

**Projekti „Pritsimislahuse kõrvalekallet vältivate erifunktsioonidega
taimekaitseseadmete ja tavaseadmete võrdlus,,
lõpparuande lisa 1:**

ÜLEVAADE

SISSEJUHATUS

Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiivi 2009/128/EÜ põhieesmärk on välja töötada abinõud inimeste tervise ja keskkonna kaitseks pestitsiidide kasutusega seonduvate võimalike riskide eest. Selleks peavad liikmesriigid välja töötama ja ellu viima vastavad tegevuskavad. Eesti tegevuskava punkt 4.8 kohaselt tuleb välja selgitada ja kasutusele võtta pritsimisvedeliku kõrvalekallet vähendavad võimalused.

Pritsimisvedeliku kõrvalekalded, ehk siis kaod käesoleva ülevaate kontekstis on nii triiv – piiskade kandumine väljapoole pritsitavat ala ja sihtmärgist mööda kui hälbimine ettenähtud pritsimisnormist, sh ka paiklik ebaühtlikkus. Kõrvalekaldeid täielikult vältida ei ole võimalik, kuid neid saab oluliselt vähendada põhimõtteliselt kahel moodusel: 1) tehnilisel ja 2) organisatoorsel.

Triivi mõõtmine/hindamine on komplekseeritud protsess, mis eeldab vastava oskusteabe ja ülitäpsete ning kallite mõõturite olemasolu. Triivi, samuti piiskade taimedele sadenemuse mõõtmistel ja erinevate pritside võrdlemistel välitingimustes peavad katsetingimused – pritsitav objekt, tuule kiirus ja suund, õhu suhteline niiskus ja temperatuur olema rangelt samad. Täpsemalt on võimalik triivi mõõta ja erinevaid pihustiotsakuid võrrelda spetsiaalsetes püsi-tingimustega tuuletunnelites laserseadmetega. Eesti Taimekasvatuse Instituudil puuduvad võimalused selliste uuringute tegemiseks, ei ole ka ette näha, et need võimalused lähitulevikus tekiksid. Seetõttu on käesolev ülevaade enam kui 15 aasta jooksul mitmesugustelt seminaridelt, koolitustelt, töötubadest, pritside demodelt, näitustelt jne kogunenud infomaterjalide, aga samuti kirjanduse ja isiklike kogemuste läbitöötamise ja üldistamise tulemus.

Aastail 2005–2008 viisid Euroopa 15 riigi teadusasutused Euroopa Komisjoni ja Euroopa Taimekaitse Assotsiatsiooni finantseerimisel koostöös läbi ühise uurimistöö, mille eesmärgiks oli välja töötada soovitud ja parim võimalik tehnoloogia looduse, sh eriti veekogude taimekaitsevahenditega saastumise ärahoidmiseks. Projekti ingliskeelne nimi oli „Training the Operators to prevent Pollution from Point Sources“, lühendatult TOPPS. Katseid ja vaatlusi viidi läbi enam kui 17 tuhandes farmis, millest 7000 olid Poolas, 4732 Belgias ja 3000 Saksamaal. Käesoleva töö koostajad said TOPPS juhtidelt loa kasutada projekti aruannetes ja esitlustes toodud arvandmeid, graafikuid ning jooniseid – seda tegime valikuliselt, arvestades Eesti olusid.

1. TERMINOLOOGIA

Et kirjutatu oleks paremini, täpsemini ja üheselt aru saadav, toome ära sõnaseletuse ehk terminoloogia. See põhineb standardil EVS-ISO 5681:2001. Taimekaitseeadmed. Sõnavara. Standard määratleb taimekaitseeadmete kasutamise seoses olevad terminid. Eestikeelse terminoloogia töötas välja tollane Eesti Põllumajanduse Mehhaniseerimise Instituudi teadur emeriitprofessor Aimu Reintam. Vastavalt tehniliste vahendite arengule on lisatud uusi määratlusi või korrigeeritud tehnilises mõttes vääraid. Nimetagem siinkohal näidisenäidena esmapilgul tundmatut või vähetuntud määratlust „**venturi pihusti**“ või õigemini „**venturi otsak**“. Tegemist on kõigile hästituntud pihustiga, mida kutsutakse põllumeeste seas mitme erineva nimega: pikk pihusti, lisaõhu pihusti, injektorpihusti jne. „Pikk“ tuli ilmselt sellest, et esimesed turule toodud olid tavapärastest oluliselt pikemad, kuid nüüd on samal põhimõttel töötavate lühemate pihustite valik juba suurem „pikkade“ valikust. „Lisaõhu“ - kuna imeb sisse õhu, tegelikult see ei ole lisaõhk, mistõttu ei ole korrektne. „Injektor“ on nii Õigekeelsuse kui teiste sõnaraamatute järgi suru-jugapump, meditsiinis aga süstal, seega tehnilises mõttes antud juhul väär. Inglisekeelses kirjanduses on põhiliselt käibel „air-induction nozzle“, „venturi nozzle“, ja ka „air-injection nozzle“. Pihusti tööpõhimõtte üks osa on tegelikult Itaalia füüsiku Venturi avastatud gaaside ja vedelike voolamisel esinev nähtus - õhu sisseimemine toru väiksema läbimõõduga osas oleva(te)st ava(de)st, sest selles kohas on torus voolava vedeliku kiirus suurem ja rõhk seetõttu väiksem.

Et asi oleks üheselt mõistetav, soovitamegi kasutadagi nimetust „**venturi pihusti**“.

Põhitermineid

Pritsimissegu; pritsimisvedelik; taimekaitsevahendi lahus; töölahus (*spray mixture*): taimekaitsevahendit sisaldav vedelik, mis on pritsimiseks valmis.

Pihus; pihustatud vedelikujuga (*spray*): pihustiga saadud piisakogum.

Lehvikpihus (*flat fan spray*): õhuke tasandiline vedelikujuga.

Õhkagenspihus; õhuvoolust kaasatud pihus (*air-assisted spray*): pihus/piisad on täielikult või osaliselt õhuvoolust kantud (*nt õhkkardin*).

Hüdrosurvepihustus; (hüdrauliline pihustus) (*hydraulic pressure spraying*): pihustamine, mis saadakse vedelikule toimiva rõhuga.

Õhkinduktsioonpihustus (*air induction spraying*): pihustamine, mis saadakse õhu imemisel venturi efekti toimel pihustikeresse ja segunemisel pritsimisseguga, tekivad mullid.

Pneumopihustus (*air-blast spraying*): pihustamine, mis saadakse pritsimisvedelikule toimiva õhujoaga (*nt Danfoil*).

Hüdropneumopihustus (*twin fluid spraying*): pihustamine, mis saadakse pihustisse surve all juhitud pritsimisseguga ja suruõhu segunemisel (*nt John Deere*).

Abiaine, kleepaine (*adjuvant*): ilma algse bioloogilise aktiivsuseteta aine, mis on võimeline parendama segu aktiivsete koostisosade bioloogilist tõhusust ja/või töövedeliku tehnoloogilisi omadusi (*nt suurendama pindpinevust*).

Õhu jõudlus (*air output*): ühes ajaühikus seadisest välja voolanud õhu hulk.

Vedeliku jõudlus (*liquid output*): ühes ajaühikus seadisest välja voolanud vedeliku hulk.

Kulunorm (*dose rate*): toimeaine või keemilise taimekaitsevahendi hulk, mis on plaanis kulutada töödeldava pindalaühiku kohta.

Hektarinorm, hektarikulu (*volume-hectare*): pritsimisvedeliku maht, mis on pritsiga jaotatud pindalale 1 ha.

Pihustid ja otsakud

Hüdropihusti, siin ka tavapihusti (*hydraulic nozzle*): avaga detail või detailide kogu, millest vedelik surve all läbi juhitakse, et tekitada pihus.

Pihustiotsak (-ots) (*nozzle tip*): pihusti, tavaliselt lehvikipihusti **vahetata** detail, milles on pihustusava.

Venturi pihusti, venturi otsak; induktsioonpihusti; injektorpihusti: (*venturi nozzle, air-induction nozzle*): pihusti otsak, milles pritsimisvedelik seguneb venturi efekti toimele otsaku külgevade kaudu sisseimetud õhuga, tulemusena moodustuvad mullid (mullpiisad).

Lehvikipihusti; pilupihusti (*flat fan nozzle*): piluavaga pihusti, mis tekitab tasandilise lehvikipihuse.

Kaksiklehvikipihusti, kaksiklehvikotsak; kaksikpilupihusti (*double flat fan nozzle*): lehvikipihusti, mille otsak on kahe eraldi avaga.

Pneumopihusti (*air-blast nozzle*): pihusti, milles(l) pihustamine toimub pritsimisseguga joale suunatud tugeva õhuvoolu toimele (*Eurofoil*).

Hüdropneumopihusti (*twin fluid nozzle*): pihusti, milles segunevad surve all pritsimisseguga ja suruõhk (nt *John Deere*).

Deflektorpihusti; alaspihusti; pörkepihusti (*deflector nozzle; anvil nozzle; impact nozzle*): deflektoriga hüdropihusti, mis tekitab õhukese tasandilise pihuse.

Kobarpihusti (*multi-head nozzle; turret nozzle*): kahest või enamast pihustist koosnev pööratav kogum, milles igaühete eraldi saab seada tööasendisse.

Pihustusnurk; pihusenurk (*spray angle*): pihustist lähtuv nurk, mis moodustub pihuse (pihustatud vedelikujoa) servade vahel.

Pritsimise kvaliteedi määratlusi

Triiv (*drift*): kasutatud pestitsiidi osa (hulk), mis ei ole sadenenud töödeldava ala piirides.

Sadenemus (*deposition*): pestitsiidi hulk ja jaotus töödeldaval pinnal.

Pihusekatvus (*spray coverage*): töödeldava pinna pihustatud vedelikupiiskadega kaetud ala pindala suhe kogupindalasse.

Pihusetungivus (*spray penetration*): pihustatud vedelikupiiskade sisenemus ja sadenemus taime- või taime sisemusse.

Piisktihedus (-tihesus) (*droplet density*): piiskade arv, mis on sadenenud ühele pindalaühikule (tavaliselt kasutatakse 1 cm^2).

Laiumistegur (*spread factor*): töödeldavale pinnale sadenenud piisa leviala läbimõõdu suhe piisa algjäbimõõdu suhtes.

Põikjaotumus (*transverse distribution*): töödeldud pinnale sadenenud pritsimisvedeliku massi või mahu jaotus masina liikumisega ristsuhtes.

Pihuste ülekate (*spray overlap*): naaberpihustitest väljunud pihuste ülekattumus, mõõdetuna töödeldaval tasapinnal.

2. PRITSIMISKAOD

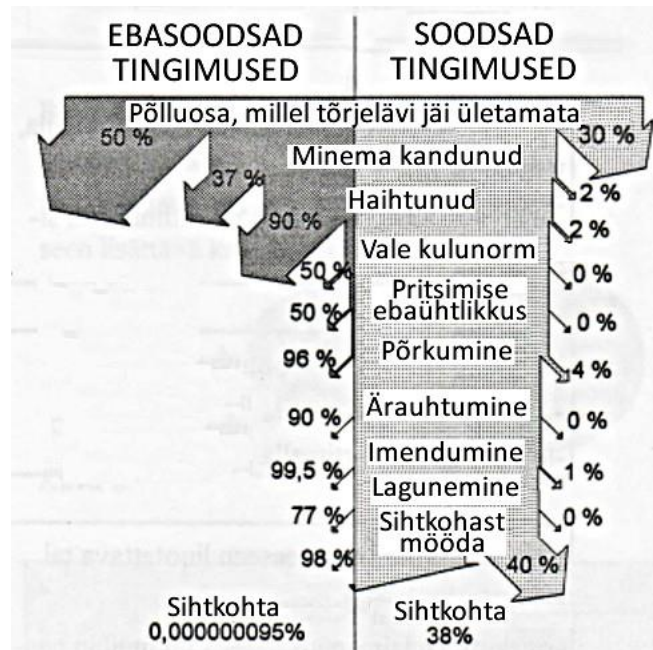
Pestitsiidid võivad pritsimisel kaotsi minna mitmel erineval viisil ja põhjusel. Kõige tavalisem kadu on triiv – piiskade sattumine sihtkoha asemel pritsimiseks mitte ettenähtud kohta. Triivi mõjutavad paljud tegurid, ja selleks, et triivi vältida või seda vähendada, on vaja teada neid tegureid ja nende mõju triivile. Triivi mõjutavad tegurid võib laias laastus jagada kahte rühma: kasutamiseiga seotud ja ilmastikuga seotud.

Kasutamiseiga seotud tegureid saab kasutaja, st põllumees mõjutada: valida sobiva pritsi, seda õigesti reguleerida ja kasutada, samuti valida sobivamaid pestitsiide.

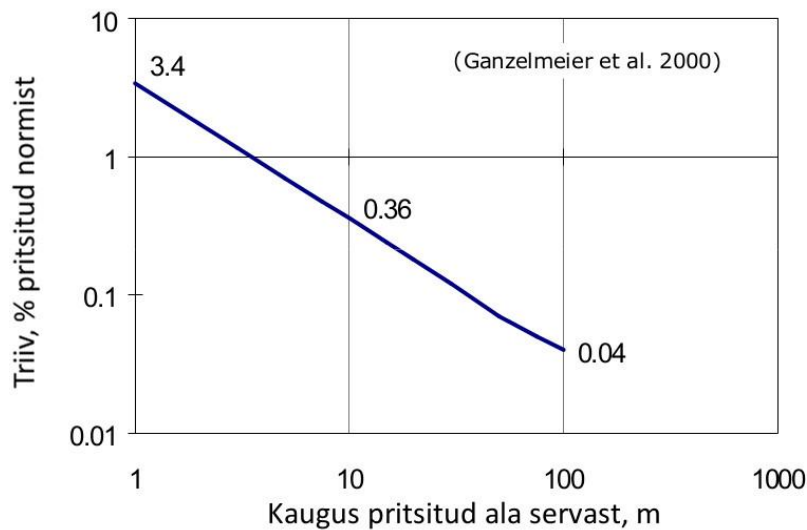
Ilmastikust tingitud tegurid on põllumehest sõltumatud, st põllumees ei saa neid mõjutada, kuid teades ilmastikunähtuste mõju triivile, on võimalik tööseadiste ja töörežiimi valikuga konkreetsetes ilmastikutingimustes ebasoovitavat mõju vähendada. Triivi mõjutavaid tegureid on mitmeid, oluline on samuti erinevate tegurite koosmõju. Olulisim neist on piiskade suurus, ja seda saab põllumees valida ning selliselt ka triivi vähendada.

Tavapritsiga pritsimisel on pritsimiskaod väga suured. Lavonen (1998) on välja toonud eriti drastilise olukorra – kui kõik tingimused pritsimiseks on ebasoodsad (halb ilm, vilets tehnika, oskamatu pritsija jne), ei jõua sihtkohta midagi (joonis 2.1). Lavonen on välja toonud üksikud kaoliigid ja nende osakaalu. Kuid ka siis, kui kõik tingimused edukaks tööks on olemas, jõuavad sihtkohta vähem kui pooled piiskadest. Tegelik olukord on kusagil kahe äärmuse vahel.

Ligiähedasel seisukohal on teisigi uurijaid. Näiteks Basili (2002) järgi jõuab sihtkohta ligikaudu 25% piiskadest, ülejäänud 75% läheb kaduma. Balsari (et al, 2014) on viidanud Ganzelmeieri uurimistulemustele, mille kohaselt sadeneb suur osa piiskadest põllukultuuride pritsimisel ka pritsitud ala kõrvale mullapinnale (joonis 2.2). Sama uurimuse põhjal on köögiviljakultuuride pritsimisel piiskade sadenemine taimedest mööda veelgi suurem, seda just varases kasvustaadiumis, mil see võib ulatuda 10%-ni pritsitud vedelikukogusest.



