



Velikost kapljic pri škropljenju

Na napravah za nanašanje fitofarmaceutskih snovi (škropiva) imamo lahko različne sisteme za dezintegracijo tekočine. Tekočino v kapljice najbolj pogosto transformiramo s pomočjo hidravličnih šob. Poznamo še pnevmatski način razprševanja tekočine in razprševanje tekočine s pomočjo vrtečih plošč.

Velikost kapljic

Pri hidravličnem razprševanju se tekočina v šobi zaradi tlaka in ozke izstopne odprtine razprši v kapljice. Pri nanašanju škropiva je zelo pomembna velikost kapljic, ki jo merimo v mikrometrih – mikronih (μm). $1 \mu\text{m}$ je $0,001 \text{ mm}$ (tisočinka milimetra). Delež kapljic različnih velikosti je odvisen od fizikalnih lastnosti razpršene tekočine in obratovalnih dejavnikov šobe (tlak pri hidravličnih šobah). Višji kot je tlak in manjša kot je odprtina, drobnejše so kapljice. Velikost kapljic se spreminja glede na velikost šobe (pretok šobe), kot škropljenja in tlak škropljenja.

Poznamo različne vrste nanašanja škropiva, kjer se ustvarjajo kapljice različnih velikosti. Pri škropljenju s škropilnicami znaša premer kapljic med 50 in $500 \mu\text{m}$. Pri pršenju s pršilniki v trajnih nasadih se velikost kapljic giblje med 50 in $300 \mu\text{m}$. Pri megljenju pa imamo kapljice škropiva, kjer znaša njihov premer le 20 do $50 \mu\text{m}$ (to so v bistvu aerosoli).

Premer kapljic

Povprečni prostorninski (volumski) premer kapljic označujemo z VMD. VMD prihaja iz angleških besed »volume median diameter«. Tu se uporablja mediana (ena od srednjih vrednosti). Mediana je srednja vrednost, ki razdeli po velikosti urejene podatke

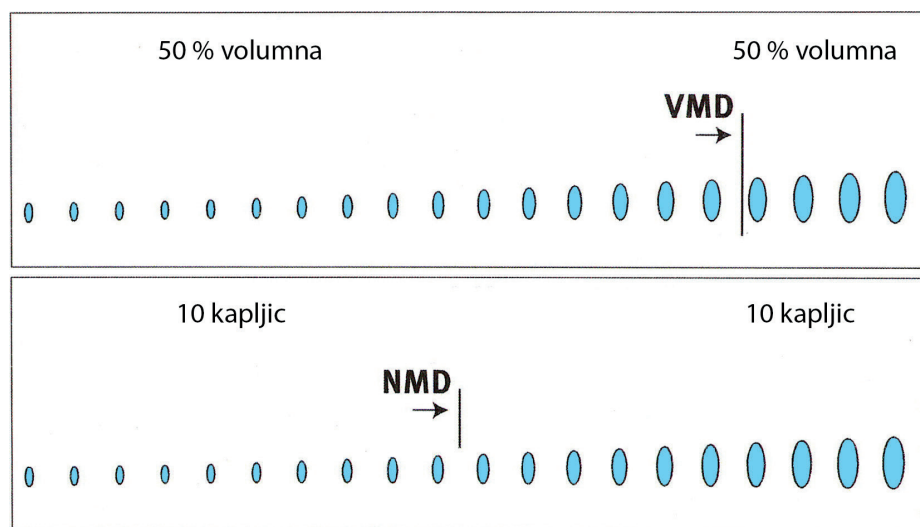
o kaki spremenljivki na dve enaki polovici.

V našem primeru pa VMD označuje karakteristiko šobe. V angleško govorečem svetu za VMD uporabljajo tudi izraz $DV_{0.5}$. VMD je statistična vrednost in se nanaša na središčno velikost kapljic v oblaku škropilne brozge. To je premer kapljic, pri katerem se

celotno škropivo glede na volumen razdeli na dve enaki polovici. Ena polovica volumna ima kapljice, ki so manjše od tega premera, druga polovica volumna pa ima kapljice s premerom, ki je večje od VMD. Večja kot je vrednost VMD, manj so kapljice izpostavljenе driftu (zanašanju – odnašanju škropiva).

