

STANJE OBVLADOVANJA POJAVOV ZANAŠANJA (DRIFTA) FITOFARMACEVTSKIH SREDSTEV V SLOVENIJI

Mario LEŠNIK¹

¹Fakulteta za kmetijstvo Maribor

IZVLEČEK

V prispevku je prikazana ocena stanja tehničnega in organizacijskega obvladovanja pojavov neposrednega aplikacijskega zanašanja (drifta) fitofarmaceutskih sredstev (FFS) v Sloveniji. Zaradi specifične strukture in prostorske razporeditve pridelovalnih zemljišč (majhne parcele, tesna prostorska prepletenost pridelovalnih zemljišč in infrastrukturnih ter bivanjskih objektov, velika pogostost pojavljanja pridelovalnih zemljišč ob vodnih virih), obstoječe tehnologije varstva rastlin in obstoječe dokaj zastarele opreme za nanos FFS potrebuje Slovenija pri obvladovanju pojavov zanašanja FFS moderne, vendar njenim razmeram prilagojene rešitve. Glede na obstoječe razmere je potrebno posodobiti naprave za nanos FFS in nekatere določbe obstoječe zakonodaje ter povečati koordinacijo vseh vpletenih pri izvajanju načrtovanja rabe prostora na območjih, kjer se agrarno okolje zliva z urbanim. Rešitve morajo biti prilagojene lokalni rabi prostora, intenzivnosti in vrsti kmetijske pridelave. Nekateri predlogi za usklajevanje interesov pridelovalcev živeža in drugih uporabnikov ruralnega prostora so predstavljeni v tem prispevku.

Ključne besede: zanašanje, drift, fitofarmaceutska sredstva, Slovenija, regulacija, preprečevanje

ABSTRACT

PLANT PROTECTION PRODUCT DRIFT REGULATION AND PREVENTION IN SLOVENIA

Slovenian technical and organizing aspects of regulation and prevention of drift of plant protection products (PPP) are presented. Due to specific structure, spatial distribution and characteristics of agricultural allotments (small, very diverse, scattered within public and residential area infrastructure and premises, frequently close to surface water bodies), existing agricultural production technology and relatively old machinery for PPP application, Slovenian society needs new and modern, but specific locally adjusted solutions for regulation and prevention of drift of PPPs. According to the existing situation some improvements (modernisation) in the field of PPP application devices and techniques, and also some revisions of existing legislation and significant improvements in coordination among all parties involved in land use planning are needed, especially in intensive agricultural production areas near urban areas. Solutions for drift regulation have to be adapted to specific local land use schemes and types of agricultural production. Some proposals for future reconciliation of interests of agricultural producers and other users of rural land areas are presented.

Key words: drift, plant protection products, Slovenia, regulation, prevention

¹izr. prof., dr. agr. zn., Vrbanska cesta 30, SI-2000 Maribor

1. UVOD

Fitofarmaceutska sredstva za varstvo rastlin pred boleznimi in škodljivci (FFS) je možno aplicirati na veliko načinov. Pri vsakem načinu apliciranja (nanosa) se pojavijo večje ali manjše izgube aktivnih snovi, ki ne dosežejo biotičnega cilja. Različni postopki nanosa (pršenje, škropljenje, zalivanje, meglenje, prašenje, premazovanje, posipavanje granulotov, ...) v povezavi s kakovostjo opreme omogočajo različno dobro regulacijo prostorskega usmerjanja toka aktivne snovi k biotičnim ciljem. Najbolj pogosto FFS nanašamo s postopki pršenja ali škropljenja, kjer je nosilni medij za prenos aktivne snovi voda. Transport se opravi zgolj s pomočjo hidravličnega pritiska ali ob dodatni pomoči zračnih tokov ustvarjenih od ventilatorjev in drugih oblik puhal. Stroji za nanos (pršilniki, škropilnice) s pomočjo šob ustvarjajo kapljice škropilne brozge, ki morajo z ustrezno hitrostjo (kinetično energijo) pripotovati do biotičnega cilja (organi varovanih rastlin ali organi škodljivih organizmov). Na poti do biotičnega cilja so kapljice izpostavljene zanašanju. Obseg zanašanja (drifta) izven predvidene poti potovanja, v stran od ciljnih organizmov, je odvisen od številnih dejavnikov, kot so: velikost in kinetična energija kapljic, fizikalni in splošni meteorološki parametri v atmosferi, tehnične značilnosti naprav za nanašanje, prestrezna (filterna) in zadrževalna (retencijska) sposobnost vegetacije in številni drugi (Matthews, 2000; Thistle, 2004).

Delež aktivne snovi FFS, ki jo odnese izven območja nanosa je lahko v neugodnih razmerah in pri zastarelih napravah večji od 20 %, pri določenih oblikah nanosa v začetku rastne dobe tudi več od 90 %. Depozite zanesenih ostankov FFS je s sodobnimi analitskimi metodami moč brez težav izslediti več tisoč metrov v stran od mesta nanašanja. Med pridelovalci živeža in kritično nekmetijsko javnostjo prihaja do pogostih konfliktov zaradi zanašanja FFS. Posledica zanašanja FFS v okolico pridelovalnih objektov je omejena, vendar dokaj trajna kontaminacija okoliškega rastlinstva, živalstva, tal, vodnih virov, infrastrukturnih in bivanjskih objektov in tudi ljudi (Hall, 2004). Številni državljani Slovenije se zaradi pojavov drifta počutijo zdravstveno in ekološko ogroženi. Tako s tehničnega, kot z zakonodajnega in strokovnega stališča pojavov zanašanja (drifta) pri aplikaciji FFS v Sloveniji ne obvladujemo dovolj kakovostno. V uporabi imamo malo sodobnih naprav za nanašanje, ki lahko bistveno zmanjšajo pojave aplikacijskega drifta in tudi strokovna usposobljenost pridelovalcev v zvezi s sodobnimi pristopi za zmanjševanje drifta je nezadovoljiva. Število konfliktov se povečuje, ustreznih rešitev za zmanjšanje pojavov drifta in za dovolj kakovostno, času primerno, reševanje interesnih sporov nimamo, zato so potrebe za izdelavo strokovnih podlag na tem področju velike. Gledano na razvoj zakonodaje se največja skrb posveča preprečevanju kontaminacije voda, dokaj neurejeno pa je področje kontaminacije posebnih pridelovalnih območij (npr. območja za ekološko pridelavo) in kontaminacije neposrednega bivalnega okolja. Zadnji dve sta v slovenskih razmerah, zaradi specifične mikro-prostorske razporeditve pridelovalnih zemljišč prav tako pomembni in s pomočjo pravne regulative zelo težko obvladljivi.

