traktore ili stroj za očitavanje stanja biljaka prije aplikacije koji pomoću infracrvenog spektra mjeri stanje biljaka, slika 5.31.



**Slika 5.31.** ISARIA senzor za praćenje stanja biljaka

(Izvor: <https://www.isaria-digitalfarming.com/en/worth-knowing/smart-farming>)

Nakon prikupljenih podataka za usjev uz potporu ugrađenog softvera formira se karta koja će služiti za aplikaciju zaštitnih sredstava. Navedene karte se putem USB konekcije mogu postavljati u druge agregate za obavljanje zaštite bilja i to na način da se koriste telematski sustavi koji spajaju istovremeno više radnih agregata za obavljanje zaštite bilja, te se na taj način ostvari veći učinak u radu.

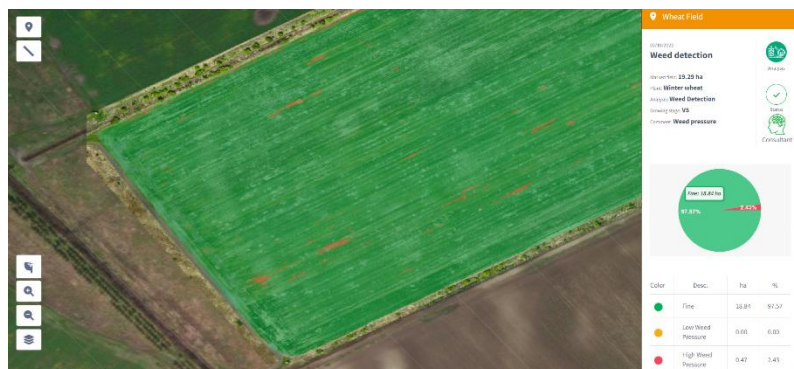


**Slika 5.32.** Telematski sustav u zaštiti bilja

(Izvor: <https://gospodarski.hr/rubrike/nove-tehnologije/satelitske-slike-mogu-pomoći-u-upravljanju-zemljištem/>)

## 5. PRIMJENA PRECIZNE ZAŠTITE BILJA U POLJOPRIVREDI

Precizna zaštita bilja rezultira generiranjem specijaliziranih karata zaštite koje su derivirane iz prostornih podataka prikupljenih senzorima i visokopreciznim navigacijskim sustavima, uključujući RTK signal pomoću kojeg se može dobiti detaljan uvid razine korova (slika 5.32). Kao ilustracija, kolor kompozitna i infracrvena snimka usjeva kukuruza s prisutnim korovom, dobivena snimanjem korištenjem bespilotnog zrakoplova, omogućuje primjenu definiranog algoritma za identifikaciju redova usjeva na temelju njihova linearnog uzorka i karakterističnih vegetacijskih obilježja. Korovi locirani između redova kukuruza diferencirani su od samog usjeva na temelju njihovog relativnog položaja u odnosu na redove te morfoloških karakteristika.



Slika 5.33. Karta korova kod ozime pšenice

(Izvor: <https://www.agremo.com/documentation/spraying-tool/>)

### 5.7. Mobilne aplikacije za procjenu stanja biljaka

#### 5.7.1. Znanstveni doprinosi pri korištenju mobilnih aplikacija

Globalne klimatske promjene uzrokuju značajnu destabilizaciju poljoprivrednih sustava manifestiranu povećanom incidencijom štetnika i bolesti, što posljedično ugrožava sigurnost opskrbe hranom. U ovom kontekstu, zaštita bilja postaje esencijalna strategija za osiguranje održivosti i produktivnosti poljoprivredne proizvodnje te zadovoljenje rastućih potreba globalne populacije za hranom (A Mesias-Ruiz i sur., 2023). Istraživanja Petrellisa (2019) naglašavaju kritičnu važnost rane detekcije biljnih bolesti kao preduvjeta za implementaciju učinkovitih mjera kontrole. Pravovremena intervencija ključna je za minimalizaciju ekonomskih izdataka i smanjenje negativnog ekološkog utjecaja. Propuštanje pravovremenog tretmana može rezultirati nekontroliranim širenjem bolesti unutar usjeva, što posljedično dovodi do značajnog povećanja troškova proizvodnje. Medina (2024) ističe rastuću primjenu automatizirane detekcije patogena u agro-prehrambenom sektoru, s naglaskom na rano otkrivanje i neinvazivne metode. Temeljna pretpostavka ovih sustava jest postojanje specifičnih diskrepancija između zdravih i oboljelih biljaka. Behmann i sur. (2015) primjećuju da su suvremene tehnologije u zaštiti bilja primarno usmjerene na detekciju i identifikaciju simptoma uzrokovanih štetnicima. Nadopunjujući to, Cakić i sur. (2022) navode da se aplikacije za zaštitu usjeva i dijagnostiku primarno koriste za detekciju i dijagnozu štetnika i bolesti, identifikaciju i tretiranje korova te dijagnostiku tla i biljaka. Qiang (2012) definira mobilne aplikacije (m-aplikacije) kao softverska rješenja dizajnirana za mobilne tehnologije čija se primjena ne ograničava isključivo na mobilne telefone. Unatoč tome, mobilni telefoni nude značajne prednosti, uključujući visoku dostupnost, široku rasprostranjenost, mogućnost glasovne

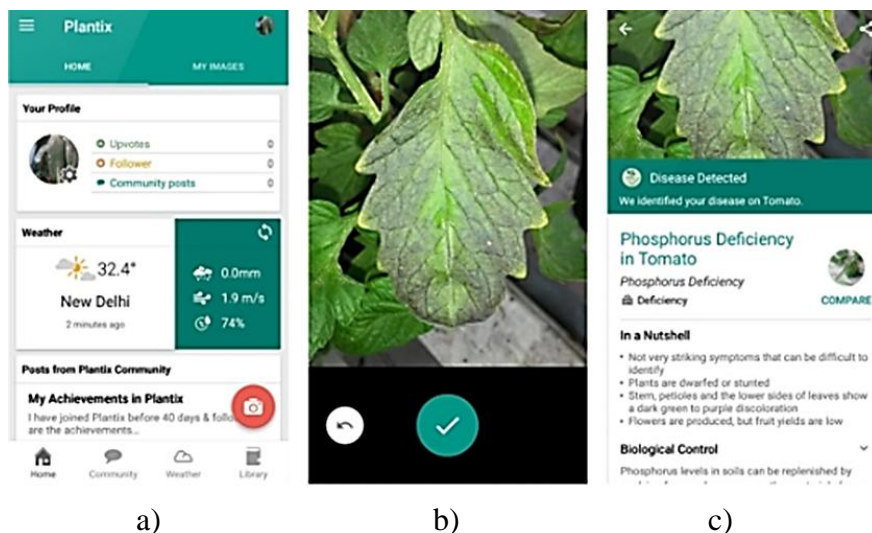
komunikacije te brzu i praktičnu isporuku usluga. Navedeni čimbenici, zajedno s brzim napretkom mobilnih mreža, porastom funkcionalnosti mobilnih uređaja i padom njihovih cijena, rezultirali su globalnim porastom broja m-aplikacija. Važno je napomenuti da se m-aplikacije u zemljama u razvoju dominantno oslanjaju na drugu generaciju mobilnih telefona (2G), dok razvijene zemlje primarno koriste pametne telefone. Juran i sur. (2018) ističu rastuću važnost sustava za podršku odlučivanju (DSS-Decision Support Systems) potaknutu intenzivnijom upotrebom digitalnih i informacijskih tehnologija. Navedeni autori također navode postojanje različitih tipova DSS-a, specijaliziranih za specifične kategorije štetnih organizama. Ključni cilj precizne zaštite usjeva upravo je uspostava takvih DSS-a koji optimiziraju korištenje resursa uz istovremeno održavanje visokih prinosa. Dosadašnje strategije smanjenja primjene pesticida i herbicida uglavnom su se temeljile na redukciji doza ili kombiniranju s drugim mjerama suzbijanja korova, često mehaničkim putem. Muhammad (2024) ističe potencijal mobilnih aplikacija temeljenih na naprednoj umjetnoj inteligenciji (AI) u brzom i preciznom dijagnostici biljnih bolesti. Poljoprivrednici, fotografirajući zahvaćene dijelove biljaka, mogu putem ovih aplikacija dobiti trenutnu dijagnozu i preporuke za tretmane, zahvaljujući najnovijim AI algoritmima za obradu slika putem clouda. Spajić (2021) opisuje digitalne savjetničke alate i usluge kao skup računalnih i mobilnih aplikacija te raznih servisa, neovisnih o platformi ili povezanih internetom. Ovi alati omogućuju prikupljanje, analizu i razmjenu podataka i informacija između poljoprivrednika i njihovih savjetnika, kao i međusobno. U Republici Hrvatskoj, primjeri takvih aplikacija uključuju Agrodox, Phyto View, AGBase te aplikaciju "Pitanja i Odgovori" koja pruža savjete, informacije i stručnu tehničku podršku poljoprivrednicima nudeći odgovore na često postavljana pitanja. Sve je veća primjena mobilnih aplikacija koje pomažu poljoprivrednicima u donošenju odluka vezanih za zaštitu usjeva. Istraživanje Mariusa i sur. (2019) provedeno 2019. godine na uzorku od 207 njemačkih poljoprivrednika pokazalo je visoku razinu korištenja pametnih telefona (95 %), no primjena aplikacija za zaštitu usjeva bila je znatno niža, iznoseći 71 %. Unatoč tome, Vennila (2022) ističe kako globalno postoji preko tisuću mobilnih aplikacija posvećenih poljoprivredi i tehnologiji uzgoja bilja pri čemu je većina dostupna na engleskom jeziku putem Google Play trgovine aplikacija. Među mobilnim aplikacijama za poljoprivredu, one s najvećim brojem preuzimanja uključuju "Agriculture", "Farming Calculator PRO", "Organic Gardening", "AgriAPP" i "Agricultural Compendium". Razvijene su i specijalizirane mobilne aplikacije s različitim funkcionalnostima. Primjerice, postoje aplikacije za upozoravanje na štetnike, kao što su Pest-predict EMS i RBS. Također su dostupne aplikacije, poput IFC, namijenjene kalkulaciji doza insekticida i fungicida za 16 različitih usjeva. Osim toga, razvijene su i specifične aplikacije za integrirano upravljanje štetnicima (IPM), podržavajući četiri vrste usjeva, a sve navedene aplikacije dostupne su na Android platformi. U kontekstu dijagnostike biljnih bolesti, Luke i sur. (2019) opisuju aplikaciju Purdue Plant Doctor koja je dostupna u specifičnim verzijama za različite biljne vrste na iOS i Android platformama. Ova aplikacija koristi upitnike i stabla odluka za efikasno dijagnosticiranje bolesti. Slično, Plantix nudi aplikaciju Plant Doctor koja funkcionira kao ekspertni sustav treniran za prepoznavanje širokog spektra bolesti. Strey i sur. (2019) navode da Plant Doctor može komunicirati s udaljenom bazom podataka što doprinosi povećanju dijagnostičke preciznosti. Prema Shrimal (2021) PlantifyAI je inovativna mobilna aplikacija koja primjenjuje konvolucijsku neuronsku mrežu za pružanje informacija o uobičajenim simptomima, metodama liječenja i preporučenim

proizvodima. Ova aplikacija obuhvaća 26 bolesti usjeva unutar 14 različitih biljnih vrsta. Razvoj mobilnih aplikacija značajno je pridonio unaprjeđenju dijagnostike štetnika i bolesti u poljoprivredi, osobito za specifične kulture. Triono i Tristono (2016) opisuje mobilnu aplikaciju Paddy Pest and Disease Specialist Identification System, razvijenu za identifikaciju štetnika i bolesti riže. Ova aplikacija pruža strukturirane informacije u tabličnom formatu, uključujući uzročnike, uobičajene i znanstvene nazive štetnika, popratne slike, opis simptoma te preporučene metode kontrole. Slično, mobilna aplikacija Dr. Lada (Aadma i sur. 2017) razvijena je za detekciju štetnika i bolesti paprike. Njezina funkcionalnost omogućuje korisnicima samostalno postavljanje dijagnoze oštećenja ili infekcije bolesti odgovaranjem na niz ciljanih pitanja unutar aplikacije. Ovaj pristup značajno smanjuje potrebu poljoprivrednika za angažiranjem eksternih poljoprivrednih stručnjaka za dijagnostiku. Nadalje, Morco i sur. (2017) predstavljaju e-RICE, još jednu mobilnu aplikaciju namijenjenu poljoprivrednicima za prepoznavanje štetnika i bolesti riže. Aplikacija koristi algoritam temeljen na pravilima koji generira pravila na temelju ekspertih znanja i informacija dobivenih od stručnjaka za rižu. Time se omogućuje klasifikacija simptoma koje opisuju poljoprivrednici radi precizne dijagnoze. Morco i sur. (2017) navode da se svaka dijagnoza bolesti unutar sustava revalidira od strane razvojnih inženjera, drugih poljoprivrednika i poljoprivrednih službenika. Razvoj i implementacija autonomnih traktora, opremljenih naprednim senzorskim sustavima, mogućnostima obrade podataka i alatima za preciznu primjenu, predstavlja značajan iskorak u poljoprivredi. Prema Perezu i sur. (2015), ova tehnologija omogućuje ciljanu primjenu mjera kontrole štetnika isključivo kada je to nužno, što posljedično rezultira smanjenjem operativnih troškova, minimiziranjem negativnog utjecaja na okoliš te smanjenjem rizika za same poljoprivrednike.

### 5.7.2. Plantix

Mobilna aplikacija Plantix pruža ključne informacije o simptomima bolesti, okidačima infekcija te preporučenim kemijskim i biološkim tretmanima. Slike poslane putem aplikacije automatski se geografski označavaju, što omogućuje praćenje štetnika i bolesti u stvarnom vremenu. Prikupljeni metapodaci nude vrijedne uvide u prostornu distribuciju kultiviranih usjeva i ključnih biljnih bolesti, često vizualizirane na visokokvalitetnim kartama. Nadalje, aplikacija integrira lokalizirani sustav za prognozu vremena te platformu za interakciju unutar zajednice korisnika zainteresiranih za usluge zaštite bilja. Pruža stvarnu dijagnozu u realnom vremenu za male poljoprivrednike. Fotografije usjeva podvrgavaju se analizi putem tehnologije prepoznavanja slika koja se oslanja na bazu podataka od 500000 slika obuhvaćajući 30 različitih kultura. Ovaj sustav generira preporuke za preko 120 biljnih bolesti. Informacije su dostupne besplatno malim poljoprivrednicima, a aplikacija nudi jednostavne upravljačke ploče na lokalnim jezicima. Osim same dijagnoze, aplikacija geografski označava slike, što omogućuje praćenje zdravlja usjeva na regionalnoj razini i pruža jasne dijagnostičke prijedloge. Lekshmipriya (2019) navodi da je Plantix digitalni mobilni alat koji značajno pridonosi postizanju profitabilne i održive poljoprivrede, osobito među poljoprivrednicima s manjim proizvodnim površinama. Plantix je razvijen od strane PEAT GmbH (Berlin, Njemačka) kao aplikacija za dijagnostiku koja koristi sliku biljke i algoritme dubokog učenja (engl. *deep learning*). Dodatno, nudi popis najčešćih bolesti podijeljenih po regijama. Slike se prenose u računalni oblak gdje se obrađuju i generiraju rezultati dijagnoze. Osim individualne dijagnoze,

korisnici imaju pristup informacijama o standardnim tretmanima, alternativnim opcijama liječenja i preventivnim mjerama suzbijanja, koje su dostupne i bez internetske veze. Aplikacija omogućava i dijeljenje slika u Plantix zajednici kako bi se dobile dodatne informacije od drugih članova i stručnjaka. Također, pruža pregled vremenske prognoze (temperatura, padaline i brzina vjetera) za lokaciju korisnika. Na slici 5.34. uočavaju se 3 sučelja unutar softvera: osnovni izbor alata, interface za snimanje slike kako bi se analizirala slika i interface za prikaz rezultata obrade slike.

