

## VPLIV GOJITVENE OBLIKE JABLAN NA STOPNJO POKROVNOSTI OBLOGE ŠKROPILNE BROZGE V RAZLIČNIH SEKTORJIH KROŠNJE DREVES

Mario LEŠNIK<sup>1</sup>, Stanislav VAJS<sup>2</sup>, Gregor LESKOVŠEK<sup>3</sup>, Miran LAKOTA<sup>4</sup>

<sup>1,2,4</sup>Fakulteta za kmetijstvo Maribor

<sup>3</sup>Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije

### IZVLEČEK

V nasadih jablan z gojitvenimi oblikami zelo vitko vreteno - ZVV, modificirano vitko vreteno - MVV, vitko vreteno sajeno po sistemu dvojček – VVx2 in zelo vitko vreteno sajeno po V sistemu – VVS smo preučevali vpliv gojitvene oblike na stopnjo pokrovnosti obloge škropilne brozge v 12 različnih točkah v krošnji. Stopnjo pokrovnosti obloge škropilne brozge (% pokrovnosti – angl. % coverage) smo ovrednotili z meritvami deleža površine prekrite s škropilno brozgo pri WSP lističih (angl. water sensitive papers – za vodo občutljivi lističi) z napravo za računalniško fotografsko analizo slike (Optomax image analyser). Škropilno brozgo smo v vseh nasadih nanašali z istim klasičnim aksialnim pršilnikom s tremi različnimi šobami (Lechler TR, Lechler ID90 in Lechler ID120) pri dveh porabah vode (350 in 700 l/ha). Gojitvena oblika jablan je imela značilen vpliv na izenačenost stopnje pokrovnosti WSP lističev med dvanajstimi točkami krošnje. Ugotovili smo interaktivni učinek tipa šobe, količine porabljene vode in gojitveno obliko na stopnjo pokrovnosti škropilne obloge. S povečanjem porabe vode iz 350 na 700 l/ha se je stopnja pokrovnosti značilno povečala pri vseh gojitvenih oblikah, najmanj pri ZVV (za 30 %) in najbolj pri MVV (za 48 %). Tip šobe je imel značilen vpliv na pokrovnost. Pri gojitveni obliki ZZV je imela največjo skupno povprečno pokrovnost šoba ID120 (40,3 %), pri MVV šoba ID 90 (26,3 %), pri VVx2 šoba ID90 (24,6 %) in pri VVS šoba ID 90 (30,3%). Antidrifne šobe tipa ID so pri vseh gojitvenih oblikah vsaj v polovici opazovanih točk krošnje dosegale večjo pokrovnost kot standardne šobe tipa TR. Največji razpon vrednosti med 12 točkami v krošnji smo ugotovili pri gojitveni obliki VVx2 in najmanjši pri ZVV. Pri gojitvenih oblikah MVV, VVx2 in VVS smo ugotovili značilno nižje povprečne pokrovnosti kot pri ZZV, kar kaže na to, da s konfiguracijo pršilnika in delovnimi parametri, ki so prilagojeni gojitveni obliki ZVV pri uporabljenem tipu pršilnika, pri ostalih treh gojitvenih oblikah, ne moremo zagotoviti dovolj visoke pokrovnosti za kvalitetne delovanje pripravkov. Posebej izrazito se je pokrovnost zmanjšala v vrhovih dreves pri porabi vode 350 l/ha in je pogosto znašala pod 10 %.

