

VAKOLAN TIEDOTE 15/71

OSMO KARA

## Sadetuksen tila- kohtainen suunnittelu

PAAVO ELONEN

## Kevätviljojen sadetus

TIMO NISSI

## Käytännön sadetus- tekniikkaa kevätiljapelloilla



VAKOLA

VALTION MAATALOUSKONEIDEN TUTKIMUSLAITOS

Rukkilta  
Helsinki 100  
Helsinki 434161  
Pitäjänmäki

ERIPAINOS KONEVIESTEISTÄ n:o 2, 3, 4/71

# Sadetuksen tilakohtainen suunnittelu

Peltojen sadettaminen on viime aikoina nopeasti lisääntynyt. On arvioitu, että sadetuslaitteita olisi käytetty kesä 1970 lähes 1500 tilalla. Näistä noin kolmannekselle eli 500 tilalle oli hankittu sadetukseen tarvittava kalusto saman vuoden aikana. Näyttää siltä, että maamme ilmastolle luonteenomaisen kuivan alkukesän takia sadetuksen mahdollisuus tullaan yhä enemmän käyttämään hyväksi.

Sadetuslaitteiden hankkiminen tilalle edellyttää yksityiskohtaisen suunnitelman tekoa.

Olot eri tiloilla ovat niin erilaiset, että laitteet on mitoitettava kutakin tapausta varten erikseen. Lähes ainoina asiantuntijoina tällä alalla ovat sadetuslaitteita myyvien liikkeiden edustajat, jotka käytännössä tekevät myös tilakohtaisia sadetussuunnitelmia. Ostaja tuntee harvoin esim. laitteiden mitoitukseen liittyviä seikkoja niin paljon, että pystyi yksityiskohtaisesti arvostelemaan myyjien hänelle tekemiä tarjouksia. Vasta yhden tai kahden vuoden käytön jälkeen hän yleensä on perehtynyt asiaan niin paljon, että voi todeta miten on onnistunut kaluston valinnassa.

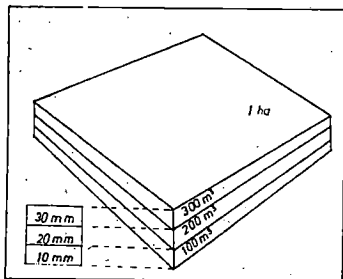
Sadetussuunnitelmien tekoa varten julkaistuja suomenkielisiä ohjeita on toistaiseksi ollut hyvin vähän saatavissa. Tämä tiedote on tarkoitettu ohjeeksi sekä sadetussuunnitelmien tekijöitä että laitteiden käyttäjiä varten. Kuvilla on pyritty helpottamaan tekstin luettavuutta ja esitetty eräitä yksityiskohtien ratkaisun mahdollisuuksia.

## Sadetuksen perusteet

Sadetuksen perusedellytyksiin kuuluu veden saanti mahdollisimman läheltä sadetettavia alueita. Vaikka maamme on tunnettu vesistörikkaudesta, on paljon peltoja jotka ovat niin kaukana vesistöistä, että sadettaminen ei ole mahdollista.

Kuinka pitkän matkan päästä kannattaa pumpata vettä sadetettavalle alueelle? Tämä riippuu sadetettavan alueen suuruudesta ja monista muista tekijöistä. Maanpäällisiä pikaliitinputkia käytettäessä ei yleensä ole rakennettu 500 m pitempiä putkiinjoja. Maan alle asetettuja kiinteitä putkiinjoja käytettäessä voivat siirtomatkat olla jopa 1 km mittaisia.

Vettä voidaan johtaa myös sadetusta varten kaivettuihin altaisiin. Myös patoamalla voidaan varastoida vettä sadetustarkoituksiin. Vesivarastoja rakennettaessa on otettava huomioon, että sadetukseen tarvitaan paljon vettä. Esim. 30 mm<sup>1</sup>) sadetukseen tarvitaan hehtaaria kohti 300 m<sup>3</sup> vettä. Jos sadetettava alue on esim. 10 ha, on 30 mm kertasadetusta vastaava veden tarve 3000 m<sup>3</sup>. (Kuva 1)



Kuva 1. Yhtä hehtaaria kohden laskettu veden tarve 10, 20 ja 30 mm sadetuksessa.

Kerralla sadetettavan veden määrä on riippuvainen viljeltävästä kasvista ja maalajista. Karkeat hiekka- ja hietamaat pystyvät pidättämään itseensä suhteellisen vähän vettä. Niitä on tämän takia sadetettava verrattain usein ja kohtalaisen pieniä vesimääriä (20...25 mm) käyttäen. Hienompirakeisia, hiesu- ja savimaita on syytä sadettaa kerralla perusteellisemmin, esim. 25...35 mm. Helposti liettyviä maita on syytä sadettaa pienitehoisia sadettimia käyttäen. Erittäin valkeilla hiesusavimaillo voi olla syytä varoa ylittämästä 3 mm:n tuntitehoa. Hidassadetuksessa, jota yleisimmin käytetään, vesimäärä on tavallisesti 3...7 mm tunnissa.

Sadetussuunnitelmaa tehtäessä tilan tuotantosuunta on eräs tärkeimmistä kysymyksistä. Saattaa olla tarkoituksenmukaista jopa muuttaa tuotantosuuntaa sadetukseen siirryttäessä niin, että viljellään entistä enemmän sadetuksesta eniten hyötyviä kasveja. Laitteiden runsaan käytön kannalta on myös edullista, että viljellään eri aikoina sadetettavia kasveja, jolloin laitteiden käyttökausi saadaan mahdollisimman pitkäksi.

Siltä, milloin eri viljelykasveja on edullisinta sadettaa, on tehty runsaasti tutkimuksia. Yleensä kasvien veden käyttö on suurimmillaan silloin, kun kasvu on nopeinta. Esim. kevätiljojen sadetuskauti alkaa kun oraat ovat n. 10 päivän vanhoja ja kausi päättyy viljan tähkimisvaiheeseen. Peruna hyötyy sadetuksesta eniten mukuloiden muodostumisen aikana eli aikana, joka alkaa n. 2 viikkoa ennen ja päättyy n. 1 viikko kukkimisen alkamisesta.

1) 1 mm vastaa 1 litraa m<sup>2</sup>:ä kohti.

Nurmet tarvitsevat runsaasti vettä koko kasvukauden ajan, eikä niitä yleensä voida sadettaa liikaa.

Vettä haihtuu maasta sekä suoraan että kasvien kautta Vuorokaudessa näin haihtuva veden määrä voi olla jopa 4 mm (1). Sademäärät ovat erityisesti kesäkuussa hyvin pieniä, kuten taulukosta 1 voidaan todeta. Jot-

ta esim. 4 mm vuorokaudessa haihtunut vesi tulisi sateilla korvatuksi, pitäisi sademäärien olla kuukaudessa yli 100 mm. Kasveille käyttökelpoista vettä voi esiintyä 40 cm paksussa maakerroksessa maalajista riippuen enintään 60...90 mm. Erityisesti kuiva alkukesän aikana maan luontaiset vesivarat osoittautuvat usein riittämättömiksi.

Taulukko 1. Keskimääräinen sademäärä (mm) vv. 1931—1950 (2)

	toukokuu	kesäkuu	heinäkuu	elokuu	syyskuu	toukokuu
Turku	30	40	67	77	65	27
Salo	33	39	78	72	84	30
Helsinki (Ilmala)	41	51	68	72	71	30
Lappeenranta	39	48	71	79	61	29
Pori	33	45	67	71	58	27
Tampere	42	48	76	75	57	29
Mikkeli	40	57	69	73	61	30
Punkaharju	38	52	67	72	61	29
Liperi (Kluukookoski)	37	62	67	65	69	30
Jyväskylä	44	58	74	74	66	31
Kauhajoki	37	50	85	91	65	32
Vaasa	30	48	62	65	66	27
Kruunukylä	30	54	69	62	64	27
Ilalmi	36	59	69	67	58	28
Oulu	32	49	70	65	57	27
Rovaniemi	33	55	67	74	54	28
Inari (Ivalo)	26	45	58	57	45	23

Sadetussuunnitelmia tehtäessä on tilan viljelykarttoja hyväksikäyttäen suunniteltava sadetuslinjat niin, että kaikki kasteltavat alueet voidaan erityisesti työn tehokkaan käytön kannalta sadettaa mahdollisimman edullisesti. Säännölliset isot peitokuviot ovat sadetusta ajatellen luonnollisesti edullisimpia. Peltokuvioiden uudelleen muotoilu ja esim. terävien hankalasti viljeltävien nurkien viljelystä luopuminen saattavat tulla kysymykseen tehokkaaseen sadetukseen siirryttäessä.

tässä on ensimmäiseksi ratkaistava, mitkä alueet tulevat kuu lumaan sadetuksen piiriin ja mitkä kasveja sadetettavilla alueilla viljellään. Tämän mukaan voidaan laskea käytettävän kaluston koko. Vesistön lähelsyys ja maan pöytädanarkuus ovat tässä ratkaisevia tekijöitä. Maanalaisen putkiverkoston ja vesialtaiden rakentamisen mahdollisuudet tulevat myös tässä yhteydessä harkittaviksi.

Kaluston koko lasketaan yleensä eniten sadetustehoa vaativan kasvin tarpeen mukaan. Tässä voidaan käyttää esim. seuraavaa kaavaa:

## Kaluston koko

Tilan sadetussuunnitelmaa teh-

$$\text{vesimäärä (m}^3\text{/tunti)} = \frac{\text{pinta-ala (ha)} \cdot \text{sadetustarve (mm)} \cdot 10}{\text{sadetusaika (vrk)} \cdot \text{käyttö vuorokaudessa (tunti)}}$$

Sadetuslaitteisiin pumputtavan veden määrä riippuu siis sadetettavasta pinta-alasta, hehtaaria kohti käytetystä vesimäärästä ja sadetukseen käytettävästä kokonaisajasta.

Jos esim. halutaan sadettaa 15 ha kevätiljaa kesäkuun 5 ja 25 päivän välisenä aikana (20 vrk) kahteen kertaan niin, että kummallakin kerralla sadetetaan 30 mm (eli yht. 60 mm), kaluston ollessa jatkuvassa käytössä eli tehollisen sadetusajan 20 tuntia vuorokaudessa (kaluston siirtoajat eivät kuulu teholliseen sadetusaikaan), kaluston tehon on oltava vähintään  $(15 \cdot 60 \cdot 10) : (20 \cdot 20) = 22,5 \text{ m}^3\text{/tunti}$ .

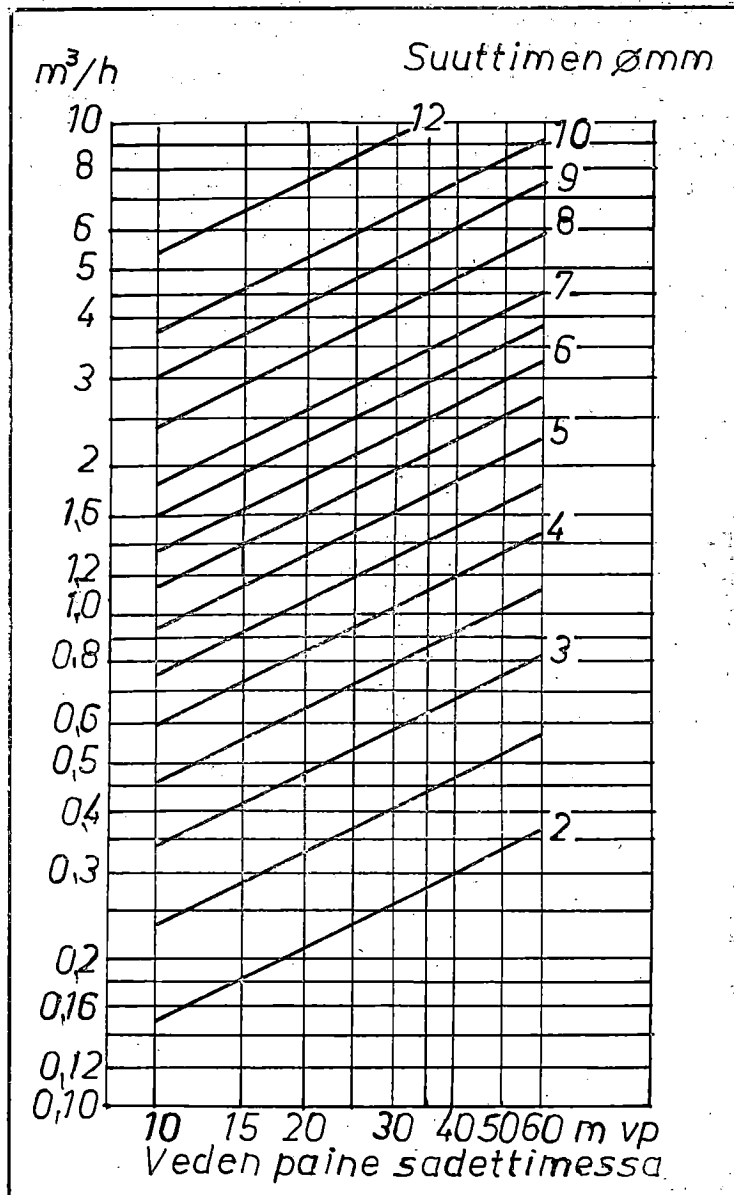
Kalusto on mitoitettava niin, että hyvin kuivinakin vuosina voi pelastaa sato käyttämällä kalustoa ympäri vuorokauden. Normaleina ja sateisina vuosina voidaan tällöin laitteita käyttää pääasiassa yöllä, jolloin ei tuule, vesi jakautuu tasaisemmin ja haihtuminen on vähäisempää.

Edellä esitettyä kaavaa käytetään saadaan selvälle, kuinka suuri kaluston on vähintään oltava. Sadetuslaitteet on myös mitoitettava niin, että ne ulottuvat vesistöistä kaikkiin sadetettaviin kohtiin. Varsinainen suunnitelma tehdäänkin tilan viljelykar-

tan avulla "räätäilytyönä" niin, että putkimat sopivat sadetettaville lohkoille. Suunnittelussa joudutaan usein punnitsemaan eri vaihtoehtojen edullisuutta. Suunnitelmaa tehtäessä olisi laitteiden kaikki siirrot suunniteltava etukäteen kartalla. Sadetustyön joustavuuden kannalta onkin edullista, että sadettimen paikat ja putkilinjat on merkitty valmiiksi kartalle, jonka mukaan merkit voidaan panna peltolohkoille ennen sadetuksen aloittamista.

### Sadettimien valinta

Peltojen sadetukseen käytetään lähes yksinomaan ns. ympyräsadettimia. Sadettimien suuttimet ovat tavallisesti vaihdettavat. Suuttimien reikäkoko on yleensä 3...7 mm. Mitä suurempireikäistä suutinta käytetään ja mitä suurempi veden paine on veden virtatessa ulos suuttimesta, sitä suurempi on myös vesimäärä ja sadettimen toimintasäde. Pisarakoko pienenee, kun paine suuttimessa suurenee. Suuret pisarat lentävät pitemmälle kuin pienet pisarat. Sadetimesta virtaavan veden määrä voidaan kirjoittaa seuraavan kaavan muotoon:



Kuva 3 Suuttimesta tuleva vesimäärä virtauskerroimen ollessa 0,95 (3).

$$\text{vesimäärä (m}^3\text{/tunti)} = \frac{0,0125 \cdot d^2 \text{ (mm)} \cdot \mu \cdot \sqrt{h \text{ (mvp)}}}{\text{...}}$$

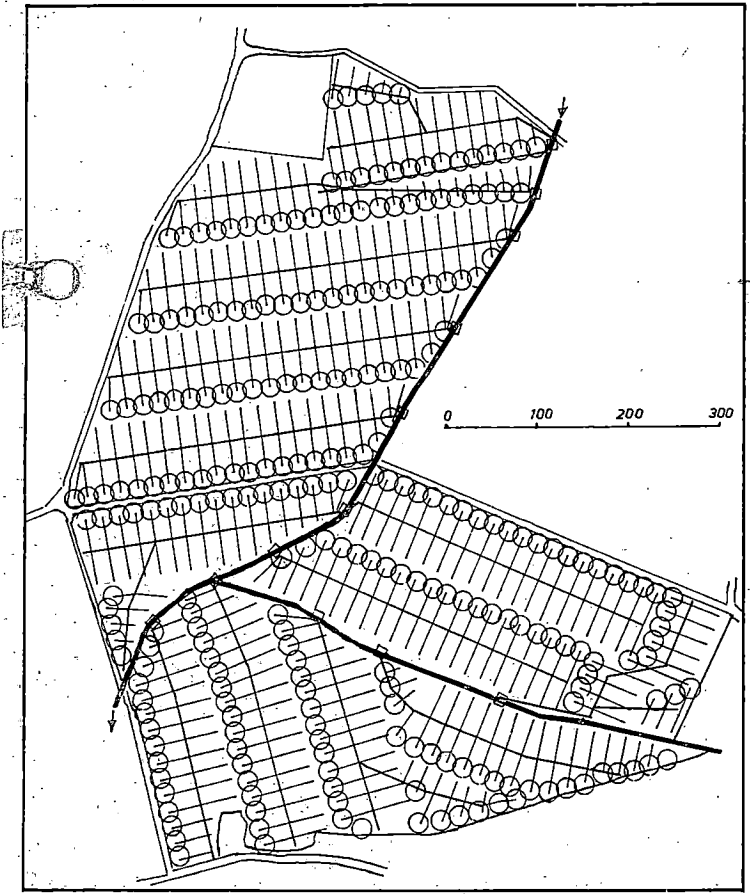
Kaavassa d on suuttimen läpimitta (mm),  $\mu$  virtauskerroin (yleisesti 0,90...0,98) ja h veden paine suuttimessa (m vesipatsasta).

