



Harri Niemelä

Paineanturitekniikan käyttö salaojien
asennustarkkuusmittauksessa

OPINNÄYTETYÖ

Kevät 2004

Maaseutualan yksikkö, Ilmajoki
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma,
Tuotantotekniikan suuntautumisvaihtoehto



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

SEINÄJOEN AMMATTIKOREKAKOULU
OPINNÄYTETYÖN TIIVISTELMÄ

Koulutusyksikkö:	Maaseutualan yksikkö	
Koulutusohjelma:	Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma	
Suuntautumisvaihtoehto:	Tuotantotekniikka	
Tekijä:	Harri Niemelä	
Työn nimi:	Paineanturitekniikan käyttö salaojien asennustarkkuusmittauksessa	
Ohjaaja:	Heikki Harmanen	
Vuosi: 2004	Sivumäärä: 34	Liitteiden lukumäärä: 1 (6)

Salaojien asennustarkkuuden mittaaminen suoritettiin kesällä 2003. Mittauksien tarkoituksena oli opetella uuden Consoil letkuvaaituskoneen käyttöä. Tiedot kerättiin eripuolilta Suomea. Mitattavia oja ei arvottu, vaan ne valittiin etukäteen. Jokainen mittaus suoritettiin laskuaukon kautta.

Työn tarkoituksena oli tuoda esille salaojien asennustarkkuuden tarpeellisuus ja hyödyt eri näkökulmista, myös paineanturitekniikan soveltuvuutta salaojien mittaukseen saatiin selvitettyä. Mikäli, laitteessa ilmeni joitain heikkoja puolia, oli ne tarkoitus tuoda esille ja miettiä niihin korjausehdotuksia. Tulosten pohjalta suoritettiin tutkimusta, siltä osin kuin kerättyjen tietojen pohjalta oli mahdollista.

Tulosten pohjalta oli pääteltävissä, että suurimmat puutteet löytyivät mittauslaitteistosta. Itse mittauslaitteisto oli painava sekä laitteiston mitta-anturia oli vaikea saada riittävän pitkälle putkeen. Tuloksissa selvitetään myös eri salaojakoneiden työ jälkeä, joissa ilmeni poikkeavaisuuksia. Tehdastekoisten koneiden jälki oli kunnossa, mutta itse tehdyn koneen jälki ei ollut samanveroista tehdastekoisten kanssa

Avainsanat: anturi, mittaus, salaojitus, vaaitus

SEINÄJOKI POLYTECHNIC

THESIS ABSTRACT

Faculty: Ilmajoki School of Agriculture
Degree programme: Rural Industries
Specialisation: Production techniques

Author/s: Harri Niemelä

Title of the thesis: Pressure ensortechnics actuation of drains susing assembly accuracy measurement

Tutor/s: Heikki Harmanen

Year: 2004

Number of pages: 34

Number of appendices: 1 (6)

The assembly accuracy measurements of drains were accomplished in summer 2003. The purpose of the measurement was to learn how to use new Consoil hoseweihing. The information was collected from different parts of Finland. The drains to be measured were chosen in advance. Every measured drain were measured throught tapping hole.

The purpose of the thesis was to find out the necessity and benefits of the drains assembly accuracy. The applicability of the pressure ensortechnics was found out too. There were some weaknesses. The purpose was to bring them out and try to find some reparation proposals. According to the results it's easy to find things. Which are needed to repair.

According to the results the major lacks were found from the measurement equipments. The equipment was heavy and measurement sensor was difficult to get far enough. Also some machines did't work as good as they should. Factory made machines were working properly, but selfmade machine were not.

Keywords: Assembly accuracy, Pressure encore measurement, Drain

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO	6
2 MITTAUKSIEN TARVE	7
2.1 Laadunvalvonta	7
2.1.1 Viljelijän hyödyt laadunvalvonnasta	8
2.1.2 Urakoitsijan hyödyt laadunvalvonnasta	8
2.1.3 Yhteiskunnan hyödyt laadunvalvonnasta	9
2.2 Mittaustavat	9
2.2.1 Asennustarkkuusmittaus vaaituskoneella	9
2.2.2 Asennustarkkuusmittaus paineanturitekniikalla	10
2.2.3 Muita mittaustapoja	11
2.3 Aiemmat tutkimukset	13
3 MITTAUSLAITE	14
3.1 Tekniset tiedot	14
3.2 Kuvaus toiminnasta	14
3.2.1 Valmistelut	15
3.2.2 Mittauslaitteen asentaminen / kalibrointi	15
3.2.3 Mittaaminen	16
3.2.4 Tiedoston purku	18

