



Latvijas
Biozinātņu un
tehnoloģiju
universitāte



Agrihorts

LATVIJAS BIOZINĀTŅU UN TEHNOLOĢIJU UNIVERSITĀTE
AUGU AIZSARDZĪBAS ZINĀTNISKĀ INSTITŪTA "AGRIHORTS"

Projekta

**"Pieejamo risinājumu izpēte augu aizsardzības līdzekļu noneses
mazināšanai"**

Nr.10.9.1-11/22/1141-e

zinātniskā atskaite

Projekta vadītāja: Viktorija Zagorska

Jelgava, 2022

Projekta izpildītāji:

LBTU Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte "Agrihorts":

Viktorija Zagorska, Dr. sc. ing. vadošā pētniece

Nameda Astašova, Bc.sc. ing. vieszinātniskā asistente

Maksims Fiļipovičs, Mg. biol, viespētnieks

Regīna Rancāne, Mg. agr., pētniece

Lainis Rūdolfis Tikmanis, LF LLU studente, zemkopības laborants

Zane Gita Grase, LF LLU studente, zemkopības laborants

Silsoe Spray Application Unit Ltd komanda – Dr. phys. Clare Butler

SATURS

1. Smidzināšanas nonesi ietekmējošie faktori.....	5
1.1.Piliena diametrs	5
1.1.1. Smidzināšanas piliena vidējais tilpuma diametrs.....	5
1.1.2. Sprauslu radīto pilienu izmēri atkarībā no sprauslu krāsu koda.....	6
1.1.3. Sakarība starp piliena TVD un noneses attālumu.	7
1.2. Vēja ietekme uz nonesi.....	13
1.3.Temperatūras un gaisa mitruma ietekme uz nonesi.....	14
1.4. Smidzinātāja strēles augstuma ietekme uz nonesi.....	16
1.5. AAL nonese pie dažādiem smidzināšanas ātrumiem	18
1.6. Nonesi mazinošas darba šķīduma piedevas.....	21
2. Smidzināšanas sprauslu izvēle atkarībā no AAL tipa un darbības veida.....	23
3. Parametru kopums- BREAM 2	25
4. AAL klātbūtnē apkārtējā gaisā.....	29
5. Smidzināšanas demonstrējuma metodika	32
6.Vadlīnijas AAL noneses mazināšanai dažādās eiropas valstīs	34
SECINĀJUMI.....	40
LITERATŪRA	41
PIELIKUMI	43

Lietotie termini un saīsinājumi

AAL	augu aizsardzības līdzeklis
AOEL	norāda iekšējo (absorbēto) devu, kas pieejama sistēmiskai iedarbībai no jebkura uzņemšanas ceļa un ir izteikta kā augšējais pieļaujamais slietnsnis (mg/kg ķermeņa masas), kas ir pieļaujams saskarei ar cilvēka organismu, neatsājot negatīvas sekas uz cilvēka veselību
DRP	smidzināšanas nonesi samazināšanas potenciāls noteiktā attālumā
DRP _t	smidzināšanas nonesi samazināšanas potenciāls 20 metru attālumā kopumā
d.v.	darbīgā viela
EK	Eiropas Komisija
ES	Eiropas Savienība
F	fungicīds
H	herbicīds
I	insekticīds
K	kodne
L	litrs
TVD	Tilpuma vidējais diametrs

1. SMIDZINĀŠANAS NONESI IETEKMĒJOŠIE FAKTORI

Domājot par dažādām problēmām, kas novērojamas Latvijas laukos, vairāk nekā pusi Latvijas iedzīvotāju (56%) visvairāk satrauc izdangāti, bedraini lauku ceļi un nekopti, aizauguši lauki (45% respondentu). Gandrīz trešdaļa, jeb 29% no respondentiem, uzrtaucas par lauksaimniecības platību smidzināšanu un tikai 22% par latvāņiem ceļmalās liecina biedrības “Apvienība par ilgtspējīgu lauksaimniecību un lauku vidi” pasūtījuma veiktā SKDS aptauja [1].

Cēloņi, kas izraisa iedzīvotāju uztraukumu, ir vairāki: augu aizsardzības līdzekļu (turpmāk AAL) nonese uz blakus esošām dzīvojamām mājām un sabiedriskām uzturēšanas vietām, nezināmais par AAL ietekmi dažādās devās un kombinācijās uz cilvēka veselību, neskaidrības par pesticīdu nonākšanu cilvēku organismā.

Šajā atskaitē tika veikts literatūras apkopojums par pasaulē veiktajiem pētījumiem attiecībā uz graudaugu smidzināšanu ar strēles tipa smidzinātāju: smidzināšanas noneses galvenajiem ietekmējošajiem faktoriem, smidzinājuma noneses mazinošiem tehniskiem un darba drošības risinājumiem, pieejamo informācijas klāstu par veiktajiem pētījumiem par lauku apkārtnē dzīvojošu cilvēku veselību un to pakļautību AAL ietekmes riskam. Ir izstrādāta metodika dažādu smidzinātāju un to darba parametru demonstrēšanai ar mērķi salīdzināt dažāda tipa sprauslas un smidzinātājus attiecība uz AAL noneses apjomu uz zemes mazināšanas potenciālu.

Smidzinājuma nonese ir AAL esošo smalko daļiņu pārvietošanās gaisā smidzināšanas laikā vai pēc tās ārpus smidzināšanas zonas (ar AAL apstrādājamā zona). Tiek uzskatīts, ka AAL nonese ir vissarežģītākā problēma, ar ko saskaras AAL lietotāji un AAL ražotāji. AAL līdzekļu nonese rodas arī AAL iztvaikošanas rezultātā, tomēr tā ietekme ir minimāla, salīdzinājumā ar noneses rašanos smidzinājuma laikā.

1.1. Piliena diametrs

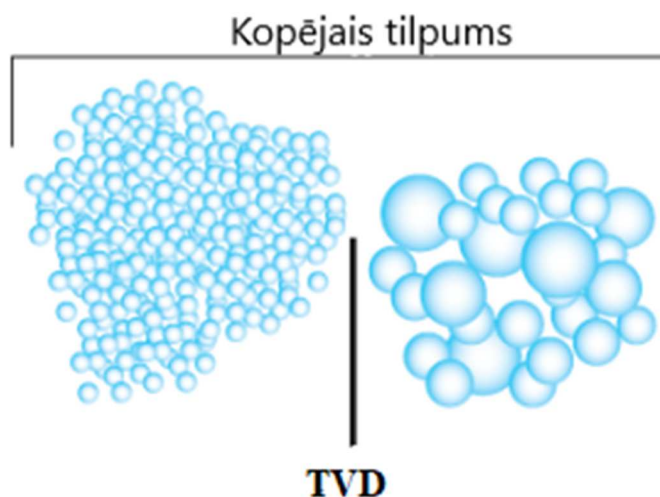
Smidzināšanas kvalitāti ietekmējošie faktori ir laika apstākļi (vējš, temperatūra, mitrums) (Threadgill & Smith, 1975; Craig et al., 1998); smidzināšanas šķīduma fizikālās īpašības (Bode et al. 1976; Buttler & Bradley, 2002; Klein & Johnson, 2002); pielietojuma apstākļi: smidzināšanas strēles augstums (De Jong et al., 2000), sprauslu tips un spiediens (piliena diametrs un smidzināšanas profils) (Heijne et al., 2002; Klein & Johnson, 2002) un braukšanas ātrums (Miller & Smith, 1997; Ghosh and Hunt, 1998).

Veicot vairāku literatūras avotu datu izpēti (Arvidsson, 1997; Nyuttens et al., 2007) ir secināts, ka viens no tehniski svarīgākajiem parametriem, kurš ietekmē smidzināšanas nonesi **ir piliena izmērs**, definējot precīzāk, smalko pilienu skaits (Arvidsson et al., 2011). Ir būtiski saprast, kas nosaka pilienu izmēru un kas ir domāts zem jēdziena tilpuma pilienu izmērs.

1.1.1. Smidzināšanas pilienu vidējais tilpuma diametrs

Šajā nodaļā apskatītā informācija nosaka veidu, kā relatīvi vienkārši salīdzināt sprauslas, pamatojoties tikai uz pilienu izmēru. Citi aerosola noneses un pielietojuma efektivitātes ietekmējošie faktori, piemēram, pilienu izplūdes trajektorija, augstums un ātrums, pilienu iztvaikošana un ietekme uz mērķi netiek ņemti vērā.

TVD, jeb tilpuma vidējais diametrs (volume median diameter) ir viduspunkts, ap kuru 50% sprauslu radītie pilieni ir mazāki par šo diametru un 50% ir tilpumā lielāki par šo diametru (skat. 1. att.). TVD tiek izmantots kā būtisks indikators, nosakot smidzināšanas nonesi un veiksmīgu AAL smidzināšanas praksi.



1. att. Tilpuma vidējā diametrs (ASABE)

Pilienu izmērus izsaka mikrometros jeb mikronos [μm]. Neņemot vērā izsmidzināmā preparāta veidu, par galvenajiem faktoriem, kas ietekmē pilienu izmērus tiek uzskatīti: sprauslas tips un tā atvēruma izmērs, darba spiediens (Fritz and Hoffman, 2016).

1.1.2. Sprauslu radīto pilienu izmēri atkarībā no sprauslu krāsu koda

Viens no svarīgākajiem parametriem sprauslu izvēlē ir sprauslu caurplūdes lielums un darba spiediena lielums. *Sprauslas uzgaļa krāsa apraksta* sprauslas caurplūdi (l/min) pie 3 bar darba spiediena, ko nosaka ISO 10625 standarts (skat. 1. tabulu). Vadoties pēc sprauslu krāsu koda, ir iespējams viegli definēt caurplūdi sprauslai pie 3 bar, neatkarīgi no ražotāja.

1. tabula

Sprauslas uzgaļu caurplūde (l/min) pēc krāsu klasifikācijas pie 3 bar darba spiediena (ISO 10625)

Uzgaļa izmērs	Krāsa	Plūsmas ātrums	
		US gal.min pie 40 psi	L/min pie 3 bar
01	Oranža	0.10	0.4
015	Zaļa	0.15	0.6
02	Dzeltena	0.20	0.8
025	Violeta	0.25	1.0
03	Zila	0.30	1.2
035	Sarkanbrūna	0.35	1.4
04	Sarkana	0.40	1.6
05	Brūna	0.50	2.0
06	Pelēka	0.60	2.4
08	Balta	0.80	3.2
10	Gaiši zila	1.00	4.0
15	Gaiši zaļa	1.50	6.0
20	Melna	2.0	8.0

Savukārt sprauslas krāsu kods, ko norāda sprauslu datu lapās, norāda uz smidzinājumā esošo pilienu TVD. Pasaulē ir divi standarti sprauslu klasifikācijai pēc krāsām un pilienu izmēra, atkarībā no piederības valstīm: ASAE S-572.1 ir ASV pārsvarā izmantotais standarts (2.tabula) un ISO 25358 ir Eiropā pārsvarā izmantotais standarts (2. tabula). Šiem standartiem ir nelielas atšķirības robežvērtībās (skat. 2. tabulu). Atskaitē tiks izmantoti abu

standartu robežvērtības, jo atkarībā no pētījuma reģiona ir izmantoti dažādi standarti un attiecīgi robežvērtības.

2. tabula

Sprauslu radīto pilienu izmēri μm un pēc krāsas, balstoties uz ASABE S-572 klasifikācijas un ISO ISO 25358 standartu

Kategorija pēc pilienu izmēra, ASABE S-572.1 un ISO 25358		Simbols, ASABE S-572/ISO 25358	Krāsas kods	Aptuvenais TVD, μm	
				ASABE S-572	ISO 25358
Ārkārtīgi sīki	Extremely Fine	XF/-	Purple/Violets	<60	-
Ļoti sīki	Very Fine	VF/VF	Red	60-144	<130
Sīki	Fine	F/F	Orange	144-235	131-190
Vidēji	Medium	M/M	Yellow	236-340	191-265
Lieli	Coarse	C/C	Blue	341-403	266-335
Ļoti lieli	Very Coarse	VC/VC	Green	404-502	336-570
Ārkārtīgi lieli	Extremely Coarse	EC/EC	White	503-665	571-705
Īpaši lieli	Ultra Coarse	UC/UC	Black	>665	>700

Sprauslu ražotāju lapās ir definēts piliena izmērs atkarībā no darba spiediena. 1. pielikuma datu lapā ir redzama gan caurplūde, gan pilienu izmērs, tāpēc turpmāk pie faktoriem spiediens netiks apskatīts kā noneses ietekmējošs faktors. Nosakot smidzinājuma TVD pēc ražotāju tabulas, ir iespējams prognozēt noneses attālumu. Mainot darba spiedienu dažādām sprauslām, pilienu izmēri mainās nevienmērīgi, atkarībā no sprauslu tipa un dažādiem ražotājiem (skat. Pielikumu Nr.1.)

1.1.3. Sakarība starp piliena TVD un noneses attālumu.

Ir vairāki pētījumi, kuri nosaka sakarības starp piliena diametru un noneses attālumu. Piemēram, pētnieku grupa no ASV (Wolf et al., 2018) ir publicējuši tabulu ar pilienu noneses attālumiem atkarībā no to diametra pie noteiktiem laikapstākļiem (3.tabula). Ir skaidri redzams, ka, izmantojot dažāda veida sprauslas, rodas ļoti lielas atšķirības smidzinājuma nonesē uz zemes. Ja izvēlas sprauslu un darba spiedienu, pie kura veidojas smidzinājums ar liela diametra pilieniem, tad noneses attālums sasniegs 15 cm, bet, izvēloties sprauslu ar ļoti sīkiem pilieniem, noneses attālums jau sasniegs 7.60 m.

3. tabula

Sprauslu radīto pilienu nonese (m) pēc to izmēriem (μm) pie vēja ātruma 8 km/h, relatīvā gaisa mitruma 75%, 24°C. Darba spiediens 2 bar, ASABE S-572

Pilienu izmērs un nonese, smidzināšanas augstums 90 cm		
Piliena izmērs	Mikroni (μm)	Nonese (m)
Ārkārtīgi lieli	600	0.06
Ļoti lieli	500	0.09
Lieli	400	0.15
Vidēji	300	0.40
Sīki	200	1.51
Ļoti sīki	100	7.60
Ārkārtīgi sīki	50	13.71

Beļģijā 2006. gadā tika veikts lauka pētījums ar mērķi eksperimentāli noteikt smidzināšanas nonesi ietekmējošos faktoros un novērtēt iespējamās nonesi ietekmējošos faktoros. Noneses smidzināšanas prognozēšanas vienādojums tika izmantots, lai salīdzinātu citus smidzināšanas variantus ar standarta smidzināšanu dažādos laika apstākļos. Drifta mērījumi tika veikti vairākām sprauslu tipa kombinācijām (plakanā tipa, zemas noneses tipa, gaisa iesmidzināšana tipa) un izmēri (*ISO 02, 03, 04 un 06*), izsmidzināšanas spiediens (*2, 3 un 4 bar*), braukšanas ātrums (*4, 6, 8 un 10 km h⁻¹*) un izsmidzināšanas strēles augstums (0,3, 0,5 un 0,75 m). Izejas dati redzami 5. tabulā. Galvenais mērķis bija salīdzināt 3 dažāda tipa sprauslu tipus pie vienādiem caurplūdes parametriem, bet atkarībā no sprauslu tipa dažādiem pilienu TVD TVD, DV01, DV0.5, DV0. Pilienu diametri tika noteikti eksperimentāli (skat. 4. tabulu).

Salīdzinot 3 dažādas sprauslas savstarpēji, pie vienādas caurplūdes un darba spiediena, smidzinājuma pilienu diametrs ir atšķirīgs. F 110 03, F 110 02, F 110 04, F 110 06 -standarta plakanstrūklas sprauslas, pilienu TVD izmēri no 214 μm (sprauslai F 100 02) līdz 345 μm (F 110 06), Hardi. LD 110 02, LD 110 03, LD 110 04 – zemas noneses (low-drift) sprauslas ar TVD lielāku par 290 μm (līdz 331 μm) un Injet 02, Injet 03, Injet 04 –Injet inžektortipa sprauslas ar diametru lielāku par 506 μm (līdz 584 μm).

4.tabula

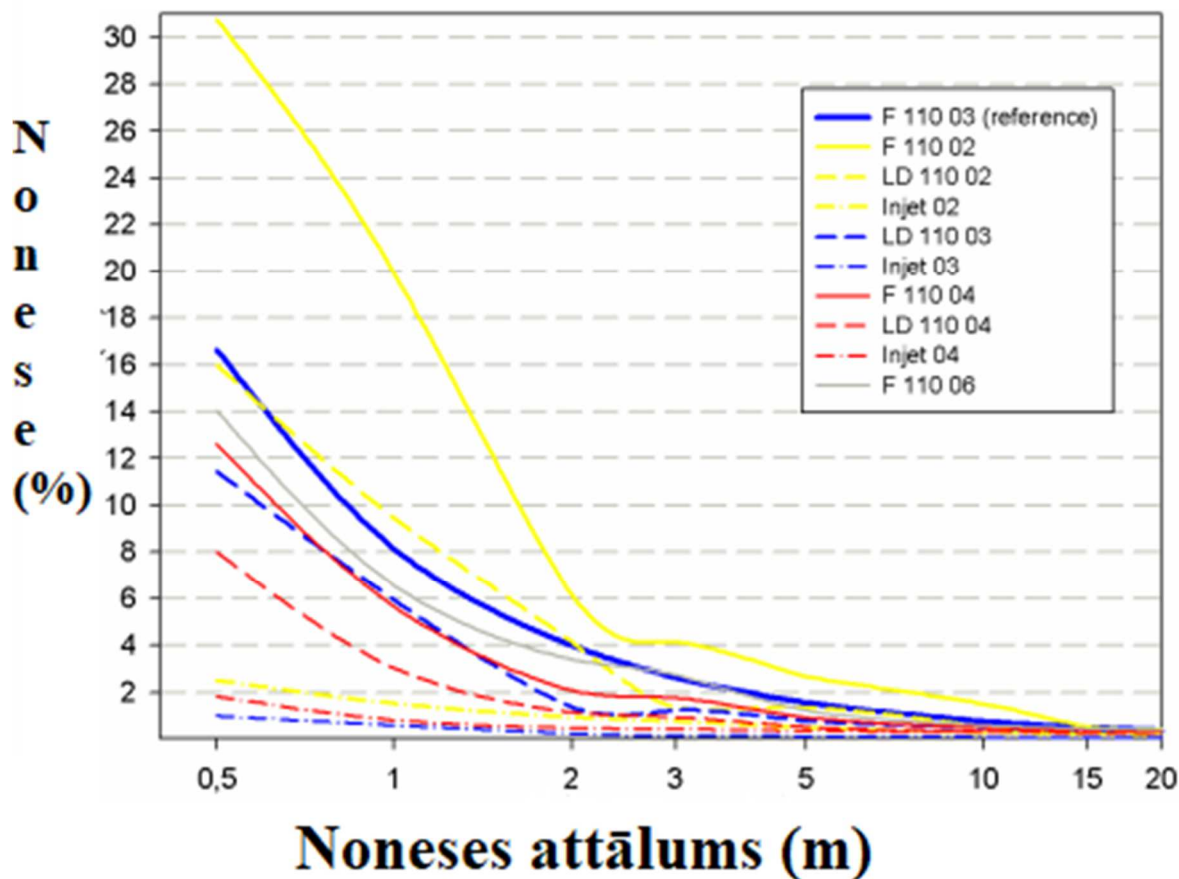
Pilienu raksturojums pie dažādām sprauslu un spiediena kombinācijām

Variants	Sprauslas veids	Sprauslas izmērs ISO	Spiediens (bar)	D _{v0,1} ^[a] (μm)	D _{v0,5} ^[a] (μm)	D _{v0,9} ^[a] (μm)	V ₁₀₀ ^[b] (%)	V ₂₀ ^[b] (%)	NMD ^[c] (μm)
A	F	02	3,0	112,5 ±10,7	214,2 ±7,9	343,9 ±29,9	7,4 ±1,8	43,2 ±4,0	64,1 ±5,6
B	LD	02	3,0	157,4 ±7,6	294,9 ±9,7	440,0 ±16,2	2,9 ±0,4	19,9 ±2,3	76,2 ±3,0
C	Injet	02	3,0	281,6 ±16	506,8 ±27	644,7 ±34,2	0,5 ±0,1	3,7 ±0,5	122,1 ±17,9
RS + RS _v	F	03	3,0	144,1 ±8,9	273,6 ±10,9	421,9 ±21,3	3,7 ±0,7	24,5 ±2,9	67,9 ±5,1
D	LD	03	3,0	169,8 ±18,9	348,2 ±14,1	509,3 ±8,4	2,7 ±0,8	14,8 ±3,2	82,5 ±5,4
E	Injet	03	3,0	324,3 ±11,2	537,4 ±16,9	689,1 ±8,2	0,3 ±0,1	2,2 ±0,5	152,6 ±35,4
F	F	04	3,0	154,9 ±7,7	303,4 ±10,3	518,3 ±34,1	3,0 ±0,4	20,1 ±1,8	67,7 ±2,1
G	LD	04	3,0	175,1 ±3,7	331,2 ±6,4	499,2 ±11,9	2,1 ±0,2	14,5 ±0,9	81,7 ±3,3
H	Injet	04	3,0	321,3 ±18,6	584,0 ±23,2	733,5 ±16,6	0,3 ±0,1	2,8 ±0,6	134,4 ±13,8
I	F	06	3,0	176,1 ±7,3	345,1 ±5,5	538,7 ±10,9	2,2 ±0,3	14,2 ±1,4	70,8 ±2,6
J	F	03	2,0	131,2 ±16,5	265,4 ±28,2	399,3 ±17,8	5,3 ±2,1	28,7 ±8,5	72,8 ±5,7
K	F	03	4,0	117,5 ±5,5	246,5 ±6,7	426,0 ±28,0	6,6 ±0,9	33,5 ±2,6	71,8 ±2,6