**Ključne besede:** šobe, škropljenje, jablana, pokrovnost škropilne obloge

### ABSTRACT

#### THE IMPACT OF APPLE TREE TRAINING SYSTEM ON SPRAY DEPOSIT COVERAGE VALUES WITHIN THE TREE CROWN

<sup>1</sup> izr. prof., dr. agr. znan., Vrbanska 30, SI-2000 Maribor

<sup>2</sup> univ. dipl. inž. agr., prav tam

<sup>3</sup> univ. dipl. inž. agr., Cesta Žalskega tabora 2, SI-3310 Žalec

<sup>4</sup> izr. prof., dr. agr. znan., Vrbanska 30, SI-2000 Maribor

The impact of apple tree training system on spray deposit formation within the tree crown was studied in the apple tree plantations with super-spindle (SS), modified slender-spindle (MSS), slender-spindle in a twin row (SSTR) or V-system super-spindle (VSS) training systems. The formation of spray deposit within twelve crown positions was evaluated by measurements of spray coverage values obtained on water sensitive papers (WSP; % coverage) and measured by Optomax image analyser. At all plantations, sprays were applied by the same standard axial fan sprayer equipped with three types of nozzles (Lechler TR, Lechler ID90 or Lechler ID120) and calibrated to deliver 350 or 700 litre of spray per hectare. The tree training system had a significant impact on the uniformity of spray coverage values detected in the twelve different crown regions and also on the absolute spray coverage values measured. The interactive effects of nozzle type, spray volume and type of tree training system on spray coverage were observed. By increasing the spray volume from 350 to 700 l/ha the spray coverage was increased significantly in all plantations. The increase was the least in the SS tree training system (30 %) and the highest in the MSS trained trees (48 %). The influence of nozzle type on achieved coverage values was significant but not the same far all the studied tree trainings systems. In case of SS trees, the highest coverage (average of twelve crown positions) was achieved by ID120 nozzle (40,3 %), in MSS trees by ID90 (26,3 %), in SSTR trees when using ID90 nozzle (24,6 %) and in VSS trained trees by ID90 nozzle (30,3 %). Drift-reducing nozzles of ID type provided higher coverage values than standard TR nozzles in all four types of plantations in at least half of the observed crown positions. The highest variability of coverage values among 12 crown positions was observed in SSTR trees and the smallest in SS trees. The coverage values measured in SSTR, VSS and MSS trees were significantly lower than in case of SS trees. It can be assumed, that spraying trees of SSTR, VSS and MSS training systems by the same sprayer whose nozzle configuration and operating parameters are adapted to the SS trees, can not provide spray coverage high enough for sufficient disease and pest control. The nozzle type, nozzle configuration and operating parameters of sprayer therefore must be adapted to the specific tree training systems.

**Key words:** nozzles, tree training systems, apple, spray application, spray coverage

## 1 UVOD

Gojitvena oblika dreves ima velik vpliv na kakovost in enakomernost porazdelitve obloge (depozita) fitofarmaceutskih sredstev (FFS), ki ga lahko ustvarimo z različnimi tipi pršilnikov. Posamezne tipe pršilnikov lahko bolj ali manj uspešno prilagajamo strukturi različnih gojitvenih oblik dreves. Pri klasičnih aksialnih pršilnikih imamo zelo omejene možnosti prilagajanja delovanja naprave spreminjajočim se strukturam dreves. Z usmerniki zračnega toka lahko le delno spremenimo usmeritev zračnega toka. Manjše učinke lahko dosežemo s spreminjanjem tipa in orientacije vgrajenih šob (Jaeken *et al.*, 2003; Koren, 2004; Swiechowski *et al.*, 2004; Cross *et al.*, 2002).

Za uspešno doseganje cilja, to je ustvarjanje enakomernega depozita FFS je potrebno obojestransko prilagajanje. Tehnične značilnosti strojev je potrebno nenehno prilagajati gojitvenim oblikam dreves in gojitvene oblike dreves je potrebno prilagajati možnostim strojev. Sodobna tehnologija lahko ponudi izredno prilagodljive naprave, ki so v mnogih primerih pretirano drage za sadjarje. Sadjarski strokovnjaki včasih ne razmišljajo dovolj uravnoteženo, ko presojajo ustreznost posameznih gojitvenih oblik dreves za posamezna pridelovalna območja. Včasih razvijejo optimalno gojitveno obliko glede na porazdelitev plodov, njihov razvoj in osvetljenost, ki omogoča velike pridelke in ne potrebuje veliko gojitvenih vzdrževalnih dela. Žal se lahko izkaže, da sicer pomološko uporabna gojitvena oblika ni dobro obvladljiva s stališča aplikacijske tehnike. Če pridelka ne uspemo

kakovostno varovati pred škodljivimi organizmi, izgubimo vse ugodne ekonomske učinke, ki jih gojitvena oblika nudi s pomotehničnega stališča.