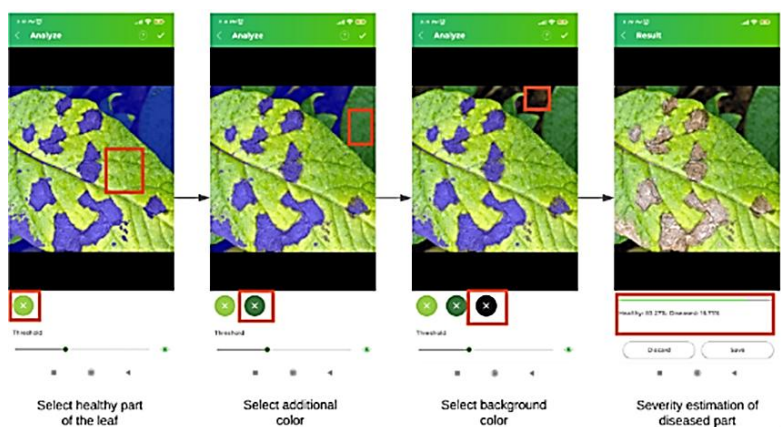


Slika 5.34. Aplikacija Plantix

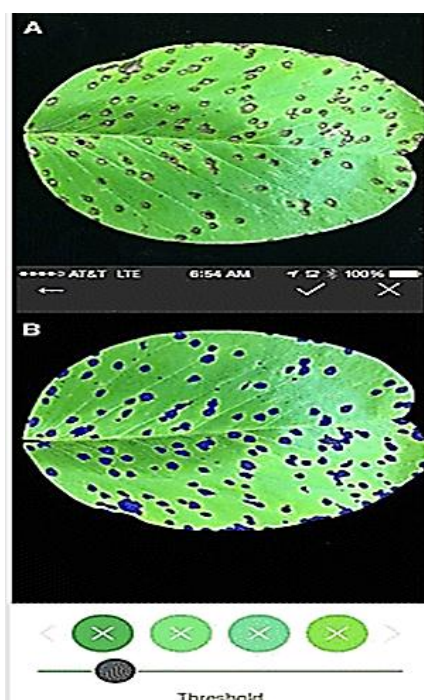
a) Glavni izbornik, b) Snimanje fotografije, (c) Rezultati obrade slike  
(Izvor: Mendes i sur., 2020)

### 5.7.3. Leaf Doctor

Mobilna aplikacija pod nazivom Leaf Doctor služi za razlikovanje zdravog i oboljelog biljnog tkiva te za izračunavanje stupnja razvoja bolesti. Korisnici koriste aplikaciju putem dodirnog zaslona kako bi odabrali do osam različitih boja koje predstavljaju zdrava tkiva. Pomicanjem klizača označavaju se simptomatska tkiva plavom bojom. Pikselizirana slika analizira se kako bi se utvrdio postotak oboljelih tkiva (Pethybridge i Nelson, 2015). Navedena aplikacija omogućuje korisnicima da razlikuju oštećena i zdrava tkiva lista te izračunava stupanj razvoja bolesti u postotku (slika 5.35 i slika 5.36). Za korištenje aplikacije potrebno je određeno korisničko znanje i unos. Korisnik mora odabrati do četiri različite boje koje označavaju zdrava tkiva na dodirnoj ploči aplikacije, nakon čega se putem klizača samo simptomatska tkiva ne preobraze u plavkastu nijansu. Nakon generiranja pikselizirane fotografije, aplikacija izračunava postotak zahvaćenosti bolešću. Pethybridge i sur. (2015) proveli su testiranje preciznosti, točnosti i stabilnosti aplikacije Leaf Doctor na šest različitih bolesti i njihovim tipičnim lezijama kako bi potvrdili njezinu pouzdanost u dijagnostici.



**Slika 5.35.** Detekcija zaraženog područja pomoću aplikacije Leaf Doctor  
(Izvor: Pethybridge i sur., 2015)



**Slika 5.36.** Primjer uporabe mobilne aplikacija Leaf Doctor  
(Izvor: Pethybridge i Nelson, 2015)

Na slici 5.36. četiri boje na površini lista predstavljaju zdravo tkivo (zeleni krugovi), uporaba klizača praga (sivi krug) kako bi se definirala maksimalnu udaljenost između piksela zdravog i oboljelog lista, stvarajući plavo obojene lezije (B). Algoritam za procjenu zdravstvenog stanja biljke u aplikaciji Leaf Doctor temelji se na sekvencijalnom, korisnički vođenom označavanju zdravih biljnih tkiva (npr., nijansi zelene boje) dodiranjem identificiranih pikselnih područja na fotografiji. Ključno je osigurati optimalne uvjete prilikom fotografiranja, uključujući zasjenjivanje (npr., upotrebom kišobrana ili fotografiranjem pod gustim biljnim krošnjama) te izbjegavanje korištenja bljeskalice. Ove mjere minimiziraju refleksiju svjetlosti s površine lista čime se sprječava izmjena prirodnih boja kutikule i osigurava točnost procjene algoritma za mjerenje razine bolesti (Sibiya i Sumbwanyambe, 2019). Nakon analize pikselizirane slike, aplikacija izračunava postotak oboljelog tkiva. Predložena metodologija uvodi novi algoritam

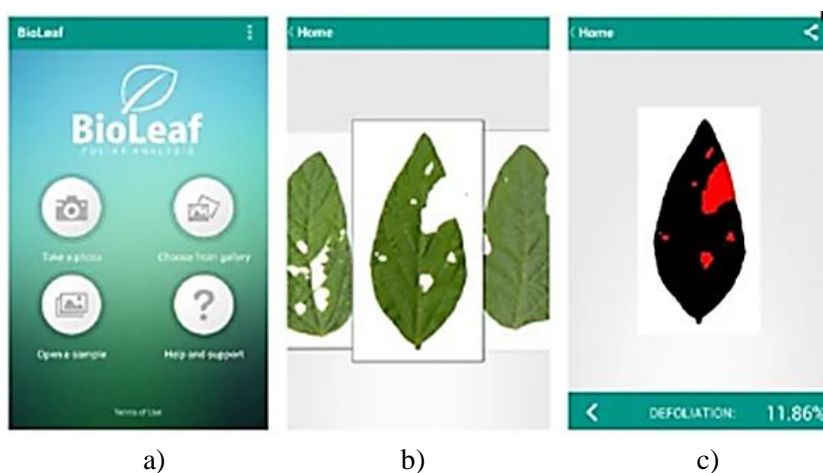
koji otvara mogućnosti za buduća poboljšanja aplikacije Leaf Doctor. Na slici 5.37. prikazan je primjer lista kukuruza s evidentiranih 54,79 % zaražene površine, dok je 45,21 % zdravo. Informacija o ozbiljnosti oboljelog dijela lista iznosi 54,79 %. Nadalje, kako bi se smanjila subjektivna pogreška rukovatelja pri procjeni stanja bolesti biljke, aplikacija implementira *fuzzy* logiku za procjenu postotka ozbiljnosti oboljele biljke (Pethybridge i Nelson, 2015).



**Slika 5.37.** Determiniranje zdravog i bolesnog tkiva  
(Izvor: Sibiya i Sumbwanyambe, 2019)

### 5.7.4. BioLeaf

Mobilna aplikacija BioLeaf koristi slike dobivene pametnim telefonom (izravno snimljene ili preuzete iz galerije) za automatsku in situ detekciju lezija na listovima uzrokovanih insektima. Aplikacija također procjenjuje postotak defolijacije u odnosu na ukupnu površinu lista. Prednost ove metode leži u njezinoj nedestruktivnosti, budući da ne zahtijeva uklanjanje lista s biljke. BioLeaf automatski procjenjuje površinu lezija pod uvjetom da konture listova nisu oštećene. U slučaju oštećenja konture, korisnik je dužan ručno rekonstruirati pomoću krivulja i kontrolnih točaka. Za optimalnu analizu, neophodno je postaviti bijelu podlogu iza lista koji se analizira. Slika 5.38. ilustrira tri ključna ekrana aplikacije: glavni izbornik, sučelje za snimanje slike lista i sučelje s rezultatima segmentacije slike te obradom podataka o postotku defolijacije.



**Slika 5.38.** BioLeaf software

a) Početni zaslon izbora alata, b) Fotografija lista, c) Analiza slikanog lista i rezultati

(Izvor: Bandoli i sur., 2016)

### 5.7.5. ADAMA Bullseye

Mobilna aplikacija ADAMA Bullseye, koju je razvila tvrtka ADAMA Agricultural Solutions, služi kao sveobuhvatna baza podataka namijenjena vizualnoj identifikaciji štetnika i bolesti u ključnim kulturama kao što su riža, bademi, rajčica, jabuke, lubenice i pamuk (Mendes i sur. 2020). Aplikacija pruža detaljne informacije o životnom ciklusu štetnika i bolesti koje su dostupne pretragom po imenu ili simptomima. Dodatno, integrirana je funkcionalnost konzultiranja vremenskih prognoza putem ADAMA Climate usluge. U slučajevima kada poljoprivrednik ne može samostalno identificirati problem, aplikacija omogućuje izravnu komunikaciju s kvalificiranim timom stručnjaka tvrtke. Slika 5.39. prikazuje tri ključna ekrana aplikacije: glavni izbornik, sučelje s popisom štetnika za odabrani usjev (npr., jabuka) te sučelje s detaljnim informacijama o specifičnoj bolesti ili štetniku.

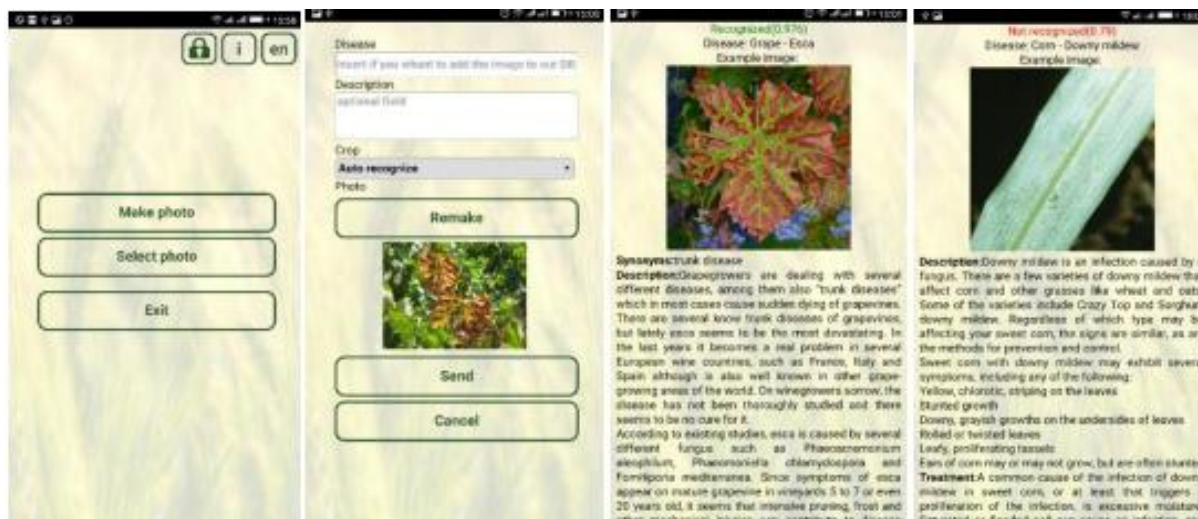


**Slika 5.39.** ADAMA Bullseye

a) Početni izbor, b) Nametnici konkretne biljke, c) Podaci određenog nametnika  
(Izvor: Mendes i sur., 2020)

### 5.7.6. PDDP

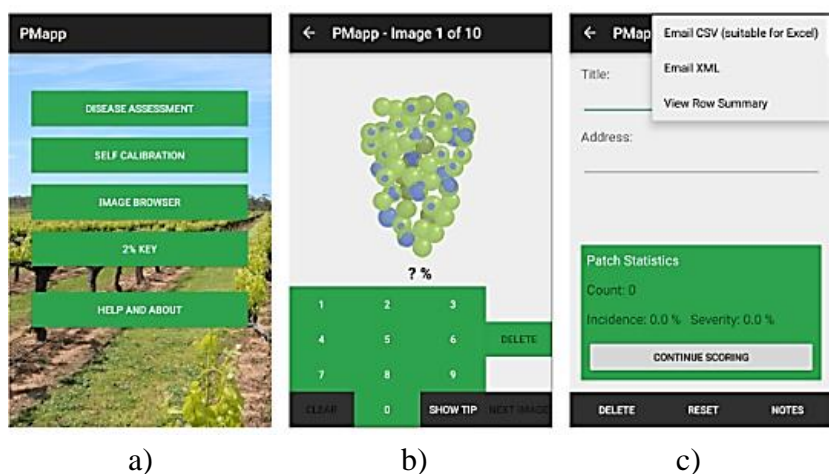
PDDP je mobilna aplikacija koja integrira skup međusobno povezanih usluga i alata. Razvijena je, implementirana i postavljena na infrastrukturu oblaka zajedničkog instituta za nuklearna istraživanja što osigurava potrebnu skalabilnost rješenja i omogućuje jednostavno dodjeljivanje resursa u slučaju povećanih zahtjeva platforme (Korenkov i sur. 2019). Korisnici mogu fotografirati zaraženu biljku kako bi dobili predviđanje bolesti i prijedloge za primjenu određenih sredstava. U slučajevima kada fotografiranje nije moguće, aplikacija omogućuje preuzimanje slika putem interneta. Važno je napomenuti da je aplikacija trenutno u beta fazi razvoja, a implementacija offline načina rada očekuje se nakon prikupljanja veće količine podataka o usjevima i bolestima (Uzhinskiy i sur. 2019).



