

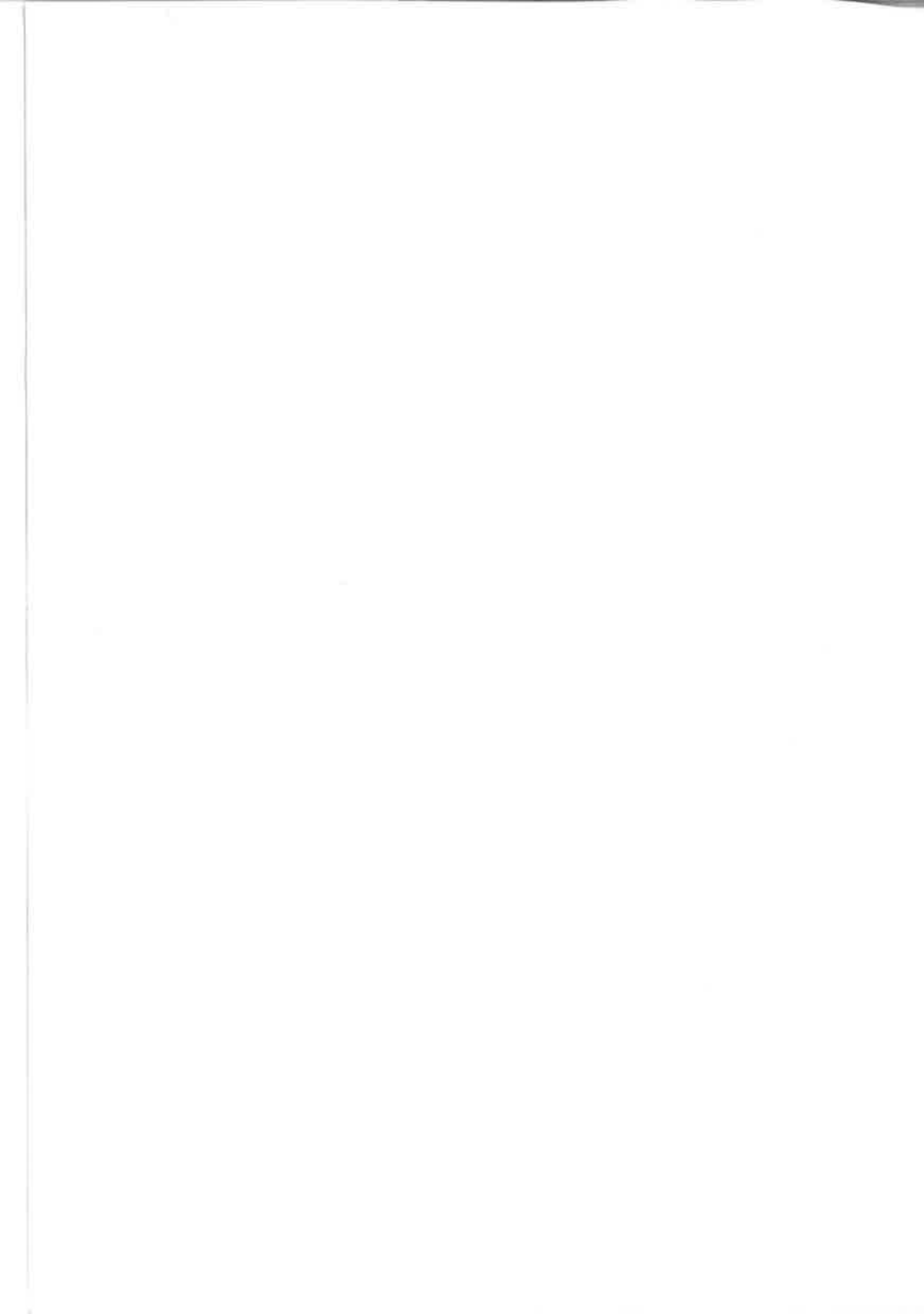
SALAOJITUKSEN TUTKIMUSYHDISTYS RY:N TIEDOTE

N:o 13



**KENTTÄTUTKIMUSMENETELMISTÄ
PAINEENALAISILLA SALAOJITUSALUEILLA
sekä
JUNKKARINJÄRVEN PENGERRYYS**

HELSINKI 1991



**KENTTÄTUTKIMUSMENETELMISTÄ
PAINEENALAISILLA SALAOJITUSALUEILLA**

sekä

JUNKKARINJÄRVEN PENGERRYS

Tämän julkaisun on rahoittanut Salaoituksen Tukisäätiö

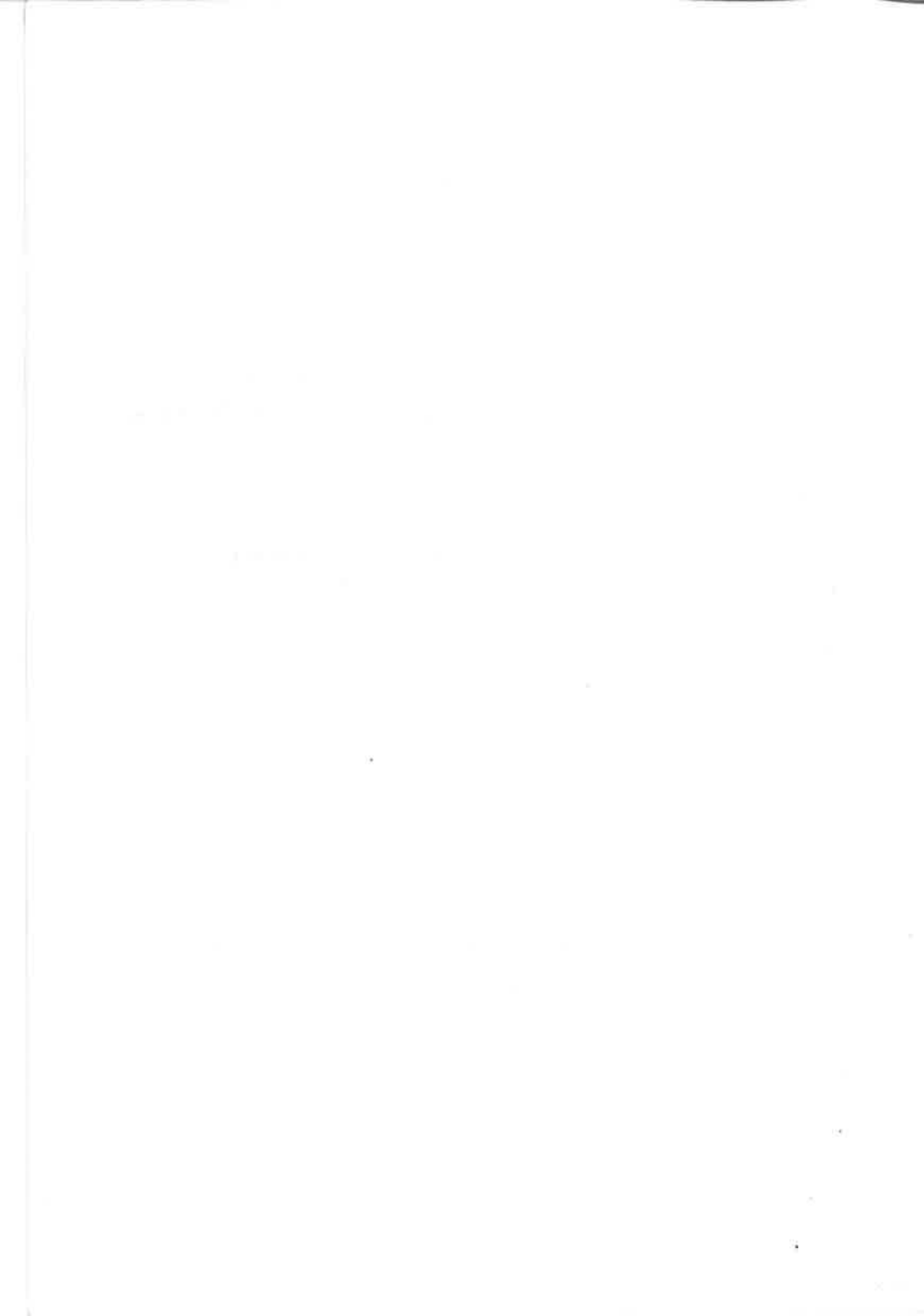
* * *

Julkaisija: Salaoituksen tutkimusyhdistys ry.

Toimitus: DI Esko Laikari (vastaava)

VTK Heikki Aarrevaara

ISSN 0783 - 392 X



Sisällysluettelo

<i>Salaojituksen kenttäutkimukset paineenalaisilla pohjavesialueilla</i> Esko Laikari	5
<i>Junkkarinjärven pengerys</i> Esko Laikari	19

Salaojituksen kenttätutkimukset paineenalaisilla pohjavesialueilla

DI Esko Laikari, Salaojituksen tutkimusyhdistys r.y.

1. Esipuhe

Etelä-Suomen saviseuduilla ja Länsi-Suomen rannikkoalueilla on paikoittain paineellisia pohjavesialueita, joilla vettä johtavien kerrosten peitteenä on huonosti vettäläpäiseviä savitai silttikerroksia. Pohjaveden paineellisuus ei välttämättä kaikkina vuodenaikoina ole helpposti havaittavissa. Tästä syystä tällaisten alueiden peltosalaojituksissa on toistuvasti tullut esille tapauksia, joissa normaali paikalliskuivatuksen mitoitus ei ole tuottanut tavoiteltua tulosta.

Salaojituksia on jouduttu uusimaan ja täydentämään, eräissä tapauksissa useitakin kertoja. Ojituksen lopulliset kokonaiskustannukset ovat saattaneet osoittautua niin korkeiksi, että jos ne etukäteen olisi osattu luotettavasti arvioida, olisi koko ojitus taloudellisesti kannattamattomana voinut jäädä toteuttamatta ja k.o. peltoalue olisi poistettu viljelykäytöstä.

Pellon tuotto kasvinviljelyssä ja pellon kauppahinta asettavat tietyt rajat kuivatukseen uhrattaville kustannuksille. Salaojituskustannukset ovat (vuonna 1991) keskimäärin 11.000 mk/ha. Kustannusten ollessa yli 15.000 mk/ha joudutaan yleensä erikseen harkitsemaan hankkeen kannattavuutta. Sa-laojituksen kokonaiskustannuksista 800...1000 mk/ha johtuu suunnittelusta, suunnitelman maastoon merkitsemisestä ja varsinaisista kenttätutkimuksista, joilla selvitetään suunnittelun tekniset perusteet.