Pridelovalcem težko nazorno prikažemo, kako vpliva struktura dreves na prostorsko porazdelitev škropilne brozge pri uporabi posameznih tipov naprav za nanos. V raziskavi smo želeli praktično prikazati vpliv gojitvene oblika dreves na notranjo porazdelitev škropilne brozge nanosene z enakim pršilnikom v različnih nasadih. Prikaz porazdelitve škropilne brozge smo opravili z meritvami pokrovnosti s škropilno brozgo z uporabo lističev občutljivih na vlago (angl. water sensitive papres - WSP).

## 2 METODE DELA

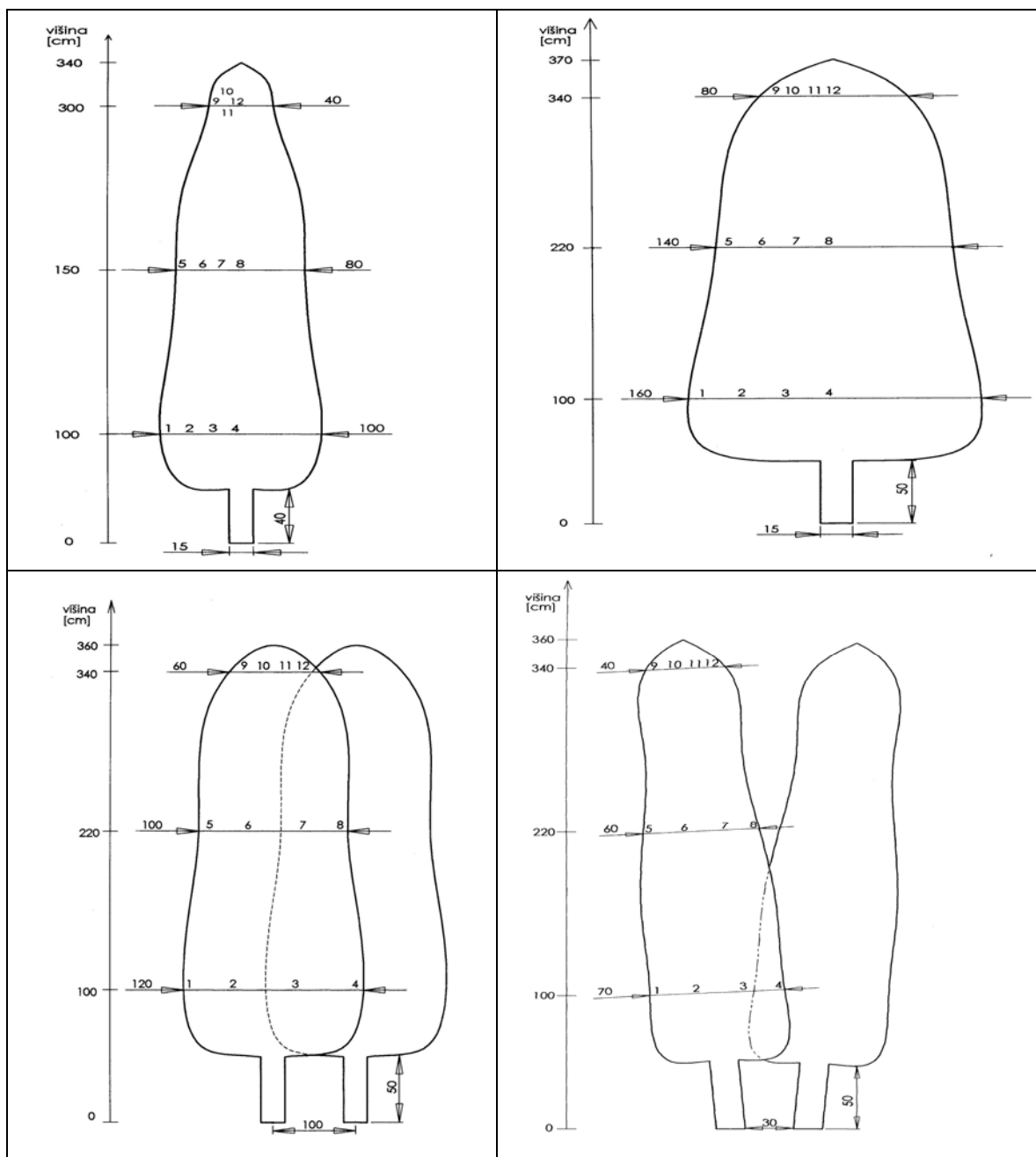
V štirih različnih nasadih jablan smo opravili škropljenje z enakim tipom pršilnika (Agromehanika AGP 400 ENU) in pri enaki porabi vode (350 ali 700 l/ha). Enak izmet pri različnih nasadih smo zagotovili s spreminjanjem hitrosti vožnje pri konstantnem delovnem pritisku. Podatki so prikazani v preglednici 1. Škropljenja smo ponovili s tremi različnimi šobami proizvajalca Lechler (TR80, ID90 in ID120). V prvem nasadu (ZVV) smo imeli drevesa z gojitveno obliko zelo vitko vreteno, v drugem (MVV) drevesa z gojitveno obliko modificirano vitko vreteno, v tretjem (VVx2) smo imeli drevesa posajena v dvovrstnem sistemu vitkega vretena in v četrtem (VVV) drevesa gojena v »V« sistemu (glej sliko 1 in vir Koren, 2004). Pri ZVV je medvrstna razdalja znašala 2,8 m, pri ostalih treh nasadih 4 m. Pri ZVV je pri škropljenju znašala hitrost vožnje 6 km/h, pri ostalih 4,2 km/h. Na drevesa pri vsaki od gojitvenih oblik smo v dvanajstih točkah pripeli WSP lističe. Lističe smo pripeli na 4 izenačena drevesa v eni