Slika 5.40. Interface softvera PDDApp  
(Izvor: Uzhinskiy i sur., 2019)

### 5.7.7. Pmapp

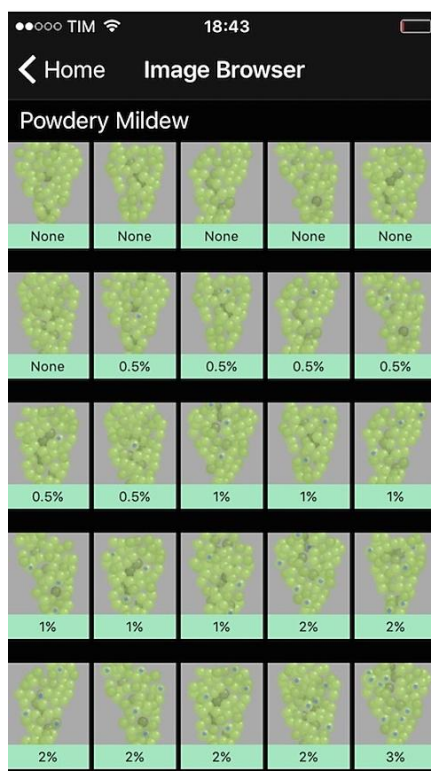
Mobilna aplikacija Pmapp omogućuje korisnicima brzu procjenu stupnja incidencije pepelnice (*Erysiphe necator*) na grozdovima grožđa, izraženu kao postotak površine prekrivene gljivičnom infekcijom (Macmillian, 2017). Korištenjem računalno generiranog vizualnog „ključa“ bolesti koji prikazuje različite razine infekcije, korisnici mogu precizno odrediti omjer pogođenih grozdova (incidenciju bolesti) i zahvaćenu površinu (razinu oboljenja). Prikupljeni podaci mogu se pohraniti za naknadnu analizu ili izvesti putem e-pošte u XML ili CSV formatu. Aplikacija također uključuje alat za ocjenjivanje koji korelira incidenciju i razinu zaraze pepelnicom na terenu, čime se omogućuje točnije predviđanje utjecaja na kvalitetu vina. Slika 5.41. prikazuje tri ključna zaslona aplikacije: glavni izbornik, sučelje za procjenu stupnja incidencije bolesti na grozdu grožđa, te sučelje za izvoz podataka.



Slika 5.41. Pmapp  
a) glavni izbornik, b) procjena stupnja bolesti na grožđu, c) prijenos podataka  
(Izvor: Mendes i sur., 2020)

## 5. PRIMJENA PRECIZNE ZAŠTITE BILJA U POLJOPRIVREDI

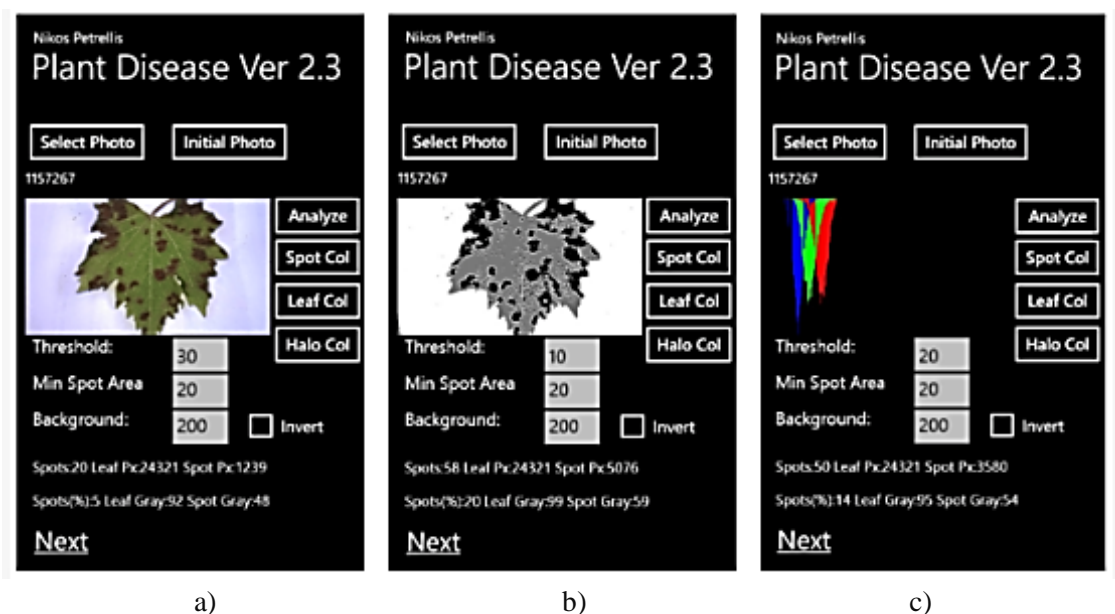
Aplikacija Pmapp, čije ime potječe od engleskog naziva za pepelnicu (Powdery Mildew), omogućuje kvantificiranje stupnja infekcije na individualnoj razini biljke tijekom prolaska između redova u vinogradu (slika 5.42). Procjene se inicijalno provode pojedinačno za svaku biljku, a zatim se grupiraju po redovima. Sa svakim novim unesenim podatkom, aplikacija kontinuirano određuje incidenciju bolesti na razini vinograda i ukupnu razinu infekcije. Po završetku unosa podataka, aplikacija automatski generira statističku analizu na temelju unesenih podataka što značajno olakšava poljoprivredniku organizaciju i planiranje primjene zaštitnih sredstava (Cinquemani, 2017).



Slika 5.42. Procjena zaraze grozdova korištenjem aplikacije PMapp  
(Izvor: Cinquemani, 2017)

### 5.7.8. Plant Disease

Plant Disease je mobilna aplikacija koja omogućuje prepoznavanje bolesti vinove loze putem fotografija listova s točnošću većom od 90 %. Navedena tehnika prepoznavanja bolesti može se koristiti samostalno, u kombinaciji s udaljenim podacima putem oblaka ili prijenosnom opremom za molekularnu analizu. Kako bi se ubrzalo vrijeme obrade slike i izbjegle tehnike segmentacije pozadine, nužno je imati bijelu pozadinu iza lista koji se analizira. Nakon snimanja korisnik obavlja izbor najpovoljnije fotografije, koju želi analizirati kako bi dobio sliku sa što više valjanih točaka, zatim podešava vrijednosti *Threshold*, *Background* i *Min Spot Area*. Nakon toga može unijeti tip biljke, dodati procjenu broja pogođenih listova i vrijeme pojave prvih simptoma. Vremenske prognoze također mogu biti uzete u obzir za što je potrebno povezati GPS koordinate lokacije. Na kraju, aplikacija prikazuje rezultate s tri najvjerojatnije bolesti prema slici 5.43.



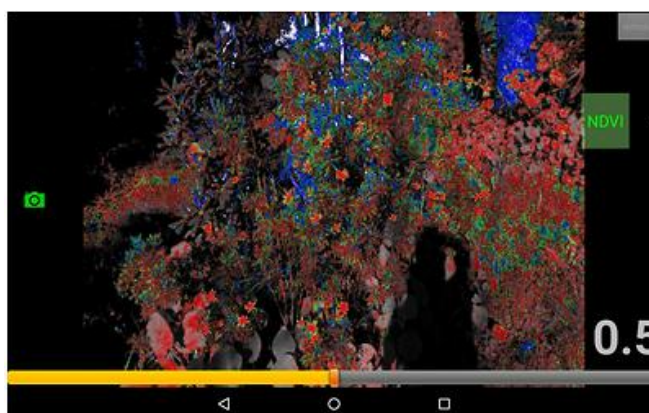
Slika 5.43. Bolest biljke

- a) Originalna slika grozda, b) Sučelje s *BGW1* matricom, c) Regije pogođene bolešću  
(Izvor: Petrelis, 2017.)

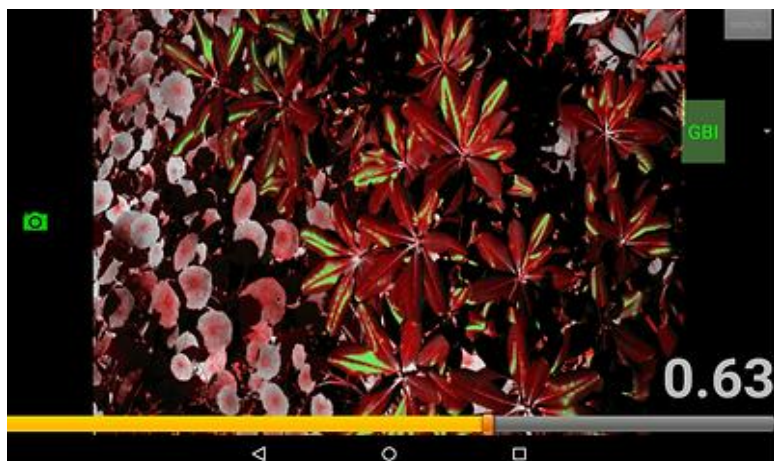
Prikazana su tri zaslona aplikacije: sučelje s prikazanom originalnom slikom, sučelje s *BGW1* matricom i sučelje s kolornim histogramom regija pogođenih bolešću (Petrellis, 2017).

### 5.7.9. ImScope

ImScope je digitalno usmjeren na vizualizaciju i bilježenje indikatora zdravlja biljaka pomoću algoritama za obradu slike na pametnom telefonu. Mobilna aplikacija koristi različite filtere i indekse; neki koriste vidljivu svjetlost koju snima kamera pametnog telefona, dok drugi pokušavaju iskoristiti mali dio svjetlosti koji može proći kroz NIR filter koji blokira infracrvenu svjetlost na mobilnim uređajima. Na slici 5.44. može se uočiti ekran softvera s normaliziranim indeksom razlike vegetacije, a na slici 5.45. može se uočiti s *GBI* slikom (<https://www.idoneos.com/>).



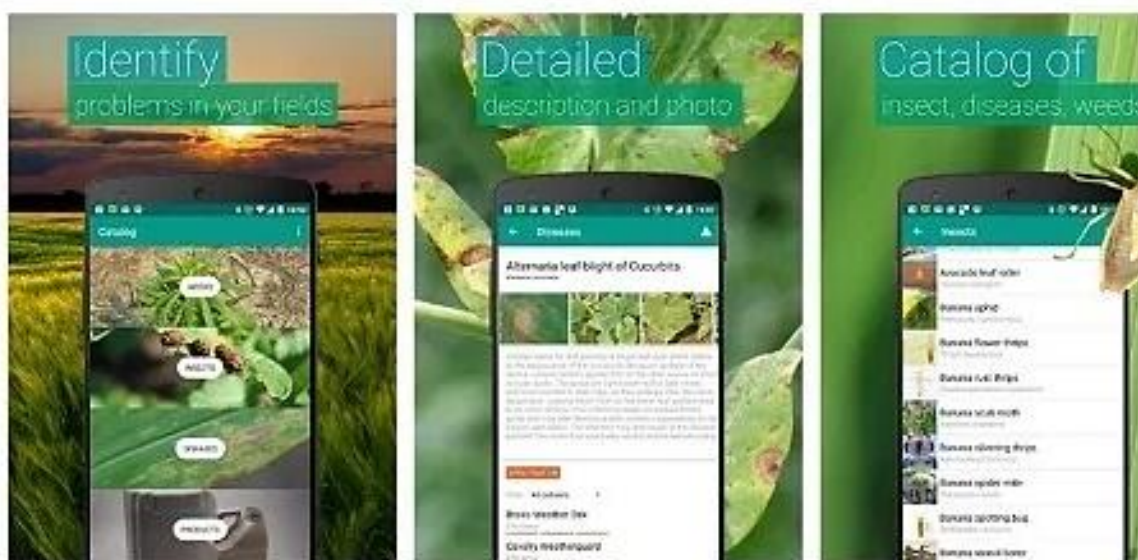
Slika 5.44. Ekran softvera aplikacije koji prikazuje NDVI sliku  
(Izvor: <https://www.idoneos.com/>)



Slika 5.45. Ekran softvera koji prikazuje GBI sliku  
(Izvor: <https://www.idoneos.com>)

### 5.7.10. Agrobases

Mobilna aplikacija Agrobases razvijena je s ciljem pružanja podrške poljoprivrednicima u identifikaciji korova, bolesti i štetnika na različitim vrstama usjeva, kao i u odabiru najučinkovitijih fitofarmaceutskih sredstava (poput herbicida i fungicida) za specifične slučajeve (Buinickaite, 2020). Prema navodima autora, primjena ovog alata doprinosi povećanju prinosa usjeva i smanjenju upotrebe pesticida, fungicida i herbicida. Unutar aplikacije, korovi, štetnici i bolesti mogu se pretraživati prema uobičajenom ili latinskom nazivu, kategoriji ili vrsti usjeva na kojem se pojavljuju. Fitosanitarni proizvodi pretraživi su prema aktivnoj tvari, imenu, kategoriji ili tipu usjeva za koje su namijenjeni (Buinickaite, 2020). Slika 5.49. prikazuje tri ključna zaslona aplikacije: glavni izbornik, katalog korova, štetnika i bolesti te sučelje s detaljnim opisom odabrane stavke.



5.46. Izgled i prikaz aplikacije Agrobases  
(Izvor: <https://balconygardenweb.com>)

### 5.7.11. PlantifyDr

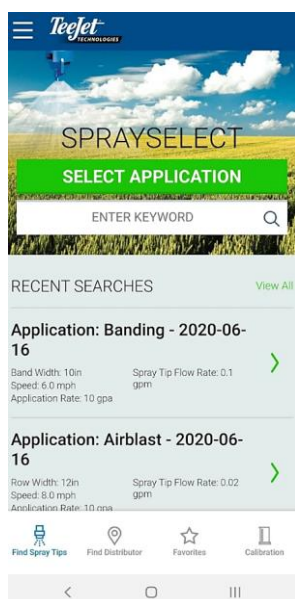
Mobilna aplikacija PlantifyDr koristi algoritme strojnog učenja za identifikaciju biljaka i detekciju infekcija, uz mogućnost određivanja stupnja pokrivenosti biljke bolešću (Siddiqua i sur., 2022). Slika 5.47. ilustrira proces identifikacije biljke unutar aplikacije.



