

RUOSTEMAITTEN SALAOJITUS

PAINHEELISEN POHJAVESIALUEEN
SALAOJITUS

Alkuperäinen julkaisu:

Gösta Berglund, Christina Huhtasaari ja Anita Ingevall

Dränering av jordar med rostproblem

Dränering av tryckvatten

Sveriges Lantbruksuniversitet

Institutionen för markvetenskap

Avdelning för lantbrukets hydroteknik

Raportti 138/1984

Suomentanut J. Saavalainen

SALAOJAKESKUKSEN JULKAISUJA 3/1984

ISBN 951-99607-3-2

ISSN 0781-4054

SUOMENTAJAN ALKUSANAT

Ruoste ja paineellinen pohjavesi ovat olleet suomalaisenkin salaojituksen harmeja koko salaojitustoiminnan ajan. Salaojitustoiminnan painopisteen siirtyessä pohjoista ja itää kohti törmätään näihin ongelmiin entistä useammin.

Vaikka ruosteellisten alueiden salaojittamista ja ruostetukkeutumien ehkäisemistä on Suomessakin harrastettu jo vuosikymmeniä, ei ruostetukkeumavaaraa ole pystytty etukäteen riittäväällä tarkkuudella arvioimaan. Pohjaveden rautapitoisuuden ja pH-arvon mittaaminen on tässä tullut suureksi avuksi. Kenttäkelpoisten mittausvälineiden kehittyminen on ollut avainasemassa.

Käytetyistä menetelmistä on vedenalainen salaojitus osoittautunut ruosteen torjunnassa luotettavimmaksi. Asiassa on aikoinaan tehty kokeiluja kalkkia, sahajauhoa, kuparilankaa ja erilaisia muita aineita käyttäen. Mitkään tehdyistä kokeista eivät ole antaneet toivottua tulosta tai ne ovat osoittautuneet ylivoimaisen kalliiksi.

Ruosteongelmiin kohdistuva tutkimus on maassamme ollut hajanaista. Vedenalaisen salaojituksen käytöstä on pitkäaikainen kokemus, mutta siitä saatua aineistoa ei ole systemaattisesti käsitelty. On erityisen ilahduttavaa, että Ruotsissa on asiasta tehty laaja tutkimus. Käsillä oleva julkaisu on erinomainen esimerkki pohjoismaisesta yhteistyöstä. Suomessa kehitettyä menetelmää on tutkittu Ruotsissa, ja tuloksia voidaan nyt hyödyntää täällä.

Ruostekysymyksiä selvitettäessä on käynyt selville myös putkimateriaalin suuri vaikutus saostuman syntyyn. Rinnakkaiskokeissa on todettu saostuman syntyvän herkemmin muovi- kuin tiiliputkeen. Eräät kokemukset viittaavat siihen, että lautaputki olisi ruosteisilla suomaille paras salaojitusmateriaali. Nykytietojen perusteella näyttäisi siltä, että ruostealueilla tulisi välttää muoviputkien käyttöä.

Keskusteltaessa huuhtelumenetelmistä on usein kysytty, voiko korkea huuhtelupaine vahingoittaa putkistoa. Kokemuksen mukaan putkisto kestää korkeatkin huuhtelupaineet, suuttimen pysäyttämistä pitkäksi aikaa yhteen kohtaan on kuitenkin vältettävä silloin, kun työskennellään korkeimmilla paineilla.

Tässä yhteydessä esitettäköön tekijöiltä saatu täsmennys. Tiivistelmässä sivulla 6 on esitetty, että ruostehaittoja voidaan epäillä, jos veden rautapitoisuus on yli 10 mg litrassa ja pH-arvo alhainen. Tämä väite pitää paikkansa vain olosuhteissa, joissa rauta huuhtoutuu salaojan yläpuolella olevista maakerroksista. Jos rauta tulee pohjaveden mukana, on vaarallinen rautapitoisuus luokkaa 1-2 mg litrassa.

Tietoa paineellisista pohjavesialueista on maassamme rajoitetusti. Tällaisina koetaan useimmiten vain yksittäiset lähteensilmät tai pienehköt läheteikköalueet, vaikka useiden turvemaiden voidaan olettaa olevan paineellisen pohjaveden vaivaamia. Ongelmaa ei vain ole tunnistettu. Kuivatus on hoidettu tiheään ojituksen ja lähdekaivojen avulla. Lähdekaivohan on sellaisenaan oikeastaan suuriläpimittainen pystysuora salaoja. Meillä on varmasti tarvetta perehtyä paineellisen pohjavesialueen tunnistamisen tekniikkaan ja pystysuoran salaojituksen rakentamiseen.

Esitän kiitokseni alkuperäisjulkaisun tekijöille, erityisesti valtionagronomi Gösta Berglundille hänen käännöstyön yhteydessä antamistaan neuvoista. Kiitän myös yli-insinööri Esko Laikaria ja toimitusjohtaja Veli Laitista käännöstyössä saamastani avusta.

Helsinki 1.12.1984

J. Saavalainen

Maatalouden hydrotekniikan koetoimintaosastolla on jo 1960-luvun lopusta lähtien tehty tutkimuksia, joiden tarkoituksena on ratkaista salaojien ruostesaostumien ongelma. Vasta salaojituksen tekniikan kehittämisen jälkeen on ruostemaiden salaojitusvaikeuksien jonkinasteinen ratkaisu tullut mahdolliseksi. Vedenalaisen salaojituksen periaate on saatu Suomesta.

Useat henkilöt ovat tänä aikana työskennelleet tässä projektissa. Agronomi Christina Huhtasaari on tärkeällä tavalla auttanut ongelman selvittämisessä. Tässä julkaisussa on käytetty hänen tutkintotyötään, joka käsittelee ruostemaita Pohjois-Norlannissa.

Agronomi Anita Ingevall on muokannut materiaalin ja toimittanut julkaisun.

Osastolla on tutkittu viime vuosina myös paineellisten pohjavesialueitten salaojitusta, tosin vain rajoitetussa määrässä. Ne tulokset, jotka tässä on esitetty, pohjautuvat pääasiassa tanskalaisiin tutkimuksiin. Koska ruosteongelma ja paineellinen pohjavesi ovat usein ilmiöitä, jotka esiintyvät samanaikaisesti, on katsottu tarkoituksenmukaisesti julkaista nämä esitykset yhdessä.

Uppsalassa 1. päivänä maaliskuuta 1984

Gösta Berglund

Salaojaputkien ruostesaostumat ovat monilla tahoilla todellinen ongelma. Ruoste saostuu putkiin ja voi sillä tavalla saattaa koko salaojituksen toimintakelvottomaksi. On kuitenkin toimenpiteitä joita voidaan tehdä sen estämiseksi tai sen vaikutuksen hidastamiseksi.

Ennenkuin salaojitus tehdään, pitää selvittää, onko alueella ruostesaostumavaaraa. Etukäteistutkimus kentällä antaa hyvän käsityksen ruostesaostumariskeistä. Jos esimerkiksi vanha salaojitus on ruosteen tukkima, on suurella todennäköisyydellä odotettavissa sama uudessakin.

Ruoste muodostuu siten, että pohjaveden mukana kulkeva kaksiarvoinen rauta tulee salaojaputkessa kosketukseen ilman kanssa, hapettuu ja saostuu. Tämän johdosta pohjaveden rautapitoisuuden tutkimus antaa arvokkaita tietoja saostumariskeistä. Happamalla mailla riski on suurempi, minkä vuoksi rautapitoisuusmittausta pitää täydentää pH-arvon mittauksella. Lisäksi pitää selvittää maalaji ja maaston muoto niin että voidaan saada käsitys alueen pohjaveden liikkeistä alueella. Saostuman kannalta on ratkaisevaa, tuleeko rauta pohjaveden mukana ympäröivästä maastosta, vai tuleeko se salaojaputken yläpuolella olevista maakerroksista.

Jos rauta tulee salaojaputken yläpuolella olevista maakerroksista saattaa uudelleenojitus taikka putkiston puhdistaminen saada salaojituksen toimimaan vielä muutamia vuosia. Alueella, missä rauta tulee pohjaveden mukana ympärillä olevilta alueilta ei sen sijaan uudelleenojitus tai puhdistaminen auta. Ojat tukkeutuvat jälleen rautapitoisen veden vakiovirtauksen johdosta.

Varmin tapa välttää rautasaostumia sellaisella alueella on vedenalainen salaojitus. Pitämällä salaojat kokonaan veden täyttäminä estetään ilman pääsy putkiin. Rauta ei voi silloin hapettua ja saostua, vaan kulkeutuu veden mukana pois salaojaputken kautta.

Ruostehaittoja voidaan epäillä jos:

- Aikaisemmin tehty salaojitus alueen läheisyydessä on ruosteen tukkima
- Jos avo-ojien vedenpinnalla esiintyy öljymäistä kalvoa tai ojissa esiintyy punertavia hyytelömäisiä tai hiutalemaisia saostumia.
- Jos veden rautapitoisuus on yli 10 mg litrassa ja pH-arvo on alhainen.
- Jos alueella esiintyy paineellista pohjavettä tai lähteitä tai ruosteisia lähteensilmäitä.
- Jos salaojitusalueella esiintyy turvetta.

Ruostepitoisten maitten salaojitussuosituksia:

- Jos mahdollista, tee salaojitus vedenalaisena, kaikki putket veden alle säännöstellen vedenpintaa laskuaukolla.
- Suunnittele yksinkertaisia ojastoja ja valmistaudu huuhtelupuhdistukseen. Joissakin tapauksissa on parasta tehdä yksittäisöjia, jolloin imuojat päättyvät suoraan valtaojaan.
- Jos ojitus tehdään muoviputkillla, käytä putkea, jossa on erikoisen suuret raot.
- Käytä sahajauhoa suodatinmateriaalina.
Vedenalaisessa salaojituksessa voidaan myös käyttää soraa, kookosputkia tai muita massiivisia suodatinaineita.
- Johda mahdollisuuksien mukaan ympäröivältä alueelta tuleva vesi sivuun poikittaisilla reunaojilla, joissakin tapauksissa on tarpeen erityinen paineellisen veden salaojitus.

JOHDANTO

Ruostesaostumien aiheuttamia vaikeuksia esiintyy salaojaputkistossa siellä täällä koko Ruotsissa. Saostumat ovat harvoin niin pahoja, että salaojitukset lopettaisivat toimintansa muutamassa vuodessa. Ruostesaostumat muodostavat useimmiten punaisenruskean hyytelömäisen massan joka täyttää putken kokonaan tai osittain. Tämä ruostesaostumatyyppi on Skoonessa saanut kuvaavan nimen "rödynga". Toisinaan ruostesaostumissa esiintyy kova saostumatyyppi. Nämä saostumat muodostuvat putken saumoihin ja rakoihin ja vaikeuttavat vedentuloa putkiin taikka tekevät sen täysin mahdottomaksi.

Koska salaojitus on varsin kallis investointi, sen tulisi toimia tehokkaasti monta vuotta. Sen takia on tärkeää, että ruostesaostumavaara arvioidaan jo suunnitteluvaiheessa niin, että voidaan etukäteen ryhtyä tarpeellisiin toimenpiteisiin jos se on tarpeellista. Toimenpiteitä voidaan tehdä sekä ruosteen saostumisen estämiseksi että myöskin saostuman pois huuhtomisen helpottamiseksi niissä tapauksissa, joissa kaikesta huolimatta saostumia sattuu. Toimenpiteet on valittava paikallisten olojen mukaan.