4 MITTAUKSET	18
4.1 Mittaustulokset	19
4.1.1 Kunnat	19
4.1.2 Ojitus vuodet	20
4.1.3 Mitatut ojat	20
4.1.4 Urakoitsija	22
4.1.5 Ojituksissa käytetyt konetyypit	23
4.1.6 Ojien mittausmatka	24
4.1.7 Poikkeama	25
4.1.8 Poikkeamien jakautuminen koneittain	26
4.1.9 Vuosien ja poikkeamien ero	27
4.1.10 Urakoitsijan vaikutus poikkeamiin	28
4.1.11 Mitattavan ojan vaikutus poikkeamiin	29
5 POHDINTA	31
5.1 Mittalaitteiston kehittämistarpeet	31
5.2 Yhteenveto	33
LÄHDELUETTELO	34
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Salaojituksen valvonnan ongelmana on ollut putken asennustarkkuuden mittaaminen asennuksen jälkeen. Ongelma on ollut oikean mittaustavan ja laitteiston löytäminen. Ennen mittauksia on pystytty suorittamaan vain ojaston ollessa avoinna, vaaitsemalla säännöllisin välein putken asennuskorkeus. Näin ollen vanhojen salaojien mittausta ei ole pystytty suorittamaan. Lisääntyneen laadunvalvonnan johdosta alettiin kehittää uutta mittausjärjestelmää, jolla pystytään mittaamaan myös vanhempia ojastoja.

Vesipatsasmittauksella pystytään mittaamaan putken asennuskorkeus myös vanhemmista ojastoista. Saatuja tietoja pystytään käyttämään hyväksi monilla eri osa-alueilla. Mittauksista hyötyvät viljelijät, urakoitsijat sekä yhteiskunta. Viljelijälle mittauksien hyöty ilmenee tietona salaojien kunnosta ja mahdollisista vikakohdista. Tällöin ei tarvitse koko ojastoa uusida, vaan korjaus voidaan kohdistaa tiettyyn kohtaan ojastoa. Urakoitsijoille mittaus tuo varmuutta työlaadusta ja ammattitaidosta. Yhteiskunnalle mittauksilla pyritään osoittamaan, että salaojitukseen annetut investointirahat ovat kohdentuneet kannattavasti ja tehtyjä töitä myös valvotaan.

Työssä käsitellyt salaojien asennustarkkuusmittauksen tulokset olivat ensimmäisiä uudella Consoil letkuvaaituslaitteella kerättyjä tietoja Suomessa. Saatuja tuloksia ei verrata suoraan edeltäviin tutkimuksiin, koska haluttiin saada tietoa mittauslaitteen toimivuudesta. Työn avulla pyritään luomaan pohjaa tuleville mittauksille. Tarkoitus on hakea tuntumaa uuteen mittauslaitteistoon ja saatuihin tuloksiin, koska aiempaa kokemusta ei ollut. Työssä pyritään tuomaan kerätty aineisto esille ja sitä kautta luoda kehitysideoita, että saataisiin kaikki hyöty mittauslaitteistosta.

2 MITTAUKSIEN TARVE

Salaojituksen laadunvalvonnasta on aina huolehtinut Salaojakeskus ry. 1980-luvulla perustetun laatusalaoitusjärjestelmän kaaduttua 90-luvulla salaojakeskuksen kenttäorganisaation purun yhteydessä, jäi salaojien laadunvalvonta puutteelliseksi. (Salaojituksen tavoiteohjelma 2020, 27)

Salaojien hehtaarikustannukset liikkuvat 1400-2500 euron välillä. Ojituksiin on mahdollisuus saada 20 % suoraa avustusta ja 70 % korkotukilainaa maatilatalouden kehittämisrahastosta MAKERA:sta. (Salaojituksen tavoiteohjelma 2020, 22) EU:n mukana tulleen rahoitusjärjestelmän johdosta salaojitusten laadunvalvontaa on kehitetty. Asennustarkkuusmittauksilla pystytään osoittamaan, että tehtyjä ojituksia valvotaan ja salaojien toimivuudesta huolehditaan. Näin voidaan osoittaa, ettei salaojitukseen sijoitetut rahat kohdennu väärin. (Pelanteri, K. 2003)