Slika 5.47. Postupak uočavanja biljke pomoću aplikacije PlantifyDr  
(Izvor: Siddiqua i sur., 2022)

### 5.7.12. SpraySelect

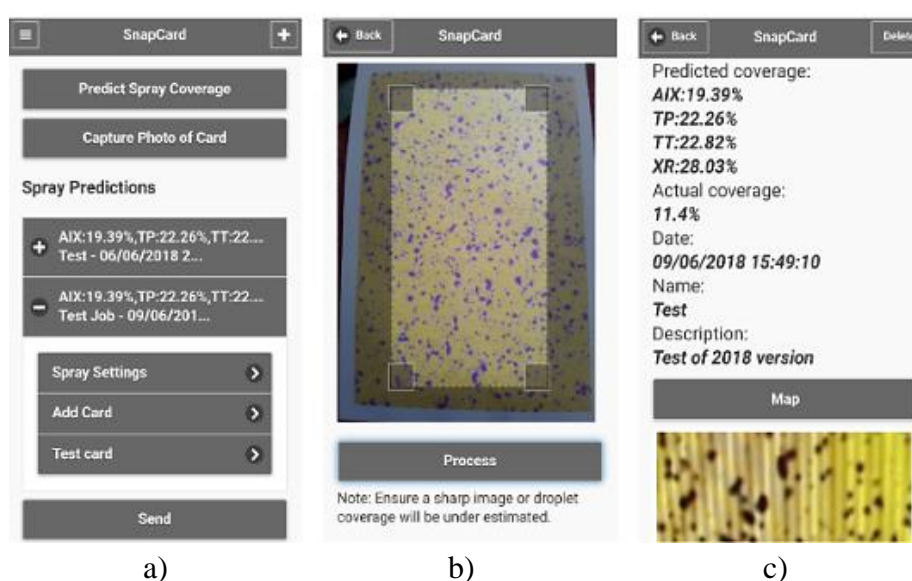
Mobilna aplikacija SpraySelect dizajnirana je za brz i intuitivan odabir optimalnih tipova mlaznica za primjenu pesticida, uzimajući u obzir specifične karakteristike usjeva i željene parametre zaštite. Ova funkcionalnost omogućuje poljoprivrednicima implementaciju optimalnih zaštitnih mjera. Korisnici unose radnu brzinu, razmak između mlaznica, razinu aplikacije izraženu u l/ha ili GPM, te kategoriju veličine kapljica. Na temelju unesenih parametara, aplikacija generira listu preporučenih mlaznica uz prateće korisne savjete. Slika 5.48. ilustrira tri ključna zaslona aplikacije: izbornik za odabir tipa poljoprivredne primjene, sučelje za podešavanje navedenih vrijednosti te prikaz liste preporučenih mlaznica.



Slika 5.48. Izgled aplikacije SpraySelect  
(Izvor: <https://play.google.com/>)

### 5.7.13. SnapCard

Kvantifikacija pokrivenosti područja primjene pesticida u ovoj aplikaciji temelji se na čitanju markera osjetljivih na vodu disperziranih unutar usjeva. Ona služi kao alat za potporu odlučivanju s tri osnovne svrhe: usporedbom dobivene pokrivenosti zaštite s očekivanom, temeljenom na agronomskim varijablama, vremenskim uvjetima i konfiguraciji zaštite; predviđanjem pokrivenosti zaštite na temelju trenutanih uvjeta, uključujući doba dana, brzinu traktora, mlaznice za zaštitu, obujam zaštite i vremenske uvjete; te pohranom zapisa o zaštiti lokalno na uređaju uz sinkronizaciju s web serverom za kasniju upotrebu. Slika 5.49. prikazuje tri zaslona aplikacije: glavni izbornik, sučelje za postavljanje područja interesa za analizu te sučelje s prikazom rezultata obrade (Ferguson i sur., 2016).



Slika 5.49. Software SnapCard

a) Prvi izbor alata programa, b) Interface za kontrolu određenog dijela, c) Izračun obrade  
(Izvor: <https://apps.apple.com/>)

Poljoprivreda je vitalni sektor globalne ekonomije jer osigurava opskrbu hranom za rastuću svjetsku populaciju. Međutim, suočena s izazovima poput klimatskih promjena, smanjenja resursa i rasta populacije posljedično traži inovativna rješenja kako bi se povećala produktivnost, uz istovremeno smanjenje utjecaja na okoliš. U tom kontekstu, precizna zaštita bilja postaje ključna strategija koja omogućava učinkovitu kontrolu štetočina, bolesti i korova s minimalnim utjecajem na okoliš. U nastavku pojasnit će se važnost i primjena precizne zaštite bilja u poljoprivredi, dajući naglasak na primjenu novih tehnologija.



## 6. LITERATURA

1. Aadma, A., Ee, K.P., Sahari, N., Tida, A., Shang, C.Y., Tawie, K.M., Mohamad, H. Dr. Lada (2018): Diagnosing black pepper pest and diseases with decision tree, 8, 1584–1590.
2. Akesson, N.B. and W.E. Yates (1964): Problems Relating to Application of Agricultural Chemicals and Resulting Drift Residue. Annual Review of Entomology 9:285-318.
3. Akesson, N.B. R.E. Gibs (1990): Pesticide drop size as a function of spray atomizers and liquid formulation in: Pesticide formulations and Application Systems 10 th Vol. ASTM STP 1078 Bode, L. E. Hazen, J.L. and Chasin, D.G. (Eds). American Society for testing and Materials, Philadelphia.
4. Akesson, N.B., K.A. Hag. WE Yates (1983): Pesticide spray drop spectra corollated with fluid physical properties ASA. Paper, No. 89-1014.
5. Andrejev, V. (1973): Mehanika, III. dio Dinamika, *Tehnička knjiga Zagreb*, Zagreb.
6. Balsari P., Gil E. Maruco P., Zanoletti J.C., Nuntens D., Herbst A., Gallart M. (2017): Field crop-sprayer potential drift measured using test bench: Effects of boom height and muzzle type. Biosystems engineering, 154:3-13.
7. Balsari, P., Gill, E., Marucco, P., Zandeni, J. C., Nuytens, D., Herbst, A., Gallart, M. (2017): Field-crop-sprayer potential drift measured using test bench, Effects of boom height and nozzle tipe, Biosystems engineering, No.154, London, UK.
8. Banaj, Đ., Tadić. V., Banaj, Ž., Lukač, P. (2010): Unapređenje tehnike aplikacije pesticida, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet Osijek.
9. Bandoli, B.M., Jonatan, P. M., Orue. A., Mauro, S.A. Cleidimar, V.S., Diogo, S.S., Wesley, N.G., Gercina, G.S., Hemerson, P., Antonia, R.R., Jose, F.R. (2016): BioLeaf: A professional mobile application to measure foliar damage caused by insect herbivory.
10. Bardhan, T., Saklani, T., Jalal, P., Barakoti, J., Kameswari, V.L.V. (2021): Science behind user friendliness of agricultural mobile apps: A study on readability.
11. Barčić, J., Sito, S., Lukač, P. (2000): Rezultati kontrole prskalica na seoskim gospodarstvima, simpozij Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede, zbornik radova, 203-208, Opatija.
12. Berčić, S. (1999): Composed air flow in pesticide spraying, *Agriculturale conspectus scientificus*, Vol. 64, No. 3, 161-177.
13. Behmann, J., Mahlein, A.-K., Rumpf, T., Römer, C., Plümer, L. (2015): A review of advanced machine learning methods for the detection of biotic stress in precision crop protection, *Precision Agriculture*, 16, 239–260.
14. Bernik, R. (2006): Tehnika v kmetijstvu, Mehanična nega in oskrba ter kemično varstvo rastlin, Ljubljana.
15. Beschreibende, Liste, Julius Kühn-Institut (2019).

16. Bode L. E., B. J. Butler (1983): New techniques and equipment for ground application of herbicides in the USA. Proceeding of 10th International Congress of Plant Protection, Brighton. UK, 20-25. November, Vol 3 478-485.
17. Bode, L. E., J. E. Fassler (1987): Drop size distributions from air-assisted sprayers. First Annual conference on Liquid Atomization and Spray Systems. ILASS-AMERICA, Madison Wisconsin.
18. Bode, L. E, and B. J. Butler (1981): The three d's of droplet size : Diameter, drift and deposit ASAE Paper No.AA81-004.St.Joseph.MI:ASAE.
19. Bode, L. E. and S. L. Pearson (1985): Equipment and calibration, Granular applicators, Circular No1240, Cooperative Extension Service, College of Agriculture, University of Illinois, Urbana.
20. Bokulić, Anamarija, Budinščak, Ž., Čelig, Dubravka, Deždek, Božena, Hamel, Darka, Ivić, Dario, Novak, Maja, Novaković, V., Pavunić Miljanović, Zrinka, Peček, Gorana (2015): Priručnik za sigurno rukovanje i primjenu sredstava za zaštitu bilja, Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske, Zagreb.
21. Braze, R. D. (1991): Turbulent Jet Theory Applied to Air sprayers, Transactions ASAE.
22. Budinščak, Ž. (2015): Koncept integrirane zaštite bilja, Priručnik za sigurnost rukovanje i primjenu sredstava za zaštitu bilja, Zagreb.
23. Bugarin, R., Sedlar, A., Urošević, Ž., Živković, M. (2013): Mehanizacija u voćarstvu, vinogradarstvu i zaštiti bilja-stanje i potrebe, Traktori i pogonske mašine, 56-66, Novi Sad.
24. Bugarin, R., Sedlar, A., Višacki, V., Turan, J. (2014): Kvalitet tretiranja zasada višnje sa i bez okvasivača, Savremena poljoprivredna tehnika, Vol. 40 (2), 87-96, Novi Sad.
25. Bugarin, R., Sedlar, A. (2011): Mogućnosti smanjenja gubitaka usled drifta kod zaštite ratarskih kultura, Biljni lekar, 41 (3), 370-377, Novi Sad.
26. Bugarin, R. (2004): Kvaliteta zaštite zasada jabuke u zavisnosti od norme tretiranja, doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, Novi Sad.
27. Buinickaite, A. (2020): Crop Problem Identification-Quick and Easy.
28. Butler, E., Tuck, C. R., Miller, P. C. H. (1997): The effect of Some Adjuvants on Sprays Produced by Agricultural Flat Fan Nozzles, Crop protection, Vol. 16 (16), 41-50.
29. Bykov, S. (2019): Environmental aspects of the development and use of innovative agricultural machinery. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 403, No. 1, p. 012037), IOP Publishing.
30. Capek, D. (1961): Poljoprivredno strojarstvo, I. Osnovi strojarstva, Poljoprivredni nakladni zavod, Zagreb, 1961.
31. Celen, J. H. (2010): The effect of spray mix adjuvants on spray drift, Bulg. J. Agric. Sci 16, 105-110.
32. Chen, G. (2018): Advances in agricultural machinery and technologies, CRC, Press,.

33. CIGR (2006): Handbook of Agricultural Engineering, VI. Information Technology, ASABE, St. Joseph, Michigan.
34. Cross, J.V., Walkate, P.J., Murraz, R.A., Richardson, G.M. (2001): Spray deposits and losses in different sprayed apple trees from an axial fan orchard sprayer, 1 Effects of spray liquid flow rate, Crop protection 46, 263-268.
35. Cinquemani, T., (2017): Powdery mildew, an app helps winemakers assess the damage.
36. Čakić, S. Jovović, I. Popović, J. Popović, T. (2022): Primjena mobilnih aplikacija u poljoprivredi, Priručnik za edukatore o primeni odabranih tehnoloških hardversko-softverskih rešenja u poljoprivredi: robotika, GIS, upotreba dronova, IoT, mobilne aplikacije.
37. Čelig, D. (2015): Ostaci pesticida. Priručnik za sigurnost rukovanje i primjenu sredstava za zaštitu bilja, Zagreb.
38. Čuljat M., Duvnjak V. (1995): Mlaznice za zaštitu bilja, Agrotehničar 1-2, 24-25, 3, 31-35.
39. Declereg, J., Nuyttens, D., Huyghebaert, B. (2012): An overview of the defect on prechard sprayers in Flanders (Belgia). Communication presented during the Spise IV. In Lana.
40. Derksen, R. C., Breth, D. I. (1994): Orchard air-carrier sprayer application accuracy and spray coverage evaluations, App. Eng. Agri, 10 (4).
41. Devean, S. T. (2010): Fungicide Spray Coverage, Hort Matters, Matters, 10, 2.
42. Dombrowski, N., Johns, W. R. (1963): The aerodynamic instability and disintegration viscous liquid sheets, Chemical Engineering Science, 18, 203-214.
43. Douzals, J. P., Al Heidary, M. (2014): How spray characteristics and orientation may influence spray drift in a wind tunnel, International Advances in Pesticide Application 2014, Jan, Oxford, United Kingdom, Association of Applied Biologist, 372-278.
44. Drocas, A., i sur. (2009): Determination of distribution for EEP sprayer equipped with IDK 120-02 nozzle, USAMV Buchurest, Series A, Vol. 52.
45. Duvnjak V. (1997): Utjecaj izvedbe sapnice i drugih činitelja na učinkovitost primjene pesticida, doktorska disertacija, Agronomski Fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
46. Ellenberger, J. (1998): Case Studies on Controversial Drift Problems, North American Conference on Pesticide Spray Drift Management, Portland, Maine USA.
47. Ferguson, J. C., Chechetto, R. G., O'Donnell, C. C., Fritz, B. K., Hoffmann, W. C., Coleman, C. E., Chauhan, B.S., Adkins, S. W., Kruger, G. R., Hewitt, A. J. (2016): Assessing a novel smartphone application-SnapCard, compared to five imaging systems to quantify droplet deposition on artificial collectors, Computers and Electronics in Agriculture, 128, 193-198.
48. Foqué, D., Nuttens, D. (2010): Effects of nozzle type and spray angle on spray deposition in ivy plants, Pest Management Science, Vol 67 (2), 199-200.

49. Fox, R., D., Derkens, R., C., Brazee, R., D. (1998): Air-Blast/Air-Assiated Aplication Equipment and drift, Proceedings of the North American Conference on Pesticide Spray Drift Management Portland, Maine USA, 16 (1-31).
50. Fox, R., D., Derksen, R. C., Zhu, H., Brazee, R., D., Svensson, S. (2008): A history o fair-blast sprayer development and future prospects, Trans. ASABE, 51 (2), 405-410.
51. Fox, R. (1987): Travel and wind effect jet sprayers, American Nurseuman, 165 (1).
52. French, O. C. (1952): Spraying Equipement for pest control. California Ag.Expt.Sta.Bull 666, (cited in Kepner et al.1978).
53. Gill, E., Boudiola J. (2007): Design and Verification of Portable Vertical Patternator for Vineyard Sprayer Calibration, Engineering in Agriculture, 23 (1) 35-42.
54. Gill,E. Escola A. (2007): Variable rate application of plant protection products in vineyard using ultrasonic, Crop protection 26. (8) 1287-1297.
55. Glenn E. i sur. (2008): Relationship Between remotely-sensed vegetation indices, Canopy.
56. Golich, H. (1985): Deposition and penetration of sprays in Southcombe. (Eds) Aplication and biology. Proceedings of Sym held at Univ. of Reading, UK. 7.9 th. January (1985) BCPS Monograph No 28 Croydon, UK pp 173-182.
57. Hardi Gamme Vignes Hia marketing FR-892289-11-2013.
58. Herbst A., Weehmann H.J. (2014): Studies drift potential from nozzles with angular spray fans. Aspects of Applied Biology, 122. Herbst, A., Weehmann, 55. H. J.: Studies on drift potential from nozzles with angular spray fans Aspects of Applied Biology, 122.
59. Hofman, V., Solseng, E. (2014): Spray equipment and calibration, North Dakota, State University.
60. Holownicki, R., Doruchowski, G., Swicchowski, W., Jacken, P. (2002): Methods of evaluation of spray deposit and coverage on artificial targets, Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, 1-9.
61. Holownicki, R., Doruckowski, G., Godin, A., Swiechowski, W. (2000): Variation of spray deposit and loss with air-jet directions applied in orichards, Journal of Agricultural Engineering Research, 77 (2).
62. Holownicki, R. (2017): Variable air assistance system for orchard sprayers, concept,design and preliminary test, Biosystems engineering, 163, 134-149.
63. Jayme G. A. Barbedo (2018): Factors influencing the use of deep learning for plant disease recognition, Biosystems Engineering, 172, 84-91.
64. Juras, I. (2006): Prskalice sa zračnom potporom, Glasnik zaštite bilja, Vol. 29, No. 1, 82-86, Zagreb.
65. J. D. Luck, R., S. Zandonadi, S. A. Shearer (2011): A case study to evaulate fields shape factors for estimating overlao errors with manuel and automat section control, Transactions of the ASABE, 54 (4), 1237-1243.