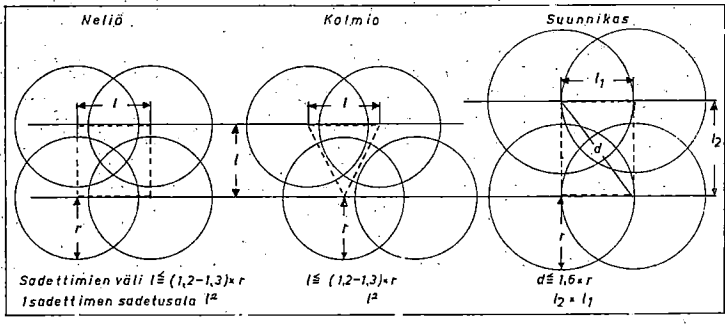
Suuttimesta, jonka läpimitta on 6 mm, virtaa 4 at y:n (40 mvp) paineella vettä 2,6 m³/tunnissa, kun  $\mu = 0,95$ . Kuvasta 3 nähdään, miten vesimäärä on riippuvainen paineesta ja suuttimen reiän suuruudesta. Silloin kun käytetään kahdella suuttimella varustettuja sadettimia, sadetimesta tuleva kokonaisvesi-

määrä on luonnollisesti kumpainkin suuttimen vesimäärien summa.

Sadettimien asettelussa ja siirroissa käytetään joko neljö-, kolmio- tai suunnikasmenetelmää (kuva 4). Mitä suurempi sadettimen toimintasäde on, sitä pitemmät voivat myös siirtovälit olla. Sadettimien asettelussa on yleensä noudatettava sadetinputken mitan (6 tai 9 m) kerrantelta. Vain taipuisia letkuja käytettäessä voidaan näistä mitoista poiketa. Sadettimia ei saisi asettaa etäämmälle toisistaan kuin 1,2...

Kuva 2. Peltokuviot ovat usein epäsäännöllisiä. Kun sadettimien ja putkilinjojen paikat on merkitty kartalle, hyvän ja tehokkaan sadetuksen suoritus helpottuu huomattavasti käytännössä.

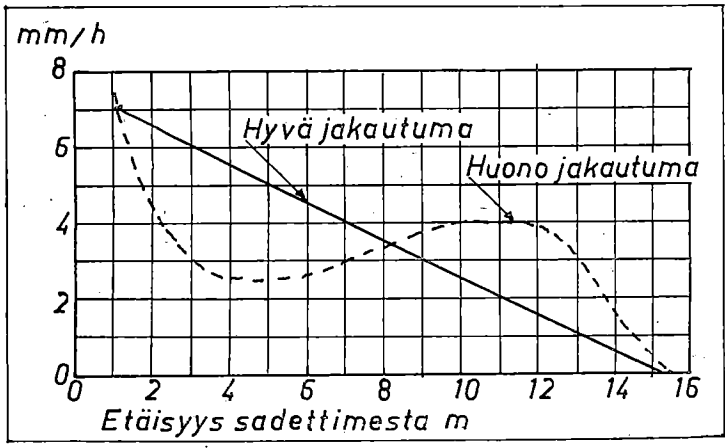




Kuva 4. Sadettimien asettelussa käytettyjä menetelmiä. Neliösiirtoa käytetään eniten.

1,3 kertaa toimintasäde. Tuuli haittaa tuntuvasti sadetuksen tasaisuutta, ja siirtovälin pitäisi silloin olla vieläkin pienempi. Tanskalaisen Christensen'in (4) tutkimuksen mukaan jo 3 m/s tuuli tekee sadetusympyrän niin soikeaksi, että siirtoväliä olisi lyhennettävä yhdellä kolmasosalla (esim. 18:sta 12 m:iin). Käytännössä sadettimia siirretään yleensä neliösiirtomenetelmää käyttäen. Vain harvoissa tapauksissa - suurta painetta ja iso-reikäisiä suuttimia (ø 6...7 mm) käyttäen voidaan suositella yli

18 m sadetinväliä. Mitä pienempireikäisiä suuttimia käytetään, jolloin toimintasäde ja sadettimien siirtoväli on pieni, sitä tasaisempaa sadetus yleensä on. Sadetuksen tasaisuuden kannalta on myös edullista, jos vesimäärä vähenee suoraviivaisesti sadettimesta säteen suuntaan siirryttäessä (kuva 5). Erittäin silloin kun veden paine on liian pieni, veden jakautuminen pyrkii olemaan piirroksen 5 huonomman käyrän mukainen. Sadettimissa suositellaan käytettäväksi 3...4 at y:n painetta.



Kuva 5. Sadetusympyröitä vierekkäin aseteltaessa ympyrät menevät reunoista päällekkäin. Sadetuksen tasaisuuden kannalta on edullista, että vesimäärä vähenee säteen suuntaan suoraviivaisesti.

Sadettimista tulevan vesimäärän ja sadettimien siirtovälien mukaan voidaan seuraavasta kaavasta laskea, mikä on yhden sadettimen keskimääräinen teho.

$$\text{Keskim. teho (mm/tunti)} = \frac{\text{vesimäärä (m}^3\text{/tunti)} \cdot 1000}{\text{sadetuspinta-ala (m}^2\text{)}}$$

Vesimäärän ollessa esim. 1,70 m = 324 m<sup>2</sup>, keskimääräinen m<sup>3</sup>/tunti ja siirtoväliin 18 m 18 teho on 5,2 mm/tunti.

Taulukko 2. Sadettimien teoreettinen teho suuttimien reikäkoon vaihdella 4...7 mm ja paineen 3...4 at y

Suuttimien läpimitta mm	Sadettimien väli m	Sadettimien keskim. teho mm tunnissa 3,0 at y	3,5 at y	4,0 at y
4	12	7,2	7,8	8,3
4	18	3,2	3,5	3,7
5	12	11,1	12,1	12,9
5	18	4,9	5,4	5,7
6	18	7,5	7,8	8,1
6	24	4,2	4,4	4,6
7	18	9,8	10,8	11,4
7	24	5,0	6,1	6,4

Taulukon 2 tehot on laskettu edellyttäen, että kaikki sadettimesta tuleva vesi tulee maahan. Tuulella sadettaessa saattaa erityisesti lämpimällä säällä haihtua suoraan ilmaan jopa 1/4 sadettimesta tulevasta vesimäärästä. Jos lasketaan, että haihtuminen sadetuksen aikana on keskimäärin 15...20 %, niin käyttämällä suositeltavaa 3,5 at y painetta ja 18 mm sadetinväliä on 4, 5, 6 ja 7 mm suuttimien sadetusreho keskimäärin 3 4,5 6,5 ja 9 mm tunnissa. Yöllä suoritettu sadetus on sekä vähäisemmän haihtumisen että tasaisemman veden jakautumisen takia päiväsadetusta edullisempi.

Putkien ja letkujen mitoitus

Putkien ja letkujen mitoittamiseen on suunnitelmaa tehtäessä kiinnitettävä aivan erityistä huomiota, koska ne muodostavat ylivoimaisesti kalleimman osan koko kalustosta.

Tilakohtaista sadetussuunnitelmaa tehtäessä on ensin selvitettävä käytettävien vesijohtolinjojen pituudet, mahdollisten maanalaisten vesijohtojen tarve sekä letkujen käytön mahdollisuus. Kun sadettimien lukumäärä ja käytettävien suuttimien koko on tiedossa, tehtäväksi jää putkien koon laskeminen putkivastustaulukoiden avulla ja sopivan putkimateriaalin valinta. Tässä yhteydessä joudutaan vielä myös tarkistamaan sadettimia ja vesijohtojen pituuksia koskevia alustavia päätöksiä.

Maan alle kaivettavat vesijoh-

$$h \text{ (mvp)} = \frac{f \cdot v^2 \text{ (m/s)} \cdot L \text{ (m)} \cdot 1000}{2 \cdot g \text{ (m/s}^2\text{)} \cdot d \text{ (mm)}}$$

h = putkivastus, metreinä vesipatsasta  
 f = putkivastuskerroin, riippuu putken seinämän sileydestä  
 V = veden virtausnopeus, metreinä sekunnissa  
 L = putken pituus, metreinä  
 g = painovoiman kiihtyvyys (9,81 m/s<sup>2</sup>)  
 d = putken sisäläpimitta, mm

Edellä olevassa kaavassa mainittujen tekijöiden lisäksi veden lämpötila vaikuttaa hieman putkivastuksen suuruuteen. Kuvassa 6 on esitetty veden virtausvastus eri kokoisissa galvanoiduissa teräsputkissa ja alumiiniputkissa vesimäärän ja veden virtausnopeuden mukaan. Huom! Putkikoot ilmoitetaan pikallitinputkien ulkoläpimitan mukaan ja putkivastukset on laskettu putken sisäläpimitan mukaan. Putkien liittimistä aiheutuva lisävastus on piirroksessa otettu huomioon. Sen sijaan venttiilien ja mutkien yms. aiheuttaman ylimääräisen vastuksen takia piirroksista saatuihin arvoihin on teräsputkia käytettäessä lisättävä n. 10 %. Alumiini-

dot tehdään nykyään melkein yksinomaan polyetenmuovista. Yli 50 mm läpimittaiset putket kaivetaan n. 70...80 cm syväälle muokkauskerroksen ja salaojituksen välille. Routarajan alapuolelle ei muoviputkea tarvitse panna, koska se kestää roudan aiheuttamia muutoksia myös veden jäätyessä putkessa. Toisaalta on edullista, jos putki voidaan tyhjentää talven ajaksi etenkin puutarhaviljelyssä, jossa kastelu aloitetaan usein hyvin aikaisin keväällä. Eryteisesti asbesti-betoniputkia ja PVC-muoviputkia käytettäessä on putkia maahan upotettaessa varottava kivien tai maapohjan epätasaisuuksien aiheuttamaa pistekuormaa jollekin osalle putkeä.

Maan päällä käytettäviksi pikaliitinputki voidaan valita galvanoituja teräsputkia tai alumiini- ja PE-muoviputkia. Teräsputkien pituus on tavallisesti 6 m ja seinämän paksuus 0,8...1,0 mm. Alumiiniputkien vastaavasti 9 m ja 1,5...2,0 mm sekä muoviputkien 6...20 m ja 2,7...4,8 mm. Eri valmistajien käyttämät putkien pikaliittimet poikkeavat toisistaan melko paljon.

Minkä kokoista putkeä käytetään mihinkin tarkoitukseen, riippuu siitä, kuinka suurta painehäviötä pidetään tarkoituksenmukaisena. Pieniläpimittaisia (ja halvempia) putkia käytettäessä painehäviöt ovat suuremmat kuin isoja (kalliita) putkia käytettäessä.

Putkivastus eli veden virtausvastus putkessa voidaan laskea seuraavasta kaavasta:

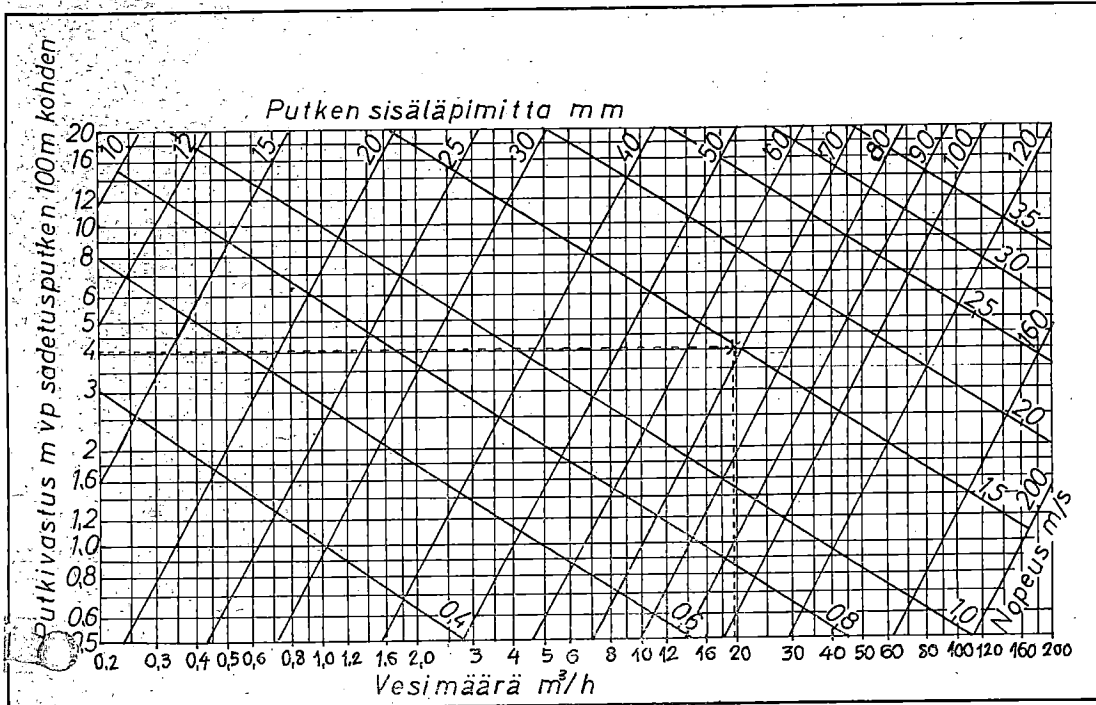
niiputkia käytettäessä ei kuitenkaan em. lisäystä tarvitse tehdä, koska kokonaisvastus on sileämmän putken seinämästä vastaavasti pienempi.

Muoviputkien vastuksia esitetään kuvassa 7. Muoviputkien vastus on seinämän sileydestä johtuen hieman pienempi kuin metalliputkien. Myös sadetusletkuina käytettäviä 3/4 tuuman muoviletkuja varten on oma putkivastuskuvio (kuva 8), jossa vastuskäyrät on piirretty eri kokoisille sadettimien suuttimille letkujen pituuden vaihdeltaessa 20...50 m.