vrsti, ki so bila med seboj oddaljena 5 m. Drevesa so bila poškrapljena z obeh strani. Prikaz točk, kjer so bili pripeti lističi je viden na sliki 1. Uporabili smo lističe proizvajalca Novartis (Syngenta) Agro, velike 26 x 76 mm. Mesta, kjer so bili pripeti lističi smo označili z barvo, tako da smo vsakič znova pripeli listič na popolnoma enakem mestu. Stopnjo pokrovnosti z oblogo škropilne brozge smo določili z optično analizo WSP lističev z uporabo naprave za optično analizo depozita škropilne brozge (Optomax Image Analyser). Naprava določi odstotek površine lističa, kjer se je pojavila sprememba barve zaradi stika s tekočino, število zadetkov kapljic in velikost zadetkov.

Preglednica 1: Prikaz parametrov škropljenja v nasadih jablan štirih gojitvenih oblik

Table 1: Main characteristics of spraying procedures and nozzles used in apple plantations of different training systems

TIP ŠOBE:	HITROST VOŽNJE (km/h)		MEDVRSTNA RAZDALJA (m)		PRETOK ŠOBE (l/min)		DELOVNI PRITISK (bari)		PORABA VODE (l/ha)	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
TR 80-15	6	4,2	2,8	4	0,82	0,82	6	6	350	350
TR 80-03	6	4,2	2,8	4	1,64	1,64	6	6	700	700
ID90-015	6	4,2	2,8	4	0,82	0,82	6	6	350	350
ID90-03	6	4,2	2,8	4	1,64	1,64	6	6	700	700
ID120-015	6	4,2	2,8	4	0,82	0,82	6	6	350	350
ID120-03	6	4,2	2,8	4	1,64	1,64	6	6	700	700

A = ZVV – zelo vitko vreteno (super-spindle), B = MVV – modificirano vitko vreteno (modified slender-spindle) = VVx2 – dvojček (slender-spindle in a twin row) = VVV – vitko vreteno »V« sistem sajenja (V-system super-spindle).