Peltosalaojitukseen luotujen säädösten mukaan salaojan pohjan tasaisuus riippuu ojankaltevuudesta ja kyseisestä maalajista. Mikäli salaojan kaltevuus on 1 %, suurin hyväksytty poikkeama on ± 1 cm, muuten ± 2 cm. Edellä mainitut maksimipoikkeamat eivät saa esiintyä 10 metrin matkalla. (Peltosalaojituksen laatuvaatimukset RIL 128-2002, 24)

2.1 Laadunvalvonta

Peltojen salaojitusta on tuettu 1920-luvulta lähtien valtion avustuksella. Lähtökohtana salaojituksen tukemisessa oli tuotannon tehostaminen, mutta 1970-1980-luvun vaihteessa ollut ylituotanto hillitsi tuen määrää. Nykyään valtiolta saadut tuet perustuvat enemmän ympäristön hyvinvointiin, kuin tuotannon tehostamiseen. (K. Haataja, J. Peltola, 24)

Asennustarkkuuden mittaamisesta tuleva hyöty jakaantuu viljelijöille, urakoitsijoille ja yhteiskunnalle. On vaikeaa määrittellä rahallista arvoa kaikelle sille, mitä hyötynäkökohtia mittaamisella saadaan aikaan. Suurimman hyödyn tulee saamaan yhteiskunta, koska viljelijän ja urakoitsijan hyödyt kohdistuvat myös yhteiskunnan hyötyihin. (Pelanteri, K. 2003)

2.1.1 Viljelijän hyödyt laadunvalvonnasta

Viljelijälle salaojitus on taloudellisesti merkittävä kertainvestointi, jonka takaisinmaksuaika on lähes 20 vuotta. Siksi on tärkeää, että ojituksesta tulee kerralla kunnollinen. Viljelijä ei itse pysty salaojan asennustarkkuutta mittaamaan, on vain luotettava urakoitsijan ammattitaitoon. Asennustarkkuuden mittaamisesta tuleva hyöty on suuri, mikäli putken asennuksessa huomataan virheitä. Riippuen virheen sijaintikohdasta, se voi aiheuttaa toimintahäiriöitä koko ojastolle. Tällöin salaojituksesta ajatellut hyödyt eivät toteudu. (Haataja K. 2000, 12)

Kun asennus on tapahtunut virheettömästi, turvaa se salaojien toiminnan vuosikymmeniksi eteenpäin. (Pelanteri, K. 2003) Ojituksen ollessa kunnossa, pienenee riski, että pellolle joudutaan menemään märissä olosuhteissa ja maa tiivistyy. Itsestään maassa tapahtuvat prosessit, joilla saadaan maan kasvuoloja paremmaksi, lakkaavat märkien ja tiiviiden olosuhteiden johdosta. Tiiviin maan ja toimimattoman ojituksen johdosta tapahtuu pintavaluntaa ja ravinteiden huuhtoutumisriski suurenee. (Salaojituksen tavoiteohjelma 2020, 9)

2.1.2 Urakoitsijan hyödyt laadunvalvonnasta

Tuloksien perusteella urakoitsija pystyy takaamaan laadun viljelijälle. Hyvien tulosten pohjalta on urakoitsijan helppo markkinoida itseään viljelijöille, jos siihen on tarvetta. Mikäli on havaittavissa jotain puutteita ojituksen laadussa tai vika ilmenee jostain teknisestä syystä, pystytään tällöin vika korjaamaan ennen virheellisten lisäojien syntymistä. (Yli-Kivistö, A. 2003)

Tehokkaalla laadunvalvonnalla pyritään pitämään kokemattomien urakoitsijoiden tuleminen alalle kurissa, sellaisten joilla ei ole käytännön kokemusta ojituksesta. Näin pyritään turvaamaan, ettei hankita vanhaa konetta muutamaksi vuodeksi ja työskennellä sillä. Ajatuksena tehdä vain paljon ojituksia ja näin saada hyvä kate tehdyille työlle, laadusta piittaamatta. (Yli-Kivistö, A. 2003)