5.tabula

Smidzināšanas aprīkojuma uzstādījumi dažādiem smidzinājumiem

Variants	Sprausla	Sprauslas izmērs, ISO	Spiediens (bar)	Ātrums (km/h)	Plūsmas ātrums (l/min)	Lietotā deva (l/ha)	Stieņa augstums (m)	Atkārtojumu skaits
MAINĪGAIS: SPRAUSLAS VEIDS (ISO 03)								
A 1-4	LD	03	3	8	1.2	180	0.5	4
B 1-3	Injet	03	3	8	1.2	180	0.5	3
MAINĪGAIS: SPRAUSLAS VEIDS (ISO 02)								
C 1-3	F	02	3	8	0.8	120	0.5	3
D 1-3	LD	02	3	8	0.8	120	0.5	3
E 1-3	Injet	02	3	8	0.8	120	0.5	3
MAINĪGAIS: SPRAUSLAS VEIDS (ISO 04)								
F 1-4	F	04	3	8	1.6	240	0.5	4
G 1-3	LD	04	3	8	1.6	240	0.5	3
H 1-4	Injet	04	3	8	1.6	240	0.5	4
MAINĪGAIS: SPRAUSLAS VEIDS (ISO 06)								
I 1-3	F	06	3	8	2.4	360	0.5	3
MAINĪGAIS: DARBA SPIEDIENS								
J 1-3	F	03	2	8	0.98	147	0.5	3
K 1-6	F	03	4	8	1.39	208.5	0.5	6
MAINĪGAIS: BRAUKŠANAS ĀTRUMS								
L 1-6	F	03	3	4	1.2	360	0.5	6
M 1-5	F	03	3	6	1.2	240	0.5	5
N 1-3	F	03	3	10	1.2	144	0.5	4
MAINĪGAIS: SMIDZINĀŠANAS STIENĀ AUGSTUMS								
O 1-3	F	03	3	8	1.2	180	0.3	3
P 1-3	F	03	3	8	1.2	180	0.75	4
							KOPĀ	<i>61</i>
REFERENCES SMIDZINĀJUMS								
Ref 1-27	F	03	3	8	1.2	180	0.5	27
F: Hardi ISO 110 Standarta plakanstrūklas sprauslas								
LD: Hardi ISO 110 Low-drift, jeb nonesi mazinošas sprauslas								
Injet: Hardi ISO Āir-Injet sprauslas ar gaisa iesmidzināšanu								



2. att. Noneses (procentos) izmaiņas, atkarībā no sprauslu modeļa un noneses attāluma (m). Relatīvais gaisa mitrums 70%, vēja ātrums 3 m/s, gaisa temperatūra 15°C, ātrums 8 km/h (Nyuteen et al., 2006).

2. attēlā ir redzama sakarība starp smidzināšanas noneses apjomu procentos no kopējā izsmidzināmā AAL maisījuma (AAL+ūdens) un noneses attālumu atkarībā no sprauslas tipa. Par atskaites punktu ir pieņemta F110 03 (flat fan nozzle ISO 03) zila plakanstrūklas sprausla ISO 110 03 pie 3 bar spiediena un 3 m/s vēja ātruma, darba augstums un attālums starp sprauslām 0.50m, TVD (μm) 273.6 liels piliena izmērs. Ir redzams, ka līdz 2 m attālumam sprauslai F110 02 ir daudz lielāka nonese, nekā citām pētījumā iekļautajām sprauslām, kas ir loģiski izskaidrojams ar to, ka F110 02 sprausla veido sīkus (fine) pilienus, kuriem ir lielāks nonese attālums. Veicot pārrēķinu mililitros, iznāk, ka pie augstāk definētiem nosacījumiem F110 02 **20 m² rodas 210 ml nonese, kas sastāda aptuveni 66% no izsmidzinātā tilpuma.** Faktiski tas nozīmē, ka vairāk nekā puse no AAL noplūst valdošā vēja pusē. Bet, paņemot par piemēru Injet nozzle drifts samazinās ļoti būtiski - līdz pat 90% no F110 03 references vērtības, skat 5. tabulu.

5. tabula

Nonese samazināšanas potenciāla (DRP_t) vērtības dažādiem sprauslu veidiem un izmēriem pie 3 bar darba spiediena.

ISO Sprauslas izmērs	DRP _t (%)		
	HARDI ISO F 110	HARDI ISO LD 110	HARDI ISO Injet
02	-136.5	-3.6	67.2
03	0 ^[a]	38.4	89.8
04	33.9	54.9	77.7
06	29.5	-	-

[a] References smidzinājums

Nonese 2m attālumā visām sprauslām, izņemot F110 02, ir 4.2% robežās no izsmidzinātā apjoma uz hektāru. Nonese apjomu noteica eksperimentāli, iegūstot vērtības un tālāk veicot aprēķinu pēc formulas 1.

$$\text{Nonese} = \frac{(R_{\text{smp}} - R_{\text{blnk}}) \times F_{\text{cal}} \times V_{\text{dil}}}{C_{\text{spray}} \times A_{\text{col}}} \quad (1),$$

Kur

- Nonese - nonese apjoms (ml cm²);
- Nonese %- izsmidzinātais daudzums (l ha⁻¹);
- R_{smp} - fluorimetra lasījuma vērtība paraugā (-)
- R_{blnk} - fluorimetra lasījuma vērtība nepstrādātai pamatnei (uzkrājējs + ūdens atšķaidīšanai) (-);
- V_{dil} - atšķaidīšanas ūdens tilpums (l);
- C_{spray} - marķiera izsmidzināšanas koncentrācija (g l⁻¹);
- A_{col} - uztveršanas zonas izmērs nonese uztvērējam (cm²);
- F_{cal} - kalibrācijas ietekme (ml⁻¹).

Nonese procents tika noteikts pēc zemāk redzamas formulas 2:

$$\text{Nonese}_{\%} = \frac{\text{Nonese} \times 1.10^6}{V_{\text{app}}} \quad (2),$$

Kur

- Nonese %- izsmidzinātais daudzums (l ha⁻¹);
- V_{app} - izsmidzinātais daudzums (l ha⁻¹).

Tālākais kaitīgums būtu jāinterpretē atkarībā no AAL AOEL vērtībām, jo katrai darbīgajai vielai pieļaujamā saskares vērtība ir savādāka. Krasas izmaiņas F110 02 ir izskaidrojamas ar mazāku VMD diametra vienību un gadījumā, *kad ir nepieciešams iegūt lielāku pārklājumu un nepieciešams izmantot smidzinājumu ar smalka (fine) pilienu izmēriem, būtu ieteicams ļoti uzmanīgi izturēties pret drošības ieteikumu izvēles - smidzināt vakara pusē (izņemot temperatūras inversijas gadījumus) pie mazākā vēja ātruma (no 0.5 līdz 1.5 m/s) un darba ātruma (no 3m/s līdz 5m/s).* Vai arī vēl parādās opcija palīgvielu izmantošanā vai speciālās nonese mazinošās tehnikas izmantošanā. Vismazākā nonese ir Injet 03 un Injet 04 sprauslām visos attālumos, bet šajā gadījumā pilienu izmērs ir relatīvi liels un tāpēc šāda tipa sprauslas ražotājs iesaka lietot tikai augsnes herbicīdiem, citiem mērķiem tās

izmantot nebūtu vēlams.

Arī zviedru pētnieks Arvidson (Arvidson et.al, 2011) veicot izmēģinājumus, ir ieguvusi sakarību (pie **vēja ātruma no 1.2 līdz 2.2. m/s**), kura, nosaka smalko pilienu skaita koeficientu kā 0.11, atmetot pārējos ārējos apstākļus (temperatūra, vējš, darba spiediens) un iegūstot korelāciju ar $R^2=0.96$ (skat. 3.formulu). Tas nozīmē, ka ir ārkārtīgi svarīgi izmantot kvalitatīvas, noteikta izmēra un darba spiedienā, tehniskā kārtībā esošas sprauslas.

$$\text{Kopējā nonese} = 0.36 + 0.11 \times \text{pilienu daudzums} \leq 102\mu\text{m}(\%) (R^2 = 0.96) \quad (3),$$

Sestajā tabulā ir redzami eksperimentāli iegūtie dati, kur ir redzama sakarība starp smalko pilienu $\leq 102\mu\text{m}$ skaita pieaugumu un kopējās noneses procenta pieaugumu. Ir redzams arī tas, ka, pieaugot spiedienam, smidzinājumā pieaug arī smalko pilienu skaits. Tas nozīmē, ka izmantojot zemas noneses sprauslas neatbilstošos apstākļos, var nepanākt vēlamo efektu.

6. tabula

Noneses apjoms smidzinātājam, kurš aprīkots ar dažādām sprauslām smidzinot pie dažāda darba spiediena graudaugus pie 0.4 m smidzināšanas augstuma virs kultūrauga.

Tests nr.	Sprausla	Darba spiediens (bar)	Pilieni $\leq 102\mu\text{m}$ (%)	Vējš pie 2 m (m s^{-1})	Gaisa temp. ($^{\circ}\text{C}$)	Zemes nonese (%)	Gaisa nonese (%)	Kopējā nonese (%)
104	04 VS	2.0	9.2	2.1	16.1	0.68	1.10	1.78
105	04 VS	2.0	9.2	1.2	20.0	0.64	0.61	1.25
102	03 AD	2.0	3.9	1.5	15.4	0.38	0.55	0.93
103	03 SD	2.0	5.7	1.3	15.6	0.54	0.55	1.09
101	015 AD	4.5	19.9	1.2	19.4	1.17	0.94	2.11
100	015	4.5	33.2	1.8	18.6	1.57	1.89	3.46
81	01 VS	4.5	40.9	1.4	15.6	1.84	3.56	5.40
82	01 VS	4.5	40.9	2.1	13.9	0.79	4.05	4.84
86	01 VS	4.5	40.9	2.2	15.6	0.65	4.72	5.37

VS- konvencionālās Teejet XR plakanstrūklas sprauslas

SD- spiedienu mazinošas Lurmark (pre-orifice) plakanstrūklas sprauslas

AD- spiedienu mazinošas Lechler (pre-orifice) plakanstrūklas sprauslas

Vēl ir svarīgi piebilst (Arvidsson, 1997), ka gaisa nonesi (airborn) ļoti stipri ietekmē smalkie pilieni (koef. 0.79), savukārt zemes noneses (fall out) gadījumā temperatūra (0.23) un tvaika spiediena deficīts (0.15) gūst pārsvaru, par smalko izmēru esamību (0.03), kas ir loģiski, jo smalkie pilieni pārsvarā iztvaiko (piedalās gaisa (airborn) nonesē) un smagāki pilieni pie augstākas āra gaisa temperatūras pārsvarā nokrīt uz zemes, nevis iztvaiko (skat. formulu 4. un formulu 6).

$$\text{Gaisa nonese} = 5.51 + 0.79 \times \text{pilienu daudzums izmērā} \leq 102\mu\text{m}(\%) - 0.37 \times \text{gaisa temperatūra} + 0.17 \times \text{tvaika spiediena deficīts} (R^2 = 0.97) \quad (4),$$

$$\text{Zemes nonese} = -2.80 + 0.03 \times \text{pilienu daudzums izmērā} \leq 102\mu\text{m}(\%) + 0.23 \times \text{gaisa temperatūra} - 0.15 \times \text{tvaika spiediena deficīts} (R^2 = 0.87) \quad (5).$$

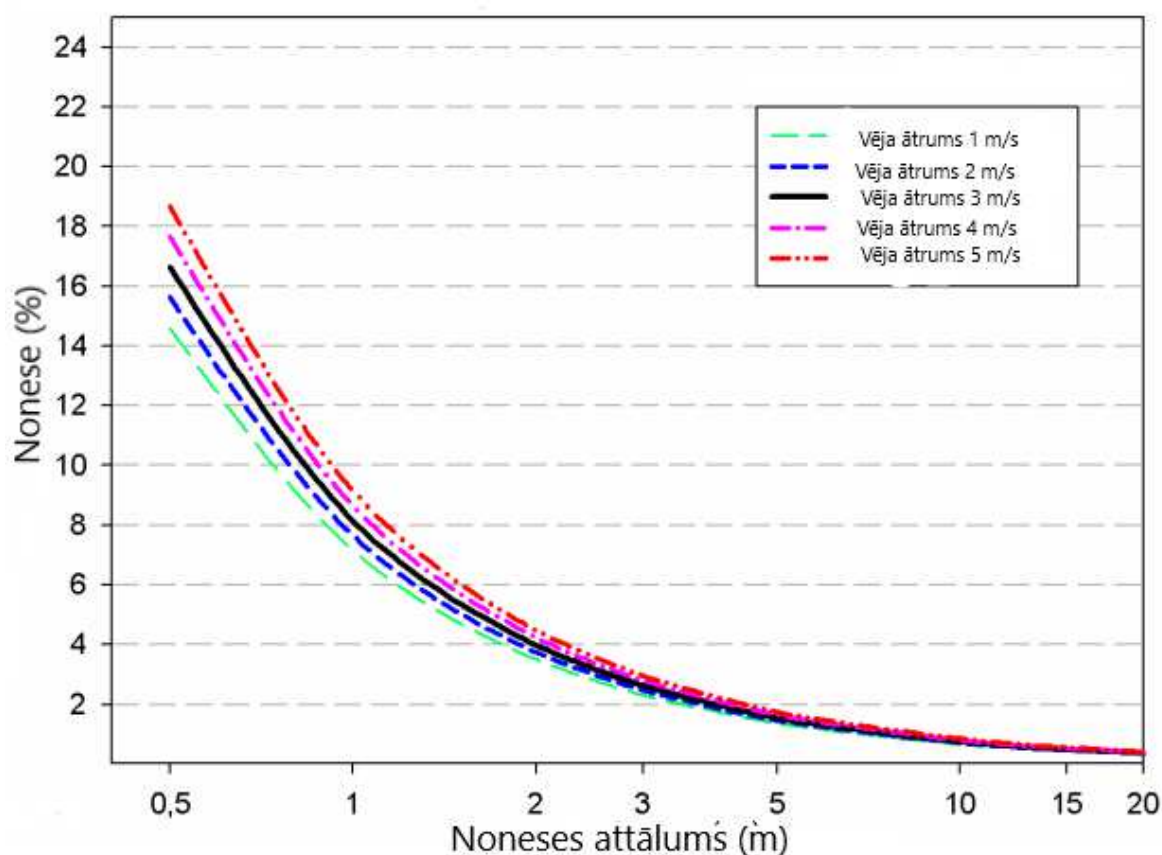
Līdzīgus rezultātus arī ieguva pētnieku grupa no Beļģijas (Nyuttens et al., 2006), kur tika noteikts, ka, jo ir zemāks relatīvais gaisa mitrums (RM), jo rodas lielāka smidzinājuma nonese. Salīdzinot noneses procentus 1 m attālumā, tā starpība ir ļoti liela - no 3% noneses pie 40%RM līdz 12% pie 90%RH. Jo mazāks ir mitrums, jo lielāks ir noneses daudzums, pilienu izmēra samazināšanās dēļ (samazinoties RM pieaug pilienu iztvaikošana, tādējādi samazinoties

pilienu diametram). Vairumā gadījumu Latvijā relatīvais mitrums ir no 60% līdz 85%.

1.2. Vēja ietekme uz nonesi

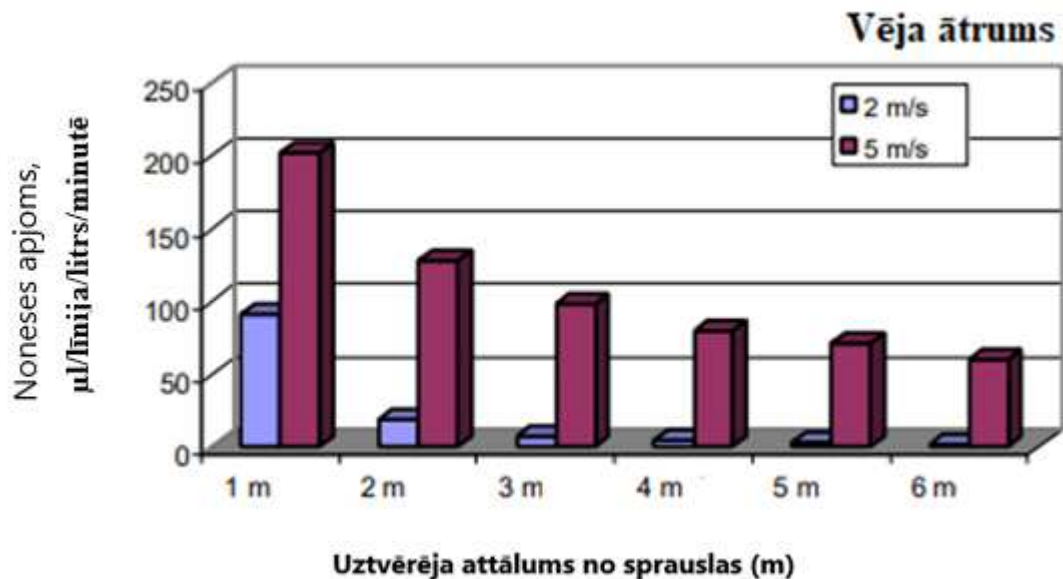
Augus ar AAL drīkst smidzināt, ja vēja ātrums nepārsniedz 4 m/s. Ja smidzinātājs ir aprīkots ar rūpnieciski komplektētām palīgierīcēm (palīgiekārtām), kas mazina vēja ietekmi uz smidzinājumu, nodrošinot smidzinājuma nokļūšanu tikai uz paredzētās apstrādājamās virsmas, augus drīkst smidzināt, ja vēja ātrums nepārsniedz 8 m/s (Augu aizsardzības lietošanas MK noteikumi nr. 950, 2011. gada, 13. decembrī, skatīts: <https://likumi.lv/ta/id/241853-augu-aizsardzibas-lidzeklu-lietosanas-noteikumi>).

Vēja ātruma ietekme nemainīgos apstākļos 0.5 m robežās ir visai nozīmīga - no 15% līdz 19% noneses apjoms no izsmidzināmā apjoma, mainoties vēja ātrumam no 1 līdz 5 m/s, kas atbilst parasto sprauslu lietošanas diapazonam (Nyuttens et al. 2006). Savukārt tālākos attālumos, piemēram, 2 metru attālumā tā starpība jau ir 2% robežās, mainoties vēja ātrumam no 1 līdz 5 m/s (skat. 3. attēlu).



3.att.– Vēja ātruma ietekme uz noneses apjomu dažādā diapazonā. T= 15°C, relatīvais gaisa mitrums 70%, Hardi plakanstūrklas sprauslas ISO 110 03 pie 3 bar darba spiediena (Nyuttens et al., 2006).

Salīdzinot beļģu zinātnieku pētījuma datus ar Dāņu zinātnieku iegūtajiem rezultātiem, ir redzams, ka Dāņu gadījumā vēja ietekmei ir daudz lielāka loma (skat. 4. att.). To varētu izskaidrot ar atšķirīgu metodiku un dažādiem laika apstākļiem pētījumu laikā (mitrums, temperatūra un vēja ātrums).



4. Att. Noneses apjoms, µl/līnija/litrs/min, pie vēja ātruma 2 m/s un 5 m/s dažādos attālos no sprauslas ISO 03, 3bar darba spiediens (Kappel & Taylor, 2002).

Vadoties pēc Dāņu pētnieku datiem, nonese 1m attālumā, mainoties vēja ātrumam, no 2m/s līdz 5m/s pieaug divkārti, 6 metru attālumā noneses starpība ir aptuveni 50 reizes lielāka. Tik liela starpība lielākos attālos tiek izskaidrota ar to, ka pie vēja ātruma 2m/s lielāka nonese notiek līdz 2m attālumam, lielākos attālos noneses procents tuvojas nulles vērtībai.