RUOSTEEN MUODOSTUMINEN

Niinkuin aikaisemmin on mainittu, esiintyy ruoste vaikeuksia paikallisesti koko maassa. Niitä esiintyy kuitenkin joillakin alueilla enemmän kuin toisilla. Tällaisia alueita ovat Skoone ja Hallanti sekä Österbottenin ja Norrbottenin rannikko.

Itseasiassa kaikki maalajit sisältävät rautaa, mutta ainoastaan tietyissä olosuhteissa esiintyy ruostesaostumaongelmia. Saostumariskin arvostelemiseksi on sen takia välttämätöntä tuntea, millä tavalla ruosteen muodostus tapahtuu.

Alueita, joilla ruostevara esiintyy, sanotaan ruostemaiksi. Näillä alueilla esiintyy tavallisesti korkeita liukoisen raudan pitoisuuksia pohjavedessä ja salaojista purkautuvassa vedessä. Pohjaveteen liuennut rauta hapettuu ja saostuu, kun sen tulee kosketuksiin ilman hapen kanssa. Jos hapettuminen tapahtuu salaojaputkistossa, muodostuu ruostesaostumia, jotka vähitellen huonontavat putkiston toimintaa.

Ruostesaostumia esiintyy harvoin sellaisilla mailla, joilla on ollut pitkäaikainen hyvä peruskuivatus, pH-arvo tyydyttävä ja joitten huokoisissa on riittävästi ilmaa, vaikka maaperän rautapitoisuus olisi suurikin. Syynä tähän on, että tässä tapauksessa rauta on hyvän hapensaannin johdosta jo hapettuneessa muodossa ja siten lujasti maahan sitoutuneena. Liukoisena maavedessä esiintyvä rauta saostuu maahan ennenkuin vesi ehtii salaojaputkiin.

Heikosti kuivatuilla mailla, joilla on alhainen pH-arvo ja hapen puute, ovat olosuhteet toisenlaiset. Näissä maalajeissa rauta esiintyy helppoliukoisessa nk. pelkistetyssä muodossa. Maassa olevan raudan pelkistys tapahtuu tiettyjen bakteerien toiminnan tuloksena, asiaa edistää hapen puute. Bakteerit pelkistävät raudan kolmearvoisesta kaksiarvoiseksi raudaksi. Tähän muutokseen tarvittavan energian bakteerit ottavat maassa olevista eloperäisistä yhdisteistä. Tästä seuraa, että mitä suurempi määrä energiapitoisia yhdisteitä on bakteerien saatavilla, sitä suurempi määrä rautaa pelkistetään ja sillä tavalla liukenee pohjaveteen.

Alueella, jossa on huono alkukuivatus, hapen puute, alhainen pH-arvo ja runsaasti energiarikkaita eloperäisiä yhdisteitä, on hyvin suuri vaara salaojien ruostesaostumista. Ne suuret rautamäärät, jotka tässä tapauksessa ovat liuenneina maavedessä, kulkeutuvat silloin salaojaputkiin, missä rauta tulee kosketuksiin ilman hapen kanssa.

Hapettumisen johdosta rauta muuttuu silloin muiden kuin edellämainittujen bakteerien vaikutuksesta vaikealiukoiseen kolmearvoiseen muotoon. Koska bakteerit ovat mukana myös viimeksimainitussa prosessissa, merkitsee se sitä, että saostumassa on paitsi rautaoksideja myöskin bakteerilimaa. Saostumissa on sitäpaitsi muita kemiallisia yhdisteitä, kuten esim. alumiini ja mangaanioksideja ja erilaisia eloperäisiä yhdisteitä.

MISTÄ RAUTA TULEE?

Alueen maalaji, maastomuoto ja maaperän vesisuhteet vaikuttavat siihen, esiintyykö jollakin alueella ruosteongelmia vai ei. Asiaan vaikuttaa myös mm. se, millä tavalla maaveden rauta on syntynyt, ts. onko se tullut maakerroksista salaojaputken yläpuolella vai onko se kulkeutunut pohjaveden mukana ympäröiviltä alueilta.

Jos rauta tulee salaojaputkiin putkiston yläpuolella olevista maakerroksista, liikkuu helppoliukoinen rauta alaspäin veden mukana salaojaputkeen. Siellä se saostuu, jos hapetusolosuhteet ovat tarpeeksi suotuisia. Kun hapettumaan ei tule mistään lisää rautaa, voidaan ajatella, että maassa oleva rauta joko kulkeutuu pois salaojaveden mukana tai, jos maa ojituksen johdosta tulee riittävän happipitoiseksi, se hapettuu ja kiinnittyy maahan. Näin ollen voidaan arvioida että ruosteongelma vähenee ajan mukana. Jos salaojitus sellaisella alueella on ruosteen tukkima, on luultavaa, että puhdistaminen taikka uudelleen salaojittaminen antaa pitempiaikaisemman kuivatuksen kun mitä oli ensimmäisellä salaojituksella.

Jos rauta sensijaan kulkeutuu alueelle pohjaveden mukana, ei ole odotettavissa, että ruosteongelma vähenee ajan myötä. Rautapitoinen pohjavesi virtaa tässä tapauksessa läheisyydessä olevilta harjanteilta taikka märltä alueilta.

Usein vahvasti rautapitoinen vesi tulee alhaaltapäin tietyllä paineella, minkä johdosta se saostuu niin pian kun se on sellaisessa vyöhykkeessä, jossa ilmaa on riittävästi. Jos alue on salaajitettu, saostuu rauta joko salaajaputkien ulkopuolella taikka putkien sisäpuolella. Toisinaan muodostuu antura sille tasolle, missä happipitoisuus on riittävä niin että hapettuminen voi tapahtua.

Ongelmat ovat näissä tapauksissa pysyviä. Uuden ojituksen ei voida odottaa toimivan paremmin kuin ensimmäisen ojituksen, koska uutta rautaa tulee alueella pohjaveden mukana jatkuvasti.

MAALAJIEN MERKITYS

Rautapitoisuus vaihtelee maalajien mukaan. Erikoisen rautapitoisia ovat liejumaat ja alunasavet. Näitä maalajeja on vanhoissa järvien pohjissa sekä jokiuomissa laakeassa maastossa, mutta myöskin alueella missä aikaisemmin on ollut matalia merenlahtia. Kivennäismaan ja eloperäisen aineen kerrostuminen on täällä tapahtunut happiköyhissä olosuhteissa, ja niin kauan kuin maa on veden kyllästämä, rauta esiintyy pelkistetystä muodosta erilaisissa rikkiyhdisteissä enimmäkseen rautasulfidina, FeS ja pyriittinä FeS_2 .

Alunasavea on ennenkaikkea Pohjois-Ruotsissa, kun taas liejumaat ovat suurimmaksi osaksi Keski-Ruotsissa.

Ojituksen yhteydessä maan huokoisuus lisääntyy ja ilman happi tunkeutuu maahan. Tällöin sidottu rikki hapettuu rikkihapoksi. pH-arvo laskee tämän johdosta jyrkästi ja samanaikaisesti rauta liukenee maaveteen. Kuivatuksen johdosta maa muuttuu happamaksi ja sen johdosta voi suuria määriä pelkistettyä rautaa pysyä liuenneena. Rauta kulkeutuu maaveden mukana salaajaputkiin ja edelleen laskuaukolle, mikäli hapettuminen ja saostuminen ei ole tapahtunut sitä ennen.

Saostuneella raudalla, ruosteella, ei ole kuitenkaan aina yksinomaan kielteisiä vaikutuksia. Heikosti liejupitoisilla hietamailla (tyyppi "röbäcksdalen") vaikuttaa ruoste pysyvän raoston syntymiseen, joka suuressa määrin auttaa salaojittamista.

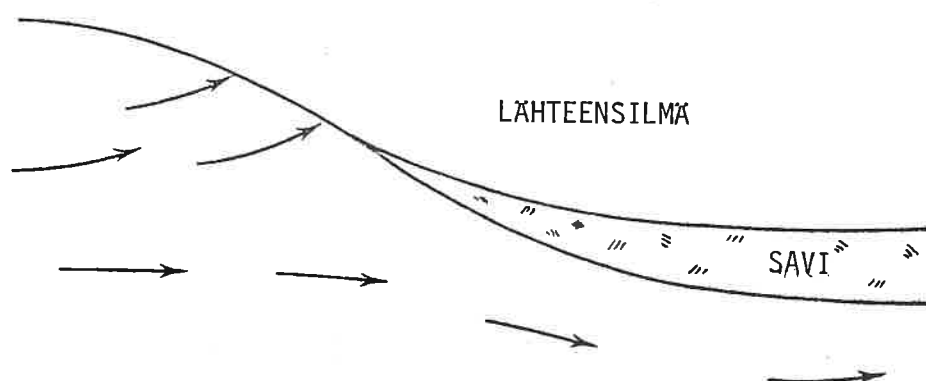
Myös hieta- ja hiesumailta voi esiintyä suuria ruosteongelmia. Näissä tapauksissa se useimmiten ei riipu pelkästään maalajista vaan ongelma syntyy virtaavan rautapitoisen pohjaveden johdosta. Ongelma esiintyy erityisesti, kun alue sijaitsee lähellä vettäjohtavaa harjua, taikka kun hietamaata on kerrostuneena turvekerroksen päällä. Turvekerroksen olemassaolo vaikuttaa ruosteen muodostukseen osittain siten, että prosessissa ovat mukana ne orgaaniset hapot, jotka vapautuvat humuksen maatuessa, ja osittain siten, että orgaaninen aine toimii mikrobiologisen toiminnan energialähteenä.

Hiekkamailla, savimailla ja syvillä turvemailta ovat ruosteongelmat harvinaisia. Hiekkamailla on maan vedenläpäisykyky tavallisesti niin suuri, ettei mitään ojitusta tarvita. Savimaiden tiiviys estää paineellisen pohjaveden liikkeen ja sen vuoksi voi saostua ainoastaan se rauta, joka on vajoavassa maavedessä. Savien rautapitoisuus on sitä paitsi useimmiten alhainen.

RUOSTESAOSTUMAVAARAN ARVIOIMINEN

Ruostesaostumavaaran kannalta ratkaisevimmat tekijät ovat, niinkuin aikaisemmin on jo mainittu, maaston muoto, maalaji ja maaperän vesisuhteet kyseessä olevalla alueella. Suunnitteluvaiheessa on yritettävä huomioida mahdollinen ruostesaostumariski niin, että ennakoivat toimenpiteet voidaan ehdottaa.

Maastossa pitää aluksi arvioida pohjavesisuhteet maastomuotojen perusteella. On selvitetävä, onko alue korkealla vai matalalla, ts. virtaako pohjavettä sinne vai sieltä pois. Normaalina on, että sade suotautuu maahan korkeammalla sijaitsevalla alueella ja purkautuu tietyillä alempana sijaitsevilla alueilla. Jos ruosteen vaivaama alue on maastossa alhaalla, on sen takia luultavaa, että rauta kulkeutuu sinne pohjaveden mukana. Sellaisessa tapauksessa, jolloin laakson pohjalla on savea, voi kuitenkin purkautumispaikka olla melko ylhäällä rinteessä siellä missä savikerros loppuu, taikka on niin ohut, että vesi voi tulla sen läpi. Tähän muodostuu lähteensilmä tai joissakin tapauksissa lähteitä. Lähteet ja lähteensilmät alueella osoittavat siis, että vettä tulee sinne ympäröiviltä alueilta, minkä vuoksi täytyy olla erityisen tarkkaavainen rautaa ilmaisevien merkkien suhteen.