Slika 1: Prikaz gojitvenih oblik dreves in porazdelitve WSP lističev znotraj krošnje dreves  
 Figure 1: Overview of studied tree training systems and the distribution of WSP papers within the tree crown regions

### 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Če primerjamo povprečno doseženo pokrovnost med posameznimi gojitvenimi oblikami vidimo, da smo najslabše rezultate dosegli pri modificiranem vitkem vretenu (MVV) in pri sistemu dvojček (VVx2). Rezultati meritev pokrovnosti potrjujejo rezultate iz realne proizvodnje, kjer pri omenjenih dveh gojitvenih oblikah pogosto ne dosežemo zelenih rezultatov. Dosežene vrednosti za pokrovnosti pod 40 % so slabe. S takšno kakovostjo škropljenja ni mogoče zagotoviti dobrega varstva pred boleznimi in škodljivci. Posebej ne, če uporabljamo kontaktno delujoče pripravke. Različne šobe dajo različne rezultate pri različnih gojitvenih oblikah. Tako so šobe z večjimi kapljicami (ID) pri manjši porabi vode

in pri ZVV dale boljše rezultate od šob s finimi kapljicami (TR), pri gojitveni obliki MVV in VVV je bilo nasprotno. Po podatkih iz literature dajo antidriftne šobe z večjimi kapljicami pogosto večjo skupno pokrovnost, kot šobe s finimi kapljicami (Cross *et al.*, 2002; Jaeken *et al.*, 2003; Freibleben *et al.*, 2003; Lešnik *et al.*, 2005).

Preglednica 2: Primerjava vrednosti pokrovnosti s škropilno brozgo, ugotovljenih z analizo WSP lističev pri različnih gojitvenih oblikah in različnih šobah. Vrednosti so povprečja 12 merilnih točk v krošnji dreves

Table 2: The comparison of results of assessments of WSP coverage values (%) determined at trees of different training systems and after spraying with different types of nozzles. The results are means of assessments from 12 positions within tree crowns

TIP ŠOBE: Nozzle type:	VRSTA GOJITVENE OBLIKE (tree training system)			
	ZVV	MVV	VVX2	VVV
TR 80-015	30,8 a B	22,5 b A	20,8 a A	24,2 b A
ID 90-015	36,5 b B	20,5 ab A	20,3 a A	25,5 b AB
ID 120-015	32,3 a C	16,0 a A	23,4 ab B	18,1 a A
TR 80-03	48,7 c B	23,5 b A	24,8 b A	27,2 b AB
ID 90-03	34,2 ab B	31,9 c A	29,0 c A	35,1 c B
ID 120-03	48,3 c C	32,2 c B	24,4 b A	32,3 c B
Povprečje:	38,5 B	24,4 A	23,8 A	27,1 AB
Poraba vode:				
350 l/ha	33,2 a B	19,7 a A	21,5 a A	22,6 a A
700 l/ha	43,7 b B	29,1 b A	26,1 b A	31,5 b A

\* Majhne črke omogočajo statistično primerjavo povprečij med šobami znotraj posamezne gojitvene oblike, velike črke omogočajo primerjave znotraj ene vrste šobe med različnimi gojitvenimi oblikami.

Small letters mark statistical differences among different types of nozzles used at the trees of the same training system and capital letters mark statistical differences between results for the same nozzle type used for spray application to trees of different training systems.

