

Aleksandar Mešić:

PRIRUČNIK

**za primjenu sredstava za zaštitu bilja u
biljnoj proizvodnji**

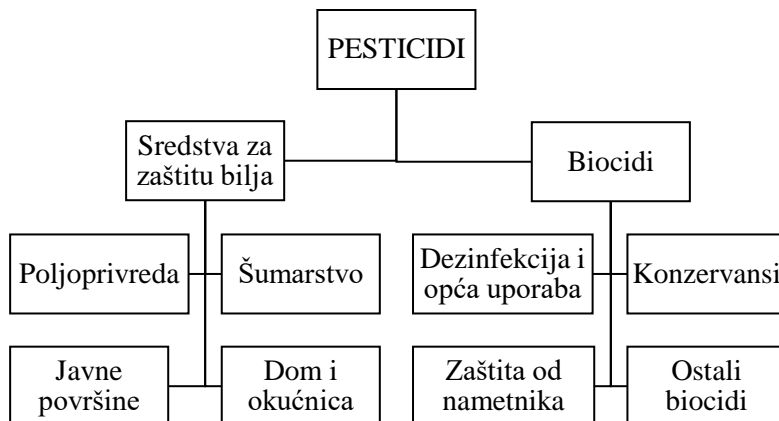
Sadržaj	
UVOD	1
1. SREDSTVA ZA ZAŠTITU BILJA – PESTICIDI NAMIJENJENI ZAŠTITI BILJA.....	2
Podrijetlo sredstava za zaštitu bilja	5
Sredstva za zaštitu bilja na hrani	5
Pokretljivost sredstava za zaštitu bilja nakon aplikacije...6	
2. POTREBA ZA PRIMJENOM SREDTVA ZA ZAŠTITU BILJA.....	7
Određivanje potrebe za suzbijanjem	9
Vrijeme primjene sredstava za zaštitu bilja.....	10
3. FORMULACIJE SREDSTAVA ZA ZAŠTITU BILJA	11
4. DOZVOLJENA PRIMJENA SREDSTAVA ZA ZAŠTITU BILJA	14
Karenca.....	16
5. DOZA I KONCENTRACIJA.....	17
Doza.....	18
Utrošak škropiva.....	20
Koncentracija.....	22
Propisana koncentracija	24
6. OSNOVNE TEHNIKE APLIKACIJE SREDSTAVA ZA ZAŠTITU BILJA	30
Tvorba kapljica za aplikaciju u vlažnom obliku.....	30
Prskanje	35
Orošavanje.....	38
Parametri za kalibraciju uređaja za aplikaciju	39
7. ZAŠTITA NA RADU I ZBRINJAVANJE ISKORIŠTENE AMBALAŽE	53

UVOD

Fitomedicina (biljno zdravstvo) je vrlo kompleksna jer objedinjuje agroekologiju, botaniku, ratarstvo, hortikulturu, mikologiju, bakteriologiju, entomologiju, fitofarmaciju s ekotoksikologijom i druge discipline. U ovom priručniku objasnit će se osnovni pojmovi neophodni za ispravnu primjenu sredstava za zaštitu bilja. Na konkretnim primjerima objasnit će se izračunavanje parametara neophodnih za kalibriranje uređaja za primjenu sredstava za zaštitu bilja.

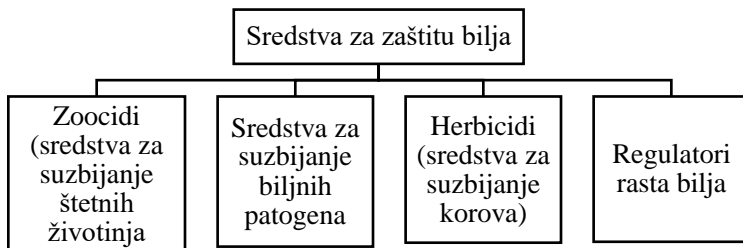
1. SREDSTVA ZA ZAŠTITU BILJA – PESTICIDI NAMIJENJENI ZAŠTITI BILJA

Pesticidi su kemijski ili biološki agensi namijenjeni suzbijanju štetnih ili neželjenih organizama. Ovisno o području primjene, dijele se na biocide i sredstva za zaštitu bilja - SZB (slika 1).



Slika 1. Područje primjene pesticida – sredstava za zaštitu bilja i biocida

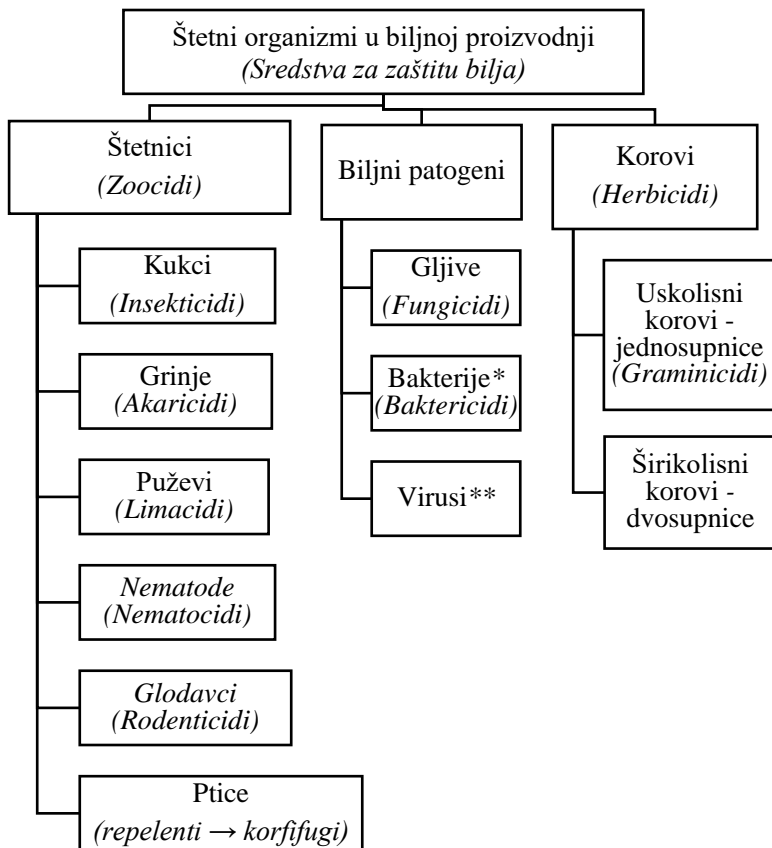
Sredstva za zaštitu bilja su pesticidi koji se koriste u zaštiti bilja i biljnih proizvoda od štetnih organizama (štetne životinje ili štetnici, biljni patogeni i korovi) ili djeluju kao regulatori rasta bilja – auksini, citokinini, giberelini, etilen, apscizinska kiselina (slika 2).



Slika 2. Podjela sredstava za zaštitu bilja prema njihovoj namjeni

Iako nisu primarno namijenjeni suzbijanju (ubijanju ili odbijanju) štetnih organizama u biljnoj proizvodnji, u sredstva za zaštitu bilja ubrajaju se i sredstva koja utječu na životne procese biljaka drugačije od hranjivih tvari → regulatori rasta bilja (auksini, citokinini, giberelini, etilen i apscizinska kiselina).

Štetne organizme (nametnike) koje se suzbija u biljnoj proizvodnji moguće je podijeliti u tri skupine – štetne životinje ili štetnike, biljne patogene (uzročnike bolesti bilja) i korove (slika 3).



Slika 3. Podjela štetnih organizama u biljnoj proizvodnji i sredstva za njihovo suzbijanje

(*u bakterije se nekada ubrajaju i mikoplazme, fitoplazme i rikecije; ** virusi nisu organizmi niti postoje sredstva za njihovo suzbijanje)

Postoje i drugi kriteriji prema kojima je moguće podijeliti sredstva za zaštitu bilja – prema podrijetlu, pokretljivosti nakon aplikacije, otrovnosti i dr.

Podrijetlo sredstava za zaštitu bilja

Prema podrijetlu sredstva za zaštitu bilja za dijeli na biološka i kemijska. Biološka sredstva za zaštitu bilja su uglavnom živi organizmi (npr. predatori ili paraziti štetnika, patogeni štetnih organizama i dr.), produkti ili metaboliti živih organizama, te sredstva nastala preradom živih organizama. Oni čine većinu sredstava za zaštitu bilja dozvoljenih u ekološkoj (isto što i organskoj ili biološkoj) biljnoj proizvodnji. Kemijska sredstva ne postoje u prirodi, nego su izumljene u laboratorijima.

Sredstva za zaštitu bilja na hrani

Neovisno o podrijetlu, sredstva za zaštitu bilja razlikuju se i prema otrovnosti. Ovisno o stupnju otrovnosti, ograničava se njihova uporaba. Ispravnom uporabom pesticida osigurava se uzgoj zdravstveno ispravne hrane, koja uopće ne sadrži ostatke (rezidue) pesticida ili su oni niži od najviše (maksimalno) dozvoljene razine ostataka - MRO (engl. *Maximum Residue Level – MRL*), koju određuju stručnjaci za toksikologiju, medicinu, nutricionizam i agronomiju. Ako hrana sadrži ostatke SZB u dopuštenim količinama (izražava se u mg rezidua na kg hrane ili ppm) hrana je sigurna za svakodnevnu konzumaciju.

Zdravstveno neispravna hrana sadrži ostatke primijenjenih agrokemikalija u količinama višim od najviše dozvoljenih

razina ostataka (MRO). Takva hrana mora se ukloniti s tržišta. Hrana koja sadrži ostatke pesticida u količini nižoj od MRO nema nikakav poznati štetni utjecaj na zdravlje ljudi.

Pokretljivost sredstava za zaštitu bilja nakon aplikacije

Za uspjeh u suzbijanju štetnih organizama jako važno je poznavati pokretljivost sredstava za zaštitu bilja nakon primjene (aplikacije).

