

L. Räisänen ja A. Palomäki:

# Kasvinsuojelukoneet

## VAKOLAN TIEDOTE 4/68



ERIPAINOS KONEVIESTISTÄ N:o 23/68

# RUISKUT, SUMURUISKUT, SUMUTTIMIT JA PÖLYTTIMET

On arvioitu eri maissa, että tuhoeläinten, kasvitautien ja rikkakasvien aiheuttamien satotappioiden suuruus olisi ilman torjunta-aineiden suojaa vuosittain lähes kolmannes sadon arvosta. Yhä yleistynyt erikoistuminen viljelyssä ja samojen kasvien yksipuolinen viljely ovat omiaan lisäämään mainittujen tekijöiden aiheuttamaa vaaraa.

Peltoviljelyssä torjunta-aineiden käytön voidaan katsoa maassamme alkaneen varsinaisesti 1950-luvun alussa. Ensimmäisenä kymmenvuotiskautena esim. kasvinsuojeluruiskuja myytiin vain vähän

yli 2000. Torjunta-aineiden käyttö ja ruiskujen myyntiluvut ovat 1960-luvulla tuntuvasti lisääntyneet. Vuoden 1968 alkuun mennessä traktoriruiskuja oli maassamme myyty yhteensä n. 14.000.

Vaikka maataloutemme onkin verraten pitkälle koneellistunut, ja tilojen pienuuden vuoksi erilaista kalustoa on peltoalaan nähden yleensä liikaakin, kasvinsuojelun osalta olemme tähän mennessä jääneet jonkin verran edistyneimmistä maista jälkeen.

Kasvinsuojeluaineet levitetään joko kiinteinä, nestemäisinä tai kaasumaisina. Riittävä biologinen

vaikutus saadaan aikaan jo melko pienillä, yleensä n. 1/4..4 kg/ha torjunta-ainemäärillä. Näin pieniä määriä on vaikea levittää riittävän tasaisesti. Tilavuuden lisäämiseksi torjunta-aineisiin sekoitetaan lisäaineita, joilla ei ole suoranaista biologista vaikutusta. Ruiskutuksissa käytetään lisäaineena yleensä vettä, mutta eräissä tapauksissa myös kaasuoiljyä, asetonia ja m'neraaliöljyä. Pölytteissä on lähes poikkeuksetta valmiiksi sekoitettu hienojakoiseksi jauhettu mineraaleja torjunta-aineisiin.

Torjunta-aineet kehittyvät jatkuvasti. Uusien valmistajien ansios-

ta esim. kemiallinen rikkakasvien torjunta on ulottunut myös juurikasvi- ja perunaviljelyksille vähentäen siten mm. harauksen tarvetta. Myös kasvinsuojeluvälineet ovat kehittyneet ja ne soveltuvat monessa tapauksessa joko sellaisinaan tai eräitä osia vaihtaan myös erilaisiin torjuntatehtäviin. On kehitetty myös uusia tehokkaita erikoisvälineitä, joista mainittakoon esim. juurikasviviljelyksillä käytettävät riviruiskut.

## Ruiskutuksen teknologiaa

Ruiskutus on peltoviljelyssä yleisin ja varmin menetelmä kaikkiin kasvinsuojelutarkoituksiin. Ruiskute (liuos, lietos tai maidos) hajaantuu lähinnä ruiskun suuttimien läsnäollessa eri kokoisiksi pisaroiksi. Koska käytännössä ei ole mahdollista yksinkertaisin menetelmin saada aikaan samankokoisia pisaroita, käytetään eri ruiskutusmenetelmiä kuvaavina piirakoon tunnuslukuina raja-arvoja. Ruiskutuksessa suurin osa nesteestä hajaantuu yli 150  $\mu$  (0,15 mm) ja vastaavasti sumuruiskutuksessa 50..150  $\mu$  (0,05..0,15 mm) kokoisiksi pisaroiksi. Sumuttimien ajoittaman nesteen pisarakoko on alle 50  $\mu$  (kuva 1). Ruiskuissa käytetään yleensä nesteen paineen avulla toimivia nestepaine-

suuttimia ja sumuruiskuissa paineilmasuuttimia.

## Ruiskutteen tarttuvuus

Vain osa siitä nestemäärästä, joka ruiskutettaessa kohtaa kasvin, jää lehden pinnalle. Nestepisaroiden tarttuvuuteen vaikuttavat kasvin biologiset tekijät ja nestesuihkun ominaisuudet. Vain viimeksi mainittuihin voidaan vaikuttaa ruiskutuksen yhteydessä.

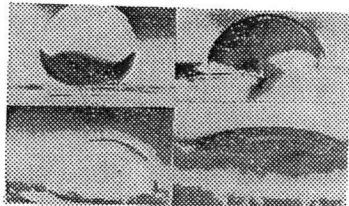
Myös kasvien muoto-opilliset eroavuudet vaikuttavat torjunta-

aineiden tehoon hävitettäessä rikkakasveja viljelykasvien joukosta. Esim. viljakasvien pystyhykössä asennossa olevien kapeahkojen lehtien välistä nestepisarat joutuvat ja tarttuvat verraten helposti rikkakasvien yleensä lähes vaakasuorassa oleiviin leveähköihin lehtiin. Lehtien pinnalla on joko nestettä pidättäviä rasvahap-

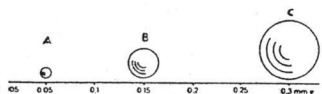
poja tai nestettä hylkiviä vahoja. Tästä johtuen mm. ristikkukkaisten rikkakasvien lehdet vettyvät yleensä melko helposti, kun taas esim. viljakasvit ovat huonosti vettyviä (kuva 2). Eri kasvien vettyvyyttä kuvaa lehdellä olevan pisaran reunakulman suuruus. Mitä suurempi reunakulma on sitä huonommin pisara pysyy lehdellä (taulukko 1).

Taulukko 1. Eräiden kasvien lehtien yläpinnan vettyvyys

Kasvi	Reunakulma °
Kevätvehnä - <i>Triticum sativum</i> .....	164 ± 0,7
Ohra - <i>Hordeum distichum</i> .....	166 ± 0,5
Juurikkaat - <i>Beta vulgaris</i> .....	56 ± 3,0
Jauhosavikka - <i>Chenopodium album</i> .....	157 ± 0,9
Pihatähtimö - <i>Stellaria media</i> .....	78 ± 4,2
Rehukaali - <i>Brassica oleracea</i> .....	163 ± 1,5
Peltonarsku - <i>Sinapis arvensis</i> .....	64 ± 1,1
Puna-apila - <i>Trifolium pratense</i> .....	141 ± 1,6
Herne - <i>Pisum sativum</i> .....	169 ± 0,5
Pellava - <i>Linum usitatissimum</i> .....	166 ± 0,9
Karhea pillike - <i>Galeopsis tetrahit</i> .....	100 ± 1,3
Piharatamo - <i>Plantago major</i> .....	57 ± 2,7
Peltomaiara - <i>Galium aparine</i> .....	53 ± 2,2
Peltosaunio - <i>Tirpaleospermum maritimum inodorum</i> .....	75 ± 2,0
Pelto-ohdake - <i>Cirsium arvense</i> .....	60 ± 1,5
Ruiskaunokki - <i>Centaurea cyanus</i> .....	152 ± 1,7
Voikukka - <i>Taraxacum vulgare</i> .....	94 ± 0,9
Valvatti - <i>Sonchus arvensis</i> .....	160 ± 1,5



Kuva 2. Kostukkeen vaikutus pisaran tarttuvuuteen huonosti vettyvän (ylhäällä) ja helposti vettyvän (alhaalla) lehden pinnalla. Vasemmalla pintajännitys 72 dyn/cm<sup>2</sup> (vesi) ja oikealla 35 dyn/cm<sup>2</sup> (vesi + kostuke).



Kuva 1. Eri ruiskutusmenetelmien pisarakokoja. A) sumutus, B) sumuruiskutus, C) ruiskutus.

Nestesuihkun ominaisuuksista nesteen pintajännitys, nestemäärä, pisarakoko ja pisaroiden nopeus vaikuttavat tarttuvuuteen.

Eri ruiskutteiden pintajännitys vaihtelee yleensä 30..70 dyn/cm<sup>2</sup>. Alennettaessa pintajännitystä kostukkeilla ruiskutteen tarttuvuus paranee ja pisarakoko pienenee yleensä 30..50 %. Eräät geelit, kuten kaasuöljy, voivat puolestaan pienin määrin lisättyinä rajoittaa pienten pisaroiden muodostumista.

Kostukkeilla aikaansaatu ruiskutteen parempi tarttuvuus on edullista kasvitautien ja tuhoeläinten torjunnassa, joissa hävittäjä ei ole haitallista vaikutusta viljelykasveihin. Samoin on laita myös käytettäessä totaalisia rikkakasvihävitteitä, jotka tuhoavat erokkasetta kaiken kasvuston. Lisätessä kostukkeita valikoiviin rikkakasvihävitteisiin, jotka tuhoavat rikkakasviä, mutta eivät viljelykasveja, pisarat tarttuvat paremmin paitsi rikkakasveihin myös viljelykasveihin, jolloin viimeksi mainittujen vioittumisvaara lisääntyy. Vioittumisvaaraa voidaan tosin rajoittaa vähentämällä torjunta-aineen määrää, mutta aroille viljelykasveille tämä ei aina ole riittävä toimenpide. Valikoivia torjunta-aineita ruiskutettaessa kostukkeita on siis käytettävä harkiten ja ohjeiden mukaisesti. Lisäksi on otettava huomioon, että useihin kasvitautien ja tuhoeläinten torjunta-aineisiin on lisätty valmiiksi kostukkeita.

## Nestemäärä ja pisarakoko

Peltoruiskutuksessa käytettävä nestemäärä vaihtelee nykyisin n. 200..400 l/ha. Hedelmätarhuriskutuksissa joudutaan käyttämään tuntuvasti suurempia nestemääriä. Juurikasvien riviruiskutuksessa 100 l/ha nestemäärä on yleensä riittävä. Ruiskutustyön suurinta vaikeutta, suurta nestemäärän tarvetta, mikä vaikuttaa tuntuvasti ruiskutuskustannuksiin, voidaan eräissä tapauksissa vähentää erikoissuuttimia käyttäen. Viime vuosina on kehitetty menetelmää, jossa ruiskute levitetään vaahdon muodossa. Tällä menetelmällä yksi suurehkon säiliön täytös riittää koko päiväksi. Levityksen tasaisuus ei kuitenkaan toistaiseksi ole ollut tyydyttävä.

Tarvittava nestemäärä vaihtelee torjunta-aineesta, torjuntakohteesta ja ruiskutustavasta riippuen. Tuhohyönteisten torjuntaan riittävät melko pienet nestemäärät. Myös eräiden kasvitautien, mm. perunaruton, torjunnassa riittävä teho voidaan saada jo 100 l/ha nestemäärällä, jos suuttimet ovat tarkoituksen mukaiset. Usein joudutaan kuitenkin käyttämään melkoisesti suurempia nestemääriä. Rikkakasvien ruiskutuksessa valikoivia hävittäjiä käytettäessä on otettava huomioon eri viljely- ja rikkakasvien suhtautuminen nestemäärään. Eräät rikkakasvit tuhoutuvat hyvin jo pienehköillä nestemäärillä, kun taas esim. hernetä ruiskutettaessa, jotta se ei vau-

rioituisi, on käytettävä suuria, n. 400–800 l/ha, nestemääriä.

Käytännössä nestemäärä ja pisarakoko muuttuvat samanaikaisesti. Hienojakoisen suihkun tekevä suutin tai suuke, jolla on pieni vedenläpäisykyky, vaihdetaan suurempia pisaroita muodostavaan ja suureen nesteeseen läpäisykykyyn omaavaan suuttimeen. Ruiskutuspainetta lisättäessä nestemäärä lisääntyy ja pisarakoko pienenee.

Nestemäärää lisättäessä, pisarakoon jakautuman pysyessä samana, pisaroiden tarttuvuus lehtien pintaan pienenee suhteessa nestemäärään. Pidäytynyt määrä tosin lisääntyy, mutta prosenttinen osuus nestemäärään verrattuna vähenee. Aikaisemmin pyrittiin vähentämään tarvittavaa nestemäärää pisarakokoa pienentämällä, mutta näyttää siltä, että tällä on rajansa useista eri syistä. Rikkakasvien torjunnassa 50–100 µ pienempien pisaroiden teho on melko vähäinen.

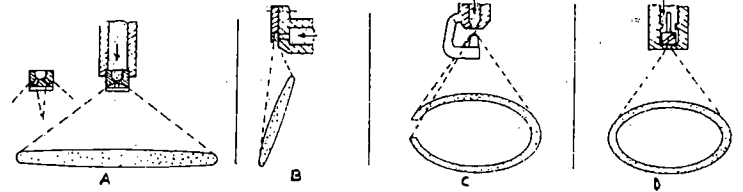
Huonosti vettyvien kasvien lehtiin (esim. viljakasvit, herne, jauhosavikka ja valvatti) pienehköt pisarat tarttuvat paremmin kuin suuret. Helposi vettyvillä kasveilla (esim. juurikkaat, peltonarsku ja tähtimöt) pisarakoko ei vaikuta sannaottavasti tarttuvuuteen. Sisävaikutteisia rikkakasviruiskutteita käytettäessä voidaan pisarakoolla – kuten kostukkeiden käytölläkin – vaikuttaa fyysikaaliseen valintatarkuuteen. Näin ollen esim. ne rikkakasvit, joiden lehdet ovat huonosii vettyviä, ovat useimmilla torjunta-aineilla helpompia hävittää nestesuihkun ollessa hienojakoisen. On kuitenkin otettava huomioon pienten pisarakoon mahdollinen vaikutus kyseessä oleviin viljelykasveihin. Huonosti vettyviä, herkästi reaktiivisia kasveja (mm. herne ja pellava) on ruiskuteitava suurilla pisaroita ja suurta nestemäärää käyttäen liuoksilla, joilla on suuri pintajännitys. Näin saadaan hyvä valikointi helposti vettyvien rikkakasvien, kuten peltonarskun, tähtimön jne. suhteen.

## Pisaroiden haihtuminen

Pienet pisarat haihtuvat nopeasti. Ilman suhteellisen kosteuden ollessa esim. 70 % ja lämpötilan 25°C 50 µ kokoisten pisaroiden kesto aika on n. 5 s ja 100 µ kokoisten 20 s. Näiden pisaroiden laskeutumisnopeus on vastaavasti n. 30 ja 80 cm/s.

Sisävaikutteisten hävitteiden, jotka imeytyvät kasvin johtosolukoon, teho riippuu vain vähän eri kokoisten pisaroiden haihtumisesta. Sitä vastoin kosketusmyrkkujen, jotka tuhoavat niiden kanssa koskeuksiin joutuvat kasvinosat, haihtumisajalla on useissa tapauksissa todettu olevan suuri merkitys. Niitä olisi ruiskutettava suurehkoina pisaroina. Alla olevan solukun tuhouduttua kosketusmyrkyllä ei ole sekundäärisiä imeytymisvaikutusta, kuten sisävaikutteisilla hävitteillä.