Joonis 2.1. Ka siis, kui kõik tingimused on pritsimiseks soodsad, jõuab sihtkohta vähem kui pool ettenähtud pritsimisvedelikust (Lavonen, 1998).



Joonis 2.2. Piiskade sadenemine pritsitud ala kõrvale mulla pinnale.

Pritsimiskadusid täielikult vältida ei ole võimalik, kuid neid saab oluliselt vähendada põhimõtteliselt kahel moodusel:

- 1) organisatoorsel;
- 2) tehnilisel.

Organisatoorselt tähendab seda, et:

- 1) pritsimiseks valitakse ilmastikuliselt parim aeg – sobivad õhu temperatuur ja suhteline niiskus ning nõrk tuul;
- 2) pritsitakse õige töörežiimiga – sobivad tööõhk ja liikumiskiirus;
- 3) pritsiga töötab vastava koolituse läbinud kvalifitseeritud inimene: taimekaitsepritside tehnilise kontrolli käigus toimunud vestlused on näidanud, et valdavalt ei teata pritsimise õigeid võtteid ja pritsimise tulemuslikkust ning kvaliteeti mõjutavaid tegureid, mistõttu efekt võib jääda saavutamata või on see olnud negatiivne.

Tehniliselt tähendab seda, et:

- 1) pritsimiseks valitakse kadusid vähendavad või vältivad tehnilised lahendused;
- 2) pritsitakse tehniliselt korras seadmega.

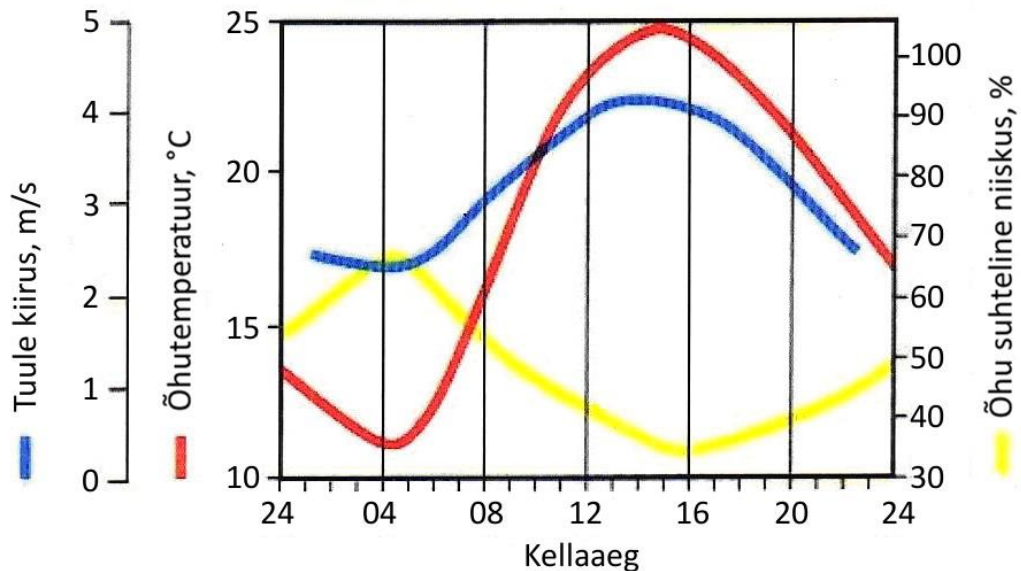
3. PRITSIMISKADUSID MÕJUTAVAD TEGURID

3.1. ILM

Ilma olud – õhu temperatuur ja suhteline niiskus ning tuule kiirus on pritsimise juures ühed kõige olulisemad tegurid ja võivad põhjustada ületamatuid probleeme. Inimvõimuses ei ole neid muuta, jääb üle vaid nendega arvestada ja valida pritsimiseks sobivat aega ning sobivamaid tehnilisi lahendusi.

Õhu temperatuuri ja suhtelise niiskuse ning tuule kiiruse ööpäevase kulgemise üldtuntud kõverad on esitatud joonisel 3.1.1. Õhu temperatuur on madalam öösel ja kõrgem kesk-

päeval, õhu suhteline niiskus aga vastupidi – see on suurem öösel ja väiksem keskpäeval. Tuule kiirus on väiksem öösel ja suurem keskpäeval. Seega on pritsimiseks sobivam aeg varahommik ja õhtutunnid, miks mitte ka öösel, sest toodetakse ka valgustatud pihustitega või poomiga pritse. Hilisõhtul, öösel ja varahommikul pritsimisel tuleks arvestada meil antud kontekstis seni vähe tutvustatud inversiooniga, sellest tuleb täpsemalt juttu allpool.



Joonis 3.1.1. Õhu temperatuuri ja suhtelise niiskuse ning tuule kiiruse ööpäevane kulg.

Oluline pritsimiskao liik on **piiskade haihtumine**. See sõltub õhu temperatuurist ja suhtelisest niiskusest ning piiskade suurusest (tabel 3.1.1). Madalamal temperatuuril ja õhu kõrgel suhtelisel niiskusel piisad peaegu ei haihtu. Kui õhu temperatuur on 25 kraadi ja õhu suhteline niiskus 60%, siis väikesed piisad lakkavad meetri kaugusel pihustist olemast – need lihtsalt haihtuvad. Kui õhu temperatuur on 33 kraadi ja suhteline niiskus madal, siis väikesed piisad haihtuvad poomi tavakõrguse korral juba enne taimestikuni jõudmist.

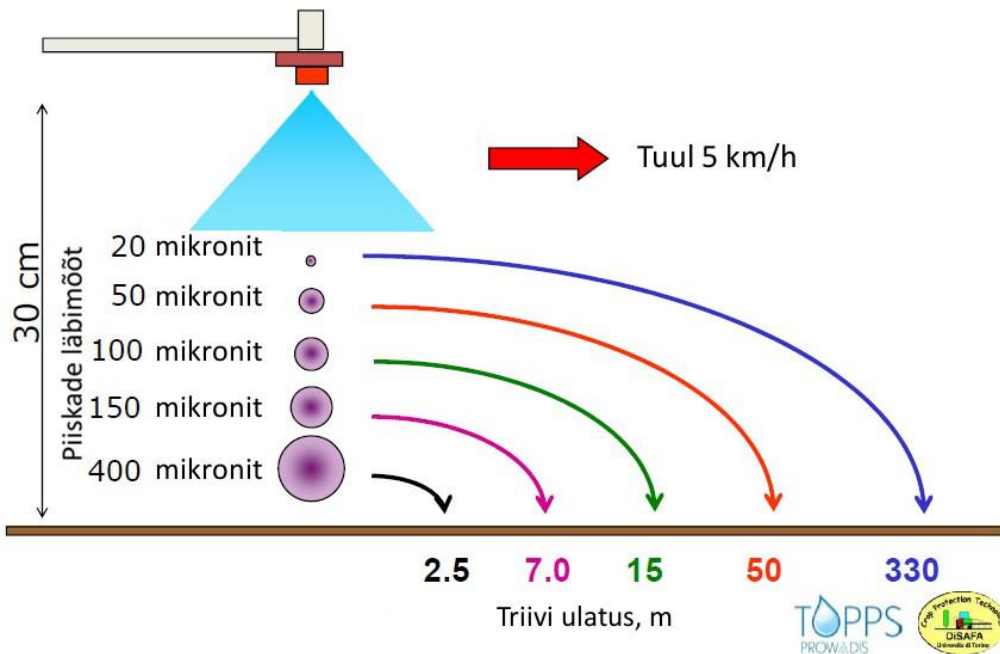
On ka välja pakutud nn rusikareegel õhu suhtelise niiskuse arvestamiseks: kui see on üle 70%, siis on pritsimiseks hea olukord, kui alla 50%, siis piisavalt ebasoodne ja tuleks kasutada triivi vähendavaid abinõusid (Sumner, 1997) – nt vältida pritsimist kõrge poomiga ja suure töökiirusega (turbulents keerutab piisad üles), pritsida suuremate piiskadega, milleks alandada rõhku ja kasutada venturi otsakuid.

Kui õhu temperatuur ja suhteline niiskus on ka sobivad, siis tuul võib ikkagi pritsimist häirida ja põhjustada triivi. Muude tegurite kõrval ongi tuul üks olulisemaid triivi põhjustajaid, eriti veel siis, kui on vaja pritsida väikeste piiskadega. Väikesed piisad lenduvad juba mõõduka tuulega sadade meetrite kaugusele (joonis 3.1.2).

Tuulest põhjustatud triiv sõltub nii tuule kiirusest kui poomi kõrgusest ja pritsimisrõhust (joonis 3.1.3). Nõrga tuulega ja madala poomi ning rõhuga pritsimisel jääb triiv mõne protsendi ulatusse pritsitud vedeliku kogumahust. Kui aga nõrga tuulega pritsida kõrge poomiga, siis lendub tuulega minema kümnendik pritsimisvedelikust. Seega on poomi kõrgus pritsimisel triivi vältimiseks väga oluline tegur. Tugeva tuulega ja 2,5 baarisel rõhul ning poomi kõrgusel 80 cm lendub ligi 15%, 10 baarisel rõhul aga juba ligi 40% pritsimisvedelikust piiskadena minema. See on ka arusaadav, sest kõrgemal rõhul tekivad valdavalt väikesed kergesti lenduvad piisad.

Tabel 3.1.1. Piiskade haihtumine sõltuvalt nende suurusest, õhu temperatuurist ja suhtelisest niiskusest

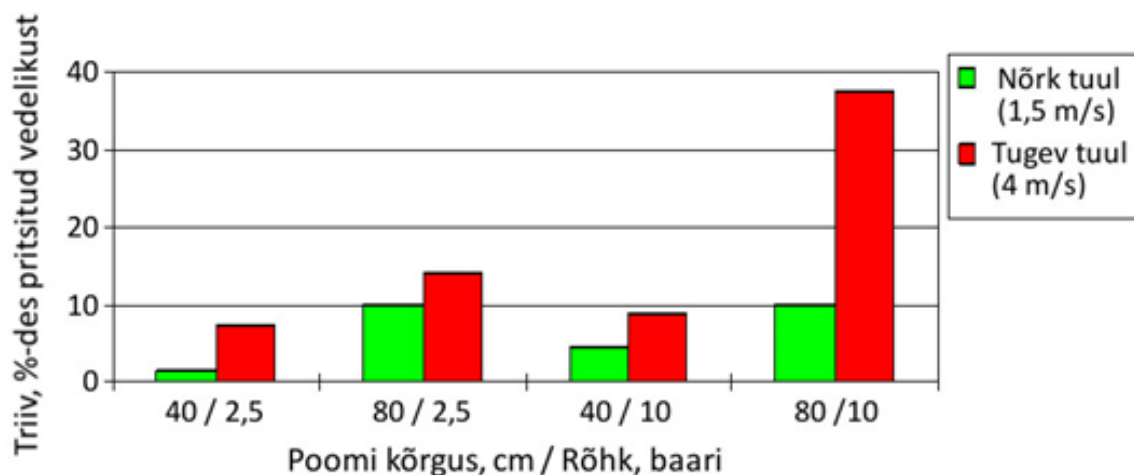
Piiskade kaugus pihustist, m	12 °C RH 80 %		25 °C RH 60%		33 °C RH 40 %	
	Piiskade suurus, µm					
Pihustist väljumisel	70	150	70	150	70	150
0,5 m allpool	66	150	55	148	0	146
1,0 m allpool	61	149	0	146	-	138



Joonis 3.1.2. Juba mõõduka tuulega kanduvad ka madala poomi korral väikesed piisad kaugele (Balsari et al, 2015).

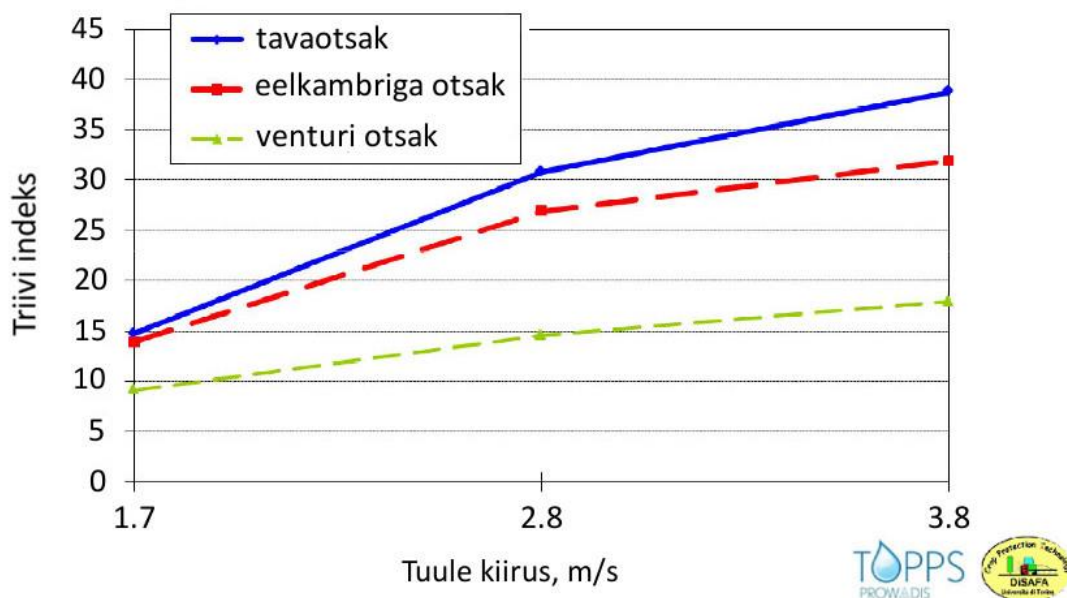
Nii imelik kui see esmapilgul ka tundub, siis pritsimine täielikus tuulevaikusel või kerge tuulega 0–0,56 m/s (2 km/h) ei ole soovitatav, sest peened piisad võivad jääda õhku hõljuma ja ei lasku taimestikule (Deveau et al, 2015).

Oluline on teada lokaalseid tuule suunda ja tugevust mõjutavaid tegureid (tuulekoridorid, metsatukad, maapinna reljeef jne). See annab võimaluse ennetada neis paigus ootamatuid triive.



Joonis 3.1.3. Tuule kiiruse mõju triivile erinevatel rõhkudel ja poomi kõrgustel (Hardi, 1998).

Tuule mõju saab vähendada, kui valida pritsimiseks pihustid või otsakud, mis tekitavad rohkem suuri piisku, näiteks venturi otsakutega pihustid (venturi pihustid), ka eelkambriga pihustid on mõnevõrra paremad kui tavapihustid (joonis 3.1.4). Kui tuule väiksematel kiirustel ei ole triivi vähenemine nii märgatav, siis tuule suurematel kiirustel on venturi otsakute kasutamisel triiv võrreldes tavapihustitega juba oluliselt väiksem.



Joonis 3.1.4. Tuulest põhjustatud triivi aitab oluliselt vähendada venturi otsakutega pihustite kasutamine (Balsari et al, 2015).

Oluliselt väiksem tuulest põhjustatud triiv on siis, kui pritsida õhkkardinaga poomiga pritsiga, sellest on täpsemalt kirjutatud edaspidi.

Alati ei ole käepärast anemomeetrit tuule kiiruse mõõtmiseks. Seda saab ligikaudselt hinnata tabelis 3.1.2 toodud looduslike tunnuste järgi.

Tabel 3.1.2. Iseloomulikud tunnused tuule kiiruse hindamiseks

Tuule kiirus, m/s	Iseloomulikud tunnused looduses
0	Suits tõuseb otse üles
1	Suits kaldub kõrvale
2–3	Lehed sahisevad, tuulelipp näitab tuule suunda
4–5	Lehed ja peenemad oksad liiguvad, lipp lehvib
6–7	Oksaharud liiguvad

Inversioon. Hilistel õhtutundidel ja varastel hommikutundidel pritsimisel tuleb olla tähelepanelik ühe meteoroloogilise nähtuse – inversiooni – suhtes. Taimekaitse, õieti pritsimise seisukohalt ei ole sellele meil varem olulist tähelepanu pööratud. Teatakse küll tuule ehk siis õhu horisontaalse liikumise mõju triivile, kuid õhu vertikaalse liikumise mõjust ei ole räägitud ega ka kirjutatud. Kuna põllumehed on hakanud pritsima ka öisel ajal ja turule on ilmunud valgustatud poomidega pritsid, siis on mõttekas tutvustada inversiooni ja selles lähtuvaid ohte.

