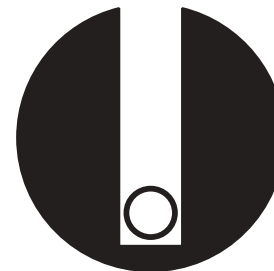


# SALAOJEN KUNNOSSAPITO-OPAS



Salaojakeskus ry:n  
jäsenjulkaisu 2/99  
Helsinki 2000  
2. painos

ISBN 952-5345-00-9

## Sisällysluettelo

*“Kastemato on salaojittajan paras ystävä”  
J. Saavalainen*

Tilaukset: Salaojakeskus ry  
Simonkatu 12 A 11  
00100 Helsinki  
Puh. (09) 694 2100  
Fax. (09) 694 2677

Kansikuvat Etukansi:  
ILRI:n salaojituskurssilta  
Hollannista 1993  
kuva Rauno Peltomaa  
Takakansi:  
Suursarka Ylitorniolla  
syksyllä 1999  
kuva Soili Honkuri

<b>Esipuhe .....</b>	<b>6</b>
<b>1 Johdanto .....</b>	<b>7</b>
<b>2 Salaojien toimintaperiaate .....</b>	<b>10</b>
•2-1 Mitoituksen lähtökohdat .....	10
•2-2 Ojavälin ja ojasyvyyden merkitys .....	10
•2-3 Veden liike salaojaan .....	11
•2-4 Ympärysaineen merkitys .....	13
<b>3 Toimintahäiriöiden syitä .....</b>	<b>15</b>
•3-1 Puutteellinen peruskuivatus .....	15
•3-2 Asennusvirheet .....	16
•3-3 Maan tiivistymien .....	17
•3-4 Maan painuminen .....	18
•3-5 Rautasaostumat .....	18
•3-6 Putkitukkeutummat .....	19
•3-7 Pintavesiongelmät .....	20
<b>4 Toimintahäiriön syyn selvittäminen .....</b>	<b>21</b>
•4-1 Salaojien paikantaminen .....	21
•4-2 Toimintahäiriön syyn paikantaminen .....	22
•4-3 Virtaaman määrä .....	26
•4-4 Videokuvaus .....	26
•4-5 Putken paikantaminen ja asennustarkkuuden mittaus .....	27
<b>5 Häiriön poistaminen .....</b>	<b>28</b>
•5-1 Kuivavara .....	28
•5-2 Piiriojat ja pintavesiojat .....	29
•5-3 Salaojien täydentäminen .....	30
•5-4 Pinnanmuotoilu .....	34
•5-5 Salaojien huuhtelu .....	35
<b>6 Yhteenveto toimintahäiriöiden syistä     ja toimenpidesuosituksista .....</b>	<b>44</b>
<b>7 Ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä .....</b>	<b>46</b>
•7-1 Maan rakenteen hoito .....	46
•7-2 Salaojarakenteiden hoito .....	47
•7-3 Erityistilanteita .....	47

## Esipuhe

Peltosalaojitus on aihepiiri, jonka koulutusta ei Suomessa voi opiskella keskitetysti missään oppilaitoksessa. Siksi salaojituksen neuvonnasta vastaava yhdistys Salaojakeskus on pyrkinyt pitämään tietämystään ajan tasalla lähettämällä osanottajia myös ulkomaisille alan kursseille. Näistä kursseista kattavin ja pitkäaikaisin on hollantilaisen kansainvälisen koulutus- ja tutkimusorganisaation ILRI:n järjestämät salaojituskurssit. Tämän oppaan aineisto koostuu pääosin kyseisen järjestön kurssiaineistosta höystettynä kotimaisilla kokemuksilla. ILRI on julkaissut myös tunnetun kuivatusoppaan, joka parhaiten tunnetaan järjestön julkaisuna numero 16. Tässä oppaassa olevat kuvat ovat edellä mainituista ILRI:n julkaisuista ellei lähdetietoa ole kuvan yhteydessä erikseen mainittu.

Tämän oppaan tavoitteena on saattaa suomalaisten viljelijöiden ulottuville kansainvälisten kurssien antia. Oppaan kustannuksista on vastannut Salaojituksen tukisäätiö, jolle allekirjoittanut esittää salaojittajien puolesta parhaat kiitokset. Tämän lisäksi haluan esittää erityiset kiitokset Jussi Saavalaiselle, jolta olen saanut arvokasta apua oppaan aineiston hankinnassa ja sen muokkaamisessa julkaisuksi. Tarkoituksena on, että opasta kehitetään edelleen saadun palautteen perusteella.

Helsingissä marraskuussa 1999

Rauno Peltomaa

## 1 Johdanto

Suomessa salaojituksia on tehty jo 1860-luvulta lähtien, kaikkiaan niitä on tehty 1,4 miljoonaa hehtaaria. Pääosa Suomen salaojituksista on tehty 1960-, -70- ja -80-luvuilla. Iso osa on siis jo saavuttanut salaojien 25 – 30 vuoden suunnitteluiän. Suomalaisten salaojitusten toimintaikä on ollut hyvin pitkä. Salaojien teknillinen toimintaikä saattaa olla jopa yli sata vuotta. On kuitenkin varauduttava siihen, että salaojien ikääntyessä toimintahäiriöt lisääntyvät ja osalla salaojituksista niitä saattaa ilmaantua jo varsin pian ojituksen jälkeen.

Salaojien vajaatoimintaa ja toimintahäiriöitä esiintyy Suomessa suhteellisen vähän, mikä johtuu hyvästä työn laadusta ja soran käytöstä ympärysaineena. Tehtyjen selvitysten mukaan voidaan arvioida, että salaojitetuista peltolohkoista noin 250 000 hehtaarilla on kuivatushäiriöitä. Liika märkyys haittaa kuitenkin yleensä vain keskimäärin 15 prosenttia kyseisiä peltokuvioita. Näin ollen vakavampia kuivatusvaikeuksia esiintyy arviolta 40 000 hehtaarilla, mikä on vajaa 3 % salaojitetusta peltoalasta. Tästä alasta kaksi kolmasosaa on savi ja hiesumaita. Yleisimmät syyt ovat maan tiivistyminen noin puolella pinta-alasta, ja viidenneksellä liian matala valtaoja. Ruostetukkeutumia on todettu niin ikään noin 20 prosentilla ongelma-alueista.

Jos salaojituksen toimintahäiriö johtuu työn aikana tapahtuneesta virheestä, se ilmenee yleensä jo ensimmäisinä vuosina ojituksen jälkeen. Virheen paikallistaminen ja korjaaminen on tällöin helpompaa kuin vanhoissa ojituksissa. Myös urakoitsijan vastuu on näissä tapauksissa helpommin osoitettavissa. Valitettavasti kuitenkin useimmissa tapauksissa salaojien vajaatoiminta ilmenee vähitellen, erilailla eri vuosina ja hankalasti paikallistettavana. Usein toimintahäiriö johtuu useasta samanaikaisesti vaikuttavasta tekijästä, sanotaan että huonosti toimiva salaojitus on ”monivammapotilas”.

Salaojien toimintahäiriöitä voidaan yrittää paikallistaa häiriön ilmenemiskohdan perusteella seuraamalla vesipisaran reittiä maan pinnalta laskuaukkoon, esimerkiksi seuraavalla tavalla:

- vesi ei pääse laskuaukolta eteenpäin
- vesi on päässyt putkeen, mutta ei pääse putkesta laskuaukkoon
- vesi on päässyt putken lähelle, mutta ei pääse putken sisään
- vesi ei pääse putken lähellekään

Ensimmäisessä tapauksessa vika saattaa olla liian matalassa valtaojassa tai padottavassa vesistöissä. Toisessa tapauksessa kyseessä voi olla putkirikon tai saostuman aiheuttama tukkeuma putkessa. Kolmannessa tapauksessa sopii epäillä soveltumatonta ympärysainetta tai työn aikaista liettymistä. Neljännessä tapauksessa tulee ensimmäisenä mieleen maanpinnan tiivistyminen niin, että veden kulku estyy.

Salaojien vajaatoiminnan korjaaminen on aina aloitettava selvittämällä toimintahäiriön syy, sen jälkeen voidaan suunnitella korjaustoimenpiteet. Ylivoimaisesti useimmin salaojituksen toimintahäiriön syy ei ole itse salaojassa, vaan kyse on maailmanlaajuisesta ilmiöstä; maan tiivistymisestä. Maanviljelyksessä käytetään nykyisin raskaita koneita, viljellään yksipuolisesti, eikä käytetä karjanlantaa, minkä johdosta maahan voi muodostua muokkauskerroksen alapuolelle vetä huonosti läpäisevä kyntöantura, erityisesti savimailla.

Kyntöanturan vedenläpäisevyyttä on vaihtelevalla menestyksellä yritetty parantaa mekaanisin keinoin jankkuroimalla sekä hakeojia ja sorasilmäkkeitä rakentamalla. Pysyvää maan rakenteen paranemista etsittäessä olisi vuosittain käytettävä karjanlantaa ja viljeltävä heinäurmia niin että maahan muodostuisi vähitellen madon- ja juurenreikiä. On hyvä muistaa, että kastemato on salaojittajan paras ystävä.

Hyviä neuvoja on valitettavasti helppo antaa, mutta niitä saattaa olla vaikea noudattaa. Tähän oppaaseen on koottu lyhyt katsaus salaojien toiminnan teoriaan siltä osin kuin se liittyy käsiteltävään aiheeseen. Tämän jälkeen tarkastellaan toimintahäiriöiden syitä ja menetelmiä häiriön syyn selvittämiseksi. Lopuksi paneudutaan yleisimpiin korjaus- ja kunnostustoimenpiteisiin sekä ennaltaehkäisevään kunnossapitoon. Lisäksi oppaan lopusta löytyy salaojateknikoiden ja salaojien huuhtelua tarjoavien urakoitsijoiden puhelinnumeroita.

## 2 Salaojen toimintaperiaate

Huoltotoimien ja mahdollisten toimintahäiriöiden jäljittämisen kannalta on hyvä tietää salaojen yleiset toimintaperiaatteet. Siitä syystä tähän on aluksi koottu lyhyt kuvaus niistä periaatteista joilla salaojitus on suunniteltu.

### 2-1 Mitoituksen lähtökohdat

Salaojituksen suunnittelun keskeisimpiä suureita ovat mitoitusvesimäärä, salaojan syvyys ja ojatiheys. Suomessa salaojaputket mitoitetaan keskimäärin vesimäärälle yksi litra sekunnissa hehtaarilta. Arvo tarkoittaa sadannaksi muutettuna vajaan yhdeksän millimetrin sadantaa vuorokaudessa. Toisin sanoen tilanteessa, jolloin maaperän huokosissa ei ole enää jäljellä varastotilaa, salaojitus voi kuivattaa vuorokaudessa noin 10 millimetrin sateena tulevan vesimäärän.