Kenttätutkimusten osuus kustannuksista on 300...400 mk/ha. Tätä taustaa vasten on ymmärrettävää, että varsinaisten kenttätutkimusten täytyy olla varsin rutiinimaisia eikä

niiden yhteydessä voida kovin perusteellisia pohjavesitutkimuksia tehdä. Toisaalta on todettava, että ammattitaitoinen salaojateknikko saa normaalitapauksessa nykyaikaisin välinein täysin riittävät lähtötiedot suunnittelua varten. Myös vuosien, jopa vuosikymmenien aikana saatu kokemus ja urakoitsijoilta sekä viljelijöiltä tullut palaute ovat taanneet sen, että nopeista ja joskus jopa pintapuolisilta näyttävistä maastotutkimuksista huolimatta piileviinkin pohjavesiongelmien on osattu varautua.

Vuotuinen salaojitusmäärä (v.1991) on noin 25.000 ha, joka koostuu noin 8.000 ojituskohdeesta. Näistä noin 3000 kohdetta (noin 10.000 ha) on Etelä- ja Lounais-Suomessa, missä paineellisesta pohjavedestä johtuvia haittoja eniten ilmenee. Vuosittain tällaisia todetaan 30...50 kappaletta. Hehtaarimäärät, joilla haittaa esiintyy, ovat pienet, mutta jo muutaman aarin märkä alue keskellä muuten hyvin toimivaa ojitusaluetta vaikeuttaa yhtenäisen kuvion muokkausta ja viljelyä ja antaa perusteet ongelman tarkempaan selvittelyyn. Tässä on todettava, että ongelmaa on tarkasteltava tapausten lukumäärän, ei hehtaarimäärän mukaan.

Salaojakeskus ry on useaan otteeseen tutkinut paineellisen pohjaveden vaivaamien peltoalueiden salaojituskeskymyksiä pyrkien ensi sijassa arvioimaan tehtyjen ojitusten toimimattomuuden syitä. Tutkimuksissa keskityttiin lähinnä maaperän vedenläpäisevyyden selvittämiseen ja pyrittiin paikallisen ongelman ratkaisuun. Yleisempää kenttätutkimusten kehittämiseen tähtäävää analyysiä ei näissä tutkimuksissa tehty. Kenttätutkimuksissa tarvittavan erikoiskaluston takia maastotöissä käytettiin apuna konsultti-

toimistoa tai vesihallituksen geoteknistä yksikköä. Tutkimustöiden kustannuksista vastasi Salaojakeskus ry.

Kirjallisuustutkimuksena on selvitetty paineenalaisten pohjavesialueiden salaojituskysymyksiä Pohjoismaissa, lähinnä Tanskassa ja Ruotsissa. Näissä on tarkasteltu pohjoismaisia pystysalaojitusratkaisuja ja niiden teknisiä perusteita. Kenttätutkimusten osalta em. tutkimusraporteissa on korostettu paineellisten pohjavesialueiden maalajisuhteiden määrittämistä normaalikäytäntöä syvempään, aina 5...10 metrin syvyyteen. Tämän lisäksi tutkimuksissa on tuotu esille akviferin painesuhteiden mittauksen tärkeyttä. Kirjallisuustutkimusta on tehty vuodesta 1985 alkaen lähinnä Salaojituksen Tutkimusyhdistyksen ry:n rahoituksella.

Paineenalaisten pohjavesialueiden salaojitus-suunnittelua varten tarvittavien kenttätutkimusten kehittäminen on Suomessa jäänyt vähäiseksi. Salaojituksen suunnittelua hoitava organisaatio joutuu jo kannattavuussyistä keskittämään toimintansa asiakkailtaan velotettavaan rutiinitöihin eikä siltä liikene aikaa eikä muita resursseja varsinaiseen perustutkimukseen. Paineellisten pohjavesien aiheuttamat ongelmat ovat valtakunnallisesti pieniä, mutta tilakohtaisina varsin haitallisia. Tästä syystä niiden käsittelyä Salaojituksen tutkimusyhdistyksen työnä on pidetty tarpeellisena.

Tutkimusyhdistys sai maatilatalouden kehittämismisrahastosta määrärahan tutkimukseen, jonka tarkoituksena on kenttätutkimusmenetelmien kehittäminen paineenalaisten pohjavesialueiden



Kuva 1. Paineellisen pohjaveden purkaumasilmäke keskellä peltoaluetta. (Anjalankoski, Vähä-Pasilan tila)

salaojitus suunnittelua varten. Tutkimus valmistui 20.6.1991.

Tutkimuksessa sovellettiin vedenhankinnassa käytettävää tutkimustekniikkaa salaojitusalueilla, joilla toteutetun ojituksen toiminta oli paineellisen pohjaveden takia jäänyt puutteelliseksi.

Seuraavassa on lyhennellen selostettu vain yhdessä (I. Espoon) kohteessa tehtyjä kenttätutkimuksia ja tutkittuja kuivatusvaihtoehtoja sekä tutkimuksen perusteella laadittua ohjetta paineellisten pohjavesialueiden kenttätutkimustöiden suoritusjärjestykseksi.

2. Tutkimuskohteet

Tässä tutkimuksessa koalueiksi valitut neljä kohdetta osoittautuivat kaikki rakenteeltaan eri tyypisiksi. Jokaisessa paineellisen pohjaveden aiheuttama haitta ilmeni periaatteessa samanaikaisesti: tehty salaojitus ei toiminut, pellon pinta pysyi märkänä ja pehmeänä. Haitan vaikutusalueen laajuus ja muoto sensijaan vaihtelivat.

Espoossa haitta-alue oli verrattain laaja, yli 1 ha. Se ei pinnanmuodostukseltaan sanottavasti poikennut toimivasta salaojitusalueesta. Pintaan tulevia, näkyviä pohjaveden purkaumia ei havaittu.

Nummi-Pusulassa haitta-alue oli selvästi pienempi, vain muutamia kymmeniä aareja. Alue oli painanteessa, selvästi muuta peltoa alempana. Alueella oli runsaasti silmäkkeitä, joista osa vuoti jatkuvasti. Uusia silmäkkeitä syntyi koetinkairausten reikiin. Pohjavesihaitta oli pahentunut pellon salaojituksen jälkeen.

Anjalankoskella haitta-alue oli nauhamainen ja se sijoittui selvästi korkeuskäyrän suuntaan kohdalle, jossa maanpinnan kaltevuus oli jonkin verran suurempi kuin muulla peltoalueella.

Alueen silmäkkeet, jotka olivat syntyneet salaojituksen jälkeen, sijaitsivat 20...30 m leveällä vyöhykkeellä lähes suorassa rivissä. Silmäkkeistä oli ylivuotoa.

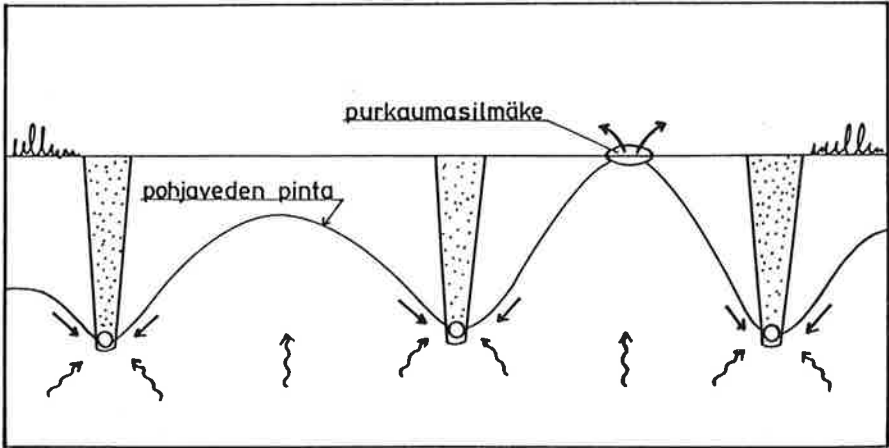
Porvoon maalaiskunnassa haitta-alue on lähes pistemäinen kumpu, joka on selvästi ympäröivää peltoa korkeammalla. Varsinaisia silmäkkeitä ei ole, mutta jo muutaman kymmenen cm:n kaivamisella päästään pohjaveden pintaan. Kummun reuna-alueella pohjavesi on maanpinnan korkeudella.

Esimerkkitapauksissa tehdyillä tutkimuksilla oli kaksi tavoitetta: 1) Pyrkä vertailemaan tutkimuksenmukaisten korjaustoimenpiteiden kustannuksia sekä 2) samalla kehittää kenttätutkimusmenetelmiä, joita voidaan soveltaa paineellisen pohjaveden haitoista kärsivillä alueilla. Viime kädessä tavoitteena oli kehittää tutkimusmenetelmiä niin, että salaojitus voitaisiin suunnitella toimivaksi riippumatta siitä, onko kysymyksessä paineeton tai paineellinen alue.

3. Paineellisen pohjavesialueen salaojitus

Paineellisten pohjavesialueiden salaojitus on käytännössä ratkaistavissa pääasiallisesti kahden vaihtoehdon mukaisesti: Jos pohjaveden paine voidaan pysyvästi poistaa käyttämällä esimerkiksi pystysuoria salaojia tai katkaisemalla pohjaveden virtaus ojitusalueelle, palautuu salaojituksen suunnittelu muilta osin normaaliksi sade- ja sulamisvesien johtamiseen tarkoitettuksi ojituskeksi.

Jos pohjaveden painetaso alentaminen ei ole ulkoisista syistä mahdollista, on vaakaojitus suunniteltava ottamaan vastaan paitsi ajoittain tulevia alaspäin vajoavia sade- ja sulamisvesiä myös alhaalta ylöspäin suuntautuvaa jatkuvaa vesivirtaa (Kuva 2). Pohjaveden painetaso voi tällöin tiheäkin ojavälillä käytettäessä ulottua



Kuva 2. Pohjaveden pinta (paineellinen pohjavesi).

lähelle maan pintaa tai jopa purkautua silmäkeinä salaojien välillä.

Painetason pysyvyydestä riippuen ylöspäin suuntautuva virtaus voi olla ympäri vuoden jatkuvaa ja sen määrä aikayksikössä pinta-alayksikköä kohti riippuu lähinnä kolmesta tekijästä eli paineesta, läpäistävän maan vedenjohtokyvystä ja läpäistävän kerroksen vahvuudesta. Näiden määrittäminen suunnittelun perusteeksi on siten tarpeen.