Kuva 1. Veden purkautumisalue voi sijaita korkealla laakson sivulla jos laakson pohja on savikerroksen peittämä.

Jos alue jo on ojitettu avo-ojin, on näistä ojista etsittävä rautasaostumien merkkejä. On myöskin tarkasteltava ojissa olevan veden laatua sekä vedenpintaa ja myöskin havaittava, onko maassa rautasaostumia. Kenttätutkimuksia voidaan tehdä järjestelmällisesti suhteessa ruoste- saostumavaaraan taulukossa 1 esitetyn kaavion mukaan.

Ruostesaostumavaara	Vesipinnan ulkonäkö	Veden ulkonäkö	Ojan pohjan ulkonäkö	Maan ulkonäkö
Hyvin pieni	Vapaa kerrostumista	Kirkas ja puhdas	Vapaa rautakerrostumista	Tasainen rautaväri ei mitään rikastumiskerrosta
Pieni	Joitakin öljyläikkiä	Yksinäisiä ruostehiutaleita	Hyvin ohut ruostekerros	Ruostehiukkasia
Keskisuuri	Suurempia öljyläikkiä	Monia ruostehiutaleita	Punaiseksi värjäytyneet	Ruostelaikkuja
Suuri	Yhtenäinen kalvo	Heikko punaruskea väri	Selviä ruostekerrostumia	Rautasaostumia
Hyvin suuri	Yhtenäinen kalvo	Samea ja punaruskea väri	Paksu ruostekerrostuma	Rautakerrostuma

Kenttätutkimuksia täydennetään pohjaveden pH-arvon mittauksella ja kaksi- ja kolme arvoisien raudan pitoisuuden määrittämisellä. Kaksiarvoisen raudan määrä pitää mitata kolorimetrillä jo kentällä. Tämä sen vuoksi, että on estettävä niin paljon kuin mahdollista ilman tuleamista koskeuksiin vesinäytteen kanssa, koska ilma hapettaa raudan ennenkuin määrittäminen suoritetaan. pH-arvon mittaus voidaan myös tehdä kentällä indikaattoripaperin avulla. Jos halutaan luotettavampi arvo on kuitenkin pH-arvo määritettävä laboratoriossa. Sekä rautapitoisuus että pH-arvo täytyy mitata, koska ruostesaostuman vaara on riippuvainen niistä molemmista. Mitä happamampaa vesi on, sitä suurempi on ruostesaostumavaara.

Taulukossa 2 on osoitettu ruostesaostumien vaara erilaisilla pH-arvoilla ja erilaisilla rautapitoisuuksilla. Taulukko pitää paikkansa alueilla, joille jatkuvasti tulee lisää rautapitoista vettä ympäröiviltä alueilta.

Taulukko 2

Ruostesaostuman vaaran riippuvuus pohjaveden
kaksiarvoisen raudan määrästä ja sen pH-arvosta

Ruostesaos- tumavaara	Kaksiarvoisen raudan pitoisuus (mg/l)	
	pH < 7	pH > 7
Hyvin pieni	0,5	< 1,0
Pieni	0,5 - 1,0	1,0 - 3,0
Keskisuuri	1,0 - 3,0	3,0 - 6,0
Suuri	3,0 - 6,0	6,0 - 9,0
Hyvin suuri	> 6,0	> 9,0

TOIMENPITEET KUN RUOSTESAOSTUMAVAARA ON OLEMASSA

Toistaiseksi ei ole mitään täysin varmaa keinoa estää ruostesaostumat salaojajohdoissa. Voidaan vain yrittää hidastaa saostumia niin pitkälti kuin mahdollista. Käytettävissä on kaksi menetelmää, vedenalainen salaojitus ja toistuva putkiston huuhtelu.

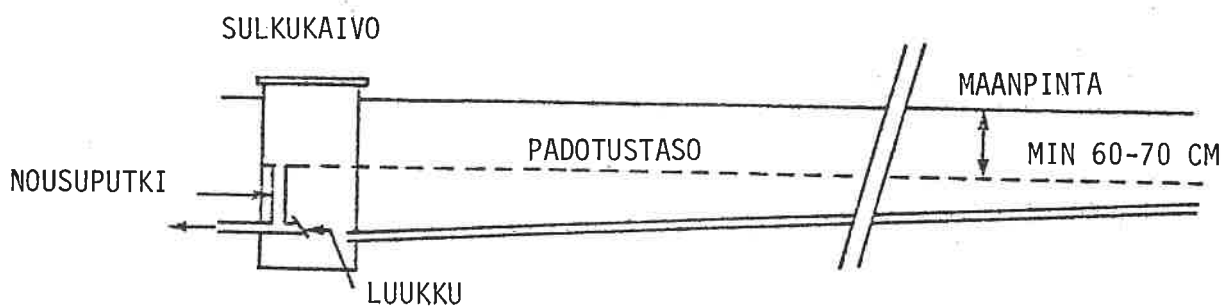
Alueilla, missä ruosteen esiintyminen on puhtaasti paikallista, ts. liejupitoisilla mailla, voidaan ongelma välttää siten, että tehdään tiheä avo-ojitus joitakin vuosia ennen salaojitusta. Maa tulee silloin ilman vaikutukselle alttiiksi, minkä johdosta valtaosa raudasta hapettuu ja tulee kiinteään muotoon samanaikaisesti kun liukoinen pelkistynyt rauta huuhtoutuu pois. Vaara ruostesaostumista myöhemmin asennettaviin salaojaputkiin vähenee täten olennaisesti. Avo-ojitus täytyy tehdä siihen syvyyden mihin salaojat myöhemmin tulevat.

Jos alueella on vanhastaan avo-ojitus joka on suhteellisen matala, voidaan kuitenkin harkita salaojittamista heti. Salaojitus on silloin suunniteltava matalampaan ja pienemmillä ojaväleillä kuin tavallisesti.

Se menetelmä joka tähän asti on osoittautunut tehokkaimmaksi estämään ruostesaostumien syntymistä salaojaputkistossa on vedenalainen salaojitus.

Menetelmä perustuu siihen, että yritetään pitää salaojajohdot vedentäyt-
täminä niin suuri osa vuodesta kuin mahdollista. Siten estetään rauta-
pitoisen veden pääseminen ilman yhteyteen ja estetään raudan hapettuminen
ja saostuminen putkiin. Rauta pysyy liuenneessa muodossa ja poistuu
veden mukana putkistosta.

Vedenalainen salaojitus toteutetaan niin, että erilaisin järjestelyin
padotetaan vesi laskuaukkokaivolla tai laskuaukolla ja siten pidetään
vedenpintaa ylempänä kuin salaojaputkiston taso.

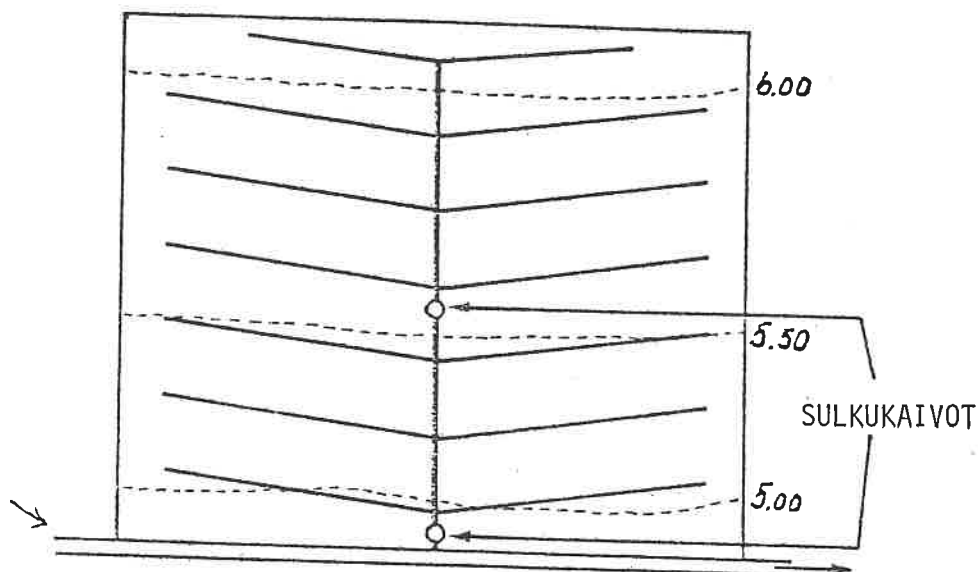


Kuva 2. Vedenalainen salaojitus periaatepiirros

Menetelmä soveltuu parhaiten suhteellisen tasaiselle alueelle missä
pohjavedenpintaa voidaan pitää ylhäällä harvojen padotuspaikkojen avulla.
Vedenpinta ei kuitenkaan saa missään pellon osassa olla korkeammalla
kuin 60 cm maanpinnasta. Korkeammalle padotettu vesi huonontaa kuiva-
tusta ja kantavuutta.

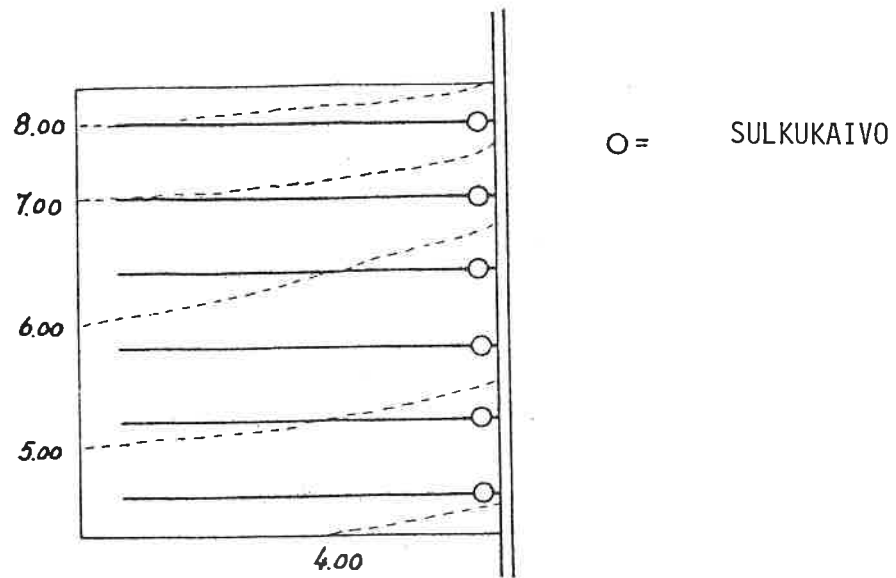
Jotta padotus ulottuisi niin suurelle alueelle kuin mahdollista, voidaan putkisto asentaa pienempään kaltevuuteen ja myöskin normaalia syvempään. Putkistolla pitää kuitenkin olla jonkun verran kaltevuutta koska ne on puhdistettava ja tyhjennettävä silloin tällöin. Putkijohdot eivät saisi olla pitempiä kuin 80-100 m puhdistamisen helpottamiseksi. Ojitus on sitäpaitsi tehtävä pienemmin ojaetäisyyksin kuin tavallisesti, koska pohjavedenpinta tulee olemaan suhteellisen korkealla.