2. DEFINICIJA POJAVA ZANAŠANJA FFS

Z izrazom zanašanje (drift) navadno opisujemo sam fizikalni proces zanašanja, kot tudi snovne količine, ki jih pri tem pojavu določamo v času in prostoru. Glede na to, kdaj in na kakšen način se zgodi odklon toka aktivne snovi proti biotičnem cilju ali z njegovega površja ločimo več vrst drifta. Najbolj pogosto obravnavamo neposredni aplikacijski drift. To je zanašanje kapljic ali delcev FFS zunaj območja nanosa zaradi prevelike kinetične energije (prevelika moč in kapaciteta puhal, prevelik delovni pritisk, ...) in zaradi pojavov v atmosferi, ki lahko značilno podaljšajo predvideno pot kapljic ali delcev (atmosferske turbulence v obliki vetra, termična konvekcija, ...). Pri običajnem delu s pršilniki v trajnih nasadih lahko na razdaljah 10 do 20 metrov od roba nasada pričakujemo onesnaženje z vsaj 0,5 do 3 % snovi, ki jo nanese na površinsko enoto v notranjosti nasada. Na neposreden aplikacijski drift značilno vplivajo tehnične značilnosti naprav za nanašanje in stanje atmosfere. Post-aplikacijski drift nastane v času, ko je proces nanosa zaključen ali že v obdobju sedimentacije

škropilne obloge. Lahko se dogaja hkrati s procesi aplikacije (stekanje s tretiranih rastlin) ali pa nastaja z določeno časovno zamudo (spiranje škropilne obloge z dežjem, izhlapevanje aktivne snovi iz škropilne obloge, vetrna erozija škropilne obloge ali z aktivno snovjo prepojenih talnih delcev, ...). Na obseg post-aplikacijskega drifta najbolj vpliva fizikalno-kemična narava pripravkov, manj pa naprave za nanos. Izpiranje talnih herbicidov iz zgornjih plasti tal v podtalnico, lahko obravnavamo kot posebno obliko post-aplikacijskega drifta. Post-aplikacijski drift lahko glede na snovno bilanco zavzema od 0,1 do 10 % aktivne snovi nanese na neko pridelovalno površino. Ob-aplikacijski drift nastaja ob transportih, ob pripravi škropilne brozge in ob čiščenju naprav za nanos. Ob malomarnem delu lahko preseže 5 % vse aktivne snovi, ki smo jo želeli nanesti na pridelovalno površino. Zakonodajne regulative navadno obravnavajo predvsem primarni aplikacijski drift, manj temeljito pa druge oblike.

Pri preučevanju vzrokov za nastajanje drifta je zelo pomembno velikostno razmerje med biotičnim ciljem in tretiranim območjem. Ko na primer nanašamo akaricide proti pršici (*Calepitrimerus vitis* Nal.), ki na vinski trti povzroča trsno kodravost je površina biotičnega cilja nekaj stokrat manjša od tretirane površine. Ko, na primer, nanašamo FFS na hmelj v polni rasti je biotični cilj tudi 20 krat večji od tretirane površine. V prvem primeru večji del aktivne snovi apliciramo v okolje izven biotičnega cilja (kakšen centimeter velikih lističev). V mnogih primerih, ko je velikostno razmerje med tretirano površino in biotičnim ciljem neugodno še nismo razvili cenениh in splošno uporabnih naprav za nanos, ki ne bi povzročale velikega drifta FFS.

Pomembno vprašanje je, kje so kvantitativne meje še sprejemljivega drifta? Pri večini oblik nanašanja FFS je drift neizbežen pojav. Še dovoljen drift za posamezno FFS je odvisen predvsem od ocene toksikološkega tveganja neke snovi za okolje in od občutljivosti robnega okolja. Vodni viri in bivalno okolje so najbolj občutljivo okolje pridelovalnih objektov. V evropskem prostoru ni enotnih mejnih vrednosti še sprejemljivega drifta. Tako je za občutljiva okolja (npr. površinske vode) še sprejemljiv drift med 0,1 in 1 % snovi nanosenih na površinsko enoto pridelovalne površine na razdaljah do 10 metrov vstran od roba tretirane površine. Za manj občutljive robne biotope znaša ta vrednost med 1 in 3 %. Praktičen primer; pri snovi, ki jo uporabljamo v odmerku 1 kg na hektar ($1000 \text{ g} / 10000 \text{ m}^2 = 0,1 \text{ g/m}^2$) sme znašati drift na razdaljah do 10 metrov od 0,001 od 0,003 g/m^2 .

3. OSNOVNI PRISTOPI ZA OMEJEVANJE POJAVOV DRIFTA

3.1 Tehnični pristopi

Prvi člen ukrepov za preprečevanje drifta so naprave za nanos FFS in ravnanje z njimi. Z izboljševanjem in prilagajanjem konstrukcijskih značilnosti naprav lahko značilno omejimo pojave zanašanja. Škropilnice in pršilniki se med seboj precej razlikujejo glede tehničnih rešitev za omejevanje drifta. Pri poljskih škropilnicah so glavne smeri razvoja povezane z uvajanjem varovalne obodne kritine ali z uvajanjem zračnega toka (škropilnice z zračno podporo), s čemer se škropilnice konstrukcijsko približujejo pršilnikom. Pri pršilnikih ima velik pomen regulacija smeri in jakosti zračnega toka. Opazen je prehod iz klasičnih aksialnih pršilnikov v radialne z usmerniki ali tangencialne. Značilno se povečuje uporaba pršilnikov s križnim zračnim tokom (cross-flow pršilniki). Vse več je modelov z velikim številom usmernikov zračnega toka, katerih prostorsko orientacijo je možno poljubno spreminjati glede na strukturo rastlin, kamor nanašamo pripravke (Koch, 2003; Pergher in Lacovig, 2005; www.bba.de – glej http://www.bba.de/ap/ap_gerate/ap_gerate.htm).

Vgradnja posebnih (antidriftnih šob) je ena od preprostih rešitev, tako pri pršilnikih, kot pri škropilnicah. Osnovna značilnost tako imenovanih antidriftnih šob je, da oblikujejo velike kapljice (polmer več kot 150 ali 200 μm). Večja kot je kapljica, težje jo zračni tokovi odnesejo iz smeri gibanja. Uvajanje antidriftnih šob poteka v evropskem prostoru že vsaj 5 let in je v različnih državah, doživelo zelo različen obseg. V nekaterih državah (npr. Nemčija, Nizozemska, Belgija, Švedska, ...) antidriftne šobe uporablja večina pridelovalcev, v drugih

manjšina (npr. Anglija, Francija, Italija, Grčija, ...). V nekaterih državah je uporabo antidriftnih šob v glavnem spodbudila zakonodaja, tako tista vezana na registracijo FFS, kot tista vezana na splošno varstvo okolja. Novejša zakonodaja (npr. Nemčija) pri registraciji FFS zahteva definiranje opreme za nanos FFS. Nekaterih pripravkov ni mogoče uporabljati, če pridelovalec ne razpolaga z opremo, ki je uvrščena v natančno definirano antidriftno kategorijo (glej www.bba.de – http://www.bba.de/inst/ap/publ/pub_fa.htm, Ausgewählte Veröffentlichungen – Neue Abdrifteckwerte im Zulassungsverfahren für Pflanzenschutzmittel).