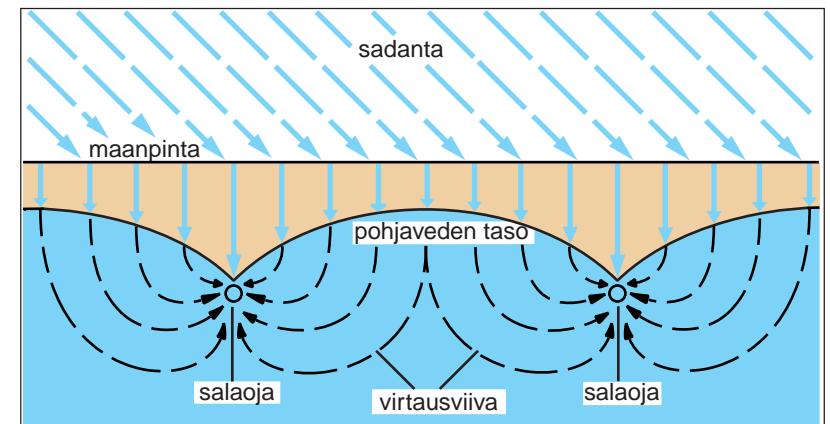
### 2-2 Ojavälin ja ojasyvyyden merkitys

Ojavälin määrittämiseen käytetään maailmalla useimmiten hollantilaisista Hooghoudtin laskentakaavaa. Laskentaa varten tarvitaan kuitenkin monia sellaisia suureita, joiden tarkka mittaaminen on varsin työlästä. Käytännössä ojavälin määrittäminen perustuu maaperäselvitykseen sekä koetoiminnasta ja käytännöstä saatuihin kokemuksiin suhteessa maalajiin.

Kuivatuksen tehokkuuden kannalta kriittinen kohta on ojavälin keskikohdalla, jossa pohjaveden pinta jää lähimmäksi maanpintaa. Tästä seuraa loogisesti sellainen ojasyvyyden ja ojavälin suhde, että mitä matalammassa on salaoja, sitä

tiheämmässä niitä tarvitaan, jotta kuivatussyvyys ojien välissä olisi yhtä suuri. Laskennallisesti vuorovaikutus on esimerkiksi maalajilla, jolla:

- yhden metrin ojasyvyydellä tarvitaan 17m ojaväli
- tarvitaan 0,7 metrin ojasyvyydellä 11m ojaväli vastaavan kuivatustehokkuuden aikaansaamiseksi. Toisin sanoen 30 sentin ojasyvyyden madaltuminen lisää salaojen metrimäärää hehtaarilla noin puolitoistakertaiseksi.

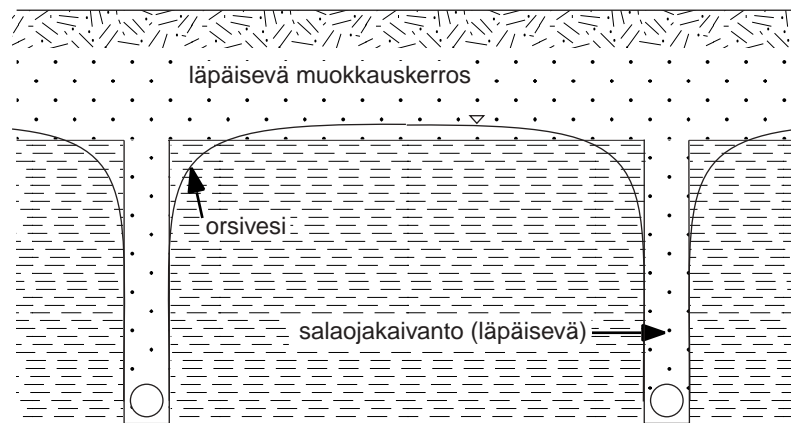


Kuva 1. Ojavälin poikkileikkaus.

### 2-3 Veden liike salaojaan

Sadantana tuleva vesi kohtaa erilaisia virtausvastuksia matkallaan maanpinnalta salaojaan. Keskeisin vaikuttaja on salaojan yläpuolella olevan tai olevien maakerrosten vedenjohtavuus. Kun maaperä on homogeeninen ja suhteellisen hyvin vettä läpäisevä, veden virtauskäyrät muotoutuvat kuvassa 1 esitetyn mukaisiksi. Tällöin vettä eteenpäin ajavan voiman suuruutta kuvaa vesipintojen korkeusero salaojen välissä ja itse salaojan kohdalla. Käytännössä tällainen tilanne syntyy tasaisilla hietamailla.

Monimutkaisemmaksi tilanne muodostuu silloin, kun maassa on useita erilaisia maakerroksia, joiden vedenläpäisevyys saattaa muuttua myös ajan suhteen, kuten on laita savimailla, joilla kuivina aikoina syntyy rakoilua. Usein keskusteltu aihe on, että tiiviillä mailla salaojia on turha laittaa syvään, koska vesi ei kuitenkaan pääse salaojaan tiiviin maan vuoksi. Kuivatuksella on kuitenkin myös maata ”kypsyttävä” vaikutus, millä tarkoitetaan sitä, että maan kuivatustilan parantessa siihen syntyy suuria huokosia joko maan kuivumisen seurauksena tai kasvien juurien ja lierojen vaikutuksesta. Kun tämä prosessi on päässyt alkuun, voidaan myös savimailla saada vesi kulkemaan suhteellisen hyvin salaojaan. Mitä syvemmälle yltää suurten huokosten verkosto, sitä enemmän syntyy myös tilapäistä varastotilaa runsaiden sateiden varalle. Mikäli savimaahan ei haluta syntyvän suuria huokosia, veden liike jää pääosin normaalisti hyvin vettä läpäisevän muokkauskerroksen ja salaojan täyttömateriaalin varaan, jollaista tilannetta on havainnollistettu kuvassa 2.

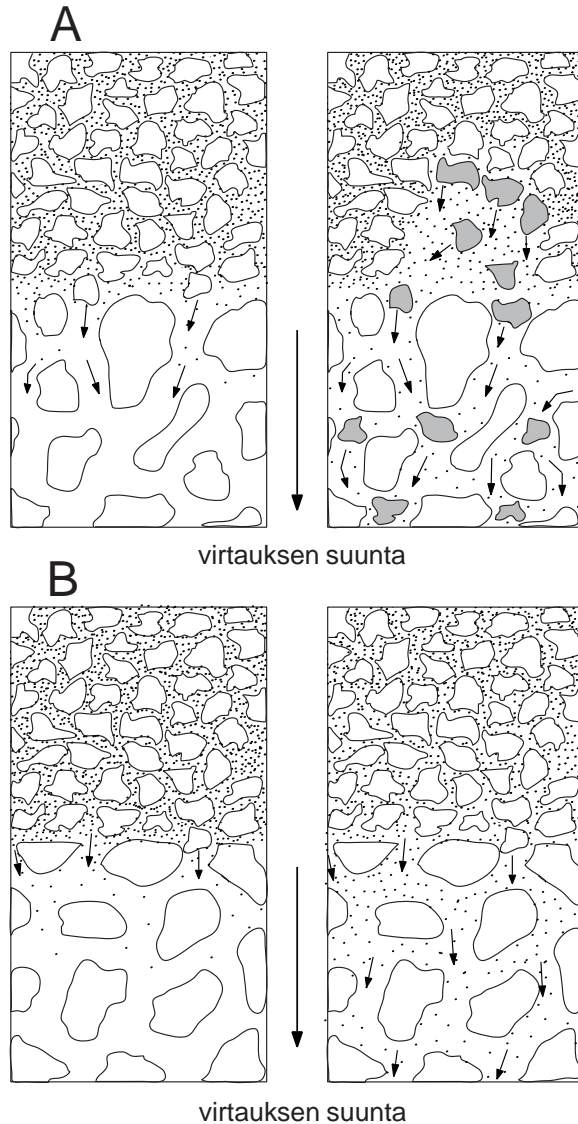


Kuva 2. Orsivesi.

## 2-4 Ympärysaineen merkitys

Salaojan ympärysaineella tarkoitetaan salaojaputken ympärillä olevaa materiaalia, jonka tarkoituksena on toimia sekä suodattimena että veden putkeen pääsyn edistäjänä ja putken työnaikaisena suojana. Ympärysaineen merkitys on näin ollen erilainen eri maalajeilla. Helposti liettyvillä hiesu- ja hieta- mailla ovat tärkeitä ympärysaineen suodatinominaisuudet, kun taas vettä huonosti läpäisevillä savimailla sen vedenjohtamisominaisuudet tulevat korostetusti esiin. Hyvä ympärysaine on sellainen, joka toimii suodattimena siten, että se ei mene aikaa myöden tukkoon ja että sillä on toisaalta hyvä vedenjohtokyky. Tällainen ympärysaine on hyvälaatuinen salaojasora, joka on ylivoimaisesti varmin salaojan ympärysaine. Sen pitkäaikainen toimivuus suodattimena perustuu niin sanottuun siltaefektiin, jota on kuvattu oheisessa kuvassa 3. Salaojan suodattimen tarkoituksena on päästää se hienoaines eteenpäin, joka kulkeutuu helposti veden mukana pois putkesta ja estää sellaisen aineksen pääsy putkeen, joka ei enää liiku veden mukana pois putkesta. Näin ympärysaine säilyttää pitkään sekä hyvän vedenläpäisevyyden että suodatuskykynsä

Muiden ympärysaineiden kuten teollisesti valmistettujen putken ympärille käärivien suodattimien eli esipäälysteiden ongelmana on joko niiden liian tehokas suodatusominaisuus, jolloin syntyy suodattimen tukkeutumisriski ja veden putkeen pääsyn vaikeutuminen, tai sitten liian heikko suodatuskyky. Esipäälysteitä käytettäessä maaperäolosuhteilla on oleellinen merkitys esipäälysteiden laatuvaatimuksille. Oman lukunsa tässä suhteessa aiheuttaa lisäksi mahdollinen rautasaostuman riski, jolloin ohuet esipäälysteet ovat erityisen riskialttiita.



Kuva 3. Maa-aineksen liikkuminen putken läheisyydessä:  
 A. Eroosiotilanne  
 B. "Siltaefekti", jolloin vain hieno aines liikkuu

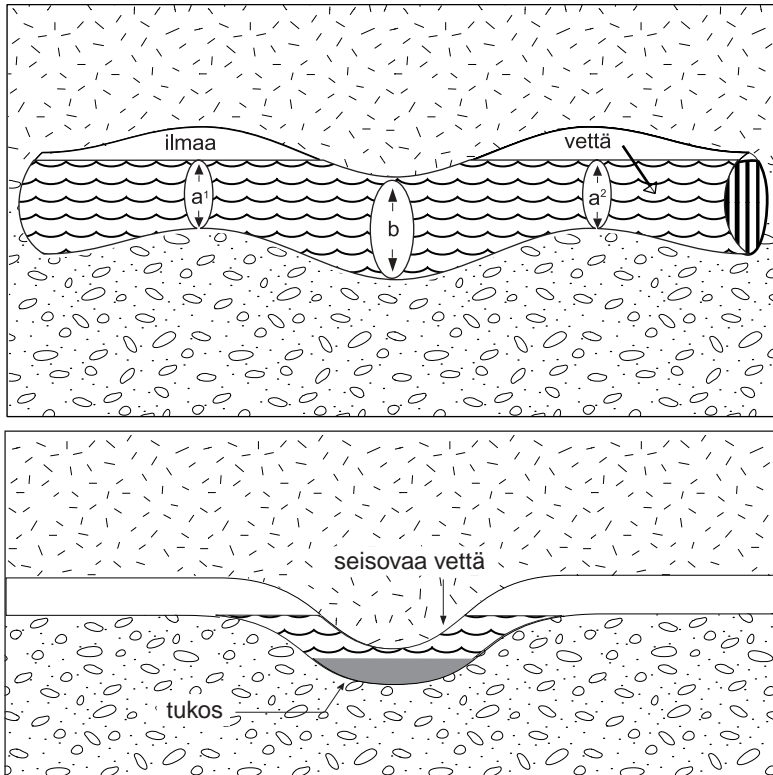
Yleisperiaatteena on, että mitä tiiviimpi maalaji, sitä tärkeämpää on ympäröivän vedenläpäisykyky ja esipäälysteen paksuus kun taas helposti liettyillä mailla pääpaino on suodatinominaisuuksilla. Tiiviillä mailla koko salaojakaivannon vedenläpäisevyyttä voidaan ympäröivään lisäksi parantaa joko soratäytöllä tai muilla vettä hyvin läpäisevillä materiaaleilla kuten ruokamullalla, hakkeella tai hyvin kuivuneella kaivumaalla. Salaojan toimivuuden kannalta huonoin ympäristä on savinen märkä kaivumaa, joka muodostaa putken päälle vettä läpäisemättömän rakenteen.