Kui on tuuletus või väga väike tuul ja maapinna lähedale on tekkinud seisev udu või korstnast tõusev suits liigub vaikselt maapinnaga paralleelselt, siis on oht, et peened piisad ei lasku sihtkohta, jäävad õhku hõljuma või kanduvad aeglaselt üsnagi kaugemale - sellist triivimisohtu on hinnatud küllalt tõsiseks. Tegemist on maapinnalähedase inversiooniga, mis lah-tiseletatult tähendab seda, et maapind annab tunduvalt enam soojust ära, kui juurde saab ehk jahtumine on ülekaalus, mistõttu moodustub inversioon maapinna kohale. Selle tunnu-seks ongi udu moodustumine. Inversioon esineb ka siis, kui külm õhk seiskub suletud nõgu-des ja orgudes või valgub neisse kokku. Tugev inversiooni tekkimise võimalus on, kui maa-pinna lähedase õhu temperatuur on 1–3 kraadi madalam kõrgemal oleva õhu temperatuu-rist (Sumner, 1997). Inversioon hakkab tekkima päikeseloojangul ja võib kesta hommikuni. Inversiooni olukorras ei toimu õhu vertikaalseid liikumisi, mistõttu piisad võivad kanduda 2–6 korda kaugemale, kui tavaliselt (Bretthauer, 2013).

3.2. PIISKADE SUURUS

Pritsimine tulemuslikkuse oluliseks eelduseks on pritsimine sobiva suurusega piiskade-ga. Piiskade suuruse valik sõltub kasutatavast pestitsiidist – kas on vaja tõrjuda haigusi, putu-kaid või umbrohte. Tähtis on samuti piisktihedus ehk piiskade arv ruutsentimeetril (tabel 3.2.1, Balsari et al, 2014).

Tabel 3.2.1. Soovitatavad piiskade suurused ja vähimad piisktihedused vastavalt kasutatavale pestitsiidile

Pestitsiid	Soovitatav piiskade suurus, μm	Soovitatav piiskade arv/cm ²
Fungitsiid	150–250	min 50–70
Insektitsiid	200–250	min 20–30
Herbitsiid	200–600	min 20–40

Balsari (2014) osundab G Matthews (1992) soovitudele piiskade suuruse valikule vastavalt sellele, keda või mida pritsitakse (tabel 3.2.2).

Tabel 3.2.2. Soovitatavad piiskade suurused vastavalt pritsitavatele objektidele

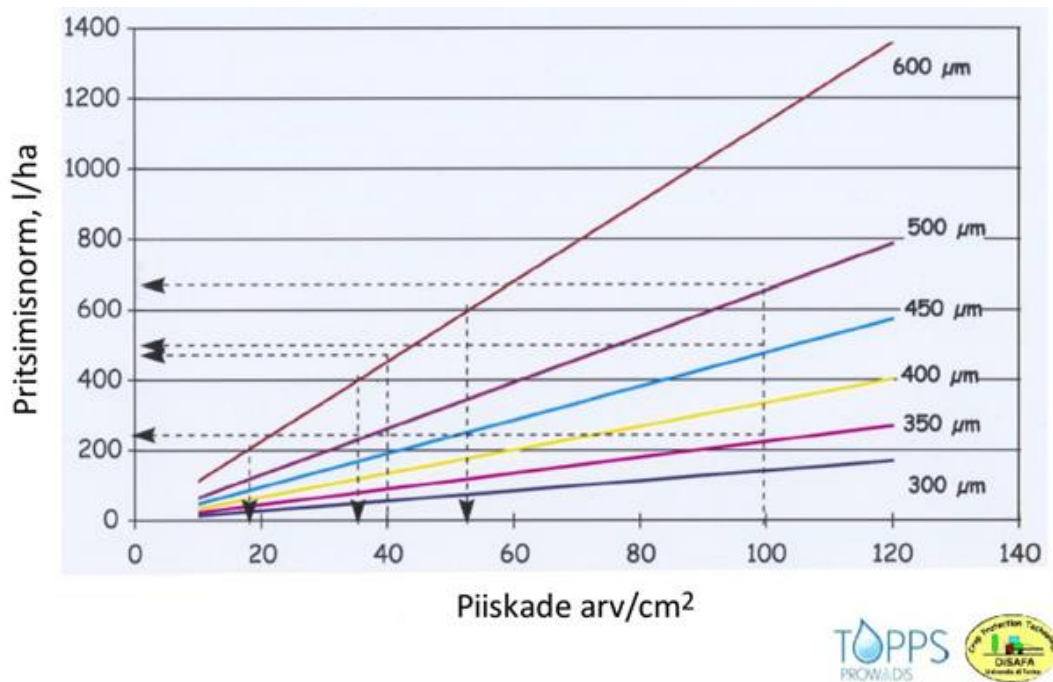
Pritsitav objekt	Soovitatav piiskade suurus, μm
Lendavad putukad	10–50
Putukad lehtedel	30–50
Lehed	40–100
Muld	>200

Piiskade suuruse ja piisktiheduse valik sõltub ka sellest, kas kas pritsitakse kontaktsete või süsteemsete pestitsiididega. Tabelis 3.2.3 on toodud lisaks ülalnimetatutele veel soovitud pritsimisvedeliku hektarikulu kohta (Balsari et al, 2014).

Tabel 3.2.3. Soovitatavad piiskade suurused, piisktihedused ja pritsimisvedeliku hektarikulud vastavalt pestitsiidi tüübile

Näitajad	Kontaktne pestitsiid	Süsteemne pestitsiid
Piiskade suurus, μm	300–400	400–600
Piiskade arv/cm ²	70–100	30–40
Pritsimisvedelikku, l/ha	100–350	100–250

Pritsimisnorm, piiskade suurus ja piisktihedus on omavahel seotud. Suurem pritsimisnorm võimaldab saada rohkem piisku. Sama pritsimisnormi korral sõltub piiskade arv piiskade suurusest – väiksemaid on rohkem. Pritsimisnormi ja piisktiheduse omavahelised seosed piiskade kuue erineva suuruse korral on välja toodud joonisel 3.2.1. Kui lähtuda vajalikust piisktihedusest, siis saaks graafikutel olevate sirgete abil määrata ligikaudselt vajalikku pritsimisnormi, kuid seejuures oleks vaja teada ka piiskade suurust. Või kui pritsitakse teatud kindla normiga, siis saab graafiku abil hinnata ligikaudset piisktihedust, kuid ikkagi on vaja teada piiskade suurust. Pritsimisnorm sõltub loomulikult ka taimestiku suurusest. Joonisel toodud graafik on siiski rohkem orienteeriv ja selles ei ole arvestatud triivi.



Joonis 3.2.1. Pritsimisnormi, piiskade suuruse ja piisktiheduse vahelised seosed

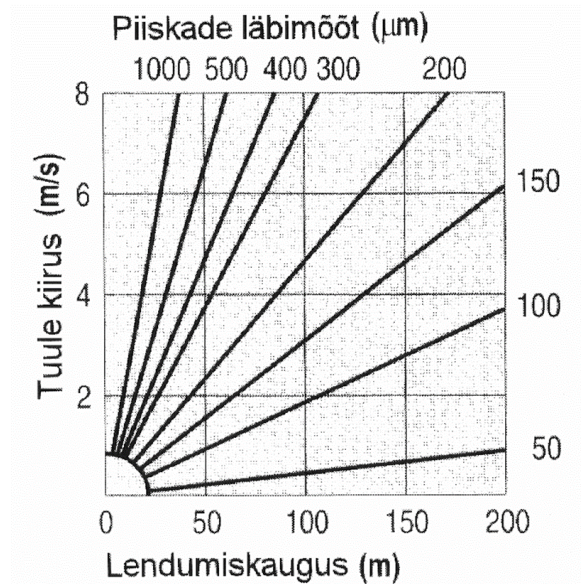
Tuleb märkida, et erinevate autorite ja ka firmade soovitusel nii piiskade suuruse kui piisktiheduse ja eriti pritsimisvedeliku hektarikulu kohta ei lange alati kokku ja erinevad mõnikord üksteisest üpris oluliselt. Seetõttu on mõistlik alati võtta arvesse pestitsiidi kasutusjuhendis või pakendil antud soovitusi. Samas on aga sageli olemas vastuolu: elloetletud soovitusel lähtuvad sellest, et pestitsiidi toime oleks suurim, kuid enamasti ei arvestata triivi võimalusega, eriti siis, kui tuleks pritsida väikeste piiskadega – need on aga väga triivialtid.

Piisad lenduvad seda kaugemale, mida väiksemad need on ja mida tugevam on tuul (joonis 3.2.2, Lavonen, 1998). Väikesed, 0,05–0,1 mm läbimõõduga piisad võivad ka nõrga tuulega kanduda sadade meetrite kaugusele. Kuid ka suurema läbimõõduga piisad võivad tuulega kanduda meetrite kaugusele ja põllu serval pritsimisel külgtuulega naaberpõllule või veekokku.

Ka TeeJet (2014) hoiatab, et väikesed piisad läbimõõduga alla 150 µm võivad kergesti lenduda. Tabelis 3.2.4 on esitatud laserseadmel saadud mõõtmistulemused, mis näitavad kui suur võib olla erinevate otsakute kasutamisel alla 150 µm suuruste piiskade osatähtsus. Selgub, et erinevate otsakute vahel on suured erinevused: tavaotsakutel (XR) on see näitaja suurim – 3 baarise rõhuga pritsimisel võib alla 150 µm suuruste piiskade kogumahu osatähtsus ulatuda peaaegu kolmandikuni. Seevastu venturi otsakutega (näiteks AIXR, AITTJ60, AI) pritsimisel on madalamal rõhul (1,5 baari) alla 150 µm piiskade osatähtsus peaaegu olematu ja tavalisel pritsimisrõhul võrreldes tavaotsakutega kordi väiksem.

Kuid pihuses ei ole piisad kunagi ühesuguse suurusega. Nende jaotumisest suuruse järgi annab ettekujutuse piiskade läbimõõdu mahuline mediaan VMD (Volume Median Diameter). Näiteks VMD 350 µm näitab, et 50% ehk pool pihustatud vedeliku mahust on piiskadena, mille läbimõõt on võrdne või väiksem kui 350 µm ja 50% suurem kui 350 µm (joonis 3.2.3). Piiskade jaotumist pihuses suuruse järgi iseloomustatakse veel tähistega VD10 ja VD90. Kui näiteks pihusti või otsaku tehnilistes andmetes on antud, et VD10 on 212, siis tähendab see seda, et pritsitud vedeliku mahust 10% on piiskadena, mis on väiksemad kui 212 µm. Kui on antud, et VD90 on näiteks 485, siis tähendab see seda, et pritsitud vedeliku mahust 90% on

piiskadena, mis on väiksemad kui 485 µm ja järeljäänud ülejäanud 10% vedelikust on suuremate piiskadena.

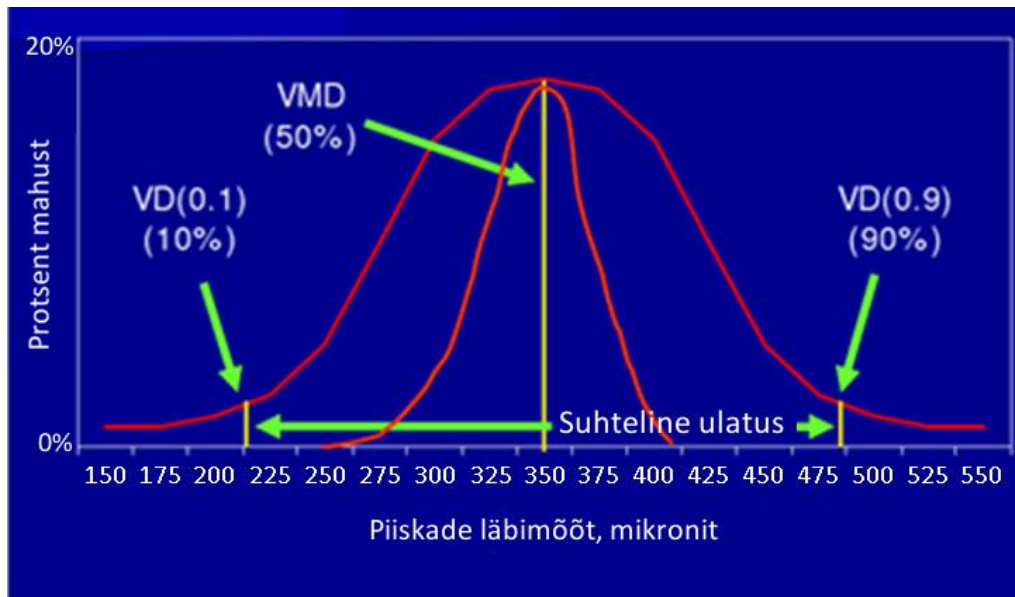


Joonis 3.2.2. Piiskade lendumiskaugus sõltuvalt tuule kiirusest ja piiskade suuruselt.

Tabel 3.2.4. Ligikaudne pihusemaht protsentides, milles piiskade suurus on alla 150 µm

Otsaku tüüp ja mark (pritsimisvedeliku jõudlus 1,16 l/min)	Pritsimisrõhk, baari	
	1,5	3,0
XR – Extended Range TeeJet, 110°	19	30
TT – Turbo TeeJet, 110°	4	13
TTJ60 – Turbo TwinJet, 110°	3	10
TF – Turbo FloodJet	2	7
AIXR – Air Induction XR, 110°	2	7
AITTJ60 – Air Induction Turbo TwinJet, 110°	1	6
AI – Air Induction TeeJet, 110°	-	5
TTI – Turbo TeeJet Induction, 110°	<1	2

VMD sõltub: rõhust – suuremal rõhul on väiksem, ja pihusti otsakust – suurema avaga otsakul on VMD suurem. Seega nii rõhu muutmine kui otsaku vahetamine muudab piiskade suurust, mistõttu konkreetsele olukorrale vajaliku suurusega piiskade saamine nõuab häid teadmisi ja kogemusi. Meilgi väga levinud Lechleri pihustite tootja on oma prospektides ära toonud ka graafiku, kus on võimalik mõne pihustitüübi puhul ligikaudselt hinnata piiskade suurust vastavalt töörežiimile (hektarinorm, liikumiskiirus, rõhk ja otsaku jõudlus).



Joonis 3.2.3. Erineva suurusega piiskade mahulisi jaotumisi pihuses kui VMD on 350. Võrdse VMD puhul võib jaotumisulatus olla erinev (Bretthauer, 2011).