Na podlagi opazovanj pri testiranju opreme in poizvedb o prodaji antidriftnih šob ocenjujemo, da ima pri nas antidriftne šobe vgrajenih manj kot 5 % škropilnic in manj kot 3 % pršilnikov za trajne nasade. Osnovni vzroki za takšno stanje so: majhna informiranost pridelovalcev, nezaupanje v njihovo učinkovitost, visoka cena šob in zakonodaja, ki bi predpisala uporabo teh šob.

Strokovnjaki v strokovni literaturi večinoma ocenjujejo, da uporaba antidriftnih šob pri večini gospodarsko pomembnih boleznih in škodljivcev ne vpliva značilno na biotično učinkovitost večine FFS (Knoche, 1994; Heinkel *et al.*, 2000; Balsari *et al.*, 2001; Jensen *et al.*, 2001; Koch *et al.*, 2001; Wolf, 2002; Knewitz *et al.*, 2002; Freißleben, 2000, 2003a, b, 2004; Baldoin *et al.*, 2003; Klein in Golus, 2004; Landers in Muhammad, 2004; Wolf *et al.*, 2004).

Antidriftne šobe imajo tudi določene pomanjkljivosti, kot so: zmerno zmanjšanje učinkovitosti kontaktno delujočih insekticidov, povečano stekanje škropilne brozge z dreves ali poljščin, povečan talni depozit med vrstami v trajnih nasadih, povečan talni depozit pri uporabi v škropilnicah z zračno podporo, težje izpiranje nosilcev FFS s površja organov tretiranih rastlin, kar lahko kvari izgled plodov ob prodaji, povečan talni depozit v območju nekaj metrov v stran od robne vrste sadovnjaka in še druge pomanjkljivosti (Knewitz, *et al.*, 2001, 2002a, b; Heijne *et al.*, 2003b; Cross *et al.*, 2002; Koch, 2003). Pomembno je tudi, da lahko posamezna šoba, kot antidriftno obravnavamo le v določenih delovnih razmerah (npr. pri določenem delovnem pritisku in vozni hitrosti). Zunaj optimalnega delovnega območja te šobe ne morejo delovati na način, da bi preprečevale pojave zanašanja. Uporaba antidriftnih šob prinese značilno spremembo delovnih parametrov pršilnikov.

Veter je osnovni dejavnik zanašanja FFS. Sodobne naprave za nanos imajo vgrajene merilce hitrosti vetra, ki so povezani z regulacijskim mehanizmom za pretok skozi šobe in s šobnimi glavami za avtomatično menjavanje šob. Ko veter preseže mejno hitrost se v šobni glavi s pomočja elektromagnetnih ventilov zamenja tip šobe (vario wind select oprema) (Holownicki *et al.*, 2003).

Naslednja, tehnično bistveno zahtevnejša, stopnja obvladovanja drifta je uvajanje senzorjev za sprotno detekcijo strukture in gostote krošnje dreves (angl. canopy density detection system, tree crop proportional system, ...) in razvoj reciklažnih pršilnikov. Pri prvih senzorji med vožnjo izmerijo in definirajo strukturo krošnje in naprava nato sproti spreminja pretoke skozi posamezne šobe in regulira jakost zrečnega toka skozi posamezne segmente usmernikov (Köch in Weiser, 2000; Molto *et al.*, 2001; Solanelles *et al.*, 2002; Escola *et al.*, 2003; Van de Zande *et al.*, 2003). Takšna oprema še ni v splošni uporabi, verjetno pa do serijske izdelave in splošne uporabe ni prav daleč.

Z uporabo tunelskih reciklažnih pršilnikov je moč pojave drifta zmanjšati za 90 do 97 % (Huijsmans *et al.*, 1993; Baldoin *et al.*, 2004). Glavna težava za uvajanje teh strojev, tako pri nas, kot v nam podobnih deželah, je njihova visoka cena, omejena uporabnost na strminah in omejena sposobnost prilagajanja zahtevnejšim gojitvenim oblikam trajnih rastlin.

Naprave za nanos FFS je možno opremiti tudi z GPS sistemi in aplicirati vse možnosti uporabe geografskih informacijskih sistemov (npr. vodenje naprave po mejah driftnih kartografskih enot, avtomatsko prilagajanje šob in delovnih parametrov stroja glede na gibanje po driftnih kartografskih conah, ...) (Ganzelmeier, 2004). Nekateri države (npr. Nemčija) že imajo celotno ozemlje kartirano glede na občutljivost območij za drift. GPS vodene naprave za nanos FFS pri delu na polju opozorijo pridelovalca, da se je naprava približala posebni coni, kjer veljajo določene s predpisi postavljene omejitve ali pa naprava ob približanju k takšni coni samodejno spremeni delovne parametre in tip aktivnih šob.

Pomemben prispevek k zmanjšanju pojavov celokupnega drifta predstavlja prehod na nove sisteme odmerjanja FFS (TRV, MABO, PACE, UCR, ...). Pri novih sistemih odmerjanja FFS, ki bi naj v doglednem času prišli tudi v navodila za uporabo pripravkov, mora pridelovalec odmerek prilagajati spreminjanju vegetacijskih parametrov (npr. LAI, velikost zelene stene, dolžina poganjkov, ...), hkrati pa mora vegetacijskim parametrom prilagoditi nastavitve pršilnikov (Furness in Magarey 2000; Cross *et al.*, 2004; Gil, 2004; Triloff, 2004; Dourchowski *et al.*, 2004; Koch, 2004, 2005). S tem nov sistem odmerjanja pripravkov prinaša boljšo regulacijo pojavov drifta. V svetovnem merilu je prva nove sisteme odmerjanja uzakonila Avstralija (Furness, 2000, 2004; Manktelow in Gurnsey, 2004), v Evropi pa so najdlje ta sistem razvili v Švici, kjer ga že praktično uporabljajo (Viret *et al.*, 2005), ni pa še uzakonjen.

Kar se tiče uvajanja tehničnih novosti za preprečevanje drifta smo v Sloveniji v velikem zaostanku predvsem pri pršilnikih. Ena od velikih težav pri zastarelih pršilnikih je nezmožnost regulacije zračnega toka ventilatorjev, kar pri delu v začetku rastne dobe povzroča zelo velike drifte (vsekakor nad 5 % aktivne snovi) že pri malih hitrostih vetra (1-2 m/s). Nekatere ocene organizacij, ki izvajajo testiranje pršilnikov in škropilnic kažejo, da je v naši državi 30 % škropilnic in 20 % pršilnikov starejših od 20 let, kar zgovorno kaže na stanje tehnike, ki jo uporabljamo. V zvezi s tem je potrebno opozoriti, da želijo bogate države pridelovalcem predpisati določene nadstandarde glede na obstoječe zahteve, ki jih morajo izpolnjevati, ko dajo testirati naprave za nanos FFS in želijo pridobiti potrdilo (nalepko) o tehnični ustreznosti škropilne opreme, kar je pogoj za njeno uporabo. Trgovske organizacije (npr. EurepGAP) že razmišljajo o vnosu teh nadstandardov v svoje pravilnike za odkup sadja in zelenjave. Praktično to lahko pomeni, da na primer sadjar ali vrtnar ne bo mogel prodajati sadja ali zelenjave trgovski verigi, če nebo razpolagal z opremo za nanos FFS, ki bo ustrezala razmeroma visokim tehničnim standardom. Tudi predpisi v zvezi z napravami za nanos FFS se dajo izrabiti za elegantno diskriminacijo med pridelovalci, kadar je vsega preveč.