Sredstva za zaštitu bilja koja nakon što dospiju na biljku, ulaze u nju i translociraju se u netretirane organe nazivaju se sistemična ili translokacijska sredstva. Neka sistemična sredstva za zaštitu bilja bolje se translociraju floemom, neka ksilemom, a postoje i sredstva koja se podjednako translociraju s oba provodna sustava. Ova sredstva posebno su prikladna za suzbijanje višegodišnjih korova koji imaju razvijene podzemne dijelove iz kojih se regeneriraju, štetnike koji sišu i sl. Takvi su i selektivni zoocidi koji ne djeluju na štetnike koji se ne hrane tretiranom biljkom. Većina sistemičnih sredstava za zaštitu biljke ulazi u provodni sustav biljke 2-3 sata nakon što dospiju na površinu biljke. Nakon tog vremena ih kiša više ne može isprati.

Sredstva koja nemaju svojstvo translokacije su površinski aktivna ili kontaktna sredstva za zaštitu bilja. Ona djeluju na mjestu na koja su nanosena i ne ulaze u biljku. Prikladna su za sprečavanje (prevenciju) napada štetnih organizama.

2. POTREBA ZA PRIMJENOM SREDTVA ZA ZAŠTITU BILJA

Proces zaštite bilja od štetnih organizama sastoji se od više faza:

1. određivanje pojave i vrste (determinacija) štetnika i korova, odnosno uvjeta za infekciju biljnim patogenima
2. utvrđivanje potrebe za suzbijanjem štetnih organizama
3. odabir najprikladnijeg dozvoljenog (mora biti registrirano za tu namjenu) sredstva za zaštitu bilja prema vrsti i razvojnom stadiju biljke koji se štiti, vremenu primjene, vrsti i razvojnom stadiju štetnog organizma
4. odabir najprikladnije tehnike primjene (aplikacije) sredstva za zaštitu bilja (pesticida) bilja (ovisno o vrsti i razvojnom stadiju biljke koji se štiti, vremenu primjene, vrsti i razvojnom stadiju štetnog organizma)
5. izračunavanje parametara neophodnih za uspješnu aplikaciju pesticida i podešavanje uređaja za aplikaciju pesticida prema izračunatim parametrima (uključujući punjenje uređaja pesticidom)
6. aplikacija pesticida
7. zbrinjavanje ambalaže pesticida
8. kontrola uspješnosti suzbijanja štetnih organizama.

Za razumijevanje ovog procesa potrebna su znanja iz svih područja fitomedicine: aplikacije pesticida, fitofarmacije, fitopatologije (znanost o biljnim patogenima), herbologije (znanost o korovima), te entomologije (znanost o

kukcima), akarologije (znanost o grinjama) i dr. (tablica 1.)

Tablica 1. Proces zaštite bilja od štetnih organizama i potrebna znanja

Faze zaštite bilja:	Znanstvene discipline:
1. Određivanje potrebe za primjenom SZB	Fitopatologija, herbologija, entomologija i dr.
2. Određivanje SZB i optimalnog roka suzbijanja	Fitofarmacija
3. Određivanje optimalne tehnike aplikacije	Aplikacija pesticida
4. Aplikacija (primjena) SZB	
5. Zbrinjavanje iskorištene ambalaže	Ekotoksikologija

Određivanje potrebe za suzbijanjem

Za određivanje potrebe za provođenje mjera suzbijanja štetnih organizama potrebno je odrediti njihovu vrstu i brojnost te razvojni stadij.

Suzbijanje štetnih organizama sredstvima za zaštitu bilja provodi se ako ne postoje druge (nepesticidne) metode suzbijanja štetnih organizama i ako je financijski isplativo. Trošak njihove primjene ne smije biti viši od vrijednosti spriječenog gubitka.

Brojnost štetnika određuje se različitim metodama ovisno o vrsti štetnih organizama i biljke koju se želi zaštititi. Obično se određuje brojanjem jedinki na zaraženim organima, različitim klopnama, određenom volumenu tla i dr.

Brojnost korova obično se izražava njihovom gustoćom – brojem biljaka korovnih vrsta na određenoj površini.

Kod fitopatogenih gljiva obično se prognozira pojava infekcije. Za infekciju je potreban vlažan list na kojem, uz određenu kombinaciju relativne vlage zraka i temperature, može nastati infekcija koju uzrokuju pojedine vrste gljiva. Što su okolišni uvjeti povoljniji za klijanje spore, vrijeme potrebno za infekciju je kraće (i obrnuto).

Vrijeme primjene sredstava za zaštitu bilja

Usporedi li se vrijeme primjene sredstava za zaštitu bilja s pojavom štetnih organizama razlikuje se:

1. preventivna primjena
2. kurativna primjena i
3. eradikativna primjena.

Preventivna primjena sredstva za zaštitu bilja je prije pojave štetnih organizama.

Kurativna primjena je nakon pojave štetnika, infekcije biljnim patogenom ili nicanja korova.

Eradikativna primjena se odnosi na iskorjenjivanje štetnih organizama na nekoj površini.

3. FORMULACIJE SREDSTAVA ZA ZAŠTITU BILJA

Aktivne tvari sredstava za zaštitu bilja su umjetno sintetizirane kemikalije, minerali prirodnog podrijetla (npr. bakar i sumpor), proizvodi metabolizma živih organizama ili živi organizmi koji djeluju na štetne organizme na način da ih ubijaju, čine bezopasnim ili odbijaju s biljaka koje želimo zaštititi.

Aktivne tvari često nisu prikladne za izravnu samostalnu primjenu, pa im se dodaju pomoćne tvari, koje olakšavaju njihovo čuvanje i skladištenje, transport, primjenu i poboljšavaju njihovu učinkovitost, usporavaju razgradnju, smanjuju štetno djelovanje i dr.

Nazivi kemijski sintetiziranih aktivnih tvari uređeni su prema standardnoj kemijskoj nomenklaturi koju definira Međunarodna unija čiste i primijenjene kemije (engl. *The International Union of Pure and Applied Chemistry – IUPAC*). Takvi nazivi su previše kompleksni za svakodnevnu uporabu u poljoprivredi pa im se dodjeljuju novi, skraćeni nazivi. Ti jednostavniji nazivi - uobičajeni ili kolokvijalni nazivi (engl. *common names*) usklađuju se s Međunarodnom organizacijom za standardizaciju (engl. *International Organization for Standardization - ISO*) putem standarda ISO 257. Za uobičajena imena koriste se kratki, prepoznatljivi, karakteristični i lako izgovorljivi nazivi, prihvatljivi internacionalnoj upotrebi (ne radi se o nazivima na engleskom jeziku). Zato se umjesto „ph“ u nazivima koristi „f“, umjesto „th“ koristi se „t“ (izuzetak su „thrin“ i „thiuron“), ali se i dalje koriste sufixi „-phenyl“ i „-methyl“ (Tablica 2.).

Tablica 2. Primjeri naziva aktivnih stvari prema različitim standardima

Aktivna tvar prema IUPAC	Uobičajeni naziv prema ISO 257
N-(fosfonometil)glicin	glyphosate
N-{1-[(6-kloro-3-piridil)metil]-4,5-dihidroimidazol-2-il}nitramide	imidaclopride
(3aR,7aS)-2-[(triklorometil)sulfanil]-3a,4,7,7a-tetrahidro-1H-izoindole-1,3(2H)-dion	captan

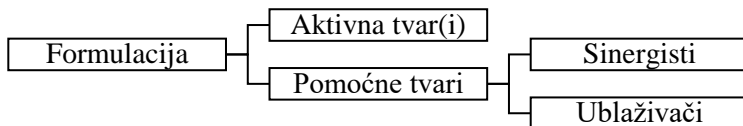
Kod nas još uvijek prevladava praksa naslijeđena iz SFR Jugoslavije u kojoj se ovi nazivi prilagođavaju u fonetski oblik (npr. prevođenje naziva imidacloprid u imidakloprid, captan u kaptan, acephate u acefat i sl.).

S obzirom na to da se uobičajena imena aktivnih stvari koriste u slobodnoj upotrebi, ona ne smiju postati zaštićena imena (verbalni žig, engl. *registered trade mark*). Zaštićuju se imena pripravaka – konačnih proizvoda koji se na tržištu prodaju pod određenim, prepoznatljivim nazivima.

Aktivna tvar zajedno s pomoćnim tvarima čini konačni oblik u kojem se sredstvo za zaštitu bilja stavlja na tržište – formulaciju sredstva za zaštitu bilja (slika 4).

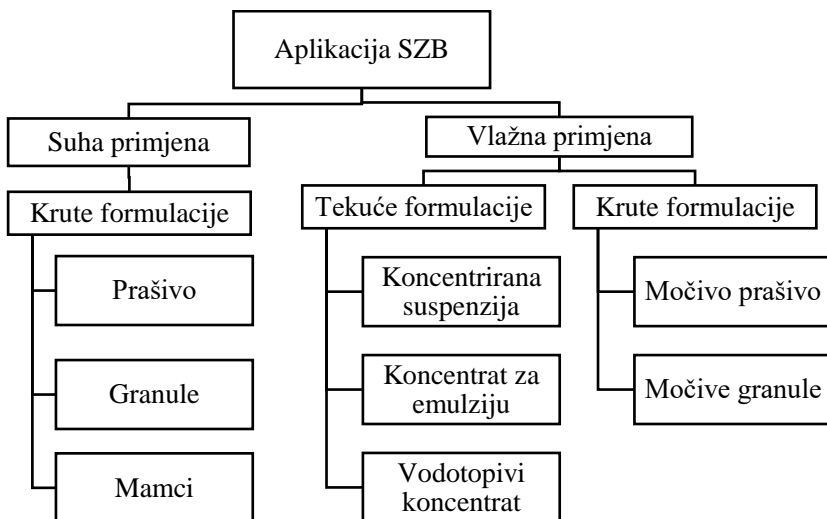
Ovisno o načinu na koji djeluju u formulaciji, pomoćne tvari ili koformulanti dijele se na sinergiste (poboljšavaju

željeno djelovanje) i ublaživače (sprječavaju štetno djelovanje).