Niinkuin aikaisemmin on mainittu, on vedenalainen salaojitus helpointa tehdä tasaisilla alueilla. Menetelmää voidaan kuitenkin soveltaa myös viljelyksille joilla on suuremmat korkeuserot. Vedenalainen salaojitus on silloin suoritettava jonkun verran toisella tavalla kuin tasaisella alueella. Ehdotus ratkaisuksi esitetään kuvassa 4. Tässä esimerkissä asennetaan jokainen imuoja pienellä putouksella ja yhdistetään oman padotuskaivonsa kautta valtaojaan.

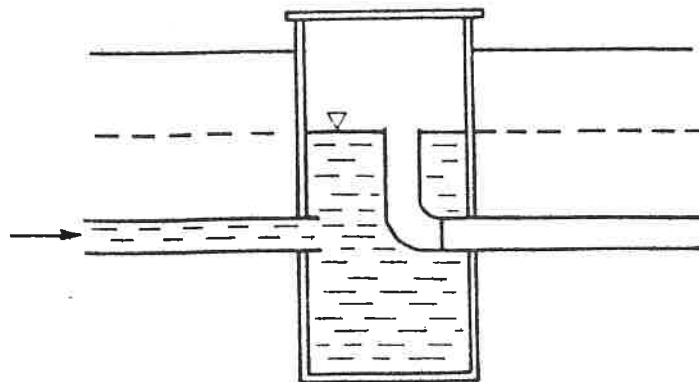


Kuva 3. Esimerkki vedenalaisen salaojituksen suunnitelmasta.

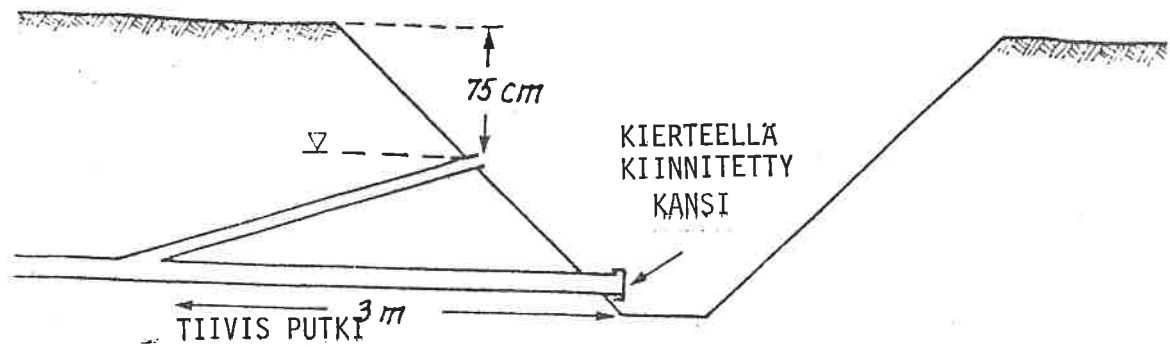
Hyvin kaltevilla alueilla on kuitenkin usein vaikeata säännöstellä vedenpintoja tyydyttävällä tavalla. Ruostesaostumia silmälläpitäen on kuitenkin parempi, että salaojajohdot ovat veden alla edes ajoittain. Ennenkaikkea on hyvä, jos vedenpintoja voidaan säädellä niin, että putkissa ei esiinny pientä virtaamaa pitkiä aikoja, koska ruostesaostuma-vaara on suurin juuri noissa olosuhteissa. Käytännössä voidaan vedenpintaa padottaa useilla erilaisilla tavoilla. Yksinkertaisinta on asentaa nouseva putki kaivossa lähtevään putkeen, tätä on esitetty kuvissa 5 ja 6. Tällä tavalla saadaan vesilukko, joka säännöstelee vedenpintaa nousuputken sisääntuloaukon tasoon. On tärkeätä, että kaivot ovat vesitiiviitä, sitä paitsi pitää tulevan johdon viimeisen osan noin 6 metrin pituudelta olla tiivis niin että vesi ei pääse suotautumaan vesilukon ohi.



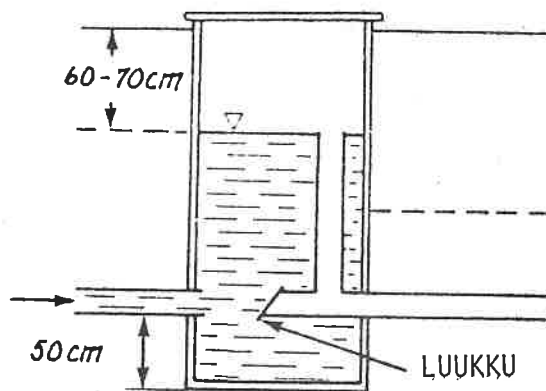
Kuva 4. Esimerkki salaojitussuunnitelmasta pellolla, jossa on suuria korkeuseroja.



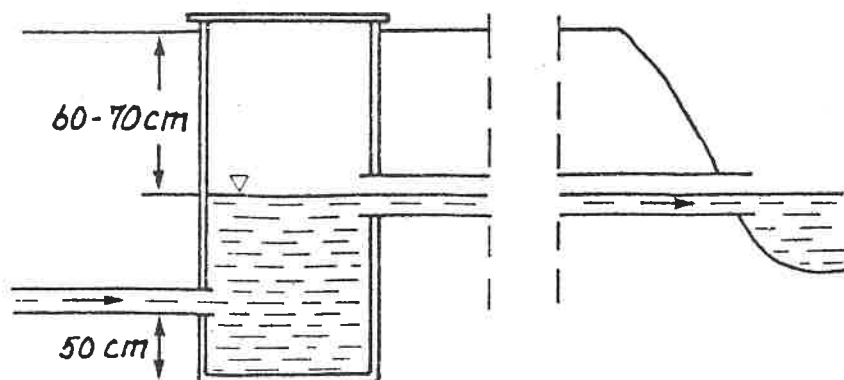
Kuva 5. Vedenpintaa säännöstellään kaivon sijoitetun nousuputken avulla.



Kuva 6. Padotus ilman kaivoa.



Kuva 7. Padotuskaivo jossa nousuputki ja sulkuluukku putkiston tyhjentämisen helpottamiseksi.



Kuva 8, Padotuskaivo lähellä valtaojaa, jossa ei ole tarpeeksi syvyyttä.

Kaivot ja putket pitää kerran vuodessa tyhjentää ja puhdistaa. Tämä tapahtuu parhaiten niin, että vesi saa virrata vapaasti putkiston läpi pari päivää silloin kun virtaama on suurin. Tämä sattuu tavallisesti juuri ennen kevätmuokkausta. Tällä tavalla saadaan pois ne ruostesaostumat, jotka kaikesta huolimatta muodostuvat putkistoon. Käytännöllinen työ tulee olennaisesti helpommaksi, jos putkiin asennetaan T-putki ja sulkuuukku kuten kuvassa 7. on esitetty.

Jos kokooja päättyy kuvan 8. mukaiseen laskuaukkokaivoon, on ulosmenevä putki tukittava ja kaivo tyhjennettävä traktoripumpun avulla.

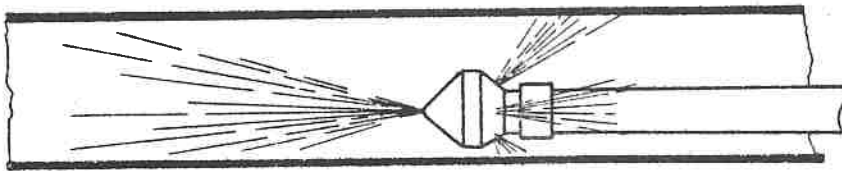
Vedenalainen salaojitus tarkoittaa siis sitä, että salaojajohdot pidetään vedentäyttiminä niin suuri osa vuodesta kuin mahdollista. Voidaan kuitenkin arvioida, että pohjavedenpinta kesällä useimmissa tapauksissa vajoaa alemmaksi kuin salaojaputkien taso. Tämän johdosta ilmaa virtaa putkistoon niin, että rauta voi hapettua ja saostua. Pohjaveden vajoamisnopeus on kuitenkin tavallisesti niin suuri, että se kriittinen aika, jolloin ilma ja rautapitoinen vesi ovat samanaikaisesti putkistossa, tulee lyhyeksi ja rautasaostumisen määrä jää näinollen pieneksi.

Ruostesaostumia ei voi siis kokonaan estää edes hyvin suoritettun vedenalaisen salaojituksen avulla. Putkisto tukkiutuu kuitenkin olennaisesti hitaammin. Täydentämällä vedenalaista salaojitusta tietyin väliajoin suoritettavalla huuhtelupuhdistuksella voidaan pidentää putkiston elinaikaa olennaisesti.

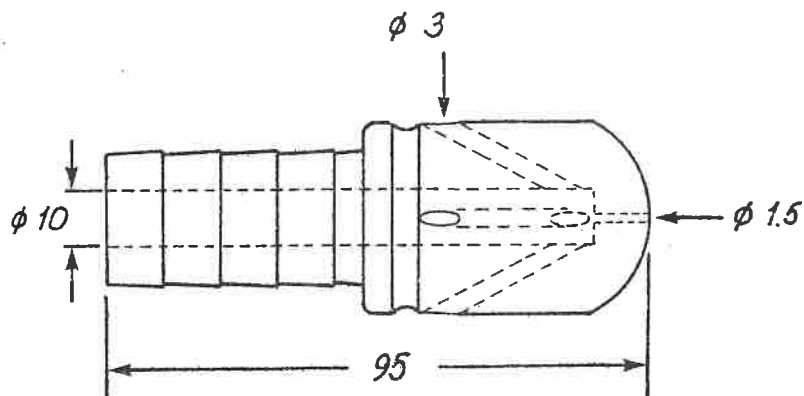
Niissä tapauksissa, jolloin salaojaputkisto tukkeutuu ruostesaostumien johdosta, on usein mahdollisuus helpottaa asiaa puhdistamalla. Puhdistusmenetelmä, joka on osoittautunut tehokkaimmaksi, on huuhtelu, mutta on myöskin muita puhdistusmenetelmiä, esimerkiksi puhdistaminen hapolla tai lietepumpulla. Niissä tapauksissa, joissa ruoste muodostaa hyytelömäisen saostuman putkiin, on usein helppoa saada se pois, jos puhdistus tapahtuu aikaisessa vaiheessa. Jos ruoste sensijaan on kovaa tyyppiä, joka laskeutuu putkisaumoihin ja rakoihin, on lähestulkoon mahdotonta poistaa sitä huuhtelun avulla.