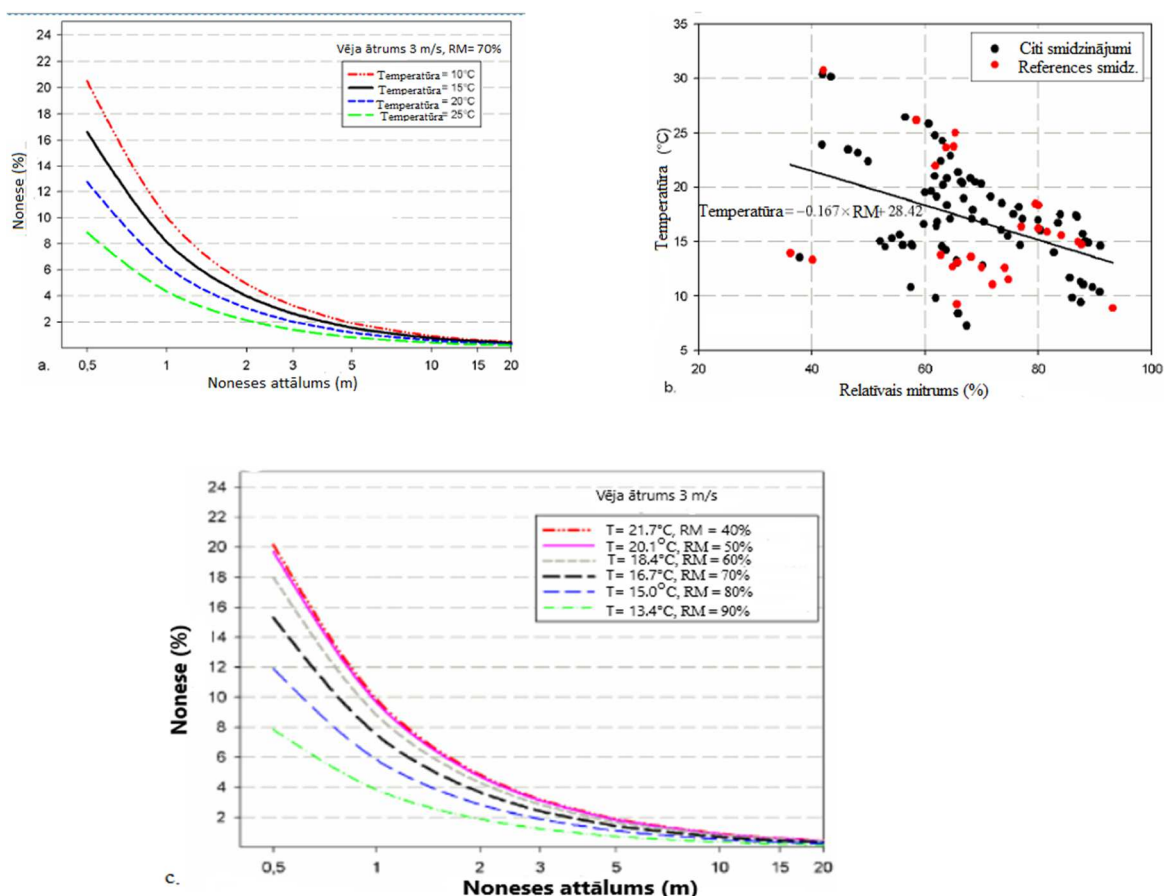
Dāņu pētnieki arī salīdzināja smidzināšanas leņķa ietekmi uz noneses pieaugumu un nonāca pie secinājuma, ka smidzināšana pie 6 m/s rada lielāku nonesi nekā pie 2 m/s un dominē pār samazinātā sprauslu leņķa ietekmi (Nilars, 2002).

Ir svarīgi arī piebilst par *inversijas gadījumiem dabā, kuru dēļ smidzināšana bezvēja apstākļos arī nav iesakāma*. Temperatūras inversija rodas gadījumos, kad esošie laika apstākļi neveicina gaisa masu vertikālo sajaukšanos un palēnina AAL piesārņojuma izkļedes ātrumu pa vertikāli. Iemesls tam ir gaisa temperatūras inversija, kad, piemēram, siltā gaisa “kupols” pārklāj samērā lielu teritoriju un neļauj apakšējiem gaisa slāņiem pacelties uz augšu, un dominē lēns vējš līdz bezvējš. Parasti “siltā” gaisa temperatūras inversijas ilgst tikai dažas stundas, bet tad, kad virs teritorijas nostabilizējas augsta spiediena gaisa masas, inversija var turpināties ilgāku laika periodu. Šāda situācija nav nekas unikāls, parasti notiek vairākas reizes gadā.

1.3. Temperatūras un gaisa mitruma ietekme uz nonesi

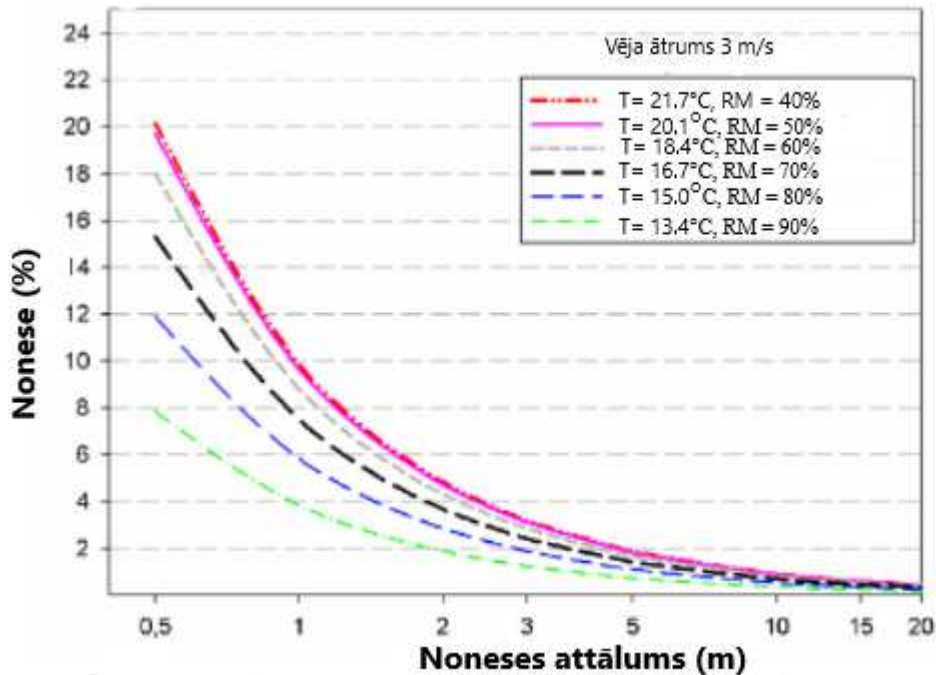
Lai gan augstāka temperatūra palielina smidzinājumā esošo pilienu iztvaikošanu, tādā veidā palielinot noneses daudzumu, iegūto eksperimentālo datu sakarība ir pretēja. **Pie nemainīga RH, zemākas temperatūras rezultātā rodas augstākas nonese** (5.a,b,c att.). Šo pētnieku iegūto rezultātu var izskaidrot ar to, ka pētījuma datu kopā pastāv spēcīga korelācija starp temperatūru un gaisa relatīvo mitrumu (5.b.,att.). Ir skaidrs, ka reālos apstākļos temperatūras palielināšanās (ar RH samazināšanos) palielina noneses apjoma daudzumu. Jāņem vērā, ka, neraugoties uz vispārējo attiecību starp temperatūru un relatīvo mitrumu, tomēr ir nepieciešams mērīt un ņemt vērā abus mainīgos lielumus, lai panāktu precīzu noneses prognozēšanu. Arvidson ieguva sakarību, ņemot vērā abus divus faktorus kombinācijā (skat.formulu nr. 3). Arvidsona sakarībā gaisa noneses gadījumā temperatūras paaugstināšanās arī pazemina gaisa noneses apjomu, savukārt, tvaika spiediena deficīta pieaugums palielina

gaisa noneses daudzumu (skat.formulu 4).



5. att. Temperatūras ietekme uz noneses apjomu. Vēja ātrums 3m/s, relatīvais gaisa mitrums 70%, Hardi plakanstūrklas sprauslas ISO 110 03 pie 3 bar darba spiediena: a- noneses apjoms atkarība no temperatūras izmaiņām pie nemainīga mitruma 70%, b- korelācija starp temperatūras un mitruma izmaiņām, c- noneses apjoms atkarība no temperatūras izmaiņām pie atbilstošā mitruma reālos apstākļos (Nyutten et al., 2006.).

Relatīvais mitrums visvairāk ietekmē noneses apjomu (skat. 6.att.). Jo mazāks relatīvais gaisa mitrums, jo lielāka nonese iztvaikojot smalkiem pilieniem, līdz ar to palielinās gaisa noneses iespējas. Vairumā gadījumu relatīvais mitrums Latvijā ir no 60% līdz 90%, kad smidzināšana ir atļauta (tiek izslēgti gadījumi, kad gaisa temperatūra ir augstāka par +25 °C). *Relatīvā mitruma ietekme ir svarīgāka par vēja ātruma ietekmi – tā secina beļģu zinātnieki.*

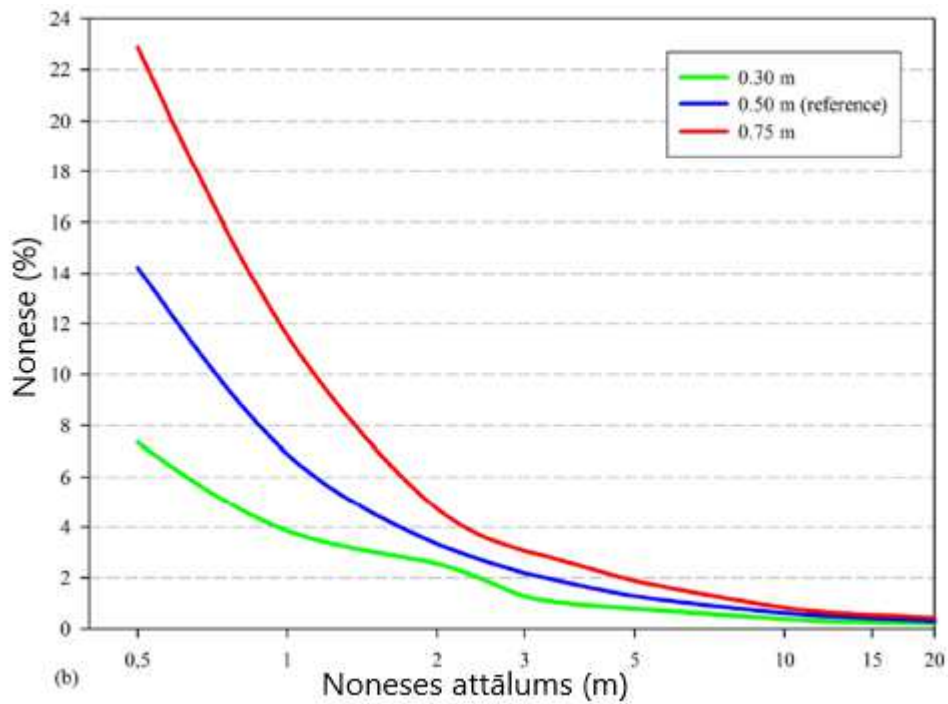


6.att. Gaisa relatīvā mitruma ietekme uz nonesi pie reāli iespējamiem apstākļiem. Vēja ātrums 3 m/s, Hardi plakanstūrklas sprauslas ISO 110 03 pie 3 bar darba spiediens (Nyuttens et al., 2006).

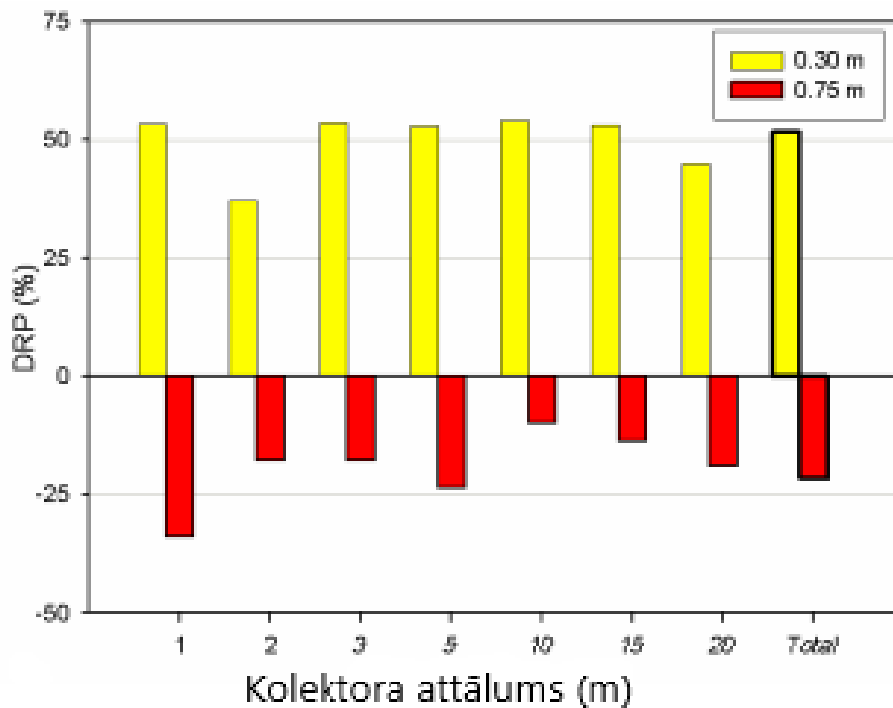
1.4. Smidzinātāja strēles augstuma ietekme uz nonesi

8. attēlā redzams noneses samazināšanas potenciāls (DRP- noneses samazināšanas (drift reduction potencial)) dažādos strēles darba augstumos. Tika salīdzināts standarta strēles augstums (0.50 m) pret strēles darba augstumiem 0.30m un 0.75 m. Atbilstošās prognozētās noneses līknes standarta laika apstākļos, kuru pamatā ir eksperimentāli iegūtās vērtības un svārstību prognozēšanas vienādojumā iegūtās vērtības (skat.1. formulu). Ņemot vērā šos rezultātus, strēles augstuma ietekme uz smidzināšanas kvalitāti ir skaidra. Izsmidzināšanas strēles augstuma samazināšana no 0.50 m līdz 0.30 m, ievērojami samazināja kopējo noneses daudzumu ($DRP_t = 52.0\%$, kur DRP_t – Total drift reduction potential – kopējais noneses samazināšanas potenciāls **pret 0.50 m stieņa augstumu**, 8 att.). Situācijā, kad smidzināšanas stienis tika pacelts līdz 0.75m DRP_t bija **-22.0%** (8.att.).

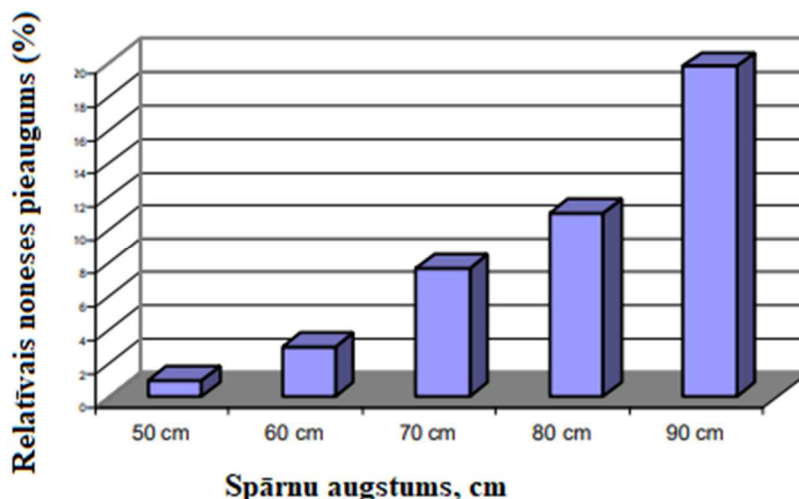
Pamatojoties uz noneses prognozētājām vērtībām (7. att.), prognozētās noneses vērtības ir 0,38%, 0,62% un 0,83% 10 m attālumā, smidzinot ar ISO 03 standarta plakano sprauslu ar darba spiedienu 3 bar pie braukšanas ātruma **8 km h⁻¹** standarta laika apstākļos. Ja salīdzina vērtības 2 m attālumā no smidzinājuma zonas, tad starpības ir vēl krasākas – 3%, 5% un 7%. *Citi pētnieki secināja, ka, veicot smidzinājumus ar smalka izmēra pilieniem, nepieciešams veikt smidzinājumu pēc iespējas tuvāk veģetācijai, lai novērstu pilienu nevienmērīgu pārklājumu un samazinātu nonesi* (Ozkan, 1998; Teske et al.1999; Jong et al., 2000). *Tāpēc viens no risinājumiem, kā mazināt, nonesi, ir pēc iespējas zemāk nolaist strēli*, bet šobrīd pārsvarā tiek izmantots 50 cm augsts strēles standarts pie 50 cm liela sprauslu attāluma. *Samazinot augstumu, ir nepieciešams palielināt sprauslu skaitu, tas ir samazināt attālumu starp sprauslām*. Zemais strēles augstums prasa arī labu strēles vadības sistēmu. Šobrīd šī pieeja nav izplatīta, lai mazinātu smidzinājuma nonesi.



7. att. Paredzētais nonese lielums dažādā attālumā atkarībā no smidzināšanas stieņa augstuma. $T = 16^\circ \text{C}$, $V_{3.25\text{m}} = 3 \text{ ms}^{-1}$, $X_{\text{H}_2\text{O}} = 8 \text{ gkg}^{-1}$ (Nyutten et al., 2007).



8. att. Noneses samazināšanas potenciāls (DRP) (%) pie dažāda smidzināšanas augstuma. $\text{RH} = 70\%$, $V = 3 \text{ m/s}$, $T = 15^\circ \text{C}$ (Nyutten et al., 2007)



9.att. Relatīvais noneses pieaugums (%) atkarībā no smidzinātāja strēles augstuma (atsauce uz dāņiem)

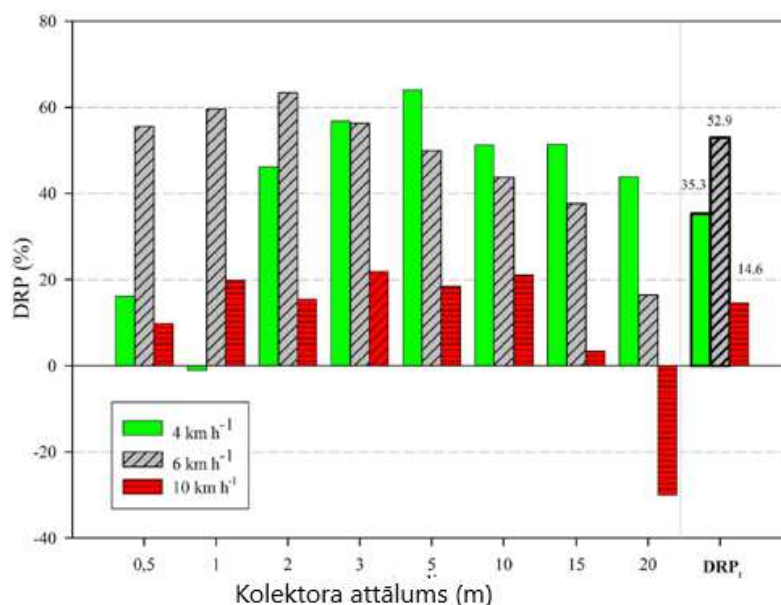
(https://dcapub.au.dk/pub/Dansk_plantevaernskonf_19_2002_ukrudt_sygd_og_skadedyr.pdf)

Samazinot strēles augstumu no 0.5m līdz 0.3m, ievērojami samazinās noneses apjoms, īpaši 0.5-1.5m attālumā no gala sprauslas (8. att). Atkarībā no smidzinātāja strēles augstuma vai sprauslu attāluma no kultūrauga, mainās potenciālās noneses apjoms. Pārāk augstu uzstādīti smidzināšanas spārni pakļauj pilienu lielākai vēja pretestībai un palielina pilienu izkliedi. Tādējādi palielinās nonese un smidzinājuma kvalitāte laukā.

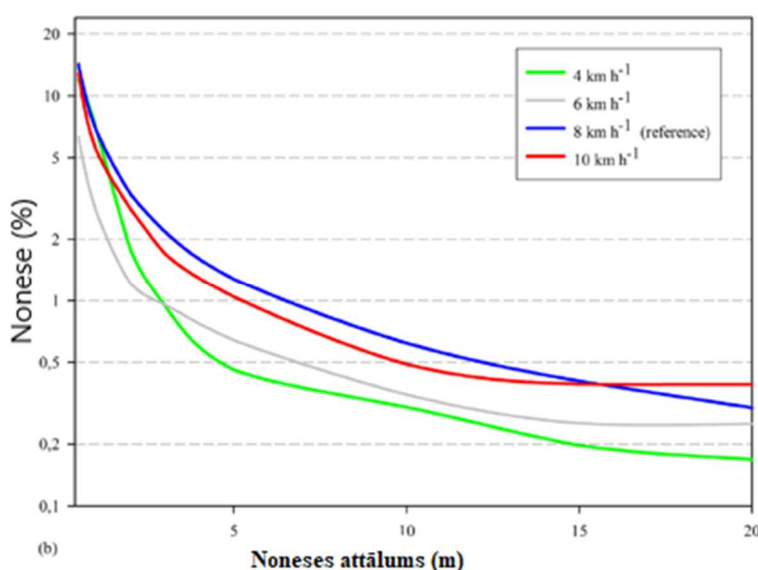
Vadoties pēc Dāņu zinātnieku datiem (Kappel & Taylor, 2002), veicot smidzinājumu 90 cm attālumā no kultūrauga, salīdzinot ar smidzinājumu 50 cm attālumā, nonese palielinās par 20% (9.att). Dāņu un Beļģu zinātnieku rezultāti ir pretrunīgi. Noneses pieaugums Beļģu zinātniekiem jau pie 75 cm strēles augstuma bija 55%, savukārt Dāņu zinātniekiem pie 90 cm (netiek precizēts attālums, kādā ir vērtēts noneses apjoms) 20%. Pastāv ļoti daudzi nonesi ietekmējošie faktori un, tāpēc pasaules vadošie pētnieki liek kopā datu bāzes ar mērķi padarīt noneses apjoma prognozēšanu par ticamu un ar mazākām datu izklieidēm (Kennedy et al. 2012, Clare et al, 2018).