Yksi kriittinen kohta on salaojaputken ympäristä. Putken sisäänmenon virtausvastus on kääntäen verrannollinen putken kokoon ja putken ympäristän vedenjohtavuuteen. Mitä pienempi on putken koko ja mitä huonompi on ympäröivän vedenjohtavuus, sitä suurempi on vastus. Kuivatuksen suunnittelussa käytetään suuretta märkäpiiri. Jos soraa ei ole putken ympärillä tai suodatin on hyvin ohut, märkäpiirin arvo pienenee lähes putken kehän suuruiseksi. Sivulla 10 mainittua Hooghoudtin kaavaa hyväksikäyttäen voidaan laskea, että jos maalajilla, jolla normaalia sorastusta käytettäessä tarvitaan 17 metrin ojaväli, niin ohutta suodatinkangasta käytettäessä tarvitaan 15 metrin ojaväli. Näin ollen ojamäärän lisäys hehtaaria kohti on keskimäärin 20 prosenttia.



### 3 Toimintahäiriöiden syitä

Salaojien vajaatoiminta voi johtua monesta eri syystä alkaen asennuksen yhteydessä tehdyistä työvirheistä viljelytoimenpiteistä johtuvaan maan vedenläpäisykyvyn heikkeneemiseen. Useimmissa tapauksissa vajaatoiminta ei johdu vain yhdestä syystä, vaan on kysymys monen tekijän yhteisvaikutuksesta tai syy- ja seurausilmästä.



Kuva 4. Liettymän syntymekanismi. Veden virratessa epätasaisesti asennetussa putkessa (yläkuva), virtausnopeus on kohdissa  $a^1$  ja  $a^2$  suurempi kuin kohdassa  $b$ . Siksi maahiukkaset kertyvät kohdassa  $b$  putken pohjalle kuten on tilanne alakuvassa

#### 3-1 Puutteellinen peruskuivatus

Salaojien toiminnan edellytys on, että vesi pääsee esteittä pois salaojaverkostosta, mikä tarkoittaa sitä, että salaojien laskuaukot tulisi pääsääntöisesti olla keskimääräisen vedenpinnan yläpuolella. Tilapäiset tulvatilanteet eivät sinänsä aiheuta salaojien vajaatoimintaa. Suomen oloissa on jouduttu monesti jättämään salaojat joko osittain tai kokonaan vedenalaisiksi. Tällöin kuivatustehokkuus riippuu maanpinnan ja purkupaikan vedenpinnan välisestä korkeuserosta. Jos tilanne on ollut tiedossa salaojien suunnitteluvaiheessa, se on huomioitu ojatihedessä ja salaojasoran määrässä.

#### 3-2 Asennusvirheet

Salaojien pitkäaikaisen toimivuuden edellytyksenä on, että putkien asennustarkkuus on täyttänyt sille asetetut vaatimukset. Mikäli putkien asennuksessa on päässyt syntymään epätarkkuutta, se saattaa aiheuttaa notkokohtaan liettymästä aiheutuvan tukoksen (kuva 4) tai verkostoon voi syntyä ilmalukkoja, jotka hidastavat veden kulkua putkistossa.

	Vedenläpäisevyys m/vrk
Savimaa, jankko	$10^{-8} - 10^{-2}$
Savimaa, pintamaa	0,01 - 0,5
Hiesumaa, pintamaa	0,1 - 1
Hietamaa	1 - 5
Hiekkamaa	5 - 20
Sora	100 - 1000

Esimerkkitaulukko 1. Eri maalajien tyypilliset vedenjohtavuudet m/vrk



Asennustarkkuutta on jälkikäteen hyvin työläs mitata ja näin ollen niiden merkitystä häiriöiden aiheuttajina on käytännössä vaikea todentaa. Siitä syystä on tärkeää, että jo salaojien tekovaiheessa tiedostetaan asennustarkkuuden tärkeys.

### 3-3 Maan tiivistymien

Yksi salaojituksen toimivuuden vaikeimpia ongelmia on maan tiivistyminen. Se on usein pitkän prosessin tulos, joka johtuu kierteestä; kun tiivistyneen maan vedenläpäisykyky heikkenee, lisää se taas viljelytoimien aiheuttamaa maan tiivistymistä. Lähtökohta on usein siinä, että salaojitusta ei ole aikoinaan suunniteltu nykyisen viljelytekniikan edellyttämää kuivatus- tehokkuutta ajatellen. Tiivistymiä voi syntyä eri kohtiin maaprofiilissa. Tiivistymiskerroksen vahvuus ei tarvitse olla myöskään suuri, kun se jo tehokkaasti hidastaa veden pääsyä salaajaan. Esimerkiksi jo parin sentin kyntöantura estää veden etenemisen lähes täysin, vaikka maa muuten läpäisisi vettä riittävästi.

### 3-4 Maan painuminen

Maan painuminen on merkittävintä kuivatuksen kannalta turve- mailla ja niillä suurinta välittömästi kuivatuksen ja viljelykseen oton jälkeen. Salaojituksen kannalta maan painuminen ja kuluminen aiheuttaa sen, että salaojien syvyys madaltuu, koska painuminen tapahtuu pääasiassa maan pintakerroksessa, jolloin maan pinta lähestyy salaojaverkostoa. Tällöin sen edellytykset pitää pohjavesi myös salaojien välissä riittävän syvällä heikkenee sitä mukaa kun ojasyvyys pienenee.

### 3-5 Rautasaostumat

Maaperässä on luontaisesti rautayhdisteitä, jotka saattavat tiettyissä olosuhteissa liueta maassa olevaan veteen. Liukoiset rautayhdisteet saostuvat veden päästessä ilman hapen kanssa kosketuksiin. Näin tapahtuu, kun kuivatusta tehostetaan ja pohjaveden pintaa alennetaan. Salaojituksen yhteydessä rautayhdisteet voivat saostua sekä ympärysaleeseen, putken reikiin että itse salaojaputkeen. Saostumat estävät veden pääsyä putkeen ja sen liikkumista putkessa.

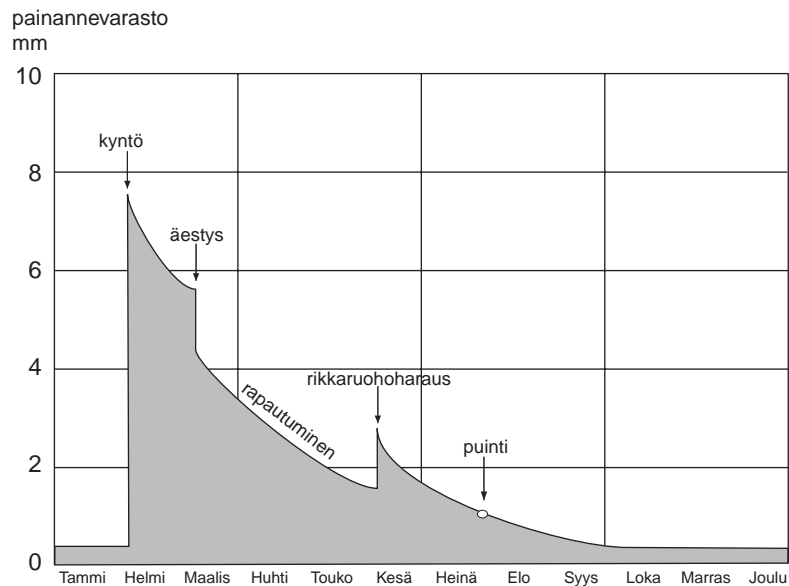
Saostumien synty voi olla melko hidasta tai niitä voi kehittyä nopeastikin ojituksen jälkeen riippuen siitä, miten vaikeasta ongelmasta on kysymys. Yleisimmin saostumia syntyy Pohjanlahden rannikon suhteellisen nuorilla kuivatusalueilla, joilla maaperässä olevat liukoiset rautayhdisteet eivät ole ehtineet saostua maaperään. Näillä alueilla saostumien määrä vähenee sitä mukaa kun kuivatustilanne paranee.

Toinen päätyyppi liittyy alueisiin, joilla pohjavedessä esiintyy rautaa ja vettä purkautuu jatkuvasti alemmista maakerroksista salaojien kautta pois. Tyypillisiä ovat rautapitoisten turvemaiden ojitukset sekä lähteiset alueet. Tällöin saostumien synty ei ole ohimenevää vaan se jatkuu niin pitkään kuin vettä purkautuu salaojien kautta pois.

Saostuman syntyyn vaikuttaa veden rautapitoisuuden lisäksi maaperän pH-tilanne. Saostumia on todettu syntyvän normaaleilla viljelymaan pH-alueilla jo, jos veden rautapitoisuus on noin 5 milligrammaa litrassa. Sen sijaan happamilla sulfaattimailla saattaa esiintyä yli 50 milligrammankin lukemia ja silti saostuman muodostuminen on vähäistä.

### 3-6 Putkitukkeutumien syyt

Putkitukkeutumien syyt voivat olla muun muassa edellä mainitut maa-aineksen pääsy tai jääminen putkeen ja ruoste eli ns. okrasaostumat. Lisäksi niitä voi syntyä putkirikosta sekä puiden ja pensaiden juurista. Keväällä saattaa myös syntyä tilanteita, jolloin putkessa oleva vesi jäätyy, jonka sulaminen saattaa kestää pitkälle alkukesään. Oman erityistapauksensa putkirikoista muodostavat vanhat lautaputkiojitukset, joissa ikä on saattanut tehdä tehtävänsä.