Ruostesaostuma alkaa useimmiten vaaleana hyytelömäisenä saostumana, joka on hyvin helppo huuhdella pois. Ajan myötä massa tulee kuitenkin kiinteämmäksi ja täyttää aina suuremman osan putkesta. Se tulee siten aina vaikeammaksi huuhdella pois. Erityisen vaikeaksi huuhdella se tulee, jos maa kuivuu salaojaputkiston tasolle saakka. Silloin saostuma kovettuu sekä putkessa että putken ympärillä. Erikoisen vakavaa on kovettuma putken ympärillä, koska se voi johtaa siihen, että suodatinmateriaali putkien ympärillä tulee vettä läpäisemättömäksi. Jos tämä on tapahtunut, on käytännöllisesti katsoen mahdotonta saada salaojitusta uudelleen toimimaan. Huuhtelu tehdään suokappaleen, letkun, pumpun ja vesisäiliön avulla. Letku, jonka päähän on kiinnitetty suokappale, menee automaattisesti salaojaputkeen neljän taaksepäin suuntautuneen vesisuihkun ansiosta. Eteenpäin suuntautunut suihku huuhtelee ruostesaostumat irti ja saostumat kulkeutuvat veden mukana pois.

Tämä on esitetty kuvassa 9. Suukappaleen tulee olla terästä tai muovia ja sen muoto on esitetty kuvassa 10. Huuhteluletkun pitää olla 50 metriä pitkä ja läpimitaltaan 3/4". Sopiva materiaali on lankavahvisteinen muovi tai kumi, joka kestää kyseessä olevan paineen. Käytännössä on osoittautunut, että 3/4" polyeteeniputki on tarkoituksenmukaisin. Se painaa vähemmän ja on suhteellisen suuren jäykkyytensä ansiosta helpompi työntää putken sisään.



Kuva 9. Huuhtelusuukappaleen toimintatapa.

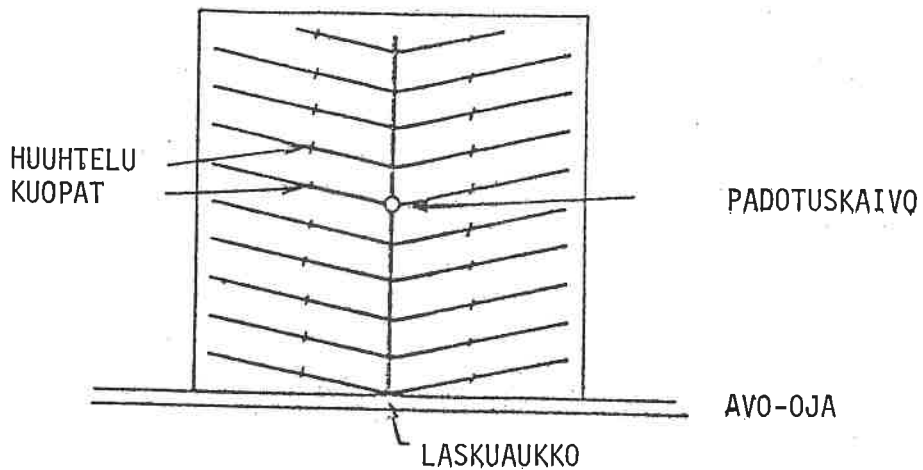


Kuva 10. Huuhtelusuukappaleen piirustus (mitat millimetreissä)

Pumpun työpaineen pitää olla vähintään 2000kPa (siis 20 kp/cm²) ja sen pitää antaa vesimäärä 70 litraa minuutissa. Pumppu ei saa myöskään olla herkkä epäpuhtauksille ja se pitää voida asentaa traktorin voimanulosottoon. Usein on mahdollista käyttää kasvinsuojeluruiskun pumppua.

Huuhtelussa on tärkeätä, että vedentarve voidaan järjestää, koska vedenkulutus on noin 3-4 kuutiota tunnissa. Muuten vesimäärä ei ole riittävä. On usein mahdollista käyttää kasvinsuojeluruiskun säiliöitä vesisäiliöinä. Maan jossakin osissa on urakoitsijoita, joilla on erikoisesti tätä tarkoitusta varten rakennettuja puhdistuslaitteita, näissä laitteissa on usein paine 5.000 - 10.000 kPa ts. (50 - 100 kp/cm²), mikä tekee mahdolliseksi puhdistaa pitempiä matkoja jokaisesta puhdistuspisteestä käsin. Puhdistus aloitetaan huuhtelemalla kokooja. Sen jälkeen kaivetaan tarpeellisin etäisyyksin huuhtelukuoppia pitkin imuojia, minkä jälkeen imuojat huuhdellaan. Lopuksi huuhdellaan kokooja uudelleen.

Huuhtelukuoppien välimatka määräytyy ruostesaostumien määrän ja puhdistusletkun pituuden mukaan. Tavallisesti puhdistetaan vain alhaalta ylöspäin. Jokaisesta huuhtelukuopasta voidaan saavuttaa huuhteluletkun pituutta vastaava puhdistusosuus. Jos ruostesaostumien määrä on pieni, voidaan yrittää puhdistaa myös ylhäältä alaspäin. Tällöin voidaan jokaisesta huuhtelukuopasta puhdistaa kaksinkertainen pituus. Kuvassa 11. on esimerkki, kuinka huuhtelukuopat sijoitetaan.



Kuva 11. Esimerkki huuhtelukuoppien sijoittamisesta siinä tapauksessa, että putkia voidaan puhdistaa molempiin suuntiin.

Huuhtelupuhdistusta voidaan olennaisesti helpottaa, jos huuhtelun tarve otetaan huomioon jo salaojituksen suunnitteluvaiheessa.

Ojasto pitää tehdä niin yksinkertaiseksi kuin mahdollista. Työtä helpottaa merkittävästi, jos ojastoihin rakennetaan huuhtelukaivot tai huuhteluhaarat kyntösyvyyden alapuolelle. On myöskin selvitettävä onko mahdollista purkauttaa imuojat suoraan avo-ojiin mikä helpottaa tarkkailua ja puhdistamista.

LÄHTEET

- Berglund, G. & Erlandsson, E. 1971. Spolrensning av dräneringsledningar. Grundförbättring 24:3/4, s. 139-145.
- Ford, H.W. 1982. Estimating the potential for ochre clogging before installing drains. American Society of Agricultural Engineers. Soil and Water Division. Paper No. 81-2542.
- Huhtasaari, C. 1980. Om rostutfällningar i dräneringsledningar. En undersökning i Norrbottens län. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Avdelningen för lantbrukets hydroteknik. Rapport 125.
- Ingvarsson, A. 1978. Undervattensdränering och spolrensning hjälper mot rost i rören. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Försöksavdelningen för hydroteknik. Stencil.
- Kuntze, H. & Eggelsmann, R. 1974. Erkennen und Bestimmen der Verockerungsgefahr für Dräne im Felde. Wasser und Boden 26:10, s. 294-296.
- Saavalainen, J. 1983. Salaojakeskuksen toimitusjohtaja, Helsinki. Suullinen tiedonanto.

PAINTEELLISEN POHJAVESIALUEEN SALAOJITUS

Anita Ingevall

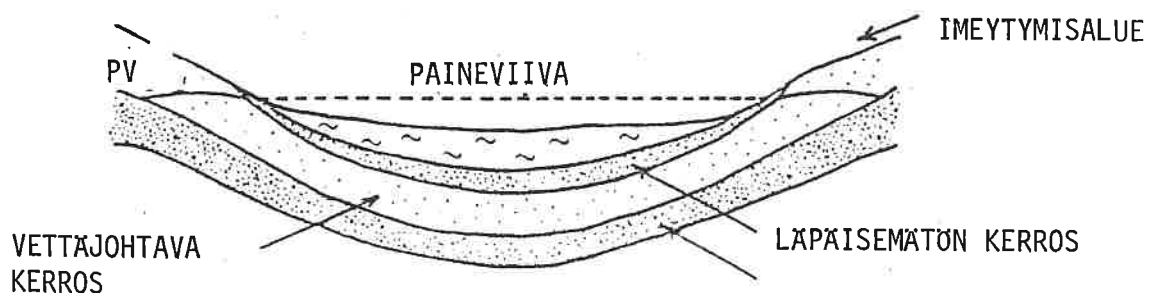
JOHDANTO

Monille ruotsalaisille maanviljelijöille aiheuttavat märät paikat, lähteensilmät taikka oikeat lähteet ongelmia. Erilaisin toimenpitein on yritetty näitä haittoja poistaa. Sorasilmäkkeet ja kosteisiin paikkoihin rakennetut ylimääräiset ojat ovat osoittautuneet tehottomiksi. Se että toimenpiteet ovat olleet turhia, johtuu siitä että vesi tulee syvemmällä sijaitsevista kerroksista ja että olosuhteisiin ei sen takia pystytä vaikuttamaan. Vesi on jatkanut kulkuansa maanpintaa kohti.

Tanskassa on kuitenkin kehitetty menetelmä joka on osoittautunut toimivan hyvin salaojitettaessa paineellisen veden alaisia alueita. Menetelmää kutsutaan pystysalaojitukseksi. Se on kehitetty Danske Hedeselskapin toimesta.

Tämä raportti pohjautuu olennaisilta osiltaan tanskalaisiin lähteisiin. Menetelmä tarkoittaa, että käytetään hyödyksi paineveden omia ominaisuuksia. On sen takia perusteltua lyhyesti käsitellä mitä paineellinen vesi on ja kuinka se esiintyy.

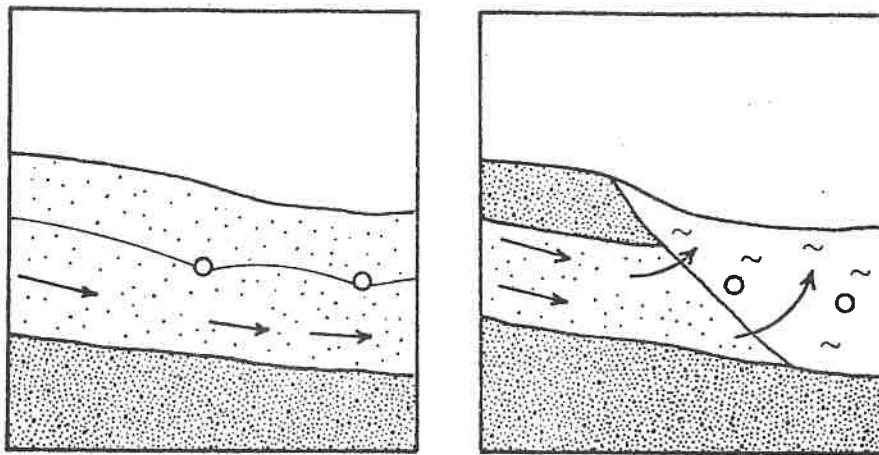
Paineellisen pohjaveden esiintymisen edellytys on, että alueen alla on suljettu pohjavesiesiintymä. Tällä pohjavesiesiintymällä tarkoitetaan vettä johtavaa kerrosta, joka on sekä ylös-että alaspäin rajoittunut huonosti vettä johtavaan kerrokseen. Vettä johtavassa kerroksessa esiintyy ylipainetta, jos pohjavesi kerrokseen tulee ympärillä olevilta alueilta, jotka sijaitsevat korkeammalla kuin tämä kyseessä oleva alue. Katso kuvaa 1.



Kuva 1. Kaaviollinen esitys suljetusta pohjavesivarastosta.

Vettä johtava kerros on useimmiten karkeampaa maalajia kuin ympäröivät kerrokset. Salaojitusongelmia syntyy, jos tämän pohjavesivaraston yläpuolella olevassa maakerroksessa on paikkoja, missä on parempi veden läpäisevyys esim. maalajien vaihtelujen taikka halkeamien muodostumisen takia.