Helposi haihtuvia yhdisteitä sisältävien hävitteiden teho on huonompi, jos nestesuihku on hienojakoisen. Lämpimällä tuulisella



Kuva 3. Eri suutinmallien muodostamat suihkukuviot. A) lovisuutin, B) ja C) kimmosuuttimia ja D) pyörrekammiosuutin.

ilmalla ruiskutettaessa haihtuvat höyryt voivat tuhota lähellä olevia kasvustoja. Vaara on siitä suurempi mitä pienempi pisarat ovat.

## KASVINSUOJELURUISKUT

### Suuttimet

Torjunta-aineiden oikean valinnan ja annostuksen jälkeen ruiskun suuttimilla on suurin vaikutus torjunnan onnistumiseen. Tulos riippuu lähinnä siitä, miten tasaisesti ruiskute jakautuu yksittäisten suuttimien ja koko ruiskupuomin työleveydelle. Tasainen levitys edellyttää, että kaikkien ruiskupuomiin sijoitettujen suuttimien antama nestemäärä, pisarakoon jakautuma ja työleveys ovat määräpaineella samanlaiset. Yleiskäyttöön hyvin sopivaa suutinmallia on vaikea kehittää, koska vaikuttavia tekijöitä on useita. Ruiskutuskohteella ja käytettävillä torjunta-aineilla on suutinmallia valittaessa oleellisin merkitys. Toisaalta eri tekijöiden vaikutusta ei vielä riittävästi tunneta.

### Suutinmallit

Ruiskuissa käytetään hydraulisia eli nestepainesuuttimia, joissa pisarat muodostuvat pumpun kehittämän nestepaineen avulla. Ruiskute virtaa paineen alaisena suutinaukosta hyvin nopeasti hajoaen pisaroiksi ja muodostaa suutinmallista riippuen kartion tai viuhkan muotoisen suihkun. Nestesuihkun tunkeutumiskyvyn kannalta on välttämätöntä, että pisaroiden liike-energia on mahdollisimman suuri ja kasvustoa ympäröivä ilma riittävässä liikkeessä.

Nestepainesuuttimissa ruiskutusnesteen hajoaminen tapahtuu pääasiassa kolmella tavalla. Lovisuuttimissa neste hajoaa kahden suunnaltaan tarkasti määrätyn nestevirran törmätessä toisiinsa (kuva 3 A). Kimmo- eli taittosuuttimissa nestevirta törmää kiinteään levyyn (3 B) tai kartioon (3 C). Pyörrekammio- eli rihlasuuttimissa nestevirta joutuu nopeaan kierto-liikkeeseen (3 D).

### Lovisuutin

Lovisuuttimen pyöreä suutinkana päättyy matalaan suukekanavaan. Kahden toisiaan vastaan vinoissa asennossa olevan nestevirran kohdatessa toisensa muodostuu viuhkan muotoinen suihku. Suukkeessa on pitkäkök kolmio-mainen lovi, jonka muodosta riippuu suihkukulman suuruus ja suihkukuvion muoto (kuva 3 A).

Suuttimet on varustettu irrallilla siivilällä, joka suukkeen kanssa kiinnitetään mutterilla suutinrunkoon. Nestemäärää ja pisarakokoa voidaan muuttaa suuketta vaihtamalla. Pienetkin suukkeen muodon muutokset vaikuttavat suihkun ominaisuuksiin, joten näiden suuttimien valmistuksessa tarkkuusvaatimukset ovat suuret.

Lovisuuttimet toimivat melko alhaisilla paineilla (n. 3 aty) ja ne sopivat hyvin myös pienten nestemäärien ruiskutukseen. Huolellisesti valmistettujen suuttimien nestemäärien ja pisarakoon jakautumien vaihtelut ovat erittäin pieniä. Lisättäessä painetta 2..5 aty y nestemäärä lisääntyy n. 50..70 % ja suihkukulma suurenee jonkin verran. Eri mallisten lovisuuttimien suihkukulma vaihtelee yleensä n. 65..150°. Suuttimet, joiden suihkukulma on pieni n. 65°, ja nestejakautuma suorakaiteen muotoinen, sopivat hyvin riviruiskuihin ja vastaavasti suurikulmaiset hajoaruiskutukseen lähinnä matalan kasvuston käsittelyyn. Suurikulmaisen suihkun muodostavien suuttimien nestemäärä vähenee loven muodosta riippuen enemmän tai vähemmän reunoiille päin, joihin vieraisten suuttimien suihkut on sovitettava reunoilta vastaavasti päällekkäin. Lovisuuttimet muodostavat yleensä suurempipisaraisen suihkun kuin esim. pyörrekammiosuuttimet.

Lovisuuttimet on asetettava n. 5..10° kulmaan ruiskuputkeen nähden, jotta suihkuvihkat eivät törmäisi toisiinsa (kuva 4).

### Kimmo- eli taittosuuttimet

Kimmosuuttimien suutinaukosta tuleva nestevirta törmää kohtisuorasti tai vinoasti levyyn (kuva 3 B) tai kartioon (kuva 3 C) ja hajoaa pisaroiksi. Kartiolla varustettu kimmosuutin muodostaa alustalle ympyrän muotoisen levityskuvion, jossa pisarat ovat jakautuneina ympyrän kehälle. Suuttimen, jossa neste hajoaa levyyn törmätessään, nestesuihku on viuhkamainen.

Nesteen hajaantumisen vaikuttaa suutinaukon ja hajoituskartion tai levyn etäisyys. Eräissä suutinmalleissa tätä etäisyyttä voidaan säätää. Hajoitin on mekaanisille vaurioille melko altis. Pienetkin asennon muutokset vaikuttavat tuntuvasti nesteen hajaantumiseen. Tämän vuoksi hajoitimen jalusta on valmistettava jäykästä, hyvinlaatuaisesta aineesta.

Kimmosuuttimien suutinaukko on melko suuri, n. 1,5..4 mm, ja sen tukkeutumisvaara vähäinen. Näissä suuttimissa ei yleensä ole

suutinsiivilää. Sopivin paine on n. 4 at y. Pisarat ovat suurempia kuin lovi- ja pyörrekammiosuuttimien. Kimmosuutin ei näin ollen ole sopiva pienten nestemäärien ruiskutukseen, mikä edellyttää hienojakoista suihkua. Suuresta suihkukulmasta, n. 180°, johtuva suuttimen työleveys on suuri, keskimäärin n. 2 m. Laakean suihkun lähes vaakatasossa lentävien pisaroiden liike-energia on kuitenkin pieni, mikä huonontaa niiden kasvustoon tunkeutumista. Suuttimien rakenteesta johtuen niiden pitää olla melko korkealla, mikä lisää suihkun alttiutta tuulelle.

### Pyörrekammio- eli rihlasuuttimet

Pyörrekammiosuuttimissa neste joutuu pyörivään liikkeeseen kulkiessaan suutinrunnossa olevien rihlamaisten kanavien tai irrallisissa levyissä olevien tangentin suuntaisten aukkojen kautta (kuva 3 D). Nestesuihku on kartiomainen. Suihkukulman suuruus riippuu rihlojen koosta ja rihlarungon sijainnista. Eräissä suutinmalleissa voidaan rihlarungon ja suutinaukon väliä ja siten suihkukulmaa säätää. Suuttimen kuluvat osat on valmistettu messingistä, ruostumattomasta teräksestä, keramiikasta tai wolframkarbiidista.

Pyörrekammiosuutin toimii parhaiten jonkin verran suuremmilla paineilla kuin lovi- ja kimmosuuttimet. Suurehkoa painetta käytettäessä voimakkaammasta pyörrevirtauksesta johtuen suihkukulma suurenee. Kun suukelevyä vaihtetaan suutinaukon suuruutta voidaan muuttaa, voidaan ruiskutuskohteen mukaan säätää pisaroiden kokoa. Pyörrekammiosuutin soveltuu tyydyttävästi kaikkiin, muita etenkin tuhoeläinten ja kasvitautien torjuntaruiskutukseen, koska se hajottaa myös pieniä nestemääriä melko tasakokoisiksi pisaroiksi. Suihkuun tunkeutumiskyky korkeahkoinkin kasvustoon on hyvä. Tunkeutumiskykyä voidaan tehosiaa esim. perunan varsien ruiskutuksessa asettamalla suuttimet ruiskuputkea kiertäen hieman kalllelleen.

### Suuttimen levityskuvio ja nesteen jakaantuminen

Suuttimen levityskuvio eli tasoa vasten kohisuoraan suunnatun suihkun jättämä jälki, voi olla kapea viuhkamaisen suihkun muodostama tai pyöreähkö kartiomaisen suihkun muodostama. Nesteen määrällinen jakaantuminen levityskuviossa on suutinmallista riippuen joko puolisuunnikkaan tapainen, jolloin neste jakaantuu tasaisesti lähes koko suuttimen työleveydelle, tai kolmiomainen, keskeltä kuvion reunoilta vähenevä.

Puolisuunnikkaan muotoisen nestejakautuman antavat sellaiset kartiosuuttimet, joiden levityskuviossa neste on jakautunut pääasiassa ympyrämäisen kuvion reunoilta, ja erikoisviuhkasuuttimet. Mitä lähempänä nestejakautuma on suorakaiteen

muotoa sitä paremmin suutinmalli sopii riviruiskuissa käytettäväksi. Näitä suuttimia hajaruisikutukseen käytettäessä pienikin paineen muutos tai ruiskuputken heiluminen saattaa aiheuttaa kaksoisannostuksen. Tämän vuoksi puolisuunnikasjakautuman muodostavia suuttimia ei pidetä sopivina hajaruisikutukseen. Virheen vähentämiseksi suihkutuskulman olisi oltava suuri ja niiden suihkukuvioiden olisi mentävä rinnakkais-suuttimien suihkuihin nähden moninkertaisesti päällekkäin.

Kolmiojakautuman antavat tavalliset viuhkasuuttimet ja sellaiset pyörrekammiosuuttimet, joissa neste hajaantuu tasaisesti ympyrämäisen levityskuvion koko pinta-alalle. Nämä suuttimet on sijoitettava ruiskuputkeen niin, että nestesuihkun reunat osuvat viereisten suihkujen keskikohtalle (kuva 4). Ruiskupuomin heilumisesta johtuva yliannostuksen vaara on pienempi kuin puolisuunnikasjakautumassa. Nestejakautuma ruiskun koko työleveydellä on näilläkin suuttimilla tuntuvasti tasaisempi, jos käytetään suuttimia, joiden suihkukulma on suuri (yli 120°) ja kerrannaispeittoa (kuva 5).

### Paineen vaikutus nestesuihkuun

Nykyisillä suutinmalleilla voidaan jo pienillä paineilla saada aikaan edullinen hajotuskuvio ja pisarakoon jakautuma. Pieniä paineita käytettäessä tullaan toimeen yksinkertaisilla ja halvoin pumppuilla. Suurella paineella toimiviin suuttimiin verrattuna pienipaineisten suuttimien suutinaukko on suurempi, tukkeutumisvaara siten pienempi ja vasaavalla reikäkoolla voidaan ruiskuttaa pienempiä nestemääriä.

Painetta lisättäessä suuttimen läpiseämä nestemäärä lisääntyy, pisarat pienenevät ja suihkukulma suurenee. Pisaroiden nopeuden lisääntyessä saman kokoisten pisaroiden tunkeutumiskyky kasvustoon paranee. On kuitenkin otettava huomioon, että pienten pisaroiden (alle 50  $\mu$ ), joita muodostuu painetta lisättäessä runsaammin, nopeus pienenee melko välittömästi suuttimien jälkeä ja ne joutuvat ilmavirtojen kuljetettaviksi. Suurehkojen pisaroiden suuremman liike-energiasta johtuen niiden tunkeutumiskyky kasvustoon on parempi. Jos painetta lisäämällä pisarat halutaan ruiskutuskohteen mukaan pienemmiksi, ruiskutuspuomin korkeutta on samalla hieman lisättävä tasaisen levityksen aikaansaamiseksi.

Tarkoituksen mukaisen nestemäärän ja pisarakoon valitseminen olisi lähes poikkeuksetta suoritettava joko suukkeen osia tai suutinmallia vaihtaen.

Eri valmistajien suuttimista vain harvat täyttävät nykyisten valikoiden torjunta-aineiden asettamat melko suuret vaatimukset, jotka edellyttävät hyvin tasaista nesteen jakautumista. Yleisenä vaatimuksena pidetään, ettei saman sarjan

ruiskutuspuikessa olevien suuttimien nestemäärien poikkeama keskiarvosta saa ylittää  $\pm 5\%$ . Ruiskutusta varten on oltava valittavana myös sellaisia samaan puomiin sopivia suutinkokoja tai lisäosia, joiden nestemäärä on vähintään n. 5 l/min. työleveyden metriä kohden. Yleisen vaatimuksen mukaan nestemäärä ruiskupuomin työleveydellä 10 cm kaistoina mitattuna saa poiketa enintään  $\pm 15\%$  keskiarvosta ruiskupuomin ollessa käyttöohjeiden mukaisella korkeudella.

Suuttimissa pitäisi olla mahdollisimman vähän osia, jotta purkamisen ja kokoaminen suutinta puhdistettaessa olisi riittävän yksinkertaista. Irrallisten tiivistysrenkaiden käyttöä olisi vältettävä. Suuttimien suukelevy on valmistettava samalla tavoin molemmin puolin, jotta suukelevyn asento ei vaikuttaisi suihkuun.

Käyttöohjeissa on ilmoitettava tasaista levitystä edellyttävien suuttimien korkeus ruiskutuskohteesta, nestemäärä määräpaineella ja vastaava pisarakoon jakautuma. Erikoisruiskutetta varten ruiskun pitäisi olla saatavana tarkkuusuuttimet, joissa jälkitipunan rajoittamiseksi on tippumisen estoventiili.

### Pumput

Pumppu siirtää tarvittavan määrän ruiskutusnestettä määräpaineella suuttimiin. Pumppu on mitoitettava niin, että työleveyden metriä kohden päästään vähintään 5 l/min. nestemäärään. Tämän lisäksi paluunesteen avulla tapahtuvaa säiliön sekoitusta varten on

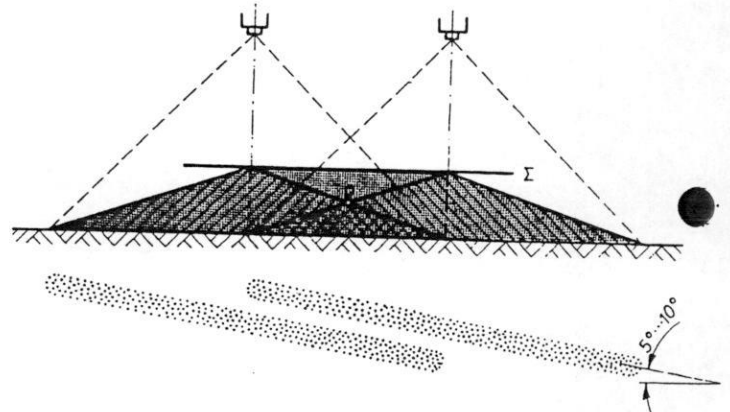
oltava riittävästi tehoa. Peltoruiskutuksissa riittää keskiuuri paine, 3.5 aty, nykyisille suutinmalleille. Hedelmätarharuiskutuksissa tarvitaan suurempaa painetta aina 60 aty saakka.