3.2 Organizacijsko tehnični in prostorsko ureditveni pristopi

Primarni organizacijsko tehnični pristopi so vezani na uravnavanje delovnih parametrov naprav (delovni pritiski, izbira pretoka šobe, izmenjalni volumen ventilatorja, vgradnja usmernikov, položaj usmernikov zračnega toka, ...) glede na gojitvene oblike in vegetacijsko obdobje ter glede na bližino / oddaljenost občutljivih objektov. Veliko je mogoče na drift vplivati že z ustrezno nastavitvijo delovnih parametrov pršilnikov in škropilnic (Schmidt, 1995; Miller, 1999; Miller in Lane, 1999; Cross *et al.*, 2002; Kaul *et al.*, 2002; Koch, 2003; Jaeken *et al.*, 2003; Pergher in Lacovig, 2005).

V trajnih nasadih z visokimi rastlinami lahko občutno redukcijo drifta dosežemo z interaktivnim spreminjanjem hitrosti vožnje in kapacitete ventilatorja (Triloff *et al.*, 2005; Pergher in Lacovig, 2005). S povečevanjem vozne hitrosti in zmanjšanjem kapacitete ventilatorja lahko značilno zmanjšamo tako imenovani dolgo-linijski drift (dvig škropilnega oblaka nekaj metrov nad drevesa in nato počasno potovanje na velike razdalje).

Zelo preprost ukrep za zmanjševanje drifta je enostransko pršenje zadnjih dveh ali več robnih vrst in sprememba delovnih parametrov ob koncih vrst. Kar 30 % zmanjšanje drifta v nasadih sadnih rastlin in vinske trte lahko dosežemo, če zadnjo vrsto škropimo le enostransko. Na nizozemskem je enostransko škropljenje zadnje vrste določeno s predpisi. Pri običajnih pršilnikih (npr. klasični aksialni pršilnik, kapaciteta ventilatorja 20 000 m³/h, gojitvena oblika vitko vreteno, veter 1 – 2 m/s) znaša potovanje škropilnega oblaka vsaj 4 do 5 vrst v stran od trenutno škropljene vrste. V poskusih v nasadih jablan so dokazali, da v običajnih delovnih razmerah lahko pričakujemo drifte zunaj nasada (gledano pravokotno na vrste) tudi pri škropljenju 10 do 15 vrste navznoter od robne vrste. 90 % celotnega drifta iz nasada nastane pri škropljenju zadnjih treh vrst nasada, zato je zelo pomembno, kakšne so nastavitve pršilnika za škropljenje zadnjih treh vrst. Kadar vrste v trajnih nasadih potekajo pravokotno na občutljiv robni biotop (npr. jezero) imajo sodobni pršilniki možnost avtomatske

spremembe delovnih parametrov in tipa šobe s pomočjo senzorja, ki v določeni razdalji do konca vrste sproži spremembo omenjenih parametrov.

Pomemben ukrep je upoštevanje mejne hitrosti vetra. Pridelovalec mora vsaj približno vedeti, pri kašni hitrosti vetra je še smiselno izvajati nanašanje FFS. V nekaterih skandinavskih državah od pridelovalcev zahtevajo, da morajo pri delu uporabljati priročne merilce hitrosti vetra (cenene naprave za 25 - 40 evrov). Pridelovalci imajo na voljo posebne preglednice (oblika priročne knjižice žepnega formata) s podatki o mejnih hitrostih vetra, pri katerih še smejo nanašati FFS z določeno vrsto opreme. Informacije (kratkoročne napovedi) o predvidenih hitrostih in smereh vetra v pritlehni plasti atmosfere so v Sloveniji že na voljo (npr. http://www.arso.gov.si/podro-cja/vreme_in_podnebje/napovedi_in_podatki/dada/dada.htm), vendar se jih pridelovalci še ne poslužujejo veliko pri načrtovanju aplikacije FFS.

Ko se pridelovalec odloča o delovnih parametrih naprav za nanašanje mora narediti kompromis med prilagajanjem nastavitvev za potrebe gojene rastline, za doseganje biotične učinkovitosti in tudi potrebam za zmanjševanje drifta. Ocenjujemo, da v Sloveniji le 30 % pridelovalcev pri nastavitvi in umerjanju pršilnikov razmišlja o problematiki zanašanja FFS. Večina pri umerjanju in nastavitvah daje prednost biotični učinkovitosti FFS. Problematici so starejši nasadi z visokimi drevesi, kjer je za doseganje ustrezne biotične učinkovitosti FFS potrebno pršiti pri velikih izmenjalnih kapacitetah zraka (več kot 50 000 m³/h).

Eden od ukrepov je tudi izraba robne vegetacije kot filtra za prestrezanje drifta v okolico pridelovalnih zemljišč. O uporabnosti vegetacijskih varovalnih pasov za preprečevanje drifta obstaja v literaturi veliko raziskovalnih podatkov (Tooby, 1997; Miller, 1999; Walklate *et al.*, 1998; Heijene *et al.*, 2003a; Richardson *et al.*, 2002, 2004; Van de Zande *et al.*, 2004).

Varovalni pasovi vegetacije lahko skoraj popolnoma preprečijo procese zanašanja, če so ustrezno strukturirani, vzdrževani in orientirani. Njihova uporabnost je zelo odvisna od tipa vegetacije (sestava rastlinskih vrst) in načina gojenja. Pomembni elementi pri presoji uporabnosti so: hitrost rasti, listopadnost, hitrost odganjanja spomladi, hitrost oblikovanja zelene stene, stroški za sadike, stroški vzdrževanja, življenjska doba, odpornost na mraz in sušo, sposobnost varovanja pred vetrovi, primeren estetski videz, ki se ujema z zasnovo pokrajine in naselij in še številni drugi.