1.5. AAL nonese pie dažādiem smidzināšanas ātrumiem

Eiropā smidzināšanas ātrums ir robežās no 6 līdz 12 km/h. Saimniecības kļūst lielākas, savukārt darbinieku skaits samazinās. Tādējādi tiek palielināts braukšanas ātrums, lai saglabātu nemainīgu darba jaudu (https://dcapub.au.dk/pub/Dansk_plantevaernskonf_19_2002_ukrudt_sygd_og_skadedyr.pdf)



10.att. DRP un DRP_t vērtības pie braukšanas ātruma 4, 6 un 10 km/h⁻¹ salīdzinājumā ar references ātrumu 8 km/h⁻¹ (Nyutten et al., 2007)



11.att. Paredzētās noneses līknes dažādiem smidzināšanas ātrumiem ar F 110 03 sprauslām pie 3.0 bar spiediena un 0.5m smidzināšanas stieņa augstumu standarta laika apstākļos ($T = 16^{\circ} C$, $V_{3.25m} = 3 m/s^{-1}$ un $X_{H_2O} = 8 g/kg^{-1}$) (Nyutten et al., 2007)

10. attēlā parādītas DRP (noneses samazināšanas potenciāls) vērtības dažādiem braukšanas ātrumiem (4, 6 un 10 km h⁻¹) un kolektora attālumiem, kā arī DRP_t vērtības, salīdzinot ar atsauces ātrumu 8 km h⁻¹ pamatojoties uz eksperimentālajiem datiem. 11. attēlā ir attiecīgās nonese līknes standarta laika apstākļiem, pamatojoties uz DRP vērtībām un drifta vienādojumu (1). Palielinot braukšanas ātrumu, vertikālā gaisa strūkļa paliiek izliekta un izkropļota. *Tas noved pie situācijas, ka vismazākie pilieni, kas izplūst no smidzinātāja vairumā gadījumu nonāk atmosfērā valdošo vēju virzienā, kā rezultātā rodas lielāks noneses apjoms* (Ghosh un Hunt, 1998). To apstiprināja izmēģinājumi ar braukšanas ātrumu 4 km h⁻¹ (DRPt = 35,3%) un 6 km h⁻¹ (DSPT = 52,9%). Pie ātruma 4 km h⁻¹ DRP vērtības ir ļoti mazas

nelieliem attālumiem. Kā arī salīdzinājumā ar DRP vērtībām pie 6 km h⁻¹ ātruma. Šādas rezultātus varētu izskaidrot ar neprognozējamām smidzināšanas strēles svārstībām vai arī ar nelielu novirzi no smidzināšanas ceļa. Atšķirība starp ātrumu 8 līdz 10 km h⁻¹ (DRPt = 14,6%) ir statistiski nenozīmīga, jo starp dažādiem atkārtojumiem ar ātrumu 10 km h⁻¹ ir lielas DRP vērtību atšķirības. Salīdzinoši maz pētījumu veikti par traktora braukšanas ātruma ietekmi uz izsmidzināšanas nonesi, lai gan traktora un smidzinātāja kustība kopā ar tā izraisīto gaisa turbulenci un strēles kustību ietekmēs gaisa cirkulāciju. Millers un Smits (1997. gads) minējis, ka izsmidzināšanas *plūsmas pieaugums laukā ir aptuveni 51%, ja braukšanas ātrums palielinās no 4,0 līdz 8,0 km h⁻¹*, bet drifta pieaugums par *144%*, kad ātrums tika palielināts līdz *16.0 km h⁻¹*. Millera un Smita analīze *neuzrādīja atšķirību starp smidzinātāja ātrumu no 8 līdz 12 km h⁻¹*. Taylor et al. (1989) mērija smidzināšanas nonesi ar ātrumiem 4.0, 7.0 un 10 km h⁻¹ konstatēja, ka, ātrumam pieaugot no *4.0 līdz 7.0 km h⁻¹*, smidzināšanas gaisa nonese palielinās par aptuveni *4%* vēja virzienā, un, ātrumam palielinoties no *7.0 līdz 10.0 km h⁻¹ par 90%*.

Vēl ir veikts interesants pētījums (Zande et al., 2004), kurā braukšanas ātrumam (6m/s vs 12 m/s) tika noteikta nozīmīga ietekme gaisa noneses mazināšanai (**skat. 7. tabulu**). Gaisa nonese izmainījās 1.5 līdz 5.5m attālumā no vērtības 3.85%(XR sprauslai) līdz 5.47% (XR sprauslai), no 0.88% līdz 3.91% (DG sprauslai).

7.tabula

Smidzināšanas ātruma ietekme (12km/h pret 6 km/h) uz noneses samazinājumu % pie dažādiem sprauslu veidiem un gaisa atbalstošo tehnoloģiju uz augsnes virsmas blakus smidzinātam laukam 2¹/₂ – 3¹/₂, 1.0-5.0, 3.0-4.0 un 1¹/₂ – 5¹/₂ m attālumā no gala sprauslas un gaisa nonesi pie 5.5 m attāluma no pēdējās sprauslas

Sprausla	Gaiss	Ātrums	Noneses vērtība %							
			2 ¹ / ₂ -3 ¹ / ₂ m		1-5 m		3-4 m		1 ¹ / ₂ -5 ¹ / ₂ m	
XR 11004	-	6	3,21	a	6,40	a	2,42	a	3,85	a
		12	4,70	b	8,25	b	3,65	b	5,47	b
	+	6	0,25	c	1,72	c	0,18	ce	0,78	ce
		12	2,50	a	3,99	d	1,55	d	2,78	a
DG 11004	-	6	0,87	d	1,47	c	0,73	d	0,88	c
+IS 8004	-	12	4,04	ab	5,73	ad	3,17	a	3,91	a
		6	0,09	e	0,10	e	0,08	e	0,09	d
	12	0,40	cd	0,68	f	0,30	e	0,41	e	

*dažādi burti (a,b,c,d,e,f) parāda būtiskas atšķirības starp vērtībām, p<0.05

Savukārt, izsakot šos rezultātus (raksta metodika) relatīvajās vienībās, kā smidzinājuma noneses samazinājums (starpība starp nonesi pie 6m/s pret 12m/s, reference 12 m/s) pret 6m/s esošo noneses vērtību, iznāk ļoti augsti zemes noneses samazinājumi. XR sprauslai 42% un DG sprauslai 344% (**skat. 8. tabulu**). Gaisa atbalstošajai tehnoloģijai noneses samazināšanas potenciāls, pret variantu braucot ar 6 m/s ir vēl lielāks un sasniedz līdz 256% (XR sprauslai) un 356% (DG sprauslai) nonesei uz zemes. Analizējot pētnieku publicētos datus – rodas jautājumi par datu interpretāciju, jo 356% drifta mazinošais potenciāls, skatoties no gala vērtības 0.41, rezultētos negatīvajā vērtībā. Ja pārrēķina vērtības, kā noneses samazinājums pret 12m/s esošo samazinājumu, tad sanāk daudz reālistiskākas vienības (skat. 9. tabulu).

8. tabula

Smidzinātāja ātruma ietekme (12km/h un 6 km/h) uz noneses samazinājumu pie dažādiem sprauslu veidiem un gaisa atbalstošo tehnoloģiju uz augsnes virsmas blakus smidzinātam laukam 2¹/₂– 3¹/₂, 1.0-5.0, 3.0-4.0 un 1¹/₂– 5¹/₂ m attālumā no gala sprauslas un gaisa nonesi pie 5.5 m attāluma no pēdējās sprauslas

Sprausla	Gaiss	Ātrums (km/h)	Noneses samazinājums (%)				Gaisa nonese
			2 ¹ / ₂ -3 ¹ / ₂	1-5	3-4	1 ¹ / ₂ -5 ¹ / ₂	
XR 110.04	-	12	-46	-29	-51	-42	-77
	+	12	-900	-132	-761	-256	-252
DG 110.04	-	12	-364	-290	-334	-344	-61
	+	12	-344	-580	-275	-356	-153

9. tabula

Pārrēķinātas vērtības

Sprausla	Gaiss	Noneses samazinājums%, 1.5-5.5m	
		Pārrēķinātā vērtība	Rakstā publicētā vērtība
XR 110.04	-	-30	-42
	+	-78	-256
DG 110.04	-	-83	-61
	+	-98	-153

Ir acīmredzams, ka eksperimentālie dati ir ļoti pretrunīgi, bet tomēr ir redzama kopējā tendence par to, ka, pieaugot ātrumam, palielinās smidzinājuma nonese. Tā kā no smidzinātāju ražotāju puses ir ieteikums smidzināt pie ātruma ne lielāka par 12m/s, tad sliktākā scenārija modelēšanas gadījumā būtu jāizvēlas 12 km/h. *Gaisa atbalstošās tehnoloģijas izmēģinājuma dati ir ļoti daudzsoļi, šāda tipa smidzinātāja izmantošana būtu vēlama, vismaz saimniecībās, kur apkārt atrodas dzīvojamā zona, sabiedriskās vietas vai ūdens tuvumā.*

1.6. Nonesi mazinošas darba šķīduma piedevas

Tika savstarpēji salīdzinātas 7 Turcijas tirgū pieejamas palīgvielas (Itmec et al., 2022), kuras mazina smidzināšanas noneses potenciālu. Pētījumā tika atlasītas septiņas palīgvielas ar dažādu ķīmisku sastāvu (10. tabula), no kurām, saskaņā ar ražotāja informāciju, Surfeco plus un Control duo piemīt arī virsmaktīvas īpašības, un pagatavoti darba šķīdumi, izmantojot ražotāja ieteiktās palīgvielas koncentrācijas. Tika noteikta šķīduma viskozitāte, virsmas spraigums un izsmidzināto pilienu izmērs un veikts eksperiments vēja tunelī. Tika secināts, ka pievienotās vielas samazina virsmas spraigumu un palielina šķīduma viskozitāti, kas nodrošina precīzāku un efektīvāku augu aizsardzības līdzekļu lietojumu.

Pētījumā izmantotie preparāti, to darbīgās vielas un ražotāja rekomendētā koncentrācija

Tirdzniecības nosaukums	Ražotājs	Darbīgā viela	ledarbība	Rekomendētā koncentrācija (mL/L)
Surfeco plus	Momentive (New York, NY, USA)	Organic silicone	Noneses samazināšana	0.15
Starguar	Solvay (Lyon, France)	Methylated oil-based		0.25
Kantor	Interagro (London, UK)	Alkoxylated triglycerides		0.15
Sterling	Interagro (London, UK)	Triglycerides		0.25
Control	Garrco (Indiana, IN, USA)	Polyvinyl polymer		0.25
Control WM	Garrco (Indiana, IN, USA)	MAX glyphosate		0.25
Control DUO	Garrco (Indiana, IN, USA)	Polymer blend		0.25

Testa rezultāti liecināja, ka, polimēru saturoša palīgviela Control Duo, kurai ir vislielākā dinamiskā viskozitāte (4,27 mPa·s), pozitīvi ietekmēja smidzinājuma maisījumā esošo TVD. Šim maisījumam pilienu TVD sasniedza 192 μm pie 3 bāriem ar sprauslu XR11002 (ūdenim tādos pašos apstākļos TVD ir 156 μm). Šī palīgviela samazināja zemes noneses potenciālu līdz pat par 60,53% salīdzinājumā ar krāna ūdeni. Maksimālais gaisa noneses potenciālais samazinājuma procents (DRP) tika iegūts kā 85,76%, izmantojot Surfeco plus, kas satur organisku silikonu pie 3 bāru spiediena un vēja ātruma 5 m/s. Vērtējot gaisa noneses samazināšanas potenciālu, tika konstatēts, ka palīgvielas Control WM, Control, Starguar un Surfeco plus ievērojami samazināja gaisa nonesi, salīdzinot ar izsmidzinātā krāna ūdens nonesi.

Latvijas tirgū nonesi mazinošās palīgvielas nav izplatītas, lai gan tām ir liels potenciāls noneses mazināšanai. Ir kompānijas, kuras piedāvā virsmas aktīvo vielu – VAV (adjuvants) – augu aizsardzības līdzekļu efektivitātes palielināšanai (pamatā tas ir virsmas spraiguma mazināšana darba šķīduma pilieniem, kas nonāk uz augu lapu virsmas un labāk to pārklāj).

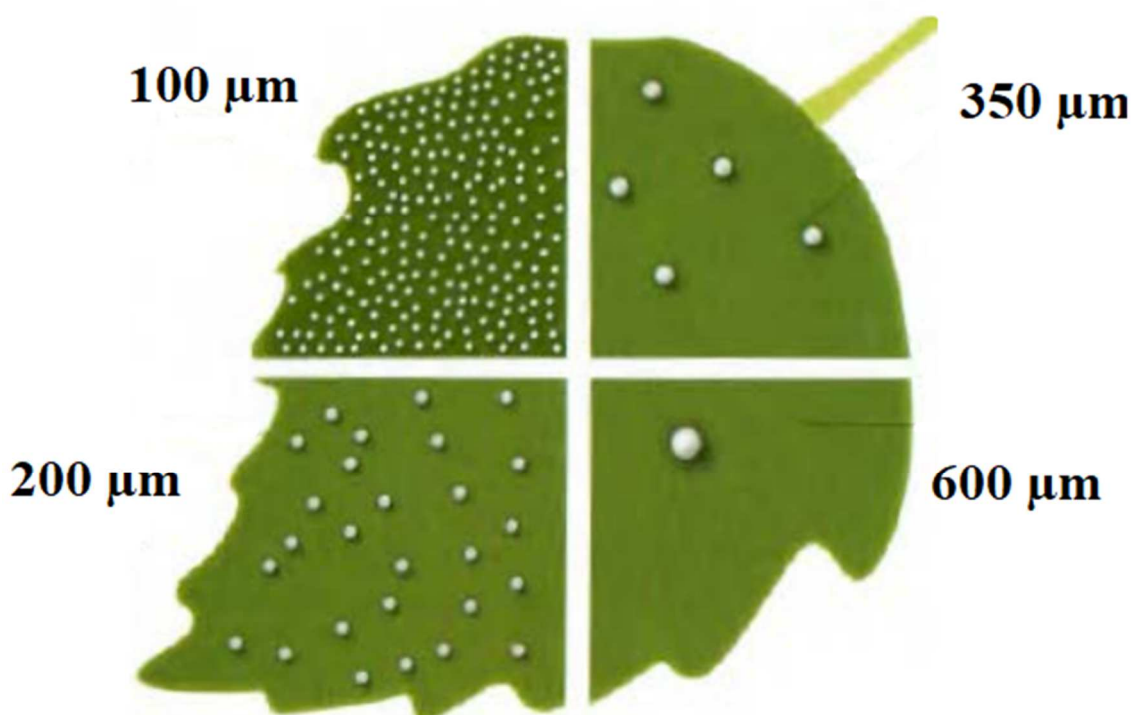
Uz šo brīdi pieejama AAL ražotāju sniegtā informācija (Corteva, Bayer) par VAV. Tās tiek pievienotas galvenokārt herbicīdiem augstākas efektivitātes sasniegšanai. Taču marķējumā netiek norādīts par drifta jeb noneses mazināšanu. Lai gan ar to saprot, ka šāda virsmas aktīvā viela nodrošina šādu funkciju.

Palīgvieļu radītais zemes noneses samazinājums (%) salīdzinot ar kontroles tīra ūdens smidzinājumu

Spiediens (bar)	Vēja ātrums (m/s)	Control Duo (%)	Control WM (%)	Kantor (%)	Control (%)	Starguar (%)	Sterling (%)	Surfeco Plus (%)
3	2	45.57	50.53	39.20	49.18	46.12	33.27	34.04
3	3.5	47.46	55.16	45.17	38.68	51.65	25.06	34.63
3	5	45.95	37.83	32.72	32.70	42.97	37.38	31.17
4	2	53.05	52.72	45.67	47.91	53.14	44.90	47.31
4	3.5	56.97	54.62	49.44	47.70	48.32	48.64	43.86
4	5	55.50	47.75	44.57	38.35	53.79	48.06	36.82
5	2	57.26	53.55	55.04	53.17	54.92	53.51	43.48
5	3.5	60.53	58.93	52.22	44.63	54.72	55.61	40.31
5	5	56.09	51.95	48.00	49.65	48.86	50.25	31.84

2. SMIDZINĀŠANAS SPRAUSLU IZVĒLE ATKARĪBĀ NO AAL TIPA UN DARBĪBAS VEIDA

Veicot vairāku sprauslu ražotāju un smidzināšanas speciālistu rekomendāciju apkopojumu (https://bae.k-state.edu/faculty/wolf/PDF/442-031_DropletChart-SelectionGuide.pdf, <https://extensionpublications.unl.edu/assets/pdf/ec141.pdf>) ir iespējams pamatot sprauslu izvēli pēc AAL iedarbības veida un tipa (skat. 16. tabulu un 12. attēlu). No 16. tabulas izriet, ka *ne vienmēr smidzināšanas operatoram ir iespējams izvēlēties sprauslas, kuras veido pilienus ar lielāku tilpuma diametru (12.att.)*, jo ir nepieciešams panākt labāku produktu pārklājumu. Tas ir attiecināms uz kontakta iedarbības insekticīdiem un fungicīdiem (skat. 16. un 13. attēlu). Tā kā ir vairāki ietekmējošie faktori sprauslu izvēlei, zemāk redzamajai tabulai ir indikatīvs raksturs un vienmēr ir jālasa produkta etiķete, kur var būt norādīts optimālais piliena izmērs, kas arī noteiks nepieciešamās sprauslas un darba spiediena izvēli.



12. att. Vienāda pilienu tilpuma pārklājums uz lapas pēc pilienu izmēriem, mikrometros

16. tabula

Pilienu izmēri pēc VTD (vidējais tilpuma diametrs) iedalījuma un to lietošanas rekomendācijas dažādiem augu aizsardzības līdzekļu veidiem. "X" apzīmē rekomendējošo pilienu izmēru.

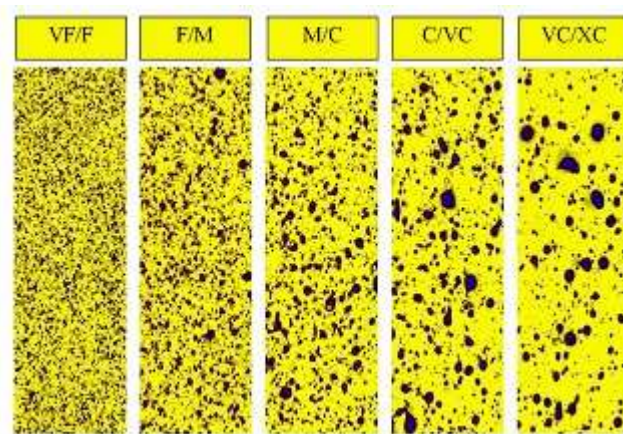
ASABE standarts S-572 pilienu izmērs	Kontakta iedarbības insekticīdi un fungicīdi	Sistēmiskas iedarbības insekticīdi un fungicīdi	Kontakta iedarbības herbicīdi	Sistēmiskas iedarbības herbicīdi	Sistēmiskas iedarbības augsnes herbicīds	Kontakta iedarbības augsnes herbicīds
Ļoti sīki						
Sīki	X					
Vidēji	X	X	X	X		
Lieli		X		X	X	X
Ļoti lieli				X	X	X
Ārkārtīgi lieli						X

	Platību smidzināšanai							Rindu un tiešajai smidzināšanai					
	Extended Range Flat Fan	Standard Flat Fan	Drift Guard Flat Fan	Twin Flat Fan	Turbo Flood Wide Angle	Full Cone	Flood Nozzle Wide Angle	Raindrop Hollow Cone	Even Flat Fan	Twin Even Flat Fan	Hollow Cone	Full Cone	Disc and Core Cone
Herbicīdi	Labi												
Augsnes	Labi		Ļoti labi		Ļoti labi	Ļoti labi	Labi	Labi					
Pirms - dīgstu	Ļoti labi (pie zema spiediena)	Labi	Ļoti labi		Ļoti labi			Labi	Ļoti labi	Labi		Labi	
Kontakta	Labi	Labi		Ļoti labi					Labi	Ļoti labi	Ļoti labi		
Sistēmas (pie zema spiediena)	Ļoti labi (pie zema spiediena)	Labi	Ļoti labi		Ļoti labi			Labi	Ļoti labi	Labi			
Fungicīdi													
Kontakta	Ļoti labi	Labi							Labi		Labi		Ļoti labi
Sistēmas (pie zema spiediena)	Ļoti labi (pie zema spiediena)		Ļoti labi		Ļoti labi				Ļoti labi				Labi
Insekticīdi													
Kontakta	Labi	Labi		Ļoti labi						Ļoti labi	Ļoti labi		Ļoti labi
Sistēmas (pie zema spiediena)	Ļoti labi (pie zema spiediena)		Ļoti labi		Ļoti labi				Ļoti labi				Labi

13. att. Dažādu sprauslu atbilstība augu aizsardzības līdzekļu smidzinājumiem, kuras piemērotas dažādu AAL tipam (<https://www.mssoy.org/uploads/files/nozzle-selection-vt.pdf>)

Augstāk redzamajā attēlā (13. attēls) ir atspoguļotas dažāda tipa sprauslas pēc to smidzināšanas mākoņa formas. Zemniekiem jāspēj orientēties tirgus piedāvājumā un arī jāprot definēt veicamās darbības, lai veiktu pēc iespējas kvalitatīvāku smidzinājumu ar iespējami

mazāku nonesi no mērķorganismiem. Ņemot vērā sprauslu radīto pilienu lielumu, ir iespējams raksturot pilienu tilpuma diametra noteiktu izmēru pozitīvās un negatīvās puses. 100 μm izmēra pilieni *labi noklāj lapas virsmu*, taču *tie ātri nožūst uz auga*. Pilieni veido miglu, un tiem *ir augsts noneses risks*, salīdzinot ar rupjāka izmēra pilieniem. 200 μm izmēra pilieni ir ar zemu pilienu atsišanās risku un *labi pārklāj augu virsmu*. Sprauslas, kas veido šāda izmēra pilienu rekomendē kontakta iedarbības augu aizsardzības līdzekļiem, tomēr *noneses risks saglabājas augsts*. Pilieni, kuru izmērs pārsniedz 300 μm uz lapas nožūst optimālā laika periodā, *labi pārklāj augu virsmu, vienlaikus nodrošinot minimālu augu aizsardzības līdzekļu nonesi*. Pielietojami plaša spektra augu aizsardzības līdzekļu smidzinājumiem. 600 μm izmēra pilieni nodrošina ļoti zemu noneses risku, tomēr nevienmērīgu pārklājumu, tāpēc samazinās lietoto augu aizsardzības līdzekļu efektivitāte (14.att).