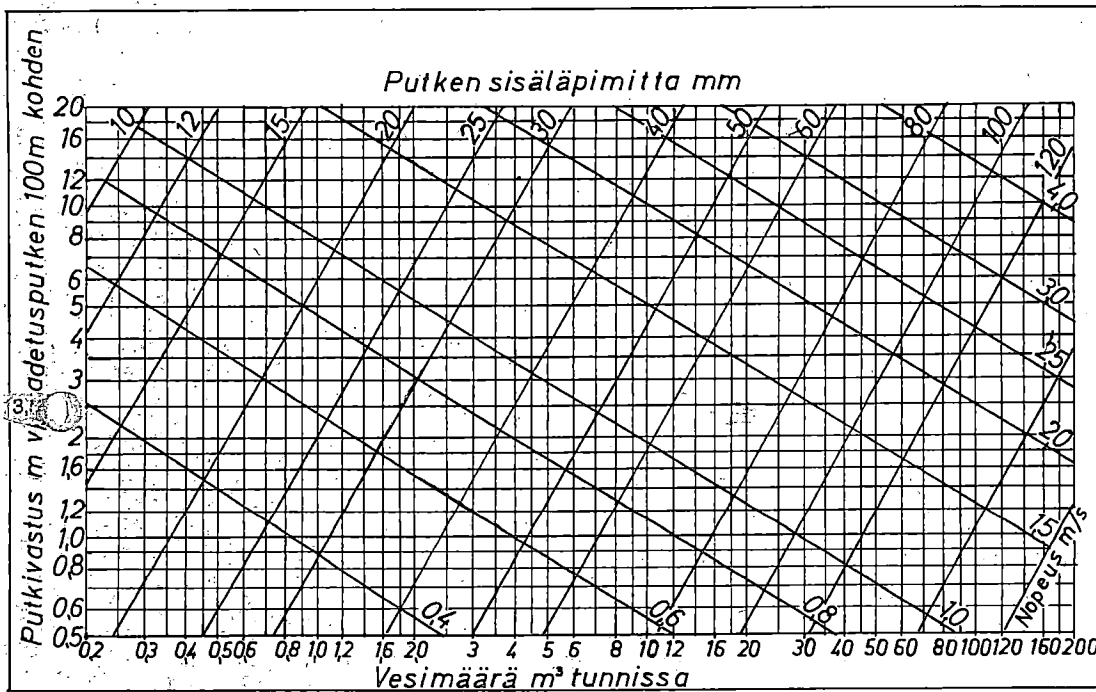
Putkivastukset on kaikissa em. piirroksissa laskettu edellyttäen, että veden lämpötila on +10°C. Putkikoot on merkitty sisäläpimitan mukaan.

Putkivastuksen kasvaessa myös pumpun tehon tarve kasvaa, kuten myöhemmin pumpun kasvaessa osassa voidaan todeta. Yleisohjeena putkivastuksia laskettaessa voidaan sanoa, että vastus ei runkolinjassa (tähän ei lasketa sadetuslinjoja eikä let-





Kuva 6. Putkivastus galvanoidussa teräsputkessa ja alumiiniputkessa veden lämpötilan ollessa +10°C. Saatuihin vastuslukuihin on teräsputkia käytettäessä lisättävä venttiilien ja mutkien ym. aiheuttama lisävastus, n. 10%. Alumiiniputkia käytettäessä lasketaan venttiilien ja mutkien ym. vastuksen sisältyvän piirroksesta saatua vastuslukuun (3).



Kuva 7. Muoviputken aiheuttama putkivastus veden lämpötilan ollessa +10°C. Saatuihin vastuslukuihin on lisättävä venttiilien ja mutkien aiheuttama lisävastus n. 10% (3).

Taulukko 3. Sadetuslinjan putkivastuksen laskemisessa käytettävät kertoimet, kun sadettimek on asettu tasavälein pitkin linjaa.

Sadettimien lukumäärä	Kerroin	Sadettimien lukumäärä	Kerroin
1	1,00	8	0,40
2	0,63	10	0,39
3	0,52	15	0,37
4	0,47	20	0,36
5	0,44	30	0,35
10	0,42	50	0,34

kuja saa olla yli 15 % pumpussa käytetystä paineesta (5). Tällä tarkoitetaan sitä, että jos käytetään samanaikaisesti useampia sadetuslinjoja olisi pyrittävä siihen, että eri sadetuslinjojen ja päälinjan liittymäkohtien välinen paine-ero olisi mahdollisimman pieni. Jos lähimpänä pumpua olevassa sadetuslinjassa on vähintään 1 at y suurempi paine,

kuin samanaikaisesti käytössä olevissa muissa sadetuslinjoissa, on liittymäkohtiin asetettava painemittarilla varustetut kuristimet, jolloin paine voidaan säätää jokaisen sadetuslinjan alussa samansuuruisiksi.

Toinen yleisohje putkikokoja laskettaessa on, että veden virtausnopeus ei maanalaisissa putkissa saa nousta yli 1 m/s ja siirrettävissä putkissa yli 2...2,5 m/s (5).

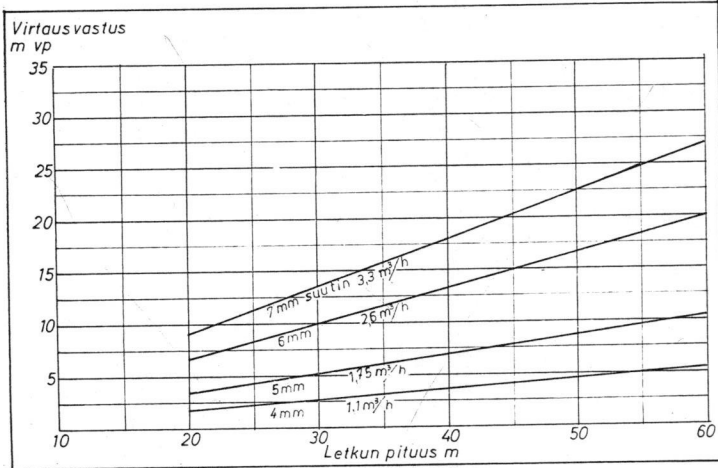
On tärkeää, että paine-ero sadettimissa ovat mahdollisimman pienet, koska näin myös vesimäärissä on mahdollisimman vähän eroja eri sadettimien välillä. Sadetuslinjassa ei putkivastus saa Molenaarin (5) ja Aslynigin (6) mukaan olla enempää kuin 20 % sadettimissa vallitsevasta keskimääräisestä paineesta. Keskimääräisen paineen ollessa 3,5 at y voi putkivastus siis olla enintään 7 mvp. Rinteisessä maastossa olisi sadetuslinjat tämän takia syytä asettaa korkeuskäyrän suuntaisesti.

Veden paineen aleneminen koko sadetuslinjassa voidaan laskea seuraavan menetelmän mukaan: Lasketaan ensin koko sadetuslinjan vastus olettaen, että koko vesimäärä kulkee sadetuslinjan päästä päähän ja saatu vastusluku kerrotaan taulukosta 3 saadulla sadettimien lukumäärän mukaisella kertoimella. Jos esim. sadetuslinjassa, jossa on  $\varnothing$  68 mm teräsputket, on 10 tasavälein (18 m) asetettua sadetinta ja kunkin sadettimen vesimäärä n. 2,6 m<sup>3</sup>/tunnissa, saadaan putkivastukseksi taulukon mukaan, jos koko vesimäärä (26 m<sup>3</sup>) virtaa koko sadetuslinjan (180 m) läpi, 8,5 · 1,80 = 15,3 mvp. Kertomalla 15,3 taulukon 3 luvulla 0,39 (10 sadetinta) saadaan paineen aleneminen sadetuslinjassa 0,39 · 15,3 mvp = 6,0 mvp eli 0,6 at y.

Taulukkoon 4 on laskettu, kuinka monta sadetinta voidaan liittää teräsputkisadetuslinjaan suuttimien koon vaihdelta 4...7 mm ja sadettimien tai sadetusletkujen välien ollessa 12, 81 tai 24 m sekä sadetuslinjan putken sisäläpimitan 48, 58, 68, 74 ja 87 mm. Suurinta mahdollista sadettimien lukumäärää laskettaessa on edellytetty, että paine ei ensimmäisen ja viimeisen sadettimen välillä ole laskenut enempää kuin n. 7 mvp. Muoviputkia käytettäessä voidaan pienemmän vastuksen takia käyttää 5...10 % enemmän sadettimia.

**Taulukko 4. Sadetuslinjan sadettimien lukumäärä putkivastuksen ollessa n. 7 mvp**

Suuttimien läpimitta mm	Sadettimien väli m	Sadettimien luku eri kokoisia pikaliitinputkia käyttäen					
		48 mm	58 mm	68 mm	74 mm	87 mm	96 mm
4	12	13	18	24	28	37	43
4	18	11	15	20	24	31	37
5	12	9	13	17	20	27	31
5	18	8	11	15	17	23	27
6	18	5	8	11	13	18	21
6	24	5	7	10	12	16	19
7	18	4	7	9	11	14	17
7	24	4	6	8	10	13	16



**Kuva 8**  
Veden virtausvastus 3/4 tuuman muoviletkuissa eri kokoisia sadettimien suuttimia käytettäessä.

**Taulukko 5. Sadetuslinjan pituus taulukossa 4 esitettyjen sadettimien lukumäärien mukaan**

Suuttimien läpimitta mm	Sadettimien väli m	Sadetuslinjan pituus (m) eri kokoisia pikaliitinputkia käyttäen					
		48 mm	58 mm	68 mm	74 mm	87 mm	96 mm
4	12	156	216	288	336	444	516
4	18	196	270	360	432	558	666
5	12	108	156	204	240	324	372
5	18	144	198	270	306	414	486
6	18	90	144	198	234	324	378
6	24	120	168	240	288	384	456
7	18	72	126	162	198	252	306
7	24	96	144	192	240	312	384

Sadetuslinjat voidaan rakentaa myös niin, että linjan alkupäässä käytetään suurempiläpimittaista putkea kuin loppupäässä. Työtekniillisesti tämä tosin on hieman hankalampi kuin yhden putkikoon käyttö.

Edellä esitetyissä ei ole yksityiskohtin otettu vielä huomioon, mitä vaikuttaa sadetinletkujen käyttö kokonaisputkivastukseen. Jos verrataan sadetuslinjaa, jossa sadettimet ovat suoraan kiinni pikaliitinputkissa, sadetuslinjaan, jossa sadettimet ovat linjaan kiinnitettyjen letkujen päässä, voidaan todeta, että veden paine on jälkimmäisessä tapauksessa jokaisessa sadettimessa sadetinletkun aiheuttaman painehäviön verran pienempi kuin ensiksi mainitussa tapauksessa. 3/4 tuuman muoviletkun, jonka sisäläpimitta on n. 19 mm ja pituus 36

m, aiheuttama painehäviö on 2,6 m³/tunnissa vesimäärää käytettäessä n. 12 mvp. Kun pikaliitinputkilla varustettuun sadetuskaistukseen lisätään 36 m pitkät sadetinletkut, on edellä esitetyn esimerkin mukaan, vesimäärän ollessa kussakin sadettimessa 2,6 m³/tunnissa, pumpun painetta lisäättävä 1,2 at y (12 mvp), jotta paine sadettimissa pysyisi alkuperäisenä suuruusena.

**Pumpun ja voimanlähteen valinta**

Sadetuksessa käytetään melkein yksinomaan keskikapopumpuja, joita on kehitetty sadetuksen vaatimuksia silmällä pitäen. Jossakin tapauksessa voidaan esim. pieniä vesimääriä käytettäessä puolustaa myös mäntäpumpun käyttöä. Mäntäpumpu

soveltuu myös lietteiden ja muita epäpuhtauksia sisältävien vesien pumppuamiseen keskikapopumpuja paremmin. Viime vuosina on ruvettu käyttämään myös ns. kierukkapumpuja erityisesti liete- lannan pumppuamiseen tätä tarkoitusta varten valmistettujen sadetuslaitteiden kautta.

Tarvittava vesimäärä on riippuvainen sadettimien suuttimien suuruudesta ja lukumäärästä. Tarvittava paine saadaan laske- malla yhteen imukorkeus, suurin mahdollinen korkeusero sadetti- mien ja pumpun välillä, suurin mahdollinen putkivastus pumpun ja ensimmäisen sadettimen välillä sekä veden paine ensimmäisessä sadettimessa. Vaihtoehtoisesti voidaan myös laskea koko putkiston suurin mahdollinen vastus ja käyttää sadettimien

keskimääräistä painetta. Tarvitta va paine ilmoitetaan tavallisesti metreinä y. Jos esim. imukor- keus on 4 m, sadettimien ja pumpun välinen korkeusero 1 m, putkiston kokonaisvastus 1 mvp ja keskimääräinen paine sadettimessa 35 mvp, tarvittava pumpun paine on 4 + 12 + 1 + 35 = 61 mvp (= 6,1 kg/cm² = 6,1 at y).

Pumppu on pyrittävä sijoitta- maan mahdollisimman lähelle ve- denottopaikkaa ja veden pintaa jolloin imukorkeus on pieni ja vastus lyhyessä imuputkessa on pieni. Keskikapopumpun teoreet- tinen imukorkeus on n. 10 m, mutta käytännössä imukyky on enintään n. 7 m.

Pumpun tehon tarve voidaan laskea käyttämällä seuraavaa kaavaa:

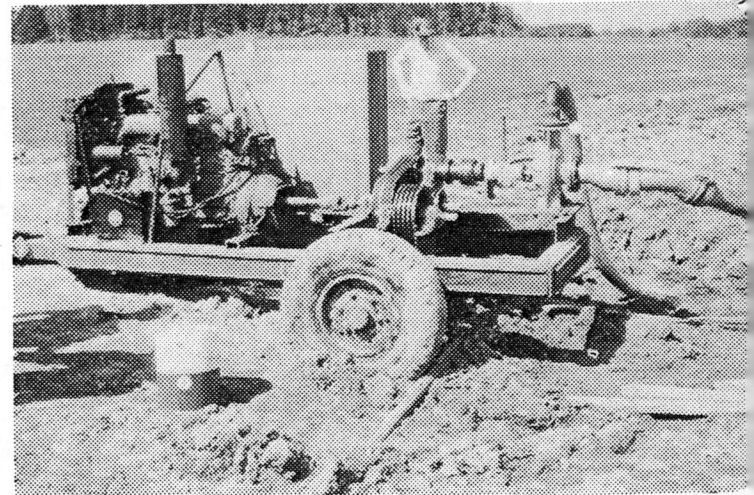
$$\text{tehontarve (hv)} = \frac{\text{vesimäärä (m}^3\text{/tunnissa)} \cdot \text{paine (mpv)}}{2,7 \cdot \text{hyötysuhde (\%)}}$$

Laskettaessa tehon tarve kilo- vatteina käytetään kertoimen 2,7 asemesta 3,67. Sadetukseen käytettävien keskikapopumpujen hyötysuhde on tavallisesti n. 50 .. 70 %.

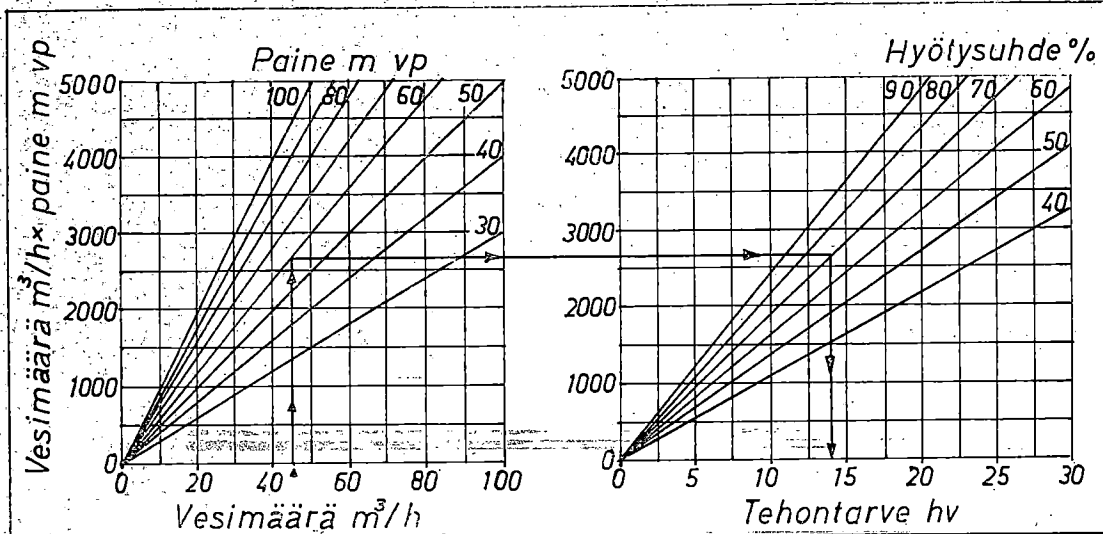
Piirroksesta 9 voidaan katsoa mikä on pumpun tehon tarve kun tiedetään vesimäärä, paine ja pumpun hyötysuhde. Esimer- kin vuoksi piirroksen on merkitty, miten saadaan tehon tarve, kun vesimäärä on 45 m³/tunnissa, paine 60 mvp ja pumpun hyötysuhde 70 %. Sähkömoottoria, joka kytketään suoraan pumpun akselille, voimanlähteenä käytet- täessä on em. kaavan avulla laskemalla ja piirroksista saatu tehon tarve kerrottava 1,2:lla, jota saadaan tarvittava sähkömoot- torin teho. Vaihdelaatikon välityk- sellä pumppua käyttävän trakto- rin moottorin tehon tarve saa- daan kertomalla edellä laskettu tehon tarve luvulla 1,5.