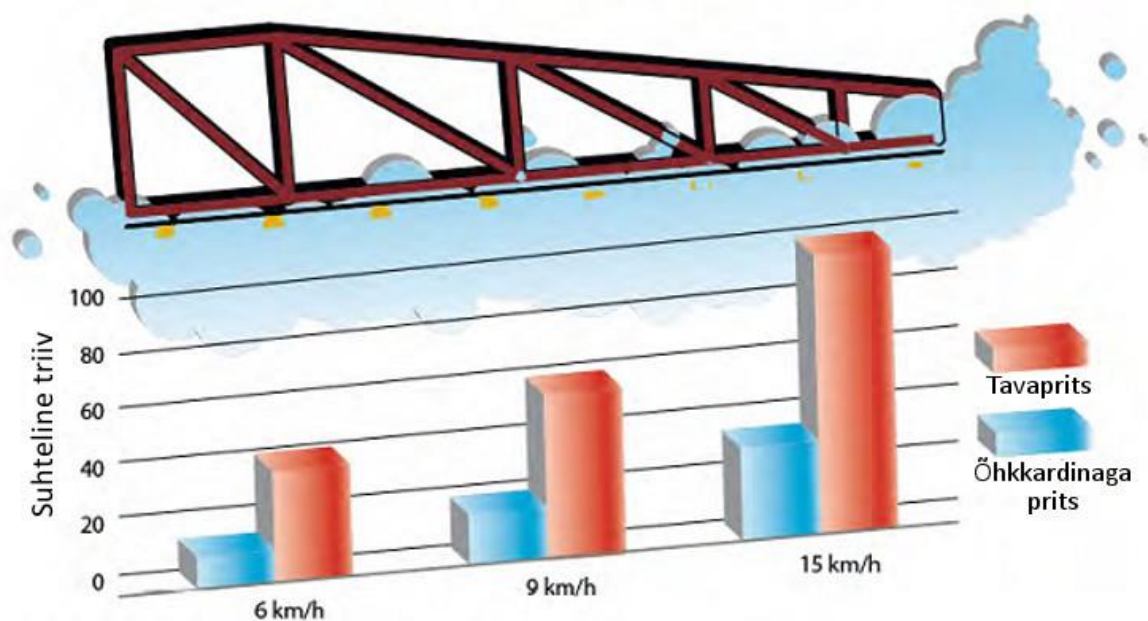
Et saada üldisemat ettekujutust ühe või teise otsaku tekitatavate piiskade suuruse kohta vastavalt rõhule on kasutusel piiskade suurskategoriad (tabel 3.2.5). Ameerika standardi klassifikatsioon erineb tabelis toodud Euroopas levinud klassifikatsioonist piiskade mõõtmelt. Pihustifirmad kasutavad seda otsakute tabelites, kus lahtrid on tehtud värviliseks vastavalt sellele, millise suurusega piisad ühel või teisel tekivad. Suurskategoriad ei iseloomusta pihustatud vedeliku kogumahust tekkinud kõikide piiskade suurust, vaid ainult 80% piiskade suurust.

Tabel 3.2.5. Piiskade suurskategoriad

Piiskade suurskategoria	Inglisekeelne tähistus	Värv	Ligikaudne VMD, mikronit
Väga väikesed	VF (Very fine)	Punane	<100
Väikesed	F (Fine)	Oranž	100–175
Keskmised	M (Medium)	Kollane	175–250
Suured	C (Coarse)	Sinine	250–375
Väga suured	VC (Very coarse)	Roheline	375–450
Eriti suured	XC (Extremely coarse)	Valge	>450

3.3. TÕÕKIIRUS

Tavaotsakutega pritsimisel ei tohiks töökiirus olla suurem kui 6 km/h (Balsari et al, 2015). Suuremal kiirusel pritsimiseks tuleks kasutada õhkkardinaga pritsi (joonis 3.3.1), venturi otsakuid või muid triivi vähendavaid vahendeid. Suurel töökiirusel tekib pritsi ümber ja taga turbulents, mis takistab piiskade laskumist taimele.



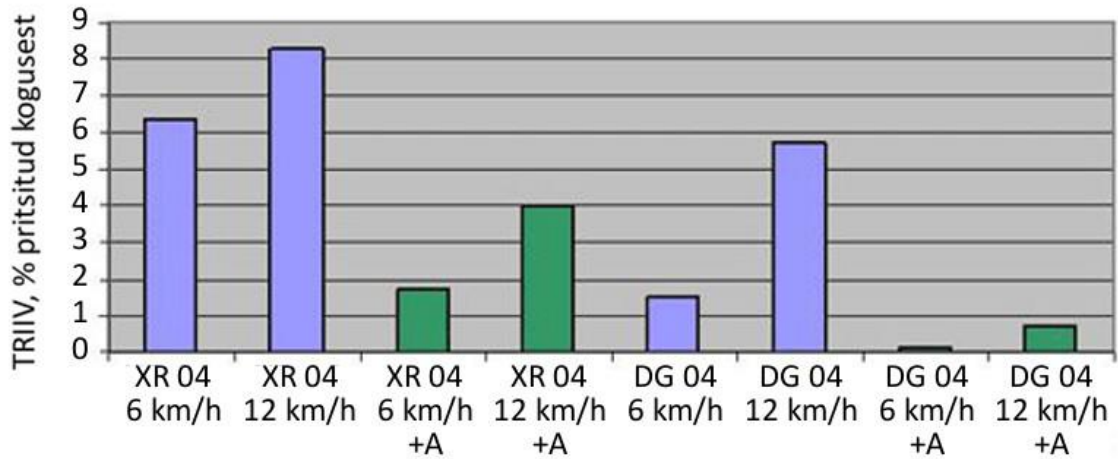
Joonis 3.3.1. Triivide võrdlus tava- ja õhkkardinaga pritsi kasutamisel erinevatel töökiirustel.

Otsakud: ISO-F025, rõhk 2 baari. Tuule kiirus 2–4 m/s.

Pritsimisvedeliku kulu kiirusel 6 km/h – 160,
 kiirusel 9 km/h – 110 ja kiirusel 15 km/h 65 l/ha
 (Twin..., 2014)

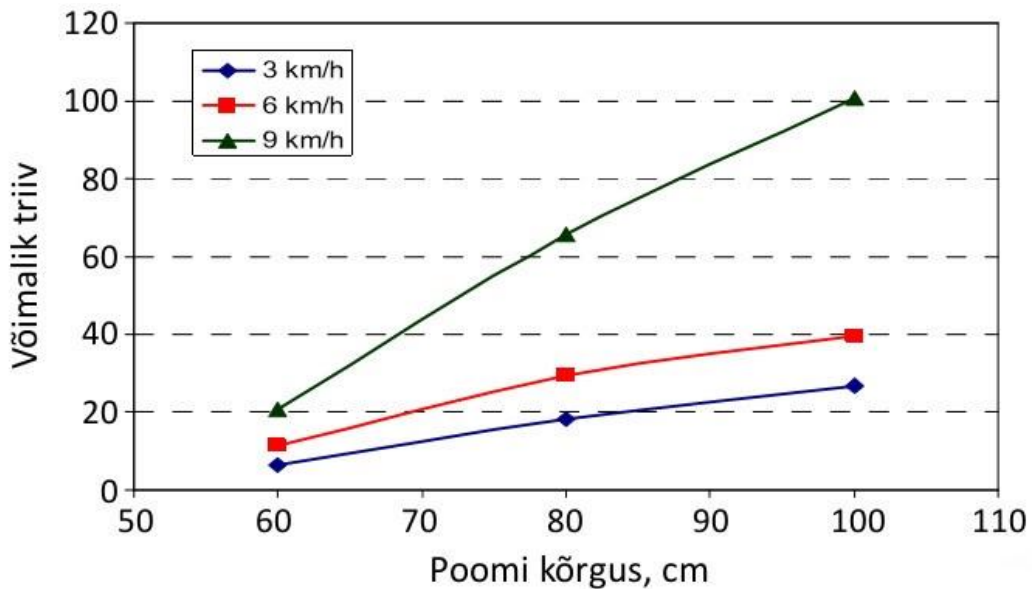
Wageningeni Ülikoolis läbi viidud katsetes võrreldi triivi sõltuvust tava- ja vähemtriiviga otsakutest kahel töökiirusel õhkkardinaga ja õhkardinata pritsiga kartulipõllu pritsimisel (Stallinga et al, 2004). Triivi mõõdeti põllu kõrval taimestikuta alal. Kõige suurem triiv oli tavaotsakutega XR 04 pritsimisel õhkardinata pritsiga töökiirusel 12 km/h (joonis 3.3.2). Õhkardinaga pritsimisel samade otsakutega samal töökiirusel oli triiv kaks korda väiksem. Külalalki oluliselt oli triiv väiksem, kui pritsiti vähemtriiviga otsakutega DG 04 ja kui poomi otstes olid ääreotsakud. Peaaegu olematu oligi triiv nende otsakutega pritsimisel õhkkardinaga pritsiga. Ilmekalt tuli katsetes esile õhkkardina toime suuremal töökiirusel – siis oli triiv väiksem isegi tavaotsakutega pritsimistriivist väiksemal töökiirusel.

Katsetulemustest järeldati, et väiksematel töökiirustel on pritsimiseefekt stabiilsem. Suurematel töökiirustel väheneb piiskade tungimine taimestikku. Suurematel töökiirustel tuleb hektarinormi tagamiseks kasutada suurema numbriga otsakuid, mis tekitavad suuremaid piisku, mistõttu väheneb pihusekatvus. Suurematel töökiirustel võib poomi kõikumine ja lengerdamine olla suurem, mis omakorda vähendab pritsimise ühtlikkust. Suurem ratas, vedrustusega telg ja laiem rööbe muudavad pritsi ebatasasustel stabiilsemaks. Ka rehvirõhu alandamine vähendab ebatasasuste mõju. Rehvirõhu seadmisel tuleb juhinduda rehvi tootja nõuetest mõjuva koormuse ja soovitud kiiruse korral vajalikust rõhust.



Joonis 3.3.2. Triivi suurus sõltuvalt töökiirusest, õhkkardinast ja otsaku tüübist. +A – õhkkardinaga prits, (Stallinga et al, 2004).

Torino Ülikoolis läbi viidud katsetes selgitati võimalikku triivi sõltuvalt töökiirusest ja poomi kõrgusest pritsimisel tavaotsakutega (Balsari et al, 2015). Tulemused on esitatud joonisel 3.3.3. Ka neist katsetest selgus, et triiv on väiksem, kui liikumiskiirus jääb 6 km/h ligidusse, kiirusel 9 km/h on triiv oluliselt suurem ja sõltub ka poomi kõrgusest rohkem. See ja varemtoodu (joonis 3.3.2) näitavad veenvalt, et suurematel kiirustel tuleb pritsida vähemtriiviga otsakutega ja õhkkardinaga pritsiga.



Joonis 3.3.3. Triivi võimalik suurus sõltuvalt töökiirusest ja poomi kõrgusest pritsimisel tavaotsakutega 110 02 (Balsari et al, 2015).

3.4. ABIAINED

Pestitsiidide parema tõhususe tagamiseks on üldtuntud ja põllumajanduses laialt kasutatavaks võtteks vajalike abiainete lisamine töölahusesse. Need suurendavad preparaadi kleepumist taimedele, sobiva koostisega on võimalik suurendada tõhusust ebasobivate ilmastikutingimuste korral jne. Mõned neist toimivad kui töölahuse paksendajad, mispuhul tõuseb suuremate piiskade osakaal ja samal ajal väheneb väiksemate piiskade arv – see loob teatud võimalused triivi vähenemiseks. Samas – õlidel baseeruvate kandurainete puhul kalduvad piisad lenduma kaugemale kui vesialusel baseeruvate kandurainete puhul. Õlialusel piisad on tavaliselt väiksemad ja kergemad ning jäävad õhus kauemaks hõljuma, kuid aurustuvad aeglasemalt (Sumner, 1997).

Torino Ülikoolis viidi abiaine mõju täpsustamiseks läbi mõõtmised kolme erineva suurusega lehvikipihustiga erinevatel rõhkudel ja piisasuurustel (tabel 3.4.1). Selgus, et juba 0,05% line kleepaine sisaldus pritsimisvedelikus suurendas piiskade mahulist mediaandiametrit (VMD) 8–21%. Kleepaine kaks korda suurem annus suurendas VMD-d ainult veidi rohkem: 12–27% (Balsari et al, 2014). Põhja Dakota Ülikooli uurimustes leiti, et abiainete mõjul võib piiskade triiv allatuult väheneda 50–80% (Hofman, et al, 2001).

Tabel 3.4.1. Abiaine lisamise mõju piiskade suurusele

Otsak	Rõhk, baari	Piiskade maht	VMD – piiskade mahuline mediaandiameter, mikronit		
			Puhas vesi	Vesi + taimsel õlil põhinevat kleepainet	
				0,05%	0,1%
XR 01	5	Peened	138	166	176
XR 03	3	Keskmised	238	289	299
XR 06	1	Jämedad	433	468	487

4. PRITSIMISKADUDE TEHNILISI VÄHENDAMISVÕIMALUSI

Pritsimiskadude tehnilistest vähendamisvõimalustest nimetagem eelkõige pihusteid ja otsakuid – nende valik on viimastel aastatel muutunud küllaltki rikkalikuks ja võimaldab pestitsiidide efektiivsemalt kasutada, sh vähendada pihustatud pritsimisvedeliku triivi, näiteks erinevad venturi, kaksiklehvik-, pneumo-, otsa- jt pihustid ning otsakud. Eestis on erinevaid otsakuid seni kasutatud piiratult. Oluliselt võib triiv väheneda õhkkardinaga poomi kasutamisel. Nii pritsimisühtlikkuse kui triivi seisukohalt on oluline poomi stabiilsus; mitmetel tänapäevastel pritsidel on võimalik lisaseadmena saada kõrgusautomaatika. Masinamüüjad reklaamivad pritsidele ka pritsimisnormi automaatset hoidmist liikumiskiiruse muutumisel, kuid ei anta (või ei teata) lubatavaid kiirusvahemikke, mistõttu ülemäärasel kiirusel võib juhtuda, et pritsimisvedelik pihustatakse peeneks uduks, mis haihtub sihtkohta jõudmata või lendub minema.

Üldteada on asjaolu, et soovituslikud pritsimisnormid taimekaitsetööl on kuni 2 korda suuremad sellest, mis on tegelikult vaja konkreetse kahjustaja hävitamiseks. Sellise olukorra põhjuseks võib pidada pritsimisühtlikkuse suurt varieerumist ja pritsimisvedeliku kadu mit-

mesugustel põhjustel. Taani Põllumajandusteaduste Instituudis läbi viidud uurimuste kohaselt võib tehniliselt korras pritsi oskuslikul kasutamisel saada ka vähendatud pritsimisnormiga hea tulemuse – sellega väheneb nii keskkonna saastamise oht kui hoitakse kokku kulutusi.

4.1. PIHUSTID

Pihustid ja otsakud on taimekaitsepritside juures üks olulisemaid komponente, nende õigest valikust ja kasutamisest sõltub töö tulemuslikkus. Nende õigele valikule aitab kaasa teadmine, mida tähendavad otsakutel olevad tähed ja numbrid. Otsakul peab olema esitatud:

- 1) tootja;
- 2) otsaku tüübi tähis – ID, LU, AD jne;
- 3) number, mis näitab pihustusnurka – 80, 110, 120 vm;
- 4) otsaku suuruse number, mis näitab tootlikkust: näiteks: 03 – tähendab, et otsaku jõudlus on 0,3 ameerika gallonit minutis rõhul 40 PSI. 1 ameerika gallon on 3,78541 liitrit ja 1 PSI on rõhk 1 nael ruuttollile ehk 0,0703 baari, seega otsaku tähisega 11003 pihusenurk on 110 kraadi ja tootlikkus rõhul 2,8 baari on 1,13562 l/min minutis.

Otsakuid valmistatakse erinevatest materjalidest, ka see peab olema tähistatud.

Otsakute materjali tähistusi:

- P või POM – polümeer;
- S – roostevaba teras;
- HSS – karastatud roostevaba teras;
- C või K – keraamika;
- B – messing.