14. att. Dažāda TVD pilienu veidotais pārklājums, Agriculture and Agri-Food Canada

3. PARAMETRU KOPUMS- BREAM 2

BREAM (Bystander and Resident Exposure) novērtējuma modelis (Kennedy et al., 2012) ir iekļauts Eiropas Pārtikas nekaitīguma iestādes (EFSA) AAL risku vērtēšanai uz garāmgājēju un rezidentu cilvēku organismu, kas nav saistīti ar pārtikas patēriņu (EFSA, 2014). Empīriskie dati tika izmantoti no divām eksperimentālajām datu kopām Butler Ellis et al. (2010) and Glass et al. (2002).

Tiešsaistē ir pieejama uzlabotā BREAM 2 versija, tāpēc dažādu faktoru ietekmes demonstrēšanai tiks izmantota šī kalkulatora versija.

Pēc EFSA rekomendācijām rezidentu (lauka tuvumā dzīvojošie) AAL riska vērtēšanai ir jāizmanto 75 procentiles vērtības un riska vērtēšanai ir jāparedz 4 saskares veidi ar AAL:

- smidzinājuma nonese (pielietojuma laikā);
- šķīduma iztvaikošana (pēc lietojuma);
- AAL atliekvielas uz virsmām ar ko saskaras rezidenti;
- ieiešana ar AAL apstrādātajos laukos.

Tā kā iztvaikošanas un atkārtotas atrašanās apstrādātājā laukā radīto risku nav iespējams mazināt, paaugstinot smidzināšanas kvalitāti, tad tos parametrus dotajā atskaitē neapskatīja.

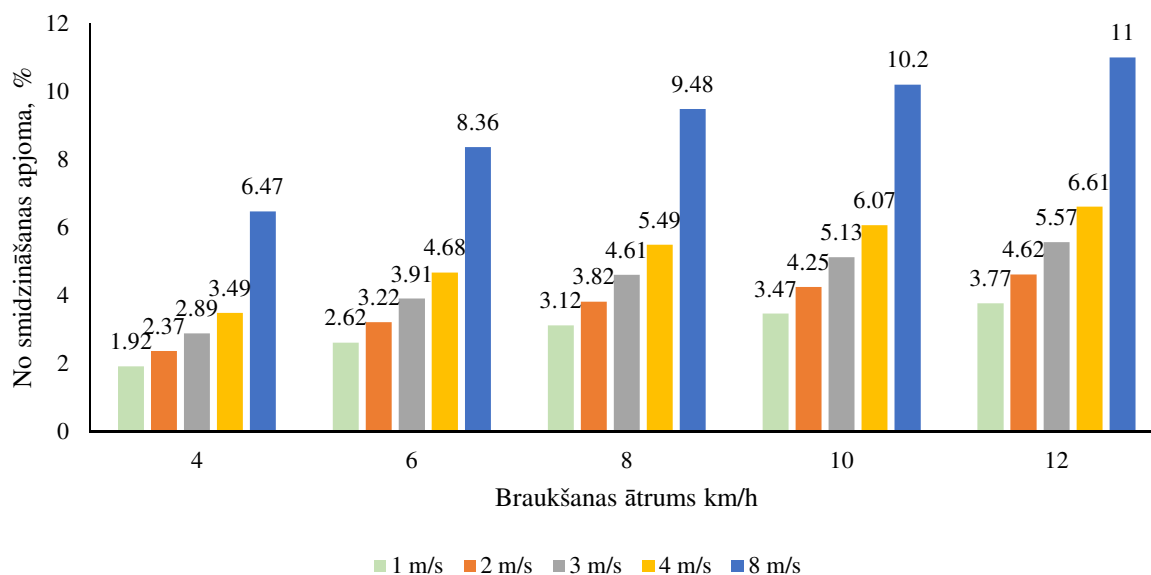
Galvenie parametri, kuri ietekmē galarezultātu riska vērtēšanā: ir zemes noneses vērtība procentos no izsmidzinātā apjoma L, dermālās un ieelpošanas ekspozīcijas vērtības. Zinot augstākminētās vērtības, tālāk ir iespējams izrēķināt rezidentu un garāmgājēju pakļaušanu riskam. Šie parametri ir stipri atkarīgi no smidzinājuma kvalitātes, tāpēc ir svarīgi saprast kā

dažādi operatora kontrolētie parametri ietekmē šo parametru galarezultātu.

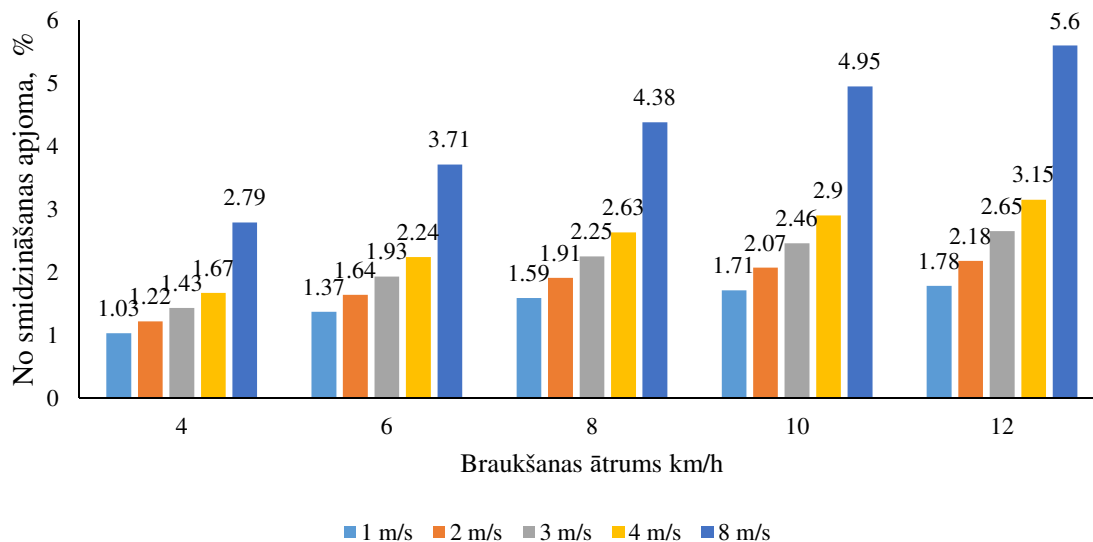
15. attēlā redzamas potenciālā zemes nonese vērtības pie 75 procentiles pie dažāda smidzināšanas un vēja ātruma, lietojot 110° plakanstrūklas sprauslas, ja darba augstums sastāda 0.7m virs kultūrauga (kultūrauga garums ir no 0 līdz 0.1m) 2.25 metru attālumā no smidzināšanas vietas. Salīdzinot vēja ātruma ar braukšanas ātruma ietekmi, secināja, ka lielāka ietekme ir **vēja ātruma izmaiņām**. Pie braukšanas ātruma 12 m/s (augstākais pieļaujamais, vadoties no produktu marķējuma), mainoties vēja ātrumam no 1 m/s līdz 8 m/s, zemes nonese vērtības pieaug **gandrīz trīskārši no 3.77% līdz 11%** no izsmidzināmā apjoma. Toties pieaugot braukšanas ātrumam no 4km/h līdz 12 km/h - nonese pie maksimāli pieļaujamā vēja ātruma m/s pieaug **no 3.49% līdz 6.61%**.

Ievērojami mazāka smidzinājuma noneses vērtība iespējama, samazinot smidzināšanas sprauslu attālumu no strēles līdz kultūraugam 0.5m (skat. 16. att.). Pie vēja ātruma 4m/s un maksimālā braukšanas ātruma 12 m/s – zemes nonese vērtības samazinās līdz pat 3.15% (pie 0.7 m augstuma vērtība tā bija 6.61%) – tā ir mazāka par 4% robežvērtību (skat. 4.nodaļu).

Smidzinot pie vēja ātruma 8m/s, neizmantojot noneses mazinošos pasākumus ar strēles augstumu 50 cm virs kultūrauga, 4% robežvērtība tiek pārsniegta jau pie braukšanas ātruma ar 8 km/h. Vadoties pēc šiem datiem, var secināt, ka gadījumos, kad ir nepieciešams smidzināt pie vēja ātruma augstāka par 4m/s, **tad braukšanas ātrumu arī var uzskatīt par smidzinājuma nonesi mazinošo pasākumu.**



15. attēls. Smidzinājuma potenciālā zemes nonese (ground deposit %) uz pieaugušo pie dažāda braukšanas un vēja ātruma. Smidzināšanas strēles darba augstums 0.7 m, pie smidzināšanas caurplūdes 180 l/min

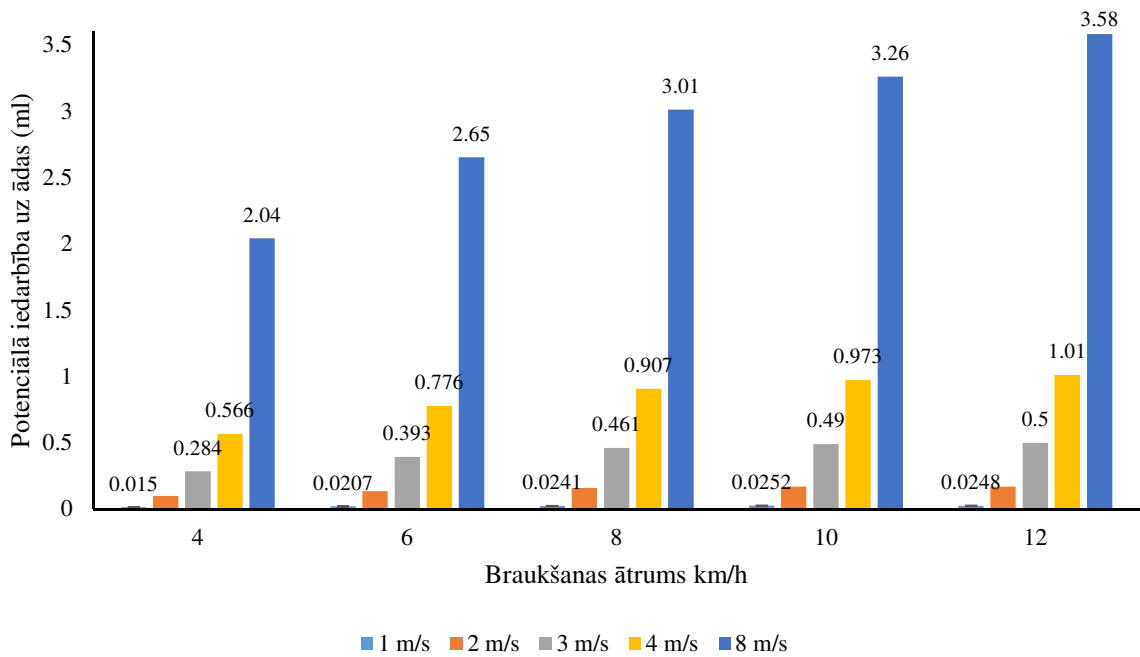


16. attēls. Smidzinājuma potenciālā zemes nonese (ground deposit %) uz pieaugušo pie dažāda braukšanas un vēja ātruma. Smidzināšanas strēles darba augstums 0.5 m, pie smidzināšanas caurplūdes 180 l/min

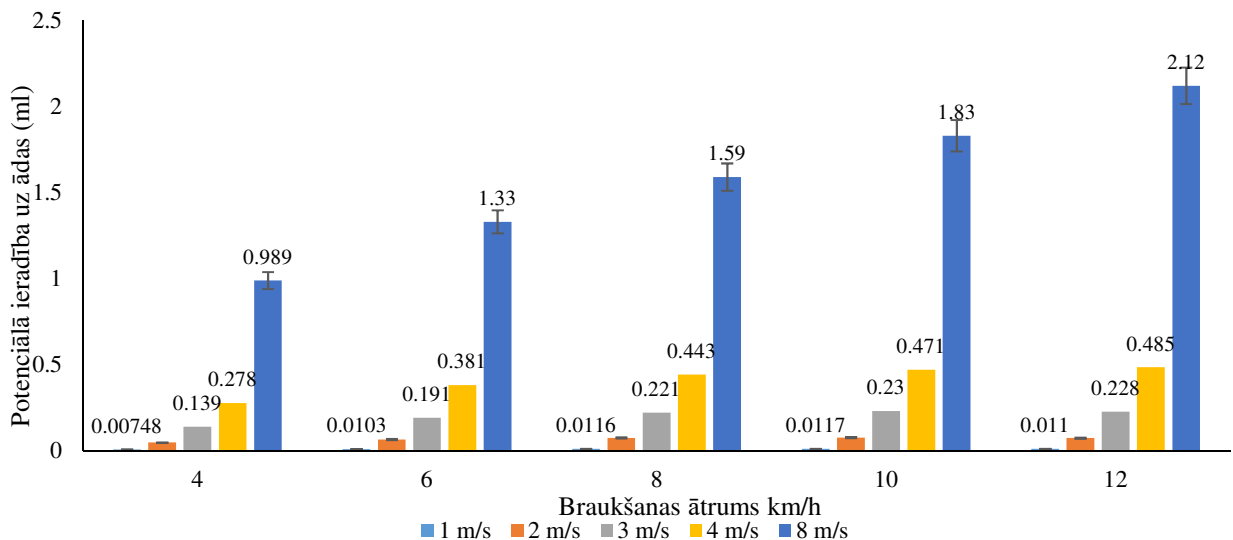
Pie smidzinātāja strēles augstuma 0.7 m virs kultūrauga pie braukšanas ātruma 4 km/h un vēja ātruma 1 m/s potenciālā dermālā ekspozīcija ir 0.015 ml, izmantojot 110° plakanstrūklas sprauslas (skat. 16. attēlu). Palielinoties smidzināšanas ātrumam no 4 km/h līdz 12 km/h, pie vēja ātruma 1m/s vērtība deva pieaug līdz no 0.015ml līdz 0.0248 ml.

Vēja ātruma izmaiņas rada ārkārtīgi lielu ietekmi uz dermālās ekspozīcijas vērtību pieaugumu (skat. 16. attēlu). Palielinoties vēja ātrumam, cilvēka dermālā ekspozīcija pieaug vairākkārtīgi un tas ir saistīts ar smidzināšanās pilienu lielāku lidošanas ātrumu un lielāku potenciālu nosēties/iespieties uz cilvēka ādas.

Samazinot darba augstumu līdz 0.5 m virs kultūrauga, arī vispārējās noneses ietekme uz dermālās ekspozīcijas vērtībām ievērojami samazinās. Pie darba ātruma 4 km/h un vēja ātruma 4 m/s tā sasniedz 0.278 ml, kas ir par 0.288 ml mazāk, nekā veicot smidzinājumu ar smidzināšanas stieņa augstumu 0.70 m virs kultūrauga, t.i. divkārti. Pieaugot darba un vēja ātrumam, pieaug arī noneses ekspozīcijas rādītāji, tomēr tie ir būtiski zemāki (skatīt 17. un 18. att.). Pie augstāka darba ātruma 12 km/h un 4 m/s vēja ātruma, dermālās ekspozīcijas vērtības samazinās no 1.01 ml līdz 0.485 ml, t.i. divkārti.

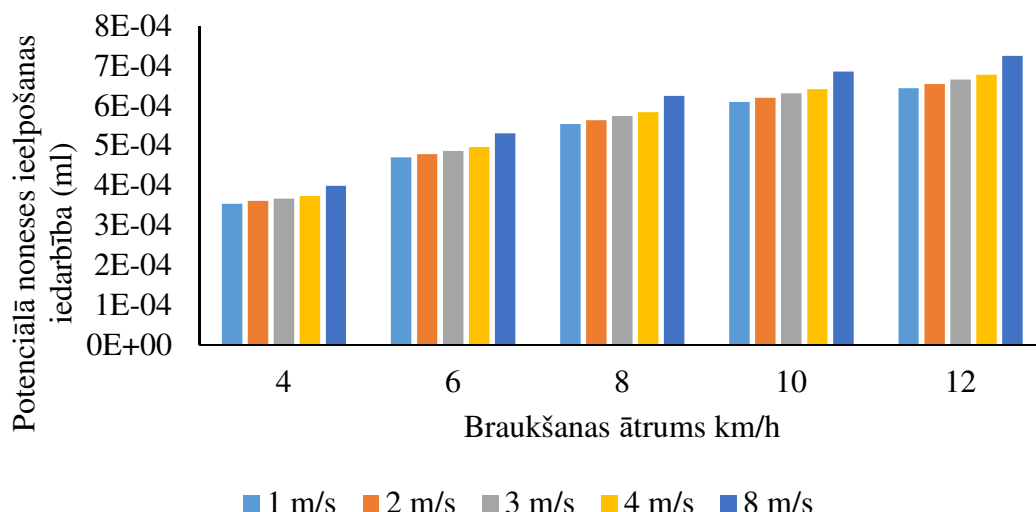


17. attēls. Potenciālā nones iedarbība uz ādas (ml) (Potencial dermal exposure), uz cilvēku pie dažāda vēja un braukšanas ātruma, pie smidzināšanas strēles augstuma 0.7 m virs kultūrauga, pie smidzināšanas caurplūdes 180 l/min.

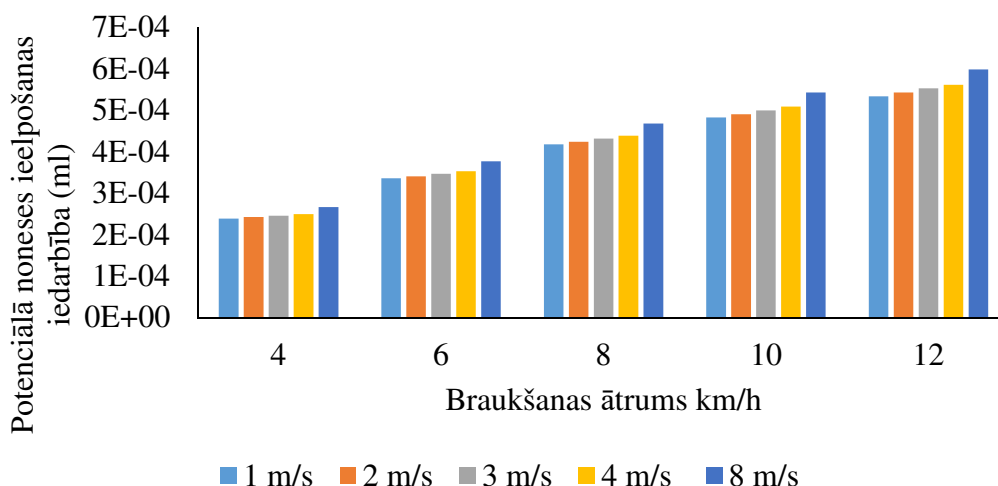


18.attēls. Potenciālā nones iedarbība uz ādas (ml) (Potencial dermal exposure) uz cilvēku pie dažāda vēja un braukšanas ātruma, pie smidzināšanas strēles augstuma 0.5 m virs kultūrauga, pie smidzināšanas caurplūdes 180 l/min.

Pakļaušana riskam no smidzinājuma nones, ieelpojot ar AAL piesārņotu gaisu, ir daudz mazāka par dermālo ietekmi (skat. 19. un 20. attēlu). Nolaizot strēles augstumu, iegūstam mazākas vērtības, samazinot ātrumu un vēja ātrumu arī samazinām potenciālo risku.



19. attēls. Potenciālā nonesies ieelpošanas ekspozīcija (ml) (Inhalation expoure), uz cilvēku pie dažāda vēja un braukšanas ātruma, pie smidzināšanas strēles augstuma 0.7 m virs kultūrauga, pie smidzināšanas caurplūdes 180 l/min.



20. attēls. Potenciālā nonesies ieelpošanas ekspozīcija (ml) (Inhalation expoure), uz cilvēku pie dažāda vēja un braukšanas ātruma, pie smidzinātāja augstuma 0.5 m virs kultūrauga, pie smidzināšanas caurplūdes 180 l/min.