66. Jean, P. D., Antonie, P., Pierrz, F. (2012): Simulating cov from nozzles spray distribution, A necessity to investigate spray distribution quality with drift reducing surfactans, International conference on Agricultural Engineering, CIGR- AGENG, Juillet 8-12, Valencia, Spain.
67. Keith, F.V., A. N. Hixon (1955): *Ind.Eng.Chem.*47:258-267.
68. Kepner, R.A., Bainer, R., Barger, E.L (1978): *Principles of Farm Machinery*, 3rd Ed. Westport, CT: AVI Publishing Co, Inc.
69. Klingman, G. (1961): *Weed Control as a Science*. John Wiley and Sons, New York, 67.
70. Knežević D., Šumanovac L., Kiš D. (2007): Effect of the quantity and size of the droplets in disintegrated spray on wheat leaf coverage, "Cereal Research Communications", 35 (2 Part 1), Szeged, Hungary, pp. 629–632.
71. Knežević, Z., Serdar, M. (2011): Procjena rizika od izloženosti ljudi pesticidima unešenih hranom, *Arh High Rada Toksikol*, 62, 269-278.
72. Koch H. Weisser P. (2000): Senzir equipped orchard spraying efficacy, savings and drift reduction, *Aspects of Applied Biology, Pesticide Application*, (357-362).
73. König, K., Klein, W., Grabler, W. (1988): *Sachkundig im Pflanzenschutz. Arbeitshilfe zum Erlangen des Sachkundenachweises im Pflanzenschutz mit einem Fragenkatalog als Beilage*.
74. Korenkov, V., Balashov, N., Kutovskiy, N., Dimitrov, V., Kouzmov, K., Hristova, R., Hristov, S. (2019): Clouds of JINR, University of Sofia and INRNE-current state of the project, *CEUR Workshop Proceedings*, 2267, 248-251.
75. Krišto, A. (2015): Testiranje tehničkih sustava u zaštiti bilja prema normi en 13790-II, završni rad, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.
76. Landau, L. D., Lifshitz, E. M. (1987): *Fluid Mechanics*, Second edition, Pergamon Press.
77. Lekshmipriya, S. (2019): AI to the Rescue: How Phones are Turning into Plant Doctors for Thousands of Farmers, <https://www.thebetterindia.com/175044/india-farmer-earning-lakhs-plantix-app-crop-health/>.
78. Luke, E., Beckerman, J., Sadof, C., Richmond, D., McClure, D., Hill, M., Lu, Y. (2019): Purdue Plant Doctor App Suite. Purdue University. <https://www.purdueplantdoctor.com/>.
79. Macmillan, C. (2017): PMapp: A Mobile App for Assessing Powdery Mildew.
80. Maillet-Mezeray, J., Folkert, R., Manfred, D., Pauwelyn, E., Volker. (2015): TOPPS-prowadis: Best Management Practices to reduce spray drift.
81. Malešević, Lj. (2018): Osnove elektrotehnike I., Sveučilište u Splitu, Sveučilišni odjel za stručne studije, Studij elektronike i elektroenergetike, Split.
82. Marjanović M. (2010): CROPOS- Hrvatski pozicijski sustav, *Ekscentar*, br. 12. 28-34.

83. Marshall, W.R. (1954): Atomization and Spray Drying, Chem. Eng. Prog Monogr. Ser. No. 2.
84. Maruco, P., Tamagnone, M., Balsari, P. (2008): Study o fair velocity adjustment to maximise spary deposition in peach orchards, Agricultural Engineering, International: CIGR Ejournal Manuscript, 1-13.
85. Mathews, G. A. (2000): Pesticide aplikation methods (3rd Edition), Blackwell Science Ltd., Oxford..
86. May, M., J., Hilton, J., G. (1992): New spray techniques for broad-leaved control, Aspects of Applied Biology, 32.
87. Meiners, H., Bucks, W., Hegeman, R., Rempfer, (2001): Fakhkenntniss, Landmaschinemechawiker.
88. Mendes, J., Pinho, T.M., Neves dos Santos, F., Sousa, J. J., Peres, E., Boaventura Cunha, J., Cunha, M., Morais, R. (2020): Smartphone Applications Targeting Precision Agriculture Practices-A Systematic Review, Agronomy, 10 (6), 855.
89. Mesías-Ruiz GA, Pérez-Ortiz M, Dorado J, de Castro AI, Peña JM. (2023): Boosting precision crop protection towards agriculture 5.0 via machine learning and emerging technologies: A contextual review. *Frontiers in Plant Science*.
90. Mikulić, J. (2016): Primjena atomizera" Zupan DT 1000" u voćarskoj proizvodnji, završni rad, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Križevci.
91. Miller, P.C.H. (1991): Agricultural sprayer design to minimize environmental contamination in Richordson ML (Ed) Chemistry agriculture and the environment The Royal Society of Chemistry Cambridge.
92. Morco, R. C., Calanda, F. B., Bonilla, J. A., Corpuz, M. J. S.; Avestro, J.E., Angeles, J. M. E-Rice (2017): An Expert System using Rule-Based Algorithm to Detect, Diagnose, and Prescribe Control Options for Rice Plant Diseases in the Philippines. In Proceedings of the 2017 International Conference on Computer Science and Artificial Intelligence, Jakarta, Indonesia, 5–7 December 2017; pp. 49–54.
93. Naveed, M., Majeed, M., Jabeen, K., Hanif, N., Naveed, R., Saleem, S., Khan, N. (2024): Plant Disease Diagnosis with Artificial Intelligence (AI). In *Microbial Data Intelligence and Computational Techniques for Sustainable Computing*, 217-234.
94. Nansen, C, Villar, G.D., Recalde, A., Alvarado, E., Chennapragada, K. (2021): Phone App to Perform Quality Control of Pesticide Spray Applications in Field Crops, *Agriculture*, 11 (10), 916.
95. Nikl, N. (2015): Okoliš i mogući putovi onečišćenja okoliša sredstvima za zaštitu bilja. Priručnik za sigurnost rukovanje i primjenu sredstava za zaštitu bilja, Zagreb.
96. Novaković, V., Bokulić, A. (2014): Novi sustav registracije sredstava za zaštitu bilja, zbornik radova seminara „DDD i ZUPP 2014.- jučer, danas sutra, Split.

97. Oré, G., Alcântara, M. S., Góes, J. A., Oliveira, L. P., Yepes, J., Teruel, B., Hernandez-Figueroa, H. E. (2020): Crop growth monitoring with drone-borne DInSAR. *Remote Sensing*, 12 (4), 615.
98. Ostarhild, H. (1989): Neue Aspekte des Applikations technik im Weinbau Gesunde Pflauren 41/10.
99. Pachtrog, Vera (2018): Zulassungsaufgaben und sachgerechter Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in Erdäpfel & Warndienst neu, 6. Erdäpfelfachtag – Landwirtschaft im Fokus der Bäuerinnen.
100. Partel, V., Kakarla, S. C., Ampatzidis, Y. (2019): Development and evaluation of a low-cost and smart technology for precision weed management utilizing artificial intelligence. *Computers and electronics in agriculture*, 157, 339-350. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.12.048>.
101. Patković, A. (2014): Ispitivanje tehničkih sustava u zaštiti bilja prema normi en 13790, diplomski rad, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.
102. Peček, G. (2015): Formulacija sredstava za zaštitu bilja, Priručnik za sigurnost rukovanje i primjenu sredstava za zaštitu bilja, Zagreb.
103. Pérez-Ruiz, P. Gonzalez-de-Santos, A. Ribeiro, C. Fernandez-Quintanilla, A. Peruzzi, M. Vieri, S. Tomic, J. Agüera (2015): Highlights and preliminary results for autonomous crop protection, *Computers and Electronics in Agriculture*, 110.
104. Pethybridge, S. J., Nelson, S. C. (2015): Leaf Doctor, A new portable application for quantifying plant disease severity, *Plant disease*, 99 (10), 1310-1316.
105. Petrellis, N. (2019): Plant Disease Diagnosis for Smart Phone Applications with Extensible Set of Diseases, *Applied Sciences*, 9, 1952.
106. Petrellis, N. (2017): A smart phone image processing application for plant disease diagnosis. 1-4. 10.1109/MOCASST.2017.7937683.
107. Petrović, D., Banaj, Đ., Banaj, A., Knežević, D., Zeko, Z., Tadić, V. (2021): Utjecaj različitih tehničkih sustava i eksploatacijskih parametara na kvalitetu rada raspršivača u trajnom nasadu, *Agronomski glasnik*, 83 (3).
108. Pineda Medina D, Miranda Cabrera I, de la Cruz RA, Guerra Arzuaga L, Cuello Portal S, Bianchini M. (2024): A Mobile App for Detecting Potato Crop Diseases, *Journal of Imaging*, 10 (2), 47.
109. Plantix. The Smart Crop Assistant on Your Smartphone. Available online: <https://plantix.net/>\*
110. Poje, T. (2019): Tehničke mogućnosti smanjenja zanošenja škropiva u vinogradu i voćnjaku, *Glasnik zaštite bilja*, Vol. 42, No. 3, 83-94, Zagreb.
111. Potts, S.F. (1946): Particle Size of Insecticides and Its Relation to Application, Distribution and Deposits, *Journal of Economic Entomology* 39 (6), 716-720.

112. Prandtl, L. (1962): The esentiales of Fludi Dinamics, Blackie, London., UK.
113. Qiang, Z.C., Kuek, C.S., Dymond, A., Esselaar, S. (2012): Mobile Application for Agriculture and Rural Development.
114. Randall, J. M. (1971): The relationships between air volume and pressure on spray distribution in fruit trees, Journal of Agricultural Engineering Research, 16 (1-31).
115. Rivera, J., McPherson, A., Hamilton, J., Birken, C., Coons, M., Iyer, S., Agarwal, A., Lalloo, C., Stinson, J. (2016): Mobile apps for weight management, A scoping review. JMIR mHealth uHealth.
116. Rosswang U. (1958): Ausbreitung Durchdringung und Abangezung Zwei-Phasen-Strommung bei der Aplication in Raunkultzen, Hohenheim.
117. Sebastijanović S., Šumanovac L., Vujčić M. (2005): Utjecaj konstrukcije mlaznica i tlaka rasprskivanja na pokrivenost lista pesticidom, Strojarstvo, Vol. 47, br. 1-2, 39-45., Zagreb.
118. Sedlar, A., Bugarin, R., Đukić, N. (2014): Tehnika aplikacije pesticida, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, 2014.
119. Sedlar, A., Đukić, N., Bugarin, R. (2008): Savremena tehnička rešenja i mere poboljšanja efikasnosti orošivača u cilju primene malih i srednjih normi pri orošavanju voćnjaka, Savremena poljoprivredna tehnika, 34 (3-4), 117-270, Novi Sad.
120. Sedlar, A., Bugarin, R., Jokić, G., Radić, V., Milovac, Ž. (2011): Preciznost nanošenja insekticida i ekološke prednosti tretiranja sjemena uljane repice, Savremena poljoprivredna tehnika, 37 (4), 371-376, Novi Sad.
121. Sedlar, A., Bugarin, R. (2005): Dobar rasprskivač-dobra aplikacija pesticida, Biljni lekar, Vol. 33 (6), 659-665, Novi Sad.
122. Sedlar, A., Đukić, N., Bugarin, R. (2009): Ekološki prihvatljive mašine za aplikaciju pesticida u voćnjacima i vinogradima, Savremena poljoprivredna tehnika, Vol. 35 (1-2), 16-25, Novi Sad.
123. Sedlar, A. (2011): Kvalitet i efikasnost zaštite voćnjaka u zavisnosti od tipa orošivača i norme tretiranja, doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, Novi Sad.
124. Sedlar, A., Bugarin, R., Đukić, N. (2014): Tehnika aplikacije pesticida, udžbenik, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, Novi Sad.
125. Shrimali, S. (2021): Plantifyai a novel convolutional neural network based mobile application for efficient crop disease detection and treatment, Procedia Computer Science, 191, 469-474.
126. Sibiya, M, Sumbwanyambe, M. (2019): An Algorithm for Severity Estimation of Plant Leaf Diseases by the Use of Colour Threshold Image Segmentation and Fuzzy Logic Inference: A Proposed Algorithm to Update a “Leaf Doctor” Application, AgriEngineering, 1 (2) : 205-219.
127. Siddiqua, A., Kabir, M.A., Ferdous, T., Ali, I.B., Weston, L.A. (2022): Evaluating Plant Disease Detection Mobile Applications, Quality and Limitations, Agronomy, 12, 1869.