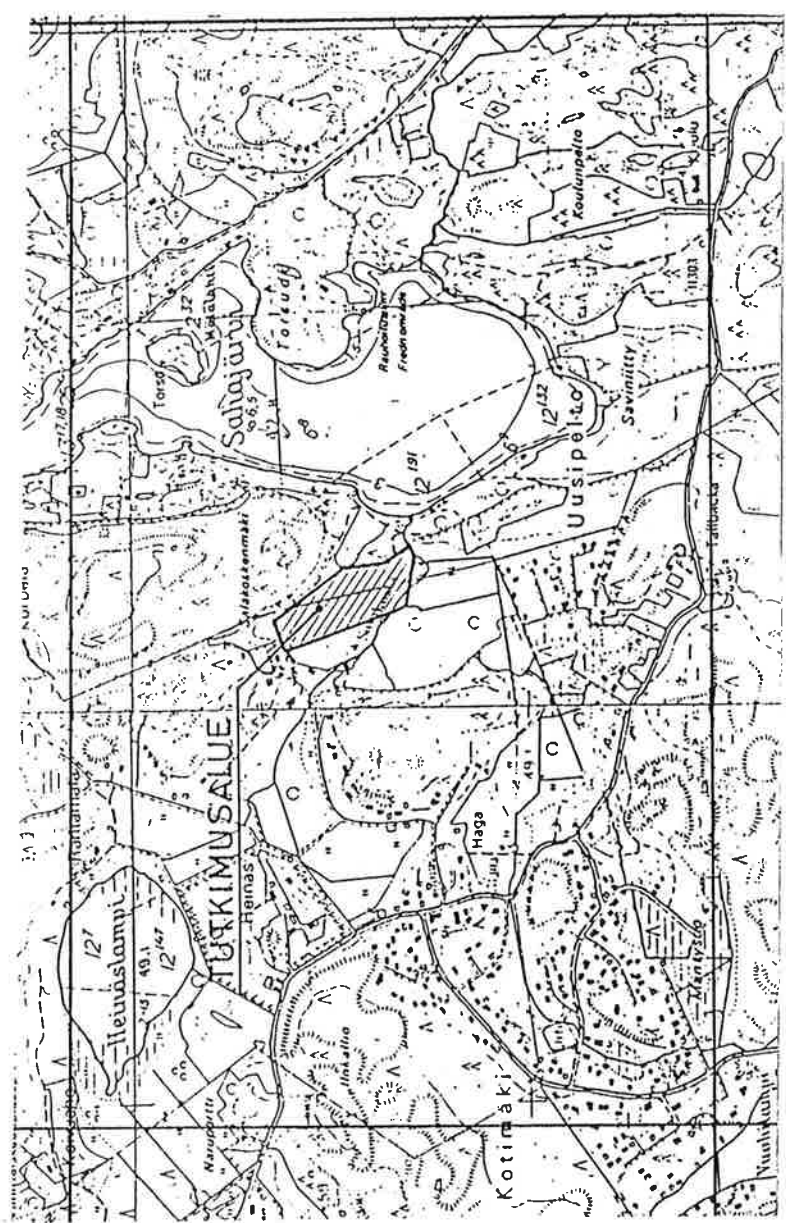
Vedenhankintaa varten tehtävissä pohjavesitutkimuksissa pyritään määrittämään pohjavesiesiintymän (akviferin) vedenantoisuus. Näissä tutkimuksissa akviferin laajuus, kerrosvahvuudet ja maalajit selvitetään perusteellisesti. Antoisuuden määrittäminen varmistetaan tavallisesti pitkäaikaisilla koepumppauksilla, joiden perusteella saadaan myös selville pohjavedenpinnan (painetason) korkeuden vaihtelut pumppausvirtaaman funktiona akviferin eri kohdissa.

Pohjavesitutkimusten osana tehdään usein

orientoivia lyhytaikaisia koepumppauksia, joiden tarkoituksena on määrittää pohjaveden laatua ja valita lopullinen pitkäaikaisen koepumppauksen paikka. Näiden lyhytaikaisten koepumppauksien tulosten käsittelyä varten on kehitetty laskentamenetelmiä, joilla pumppauksen vaikutus akviferin painetason korkeuteen sen eri pisteissä saadaan laskettua. Laskentamenetelmän käyttö ei edellytä maan vedenläpäisevyyden määrittämistä. Painetason määrittäminen sensijaan on tarpeellinen. Menetelmä on sovellettu tutkimuksessa Espoon kohteessa.

4. Espoon tutkimusalue

Espoossa sijaitsevalle tutkimuskohteeksi otetulla peltolohkolla on ollut jatkuvia kuivatusvaikeuksia. Lohkon koko pinta-ala on 4,39 ha. Se rajoittuu etelä-lounaispäästä Sahajärveen laskevaan Salakoskenpuroon. Maanpinnan korkeus peruskartan tasossa (N60) on lohkon eteläpäässä +47 m ja pohjoispäässä +52...+56 m. Lohkon koillis-pohjoispuolella on korkeahko Salakoskenmäki (+75 m). Myös alueen luoteis-



Kuva 3 Espoon tuusulasuoen yleiskartta (suhte 1:20.000).

ja länsipuolella maanpinta on yli +70 m:n korkeudella. Alueen eteläreunaa rajoittavan puron pohjan korkeus länsilaidalla on +45.6 m ja itälaidalla, tien alittavan rummun kohdalla +45.3 m. Sahajärven vedenpinta on korkeudella +42,8 m.

Alue on salaojitettu ensimmäisen kerran 1950-luvulla (mahdollisesti vuonna 1954), jolloin salaojaputkena oli sorvattu puuputki. Ojitusta ei silloin tehty lohkon pohjoisimpaan osaan. Alue ojitettiin uudelleen elokuussa 1979. Putkena käytettiin muoviputkea. Ojitusalue oli likipitän sama kuin vuonna 1954. Ojitystyön loppuvaiheessa sateet haittasivat työtä. Peruskuivatusta haittasi valtaojan mataluus, minkä takia ojaan rakennettiin polttomootorikäyttöinen pumppaamo, joka toimi hyvin noin viisi vuotta. Vielä tuonkin jälkeen pumppaamo oli toiminnassa aina vuoteen 1984 saakka, mutta sen toiminta oli vajaatehoista. Pumppua käytettiin noin kolme päivää ennen peltotöiden aloittamista, millä saavutettiin riittävä kuivatus. Vuonna 1982 kuivatusta täydennettiin lisäämällä lähteiselle alueelle oja.

Koko lohko oli viljelyksessä viimeksi vuonna 1985, jolloin osa sadosta jäi korjaamatta maan huonon kantavuuden takia. Lohkon pohjoisosa on ollut jatkuvasti viljelyssä.

4.1 Suoritetut kenttätutkimukset

Tutkimusyhdistys teki alueella alustavia tutkimuksia loppukesällä ja syksyllä 1989. Tarkoituksena oli selvittää kuivatuksen parantamismahdollisuuksia joko pumppaamalla tai syventämällä peruskuivatusta, mikä edellyttäisi kalliinlouhintaa valtaojassa ja tierummun uudeen asentamista nykyistä syvemmälle. Samalla arvioitiin paikalliskuivatuksen täydennystarvetta.

Tavanomaiset salaojituksen suunnittelua varten tehtävät kenttätutkimukset lisättyinä lyhytaikai-

sella koepumppauksella eivät antaneet riittäviä lähtötietoja kuivatusongelman ratkaisemiseen.

Perusteellisempi pohjavesitutkimus tehtiin kesä-heinäkuussa 1990. Tutkimuksen suorittajana oli Insinööritoimisto Oy Vesi-Hydro Ab. Tutkimusraportti, jossa paikallisen maastotutkimuksen lisäksi on käsitelty paineenalaisten pohjavesialueiden kenttätutkimuksia myös yleisesti, on päivätty 10.12.1990.

4.2 Ratkaisumallit

4.2.1 Vaakasalaojitus

Riittävän tiheällä vaakasalaojituksella voidaan veden ylöspäin suuntautuva virtaus katkaista ja saavuttaa haluttu kuivatusteho. Koepumppauksen tulosten perusteella laskettiin akviferin hydrauliset ominaisuudet:

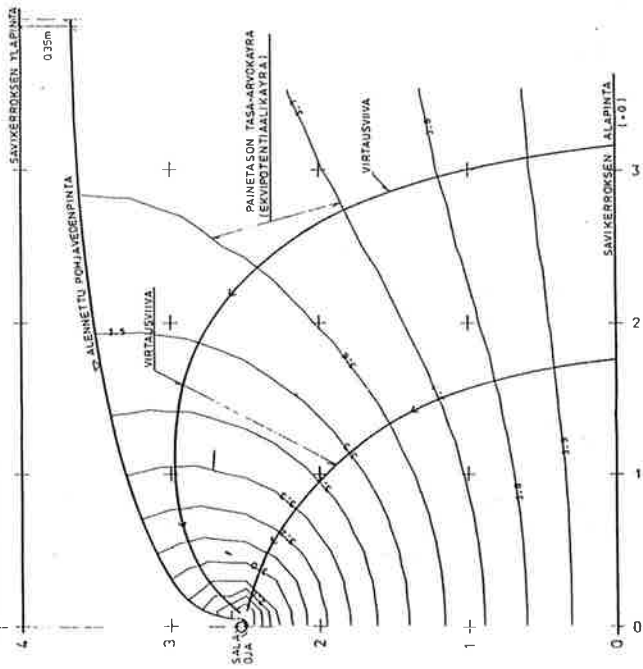
$$\begin{aligned} \text{akviferin vedenjohtokyky} \\ T &= 0.0008 \dots 0.0009 \text{ (m}^2/\text{s)} \\ \text{akviferin varastokerroin} \\ S &= 0.00038 \\ \text{sekä vaikutusetaisyys} \\ r &= 500 \text{ m} \end{aligned}$$

Näitä soveltaen tarkasteltiin atk-pohjaista elementtilaskentamenetelmää käyttäen vaakasalaojituksen vaikutusta tutkitulla pohjavesialueella lähtöarvoina salaojien syvyys 1,5 m ja keskinäinen etäisyys a) 8 m ja b) 4 m. Laskentatulokset on esitetty kuvassa 4.