4. AAL IZPLATĪBĀ APKĀRTĒJĀ GAISĀ

2016. gada pavasarī Beļģijā (Assessment of children's exposure to currently used pesticides in wallonia, Belgium, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378427420301296>) tika veikts pētījums, lai raksturotu atļauto lietošanai pesticīdu (ALP) iedarbību uz bērniem, kuri dzīvo Valonijā (Beļģijā). Pesticīdu atliekvielas tika noteiktas 258 bērnu organismos vecumā no 9 līdz 12 gadiem gan pirmajā rīta urīnā, gan apkārtējā gaisā, kas savākts netālu no bērnu skolām. No 46 gaisā meklētajiem pesticīdiem 19 vielas tika konstatēti ar biežumu no 11% līdz 100% ar vidējo līmeni no < 0,04 līdz 2,37 ng m⁻³. 1 līdz 10% urīna paraugos tika atrasti 3 sākotnēji pārbaudītie

pesticīdi, bet vismaz vienu reizi tika atklāti visu meklēto (lietoto) pesticīdu metabolīti. Kaptāna metabolīts (THPI) tika kvantitatīvi noteikts 23,5% paraugu, bet 3,5, 6-trihlor-2-piridinols (chlopryrifosa metabolīts) tika konstatēts visos urīna paraugos ar līmeni no 0,36 –38,96 µg l⁻¹. 3-fenoksibenzoskābe (3-PBA), trans-3 - (2,2-dihlorvinil) -2,2-dimetilciklopropāna karbonskābe (t-DCCA) un dietilfosfāts bija visizplatītākie piretroīdu un dialkylfosfāta metabolīti. ***Tika pierādīts, ka gaisa ieelpošana ir neliels ietekme uz izvēlētajiem ALP.*** Statistiskā regresija iezīmēja ***dažu pesticīdu iedarbības prognozētājus, piemēram, pelēkās maizes (ciabatta) lietošanu, paklāju esamību mājās vai pesticīdu izmantošanu iekštelpās***, lai gan lielākajai daļai no tiem netika konstatēts skaidrs avots. ***Tomēr statistiskās regresijas noteikšanas koeficienti bija nelieli, kas liecina, ka galvenie cēloņi netika ņemti vērā un tāpēc tos jāturpina noskaidrot.*** Bet, attiecībā uz atrašanās vietas ietekmi (lauksaimniecības vai pilsētas zona) ir iegūti prognozējami rezultāti : atsaucis vieta (Habay- pilsētvide) uzrādīja zemāko konstatēto pesticīdu skaitu un zemāko līmeni, ko mēra gaisā, ***savukārt visaugstākie gaisa piesārņojuma līmeņi tika noteikti laukaugu, un arī augļu dārzu apkārtnē (attiecīgi Gembloux reģions un Oupeye reģions).*** Atrada tos pesticīdus un daudzumus, kas atbilda ***to izlietojumam.*** Piemēram, augstāks kaptāna līmenis, kas parasti paredzēts sēkleņu aizsardzībai tika noteikts augļu dārzu tuvumā (Oupeye reģions), bet herbicīdu koncentrācija, kurus lieto graudaugu ***un kartupeļu kultūraugu audzēšanā (t. i., ar pendimetālīnu, prosulfokarbu un trialātu)*** bija augstāks Gemblouss reģionā, ko ieskauj dažādi laukaugi.

Veicot šī pētījuma rezultātu analīzi ir svarīgi saprast to, ka arī lielos attālumos pesticīdi ar vēju tiek aiznesti lielā attālumā no smidzinājuma vietas. Pēc EU atzinuma lielākajai daļai pētīto pesticīdu ir tikai dažas stundas ilgs pussabrukšanas periods, un līdz ar to pie noteiktiem nosacījumiem tie var pārvietoties līdz 1000 km lielam attālumam (European Union (EU), 2008. Pesticides in air: considerations for exposure assessment). Tas, ka pesticīdu klātbūtne gaisā ir, attīstoties tehnoloģijām, ir iespējams pierādīt, bet jautājums ir par pieļaujamām koncentrācijām un vielu kombinācijām un to pieļaujamām robežām. Attiecībā uz pieļaujamo nekaitīgu cilvēka veselībai koncentrāciju ***aktīvajai vielai*** pastāv ES regulējums. Veicot aprēķinus, ir iespējams noteikt pieļaujamās koncentrācijas gaisā. Savukārt dažādu aktīvo vielu kombinācijai regulējums nepastāv, un nav zināma to ietekme uz cilvēka veselību.

2022. gada ASV pētījumā pirmo reizi tiek ziņots par pesticīdu ietekmi laika griezumā (<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-0036057294&origin=inward&txGid=adf90ebbad1ca19d943c619bf8fc969f>), veicot mērījumus gada griezumā tika noteikts, ka pesticīdu izsmidzināšana lauksaimniecības reģionā var palielināt bērnu pakļaušanu pesticīdu ietekmes riskam, tas ir iespējams pat neesot kontaktā ar AAL un nedzīvojot apstrādāto lauku tuvumā.

Savukārt UK 2015. gada pētījums, norāda, ka viņi neatrod sakarības starp smidzinājumu veikšanu un urīnā esošām atliekvielām. Šajā dokumentā sniegtie rezultāti neliecina, ka šajā pētījuma populācijā izsmidzināšanas gadījumi izraisīja paaugstinātu iedarbību salīdzinājumā ar fona paraugiem, kas ņemti sezonas laikā. Hlormekvāta gadījumā biomarkieru līmenis (gan izsmidzināšanas gadījumā, gan fona režīmā) bija augstāks smidzināšanas sezonā, salīdzinot ar sezonu. Tomēr pirimikarba vai karbarila sezonālā iedarbība netika novērota. UK pētnieki secina, ka hlormekvāta atradnes, tomēr, varētu būt saistītas ar citiem iedarbības avotiem.

Arī nīderlandiešu pētījumā kopumā netika atrasta sakarība starp iedzīvotāju veselības kvalitāti atkarībā no dzīvošanas attāluma līdz smidzināmiem laukiem (https://www.nivel.nl/sites/default/files/bestanden/RIVM_Gezondheidsverkenning_omwonen_den_van_landbouwpercelen.pdf), savukārt pētnieki min, ka vēl būtu jāturpina pētījums ar papildu nosacījumiem. Veicot salīdzinājumu iedzīvotājiem, kuri dzīvo blakus kukurūzas laukiem, iezīmējās tendence, ka lauku apkārtnē dzīvojošiem biežāk ir sastopamas elpceļu slimības (https://www.nivel.nl/sites/default/files/bestanden/RIVM_Gezondheidsverkenning_omwonen_den_van_landbouwpercelen.pdf).

Hroniska pesticīdu iedarbība var izraisīt nelabvēlīgu ietekmi uz cilvēku veselību. Lai gan norīšana tiek uzskatīta par galveno iedarbības veidu, tagad tiek teikts, ka pesticīdu ieelpošana var būt svarīga ne tikai laukos, bet arī pilsētvidē. Tāpēc pašlaik izmantoto pesticīdu koncentrācijas novērtējums apkārtējā gaisā ir svarīgs, lai labāk izprastu ietekmi uz cilvēkiem, ko izraisa to ieelpošana un iespējamā ietekme uz veselību.

Secinājumi un diskusija:

Izsmidzinot pašlaik izmantotos pesticīdus (CUP), daļa no devas, kas tiek lietota konkrētā teritorijā, var nonākt blakus esošajās nemērķa zonās (izsmidzināšanas nonese uz zemes) un vēl daļa nonāk atmosfērā (gaisa nonese). Nonese lietošanas laikā var svārstīties no dažiem procentiem līdz 20–30% no lietotās devas (Van Den Berg et al., 1999).

Lai mazinātu nonesi svarīgi, ir ievērot smidzināšanas labas prakses nosacījumus, jo īpaši, pielietojot kontakta tipa fungicīdus un insekticīdus.

Smidzināšanas labas prakses demonstrējums ļaus AAL lietotājiem uzskatāmi parādīt labās prakses piemērus, un salīdzināt ar praksi, kādu nebūtu vēlams piekopt, vizuāli demonstrēt nonesi uz zemes.

Šobrīd arī ir pieejams liels informācijas apjoms gan latviešu, gan angļu valodā, kā būtu jārikojas, lai mazinātu nonesi. Piemēram: <https://www.youtube.com/watch?v=o2bBKmqmb3U>, (1109) [HARDI AEON – TWIN FORCE - YouTube](https://www.youtube.com/watch?v=sFYjSTHzKzk), <https://www.youtube.com/watch?v=sFYjSTHzKzk>, <https://www.youtube.com/watch?v=pYBnZeNAz2s>, <https://www.youtube.com/watch?v=Sn99BjH8100>, <https://www.youtube.com/watch?v=MnhvLTHyWcI>, <https://www.youtube.com/watch?v=o7vVREaCW7o>.

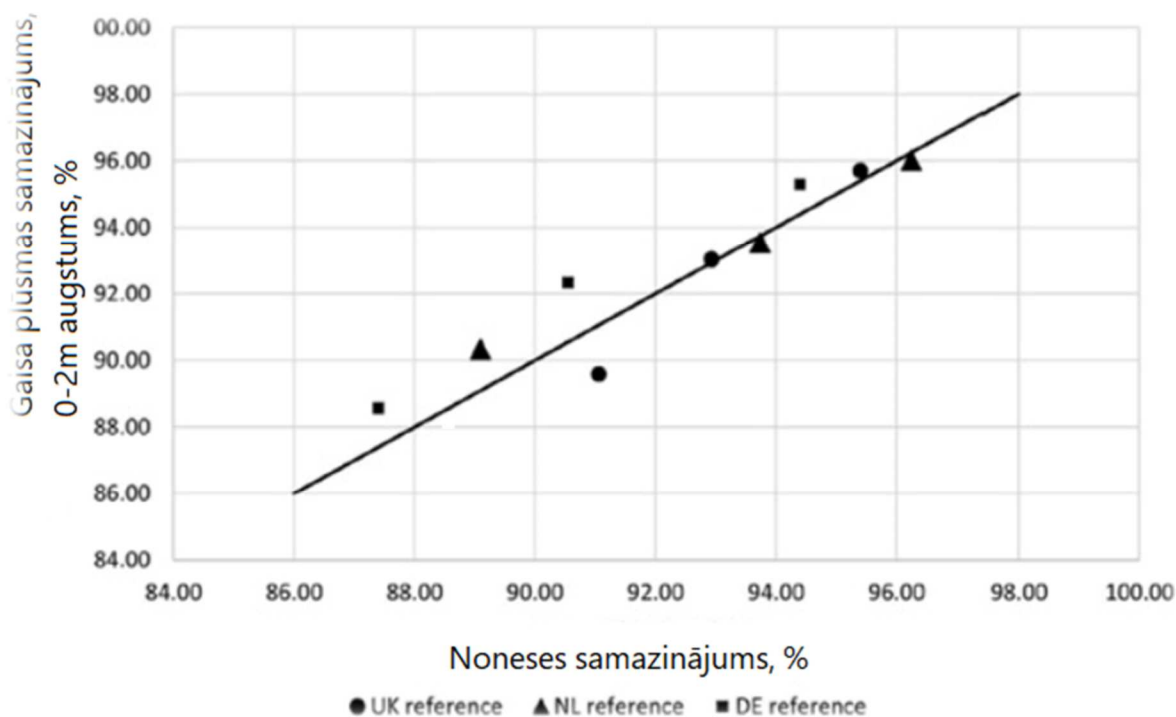
Projektā TOPPS arī šobrīd top filma latviešu valodā par labās prakses principiem.

5. SMIDZINĀŠANAS DEMONSTRĒJUMA METODIKA

Garāmgājēja un rezidenta pakļaušana AAL riskam ir saistīta gan ar dermālo, gan ar ieeļpošanas saskari, kas ir saistīta ar AAL gaisa nonesi. Šobrīd izstrādātie protokoli Lielbritānijā, Vācijā un Francijā (Walklate et al., 2000; Herbst & Ganzelmeier, 2000; Douzals & Al Heidary, 2014), kuri klasificē esošās sprauslas pēc to riska mazināšanas lietojuma gar ūdenstilpnēm ir atšķirīgi. Lielbritānijā un Francijā nosaka zemes noneses risku (horizontālais profils) un Vācija nosaka gaisa noneses risku noteiktā augstumā (vertikālais profils). Nīderlandē izmanto citu pieeju, kur, izmantojot, smidzinājuma raksturojošos parametrus kombinācijā ar modelēšanu, nosaka zemes noneses vērtību samazinājumu (Van de Zande et al., 1999).

Buttler savā pētījumā ir salīdzinājusi vēja tunelī eksperimentāli iegūtās *gaisa noneses* vērtības (to samazinājums pret standartu) ar augstāk minēto 3 (DE, UK, NL) valstu *noneses samazinājuma procentu* (to samazinājums pret standartu), kuru piešķir attiecīgās laboratorijas ar mērķi galalietotājiem sniegt atļauju mazināt aizsargjoslu gan ūdenstilpnēm un ieguva sakarību (skat. 21. att.), kura pierāda, ka 2 līdz 5 m attālumā pastāv cieša korelācija starp zemes noneses potenciālu un gaisa noneses potenciālu.

Tas nozīmē, ka izmantojot laboratorijā sertificētu smidzinājuma noneses mazinošu sprauslu ar 90% noneses mazinošu potenciālu arī gaisa nonese un garāmgājēju risks tiks mazināts par 90% vēja virziena pusē 2 līdz 5 metru attālumā. Rezidentu riska gadījumā risku samazinājums būs nedaudz savādāks, jo rezidentu risku vērtējumā ir iekļautas arī citas komponentes (saskare ar virsmām, ieešana apstrādātā laukā), bet, tomēr pakļaušana riskam tiks samazināt vismaz uz pusi.



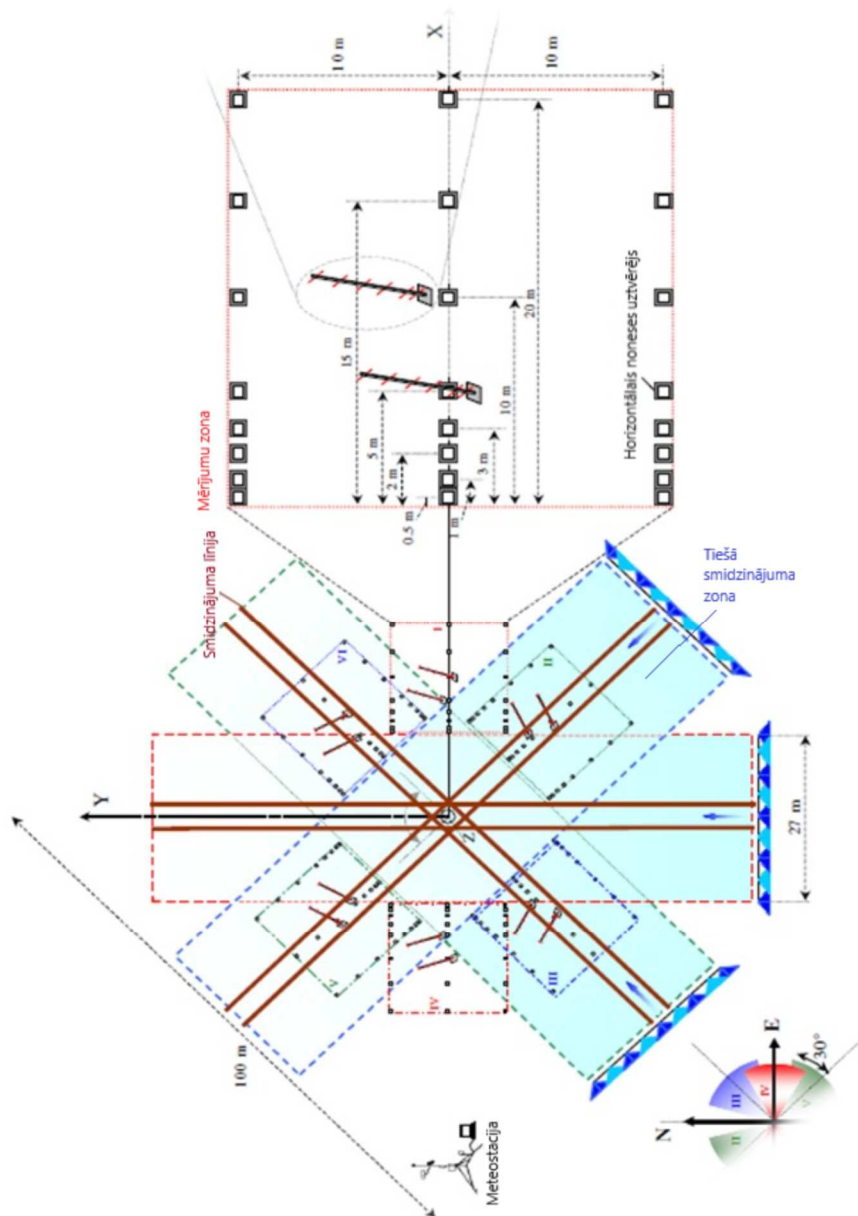
21. attēls. Salīdzinājums AAL gaisa noneses samazinājumam 2m attālumā (vēja tunelā dati) pret smidzinājuma noneses samazināšanas potenciālu (UK, NL, DE laboratoriju noteiktas vērtības)

AAL noneses mazināšanas demonstrēšanai tiks salīdzināts zemes noneses risks, jo tas ir vizuāli uzskatāms un noteiktos apstākļos cieši korelē ar gaisa noneses risku (īpaši smalko pilienu esamība tiks izslēgta).

Zemes noneses vērtēšanai izmantos zilu krāsvielu, koncentrācijā 3 g l^{-1} . Pamata zila 3 krāsviela (C.I. 51104) ir katjonu krāsviela. Parasti tā labi šķīst ūdenī un tai piemīt spilgti zila nokrāsa.

Tiks demonstrēta nogulsnešanās uz horizontālām virsmām. Lai salīdzinātu dažādus sprauslu veidus (dažādi piliena diametri) tiks ierīkots demonstrējums. Vēja ātruma un braukšanas ātruma ietekme netiks demonstrēta, jo to būs grūti vizuāli nodemonstrēt. Vēja ātruma ietekme un braukšanas ātruma ietekme tiks atspoguļota šajā ziņojumā, veicot teorētisko analīzi, izmantojot BREAM2 sniegtos datus.

Demonstrējumu veiks 2023. gada pavasarī un 2023. gada rudenī. Zemes nonese tiks mērīta uz horizontālām savākšanas virsmām ar ūdens jutīgu papīru, kas novietotas uz augsnes. Pirms katras apstrādes izsmidzināmais šķīdums tiks rūpīgi sajaukts. Smidzināšana tiks veikta ar 2 līdz 3 dažādiem strēles miglotājiem. Tehniskie parametri vēl tiek precizēti, šobrīd notiek pārrunas ar sadarbības partneriem. Standarta izsmidzināšana tiks definēta šādi: standarta horizontāls strēles smidzinātājs bez gaisa atbalsta, smidzināšanas stieņa augstums 0.50 m, sprauslas attālums 0.50 m, ISO 110 03 standarta plakanstrūklas sprauslas pie 3 bāriem (caurplūde 1.2 l min^{-1}) un braukšanas ātrumu $8 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, kā rezultātā tiek izsmidzināts aptuveni 180 l ha^{-1} . Eksperimenti tiks veikti līdzenā pļautā pļavā (vidējais augstums: 10 cm), lai braukšanas virziens pielietojšanas laikā būtu gandrīz perpendikulārs vēja virzienam. Izmēģinājuma vieta atradīsies atklātā zonā ar minimāliem šķēršļiem, kas var ietekmēt gaisa plūsmu mērījuma apgabalā. Uz lauka tiks iezīmētas trīs miglošanas līnijas un septiņas mērīšanas zonas. Atkarībā no vēja virziena tiks izvēlēta cita smidzināšanas līnija un mērīšanas zona. Tiešās izsmidzināšanas zona tiek definēta kā smidzināšanas strēles garums plus puse no vidējā sprauslu smidzināšanas platuma katra stieņa galā. Tādējādi mūsu gadījumā laukums, kura garums ir 100 m un platums 24 m (54 sprauslas), tiks tieši izsmidzināts vienā piegājienā. Smidzināšanas nonese tiks noteikta, ņemot paraugus noteiktā pavēja zonā saskaņā ar zemāk redzamo shēmu (skatīt 22.attēlu). Attēlā minētajam smidzinātāja platumam ir ilustratīva nozīme.



22. att. Smidzinājuma nonesnes demonstrācijas shēma (smidzināšanas platumam ir ilustratīva nozīme)

6. VADLĪNIJAS AAL NONESSES MAZINĀŠANAI DAŽĀDĀS EIROPAS VALSTĪS

Tehnisko noteikumu standartizācija tiek uzskatīta par būtisku prasību augu aizsardzības līdzekļu brīvai aprītei. ES Direktīva par pesticīdu lietošanas tehniku (2009/127/EK) nosaka prasības attiecībā uz drošību un vidi. Tas ir sadalīts saskaņotos standartos (EN ISO 16119 (Horizontal boom sprayers) un ISO 19932 (Knapsack sprayers). Vēl ir izstrādāts atsevišķs standarts ISO 13440-2 (Technical specifications related to components). Turklāt vadlīnijas par pesticīdu ilgtspējīgu lietošanu (2009/128/EK) regulē izmantoto augu aizsardzības līdzekļu periodisko pārbaudi. Standartā EN ISO 16122 noteiktas īpašās prasības smidzinātāju

pārbaudei, saskaņā ar kuru VAAD arī veic pašgājēj smidzinātāju pārbaudi ar 3 līdz 5 gadu lielu intervālu.