Vesi tulee silloin näihin paikkoihin ja virtaa vettäjohtavasta kerroksesta ylös maanpintaan saakka. Tämä on seurausta vettäjohtavassa kerroksessa vallitsevasta ylipaineesta ja siitä, että näissä kohdissa on heikompi veden virtauksen vastus. Veden virtaussuunta on siis päinvastainen niissä tapauksissa, jolloin ollaan tekemisissä paineveden kanssa, kuin niissä tapauksissa, jolloin se liikkuu vapaasti tavallista pohjavedenpintaa kohti. Tämä selittää sen, että normaali salaojitus on käytännöllisesti katsoen tehoton alueella jossa on paineellista pohjavettä. Molempia tapauksia kuvataan kuvassa 2.



Kuva 2. Kaavamaisia periaatepiirroksia salaojituksesta

- a) normaaleissa olosuhteissa
- b) paineellisen pohjaveden käsittelyssä.

Jos painevettä esiintyy ja vedenvirtaussuunta on tämän johdosta ylöspäin, tulee vesi jatkuvasti tunkeutumaan ylös salaojaputkien välissä, kun on kysymys normaalista salaojituksesta. Salaojituksella ei silloin ole mitään kuivattavaa vaikutusta. Jotta välttyttäisiin tehottoman salaojituksen tekemiseltä, on tärkeitä, että etukäteen tehdään riittävän laaja tutkimus silloin, kun voidaan epäillä, että kyseessä on paineellinen pohjavesialue.

Menetelmä, jota käytetään salaojitettaessa paineellisen pohjaveden alueita on nimeltään pystysalaojtus. Salaojaputkia asetetaan pystyyn vettä johtavaan kerrokseen saakka. Täten ikäänkuin rei'itetään vettäjohtavan kerroksen päällä oleva huonosti vettä johtava kerros. Vesi virtaa pystysuorien salaojaputkien kautta, koska näissä putkissa on pienin virtausvastus. Pystysuorat salaojajohdot yhdistetään sen jälkeen joko avo-ojilla taikka kokoojaojilla ja näiden kautta vesi johdetaan pois. Näin saadaan paikallisesti alennetuksi painetta vettäjohtavassa kerroksessa. Siten on luotu edellytykset maan normaalille kuivattamiselle.

ESITUTKIMUKSET

Paineellinen pohjavesialue vaatii enemmän kenttätutkimuksia kuin tavallinen salaojtus. Ei riitä, että pelkästään vaaitaan alue ja määritetään maalaji, vaan vettäjohtava kerros täytyy myöskin selvittää ja tutkia.

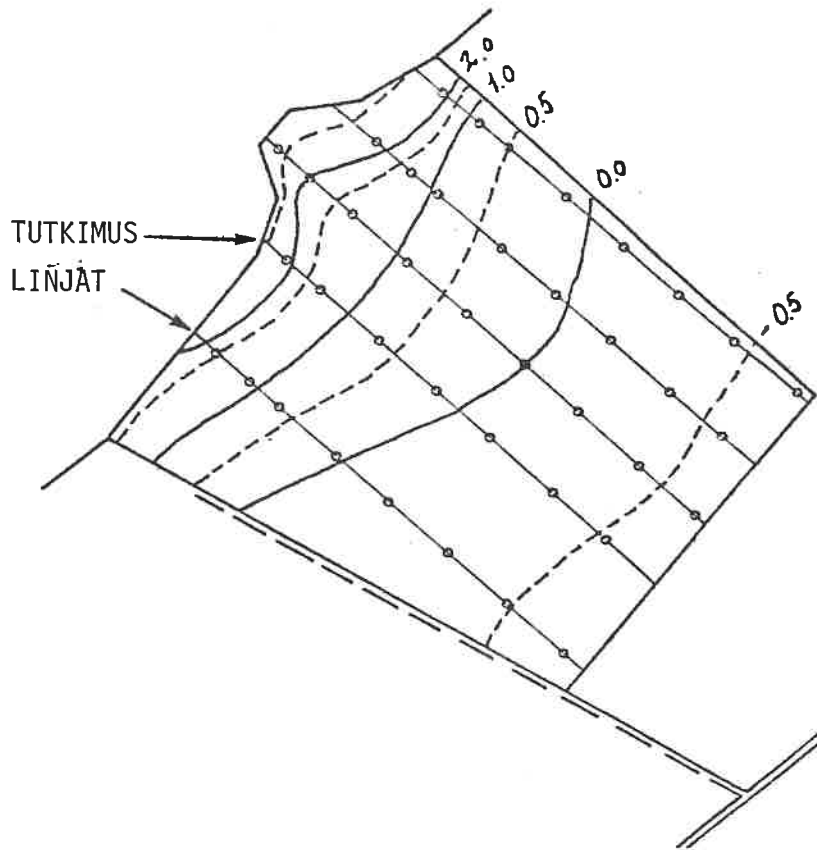
Kenttätutkimuksen täytyy käsittää seuraavat kohdat:

1. Alueen kartoitus ja vaaitus sekä ympäröivien alueitten korkeussuhteiden selvittäminen.
2. Maalajisuhteitten tutkiminen. On välttämätöntä tehdä suhteellisen syvä maalajitutkimus, ehkä 5-10 metrin syvyyteen, niin että voidaan saada selville vettäjohtavan kerroksen syvyys, paksuus ja esiintymisalue.
3. Vedenpaineen mittaaminen vettäjohtavassa maakerroksessa.

Kenttätutkimusta edeltää ko. alueen ja ympäristön tarkastelu. Usein on tarpeen merkitä se alue jossa suoritetaan tarkempia tutkimuksia.

Ennenkuin tutkimukset aloitetaan on maastoon merkittävät ne linjat, joilla näytteet otetaan ja paineenmittaus tapahtuu. Nämä linjat tulee sijoittaa kohtisuorasti korkeuskäyriä vastaan ja siten, että ne peittävät alueen niin hyvin kuin mahdollista. Näytteitä tulee ottaa jo vedenvaivaaman alueen yläpuolelta ja näytteenottoa tulee jatkaa vedenvaivaaman alueen alapuolelle.

Esimerkki tästä on kuvassa 3.

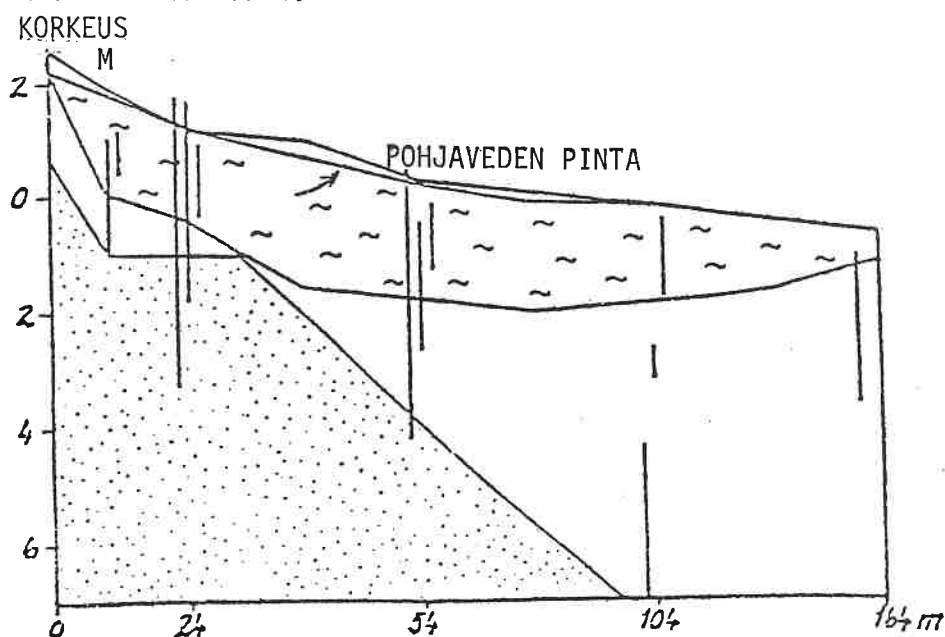


Kuva 3. Karttaluonnos paineellisen pohjaveden vaivaamasta alueesta, johon on piirretty tutkimuslinjat ja näytteenottoaikat.

Maalajitutkimus suoritetaan tutkimuskairan avulla. Maalajinäytteitä otetaan joka syvyydestä niin että maan kerrostuneisuus voidaan selvittää. Tarkoitus on selvittää millä tavalla erilaiset maakerrokset ovat jakautuneet alueella ja missä syvyydessä ne ovat maanpintaan nähden. Määrittämällä maalajin raakoostumus ja tiiveys saadaan myöskin hyvä käsitys siitä, missä kerroksessa voidaan ajatella vettäjohtavan kerroksen olevan ja määrittellä vedenläpäisevyys. Saattaa olla vaikeata ratkaista, kuinka tiheästi on välttämätöntä kairata. On kuitenkin usein niin, että maan kerrostuneisuus muuttuu ja on erilaista juuri niillä tienoilla missä paineellista pohjavettä esiintyy. Tämän vuoksi on toivottavaa, että näytteitä otetaan tiheästi. Samanaikaisesti on luonnollista, että kustannukset pyritään pitämään niin alhaisina kuin mahdollista.

Jotta saataisiin selville pohjavesiesiintymän erilaiset painesuhteet on edullista käyttää käsitettä potentiaali. Potentiaalilla tarkoitetaan kokonaispainetta, joka on mitattu tiettyyn vertailutasoon nähden. Vertailutaso valitaan jollakin korkeudella vettäjohtavassa kerroksessa. Potentiaali ilmaistaan tavallisesti metreinä vesipatsasta.

Jos meillä on alue, missä erilaiset maalajit ovat vaakasuorasti kerrostuneet ja jolla esiintyy suurempi vettäjohtava kerros joidenkin metrien syvyydessä on usein niin, että tämän suljetun paineellisen pohjavesiesiintymän yläpuolella esiintyy normaalia vapaata pohjavettä. Potentiaalimittaukset täytyy sentakia tehdä tämän vapaan pohjavesipinnan alapuolella toisinsanoen alhaalla syvällä vettäjohtavassa kerroksessa. Jos potentiaali tässä kerroksessa on korkeampi kuin vapaan pohjaveden potentiaali on selvää, että silloin on kysymys paineellisen pohjaveden esiintymisestä ilmiötä kuvataan kuvassa 4.