Tuloksista on todettavissa, että 8 m:n ojaitehyttä käyttämällä pohjaveden pinta alenee ojien puolivälissä vain 0,35 m. Ojavälin ollessa 4 m, alenee pohjaveden pinta ojien puolivälissä 0,8 m, mikä kuivatussyvyytenä on lähes riittävä. Laskennassa ei ole otettu huomioon maan kuivatuksesta aiheutuvaa painumaa eikä mahdollista rautasaostuman aiheuttamaa salaojien vedenjohtokyvyn huononemista joten käytännössä ojavälin tulisi toiminnan varmistamiseksi

LASKENNALLINEN POHJAVEDENPINNAN KORKEUSASEMA JA POHJAVEDEN
VIRTAUSSUUNTEET KUN SALAOJAT OVAT 15m SYVYYDESSÄ 8m VALEIN
POHJAVEDENPINTA ALENEE SAVIKERROKSEN YLÄPINNAN TASOLTA 2035m

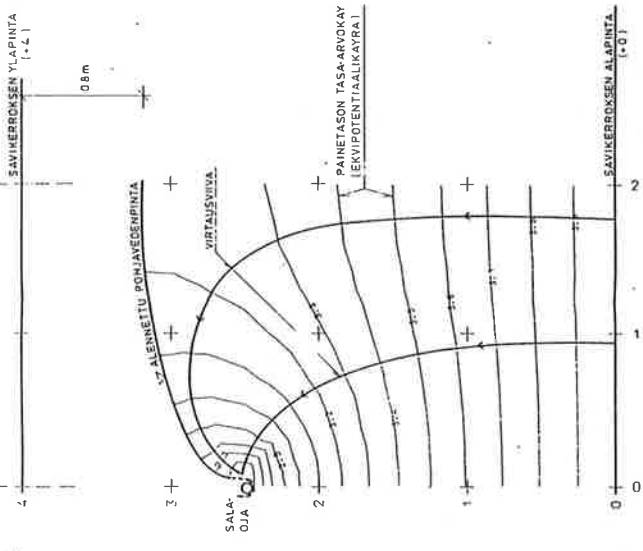
YHDEN SALAOJAN KOHDALLA
OLEVA PISTYLINJA (SYMMETRIALINJA)



HYVIN VETTAJOHTAVA KERROS, OTAKSUTTU PAINETASO +4 mvp

LASKENNALLINEN POHJAVEDENPINNAN KORKEUSASEMA JA POHJAVEDEN
VIRTAUSSUUNTEET KUN SALAOJAT OVAT 15m SYVYYDESSÄ 4m VALEIN
POHJAVEDENPINTA ALENEE SAVIKERROKSEN YLÄPINNAN TASOLTA 208m

YHDEN SALAOJAN KOHDALLA
OLEVA PISTYLINJA (SYMMETRIALINJA)



HYVIN VETTAJOHTAVA KERROS, OTAKSUTTU PAINETASO +4 mvp

Kuva 4 Laskennallinen pohjavedenpinnan korkeusasema ja virtaussuhteet salaojaväleillä 8 m ja 4 m.

olla likimain 3 m. Mallia tarkasteltaessa on lisäksi otettava huomioon se, että valtaojan mataluuden takia salaojien laskuaukkoja ei saada riittävän syväälle vaan vedet on joko pumpattava tai valtaojaa syvennettävä.

4.2.2 Pystysalaojitus

Kaivo

Koepumppauksen tulokset osoittavat, että yhdestä paikasta tapahtuva vedenpinnan alentaminen vaikuttaa pohjaveden painetasoon koko paineellisen pohjaveden vaivaamalla peltoalueella. Alenemakartio muodostuu kuitenkin niin jyrkäksi, että vedenpintaa tulisi pumppauspaikalla alentaa 4...6 m jotta vielä 100 m:n etäisyydellä saavutettaisiin riittävä, noin 0,8 m:n kuivatusvyvyys. Tämä edellyttäisi varsin syvän (yli 8 m) kuilu- tai putkikaivon rakentamista paikalle.

Tehostetut lähdekaivot

Paineellisen pohjaveden alentamiseen voidaan käyttää myös sarjaa pieniläpimittaisista siiviläputkista tehtyjä kaivoja, jotka toimivat pystysalaojina. Näistä käytetään tässä nimitystä tehostettu lähdekaivo.

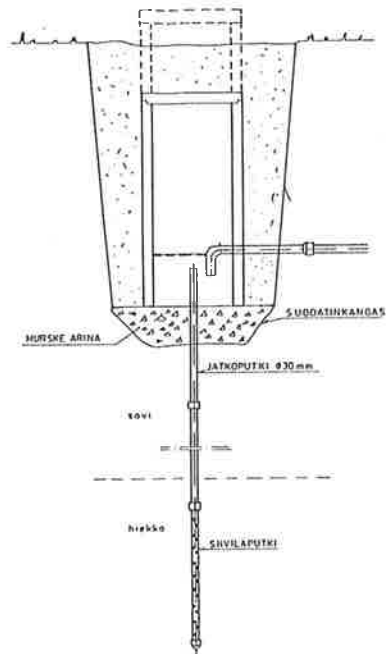
Koska tietyn suuruiseen pohjavesipinnan alentamiseen tarvittavan pumppaustehon määrittäminen on epätarkkaa ja se vaihtelee paikallisestikin jonkin verran pohjavesitilanteen mukaan, voidaan vedenpinnan alenemaa rakenteiden suunnittelua varten riittävällä tarkkuudella arvioida lyhytaikaisesta koepumppauksesta saatavien tulosten perusteella.

Tutkimustulosten mukaan alueelle tulisi rakentaa vähintään kolme tehostettua lähdekaivoa noin 50 m:n välein. Tällöin kaivojen puolivälissä saavutettaisiin 0,8 m:n kuivatusvyvyys. Kaivot tulisi yhdistää ja alin kaivoista varustaa pumpulla.

Pumppauksen sijasta voidaan valtaojaa syventää louhimalla kalliota alueelle johtavan tien kohdalta Sahajärveen päin puron pohjasta noin 40...50 m:n matkalla, rakentamalla tien kohdalle uusi rumpu sekä perkaamalla valtaojaa rummun yläjuoksun puolelta noin 200 m:n pituudelta.

4.2.3 Ratkaisuehdotus

Teknisesti Espoon tutkimusalueen salaojitus on toteutettavissa joko rakentamalla sille lisäsalaojia tai alentamalla pohjaveden painetasoa kolmen tehostetun lähdekaivon avulla ja kunnostamalla nykyinen salaojitus. Molemmat ratkaisut edellyttävät lisäksi joko peruskuivatuksen syventämistä (valtaojan perkaus)



Kuva 5 Tehostettu lähdekaivo.



Kuva 6. Maatutkaa vedetään amfibioajoneuvolla.

tai salaojavesien jatkuvaa pumppausta (pumppaamon rakentaminen).

Vaakasalaojituksen käyttö edellyttää noin viisinkertaista ojatiheyttä normaaliojituksen verrattuna eli noin 50.000 mk:n hehtaarikustannusta, minkä lisäksi peruskuivatuksen järjestely aiheuttaa noin 30.000 mk:n kustannukset. Kun varsinainen ongelma-alue on yli hehtaarin laajuinen, nousevat vaakasalaojituksen kokonaiskustannukset yli 100.000 mk.

Painetason pysyvä alentaminen, siihen liittyvine pumppausjärjestelyineen tai valtaojan syventämisineen maksaa 50...60.000 mk, minkä lisäksi alueen salaojien kunnostamiseen olisi varattava 15...20.000 mk eli tämän ratkaisun kokonaiskustannukset olisivat noin 70...80.000 mk.

Pohjaveden rautapitoisuudesta johtuen salaojituksessa tulisi varautua tukkeumahaittoihin. Tähän viittaavat aikaisemmista ojituksista saadut kokemukset. Pohjavedenpinnan pysyvä alentaminen saattaa aiheuttaa myös maanpinnan painumista, mihin uusia salaojia rakennettaessa tulisi varautua.

Tutkimuksen mukaan pohjaveden alentaminen ei aiheuttaisi haittoja lähialueen kaivoille.

Korkeiden kustannusten ja odotettavissa olevien riskien vuoksi aluetta ei kannattane pitää viljelykäytössä.

4.3 Geo-Work Oy:n tutkimus

Tutkimusalueella kokeiltiin myös ns. maatut-

kan käyttöä. Mittausten tarkoituksena oli lähinnä selvittää akviferin kerrosten sijaintia ja kerrospaksuuksia, minkä lisäksi tavoitteena oli yleensä selvittää ko. menetelmän käyttökelpoisuutta salaojitustutkimuksissa. Maastotyöt suoritettiin 1.11.1990. Tutkimuksesta on tehty erillinen raportti.

Mittauskalustona oli amerikkalaisen Geophysical Survey Systems Inc:n valmistama SIR-3 maatutka. Antennina käytettiin GSSI/GeoWork 100 MHz antennia. Mittauskalusto oli sijoitettu Argocat-maastoamfibioon. Tutkan signaali taltioitiin magneettinauhalle tulkinan yhteydessä tapahtuvaa monitoritulostusta varten.

SIR-3 maatutka tulostaa 8,5" leveälle paperille tutkaprofiilin. Sillä saatava tulostus ei ole suoraan luettavissa. Tulostuksena saatava maakerrosten syvyyskaala on muunnettava koska maalaji ja vesipitoisuus vaikuttavat siihen. Vaihtelukertoimet kuitenkin tunnetaan ja niiden vaikutuksen huomioon ottava ATK- ohjelma voi oikaista mittaustuloksen suoraan luettavaksi tulostukseksi. Tässä tutkimuksessa saadut tulokset ovat oikaisemattomia ja niitä tulkittaessa on asiantuntijana käytetty laitteen käyttäjää. Oikaisu on tapahtunut piirtämällä tulostusliuskan päälle sijoitetulle kuultopaperille arvioitujen kerrosrajat ja merkitsemällä sille oikaistut syvyudet.

Tutkaluotauksena alueelle ajettiin useita linjoja. Verrattaessa tulostusta kairausten perusteella arvioitua maakerrosten sijaintiin voidaan todeta, että tutkaluotauksella saadaan portaaton tulostus leikkauksen maakerrosten sijainnista. Oikein tulkittuna luotaus on halpa ja hyvä apumenetelmä, jolla kalliit kairaukset voidaan etukäteen kohdentaa. Tulkinta edellyttää kairauksin tehtävää kalibrointia, mutta sen etuna on yhtenäinen kerrosrajojen jatkuvuudesta saatu kuva. Maatutkaluotaus ei yksin anna riittävästi tietoa akviferin laajuudesta eikä