Pumpun käyttömoottoriksi vo- daan valita vaihtoehtoisesti trak- tori, sähkömoottori tai erillinen polttomoottori. Sähkömoottori käyttö on melko harvinaista. Sitä käytetään yleensä vain kiinteiden putkistojen yhteydessä, jolloin pumppu on tavallisesti koko sadetukseen ajan samassa paikassa. Sähkömoottori vaatii polttomoo- toria vähemmän huoltoa ja va- vontaa. Yösähköä käytettäessä se myös kustannus pieni. Jollak paikkakunnilla sähkölaitokset ja kavat myös ns. sadetussähkö, jonka hinta on tavallisessa jak- lussa olevaa sähkön hintaa hi- man halvempi. Traktorikäyttöis pumput ovat ylivoimaisesti yle- simpiä. Niissä on vaihteisto, jolla traktorin voimanoton nopeus (500 r/min) voidaan muuttaa pumpun akselin nopeutta (2500 ... 3000 min) vastaavaksi.

Vanhan auton, leikkuupuimur- ine. dieselmoottoreita voidaan



**Kuva 10.**  
Käytetyn auton dieselmoottorista saadaan halpa voimakone. Pumpun asema asennetaan akseliston päälle ja sen siirtäminen on siten helppoa. Tämän pystyy ammattitaitoinen asentaja helposti rakentamaan.



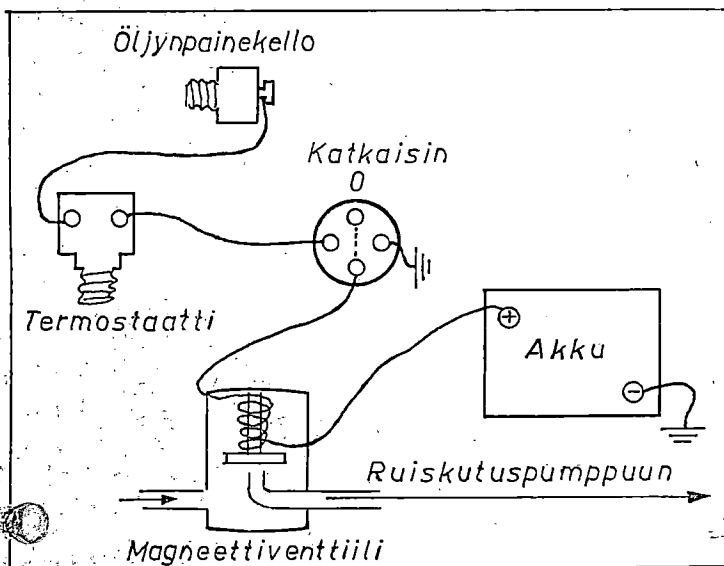
Kuva 9.

Pumpun tehon tarve saadaan selville tämän piirroksen avulla, kun vesimäärä, paine ja pumpun hyötysuhde tunnetaan. Esim. vesimäärän ollessa 45 m<sup>3</sup>/tunti, paineen 60 mvp ja pumpun hyötysuhteen 70 % pumpun tehon tarve on n. 14 hv. Jos vaihteistolla varustettua pumppua käytetään traktorin vo-akselilla, on piirroksista saatu tehon tarve kerrottava luvulla 1,5, jotta saadaan tarvittava traktorin moottorin teho (14 · 1,5 = 21 hv). Suoraa kytkentää käytettäessä on moottorin tehoa laskettaessa saatu tehon tarve kerrottava 1,2:lla (3).

seuraa tavallisesti mäntien kiinnileikkautuminen. Tämän estämiseksi moottori voidaan varustaa suojalaitteella, joka pysäyttää moottorin sen lämpötilan, öljynpaineen tai pumpun paineen poiketessa normaaliarvoista. Kuvassa 11 on eräs tällaisen suojalaitteen kytkennän kaavakuva.

On hyvä tietää jotakin keskipakopumppujen tärkeimmistä ominaisuuksista pumppua valitessa. Kuvassa 12 esitetään, miten pumpun kehittämä paine, tehon tarve ja hyötysuhde muuttuvat vesimäärän muuttuessa. Tässä pumpussa on edullinen hyötysuhteen alue melko laaja (a-b). Pumpun koko on luonnollisesti pyrittävä valitsemaan niin, että hyötysuhde on mahdollisimman edullinen. On kuitenkin valittava ehkä mieluummin hieman liian iso kuin liian pieni pumppu. Koska kalustoa usein hankitaan myöhemmin lisää, tämäkin on koettava ottaa huomioon pumppua valittaessa.

Keskipakopumpun tehon tarve on ratkaisevasti riippuvainen

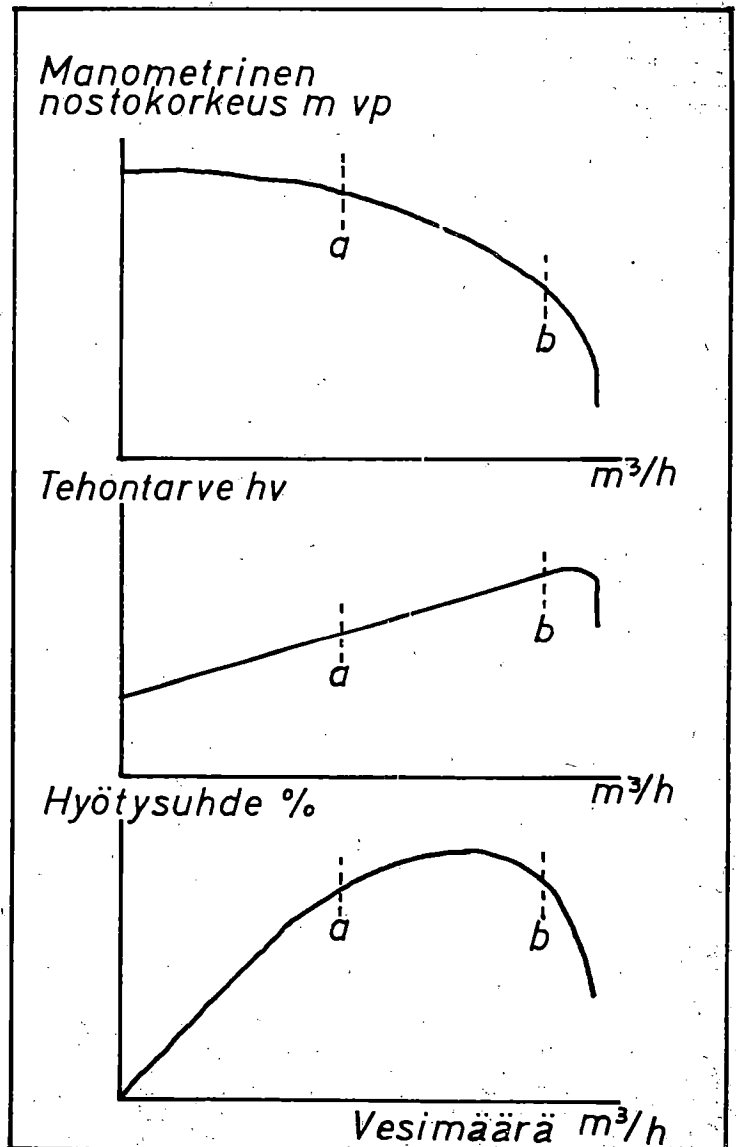


Kuva 11.

Eräs esimerkki suojalaitteesta, joka pysäyttää moottorin, kun öljynpaine laskee alle määrärajan tai veden lämpötila nousee yli määrärajan. Suojalaitteen toiminta on pääpiirtein seuraava: — Öljynpainekello pitää virran kytkettynä, kun öljyn paine on esim. 1 kp/cm<sup>2</sup>. Paineen vähetessä alle halutun raja-arvon (esim. 1 kp/cm<sup>2</sup>) painekello katkaisee virran. Samaan virtapiiriin kytketty ja polttoaineputkeen liitetty magneettiventtiili toimii niin, että se sulkeutuu, kun virta katkeaa ja polttoaineen pääsy ruiskutuspumppuun estyy. Moottori pysähtyy. — Termostaatti (esim. tavallinen kattilatermostaatti), joka on jäähdytysjärjestelmässä, toimii niin, että se katkaisee, virtapiiriin, kun veden lämpötila nousee jäähdyttimessä yli halutun raja-arvon. — Katkaisin arvitaan moottoria käynnistettäessä, jolloin öljyn paine puuttuu. Tätä voidaan käyttää esim. suuntavilkun katkaisinta, joka oikealle käännettynä kytkee maadoituksen, joten magneettiventtiili avautuu ja päästää polttoainetta pumppuun. Öljyn paineen noustua moottorissa käännetään suuntavilkun katkaisin vasemmalle. Tämä katkaisin voidaan korvata myös maadoitusnapilla, jota moottoria käynnistettäessä painetaan (7).

myös käyttää pumpun voimansiirteenä (kuva 10). Pumppu on tällaisessa asennuksessa ilman vaihteistoa. Voima otetaan auton vaihteistosta joko kiilahihnojen tai nivelakselin välityksellä.

Pumpun ja erityisesti sitä käytävän moottorin valvonta olisi järjestettävä riittävän tehokkaaksi. Esim. polttomoottorin tuulettimen hihnan katkeaminen aiheuttaa moottorin ylikuumentumisen, josta



Kuva 12.

Erään keskipakopumpun ominaiskäyrät. Edullisen hyötysuhteen alue a-b on tällä pumpulla kohtalaisen laaja (3).



pumpun pyörimisnopeudesta. Nopeuden lisääntyessä tehon tarve suurenee nopeuden lisäyksen kuution suhteessa. Jos nopeus esim. kaksinkertaistuu, tehon tarve tulee 8-kertaiseksi ( $= 2^3 = 2 \cdot 2 \cdot 2$ ). Nopeuden noustessa esim. 540:stä 680:een r/min. tehon tarve kaksinkertaistuu. Paineen pitämiseksi sadettimissa riittävän suurena joudutaan – esim. liian pienikokoisia putkia käytettäessä – käyttämään pumppua suurella nopeudella, jolloin tehon tarve on suuri.

### Käytännön sadetusohjeita

Peltojen sadettaminen vaatii huolellisuutta ja tilanteen mukais- ta harkintaa. Eri kasvien veden tarve, käytettävissä olevan veden laatu ja tilan peltojen poudan- arkuus ovat ehkä tärkeimmät asiat, joihin viljelijän on syytä tutustua jo ennen sadetuslaittei- den hankintaa.

Laitteiden taitamattomalla käy- töllä voidaan aikaansaada myös vahinkoa, josta voi olla seurauk- sena sadon pieneneminen tai sen laadun huononeminen. Usein vas- ta vuoden tai parin käytön jäl- keen opitaan saamaan laitteista paras hyöty. Sadetuksen onnis- tumisen edellytyksenä voidaan pitää mm. seuraavia seikkoja:

– Sadetus on aloitettava riit-

tävän ajoissa, ennen kun kasvit ehtivät kärsiä veden puutteesta. Liian myöhään suoritettu sadetus viivästyttää mm. kevätilojen tu- leentumista, lisää pienien peru- noiden määrää jne.

– Kerralla on annettava riit- tävästi vettä, maalajista riippuen yleensä 20...35 mm. Hyvin suu- rien vesimäärien antamista on myös varottava, koska silloin kas- vit voivat kärsiä hapen puuttees- ta.

– On varottava käyttämästä liian pitkiä sadettimien välejä. Yleisin siirtoväli ja sadettimien väli on 18 m. Koska tuuli muut- taa sadetusympyrät soikeiksi, olisi sadettimien välejä vastaavas- ti lyhennettävä. Sadetinletkuja käytettäessä on sadettimien aset- telussa helppo ottaa huomioon myös tuulen vaikutus.

– Kunkin peltolohkon sadetus olisi sadettimien siirtoja ajatellen suunniteltava etukäteen ja mer- kittävä putkilinjojen paikat pel- lolle

– On varottava käyttämästä liian pientä veden painetta sad- dettimissa, 3...4 at y:n paine on yleensä sopiva. Paine voidaan mitata suutinpainemittarilla (kuva 14).

– Moottorin pumppulaitteiston valvonnan helpottamiseksi nimen- omaan yöllä dieselmoottorit on

syötä varustaa häiriöiden varalta automaattisella pysäyttimellä, joka pysäyttää moottorin sen lämpöti- lan, öljynpaineen tai pumpun pai- neen poiketessa normaaliarvoista (kuva 11).

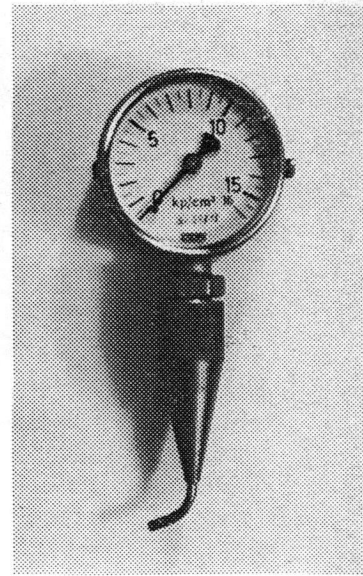
– Sadetuskauden päätyttyä on laitteet varastoitava puhdistettui- na kuivaan varastotilaan, tutkitta- va kuluneet ja särkyneet osat ja vaihdettava tarvittavat osat uusiin hyvissä ajoin ennen seuraavaa käyttökautta. Varastointi ja laittei- den pelolla käsittely on huomata- vasti helpompaa sadetuskärryjä (kuva 15) käytettäessä.

### Esimerkkejä tilakohtaisista sadetussuunnitelmista

Kuten aikaisemmin on mainit- tu, sadetuksen suunnittelu riippuu niin monista käytännön seikoista, että yleispätevien ratkaisumallien esittäminen on vaikeaa. Seuraa- vassa on kuitenkin pari käytän- nön esimerkkiä, joilla pyritään lähinnä selventämään annettuja ohieita.

#### Esim. 1.

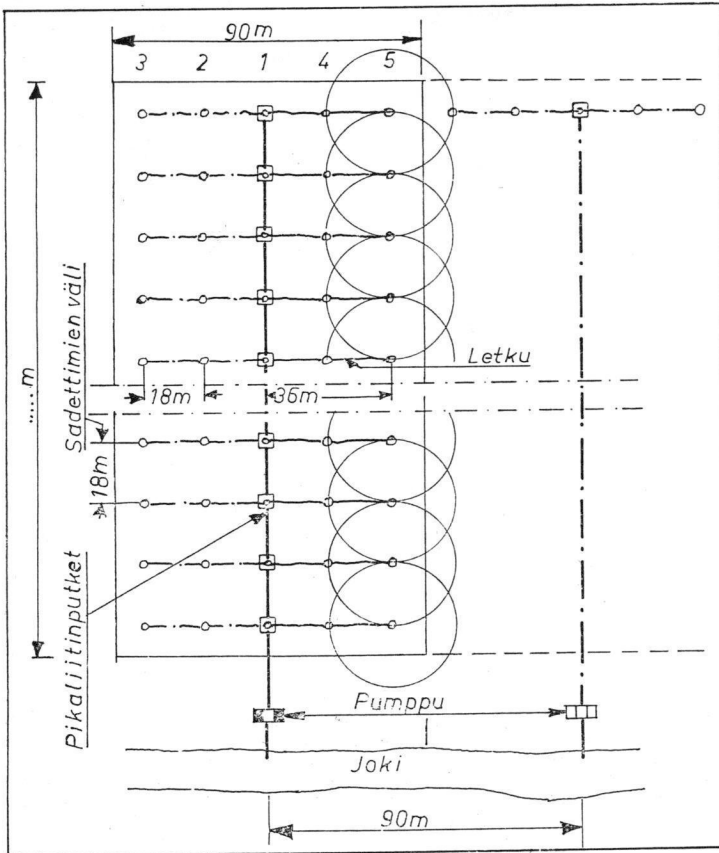
Tilalla viljellään kevätiljaa n. 10 ha, syysviljaa n. 5 ha, sokeri- juurikasta n. 4 ha, niitonurmea n. 2 ha ja perunaa n. 0,5 ha. Maa- laji on pääasiassa hiesusavea, joka on hyvin herkästi liettyvä. Peltojen reunassa virtaavaan pu- roon on etäisimmistä pellon nurkasta matkaa 300 m. Suurin



Kuva 14 Sadettimesta ulos virtaavan paine voidaan mitata suutinpainemittarilla. Mittarin käyrä pää- asetetaan suuttimesta tulevaan vesi- suihkuun.