Kuva 5. Esimerkki pellon pinnan painannevaraston muutoksista vuoden mittaan kevätiljan viljelyssä amerikkalaisessa hietasavimaassa

### 3-7 Pintavesiongelmien syyt

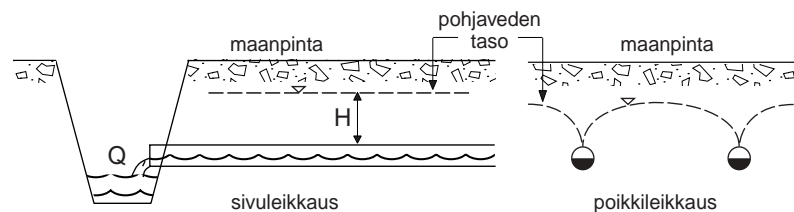
Pintavesiongelmien syyt ovat hyvin usein monitahoinen syyseurausvaikutusten yhdistelmä. Tässä yhteydessä tarkastellaan vain kaikkein yleisimpiä ongelmatilanteita. Pintavedestä syntyy herkästi ongelmia muun muassa tasaisilla turvemailla, joilla vedenläpäisykyky on hidas ja toisaalta vedenpidätyskapasiteetti suuri. Tilannetta kärjistää keväällä usein lisäksi routa, joka sulaa hitaasti turvemaasta. Pintavesiongelmia syntyy helposti myös painanteisiin, jos veden pääsyä ei ole varmistettu erityistoimin. Pintavesiongelmia voivat aiheuttaa myös paineelliset pohjavesiesiintymät, jotka purkautuvat maan pintaan. Samoin niitä voivat aiheuttaa ojaston ulkopuolisten vesien putkitukset, joissa saattaa syntyä tulvatilanteita mikäli putki on mitoitettu liian pieneksi.

## 4 Toimintahäiriön syyn selvittäminen

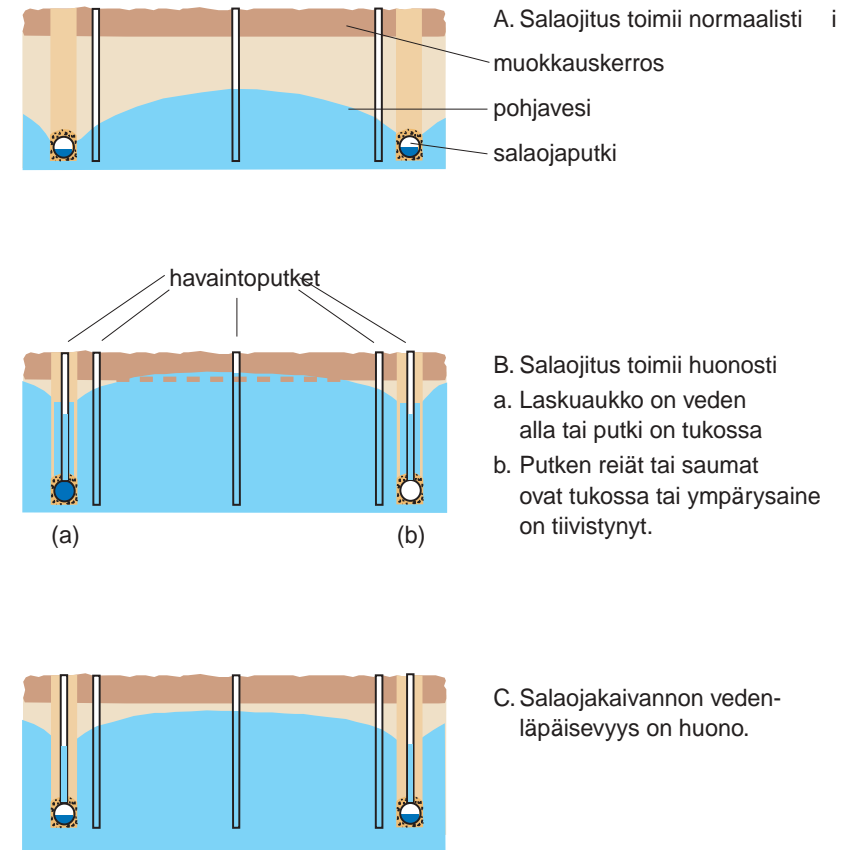
Hyvän suunnittelun lähtökohtana on salaojitus, jolla on riittävästi kapasiteettia kuljettaa ylimääräinen vesi pois hyväksyttävän ajan puitteissa. Järjestelmän tulisi myös toimia tyydyttävästi vuosia ilman merkittäviä huoltotoimenpiteitä. Tilanteissa, joissa vajaatoimintaa syystä tai toisesta syntyy, pitäisi huoltotoimet pystyä toteuttamaan mahdollisimman tehokkaasti. Tyypillinen tilanne on, että salaojitus toimii aluksi normaalisti, mutta sen toiminta heikkenee pikku hiljaa vuosien mittaan.

## 4-1 Salaojien paikantaminen

Silloin kun joudutaan jäljittämään salaojien toimivuutta, ehdon edellytys on, että tiedetään missä salaojat sijaitsevat. Tästä syystä olisi ensiarvoisen tärkeää, että tehdyistä salaojista löytyisi ajan tasalla oleva kartta. Märkien kohtien paikantaminen salaojakartalle antaa jo ensimmäiset viitteet, missä mahdollinen syy voisi olla. Mikäli kartta on kokonaan kateissa, sitä kannattaa kysyä lähimmältä salaojateknikolta. Mikäli salaojakartta on ajan tasalla, ojien paikat löytyvät yleensä mittanauhaa tai harppaa ja russia hyväksikäyttäen. Yksi sentti salaojakartalla vastaa 20 metriä pellolla. Aina salaojakarttaa ei kuitenkaan ole saatettu ajan tasalle työn aikana tehtyjen muutosten jälkeen. Tällöin salaojan paikantaminen kartan perusteella saattaa olla työlästä ilman kaivinkonetta. Yhtenä mahdollisuutena on merkitä salaojan paikat maastossa silloin kun niiden paikat voi erottaa pellolla, esimerkiksi tiettyyn aikaan keväällä. Maasto-merkeistä on helppo saattaa salaojakartta ajan tasalle mahdollista myöhempää tarvetta varten. Salaojien tukosten paikantamiseen on kehitetty myös laitteita, jotka perustuvat huuhteluletkuun asennettavaan lähettimeen, jonka lähettämä signaali voidaan paikallistaa maan pinnalla kannettavalla vastaanottimella. Myös ilmakestä on käytetty menestyksellisesti salaojien sijainnin määrittämiseen.



Kuva 6. Hydraulinen korkeus (H)



Kuva 7-1. Salaojien kuivatustehokkuus erilaisissa häiriötilanteissa.  
Lähde MKL: Tieto tuottamaan 80, Laatuviiljan tuotanto

## 4-2 Toimintahäiriön syyn paikantaminen

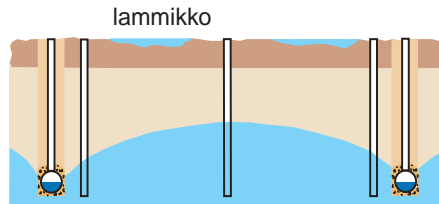
Sateena tuleva vesi painuu maassa alaspäin ja täyttää siinä olevia huokosia. Pohjaveden alapuolella kaikki huokokset ovat täyttyneet vedellä. Pohjaveden alapuolella vesi virtaa kohti salaojaa ja sitä kautta vesistöön. Virtaus johtuu siitä paine-erosta joka vallitsee pohjavesien korkeuksien välillä salaojien välissä ja itse salaojan kohdalla. Paine ero eli ns. hydraulinen korkeus on kuvassa 6 merkitty H:lla.

Yksi varmissa tapoja jäljittää vajaatoiminnan syitä on seurata pohjaveden korkeuden muutoksia salaojien kohdilla ja niiden välissä. Menetelmällä voidaan tehdä päätelmiä siitä missä kohtaa veden virtausvastus on suurimmillaan.

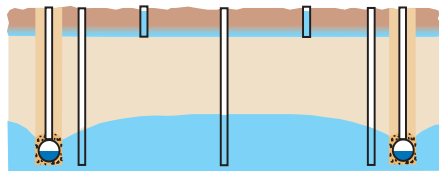
Kolmella pohjavesiputkella voidaan saada riittävä kuva pohjaveden pinnan muodosta salaojien suhteen, jos kaksi putkista asennetaan puolen metrin päähän salaojasta ja yksi salaojien väliin, kuten on kuvassa 7-1 kohdassa A. Silloin, kun tarvitaan tietoa myös ympärysaineen virtausvastuksesta, tarvitaan havaintoputket myös itse salaojan kohdalla. (kohdat B-F)

Tyypillisimmät esteet veden pääsulle maanpinnalta salaojaputkeen ovat liian pieni kuivavara laskuaukolla tai putkitukokset (7-1 kohta B-a), putken reiät/saumot tai ympärysaine tukossa (7-1 kohta B-b), salaojakaivannon vedenläpäisevyys on huono (7-1 kohta C), pintakerros ei läpäise vettä (7-2 kohta D), tai ns kyntöantura. (7-2 kohta E)

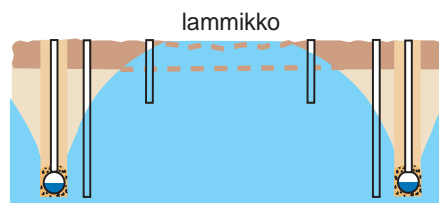
Havaintoputkien käytön edut ovat siinä, että niillä voidaan selkeästi todeta mikä on ongelman ydin. Sen haittapuolena on menetelmän työläys ja aikaa vievyys. Vaikka menetelmää ei sinänsä suoraan sovelletaisikaan, kuvasarja antaa hyvän käsityksen analyttiseen lähestymistapaan ongelman paikantamiseksi.



D. Salaojat toimivat hyvin, mutta muokauskerroksen vedenläpäisevyys on huono



E. Salaojat toimivat hyvin, mutta jankon tiivistyminen estää veden pääsyn salaojaan

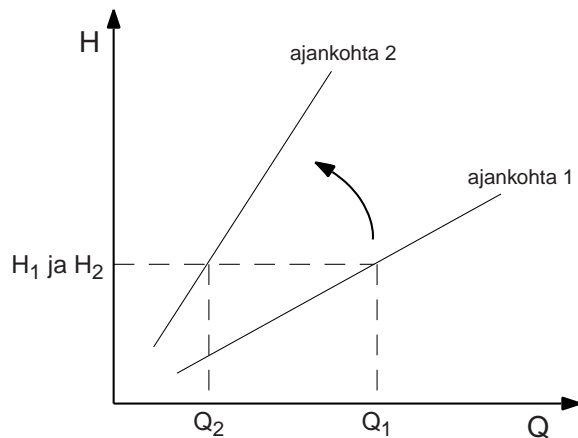


F. Salaojitus toimii kunnolla, mutta ojaväli on liian leveä

Kuva 7-2. Salaojien kuivatustehokkuus erilaisissa häiriötilanteissa.  
Lähde MKL: Tieto tuottamaan 80, Laatuviiljan tuotanto

### 4-3 Virtaaman määrä

Kun pohjaveden korkeuden seurantaan yhdistetään salaojista purkautuvan vesimäärän mittaus ja sitä seurataan ajan suhteen, voidaan tuloksia tarkastella kuvan 8 esittämällä tavalla. Jos virtaaman määrä aikaa myöden pienenee vaikka pohjaveden korkeus kasvaa, kuten on esitetty kuvassa, salaojitus on kunnossapidon tarpeessa.