Slika 4. Osnovni sadržaj formulacija sredstva za zaštitu bilja

Formulacije u kojim se aktivne tvari pripremaju za pripravke koji se stavljaju na tržište razlikuju se prema fizikalno-kemijskim svojstvima. Najjednostavnije ih je podijeliti prema agregatnom stanju i načinu primjene (aplikacije) (slika 5.).



Slika 5. Najčešće formulacije sredstava za zaštitu bilja

Formulacije namijenjene za „suhu primjenu“ izravno se primjenjuju na poljoprivrednoj površini. Formulacije namijenjene za „vlažnu primjenu“ se prije upotrebe pomiješaju su vodom u tzv. škropivo koje se potom primjenjuje prskanjem ili orošavanjem.

4. DOZVOLJENA PRIMJENA SREDSTAVA ZA ZAŠTITU BILJA

Svaka aktivna tvar pesticida koje se koristi na tržištu Europske unije mora biti odobrena od regulatornih tijela. Na osnovu tog odobrenja, države članice mogu registrirati pripravke za uporabu na svom teritoriju. Svaka registracija pripravka za zaštitu bilja sadrži:

- naziv pripravka
- naziv i udio aktivne tvari
- tip formulacije
- namjenu sredstva (npr. insekticid, herbicid, fungicid i dr.)
- način djelovanja (kontaktno ili sistemično sredstvo)
- način uporabe (prskanje, rasipanje granula i dr.)
- tip korisnika (profesionalni ili amaterski)
- kulture na kojima je dozvoljeno i dr.

Za svaku pojedinu kulturu na kojoj je dozvoljena primjena sredstva za zaštitu bilja obavezno se navode sljedeći podaci:

- vrsta štetnog organizma
- najviša dopuštena razina ostataka sredstva na tretiranoj biljci u vrijeme stavljanja u promet
- najveći dopušteni broj tretiranja u vegetaciji i dr.
- doza i/ili koncentracija
- karenca.

Sredstvo za zaštitu bilja mora se koristiti prema uputama navedenim na deklaraciji, a ona prikazuju podatke iz Registracije sredstva za zaštitu bilja važne za izravnog korisnika. Pritom je jako važno voditi računa da se sredstvo za zaštitu bilja smije koristiti samo na onim kulturama koje su navedene u Registraciji sredstva za zaštitu bilja koju izdaje ministarstvo poljoprivrede države članice.

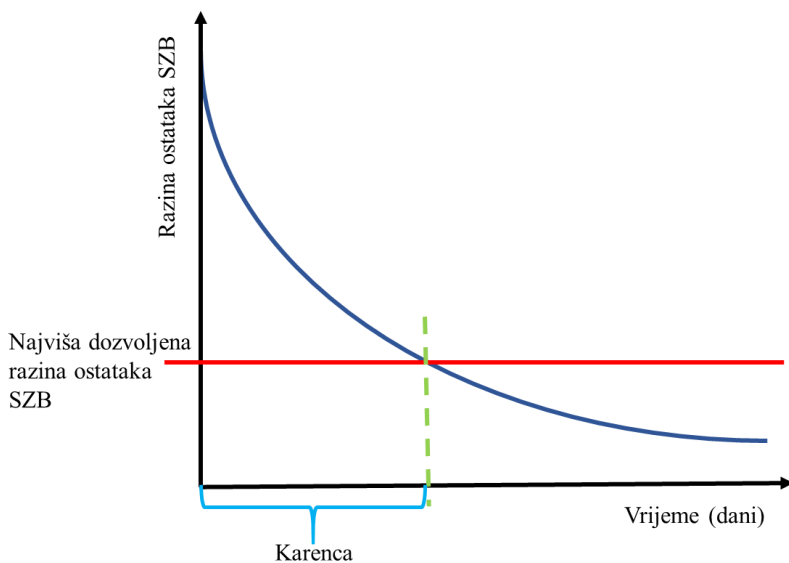
Ako je određeno sredstvo registrirano za zaštitu više različitih kultura, onda se za svaku pojedinu kulturu propisuju doza (ili koncentracija), najviša dozvoljena razina ostataka (MRO), karenca i najviši broj tretiranja u vegetaciji.

Prilikom svake primjene sredstva za zaštitu bilja mora se voditi računa o poštivanju doze ili koncentracije (ovisno što je propisano) i karence.

Karenca

Hrana koja stavlja na tržište ne smije sadržavati količine ostataka sredstva za zaštitu bilja u iznosu jednakom ili višem od najviše dozvoljene razine ostataka. MRO se određuje za svaku aktivnu tvar na svakoj kulturi na kojoj se smije koristiti. Osoba koja koristi sredstva za zaštitu bilja ne može samostalno kontrolirati razinu ostataka SZB koje koristi, ali može biti sigurna da neće prekoračiti MRO ako se pridržava propisane doze ili koncentracije i karence.

Karenca je najkraće vrijeme koje mora proći između svake primjene sredstva za zaštitu bilja i prikupljanja dijelova biljaka koji se stavljaju na tržište. Za vrijeme trajanja karence razina ostataka sredstava za zaštitu bilja koje je primijenjeno u propisanoj dozi ili koncentraciji razgradit će ispod razine MRO, a često i u potpunosti (slika 6.).



Slika 6. Razgradnja ostataka pesticida ispod MRO za vrijeme trajanja karenca

Ako je primijenjeno više različitih pripravaka, potrebno je poštivati karenca za svaki od njih, sve dok ne prođe najkasniji datum na koji ističe karenca.

5. DOZA I KONCENTRACIJA

Svako sredstvo za zaštitu bilja koje je primijenjeno sukladno svojoj registraciji mora biti učinkovito u suzbijanju štetnih organizama, neškodljivo za tretiranu biljku, konzumente tretirane hrane i za okoliš.

Štetno djelovanje agrokemikalija (gnojiva i sredstava za zaštitu bilja) na tretirane biljke naziva se fitotoksičnost.

Doza

Doza je količina sredstva za zaštitu bilja (pripravka) određena za primjenu na određenoj kulturi sa ciljem suzbijanja određenih štetnih organizama. Ovisno o formulaciji pripravka izražava se u kilogramima ili litrama po površini izraženoj u hektarima na kojoj se uzgaja bilje (kg/ha ili l/ha).

Potrebno je razlikovati dozu pripravka od doze aktivne tvari. Doza aktivne tvari (a. t.) računa se prema sljedećoj formuli:

$$\begin{aligned} \text{doza aktivne tvari} \\ &= \text{doza pripravka} \\ &\times \text{udio aktivne tvari u pripravku} \end{aligned}$$

Primjer 1. Pripravak „Rogor 40“ se primjenjuje u dozi od 0,5 l/ha. Sadrži 40% a aktivne tvari dimethoate (dimetoat). Izračunajte dozu aktivne tvari

$$\text{doza} = 0,5 \text{ l/ha}$$

$$\underline{\text{udio a. t. u pripravku} = 40\%}$$

$$\text{Doza a. t.} = ?$$

$$\text{doza a. t.} = \text{doza pripravka} \times \text{udio a. t.}$$

$$\text{doza aktivne tvari} = 0,5 \frac{\text{l}}{\text{ha}} \times 40\% = 0,2 \text{ l (kg)/ha}$$

U evidenciji uporabe sredstava za zaštitu bilja potrebno je zabilježiti ukupnu količinu pripravka i aktivne tvari koji su primijenjeni na određenoj površini (P). Računaju se prema formulama:

$$\begin{aligned} & \text{Količina primijenjenog pripravka} \\ & = \text{doza pripravka} \times \text{površina} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Količina primijenjene aktivne tvari} \\ & = \text{doza aktivne tvari} \times \text{površina} \end{aligned}$$

Primjer 2. Izračunajte koje količinu pripravka „Rogor 40“ (doza 0,5 l/ha) i aktivne tvari dimethoate (udio 40%) ste koristili za tretiranje površine od 7,5 ha. Vidite i prethodni zadatak.

$$P=7,5 \text{ ha}$$

$$\text{doza}=0,5 \text{ l/ha}$$

$$\underline{\text{udio a. t. u pripravku} = 40\%}$$

$$\text{Količina primijenjenog pripravka}=?$$

$$\text{Količina primijenjene a. t.}=?$$

$$\begin{aligned} \text{Količina primijenjenog pripravka} &= 0,5 \frac{\text{l}}{\text{ha}} \times 7,5 \text{ ha} \\ &= 3,75 \text{ l} \end{aligned}$$

$$\text{Količina primijenjene a. t.} = 0,2 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \times 7,5 \text{ ha} = 1,5 \frac{\text{kg}}{\text{ha}}$$

Pripravci koji se na tržište dolaze u formulacijama namijenjenim za „suhu“ aplikaciju (npr. prašiva i granule) obično imaju više doze nego pripravci koji su u formulacijama namijenjenim za „vlažnu“ aplikaciju. Formulacije za „suhu“ aplikaciju se izravno primjenjuje po cijeloj površini, „u trake“ (širina par cm sa svake strane reda) ili uz samo sjeme („spot“ aplikacija).

Formulacije za „vlažnu“ aplikaciju se prije tretiranja pomiješaju s vodom nakon čega nastaje škropivo koje se primjenjuje obično prskanjem ili orošavanjem.

Utrošak škropiva

S obzirom da je propisana doza sredstava za zaštitu bilja relativno mala (obično nekoliko kg ili L/ha) čisto sredstvo za zaštitu bilja nije moguće ravnomjerno rasporediti po cijeloj površini. Zato se prije „vlažne“ primjene pripravak pomiješa s vodom, uslijed čega nastaje škropivo određene koncentracije. Koristi se ona količina škropiva koja omogućuje kvalitetnu distribuciju po cijeloj tretiranoj površini. Premala količina škropiva ne omogućuje dovoljno kvalitetnu distribuciju sredstva za zaštitu bilja, dok prevelika količina škropiva može izazvati otjecanje škropiva s tretiranih biljaka na tlo.

Potrebna količina škropiva povećava se što tretirana kultura ima više biljne mase. Količina biljne mase varira kroz vegetaciju o čemu treba voditi računa kod određivanja volumena škropiva.