Preglednica 1. Velikostni razredi in velikost kapljic v μm po BCPC in ASABE standardu

Velikostni razred kapljic	Angleška črkovna oznaka in pomen	Oznaka v nemščini	Barva	VMD velikost kapljic (μm) po ASABE standardu	VMD velikost kapljic (μm) po BCPC standardu
Zelo majhne	VF (very fine)	Sehrfein	Rdeča	Pod 100	Pod 125
Majhne	F (fine)	Fein	Oranžna	100–175	125–250
Srednje velike	M (medium)	Mittel	Rumena	175–250	250–350
Velike	C (coarse)	Grob	Modra	250–375	350–450
Zelo velike	VC (very coarse)	Sehr grob	Zelena	375–450	450–575
Ekstremno velike	XC (extremely coarse)	Extra grob	Bela	Nad 450	Nad 575



Diagrama, ki prikazujeta VMD in NMD. Pri VMD se spekter kapljic deli na dva enaka volumna, pri NMD pa se spekter kapljic deli na dve polovici z enakim številom kapljic.

Za še bolj natančno karakterizacijo spektra kapljic škropiva se uporabljata še parametra kapljic, kot sta DV_{01} in DV_{09} . Tudi te oznake v tuji literaturi nekateri malo drugače izražajo. DV_{01} je vrednost premera kapljic, pri katerem je 10 % volumna škropiva v kapljicah, ki so manjše od te vrednosti. Čim večja je vrednost DV_{01} , tem manjši je potencial za drift. DV_{09} pa je vrednost premera kapljic, pri katerem je 90 % volumna škropiva v kapljicah s premerom, ki so manjše od te vrednosti (10 % volumna ima premer kapljic, ki so večje od te vrednosti). Čim večja je vrednost DV_{09} , tem manj je na voljo kapljic za zagotovitev ustrezne pokritosti s škropivom. DV_{05} je dejansko VMD.

Pri kapljicah in njihovi srednji vrednosti je pomemben še NMD ali po angleško Number Median Diameter. Po naše pa bi lahko rekli povprečni premer kapljic glede na število kapljic ali pa povprečni številčni premer kapljic. To je premer kapljic, ki ločuje spekter vseh kapljic na dve polovici, ki sta enaki po številu kapljic. Polovica kapljic glede na njihovo število ima manjši premer in polovicakapljic glede na njihovo število ima večji premer kapljic. NMD je vedno manjši od VMD.

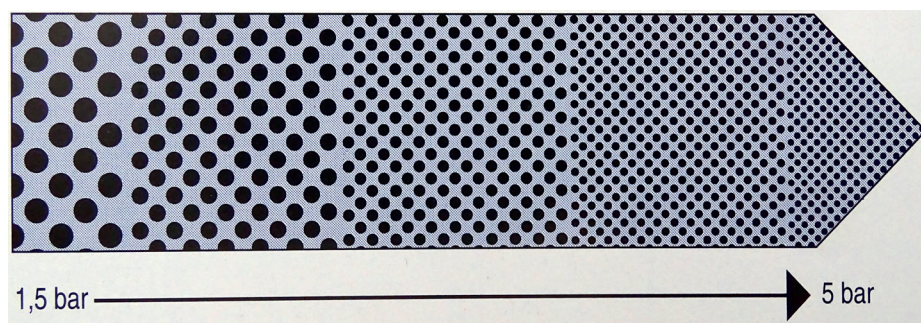
Pri šobah je pomemben tudi podatek o deležu kapljic, ki imajo premer manjši od 100 μm . Ta premer kapljic pogosto omenjajo kot prag velikosti kapljic, ki so podvržene driftu (zanašanju – odnašanju).

Laserski merilniki

Za analizo velikosti kapljic danes uporabljamo inovativne laserske merilne instrumente. Gre za napredne naprave za merjenje velikosti kapljic, ki so avtomatizirane in upo-

Preglednica 2. Klasifikacija velikosti kapljic po ISO 25358: 2018 standardu

Velikostni razred kapljic	Angleška črkovna oznaka	Oznaka v angleščini	Barva
Ekstremno majhne	XF	Extremely Fine	Vijolična
Zelo majhne	VF	Very Fine	Rdeča
Majhne	F	Fine	Oranžna
Srednje velike	M	Medium	Rumena
Velike	C	Coarse	Zelena
Zelo velike	VC	Very Coarse	Modra
Ekstremno velike	XC	Extremely coarse	Bela
Ultra velike	UC	Ultra Coarse	Črna



Prikaz velikosti kapljic glede na spremembo tlaka škropljenja za Lechler LU šobo. Vir slike: Lechler.