\* Povprečne vrednosti označene z enako črko znotraj posameznega stolpca (male črke) ali med stolpci (velike črke) se ne razlikujejo med seboj statistično značilno glede na Tukey-ev HSD test ( $\alpha=0,05$ ). Means within a column (small letters) or between columns (capital letters) marked with the same letter do not differ significantly according to Tukey's HSD test at ( $\alpha=0.05$ ) significance level.

Število zadetkov na  $\text{cm}^2$  je pri drobnih kapljicah navadno večje. Če analiziramo vpliv porabe vode vidimo, da se pokrovnost značilno poveča, če povečamo porabo vode. Glede porabe vode so mnjenja med strokovnjaki že dolga leta deljena. Pri velikih porabah vode pride do stekanja kapljic s ciljnega površja. Pri porabi vode 700 l/ha pojavi stekanja pri omenjenih gojitvenih oblikah še niso obsežni. Največje povečanje pokrovnosti zaradi povečane porabe vode je bilo opazno pri gojitveni obliki MVV, ki ima največji rodni volumen (približno 17 000  $\text{m}^3$ ). Povečevanje porabe vode je smiselno v skladu s povečevanjem rodnega volumna, vsaj 100 l/ha za vsakih 3000  $\text{m}^3$ . Interaktivni učinek med šobo in gojitveno obliko se pri različni porabi vode spremeni. S povečano porabo vode, lahko nekoliko kompenziramo slabosti pršilnika. Seveda nam ta kompenzacija poveča stroške nanosa in povzroči manjše dodatno onesnaženje okolja. Povečanje pokrovnosti navadno nikoli ni sorazmerno povečanju porabe vode. Optične naprave za analizo pokrovnosti niso sposobne ločiti večkratnega prelivanja tekočine preko iste točke. 100 % pokrovnost v mnogih točkah krošnje pri ZVV lahko izmerimo že pri 1100 do 1200 l vode na ha. Enak rezultat bomo dobili tudi pri 2000 ali 3000 l/ha. Analiziranje razlik med gojitvenimi oblikami in tipi šob pri velikih porabah vode z obstoječo optično tehnologijo ni možno. Zračni tok proizveden od ventilatorja pršilnika je bil pri vseh gojitvenih oblikah

konstanten (28000 –30000 m<sup>3</sup>/h) in enako usmerjen. Za gojitveno obliko ZVV je bil že prevelik, za ostale gojitvene oblike je bil v okviru optimuma.

Preglednica 3: Primerjava vrednosti pokrovnosti s škropilno brozgo (%), ugotovljenih z analizo WSP lističev pri različnih gojitvenih oblikah dreves in različnih položajih znotraj krošnje dreves  
Table 3: The comparison of results of assessments of WSP coverage values (%) determined at different positions within crowns of trees of different training systems

Položaj v krošnji dreves:	VRSTA GOJITVENE OBLIKE (tree training systems)			
	ZVV	MVV	VVX2	VVV
1 spodaj zunaj	44,5 fg B	35,2 f A	41,5 h B	36,9 ef AB
2	36,8 abcde B	30, ef A	25,9 ef A	28,1 bcd A
3	32,6 a B	31,5 ef AB	26,1 ef A	23,4 b A
4 spodaj znotraj	33,6 abc C	25,8 bcde B	20,4 cd A	25,4 bcd B
5 sredina zunaj	48,9 g C	29,8 def A	35,5 g B	44,1 f C
6	41,6 ef B	20,7 abc A	29,3 f B	24,9 bc AB
7	38,1 bcde B	18,4 ab A	17,1 bc A	22,1 ab A
8 sredina znotraj	39,0 cde C	22,8 abcd A	28,6 f AB	25,4 bcd A
9 zgoraj zunaj	40,4 def C	25,9 cde A	22,8 de A	32,2 de B
10	33,3 ab B	18,2 a A	15,0 ab A	31,7 cde B
11	37,1 abcde C	17,2 a B	10,9 a A	14,9 a AB
12 zgoraj znotraj	35,9 abcd B	16,8 a A	12,5 ab A	15,3 a A
Povprečje:	38,5 B	24,4 A	23,8 A	27,1 AB

\* Majhne črke omogočajo statistično primerjavo povprečij med položaji znotraj posamezne gojitvene oblike, velike črke omogočajo primerjave znotraj enega položaja med različnimi gojitvenimi oblikami.