Obstajajo modeli po katerih je možno izračunati, kakšno višino in širino naj imajo varovalni vegetacijski pasovi, da lahko z njimi do zelene stopnje zmanjšamo drift na določeni razdalji od pridelovalnega zemljišča. Vegetacijske pasove veliko preučujejo v deželah s pogostimi močnimi vetrovi konstantnih smeri (npr. Anglija) in v deželah s pridelovalnimi zemljišči tik ob vodah (npr. Nizozemska). Za preprečevanje drifta na robovih njih potrebujemo razmeroma nizko vegetacijo. Dovolj so že 1,5-2 m visoke žive meje. Pri trajnih nasadih potrebujemo višjo vegetacijo 3 do 8 metrov, ki mora biti dovolj gosta od tal do vrhov. Pri trajnih nasadih so problematična škropljenja v začetku rastne dobe, ko imajo listopadne rastline zelo slabo filterno sposobnost. Najbolj ustrezajo hitro-rastoče, nezahtevne, po možnosti zimzelene, visoko rastoče rastline, z veliko okrasno vrednostjo (npr. ciprese, kleki, kaline (*Ligustrum* sp.), tisa, brini, lovorikovci, trdoleske, bodike (*Ilex* sp), ...) in tudi mnoge okrasne rastline (npr. brogovita, forsitija, češmin, španski bezeg, vajgelija, ognjeni tm, ...). Uporaben je tudi bezeg ali leska, kostanj ter oreh, kot primeri sadnih rastlin. Pri običajnih drevorednih drevesih je navadno pomanjkljivost v tem, da nimajo vej do tal in je v spodnjih delih ob centralnem deblu filtrirna sposobnost slaba. Dobre lastnosti v tem pogledu ima gaber, ki ga je moč oblikovati vse do tal. Zanimiva slovenska posebnost je vinska trta gojena v obliki različnih vrst brajd, ki lahko v vaškem okolju prav tako predstavljajo eno od zanimivih oblik varovalne vegetacije pred pojavi zanašanja. Vzdrževanje varovalne vegetacije je v dobro organiziranih okoljih breme pridelovalcev in tudi širše skupnosti, ki biva v okolici pridelovalnih zemljišč. Potrebno je sodelovanje strokovnjakov za krajinsko arhitekturo. V deželah, kjer imajo preobilico sonca in močno vetrno erozijo (npr. Španija, Italija, ...) večplastno združujejo funkcije varovalnih vegetacijskih pasov, katerih dizajniranje vodijo strokovnjaki za Agroforestry področje. Pogosto uporabljene rastline so topoli in vrbe. Trenutno je za to področje v Evropskih podpornih skladih za razvoj kmetijstva moč dobiti veliko sredstev.

Pri trajnih nasadih v bližini občutljivih biocenoz in naselij bi o driftu morali razmišljati že ob napravi nasada. V nasadih, ki so zelo blizu občutljivim robnim biocenozam ali naseljem bi morali prilagoditi orientacijo vrst in gojitveno obliko (npr. nižja višina dreves). Tako bi se izognili načinom aplikacije, ki povzročajo veliko drifta. Večje medvrstne razdalje in višje rastline navadno povzročijo več drifta (Balsari in Marucco, 2004).

Za omejevanje drifta obstajajo tudi posebne rešitve, ki pa so manj splošno uporabne. Takšna je na primer sprememba tehnike nanosa ob robovih (premazovanje namesto škropljenja, pršenje namesto zamegljevanja, ...). Ob robovih je možno uporabiti posebne mreže v katere se ujamejo zanesene kapljice. To je dokaj drag in prostorsko estetsko problematičen pristop. V nasadih s protitočnimi mrežami se drift značilno zmanjša.

3.3 Omejevanje pridelave in posameznih tehnologij pridelovanja

V večini držav se mikro-lokalno za preprečevanje drifta odločijo za zelo restriktivne ukrepe; prepovedi uporabe FFS ali celo prepovedi pridelovanja določenih poljščin ali nasadov (Wolf, 2004). Zakonodaja je primarno usmerjena v varovanje površinskih in podtalnih voda in je tesno vezana na postopke registracije FFS. Ob registraciji FFS se pripravkom določijo minimalne varovalne razdalje za uporabo ob občutljivih biocenozah.

Varovalni pasovi (angl. buffer zones) so temeljna oblika preprečevanja kontaminacije občutljivih biocenoz / objektov s sedimenti ostankov FFS (Ganzelmeier *et al.*, 1995; Birchfield, 2004; Kuchnicki *et al.*, 2004; Felsot, 2004; Hall, 2004). V nekaterih državah, kjer niso prostorsko izrazito omejeni v zakonodajo vnašajo enotne zelo široke varovalne pasove (npr. več kot 30 m) za vse vrste pripravkov (npr. Poljska, Rusija, ...), druge prostorsko omejene (npr. Nizozemska) v zakonodaji selektivno določajo širino pasov za vsak meter natančno (Jaeken, 2004). Nekatere države (npr. Anglija), začasno v uporabi tudi v Nemčiji, Belgiji, na Nizozemskem in v Švedski, imajo sisteme variabilne minimalne širine varovalnih pasov, kjer pridelovalec lahko odstopa od splošne predpisane varovalne razdalje, če razpolaga z ustrežno opremo in izvaja škropljenja v ustreznih razmerah. Sistem v Angliji imenujejo LERAP – Local Environmental Risk Assessment for pesticides (Gilbert, 2000). Ko pridelovalec preuči tveganje in lastnosti njegove opreme lahko FFS uporablja tudi na krajših razdaljah, kot so splošno predpisane. Tisti, ki želijo določene, za okolje bolj nevarne pripravke uporabljati v neposredni bližini občutljivih objektov morajo razpolagati z opremo, ki omogoča vsaj 90 % redukcijo pojavov drifta.

Slovenija se trenutno poslužuje sistema fiksne velikosti minimalnih varovalnih pasov (bazna vrednost je 20 metrov), razen, če ob registraciji pripravka niso postavljene posebne zahteve. Fiksna velikost varovalnih pasov ima prednost v tem, da je omogočeno enostavno izvajanje predpisov. Sistem je dober, dokler ni prizadeto veliko število pridelovalcev, ki imajo njihova pridelovalna zemljišča blizu občutljivih območij in bi upoštevanje predpisov povzročilo močno skrčenje izbora pripravkov, ki jih smejo uporabiti. Dodatno lahko države pridelovalcem s predpisi (npr. pravilnik o dolžnostih uporabnikov FFS, Ur.l. RS št. 62/2003) določijo izvajanje specifičnih ukrepov za preprečevanje drifta (tudi saditev varovalne vegetacije).

V bližnji bodočnosti se bomo verjetno morali odločiti kateri sistem določanja velikosti varovalnih pasov bomo uporabili v naših razmerah. Skupne evropske zakonodaje verjetno še nekaj časa ne bo, ker so razlike med državami izredno velike. Verjetno bo v prihodnje pri registraciji FFS prišlo do interaktivne presoje med toksikološkimi lastnostmi aktivnih snovi, ocenami ranljivosti posameznih robnih biocenoz in načinom aplikacije FFS. Pri vsakem pripravku bo potrebno določiti tudi tip opreme, s katero se na določeni razdalji od občutljivega območja sme uporabljati. To je koncept določanja dovoljene opreme za nanos FFS glede na stopnjo varovanosti območja, kjer želimo nanašati FFS. V nekaterih državah so sisteme že dobro razvili in nudijo pridelovalcem zelo dobro strokovno podporo (npr. Nemčija; spletne publikacije BBA, Belgija; spletne publikacije www.phytoweb.fgov.be (Mesures de reduction de la contamination des eaux superficielles par les produits phytopharmaceutiques), Nizozemska; primer IMAG Drift calculator). Primer zelo naprednega posredovanja znanja o

driftu je program, ki ga na nizozemskem pridelovalcem nudi inštitut IMAG. Na spletu (www.holsoft.nl/idc/index.htm) si pridelovalci lahko pridobijo računalniški program, s katerim lahko natančno izračunajo velikost drifta pri specifičnih razmerah dela in za specifično opremo.