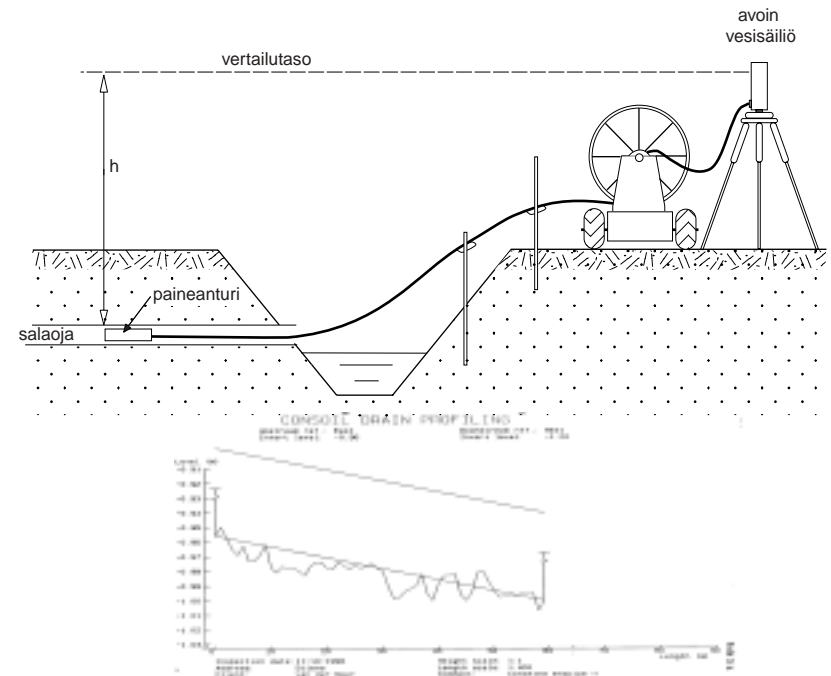
Kuva 8. Esimerkki virtaaman  $Q$  pienemisestä ajan suhteen ajankohtina 1 ja 2, vaikka pohjaveden korkeus on sama

### 4-4 Videokuvaus

Putkien sisään työnnettävät videokamerat tulivat käyttöön 1970-luvulla. Nykyisin on saatavilla myös peltosalaojituksissa käytettyihin putkiin mahtuvia kameroita. Videokuvaus on käytökelpoinen työkalu erityiskohteissa. Sillä voidaan todeta tukkeutuman aiheuttaja ja sen paikka sekä varmistaa putkien rei'ityksen kunto. Haittana on menetelmän kalleus ja heikko saatavuus etäällä suurista kaupungeista.

### 4-5 Putken paikantaminen ja asennustarkkuuden mittaus

Putken paikantamiseen on nykyisin saatavilla laitteita, joilla salaojan sisään työnnetty lähetin voidaan paikallistaa hyvinkin tarkkaan. Näillä laitteilla ei kuitenkaan voida mitata lähettimen tarkkaa sijaintia syvyys suunnassa, eikä näin ollen putken pohjan tasaisuutta. Sitä varten tarvitaan ns. letkuvaaitusmittari: laite, jonka toiminta perustuu herkkään paine-erojen tunnistamiseen anturin korkeusasemasta riippuen. (kuva 9-1) Laitteella voidaan mitata putken korkeusasema  $h$  2 millimetrin tarkkuudella tarvittaessa jatkuvana mittauksena ja tulostaa putken profiili tietokoneella. (kuva 9-2)

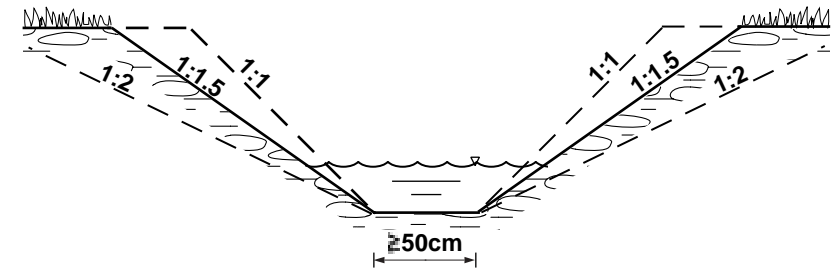


Kuva 9-1 ja 9-2. Periaatekuva paineanturista sekä esimerkki mittauksen tulosteesta.

## 5 Häiriön poistaminen

### 5-1 Kuivavara

Salaojien moitteeton toiminta edellyttää riittävää kuivavaraa. Kuivavaralla tarkoitetaan maanpinnan ja kuivatussyvyyden erotusta. Normaalisissa tilanteissa kuivavaran määrää laskuaukon syvyys valtaojassa tai muussa salaojien purkupaikassa. Mikäli keskimääräinen vedenkorkeus laskuaukolla ei riitä salaojien toiminnalle, pitää valtaoja tai muu avo-oja perata riittävästi syvyyteen. Valtaojan perkaus kuuluu useimmiten niin sanotun peruskuivatuksen piiriin, joka edellyttää tilojen välistä yhteistyötä. Mikäli valtaojan kaivun yhteydessä yhteistoiminta on jo järjestäytynyt ojitussyhtiön muotoon, perkaus kannattaa hoitaa sen puitteissa. Tällöin kannattaa myös tarkistaa mahdollinen valtion tuki hankkeelle. Tietoa saa maakunnan TE-keskuksen maaseutuosastolta, ympäristökeskukselta ja salaojateknikoilta. Tilakohtaisissa hankkeissa asiat etenevät yleensä tilan omana työnä tai alan urakoitsijan toimesta. Tarvittava perkaussyvyys kannattaa varmistaa salaojateknikolta, joka voi merkitä kaivussyvyydet maastoon kaivajaa varten. Pääsääntönä on, että keskimääräinen vesipinta on laskuaukon alapuolella ja ojaan perataan liettymisvaraa 10-30 cm. Mikäli vesipinta laskuaukolla on pysyvästi salaojatason yläpuolella, esimerkiksi järven vesipinnan vuoksi, asia on huomioitu jo suunnitteluvaiheessa niin sanottuna vedenalaisena ojituksena.



Ohjeelliset luiskakaltevuudet:

Maalaji	Kaivussyvyys		
	1.2	2.0	2.5
	Luiskan kaltevuus		
kivikko, turve	1:1.0	1:1.25	1:1.5
moreeni ja savimaat	1:1.5	1:1.5	1:2.0
hiesu	1:1.5	1:2.0	1:2.0

Kuva 10. Valtaojan poikkileikkaus.  
Lähde: Salaojakeskus

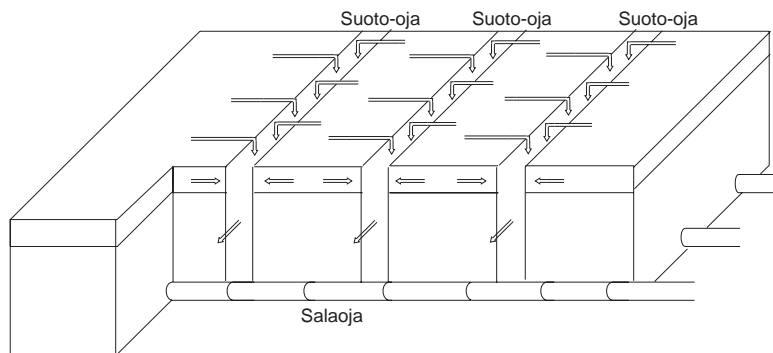
### 5-2 Piiriojat ja pintavesiojat

Piiriojat ovat oleellinen osa salaojitusta. Usein piiriojia pitkin johdetaan salaojitetun alueen ulkopuolisia vesiä, ettei niitä tarvitse ottaa salaojitujärjestelmään mukaan. Piiriojat huolehtivat myös osaltaan tulva-aikaisten pintavesien poisjohtamisesta. Piiriojien syvyydeksi riittää tavallisesti normaalin sarkaojan syvyys. Kaivumaiden levityksen yhteydessä tulee huolehtia siitä, että piiriojan reunaan ei synny vallia joka estää pintavesien pääsyn piiriojaan. Toisinaan maaston muodot ovat sellaiset, että pintavedet haittaavat syysviljojen talvehtimistä. Tällöin talvituoja voidaan usein pienentää tekemällä syksyllä tilapäisiä ajanteita tai pintavesivakoja painanteisiin kertyvien pintavesien poisjohtamiseksi.

### 5-3 Salaojien täydentäminen

Salaojien täydentäminen tulee useimmiten kysymykseen vanhojen salaojitusten toiminnan tehostamiseksi. Täydentämisessä käytetään Suomessa yleisimmin lisäoja ja suoto-oja. Myyräojatekniikka on englantilaisten suosiossa.

**Lisäojat** tehdään normaalisti lisäämällä uusia imuojia vanhojen imuojien väliin. Tällöin on tärkeää, että vanhojen salaojien paikat varmistetaan ennen uusien ojien tekoa. Tällä toimenpiteellä varmistetaan sekä tasainen kuivatus että estetään lähteen syntyminen jos vanha salaoja menee rikki eikä sitä huomata liittää uuteen salaojaan. Lisäojien yhteydessä on syytä huolehtia riittävästä sorasilmäkkeiden määrästä. Myös pienet pintavesiputket painanteissa hoitavat normaalia isommat pintavedet tehokkaasti pois pellon pinnalta. (Kuva 12)



Kuva 11. Suoto-ojien toimintaperiaate  
Lähde: Salaojituksen tutkimusyhdistys



Kuva 12.  
Yllä: Pintavesien sisäänottoputken amerikkalainen malli.

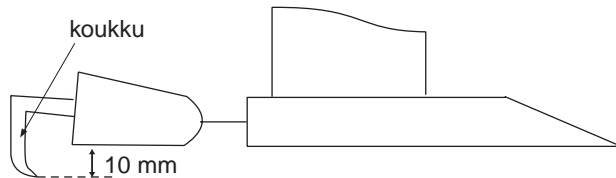
**Suoto-ojiksi** kutsutaan eräänlaista salaojien kevennettyä versiota. Sen ensisijaisena tarkoituksena on varmistaa vesien nopea pääsy varsinaiseen salaojaverkostoon. Suoto-ojan tunnusmerkkejä ovat sen mataluus, joskus myös kapeus, ja ojan täyttö hyvin vettä läpäisevällä materiaalilla kuten hakkeella. Yleensä suoto-ojaan asennetaan myös salaojaputki.

Suoto-ojat tehdään tavallisesti vanhoihin salaojiin nähden poikisuunnassa. Niiden teossa on hyödynnetty toisinaan myös niin sanottua urajyrsintä. Suoto-ojitusta on jonkin verran Suomessa tutkittu 80-luvulla ja siitä on saatu myönteisiä kokemuksia myös käytännössä. Suoto-ojituksen toimintaperiaate ilmenee oheisesta kuvasta 11. Eräs suoto-ojituksen muoto on kalkkisuodinoja, jossa kaivannon hyvä vedenläpäisevyys saadaan aikaiseksi käsittelemällä kaivumaa poltetulla kalkilla.

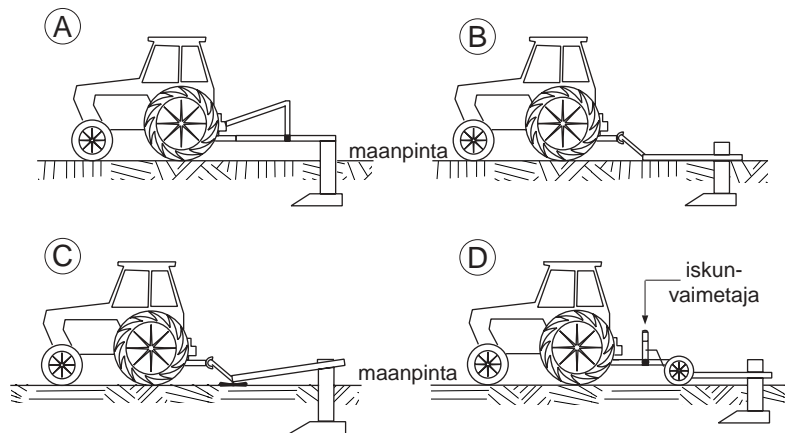


**Myyräoja** on saanut nimensä englantilaisesta käännöksestä. Englannissa menetelmä on tietyillä maalajeilla yleisesti käytössä ja sitä on siellä pitkään tutkittu ja kehitetty. Myyräojan toiminta perustuu siihen, että siinä virtaava vesi pääsee pois lyhyillä etäisyyksillä. Siksi se useimmiten tehdään salaojiin nähden poikkisuunnassa.