Small letters mark statistical differences among coverage values at different crown positions at the tress of the same training system and capital letters mark statistical differences between results for the same nozzle type used for spray application to trees of different training systems.

\* Povprečne vrednosti označene z enako črko znotraj posameznega stolpca (male črke) ali med stolpci (velike črke) se ne razlikujejo med seboj statistično značilno glede na Tukey-ev HSD test ( $\alpha=0,05$ ). Means within an column (small letters) or between columns (capital letters) marked with the same letter do not differ significantly according to Tukey's HSD test at ( $\alpha=0.05$ ) significance level.

V preglednici 3 so vidni rezultati glede pokrovnosti v 12 točkah krošnje. Gojitvena oblika vpliva na porazdelitev škropilne brozge in zračnega toka ter tudi na procese usedanja (sedimentacijo) škropilne brozge (Koch *et al.*, 2001). Krošnja predstavlja prostorsko variabilen filter za zračni tok in škropilno brozgo. Pri vseh gojitvenih oblikah smo najboljšo povprečno pokrovnost (povprečje vseh vrst šob in obeh porab vode) dosegli na zunanjem robu v spodnjem in sredinskem delu krošnje. To je povsem skladno s pričakovanji. Problematična regija je vrh krošnje, kjer pogosto nanos brozge ni dovolj dober. Če analiziramo točko 9 vidimo, da smo ponovno najslabše rezultate dosegli pri MVV in VVx2. Še slabše je v točki 12. Pri pokrovnosti pod 20 % je oslABLJENO biotično delovanje ne samo pri kontaktno delujočih pripravkih, temveč tudi pri sistemskih. Če analiziramo enakomernost porazdelitve škropilne brozge vidimo, da največjo enakomernost dosežemo pri ZVV. Prav to je ena od prednosti pri ZVV. Dober nanos ali dober stroj je tisti, kjer dosežemo čim večjo enakomernost nanosa. Ni dovolj le več kot 50 % pokrovnost na polovici sektorjev krošnje. Če imamo veliko skritih koticov, kjer je pokrovnost pod 15 % je končni uspeh varstva lahko slab. V tistih skritih koticih se razvijejo bolezni in škodljivci, ki nato posredno vplivajo tudi na dele krošnje, ki so sicer bili dobro preškropljeni.

V svetu ni moč najti temeljitih raziskav, ki bi natančno definirale mejno pokrovnost za doseganje dobre biotične učinkovitosti posameznih pripravkov proti posameznim škodljivim organizmom. Večina strokovnjakov se strinja, da je stopnja enakomernosti porazdelitve depozita pripravkov bolj pomembna od dosežene absolutne povprečne statistične pokrovnosti (Jaeken *et al.*, 2003; Koch in Weißer, 1994; Koch *et al.*, 2001).

Glede na teoretska pričakovanja, bi naj bilo prodiranje v notranjost krošnje pri večjih kapljicah boljše. To se je delno potrdilo tudi v našem poskusu (ločeni podatki za interakcijo položaj in tip šobe niso prikazani v tabelah). Pri MVV in VVx2 lahko v notranjosti krošnje povečamo pokrovnost s povečanjem porabe vode in s povečanjem kapljic, ki sestavljajo škropilno brozgo. Ti rezultati so skladni z rezultati drugih raziskovalcev (Jaeken *et al.*, 2003; Koch in Weißer, 1994). Povečanje pretoka zraka ni nujno, da izboljša rezultat. Z značilnim povečanjem pretoka zraka lahko zmanjšamo depozite na obodu krošnje. Velik pretok zraka ni sodoben pristop. Z njim smo včasih dejansko lahko zagotovili dobre rezultate, vendar je pristop ekološko vprašljiv. Pri sodobnem škropljenju naj ne bi proizvajali zračnih tokov, ki bi prehajali skozi več sosednjih vrst trajnega nasada. Pri tako velikem transportu so veliki tudi sedimenti na tleh v medvrstnem prostoru in izrazito se poveča zanašanje v okolico.