4. SPECIFIČNI PROBLEMI SLOVENIJE PRI OBVLADOVANJU POJAVOV ZANAŠANJA

Dejavnike, ki posredno ali neposredno otežujejo obvladovanje drifta FFS v Sloveniji lahko strnemo v nekaj alinejah:

- imamo majhne in medsebojno zelo prepletene pridelovalne enote, ki so pogosto v bližini vodnih virov in naselij. Vodnatost naše dežele je velika. Velik delež pridelovalnih objektov je na ali blizu vodovarstvenih in vodozbirnih območij.
- namen rabe pridelovalnih enot je prostorsko in topografsko izredno heterogen. Pogosto se med seboj prepletajo intenzivni trajni nasadi z vrtnimi in poljskimi zemljišči. Prav tako se med seboj prepletajo območja intenzivne konvencionalne in ekološke pridelave.
- številni trajni nasadi so v velikih strminah, kar omejuje možnost uporabe nekaterih tipov sodobnih naprav za nanašanje FFS.
- majhna ekonomska moč velikega števila pridelovalcev je ovira za nakup sodobnih razmeroma dragih naprav za nanos FFS.
- velik delež pridelovalcev z majhnimi pridelovalnimi zemljišči se profesionalno ne usposablja dovolj, da bi sledili novim tehnologijam.
- nekateri sociološki vzorci obnašanja Slovencev so manj ustrezni za reševanje konfliktov povezanih z načinom izrabe naravnih virov in za reševanje vsakodnevnih življenjskih zagat povezanih s pridelovanjem živeža.
- vloga kmetijske pridelave v družbi je nejasna. Ne vemo natančno, katera od funkcij kmetijstva (neposredna pridelava, vzdrževanje okolja in pokrajine, ustvarjanje podlag za razvoj turizma, sociološka rehabilitacija v urbanem okolju živečega prebivalstva, ...) naj bo prevladujoča v posameznih lokalnih okoljih.

5. PREDLOGI ZA IZBOLJŠANJE STANJA OBVLADOVANJA DRIFTA FFS V SLOVENIJI

Nekateri predlogi za izboljšanje obvladovanja pojavov drifta FFS so:

- raziskovalne inštitucije in ministrstvo za kmetijstvo morajo povečati ponudbo informacij o tehničnih možnostih za zmanjševanje drifta (brošure, priročniki, preglednice za prilagajanje aplikacijskih parametrov hitrosti vetra, ...).
- povečati je potrebno ponudbo informacij o sodobnih gojitvenih oblikah sadnih rastlin in vinske trte in o povezavah med gojitvenimi oblikami in tipi strojev za nanos FFS (celovite ekonomske analize uporabnosti pridelovalnih tehnologij upoštevaje tudi stroške ekoloških davkov in stroške sanacije okolja).
- pospešiti je potrebno uvajanje novih sistemov odmerjanja pripravkov (npr. TRV – tree row volume system, PACE – Pesticide dose adjustment to the crop environment system, ...) na ravni preizkušanja pri profesionalnih pridelovalcih in nato prehod v sistem registracij FFS.
- potrebno je najti možnosti vsaj za skromno subvencioniranje nakupa sodobne opreme za nanos FFS.
- potrebno je nuditi podporo in možnosti za ustanavljanje podjetij za aplikacijo FFS, ki bi izvajala usluge in bi imela vrhunsko opremo in izobražen kader.
- potrebno je nuditi možnosti za ustanavljanje podjetij (servisnih delavnic) za umerjanje naprav za aplikacijo FFS, ki bi izvajala usluge in bi imela vrhunsko opremo za kalibriranje škropilnih naprav (npr. vertikalni paternatorji in programska

- oprema za določanje šobnih shem). Takšne storitve bi lahko opravljale tudi raziskovalne inštitucije ali oddelki svetovalne službe.
- potrebna bi bila usposobitev katere od domačih raziskovalnih inštitucij za vstop v ENTAM mrežo (European Network for Testing of Agricultural Machines), ki bi pridobila akreditacijo za izvajanje testiranja za pridobitev evropskih certifikatov za naprave za nanos FFS. S tem bi se odprla možnost hitrega prevzemanja lokalnih evropskih zakonodaj na podlagi ENTAM TEST REPORT dokumentov.
 - če je ekološka pridelava ena izmed prioritet v našem kmetijstvu bi bilo potrebno izvesti rajonizacijo pridelovalnih območij Slovenije ustreznih za konvencionalno in za ekološko pridelavo in predpisati tehnične lastnosti naprav za nanos FFS v določenih razdaljah od meje območij deklariranih za ekološko pridelavo. Vsi pridelovalni objekti ali lokalna območja za ekološko pridelavo bi morali biti ustrezno označeni. Potrebna bi bila natančna navodila glede standardov za opremo za nanos FFS, ki bi se smela uporabljati v bližini objektov ekološke pridelave (npr. vsaj 70 % redukcija drifta).
 - izboljšati je potrebno prostorsko planiranje na državnem in občinskem nivoju, da je natančno jasno, čemu in kašnemu načinu rabe bomo namenili lokalne naravne vire.
 - izdelati bi bilo potrebno pravila za lokacijsko dokumentacijo za napravo novih trajnih nasadov v neposredni bližini naselij, ki bi poleg osnovne agronomske in ekonomske presoje tehtnosti naprave nasada vsebovala tudi zahteve za zasaditev varovalne vegetacije, načrtovanje robne varovalne cone in bi vsebovala tudi predloge (dokazila) o ustreznosti strojne opreme za obvladovanje pojavov drifta.
 - posodobiti bi bilo potrebno pravilnik o dolžnostih uporabnikov FFS (Ur.l. RS 62/2003) in bolj natančno a smiselno specificirati obnašanje pridelovalcev pri nanosu FFS v neposredni bližini bivanjskih objektov in občutljivih zemljišč.
 - vzpodbuditi je potrebno urbanistične strokovnjake in strokovnjake za urejanje krajine za pripravo informacij o možnostih zasaditve vegetacije varovalnih pasov s funkcijo filtriranja drifta v skladu s trendi AGROFORESTRY stroke.
 - vzpodbuditi je potrebno subvencioniranje zasaditve varovalne vegetacije na občinski ravni.

6. SKLEPI

Obvladovanje pojavov drifta pri nanosu FFS je zahteven proces povezan z razvojem pridelovalnih tehnologij. S stališča varstva okolja se kmetijstvo vse bolj obravnava kot industrijska dejavnost, kar pomeni, da mora pridelovalec v pridelovalne stroške vkalkulirati tudi stroške ukrepov za preprečevanje onesnaževanja okolja. Na nek način lahko drift FFS enačimo z emisijami plinov iz tovarniških dimnikov ali izpiranja nitratov iz ornice z iztekanjem odplak iz tovarniške kanalizacije.