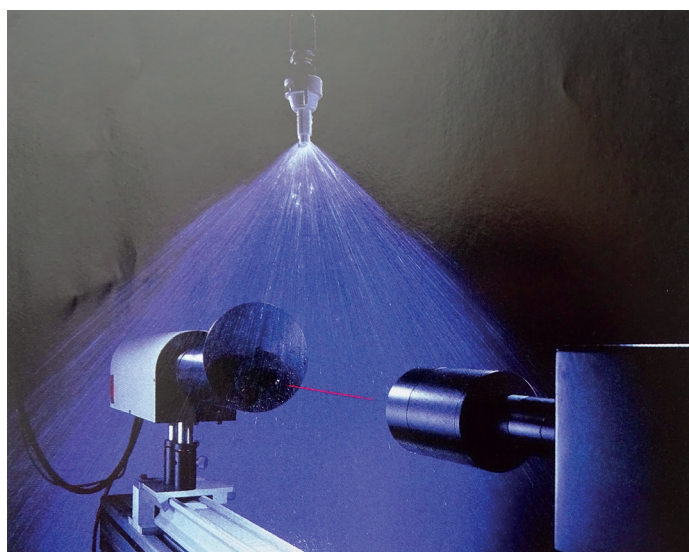
rabljajo računalnike. Analizirajo pa lahko na tisoče kapljic v nekaj sekundah. Eden izmed proizvajalcev merilnih naprav za meritve velikosti kapljic je tudi angleško podjetje Oxford Lasers Ltd.

Označevanje velikosti kapljic

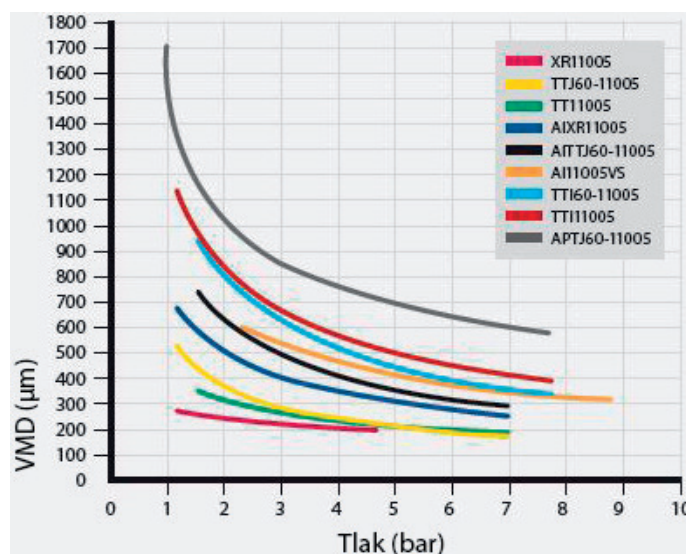
V specializiranih katalogih za šobe je za njih podana tudi velikost kapljic. Pri izbiri šob in velikosti njihovih kapljic moramo v prospektih in katalogih preveriti, po kakšnem standardu so navedeni velikostni

razredi kapljic za izbrano šobo. Proizvajalci šob pri klasifikaciji velikosti kapljic še vedno uporabljajo različne standarde ali pa imajo za ta namen oblikovane tudi lastne velikostne razrede ali prikaze spreminjanja velikosti kapljic z višanjem tlaka.

V prospektih in katalogih proizvajalcev šob so šobe glede na velikost kapljic označene tudi s predpisano barvo in črkovnimi simboli. Dokaj razširjena je (bila) uporaba BCPC in ASABE standardov za prikaz velikostnih razredov (velikosti) kapljic.



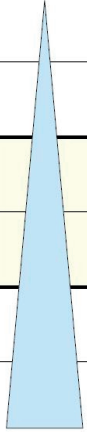
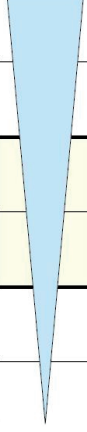
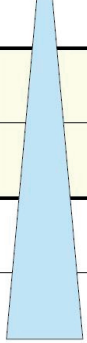
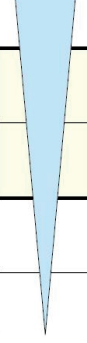
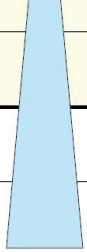
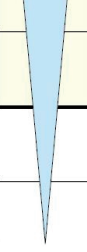
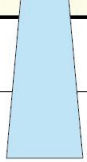
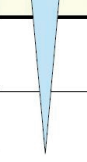
Laserski merilnik števila in premera kapljic, ki jih povzroči šoba (vir: TeeJet)