Attiecība uz sprauslu izmēriem un to smidzinājuma pilienu diametriem ir izveidots standarts (skat. nodaļu 1.1.3.). Tomēr smidzināšanas iekārtu standartos nav ietverta obligāta prasība par zemas noneses sprauslu obligātu iekļaušanu komplektācijā. Kā standartu noneses riska mazināšanas potenciāla vērtēšanai, zinātnieki un industrijas pārstāvji parasti izmanto plakanstrūklas sprauslas ar 110° platu smidzināšanas leņķi, izmēru 03 un darba spiedienu 3 bar. Pie šādiem parametriem sprausla veido sīkus pilienus, kas ir zemākā atļautā vērtība saskaņā ar ISO 10625 standartu.

Šāda tipa sprausla ir arī viena no populārākajām lietošanā, jo tā spēj veidot gan sīkus, gan vidēji lielus pilienus pie dažāda darba spiediena un to var izmantot dažādu AAL lietošanai (skat. 16.tabulu).

Dažādās valstīs ir dažāda pieeja. Piemēram, Lielbritānija ir izstrādājusi savu sistēmu LERAP (vietējais vides riska novērtējums attiecībā uz pesticīdiem) un sprauslu “zvaigžņu” novērtējumu. Daudzām sprauslām tika veikts novērtējums pēc “zvaigžņu” sistēmas. Smidzināšanas iekārtam tāds novērtējums arī tiek veikts, piemēram, ekranētam smidzinātājam un gaisa atbalsta smidzinātājam ir piešķirts noneses mazināšanas potenciāla vērtējums.

Galvenais šīs sistēmas princips ir kvalificēt sprauslu, vai smidzināšanas iekārtu, kā 25%, 50%, 75%, 90% nonesi mazinošu, attiecīgi piešķirot 1,2,3 vai 4 zvaigznes. Zemniekam izmantojot ar LERAP sistēmu akreditētas iekārtas vai sprauslas un attiecīgu vērtējumu, ir iespējas mazināt par noteiktu procentu buferjoslu vai aizsargjoslas platumu.

Zviedru vadlīnijās (skat.18. tabulu) tika piedāvāta līdzīga pieeja, definējot augstāko zemes noneses procentu īpašajās teritorijās, tādās kā ūdenstilpņu tuvumā esošās, biodaudzveidības saglabāšanai nozīmīgajās teritorijā, bišu stropu izvietojuma vietās, bērnu laukumi, dārza mājas vai dzīvojamās zonās.

Beļģijā arī atkarībā no noneses mazināšanas potenciāla tiek mazinātas aizsargjoslas produktiem, kuru lietošana ir atļauta tikai noteiktos attālumos, piemēram, no ūdenstilpnēm.

Beļģijas buferjoslu platumi, kas jāievēro, lietojot lauka smidzinātājus, atkarībā no smidzināšanas tehnikas un AAL produktu ieteikumiem

Aizsargjosla uz etiķetes							
Smidzinājuma tehnika	2m	5m	10m	20m	20m	20m	20m
	Pielietojot standarta smidzināšanas tehniku				lietojot 50% nonesi samazinošu tehniku	lietojot 75% nonesi samazinošu tehniku	lietojot 90% nonesi samazinošu tehniku
Standarta	2m	5m	10m	20m	30m	40m	200m
Par 50% nonesi samazinoša	1m	2m	5m	10m	20m	30m	40m
Par 75% nonesi samazinoša	1m	2m	2m	5m	10m	20m	30m
Par 90% nonesi samazinoša	1m	1m	1m	1m	5m	10m	20m

Vāciešiem ir izveidotas datubāzes ar iekārtu un sprauslu vērtējumiem attiecībā uz noneses potenciāla mazināšanu. Vadoties, pēc noneses mazināšanas klases, ir iespējams mazināt aizsargjoslu (skat. Pielikumu Nr.3).

Julius Kuhn universitātes mājaslapā (skat. pielikumu Nr 2) ir pieejams informatīvais materiāls par Vācijas tirgū esošajām sprauslām un to iespējamo nonesi atkarībā lietošanas darba parametriem: smidzinājuma apjoms, braukšanas ātrums, darba spiediens (https://www.julius-kuhn.de/media/Institute/AT/PDF_RichtlinienListenPruefberichte/Verlust_Geraete_Abdrift_en/01_Universal_application_chart_for_drift_reducing_flat_fan_nozzles_02%E2%80%90035.pdf).

Šī pieeja arī labi demonstrē dažādu darba parametru ietekmi uz smidzināšanas noneses samazināšanas potenciālu. Bet šajā gadījumā ir jādomā par izpildījumu un kontroles mehānismiem. Piemēram, ja ievieš prasību dzīvojamo vai sabiedrisko vietu tuvumā smidzināt pie smidzināšanas noneses mazināšanas nosacījumiem, tad ir jautājums par to kā attiecīgā iestāde būs spējīga veikt šo prasību izpildes kontroli.

18. tabula






Smidzināšanas nonese mazinājuma potenciāla vērtēšana pēc potenciāliem riskiem un smidzinājuma nonese pieļaujamā procenta

Uztraukuma līmenis	Pieļaujamais nonese apjoms	Aizsargājamās teritorijas ap lauku
Vidējie lieli riski	4% nonese no lielākās devas	Apkārtējās vides bioloģiskā daudzveidība; atkarībā no vēja virziena blakus esošie sējumi.
Augsti riski	1% nonese no lielākās devas	Jūtīgās teritorijas atkarībā no vēja virziena; ūdenstilpnes; apkārtējās vides bioloģiskā daudzveidība; jūtīgi kultūraugi; bioloģiskie sējumi; bišu stropi; piemājas dārzi; rotaļlaukumi un citas dzīvojamās teritorijas.

Izmantojot TOPPS (http://www.topps-life.org/uploads/8/0/0/3/8003583/ansicht_drift_book_englisch.pdf) pieejamo publisko informāciju (19. tabula.), kurā ir apkopota Eiropas partneru sniegtā informācija, ir iespējams klasificēt Eiropas un arī Latvijas tirgū esošās sprauslas kā plakanstrūklū sprauslas, plakanstrūklū pre-orifice sprauslas, inžektortipa sprauslas, inžektortipa gala sprauslas un spraugveida inžektortipa sprauslas. *Salīdzinot šo sprauslu nonese vērtības pret plakanstrūklas sprauslu ar 110° platu smidzināšanas leņķi, izmēru 03 un darba spiedienu 3 bar nonese vērtību ir iespējams panākt 10 līdz 90% nonese mazināšanu.*

19. tabula

Eropas tirgū pieejamo sprauslu klasifikācija

Sprauslas tips		Darba spiediens	Potenciālais nonese samazinājums attiecībā pret references sprauslu
Plakanstrūklas, ar dobu konusu, izmērā >03		1 – 4 bar	10 – 20% pie zema darba spiediena
Plakanstrūklas, zemspiediena		2 – 5 bar	30 – 50%
Plakanstrūklas, ar gaisa indukciju (air induction)		2 – 8 bar	70 – 90%
Gaisa indukcijas gala sprausla		1 – 1.5 bar 2 – 2.5 bar 4 – 8 bar	90% 75% 50%
Gaisa indukcijas doba konusa		3 – 10 bar 10 – 15 bar	75 % 50 %

Vadoties pēc Zviedrijas piemēra, būtu vērts ierosināt, piemēram, dzīvojamo māju vai bērnu uzturēšanas māju tuvumā izmantot nonesi mazinošās sprauslas vai tehnoloģijas, kur iespējams. Vai, ja nav iespējams pielietot noneses mazinošos pasākumus, vismaz mazināt braukšanas ātrumu, pēc iespējas zemāk nolaist strēli un smidzināt pie vēja ātruma no 1m/s līdz 3m/s.

Attiecībā uz smidzināšanas iekārtu izvēli Eiropas vadlīnijās (TOPP) tiek minēts par iekārtu iegādi, kas atbilst EU standartiem. Papildu opcija, kura nav šobrīd obligāta, ir gaisa atbalstošā tehnoloģija un smidzinātāji ar ekrāniem (Eiropā tie nav izplatīti, jo īpaši graudaugiem).

Pielikumā nr.4 ir pieejama informācija par pieejamiem Latvijas tirgū smidzinātājiem. Globalizācijas laikā ir iespējams iegādāties jebkuru Eiropas tirgū reģistrētu smidzināšanas iekārtu. Tā izvēle ir ļoti liela, tāpēc galvenais nosacījums ir iegādāties Eiropā sertificētu smidzinātāju, un papildus ir iesakāms uzlabot komplektāciju ar driftu mazinošām ierīcēm. Pārdomāta pieeja smidzinātāju izvēlei ir pieejam šeit: [Sprayer Features \(step-water.org\)](http://step-water.org).

Plašākais sistēmu piedāvājums Latvijā ir Hardi, John Deere, Amazone un Dammann ražotajiem smidzinātājiem. Pat vienkāršākie smidzinātāju modeļi šiem ražotājiem aprīkoti ar sistēmām, kuras novērš nevēlamas smidzināšanas stieņu kustības un nodrošina nemainīgu optimālu sprauslas attālumu no auga, tādējādi samazinot vēja ietekmi uz noneses apjomu. Par mīnusu šīm sistēmām var uzskatīt Latvijas apstākļiem augsto cenu pret iekārtu noslodzi saimniecībās. Piemēram, viens JohnDeere pašgājējsmidzinātājs var maksāt līdz pusmiljonam eiro, bet Latvijā ir maz saimniecību, kuras var atļauties iegādāties un noslogot šādu smidzinātāju. Tomēr, tieši pašgājēji smidzinātāji visplašāk aprīkoti ar nonesi mazinošām un vidi saudzējošām tehnoloģijām. Tiem seko piekabīnāmie smidzinātāji lielām sējumu platībām. Jautājums ir par zemnieku iespējām iegādāties modernākos smidzinātājus vai vēlmi apvienoties kooperatīvos, lai izmantotu pēc iespējas modernāku tehniku.

Kopumā TOPPS pēdējā bukletā (http://www.topps-life.org/uploads/8/0/0/3/8003583/ansicht_drift_book_englisch.pdf) ir ļoti labi definētās vadlīnijas smidzināšanas noneses mazināšanai. Rekomendācijas skar meteoapstākļus, smidzināšanas darba parametrus un sprauslu/smidzinātāju izvēles parametrus.

Meteoapstākļi

- Sekojiet līdz laika izmaiņām savā darbības teritorijā vai tās tuvumā.
- Īpašu uzmanību pievēršiet vēja virzienam un ātrumam (vēlams 2m augstumā), kā arī gaisa temperatūrai un mitrumam dažādos diennakts laikos.
- Plānojiet savus smidzināšanas darbus pēc iespējas labvēlīgākajos laikapstākļos: neliels vējš (zem 2,5 m/s), mērena temperatūra (10 –25 °C) un augsts gaisa mitrums (virs 50%), prognozētais vēja virziens prom no jutīgajām zonām.
- Vēlams jūtīgajās zonas (dzīvojamais sektors, sabiedriskās vietas tuvumā, aizsargjosla) smidzināt, kad vējš ir vislēnākais (agri no rīta vai vakaros).
- Pirms smidzināšanas obligāti pārbaudiet šādus laikapstākļu parametrus: vēja virziens, vēja ātrums, gaisa temperatūra, gaisa mitrums.
- Pieņemiet risku par smidzināšanu, vadoties pēc savas meteostacijas vai mobilās ierīces datiem (vēlams)

- Pirms sāciet smidzināt, pārliecinieties, ka esiet izvēlējies atbilstošus smidzināšanas parametrus, lai mazinātu noneses risku un sasniegtu labāku iedarbības efektu no AAL
Pēc TOPP rekomendācijām ir ieteicams smidzināt pie ZEMA un VIDĒJA vēja (0,5 –3,0 m/s), ja nav noteiktas citas juridiskas prasības attiecībā uz vēja ātrumu. ***Latvijā būtu rekomendējams skaidrāk definēt nosacījumus, pie kādiem noneses mazinošiem pasākumiem drīkst smidzināt pie vēja ātruma lielāka par 4/ms un līdz 8m/s.***

Pēc TOPPS rekomendācijām ir ieteicams LIELA vēja gadījumā (3,1 –5,0 m/s) pārtraukt smidzināšanu, līdz vēja ātrums samazinās.

No TOPPS rekomendācijām izriet, ka zemniekiem neiesaka smidzināt nesmidzināt pie ĻOTI LIELA vēja ātruma (> 5,0 m/s).

No pētījuma rezultātiem izriet, ka pie 8m/s lielā vēja ātruma drīkst smidzināt tikai pie 80% noneses potenciāla samazinājuma (skat. 17. attēlu).

Attiecībā uz tehniskajiem parametriem:

Pielietojot standarta sprauslas vai tehnoloģijas, braukšanas ātrumam nevajadzētu pārsniegt 6 km/h

Ar braukšanas ātrumu augstāku par 6 km/h ir jāizmanto inžektortipa sprauslas, gaisa atbalsta smidzinātāju vai citas nonesi mazinošās tehnoloģijas

Strēles augstumam nevajadzētu pārsniegt 50 cm augstumu.

SECINĀJUMI

1. Latvijā ir pieejamas plaša spektra smidzinājuma nenesi mazinošās tehnoloģijas un sprauslas.

2. Vadoties pēc citu Eiropas valstu piemēra, ir ieteicams definēt prasības konkrētāk, attiecībā uz iespēju smidzināt pie vēja ātruma augstāka par 4m/s.

3. Ir iesakāms dzīvojamo māju un publisko vietu tuvumā ieviest obligāto prasību izmantot neneses mazinošās tehnoloģija un sprauslas, vai, ielikt ierobežojumu attiecībā uz darba ātrumu, vēja ātruma un sprauslas izmēru/darba spiedienu.

4. Ir ieteicams dzīvojamo māju un publisko vietu tuvumā definēt neneses robežvērtību, vadoties pēc kuras, tiks definētas tehniskās prasības smidzināšanas nosacījumiem.

5. Vadoties pēc literatūras datiem, ir iespējams secināt, ka darbīgo vielu atliekvielas ir klātesošas apkārtējā gaisā. Būtu ieteicams veikt gaisa kvalitātes monitoringu lauku apvidū, tādā veidā visprecīzāk nosakot apkārtējās vides kvalitāti.

LITERATŪRA

- 1) Arvidsson T. 1997. Spray drift as influenced by meteorological and technical factors. A methodological study. Swedish University of Agricultural Sciences. Acta Universitatis Agriculturae, Vol: 71, p. 144
- 2) Arvidsson, T., Bergström, L., Kreuger J., 2011. Spray drift as influenced by meteorological and technical factors. Pest Management Science. 67 (5), p. 586–598.
- 3) Bode E.L., Butler J.E., Goering E.C., 1976. Spray drift and recovery as affected by spray thickener, nozzle type, and nozzle pressure. Transactions of the ASAE. 19 (2): 0213-0218.
- 4) Buttler Ellis M C, Bradley A. 2002. The influence of formulation on spray drift. Aspects of Applied Biology. International Advances in Pesticide Application. Vol: 66, p. 251-258.
- 5) Butler Ellis MC, Lane AG, O’Sullivan CM, et al. (2010) Bystander exposure to pesticide spray drift: new data for model development and validation. Biosyst. Eng; 107: 162–68
- 6) Craig I., Woods N., Dorr G., 1998. A simple guide to predicting aircraft spray drift. Crop Protection, Vol: 17, Issue 6, p. 475-482
- 7) De Jong A., Michielsen, J. M. G. P.; Stallinga, H., Van de Zande J. C., 2000. Effect of sprayer boom height on spray drift. Conference paper: Mededelingen - Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent. Vol.65, No.2b, p. 919-930 ref.7
- 8) EFSA (European Food Safety Authority), 2014. (2014). Guidance on the assessment of exposure of operators, workers, residents and bystanders in risk assessment for plant protection products. EFSA J; 12. doi: 10.2903/j.efsa.2014.3874
- 9) Fritz BK, Hoffmann WC. (2016) Measuring Spray Droplet Size from Agricultural Nozzles Using Laser Diffraction. Journal of Visualised Experiment. Sep 16, (115):54533. doi: 10.3791/54533. Skatīts tiešsaistē 15.10.2022: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5092022>
- 10) Ghosh S., Hunt J. C. R., 1998. Spray jets in a cross-flow. Journal of Fluid Mechanics. Vol: 365, p. 109-136
- 11) Glass CR, Mathers JJ, Harrington P, et al. (2002) Field validation of LERAP and assessment of bystander contamination. Central Science Laboratory Report Number 1728/02/02. York, UK: Central Science Laboratory.
- 12) Goba A. Aptaauja: 89% iedzīvotāju uzskata lauksaimniecību par nozīmīgu nozari Latvijas ekonomikā un eksportam. Skatīts tiešsaistē 09.02.2022: <https://zinas.tv3.lv/latvija/sabiedriba/aptauja-89-iedzivotaju-uzskata-lauksaimniecibu-par-nozimigu-nozari-latvijas-ekonomikai-un-eksportam/>
- 13) Heijne B, Wenneker 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. Vol: 66, p.193-199
- 14) Kappel D., Taylor B. Buffer Zones and “Low Drift” equipment. 19. Danske Planteværnskonference, p. 75-88. Skatīts tiešsaistē 12.10.2022: https://dcapub.au.dk/pub/Dansk_plantevaernskonf_19_2002_ukrudt_sygd_og_skaded_yr.pdf

- 15) Klein R N, Johnson A K. 2002. Nozzle tip selection and its effect on drift and efficacy. *Aspects of Applied Biology*. International Advances in Pesticide Application. Vol: 66, p. 217-224.
- 16) Marc C. Kennedy, M. Clare Butler Ellis, Paul C.H. Miller (2012) BREAM: A probabilistic Bystander and Resident Exposure Assessment Model of spray drift from an agricultural boom sprayer, *Computers and Electronics in Agriculture*, Volume 88, 2012, Pages 63-71, ISSN 0168-1699, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2012.07.004>. Skatīts tiešsaitē, 11.11.2021: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169912001767>
- 17) M Clare Butler Ellis, Marc C Kennedy, Christian J Kuster, Rafael Alanis, Clive R Tuck (2018) Improvements in Modelling Bystander and Resident Exposure to Pesticide Spray Drift: Investigations into New Approaches for Characterizing the 'Collection Efficiency' of the Human Body, *Annals of Work Exposures and Health*, Volume 62, Issue 5, June 2018, Pages 622–632, <https://doi.org/10.1093/annweh/wxy017>
- 18) Miller P C H, Smith R W., 1997. The effects of forward speed on the drift from boom sprayers. The 1997 Brighton Crop Protection Conference - Weeds. p. 399-406
- 19) Ministru kabineta noteikumi Nr.950. Augu aizsardzības līdzekļu lietošanas noteikumi. Skatīts tiešsaistē 16.10.2022: <https://likumi.lv/ta/id/241853-augu-aizsardzibas-lidzeklu-lietosanas-noteikumi>
- 20) Netherlands Institute for Health Services Research. Gezondheidsverkenning omwonenden van landbouwpercelen. Skatīts tiešsaistē 8.11.2022: nivel.nl
- 21) Nilars MS. 2002. Some nozzle performance considerations when using wide booms at higher spraying speeds. *Aspects of Applied Biology*, Vol: 66.
- 22) Nuytens D., De Schampheleire M., Baetens K., Sonck B., 2007. The influence of operator-controlled variables on spray drift from field crop sprayers. *Transactions of the ASABE*. 50(4). p.1129-1140
- 23) Nuytens D., De Schampheleire M., Steurbaut W., Baetens K, Verboven P., Nicolai B., Ramon H., Sonck B. (2006). Experimental study of factors influencing the risk of drift from fieldsprayers, Part 1: Meteorological conditions. *International Advances in Pesticide Application*. *Aspects of Applied Biology* 77
- 24) Ozkan H E. 1998. Effects of major variables on drift distances of spray droplets. *Food, Agricultural and Biological Engineering*. Extension FactSheet AEX 525-98
- 25) Teske M. E., Thistle H. W. 1999. A simulation of release height and wind speed effects for drift minimization. *Transactions of the ASAE*. 42(3): 583-591.
- 26) Threadgill D.E., Smith D, 1975. Effects of Physical and Meteorological Parameters on the Drift of Controlled-Size Droplets. *Transactions of the ASABE*, Vol:18, p.51-56
- 27) Van de Zande Jan, Stallinga H. Michielsen J.M.G.P., Velde P. (2004). Effect of Sprayer Speed on Spray Drift. *Ann. Rev. Agric. Eng.* 4
- 28) Wolf B., Grisso B., Hipkins P., Reed T. (2018). *Spraying Systems*. TeeJet Northeast

PIELIKUMI



STANDARD NOZZLE SELECTION GUIDE*

January 2021

BRAND	Pre-Office (RUN ABOVE 1.5-2 BAR)						Low Pressure Air Induction (RUN ABOVE 2-3 BAR)													High Pressure Air Induction (RUN ABOVE 3-4 BAR)															
	LeChlor	TeaJet	HARDI	ALBUZ*	TeaJet	TeaJet	Pigron	TeaJet	Lectra	Agrotop	Pigron	HARDI	HARDI	Lectra	TeaJet	Pigron	Bella-ringo	ARAGP	ALBUZ*	TeaJet	ARAGP	Lectra	ALBUZ*	ALBUZ*	ARAGP	ARAGP	ARAGP	HARDI	ARAGP	Agrotop	TeaJet	TeaJet	TeaJet		
MODEL	AD-110	DS-110	LD-110	AD-110	TT-110	TT160 Twin Jet	Quantum Air Tech	AD170 Twin Jet	EKS-120	AlmaJet	Quantum Air	HiPowerJet	HiPowerJet	EKT Jetjet	AKR	LU120	bell-ringo	CS6	CVI	AD170 Jetjet	AFC	ID	AR Jetjet	AVI	GR-ULTRA	TFLD Twinjet	Idjet	FR Jetjet	Turbo-drop T.D. 3L-D	AI	TT160 Twinjet	TTI			
SPRAY QUALITY STANDARD	ASADE S171	ASADE S171	ASADE S171	ASADE S171	ASADE S171	ASADE S171	ASADE S171	ASADE S171	ASADE S171	ASADE S171	ASADE S171	ASADE S171	ASADE S171	ASADE S171	ASADE S171	ASADE S171	ASADE S171	ASADE S171	ASADE S171	ASADE S171	ASADE S171	ASADE S171	ASADE S171	ASADE S171	ASADE S171	ASADE S171	ASADE S171	ASADE S171	ASADE S171	ASADE S171	ASADE S171				
Nozzle Size	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0			
015 GREEN	C																																		
	M																																		
	N																																		
	F																																		
	F																																		
	F																																		

*NOTE: 2.4.0 products require SPRAY QUALITY (according to ASADE S572.1) (highlighted in light green). All data in this chart has been sourced from the manufacturers or their website as at December 2020. Always confirm spray quality data before purchase, as standards may change. While GRDC attempts to include data on as many nozzle brands to Australian grain growers as possible in this chart, it may not include all of the nozzle models or sizes available at the time of publication. Always check product label requirements for spray quality as well as the source of the spray quality information.