### Mäntä- ja kalvopumput

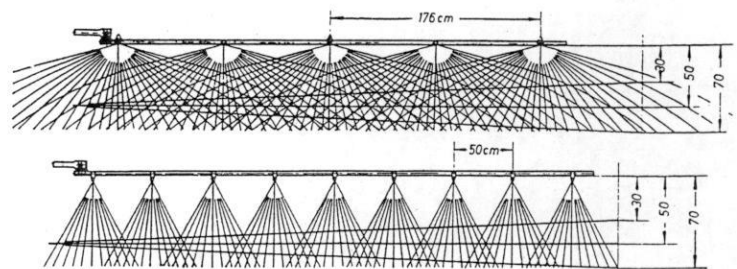
Mäntä- ja kalvopumput (kuva 6 a ja b) ovat verraten hyvin kulu- tusta kestäviä ja suhteellisen pitkäikäisiä. Ne eivät ole arkoja epäpuhtauksille ja sopivat siten myös lietojen ruiskuttamiseen. Näiden pumppujen liikkuvista osista vain muutamit joutuvat kosketuksiin ruiskutteen kanssa. Näin ollen niiden korjaukset voidaan suorittaa yleensä yksittäisiä osia vaihtaen. Tämän lisäksi ne tarvitsevat vain vähän hoitoa ja huoltoa. Kasvin- suojeluruiskuissa käyettävien mäntäpumppujen painealue on melko laaja. Paine voidaan saada niillä niin suureksi (60 aty), että niitä voidaan käyttää myös kaikkiin hedelmätarharuiskutuksiin.

Kalvopumput kehittävät kes- suuria paineita, 10..20 aty saak- ka. Paineen lisääminen ei vähennä näiden pumppujen antamaa nestemäärää, joten vastapainetta lisättäessä voidaan aina saavuttaa riittävä nestemäärä.

Mäntä- ja kalvopumput ovat pakkosyöttöisiä pumppuja ja niissä tarvitaan aina paineensäädin ja iskusysäyksien tasamiseksi paineentasan. Asianmukaisilla säätimillä varustettuina molempia pumppumalleja voidaan käyttää myös pienillä (1..5 aty) paineilla. Mäntäpumppujen nopeus on pieni eikä niitä voida, kuten kal-



Kuva 4. Lovisuuttimet on asetettava n. 5..10° kulmaan ruiskuputkeen nähden, etteivät suihkuvihkat törmäisi toisiinsa.



Kuva 5. Nesteen jakaantuminen ruiskuputken työleveydellä on tasaisempaa suuttimilla, joiden suihkukulma on suuri (ylhäällä) kuin vastaavasti pienessä suihkukulmalla omavahvistettuja suuttimia käytettäessä (alla).

yopumpuja, käyttää ilman välitystä suoraan traktorin voimantoakselista. Mäntäpumppujen käyttö niiden kalliista rakenteesta johtuen on traktoriruiskuissa vähäistä. Kalvopumput ovat nykyisissä ruiskuissa yleisimmät.

### Vesirengaspumput

Tavallisina vesipumpuina yleisesti käytettäviä vesirengaspumpuja valmistetaan suurina sarjoina ja ne ovat siten hinnaltaan melko halpoja. Ne toimivat pienillä paineilla ja niiden teho riippuu vastapaineen suuruudesta. Toisin sanoen vastapainetta lisättäessä nestemäärä vähenee. Ne ovat arkoja kiinteille epäpuhtauksille, kuten pienivälyksiset pumput yleensä. Suomessa käytetään kasvinsuojeluruiskuissa vesirengaspumpuja kalvopumppujen ohella verraten yleisesti.

### Keskipakopumput

Keskipakopumput (kuva 6 d) ovat rakenteeltaan yksinkertaisia ja niiden teho on pienillä paineilla melko suuri. Ruiskuissa käytettävien pumppujen paine vaihtelee n. 5..15 aty. Keskipakopumppujen teho pienenee vastapaineen lisääntyessä. Näin ollen niissä, kuten vesirengaspumpuissakaan, ei

### Kotelopumput

Kotelopumpuissa on sylinterimäinen pesä, johon on epäkeskeisesti laakeroitu juoksupyörä. Kotelopumput ovat rakenteeltaan keveitä ja melko halpoja, mutta kulumia ja lyhytikäisiä. Pienikin kuluminen alentaa pumpun tehoa tuntuvasti. Pumpu voidaan saada alkuperäiseen kuntoon hiomalla pumppupesä. Koska tämä voidaan katsoa melko usein toistuvaksi, kotelopumppujen korjaushuolto pitäisi järjestää hyvin. Pumpu olisi kulumisen vuoksi ylimittoitettava tuntuvasti (yli 25 %), jotta korjauksia ei jouduttaisi suorittamaan kovin usein.

Kasvinsuojeluruiskuissa käytettävien kotelopumppujen suurin työpaino on usein n. 15..20 aty. Vastapaineen kasvaessa pumpun antama nestemäärä vähenee. Ruiskuissa käytettävistä kotelopumpuista ovat nykyisin yleisimpiä nylonrullapumput (kuva 6 c). Niiden rullat ovat arkoja erälle ruiskuteille, kuten kloraaiteille, fenoleille, kresoleille ja erälle orgaanisille hapoille. Näiden sijasta on syytä käyttää muita torjunta-aineita. Mikäli ko. ruiskuteita käytetään, pumpu on heti käytön jälkeen pestävä. Säilytyksessä rullapumput juuttuvat helposti kiinni. Tämän vuoksi hyvin pestyyn

ten muotoiltu, ettei nesteen läikkyminen säiliössä sanottavasti vaikuta ruiskutukseen. "Makaavassa" asennossa olevat säiliöt on syytä varustaa läikkymistä rajoittavilla, osittain avonaisilla väliseinillä. Säiliö on muotoiltava ja sijoitettava niin, että sen painopiste on mahdollisimman lähellä traktoria.

Säiliöiden maalaukseen on käytettävä vain syöpymisen kestäviä maaliaineita. Sisäpinnan on oltava sileä ja helposti puhdistettava. Sen pinnan käsittelyyn mahdollisesti käytetyt aineet eivät saa irrota.

Muovisäiliöt ovat viime aikoina yleistyneet. Ne ovat verraten kestäviä, keveitä ja sileäpintaisina helppoja puhdistaa, eivät ole pakkaushauraita eivätkä sanottavasti syövy kasvinsuojeluaineita käytettäessä. Lähinäkyvistä muovisäiliöistä on helppo todeta säiliössä oleva nestemäärä. Muovisäiliöt voidaan muotoilla sellaisiksi, että painopiste saadaan mahdollisimman lähelle traktoria. Raaka-aineista mm. polyetyleni ja polyenykloridi sopivat lähinnä pienien säiliöiden valmistukseen. Suurissa säiliöissä käytetään yleensä lasikuituvahvisteista polyesteriä. Muovisäiliöt tullevat syrjäyttämään vähitellen muista raaka-aineista valmistetut säiliöt.

Metallisäiliöistä messinkisäiliöt ovat helposti puhdistettavia ja syövyttäviä aineita kestäviä, mutta päin vastoin kuin teräs- ja muovisäiliöt pakkashauraita ja myös kalliinlaisia.

Terässäiliöt ovat yleensä 2..3 mm levyä. Kuumasinkityt terässäiliöt ovat riittävästi syöpymistä kestäviä. Syöpymisen kestävyttä parantavat myös polttolakat ja lyijykäsittely.

Säiliön täyttöaukon on oltava riittävän avara ennen kaikkea puhdistusta silmällä pitäen.

Sen kannen on oltava nesteen ulosläikkyminen estämiseksi tiivis, mutta tarpeellisella ilma-aukolla varustettu, ettei säiliöön muodostu alipainetta.

Täyttöaukon siivilä ei saa olla ruuveilla ims. lukittava. Sen on puhdistusta varten oltava helposti irroittava, mutta tiiviisti sovitettu.

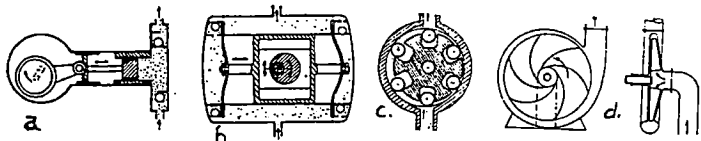
Säiliön pohjan tyhjennysaukon pitää olla helposti avattava, riittävästi avara ja niin sijoitettu ja muotoiltu, että säiliö tyhjenee kokonaan ja roskat pääsevät helposti ulos.

### Sekoittimet

Ruiskuissa käytetään joko hydraulista, mekaanista tai paineilmasekoittimia. Säiliön tyhjentyessä ruiskutusnesteen väkevyys ei saisi olla  $\pm 15\%$  suurempi alkuperäistä väkevyttä.

Mekaanisissa sekoittimissa on akselille kiinnitetty potkureita tai lapoja (kuva 8, 1 ja 2). Ne sekoittavat tehokkaasti ja vaativat vähän käyttötehoa. Mekaanisia sekoittimia käytetään suurilla säiliöillä ja hidasmäntäisillä pumpuilla varustetuissa ruiskuissa. Ne tarvitsevat erillisen voimansiirron, joka on järjestettävä niin, että sekoitin toimii myös säiliötä täytettäessä.

Hydrauliset sekoittimet (kuva 8, 3 ja 4) ovat yksinkertaisia. Ne toimivat pumpun kehittämän paineen avulla niin, että osa paineen alaisesta nestevirrasta siirtyy takaisin säiliöön. Paluunestesekoittimet ovat tehokkaita, mikäli pumpussa on riittävästi tehoa. Säiliöön minuutissa takaisin virtaavan nesteen määrän on oltava vähintään 10 % säiliön tilavuudesta. Sekoittimien on oltava säiliöön niin sijoitettuja, että ne vaikuttavat koko nestemäärään ja sekoittavat myös pienen säiliön pohjalla olevan neste-erän.



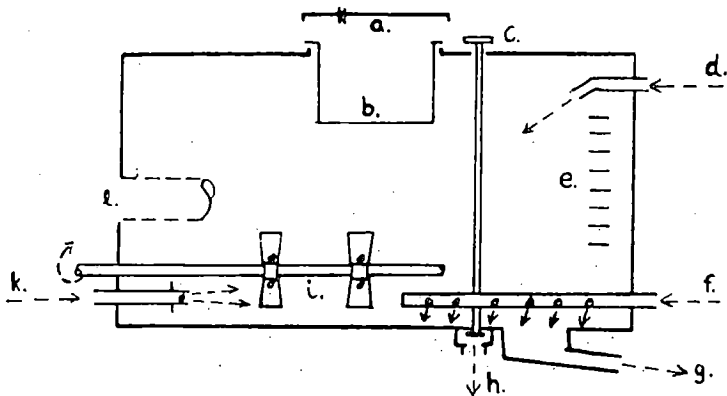
Kuva 6. a) Mäntäpumppu, b) kalvopumppu, c) nylonrullapumppu ja d) keskipakopumppu.

tarvita varoventtiiliä. Kalliimmilla pumpuilla, joissa on useita sarjaan kytkettyjä siipipyöriä samalla akselilla ja joiden kopan ja pyöräjän väli on tehty pieneksi voidaan nästä melko suuriin paineisiin. Keskipakopumput sijoitetaan yleensä säiliön alapuolelle, jolloin neste valuu omalla painollaan pumpuun. Ne ovat tuntuvasti lyhytikäisempiä kuin mäntä- ja kalvopumput.

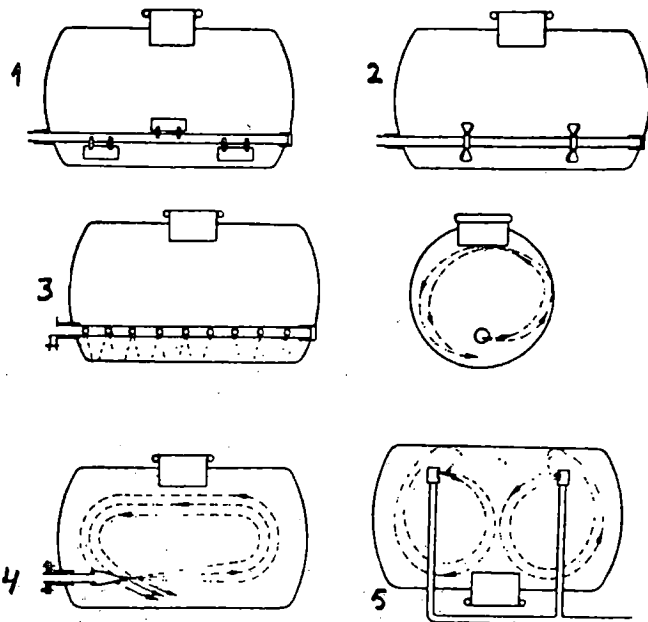
pumpuun on kaadettava joko ruosteesto- tai moottoriöljyä ja pyöritettävä sitä.

### Säiliöt

Säiliön (kuva 7) tilavuus on sovitettava ruiskun tehoa vastaavaksi (400..800 l) ja sen sisältämän nestemäärän on oltava selvästi ajon aikana havaittavissa. Säiliön on oltava riittävän tukeva ja si-



Kuva 7. Säiliön kaaviokuva. a) Täyttöaukon kansi venttiileinen, b) siivilä, c) tyhjennysaukon (h) sulkuhana, d) mekaanisella sekoittimella (l) varustetun säiliön paluunesteputki, e) nestemäärän mitta-asteikko, f) monireikäinen hydraulinen sekoitin, g) imuaukko, h) tyhjennysaukko ja k) yhdellä suuttimella varustettu hydraulinen sekoitin.



Kuva 8. 1) Lavoilla ja 2) potkurilla varustetut mekaaniset sekoittimet. Rei'itetyllä putkella (3) sekä yhdellä (4) ja kahdella (5) nestepainesuuttimella varustetut sekoittimet.

## Siivilät

Siivilät suojaavat liukenemaitoimien torjunta-aineiden ja kiinteiden epäpuhtauksien varalta pumpun, säätölaitteita ja suuttimia kulumiselta ja tukkeutumiselta. Ruiskuissa pitäisi olla aina vähintään kolminkertainen suodatus.

Täyttösiivilä estää ajasta tms. likaisesta vedenotto paikasta säiliötä täytettäessä epäpuhtauksia joutumasta säiliöön. Tämä siivilä on varustettava tukevasta harvahkosta verkosta tai reiteistä metallilevystä valmistetulla esisiivilällä, joka estää suurempien roskien pääsyn varsinaisen siivilän pinnalle.

Säiliön ja pumpun välillä oleva imusiivilä suojaa pumpun. Jotta tämä siivilä ei aiheutaisi pumpun tehon alenemista, sen läpivirtausalan on oltava vähintään 10 kertaa niin suuri kuin pumpun imuaukon pinta-ala. Mikäli käytetään tavallista kangassuodatinta, sen kokonaispinta-alan pitää olla vähintään 30-kertainen pumpun imuaukon pinta-alaan verrattuna.