Onkalon syntyminen ja veden virtaus varmistetaan myyräauran jalustaan kiinnitettyllä laajentimella ja siihen kiinnitettyllä koukulla. (kuva 13) Itse myyräuroja on eri tyyppiä (kuva 14), joista hinattavilla malleilla (B-D) saadaan tasaisin myyräojan pituusprofiili.



Kuva 13. Myyräauran jalka, laajennusosa ja pohjaurakoukku.



Kuva 14. Myyräurojen tyypit.

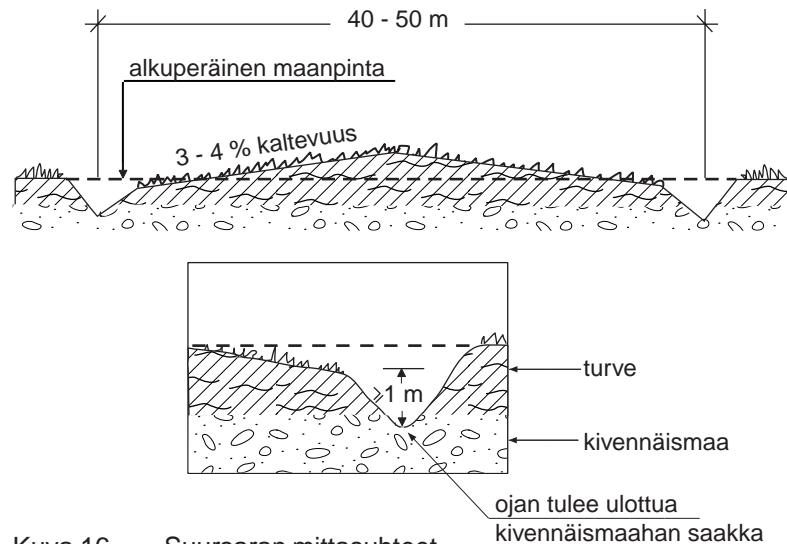
Myyräojien toimintaikä on usean tekijän summa. Maalajeissa, joiden savipitoisuus on yli 45 % ja niissä ei esiinny kerrostumia, ojat pysyvät parhaiten auki. Jos savipitoisuus on alle 30 %, myyräoja ei kannata harkita. Myös savimineraalin lajilla on oma merkityksensä, samoin kuin maan rakenteella. Myyräojien teko-olosuhteet vaikuttavat oleellisesti lopputulokseen. Maa tulisi olla ylemmän ja alemman muovailtavuusrajan välisessä kosteustilassa ja olosuhteet niin kuivat, että myyräoja saisi kuivua 2-3 viikkoa ennen vettymistä. Käytännössä myyräojat tehdään 0,4-0,7 metrin syvyyteen 2-4 metrin ojavälillä. Myyräojitus on menetelmä, joka uusitaan aina tarpeen tullen. Uusiminen on tarpeen keskimäärin 3-5 vuoden välein.



Kuva 15. Suursarka-menetelmä yleistyi Pohjois-Suomessa 1980-luvun puolivälissä. Yksi ensimmäisistä oli Veli Koiviston uudisraivauksella toteutettu hanke Ylitorni-on Portimojärvellä. Valintaan on viljelijä itse ollut hyvin tyytyväinen. Kuva Soili Honkuri.

## 5-4 Pinnanmuotoilu

Pellon kuivatuksen yhtenä osatekijänä on tarvittaessa pintavesikuivatus. Sen merkitys korostuu erityisesti alueilla, joilla viljellään nurmea ja maa routaantuu voimakkaasti, jolloin jääpoltteen riski kasvaa. Pintavesikuivatus on käyttökelpoinen salaojituksen tehostuskeino myös silloin, kun maan vedenläpäisykyky on pieni kuten on tilanne tiiviillä savimailla. Käytännössä erillisen pintavesikuivatuksen järjestäminen ei läheskään aina ole maaston muodon vuoksi kohtuukustannuksin mahdollista viljelytoimia haittaamatta. Pohjois-Suomen oloihin on kehitetty suursarka-menetelmä, jossa sarka muotoillaan mahdollisimman kuperaksi, jolloin voidaan käyttää perinteistä sarkaleveyttä huomattavasti leveämpiä sarkoja. Suursaroista on saatu erittäin hyviä kokemuksia varsinkin Lapissa. Oheisesta tyypikuvasta ilmenee sarkan mittasuhteet. (kuvat 15 ja 16)



Kuva 16. Suursarkan mittasuhteet.  
Lähde: Salaojakeskus

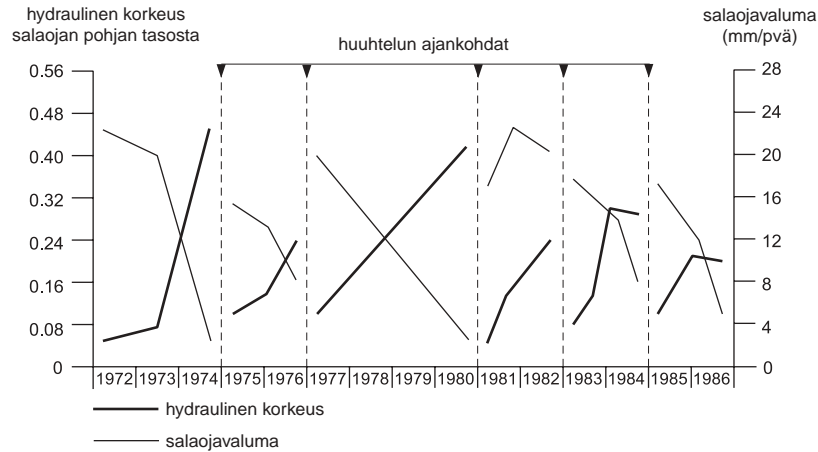
## 5-5 Salaojien huuhtelu

### Huuhtelun periaate

Salaojien huuhtelu on menetelmä, jolla voidaan poistaa salaojaputkesta siellä olevia sedimenttejä ja muita veden virtauksen esteitä, sekä puhdistaa putkien rei'itystä. Suuttimella varustettu huuhteluletku työnnetään hitaasti salaojaan samalla kun suuttimelle pumpataan vesipaine. Suuttimessa on useita reikiä, joista vesi suihkuu salaojaputken seinämiä kohti. (Kuva 19) Irronnut sedimentti huuhdellaan runsaalla vedellä pois putkesta. Poistuvan massan laatu ja määrä ilmaisevat putkiston kuntoa, samoin se vastus, joka kohdistuu suuttimeen huuhteluletkua salaojaan työntäessä. Huuhtelun tehokkuus riippuu työntönopeudesta, vesipaineesta suuttimella, vesisuihkun kulmasta ja veden määrästä.

### Huuhtelun vaikutus

Kuvassa 17 on esitetty erään 16 vuotta kestäneen huuhtelukokeen tuloksia pellolla, jolla oli vaikea ruosteongelma. Pystyakselilla on esitetty salaojan virtaama mm/vrk ja salaojien välissä olevan pohjaveden korkeus metreissä salaojan yläpuolella, vaaka-akselilla aika vuodesta 1972, jolloin salaojat tehtiin, vuoteen 1996. Huuhtelut suoritettiin 1975, 1977, 1981, 1983 ja 1985. Salaojien toimivuus laski 3-4 vuodessa putkien asennuksesta tasolle, jolla salaoja ei enää toiminut kunnolla. Sama ilmiö tapahtui myös huuhtelun jälkeen. Alueella esiintyi paineellista pohjavettä, jossa ollut liukoinen rauta aiheutti saostuman muodostumisen.



Kuva 17. Esimerkki Keski-Euroopassa tehdystä kenttäkokeesta: huuhtelun vaikutus salaojan virtaamaan ja pohjaveden korkeuteen salaojien välissä 1972-1996.

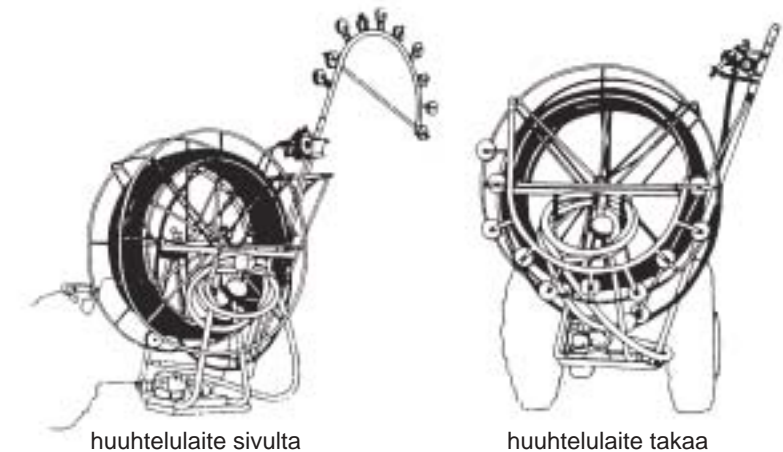
Maahiukkaset savesta hienoon hietaan, kemialliset yhdisteet ja kasvien juuret voidaan irrottaa ja poistaa huuhtelulla. Mitä vanhempaa ja kovettuneempaa sedimentit ovat sitä korkeampaa huuhtelupainetta tarvitaan, mikä lisää riskiä, että ympärysaine ja putkea ympäröivä maa häiriintyvät. Tästä syystä hyvissä ajoin tehty huuhtelu on tärkeää.

### Laitteiden kehittyminen

Alkuvaiheessa peltosalaojituksissa käytettiin erityisesti Hollannissa samoja laitteita kuin jätevesiputkistojen puhdistuksessa. Aina viime vuosiin saakka on käytetty laitteita, joiden pumpun teho on ollut yli 50 baaria ja yli 20 baaria suuttimella. Korkeaa painetta käytettiin vetämään huuhteluputki salaojan sisään. Mitä korkeampi paine sitä paremmin suuttimesta tuleva

vesisuihku vetää putkea sisään. Maksimipituus, mihin huuhteluputki voi edetä riippui putkikoosta, huuhtelupaineesta, suuttimen koosta, putken laadusta, liitoksien tyypistä ja putkessa olevan veden määrästä.

Tällä menetelmällä kyettiin huuhtelemaan 200-300 m pitkiä salaojia. Vähitellen todettiin, että korkea huuhtelupaine aiheuttaa putken ympärillä olevan maan häiriintymistä ja siitä johtuvaa nopeaa uudelleen huuhtelun tarvetta. Riski oli erityisen suuri ns. kevyillä mailla. Korkeilla paineilla käytettiin kumista valmistettua letkua, mutta sitä ei taas voitu työntää matalalla paineella. Sittenmin on siirrytty Polyetyleenistä valmistettuun jäykempään putkeen, jota voidaan työntää mekaanisesti, jolloin ei tarvita korkeaa painetta. Hollannissa on jo 1970-luvun puolivälistä lähtien käytetty suhteellisen matalia paineita ja mekaanisella syöttölaitteella varustettuja laitteita, joilla päästään yli 300 m pitkiin huuhtelupituuksiin.