IMPORTANT INFORMATION
 Note: This guide does not attempt to contain all nozzle brands, models or sizes that may be fitted to spray systems. It includes the most common or widely-used nozzle types in spraying systems. Nozzle manufacturers continue to release new nozzle models onto the market. Growers should consult nozzle manufacturers to determine the suitability of particular nozzle types for their own spraying equipment to ensure that these products comply with APVMA approved product label requirements.

DISCLAIMER
 This guide has been prepared in good faith on the basis of information available at the date of publication without any independent verification. GRDC does not guarantee or warrant the accuracy, reliability, completeness or currency of the information nor its usefulness in achieving any purpose. Readers are responsible for assessing the relevance and accuracy of the information contained in this guide. GRDC will not be liable for any loss, damage, cost or expense incurred or arising by any person using or relying on the information contained in this guide. Products may be identified by proprietary or trade names to help readers identify particular types of products but this is not, and is not intended to be, an endorsement or recommendation of any products or manufacturer or retailer. Other products may perform as well or better than those specifically referred to.

Compiled & updated by Bill Campbell, Bill Campbell Consulting 0427 545 553 and Bill Gordon

Avots: [https://grdc.com.au/resources-and-publications/all-publications/publications/2019/grdc-nozzle-selection-guide/GRDC Nozzle-Selection-Guide 2020 03.pdf?utm_source=website&utm_medium=download link&utm_campaign=pdf download&utm_term=National&utm_content=GRDC %20Standard%20Nozzle%20Selection%20Guide](https://grdc.com.au/resources-and-publications/all-publications/publications/2019/grdc-nozzle-selection-guide/GRDC%20Nozzle%20Selection%20Guide%2003.pdf?utm_source=website&utm_medium=download%20link&utm_campaign=pdf%20download&utm_term=National&utm_content=GRDC%20Standard%20Nozzle%20Selection%20Guide)

Pielikums Nr.3

Abdrift-minderungs-klasse	V-Nummer	Gerätetyp	Verwendungsbestimmungen	Beschreibung der Eintragung	Verwendungsbereiche	Antragsteller
50 %	2-01	Feldspritzgeräte mit Düse Lechler ID 120-03 POM	Mit einem Zielflächenabstand von 50 cm bis zum maximalen Spritzdruck (8,0 bar).	Druckbereich 3,0 bis 8,0 bar	A,G,R,Z	LEC
50 %	3-01	Feldspritzgeräte mit Düse TeeJet AI 110 025 VS	In einem 20 m breiten Randbereich mit einem Druck bis 4,0 bar spritzen, Zielflächenabstand 50 cm.	Druckbereich 2,0 bis 8,0 bar	A,G,R,Z	SSC
50 %	4-01	Feldspritzgeräte mit Düse TeeJet AI 110 03 VS	In einem 20 m breiten Randbereich mit Zielflächenabstand 50 cm spritzen.	Druckbereich 2,5 bis 8,0 bar	A,G,R,Z	SSC
50 %	5-02	Feldspritzgeräte mit Düse TeeJet AI 110 04 VS	In einem 20 m breiten Randbereich mit einem Druck bis 4,0 bar spritzen, Zielflächenabstand 50 cm.	Druckbereich 2,5 bis 8,0 bar	A,G,R,Z	SSC
50 %	6-02	Feldspritzgeräte mit Düse TeeJet AI 110 05 VS	In einem 20 m breiten Randbereich mit einem Druck bis 5,0 bar spritzen, Zielflächenabstand 50 cm	Druckbereich 2,0 bar bis 8,0 bar	A,G,R,Z	SSC
50 %	19-01	Feldspritzgeräte mit Düse Lechler ID 120-03 C	Zielflächenabstand 50 cm.	Druckbereich 3,0 bis 8,0 bar	A,G,R,Z	LEC



C:\Users\liet

Avots: <https://www.julius-kuehn.de/at/richtlinien-listen-pruefberichte-und-antraege/>

Pielikums Nr.4

Ražotājs	Ražotājvalstis	Smidzināšanas stieņa kontrole	Papildus smidzinājuma stabilitāte	Sprauslu kontrole	Gala sprauslas	Automātiskā skalošana	Lauka vēstures veidošana, papildus sistēmas*
HARDI	Dānija	<p>Twin Force sistēma ar gaisa vairogu, kurā ar regulējamu gaisa plūsmu un leņķi nodrošina darba šķīduma pilienu nokļūšanu uz mērķi, neatkarīgi no to izmēra (1.attēls).</p> <p>HYS AIR STREAM smidzinātāja stienim uzstādīts gaisa aizkars mar atverēm, caur kuram plūstošais gaiss novirza šķīduma pilienus uz auga, samazinot noteci un uzlabojot pārklājumu uz augiem.</p>	<p>Auto Terrain sistēma, kas regulē smidzināšanas stieņa augstumu, slīpumu un leņķi, attiecībā pret reljefa izmaiņām.</p>	<p>Pulse System Izmanto pulsāciju, nevis spiedienu, lai uzturētu pareizo uzklāšanas tilpumu uz sprauslu. Pulse System, izmantojot digitālo lauka karti atslēdz sprauslas individuāli smidzināšanas laikā.</p> <p>AutoSectionControl reģistrē nosmidzinātās zonas un automātiski atslēdz sprauslas, lai novērstu smidzinājuma zonu pārklāšanos.</p> <p>AutoSelectDuo sistēma smidzināšanas laikā automātiski nomainīs darba sprauslu, atbilstoši darba ātruma izmaiņām vai</p>	**	<p>AutoWash automatizētā tvertnes skalošanas sistēma, neiesaistot iekārtas operātoru.</p>	<p>HC 8700 / HC 9700 kontrolieri, kuru sistēmas sadarbojoties ar smidzinātāja kontroles iekārtām, veido lauka un smidzinājuma vēsturi, nodrošina AutoSectionControl darbību.</p>

				darba šķīduma devas izmaiņām.			
John Deere	Amerikas Savienotās valstis	S900 sērijas modeļiem prauslas uz stieņa izvietotas 25 cm attālumā, ļaujot to nolaist līdz 30cm virs kultūrauga un nodrošina optimālu rezultātu (2.attēls). TerrainCommandPro ar trīs līdz pieciem ultraskaņas un inerces sensorium nodrošina smidzināšanas stieņa nemainīgu augstumu un smidzināšanas kvalitāti.	BoomTrac Ultimate stabilizācijas sistēma nodrošina smidzināšanas stieņa galu svarstības zemākas par 10% attiecībā pret nepieciešamo smidzināšanas augstumu 90% no laika. PROROAD dubultsaites ass amortizācijas sistēma, kas aprīkota ar speciāliem poliuretāna spilveniem triecienu absorbēšanai, nodrošina stabilāku smidzināšanu. TerrainControlPro sistēma nodrošina nemainīgu smidzināšanas	See & Spray Select/Ultimate herbicīdu smidzinājumiem. Ar kameru palīdzību reģistrē zaļo krāsu- nezāles, automātiski ieslēdz nepieciešamo sprauslu skaitu, reģistrē Operations Center™ sistēmā un novērš smidzinājuma pārklāšanās risku, veido smidzinājumu vēsturi. ExactApply™ sistēma ar pulsāciju nodrošina nemainīgu pilienu izmēru pie dažāda smidzināšanas ātruma. PowrSpray™ tiešā miglošanas devas vadība ātri reaģē uz ātruma izmaiņām vai sekciju pārslēgšanu, lai novērstu pārmērīgu un nepietiekamu devu kopā ar TwinSelect sprauslu sistēmu.	Malējā sprausla automātiski ieslēdzam vai izslēdzama caur sekciju kontroles sistēmu.	PowrSpray™ sistēma aprīkota ar divām tvertnēm, ūdenim un darba šķīdumam smidzināšanas laikā. AutoDilute automātiskā aprēķina skalošana.	JD Operations Centre sistēma , kura veido un satur sensoru nolasītos un reģistrētos datus, lauka vēsturi.

			augstumu, neatkarīgi no reljefa ar ultraskaņas sensoru un IMU palīdzību.				
Amazone	Vācija	<p>AmaSpray+ vai ISOBUS termināļi ar viopusēju vai divpusēju stieņu salocīšanas sistēmu un leņķa pielāgošanu.</p> <p>DistanceControl plus sistēma ar četriem ultraskaņas sensoriem, sadarbojoties ar leņķa sensorium nodrošina vienmērīgu smidzinājuma kvalitāti.</p>	<p>AutoTrail dīzeles stūres iekārta ar slīpuma stabilizatoru nodrošina papildus stieņu stabilitāti pagriezienos.</p> <p>ContourControl sistēma uzkabīnāmajiem smidzinātājiem ar ultraskaņas sensorium novērš negatīvas stieņa vertikālas kustības, nodrošinot vienmērīgu, stabilu pārklājumu.</p> <p>Papildus SwingStop sistēma slāpē aktīvās horizontālās svārstības (4.attēls).</p>	<p>AMASwitch elektriskā atsevišķo sprauslu pārslēgšana 50cm platā sekcijā nodrošina smidzinājuma nepārklāšanos (3.attēls). Izmantojot četrvietīgu sprauslu korpusu ar pārvietošanas komplektu, iespējams izveidot 25cm sprauslu attālumu un samazināt darba augstumu zem 50cm.</p> <p>AmaSelect elektriskā atsevišķo sprauslu automātiska pārslēgšana, izmainot braukšanas ātrumu vai mainot izsmidzināmo devu.</p> <p>GPS-Switch (ar Section Control) automātiska</p>	Elektriska malu sprauslu pārslēgšana, izslēdzot gala sprauslas, vai izmantojot robežsprauslas .	<p>AMAZONE spiediena cirkulācijas sistēma DUS tīrīšanas laikā līnijas līdz sprauslām tiek skalotas ar tīru ūdeni, un izsmidzināšana nav nepieciešama. Tīrīšanas laikā koncentrēto miglošanas šķidrumu novada atpakaļ uz miglošanas līdzekļa tvertni, izmantojot spiediena cirkulācijas sistēmu.</p>	<p>GPS-Switch pro nepieļauj pārklāšanos apgriešanās zonā vai ķīļveida zonās, automātiskā sekciju pārslēgšana, šķēršļu (elektrības stabi, iskalojumi) iezīmēšana.</p> <p>GPS-Maps&Doc automātiska izsmidzināmā daudzuma dalītām platībām pielāgota regulēšana un neaktīvo lauka robežu rādījums un automātiska lauka atpazīšana, braucot pāri platībai.</p>

				atsevišķo sprauslu pārslēgšana 50 cm sekcijām.			
FENDT	Vācija	OptiSonic augstuma kontroles sistēma ar ultraskaņas sensoriem nodrošina nemainīgu smidzināšanas augstumu, atkarībā no reljefa.	Fendt Stability Control nodrošina vienmērīgu stieņa vadību neatkarīgi no reljefa.	TaskController SectionControl nodrošina smidzinājumu nepārklāšanos. OptiNozzle sistēma automātiski kombinē dažādu sprauslu pielietojumu, atkarībā no braukšanas ātruma un darba spiediena.	**	OptiFlow elektroniskā smidzinātāja sistēma ļauj pārslēgt rotorsūkņa ieplūdes galu uz ūdens tvertni un operatīvi izskalot sprauslas.	VarioGuide Contour Assistant reģistrē smidzinājuma maršrutu uz lauka pēc tehniskajām sliedēm, saglabā to atkārtotai izmantošanai. VariableRateControl (VRC) nodrošina lauku karšu izmantošanu un veido smidzinājuma karti.
BURY	Polija	ITV hidrauliski smidzināšanas stieņi ar gaisa aizkaru mazākai nonesei un labākam pārklājumam, samazina vēja negatīvo ietekmi uz smidzinājuma kvalitāti. Sonar levelling ultraskaņas sistēma nodrošina nemainīgu stieņa augstumu atkarībā no reljefa.	**	GPS sistēma ar automātisku sekciju atslēgšanu.	**	Elektriskā tīrīšanas sistēma ar ūdens rezervuāru.	AEROS 9040 nodrošina mainīgu dozēšanu, pamatojoties uz lauka karti; precīzu navigāciju apvienojumā ar automātisku "BoomPilot" sekciju vadību; pilienu lieluma uzraudzības vai šķidrums daudzuma monitoringa sistēma tvertnē.

KUHN	Francija	<p>BOOM ASSIST notur strēli pareizā stāvoklī neatkarīgi no lauka topogrāfijas, automātiski regulējot augstumu, slīpumu un neatkarīgas mainīgās ģeometrijas.</p> <p>EQUILIBRA/ TRAPEZIA miglotāja spārnu 3D amortizācijas sistēmas notur miglošanas stieni paralēli zemei un absorbē triecienus, kas rodas, piemēram, iebraucot bedrē.</p>	Hidropneimatiskā tilta piekare nodrošina papildus stabilitāti uz lauka un samazina smidzināšanas stieņa svārstības.	REB3 sistēma automātiski pielāgo smidzinātāju atkarībā no traktora ātruma, pastāvīgi parāda plūsmas ātrumu (l/ha), ātrumu un darba spiedienu. GPS elektroniski atsevišķi atslēdzamas sekcijas.		RinsAssist sistēma automatizē skalošanas secību, pamatojoties uz mašīnā atlikušo produkta daudzumu. Sistēma nodrošina tvertnes atlikuma 1% atšķaidīšanu. Faktiskais tvertnē atlikušais tilpums tiek parādīts kabīnes terminālī visas darbības laikā.	VISIOREB terminālis ar GPS Section Control pārvalda lauku kartes un automatizē smidzinātāja darbību.
Dammann	Vācija	DCD Distance Control sistēma ar ultraskaņas sensoru nodrošina optimālu stieņa sāvokli, nosaka un prognozē gravitācijas spēka ietekmi pagriezienos. Nodrošina dažādas	TRACK-Leader Parallel Driving System reģistrē lauka robežas, novērš smidzinājumu pārklāšanos.	SECTION-Control nodrošina atsevišķu sekciju vai sprauslu atslēgšanu. Vario Select nodrošina nemainīgu piliena izmēru neatkarīgi no darba ātruma, automātiska sprauslu pārslēgšanu	**	MFS — Multi-Fluid-System ar diviem cisternas nodalījumiem un vienu vai divām smidzināšanas līnijām. EasyControl	ISOBUS-TC vadības sistēma nodrošina papildus sistēmu darbības.

		<p>smidzināšanas stieņa pozīcijas.</p> <p>D-A-S — Dual-Air-System izmanto spēcīgas gaisa plūsmas sprauslu zonā, samazinot vēja ietekmi uz smidzinājuma kvalitāti, nodrošina noturīgāku smidzinājuma kvalitāti pilieniem spēcīgāk iespiežoties lapās un samasina noneses apjomus.</p>		<p>un vairāku sprauslu izmantošanu tandēmā vai ar četru sprauslu korpusu.</p> <p>MultiSelect sistēma nodrošina divu sprauslu komplektu pārvaldība katrā sprauslu līnijā. Iespējams, izmantojot četru sprauslu korpusu samazināt sekcijas platumu no 50 līdz 25 cm.</p> <p>T-S-D daļēja apgabala specifiskā sprauslu pārslēgšana, nodrošina dažādus darba šķīduma izkliedes daudzumus sekcijām.</p> <p>E-D-S individuālā sprauslu kontrole ar GPS, kas samazina smidzinājuma pārklāšanās risku līdz 1% (5.attēls).</p>		<p>vai EasyControl Plus sistēmas nodrošina automatizētu tvertnes un sprauslu tīrīšanu ar RRW vai CID tīrīšanas sistēmām.</p>	
Jar-Met	Polija	**	Hidrauliska stieņa stabilizācija	UDOR/ANNOVI REVERBERI sūkņi nodrošina vienmērīgu darba spiedienu.	**	**	Bravo ar vai bez hidraulikas regulēšanas iespējām

Kverneland	Norvēģija	<p>Boom Guide sistēma ar ultraskaņas sensorium automātiski regulē smidzināšanas augstumu.</p> <p>Hybrid Mode sistēma mēra ne tikai attālumu no stieņa līdz augam, bet arī attālumu no auga līdz augsnei. Nodrošina vienmērīgāku smidzinājumu, regulējot smidzināšanas stieņa augstumu.</p> <p>Boom Guide Pro kompensē negatīvās horizontālās svārstības.</p>	<p>HeadlandCurve Assistant sistēma līdzenumiem, nodrošina papildus stabilitāti pie lielāka ātruma un optimālu distance starp kultūraugu un sprauslu.</p>	<p>The SpotSpray sistēma, balstoties uz lauka kartēm, nodrošina smidzinājuma nepārklāšanos pieslēdzot vai atslēdzot noteiktas sekcijas.</p> <p>VRA kartes ņem vērā sējumu biežību, augsnes stāvokli, izslīkumus uc. ainavas elementus laukā un nodrošina smidzināšanu tikai tam nepieciešamajās zonās ar SpotSpray sprauslu kontroli.</p>	<p>IsoMatch GEOCONTROL automātiska sekciju ieslēgšanās un izslēgšanās lauka galos, gar robežām un jau apstrādātās zonās, lai samazinātu pārklāšanos.</p>	<p>iX elektroniskās tīrīšanas sistēmas, kuras nodrošina automatizētu tvertnes un sprauslu skalošanu.</p>	<p>IsoMatch Grip vadības sistēmas IsoMatch GEOCONTROL automātiska sekciju ieslēgšanās un izslēgšanās lauka galos, gar robežām un jau apstrādātās zonās, lai samazinātu pārklāšanos. Mainīga ātruma vadība: automātiski koriģē ierīces darba ātrumu atkarībā no ievadītās informācijas par lauku, saglabā visus operatīvos darba datus un lauku kartes</p>
Tolmet	Polija	<p>HydroPanel hidrauliskā stabilizācija un pāceļšana.</p>	<p>Smidzināšanas stieņa svārstību kontrole.</p>	<p>Controller Control Panel 7 ar manuālu ieslēgšanu/izslēgšanu un darba spiediena paaugstināšanu vai pazemināšanu.</p>	**	**	<p>Alfa 200 ar Hydro Panel sistēmu sprauslu un smidzināšanas stieņa regulācijai.</p>
FarmGem	Anglija	<p>MullerAuto smidzināšanas stieņa līmeņošana. Nerūsējoša tērauda 19mm</p>	<p>Hidrauliska augstuma regulācija. 3D aktīvās balstiekārtas</p>	<p>DGPS (EGNOS) automātiskā sekciju vadība MullerColour sistēma ar automatisku</p>	**	<p>Fingertip Fluid Control sistēma automātiskai tvertnes un</p>	<p>Bravo 180s terminālis automātiski regulē izkliedes daudzumu</p>

		smidzināšanas caurules ar automātisko recirkulācijas sistēmu.	sistēma kontrolē stieņa atsitienu, slīpumu un leņķi, tādējādi nodrošinot stabile sprauslu stāvokli dažādos smidzināšanas apstākļos.	smidzināšanas kontroli un gaisa padeves kontroles ieslēgšanu/izslēgšanu .		sprauslu skalošanai.	
--	--	---	---	---	--	----------------------	--

*Papildus sistēmas var būt saistītas vai bāzētas uz ISOBUS: starptautisks sakaru protokols, kas nosaka standartu lauksaimniecības elektronikai.

** Ražotājs atsevišķi neapraksta šādu funkciju vai tehnoloģiju.