2.1.3 Yhteiskunnan hyödyt laadunvalvonnasta

Yhteiskunnan kannalta salaojitukselta tulevat hyödyt jakaantuvat kahteen osaan, suoriin ja välilisiin hyötyihin. Nykyään yhteiskunnan tavoitteena ei niinkään ole tukea tuotannon tehokkuutta, vaan suunnata tuki ympäristöllisiin näkökohtiin. (Salaojituksen kannattavuus Suomessa 24, 25)

Suorana hyötynä voidaan ajatella tuotannon tehostumista ja tätä kautta riittävän omavaraisuusasteen saavuttamista. Suoran hyödyn näkökohta on jäänyt vähemmälle ja välillisten hyötyjen osuus on kasvanut. (Salaojituksen kannattavuus Suomessa sivu 24, 25) Esimerkiksi toimivalla salaojituksella saadaan estettyä ravinnevalumat lohkoilta. Varsinkin fosforin liukeneminen vesistöihin pintavalumisen mukana saadaan estettyä. Tällöin myös lohkon eroosioituminen vähenee. Lohkojen tuottavuus paranee, jolloin viljelijän saama kate nousee. Vaikka yhteiskunta sijoittaakin tukien muodossa salaojitukseen, niin tukien tuomat hyödyt tulevat takaisin yhteiskunnan käyttöön. (Salaojituksen tavoiteohjelma 2020, 17)

2.2 Mittaustavat

Salaojien asennustarkkuuden mittaukseen on käytössä kaksi erilaista mittaustapaa. Putken asennustarkkuus voidaan mitata joko vaaituskoneella putken päältä tai paineanturitekniikalla putken sisältä. (Peltosalaojituksen laatuvaatimukset RIL 128-2002, 24). Salaojituksen aikakautena on käytössä ollut muitakin mittaustapoja, mutta niiden käyttö ei ole ollut yleistä.

2.2.1 Asennustarkkuusmittaus vaaituskoneella

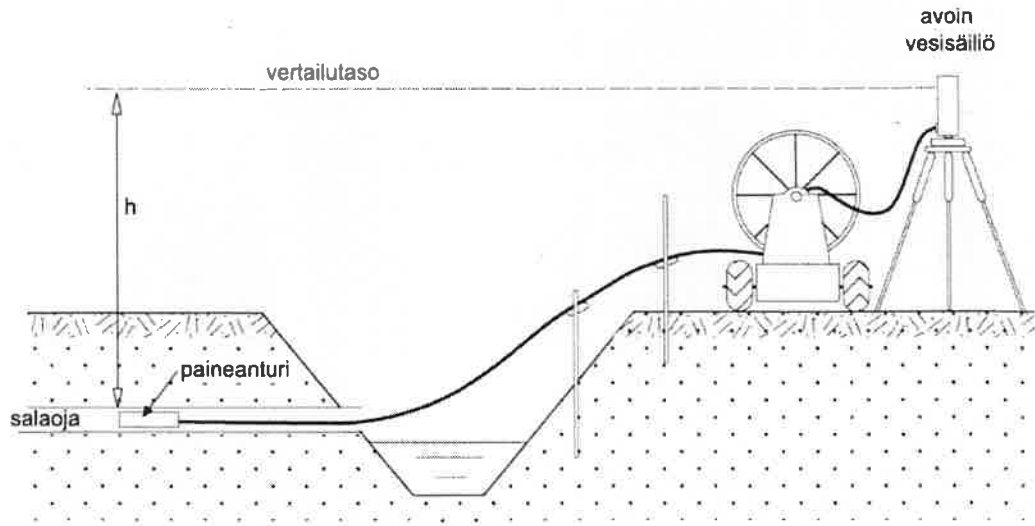
Vaaituskoneella mitattaessa mittaus tapahtuu kaivannon ollessa vielä auki. Mittaus suoritetaan hiedanlaskun jälkeen asettamalla latta putken päälle, jonka jälkeen suoritetaan mittaus. Mitä enemmän mittauksia suoritetaan putkea kohden, sitä tarkemmaksi saadaan tulos putken asennustarkkuudesta. (Pelanteri, K. 2004)