Na poljskim usjevima se preporuča utrošak škropiva od približno 200 l/ha ili nešto više. U kulturama koje imaju

više biljne mase koju je potrebno tretirati (npr. voćnjaci) koristi se veća količina škropiva.

Postoje različiti kriteriji definiranja utroška škropiva, a najčešće korišteni prikazan je u tablici 2.

Tablica 2. Orijentacijski utrošci škropiva u različitim tipovima nasada

Opis utroška škropiva	Kulture visokog habitusa	Poljski nasadi
Visoki utrošak	>1000 l/ha	>600 l/ha
Srednji utrošak	500-1000 l/ha	200-600 l/ha
Niski utrošak	200-500 l/ha	50-200 l/ha
Vrlo niski utrošak	50-200 l/ha	5-50 l/ha
Ultra niski utrošak	5-50 l/ha	1-5 l/ha
Ultra ultra niski utrošak	<5 l/ha	<1 l/ha

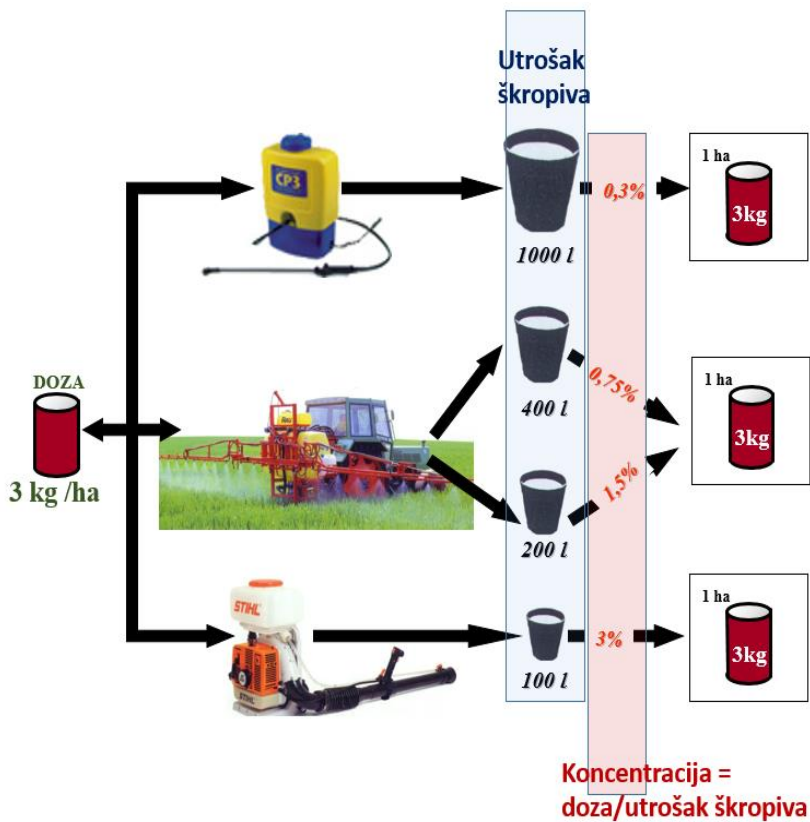
Ultra niski utrošci škropiva primjenjuju se posebnim tehnikama (npr. zamagljivanjem).

Koncentracija

U fitomedicini se koncentracija opisuje kao udio pripravka u škropivu:

$$\text{Koncentracija [\%]} = \frac{\text{doza } \left[\frac{l}{ha} \right]}{\text{utrošak škropiva (Q) } \left[\frac{l}{ha} \right]} \times 100$$

Utrošak škropiva ovisi o vrsti, razvojnom stadiju i načinu uzgoja kultiviranih biljaka predviđenih za zaštitu, vrsti i razvojnom stadiju štetnih organizama koje se suzbija, opremi za aplikaciju SZB i površini koja se tretira. Neovisno o utrošku škropiva, mora se pridržavati propisane doze. Uz nepromijenjenu dozu, s promjenom utroška škropiva mijenja se koncentracija (slika 6).



Slika 6. Primjeri različitog utroška škropiva i koncentracije kod različitih tehnika aplikacije SZB

Primjer 3. Izračunajte koncentraciju pripravka čija je doza 0,2 l/ha ako se koristi u škropivu s 200 l vode.

doza = 0,2 l/ha

Q = 200 l/ha

konc.=?

$$\textit{konc.} = \frac{\textit{doza}}{Q} \times 100 = \frac{0,2 \textit{ l/ha}}{200 \textit{ l/ha}} \times 100 = 0,1\%$$

Propisana koncentracija

Doza pesticida se uvijek koristi kod izražavanja dozvoljene količine sredstva za zaštitu bilja za suzbijanje štetnih organizama u poljskim kulturama. Takva je većina ratarskih, povrćarskih i cvjetnih kultura, dio voćarskih kultura, ukrasnog i ljekovitog bilja te nepoljoprivrednih površina. Kod njih je relativno jednostavno izraziti dozu u odnosu na dvodimenzionalnu plohu.

Kulture višeg habitusa (voćke, vinova loza, neke vrste ukrasnog i ljekovitog bilja) imaju različite mogu imati jako različite količine (volumene) biljne mase koju treba tretirati. Primjerice, jedan isti voćnjak nema istu količinu biljne mase koju je potrebno zaštititi u prvoj i sedmoj godini uzgoja iako je stalno na istoj površini. S povećanjem biljne mase koju je potrebno tretirati raste i potreban utrošak škropiva. Zato se za zaštitu takvih nasada umjesto doze **propisuje koncentracija**. Utrošak škropiva koji se pritom primjenjuje određuje sama osoba koja

provodi tretiranje. Pritom određuje optimalnu količinu škropiva koja se s postojećom opremom može nanijeti na tretirane organe u količini da budu temeljito navlaženi škropivom, a da pritom ne cure s tretiranih organa – do točke otjecanja. **Točkom otjecanja** smatra se pojava kada se kapljice škropiva na tretiranom dijelu biljke počnu spajati i nagomilavati na rubovima.

Primjer 4. Za tretiranje 2 ha voćnjaka utvrđena je optimalni utrošak škropiva (do „točke otjecanja“) od 500 l/ha. Propisana koncentracija sredstva za zaštitu bilja je 0,1%, a sadržaj aktivne tvari u pripravku je 20%.

Odredite koliko pripravka trebate staviti u spremnik uređaja za aplikaciju SZB koji ima zapremninu od 1000 l.

Izračunajte koliko ste utrošili aktivne tvari prilikom tretiranja.

$P=2 \text{ ha}$

$Q=500 \text{ l/ha}$

$V \text{ spremnika}=1000 \text{ l}$

$Konc.=0,1\%$

$Udio \text{ a.t. u pripravku}=20\%$

$Kol. \text{ pripravka u spremniku}=?$

$Količina \text{ primijenjenog pripravka}=?$

$Količina \text{ primijenjene a.t.}=?$

$$\begin{aligned} \text{Kol. pripravka u spremniku} \\ = V \text{ spremnika} \times \text{koncentracija} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kol. pripravka u spremniku} &= 1000 \text{ l} \times 0,1\% \\ &= 1000 \text{ l} \times \frac{0,1}{100} = 1 \text{ l} \end{aligned}$$

Uz poznavanje koncentracije i utroška škropiva izračunava se i doza:

$$\begin{aligned} \text{doza} &= \text{konc.} \times Q \\ \text{doza} &= \frac{0,1}{100} \times 500 \frac{\text{l}}{\text{ha}} = 0,5 \frac{\text{l}}{\text{ha}} \end{aligned}$$

Poznajući dozu i površinu, izračunava se i količina pripravka i aktivne tvari utrošeni na tretiranoj površini:

$$\begin{aligned} \text{Količina primjenjenog pripravka} &= \text{doza} \times P \\ &= 0,5 \frac{\text{l}}{\text{ha}} \times 2 \text{ ha} = 1 \text{ l} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Količina primjenjene a. t.} \\ = \text{količina primjenjenog pripravka} \\ \times \text{udio a. t.} = 1 \text{ l} \times 20\% = 0,2 \text{ kg (l)} \end{aligned}$$

U Primjeru 4. je bilo jednostavno izračunati tražene parametre jer je u potpuno ispunjen spremnik bio dovoljan za provedbu tretiranja. U praksi često nije tako, nego je potrebno više puta puniti spremnik različitom količinom

škropiva, kao što je prikazano u Primjeru 5. Potrebno je odrediti koliko pripravka je potrebno staviti u spremnik svaki puta prije tretiranja. Treba voditi računa da se stalno prska istom brzinom i pri istom radnom tlaku. Da bi se cijelo vrijeme poštivala propisana doza, koncentracija se ne mijenja, a količina pripravka izračunava prema količini vode u spremniku.