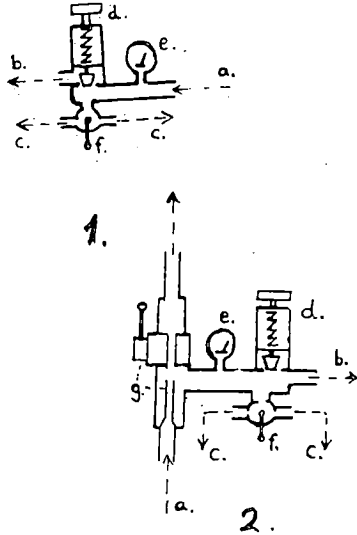
Ruiskun pääsiivilä on sijoitettava paineensäätimen jälkeen niin lähelle ruiskuputkea kuin mahdollista. Tämä siivilä on tarpeellinen kaikissa ruiskuissa, ettei monia suutinsiiivilöitä jouduttaisi puhdistamaan kovin usein. Pääsiivilän ja suutinsiiivilöiden reikäkoon on oltava suuttimien suuttimien pinta-ala suhteessa tilavuuteen on suuri.

Kaikkien siivilöiden on oltava riittävästi mitoitettuja ja helposti puhdistettavia. Liian pieni suodatin tukkeutuu nopeasti ja vaatii jatkuvaa puhdistamista. Edullisimpia ovat kupumaiset tai poimutetut lieriömäiset siivilät. Näiden suodatimien pinta-ala suhteessa tilavuuteen on suuri.

## Säätimet ja tarkkailulaitteet

Säätimien ja tarkkailulaitteiden (kuva 9) suhteen vaatimukset ovat viime vuosina tuntuvasi lisääntyneet erikoishävitteiden vuoksi.

Työpaineen pysyttämiseksi vakiona ja ylikuormituksen estämiseksi ruiskuissa käytetään joko portaalliseen tai portaattomasti säädettävää paineensäädintä (kuva 10), joka avautuu määräpaineella ja päästää nesteen virtaamaan paluuletkun kautta takaisin säiliöön. Vesirengas- ja keskikpakopumpuilla varustetuissa ruiskuissa voidaan tulla toimeen pelkällä neulaventtiilillä, mutta näidenkin pumppujen yhteydessä tarkemman ja helpomman säädön vuoksi on edullista käyttää paineensäädintä. Tehokkaimpia ovat säätömännillä varustetut paineensäätimet (kuva 10 d), jotka toimivat jo hyvin pienillä paine-eroilla ja tasaavat sienen myös mäntä- ja kalvopumppujen painesysäykset. Tavallisilla paineensäätimillä varustetut mäntä- ja kalvopumput tarvitsevat painesysäysien tasaukseksi painetasaimen, jona yleisimmin käytetään ilmapumpua. Mikäli pumpun teho on riittävä myös hedelmätarhuiskutuksiin,



Kuva 9. Paineen säätö- ja tarkkailulaitteita. 1. Yksinkertainen säätötaite ja 2. Takaisinimulaitteella varustettu säädin. a) pumpusta tuleva nesteletku, b) paluunesteputki säiliöön, c) ruiskupuomiin johtavat letkut, d) paineensäädin, e) painemittari ja f) sulkuhana.

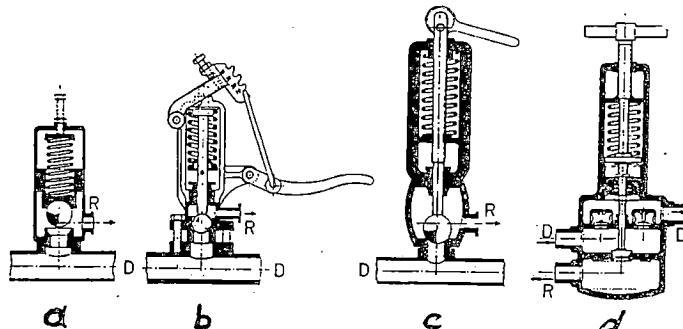
on edullista varustaa ruisku kahdella toisistaan riippumattomalla paineensäätimellä, joista toinen toimii peltoruiskutuksia vastaavalla painealueella (2...10 aty) ja toinen tätä suuremmilla paineilla.

Takaisinimulaitteena käytetään injektorisuuttimia. Kun nestevirta suljetaan, ne imevät nesteen ruiskupuomista takaisin säiliöön ja rajoittavat jälkikipuntaa. Valikoivia erikoishävitteitä käytettäessä jälkikipunnan estämiseksi on kuitenkin syytä käyttää tippumisen estoventtiilillä varustettuja suuttimia (kuva 11), jotka sulkeutuvat paineen laskiessa n. 0,5 ilmakehään.

Painemittarin on oltava niin sijoitettu, että se on ajon aikana helposti luettavissa. Sen aseton on vastattava ruiskun paineen käyttöaluetta. Erikoissuuttimilla varustetuissa ruiskuissa on syytä käyttää tarkkuuspainemittaria.

## Ruiskupuomi

Ruiskupuomiin kuuluvat paineletkut sekä ruiskuputki suuttimien



Kuva 10. Paineensäätimiä a) vakioaineella avautuva, b) portaallinen, c) portaaton ja d) säätömännillä varustettu paineensäädin. (D. paineletku; R. paluuletku).

neen, kiinnittimiseen ja niveliin.

Ruiskuputki, minkä kautta neste virtaa suuttimiin, pitäisi valmistaa syöpymistä kestävästä raaka-aineesta. Se on useimmiten valmistettu galvanoidusta tai tavallisesta hetyryputkesta.

Ruiskujen työleveys ei käytännöllisistä syistä ole yleensä ylittänyt 10 m. Vain poikkeustapauksissa käytetään tätä leveämpää ruiskuputkea. Oloista riippuen ja nimenomaan valikoivia hävitteitä käytettäessä saattaa olla syytä käyttää n. 6 m työleveyttä. Työleveyden ollessa n. 10 m ruiskupuomien läpimitaksi suositellaan n. 3/4 in. Tällöin kitkasta johtuvat virtaamisnopeuden muutokset ja paine-erot suuttimissa jäävät melko pieniksi.

Pahimmat ruiskutusvirheet, mitä käytännössä tehdään, johtuvat tavallisesti ruiskuputken virheellisestä korkeudesta ruiskutuskohteeseen. Tällöin neste jakaantuu epätasaisesti ja ruiskutetulla alueella esiintyy yli- tai aliannostuksesta johtuvaa juovikkua. Se, millä korkeudella ruiskupuomien on oltava, on kullekin ruiskulle yksilöllinen ja se riippuu suuttimien ja suihkukulmasta ja suuttimien etäisyydestä toisistaan. Käytännön sääntönä useimpien suuttimien suhteen voidaan pitää, että suihkut leikkaavat toisensa n. 10 cm korkeudella kasvuston yläpuolella. Tämä ei luonnollisesti pidä paikkaansa käytettäessä kerrannaispeittosuuttimia, joilla on suuri suihkukulma. Traktoriruiskut on suunniteltu yleensä niin, että tasainen nestejakautuma saadaan aikaan 40...60 cm suutinkorkeudella. Yleisesti pyritään n. 50 cm korkeuteen. Ruiskuissa, joiden työleveys on yli 10 m suuttimien nimelliskorkeus voi olla poikkeuksellisesti enintään 80 cm. Turhan suuresta korkeudesta on haittaa, koska tuulen vaikutus lisääntyy, pisaroiden nopeus pienenee ja suihkun tunkeutumiskyky kasvustoon huononee.

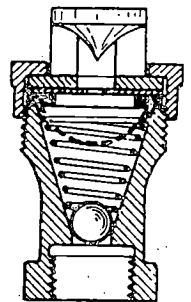
Koska joudutaan ruiskuttamaan eri korkuisia kasvustoja — esim. korkeita perunanvarsia — ja maaherbisiidejä, ruiskuputkea on voitava säätää kiinnityksessään n. 40...120 cm korkeudelle maan pinnan tasosta. Ruiskua suunniteltaessa on huolehdittava, että

nestesuihku ei missään em. korkeusasennossaan osu ruiskurisiin. On myös eduksi, jos ruiskuputkea voidaan kallistaa (kierittää) taakse- ja eteenpäin niin, että suuttimet kääntyvät vinoon asentoon. Tämä tehostaa suihkun tunkeutumisia esim. perunanvarsia ruiskutettaessa.

Ruiskupuomi on voitava kääntää riittävän kapeaan ja matalaan kuljetus- ja säilytysasentoon. Tierreunojen, pientareiden ja vesakojen ruiskutusta silmällä pitäen ruiskuputken pään on oltava nostettavissa ja lukittavissa ajon aikana eri korkeuksille kuljettajan istuimelta vaijerin tms. avulla. Eräissä ruiskuissa ruiskupuomin nosto ja lasku kuljetus- ja työasentoon tapahtuu hydraulisesti. Samalla hydraulikalla voidaan säätää myös ruiskupuomin korkeutta. Hydraulikkaa voidaan käyttää myös ruiskupuomin vakauslaitteena, joka pitää puomin vaakasuorassa traktorin kallistuessa.

Maan pinnan epätasaisuudesta johtuen ruiskupuomi vaappuu ajon aikana pystyasennossa. Tämä vuoksi puomin nivelen sovituksen on oltava erittäin tiukka ja puomin iukirakenteiden sellaiset, että ne rajoittavat puomin taipumisen mahdollisimman pieneksi. Suuttimista riippuu, miten puomin heiluminen vaikuttaa levityksen tasaisuuteen. Ruiskutiangan heilumisesta johtuen esim. suutin, jonka suihkukulma on 60°, antaa melkoisesti epätasaisemman ruiskutuksen kuin kaksoispeittosuutin, jonka suihkukulma on 120°. Vastava virhe esiintyy ruiskuputken ollessa kaltevassa asennossa (kuva 12). Jos traktorin toinen takapyörä vesivaosta tms. johtuen on esim. 10 cm toista alempana, tämä aiheuttaa 10 m pituisessa puomissa n. 65 cm korkeuseron puomin päissä.

Kiinteään esteeseen ajettaessa ruiskuputken on päästävä kääntymään 90° taakse ja välittömästi esteen ohitettuaan palautumaan itsestään työasentoon. Puomin työasentoon lukitseva laite ei saa olla väljä. Etenkään liian herkätkierrejouset eivät rajoita riittävästi puomin heilumista ajosuunnassa. V:n muotoiseen hahloon lukittava ruiskupuomi on sivuttaisliikkeen rajoittamiseksi edullinen, mutta ruiskuputken ollessa vain omalla painollaan hahlossa, se pääsee



Kuva 11. Tippumisenestoventtiilillä varustettu suutin.

pomppimaan vapaasti pystysuunnassa. Tämän estämiseksi taakseen avautuva, puristusjousella lukittuva kiia on edullisempi.

Ruiskuputkessa olevien suutinnippojen, joihin suuttimet kiinnitetään, on oltava sellaiset, että niissä voidaan käyttää eri käyttötarkoituksiin sopivia suuttimia. Tämä edellyttää, että esim. viuhkasuuttimen tilalle voidaan vaihtaa kartiosuutin, joka samalla suutinetäsytydellä antaa tasaisen levityksen. Vastaavasti suuremman työleveyden omaavien kimmosuuttimien käyttöä varten on joka toinen tai useampi suutinnippa vaihtava sulkelevyillä. Eri suunmallien edellyttämä ruiskutus-paine ja vastaava ruiskuputken korkeus on ilmoitettava käyttöohjeissa. — On eduksi, jos ruiskuputkeen voidaan kiinnittää riviviljelyksillä alta ruiskutukseen käytettävät pystyssä asennossa olevat tangot. (kuva 13).

Yhteiskäyttöä ja monipuolisessa viljelyssä eri torjuntaruiskutuksia silmällä pitäen kaksoispuomilla varustetuja ruiskuja voidaan pitää edullisina. Ruiskuputket voidaan kytkeä toimimaan joko yhtäaikaan tai erikseen. Toinen ruiskuputki voidaan varustaa halvahoilla yleissuuttimilla, joita käytetään tavallisissa ruiskutuksissa. Toiseen ruiskuputkeen sijoitettuja erikoissuuttimia vain erikoishäviöiden ruiskutuksiin käytettäessä niiden kulumisesta aiheutuva kustannus jää mahdollisimman pieneksi. Kaksoispuomilla varustetuissa ruiskussa nestemäärä ja pisarakoko voidaan sovittaa suuttimia vaihtamalla torjunta-aineen ja ruiskutuskohteen mukaan.

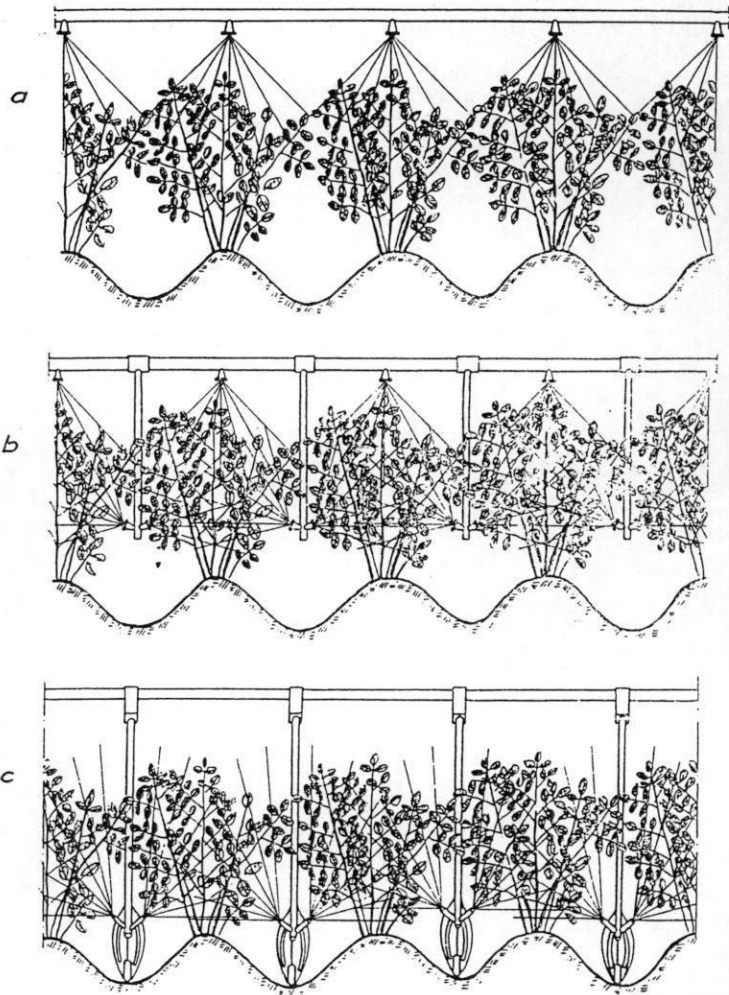
Paineen ja nestevirtauksen pysyttämiseksi tasaisena koko ruiskuputken työleveydellä on siihen johdettava työleveydestä riippuen kaksi tai useampia paine-

kuja. Letkujen sulkuventtiiliin on oltava helposti käsiteltävissä, jotta ruiskulla voidaan tarvittaessa ajaa myös osalla työleveyttä. Keinokumista valmistetut paineletkut ovat ruiskuihin sopivampia kuin luonnonkumiset, jotka ovat arkoja öljymäisien aineiden vaikutukselle. Lisävahvisteisia pehmeitä muoviletkuja ei ruiskussa käytetä niiden kalliin hinnan vuoksi. Letkut on sijoitettava niin, etteivät ne pääse hankautumaan. Niiden on oltava tiiviisti kiinnityskohtiinsa sopivat ja helposti avattavilla liittimillä varustetut.