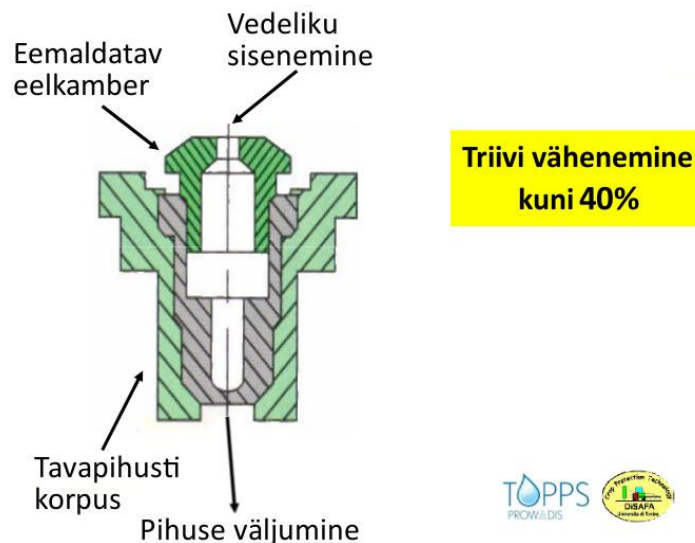
Standardiga ISO 10625 on kehtestatud otsakute värvikood, mis võimaldab otsaku värvi järgi kindlaks teha uue ja kulumata otsaku jõudluse (tabel 4.1.1).

Tabel 4.1.1. Pihustiotsakute värvikood ja vedeliku jõudlus vastavalt standardile ISO 10625:2005

Värv	Otsaku suurus	Nimijõudlus rõhul 3 baari, l/min
Oranž	01	0,4
Roheline	015	0,6
Kollane	02	0,8
Violetne	025	1,0
Sinine	03	1,2
Punane	04	1,6
Pruun	05	2,0
Hall	06	2,4
Valge	08	3,2

Tava- ehk universaalotsakud on seni veel enimlevinud tüüp. Lechleri tooted on tähisega **LU**, TeeJetil **XR** ja Hardil **ISO F**. Rõhk ei tohiks nendega pritsimisel olla üle 2,5 baari. MVD on 04 ja suuremate otsakutega pritsimisel vahemikus 200–300 mikronit. Suurema rõhuga pritsimisel tekib palju peeneid, triivialteid piisku – seda just väiksema avaga otsakute kasutamisel. Saksamaal ei soovitata seetõttu neid eriti kasutada (Knewitz, 2014).

Ohutum, tulemuslikum ja säästlikum on pritsida nn **vähemtriiviga (antidrift) otsakutega**. Lechleri tooted on tähisega **AD**, TeeJetil **DG** ja Hardil **LD**. Tavaotsakutest erinevad need otsakusse integreeritud nn eelkambriga (joonis 4.1.1), milles rõhk väheneb ja seetõttu moodustub oluliselt vähem väikseid piisku – triiv võib olla kuni 40% väiksem. Soovitatav rõhk pritsimisel on 1,5–2,5 baari. MVD jääb 03 ja suuremate otsakute korral vahemikku 200–400 mikronit.

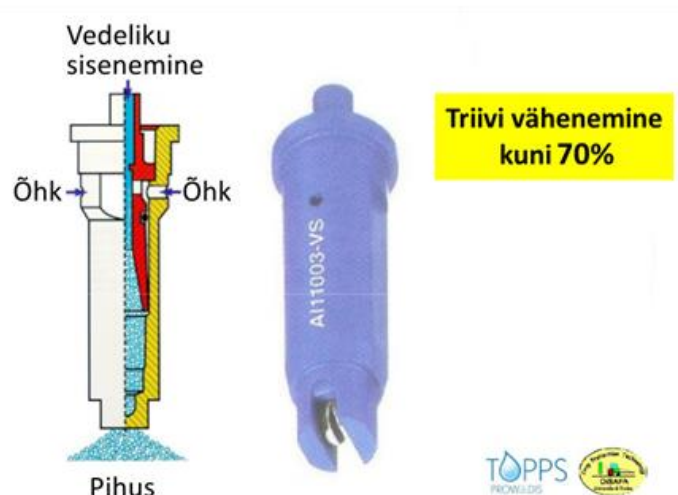


Joonis 4.1.1. Eelkambriga, väiksemat triivi võimaldava otsaku skeem (TOPPS, TeeJet).

Venturi (air-induction) otsakud on eelkirjeldatutest põhimõtteliselt erinevad. Nende kes on külgavad, mille kaudu venturi efekti toimetel imetakse sisse õhku, mis seguneb pritsimisvedelikuga, tulemusena moodustuvad mullid ehk mullpiisad (joonis 4.1.2). Kuna pihustikambris rõhk langeb, siis moodustub peeneid piisku vähem, mis on eeliseks võrreldes tavatsakutega pritsimisel.

Esimesena hakkas venturi otsakuid tootma Agrotop margiga **TurboDrop**. Samast, esimese põlvkonna venturi otsakutest on tuntud veel TeeJeti **AI** ja **AIC**, Agrotopi **AVI**, Hardi **ISO Injet** ning **ISO MINIDRIFT** ja Eestis eriti levinud Lechleri **ID** tähistusega otsakud. VMD on neil otsakutel orienteerivalt vahemikus 380–500 mikronit.

Teise põlvkonna venturi otsakud on lühemad (kompaktsemad) ja töötavad väiksema rõhuga, piisad on võrreldes pikkade venturi otsakutega väiksemad. Agrotopi tähistus on **Airmix**, Lechleril **IDK**, Hardil **MD**, TeeJetil **AIXR** ja Hyproil **Guardian Air** ning **ULD**. Kõik kompaktsed venturi otsakud töötavad hästi juba alates rõhust 1–1,5 baari, soovitatavalt tuleks pritsida siiski rõhuga 2–3 baari, kõrgemal rõhul tekib peeneid, triivialteid piisku rohkem.



Joonis 4.1.2. Venturi otsakutega pritsimisel võib triiv olla kuni 70% väiksem kui tavaotsakutega pritsimisel (Balsari et al, 2014).

Kolmanda põlvkonna venturi otsakud on välimuselt eelmistele sarnased, kuid nende sisemine disain on selline, et madalamatel rõhkudel on piiskade suuruspektter veel jämedamapiisalisem kui algvariantidel. Lechleril on nende tähistuseks **IDN** ja **IDKN** (mõlemal on küljel valge triip) ning Agrotopil **AirMix Nodrift**. Otsaku IDN tööõhuks soovitatakse 4–6 ja IDKN-le 2–3 baari. MVD on suurusel 025 ja suurematel ligikaudu 380–750 mikronit. Lechler täiustas hiljuti ID-seeria otsakuid, uute tähiseks on **ID3** ja soovitatud rõhuks 4–6 baari. ID3 seeria otsakud on JKI poolt ka tunnustatud kui vähemtriivi võimaldavad (vt lisa 1).

Nagu eeltoodust selgub, on venturi otsakutega pritsimisel triivi võimalus oluliselt väiksem kui tavaotsakutega pritsimisel, see on visuaalselt hästi jälgitav ka põllul (joonis 4.1.3).



Joonis 4.1.3. Piiskade lendumine tava- (vasakul) ja venturi otsakutega pritsimisel

Eestis suhteliselt vähekasutatav pihustitüüp on **deflektorpihusti** (joonis 4.1.4), milles vedelikuga pihustub pörkimisel deflektorpinnaile, tekib lai õhuke lehvik. Neid on mitmeid erineva kujundusega, näiteks Teejeti **Turbo Floodjet** ja **Turbo Teejet** (TT) ning viimase venturi variant **TTI**, millega madalal rõhul pritsimisel võivad piisad olla isegi millimeetrist suuremad.

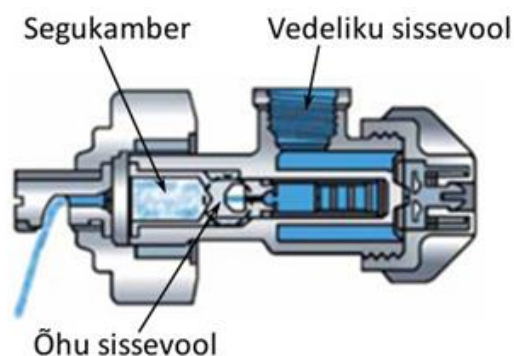
Deflektorpihustit **Syngeta 130-05** pakub Lechler tähistusega **PRE 130-05** tärkamiseelseks pritsimiseks. Nagu tähistusest välja võib lugeda, on pihusenurk 130 kraadi, seega on pihus laiem ja võimaldab triivi vähendamiseks pritsida madalama poomiga. Pihustid Syngeta 130-05 ja PRE 130-05 on JKI poolt tunnustatud kui triivi kuni 95% vähendamist võimaldavad – vastavalt soovitatud rõhule.

Deflektorpihustid tekitavad võrreldes teiste vähemtriiviga pihustitega rõhul 1-3 baari mõnevõrra suuremaid piisku. MVD on suurusel 03 ja suurematel vahemikus 250-450 mikronit.



Joonis 4.1.4. Deflektorpihustiga pritsimisel võib triiv olla võrreldes tavapihustiga kuni 30% väiksem (Balsari et al, 2014).

Hüdropneumopihustis (*Twin Fluid*) segunevad surve all pritsimisseguga ja suruõhk (joonis 4.1.5). Twin Fluid pihustid võimaldavad vooluhulka ja piiskade suurust reguleerida üksteisest sõltumatult, kuid suuremate piiskade korral võib halveneda pritsimisühtlikkus. Need pihustid võimaldavad triivi vähendamiseks reguleerida pritsimise ajal piisad suuremaks ohukohtades, näiteks põlluserval, veekogu lähedal naaberpõllu kõrval jm, seega langeb ära vajadus pihusteid vahetada. Piiskade suurus sõltub suruõhu rõhust ja varieerub piires 100–600 mikronit. John Deere hüdropneumopihustite tähistus on **Twin Fluid** ja TeeJetil **AirJet**, mõlemad on JKI tunnustanud kui triivi vähendamist võimaldavad (vt lisa 2).



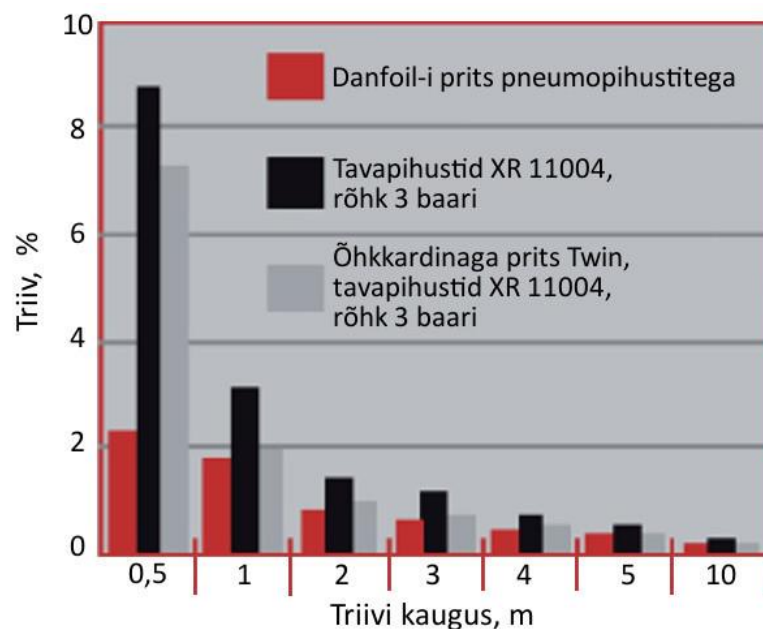
Joonis 4.1.5. Hüdropneumopihusti läbilõige.

Pneumopihustis toimub pihustamine pritsimisvedeliku joale suunatud tugeva õhuvoolu toimel. Danfoli pritsidel kasutatavatel **Eurofoil** pihustitel (joonis 4.1.6) juhitakse vedelik keelekesele, millelt ümbritsev õhuvool pritsimisseguga kaasahaarates pihustab ja piisad taimestik-

ku kannab. Piiskade sisseviimine taimestikku on väga hea, sest õhuvool avab taimiku. Ühtlasi väheneb siis oluliselt triiv, sest tuul ei saa piiskade lendu mõjutada. Triivi võib siiski esineda taimestikuta põllu pritsimisel, sest ilma õhuvooluta ei ole pritsimisvedeliku pihustamine võimalik. Taanis, Flakkebjergis läbi viidud erapooletutes võrdluskatsetes selgus, et Eurofoili pihustitega pritsimisel on triiv ümmarguselt kaks korda väiksem kui tavapritsiiga pritsimisel ja oluliselt väiksem ka kui õhkkardinaga pritsi kasutamisel (joonis 4.1.7). Erinevused on suuremad pritsi lähedal, kaugemal on need väiksemad. JKI on tunnustanud Eurofoili pihusti kui 75% triivi vähenemist võimaldava, seda hektarinormil 70 liitrit, õhuvoolu rõhul 70 mm vee-sammast, taimestiku kõrgusel vähemalt 30 cm ja poomi kõrgusel 50 cm (Verzeichnis..., 2015).



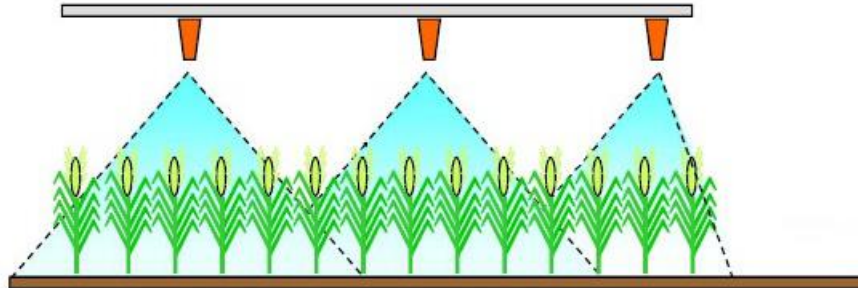
Joonis 4.1.6. Eurofoil pneumopihusti skeem.



Joonis 4.1.7. Eurofoili pihustitega pritsimisel on triiv oluliselt väiksem kui tavapihustitega ja õhkkardinaga pritsimisel (Danfoil, 2000).

Ääreotsakud moodustavad eraldi rühma – need on kasutamiseks poomi otstes viimastes pihustites põldude äärte ja veekogude kallaste pritsimisel. Nende pihus on ebasümmeet-

rilise kujuga – üks pool on nagu ära lõigatud (joonis 4.1.8), mistõttu pritsitav ala on täpselt piiritletud ja triivi võimalus kõrvale on 10–20% väiksem. Järgmisel töökäigul tuleb äärepihusti otsak asendada tavalisega, sest muidu jääb töökäikude ülekate puudulikuks ja kannatab pritsimise põiksuunaline ühtlikkus. Lihtsam on pihustivahetust teha kobarpihustiga, kui selles ühte pessa paigaldada ääreotsakuga pihusti. Ääreotsakuga pritsimisel on pritsitav ala 20–30 cm kitsam – selle võrra võib agregaat liikuda põlluäärele lähemal .



Joonis 4.1.8. Ääreotsakutega pritsimine võimaldab vähendada triivi 10–20% (Balsari et al, 2014, TOPPS)

Ääreotsakute valikul tuleb silmas pidada nende jõudlust. Kuna kitsama lehviku tõttu jaotub pindalaühikule rohkem vedelikku, siis sama kulunormi tagamiseks tuleb valida ääreotsak üks number väiksem kui teised, Agrotopi ja TeeJeti puhul siis teist värvi. Teisiti on olukord Lechleri otsakutega – arvesse on võetud, et ääreotsakud on kitsama pritsimislaiusega ja vastavalt sellele on ääreotsaku jõudlus juba väiksem. See tähendab, et vaatamata ISO värvikoodile on Lechleri ääreotsaku jõudlus väiksem kui see ISO koodi järgi peaks olema. Ääreotsaku valimisel tuleks kindluse mõttes siiski konsulteerida firma esindajaga.

Tavalised ääreotsakud on Agrotopil **OC Excenterdüse**, **Albuz OCI**, Lechleril **OC** ja TeeJetil **UB**. Venturi tüüpi ääreotsakud on Agrotopil **TurboDrop OC**, **AVI-OC** ja **AirMixOC**, TeeJetil **AIUB** ning Lechleril **IS** ja **IDKS**.