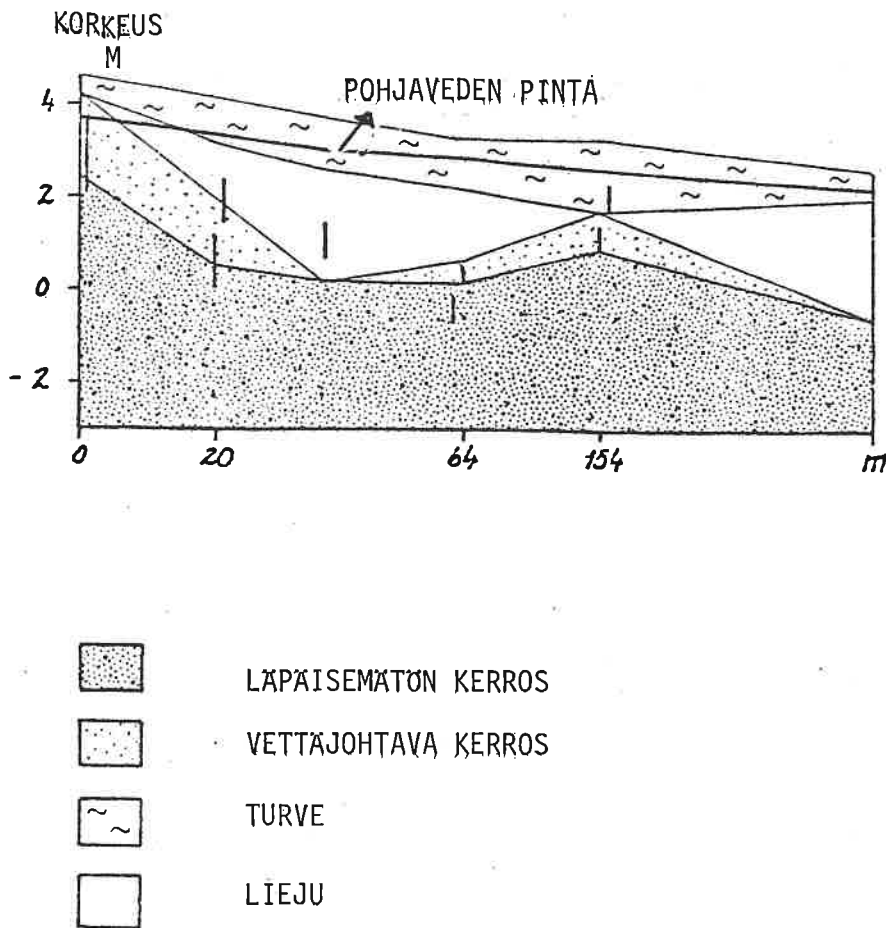
Kuva 4. Maalajipoikkileikkaus, jossa on potentiaalimittaukset, jotka osoittavat että hiekkakerroksessa on vesipainetta. Mittaushetkellä ei veden nousu piezometriputkessa turpeesta ja liejusta ollut vielä tasaantunut.

Vedenpaine vettäjohtavassa kerroksessa voi kuitenkin jossakin tapauksessa olla jossakin vapaan pohjavesipinnan ja sen pinnan välillä, joka vastaa kuviteltua normaalin salaojituksen yhteyksissä esiintyvää pohjavesipintaa. Tällaisessa tapauksessa voi olla vaikeaa arvioida, onko vesivirta ajoittain ylöspäin suuntautunut. Jos vapaa pohjavedenpinta on tutkimushetkellä korkealla, mikä saattaa johtua vuosivaihtelusta, voi paine-ero viitata alaspäin suuntautuvaan vesivirtaan. Silti ei ole varmaa, että veden liike olisi alaspäin suuntautuva, jos vapaa pohjavedenpinta olisi alempana.

Tämänlaatuiset ongelmat voidaan useimmiten välttää tekemällä riittävän monta pohjavedenpaineen mittausta, mieluummin pitemmän ajanjakson kuluessa. Pohjavedenpaineen mittaamiseen käytetään piezometriputkia. Nämä ovat ohuita teräsputkia, joissa on alapäässä reikä 5 cm pituudella niin että vesi voi päästä sisään. Piezometriputkia sijoitetaan erilaisiin syvyyksiin maalajitutkimuksen perusteella. Yksi piezometriputki pitää siis asettaa niin syvälle vettäjohtavaan kerrokseen, että pohjavedenpaine voidaan määrittää.

Että saataisiin hyvä käsitys veden virtaussuunnasta ja paineesta, täytyy jokaiseen näytteenottokohtaan sijoittaa useampi piezometriputki muutamien metrien väleihin kohtisuoraan tutkimuslinjojen poikki. Putket asetetaan eri syvyyksiin niin että vettäjohtavan kerroksen koko syvyys voidaan selvittää. Vedenpinta putkissa havaitaan sen jälkeen vuorokauden kuluttua, samanaikaisesti kun havaitaan pohjavedenpinta koekuopissa. Tutkimukset päätetään, kun koko alue on mitattu ja vaaittu. Myös vesipinnat vaaitaan.

Mittausarvot ja muut tiedot, jotka on saatu kenttätutkimuksen aikana, sovitetaan sen jälkeen yhteen. Tämä tapahtuu parhaiten siten, että piirretään maaprofiilin pystyleikkaus tutkimuslinjojen mukaan. Maakerrosten tiedot, jotka on saatu koekairauksissa piirretään kairauspaikkojen kohdalle pituusleikkausessa. Painemittausten tulokset esitetään vesipatsaina leikkauksissa niissä paikoissa ja tasoissa, missä mittaukset ovat tapahtuneet.

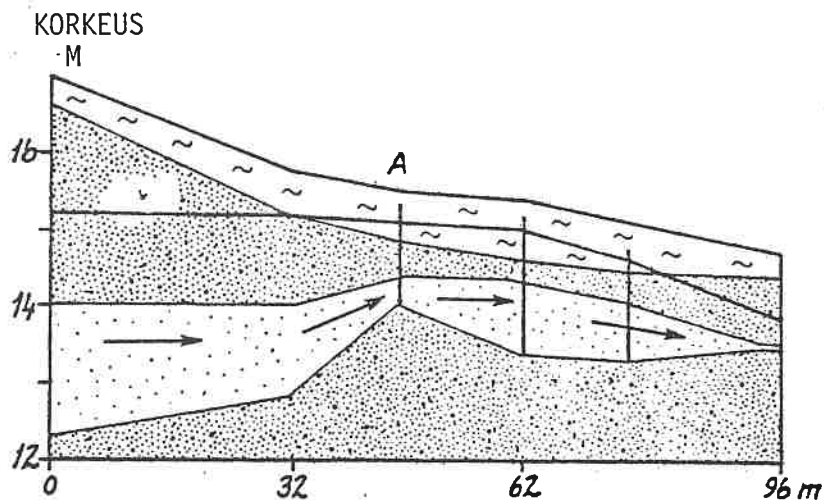


Kuva 5. Maalajileikkaus, jonka vedenpainemittaukset osoittavat, että vettäjohtavassa kerroksessa ei ole pohjaveden ylipainetta.

Samanlainen leikkaus piirretään jokaisesta tutkimuslinjasta. Tällä tavalla tehdään vesisuhteet havainnollisiksi. Kuvassa 4 osoitetaan tapaus, mistä käy selville, että alueella on paineellista pohjavettä. Vesipatsaat painemittauksessa ovat vapaan pohjavedenpinnan yläpuolella. Kuvassa 5 on esimerkki, missä vettäjohtavan kerroksen vesipaine ei ole niin suuri, että se vaikuttaisi yläpuolella olevaan maahan. Täällä riittää siis tavallinen salaojitus.

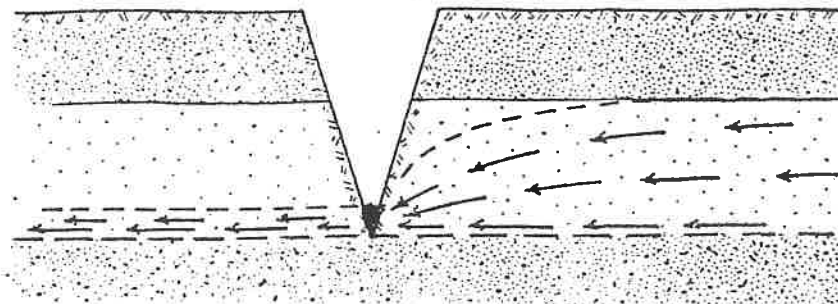
Jos nyt on osoittautunut, että kyseessä on todellakin paineellinen pohjavesialue, mitä silloin täytyy tehdä?

Pystysalaojitus on menetelmä, jonka avulla ongelma voidaan ratkaista. Tätä menetelmää voidaan kuitenkin suositella tapauksiin, missä ei ole mahdollisuutta yksinkertaisempaan ratkaisuun. Pystysalaojitusta käytetään ennenkaikkea, kun vettäjohtava kerros on liian syvällä, että se voitaisiin saavuttaa tavallisilla menetelmin, tai silloin, kun halutaan kuivattaa vain pienempi osa suuremmasta paineellisen pohjaveden vaivaamasta alueesta. Niissä tapauksissa, missä vettäjohtava kerros vedenvaivaamalla alueella on matalammalla kuin 2-2,5 metriä, pitäisi sensijaan yrittää tehdä poikkioja virtaussuunnan poikki maanalaisen vesivirran poisjohtamiseksi. Katso kuva 6.

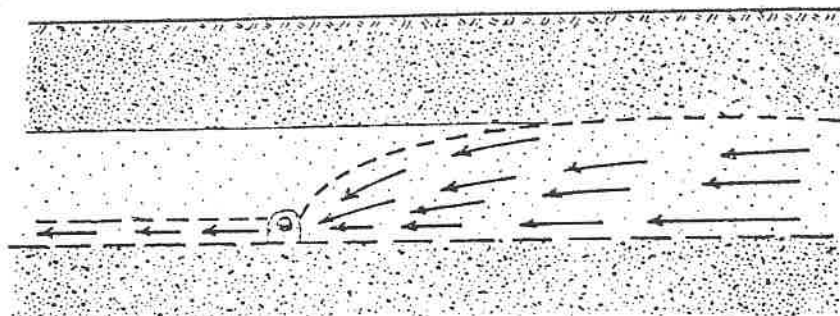


Kuva 6. Tässä leikkauksessa vettäjohtava kerros on niin korkealla, että vesi voidaan pysäyttää katkaisevalla ojalla pisteessä A.

Tämä oja voidaan tehdä joko avo-ोजना taikka suurena salaojana. Mitoitusohjeita tällaista poikittaista ojaa varten löytyy kirjallisuudesta. Tärkeintä sellaisessa tapauksessa on, että oja sijoitetaan oikeaan tasoon vettäjohtavaan kerrokseen ja että se ei ole alimitoitettu. Jos valitaan avo-oja, silloin ojan täytyy ulottua koko vettäjohtavan kerroksen poikki aina alla olevaan läpäisemättömään kerrokseen saakka. Jos valitaan salaoja, on putki sijoitettava niin syväälle kuin mahdollista vettä johtavaan kerrokseen mieluummin aina alempana olevaan läpäisemättömään kerrokseen. Esimerkki esitetään kuvissa 7 ja 8.



Kuva 7. Avo-oja joka ulottuu koko vettäjohtavan kerroksen poikki.