VMD različnih TeeJet šob v odvisnosti od tlaka škropljenja Vir slike: TeeJet

ISO standard

V letu 2018 je bil sprejet standard ISO 25358: 2018 Naprave za varstvo rastlin – Velikostni spektri kapljic iz šob – Merjenje in razvrščanje (Crop protection equipment– Droplet-size spectra from atomizers– Measurement and classification). Ta standard so začeli uporabljati tudi proizvajalci šob, tako da je v novih katalogih velikost kapljic podana v skladu s tem standardom. V osnovi je namen tega standarda specificirati postopek klasifikacij velikostnega spektra kapljic. Podaja tudi referenčni sistem za definiranje velikostnih razredov spektrov kapljic. Omogoča relativne primerjave spektrov velikosti kapljic, dobljenih iz različnih merilnih sistemov. Za končnega uporabnika pa je najbolj pomembna uvrstitev šobe ozi-

	VELIKOST KAPLJIC	Šobe z zračno podporo (antidriftne šobe)	Standardne šobe	Pokritost	Prodiranje	Tveganje za zanašanje
Ekstremno velike	ca. +550 µm		Sistemična FFS >300 L/ha	Ni priporočljivo		
Zelo velike	ca. 400-500 µm		Sistemična FFS	Ni priporočljivo		
Velike	ca. 350-400 µm		Sistemična FFS Kontaktna FFS >200 L/ha	Sistemična FFS >400 L/ha		
Srednje velike	ca. 250-350 µm		Sistemična FFS Kontaktna FFS	Sistemična FFS		
Majhne	ca. 150-250 µm		Tveganje za zanašanje	Sistemična FFS Kontaktna FFS - tveganje za zanašanje		
Zelo majhne	ca. <150 µm		Ni priporočljivo	Ni priporočljivo		

Vpliv velikosti kapljic na pokritost, prodiranje in tveganje za zanašanje škropiva glede na standardne šobe in šobe s podporo zraka (vir: Agrotop)

Preglednica 3. Procentualni prostorninski delež škropiva s kapljicami, manjšimi od 150 µm, ki so potencialni vir drifta pri različnih vrstah Tee Jet šob pri 1,5 in 3 barih tlaka. Izmerjeno v laboratorijskih razmerah z vodo pri 21 °C (vir: Tee Jet)

Vrsta TeeJet šobe (pretok 1,89 l/min)	Procentualni prostorninski delež škropiva s kapljicami, manjšimi od 150 µm	
	1,5 bar	3 bar
XR – Extended Range Tee Jet (110°)	18 %	29 %
TTJ60 –Turbo Twin Jet (110°)	8 %	14 %
TT –Turbo Tee Jet (110°)	7 %	16 %
TF –Turbo Flood Jet	5 %	9 %
AIXR –Air Induction XR (110°)	4 %	9 %
AITT60 –Air Induction Turbo Twin Jet (110°)	2 %	3 %
AI –Air Induction (110°)	5 % (pri 2 barih)	7 %
TTI60 –Turbo Tee Jet Induction Twin Jet (110°)	2 %	4 %
TTI –Turbo Tee Jet Induction(110°)	<1 %	2 %
APTJ – Accu Pulse (110°)	<1 %	1 %

roma njenih kapljic v ustrezni standardizirani velikostni razred. Standard določa osem velikostnih razredov kapljic, ki so označene s črkami in barvami (barvno kodiranje).

V kmetijstvu so za običajno rabo najbolj pomembne majhne, srednje, velike in zelo velike kapljice. Vedno bolj pa so pomembne tudi ekstremno velike in ultra velike kapljice v povezavi z zmanjšanjem drifta (zanašanja – odnašanje škropiva) in pa škropljenjem v varovalnih pasovih pri odprtih vodotokih.

Namen standardov

Angleški British Crop Protection Council (BCPC) je leta 1985 prvi vzpostavil sistem velikostnih razredov kapljic. Leta 1999 je Ameriško združenje kmetijskih in biosistemskih inženirjev (ASABE) razvilo nov standard za klasifikacijo velikosti kapljic – ASABE S572, v katerem so bile meje velikosti kapljic določene z vrsto definiranih referenčnih šob TeeJet in delovnih tlakov. Imel je najprej šest, nato pa osem velikostnih razredov kapljic.