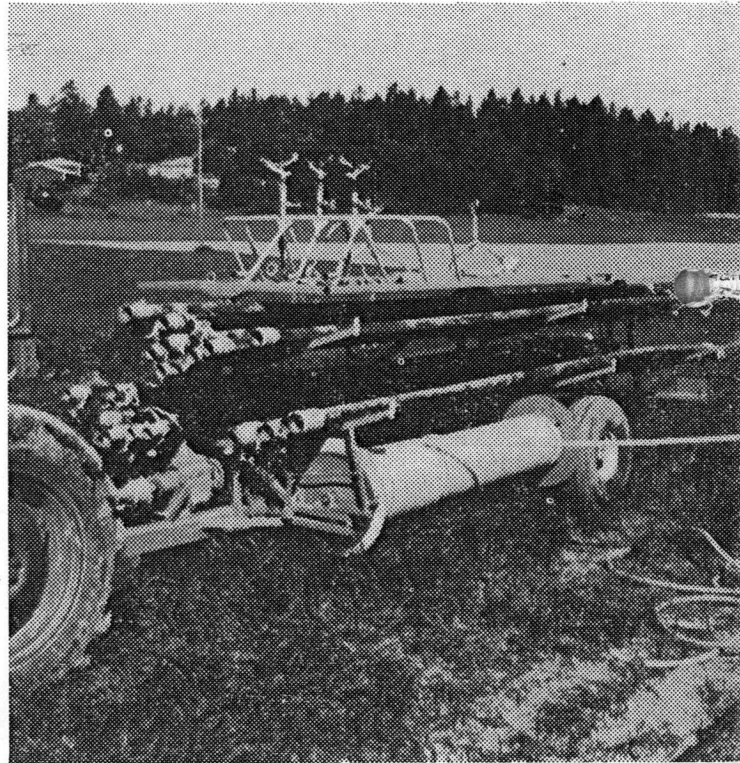
korkeusero puron veden pinnasta kasteltavalle peltokumpareelle on 6 m.

10 ha:n kevätilja-ala vaatii eniten sadetustehoa, joten kalus- to on mitoittettava sen mukaan. Jos lasketaan, että 10 ha kevä- tilja-ala on hyvin kuivana kesänä



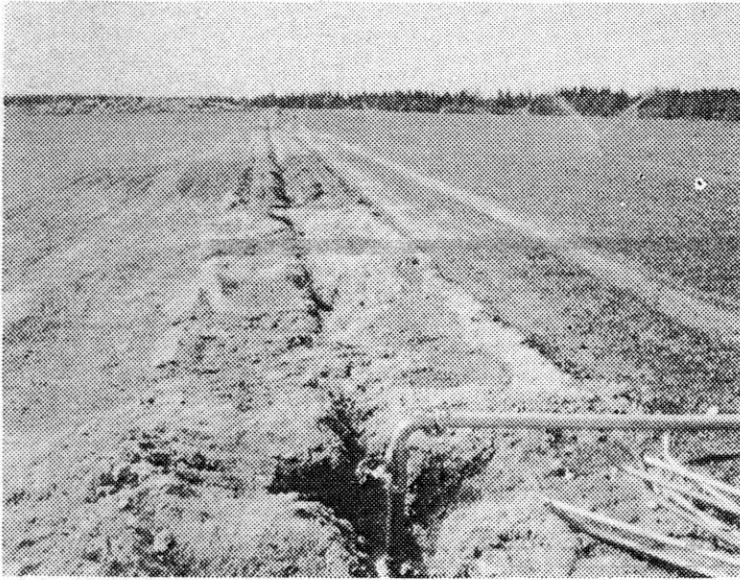
Kuva 13.

Eräs esimerkki sadetuksen työn järjestelystä, kun käytetään 36 m mittaisia sadetinletkuja. Kun pikaliitinputkien siirron jälkeen sadeta- taan ensin putkilinjan päällä, on seuraavaa putkisiirtoa tehtäessä hel- pompaa ajaa traktorilla ja peräkärjällä putkilinjan vieressä putkia pois kerätessä, kun pelto on sadetuksen jälkeen jo hieman kuivunut.



Kuva 15.

Letkuilla varustettujen sadetuslaitteiden käsittely pelolla on huomata- vasti helpompaa tätä tarkoitusta varten valmistettuja sadetuskärryjä käyttäen. Kuvassa on esimerkki kärryistä, joissa letkukat ovat kär- ryjen molemmilla puolilla. Letkujen kelaaminen voidaan ratkaista myös niin, että kärryn eteen aisan päälle asetetaan yksi iso kela.



Kuva 16.

runkolinjalle n. 70...80 cm syväälle upotetusta runkolinjasta otetaan "reunasteja" maan päälle 90 m välein 36 m mittaisia sadetinletkuja käytettäessä. Vesipostit on tuettava esim. niiden ympärille asetetuilla betonirenkailla. Jotta betonirenkaat haittaisivat mahdollisimman vähän nuokkaustoimia, olisi runkolinjat kaivettava mahdollisuuksien mukaan eltoiteiden varsille.

sadetettava 20 vrk:n aikana 2 kertaa 30 mm sateella ja 2 ha:n riittönurmi samaan aikaan 1 kertaa 30 mm, niin 20 vrk:n aikana olisi sadetettava 30 mm sateella yhteensä 22 ha.

Pinta-alan ja käytettävän sadesajan mukaan voidaan laskea kaluston vähimmäisteho.

$2 \text{ ha} \cdot 30 \text{ mm} \cdot 10$   
 $20 \text{ vrk} \cdot 20 \text{ tuntia}$   
 $= 16,5 \text{ m}^3/\text{tunti}$

Jos käytetään 300 m pitkää sadesuolinjaa, jolloin etäisinkin pellon turkka voidaan sadettaa, 17 sadetinta 18 m välein ja sadetinnissa 4 mm läpimittaiset suuttimet niin kokonaisvesimäärä on 1,5 m<sup>3</sup>/tunti ja paineella sadetettaessa

(kuva 3) 1,1 m<sup>3</sup>/tunti  $\cdot 17 = 18,7 \text{ m}^3/\text{tunti}$ . Kaluston teho on aikaisempaan laskelmaan (16,5 m<sup>3</sup>/tunti) verrattuna riittävä. Niittönurmia sadetettaessa voidaan käyttää myös isompireikäisiä suuttimia, jolloin teho suurenee.

Jos käytetään 4 mm suuttimia, hankitaan 68 mm sisäläpimittaiset putket (taulukot 4 ja 5) tai 5 mm suuttimia käytettäessä 74 mm putket. Edellisessä tapauksessa saadaan vettä n. 3 mm/tunti ja jälkimmäisessä n. 4,5 mm/tunti. 30 mm kertasadetuksessa siirretään sadettimia edellisessä tapauksessa 2 kertaa vuorokaudessa ja jälkimmäisessä tapauksessa 3 kertaa vuorokaudessa. Kun kaikki sadetimet ovat samanaikaisesti käytössä, ne peit-

tävät 18 m  $\cdot$  18 m  $\cdot$  17 = 0,56 ha. Tällä kalustolla voidaan torjua myös hallaa tilan 0,5 ha peruna-alalta.

Pumpun tehon on oltava 4 mm suuttimia käytettäessä 1,1 m<sup>3</sup>/tunti  $\cdot 17 = 18,7 \text{ m}^3/\text{tunti}$  ja 5 mm suuttimia käytettäessä 1,75 m<sup>3</sup>/tunti  $\cdot 17 = 29,8 \text{ m}^3/\text{tunti}$ . Paineen on pumpussa oltava 4 mm suuttimia ja 68 mm putkia käytettäessä (korkeusero 6 m + putkivastus 5 mvp + keskim. paine sadettimissa 35 mvp) 4,6 at y ja 5 mm suuttimia ja 74 mm putkia käytettäessä (vastavasti 6 m + 7 mvp + 35 mvp) 4,8 at y. Jos kalusto varustetaan 36 m mittaisilla 3/4 tuuman muoviletkuilla, on edellisessä tapauksessa lisättävä painetta pumpussa (pumpun nopeutta lisäämällä) n. 0,3 at y ja jälkimmäisessä n. 0,7 at y.

**Esim. 2.**

Tilan peltoala on 80 ha. Pinta-alasta on vuosittain n. 50 ha kevätiljaa, joka olisi kuivana kesänä kasteltava 2 kertaa 20 vrk:n aikana. Pellot ovat yhdessä lohossa järven rannalla. Suurin etäisyys järvestä on 750 m. Lietymisvaaraa ei ole.

Työn helpottamiseksi on näin suuren yhtenäisen alueen sadetus ehkä edullisinta järjestää maanalaisia runkolinjoja käyttäen. Koh-tisuoraan järvestä kaivetaan 3 runkolinjaa 460 m päähän toisistaan. Runkolinjasta otetaan sadesuolinjojen liitännät maan päälle 90 m välein (kuva 16). Sadesuolinjoiksi valitaan 74 mm läpimittaiset pikaliitinputket, joihin liitetään 36 m mittaiset sadetinletkut. Sadesuolinjoja tulee kaikkiaan 3, jotka kaikki ovat 230 m mittaisia. Sadettimia on kussakin linjassa 13 eli yhteensä 39 ja suuttimien läpimitta on 6 mm kun sadettimien väli on 18 m, 39 sadetinta sadettaa samanaikaisesti n. 1,3 ha. Sadetustehon olles-

sa n. 6,5 mm/tunti siirretään sadettimia 4 kertaa vuorokaudessa. Vuorokaudessa sadetettu aia on n. 5 ha eli 20 vuorokaudessa n. 100 ha.

Maanalaista putkiverkostoa käytettäessä voidaan pumppua käyttää joko sähkö- tai dieselmoottorilla. Kun maan alle pannaan jonkin verran ylimitoitettut putket, voidaan myöhemmin tarpeen tullen ottaa käyttöön useampia sadesuolinjoja tehokkaampaan sadetukseen siirryttäessä.

**Kirjallisuutta**

- (1) ELONEN, P., NIEMINEN, L. ja KARA O. 1967. Springler irrigation on clay soils in Southern Finland. Maat. tiet. aikak. 39: 67-98.
- (2) HELIMÄKI, U. I. 1967. Taulukoita ja karttoja Suomen sadesuoloista kaudelta 1931 - 1960. Suomen meteorol. vuosikirja nide 66 osa 2.
- (3) JOHANSSON, N. 1970. Anvisningar för projektering och dimensionering av bevattningsanläggningar. Institution för lantbrukets hydroteknik, Uppsala. Stenciltryck nr. 43, 22 s.
- (4) CHRISTENSEN, S. Aa. 1961. Markvanding. Afprøvning af vandingmateriel. Produktivitetsudvalget for Gartneri og Frugtavl. 224 s. Köpenhamn.
- (5) MOLENAAR, A. 1960. Irrigation by sprinkling. FAO Agric. developm. paper no. 65. 93 s. Roma.
- (6) ASLYNG, H. C. 1962. Vanding i jordbruget. Kulturteknik II 2 udg D.S.R. Kgl. Vetr. Landbohøjsk. Köpenhamn.
- (7) KARES, M. 1969. Dieselkäyttöinen kylmäilmakuivuri. Koneviesti 14: 4-5.

PAAVO ELONEN, HELSINGIN YLIOPISTON MAANVILJELYSKEMIAN LAITOS

# Kevätviljojen sadetus

Tässä esitetyt tulokset perustuvat niihin kevätiljojen sadetustutkimuksiin, joita Maatalouskoneiden tutkimuslaitos ja Yliopiston maanviljelyskemian laitos ovat yhteistyönä seitsemän viimeksi kuluneen vuoden aikana suorittaneet. Monipuolisimmat tutkimukset on tehty Pakankylän tilalla lähellä Helsinkiä, mutta sen lisäksi kokeita on su-

oritettu yhdeksällä muulla maatilalla, jotka ovat sijainneet neljän maakunnan alueella Etelä- ja Lounais-Suomessa. Kaikki viljelytoimenpiteet sadetusta ja sadonkorjuuta myöten on suoritettu mahdollisimman hyvin käytäntöä vastaavilla menetelmillä. Tutkimustulokset ovat siten helposti käytäntöön sovellettavissa.

**Vaikutus sadon määrään**

Savimailla sadetus on joraisena seitsemänä koevuotena antanut suuria sadonlisäyksiä. Yksi oikein suoritettu sadetus on rohottanut kevätkuivänsatoja keskimäärin 800 kg/ha ja ohrasatoja 1000 kg/ha. Kaura, joka on ollut soekasvina vain kahtena vuote-

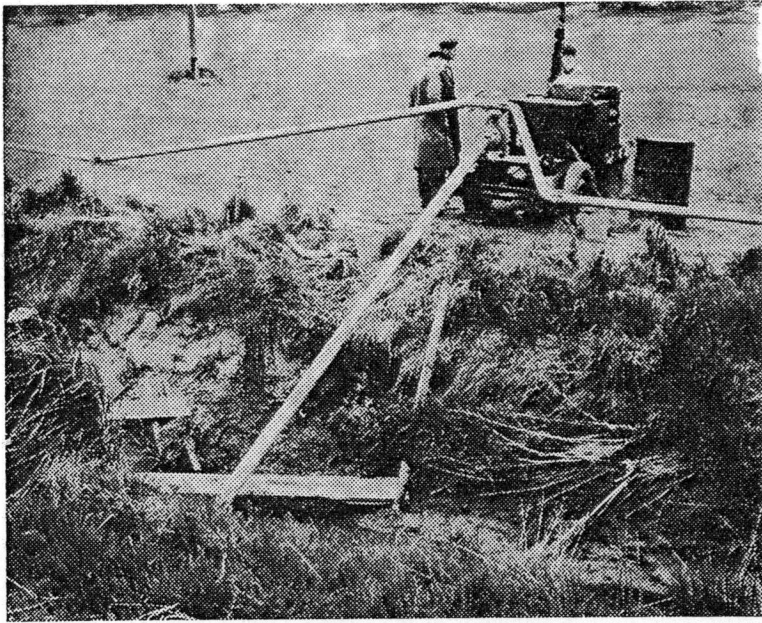
na, näyttää reagoivan sadetukseen samalla tavalla kuin ohra. Kaksi sadetusta on monissa tapauksissa antanut vielä huomattavasti suurempia satoja kuin yksi sadetus, varsinkin, jos sato sadettamatta on jäänyt suhteellisen alhaiseksi, alle 3000 kg/ha. Muilla maatalajeilla sadetus ei ole tuottanut yhtä hyviä

tuloksia kuin savimailla. Hiesumailla on toisinaan saatu jopa yhtä hyviä tuloksia kuin savimailla, mutta kosteilla hietamailla ja hyvin runsasmultaisilla alavilla mailla, joilla vilja kasvaa hyvin sadettamattakin, on sadetus saattanut jäädä kokonan ilman vaikutusta.

**Vaikutus ravinteiden hyväksikäyttöön**

Sadetuksen satoa lisäävä vaikutus näyttää pääasiassa perustuvan siihen, että se parantaa huomattavasti kasvinravinteiden hyväksikäyttöä. Kun esimerkiksi lannoitetyypestä jää sadettamatta yleensä yli puolet jäljelle maa-





Vesistöjen puute on ilmeisesti se tekijä, joka eniten rajoittaa sadetuk-  
sen nopeaa yleistymistä Etelä-Suomen savialueella. Vettä saattaa kui-  
tenkin olla riittävästi melko pienissä valtaojoissakin, jos veden virtaama  
on voimakas.

han, siis hyväksikäyttämättä, niin  
sadettamalla voidaan typpi saa-  
da lähes kokonaan sadossa ta-  
kaisin. Sadetus ei paranna yksin  
lannoiteravinteiden hyväksikäyt-  
töä vaan myös maan luontaisten  
ravinnevarojen hyväksikäyttöä.  
Tämä johtuu ainakin osittain si-  
tä, että kuivan multakerroksen  
kasteleminen lisää voimakkaasti  
juuriston kasvua, ja rehevä juu-  
risto imee maasta runsaasti ra-  
vinteita.