### Merkitsemet

Ruiskutettaessa joudutaan ajamaan useita kaistoja rinnakkain. Kaistojen saumakohdat on ajettava päättävästi niin, että ruiskuputken päässä oleva suutin kulkee seuraavalla ajokerralla täsmälleen suutinetäisytydellä edelliseen ajokertaan verrattuna. Tämän vuoksi on välitämätöntä käyttää ainakin kunkin ajokaistan päässä merkkikeppejä.

Ajokaistan merkitsemiseen voidaan käyttää myös valkoista väri- liuosta, pölymäistä ainetta tai vaahtoa. Merkitsemisaine voidaan levittää joko juovana tai pisteittäin. Väri- liuosta merkitsemisaineena käytettäessä voidaan käyttää hyväksi pumpun kehittämää painetta johtamalla se merkitsemiseen voidaan käyttää joko lietsoa tai traktorin poistokaasun painetta. Vaahtoa muodostava merkit- sin, joka toimii paineilman avulla, levittää vaahton pisteittäin. Tällä menetelmällä on etuna hyvä näkyvyys. Vaahton kesto-aika voidaan sovittaa vaahtoliuoksen väkevyyttä muuttamalla.



Kuva 13. Riviviljelyyn korkean kasvuston ruiskutukseen tarkoitettuja suuttimien sijoitustapoja. a) Tavallinen päältä ruiskutus, b) yhdistetty alta- ja päältä ruiskutus ja c) altauiskuutus.

### Riviruiskut

Riviruiskuja käytetään rikkakasvien torjuntaan sokerijuurikkaan ym. riviviljelyssä. Riviruiskut voivat olla erikseen tarkoitusta varten rakennettuja tai tavallinen traktoriruisku voidaan sijoittaa tarpeellisine lisävarusteineen kylvö- tai harauskoneen yhteyteen. Keski-Euroopassa torjunta-aine ruiskutetaan kylvön yhteydessä. Kasvuolojen erilaisuudesta johtuen tällä menetelmällä eivät nykyisillä torjunta-aineilla suoritettavat ruiskutukset ole maassamme antaneet toivottua tulosta. Kokemukset juurikkaan taimettumisen jälkeen suoritetuista riviruiskutuksista ovat sitä vastoin olleet verraten myönteisiä.

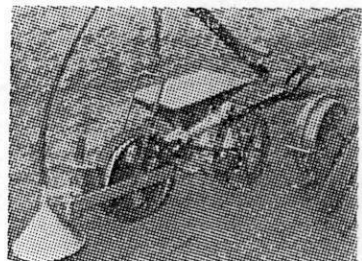
Koska riviviljelykoneiden kylvö- ja harayksiköt ovat erillisiä, vapaasti liikkuvia, johdetaan ruiskutusneste säiliöstä jakokappaleiden ja letkujen välityksellä kuhunkin yksikköön sijoitettuun suuttimeen (kuva 14). Suuttimen päällä on nesteleviämistä rajoittava suojus.

Riviruiskun suuttimien työleveys on n. 15–18 cm ja korkeus 12–15 cm. Viuhkasuuttimet ovat riviruiskussa kartiosuuttimia edullisempia. Nykyisin riviruiskussa käytettävien viuhkasuuttimien suih-

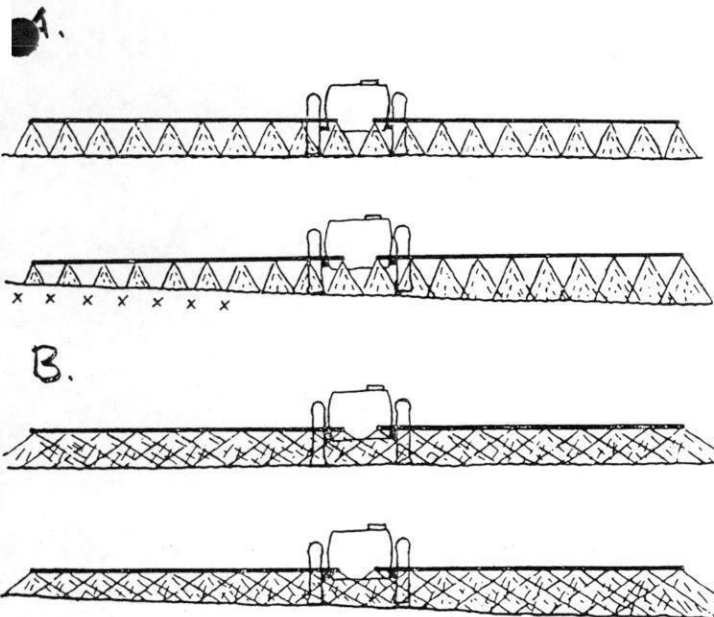
kukulma on n. 65°. Mikäli suihkukulma on tätä suurempi, on suuttimen työleveyttä pienennettävä kääntämällä suutin vinoon asentoon ajosuuntaan nähden. Riviruiskutuksessa tarvittava nestemäärä ja vastaavasti torjunta-ainekustannus on n. 2/3 pienempi kuin hajaruisutuksessa. Ruiskussa on näin ollen käytettävät pienireikäisiä suuttimia, joiden nestemäärä on alle 300 cm<sup>3</sup>/min.

### Selkäruiikut

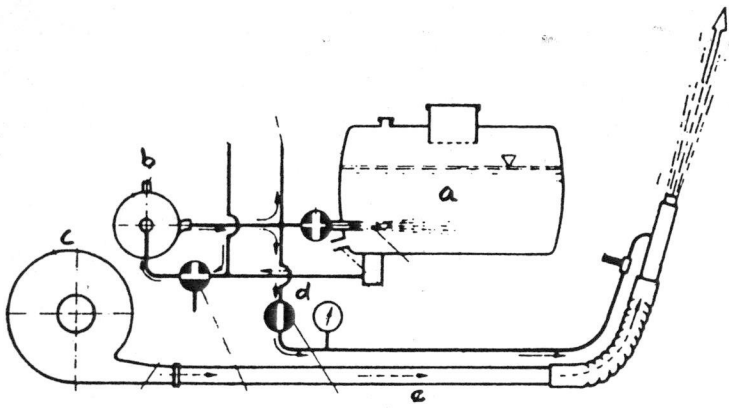
Selässä kannettavat ruiskut ovat joko paineilma- tai pumpputta- ja kuvasti pumputtavia ns. reppuruiskuja.



Kuva 14. Sokerijuurikkaan kylvö koneeseen sijoitettu tuulensuojalla varustettu riviruisku.



Kuva 12. Suuttimilla, joiden suihkukulma on pieni jää traktorin kallistuessa käsittelemättömiä kaistoja (A). Suuren suihkukulman omaavat kaksoispeittosuuttimet (B) ovat hajaruisutuksessa edullisempia



Kuva 15. Sumuruiskun kaaviokuva. a) Säiliö, b) pumppu, c) keskipakolietso, d) nestemäärän säätöventtiili ja e) ilmaputki.

Paineilmaruiskuissa on sylinterimäinen painesäiliö, jonka tilavuus on yleensä 15..20 l. Säiliön tilavuudesta noin puolet täytetään ruiskutusnesteellä ja loput paineilmalla, joka ruiskutettaessa työntää nesteen ulos ruiskutangossa olevan suuttimen kautta. Säiliö täytetään paineilmalla sisään sijoitetulla käsipumpulla tai kompressorilla. Nesteen täyttöä varten pumpussa on imuletku tai yksinkertaisimmissa ruiskuissa erillinen täyttöaukko. Viimeksi mainituista paineilma joudutaan päästämään pois jokaisen täytön yhteydessä.

Paineilmaruiskun varoventtiilin on oltava käsin säädettävä. Tällöin voidaan tarkistaa, että venttiili toimii ja ruiskun tukkeutuessa päästää paineilman pois. Ruiskun osia ei saa irrottaa eikä suutinta puhdistaa, kun säiliössä on painetta.

Paineilmaruiskuissa on eräitä rakenteellisia epäkohtia. Paineilmasäiliö on raskas ja vain osa sen tilavuudesta voidaan täyttää ruiskutusnesteellä. Säiliöön ei voida järjestää ruiskutusnesteen sekoitinta. Paineen alentuessa aikayksikössä virtaava nestemäärä vähenee.

### Reppuruiskut

Jatkuvasti käytön aikana pumputtavien reppuruiskujen käyttö

on rasittavampaa kuin paineilmaruiskujen, mutta ne ovat viimeksi mainittuja tehokkaampia. Säiliö voidaan täyttää kokonaan ruiskutusnesteellä eikä ilman pumppuamiseen kulu hukka-aikaa. Koska koko nestemäärä voidaan ruiskuttaa vakiopaineella, suuttimien antama nestemäärä säilyy tasaisena koko ruiskutuksen ajan. Ruisku voidaan varustaa sekoittimella, joten se soveltuu myös liestosten ja maidosten ruiskuttamiseen.

### Kärnyruiskut

Suurehkoilla säiliöillä varustetut paineilma- ja käsinpumputtavat ruiskut on sijoitettu kärnyille. Kärnyruiskut voivat olla myös moottorilla varustettuja. Moottorilla toimivissa ja pyöristä voimansa saavissa kärnyruiskuissa on lähes poikkeuksetta mäntä- tai kalvo-pumppu.

### Sumuruiskut

Sumuruiskut on kehitetty lähinnä ruiskutusnesteen käytön vähentämiseksi. Sumuruiskujen pienestä pisarakoosta (50..150  $\mu$ ) johtuen nestemäärää voidaan vähentää torjuntakohteesta riippuen n. 50..90 %:ia tavalliseen ruiskutukseen verrattuna. Torjunta-aineen määrä voi sen sijaan vain

eräissä poikkeustapauksissa olla pienempi. Suihkun ulottuvuuden ja tunkeutumiskyvyn parantamiseksi ja pisaroiden hajoamisen tehostamiseksi sumuruiskuissa käytetään apuna ilmapirtta, sumuruiskut soveltuvat pienen pisarakokonsa vuoksi lähinnä vain tuohyönteisten ja kasvitautien torjuntaan.

### Puutarhasumuruiskut

Sumuruiskut (kuva 15) on varustettu nestesäiliön, pumpun ja suuttimien lisäksi joko keskipakotai potkuripuhaltimella (kuva 16). Tehokkaimmissa sumuruiskuissa ilman lähtönopeus on yli 100 m/s ja ilmamäärä n. 1 m<sup>3</sup>/s Ilman nopeus pienenee melko nopeasti. Sumusuihkun nopeus sen kohdassa lehdet ei saa olla yli 20 m/s, etteivät lehdet, hedelmät ja marjat irtoaisi tai vioittuisi.

Sumuruiskuihin, joissa ruiskutusneste ruiskutetaan käsin ohjattavan ruiskuputken kautta kohteeseen, keskipakopuhaltimet sopivat erittäin hyvin. Niissä ilman nopeus on suuri ilmamäärän ollessa melko pieni. Sumuruiskuissa, joissa on laaja monella suuttimella varustettu sivuille avautuva puhallusaukko, käytetään pääasiassa potkuripuhaltimia niiden suuremman tehon vuoksi. Vastavalle periaatteella toimivien keskipakopuhaltimilla varustettujen sumuruiskujen puhallusaukko on suppeampi (kuva 16). Lietosten tehon tarve on suuri. Tehokkaimmat sumuruiskut on varustettu n. 40 hv:n moottorilla.

### Suuttimet

Sumuruiskuissa ruiskutusneste voidaan johtaa suoraan kantoilmaputkeen reiästä. Tällaisissa suuttimissa neste virtaa pienellä paineella sienimäiseksi laajenevan teräväreunaisen nesteputken pään sivuilla olevista rei'istä ympäröivään ilmaputkeen. Ilmavirran temmatassa nestevirran mukaansa se hajoaa välittömästi pisaroiksi. (Kuva 17/1).

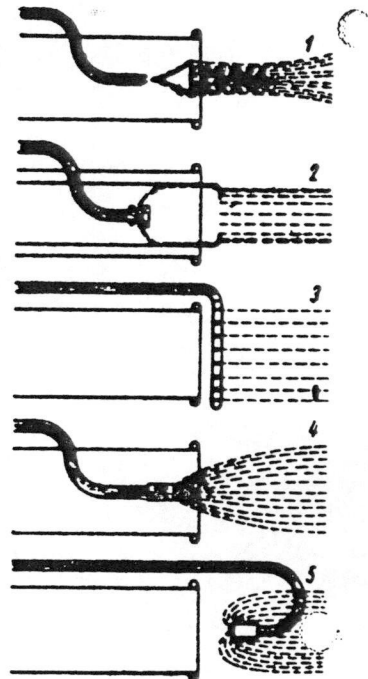
Kaksivaippaisella ilmaputkella varustettujen suuttimien sisemmän putken reuna on taivutettu sisäänpäin ja rei'itetty. Neste purkautuu nesteputkesta sisemmän putken seinämiä pitkin ja hajoaa sen päässä olevien reikien läpi kuljettuaan pisaroiksi. Tässä suuttimallissa neste hajoaa hienojakoisemmaksi kuin edellisessä. Sisä- ja ulkovaipan välissä kulkeva ilmapirtta lisää suihkun kantavuutta. (Kuva 17/2).

Pisaroiden koko riippuu ilman nopeudesta ja nestemäärästä. Useimpien sumuruiskujen ilmamäärä pysyy muuttumattomana ja nestemäärää voidaan säätää. Mitä pienempi nestemäärä on sitä pienemmiksi pisaroiksi neste hajoaa. Tämä vastaa torjuntaruiskutuksien biologisia vaatimuksia. Pisarakokoa voidaan seurata epäsuorasti varustamalla sumuruisku mittauslaitteilla ilman nopeuden ja nesteen menekin toteuttamiseksi.

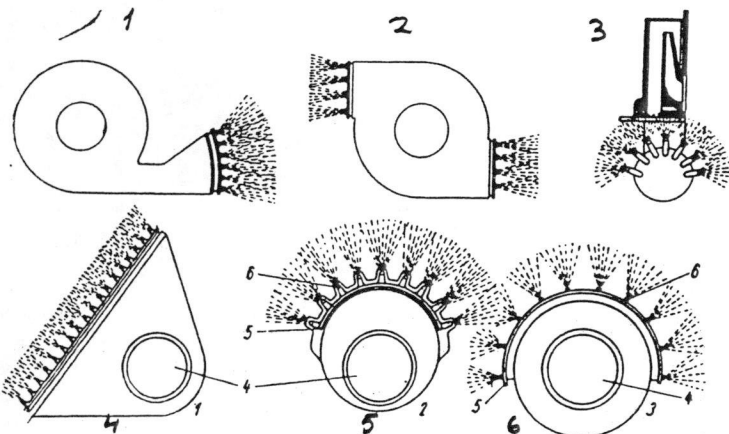
Sijoittamalla suurella paineella toimiva kartiosuutin kantoilmaputken päähän saadaan myös suurehkoja nestemääriä käyttäen aikaan erittäin pieniä pisaroita. Niissä sumuruiskuissa on puhaltimen lisäksi suuria paineita kehittävää mäntäpumppu. Suurissa hedelmäpuiden ruiskutuksiin tarkoitettuissa tällä periaatteella toimivissa ruiskuissa ilmavirran tuloaukko on puoliympyrän muotoinen. Näiden suuttimien muodostama suihku on viuhkamainen. Eräissä sumuruiskuissa tämän viuhkan muotoa voidaan säätää.