Primjer 5. Pripravkom čija je doza 1,5 l/ha planirate prskati površinu od 11 ha uz utrošak škropiva 300 l/ha. koristeći uređaj zapremnine spremnika od 500 l. Izračunajte koliko puta trebate puniti spremnik i koliko pripravka trebate pomiješati s koliko vode svaki puta. Izračunajte koliko vode, pripravka i aktivne tvari trebate za takvo tretiranje. Udio aktivne tvari u pripravku je 40%

$$\text{doza} = 1,5 \text{ l/ha}$$

$$\text{udio a.t. u pripravku} = 40\%$$

$$P = 11 \text{ ha}$$

$$Q = 300 \text{ l/ha}$$

$$\underline{V \text{ spremnika} = 500 \text{ l}}$$

$$\text{konc.} = ?$$

$$\text{Ukupna kol. pripravka} = ?$$

$$\text{Ukupna kol. vode} = ?$$

$$\text{Kol. pripravka u spremniku} = ?$$

$$\text{Ukupna kol. a.t.} = ?$$

$$\text{konc.} = \frac{\text{doza}}{Q} \times 100 = \frac{1,5 \text{ l/ha}}{300 \text{ l/ha}} \times 100 = 0,5\%$$

$$\begin{aligned} \text{Količina primjenjenog pripravka} &= \text{doza} \times P \\ &= 1,5 \frac{l}{ha} \times 11 \text{ ha} = 16,5 \text{ l} \end{aligned}$$

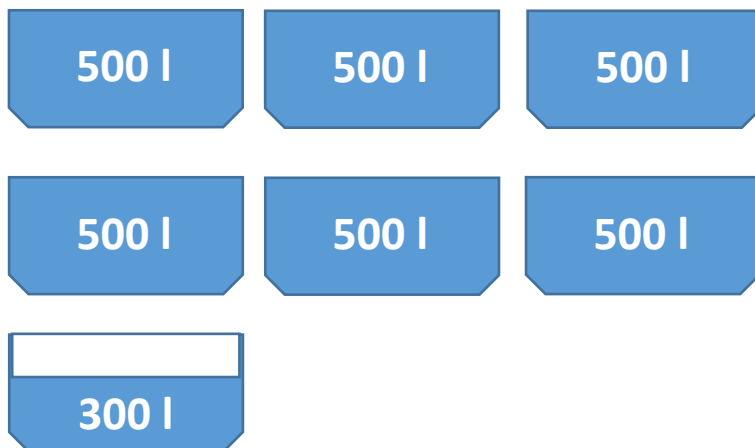
$$\begin{aligned} \text{Ukupna količina vode} &= Q \times P = 300 \frac{l}{ha} \times 11 \text{ ha} \\ &= 3300 \text{ l} \end{aligned}$$

Za pripremu izračunate ukupne količinu vode potrebno je više puta puniti spremnik uređaja za aplikaciju:

$$\begin{aligned} \text{Broj punjenja spremnika (N)} \\ &= \frac{\text{Ukupna količina vode}}{V \text{ spremnika}} \end{aligned}$$

$$N = \frac{3300 \text{ l}}{500} = 6,6$$

U ovom primjeru je potrebno spremnik u potpunosti ispuniti 5 puta a jedan puta do 60% volumena, što je prikazano i grafički:



$$Ukupna količina vode = 6 \times 500 \text{ l} + 1 \times 300 \text{ l} = 3300 \text{ l}$$

U svakom spremniku mora biti jednaka koncentracija:

$$\begin{aligned} \text{Koncentracija [\%]} \frac{\text{doza}}{Q} \times 100 &= \frac{1,5 \text{ l/ha}}{300 \text{ l/ha}} \times 100 \\ &= 0,5\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kol. pripravka u spremniku} \\ &= V \text{ spremnika} \times \text{koncentracija} \end{aligned}$$

$$6 \times \text{Kol. pripravka} = 0,5\% \times \begin{array}{c} \text{500 l} \end{array} = 2,5 \text{ l}$$

$$1 \times \text{Kol. pripravka} = 0,5\% \times \begin{array}{c} \text{300 l} \end{array} = 1,5 \text{ l}$$

$$Ukupna količina pripravka = 6 \times 2,5 \text{ l} + 1 \times 1,5 \text{ l} = 16,5 \text{ l}$$

Ukupnu količinu pripravka moguće je izračunati i kao:

$$\begin{aligned} \text{Ukupna količina primjenjenog pripravka} \\ &= \text{doza} \times P = 1,5 \frac{\text{l}}{\text{ha}} \times 11 \text{ ha} = 16,5 \text{ l} \end{aligned}$$

Količina primjenjene a. t.

$$\begin{aligned} &= \text{količina primjenjenog pripravka} \\ &\times \text{udio a. t.} = 16,5 \text{ l} \times 40\% = 6,6 \text{ kg (l)} \end{aligned}$$

6. OSNOVNE TEHNIKE APLIKACIJE SREDSTAVA ZA ZAŠTITU BILJA

Sredstva za zaštitu bilja moguće je primijeniti u suhom ili u vlažnom obliku. Većina sredstava za zaštitu poljoprivrednog i ukrasnog bilja te tretiranje javnih površina primjenjuju se u vlažnom obliku, na način da se prije uporabe pomiješaju s vodom. Nakon toga se primjenjuju prskanjem ili orošavanjem, puno rjeđe zamagljivanjem ili drugim specijalnim tehnikama. Sredstva za zaštitu bilja znatno rjeđe se koriste u suhom obliku – primjenom granula, prašiva, mamaca i dr.

Tvorba kapljica za aplikaciju u vlažnom obliku

Uspješna primjena sredstava za zaštitu bilja nanošenjem škropiva po cilju tretiranja ovisi o kvalitetnoj distribuciji kapljica po površini predviđenoj za tretiranje. Što je manji promjer kapljica moguće je s istim volumenom škropiva tretirati veću površinu (tablica 3).

Tablica 3. Teoretska gustoća kapljica različitog promjera

Promjer kapljice (μm)	Teoretski broj kapi/ cm^2
10	19 099
20	2 387
50	153
100	19
200	2,4
400	0,298
1000	0,019

(Prema Matthews, G.A. (2000). Pesticide Application Methods. Blackwell Science Ltd.)

Veliki rizik uslijed uporabe presitnih i prekrupnih kapljica je **zanošenje kapljica** s površina koje su cilj tretiranja na neciljane površine. Engleski naziv za zanošenje je *drift*, a taj se izraz ustalio i kod nas za opisivanje zanošenje pesticida. Presitne kapljice (ali i prašivo) vjetar lako odnosi s tretirane na netretirane površine – egzodrift. Prekrupne kapljice lako kliznu s lista na tlo – endodrift. Zato je potrebno pravilno odabrati promjer kapljica (tablica 4.) kako bi se postigla uspješna aplikacija sredstava za zaštitu bilja.

Tablica 4. Klasifikacija mlaza prema promjeru kapljica

Volumni medijalni dijametar kapi (μm)	Klasifikacija mlaza
<50	Aerosol
51-100	Magla
101-200	Fini mlaz
201-400	Srednji mlaz
>400	Grubi mlaz

(Prema Matthews, G.A. (2000). Pesticide Application Methods. Blackwell Science Ltd.)

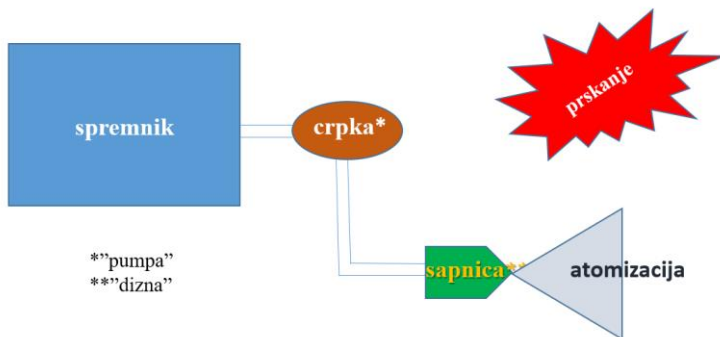
Prilikom aplikacije sredstava za zaštitu bilja nastoji se dobiti mlaz kapljica što ujednačenijeg promjera. Da bi se uopće postigla atomizacija kompaktnog mlaza tekućine (škropiva) na kapi željene veličine potrebno je uložiti energiju.

Ovisno o načinu nastanka kapi postoje različiti tipovi dezintegracije kompaktnog mlaza škropiva na kapi:

1. hidraulička (tlačna) atomizacija (slika 7)
2. pneumatska (zračna) atomizacija (slika 8)
3. hidraulično-tlačna atomizacija (slika 9)
4. centrifugalna atomizacija (slika 10).

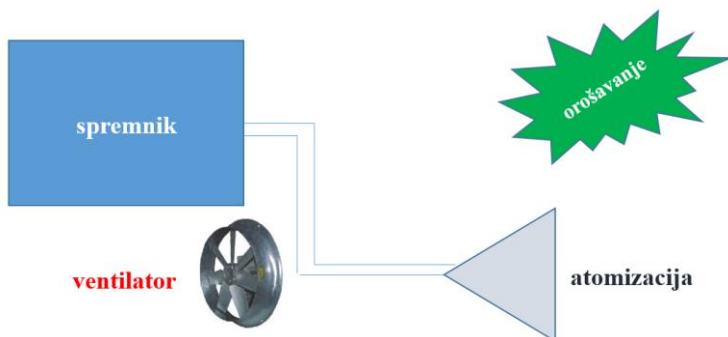
Promjer kapljica je najveći kod tlačne atomizacije, manji kod tlačno-pneumatske, još manji kod tlačno-pneumatske a najsitniji kod centrifugalne atomizacije.

Tlak škropiva potreban za tlačnu atomizaciju stvara crpka („pumpa“) koje se u sapnicama („diznama“) atomizira na mlaz kapljica.



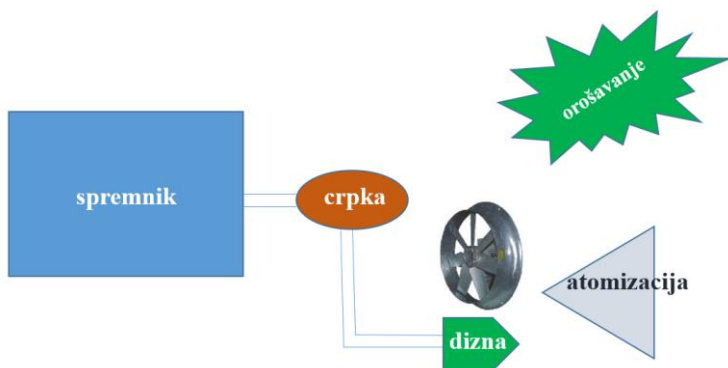
Slika 7. Shematski prikaz tlačne (hidrauličke) atomizacije - prskanje

Kod pneumatske (zračne) atomizacije ventilator stvara struju zraka koja usitnjava i usmjerava (nosi).