Kuva 18. Tyypikuva huuhtelulaitteesta

## Pumppu

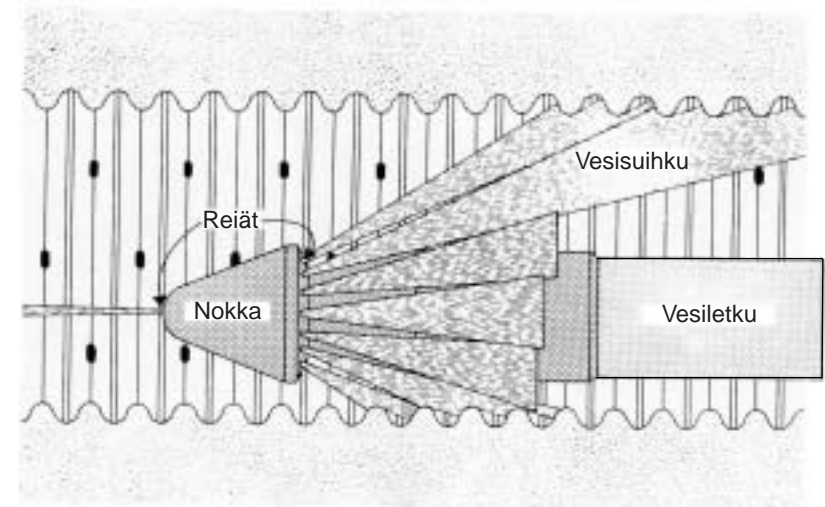
Pumppujen teho luokitellaan matala-, keski- ja korkeapaineisiin laitteisiin. Tällöin pumpun teho on vastaavasti alle 20, 20-35 tai yli 60 baaria ja pumppausteho 70-125 l/min. Suuttimella oleva paine riippuu useasta tekijästä, mutta on karkeasti puolet pumpulla olevasta tehosta. Pumpputyyppejä tulee olla sellainen, että se tuottaa vakiovesimäärän tietyllä kierrosluvulla ja vesimäärä on riippumaton käyttöpaineesta. Käyttöpaine voidaan säätää, jos siihen on tarvetta. Käytäntö on osoittanut, että 70 l/min vesimäärä on riittävä aina 65 mm:n putkikokoon saakka.

## Letku

Letku on tehty normaalisti Polyethyleenistä (PE), joka kestää noin 35 baarin paineen. Myös muita synteettisiä materiaaleja käytetään. Letkun paksuus on tavallisesti 25-30 mm ja seinämän vahvuus 5-10 mm. Putken jäykkyys tulisi olla sellainen, että se aiheuttaa mahdollisimman vähän kitkaa salaojaputken seinämään. Letkumateriaalit, jotka ovat pienempiä kuin veden tiheys, uivat salaojaputkessa olevassa vedessä ja pienentävät siten työntövastusta. Joidenkin laitteiden pumput antavat painepulsseja huuhteluletkuun, mikä edesauttaa letkun etenemistä. Pumpun pulssi saa letkussa aikaan pienen hyppäyksen joka pulssilla joka vähentää letkun kosketusta hetkellisesti salaojaputken pintaan.

## Suutin

Huuhtelulaitteen kriittisin osa on suutin: Suutin on muodoltaan torpedon näköinen, jossa on yksi reikä eteenpäin ja 4-12 reikää taaksepäin. (kuva 19) Suuttimen reikien koko on 1-2,5 mm. Pienet reiät sopivat paremmin kohteisiin joissa huuhteluvettä on saatavilla niukasti. Reiän muoto määrää miten vesisuihku hajaantuu. Suutin valmistetaan metallista. Joissakin malleissa käytetään myös suuttimen kannattimia, jotta suihku leviäisi tasaisesti koko putkeen. Eteenpäin suuntautuva suihku avaa tietä letkulle tilanteissa, joissa putki on täysin tukossa. Taaksepäin suuntautuvat suihkut puhdistavat salaojan seinämän ja tuottavat veden, joka kuljettaa veden pois.



Kuva 19. Tyypikuva suuttimesta

## Syötön ohjain

Ohjuri varmistaa letkun radan sitä salaojaan työnnettäessä. Nykyisissä laitteissa on moottoroitu syöttölaite. Lisäksi valmistetaan myös sellaisia ohjureita, joilla voidaan syöttää letkua kaivosta jonka halkaisija on enintään 0,5 m.

## Suuttimen muoto

Erilaisia suuttimen rei'ityksiä ja huuhtelupaineita on testattu jo 80-luvulla. Tulokset osoittivat, että suuttimen etenemisnopeudella oli vain marginaalinen vaikutus siihen, miten paljon hiekkaa tuli putkeen ympäräysaineesta. Hidas eteneminen lisäsi vain vähän maa-aineksen määrää. Eri etenemisnopeuksilla lietteen määrä oli lähes sama samoin kuin niiden reikien määrä, jotka eivät auenneet huuhtelulla.

Myöskään suihkun tulokulmalla ei ollut oletettua vaikutusta. Testattavana oli 40, 60 ja 90 asteen tulokulmat. Näistä 60 ja 90 asteen kulmalla tulos oli lähes sama ja vain hieman parempi kuin 40 asteen kulmalla. Kokeiden perusteella suuttimen rei'ityksen suositukseksi tuli 1 reikä eteenpäin ja 12 taaksepäin, joista 6 reikää 60 asteen kulmassa ja toiset kuusi 40 asteen kulmassa, ja suuttimen etenemisnopeudeksi 20-30 m/min. Letkua pois vedettäessä nopeus tulee olla vähän pienempi, kuin sisään työnnettäessä. Jos työntönopeus on 30 m/min, niin poistonopeus on hyvä olla noin 25 m/min. On myös hyvin tärkeää pysäyttää veden syöttö, jos suuttimen eteneminen pysähtyy. Paikalleen jumittuneen suuttimen paine saattaa vaurioittaa salaojaputkea ja sitä ympäröivää maata.

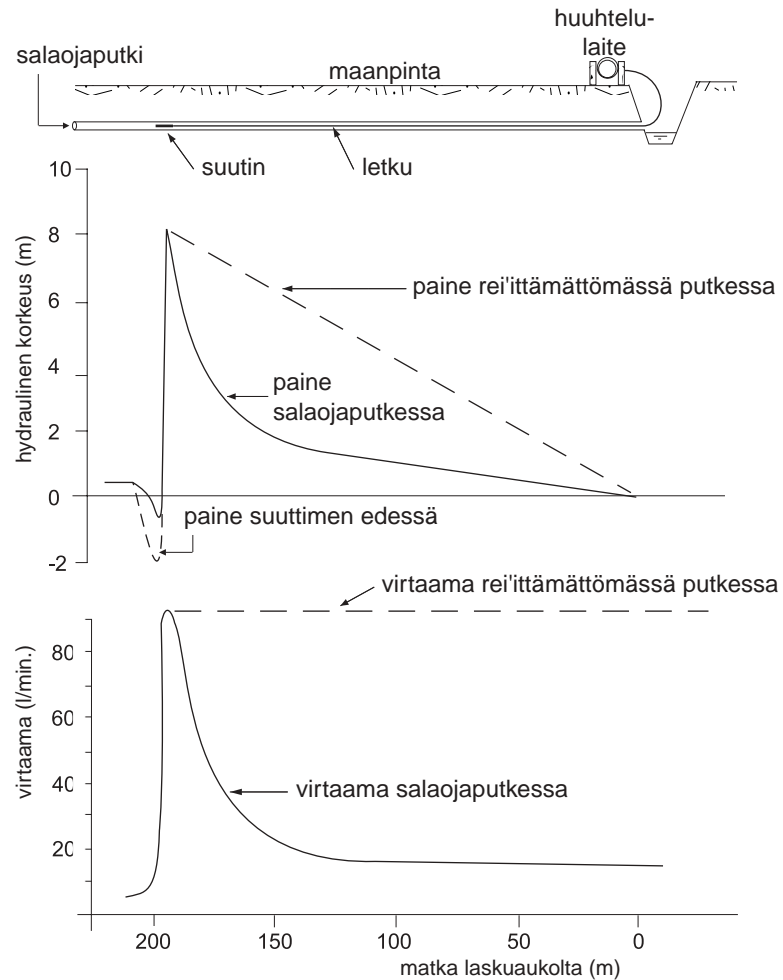
## Suuttimen paine

Laitteet luokitellaan pumpulla olevan paineen perusteella korkea-, keskikorkea- ja matalapainelaitteisiin. Toisaalta huuhtelupaine suuttimella on oleellisempi, kun tarkastellaan huuhtelun tehoa. Painehäviö pumpun ja suuttimen välillä on suuruusluokkaa 40-70 %. Painehäviö riippuu ensisijassa letkun pituudesta, sisähalkaisijasta ja vesimäärästä. Sama pumppu voi näin olleen tuottaa erilaisia suutinpaineita. Alla olevassa taulukossa on esimerkki suutinpaineista eri pumpun paineilla, ja suuttimen reikäkoolla, kun suuttimessa on neljä reikää.

Paine pumpulla	Suutin, jossa 2mm reiät		Suutin, jossa 1,5mm reiät	
	Suutinpaine bar	Virtaus l/min	Suutinpaine bar	Virtaus l/min
20	3,2	47	6,0	50
25	4,5	65	8,5	56
30	5,5	70	10,0	61
35	6,7	76	12,5	67
40	8,0	82	14,5	71
45	9,5	87	16,5	76
50	10,0	90	18,5	80

Taulukko 2. Esimerkki pumpun paineen, suutinpaineen ja virtauksen suhteista, kun letkun sisähalkaisija on 20 mm ja pituus 300 m.

Keski-Euroopassa suoritettut kokeet ja käytännön kokemukset ovat osoittaneet, että korkeapainehuuhtelu lisää riskiä putkea ympäröivän maan pääsemisestä putkeen. Tämän vuoksi korkeapainelaitteita ei suositella salaojien huuhteluun. Vesisuihkun paineen aleneminen suuttimen pinnalta poispäin on 10-20% / 5cm.



Kuva 20. Huuhtelun aikana osa huuhteluvedestä poistuu salaojaputkesta maaperään, varsinkin jos se on kuiva. Se vaikuttaa sekä salaojassa olevaan vesipaineeseen että poistuvaan vesimäärään. Kuvassa on esitetty tilanne, kun letkua vedetään putkesta pois.

### Huuhtelun toiminta

Kuvassa 20 on esitetty salaojan pituussuunnassa huuhtelun vaikutus salaojassa olevaan vesipaineeseen ja vesimäärään tiiviissä ja rei'itettyssä putkessa.

Huuhtelun mahdolliset kielteiset vaikutukset ilmenevät helpoimmin, kun pohjaveden korkeus on salaojan yläpuolella. Tällöin reikien avauduttua ja huuhtelun häiriityä ympäröivää maata, se voi pohjaveden paineesta päästä myös salaajaan. Myös huuhteluletkua pois vedettäessä suuttimen eteen syntyvä alipaine voi aiheuttaa lietteen imeytymistä salaajaan.