Mednarodna organizacija za standardizacijo (ISO) je razvijala mednarodni standard za klasifikacijo velikosti kapljic in leta 2018 je bil objavljen standard ISO 25358: 2018, ki je izvedel posodobitev nekaterih obsegov klasifikacije velikosti kapljic. Tudi ASABE je posodobil svoj standard (sedaj je to ASABE S572.3), da se ujema z ISO 25358.

Namen teh standardov je seznanitev končnega uporabnika z velikostjo kapljic pri različnih vrstah šob. Uporabnik je tako seznanjen s tem, katere vrste šob imajo večji potencial zanašanja škropiva (drifta). Nanašanje sredstev je tako lahko bolj učinkovito. Pri izbiri in uporabi šob moramo biti pozorni tudi na tlak škropljenja, pri katerem je velikostni razred kapljic opredeljen.

Dovoljen na VVO



Jesensko zatiranje plevela v žitih.

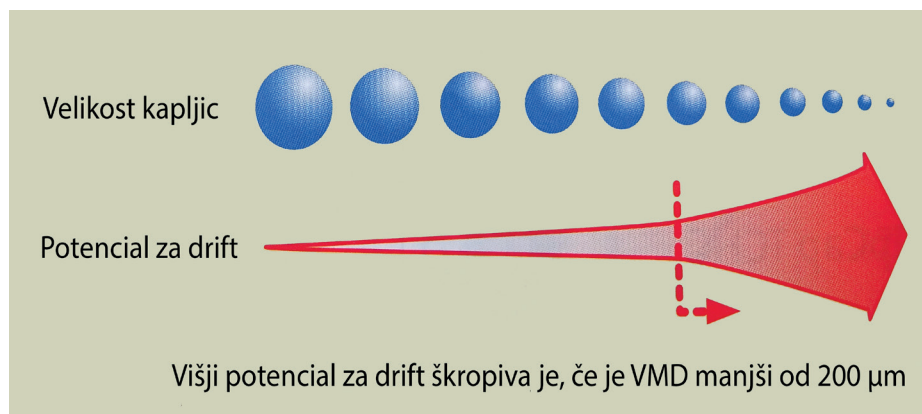
FLASH 500 SC

- Visoko učinkovito zatiranje širokolistnega plevela in navadnega srakoperca
- Dvojna moč delovanja: talni in foliarni herbicid s podaljšanim delovanjem
- Dolg čas uporabe pred ali po vzniku posevka

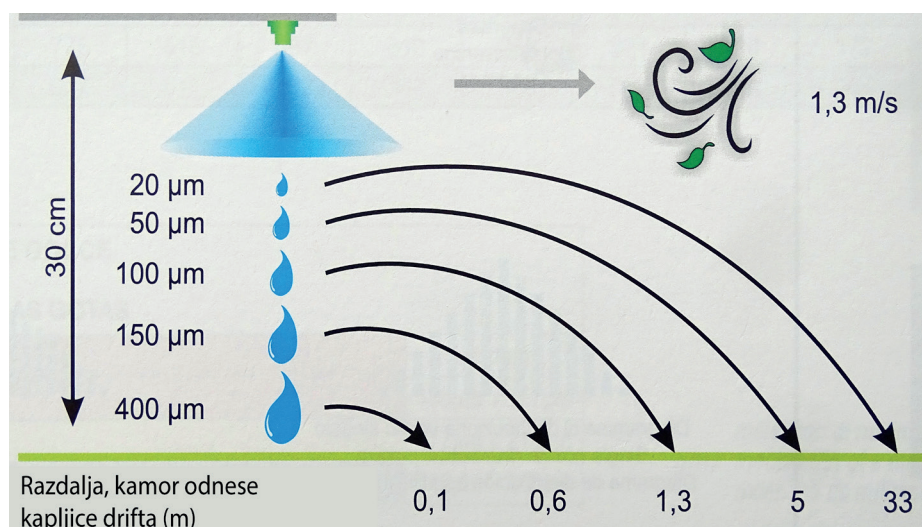
080 16 22 www.metrob.si   

Fitofarmacevtska sredstva uporabljajte varno. Pred uporabo vedno preberite etiketo in informacije o sredstvu.





Shematski prikaz potenciala za drift škropiva glede na velikost kapljic (vir: Agrotop)



Odnášanje škropiva v metrih glede na velikost kapljice pri vetru 1,3 m/s (vir: ASJ Spray-Jet)

Prikaz velikosti kapljic v katalogih

Nekateri katalogi proizvajalcev šob vsebujejo tudi slikovni prikaz velikostnih razredov kapljic, ki prikazujejo spremembe velikosti kapljic v okviru priporočenega tlaka škropljenja za izbrano šobo. Če povečamo tlak škropljenja, proizvajamo kapljice manjše velikosti in obratno.