Kun mittaus suoritetaan vaaituskoneella, on mittauksien aina tapahduttava ennen ojan peittämistä. Näin ollen vanhojen salaojien sekä aurakoneilla tehtyjen ojitusten asennustarkkuuksien mittaaminen on mahdotonta kyseisellä tekniikalla. (Pelanteri, K. 2004)

2.2.2 Asennustarkkuusmittaus paineanturitekniikalla

Paineanturitekniikkaan perustuvassa mittauksessa pystytään salaoja mittaamaan laskuaukosta. Tekniikka perustuu vesipatsaan liikkeeseen, joka vaihtelee riippuen anturin korkeusasemasta putkessa. (Pelanteri, K. 2003) Kun nestettä täynnä olevan putken päässä oleva anturi on saatu työnnettyä salaojaan, aletaan putkea kelata takaisin (Kuva 1). Mittaus suoritetaan halutuun välimatkoin, vähintään kahden metrin välein. Saadut tulokset puretaan tietokoneelle, jonka jälkeen voidaan analysoida putken asennustarkkuus (Liite 1). Lisää aiheesta luvussa 3.

Paineanturitekniikan ansiosta voidaan mittaus suorittaa koska vain. Laitteella voidaan suorittaa myös muidenkin kuin salaojaputkien mittausta. Mitattavien putkien tulee olla vähintään 30 mm halkaisijaltaan, jotta anturi saadaan kulkemaan putkessa. Mittaus onnistuu helpoiten laskuaukon kautta. Myös kokoojaojaan yhtyvien imuojien mittaaminen on mahdollista, mutta tällöin joudutaan liitoskohta kaivamaan auki. Tämä on kannattavaa silloin, jos on kyse pitkistä imuojista. Parhaiten imuojien mittaaminen käy heti putkenlaskun jälkeen, jolloin imuojaa ei ole vielä liitetty kokoojaojaan. (Pelanteri, K. 2003)

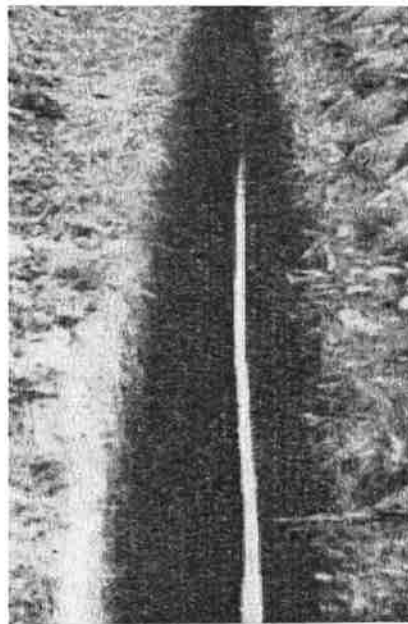


Kuva 1. Periaatekuva paineanturitekniikasta

Lähde: Salaojituksen tavoiteohjelma 2020

2.2.3 Muita mittaustapoja

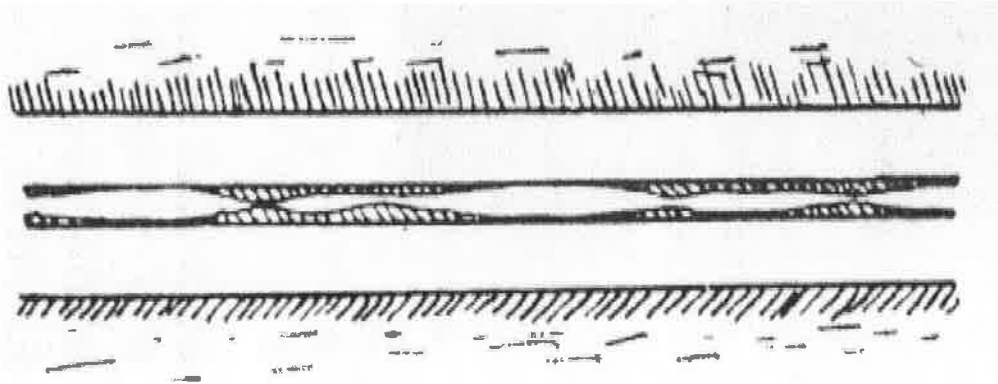
Salaojituksen alkuvaiheessa asennustarkkuusmittaus suoritettiin veden avulla. Kun oja oli saatu kaivettua ja työntökourulla viimeistelyä, laskettiin ojan pohjalle sangolla vettä. Veden tuli virrata tasaisesti ojan pohjalla jolloin varmistuttiin, että kaato oli oikea (Kuva 2). (Keso L. 1951,165-166)