### Selkäsumuruiskut

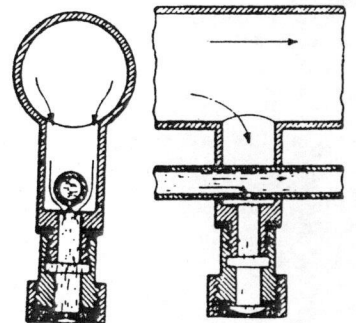
Selkäsumuruiskuissa on keskipakopuhallin, jonka kehittämä ilmamäärä on yleensä n. 300..600 m<sup>3</sup>/h Puhaltimen käyttövoimana on yleensä n. 75..100 cm<sup>3</sup> kaksiaksimoottori. Osa ilmavirrasta johdetaan letkua pitkin nestesäili-



Kuva 17. Sumuruiskun suuttimia. (1) yksi- ja (2) kaksivaippainen suutin, (3) rengassuutin, (4) myötä- ja (5) vastavirtasuutin.



Kuva 16. Suurten sumuruiskujen suuttimien sijoitustapoja keskipakotai potkuripuhaltimilla (1, 2, 3) ja potkuripuhaltimilla (4, 5, 6) käytettäessä.



Kuva 18. Peltosumuruiskun ruiskupuomi, jossa ruiskutusneste ja paineilma siirtyvät eri putkia pitkin ja neste hajoaa suuttimessa päältä purkautuvan ilmavirran vaikutuksesta.



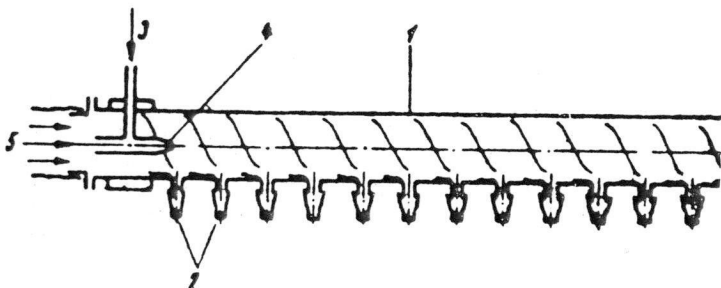
liöön. Säiliöön muodostuneen vakiopaineen avulla saadaan aikaan tasainen nesteen jakautuminen suuttimiin. Tarkoitukseen voidaan käyttää myös pientä moottorista voimansa saavaa keskipakko- tai vesirengaspumppua. Nestemäärää voidaan muuttaa hanan avulla tai käyttämällä eri tavoin rei'itettyjä annostelusuuttimia. Pisaroiden koko suurenee kuten kaikissa sumuruiskuissa nestemäärää lisättäessä. Nestemäärä vaihtelee 0,4..2 l/min. Pölytesäiliöllä varustettuja selkäsumuruisuja voidaan käyttää myös pölyttiminä ja erikoissuuttimilla varustettuna liekinheittiminä rikkakasvien tuhoamiseen npienillä aloilla.

### Peltosumuruiskut

Peltoviljelyssä sumuruiskuja voidaan käyttää vain rajoitetusti rikkakasvien torjuntaan niiden pienestä pisarakoosta ja nestemäärästä johtuen. Tuhoeläinten ja eräiden sienitautien torjuntaan sumuruiskut soveltuvat myös peltoviljelyssä hyvin.

Peltosumuruiskuissa, kuten tavallisissa kasvinsuojeluruiskuissa, suuttimet on kiinnitetty poikittaiseen puomiin. Ruiskutusneste ja keskipakopuhaltimen kehittämä ilmavirta sekoittuvat joko suuttimissa tai ruiskuputkessa. Edellisessä sumuruiskumallissa ruiskutusneste ja ilmavirta siirtyvät eri putkia pitkin ruiskupuomissa. Nesteputken rei'istä tuleva ruiskute hajaantuu päältä purkautuvan ilmavirran vaikutuksesta suuttimessa pieniksi pisaroiksi. Näiden sumuruiskujen antamaa nestemäärää ei yleensä voida säätää. (Kuvat 18 ja 19).

Myöhemmin kehitetyissä sumuruiskuissa, joissa ruiskutusneste ja ilma sekoittuvat ruiskuputkessa nestemäärää voidaan tarpeen mukaan muuttaa. Ruiskuputken läpimitalta on n. 13 cm. Ilmavirta hajottaa yhden tai useamman ruiskuputken keskiosaan sijoitetun esisuuttimen kautta virtaavan nesteen ruiskuputkeen. Ilmavirtaan sekoittunut ruiskutusneste kiertää putken seinämää pitkin ja jakaantuu tasaisesti suuttimiin. Suuttimet on sijoitettu ruiskupuomiin n. 15 cm välein. Ilmamäärä on melko suuri, n. 7 m<sup>3</sup>/min. Voimakkaasta ilmavirrasta johtuen pisaroiden tunkeutumiskyky on hyvä myös käsiteltävän kasvuston alimpiin osiin. Lisävarusteisena tätä sumuruiskua voidaan käyttää myös pölytykseen.



Kuva 19. Peltosumuruiskun ruiskutusputki, jossa ruiskute ja paineilma sekoittuvat ruiskuputkessa.

### Sumuttimet

Sumutuksessa pisarakoko on tuntuvasti pienempi (1..5  $\mu$ ) kuin sumuruiskutuksessa. Pienestä pisarakoosta johtuen tarvittavien lisäaineiden määrä on myös pieni yleensä n. 3..5 kg/ha ja dieselöljyä lisäaineena käytettäessä n. 20 kg/ha. Sumutuksissa ei voida käyttää tavallisia torjunta-aineita veteen sekoitettuna. Sumuteliuokset on yleensä valmiiksi sekoitettuja. Kuumasumutuksessa käytetään myös kiinteitä torjunta-aineita.

Sumuhiukkasten laskeutumisnopeus on erittäin pieni, 0,004..12 cm/s. Pienestä laskeutumisnopeudesta johtuen esim. 10  $\mu$  kokoiset sumuhiukkaset laskeutuvat metrin korkeudelta 5 m/s tuulella maahan vasta yli 1 km päässä. Sumutuksia voidaan suorittaa vain hyvin lievien tuulien vallitessa. Tällöin päästään vielä suureen työleveyteen ja voidaan käsitellä suuria pinta-aloja. Sumutteissa käytetään lisäaineina orgaanisia liuoksia, joilla on pieni höyrystymispaine ja jotka haihtuvat siten nopeasti. Kiteytyessään torjunta-aine muodostaa sadetta kestävän tehoainekerroksen. Sumutus on eräissä erikoistapauksissa, kuten totaalista tuho aiheuttavien tuhohyönteisten torjunnassa metsässä ja hedelmätarhassa hyvin edullinen, koska pienen tehoainemäärän ja suuren ulottuvuuden ansiosta voidaan toimia hyvin nopeasti.

Erillisiä suuttimia on kehitetty verraten vähän. Sumutukset suoritetaan yleensä lisälaitteilla varustetuilla sumuruiskuilla. Sumuruiskuja sumutukseen käytettäessä torjunta-aineiden kanssa kosketuksiin joutuvien osien, etenkin letkujen ja tiivisteiden on oltava syöpymistä kestäviä. Jos liuos on ilmassa kaasuuntuva, sumutus voi tapahtua suoraan säiliöstä, jossa torjunta-aineliuos on paineen alaisena, kuten aerosolipommeissa käytetty freoni. Sumutteen mekaaninen hajoitus tapahtuu joko keskipakopuhaltimen tai kompressorin kehittämän paineilman avulla. Paineilmaa käytetään myös nesteen siirtämiseen säiliöstä suuttimiin.

### Suuttimet

Neste ja ilmavirta voivat sekoittua osittain jo suuttimessa tai kokonaan sen ulkopuolella. Pyörrevirtasuuttimissa paineen

alainen neste joutuu pyörrekammion kautta kulkieessaan pyörivään liikkeeseen. Suuttimen ulkovaipassa voimakas ilmavirta kiertää vastakkaiseen suuntaan ja hajottaa nesteen tehokkaasti. (Kuvat 20 ja 21).

Suurten suuttimien pyörrevirtasuuttimien kiertävässä liikkeessä oleva neste purkautuu suutinaukosta paineilman aiheuttaman imen vaikutuksesta. Näiden suuttimien nestemäärää säädetään suuttimessa olevan neulan avulla. Muihin suutinmalleihin verrattuna pyörrevirtasuuttimien tarvitsema ilmamäärä on tuntuvasti suurempi.

Eräissä pienehköissä suuttimissa neste hajoo sumuksi nopeasti pyörivän levyn avulla. Tällä menetelmällä saadaan tasakokoisia pisaroita. Menetelmää voidaan käyttää myös lentokoneruiskutuksessa.

Pääasiassa suljetuissa tiloissa, mutta myös metsässä esiintyvien tuholaiten torjuntaan voidaan käyttää suuttimia, joissa kiinteä tai nestemäinen torjunta-aine hajoo sumuksi lämmittämällä. Lämmönlähteenä voidaan käyttää, paitsi erillistä pollinta, myös sumutinta käyttävän moottorin poistokaasua. Lämmitettäessä torjunta-aine kaasuuntuu ja suuttimen suuaukosta purkautuessaan kaasu tiivistyy tai kiteytyy pieniksi osiksi.

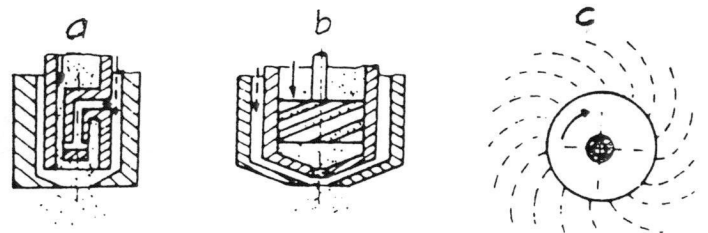
### Pölyttimet

Pölytys on vanhin kemiallinen torjuntamenetelmä. Ruiskutuksen yleistyttyä pölytyksen merkitys on jäänyt melko vähäiseksi. Tämä johtuu lähinnä siitä, että torjunta-

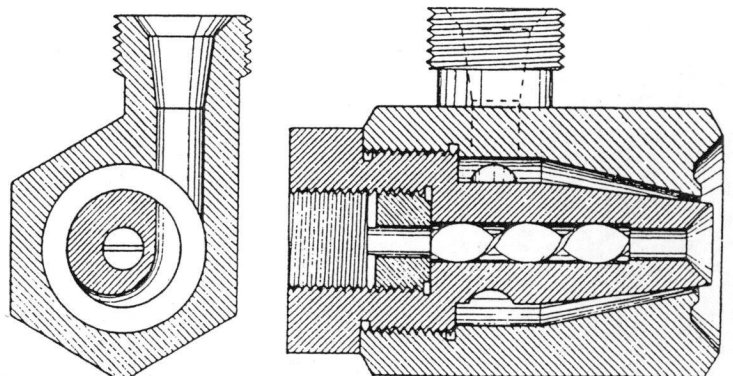
aineita ei saada pölyttimillä levitettyiksi yhtä tasaisesti kuin ruiskulla. Pölytteen teho ei myöskään ole yleensä yhtä hyvä kuin ruiskutteen. Tästä huolimatta pölytystä ei voida ainakaan toistaiseksi syrjäyttää, koska eräissä tapauksissa, esim. viljelykasvien myöhäisellä kehitysvaiheella ja puutarhaviljelyssä pölytykset saattavat taloudellisista ja biologisista syistä olla ruiskutuksia edullisempia.

Pölytteet, joissa torjunta-aineeseen on sekoitettu tilavuuden lisäämiseksi hienoksi jouhettuja mineraaleja, myydään käyttövalmiina. Pölyhiukkasten keskimääräinen koko on n. 50..60  $\mu$ . Hiukkaskoon vaihtelurajat ovat kuitenkin hyvin suuret, n. 10..200  $\mu$ . Pölytteen levitysmäärä on n. 15..20 kg/ha. Pölyhiukkasten laskeutumisnopeus on pieni ja ne ovat kuten sumupisarot tuulen vaikutuksella alttiita. Pölytteen tarttuvuuteen vaikuttavat niiden kokoomus, kasvien pinnan ominaisuudet ja säätökijät. Tarttuvuuden parantamiseksi voidaan pölytyksen yhteydessä ruiskuttaa myös pieniä nestemääriä. Tarttuvuutta voidaan parantaa lataamalla pölyhiukkaset sähköisesti positiivisiksi, jolloin ne tarttuvat paremmin negatiivisen latauksen omaaviin kasveihin.

Pölyttiminä maassamme käytetään pienitehoisia käsipölyttimiä ja käsi- tai moottorikäyttöisiä selkápölyttimiä. Pölytettävät alueet ovat yleensä pieniä tai sellaisia kasvustoja, missä esim. traktori-ruiskulla ei voida ajaa. Pölyttimien mekaanisesti tai paineilamalla toimiva syöttölaite annostelee pö-



Kuva 20. Nesteen hajoamisen tehostamiseksi neste ja osa ilmavirrasta voivat sekoittua suuttimessa ennen lopullista sumupisaroksi hajoamista a). Pyörrekammiosuuttimissa ohi kulkeva ilmavirta hajottaa nestepisarot sumuksi b). Pyörivä levy hajottaa keskelle tulevan nestevirran tasakokoisiksi sumupisaroksi c).



Kuva 21. Pyörrevirtasuuttimessa neste ja ilmavirta kiertävät vastakkaisiin suuntiin.

lytteen paineilmanavaan. Pölytteen hajoittava ilmavirta saadaan aikaan joko keskipakopuhaltimilla tai yksi- tai kaksitoimisilla palkeilla. Vain pienissä käsikäyttöisissä käytetään ilmapumppua.

### Syöttölaitteet (Kuva 22).

Pölyttimien syöttölaitteille on asetettava suuret vaatimukset, koska eri pölytteen fysikaaliset ominaisuudet, koko ja muoto saattavat vaihdella runsaasti. Pölyttimien annostuksen tasaisuuteen voi vaikuttaa myös pölytesäiliön täytösmäärä.