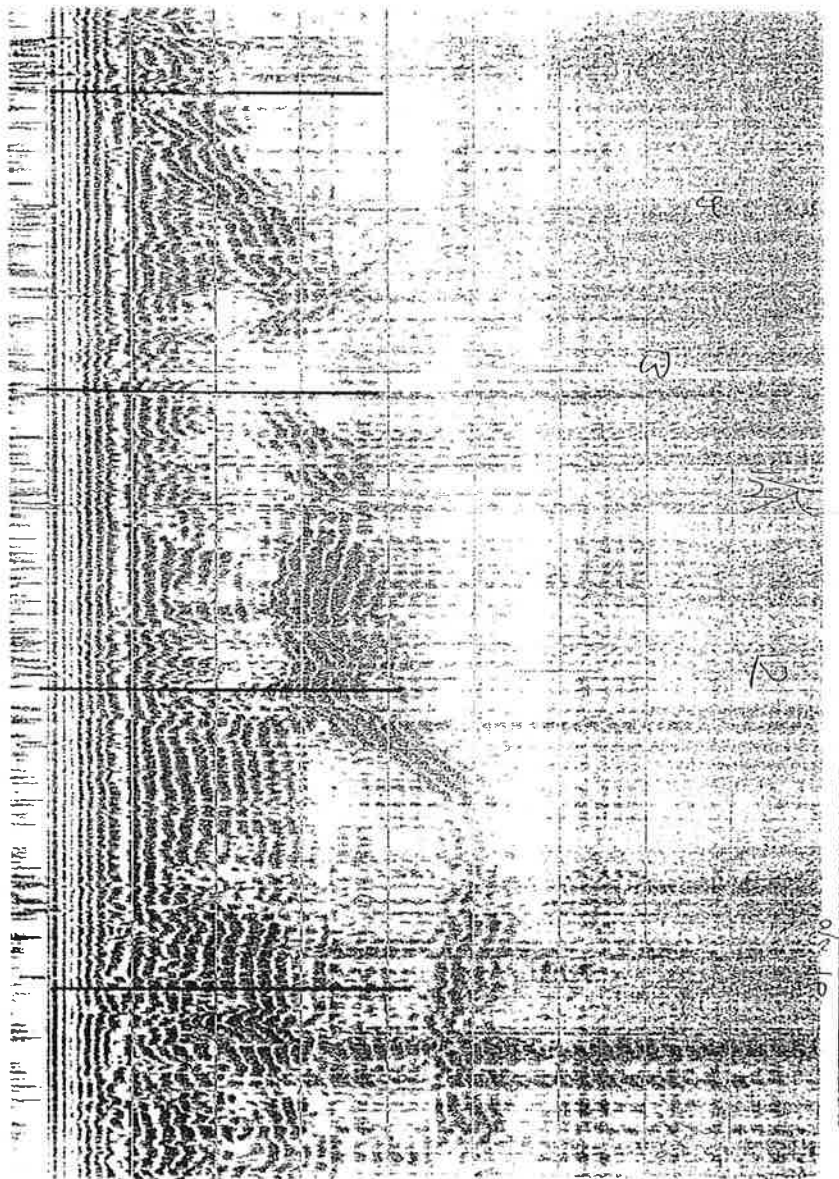
sen syvyysuhteista, mutta sitä voidaan käyttää pohjavesialueiden esitutkimuksessa, minkä perusteella yksityiskohtaisempien tutkimusten suunnittelu on helpompaa.

5. Kenttätutkimusohje paineenalaisten pohjavesialueiden salaojitus suunnittelua varten

Paineenalaisten pohjavesialueiden peltosalaojittusten suunnittelussa on käytännössä kaksi lähtötilannetta: (I) Pellon salaojittusta vasta suunnitellaan ja alueella tiedetään tai arvioidaan olevan paineellista pohjavettä. (II) Alueella on toteutettu salaojitus, jonka toiminnassa on häiriöitä paineellisen pohjaveden takia ja tästä syystä on suunniteltava korjaustoimenpiteitä. Kenttätutkimustöiden laajuus riippuu jossain määrin siitä kummasta lähtötilanteesta on kysymys. Molemmissa tapauksissa pyritään toimivan salaojituksen suunnitteluun, mutta koska perusteelliset pohjavesitutkimukset ovat varsin kalliita, ei lähtötilanteesta (I) voida tutkimusta yleensä suorittaa niin laajasti kuin vedenhankintaa varten tehtäviä tutkimuksia tavallisesti tehdään. Lähtötilanteen (II) ollessa kysymyksessä on ensin arvioitava miten suuria kustannuksia tutkimukseen kannattaa sijoittaa ja tämän perusteella suunniteltava tutkimusohjelma. Molemmissa tapauksissa tutkimusten alkuvaiheena on kaikkien kohtuullisella vaivalla saatavissa olevien perustietojen hankinta ja tutkimuksen ulottaminen laajemmalle alueelle kuin tavanomaisessa pellon salaojitus suunnittelussa.

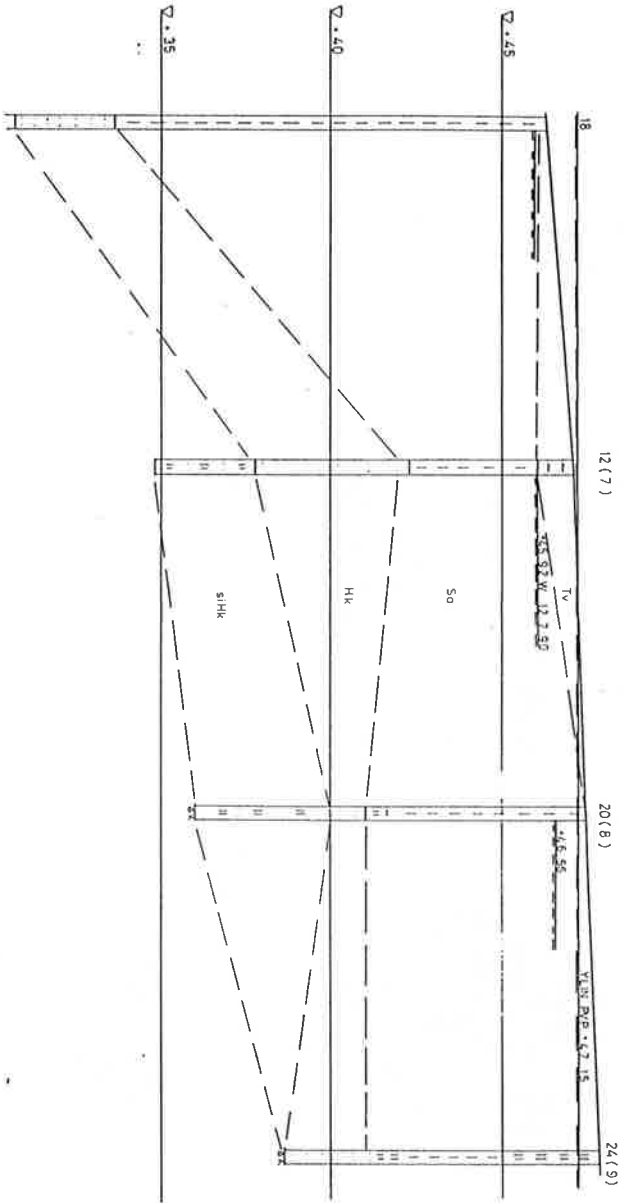
Seuraavassa on esitetty suoritusjärjestyksessä paineellisten pohjavesialueiden kenttätutkimuksia ja niihin liittyviä selvityksiä:

1. Tutkimuskohteessa ja sen ympäristössä tehdyistä aikaisemmista kenttätutkimuksista hankitaan asiakirja- ja kartta-aineisto. Tällaisia ovat mm. salaojitus-, peruskuiutus-, tie-, vesijohto-



Kuva 7. Tutkaluotauksen tulostusnauhaa.

LEIKKAUS A-A



Kuva 8. Tukaluovausinfran katriastulokset.

ja viemärisuunnittelua varten tehdyt maaperätutkimukset sekä sora- ja hiekkavarjoja koskevat selvitykset. Mikäli alueella on tehty vedenhankintaa varten pohjavesitutkimuksia, ovat niiden tulokset erityisen tärkeitä paineenalaisen pohjavesialueiden salaojituksen suunnittelussa.

Alueen peruskartat, geologiset ja agogeologiset kartat sekä ilmakuvat, mikäli niitä on saatavissa, hankitaan käyttöön.

2. Suoritetaan silmävarainen maastokatselmus, joka ulotetaan myös salaojittavan alueen ulkopuolelle maastosuhteista riippuen aina 0,5...1.0 km:n etäisyydelle alueesta. Katselmuksessa todetaan mm. lähteiden sijainti ja niiden purkauma, lähialueen kaivot, pohjaveden laatu, näkyvissä oleva maakerrosten rakenne, kallio-paljastumat, maanpinnan kaltevuussuhteet, peruskuivatusväylät ja vesistöjen sijainti. Tässä yhteydessä arvioidaan alustavasti tutkimuksen ja salaojituksen mahdollisia haittoja kuten kaivojen kuivumista koepumppauksen tai muun pohjavedenpinnan alentamisen takia.

3. Varsinainen salaojitusta varten tehtävä maastotutkimus suoritetaan Salaojittajan käsikirja II A:n ohjeiden mukaisesti. Tämän lisäksi tutkimus ulotetaan salaojittavan alueen ulkopuolelle vaaitsemalla lähteiden, kaivojen, purkuväylien ja vesistöjen vedenpinnan ja rakteiden (rumpaukot, laskuaukot, tienpinnat) korkeuksia. Samalla selvitetään haastateltuihin lähteiden ja kaivojen vedenpinnan korkeusvaihteluita. Lähteiden purkauksia mitataan asentamalla mittapatoja.

4. Tavanomaisen salaojitusta varten tehtävän maaperätutkimuksen lisäksi selvitetään maakerrosten rakennetta ja laatua näkyvissä olevien silmäkkeiden kohdalla normaalia syvempään. Pyrkimyksenä on koetintanko- ja putkikairausin selvittää vettä johtamattoman kerroksen paksuus ja ulottaa kairaukset sen alla olevaan

johtavaan kerrokseen ainakin 1,0 m:n syvyyteen; mieluummin koko johtavan kerroksen pohjaan saakka. Näitä syvälle ulottuvia kairauksia tehdään paikallisista olosuhteista riippuen myös lähteisen alueen ulkopuolella 1...3 pisteessä. Tutkimusta täydennetään tarvittaessa ottamalla maanäytteitä sekä vettä johtavasta että sen yläpuolella olevasta kerroksesta. Näiden lisätutkimusten perusteella määritetään mahdollisesti asennettavien havaintoputkien paikat ja valitaan koepumppauspaikka.

5. Kairauksen perusteella valittuihin paikkoihin asennetaan pohjaveden havaintoputket ja imu-putket koepumppausta varten. Havaintoputkina voidaan pehmeissä kivettömissä maissa käyttää sähköasennusputkia, jotka painetaan suojaputken avulla kairausreikään heti kairan noston jälkeen. Kovissa ja kivisissä maissa havaintoputkina on yleensä käytettävä teräsputkia ja niiden asentamisessa on käytettävä lyöntikalustoa.

6. Suoritetaan ns. lyhytaikainen koepumppaus, jonka tulosten perusteella voidaan arvioida pohjavedenpinnan alentamisen aiheuttamia vahinkoja ja valita menetelmä paineellisen pohjavesialueen salaojitusratkaisuksi. Koepumppauksen tuloksista saadaan perusteet salaojitusratkaisulle.

Edellä luetellut tutkimusvaiheet 1 ja 2 tehdään riippumatta siitä, onko kysymyksessä aikaisemmin salaojittamaton paineellisen pohjaveden vaivaama peltoalue (lähtötilanne I) vai jo salaojitettu alue, jolla pohjavesihaittoja ojituksen jälkeenkin ilmenee (lähtötilanne II).

Tutkimusvaihe 3 tehdään lähtötilanteessa (I) aina. Tilanteessa (II) tästä tutkimusvaiheesta tarvitsee yleensä tehdä vain jo ojitetun alueen ulkopuolelle kohdistuvia selvityksiä.