Velikost kapljic in drift

Manjše kapljice so bolj podvržene driftu (zanašanju – odnašanju škropiva izven cilja škropljenja). Tako kapljice, manjše od 150 mikronov, veljajo za morebitne povzročitelje drifta – odnašanja. V preglednici 3 tako vidimo različne TeeJet šobe in njihov procentualni prostorninski delež škropiva s kapljicami, manjšimi od 150 µm. Razvidno je, da je pri nekaterih šobah ta delež lahko dokaj velik, zlasti pri višjem tlaku. Tako imenovane antidriftne šobe pa imajo dejansko majhen ali celo zanemarljiv delež kapljic, ki so manjše od 150 µm. Dejansko bi vsak kupec novih šob moral pogledati in upoštevati tudi ta parameter.

Šobe, ki proizvajajo majhne in srednje kapljice, se običajno priporočajo za kontaktne aplikacije po vzniku, kot so fungicidi in insekticidi, ki zahtevajo odlično pokritost na predvidenem ciljnem območju. Šobe, ki proizvajajo srednje do zelo velike kapljice, so na splošno bolj priporočljive za sistemske insekticide in kontaktne herbicide.

Šobe, ki proizvajajo kapljice od srednjih do ultra velikih, zagotavljajo znatno izboljššan nadzor drifta (zanašanja – odnašanja), hkrati pa ponujajo manj temeljito pokritost cilja. Te šobe se običajno uporabljajo za talne in sistemske herbicide. Pomembno pa je poudariti, da določena šoba proizvaja različne velikosti kapljic, ko deluje pri različnih tlakih.

Za konec

Ustrezna velikost kapljic škropiva odloča o uspešnosti nanosa škropiva. Izbor mora biti kompromis med zahtevami za čim manjši drift, za čim boljšo pokritost in biološko učinkovitost.

Tomaž Poje

POGONI, AVTOMATIKE IN ELEKTRONIKA ZA KRILNA, DVOKRILNA DVORIŠČNA VRATA

ALLMATIC: **HYPER 400** do 300 kg / 3 m **500 €**
HYPER 600 do 300 kg / 4,5 m **530 €**
SO400 do 350 kg / 3 m **450 €**
MAXIARTK do 3,5 m **770 €**
TERRIER 200 WI-FI KIT do 250 kg / 2,5 m **379 €**
PLUS L do 500 kg / 5 m **765 €**

POGONI, AVTOMATIKE IN ELEKTRONIKA ZA DRSNA IN SAMONOSNA DVORIŠČNA VRATA

JOYTECH AC 600 do 650 kg **229 €**
ALLMATIC MOVEO 600 do 600 kg **319 €**
BENINCA BULL 5M do 500 kg **369 €**
BFT DEIMOS 400 do 400 kg **309 €**
ALLMATIC BIG do 2200 kg **580 €**
ALLMATIC KALOS TURBO do 600 kg **470 €**

PANELNE/ŽIČNE OGRAJE IN STEBRI

	4 mm	5 mm
103x250 cm	21,70 €	29,30 €
123x250 cm	24,20 €	33,70 €
153x250 cm	28,60 €	42,80 €
200x250 cm	40,20 €	53,40 €

STEBER v. 105 cm 125 cm 155 cm 205 cm
18,40 € 20,00 € 23,40 € 27,70 €

infoline: 030 671 650 / 030 360 630

TOPLOZRAČNI KAMINI NA PELETE ZA UGODNO OGREVANJE

KK Thelma moč: 9,5 kW **779 €**
SOLE Inserto vložek moč: 9 kW **1050 €**
Rade Končar TEP10 moč: 10 kW **1035 €**
SOLE Croatia 12 moč: 12 kW **1199 €**
TOBY Helena moč: 8 kW **949 €**
moč: 12 kW **1099 €**

NA ZALOGI PRI NAS TUDI DIMNIŠKE CEVI, ROZETE, KOLENA, TESNILA, SPOJKE, NOSILCI...

KIP KOP
TRGOVINA IN STORITVE d.o.o.

TOPLOVODNI KAMINI NA PELETE ZA PRIKLOP NA CENTRALNO OGREVANJE

TOBY H 15 moč: 15 kW **1700 €**
TOBY H 20 moč: 20 kW **1800 €**
TOBY H 24 moč: 24 kW **2000 €**

www.kipkopshop.si