### Kustannukset ja hyöty

Huuhtelulla saavutetaan kaksi päätavoitetta:

- Pidentetään salaojaverkoston käyttöikää.
- Parannetaan salaojien kuivatustehokkuutta

Yksinkertaista kustannus-hyötyanalyysiä voi tarkastella keskimääräisellä huuhtelukustannuksella vuotta kohti suhteessa sadon arvoon. Esimerkiksi, jos huuhtelu on tarpeen kaksi kertaa kymmenessä vuodessa ja huuhtelukustannus 1000 mk/kerta/ha, niin keskimäärin kustannus on 200 mk/v. Jos sadon arvo on 5000 mk/v, niin kustannus on 4 % sadon arvosta. Toisin sanoen, jos huuhtelun vaikutus sadon määrään/laatuun ylittää 4 %, niin huuhtelu on kannattavaa. Tämän lisäksi tulee mahdollinen salaajituksen kestoajan kasvun vaikutus.



## 6 Yhteenveto toimintahäiriöiden syistä ja toimenpidesuosituksista

Ongelman sijainti	Ongelman aiheuttaja	Paikannusmenetelmä	Toimenpidesuositus
Veden virtaus maanpinnalta pohjaveteen	Maan pintakerroksen tiivistyminen	Lammikoita maanpinnalla Pohjavesi maanpinnan tasossa	Kevyiden koneiden käyttö Viljelytoimet vain kuivana aikana
	Kyntöantura	Pohjavesiputki	Maaprofiilin parantaminen
	Läpäisemätön maakerros	Pohjavesiputki	Täydennysojitus

Veden virtaus putkeen ja ympärysaineen läpi	Tukkeutumat ympärysaineessa ja putken rei'issä tai saumoissa Juuritukokset	Pohjavesiputki	Salaojien huuhtelu
Virtaus putken sisällä	Kemialliset saostumat	Laskuaukkojen ja salaojakaivojen tarkastus Testiletkun käyttö Videokuvaus	Salaojien huuhtelu
	Juuritukkeutumat ja liettymät	Testiletkun käyttö Videokuvaus	Salaojien huuhtelu
	Putkirikkoutuma Putkien kokoonpainumat, asennusvirheet	Testiletkun käyttö Videokuvaus	Putkirikkojen korjaus tai uuden salaojan asennus



## 7 Ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä

Salaojitus on tunnetusti investointi, joka hyvin toteutettuna on varsin vähän vuosittaista huoltoa vaativa perusinvestointi. Kuten edellä on käynyt ilmi, keskeisin toivuuteen vaikuttava tekijä pitkällä aikavälillä on maan vedenläpäisykykyyn liittyvät seikat. Maan rakenteen lisäksi salaojarakenteen näkyvät osat on tarpeen tarkistaa ajoin. Lisäksi salaojitetulla pellolla tapahtuvat rakentamistoimet tulisi tehdä siten, että salaojien toiminta ei vaarannu.

### 7-1 Maan rakenteen hoito

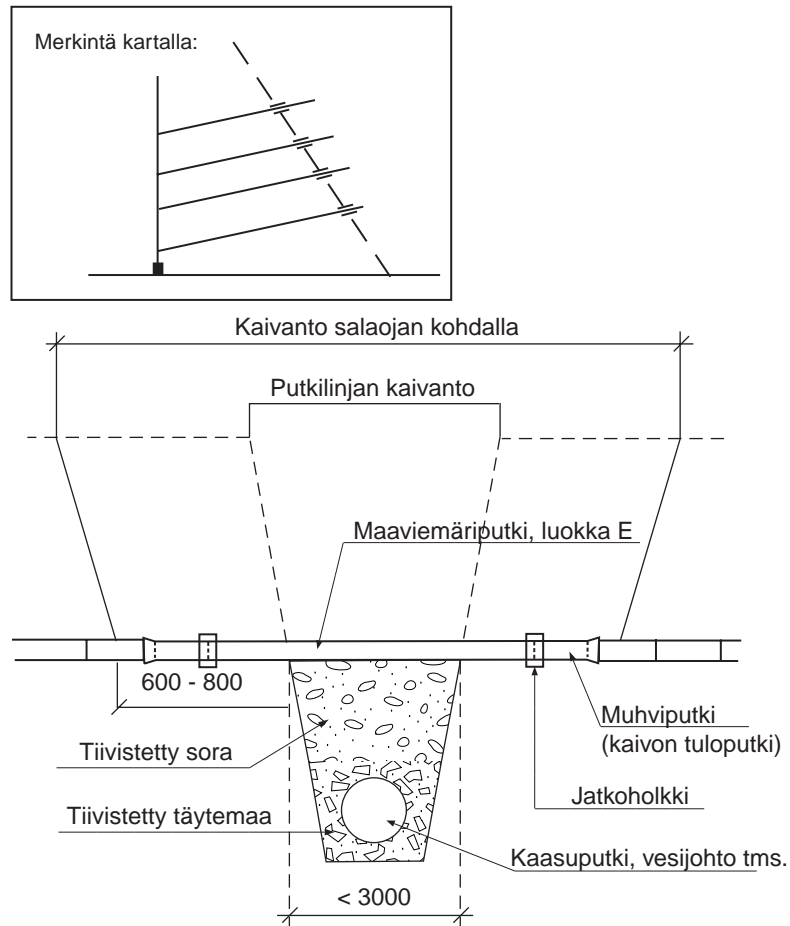
Maassa olevien suurten huokosten määrä varmistaa parhaiten veden pääsyn salaojaan. Suurilla huokosilla tarkoitetaan huokosia, joiden koko ylittää 30 mikrometriä. Hyvän maan rakenteen ylläpito on yksi vaikeimpia asioita sovittaa yhteen viljelytekniikan tehokkuusvaatimuksen kanssa lyhyen kasvukauden olosuhteissamme. Siitä syystä on varsin vaikea antaa yleispäteviä ohjeita maan rakenteen ylläpidolle. Se seikka, joka salaojien toiminnan kannalta on kaikkein hankalin tilanne, on märkänä aikana raskailla koneilla pellolla liikkuminen. Näin erityisesti savimailla syntyy maaperään helposti tilanne, jota on joskus sattuvasti verrattu padonrakentajan toimintaan. Hyvään maan rakenteeseen liittyy oleellisesti myös matojen toiminta. Salaojituksen toimivuuden kannalta kastematojen pitkät pystysuorat reiät ovat varsinaisia salaojittajan toivehuokosia. Veden liikkumisen osalta vanha hyvä konsti pitää edelleen myös paikkansa: kyntösuunta olisi syytä pitää salaojiin nähden poikkisuunnassa. Tällöin kyntöviilujen välissä kulkevilla sulamisvesillä on lyhyin mahdollinen matka salaojakaivantoon.

### 7-2 Salaojarakenteiden hoito

Salaojista ei normaalisti ole näkyvillä kuin laskuaukko ja niskakaivo. Laskuaukon auki pysyminen on salaojien toiminnan a ja o. Joissain tilanteissa laskuaukko on sellaisessa paikassa, jossa kasvaa syväjuurisia kasveja, jolloin juuret tukkivat koko ojan laskuaukon välittömässä läheisyydessä. Erityisesti pajukasvien juuret ovat hyviä osaamaan salaojaan. Niskakaivon suojuksorin tukkeutuminen on tyypillinen syy sivuvesien pääsyn estyessä salaojaan. Suojuksorin tai sepelin tukkeutumista vähentää tehokkaasti avo-ojaan tehtävä lieteallas. Allas on myös tarpeen tyhjentää siihen kertyneestä lietteestä. Rinne- lietekaivojen kannet jätetään normaalisti kyntökerroksen alapuolelle, joten niiden paikantaminen on joskus työlästä. Niiden tarkistus on syytä tehdä ojituksen jälkeisinä vuosina, ja jos lietettä kertyy, huoltoa on jatkettava muutamien vuosien välein.

### 7-3 Erityistilanteita

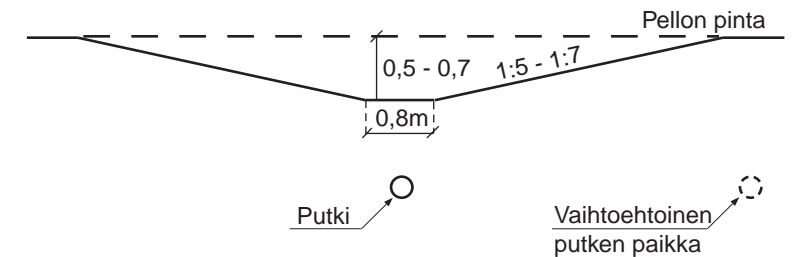
Tyypillisin erityistilanne on salaojapellon poikki rakennettava uusi tie, vesijohto tai jätevesiviemäri. Nämä tilanteet tulee luonnollisesti huomioida jo linjan suunnitteluvaiheessa, jolloin voidaan mahdollisuuksien mukaan huomioida olemassa oleva salaojitus. Oheisessa kuvassa (kuva 21) on esitetty putkilinjojen toteutuksessa hyväksi havaittu rakenne. Teiden rakentamisen yhteydessä koko kuivatusjärjestelmä yleensä muuttuu perusteellisesti, jolloin tilannetta joudutaan tarkastelemaan kokonaan uudelta pohjalta



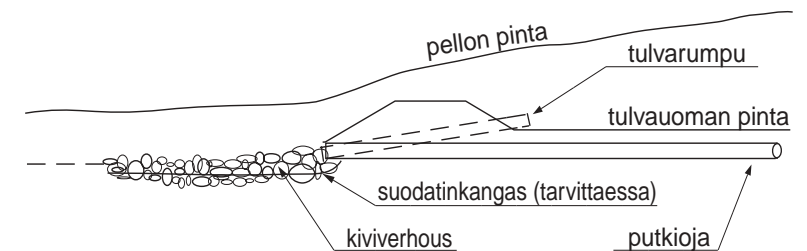
Jos kaivannon leveys on yli 3m, on korjaukset yleensä tehtävä rakentamalla uusia kokoojia.

Kuva 21. Tyypik kuva salaojan vahvistuksesta kaivannon kohdalla.  
Lähde: Salaojakeskus

Salaojien kunnossapitoon liittyy läheisesti myös salaojitettujen kuvioiden koon kasvattaminen lohkojen välisiä avo-ojia putkittamalla. Toimenpiteellä saavutetaan usein myös maan rakennetta parantavia etuja, kun päisteiden määrä vähenee ja siten myös niissä tapahtuva maata tiivistävä liikenne. Avo-ojan valuma-alue on usein sen verran suuri, että putkikustannus nousee korkeaksi. Yhtenä vaihtoehtona on käyttää hyväksi tulvauomaa, jolloin saavutetaan putkituksen etuja huomattavasti pienemmillä kustannuksilla. Oheisissa kuvissa on esitetty esimerkkejä tulva-aikaisten vesien johtamiseksi putkiojan päällä.



Kuva 22. Putkiojan pienentämiseksi tehdyn tulvauoman poikki leikkaus (Lähde VYH:n julkaisuja 1990)



Kuva 23. Putkiojan päällä olevan tulvauoman voi alapäässä johtaa hallitusti valtaojaan varsinaisen putkiojan viereen tehtävän "tulvarummun" avulla.  
(Lähde VYH:n julkaisuja 1990)