Kaksiklehvikotsakud tekitavad sama jõudluse juures kaks lehvikut, seetõttu on pritsimisvedeliku väljumisavad väiksemad ja oht peenemate piiskade tekkimiseks ja triiviks suur. Selle vältimiseks tuleb pritsida väga madala rõhuga. Kaksiklehvikpihustusel sadenevad piisad paremini taimede mõlemale küljele. Lehvikud on kas sümmeetriliselt sama nurga all - 30 kraadi ette- ja 30 kraadi tahapoole, või erinevate nurkade all: 10 kraadi ette- ja 50 kraadi tahapoole või 30 kraadi ette- ja 70 kraadi tahapoole. Asümmeetriliste lehvikutega pihustid (*HiSpeed*) võimaldavad pritsida suurema liikumiskiirusega.

Erinevate kaksiklehvikotsakute piiskade suuruspektrid on erinevad. Suuremapiisalsed kaksiklehvikotsakud on Lechleril **IDKT**, Agrotopil **TDDF**, **CVI Twin** ja **AVI Twin** ning TeeJetil venturi tüüpi reflektorpihusti **AI 3070**.

Alapihustid (joonis 4.1.9) on riputatud elastse toruga poomi külge ja seega on nende tööasend maapinna lähedal. Alapihustitega saab pritsida reaviisiliselt kasvatatavaid kultuure. Alapihustite otsakuid võib ühe toru küljes olla mitu ja saadavad pihused võivad olla suunatud vastavalt töötlemise objektile ja eesmärgile erinevates suundades. Võrreldes tavapihustitega on alapihustitega pritsimisel piiskade jaotumus kogu taimestiku püstulatuses tunduvalt ühtlasem ja sadenemus raskelt ligipääsetavates kohtades, sh lehtede alumistel pooltel ja taimevarte alumistel osadel oluliselt parem. Põhiliselt on alapihusteid soovitatud köögiljатаimedele

pritsimiseks, kuid on soovitatud ka maisi ja kartuli pritsimiseks (joonis 4.1.10). Šveitsis läbi viidud katsetel selgus, et sibulate pritsimisel oli sadenemus lehtede alumistele pooltele kuni 45% suurem kui tavapihustitega pritsimisel, aedoa maapinnalähedastel vartel aga üle viie korra parem (Rüegg et al, 2013).



Pritsimiskadude, sh eriti triivi vähendamise seisukohalt on aga oluline see, et taimestiku sees ei saa tuul piisku ära kanda ja triivi praktiliselt ei ole.

Huvitav võimalus on pritsimine kombineeritult nii, et töötavad nii poomil olevad kui lisatud alapihustid, siis võib pritsimisvedeliku kulu jaotada selliselt, et 25% vedelikust pihustatakse poomipihustitega ja 75% alapihustitega – tulemuseks on piiskade ühtlane ruumiline jaotumine taimestikus (Basil, 2002). Triivi vähendamiseks peaksid poomipihustite otsakud olema sellised, et tekiks suuremad, vähem triivialtid piisad, alapihustite otsakud seevastu aga sellised, et tekitaksid peenemaid piisku.

Joonis 4.1.9. Alapihustid.

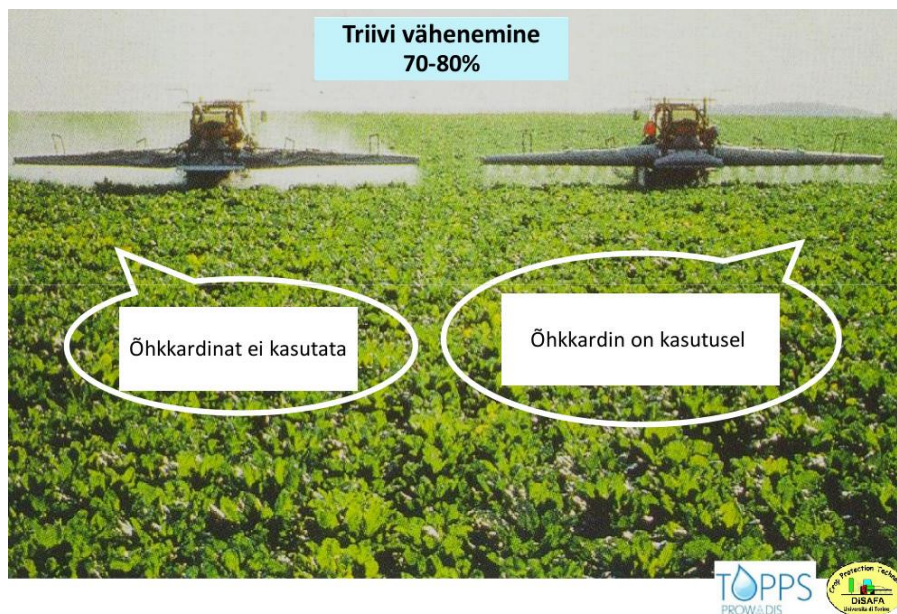


Joonis 4.1.10. Alapihustitega maisi ja kartuli pritsimine.

Kokkuvõtteks saab teha järelduse, et ei ole olemas universaalset pihustit või otsakut, mis sobiks igasse olukorda ja nagu eelnevast selgus, on erinevate pihustusmooduste ja pihustite vahel olulised erinevused. Vastavalt eesmärgile, pritsitavale objektile ja tingimustele tuleb püüda valida sobiv pihustusviis ja pihustid/otsakud.

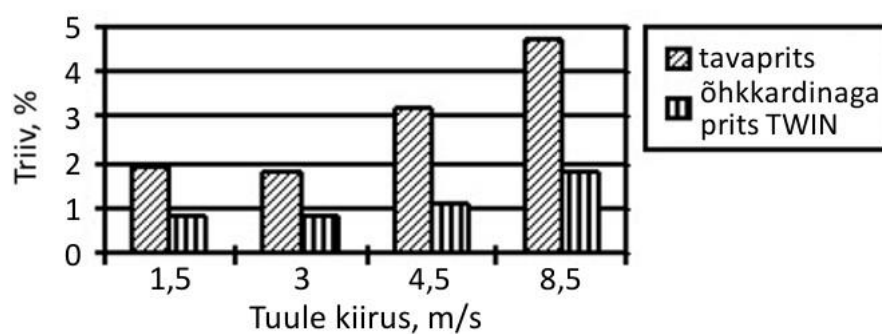
4.2. ÕHKKARDIN

Õhkkardin vähendab nii loodusliku kui agregaadid liikumisest tekkiva tuule mõju ja võimaldab pikendada pritsimiseks sobivat aega isegi kuni kaks korda (Taylor et al, 1989). Õhkkardinaga pritsidel võib ventilaatori õhu jõudlus olla 1400 kuni 2000 m³/h poomi meetri kohta. Võimalik triivi vähenemine tavaliste lehvikihihustitega võib olla kuni 50 ja venturi pihustitega kuni 75% (Balsari et al, 2015). On ka eeltoodust veidi erinevaid andmeid triivi vähenemise kohta (joonis 4.2.1).



Joonis 4.2.1. Õhkkardinaga pritsi kasutamisel on triiv juba visuaalselt oluliselt väiksem.

Triivi vähenemist õhkkardinaga pritsimisel võrreldes tavapritsiiga on uuritud ka erinevatel tuule kiirustel (joonis 4.2.2). Kui tavapritsi ja -pihustitega pritsimisel ei ole soovitatav enam töötada tuule kiirusel 3–4 m/s, kuna väiksemate piiskade triiv läheb ohtlikult suureks, siis õhkkardinaga pritsimisel tõuseb triiv samale tasemele alles tuule kiirusel 8–9 m/s. Veelgi enam – samalt jooniselt on näha, et õhkkarinaga pritsiga pritsimisel tuule kiirusel 8,5 m/s on triiv väiksem, kui tavapritsiiga pritsimisel tuule kiirusel 1,5 m/s.



Joonis 4.2.2. Triivide võrdlus pritsimisel tava- ja õhkkardinaga pritsiga tuule erinevatel kiirustel.

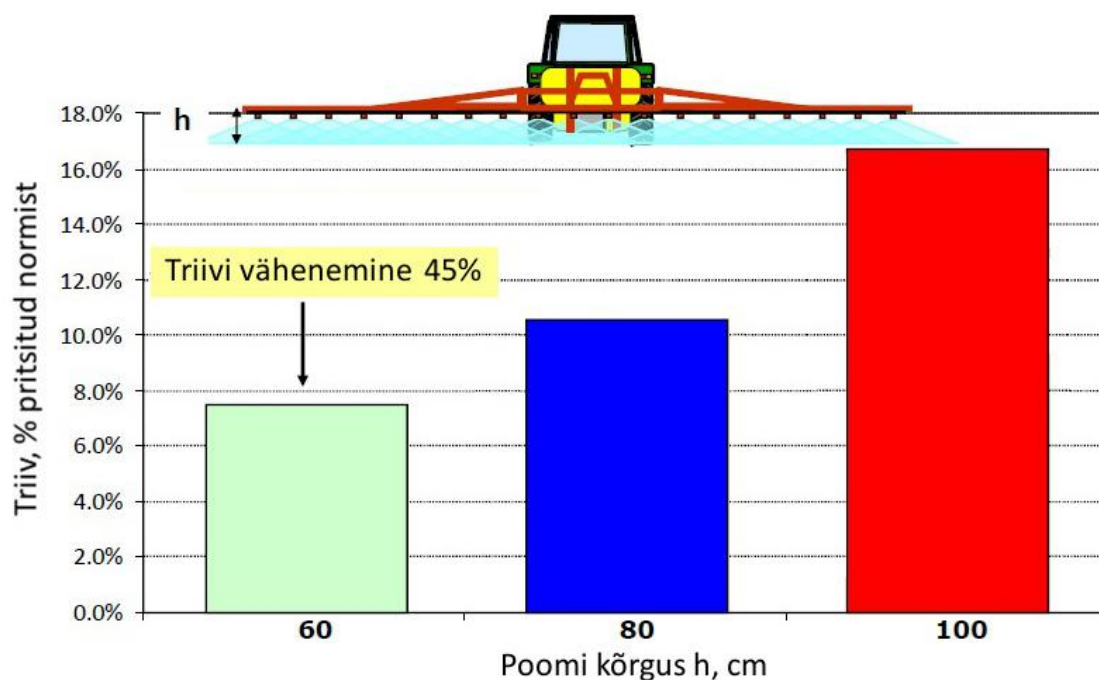
Pritsimisvedeliku kulunorm oli 100 l/ha, otsakud 4110-12, rõhk 2,5 baari, agregaaadi liikumiskiirus 7,7 km/h (Taylor et al., 1989).

4.3. POOM

Pritside tootjad soovivad poomi töökõrguseks ülemistest lehtedest või maapinnast (mullale pritsimisel) tavaliselt 50 cm – seda selleks et põiksuunalise hea pritsimisühtlikkuse saamiseks oleks tagatud pihuste vajalik ülekate. Selline poomi kõrgus kehtib 50 cm pihustivahe ja meil valdavalt kasutatavate 110 kraadise pihustusnurgaga otsakute kasutamisel. Kui kasutatakse 80 kraadise pihustusnurgaga otsakuid, siis peaks poomi kõrgus olema 70 cm. Turule on ilmunud pritsid, mille poomil on pihustivaheks 25 cm, mis võimaldab pritsida madalama – 40 cm kõrguse poomiga, mispuhul triivivõimalus on väiksem.

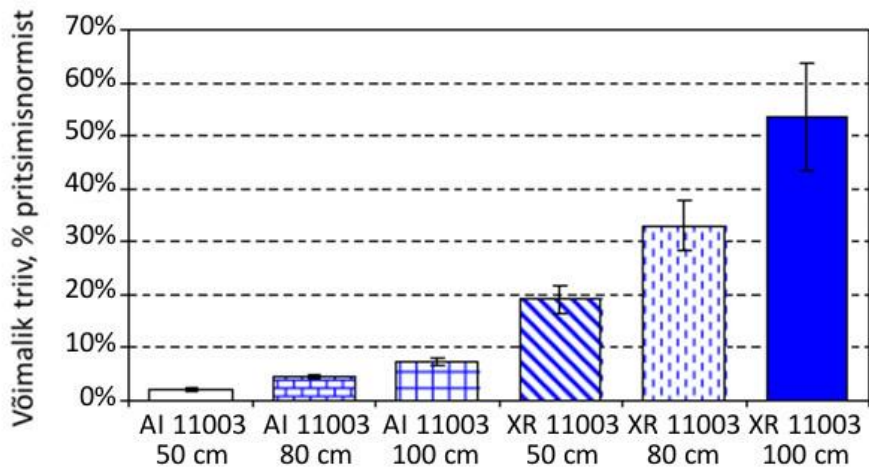
Danfoili pritsidel on pihustivahe sootuks väike – 15 cm, kuid pihustusnurk on ka väiksem. Poomi kõrguseks soovitatakse 60 cm, minimaalselt võib see olla 40 cm.

Tegelikkuses – kui on laiem poom või pritsitakse suurematel töökiirustel, tõstetakse poom selle võimalike vigastuste vältimiseks kõrgemale. Sellega kaasneb kohe oluliselt suurem triiv (joonis 4.3.1): näiteks 60 cm kõrguse poomi korral on võimalik triiv alla 8% pritsitud normist, 100 cm kõrgusel oleva poomiga pritsimisel aga üle 16%.



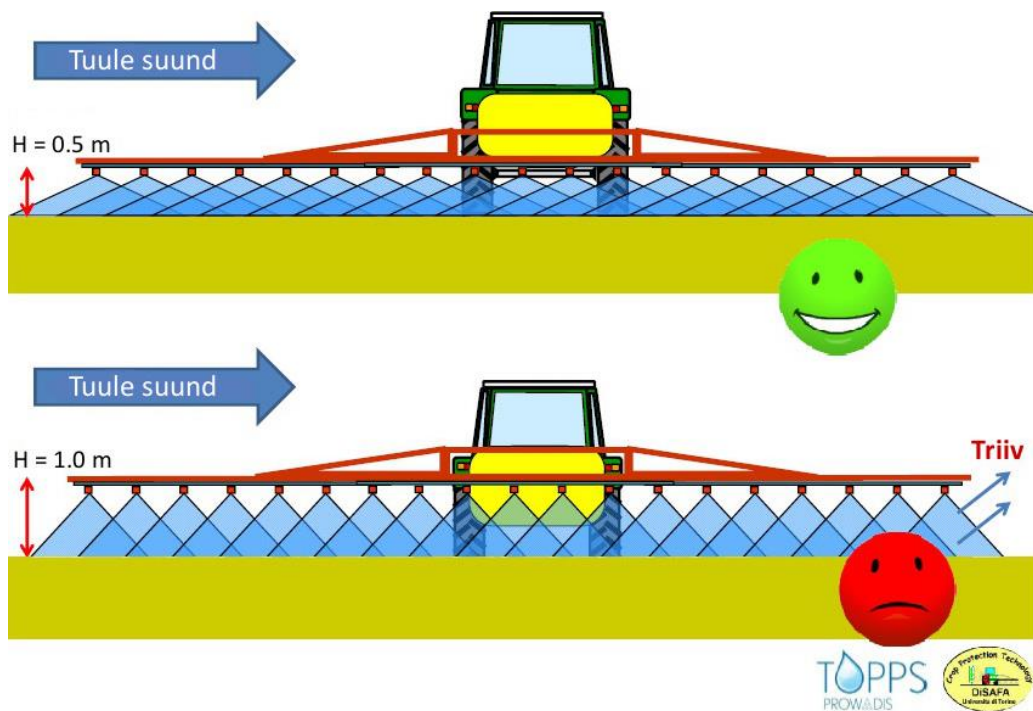
Joonis 4.3.1. Võimalik triiv sõltuvalt poomi kõrgusest pritsimise ajal.

Kui on vaja pritsida kõrgema poomiga, siis saab piiskade võimalikku triivi oluliselt vähendada või hoopis vältida otsakute valikuga (joonis 4.3.2). Tavaotsakutega pritsimisel võib 50 cm kõrgusega poomi korral kaotsi minna viiendik piiskadest ja meetri kõrguselt pritsimisel üle poole, siis venturi otsakutega pritsimisel on piiskade triiv kordi väiksem.