128. Silvan Spraying Equipment Product Guide 070-SILSPRAY-18.
129. Sito, S. i sur. (2013): Strojna sadnja masline pomoću GPS sustava i lasera. *Pomologia Croatica*.
130. Sito S., Kovačić F., Krznarić K., Šket B., Simunović V., Grubor M., Koren M., Šket M. (2015): Primjena bespilotnih sustava u zaštiti trajnih nasada. *Glasnik zaštite bilja* Vol. 38, No. 5, 39-50.
131. Sito, S., Džaja, V., Kušec, V., Ciler, K., Palinić, B., Glogovšek, T. (2015) Suvremena tehnika u proizvodnji krumpira. *Glasnik zaštite bilja*, Vol. 38, No. 4, 75-83.
132. Spajić, N., (2021): Otvoreni podaci s prostornim obilježjima u Hrvatskoj korisni za sektor poljoprivrede, završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb.
133. Strey, S., Strey, R., Burkert, S., Knake, P., Raetz, K., Seyffarth, K. (2019): Plant Doctor, <https://plantix.net/>.
134. Srivastava, K. Ajit, Goering, E., Carroll, Rohrbach, P., Roger. (1993): *Engineering Principles of Agricultural Machines*, American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan, USA,
135. Šumanovac, L. (1996): Racionalno korištenje sredstava poljoprivredne mehanizacije na obiteljskim gospodarstvima, doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet Sveučilišta *Josipa Jurja Strossmayera* u Osijeku.
136. Šumanovac, L., Brkić, D., Bukvić, Ž., Jurišić, M. (1996): Utjecaj broja i veličine kapi na pokrivenost površine lista pšenice pesticidima, *Glasnik zaštite bilja*, Vol. 19, No. 4, 193-198, Zagreb.
137. Šumanovac L., Berčić S., Jurišić M. (1997): Utjecaj tlaka i tipa mlaznica na aplikaciju škropiva prskalicom RAU-2000, *Glasnik zaštite bilja*, Vol. 20, No. 5, 231-235, Zagreb.
138. Šumanovac L., Brkić D., Jurišić M. (1994): Utjecaj broja i veličine kapi na pokrivenost lista pšenice, zbornik radova XXII savjetovanja "Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede", 169-176, Opatija,
139. Šumanovac L., Bukvić Ž., Jurić T. (1997): Istraživanje aplikacije pesticida u zaštiti ozime pšenice prskalicom RAU-2000, *Poljoprivreda*, br. 1, Vol 3, 43-52, Osijek.
140. Šumanovac, L. Spajić, I. Kiš, D. Kraljević, D. (2008): Dynamics and deposit of spray droplets distintegrated by the nozzles of a traktor-mounted sprayer, *Cereal Research Communications*, 36 (Part 2 Suppl S), 791-794, Stara Lesna, Slovakia.
141. Šumanovac, L., Jurišić, M., Lukač, P., Sito, S., Zimmer, D. (2022): Elektrostatičko apliciranje zaštitnih sredstava, *Glasnik zaštite bilja*, Vol. 45, No. 6, 48-58, Zagreb.
142. Šumanovac, L., Jurišić, M., Lukač, P., Sito, S., Zimmer, D. (2021): Opis sustava za preciznu zaštitu bilja, *Glasnik zaštite bilja*, Vol. 44, No. 6, 50-57, Zagreb.
143. Šumanovac, L., Jurišić, M., Lukač, P., Sito, S., Zimmer, D. (2022): Suvremena tehnika za suzbijanje štetočinja u ekološkoj proizvodnji bilja, *Glasnik zaštite bilja*, Vol. 45, No 3, 44-55, Zagreb.

144. Šumanovac, L., Sebastijanović, S., Kiš, D. (2011): Transport u poljoprivredi, Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Tisak "ZEBRA" Vinkovci, str. 329, Osijek.
145. Šumanovac, L., Žužić, Z., Kraljević D., Jurić, T., Kiš, D., Jurišić, M. : Influence of the spraying pressure and nozzle design on spray disintegration, *Balkan Agricultural Engineering Review*, Vol. 12, electronic journal, Rouse, Bulgaria, Published at. 13. 11. 2008.
146. Šumanovac, L., Jurišić, M., Lukač, P., Sito, S., Zimmer, D. (2023): Automatska kontrola rada prskalice, *Glasnik zaštite bilja*, Vol. 46. No. 5, 38-46, Zagreb.
147. Šumanovac, L., Brkić, D., Jurišić, M., Babić, T. (1991): Utjecaj brzine na ostvarenje kvalitete rada u prihrani pšenice sistemom stalnih tragova, zbornik radova XX. savjetovanja "Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede", 265-252, Pula.
148. Travis, J.W, (1987): Effect of a canopy density on pesticide deposition and distribution in apple trees. *Plant Disease* 71:613-615.
149. Tušek, G., Zimmer, D., Šumanovac, L., Jurišić, M., Sito, S., Babić, A. (2024): Mobilne aplikacije za procjenu stanja biljaka, *Glasnik zaštite bilja*, Vol. 47, No. 4, 100-110, Zagreb.
150. Urošević, M.(2001): Mašine i aparati za primenu pesticida, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
151. Uzhinskiy, A., Ososkov, G., Goncharov, P., Nechaevskiy, A. (2019): Multifunctional platform and mobile application for plant disease detection, In *CEUR Workshop Proc*, 2507, 110-114.
152. Vennila, S., Tomar, A., Bhatt, M. N., Murari, K., Yadav, S. K., Nisar, S., Yadav, H. L. (2018): Android based mobile apps for improved crop protection, *Bhartiya Krishi Anusandhan Patrika*, 33 (4), 301-303.
153. Walkate, P.J. Richardson, G.M. Cross J.V. Muray, R.A. (2000): Relationship between orchard tree crop structure and performance characteristics of an axial fan sprayer, *Aspect of Applied Biology*, 57, Pesticide application (211-217).
154. Walklate, P.J. (1991): Pesticide drift from air-assisted orchard sprayers a numerical simulation study, *Proceedings of Symp. British Crop Protection Council University College of Swansea UK 7-8 January* 61-68.
155. Wendel, J. (2017): Analytic Evaluation of New Plant Protection Application Methods in Fruit Growing, Master thesis, Justus-Liebig-Universität Gießen and Hochschule Geisenheim University, Bad Dürkheim.
156. Yates, W.E.N.B. Akesson (1973): Reducing pesticide chemical drift. In *Pesticide Formulations, Physical Chemical Principles*, ed. W. Van Valkenburg, New York, Marcel Dekker. (Cited in Kepner et al. 1978).
157. Zimmer, R., Košutić, S., Zimmer, D. (2009): Poljoprivredna tehnika u ratarstvu, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.

158. Zimmer, D., Jurišić, M., Barač, Ž., Radočaj, D., Marić, P. (2019): Tehnički činitelji gnojidbe primjenom GIS tehnologije-BogBalle, 12. međunarodni znanstveno-stručni skup, Poljoprivreda u zaštiti prirode i okoliša, 300-304, 27.-28.5.2019., Osijek, Hrvatska.
159. Zimmer, D., Šumanovac, L., Jurišić, M., Barač, Ž., Baličević, P., Tokić, J. (2017): Primjena telematike u poljoprivrednom transportu, Mijić, P. i Ranogajec, Ljubica. (ur.) Proceedings & abstracts 10 th international scientific/professional conference Agriculture in Nature and Environment Protection, 05.06.2017-07.06.2017., Vukovar, Hrvatska.
160. Zimmer, D., Jurišić, M., Šumanovac, L., Lucić, P. (2021): Upotreba robota u poljoprivredi, 56. hrvatski i 16. međunarodni simpozij agronoma, 5.-10. rujna, Vodice, Hrvatska.
161. Zimmer, D., Plaščak, I., Barač, Ž., Jurišić, M., Radočaj, D. (2021): Primjena robota i robotskih sustava u poljoprivredi, Tehnički glasnik-Technical journal, 15 (3), 435-442 doi:10.31803/tg-20210128112420.
162. \*\*\*: Agromehanika uputstvo za upotrebu-nošeni traktorski raspršivači, TN-400TEN, 200EN(U)-500 EN (U) Rev.2016/06
163. \*\*: <https://agrotrade.rs/256/vuceni-atomizeri-od-600-1000-1500-i-2000-litara-2/>
164. \*\*\*: Amazone: Technical dana UF mounted sprayer and FT front tank.
165. \*\*\*: Navodilo za uporabo AG-TRONIK 14 ver . 2, Agromehanika, Kranj.
166. \*\*\*: Uputstvo za upotrebu vučena traktorska prskalica Agromehanika AGS 1500 EN, 2017.
167. \*\*\*: Uputstvo za upotrebu Agromehanika nošene traktorske prskalice AGS 400EN, AGS 600EN, AGS 800EN, AGS 1000EN i AGS 1200EN Rev.05/2017
168. \*\*\*: Upute za rukovanje Amazone MI5512 (en\_EN) 11.15
169. \*\*\*: Upute za rukovanje Amazone MI6081 (en\_EN) 02.17
170. \*\*\*: Uputstvo za upotrebu Agromehanika vučeni traktorski raspršivači AGP 1000 EN(U)-2000 EN(U), AGP 1000 PE
171. \*\*\*: Upute za upotrebu Agromehanika AG-TRONIK M1 rev.2017-04
172. \*\*\*: <https://www.bauhaus.hr/tlacne-prskalice>
173. \*\*\*: <https://www.villager.hr/products/ledna-prskalica-agm-12-l>
174. \*\*\*: <http://www.agroklub.com/voćarstvo>
175. \*\*\*: <https://www.entrada.hr/prskalica-motorna-ral-3000-bands-675-p1553>
176. \*\*\*: <https://www.amazon.com/AGRICAS-Professional-Multifunctional-Adjustable-Portable/dp/B0D6JMTGZ2>
177. \*\*\*: <https://www.jcm-technologie.com/blog/accessoires-solo-pour-pulverisateur-a-pression-et-a-dos--n10>
178. \*\*\*: <https://agromehanika.eu/hr/katalog/proizvod/ags-200-440>

179. \*\*\*: <https://agromehanika.eu/hr/katalog/proizvod/skropilnica-ags-1500-en>
180. \*\*\*: <https://agromehanika.si/product/ag-tronik-14-shop>
181. \*\*\*: <https://e-farm.com/en/used-farm-machinery/sprayers/amazone/uf-2002-15/du8cqzw/>
182. \*\*\*: <https://www.eurogarden.eu/hr/Rezervni-dijelovi/FILTER>
183. \*\*\*: <https://www.amazon.com/Sooprinse-Garden-Pressure-Sediment-Attachment/dp/B07Y1JYQJZ>
184. \*\*\*: <https://www.lectura-specs.hr/hr/datasheet-viewer/50621>
185. \*\*\*: <https://www.prillinger.at/hr/p/Klipno-membranska-pumpa-Comet-BP-105-1-3-8-6-dijela~00341130>
186. \*\*\*: Upute za rukovanje Amazone MI5512 (en\_EN) 11.15
187. \*\*\*: <https://agromehanika.eu/hr/katalog/proizvod/prskalica-ags-3600-4200-hp>
188. \*\*\*: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/agricultural-technology/crop-protection/trailed-sprayer/amaspay-the-machine-specific-operating-computer-537738>
189. \*\*\*: <https://www.agriexpo.online/prod/amazonen>
190. \*\*\*: <https://www.amazon.com/Outback-Wrap-Hydraulic-Markers>
191. \*\*\*: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/agricultural-technology/crop-protection/mounted-sprayer/50594-50594>
192. \*\*\*: <https://automatedcontrol.com.au/portfolio-item/boom-height-detection/>
193. \*\*\*: <https://amazone.co.uk/en-gb/products-digital-solutions/agricultural-technology/crop-protection/mounted-sprayer/amazone-booms-in-an-aircraft-wing-design-407330>
194. \*\*\*: <https://www.donedeal.ie/otherfarmmachinery-for-sale/new-amazone-mounted-and-trailed-sprayers/11988910?modal=gallery>
195. \*\*\*: <https://amazone.co.uk/en-gb/products-digital-solutions/flex-fold-104414>
196. \*\*\*: <https://amazone.net/en/plan-learn/learn/automatic-boom-guidance-135700>
197. \*\*\*: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/amaselect-electric-individual-nozzle-switching-with-50-cm-part-width-sections-57154>
198. \*\*\*: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/agricultural-technology/crop-protection/self-propelled-sprayer/heightselect-339838>
199. \*\*\*: <https://www.prillinger.at/hr/p/Nosac-trostruke-mlaznice-za-1-2-inc-cijev-Zapfen-7mm~00340356>
200. \*\*\*: <https://www.spritzenteile.de/Nozzle-Holder/Fourfold-nozzle-holder-for-pipes/Arag-Compact-Jet-Nozzle-Holder-4-ways.html?language=en>

201. \*\*\*: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/agricultural-technology/crop-protection/trailed-sprayer/50962-50962>
202. \*\*\*: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/agricultural-technology/crop-protection/trailed-sprayer/50962-50962>
203. \*\*\*: <https://www.claasharvestcentre.com/new-machinery/spreaders-sprayers/uf>
204. \*\*\*: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/agricultural-technology/crop-protection/mounted-sprayer/50782-50782>
205. \*\*\*: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/agricultural-technology/crop-protection/mounted-sprayer/automatic-regulation-via-flowcontrol--1433024>
206. \*\*\*: <https://www.maszynydlafermera.pl/opryskiwacz-r952i-john-deere-ju-w-polsce/>
207. \*\*\*: <https://www.truck1.sg/agricultural-machinery/trailed-sprayers/john-deere-840i-a8110317.html>
208. \*\*\*: <https://www.americafem.com/2021/02/25/an-insight-into-hardi-trailer-range/>
209. \*\*\*: <https://www.centralageequipment.com.au/post/hardi-saritor-2>
210. \*\*\*: <https://shop.agrometal-rs.com/proizvod/sito-dizne-plavo-50-mesh-polukruzno/>
211. \*\*\*: <https://www.psc-ferencak.hr/hr/gnojdba-i-zastita-bilja/prskalice/agromehanika/ventili/regulator-protocni-pr1-f-3>
212. \*\*\*: <https://www.kleinanzeigen.de/s-anzeige/rau-quanto-tronik-df-schaltpult-spritze/2732172635-223-2904>
213. \*\*\*: <https://www.ppv-fachhandel.de/arag-serie-863/ppv-000261>
214. \*\*\*: Katalog *Lechler*
215. \*\*\*: Katalog *ARAG*
216. \*\*\*: <https://agro-modus.hr/quantometer-rg00047846/>
217. \*\*\*: Hardi International A/S Controller 2500 & Monitor 1500 Instruction book
218. \*\*\*: <https://www.kleinanzeigen.de/s-anzeige/hardi-spraybox-bedienteil-terminal/2759948921-276-8786>
219. \*\*\*: <https://www.chemicalcontainers.com/products-twinjet-even-flat-spray-tips>
220. \*\*\*: <https://www.spritzenteile.de/Nozzles/Agricultural-Nozzles/?language=en>
221. \*\*\*: <https://www.agrotop.com/produkte/airmix-flat-fan>
222. \*\*\*: <https://royalbrinkman.com/knowledge-center/mechanical-equipment/types-spray-nozzles>
223. \*\*\*: <https://www.hardi-international.com>
224. \*\*\*: <https://www.lechler.com/>
225. \*\*\*: <http://www.field-tronix.com/pulverisateur.html?lg=uk>