Razmere za ekonomsko preživetje naših pridelovalcev so izredno težke, zato mora biti vsaka dodatna ekološka zahteva postavljena pred njih resnično pretehtana in upravičena. Odgovorni za kmetijstvo in varstvo okolja morajo ukrepati po zaporedju: informiranje – vzpodbujanje naprednih zelenih tehnologij – omejevanje zastarelih tehnologij in ekološko oporečne pridelave – pravna in zakondajna represija. Prodaja kmetijskih pridelkov in izdelkov iz njih je postala težje obvladljivo delo, kot neposredna pridelava. Kupca poleg samoumevne nizke cene in visoke kakovosti zanima tudi izvor in način pridelave. Če želimo pri prodaji naših kmetijskih pridelkov in izdelkov v širšem prostoru pri trženju izpostaviti večplastno kakovost moramo vsaj delno zmanjšati porabo FFS in s praktično demonstracijo visoke ravni skrbi za okolje prepričati kupce, da izberejo naše blago. Eden od instrumentov za prepričevanje kupcev (tako veletrgovcev, kot vsakega posameznika) je splošna urejenost pridelovalnih objektov, urejenost dokumentacije o pridelavi (razni certifikati in urejen sistem sledljivosti), kot tudi transparentnost zakonodaje, ki regulira kmetijske pridelovalne tehnologije. Zakonodaja o regulaciji pojavov drifta FFS gotova spada v skupino dokumentov, ki zanimajo

kupca in širšo nekmetijsko javnost in ki vplivajo na sicer imaginarne vzorce obnašanja kupcev glede tega, kateri kmetijski pridelki in izdelki so zanje dobri in kateri ne.

7. LITERATURA

- Baldoin, C., Beria, S., De Zanche, C. 2003. Performances of Air Inclusion nozzles on vineyard sprayers.- VII Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing, Cuneo, Italy, 273-279.
- Baldoin, C., De Zanche, C., Sorgato, F., Zanardi, W. 2004. Performances of a new shielded sprayer on vineyard.- International Conference on Environmentally friendly spray application techniques, October, Warsaw, Poland, Book of abstracts, s. 89, (zbornik dostopen na CD).
- Balsari, P., Oggero, G., Tamagnone, M. 2001. Assessment of the efficiency of anti-drift nozzles on orchard sprayers: first results. *Parasitica*, 57, 1-3: 75-85.
- Balsari, P. in Marucco, P. 2004. Influence of canopy parameters on spray drift in vineyards.- International Advances in pesticide application 2004, Aspects of Applied Biology, 71: 157 – 164.
- Birchfield, N.B. 2004. Pesticide spray drift and ecological risk assessment in the U.S.EPA: A comparison between current default spray drift deposition levels and AGDRIFT predictions in screening-level risk assessments.- International advances in Pesticide application 2004, Aspects of applied Biology, 71: 125-131.
- 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.
- Cross, J.V. in Walklate, P.J. 2004. Expression of pesticide dose for tree and bush fruit crops – approaches, proposals and the need for harmonisation.- International Conference on Environmentally friendly spray application techniques, October, Warsaw, Poland, Book of abstracts, s. 33, (zbornik dostopen na CD).
- Doruchowski, G., Bielenin, A., Bryk, H., Holownicki, R., Masny, S., Godyn, A., Olszak, R. 2004. TRV based and fixed fungicide dose rates to control apple scab and powdery mildew in apple orchards.- International Conference on Environmentally friendly spray application techniques, October, Warsaw, Poland, Book of abstracts, s. 33, (zbornik dostopen na CD).
- Escola, A., Camp F., Solanelles F., Planas S., Rosell, J.R. 2003. Tree crop proportional spraying according to the vegetation volume.- VII Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing, Cuneo, Italy, 43-49.
- Felsot, A.S. 2004. Establishing Buffers: Protocols and toxicological benchmarks.- Proceedings of International conference on pesticide application for drift management, Waikoloa, Hawaii, 199-203.
- Freibleben, R., Oeser, J. 2000. Grobtropfige Applikation, *Obstbau*, 3: 166-169.
- Freibleben, R., Fried, A., Lange, E., Schmidt, K., Funke, H.G., Koch, H., Knewitz, H., Palm, G., Stadler, R., Heinkel, R. 2003a. Zusammenfassende Auswertung von Versuchen zur biologischen Wirksamkeit von Pflanzenschutzmitteln in Apfelanbau bei grobtropfiger Applikation. *Gesunde Pflanzen*, 55, 3: 77-84.
- Freibleben, R. 2003b. Influence of coarse droplet applications via injector nozzles on the biological efficacy in apple production. VII Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing, Cuneo, Italy, 109-119.
- Freibleben, R. 2004. Balancing Drift Management with Biological Performance and Efficacy.- Proceedings of International conference on pesticide application for drift management, Waikoloa, Hawaii, 72-79.
- Furness, G.O. in Magarey, P.A. 2000. Unit canopy row calibration and new pesticide label format to improve dose consistency on different canopy size with spray application to fruit trees and vines in Australia.- *Aspects of Applied Biology* 57, Pesticide application, 309-312.

- Furness, G.O. 2004. Distance calibration and a new pesticide label format for fruit trees and grapevine in Australia.- VII Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing, Cuneo, Italy, 293-303.
- Ganzelmeier, H., Rautmann, D., Spangenberg, R., Strelke, M., Hermann, M., Wenzelburger, H.J., Walter, H.F. 1995. Studies on the spray drift of plant protection products. Blackwell Wissenschafts-Verlag Berlin/Wien, Mitteilungen aus die Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, 305, 111 s.
- Ganzelmeier, H. 2004. GIS-based applications of plant protection products.- International Conference on Environmentally friendly spray application techniques, October, Warsaw, Poland, Book of abstracts, s. 85, (zbornik dostopen na CD).
- Gilbert, A.J. 2000. Local Environmental Risk Assessment for pesticides (LERAP) in the UK.- Pesticide application, Aspects of Applied Biology, 57: 83-90.
- Hall, F.R. 2004. The importance of spray drift management around the world.- Proceedings of International conference on pesticide application for drift management, Waikoloa, Hawaii, 20-27.
- Heijne, B., Wencker, M., Van de Zande, J.C. 2002. Air inclusion nozzles don't reduce pollution of surface water during orchard spraying in the Netherlands.- Aspects of Applied Biology, 66: 193-199.
- Heijne, B., Wencker, M., Van de Zande, J.C. 2003. High vegetation in the field margin as a drift reducing factor.- VII Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing, Cuneo, Italy, 239-245.
- Heinkel, R., Fried, A., Lange, E., 2000. The effect of air injector nozzles on crop penetration and biological performance of fruit sprayers. Aspects of Applied Biology, 57, 301-307.
- Holownicki, R., Doruchowski G., Swiechowski W., Godyna A. 2003. VarioWind select system for automatic adjustment of nozzle type to the wind velocity.- VII Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing, Cuneo, Italy, 51-58.
- Huijsmans, J.F.M., Porskamp, H.A.J., Heijne B. 1993. Orchard tunnel sprayer with reduced emission to the environment: results of deposition and emission of new types of orchard sprayers.- Proceedings of the Second International Symposium on Pesticide application Techniques, 22-24 September, Strasbourg, France, 297-304.
- 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.
- Jaeken, P. 2004. Risk of water contamination by PPP during pre- and post treatment operations.- International Conference on Environmentally friendly spray application techniques, October, Warsaw, Poland, Book of abstracts, s. 45, (zbornik dostopen na CD).
- Jensen P.K., Jorgensen, L.N., Kirknel, E. 2001. Biological efficacy of herbicides and fungicides applied with low-drift and twin-fluid nozzles.- Crop Protection, 20: 57-64.
- Kaul, P., Gebauer, S., Rietz, S., Henning, H., 2002. Mechanisms of distribution of plant protection products sprayed in orchards. Nachrichtenblatt Deut. Pflanzenschutzd., 54: 110-117.
- Klein, R.N. in Golus, J.A. 2004. The effect of spray particle size and distribution on drift and efficacy of herbicides.- International advances in Pesticide application 2004, Aspects of applied Biology, 71: 169-182.
- Knewitz, H., Koch, H., G., Lehn, F., 2000. Abdriftreduzierung mit grobtropfigen Düsen. Obstbau, 2, 77-82.
- Knewitz, H., Weisser, P., Koch, H. 2002a. Drift-reducing spray application in orchard and biological efficacy of pesticides. Aspects of Applied Biology 66, International advances in pesticide application, 231-236.