Yksinkertaisimmissa pölyttimissä on syöttölaitteena supplomaisen säiliön pohjalla olevan syöttöaukon päällä pyörivä syöttösiipi

Tämä syöttölaite soveltuu huonosti pölytteen hajoitukseen, mutta on käyttökelpoinen siroteiden ja rakeisten kasvinsuojeluaineiden levitykseen. — Kaksiosainen syöttökierukka, joka siirtää syöttöaukon kohdalle, soveltuu pölytteen annostukseen melko hyvin, mutta rakeisten torjunta-aineiden levitykseen voimakkaasta hankausvaikutuksesta johtuen huonosti. — Rumpusyötin on edullinen pölytteen levityksessä, mutta melko monimutkaisesta rakenteesta johtuen tämä malli ei ole sanottavasti yleistynyt. Pystyasennossa olevalla syöttökierukalla varustettu syöttölaite annostelee pölytteitä ja sirotteita melko tasaisesti. Yksinkertaiset paineilmailta toimivat syöttölaitteet soveltuvat vain pölytteen levitykseen, mutta niiden

rakenteellisista eroavuuksista johtuen syötön tarkkuuteen nähden on runsaasti poikkeavuutta.

### Suuttimet (Kuva 23).

Koska pölytettäessä ilmavirta puhalttaa pölytteen vain määrättyyn suuntaan, suuttimet ovat rakenteeltaan yksinkertaisia. Pienehköissä pölyttimissä käytetään lieriömäisiä suuttimia. Kartiomaisesti supistuvissa suuttimissa ilman nopeus kasvaa ja pölysuihku pitee. Pyrstösuuttimet saavat aikaan viuhkamaisen pölysuihkun ja ovat tarkoituksen mukaisia riviviljelyksillä. Leveäaukkoisia suuttimia käytetään mm. metsänsirotusalueilla. Niiden pölyviuhka on sivulta suojattu ja suunnattu alas.

### Selkäpölyttimet (Kuva 24).

Selkäpölyttimet ovat joko moottorikäyttöisiä tai käsikäyttöisiä palkeilla toimivia. Palkeet voi olla korvattu edestakaisin liikkuvalla levillä. Näiden pölyttimien pölysäiliö on jaettu kahteen osaan. Toisella puolella on pölytesäiliö ja toisella paljesäiliö. Paljesäiliössä oleva käsivivun avulla liikkuva levy painaa ilmavirran pölytesäiliön syöttölaitteen alla olevan kanavan kautta pölytysputkeen. Tasaisemman ilmavirran aikaansaamiseksi käytetään myös käsikammella pyöritettäviä keskipakopuhaltimia. Puhaltimen käytön helpottamiseksi nämä pölyttimet ovat rinnalla kannettavia. Käsikäyttöiset pölyttimet toimivat pienellä ilmamäärällä ja paineella. Tästä johtuen pölypilven ulottuvuus on pieni, mikäli tuuli ei ole edullinen.

Yksinomaan pölytykseen tarkoitettuja moottorikäyttöisiä selkäpölyttimiä nykyään ei enää sanottavasti valmisteta. Nämä pölyttimet ovat nykyisin sumuruiskun ja sumuttimen yhdistelmiä. Yhdistäminen on tarkoituksen mukaisista, koska selkäpölyttimien, -sumuruiskujen ja -sumuttimien puhaltimien koko ja moottorien teho ovat likimain yhtä suuret. Moottorin ja puhaltimen sekä pölyte- ja nestesäiliön sijoitus vaihtelee eri malleissa. Säiliöt on sijoitettava niin, että säiliön täytösmäärä ei sanottavasti vaikuta kuorman ja kaantumiseen eri puolille. Useimmissa yhdistelmissä on mahdollista ruiskuttaa pölytteen tarttuvuuden parantamiseksi samanlaisesti nesteitä.

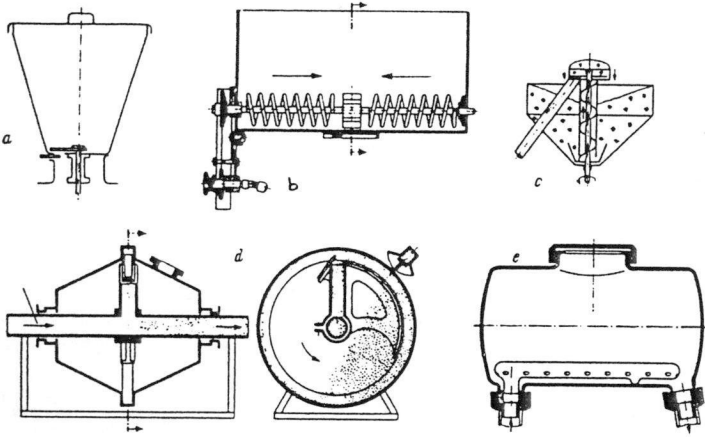
Moottorikäyttöiset kahden henkilön kannettavat pölyttimet soveltuvat paitsi suurehkojen hedelmätarhojen pölytykseen myös sellaisten peltokasvustojen pölyttämiseen, joilla ei voida käyttää traktorikäyttöisiä pölyttimiä. Näissä kannettavissa pölyttimissä on n. 2,5..4 hv moottori ja puhaltimen teho on n. 900..1500 l/min. Suurin pölytemäärä on n. 3 g/min. Tehollinen työleveys peltopölytyksessä on n. 15 m.

### Peltopölyttimet

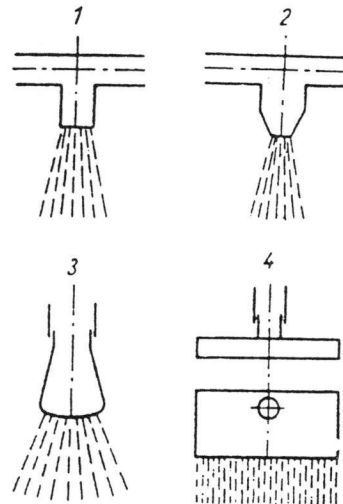
Traktorikäyttöisissä peltopölyttimissä on suuriläpimittainen poikittainen pölytysputki, johon on kiinnitetty, kuten traktoriruiskuihin alas suunnatut suuttimet. Pienellä ilmamäärällä ja paineella toimivien peltopölyttimien pölytysputki suppenee päähän päin. (Kuva 25).

Tällöin ilman nopeus ja paine pysyvät kaikissa suuttimissa lähes yhtä suurina. Tehokkaalla puhaltimella varustetuissa peltopölyttimissä voidaan käyttää lieriömäistä pölytysputkea, koska painehäviö putkessa on pieni eikä se sanottavasti vaikuta eri suuttimien annosmäärään.

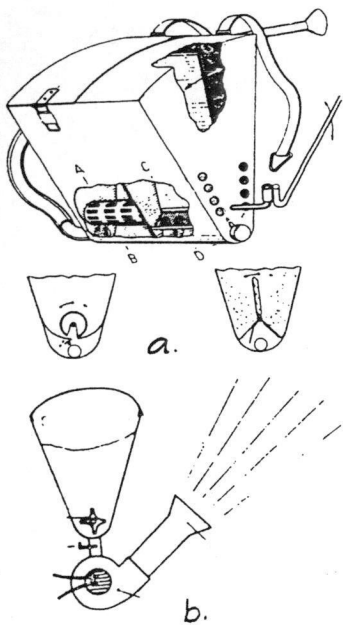
Riviviljelyyn tarkoitetuissa peltopölyttimissä käytetään pyrstösuuttimia. Pölyte johdetaan kuhunkin suuttimeen eri letkua pitkin. Suuttimien etäisyyttä voidaan muuttaa rivivälin mukaan. Haittana on, että puhalin on varustettava usealla suuaukolla. (Kuva 26).



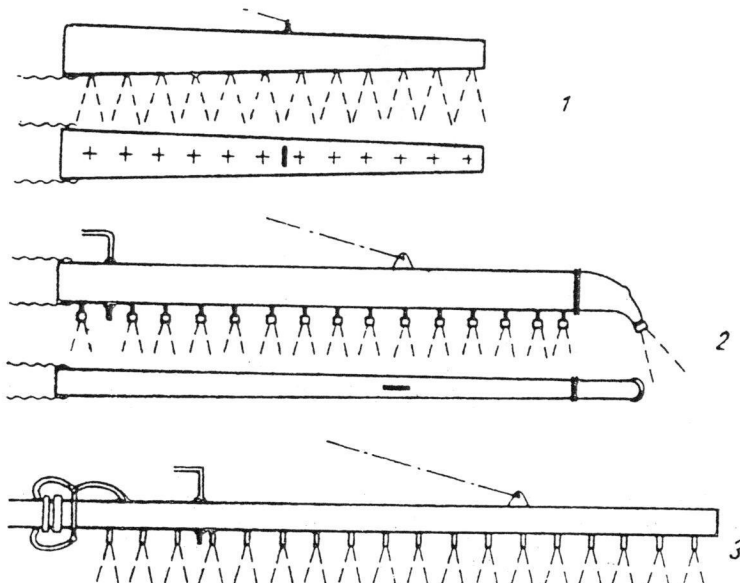
Kuva 22. Pölyttimien syöttölaitteita. a) Pyörivä syöttösiipi, b) Kaksiosainen kierukka, c) pystyasennossa oleva kierukka, d) rumpusyötin ja e) paineilmasyötin.



Kuva 23. Pölyttimien suuttimia. 1. lieriösuutin, 2. kartiosuutin, 3. pyrstösuutin ja 4. leveäviuhkainen suutin.



Kuva 24. Käsikäyttöinen (a) ja moottorikäyttöinen (b) selkäpölyttimen rakenteita.



Kuva 25. Peltopölyttimien putkirakenteita. 1. Kartiomainen putki, 2. talapaineputki ja 3. lieriömäinen putki.

## Lentokoneiden käyttö kasvisuojelussa

Lentokoneita on käytetty pölytyksiin jo 1920-luvun alusta. Myöhemmin ovat myös lentokone-suihkutukset yleistyneet. Oloissamme peltopölytyksiä ja -ruiskutuksia on suoritettu ilmasta käsin vain kokeiluluontoisina. Metsämaiden totaalisten tuholaiten torjunnassa ja vesakkojen ruiskutuksessa lentokoneiden ja myös helikoptereiden käytöllä tulee epäilemättä olemaan lisääntyvä merkitys. Maasta käsin suorituilla ruiskutuksilla ja pölytyksillä ei etenkin korkeapuustoisilla metsämailla päästä täysin tyydyttävään tulokseen, koska pölyte ja nestesuihkun ulottuvuus puiden latvakerrokseen ei ole riittävä.

Lentokonetypistä riippuen tarvitaan n. 200..400 metrin pituinen kiitorata, joka voidaan tehdä metsäteille. Eräissä tapauksissa voidaan käyttää myös yleisiä teitä. Kiitoradan on sijaittava mahdollisimman lähellä ruiskutettavia alueita. Hukka-ajan pitämiseksi mahdollisimman pienenä säiliöiden täyttöön on käytettävä tehokkaita pumppuja. Ilmasta käsin suoritettujen pölytykset ja ruiskutukset ovat luonnollisesti sitä taloudellisempia, mitä laajemmista ja säännöllisemmistä alueista on kysymys. Edullisissa oloissa työsaavutus on useita satoja hehtaareja päivässä. Nykyisin mm. vesakkoruiskutuksia suoritetaan jo melko runsaasti yksityismetsissä. Jo muutaman kymmenen hehtaarin ruiskutukset, mikäli ne voidaan suorittaa samalta kentältä ovat taloudellisesti edullisia muihin menetelmiin verrattuna.

Lentokonepölyttimissä on venturimallinen pölytteen hajotin. Pölyte johdetaan hajoitimen kapeimpaan kuristuskohtaan, missä ilman nopeus on suurin. Työlevyettä voidaan säätää määjoissa suuaukon muotoa muuttamalla. Huolimatta siitä, että säiliön yhdellä täytösmäärällä voidaan yleensä käsitellä suurempi alue kuin ruiskuttaen, on ilmasta käsin suoritettujen pölytysten määrä vähentynyt tuntuvasti, koska pölytteiden tunkeutumiskyky on huonohko. Lentokonepölytykset vaativat edullisia tuulioja. Pölytyksiä voidaan suorittaa

ta pääasiassa vain varhain aamulla ja myöhään illalla, jolloin ilmapirtaukset ovat pieniä.

Lentokoneruiskut ovat pääpiirteissään samanlaisia kuin traktoriruiskut. Ruiskutesäiliö, jonka koko määräytyy lentokoneen kantokyvyn mukaan, on sijoitettu yleensä ohjaamon taakse koneen painopisteen kohdalle. Säiliö on hapon kestävää muovia tai kevytmetallia. Pumppu saa voimansa voimanottoakselista. Eräissä malleissa sitä käyttää erillinen moottori. Ruiskutusaine on yleensä n. 2..5 aty.

Lentokoneruiskuihin on kehitetty useita suutinmalleja, joissa hajoitavana elimenä on pyörivä levy tai venturiputki. Nykyisin käytetään kuitenkin pääasiassa pyörrekammio- tai taittisuuttimia. Suuttimet on myös lentokoneruiskussa kiinnitetty koneen siipien alle sijoitettuun ruiskuputkeen, jossa ilmapirtaukset ovat ruiskutuksen kannalta edullisimmat. Suuttimien luku ja niiden antama nestemäärä sovitaan lentokoneen nopeuden mukaan. Käytettävä nestemäärä vaihtelee yleensä n. 10..40 l/ha. Nestemäärää muutetaan, kuten traktoriruiskuihinkin, suuttimien reikäkokoa ja/tai pumpun painetta muuttamalla. Pyörrekammiosuuttimissa on jälkiviipunan estämiseksi jousella varustettu kalvo, joka sulkee nestevirran paineen pienentyessä. Taittisuuttimien jälkiviipunaa voidaan rajoittaa käyttämällä n. 12 cm pituista putkea, johon suutin on kiinnitetty. Pisaroiden hajoamista voidaan jossain määrin tehostaa kääntämällä suuttimien asentoa ilmapirran suuntaan. Ruiskutusleveys on yleensä sama kuin siipien kärkien väli.

Pienehköstä nestemäärästä huolimatta lentokoneruiskutuksissa käytetään melko suurta pisarakokoa, koska pisaroiden haihtumis- ja kulkeutumisvaara on suurempi kuin traktoriruiskua käytettäessä. Edullisimpana pisarakokona pidetään yleensä n. 180 µ pisaroita. Tällöin saadaan esim. 20 l/ha ruiskutettaessa n. 65 pisaraa cm<sup>2</sup> kohden. Käytännössä pisarakoon jakautuma vaihtelee kuitenkin runsaasti. Torjunta-aineet sekoitetaan pisaroiden haihtumisen ja kulkeutumisen rajoittamiseksi sekä tarttuvuuden pa-

rantamiseksi mineraaliöljyihin tai, mikäli halutaan suurempia pisaroita, muihin viskositeetiltaan jäykempiin nesteisiin.

Lentokoneruiskutuksen taloudellisuuteen vaikuttaa, paitsi käsiteltävien alueiden koko ja muoto, ennen kaikkea töiden järjestely. Hukka-ajat on pyrittävä rajoittamaan jo etukäteen mahdollisimman pieniksi. Levityksen tasaisuuden parantamiseksi on järjestettävä riittävästi levityksiaistoja seuraamista helpottavia maastomerkejä.

## Kirjallisuutta

ADAMS, J. Pflanzenschutz. Chemische Verfahren und ihre Anwendungsbereiche. KTL-Arbeitsblatt für Landtechnik 21: 4 s.