Joonis 4.3.2. Võimalik triiv erinevate otsakutega pritsimisel 10 m laiuse poomi erinevatel kõrgustel. (Balsari et al. 2007).
AI – venturi otsakud; XR – tavaotsakud.

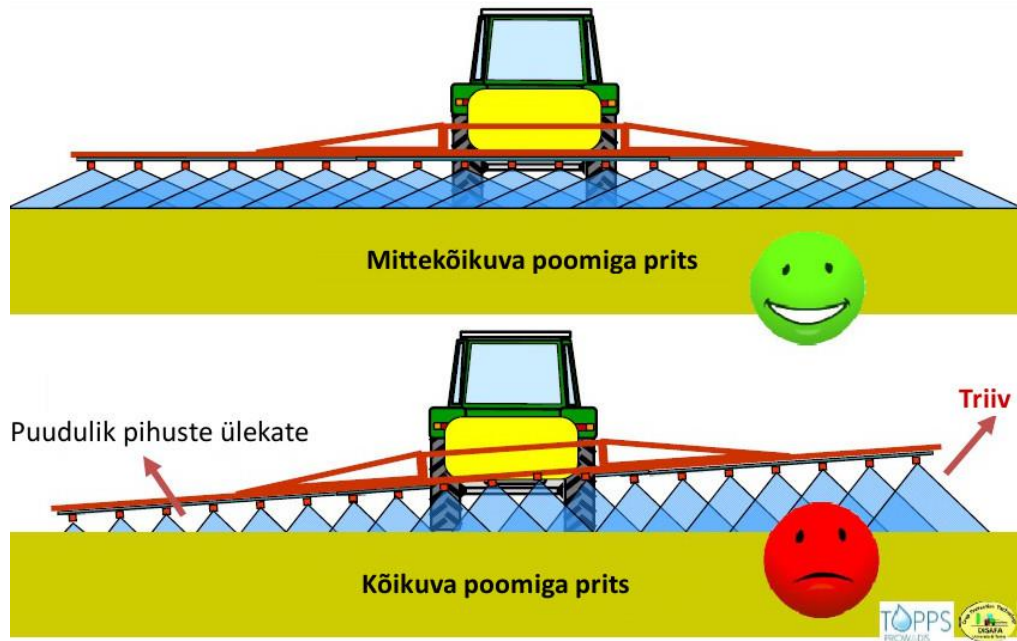
Külgtuule korral kanduvad piisad kõrvale, pritsimiseks mitte ettenähtud kohta – naaberpõllule, rohumaadele, metsa, veekogusse või mujale, seda eriti siis, kui pritsimisjärg on põllu äärtel (joonis 4.3.3).



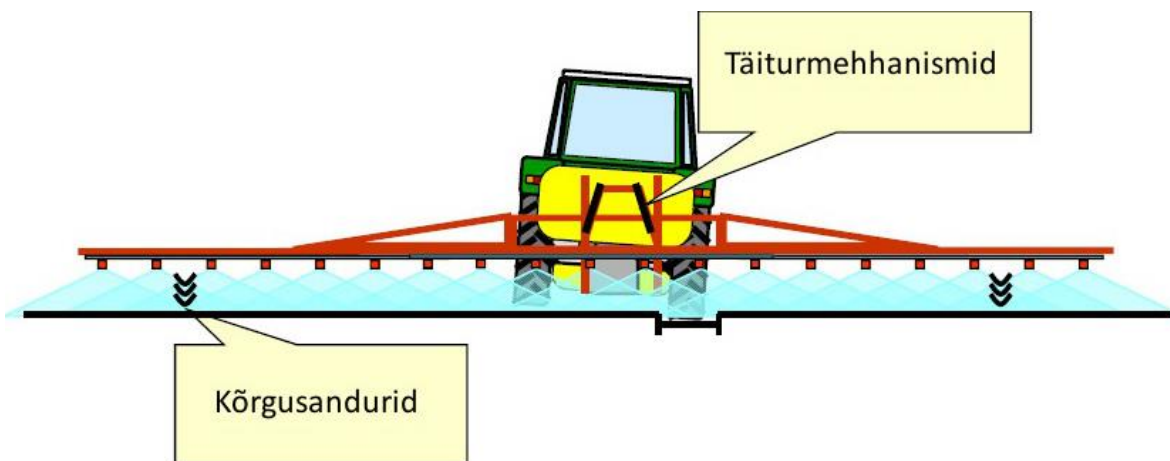
Joonis 4.3.3. Kõrge poomiga pritsimisel viib külgtuul piisad kõrvale.

Nii triiv kui pritsimise tulemuslikkus sõltuvad oluliselt ka poomi stabiilsusest – selle kõikumistest püstsuunas ja lengerdamistest rõhtsuunas. Poomi kaldumisel väheneb maapinnale

lähemal poolel pihuste ülekate, mistõttu tekkivad väiksema normiga või täielikult pritsimata ribad. Vastaspoolel, kus poom on kõrgemal tekib aga triiv – piisad kanduvad minema (joonis 4.3.4.). Poomi kõikumist aitavad vähendada poomi riputussüsteemi summutid (vedrud ja töökorras amortisaatorid) ja löögipuhvrid. Täiuslikum võimalus on poomi kõrgusautomaatika, kus poomi tiibade kõrgust jälgivad andurid, millelt saadud signaalide järgi riputussüsteemis olevad täiturmehhanismid hoiavad poomi soovitud kõrgusel (joonis 4.3.5).



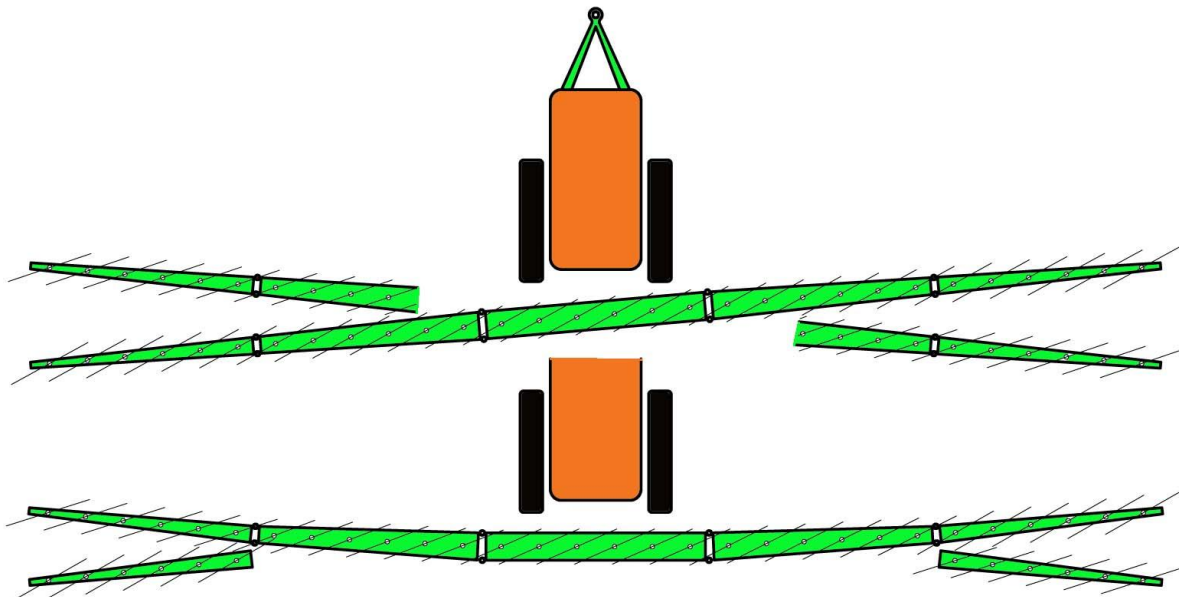
Joonis 4.3.4. Poomi kaldumised mõjutavad pritsimise ühtlikkust ja põhjustavad triivi.



Joonis 4.3.5. Poomi kõrgusautomaatika põhimõtteline skeem (TOPPS).

Poomi lengerdamine (joonis 4.3.6) on tavaliselt põhjustatud traktori juhtimisvigadest – kui ei sõideta sirgelt ja ühtlase kiirusega, kuid seda võib soodustada ka poomi nõrk konstruktsioon või liigendite kulumine. Poomi lengerdamisel on selle otsad mingil ajamomendil maapinna suhtes paigal, järgmisel momendil võivad aga liikuda mitmekordse kiirusega. Tulemuseks on see, et esimesel juhul saab töökäigu äärte aladel taimestik mitmekordselt suurema annuse pritsimisvedelikku, teisel juhul aga mitmekordselt vähem. Kokkuvõttes võib pritsimisühtlikkus väheneda kuni 50%. Triivi poomi lengerdamine oluliselt ei mõjuta.

Poomi valik on uue pritsi soetamisel oluline etapp. Nüüdisaegsed pritsid on võimalik komplekteerida üsna erinevate seadistega, mistõttu on oluline valida kasutusoludesse kõige enam sobivad lahendused. Kui mõned elemendid on hiljem hõlpsalt vahetavad-lisatavad (näiteks pihustikandurid või vahtmärgistid), siis alapihustite või lohitsa paigaldamise võimalusega tuleb juba masinat soetades arvestada.



Joonis 4.3.6. Poomi lengerdamine mõjutab pritsimisühtlikkust eelkõige töökäigu äärtel. (Amazone, 2008).

4.4. KATTED

Triivi saab oluliselt vähendada, kui kasutada poomil või pihustitel spetsiaalseid katted (joonis 4.4.1), mis hoiavad ära tuule mõju pihusele. Katte kuju oskuslikul valikul on võimalik kasutada tuult piiskade suunamiseks vajalikku kohta. Katete kasutamisel tuleb jälgida, et need ei kahjustaks taimikut ega koormaks üle poomi liigendeid.



Triivi vähenemine 80-90%



TOPPS
PROW&DIS



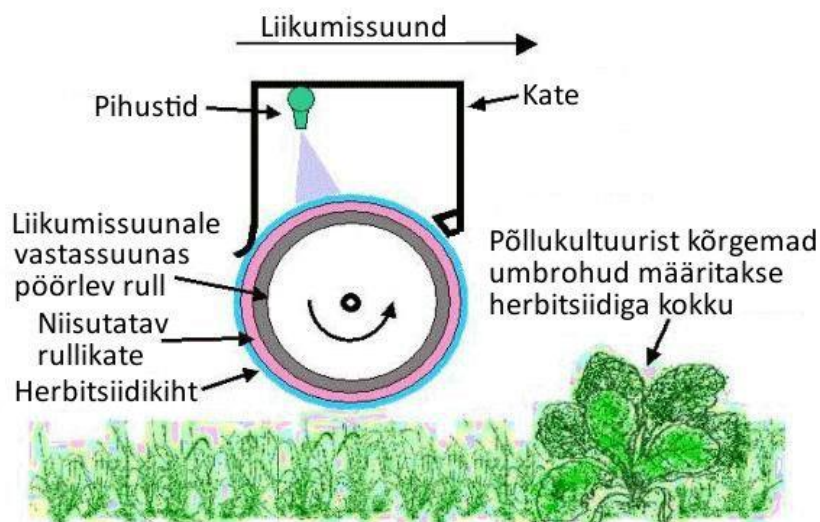
Joonis 4.4.1. Mitmesugused poomi või pihustite katted aitavad oluliselt vähendada triivi.

4.5. PINTSELDI

Arvatavasti kasutati (looduslikke) taimekaitsevahendeid kaua enne pihustavate pritside ilmumist lihtsalt nii, neid kallati taimedele või määriti taimed nendega kokku käsitsi kasvõi kõige lihtsama abivahendiga – näiteks riidelapi või pintsliga. Sellist moodust võib siis pidada üheks väga vanaks taimekaitsevõtteks. Tänapäeval on sellise mooduse kasutamine võimalik spetsiaalsete masinatega – pintselditega. Pintseldid on mõeldud põhikultuurist väljaulatuvate kõrgete umbrohtude tõrjeks.

Pintseldi põhiliseks tööseadiseks on pöörlev rull (joonis 4.5.1), mis on kaetud niisutatava kattega. Rulli kõrgus tööasendis reguleeritakse selliseks, et see puutub kokku vaid tõrjumisele kuuluvate taimedega. Pintseldite konstruktsioone on mitmesuguseid, algselt olid need väga lihtsad, kuid nüüd on ka selliseid, millel rulli katte niiskust hoitakse automaatselt – see ei tohi olla nii märg, et hakkab tilkuma. Toodetakse töölaiuste suures diapsoonis nii ripp- (joonis 4.5.2), poolripp- kui haakepintseldeid (sh ka väiketraktoritele ja ATV-dele sobilikke). Umbrohutõrjeks haljasaladel saab kasutada portatiivseid, käeskantavaid pintseldeid.

Umbrohutõrjel pintseldiga on pestitsiidi ärakandumise oht minimaalne.



Joonis 4.5.1. Pintseldi töötamise põhimõte (ROTOWIPER, 2015).



Joonis 4.5.2. Pintseldi traktori rippes (ROTOWIPER, 2015).

4.6. LOHITS

Lohitsa, originaalnimetusega „släpduk“, leiutas Haken Pettersson Rootsis ja seda toodab Viby Teknik (www.vibyteknik.se/pdf/slapdukeng.pdf). Plastiklehtedest lohits (joonis 4.6.1) kinnitatakse vedrustatud nelilülilmehhanismidega taimekaitsepritsi poomile. Pritsimisel painutab lohits taimestiku ülaosa allapoole soodustades selliselt piiskade jõudmist taimede alumistele lehtedele ja vähendades samaaegselt triivi. Pihustid paiknevad lohitsa peal, nende vahekaugus on 33 cm, see võimaldab pritsimiskõrguse vähendada 20 sentimeetrini, mis omakorda aitab triivi oluliselt vähendada. R.Lyseng (2010) viitab Ohio Ülikooli teadurite põhjalikele uurimustele lohitsa efektiivsusest, kes leidsid, et triiv võib väheneda isegi 95%. Wa-

geningeni Ülikoolis võrreldi triivi tavapihustitega XR 11004 õhkardinaga pritsil Hardi Twin ja lohitsal venturi pihustitega AI 110015, viimasel juhul oli triiv 83–99% väiksem (Stallinga, et al, 2004). Väga oluline on seejuures lohitsa ja pihustite kõrguse ning omavahelise asendi õige reguleerimine vastavalt liikumiskiirusele. Lohitsaga pritsimisel väheneb poomi kõikumine, sest osa poomi raskusest kandub lohitsa kaudu taimedele. Tuleb jälgida poomi konstruktsiooni tugevusvaru: lohitsa tekitatud takistus võib põhjustada deformatsioone või kaitseelementide tööle hakkamist. Suurematel kiirustel tekib taimede vigastamise oht, ka ei jõua piisad alumiste lehtedeni enne taimede üleskerkimist (Johnson, 2011). Ülalosundatud uurimustes on viidatud ka võimalusele vähendada lohitsaga pritsimisel pritsimisvedeliku kasutusmäära ilma et pestiidi toimeefekt väheneks. Samuti on leitud, et lohitsaga pritsimisel on piiskade sadenemus taimede alumistele osadele suurem, mis on omakorda toonud kaasa saagikuse mõningase tõusu. Eelistada tuleks lohitsa kasutamist kartuli ja teiste tugevavarreliste kultuuride pritsimisel. On oht, et kui põllul on juba haiguskoldeid, siis võib lohits haigus-tekijaid mehhaaniliselt levitada.



Joonis 4.6.1. Lohitsaga pritsimisel on triiv oluliselt väiksem.

4.7. VIIMINE MULDA

Madala taimestiku korral ja reavahede pritsimisel aitab triivi vähendada samaaegne vaheltharimine (joonis 4.7.1), triiv võib väheneda kuni 70%.