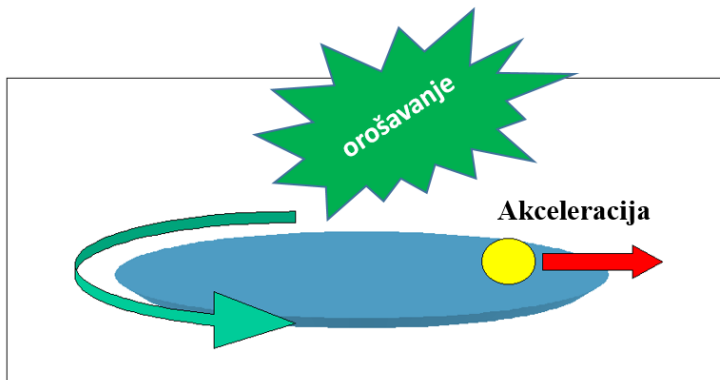
Slika 8. Shematski prikaz zračne (pneumatske) atomizacije - orošavanje

Kod većine atomizera koji se koriste u voćnjacima i vinogradima koristi se tlačno-pneumatska atomizacija. Crpka stvara tlak koji uzrokuje atomizaciju kompaktnog mlaza škropiva na kapljice u sapnicama. Te kapljice nosi struja zraka do željenog cilja tretiranja.



Slika 9. Shematski prikaz zračne (pneumatske) atomizacije - orošavanje

Postoji i centrifugalna atomizacija, kod koje brzina rotacije diska na koji dopijeva kompaktni mlaz uzrokuje nastanak sitnih kapljica. Ova tehnika se rjeđe koristi od tri ranije opisane.

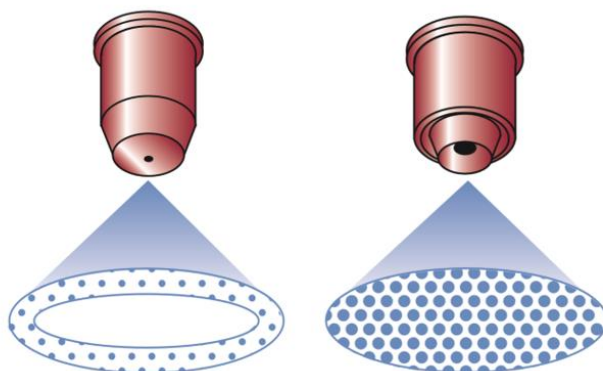


Slika 10. Shematski prikaz centrifugalne atomizacije –

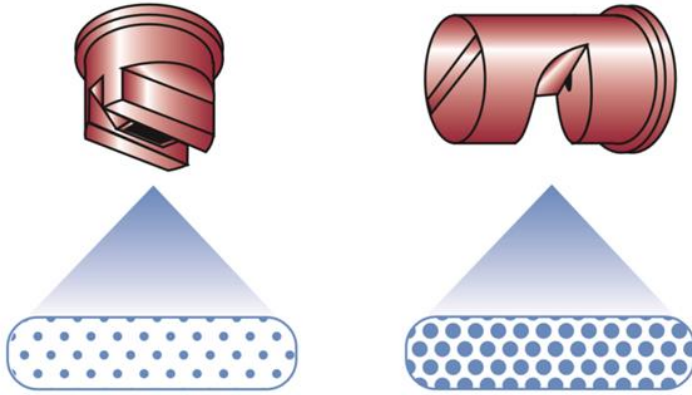
Prskanje

Kapi za prskanje nastaju uslijede tlačne (hidrauličke) atomizacije. Obično su promjera većeg od 150 μm (0,15 mm) i koriste se u poljskim usjevima (ratarskim kulturama, brojnom povrću i ukrasnom bilju, travnjacima, ali i nekom voćnim vrstama poput jagode), te za primjenu herbicida. Promjer kapi uvelike ovisi o tlaku – viši tlak uzrokuje tvorbu sitnijih kapljica. Osim tlaka, promjer kapi ovisi i o sapnicama (njem. *Düse*, engl. *Nozzle*).

Škropivo, pod tlakom kojeg stvara crpka, dolazi do završnog dijela sustava cijevi na prskalici i izlazi iz njih u obliku kapljica određene veličine koje stvaraju mlaz konusnog ili lepezastog oblika (slika 11).



Slika 11. Sapnica sa šupljim (lijevo) i punim (desno) konusnim mlazom

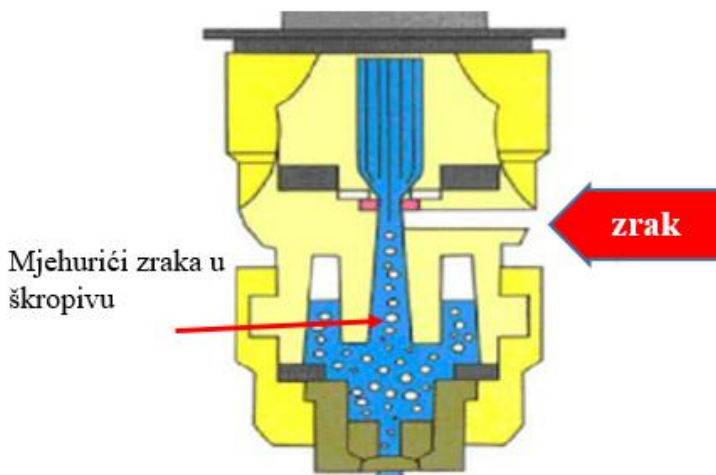


Slika 11. Standardna (lijevo) i deflektirajuća (desno) sapnica za lepezasti mlaz

Sapnice s lepezastim mlazom se češće koriste za primjenu herbicida, a sapnice s konusnim mlazom za primjenu fungicida i insekticida,

Sitnijim kapljicama postiže se bolja pokrivenost tretirane površine (npr. lista) što je neophodno za primjenu sredstava za zaštitu bilja s površinskim (kontaktnim) djelovanjem, posebno fungicida i insekticida. Krupnije kapi češće se koriste za primjenu herbicida.

Kako bi se smanjio rizik pojave zanošenja pesticida i posljedične kontaminacije okoliša sredstvima za zaštitu bilja, sve više se koriste tzv. anti-drift dizne (slika 13). One lateralno imaju otvor za zrak koji se unutar dizne miješa sa škropivom, usljed čega nastaje mlaz mjehurića („balončića“) škropiva.



Slika 13. Anti-drift sapnica

Sapnice na tržište dolaze u različitim bojama. Prema standardu ISO 10625 bojom se označava kapacitet (protočnost l/min) škropiva pri tlaku od 3,0 bara (slika 12).

ISO 10625 kod	Kapacitet pri 3,0 bara
01 narančasta	0,4 l/ha
015 zelena	0,6 l/ha
02 žuta	0,8 l/ha
03 plava	1,2 l/ha
04 crvena	1,6 l/ha
05 smeđa	2,0l/ha
06 siva	2,4 l/ha
08 bijela	3,2 l/ha

Slika 12. Označavanje kapaciteta sapnica bojama

Neovisno o kojem tipu se radi, sapnice se sastoje od najmanje tri dijela: tijela, kućišta i sita. Sito sprječava ulazak u sapnicu nečistoća koje bi mogle oštetiti izlazni otvor sapnice. Za uspješnu primjenu sredstava za zaštitu bilja, važno je stalo koristiti neoštećene sapnice.

Orošavanje

Prskalice se uglavnom koriste za tretiranje kultura niskog habitusa, ali ne omogućuju kvalitetno tretiranje kultura visokog habitusa (gdje se ne tretira dvodimenzionalna ploha kao kod poljskih usjeva nego trodimenzionalna površina). Zato se za zaštitu voćaka, vinove loze, ukrasnog i drugog bilja visokog habitusa koriste orošivači („atomizeri“). Takve kapljice imaju promjer od 50-150 μm (0,05-0,15 mm) a obično se koriste za primjenu fungicida ili insekticida (i akaricida).

Orošavanje je tehnika primjene sredstava za zaštitu bilja u kojoj mlaz kapljica struja zraka nosi do mjesta tretiranja. Kapljice se kod orošivača usitnjavaju samo djelovanjem struje zraka (pneumatska atomizacija) ili prolaskom škropiva pod tlakom kroz sapnice da bi ih nakon izlaska iz sapnice zahvatila struja zraka (tlačno-pneumatska atomizacija).

Parametri za kalibraciju uređaja za aplikaciju

Za uspješno tretiranje sredstvima za zaštitu bilja neophodno je pridržavati se doze ili koncentracije, te određenog utroška škropiva.

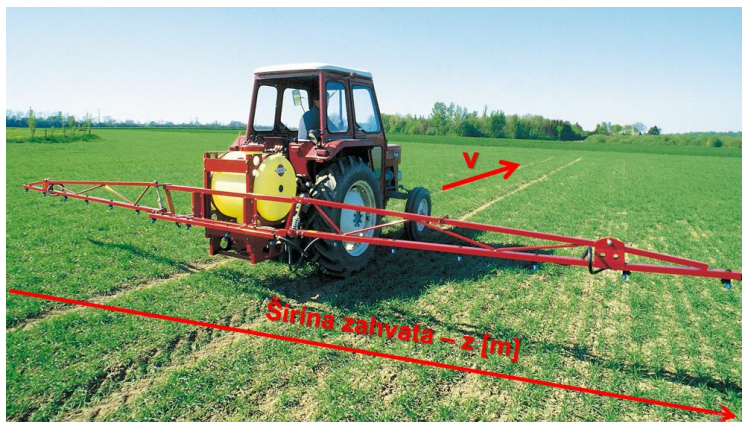
Utrošak škropiva ovisi o tri parametra: brzini kretanja, kapacitetu uređaja za aplikaciju pesticida i širini zahvata. Sva tri parametra moraju biti precizno definirana i nepromijenjena cijelo vrijeme tretiranja.

Brzina kretanja (v) prilikom tretiranja utječe na utrošak škropiva. S povećanjem brzine kretanja, smanjuje se utrošak škropiva i obratno. Izražava se u km/h.