226. \*\*\*: <https://www.lectura-specs.hr/hr/model/poljoprivredni-strojevi/vucene-prskalice-amazone/ug-3000-super-28-1136103>
227. \*\*\*: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/agricultural-technology/crop-protection/trailed-sprayer/51042-51042>
228. \*\*\*: <https://www.lectura-specs.hr/hr/model/poljoprivredni-strojevi/vucene-prskalice-amazone/ug-2200-special-18-1136093>
229. \*\*\*: <https://amazone.net/en/agritechnica/agritechnica-2024-innovations/innovation-details/ft-p-1502-self-contained-front-tank-987642>
230. \*\*\*: <https://e-farm.com/en/used-farm-machinery/sprayers/amazone/uf-2002-15/du8cqzw/>
231. \*\*\*: <https://www.trgo-agencija.hr/cijedilo-duboko-rezervoara-fi-230-prskalice-agromehanika.html>
232. \*\*\*: Technical data: UG Special and UG Super, MI6136 (en\_EN) 02.17
233. \*\*\*: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/amatron-3-the-terminal-for-all-plant-protection-functions—56588>
234. \*\*\*: <https://www.agriexpo.online/prod/amazonen-werke-h-dreyer-gmbh-co-kg/product-168386-133606.html>
235. \*\*\*: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/amaclick-56442>
236. \*\*\*: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/digital-solutions/software/isobus-software-licences/gps-switch-for-amatron-3-59186>
237. \*\*\*: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/amatron-3-one-knows-what-one-has--56474>
238. \*\*\*: <https://www.hankkija.fi/tyokoneet/pintalevittimet/ia-pintalevittimen-lohkoautomatiikka-tcsc-2039349/>
239. \*\*\*: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/documentation-with-asd-56372>
240. \*\*\*: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/digital-solutions/terminals-hardware/machine-specific-controllers/amaspray-proficlick-crop-protection-technology-58984>
241. \*\*\*: Amazone UG Special/UG Super MI5093 (pl\_PL) 03.15
242. \*\*\*: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/simultaneously-superbly-strong-yet-superbly-light-56980>
243. \*\*\*: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/super-l2-boom-58792>
244. \*\*\*: Amazone UG Nova MI 1921 (D) 09.08
245. \*\*\*: <https://www.agropomoc.pl/Prod-177960-Lechler-Rozpylacz.html>
246. \*\*\*: <https://www.spraysmarter.com/Teejet-xrc-110-deg-extended-range-poly-flat-spray-tip-cap.html>

247. \*\*\*: <https://www.ikh.se/en/nozzle-red-airmix-110-04-s8082>
248. \*\*\*: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/agricultural-technology/crop-protection/trailed-sprayer/51096-51096>
249. \*\*\*: <https://www.agrofakt.pl/nawoz-rsm-zalety-i-zasady-stosowania/>
250. \*\*\*: <https://www.lechler.de>
251. \*\*\*: <https://www.indiamart.com/proddetail/3-in-1-speed-length-and-tachometer-19652438462.html>
252. \*\*\*: <https://www.novanna.co.uk/image/cache/data/Salvarani/nozzle%20sprayer%20crop-500x500.png>
253. \*\*\*: <https://www.agroopskrba-matej.hr/proizvod/atomizer-ledni-cifarelli-m1200/>
254. \*\*\*: <https://hardi.com/en/sprayers/mistblowers/zenit>
255. \*\*\*: <https://messis.hr/atomizeri-i-prskalice/noseni-atomizeri-i-prskalice/noseni-atomizer-modeli-projet-turbo-mix>
256. \*\*\*: <https://messis.hr/atomizeri-i-prskalice/noseni-atomizeri-i-prskalice/atomizeri-modeli-projet-sa-patentiranim-sustavom-new-control>
257. \*\*\*: <https://agraragazat.hu/hir/hatekony-megoldasok-a-hardi-kodkepzojn/>
258. \*\*\*: <https://findri.hr/portfolio-types/atomizeri-noseni/>
259. \*\*\*: <https://www.manualslib.com/products/Agromehanika-Agp-1000-En-11482065.html>
260. \*\*\*: <https://agricom.pt/en/control-units/366-command-electrico-braglia-solenoid-2v-pa853.html>
261. \*\*\*: <https://agricom.pt/en/383-control-units>
262. \*\*\*: <https://www.sprayerwarehouse.com.au/products/braglia-motor-valve-control-box-2-section-180-302-17>
263. \*\*\*: <http://www.bestco.co.rs/Regulatori-pritiska-za-prskalice-i-atomizere.html>
264. \*\*\*: <https://agromehanika.eu/hr/katalog/proizvod/ag-tronik-m1>
265. \*\*\*: <https://guaitasrl.it/en/shop/spraying-and-weeding/braglia-pressure-regulators/braglia-electric-pressure-regulator/>
266. \*\*\*: <https://www.psc-ferencak.hr/hr/gnojidba-i-zastita-bilja/prskalice/agromehanika/ventili/pr-1-f/manometar-glicerin>
267. \*\*\*: <https://tractor.bg/product/agromehanika-prikachni-ventilatorni-prskachki-agromehanika-agp-100015002000>
268. \*\*\*: <https://agrotrade.rs/256/vuceni-atomizeri-od-600-1000-1500-i-2000-litara-2/>
269. \*\*\*: [https://wissen.obstwein-technik.eu/doku.php?id=6.\\_technik\\_im\\_obstbau:3\\_anforderungen\\_an\\_geblaesespritzen:12\\_bauarten:03\\_traktor-geraete\\_mit\\_axialgeblaese:02\\_querstromgeblaese](https://wissen.obstwein-technik.eu/doku.php?id=6._technik_im_obstbau:3_anforderungen_an_geblaesespritzen:12_bauarten:03_traktor-geraete_mit_axialgeblaese:02_querstromgeblaese)

270. \*\*\*: <https://agromehanika.eu/hr/katalog/proizvod/agp-10002000-en>
271. \*\*\*: <http://www.agrocoop.ba/index.php/ponuda/poljoprivredna-mehanizacija/26-mehanizacija-za-primjenu-u-vocarstvu-i-vinogradarstvu>
272. \*\*\*: <https://www.serafinagro.com.au/machinery/hardi-mercury/>
273. \*\*\*: <https://agrotrade.rs/proizvod/manometar-0-20-25-30-za-atomizere-sa-elektronikom/>
274. \*\*\*: <https://findri.hr/ponuda/hardi-dizne-quintastream-za-tekucu-prihranu/>
275. \*\*\*: <https://hardi.com/en/solutions/nozzles/field-sprayers-1/hardi-quintastream-nozzles>
276. \*\*\*: AG-TRONIK M1 I REGULATOR PR-9 Upute za upotrebu - rev.2017-04
277. \*\*\*: <https://www.spritzenteile.de>
278. \*\*\*: <https://www.gumtree.co.za/a-farm-vehicles-equipment/wellington/hardi-wingerden-bessie-sput-vineyard-and-berry-sprayers/10013053239111012546618309>
279. \*\*\*: <https://messis.hr/atomizeri-i-prskalice/vuceni-atomizeri-i-prskalice/atomizeri-modeli-projet-compact-air-system>
280. \*\*\*: <https://farmtrade.pl/Products/510/200/COMPACT-AIR-CONTROL.html>
281. \*\*\*: <https://messis.hr/atomizeri-i-prskalice/vuceni-atomizeri-i-prskalice/atomizeri-vuceni-modeli-projet-sa-patentiranim-sustavom-new-control>
282. \*\*\*: <https://obstwein-technik.eu/Core?activeNavigationsID=879&fachbetaegeID=91>
283. \*\*\*: <https://www.andreoliengineering.it/?lang=en>
284. \*\*\*: <https://www.agricolmeccanica.it/en/prodotti/drift-recovery-vver-600/>
285. \*\*\*: [https://www.andreoliengineering.it/atom-2000-hp/?lang=en#iLightbox\[gallery\\_image\\_1\]/4](https://www.andreoliengineering.it/atom-2000-hp/?lang=en#iLightbox[gallery_image_1]/4)
286. \*\*\*: <https://www.agricolmeccanica.it/en/prodotti/drift-recovery-vver-600/>
287. \*\*\*: <https://www.youtube.com/watch?v=sUmpoump54>
288. \*\*\*: <https://savjetodavna.mps.hr/2008/12/01/atomizeri-kalibracija/?print=print>
289. \*\*\*: <https://www.geospatialworld.net/news/free-precisionmapper-encourage-innovation-drone-mapping-become-easy/>
290. \*\*\*: <https://phys.org/news/2017-04-drones-early-disease-crops.html>
291. \*\*\*: <https://ohioline.osu.edu/factsheet/fabe-540>
292. \*\*\*: <https://mechanizaceweb.cz/ve-znameni-precizniho-zemedelstvi/>
293. \*\*\*: <https://dzen.ru/a/XqarueYuFRRjxFVI>
294. \*\*\*: <https://actu.epfl.ch/news/new-and-improved-drone-mapping-software-3/>
295. \*\*\*: <https://candrone.com/collections/lidar-systems>
296. \*\*\*: <https://eo.belspo.be/en/news/3d-forest-understanding-tropical-forests-help-lidar>

297. \*\*\*: <https://www.geoportti.fi/luke-has-released-terrestrial-laser-scanning-data-for-download/>
298. \*\*\*: NN 104/2018
299. \*\*\*: <https://spock.fer.hr/crop-shepherd-osvojio-dodatnih-10-000-eura-u-sklopu-eit-ovog-programa/>
300. \*\*\*: <https://www.rdoequipment.com/product-details/john-deere-vehicle-controller-lc1-controller-axe66873>
301. \*\*\*: John Deere-AMS/FarmSight products, 2013.
302. \*\*\*: <https://www.weed-it.com/weedit-quadro>
303. \*\*\*: <https://www.weed-it.com/>
304. \*\*\*: <https://agointelli.com/weedmaps-fast-and-effective-weed-mapping/>
305. \*\*\*: <https://hengens.nl/nauwkeurig-werken-met-het-ic-light-camerasysteem/>
306. \*\*\*: <https://www.profi.co.uk/news/camera-for-improved-weed-detection/>
307. \*\*\*: <https://www.deere.com/en/technology-products/precision-ag-technology/precision-upgrades/sprayer-upgrades/exactapply-precision-upgrades/>
308. \*\*\*: <https://www.deere.com/en/sprayers/see-spray-select/>
309. \*\*\*: John Deere-AMS products, 2013.
310. \*\*\*: <https://www.agleader.com/incommand-go/>
311. \*\*\*: <https://findri.hr/ponuda/ag-leader-autopiloti/>
312. \*\*\*: <https://navistar-asia.com/product/rtk-ctanciya/>
313. \*\*\*: <https://gospodarski.hr/rubrike/nove-tehnologije/satelitske-slike-mogu-pomoci-u-upravljanju-zemljistem/>
314. \*\*\*: <https://www.idoneos.com>
315. \*\*\*: <https://balconygardenweb.com>
316. \*\*\*: <https://play.google.com/>
317. \*\*\*: <https://apps.apple.com/>
318. \*\*\*: <https://www.ghostsky.com/product/pix4dmapper-licenca-anual/>
319. \*\*\*: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/amatron-3-the-terminal-for-all-plant-protection-functions--56588>
320. \*\*\*: <https://www.deere.com/en/technology-products/precision-ag-technology/precision-upgrades/sprayer-upgrades/exactapply-precision-upgrades/>
321. \*\*\*: <https://www.deere.com/en/sprayers/see-spray-select/>
322. \*\*\*: <https://www.isaria-digitalfarming.com/en/worth-knowing/smart-farming>

323. \*\*\*: <https://gospodarski.hr/rubrike/nove-tehnologije/satelitske-slike-mogu-pomoći-u-upravljanju-zemljištem/>
324. \*\*\*: <https://www.agremo.com/documentation/spraying-tool/>

KAZALO IMENA

Akeson 119	Ostarhild 20
Braze 237	Prandtla 232
Behman 342	Pethybrigde 345
Buninickaite 352	Petrellis 351
Derksen 228	Regenscheide 231,232
French118	Roswang 231
Fox 228	Sauter 26
Ferguson 354	Sibiya 346
George Stokes 224	Simmer 127
Goertler 230	Sumbwanyambe 346
Golich 19	Šumanovac 332
Kepner 118	Tolimena 232
Koch 317	Travis 228
Korenkov 348	Uzhinskiv 348
Korwerov 348	Venila 343
Landau 224	Venturij 136
Lifshtz 224	Valkalate 228, 317
Luke 343	Zimmer 328, 330, 331
Mesias-Ruiz,GA 342	Yates 119
Morco 344	Weiser 317
Nelson 345	Qiong 342



**KAZALO POJMOVA**

- A**  
Abrazija 7  
Adama Bullseye 354  
AgLeader antenna 341  
Agregat 43, 49  
Agrobase 352  
Agrotehničke mjere 1  
Akaricidi 8  
Aksijalni ventilator 277  
Amaclick s terminalom Amatron 3 192  
Amaspray 192, 193, 194  
Amatron 110, 191, 192  
Amatros 335  
Antidrip ventil 68, 138, 306  
Antivibracijski elementi 242  
Aplikacija 4, 10, 11, 31  
Apsorpcija 6  
Aritmetička sredina 26  
Athezit 8  
Atomizacija 21  
Atomizeri 239  
Atraktanti 3  
Automatska visina prskanja 106  
Automatska voćarska prskalica 41  
Automatski uređaj za prskanje 48
- B**  
Bespilotni sustav 339  
Bespilotni zrakoplov 326  
Bio Leaf 347  
Biološke mjere 3  
Biotehničke metode 2, 3  
Blok kompresora 79  
Bolesti 1, 7  
Broj okretaja motora 45  
Brojilo dnevnog puta 292  
Brtva 43  
Brza spojka 90  
Brzina mlaza 22  
Brzina kapljice 224  
Brzina zraka 229  
Brzo zatvarajući ventil 57
- C**  
Centrifugalne crpke 122, 124, 133  
Centrifugalne mlaznice 159  
Centrifugalni ventil 53, 54, 57  
Certificirano sjeme 2  
Cijev za prskanje 48  
Cijevi za raspršivanje 243  
Crna kutija 178
- Crpka 11, 41, 52, 53, 62, 75,80, 81,84, 92, 93, 110, 121, 122, 123, 124, 177, 198, 247, 258, 259, 265, 298  
Crpka sa lopaticama 134  
Crpka za miješanje 181
- Č**  
Četverostruka mlaznica 106  
Četvoropoljni plodored 2
- D**  
Daljinska regulacija 52  
Daljinski upravljač 140  
Davač brzine 178  
Deflektor 290  
Depozicija 16, 28, 33, 158, 168, 219, 220, 224, 226, 227, 314, 315  
Detekcija 325  
Dezintegracija 12, 13, 21, 33  
Diesel motor 308  
Diferencijalne crpke 124, 125  
Dijagram Lechler 205  
Dijametar kapljice 225, 226  
Dioda 65  
Disperizibilne tvari 9  
Disperzibilni sustav 9  
Disperzija 12, 15, 16, 19, 20, 22  
Distance control 100, 105  
Distribucija kapljice 23, 24, 25  
Domet mlaza 159  
Dositest 211  
Doza kemikalije 207  
Doza tekućine 207  
Dozator sapuna 91  
Drift 7, 16, 17, 18, 19, 29, 38, 173, 161, 175, 216, 219, 220, 227  
Dronovi 324  
DUS 102  
Dvoradna klipna crpka 125  
Dvoradni cilindar 156  
Dvostruki trapez 154
- E**  
EES rašpršivač 228  
Ejektor 120  
Eksodrift 17  
Eksodrift 8  
Električni regulator 147  
Elektromagnet 150  
Elektromagnetni mjerač 213  
Elektromotor 218  
Elektronska regulacija 52

Elektronski blok 177  
Elektronski regulator 177  
Elektronski uređaj 62, 63, 217  
Elektroregulator 177  
Elektrostaticka mlaznica 168, 169  
Emulgator 8  
Emulzija 120  
Endodrift 17  
Energetski gubici 230  
Energija mlaza 232, 233  
Energija turbulencije 237, 238  
Energija turbulentnog protoka 237  
Energija ubrzanja 230