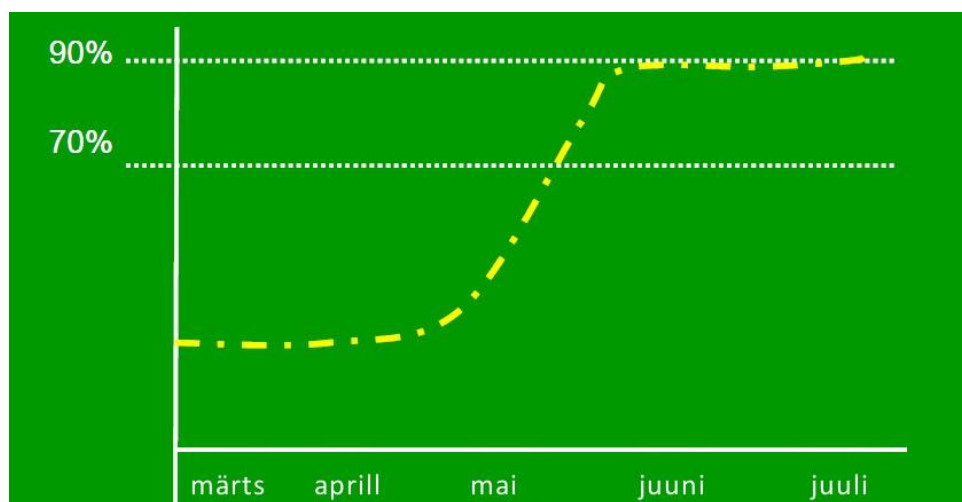
Sellisel viisil kombineeritud töötlemine võimaldab samuti vähendada kemikaalikulu (töödeldakse vaid vajalikku ala), tõrjub efektiivselt umbrohtu vaheltharitavaalt alalt ja kobestab mulda, vähendades nii veekadu aurumise tõttu.



Joonis 4.7.1. Triivi vähendamiseks võib pritsimisega samaaegselt harida mulda.

4.8. LOODUSLIKUD TÕKKED

Piiskade kandumist pritsitavalt alalt välja aitavad vähendada looduslikud tõkked – metsad, hekid, puuderibad jne. Kui okaspuud toimivad pidevalt, siis lehtpuude ja -põõsaste efektiivsus sõltub nende lehteminekuajast – varakevadel seda praktiliselt ei ole, kuid suve poole võib tihe lehestik triivi väheneda kuni 90% (joonis 4.8.1). Lisaks looduslikele tõketele on mõeldav kasutada ka kunstlikke tõkkeid – kilet, katteloori, tihedat võrku vms, seda just piiratud ulatuses, nt looduslike tõkete vahekohtades, kui seal taga on ohutundlik ala ja kui tuule suund on sinna poole. Pikad ja koridorina paiknevad hekid võivad töötada ka sobivas suunas puhuva tuule võimendina. Seda tuleb arvestada suurte põllumassiivide korral hekke planeerides, paigutades hekid kasvuajal valitseva tuule suuna suhtes risti. Efektiivselt mõjutab tuule tugevust (ja seega takistab piiskade minemakandumist põllult) hekk kõrgusega 4 m ja rohkem (<https://avarmaa.wordpress.com/tag/toidusalu/>). Triivi takistamisel satub osa pestitsiidist paratamatult hekki, mis võib sealseid taimi kahjustada.



Joonis 4.8.1. Lehtpuudest ja -põõsastest loodusliku tõkke efektiivsus sõltub nende lehteminekuajast (TOPPS).

5. SOOVITUSED PRITSIMISKADUDE VÄHENDAMISEKS

Pritsimisaja valik

- õhu temperatuur on madalam öösel ja kõrgem keskpäeval, õhu suhteline niiskus aga vastupidi – see on suurem öösel ja väiksem keskpäeval; tuule kiirus on väiksem öösel ja suurem keskpäeval, seega on pritsimiseks sobivam aeg varahommik ja õhtutunnid, samuti öösel valgustatud pihustitega või poomiga pritsiga;
- pritsimiseks sobiv õhutemperatuur on 10–25 °C ja õhu suhteline niiskus peaks olema kõrgem kui 50%;
- tuule kiirus pritsimise ajal peaks olema väiksem kui 3,0 m/s, tuule suuremal kiirusel on soovitatav kasutada triivi vähenemist võimaldavaid tehnilisi vahendeid;
- mitte mingil juhul ei tohi pritsida, kui tuule kiirus on üle 5 m/s;
- vältida pritsimist täielikus tuulevaikusel või kerge tuulega 0–0,56 m/s, sest peened piisad võivad jääda õhku hõljuma ja ei lasku taimestikule;
- vältida pritsimist, kui tuul puhub tundlike alade suunas;
- hilisõhtul, öösel ja varahommikul pritsimisel tuleks arvestada inversiooni võimalusega.

Tuulest põhjustatud triivi vähendamiseks saab kasutada järgmisi võtteid

Pritsida:

- suuremate piiskadega;
- madalama rõhuga;
- venturi otsakutega pihustitega pritsiga;
- pneumopihustitega pritsiga;
- kasutada teisi vähemtriiviga pihusteid ja otsakuid;
- eelistada otsakuid, mis on klassifitseeritud triivi vähem tekitavateks ja pidada pritsimisel kinni otsakule soovitatud rõhkudest ning poomi kõrgustest;
- pritsida õhkkardinaga poomiga pritsiga, võimalusel reguleerida selle suunda vastavalt agregaadi liikumissuunale ja tuule suunale;
- poomi madalama kõrgusega;
- väiksema liikumiskiirusega;
- suurema vee kogusega;
- kasutada pritsidel erinevate otsakutega kobarpihusteid, mis võimaldab kiiresti reageerida muutunud oludele, kusjuures äärmistel võiks olla üks ääreotsak;
- kasutada taimkatteta pinna tärkamiseelseks pritsimiseks deflektorpihusteid mis tekitavad jämedamaid piisku; nende suurem pihusenurk (laiem pihus) võimaldab pritsida madalama poomiga;
- kasutada hüdropneumopihustusega (*Twin Fluid*) pihusteid, mis võimaldavad töö käigus sujuvalt muuta pihustite jõudlust ja piiskade suurust; põllu äärtel ja tundlike alade läheduses ning tuule kiiruse muutumisel reguleerida piisad jämedamaks; ettevaatust – põiksuunaline pritsimisühtlikkus võib väheneda, kui piisad reguleerida liiga suureks, juhinduda pritsi tootja nõuannetest;
- kaksiklehvikoosakutega pritsimisel vältida kõrget rõhku;
- võimaluse korral kasutada alapihusteid;
- jälgida poomi kõrgust ja et poom oleks stabiilne ning ei kõiguks ega lengerdaks;
- ripp- pritsiga pritsimisel vähendada ebatasasel põllul traktori rehvides rõhku, kuid juhinduda seejuures rehvitootja nõuanneteist.

Töökiirus

Tavaotsakutega pritsimisel ei tohiks töökiirus olla suurem kui 6 km/h, suuremal kiirusel pritsimiseks tuleks kasutada õhkkardinaga pritsi, venturi otsakuid või muid triivi vähendavaid vahendeid. Suurematel töökiirustel tekib pritsi ümber ja taga turbulents, mis takistab piiskade laskumist taimestikule.

Pritsimisnormi automaatreguleerimisega pritsi kasutamisel arvestada seda, et näiteks pritsimisnormi, ehk siis liikumiskiiruse muutumisel kaks korda peab rõhku tõstma neli korda. See seab piirangud automaatreguleerimise kasutusulatussele ehk siis liikumiskiiruse võimalikule vahemikule.

Teisi võimalusi pritsimiskadude vähendamiseks

- reaviisiliselt kasvatatavate kultuuride pritsimisel kasutada alapihusteid;
- kasutada poomile kinnitatud lohitsat, mis pritsimisel painutab taimestiku ülaosa alla-poolsele ja soodustab selliselt piiskade jõudmist taimede alumistele lehtedele ning vähendab samaaegselt triivi;
- põhikultuurist kõrgemate umbrohtude valikuliseks tõrjeks kasutada pintseldit, mis ei tekita piisku ja seetõttu triivi ei teki;
- piiskade triiv võib oluliselt väheneda abiainete lisamisel pritsimisvedelikku, soovitatav on seejuures juhendada abiaine tootja juhiseid;
- madala taimestiku korral ja reavahede pritsimisel aitab triivi vähendada samaaegne vaheltharimine;
- piiskade kandumist pritsitavalt alalt välja aitavad vähendada looduslikud tõkked – metsad, hekid, puuderivad jne;
- triivi aitavad vähendada kunstlikud tõkked – kile, katteloor, tihe võrk vms, seda just kitsamates kohtades, nt looduslike tõkete vahekohtades, kui seal taga on ohutundlik ala ja kui tuule suund on selle poole;
- kasutada pritsi, mis on läbinud tehnilise kontrolli viimase kolme aasta sees (va uus prits).

Pritsi ja selle komponentide valik

Eelistada:

- pritsi, mille poomi riputusmehhanismis on amortisaatorid ja summutid;
- pritsi, mille poomil on kõrgusautomaatika;
- pritsi, mille veermik on vedrustatud;
- pritsi, millel on poomi sektsioonide rõhukompensaator;
- GPS-juhitavaid taimekaitsepritsi;
- andureid ja automaatikat, mis lülitavad pihusti(d) tööle vaid seal, kus vaja;
- pritsi, millel on CE märgistus;
- pritsi ja selle komponente (nt pihusteid ja otsakuid), mille on tunnustanud kolmas osapool, nt JKI või ENTAM (Põllumajandusmasinate katsetamise Euroopa võrgustik, www.entam.net).

KOKKUVÕTE

Käesolevas ülevaates on püütud selgitada pritsimiskadude tekkepõhjuseid ja vähendamisvõimalusi. Ka kõigi pritsimiseks soodsate asjaolude kokkulangemisel võib juhtuda, et sihtkohta jõuab vähem kui pool pritsimisvedelikust. Pestitsiidid võivad pritsimisel kaotsi minna mitmel erineval viisil ja põhjusel. Pritsimiskadusid ja eriti triivi mõjutavad paljud tegurid. Osa neist, eeskätt ilmategurid, on põllumehest sõltumatud ja tal jääb üle vaid nendega arvestada – sõltuvalt õhu temperatuurist ja suhtelisest niiskusest ning tuule kiirusest valida pritsimisaega, tehnilisi vahendeid ja töörežiimi. Teisalt – ka soodsate ilmaolude korral esinevad kaod, seda põhiliselt valede pritsimisvõtete tõttu. Mis puutub tehnilistesse vahenditesse – pritsi ja selle komponentidesse, siis tänapäeval totaalselt halbu pritse turul ei ole, on kas vähem head, head või väga head, tuleb vaid leida oma oludele ja võimalustele vastav.

Ülaltoodust selgub, et pritsimiskadude vähendamiseks on palju erinevaid võimalusi, kuid nende kasutamine vajab hoolikat läbikaalumist, sest mitmed neist on üksteisele vastuolulised. Näiteks on pestitsiidi efektiivsemaks toimimiseks vaja pritsida väikeste piiskadega, kuid need on kergesti lenduvad; põllumehel on vaja küllaltki sageli lühikese aja jooksul pritsida suur pind, milleks on vaja suurt jõudlust – selle saavutamiseks pritsitakse suurem töökiirusega, sellega kaasneb aga suurem triiv. Kompromissi leidmist erinevate võimaluste ja vajaduste vahel võib võrrelda kõrgema pilotaažiga lennunduses, kuid taimekaitses on see vast isegi keerukam, sest tegureid millega tuleb arvestada on nähtavasti rohkem ja sageli iseloomustab neid määramatus – neid ei saa pritsimisprotsessi juhtimiseks (veel) mõõta.

Pritsimise tulemuslikkus, sh keskkonna saastumise ja kadude oluline vähendamine (vältimine on liiga paljulubavalt öeldud) taandub ikkagi inimfaktorile. Nagu iga teise põllumajandusmasina kasutamisel, nii ka pritsi puhul suudab oskuslik ja vastutustundlik töömees saada ka kehvema masinaga hea või väga hea tulemuse ja vastupidi.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Agrotop. Düsen. www.agrotop.com.
2. Balsari, P., Marucco, P., Tamagone, M. A test bench for the classification of boom sprayers according to drift risk. *Crop Protection*, 26, 2007, 1482–1489.
3. Balsari, P., Marucco, P., Oggero, G. Guideline of contents for trainings about spray drift. Torino, 2014, 111.
4. Balsari, P., Marucco, P., Doruchowski, G., Ophoff, H., Roettele, M. Best Management Practices to reduce spray drift. Torino, 2015, 52.
5. Balsari, P., Marucco, P. Anti-drift best management practices. DISAFA – University of Torino. http://www.ecpa.eu/files/attachments/Balsari_BMP%20drift_2.pdf, 2015, 17.
6. Basil, G., Dropleg, on-target, application. *Pesticide Outlook*, 4, 2002, 65–66.
7. Bretthauer, S. Spray Drift Management. *Outlooks on Pest Management*, Volume 22, 6, 2011, pp. 262–267(6).
8. Bretthauer, S. Understanding the Dynamics of Spray Drift Management, University of Illinois, 2013.
9. Danfoil production a/s. Concept description. The idea of water, air and crop spraying. Logstor, 2000.
10. Deveau, J., Beaton, D. Pesticide Drift from Ground Applications. Factsheet, OMAFRA, 2015, 9.
11. Doruchowski, G., Roettele, M., Herbst, A. Drift evaluation tool to raise awareness and support training on the sustainable use of pesticides by drift mitigation. In: *Computers and electronics in agriculture*, 97, 2013, 27-34.
12. Düsen für die landtechnik. www.lechler-agri.com.
13. Hardi Application Technology Course. CD, 1998.
14. Hardi ISO Nozzles. Nozzle product guide. Hardi International AS, Taastrup, 2011, 32.
15. Hofman, V., Solseng, E. Reducing Spray Drift. *Agricultural and Biosystems Engineering*, North Dakota State University, Fargo, 2001, 8.
16. Johnson, J. Weed Wiper Technology and Usage. The Samuel Roberts Noble Foundation, NF-SO-11-06, Ardmore, 2011, 8.
17. Knewitz, H. Applikationstechnik. DLR RNH, Bad Kreuznach, 2014, 12.
18. Lavonen, A. Kasvinsuojelu ja ruiskutustekniika. PETLA, 1998, 39.
19. Lyseng, R. Device gets to the bottom of crop spraying. *The Western Producer*, 2010.
20. ROTOWIPER GmbH. www.rotowiper.de, 2015.
21. Rüegg, J., Total, R. Dropleg-Applikationstechnik für zielgerichteten flanzenschutz in Reihenkulturen. *Agroscope Flugschrift*, Wädenswil, 10, 2013, 27.
22. Släpduk. <http://www.vibyteknik.se/pdf/slapdukeng.pdf>.
23. Stallinga, H., Michielsen, J.M.G.P., van Velde, P., van de Zande, J.C. Effect of Sprayer Speed on Spray Drift. Report, Wageningen, 2004.
24. Stallinga, H., Zande, J. Weinig drift bij Släpduk. *Landbouwmecanisatie*, 2004, 19.
25. Sumner, P. E. Reducing Spray Drift. Cooperative Extension Service, The University of Georgia, 1997.
26. Taylor W., Andersen P.G., Cooper S. The use of air assistance in a field crop sprayer to reduce drift and modify drop trajectories. *Crop Protection Conference -weeds*. Brighton, 1989.
27. TeeJet Technologies. Catalog 51A-M. Illinois, 2014, 164.
28. Twin – winning air. Hardi International AS, Taastrup, 2014, 16.
29. Verzeichnis Verlustmindernder Geräte. <http://www.jki.bund.de/de/startseite/institute/anwendungstechnik/beschreibende-liste/abdriftmindernde-pflanzenschutzgeraete.html>. 2015.