Ennen tutkimusvaiheeseen 4 kuuluvien, syvälle ulottuvien koetintanko- ja putkikairauksen

tekemistä, on niiden kustannukset selvitettävä tilaajalle ja päätettävä tutkimusten jatkamisesta, ottaen huomioon niiden kustannukset ja kuivatuksesta saatava hyöty. Tämän ja sitä seuraavien tutkimusvaiheiden suorituksesta on syytä aina sopia tilaajan, työn valvojan ja kenttätutkimusten tekijän yhteisessä neuvottelussa, jonka päätökset kirjataan.

Tutkimusvaiheet 5 ja 6 tehdään työn valvojan ohjauksessa tilaajalta saadun kirjallisen toimeksiannon perusteella.

6. Kirjallisuutta

Airaksinen, J.U. 1978. Maa- ja pohjavesihydrologia. 248 s. Oulu.

Berglund, G., Huhtasaari, C., Ingevall, A. 1984. Dränering av jordar med rostproblem. Dränering av tryckvatten. 41 S. Uppsala.

Geo-Work Oy. 1990. Maatutkaluotausraportti Espoon Hista ja Nummi-Pusulän Toivoniemi. 8 s. Helsinki.

Geo-Work Oy. 1990. Maatutkaluotausraportti Vähä-Pasila, Anjalankoski. 7 s. Helsinki.

Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy. 1982. Järven suon alueen salaojitus. 5 s. Salpakangas.

Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy. 1982. Koskeikon maaperäselvitys. 4 s. Salpakangas.

Keso, L. 1951. Salaojitystyt. 299 s. Helsinki.

Mälkki, E. 1979. Ground-water flow velocity as an indicator of the permeability and internal structure of eskers. Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 32. 42 s. Helsinki.

Oy Vesi-Hydro Ab, 1990. Kenttätutkimusmenetelmien kehittäminen paineenalaisten pohjavesiintymien salaojitus suunnittelua varten ja menetelmiä paineellisen pohjaveden pinnan alentamiseksi. 27 s. Helsinki.

Saavalainen, J. 1981. Salaojittajan käsikirja osa I A. 116 s. Helsinki.

Saavalainen, J. 1983. Salaojittajan käsikirja osa I B. 83 s. Helsinki.

Saavalainen, J. 1984. Salaojittajan käsikirja osa II A. 167 s. Columbus, Ohio.

Saavalainen, J. 1981. Salaojittajan käsikirja osa II B. 57 s. Helsinki.

Saavalainen, J. 1991. Salaojittajan käsikirja osa III. 49 s. Helsinki.

Saavalainen, J. 1991. Pieni salaojituskirja. 70 s. Helsinki.

Salaojituksen tutkimusyhdistys ry. 1990. Kenttätutkimusraportti Histan kocalueelta. 5 s. Helsinki.

Salaojituksen tutkimusyhdistys ry. 1991. Kenttätutkimusmenetelmien kehittäminen paineenalaisten pohjavesialueiden salaojitus suunnittelua varten. 74 s. Helsinki.

Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry. 1975. Kai-rausopas IV, Pohjaveden pinnan mittaaminen. 26 s. Espoo.

Valtion Teknillinen Tutkimuslaitos. 1971. Maalajien kaivuluokitus. Geoteknillinen laboratorio, tiedonanto n:o 1. 112 s. Otaniemi.

Vesihallitus, vesientutkimustoimisto. 1984. Kananajan salaojituksen toimimattomuuteen liittyvät tutkimukset. 12 s. Helsinki.

Vesihallitus. 1982. Maaperän rakenteesta ja maastotutkimusmenetelmistä. Vesihallituksen tiedotus 219. 109 s. Helsinki.

Vesiyhdistys ry. 1986. Sovellettu hydrologia. 503 s. Helsinki.

Vesiyhdistys ry. 1984. Pohjavesitutkimukset. 209 s. Helsinki.

Junkkarinjärven pengerrys

DI Esko Laikari, Salaojituksen tutkimusyhdistys r.y.

Kymen vesi- ja ympäristöpiirin suunnitelma

Anjalankoskella olevan Junkkarinjärven kunnostussuunnitelma valmistui 1.2.1989. Suunnitteluprosessi oli varsin pitkäaikainen kuten yleensä valtion rahoittamissa vesistöhankeissa. Anjalan kalastuskunta oli tehnyt aloitteen suunnittelutyöstä jo vuonna 1973. Anjalan jakokunta oli myös ilmoittanut hyväksyvänsä kunnostustoimenpiteet. Asiaa oli sittemmin käsitelty myös mm. Anjalan kunnanhallituksessa, (valtion asettamassa) vesistöjen kunnostamistyöryhmässä v.1977, sekä Maa- ja metsätalousministeriön asettamassa vesirakentamistöiden toimikunnassa, joka oli v.1982 hyväksynyt hankkeen edellyttäen, että se on taloudellisesti toteuttamiskelpoinen.

Alkuperäinen kunnostussuunnitelma valmistui v.1983. Vesi- ja ympäristöhallitus ei kuitenkaan pitänyt sitä pehmeiköille rakennettavien penkereiden suurten rakentamiskustannusten takia toteuttamiskelpoisena, vaan edellytti v.1988 antamassaan lausunnossa ratkaisua, jossa penkereiden harjakorkeutta on alennettu.

Tarkistetun suunnitelman mukaan Junkkarinjärven keskivedenpintaa olisi nostettu noin 0,7 m rakentamalla järven lusuuaan patopenger, jonka harjakorkeus olisi ollut N43+22,5 m. Alavien rantapeltöjen suojaksi olisi rakennettu virtauskynnyksellä varustetut tulvapenkeret ja peltojen kuivatus olisi hoidettu kahdella pumppaamalla. Korvenjoen vedet olisi johdettu siirtouamalla penkereen takana toiselle pumppamolle. Mikkolanniemen itäpuolella rantapellot olisi suojattu vedennoston haitoilta korottamalla ranta-alueet tasoon N43+22,5 m. Suunnitel-

maan olisi lisäksi sisällyntyn Korvenjoen perkaamista, kuivatusojien kaivamista sekä eräiden alijohtojen ja muutamien kulkuyhteyksien rakentamista.

Koko kunnostustyön kustannusarvio oli rakennuskustannusten osalta yhteensä 1.500.000 markkaa (1.2.1989), johon sisältyy vahingonkorvauksia 60.000 mk. Käyttökustannusten pääoma-arvoksi oli laskettu 100.000 markkaa.

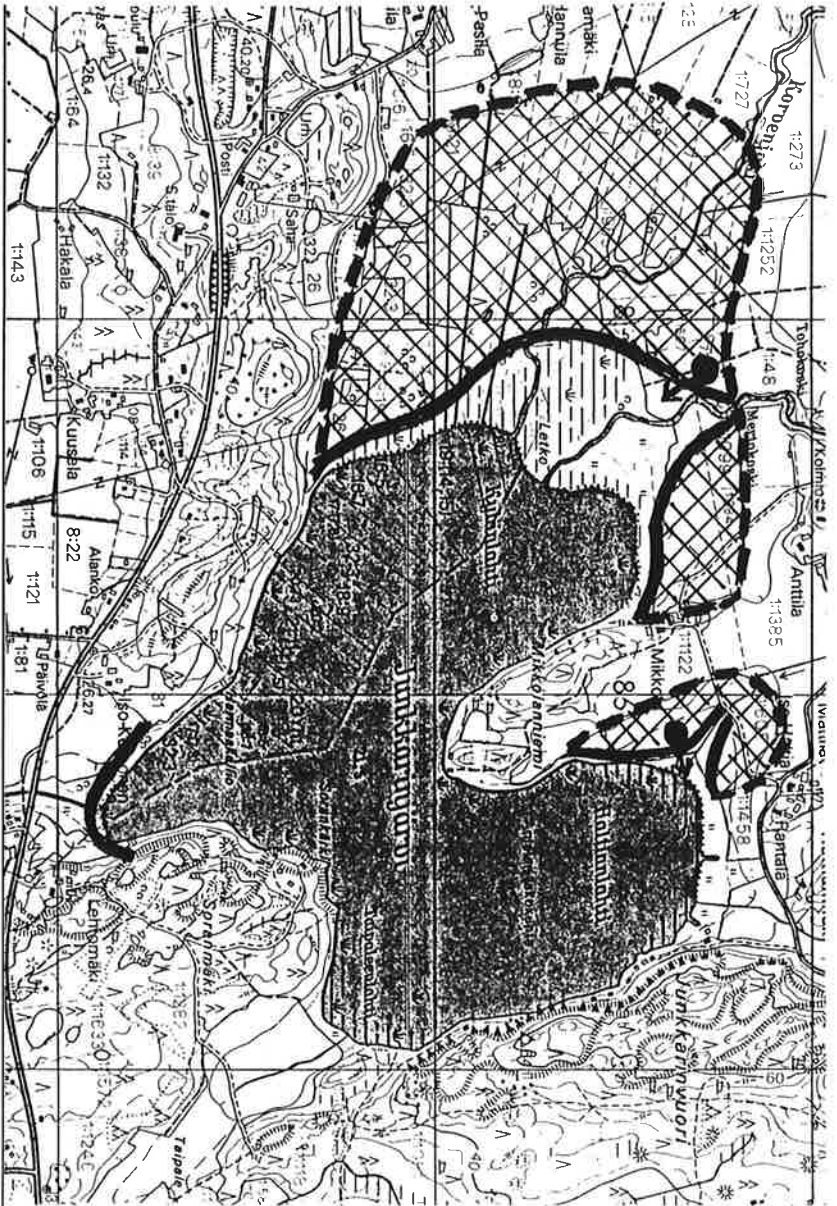
Suunnitelman tavoitteena oli "vedenpinnan nostolla sekä ranta-alueiden kunnostamisen yhteydessä tehtävillä ruoppauksilla ja vesikasvillisuuden poistolla parantaa järven käyttökelpoisuutta kalatalouden, rantojen, vesialueen virkistyskäytön sekä vesimaiseman ja asumisviihtyisyyden kannalta". Järven käyttökelpoisuuden parantamisen lisäksi hankkeen "tarkoituksena oli alavien peltoalueiden tulvasuojelun toteuttaminen sekä kuivatuksen parantaminen".