Kuva 2. Kaadon tarkistus veden avulla

Lähde: Keso L.1951

Veden avulla oli helppo huomata poikkeamat kaadossa. Kun pohjalla ollut vesi tasaantui, pysyttiin havaitsemaan kohdat missä vettä oli enemmän ja missä vähemmän. Kohdat, joissa veden pinta oli leveämpi, oli myös syvempi kohta (Kuva 3). Korkeammissa kohdissa veden pintaleveys oli kapeampi. (Keso L. 1951 165,166)



Kuva 3. Veden asettuminen tasaisuuden mukaan

Lähde: Keso L. 1951

Mahdolliset kaadon virheet oli helppo korjata tässä vaiheessa. Mikäli huomattiin, että jossain kohdassa oli notkokohta, lisättiin tähän multaa. Kohoumakohdista työntökourulla syvennettiin ojan pohjaa ja näin saatiin tasainen, oikein kaatava ojanpohja. (Keso L. 1951, 167-169)

Maatalouden tutkimuslaitoksen 1982 suorittamassa kokeessa mittauksessa käytettiin apuna erillistä kairaa (Kuva 4). Kairan avulla kaivettiin tehty salaoja auki, lähelle putken pintaa. Loppu kaivettiin auki käsin, jonka jälkeen suoritettiin mittaus putken päältä. Kyseistä mittaustapaa käytettiin aurakoneen asennustarkkuutta mitattaessa. (P. Olkinuora, J. Esala 1982, 14)



Kuva 4. Salaoja kaira

Lähde: Olkinuora P. Esala J. 1982

Asennustarkkuuden määrittämistä on kokeiltu myös kiinnittämällä salaojituskoneen sorasuppiloon latta. Tietyin välimatkoin latan korkeus tarkastetaan ja merkataan ylös. Poikkeamat kirjataan millimetripaperille, josta ne määritetään viivoittimen avulla. Viivoitin asetettiin niin, että poikkeamat jäävät mahdollisimman vähän viivoittimen ulkopuolelle. Viivoittimen avulla saadaan tarkistettua myös ojan kaato. (Olkinuora P. Esala J. 1982, 15)

2.3 Aiemmat tutkimukset

1980-uvun alussa salaojitukseen liittyvät tutkimukset olivat yleisiä. Tutkimukset vähenivät hiljalleen vuosikymmenen loppupuolella. Syynä tähän olivat taloudellisesti heikot vuodet. Tehdyt tutkimukset olivat vikaraportteja ojaston toimivuuden heikkoudesta.

Valtion maatalouskoneiden tutkimuslaitos julkaisi vuonna 1982 tutkimuksen, jossa oli selvitetty HOES 704 super -aurasalaojakoneen asennustarkkuutta. Vertailukoneina pidettiin kaivavia salaojituskoneita. Tutkimuksen mukaan aurasalaojakoneella tehty oja on laadultaan samanlainen kuin kaivavalla salaojakoneella tehty oja. (Olkinuora P. Esala J. 1982, 15) Mittausmenetelmistä on kerrottu kohdassa 2.2.3

3 MITTAUSLAITE

Mittauslaitteisto on lähtöisin Ruotsista, jossa se on kehitetty kymmenen vuotta sitten. Salaojakeskus hankki laitteen vuonna 2000 ja se on ainut maatalouden käytössä oleva mittauslaitteisto Suomessa. Hankittu laite on uusin versio, ainoastaan automaattisesti mittaus tuloksia tallentava dataloggeri puuttuu. Alun perin tiedot purettiin Dos-pohjaiselle ohjelmalle, mutta Salaojakeskuksen kehittämässä versiossa tiedot voidaan purkaa Windows-pohjaiselle ohjelmalle, jolloin työ helpottuu. (Koneviesti 2000. 22, 17)

3.1 Tekniset tiedot

Consoil -letkuvaaituslaitteisto koostuu kolmiojalasta, mittalaitteesta, jonka yhteydessä on letkukela ja kalibrointiputki sekä dataloggerista. Kolmiojalka on normaali täkymetrinkin alla käytettävä jalka. Letkukelassa on 150 metriä pvc-putkea, jonka sisällä on nestettä. Pvc-putken päähän on kiinnitetty halkaisijaltaan 25 mm ja pituudeltaan 20 cm paineanturi, jonka paino on 800 grammaa (Kuva 5). Anturilla varmistetaan, että letkun pää on aina samalla tasolla putkessa. Letkussa on merkinnät metrin välein, jolloin pystytään tarkkailemaan kuinka kaukana anturi on putkessa (Kuva 6). Myös mittauksia suoritettaessa on helppo tarkkailla ulosvedetyn putken määrää.