- Knewitz, H., Koch, H., Fleischer, G., Lehn, F. 2002b. Untersuchungen zur Pflanzenschutzmittelnlagerung in Obstanlagen bei grob- und feintropfiger Applikation. *Gesunde Pflanzen*, 54, 5: 141-145.
- Knoche, M. 1994. Effect of droplet size and carrier volume on performance of foliage-applied herbicides.- *Crop Protection*, 13: 163-178.
- Koch, H. in Weiser, P. 2000. Sensor equipped orchard spraying – efficacy, savings and drift reduction. *Aspects of Applied Biology* 57, Pesticide Application, 357-362.
- Koch, H., Knewitz, H., Fleischer, G. 2001. Untersuchungen zur Abtriftreduzierung und biologischen Wirksamkeit im Obstbau bei großtropfiger Applikation. *Gesunde Pflanzen*, 53, 4: 120-125.
- Koch, H. 2003. Drift reduction and options for sprayer adjustment. VII Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing, Cuneo, Italy, 257-264.
- Koch, H. 2004. Single nozzle behaviour, sprayer function and unit of water volume and product dose in orchard spraying.- International Conference on Environmentally friendly spray application techniques, October, Warsaw, Poland, Book of abstracts, s. 33, (zbornik dostopen na CD).
- Koch, H. 2005. Indirect dosing – fundamental principle in pesticide application.- Book of abstracts, 8th Workshop on spray application techniques in fruit growing, Barcelona, Spain, s. 27-28.
- Kuchnicki, T.C., Clarke, A.E., Francois, D.L., Glaser, J.D., Hodge, V.A. 2004. Use of buffer zones for the protection of environmental habitats in Canada.- *International advances in Pesticide application 2004, Aspects of applied Biology*, 71: 133-139.
- Landers, A. in Muhammad, F. 2004. Reducing drift and improving deposition in orchards.- *Proceedings of International conference on pesticide application for drift management, Waikoloa, Hawaii*, 380-384.
- Manktelow, D.W. in Gurnsey, S.J. 2004. Deposit variability and prediction in fruit crops: What use are label rates anyway?.- *International advances in Pesticide application 2004, Aspects of applied Biology*, 71: 269-278.
- Matthews, G.A. 2000. *Pesticide Application Methods* (Chapter 2: Targets of pesticide deposition p. 17-50) 3rd ed., Blackwell Science Ltd, London, 432 s.
- Pergher, G. in Lacovig, A. 2005. Further studies on the effects of air flow rate and forward speed on spray deposition in vineyards.- *Book of abstracts, 8th Workshop on spray application techniques in fruit growing, Barcelona, Spain*, s. 67-68.
- Richardson, G.M., Walklate, P.J., Baker, D.E. 2002. Drift reduction characteristics of windbreaks.- *Aspects of Applied Biology*, 66: 201-208.
- Schmidt, K. in Koch, H. 1995. Adjustment of air blast sprayers and distribution of pesticide deposits in orchards. *Nacrichtenblatt Deut. Pflanzenschutzd.*, 47: 161-167.
- Solanelles F., Planas S., Escola, A., Rosell, J.R. 2002. Spray application efficacy of an electronic control system for proportional application to the canopy volume.- *Aspects of Applied Biology*, 66: 139-146.
- Thistle, H.W. 2004. Meteorological Concepts in the Drift of Pesticide.- *Proceedings of International conference on pesticide application for drift management, Waikoloa, Hawaii*, 156-162.
- Tooby, T.E. 1997. Buffer zones: their role in managing environmental risk.- *Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference – Weeds*, 371-380.
- Triloff P., Backer, G., Schmidt, K., Czaczyk, Zb., Kleisinger, S. 2005. The influence of forward speed and fan power on sedimentation and drift in comparing air inclusion and hollow cone nozzles.- *Book of abstracts, 8th Workshop on spray application techniques in fruit growing, Barcelona, Spain*, s. 41-42.
- Triloff, P., 2004. Dosing pesticides and water volumes according to the MABO dosing model: changes of key parameters comparing to the present hectare based dosing rules in practice.- *International Conference on Environmentally friendly spray application techniques, October, Warsaw, Poland, Book of abstracts*, s. 39, (zbornik dostopen na CD).

- Van de Zande, J.C., Michielsen, J.M.G.P., Achten, V.T.J.M., Porskamp, H.A.J. 2003. Set-up and verification of a segmented cross-flow CDs orchard sprayer equipped with a canopy contour guidance system.- VII Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing, Cuneo, Italy, 97-107.
- Van de Zande, J.C., Michielsen, J.M.G.P., Stallinga, H., Wenneker, M., Heijne, B. 2004. Hedgerow filtration and barrier vegetation.- Proceedings of International conference on pesticide application for drift management, Waikoloa, Hawaii, 163-177.
- Walklate P.J., Richardson, G.M., Baker D.E. 1998. Measurements of drift reduction from orchard windbreaks.- Silose Research Institute Report, No. CR/833/98/0242.
- Wenneker, M., Heijne, B., Van de Zande, J.C. 2003. Drift reduction and efficacy of orchard spraying with a sensor-equipped cross-flow sprayer.- VII Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing, Cuneo, Italy, 239-245.
- Viret, O., Siegfried, W., Wohlhauser, R. 2005. Crop adapted spraying in viticulture. Leaf volume dependent fungicide dosage for a precise and ecological application.- Book of abstracts, 8th Workshop on spray application techniques in fruit growing, Barcelona, Spain, s. 23-24.
- Wolf, T.M. 2001. Optimising herbicide performance – biological consequences of using low-drift nozzles.- Aspects of Applied Biology, 66: 79-85.
- Wolf, T.M. 2004. Protecting aquatic and riparian areas from pesticide drift.- Proceedings of International conference on pesticide application for drift management, Waikoloa, Hawaii, 59-71.
- Wolf, T.M., Sapsford K., Holm, R., Hall, L., Van Acker, R. 2004. Interactive effects of spray quality, air induction and herbicide mode of action on weed control.- Proceedings of International conference on pestici