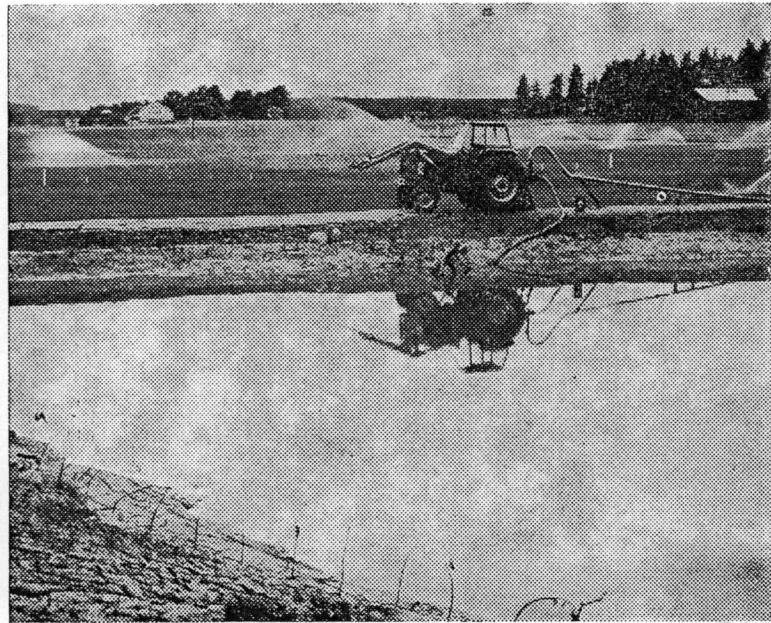
Jotta siis sadettamalla kasva-  
tettu vilja ei tyhjentäisi maan  
ravinnevarastoja, on käytettävä  
runsasta ja monipuolista lannoit-  
tusta. Tällöin myös sadetus an-  
taa mahdollisimman hyvän tulok-  
sen. Lannoite on edullisinta si-  
joittaa noin 8 cm:n syvyyteen.  
Usean vuoden koetulokset osoit-  
tavat, että sijoituslannoitus ja  
sadetus muodostavat erittäin  
edullisen yhdistelmän pyrittäes-  
sä korkeisiin kevätiljasatoihin.

Suoritetut tutkimukset oikeut-  
tavat päättelemään, että mult-  
akerroksen kosteussuh-  
teet ovat kasveille paljon tär-  
keämmät kuin kosteus syvem-  
missä maakerroksissa, koska  
pääosa ravinteista sijaitsee mul-  
takerroksessa. Jos multakerros  
on kuiva, voivat kasvit tuskin  
kasvaa täysipainoisesti, vaikka  
syvemmällä maassa kosteutta oli-  
si juuriston ulottuvilla riittävä-  
stikin. Senthden multakerroksen  
sadettaminen lienee paljon edu-  
lisempi kastelumenetelmä kuin  
pohjaveden patoaminen.

#### Vaikutus sadon laatuun

Viljan tuleentumiseen  
ajoissa suoritettu sadetus vai-  
kuttaa yleensä edullisesti. Sade-  
tettu vilja on tuleentunut tasai-  
semmin ja useimpina vuosina  
myös aikaisemmin kuin sadetta-

maton vilja. Tämä johtuu siitä,  
että ravinteet ja varsinkin typpi  
ovat tulleet käytetyiksi riittävän  
aikaisessa kehitysvaiheessa, ei-  
vättä siten ole olleet aiheutta-  
massa haitallista myöhäisverson-  
taa ja kehityksen hidastumista  
keski- ja loppukesällä. Äärim-  
mäisen kuivina keski- ja loppu-  
kesinä, jolloin sadettamaton vilja  
on "pakkotuleentunut", sadetu-  
s on kuitenkin näennäisesti saattu-  
nut viivästyttää tuleentumista.

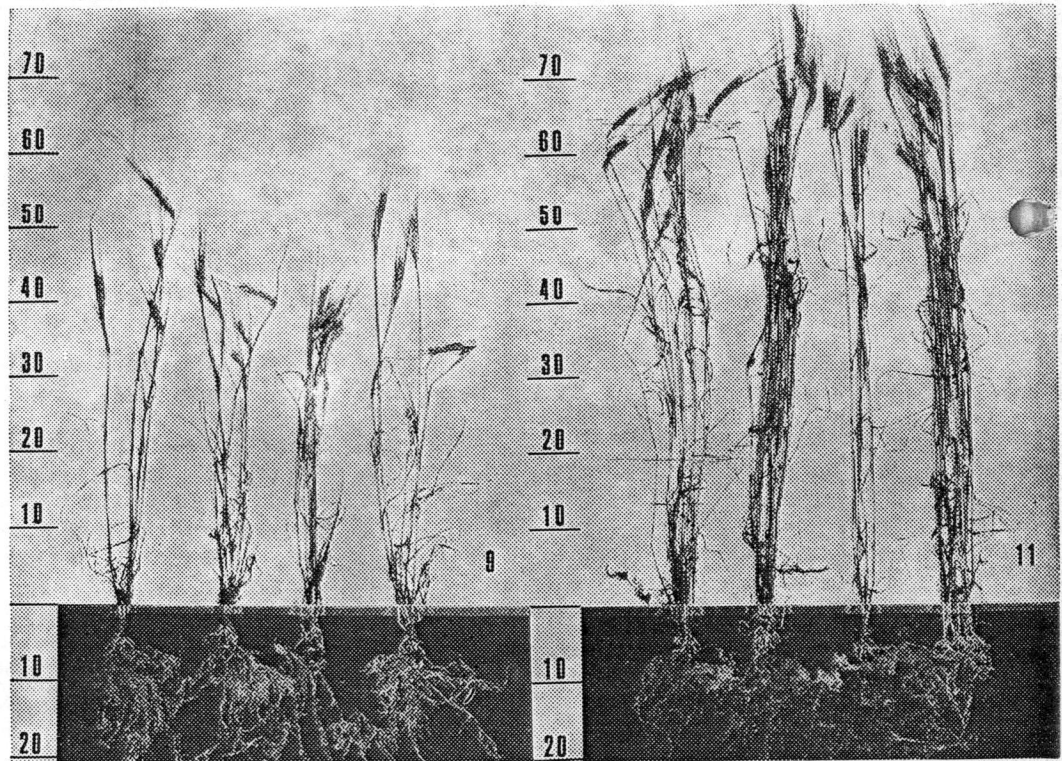


Rakentamalla veden varastointialtaita voidaan pienetkin vesistö-  
t saada talteen sadetusta varten.

Jyvien painoon sadetus  
ei yleensä ole mainittavasti vai-  
kuttanut. Sadetus on nimittäin  
lisännyt kevätiljasatoja lisää-  
mällä jyvien lukumäärää, joko pi-  
tämällä hengissä suuremman kas-  
viyksilömäärän, lisäämällä ver-  
soutumista tai lisäämällä tähkien  
jyvälukua.

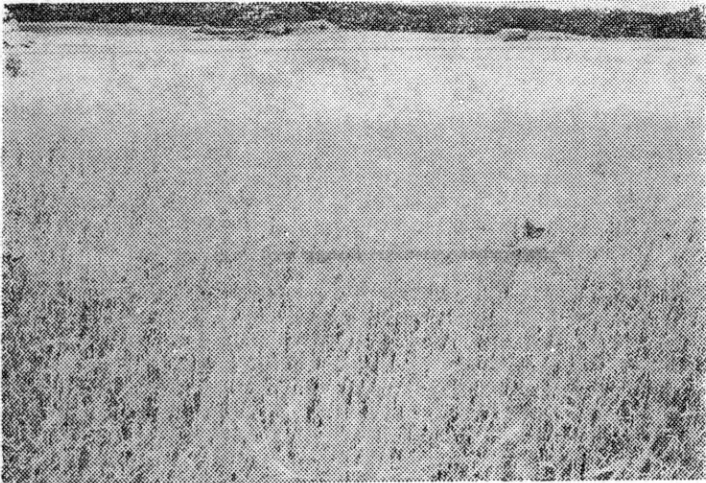
Viljan valkuaispitoi-  
suutta sadetus on alentanut lä-  
hes poikkeuksetta. Tämä johtuu  
siitä, että sadetus on lisännyt sa-

don määrää suhteellisesti vielä  
enemmän kuin ravinteiden ja täl-  
löin lähinnä typen ottoa. Mal-  
lasohran viljelyssä alen-  
tunut valkuaispitoisuus on vain  
eduksi, ja sadetukseen on todettu  
vaikuttavan mallasohran muihin-  
kin laatuominaisuuksiin pelkäs-  
tään myönteisesti. Vehnän ja re-  
huviljan alentunut valkuaispitoi-  
suus on sen sijaan negatiivinen  
ilmiö. Tämä valkuaispitoisuuden  
aleneminen on kuitenkin voitu  
täysin korjata runsaalla  
typpilannoituksella.

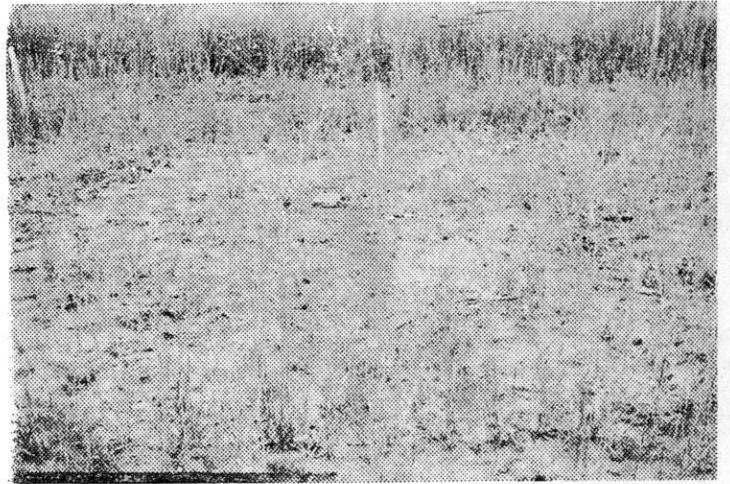


Kuivuudesta kärsivä ohraikasvusto (vasemmalla) jää matalaksi, harvaksi ja epätasaiseksi, sato 3480 kg/  
ha. Sadettamalla voidaan samalla pellolla kasvattaa täyteläistä, tasaista ohraa (oikealla), sato 5800 kg/ha.  
— Juuristokasautumat osoittavat sijoitettujen lannoiterivien sijaintipaikkoja.





Kesällä 1970 haitallinen myöhäisversonta oli erittäin yleistä, myös eripuolilla Etelä-Suomea sijaitsevilla sadetuskoe kentillä, mutta vain sadettamattomilla koealoilla (edessä). Sadetettuun täyteläiseen viljakasvustoon myöhäisversontaa ei muodostunut (taustalla).



Sadetukseella voidaan huomattavasti korjata kylvöaikana sattuneita epäonnistumisia. Tässä tapauksessa kylvön jälkeen sattunut rankkasade on liettänyt maan erittäin pahasti, ja orastuminen on jäänyt heikoksi. Sadettamalla saatiin harva kasvusto täyttymään ja sato pelastetuksi (taustalla).

### Sadetuksen suorittaminen

Savimaiden sadettaminen onnistuisi mahdollisimman hyvin on otettava huomioon seuraavaa:

1. Kevätviljojen edullisin sadetus aika alkaa noin 10 päivää oraalletulosta ja päättyy tähkälletulvaiheeseen. Jos orastuminen näyttää jäävän heikoksi on sadetus kuitenkin syytä aloittaa normaalia aikaisemmin. Kevätviljat kannattaa ilmeisesti sadettaa järjestyksessä: vehnä — ohra — kaura. Sadetus pitäisi aloittaa, ennenkuin kasvustossa esiintyy näkyviä kuivuuden merkkejä.

2. Sadetusveden tulisi mieluummin olla lämmintä pintavettä, ja sadettimien tulisi jakaa vesi niin tasaisesti kuin mahdollista. Koska tuuli häiritsee huomattavasti sadetusta, on yösadetus päiväsadetusta edullisempi. Sadetuksen teho voi hyväraakenteisilla savimailla olla jopa 8 mm/

h, mutta helposti liettyvillä hiesumailla on tyydyttävä huomattavasti pienempään tehoon.

3. Sopiva vesimäärä on tavallisesti noin 30 mm. Liian pieni samoin kuin tarpeettoman suuri vesimäärä eivät anna parasta mahdollista tulosta. Jos poutakausi jatkuu, sadetus kannattaa uusia, varsinkin jos sato sadettamatta näyttää jäävän suhteellisen alhaiseksi alle 3000 kg/ha

4. Sadettajan kannattaa käyttää runsasta lannoitusta. Näyttää siltä, että Etelä-Suomen savimailla sadettavan vehnän lannoitukseen pitäisi sisältyä mieluummin yli kuin alle 100 kg typpeä hehtaarille, varsinkin, kun typpilannoituksella pitäisi pyrkiä estämään sadetuksen aiheuttama valkuaispitoisuuden aleneminen. Mallasohran lannoituksessa on sadetuksesta huolimatta kuitenkin viisainta pitiävyä 100 typpikilon alapuolella.

### Sadetuksen kannattavuus

10:llä Etelä-Suomen viljanviljelytilalla suoritettu tutkimus osoitti, että sadetuskustannukset ovat yllättävän alhaisia, keskimäärin vain 100 mk yhden hehtaarin yhtä 30 mm:n sadetusta kohti. Kustannukset jakautuivat suunnilleen tasan kiinteiden kustannusten ja käyttökustannusten kesken. Sadetettu pinta-ala oli tutkituilla tiloilla melko suuri, keskimäärin 35 ha. Kun sadetettava pinta-ala pienenee, kiinteät kustannukset hehtaaria kohden lisääntyvät, mutta eivät kuitenkaan kovin jyrkästi, koska tällöin tullaan toimeen halvemmalla laitteistolla.

100 mk:n sadetuskustannus vastaa noin 250 ohrakilon hintaa. Kun sadonlisäys on ollut keskimäärin 1000 kg, on laskelman mukaan sadetuksen tuotto ollut nelinkertainen kustannuksiin ver-

rattuna. Jos otettaisiin huomioon myös viljan laadun paraneminen voisi voitto olla vieläkin suurempi.

Kevätviljojen sadetus näyttää siten olevan taloudellisesti erittäin edullinen viljelymenetelmä Etelä-Suomen savimailla. Viljelijämme ovat myös huomanneet tämän. Viime vuonna Suomessa ostettiin noin 500 uutta sadetuslaitteistoa, mikä merkitsee, että sadetuskaluston määrä on yhden vuoden aikana lisääntynyt noin 45 %.

Se tekijä, joka eniten rajoittaa sadetuksen nopeaa yleistymistä Etelä-Suomessa, on veden puute. Läheskään joka tilalla ei ole riittävästi vettä sadetukseen, mutta tätä ongelmaa on jo ryhdytty ratkaisemaan rakentamalla keväisten sulamisvesien varastointilaita.

AGRONOMI TIMO NISSI

# Käytännön sadetustekniikkaa kevätiljapelloilla

Jo useita vuosia jatkuneet sadetustutkimukset ovat osoittaneet, että kevätiljojen sadetus ainakin Etelä-Suomen olosuhteissa on kannattava voimaperäistämistoimenpide. Sadetustyö on kuitenkin raskasta ja vaatii runsaasti ihmistyövoimaa. Se luontuukin kankeasti nykyaikaiseen maatalouteen, jossa ihmistyön osuutta pyritään vähentämään. Toistaiseksi konevoiman hyväksikäyttö sadetuksessa on vähäistä.

Kirjoittaja on osallistunut Helsingin Yliopiston Maanviljelyskemian laitoksen ja VAKOLAN suorittamiin sadetustutkimuksiin sekä laatinut Yliopiston Maatalouden työtekniikan laitokselle tutkielman "Sadetuksen tekniikka ja työmenekki kevätiljapelloilla".