BENGTSSON, A. 1961. Dropptorlekens inflytande på ogräsmédelsverkan. Upsala 149 s.

COYNE, F. et. al. 1958. Spraying techniques in Agriculture. New York 117 s.

DUFRAINE, A. 1967. Für jeden Zweck die richtige Düse. Landtechnik 10: 311—315.

DÜNNEBEIL, H. 1956. Maschinen und Geräte für Pflanzenschutz und Schädlingsbekämpfung. VEB Verlag Technik, Berlin, 238 s.

GÖHLICH, H. & COUTSOMITOPOULOS, G. 1963. Eigenschaften von Pflanzenschutzdüsen. Landtechnik 5: 123—130.

GÖHLICH, H. & ZASKE, J. 1968. Beeinflussung der Spritzverteilung durch Düsenart und Düsenanordnung beim Feldspritzen. Landtechnik 6: 162—170.

HEYDE, H. 1963. Landmaschinenlehre. Band I. Berlin. 482—525.

HOSCH, L. 1961. Maschinen und Geräte für den Pflanzenschutz. Handbuch der Landtechnik 457—494.

OSTARHILD, H. 1967. Präzisionsmerkmale an alten und neuen Feldspritzgeräten. Landtechnik 8: 218—222.

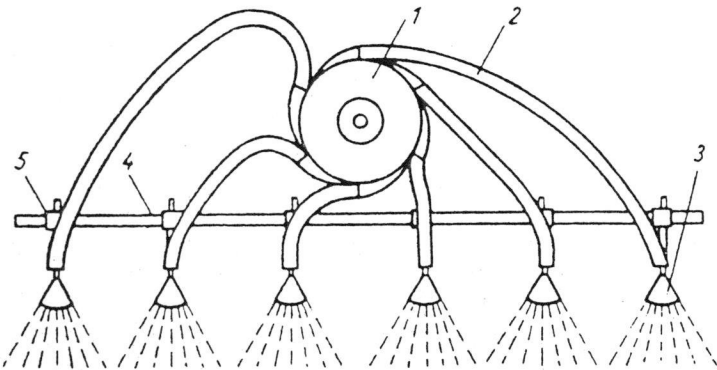
— 1968. Der Stand der Technik im Pflanzenschutzgerätebau. Landtechnik 6: 155—161.

SVENSSON, K. & MOBERG, H. 1958. Sprutor för landbruket. Jordbrukstekniska Institutet. Meddelande nr. 277: 56 s.

WIEZER, E. 1966. Schädlingsbekämpfungsspritzen. Bauarten. KTL-Arbeitsblatt für Landtechnik 59: 4 s.

ZASKE, J. 1968. Düsen für die Flüssigkeitzerstäubung. KTL-Arbeitsblatt für Landtechnik 87: 4 s.

Kirjoituksessa käytetyn kirjallisuuden täydellisempi luettelo (moniste, 105 viitettä) on saatavissa maatalouskoneiden tutkimuslaitokselta.



Kuva 26. Riviviljelykseen tarkoitettu peltopölytin, jonka suuttimiin pölyte siirtyy eri letkuja pitkin.

Kirjallisuusluettelo, Vakolan tiedote 4/68

Kasvinsuojelukoneet

- Adams, J. Pflanzenschutz, Chemische Verfahren und ihre Anwendungsbereiche, KTL-Arbeitsblatt für Landtechnik 21:4 s.
- Anliker, W. & Morgan, M. 1958. A technique for studying the relationship of herbicide spray characteristics to phytotoxicity, Weeds 6: 447-453.
- Baerwald, U. 1961. Vergleichende Untersuchungen an Spritz- und Sprüh-schleimern unter Zuhilfenahme einiger physikalischer Kenngrößen, Diss. Göttingen.
- Bakos, J. 1959. Ökonomische Gesichtspunkte bei der Mechanisierung der Obstbaumspritzungen in Ungarn, Deutsche Agrartechnik 2: 87.
- Baltin, F. 1956. Ergebnisse aus Untersuchungen an Pflanzenschutzgeräten, Deutsche Agrartechnik: 550.
- 1962. Werkstoffverschleiss an Pflanzenschutzgeräten durch staubhaltige Luftströmungen, Grundlagen der Landtechnik 15.
- BBA 1967. Anforderungen an Feldspritzgeräte, Moniste BBA Braunschweig, 5 s.
- Behrens, R. 1957. Influence of various components on the effectiveness of 2, 4, 5-T Sprays Weed 5: 183 - 196.
- Bergtsson, A. 1961. Droppstorlekens inflytande på ogräsmedlens verkan, Upsala 149 s.
- Blackman, G. Bruce, R. & Holly, K. 1958. Studies in the principles of phytotoxicity. V Interrelationships between specific differences in spray retention and selective toxicity, Jour. Exp. Bot 9: 175-205.
- Bradford, M. 1961. Crop spraying simplified, Oxford, 113 s.
- Brown, A. 1951. Insect Control by chemicals, New York.
- Brunskill, R. 1957. Physical factors affecting the retention of spray droplets on leaf surfaces, Brit. Weed Cont. Conf: 593 - 603.
- Buchholz, W. 1954. Some factors affecting the tolerance of peas to MCP and other growth regulating herbicides, Weeds 3: 331-341.
- Courshee, R. 1961. Investigations on spray drift, III. The range of projection of small drops, Journal of Agricultural Engng. Res: 59.
- Coyne, F. et. al. 1958. Spraying techniques in Agriculture, New York 117 s.
- Currier, H. & Dubing, C. 1959. Foliar penetration of herbicides review and present status, Weeds 7: 195-213.
- Dorschner, K. & Buchholz, K. 1957. Interception of herbicidal sprays by oats and its relation to alpha-alpha stands, Weeds 5: 342-349.
- Drees, H. 1950. Nebelgeräte im Pflanzenschutz, Gesunde Pflanzen 2: 87-88.
- Dufraine, A. 1967. Für jeden Zweck die richtige Dose, Landtechnik 10: 311-315.

- Göhlich, H. 1959. Elektrastatische Aufladung beim Stauben und Sprühen. Deutsche Agrartechnik 2: 78.
- 1967. Betrachtungen zur Verteilung von granulierten Herbiziden. Landtechnik 8: 223-226.
- 1968. Pflanzenschutztechnik 1968. Landtechnik 14: 478-482.
- & Cautschmitopoulos, G. 1963. Eigenschaften von Pflanzenschutzdüsen. Landtechnik 5: 123-130.
- Göhlich, H. & Zaske, J. 1968. Beeinflussung der Spritzverteilung durch Düsenart und Düsenanordnung beim Feldspritzen. Landtechnik 6: 162-170.
- Hartley, G. 1959. The physics of spray drift. First international agric. aviation conf. 142 - 147.
- Heyde, H. 1963. Landmaschinenlehre, Band I, Berlin, 482-525.
- Hoare, E. 1953. Besprützungens mekaniska problem. Maskinteknik i Jord och Skog 4: 156-159 ja 5: 218-221.
- von Hofstein, C. 1958. Spridartyper och droppstorlek. Maskinteknik i Jord och Skog 3: 135.
- Holmes, E. 1956. High and low volume spraying compared. Agriculture 62: 515-518.
- 1961. Ein Reihenspritzgerät für die Unkrautbekämpfung im Zuckerrübenbau. Gesunde Pflanzen s. 59.
- Hosch, L. 1961. Maschinen und Geräte für den Pflanzenschutz. Handbuch der Landtechnik 459-494.
- Hough, W. & Freeman Mason A. 1951. Spraying, Dusting and Fumigating of Plants. New York.
- Iskikawa, A. 1961. Beiträge zur Sprühtechnik. Landtechnische Forschung 11: 66.
- Jacob-Haupt, R. 1965. Macht das Feldspritzgerät zum brauchbaren Handwerkzeug. Lohnunternehmen in Land- und Forstwirtschaft 2: 22-25.
- 1966. Untersuchungen über die Beeinflussung der Brühverteilung an zur Flächenspritzung geeigneten Düsen. Lohnunternehmen in Land- und Forstwirtschaft 2: 22-26.
- Jacobsson, A. 1955. Moderna spruter kräver slitstarka delar. Lantmannen 21: 491-493.
- 1958. Spruter för fältbesprütning. Maskinteknik i Jord och Skog, 2: 81.
- Jarman, R. 1956. Stains produced by drops on filter papers. Quart. Jour. Roy meteorol. Soc. 82: 352.
- Johannes, H. 1953. Versuche zur Herabsetzung der Spritzbrühmengen I. Einleitung und Unkrautbekämpfung. Nachr.-Blatt Deutsch. Pflanzenschutzd. 5: 1-8.
- Koch, H. 1961. Anerkannte Pflanzenschutzgeräte und Geräteteile. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes 13: 161-170.

- 1968. Die amtliche Prüfung von Pflanzenschutzgeräten. Lohnunternehmen in Land- und Forstwirtschaft 2: 30-34.
- Küthe, K. 1954. Der Einfluss der Spritztröpfengröße auf den Erfolg einer Schädlingsbekämpfung. Nachr. blatt Dt. Pflanzenschutzd. 6: 51-54.
- Lane, F. 1955. Choosing a Sprayer. Farm Mechanization 71: 92-96.
- Leonard, O. 1958. Studies on the absorption and translocation of 2,4-D in bean plants. Hilgardia 28: 115-160.
- Lüdecke, H. 1962. Die chemische Unkraut- und Schädlingsbekämpfung bei Zuckerrüben. Landtechnik 6: 184-187.
- Lüdecke, H. & Winner, C. Bandspritzung als neue Technik der chemischen Unkrautbekämpfung. Zucker 1: 28.
- Mauch, A. 1955. Unsere 3-Kolben-Pumpen nach längerem Gebrauch. Mitt. Mittl. Obstbauversuchsring Altes Ld 9/10.
- Mullison, W. 1953. The effect of droplet size upon herbicidal effectiveness of plant growth regulators. Down to Earth 2: 11-13.
- Ohnesorge, M. 1965. Pflanzenschutzmittel und -gerät müssen für den Praktiker brauchbar sein. Der Kartoffelbau 5: 138-140.
- Ostarhild, H. 1962. Die Technik des Spritzens, Sprühens und Stäubens. Landtechnik 6: 174-180.
- 1963. Ausbringverfahren und Arbeitsverfahren im Pflanzenschutz. Landtechnik 4: 94-102.
- 1966. Mehr Präzision und Höhere Leistungen bei Pflanzenschutzgeräten. Landtechnik 15: 530-533.
- 1967. Präzisionsmerkmale an alten und neuen Feldspritzgeräten. Landtechnik 8: 218-222.
- 1968. Der Stand der Technik im Pflanzenschutzgerätebau. Landtechnik 6: 155-161.
- Place, G. 1955. Weed spraying equipment. Oregon State Coll. Exp. St. Stat. Bull. Nr. 493.
- Raab, R. 1968. Neues und Bekanntes zur Pflanzenschutztechnik. Welches ist die richtige Düse. Lohnunternehmen 4: 110-112.
- Reisch, E. 1956. Der landwirtschaftliche Pflanzenschutz als betriebswirtschaftliches Problem. Agrarwirtschaft 5.
- Riepma, K. 1960. Irrelationships between methods of spray application, retention and weather conditions on the herbicidal efficiency of 2,4-dinitro-ortho-cresol. Plant and Soil 12: 223-248.
- Ripner, W. 1955. Application methods for crop protection chemicals. Ann. Appl. Biol. 42: 288-324.
- Rump, L. 1955. Zahlen im Pflanzenschutz. Gesunde Pflanzen 7: 182-185.
- Scharmer, J. 1954. Die Entwicklung des Sprühverfahrens. Nachr.-Bl. Dt. Pflanzenschutzd. 6: 71-73.

- Scheibe, K. 1950. Spritzbrühebedarf bei der Unkrautbekämpfung. Gesunde Pflanzen 2: 82-85.
- Schmidt, H. 1968. Entwicklungstendenzen bei der chemischen Bekämpfung breitblättriger Unkräuter in Betarüben. Lohnunternehmen 3: 70-72.
- Schmidt, M. 1955. Gedanken zum Einsatz von Pflanzenschutzgeräten für die Grossflächenbehandlung. Deutsche Agrartechnik 5: 153.
- Schumacher, G. 1955. Pflanzenschutzgeräte von 50 Jahren und ihre Entwicklung. Gesunde Pflanzen 7: 96-101.
- Schütz, K. 1956. Beitrag zur Technologie und Technik des Spritzverfahrens in der Schädlingsbekämpfung. Höfchen-Briefe 9: 172-188.
- 1956. Die Entwicklung der Sprühgeräte von 1939 bis 1955. Deutsche Agrartechnik 10: 452.
- 1959. Höhere Energie bei der Feldschädlingsbekämpfung als Mittel zur Steigerung des Nutzeffektes und zur Senkung des Wasseraufwandes. Landtechnische Forschung 3:
- Simon, W. 1961. Über Bedeutung und praktischen Einsatz einer Maisbandspritze. Deutsche Agrartechnik, s. 116.
- Smith, H. 1946. Quantitative aspects of aqueous spray application of 2,4 dichlorophenoxyacetic acid for herbicidal purposes. Bot. Gaz, 107: 544-551.
- Snegowski, T. 1962. Neue Spritz- und Stäubemaschinen in der UDSSR. Deutsche Agrartechnik s. 455.
- Stabwasser, H. 1956. Beitrag zur Vernebung fungicider Pflanzenschutzwerkstoffe im Freiland. Z. Aerosolforsch. u. -therapie, 5: 92-99.
- Svensson, K. & Moberg, H. 1958. Sprutor för landbruket. Jordbrukstekniska Institutet Meddelande nr 277:56 s.
- Trappmann, W. 1954. Ist bei der Prüfung von Spritz-, Stäube-, Sprüh- und Nebelgeräten auch der biologische Effekt zu berücksichtigen? Nachr.-Bl. Dt. Pflanzenschutzd. 4: 94-95.
- Trevett, M. 1955. The effect of spray volume and rate of dinitro herbicide on weed control and clover stand in underseeded oats, Northeast. Weed Cont. Conf. Proc. 9: 407-415.
- Wagner, O. 1966. Forderungen an unsere Feldspritzgeräte, Lohnunternehmen in Land- und Forstwirtschaft, 2: 21-22.
- Wieger, E. 1966. Schädlingsbekämpfungsspritzen. Bauartess. KTL-Arbeitsblatt für Landtechnik 59: 4 s.
- 1967. Bauarten von Schädlingsbekämpfungsspritzen. Landtechnik 8: 227-229.
- Winner, C. 1961. Die Bandspritzung von Herbiziden in Zuckerrüben. Mitt. Dt. Landwirtschafts.-Ges. s. 796.
- 1964. Aktuelle Fragen der Schädlings- und Unkrautbekämpfung im Zuckerrübenbau Landtechnik 1/2: 20-24.
- Zaske, I. 1968. Düsen für die Flüssigkeitszerstäubung KTL-Arbeitsblatt für Landtechnik 87: 4 s.
- Yeomans, A. & Rogers, E. 1953. Factors influencing deposit of spray droplets. Journ. Econ. Entomology 46: 57-60.