#### 4 SKLEPI

Z enakim tipom pršilnika ob enakih parametrih škropljenja pri različnih gojitvenih oblikah dreves ni mogoče zagotoviti enako kakovostnega nanosa škropilne brozge v smislu parametra pokrovnost s škropilno brozgo. Več različnih nasadov kot ima nek pridelovalec, bolj vrhunsko napravo za nanos potrebuje in večje možnosti modificiranja škropilnih parametrov mora nuditi naprava. Ko se pridelovalec odloča o sistemu gojitve jablanovih dreves mora opraviti analizo možnosti kakovostnega izvajanja nanosa FFS. V ekonomske analize mora vključiti tudi oportunistične stroške varstva pred boleznimi in škodljivci (stroški nakupa boljše naprave za nanos FFS, morebitne izgube pridelka zaradi omejenih možnosti varstva, ...).

#### 5 ZAHVALA

Ministrstvu za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo RS in Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS se zahvaljujemo za dodeljena finančna sredstva za izvedbo projekta CRP V4-0870 v okviru katerega so bile opravljene predstavljene raziskave.

#### 6 LITERATURA

- Cross, J. V., Murray, R. A., Walklate, P. J., Richardson, G. M. 2002. Efficacy of drift-reducing orchard spraying methods. *Aspects of Applied Biology* 66, International advances in pesticide application, 285-292.
- Freißleben, R., Fried, A., Lange, E., Schmidt, K., Funke, H. G., Koch, H., Knewitz, H., Palm, G., Stadler, R., Heinkel, R. 2003. Zusammenfassende Auswertung von Versuchen zur biologischen Wirksamkeit von Pflanzenschutzmitteln im Apfelanbau bei grobtropfiger Applikation. *Gesunde Pflanzen*, 55, 3: 77-84.
- Jaeken, P., De Maeyer, L., Broers, N., Creemers, P. 2003. Nozzle choice and its effect on spray deposit & distribution, uptake, drift and biological efficacy in standard apple orchards (*Malus sylvestris*, cv Jonagold). *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*, 56/2, 326-353.
- Koch, H., Weißer, P. 1994. Untersuchungen zur Variabilität von Initialbelägen bei Applikation von Pflanzenschutzmitteln in Obstanlagen. *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch.* 101: 634-640.
- Koch, H., Knewitz, H., Fleischer, G. 2001. Untersuchungen zur Abtrifftreduzierung und biologischen Wirksamkeit im Obstbau bei grobtropfiger Applikation. *Gesunde Pflanzen*, 53, 4: 120-125.

- Koren, J. 2004. Vpliv kota izstopnega curka šobe na notranjo variabilnost depozita škropiva v krošnjah dreves jablan različnih vzgojnih oblik. Diplomsko delo, Fakulteta za kmetijsvo Maribor, 70 str.
- Lešnik, M., Pintar, C., Lobnik, A., Kolar, M. 2005. Comparison of the effectiveness of standard and drift-reducing nozzles for control of some pests of apple, *Crop protection*, 24: 93-100.
- Swiechowski, W., Doruchowski, G., Holownicki, R., Godyn A. 2004. Penetration of air within the apple tree canopy as affected by the jet characteristics and travel velocity of the sprayer. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Agricultural Engineering*, 7, 2, (<http://www.ejp.media.pl/volume7/issue2/engineering/art-03.html>)