### Yleistä

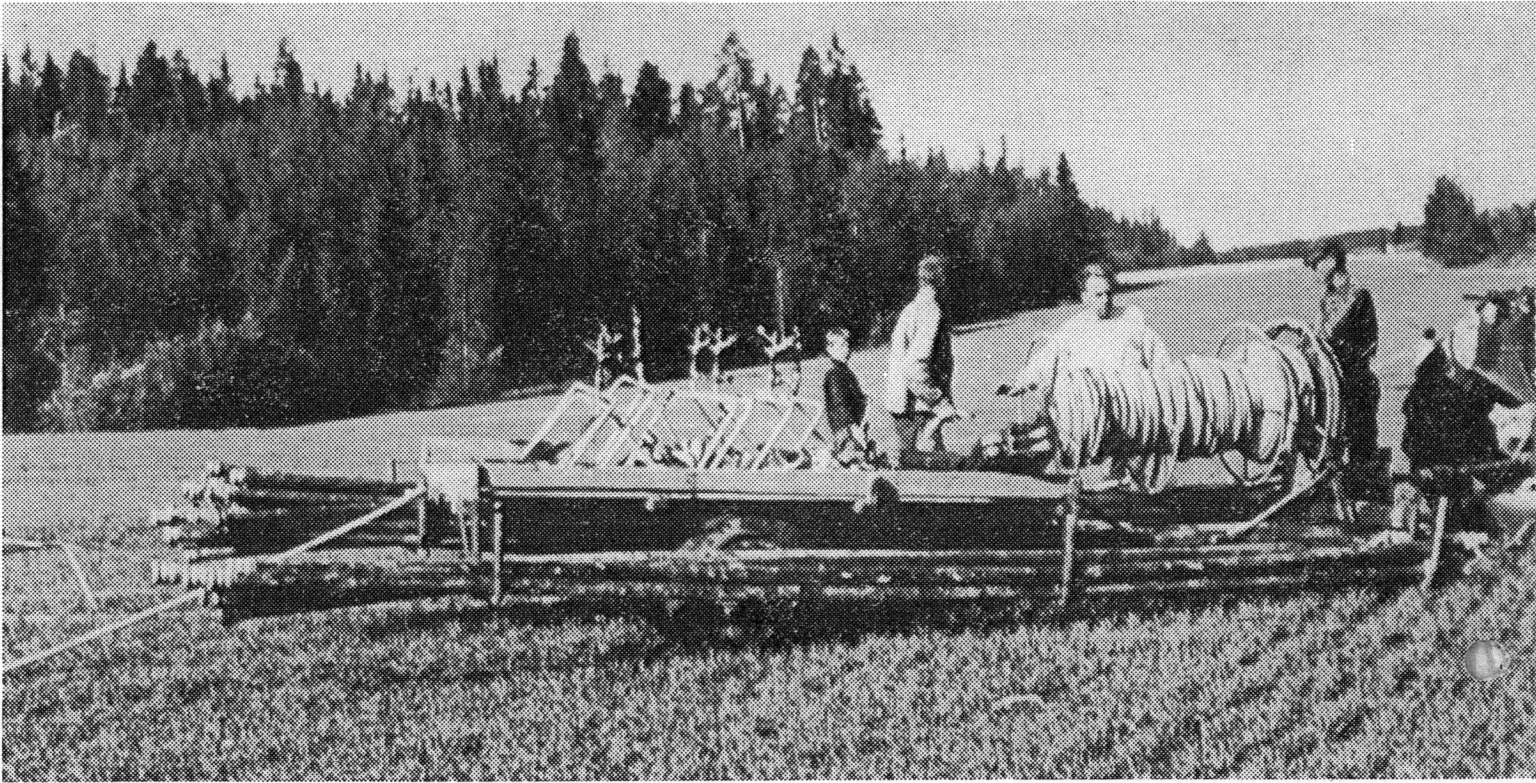
Sadetuslaitteisto käsittää pumppun, päälinjan, sadetinlinjan sekä sadettimet. Nimitystä "päälinja" käytän putkistosta, jota pitkin vesi johdetaan pellon reunaan ja nimitystä "sadetinlinja" putkistosta, johon liitetään sadettimet.

Maassamme käytettävistä yleisimmistä sadetusjärjestelmistä on tullut tavaksi käyttää nimityksiä "putkistojärjestelmä" ja "letkujärjestelmä". Putkistojärjestel-

mässä sadetin liitetään sadetinlinjaan pikaventtiilillä tai kierteillä. Letkujärjestelmässä jalustalla oleva sadetin yhdistetään tavallisesti 36 mm:n pituisella muovivetikulla putkistoon. Tällöinkin liitäntä tapahtuu joko pikaventtiilillä tai välikappaleella.

Sadetuksen tehokkuudesta joutuessa puhutaan vaimesadetuksesta: alle 7 mm/h, keskirankkasadetuksesta: 7—17 mm/h ja rankkasadetuksesta: yli 17 mm/h.

Sadetuksen eri työvaiheet



Hyvin käyttökelpoiset kolitekoiset letkujärjestelmän erikoiskärryt. Kela voa-käyttöinen. Huom. traktorin renkaiden kuraisuus.

ovat laitteiston rakentaminen, siirrot ja kokoaminen. Sadetusrjestelmät eroavat toisistaan oleellisesti ainoastaan siirron osalta. Putkistojärjestelmässä jokainen siirto tapahtuu siten, että sadetinlinja siirretään kantaen sadettamattomaan paikkaan. Letkujärjestelmässä tunnetaan kaksi siirtotapaa. Ns. ”pienessä siirroksa” jalustalla oleva sadetin siirretään tehollista leveyttä vastaava matka. Mainittakoon, että sadetusta ei tarvitse keskeyttää pienen siirron aiaksi. Ns. ”isossa siirroksa” joudutaan siirtämään sekä sadetinlinja että sadettimet letkuineen erikoiskärryjä apuna käyttäen.

### Putkisto, liittimet ja sadettimet

Sadetusputkisto rakennetaan tavallisesti vakiomittaisista kauden metrin pikaliitinputkista, joiden koko vaihtelee 50—159 mm Ø. Putket ovat materiaaliltaan galvanoitua terästä, kevytmetallia tai kovamuovia. Yleisimmät käytössä olevat metalliputket ovat läpimitaltaan 70 mm ja 89 mm sekä kovamuoviputket 63 mm ja 75 mm. Teräksinen pikaliitinputki painaa 7—48 kg (50—159 mm). Kevytmetalli- ja kovamuoviputki ovat luonnollisesti huomattavasti kevyempiä, eräät

ainoastaan 50 % teräksisen putken painosta

Putkissa käytettäville pikaliitimille yhteistä on niiden nopea toimintaperiaate. Muuten mallit vaihtelevat huomattavasti. Tiivistystavan mukaan ne voidaan jakaa kahteen ryhmään. Ehkä yleisempi on liitinmalli, jossa kulmavivun avulla kuminen tiivistysrenkas puristuu putken päälaipepojen väliin. Liitäntä on varma kaikissa olosuhteissa. Näistä pikaliitintyypeistä ansaitsee Mannesmann MSK-liitin (kuva) erikoisnimityksen. Liitos sulkeutuu ja avautuu linkkaa potkaisemalla; käsiä ei tarvitse liata. Hyvin runsaasti käytetään myös liittintä, jossa kuminen tiivistysrenkas putkistossa olevan paineen vaikutuksesta tiivistää liitoskohdan. Tällöin salpalaite pitää putket sisäkkäin yhdessä. Menetelmällä on haittansa siirrettäessä useita putkia yhteenliitettynä, koska putken mahdollisesti pyörrähtäessä palpa saattaa avautua. Pahinta on, jos salvan aukeaminen jää huomaamatta ja paine katkaisee putkiston liittoksesta sadetuksen kestäessä. Tällöin pahimmassa tapauksessa maata voi siirtyä tulvivien veden mukana kuutioittain läheiseen vesistöön. Painetiivistys onkin yleisempi letkujärjestelmässä, jossa putkistoa ei tulisi koskaan siirtää kantamalla vaan

aina putkiston kuljetukseen tarkoitettujen kärryjen avulla. Kohdullinen vaatimus olisi, että liitos kaikissa olosuhteissa olisi lähes täysin varma.

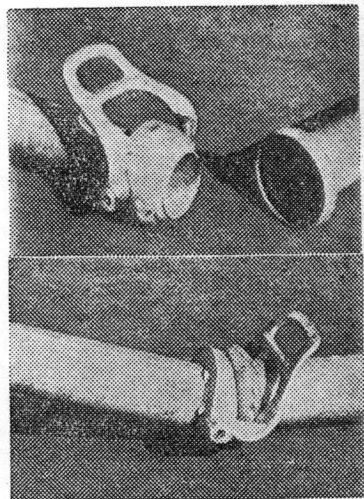
Kokemus painetiivistyvistä ns. puoliautomaattisista liitosmalleista on toistaiseksi vähäinen. Niissä liitännän voi suorittaa hyvin nopeasti putken painopisteestä ohjaten, siis yleensä putkea keskeltä kiinni pitäen ja edellisen päähän työntäen. Liitos kiinnittyy itsestään ja avautuu putkea kiertämällä. Jatkossa käytän näistä liitosmalleista yleisesti hyväksytyä nimitystä ”pistokytkin”.

Viljapeltojen sadetukseen käytettävät sadettimet voidaan karkeasti jakaa ympyrä- ja sektorisadettimiin. Jälkimmäisten toiminta-alue on joko 120° tai 2×120°. Ympyräsadettimet ovat yksinkertaisuutensa ja pienemmän hankintahintansa ansiosta osoittautuneet käyttökelpoisemmiksi.

Kevätviljojen sadetukseen käytetään olosuhteissamme yksinomaan vaimeasadettimia (alle 7 mm/h), jottei maan fysikaalisissa ominaisuuksissa tapahtuisi kasvua häiritseviä muutoksia. Erityisesti hiesusavimaiden sadetus vaatii voimakkaan liettymsaltiltutensa takia hyvin hidasta sadetusta, ainoastaan 3—4 mm/h. Vaimeasadettimissa pääsuutinten reikäkoko on 4—7 mm. Niiden

sadetussäde on tavallisimmin 12—18 m käytettäessä 3—4 ilmakehän suositeltavaa ylipainetta.

Putkistojärjestelmässä sadettimet liitetään putkistoon pikaventtiiliin ja n. 70 cm pitkän nousuputken välityksellä tai suoraan kierteillä. Jälkimmäisessä tapauksessa sadetin ja putki muodostavat kiinteän kokonaisuuden, jolloin putkien käsittely kuljetuksessa on hankalaa. Letkujärjestelmässä sadetin liitetään putkistoon muoviletkulla, jolloin sadetin sijoitetaan jalustalle. Yleisin



Nopea ja varma Mannesmann MSK-liitin, joka avautuu ja sulkeutuu potkaisemalla.





Erittäin käyttökelpoinen suppilo pumpun ilmaamiseksi.

jalustamalli on kolmiharainen kelkkajalusta. Letkujen pituus vaihtelee sadettimen tehosta riippuen ollen tavallisimmin kuitenkin 36 m. Letkut ovat nailonvahvisteista 3/4" muovilettoa, joka kestää 20 ilmakehän ylipaineen. Ilmeisesti tulisi lisätä pitkittäisvahvisteisen muoviletkun käyttöä, koska letkun kelaaminen aiheuttaa suurta venymää tavallisessa poikittaisvahvisteisessä letkussa.

Sadetuskaluston kuljetukseen käytetään viljelmillä yleisesti tilalla olevia tavallisia peräkärryjä. Kuitenkin erikoiskärryjen suosio on kasvamassa. Letkujärjestelmä vaatii ehdottomasti tarkoitukseen sopivat erikoiskärryt (kuvat), joissa on orsi- tai vastaava rakennelma putkia varten sekä traktorin voimanottoakselin käyttämä kela, johon sadetinletkut voidaan koota

### Siirtomuodot ja sadetuksen tasaisuus

Sadettimien siirto voidaan suorittaa joko neliö-, kolmio- tai suorakulmiosiirtona. Nimitykset johdetaan sadettimien muodostamasta kuvioista. Neliösiirrosta sadettimien etäisyydet ovat sekä pituus- että poikkisuuntaan aina samat. Kolmiosiirrosta sadettimet sijaitsevat lomittain. Suorakulmiosiirrosta siirtoetäisyys on joko pienempi tai suurempi kuin sadettimien etäisyys linjan suunnassa. Kolmio- ja suorakulmiosiirroilla voidaan tietyissä olosuhteissa parantaa sadetuksen tasaisuutta.

Sadetuksen tasaisuuteen vaikuttavat lisäksi sadettimien etäisyys yleensä, itse sadetin, paine sadettimessa ja tuuli. Näiden tekijöiden haittavaikutukset ovat parhaiten poistettavissa siten, että aina käytetään riittävän pientä sadetinettäsiyyttä, jolloin myös

neliösiirto takaa kaikissa tilanteissa tyydyttävän sadetustasaisuuden. Ruotsalaisten tutkimusten mukaan sadettimien etäisyys saisi olla korkeintaan 1,2—1,3 kertaa sadettimen tehollinen sadetussäde. Tällöin tulee sadetettua runsaasti päällekkäisesti. Mutta koska sadettimet on pyritty suunnittelemaan siten, että vesimäärä tasaisesti pienenee mitä kauemmas siirrytään sadettimesta (piirros 1), ainoastaan riittävän pienellä sadetinettäsiyydellä päästään teoreettisesti mahdollisimman tasaiseen sadetukseen. Käytännössä tämä merkitsee sitä, että vaimetasadettimet tulisi nekin poikkeuksetta sijoittaa 18 m etäisyydelle toisistaan. Ainoastaan silloin kun sadettimissa on erittäin harvoin käytetty 7 mm suutin, voidaan mahdollisesti käyttää 24 m sadetinväliä. Liikelaitokset tekevät laitteistosta suunnitelmissaan usein sadetinverkoltaan liian harvan. Pitäisi päästä siihen, että puhuttaessa vaimetasadetuksesta sopiva sadetinväli on lähes aina 18 m ja ainavoin 24 m.

### Laitteiston teho ja sadetusaika

Sadetinverkostossa, jossa etäisyydet ovat 18 m, yksi sadetin kattaa 3,24 aarin alan. Hehtaarille mahtuu näin ollen 31 (30,9) sadetinta. Sadetinverkostossa 24×24 m vastaavat luvut ovat 5,76 aaria ja 17 (17,35) sadetinta. Esimerkkinä mainittakoon, että sadetuslaitteistolla, jossa on 31 sadetinta (verkosto 18×18 m) ja keskimääräinen sadetusaika on n. 7 tuntia (suutin 5 mm Ø, paine sadettimessa 3,5 ik., vettä annetaan 30 mm), on mahdollista sadettaa siirtoajat huomiottaen lähes 3 ha vuorokaudessa. Vastaavasti n. 10 sadettimella päivittäinen sadetusteho olisi lähes yksi hehtaari.

Käytäntö on osoittanut, että monella tilalla sadetetaan suorastaan virheellisesti, mitä sadetusaikaan ja vesimäärään tulee. Useat tutkijat suosittelivat toistaiseksi 30 mm kertosadetusta kevätilviljoilla. Taulukko 1 osoittaa teoreettiset sadetusaikat tavallisimmilla suuttimilla pyrittäessä 30 mm kertosadetukseen. Näitä aikoja voidaan käyttää suoraan yösadetuksessa. Päiväsadetuksessa voimakkaan haihtumisen takia olisi syytä jatkaa sadetusta 1—2

tuntia yli ohjeaikojen, jotta päästäisiin samaan sadetustehoon. Harvaa verkostoa käytettäessä tarvitaan tietenkin pitempi aika, jotta tietty vesimäärä ehtii tulla sadetetuksi.