Kapacitet prskalice (k) je brzina istjecanja mlaza škropiva iz uređaja za aplikaciju. Razlikuje se kapacitet pojedine sapnice ili otvora (kod orošivača) i kapacitet cijelog uređaja. Kapacitet cijelog uređaja jednak je zbroju kapaciteta svih aktivnih („otvorenih“) sapnica ili otvora na uređaju za aplikaciju. Izražava se u l/min. Kod orošivača na kapacitet utječu promjer otvora i brzina zraka. Kod prskalice kapacitet ovisi o sapnici koja se koristi i tlaku. S povećanjem tlaka, povećava se kapacitet ali smanjuje promjer kapljica, i obratno.

Širina zahvata (z) predstavlja raspon do kojega okomito na smjer kretanja doseže mlaz škropiva. Kod tretiranja ratarskim prskalicama jednaka je razmaku najudaljenijih sapnica. Ako se koristi samo jedna sapnica na prskalici, onda je to širina koju ona mlazom škropiva doseže. Kod nasada visokog habitusa koje se tretiraju prolaskom kroz

svaki međuredni prostor, širina zahvata je razmak između redova.



Slika 13. Objašnjenje širine zahvata i smjera kretanja

Korelaciju utroška škropiva, kapaciteta, širine zahvata i brzine rada opisuje sljedeća formula:

$$\begin{aligned} & \text{Utrošak škropiva } (Q) \\ &= \frac{\text{kapacitet } (k)}{\text{širina zahvata } (z) \times \text{brzina kretanja } (v)} \end{aligned}$$

S obzirom da se utrošak škropiva obično izražava u l/ha, kapacitet u l/min, širina zahvata u metrima, a brzina u km/h potrebna je konverzija mjernih jedinica prilikom izračuna. Da bi se to lakše postiglo koristi se broj 600 u brojniku jednadžbe kao faktor konverzije:

$$Q \left[\frac{l}{ha} \right] = \frac{600 \times k [l/min]}{z [m] \times v [km/h]}$$

Vjerodostojnost broja 600 kao faktora konverzije mjernih jedinica dokazat će se u sljedećem primjeru.

Primjer 6. Odredite utrošak škropiva ratarske prskalice ako su širina zahvata 6 m, razmak između sapnica 50 cm, kapacitet svake pojedine sapnice 1 l/min, a brzina kretanja 4 km/h.

$$z=6m$$

$$\text{razmak između sapnica}=50 \text{ cm}$$

$$k_1=1 \text{ l/min}$$

$$\underline{v=4 \text{ km/h}}$$

$$Q=?$$

$$\text{Broj sapnica} = \frac{z}{\text{razmak sapnica}} = \frac{6 \text{ m}}{0,5 \text{ m}} = 12$$

kapacitet prskalice (k)

= broj sapnica

× kapacitet jedne sapnice

= 12 × 1 l/ min = 12 l/min

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{k}{z \times v} = \frac{12 \text{ l/min}}{6 \text{ m} \times 4 \text{ km/h}} = \frac{\frac{12 \text{ l}}{60 \text{ s}}}{6 \text{ m} \times \frac{4000 \text{ m}}{3600 \text{ s}}} \\
 &= \frac{12 \text{ l} \times 3600 \text{ s}}{6 \text{ m} \times 4000 \text{ m} \times 60 \text{ s}} \\
 &= 0,03 \frac{\text{l}}{\text{m}^2} \times \frac{10000 \text{ m}^2}{1 \text{ ha}} = 300 \text{ l/ha}
 \end{aligned}$$

Dobiveni rezultat moguće je usporediti i s formulom koja koristi broj 600 kao faktor konverzije:

$$Q \left[\frac{\text{l}}{\text{ha}} \right] = \frac{600 \times k \text{ [l/min]}}{z \text{ [m]} \times v \left[\frac{\text{km}}{\text{h}} \right]} = \frac{600 \times 12}{6 \times 4} = 300 \text{ l/ha}$$

Parametre potrebne za kalibriranje prskalice potrebno je samostalno odrediti kao u sljedećem primjeru.

Primjer 7. Prilikom kalibriranja prskalica širine zahvata 6 m utrošila je 60 l vode za 5 min, pri čemu je prijeđen put od 600 m. Izračunajte kapacitet, brzinu rada i utrošak škropiva.

$$V=60 \text{ l}$$

$$z=5 \text{ m}$$

$$t= 5 \text{ min}$$

$$\underline{s=600 \text{ m}}$$

$$k=? \quad v=? \quad Q=?$$

$$k = \frac{V}{t} = \frac{60 \text{ l}}{5 \text{ min}} = 12 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

$$v = \frac{s}{t} = \frac{600 \text{ m}}{5 \text{ min}} = \frac{600 \text{ m} \times \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}}}{5 \text{ min} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}}} = 7,2 \text{ km/h}$$

$$Q \left[\frac{\text{l}}{\text{ha}} \right] = \frac{600 \times k \text{ [l/min]}}{z \text{ [m]} \times v \left[\frac{\text{km}}{\text{h}} \right]} = \frac{600 \times 12}{6 \times 7,2} = 167 \text{ l/ha}$$

Primjer 8. Prskalicom širine zahvata 6 m tretira se 1,3 ha kukuruza. Doza herbicida je 8 l/ha, a željeni utrošak tekućine 250 l/ha. Kapacitet prskalice je 18 l/min. Kolikom brzinom je potrebno tretirati da bi se to postiglo? Ako je volumen spremnika prskalice 200 litara, koliko je herbicidnog pripravka potrebno stavljati u svaki spremnik i kolika je njegova koncentracija?

$$z=6 \text{ m}$$

$$P=1,3 \text{ ha}$$

$$\text{doza}=8 \text{ l/ha}$$

$$Q=250 \text{ l/ha}$$

$$k=18 \text{ l/ha}$$

$$\underline{V=200 \text{ l}}$$

v=? Konc.=? Kol. pripravka u spremniku=?

$$v \left[\frac{\text{km}}{\text{h}} \right] = \frac{600 \times k \text{ [l/min]}}{z \text{ [m]} \times Q \left[\frac{\text{l}}{\text{ha}} \right]} = \frac{600 \times 18}{6 \times 250} = 7,2 \text{ km/h}$$


$$\begin{aligned} \text{Ukupna kol. pripravka} &= \text{doza} \times P = 8 \frac{\text{l}}{\text{ha}} \times 1,3 \text{ ha} \\ &= 10,4 \text{ l} \end{aligned}$$

$$\text{Ukupna kol. vode} = Q \times P = 250 \frac{\text{l}}{\text{ha}} \times 1,3 \text{ ha} = 325 \text{ l}$$

$$\begin{aligned} \text{Broj spremnika} &= \frac{\text{ukupna kol. vode}}{V \text{ spremnika}} = \frac{325 \text{ l}}{200 \text{ l}} \\ &= 1,625 \end{aligned}$$

$$\text{konc.} = \frac{\text{doza}}{Q} \times 100 = \frac{8 \text{ l/ha}}{250 \text{ l/ha}} \times 100 = 3,2\%$$

$$\begin{aligned} \text{Kol. pripravka u spremniku} \\ &= V \text{ spremnika} \times \text{koncentracija} \end{aligned}$$

$$1 \times \text{Kol. pripravka} = 3,2\% \times \begin{array}{c} \text{200 l} \end{array} = 6,4 \text{ l}$$


$$1 \times \text{Kol. pripravka} = 3,2\% \times \begin{array}{c} \text{125 l} \end{array} = 4 \text{ l}$$


Ukupnu količinu od $6,4 \text{ l} + 4 \text{ l} = 10,4 \text{ l}$ moguće je provjeriti u jednadžbi:

$$\begin{aligned} \text{Ukupna kolpripravka} &= \text{doza} \times P = 8 \frac{\text{l}}{\text{ha}} \times 1,3 \text{ ha} \\ &= 10,4 \text{ l} \end{aligned}$$

Primjer 9. Traktorska prskalica ima spremnik zapremine 150 litara i razmak između sapnica 50 cm. Ukupno ima 24 sapnice. Željeni utrošak škropiva iznosi 300 l/ha. Doza pripravka je 1 l/ha. Brzina rada je 6 km/h. Odredite najprikladnije sapnice i radni tlak. Tretira se površina od 2,5 ha. Odredite količinu pripravka koju je potrebno staviti u svaki spremnik.

$$V=150 \text{ l}$$

$$N=24; d=0,5 \text{ m} \rightarrow z=24 \times 0,5 \text{ m}=12 \text{ m}$$

$$Q=300 \text{ l/ha}$$

$$\text{doza}=1 \text{ l/ha}$$

$$v=6 \text{ km/h}$$

$$P=2,5 \text{ ha}$$

$$k_1=?$$

Količina pripravka u spremniku=?

$$k_{\text{prskalice}} = \frac{Q \times z \times v}{600} = \frac{300 \times 12 \times 6}{600} = 36 \text{ l/min}$$

$$k_1 = \frac{k_{\text{prskalice}}}{N} = \frac{36 \text{ l/min}}{24} = 1,5 \text{ l/min}$$

Izračunat je kapacitet kojim je, uz brzinu rada 6 km/h moguće postići utrošak škropiva 1,5 l/min. Kriterij za izbor sapnica je kapacitet sapnice. U ovom primjeru ponuđene su sljedeće sapnice s tvorničkim specifikacijama:

04 Red		0,2 Yellow		05 Brown	
Tlak	Kapacitet	Tlak	Kapacitet	Tlak	Kapacitet
1,5	1,13	1,5	0,57	1,5	1,41
2,0	1,31	2,0	0,65	2,0	1,63
2,5	1,46	2,5	0,73	2,5	1,83
3,0	1,60	3,0	0,80	3,0	2,00
4,0	1,85	4,0	0,92	4,0	2,31
5,0	2,70	5,0	1,03	5,0	2,58

Korištenjem crvene sapnice (04 Red) pri tlaku od 2,5 bara postiže se kapacitet od 1,46 l/min. To je najbliže željenim parametrima tretiranja od svih ponuđenih sapnica. Njezinom primjenom pri tlaku od 2,5 bara postići će se sljedeći kapacitet prskalice:

$$k_{\text{prskalice}} = k_a \times N = 1,46 \frac{\text{l}}{\text{min}} \times 24 = 35,04 \text{ l/min}$$