Painoltaan mittauslaitteisto on 60 kiloa. Kalibrointiputki on normaalia suoraa putkea, jossa on reiät 500 mm etäisyydellä toisistaan. Tällä varmistetaan koneen suoruus maastossa. Dataloggeri on kooltaan 25 cm * 30 cm ja painoltaan 4 kiloa. Dataloggerissa on kuusi kappaletta paristoja joista se saa käyttö virran.

3.2 Kuvaus toiminnasta

Asennustarkkuusmittauksen voi suorittaa putkesta, jonne mittalaitteen anturi saadaan sopimaan. Olosuhteiden olisi hyvä olla kohdallaan, koska näin saadaan varmistettua luotettavimmat mittaus tulokset ja mittauksen tekeminen on nopeampaa. Lohkolla tehtyjen mittausten jälkeen tulokset puretaan ja saatujen tietojen pohjalta tarkastellaan putken asennustarkkuutta.

3.2.1 Valmistelut

Ennen mittauskoneiston asentamista suoritetaan huolelliset valmistelut. Ensin etsitään laskuaukon pää ja sen ympäriltä kaadetaan kasvillisuutta pois. Tarpeen tullen kaivetaan laskuaukon päätä enemmän esiin. Näin mittausputken työntäminen onnistuu paremmin mitattavaan salaojaan.

Laskuaukon valmistelujen jälkeen suoritetaan valmistelut mittauslaitteelle. Mittauslaite tulisi saada sijoitettua mahdollisimman lähelle mitattavan ojan laskuaukkoa, tällöin ei tuuli pääse heiluttamaan vesiletkua. Mikäli vesipatsas pääsee elämään kaiken aikaa, niin tarkkaa mittausta ei saada suoritettua. Jos mittauskoneistoa joudutaan pitämään pellolla, täytyy varmistua, ettei tuuli pääse heiluttamaan letkua. Pyrkimys on että laite saataisiin sijoitettua lähelle laskuaukko ja lähes samalle tasolle.

3.2.2 Mittauslaitteen asentaminen / kalibrointi

Mittauskoneisto sijoitetaan sille valmisteltuun paikkaan. Ensin pystytetään kolmiojalka ja painetaan jalat tukevasti maahan. Mittauskoneisto nostetaan kolmijalan päälle. Kun mittauslaite on tukevasti paikoillaan, yhdistetään vielä mittayksikön johdot laitteeseen. Ennen virran kytkemistä päälle, annetaan laitteen tasaantua ympäröivään lämpötilaan muutaman minuutin. Näin vältetään koneen toimintahäiriöitä.

Kalibroinnissa kytketään virta mittayksikköön ja asennetaan mitta-anturi kalibrointiputken yläreikään. Näytön lukemien tasaannuttua tulos tallennetaan, jonka jälkeen siirretään anturi alempaan reikään ja toinen mittaus suoritetaan kun lukema on vakiintunut (Kuva 5). Koska kalibrointiputken reiät ovat 500 mm:n etäisyydellä toisistaan, tuloksen tulisi olla 500mm. Mikäli tulos poikkeaa, suoritetaan uusi kalibrointi ja tarkastetaan tulos. Jos tulos on jälleen poikkeava, katsotaan että mittauslaite on tukevasti maassa ja suorassa, eikä tuulella ole mahdollisuutta heiluttaa putkea. Korjauksien jälkeen suoritetaan uusi kalibrointi.