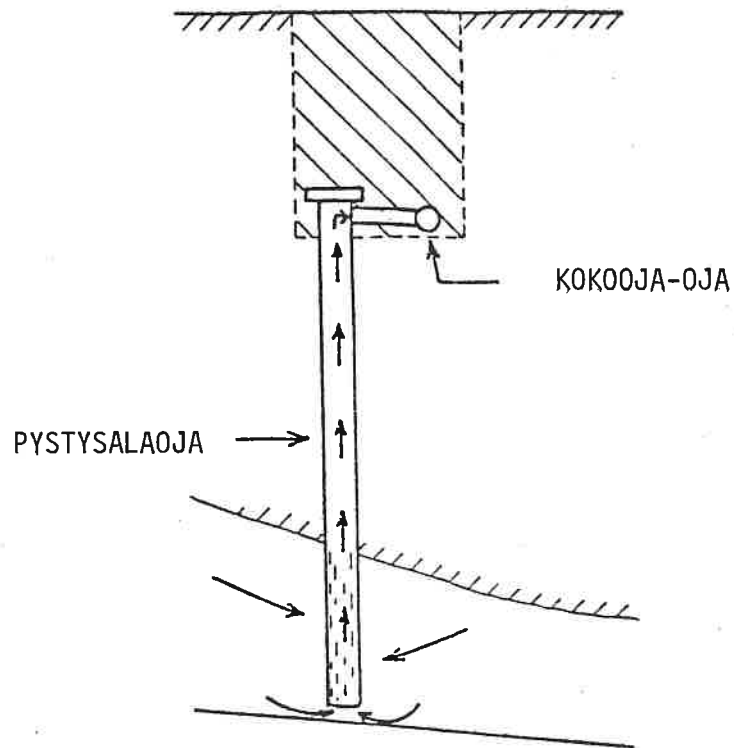


Kuva 8. Putkioja joka katkaisee vesivirran vettäjohtavassa kerroksessa.

Pystysalaojitusta on kuitenkin pakko soveltaa, jos painevesivarasto on syvällä, taikka jos se alue, joka kuivatetaan, on ainoastaan pienempi osa suuremmasta paineellisen pohjaveden vaivaamasta alueesta.

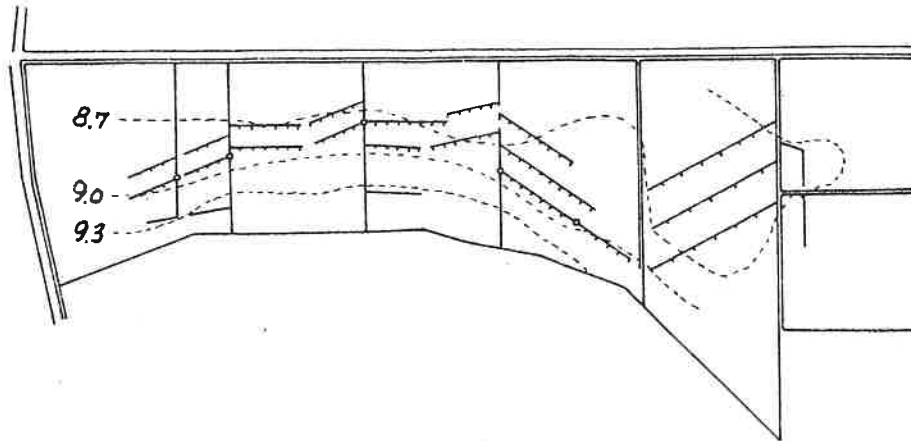
PYSTYSALAOJITUKSEN TEKEMINEN

Pystysalaojituksen tarkoitus on johtaa niin paljon vettä, että pohjaveden paine paikallisesti alenee niin paljon, että kuivatus voi tapahtua. Tämä voi tapahtua siten, että pystyputki viedään alas vettäjohtavaan kerrokseen. Vesi virtaa silloin ylös näitten putkien kautta pohjavesiesiintymässä esiintyvän ylipaineen johdosta ja voidaan johtaa pois kokoojan kautta.



Kuva 9. Periaatekuva pystysalaojituksesta.

On vaikeata laskea kuinka monta pystyojaa tarvitaan, että saataisiin tarpeellinen potentiaalinen alenema. Sen takia on usein tarpeen, että pystyjoitusta tehdään jaksoittain. Esimerkki suunnitellusta painevesisalaojitukselta on kuvassa 10.



Kuva 10. Paineellisen pohjavesialueen salaojitussuunnitelma.

Salaojitustyöt aloitetaan kokoojaojien rakentamisella. Ne asennetaan vettäjohtavassa kerroksessa vallitsevan virtaussuunnan poikki ja asennetaan niin pitkälle vedenvaivaaman alueen yläpuolelle kuin mahdollista. Kokoojaojat pitää asentaa 1,2-1,5 metrin syvyyteen. Mitä syvemmälle ojat sijoitetaan, sitä suurempi on pohjavedenpaineen alentuma pystysuorien salaojien kohdalla ja sitä suuremmaksi tulee myös poisjohdettava vesimäärä.

Joissakin tapauksissa on hyvä aluksi asentaa ainoastaan se kokoojaoja, joka on kauimpana pohjavesivirran tulosuunnassa ja samanaikaisesti rakentaa ne pystyojat jotka yhdistetään tähän johtoon. Tällä tavalla voidaan havaita tehdyn ojituksen teho ja sen jälkeen jälkeinpäin lisätä useampia painevesiputkia ja kokoojaojia siinä määrin kun se osoittautuu tarpeelliseksi.

Kun kokoojaojat on asennettu alkaa niitten pystyojien tekeminen, jotka pitää kokoojaan yhdistää. Aluksi kaivetaan kuoppia niihin paikkoihin kokoojan vieressä, mihinkä pystyojat tullaan sijoittamaan. Kuopat kaivetaan niin syviksi ja suuriksi, että niissä on mahdollista yhdistää pystyoja kokoojaojaan.

Ensimmäinen putki asennetaan kuoppaan ja painetaan alas kaivinkoneen kauhalla. Putki huuhdotaan sen jälkeen oikeaan syvyyteen korkeapaineisen vesisuihkun avulla. Se varustus, joka tarvitaan tähän työhön, on pumppu, letku ja 1" ja 1 1/2" vesijohtoputkia. Pumpun tehon tulee olla noin 200 l/min. Letkuun kiinnitetään 1,8 metriä pitkä vesijohtoputki ja letkun toinen pää yhdistetään pumppuun. Huuhteluputki viedään pystysuoran salaojaputken sisään. Vesisuihku huuhtelee irti maan salaojaputken edessä niin että putki voidaan upottaa syvemmäksi. Suihkun irroittama maa tulee veden mukana ylös salaojaputken läpi ja laskeutuu kuoppaan.

Usein on tarpeen salaojaputken upottamiseksi kuormittaa sitä jonkun verran joko kauhakoneen kauhalla tai jollain muulla tavalla. Tämä sama pätee myös huuhteluputkeen, joka mielummin pidetään vähän alaspäin tunkeutuvaa salaojaputkea syvempänä. Huuhteluputki on varustettu kädensijalla putken käsittelyn ja kuormittamisen helpottamiseksi.

Aina sitä mukaan kun tullaan syvemmälle maassa, liitetään jatkoksi uusia pätkiä sekä salaojaputkea että huuhteluputkea. Nämä putket ovat tavallisesti 1,5 m pitkiä. Kun pystysalaoja on sijoitettu oikeaan syvyyteen, se huuhdellaan ja liitetään kokoojaojaan.

Pystysuorien putkien keskinäinen etäisyys vaihtelee tavallisesti 5-10 metrin välillä, mutta jos vedentulo on erikoisen suuri jossakin putkissa täytyy kuivatusta täydentää useammilla putkilla näitten putkien läheisyydessä. Pystyputkiin käytetään 75-100 mm sileätä PVC-putkea. Se putkenosa joka tulee vettäjohtavaan kerrokseen, täytyy olla rei'itetty sisäänvirtauksen helpottamiseksi. Tietyissä olosuhteissa saattaa olla välttämätöntä varustaa putki jonkunlaisella suodattimella, että se ei täytyisi hienolla, helposti liikkuvalla maa-aineksella.

Tanskassa, missä pystysalaojitus on kehitetty, on menetelmää käytetty yli 20 vuotta. Sitä käytetään vuosittain noin viidessäkymmenessä salaojituksessa. Menetelmä on siis hyvin tutkittu. Ruotsissa on menetelmää tähän mennessä käytetty varsin rajoitetusti, enimmäkseen tavallisen salaojituksen täydennyksenä silloin, kun tämä ei ole osoittautunut riittäväksi. On ennenkaikkea ollut kysymys yksittäisten vaivalloisten lähteensilmien salaojittamisesta eikä sellaisista suurista alueista kuten Tanskassa. Useimmissa tapauksissa on osoittautunut riittäväksi, kun sijoitetaan muutamia pystysalaojia vedenvaivaamalle alueella ja nämä liitetään lähimpään olemassaolevan salaojituksen putkeen. Ei ole myöskään havaittu tarpeelliseksi tehdä mitään perusteellisempaa kenttätutkimusta taikka rakentaa uusia kokoojia.

Suurempien paineellista pohjavettä sisältävien alueiden salaojituksesta puuttuu Ruotsissa käytännön kokemus.

On myös pidettävä mielessä pystysalaojituksen erilaiset edellytykset Tanskassa ja Ruotsissa. Tanskan maalajit ovat enimmäkseen lajittuneita, tavallisimmat maat ovat kevyitä hiekka-, hietamaita joissa on erilaisia määriä savea. Jäykät savimaat puuttuvat melkein kokonaan.

Ruotsissa sensijaan on suuria alueita joissa on jäykkiä savimaita ja myöskin suuria moreenialueita. Varsin usein savimaitten alla on vettäjohtavia moreenikerroksia. Silloin on huomattavasti vaikeampaa käyttää sellaista menetelmää kuin pystyojitus. Menetelmän käyttöalue Ruotsissa tulee tämän takia olemaan rajoitettu.

Luultavasti myöskin korkeat hehtaarikustannukset paineellisen pohjavesi-alueen salaojittamisessa rajoittavat pystysalaojituksen käytön pienempiin "strategisesti" tärkeämpiin alueisiin.

Tässä esityksessä on selvitetty, mitkä menetelmät voivat vaikuttaa paineelliseen pohjaveteen. Toivon, että tulevaisuudessa pystytään välttämään tarpeetonta työtä, silloin kun on kysymys lähteensilmien kuivattamisesta.

LAHTEET

- Aslyng, H.C. 1980. Forelaesninger over afvanding i jordbruget. Kulturteknik III. 3:e uppl. København: DSR Forlag. Den Kgl. Veterinaer- og Landbohøjskole.
- Donnan, W.W. 1959. Drainage of agricultural lands using interceptor lines. American Society of Civil Engineers, New York. Irrigation and Drainage Division, Journal 85:IR1, s. 13-23.
- ILRI. 1979/80. Drainage principles and applications. Vol. I-IV. 2:a uppl. International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI), Wageningen. Publication 16.
- Sandahl Skov, K. 1960. Et trykvandsareal. Hedeselskabets Tidsskrift 81:13, s. 287-294.
- Sandahl Skov, K. 1969. Plastrør til trykvandsdraening. Hedeselskabets Tidsskrift. 90:4, s. 86-89.
- Sandahl Skov, K. & Olsen, M. 1961. Om draening af trykvandsarealer. Hedeselskabets forskningsvirksomhet. Beretning 5. s. 1-44.
- Smedema, L. & Rycroft, D.W. 1983. Land Drainage. Planning and design of agricultural drainage systems. London: Batsford Academic and Educational Ltd.
- Stisen, S. och Mortensen, J.R. 1982. Artesian water drainage in relation to drainage in Denmark. Land drainage (red. M.J. Gardiner), s. 175-187. Rotterdam: A.A. Balkema.