### **F**izikalne mjere

Fenofaza 14  
Fitoterapeutski učinak 33  
Filter 59  
Faktor miješanja  
Fungicidi 8, 11, 35, 37, 42

### **G**arnitura za prskanje 52, 68

Glavni spremnik 89, 266  
GPS-Maps za Amatron 192  
GPS-prijemnik 338  
GPS-serijski priključak 67  
GPS-Switch za Amatron 190, 193  
GPS-Track za Amatron 190  
GPS-uređaj 294, 295  
Grane prskalice 111  
Gravitacijska sila 15, 16  
Grubi pročistač 113  
Gustoća medija 236  
Gustoća škropiva 224  
Gustoća tekućine 22  
Gustoća zraka 224, 231

### **H**erbicidi 8, 11, 35, 37

Hektarska potrošnja 63, 64, 292, 293  
Hidraulička nivelacija 71  
Hidraulička snaga 120  
Hod klipa 125  
Hidrocilindri 154  
Hidraulički sustav 156  
Hidrocrpka 175  
Hidromotor 175  
Hidrauličko upravljanje 341  
Herbicidi 8, 11, 35, 37, 42  
Histogram 25  
Hidro pneumatski 263

### **I**ntenzivnost 1

Injektorski mjerač napunjenosti 110  
Injektor 123  
Indicirani obujam 112, 121  
Impeler crpke 124, 135  
Integrirana kamera 336  
Isključni ventil 197  
Indicirani obujam spremnika 207, 214  
Inercijalne sile 15, 16  
Intercepcija 15  
Intoksikacija 10, 18  
Intezitet 20, 158  
Insekticidi 8, 11, 35, 37, 42  
Izborni ventil 53, 75, 80, 81, 258, 259, 298  
Ispirač glavnog sita 72  
Injektorska mlaznica 74, 164, 165  
Injektor visokog tlaka 110

### **J**ednosmjerni ventil 41

### **K**alibracijski disk 201, 203, 204

Kamera s led svijetlima 334  
Kancerogen 4  
Kapacitet 206, 207, 213  
Kapacitet crpke 123, 125, 323  
Kapacitet mlaznice 159, 216, 217  
Kapacitet protoka 45, 46  
Kapacitet ventilatora 278  
Karta korova 334  
Karta zaštite 343  
Kemijske mjere 2, 3  
Kontaktana površina 35  
Kinetička energija 38, 230  
Klip regulatora 142  
Klipne crpke 121, 123, 124  
Klipni kompresor 282  
Klipno membranska crpka 123, 124, 131, 181, 187, 281, 306  
Klirens 198  
Koeficijent dinamičke viskoznosti 224  
Koeficijent disipacije 231, 232  
Kompensator vibracija 98, 99, 103  
Kompresor 281  
Kontaktana površina 35  
Kontrola tlaka 45  
Kontrolna kutija 155  
Kontrolna kutija ventilatora 174  
Kontrolni monitor 338  
Konvencionalni raspršivač 228  
Korisni učinak ventilatora 279  
Korozija 4

- Kohezija 15  
Koeficijent brzine 22  
Koeficijent površine 22  
Kumulativni broj 25  
Krivulja distribucije 24  
Kumulativna frekvencija 24  
Kumulativni obujam 24  
Kut dodira 35  
Kut prijanjanja 35  
Kotač za okomito vođenje 65  
Krila s mlaznicama 177  
Kulisni mehanizam 169  
Kut gledanja 93  
Kut izbacivanja mlaza 9  
Kut mlaznice 119  
Kut širenja mlaza 229, 232
- L**amelasta ploča 312  
Lasersko skeniranje 329, 330  
Leaf Doctor 345, 346  
Leđne prskalice 41  
Leđni raspršivač 239  
Libela 85  
Limacidi 8  
Litražna ljestvica 265  
Litriranje 205
- M**agnet 148  
Manometar 47, 52, 53, 57, 80, 81, 143, 144, 145, 218, 251, 254, 265, 267, 268, 269, 273, 288  
Manotest 211  
Mapiranje 325, 328  
Marker 78, 79, 174  
Matica 71  
Mehanički regulator tlaka 138  
Mehaničko miješanje 118, 247, 258, 259, 265  
Mehanizam za isključivanje 139  
Membranske crpke 124, 128, 212  
Menzura 218, 319  
Mikroprocesor 154  
Mimovodni ventil 98, 101  
Mjerač brzine 146, 147, 271  
Mjerač protoka 181  
Mjerač protoka 60, 90, 101, 141, 145, 146, 147, 148, 271  
Mjerno regulacijski uređaj 137  
Mješalica 85, 181  
Mlazna cijev 49  
Mlaznica 14, 21, 45, 49, 53, 72, 79, 80, 105, 106, 108, 109, 121, 288, 289  
Mlaznica 153, 157, 167  
Mlaznica s odbojnikom 162  
Mlaznica za čišćenje 87, 249  
Mlaznica za ispiranje 111  
Mlaznica za ispiranje 53, 54  
Mlaznica za miješanje 53, 78, 79, 80  
Mlaznica za napajanje 53  
Mlaznica za pranje ambalaže 79  
Mlaznice 289  
Model daljinskog upravljanja 270  
Modul za telematiku 332  
Monitor 145  
Motor SUI 32  
Motorni ventilator 98  
Multifunkcionalna ručica 190
- N**aletna brzina 38  
Naljevno sito 53  
Napon baterije 46  
Nematocidi 8  
Nepovratni ventil 90, 101, 111  
Nivelacija 70  
Norma 142  
Norma prskanja 204, 205, 208  
Norma raspršivanja 317, 323  
Nosач mlaznice 71, 257, 289
- O**bodna brzina 117, 118  
Obujam krošnje 323  
Obujam mlaza 232, 233  
Obujam motora 45  
Obujam spremnika 45, 46, 122  
Obujam stabla 317  
Obujmica 44, 45  
Odstojnik 99, 100  
Odušak 43  
Okvasivač 8  
Okvir 154  
Oprašivač 6  
Opruga 50  
Optočni ventil 60  
Orošivač 239  
Osigurač 67  
Osjetnik 148  
Ovjesne prskalice 83, 111, 159  
Ovjesni raspršivač 245
- P**ametna prskalica 332  
PDDP 354  
Perforirani cilindar 168,  
Periskop 309  
Pesticid 4, 10, 31

- Pheromoni 8  
Pištolj za prskanje 86  
Plant Disease 356  
PlantifyDr 358  
Plantix 350  
Pmaap 355  
Pneumatski 263  
Pneumatsko miješanje 121  
Pokazivač razine tekućine 184  
Polimer 172  
Polumjer kapljice 224  
Posuda za punjenje 59  
Potapajuća crpka 42  
Potencijalna energija 230  
Poteznica 111, 178, 179  
Povratni ventil 114  
Površina kapljice 38  
Površina presjeka klipnjače 125  
Površinska napetost 12, 30, 35, 38  
Power-injektor 180  
Precizna zaštita 324  
Prekidač 140  
Prekidač 45, 48  
Preklopni ventil 247, 265  
Presjek mjenjača 277  
Pretvorena energija 231  
Prigušivač buke 242  
Pročistač 113  
Pročistač 45, 175, 218, 258, 259, 298  
Pročistač ispred mlaznice 115  
Pročistač na mlaznici 113  
Pročistač zraka 242, 253  
Profi-sklapanje 104, 195  
Programiranje 293, 294  
Programiranje 65  
Protočni ventil 175  
Protok 51, 178  
Protok mlaznica 213, 214  
Protukapajući ventil 71  
Prskajuća krila 68, 70, 71, 96, 97, 99, 102, 103, 104, 105, 106, 139, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 175, 178, 194, 195  
Prskajuće palice 299  
Prskajući blok 246, 265  
Prskalice 32  
Prskanje 33, 85, 116  
Punila 8  
Punjač 45
- R**ačunalo 178  
Radijalni ventilator 276  
Radna brzina 64
- Radna širina 142  
Radni tlak 45, 46  
Radni ventil 116  
Rain drop mlaznica 161  
Rasplinjač 43  
Raspršivači 32, 239  
Raspršivanje 10, 11, 219  
Razdjeljivač zračnog toka 219  
Razvodna kutija 147  
Razvodni ventil 56, 60, 65, 251, 252, 253, 262, 267, 268, 269, 270, 273  
Razvodno regulacijski ventil 55, 57, 59, 60  
Recirkulacijski raspršivač 311  
Redukcijski ventil 197  
Redukcijski zglob 100  
Reduktor multiplicator 304  
Regulacija tlaka 272  
Regulacijska poluga 242  
Regulacijska ručka 254  
Regulacijski ventil 251, 252, 253, 267, 268  
Regulacijski vijak 55, 58  
Regulator protoka 177, 178  
Regulator tlaka 54, 57, 64, 75, 140, 218, 251, 254, 258, 259, 265, 267, 268, 269, 270, 271, 291, 298  
Repelenti 8  
Rešetkasta krila 154  
Reynoldsov broj 21  
Rodenticidi 8  
Rotacijske mlaznice 166  
Rotacijske turbine 281  
RTK stanica 341  
Rubne mlaznice 106  
Ručne prskalice 41  
Ručni regulacijski ventil 273
- S**amočisteći pročistač 57, 59, 92, 186, 187, 255, 271  
Samočisteći tlačni pročistač 56, 59, 185, 186, 187  
Samočisteći zračni pročistač 252  
Samokretne prskalice 32, 173, 198, 199  
Samokretni raspršivač 307, 308, 309  
Sastavljeni zračni mlaz 294  
Senzor 154, 176  
Senzor brzine 275, 291  
Senzor brzine 61, 63, 64  
Senzor na raspršivačima 296  
Senzor nagiba 104, 196  
Senzor OptRx 328  
Senzor protoka 57, 60, 63, 269, 274, 291  
Senzor tlaka za prskanje 181  
Senzorika 327  
Servo centralni ventil 178  
Servo uređaj 154, 177

- Signal senzora 298  
Sigurnosni ventil 142  
Sila gravitacije 18, 19, 20, 21  
Sito 43, 87, 91  
Sito na otvoru za punjenje 186  
Sito za prskanje 43  
Sklopivo polužje 83  
Snaga 119, 122, 123  
Snaga motora 45, 46  
Snaga za pogon 279  
Snap card 354  
Snop povlačnih cijevi 108  
Sondni termometar 218  
Sorpcija 38  
Specifična masa zraka 220, 221  
Specifična težina zraka 278  
Spektralna slika 326  
Spojka 75  
Spray monitor 217  
Spray scanner 215, 216  
Spray select 353  
Spremnik tekućine 43, 47, 53, 177, 178  
Spremnik vode za pranje 184  
Spremnik za čistu vodu 53, 186  
Spremnik za ispiranje 52, 53, 80, 247  
Spremnik za kemiju 111  
Srednji obujamni promjer 26  
Srednji volumno površinski dijаметar 225, 226  
Standardna mlaznica 165  
Stapna crpka 124, 127  
Steketee IC kamera 334, 335  
Stupanj pokrivenosti 38  
Suspenzija 119, 120  
Sustav kamera 93  
Sustav ultrazvučnih senzora 297  
Svjećica 43
- Š**irina mlaza 229, 232  
Škropivo 39, 40, 80, 81, 219, 224, 230, 298, 312, 313, 319  
Štetnici 1
- T**ahometar 177, 178, 212  
Tangencijalni ventilator 279  
Tehnički ostatak 112  
Telematski sustav 332, 341  
Teleskopska cijev 48  
Teleskopski uređaj 83  
Termičke metode 2,  
Termo aerosolna dezintegracija 12  
Tester 142
- Tijelo pročistača 114  
Tlačna armature 85  
Tlačna energija 230  
Tlačna komora 41  
Tlačna mješalica 139  
Tlačni prekidač 60  
Tlačni pročistač 84, 85, 247, 267, 268, 270  
Tlačni regulator 269  
Tlačni sensor 275  
Tlačni sensor 61, 275  
Tlačni ventil 111, 116  
Tlačni vod 156  
Tlak prskanja 95  
Tlak tekućine 159  
T-mlaznice 159, 162, 163, 165  
Toksičnost 4  
Traktor 153  
Transmisija ventilatora 175  
Trapezasti uređaj 153, 154  
Trapezni mehanizam 69  
Tretirana površina 292  
Tropolni ventil 298  
Trosmjerni ventil 247, 249, 258, 259, 266  
Trostruka mlaznica 106
- U**brizgač 84  
Ubrzanje zemljine sile teže 221, 224, 278  
Učinak 64, 142, 293  
Uključne slavine 87, 88  
Uklopna slavina 85, 86, 182, 183  
Uljevno sito 247  
Uljna crpka 154  
Ultrazvučni sensor 99, 104, 196, 314, 315  
ULV orošavanje 11  
Upravljačka kutija 70  
Upravljački sklop 267, 313  
Upravljački terminal 109  
Upravljački ventil 79  
Upravljačko računalo 109  
Upravljačka jedinica 315  
Uređaj za pranje 83  
Usisna armature 85  
Usisna cijev 218  
Usisna cijev 90  
Usisna korpa 52, 75, 76  
Usisni pročistač 45, 52, 53, 54, 75, 80, 85, 90, 91, 113, 184, 186, 246, 247, 250, 265  
Usisni pročistač s ventilom 246, 247, 250, 265  
Usisni pročistač u spremniku 45  
Usisni radni ventil 111  
Usisni ventil 116  
Usmjerivači 261, 262, 263

**V**aljaste crpke 124, 133  
Vario sklopke za ispiranje 185  
Ventil filtera 59  
Ventil motora 108  
Ventil za daljinsku regulaciju 253  
Ventil za doziranje 49  
Ventil za ispiranje ambalaže 248  
Ventil za miješanje 57, 111  
Ventil za napajanje 53  
Ventil za pranje ambalaže 74  
Ventil za regulaciju 258, 259  
Ventil za upravljanje 74  
Ventilator 256  
Ventili krila prskalice 140  
Ventili na crpkama 135, 136  
Vertikalni skener  
Vibracijske mlaznice 166  
Vibrirajuća cijev 166  
Viskoznost 12, 30, 36, 38, 158  
Volatilnost 158  
Voltmetar 45  
Volumen srednjeg promjera 29, 30  
Volumni dijametar kapljice 225  
Vrtložna mlaznica 159, 160  
Vrtložnik 50  
Vučena prskalice 110  
Vučeni raspršivač 264  
Vučna opruga 69

**Z**akretni spremnik 86, 185  
Zamagljivač 11, 12  
Zamagljivanje 10, 11  
Zaporna slavina 85, 90  
Zaporni ventil 100, 101, 242  
Zaptivka 44  
Zateznica 69  
Zglob 154  
Zračni jastuk 41  
Zračno injektorska mlaznica 18  
Zupčasta crpka 122, 124, 133

**Q**antomat 139  
Quantometar 144, 145, 201, 211, 212  
Quantotronik 141, 143, 144

**W**eed It senzor 339



ISBN 978-953-8421-15-0