Uz nepromijenjenu brzinu rada, korištenjem ove sapnice postići će se malo niži utrošak škropiva u odnosu na željeni:

$$Q = \frac{600 \times k}{z \times v} = \frac{600 \times 35,04}{12 \times 6} = 292 \text{ l/ha}$$


$$\begin{aligned} \text{Ukupna kol. pripravka} &= \text{doza} \times P = 1 \frac{\text{l}}{\text{ha}} \times 2,5 \text{ ha} \\ &= 2,5 \text{ l} \end{aligned}$$


$$\begin{aligned} \text{Ukupna kol. vode} &= Q \times P = 292 \frac{\text{l}}{\text{ha}} \times 2,5 \text{ ha} \\ &= 730 \text{ l} \end{aligned}$$

$$\text{Broj spremnika} = \frac{\text{ukupna kol. vode}}{V \text{ spremnika}} = \frac{730 \text{ l}}{150 \text{ l}} = 4,87$$

$$\text{konc.} = \frac{\text{doza}}{Q} \times 100 = \frac{1 \text{ l/ha}}{292 \text{ l/ha}} \times 100 = 0,34\%$$

$$\begin{aligned} \text{Kol. priprema u spremniku} \\ = V \text{ spremnika} \times \text{koncentracija} \end{aligned}$$

$$4 \times \text{kol. priprema} = 0,34\% \times \text{150 l} = 0,51 \text{ l}$$


$$1 \times \text{Kol. priprema} = 0,34\% \times \text{130 l} = 0,44 \text{ l}$$


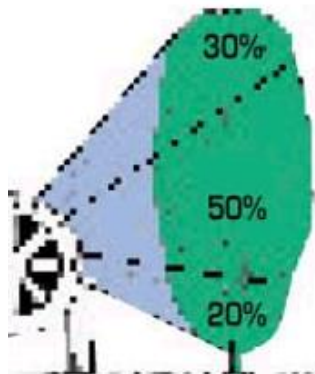
Ukupnu količinu od $4 \times 0,51 \text{ l} + 0,44 \text{ l} = 2,48 \text{ l}$ moguće je provjeriti u jednadžbi:

$$\begin{aligned} \text{Ukupna kol. priprema} &= \text{doza} \times P = 1 \frac{\text{l}}{\text{ha}} \times 2,5 \text{ ha} \\ &= 2,5 \text{ l} \end{aligned}$$

U ovom slučaju možemo zaključiti da je isprano izračunato, a razlika od $0,02 \text{ l}$ proizlazi iz zaokruživanja decimalnih brojeva.

Primjer 10. Treba tretirati voćnjak površine 6 ha, razmaka redova 5 m (prolazi se kroz svaki međured pa je širina zahvata razmak između redova), brzinom 4 km/h. Željeni utrošak škropiva je 600 l/ha, a tlak 6 bara. Na crtežu je prikazan tlačno-pneumatski atomizer s po 8 sapnica sa svake strane. Sapnice 1 i 8 su zatvorene s obje strane. Kroz sapnice 2 i 3 prolazi 20% tekućine, kroz sapnice 4 i 5 50% tekućine, a kroz sapnice 6 i 7 30%.

Za tu namjenu imate na raspolaganju sapnice šupljeg konusnog mlaza 1299. Odredite koliki bi bio teoretski kapacitet svake pojedine sapnice i odredite stvarni uslijed korištenja raspoloživih sapnica. Izračunajte koliko SZB doze 1 l/ha trebate staviti u svaki spremnik maksimalne zapremine 500 l?



$$P = 6 \text{ ha} \quad z = 5 \text{ m} \quad Q = 600 \text{ l/ha}$$

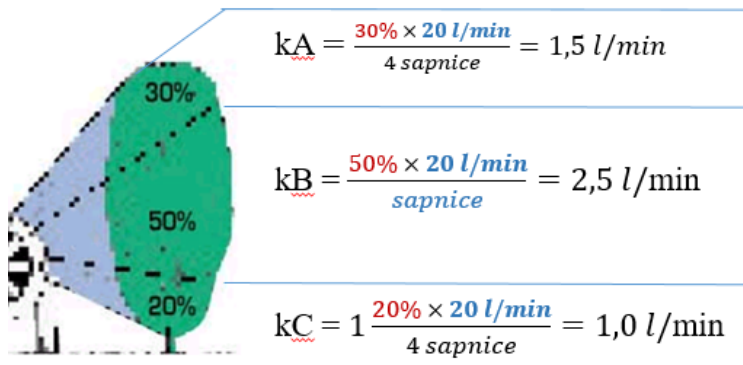
$$p = 6 \text{ bara} \quad v = 4 \text{ km/h} \quad V = 500 \text{ l}$$

doza = 1 l/ha

$k = ?$ $\text{konc.} = ?$ $\text{kol. pripravka u spremniku} = ?$

$$k_{\text{prskallice}} = \frac{Q \times v \times z}{600} = \frac{600 \times 4 \times 5}{600} = 20 \text{ l/min}$$

Prema distribuciji škropiva opisanoj u zadatku potrebno je odrediti potrebne kapacitete sapnica – na svakoj od tri pozicije nalaze se četiri sapnice (po dvije sa svake strane):



Između raspoloživih sapnica treba odrediti one koje pri tlaku od 6 bara imaju najbliži kapacitet:

1299-20 Blue 371514	
3.0	1.90
5.0	2.45
6.0	2.68
8.0	3.10
10.0	3.46
15.0	4.24

1299-14 Orange 371511	
3.0	0.76
5.0	0.98
6.0	1.07
8.0	1.24
10.0	1.39
15.0	1.70

1299-16 Red 371512	
3.0	1.08
5.0	1.39
6.0	1.52
8.0	1.76
10.0	1.97
15.0	2.41

Red – 1,52 l/min
 $k_A = 1,5 \text{ l/min}$

Blue – 2,68 l/min
 $k_B = 2,5 \text{ l/min}$

Orange – 1,07 l/min
 $k_C = 1,0 \text{ l/min}$

Usporedimo li teoretski kapacitet sapnica i realni kapacitet koji postižu raspoložive sapnice pri tlaku od 6 bara jasne su razlike:

Željeni udio	Teoretski	Raspoloživi
30% kapaciteta	1,5 l/min	1,52 l/min
50% kapaciteta	2,5 l/min	2,68 l/min
20% kapaciteta	1,0 l/min	1,07 l/min
Ukupno za 4 sapnice	20,00 l/min	21,08 l/min

Očito je da se uslijede korištenja navedenih dostupnih sapnica pri tlaku od 6 bara postiže kapacitet koji je viši od željenog (s povećanjem kapaciteta povećava se i utrošak škropiva). S obzirom da se sa snižavanjem tlaka smanjuje i kapacitet, moguće je smanjiti radni tlak kako bi se i korištenjem dostupnih sapnica postigao kapacitet od 6 bara:

$$\begin{aligned}
 p_{\text{korigirani}} &= p_{\text{teoretski}} \times \left(\frac{k_{\text{teoretski}}}{k_{\text{realni}}} \right)^2 \\
 &= 6 \text{ bar} \times \left(\frac{20,00}{21,08} \right)^2 = 5,4 \text{ bar}
 \end{aligned}$$

Nakon što su izabrane najprikladnije raspoložive sapnice kojima se uz korekciju radnog tlaka s 6,0 na 5,4 bara postiže kapacitet atomizera od 20 l/min, moguće je izračunati ostale parametre:

$$\text{konc.} = \frac{\text{doza}}{Q} \times 100 = \frac{1 \text{ l/h}}{600 \text{ l/ha}} \times 100 = 0,167\%$$

$$\text{Ukupna količina škropiva} = Q \times P = 600 \text{ l/h} \times 6 \text{ ha} = 3600 \text{ l}$$

Broj potrebnih punih spremnika

$$= \frac{\text{Ukupna kol. škropiva}}{V_{\text{spremnika}}} = \frac{3600}{500} = 7,2$$

Kol. priprema u spremniku

$$= V_{\text{spremnika}} \times \text{koncentracija}$$

$$\text{Konc.} = \frac{\text{doza}}{Q} \times 100 = \frac{1 \text{ l/ha}}{600 \text{ l/ha}} \times 100 = 0,167\%$$

$$7 \times \text{kol. pr.} = 0,167\% \times$$



$$= 0,835 \text{ l}$$

$$1 \times \text{kol. pr.} = 0,167\% \times$$



$$= 0,167 \text{ l}$$

Ukupna količina priprema

$$= 7 \times 0,835 \text{ l} + 1 \times 0,167 \text{ l} \approx 6 \text{ l}$$

ili

$$\text{Ukupna količina priprema} = \text{doza} \times P = 1 \text{ l/h} \times 6 \text{ ha} = 6 \text{ l}$$

7. ZAŠTITA NA RADU I ZBRINJAVANJE ISKORIŠTENE AMBALAŽE

Sredstva za zaštitu bilja mogu dospjeti u ljudski organizam na tri načina:

- peroralno (kroz usta)
- perkuteno (kroz kožu)
- inhalacijski (udisanjem).

Kod profesionalnog rukovanja sa sredstvima za zaštitu bilja najveći rizici su kontaminacije organizma preko nezaštićene kože ili udisanjem. O tome treba voditi računa prilikom korištenja zaštitnih sredstava: kape, naočala, maske za lice, odjela, rukavica i čizama. Nogavice se navlače preko čizama, a rukavi preko rukavica kako si spriječio ulazak škropiva ispod zaštitne opreme.

Nakon uporabe sredstava za zaštitu bilja je potrebno zbrinuti praznu ambalažu. Ako se radi o sredstvima koja se koriste pripremom škropiva potrebno je prije odlaganja najmanje tri puta s manjom količinom vode isprati unutarnje stjenke ambalaže. Pojedini distributeri sredstava za zaštitu bilja organiziraju zajedničko prikupljanje i zbrinjavanje iskorištene (i isprane) ambalaže sredstava za zaštitu bilja od svojih kupaca.