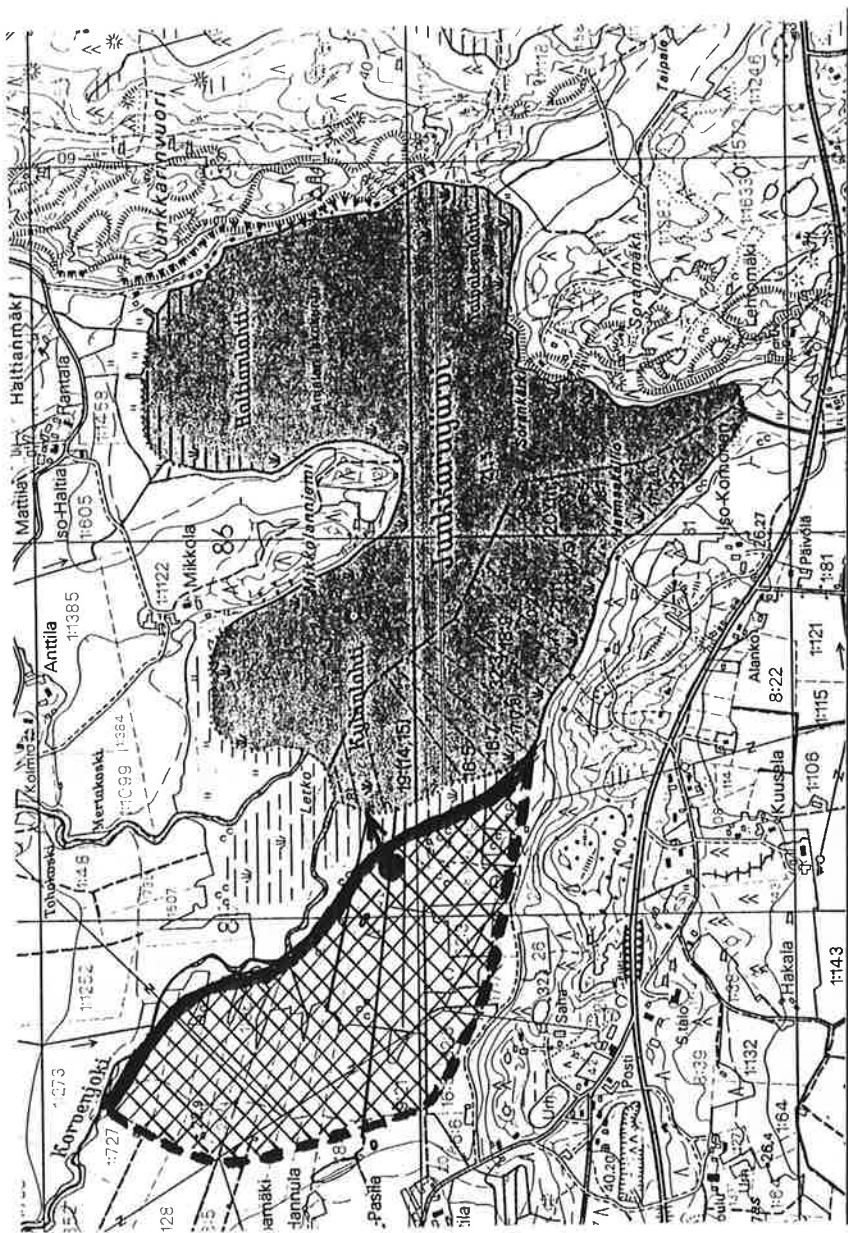
Virkistykseksi, asumisviihtyisyydelle, maisemalle, linnustolle, kalastukselle ym. intressiryhmille koituvan hyödyn lisäksi maataloudelle laskettiin tulevan hyötyä 921.000 markkaa. Summa on laskettu 30,7 muunnetun hehtaarin perusteella käyttäen ensiluokkaisen pellon hintana 30.000 mk/ha. Hyötyalueella on peltoa noin 76 ha ja korpea noin 22 ha.

Junkkarinjärven kunnostustyöt oli suunnitelman mukaan tarkoitus aloittaa vuonna 1992. Työn kestoajaksi oli arvioitu 3-4 vuotta. Hanke oli suunniteltu toteutettavaksi pääosin valtion varoin. Rantojen kunnostuksesta olisi vastaanot Anjalankosken kaupunki.

Suunnitelman mukaisten rakenteiden ja hyötyalueen sijainti on esitetty kuvassa 1.

Kuva 1. Alueperäin pengerrysmuunnitelma. Hyödyllisellä pelloa 76 ha. Varsinaisen kuvanauyon kastamussarvio 1.300.000 mk.





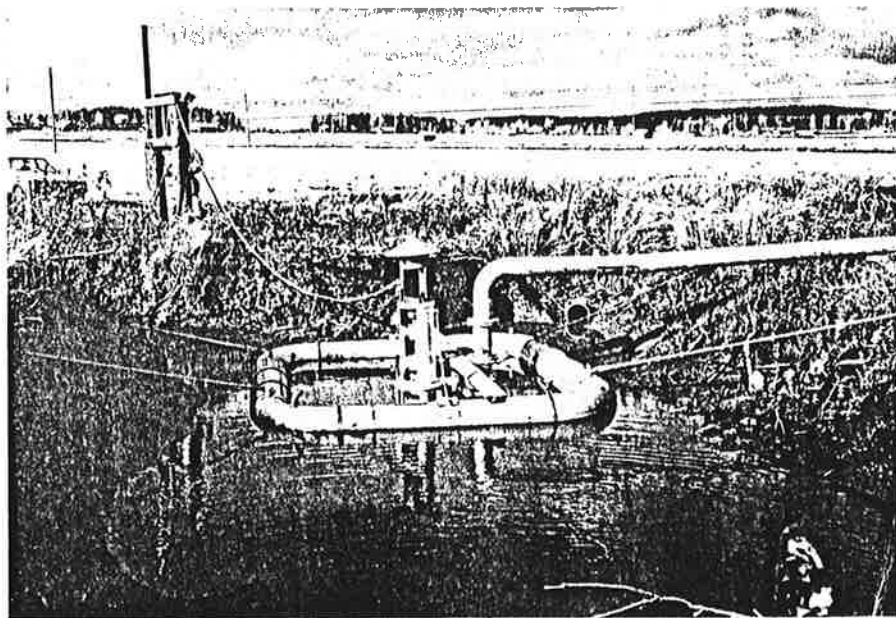
Kuva 2. Toteutetu perengerysuunnitelma. Hyöyalueella peltoa 31 ha. Rakentamiskustannus 100.000 mk.

Salaojakeskuksen suunnitelma

Epävarmuus Junkkarinjärven kunnostussuunnitelman toteuttamisaikataulusta, sen rahoituksesta ja siitä, missä määrin viljelijät joutuisivat osallistumaan hankkeen kustannuksiin, sai järven länsirannan viljelijät ryhtymään omatoimiseen suunnitteluun. Korvenjoen eteläpuolisen alueen kymmenellä viljelijällä oli hyötyalueella kotipalstoihin rajoittuvia peltoja, jotka kärsivät jokavuotisista tulvahaitoista. Mv. Antti Pasilan johdolla perustettiin Junkkarinjärven Länsirannan Pengerrisyhtymä, joka tilasi alueen kuivatussuunnitelman Salaojakeskus ry:ltä. Piiritarkastaja Eero Huttunen ja aluepäällikkö Timo Perälä teki suunnitelman 15.3.1988 soveltaen vesi- ja ympäristöpiirin kenttätutkimuksia. Suunnitelman mukaisten rakenteiden ja

hyötyalueen sijainti on esitetty kuvassa 2.

Suunnitelman mukaan Korvenjoen etelärannalle tuli rakentaa pengerrin, joka eteläpäästään sijoittui vesi- ja ympäristöpiirin suunnittelemalle pengerrinlängelle. Pengermassat olisi otettu kaivettavasta kuivatusojasta. Pumppaamo oli suunniteltu tehtäväksi ϕ 1200 mm:n betonirenkaista rakennettavaan kaivoon, jonka pohja piti perustamissuhteiden takia paaluttaa. Pumppaamon lisäksi suunnitelmaan sisältyi pengertä 1680 jm (6.100 m^3), saman verran valtaoajan kaivua, pari rumpua ja kaksi ylivoitoputkea. Kustannusarvion mukaan maansiirtotyöt olisivat maksaneet 110.500 mk, pumppaamo 96.000 mk ja muut työt 93.500 mk eli yhteensä 300.000 mk.



Kuva 3. Pumppu on kelluvalla ponttoonilla. Sähkökeskus taustalla tolpassa.

Suunnitelman toteutus

1. Maarakennustyöt

Pengerryssyhtymä antoi pengerrys- ja ojitustyön urakalla Tuomisen Kaivukone Ky:n tehtäväksi. Työ aloitettiin talvityönä joulukuussa 1988. Seuraavana kesänä tehtiin viimeistelytyötä ja työ otettiin vastaan valmiina heinäkuussa 1989. Urakkasumma oli n. 27.800 mk. Myöhemmin v. 1990 paikattiin eräitä vuotokohtia 2.800 mk:n arvosta joten maarakennustöiden kokonaiskustannuksiksi tuli yhteensä noin 30.600 mk. Työ tehtiin Salaojakeskuksen suunnitelman mukaisesti.

2. Pumppaamo

Pumppaamoratkaisu poikkesi kokonaan alkuperäisistä suunnitelmista. Pengerryssyhtymä osti

metallipurkaamolta haponkestävää, läpimitataan 400 mm:n teräsputkea, josta hitsattiin renkaanmuotoinen ponttoni. Tämän päälle sijoitettiin romuliikkeestä ostettu vanha paperitehtaan pulperin repijällä varustettu massapumppu, joka sorvattiin Ahlströmin konepajan ohjeiden mukaan uudelleen. Moottoriksi hankittiin romanialainen 11 kW:n (900 r/min) sähkömoottori. Ponttoonilla kelluva pumppaamo sijoitettiin altaaseen, joka oli kaivettu kuivatusojaan. Pumpun poistoputki johdettiin penkereen yli. Automatiikkana on normaali kelluva kontaktori. Koko pumppaamon rakentamiskustannus jäi noin 40.000 markkaan, johon sisältyy sähkökeskus (n. 10.000 mk) ja maakaapeli (n. 3.000 mk). Oman työn ja veloittamattomien pientarvikkeiden hintaa ei luonnollisesti em. kustannuksissa ole. Sähkölaitokselle maksettiin (35 Amp.) liittymismaksuna 17.000 mk, joten



Kuva 4. Junkkarinjärven pengerrysten tulevaa hyötyaluetta tulvan alla.

pumppaamon kokonaiskustannuksiksi tuli yhteensä noin 57.000 mk. Pumppaamo on esitetty kuvassa 3.

Käyttökokemuksia

Pengerrysalue oli käytössä ensimmäisen kerran v. 1990. Pumppaamo laskettiin veteen 15.4. ja vedettiin maalle loka-marraskuun vaihteessa. Kuluvana vuonna pumppaamo laskettiin veteen jo 4.4.