### Taulukko 1: Teoreettiset sadetusaikat 30 mm sadetuksessa

Suutin mm Ø	Paine sadettimessa ikm.	Vedentarve m <sup>3</sup> /h	Sadetusaika tunt. 30 mm sad:ssa	
			24×24 verkosto	18×18 verkosto
4,2	2,5	1,00	17,3	9,7
4,2	3,5	1,15	15,0	8,4
4,5	3,5	1,42	12,2	6,8
5,0	3,0	1,67	10,4	5,8
5,0	3,5	1,75	9,9	5,5
6,0	3,0	2,35	7,4	4,1
6,0	3,5	2,54	6,8	3,8
7,0	3,5	3,30	5,2	2,9
7,0	4,0	3,59	4,8	2,7
7,0	4,5	3,80	4,6	2,6

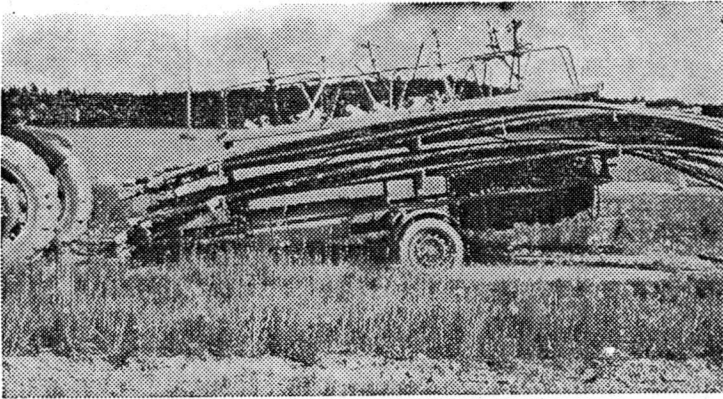
### Työnmenekki ja työntekijöiden lukumäärä

Useiden eri tutkimusten mukaan letkujärjestelmää pidetään työnmenekiltä 10—20 % putkijärjestelmää edullisempänä. Työajat hehtaaria kohti vaihtelevat tutkimuksen mukaan vajaan kahdesta tunnista neljään tuntiin/ha; erään tiedustelun mukaan 1—13 h/ha. Sama kysely osoittaa, että sadetus vaatii keskimäärin 6,7 h/ha. Todennäköisesti tähän aikaan sisältyy myös sadetuksen valvonta. Oman tutkimukseni mukaan yhden hehtaarin sadetus ilman valvontaa olisi yleisesti suoritettavissa kahdessa tunnissa, jos työ tehdään karkeita virheitä vältellen, ja jos työntekijöiden lukumäärä on edullinen.

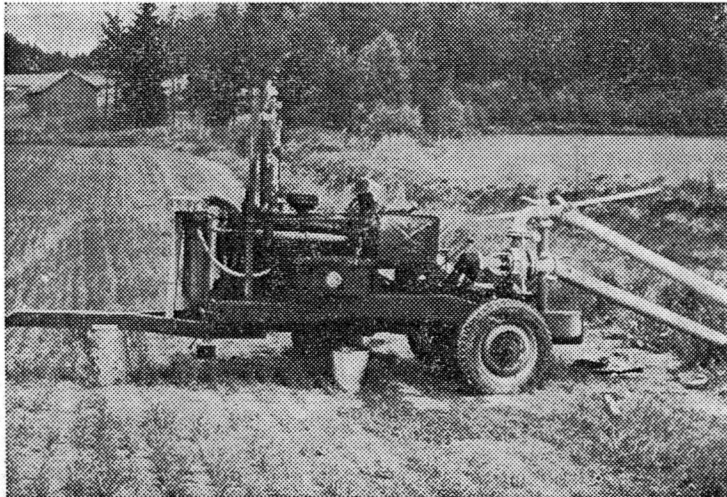
Pahin työnmenekkiä lisäävä, tutkimuksessa paljastunut virhe on se, että rakennetaan kaksi rinnakkaista sadetinlinjaa. Tällöin kävelymatka ja samalla työnmenekki kaksinkertaistuvat siirroissa.

Sadetuslaitteiston rakentaminen ja kokoaminen kannattaa suorittaa 2—3 työntekijää käyttäen, joista yksi siirtää traktoria eteenpäin. Jos käytetään putkijärjestelmää, jossa on pistokytkin, kolmas työntekijä ei jouduta työskentelyä.

Letkujärjestelmässä pienen siirron eli sadetinjalustojen siirron voi parhaiten suorittaa yksi-



Letkujärjestelmän erikoiskärryt. Toistaiseksi käsikäyttöinen kela on sijoitettu alas orsirakennelman alle.



Tyypillinen pumppulaitos. Vanhan kuorma-auton dieselmoottori asennettiin omalle alustalleen pumppun käyttömoottoriksi. Ratkaisu on halpa, helppokäyttöinen ja huoleton.

nään. Putkistojärjestelmässä siirron suorittaminen yksinään on epätaloudellista. Kulkukaavioilla voidaan osoittaa, että jos 18 m siirron tekee yksi työntekijä kantaen yhtä putkea kerrallaan, hän joutuu kävelemään 45,6 m putkea kohti. Jos työntekijöitä on kaksi, jotka pystyvät kantamaan kolme yhteenliitettyä putkea kerrallaan, on kävelymatka 34,2 m putkea kohti. Kolme työntekijää voi kantaa 5 putkea, jolloin kertyy matkaa 35,4 m putkea kohti. Ero kävelymatkoissa kahden viimeksi mainitun siirtotavan välillä on mitätön. Kuitenkin, mitä useampi työntekijä sitä enemmän muodostuu hukka-aikaa, kuten pellolle siirtymisestä.

### Valvonta

Sadetuksen valvonnan tarve riippuu suuresti laitteiston kunnosta. Käyttövarma laitteisto ei vaadi ehdottomasti valvontaa. Kuitenkin aina on olemassa vaara, että pumppussa tai moottorisessa tapahtuu satunnainen häiriö, jonka seuraukset saattavat olla

tuhoisia. Isäntä ottaa erittäin suuren riskin käyttämällä tilan ainoaa tai parasta traktoria sadetuksen voimakoneena. Onkin erittäin suositeltavaa, että "pumppuasetat" varustettaisiin valvontalaitteella, joka pysäyttäisi moottorin, jos latauksessa, öljynpaineessa, moottorin lämpötilassa tai pumppun paineessa tapahtuisi suurta poikkeamaa. Varoitetta voitaisiin käyttää lisäksi kauko-ohjattavana moottorin pysäyttäjänä. Päälinjasta vedettäisiin lyhyt hanalla varustettu putki ojaan. Hanan avaaminen aiheuttaisi riittävän painehäviön pumppussa pysäyttäen moottorin. Tähän tarkoitukseen käytettynä laitteen merkitys olisi huomattava niillä tiloilla, joilla on putkistojärjestelmä ja joilla sadetettava alue ja vedenottoaika sijaitsevat etäällä toisistaan. Siirron aiheuttama sadetustauko lyhenisi ja tällöin pumppun luona tarvitsisi käydä ainoastaan käynnistämässä. Kuitenkin myös letkujärjestelmässä on syytä tarkistaa pumppu ja moottori jokaisen sadetusjakson päätyttyä.

### Laitteiston hankinta

Viljelijöiden ja suunnittelupalvelun pitäisi pyrkiä luottamukselliseen yhteistoimintaan sadetuslaitteistoa hankittaessa. Nykyinen käytäntö, että viljelijä tilaa neltä keskusliikkeeltä tarjous-suunnitelmat ja kokoaa näistä halvimman vaihtoehdon, on oman kuopan kaivamista. Yleensä näin hankittu laitteisto osoittautuu putkiston ja pumppun mitoitukselta riittämättömäksi. Laitteisto olisi tässä tarkoituksessa syytä ylimitoittaa, jotta voitaisiin tarvittaessa lisätä putkistoa ja sadettimia.

Eri sadetusjärjestelmiin liittyy useita erikoispiirteitä, jotka kaiken edellä sanotun lisäksi tulisi ottaa huomioon hankintavaiheessa.

Putkistojärjestelmää voidaan pitää sadetuksen perusyksikkönä. Tästä syystä se onkin halvin käytettävistä sadetuslaitteistoista. Letkujärjestelmässä sadetinletkut, jalustat ja erikoiskärryt aiheuttavat huomattavan lisäkustannuksen. Kelkkajalusta, 36 m  $\frac{3}{4}$ " letkua ja tarvittavat liitoskappaleet maksavat suunnilleen yhtä paljon kuin 18 m pikaliitinputkea (70 mm Ø) ja vaimeasadetin. Toisin sanoen, letkujärjestelmässä sadetinlinjan hinta on kaksinkertainen. Erikoiskärryt isäntä voi teettää melko halvalla kotona (kuva) tai kyläseppällä. Tehdasvalmisteisina ne tulisivat vähäiseen käyttöön nähden erittäin kalliiksi. Mielestäni letkujärjestelmän hankintaa on vaikea perustella taloudellisesti. Säästötyökustannuksissa ei vastaa lisäkustannuksille laskettava säästökorkea.

Putkistojärjestelmä soveltuu maamme olosuhteissa kaikkien peltojen sadetukseen. Ainoastaan hyvin korkeassa kasvustossa on käytettävä riittävän pitkiä nousu-putkia, ettei kasvusto estäisi suihkun levittymistä. Letkujärjestelmä soveltuu kaikkein parhaiten nurmien sadetukseen, jossa erikoiskärryjen käyttö on aina mahdollista. Kuitenkin valitettavan usein järjestelmästä tehdään yleissadetuslaitteisto. Sen käyttökelpoisuus esim. sokerijuurikas-tai perunamaan sadetuksessa on varsin kyseenalainen, koska korkea kasvusto vaikeuttaa letkujen käsittelyä.

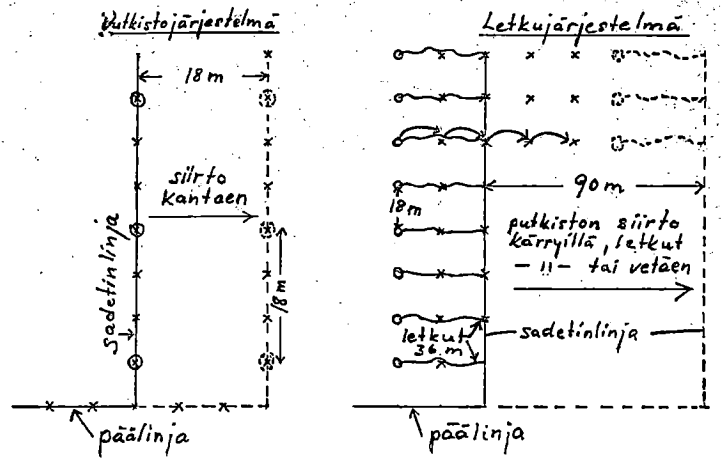
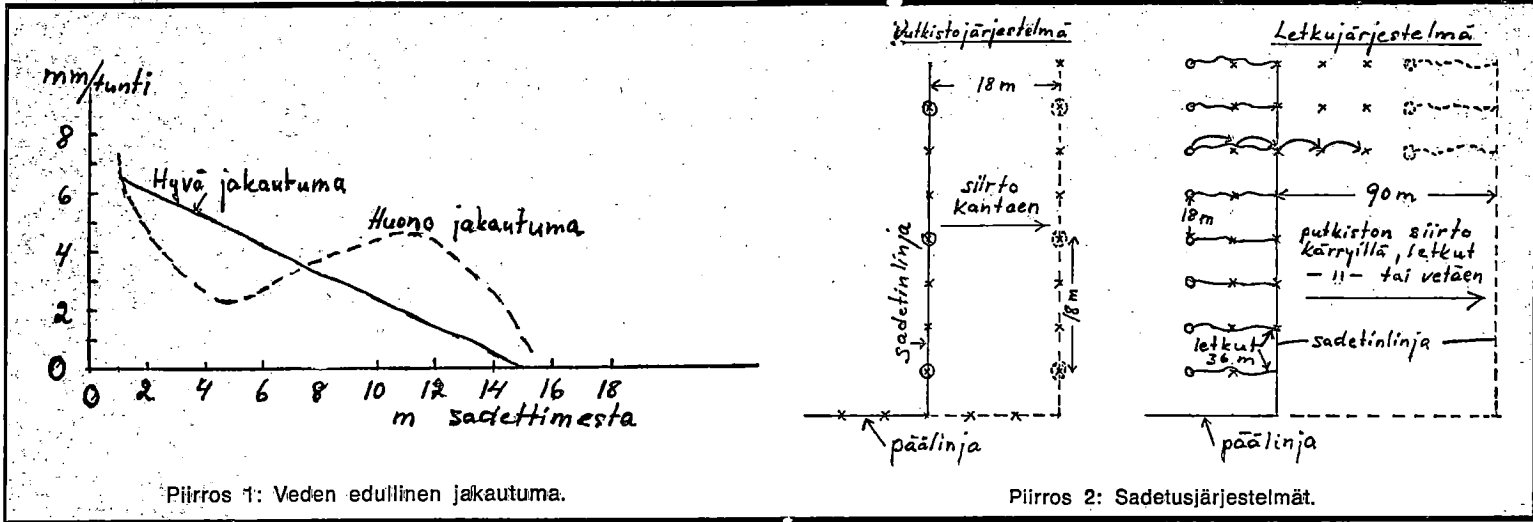
Putkistojärjestelmä mukautuu melko hyvin lohkon leveyteen, koska sen tehollinen leveys on pieni. Kuitenkin huono lohkoku-

vio ja metsäsaarekkeet yms. vaikeuttavat sadetusta melko jäykällä putkistolla. Vastaavasti letkujärjestelmä mukautuu erittäin huonosti lohkon leveyteen. Jos laitteiston tehollinen leveys on 90 m, on se siirrettävä kokonaan siinäkin tapauksessa, että lohko olisi esim. 110—120 m leveä. Kuitenkin letkujärjestelmä on taipuisien letkujen ansiosta erittäin kätevä huonoilla lohkokuviolla. Oltiin ehkä suositeltavaa hankkia jatkaiseen putkistojärjestelmään 2—3 letkua sadetinjalustoihin.

Putkistojärjestelmän suurin haitta on työläs ja raskasta kävelyä vaativa siirto. Lisäksi siirto on epätaloudellista yksinään. Letkujärjestelmän kaikkein suurin etu on siinä, että sadettimien siirto (pieni siirto) käy vaivattomasti yksinkin. Tällöin esim. yösiirrot on helppo järjestää vuoroittain. Korostettakoon, että tätä yksityiskohtaa viljelijät arvostavat erittäin suuresti.

Letkujärjestelmä on valitettavasti ylimainostettu. Mainoksissa luvataan, että sadetinjalustan siirto käy vaivattomasti letkusta vetäen, mikä määrällä ja osittain paljaalla orasmaalla on raskasta. Yhdelläkään tutkimukseni tiloista sadettimia ei siirretty mainitulla tavalla, vaan aina sadetinjalustaa kantaen. Lisäksi on täysin todistamatta, että erikoiskärryjen hyväksikäyttö isossa siirrossa onnistuu kitkattomasti kaikissa olosuhteissa. Esim. savimaa ei kulu 8—12 tunnin ajettavaan kuntoon, jos vettä on annettu suositeltavat 30 mm.

Edellä mainittu haitta voitaisiin poistaa, jos käytössä olisi ylimääräinen sadetinlinja, joka voitaisiin rakentaa etukäteen seuraavalle sadetusalueelle. Sen hankkiminen erillisenä olisi täysin kannattamatonta, mutta usealla tilalla saattaa olla vapaata putkistoa sadetettaessa lähinnä vedenottoaikaan olevia lohkoja. Uskoisin, että sadetuksen yleistyessä yhä useammin hankitaan laitteistoja, joissa on paljon päälinjaa suhteessa sadetinlinjaan. Syntyy mahdollisesti seuraava esimerkkitalanne: Tilalla on putkistoa n. 1000 m, josta sadetinlinjan osuus on noin 300 m eli 17 sadetinta. Tällä putkistolla pystyttäisiin sadettamaan tilan kaikki pellot. Kuitenkin saattaa olla mahdollista, että 700 m putkistosta kattaisi 70—80 % tilan pelloista. Vapaata putkistoa voitaisiin



käyttää ylimääräisenä sadetinlinjana, jos putkistossa olisi k<sub>0</sub> -kertainen määrä sadetinulosottoja. Tämä mahdollisuus kannattaa ottaa huomioon suun-

nitteluvaiheessa, koska tällöin erikoiskärryjä voitaisiin käyttää aiheuttamatta haitallisia ajouria pellon pintaan.

Putkistojärjestelmän hankinta

on kohtuullisten hankintakustannusten takia aina perusteltavissa. Letkujärjestelmään on syytä asennoitua varauksin ja sen käyttömahdollisuudet on

onnittava tilakohtaisesti. Kuitenkin putkistojärjestelmän voi muuttaa 1—2 vuoden kokemuksen jälkeen letkujärjestelmäksi ilman kustannustappioita.