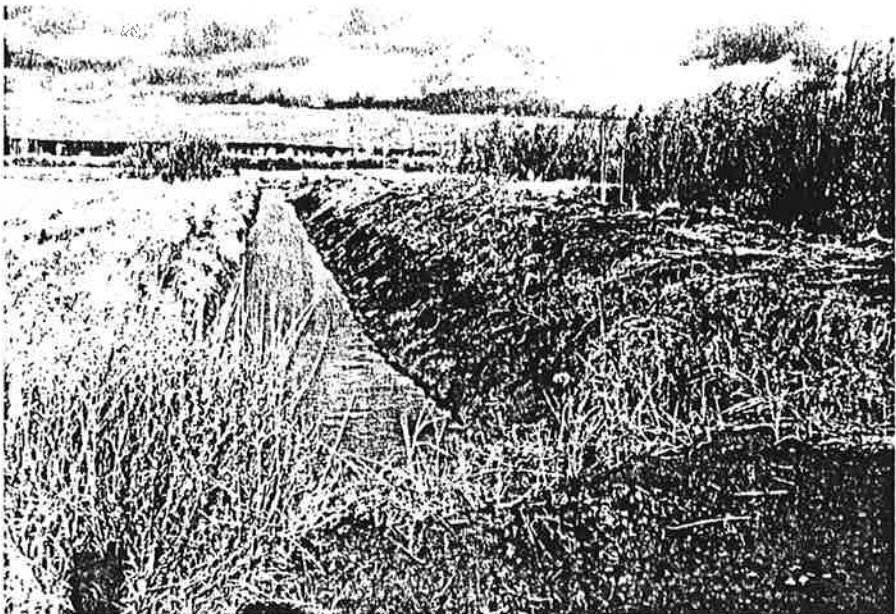
Pumppauskustannuksina maksetaan perusmaksua noin 1.500 mk/v ja täyssähkötariffina 26 p/kWh. Vuoden 1990 kulutus oli n. 3.000 kWh eli n. 780 mk + perusmaksu 744 mk ~ 1.600 mk. Vuonna 1991 on osakkailta kerätty yhteensä noin 4000 mk, joka käytetään säh-

kömaksuihin ja ojapenkereiden vesomiseen. Hankkeen rakentamisen kokonaiskustannukset ovat tähän mennessä olleet yhteensä noin 100.000 mk.

Pengerrysalue on molempina vuosina ollut täystehoisesti viljelyksessä. Pumppaamon toiminnassa ei ole ollut mainittavia häiriöitä. Penkereissä on ollut pari pientä vuotokohtaa, joita on omalla työnä tiivistetty. Pengerrysyhitymän osakkaat pitävät kuivatusratkaisua onnistuneena ja taloudellisesti varsin kohtuullisena.

Arviointia

Viljelijöiden kannalta kuivatushankkeen merkittävin arviointiperuste on työn kustannus



Kuva 5. Penger on rakennettu kuivatusojan kaivumaista.



Kuva 6. Junkkarinjärven länsirannan pengerryksen hyötyalue on viljelyksessä.

peltohehtaaria kohti laskettuna. Jos vesi- ja ympäristöpiirin kustannusarviosta vähennetään järven vedenpinnan nostoa palvelevan pohjapadon rakentamis- ja yleiskustannukset (190.000 mk) jää varsinaisten kuivatuskustannusten osuudeksi 1.310.000 mk, joka merkitsee noin 17.200 mkn kustannusta peltohehtaaria kohti (peltoa 76 ha). Salaojakeskuksen suunnitelman mukaan kustannus oli 300.000 mk eli 9.700 mk peltohehtaaria kohti (peltoa 31 ha). Kuivatustyön lopulliset kustannukset 100.000 mk olivat vain 3.200 mk peltohehtaaria kohti (peltoa 31 ha).

Kustannuseroja tarkasteltaessa on luonnollisesti otettava huomioon se, että valtion työssä kustannuksiin sisältyy eriä, joita omatoimisessa toteutuksessa ei ole. Näitä ovat mm. työnjohto,

tukikohta- ja eräät muut yhteiskustannukset, joita kustannusarviossa oli yhteensä 290.000 mk. Myös varmuuskertoimet yleisissä töissä ovat suuremmat, ts. työn suorittajan on pakko varmistaa, että jatkuvilta painumien ja vuotojen korjailulta vältytään ja että esim. pumppaamo toimii "takuuvarmasti" ilman jatkuvaa päivystystä.

Salaojakeskuksen kustannusarviossa oli painumavaaran takia myös varauduttu lähes kaksinkertaisen massamäärän (12.000 m³) käsittelyyn. Myös massansiirron yksikköhinta oli arvioitu käypien taksojen mukaisesti ja se oli korkeampi kuin urakoitsijalle työstä maksettiin. Lopullinen maansiirtotöiden kustannus jäi noin kolmannekseen arvioidusta.

Merkittäviä säästöjä saavutettiin myös pumppaamon rakentamisessa. Sekä vesipiiri että Salaojakeskus olivat suunnitelleet pumppaamon kiinteäksi rakenteeksi. Maaperäsuhteiden takia sen perustamistyöt olisivat kuitenkin aiheuttaneet lisäkustannuksia.

Hankkeen toimitsijamiehen Antti Pasilan kehittämässä ratkaisussa perustamisongelmia ei ole. Kun pumppaamo ei tarvita talvikaudella, myös lämpösuojauksiin ja jäätymisen estämiseen tarvittavat rakenteet jäävät tarpeettomiksi. Oivallus sijoittaa pumppu kellumaan ponttoonin varaan tuo lisäksi mm. sen edun, että pum-

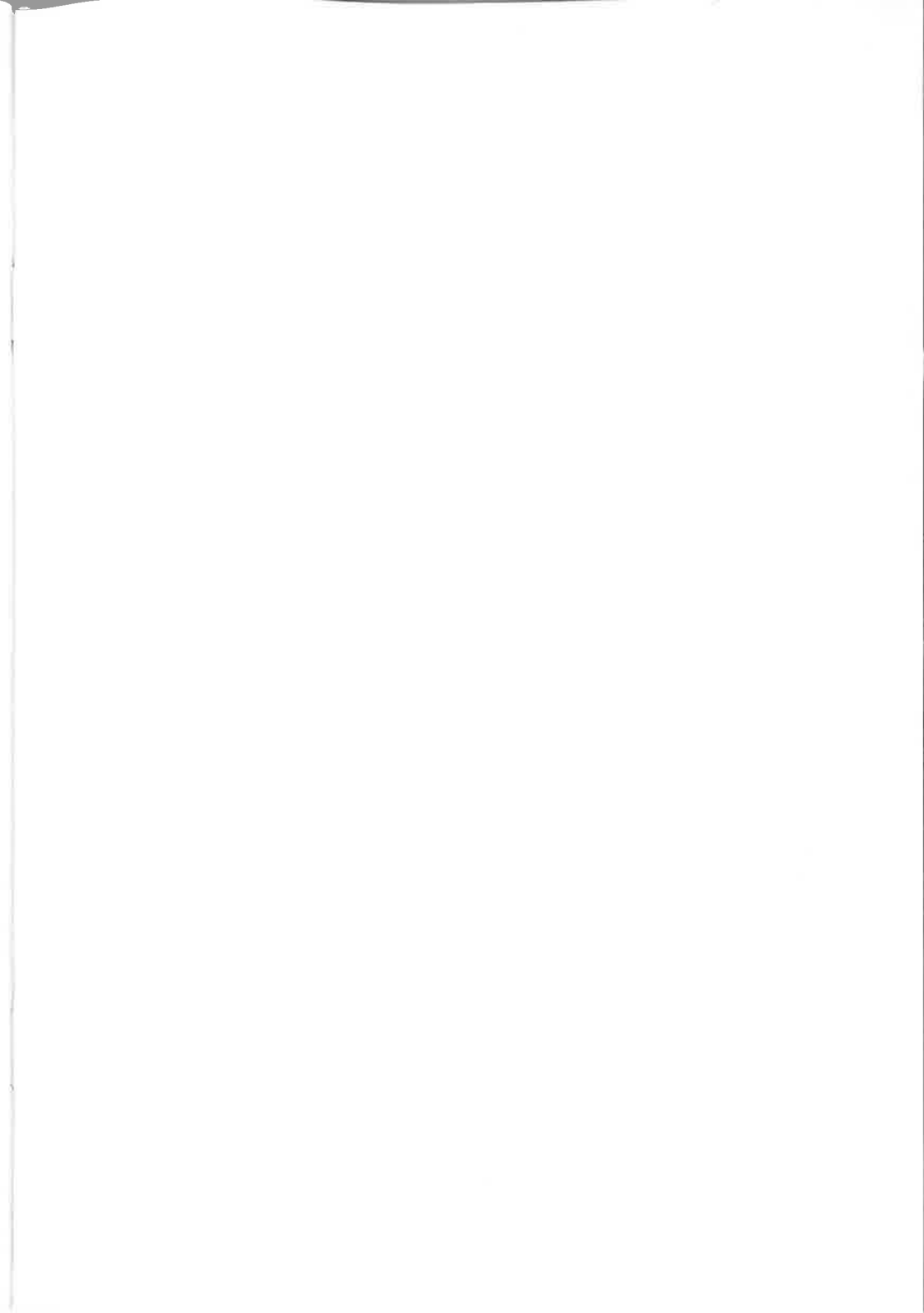
pin imukorkeus on aina optimaalinen. Pumppu vedetään huoltoa ja talvisäilytystä varten maalle ja pidetään käytössä vain kesä kautena.

Junkkarinjärven pengerrystyö on hyvä esimerkki siitä, miten viljelijöiden yhteisen yrityksen toteuttaminen mahdollisimman suurella omalla panoksella antaa merkittäviä taloudellisia etuja. Yhteisyrityksen onnistumisen välttämättömänä edellytyksenä on se, että joku osakkaista uhrautuu ottamaan vetovastuun - ja väistämättä tulevan arvostelun - yhteisten asioiden hoitamisesta.

Aikaisemmin ilmestyneet Salaojituksen tutkimusyhdistys ry:n tiedotteet:

- 1/1987 Yhdistyksen toiminnasta ja otteita salaojitustutkimuksesta
- 2/1987 Salaojatutkimusta koskevia aiheita
- 3/1987 Salaojituskoetoiminnasta Ruotsissa ja salaojaputken ympärysaineista
- 4/1988 Salaojatutkimuksia vuosilta 1987...1988
- 5/1988 Kuivatusta ja kastelua koskevia tutkimuksia
- 6/1989 Maan tiivistymisen tutkimisesta Ruotsissa ja salaojatutkimuksesta Suomessa
- 7/1989 Salaojaseminaari Osuuspankkiopistolla 27.9.1988
- 8/1989 Salaojituksen tavoiteohjelma, näkymiä vuoteen 2010 saakka
- 9/1989 Sievin salaojituspäivät 20.-21.9.1989 ja ajankohtaista asiaa ympärysaineista
- 10/1990 Maaseudun ympäristöpäivä Laukaalla 20.3. ja Jokioisissa 26.3.1990
- 11/1990 Turve- ja kivennäismaiden vesitaloudesta sekä rautasaostuman muodostumisesta
- 12/1990 Salaojitusnäkymiä maailmalta







SALAOJITUKSEN TUTKIMUSYHDISTYS RY
SIMONKATU 12 A 11
00100 HELSINKI
p. 90-694 21 00