Kuva 5. Laitteen kalibrointi

Lähde: Koneviesti 22/2000

3.2.3 Mittaaminen

Mittauksessa anturia lähdetään työntämään laskuaukosta putkistoon (Kuva 6). Anturia työnnetään niin kauan kuin on saavutettu haluttu kohta, mistä mittaus halutaan suorittaa. Riippuen ojan iästä, anturia saadaan työnnettyä putkeen noin 40 metriä. Tämän jälkeen rupeaa kitka tulemaan liian suureksi putken, anturin ja vesiletkun välillä. Aina ei ole varmuutta, johtuuko pysähtyminen kitkasta. Putken tukkeuma tai suuri poikkeama kaadossa on mahdollinen syyn aiheuttaja. Tukkeuma tai poikkeama kohdissa letkun työntäminen pysähtyy heti, kun kitkan johdosta työntäminen on ollut hankalampaa jo muutamia metrejä. Uusiin putkiin anturia voidaan saada työnnettyä jopa 80-100 metriä, mikäli putkisto on kostea. Kosteus vähentää kitkaa putkessa, mikä syntyy anturia työnnettäessä.



Kuva 6. Anturin työntäminen salaojaan

Lähde: Koneviesti 22/2000

Ennen ensimmäistä mittausta vedetään anturia metri takaisin ja suoritetaan mittausta. Näin saadaan varmistettua, että jokainen mittausta tapahtuu saman työvaiheen jälkeen. Näin anturi on jäänyt aina samanlaiseen vetovaiheeseen. Kun anturia on vedetty takaisin, kierretään ylimääräinen letku takaisin telineeseen minimoidaksemme tuulen aiheuttamat haitat.

Tuloksen mittaaminen tapahtuu putken päässä olevan anturin kautta. Vesiletkun sisällä kulkee kaksi johtoa, jotka siirtävät tiedon anturilta dataloggeriin. Mitä alemmas anturi menee putkessa, sitä suurempi vesipaine kohdistuu putken kautta anturille. Vesipatsaan tasaannuttua tallennetaan lukemat dataloggerin muistiin, jonka jälkeen vedetään letkua haluttu matka, rullataan ylimääräinen osa telineeseen ja suoritetaan tuloksen tallentaminen. Edellisiä toimenpiteitä suoritetaan siihen saakka, että anturi on saatu vedettyä laskuaukon suulle josta otetaan viimeinen mittausta. Viimeisen mittauksen jälkeen anturi putsataan ja suojataan laite. Tämän jälkeen mittauskoneisto puretaan ja siirretään seuraavaan mahdolliseen mittauskohteeseen.

3.2.4 Tiedoston purku

Mittaus tulosten purkaminen luettavaan muotoon tapahtuu tietokoneen avulla. Mittauspaikalla mukana ollut dataloggeri kytketään kiinni tietokoneen keskusyksikköön. Purku tapahtuu Excel pohjaisen ohjelman kautta. Kun tiedosto on saatu siirrettyä, tallennetaan tiedot niiden käsittelyä varten. Tallennuksen jälkeen avataan Excel pohjainen tulosten lukuohjelma. Siirretyt tiedot haetaan ohjelmaan, jonka jälkeen pystytään vertaamaan salaojaputken poikkeamia lineaarisesta kohdasta (Liite 1(1)-(6)). (Äijö H. 12.2.04) Liitteitä luettaessa on huomattava, että suurin etäisyys tarkoittaa laskuaukon päätä ja pienin etäisyys mittauspistettä joka on otettu anturin kaukaisimmasta sijainnista putkessa.

4 MITTAUKSET

Mittaukset suoritti salaojateknikko Kalevi Pelanteri kesän 2003 aikana. Apuna mittauksissa oli mitattavan lohkon suunnitellut salaojateknikko. Itse olen ollut mukana muutamalla eri mittauskerralla. Mittauksia suoritettiin kaikkiaan 15. eri lohkolla sekä yhdeksällä eri paikkakunnalta. Yksittäisiä mittauspisteitä otettiin 745 kohdasta. Mittaus suoritettiin kahden metrin välein. Mitattua salaojaa kertyi tällöin noin 1490 metriä.

Mittauslaitteistoa esiteltiin eri tapahtumissa ympäri Suomea. Näin ollen mittaukset tapahtuivat pääsääntöisesti matkan varrella oleilla paikkakunnilla. Mitattavia lohkoja valittaessa huomio kiinnitettiin laskuaukon sijaintiin. Laskuaukon tuli mielellään sijaita sellaisessa paikassa, johon oli mahdollisuus päästä autolla. Tällöin välttyttiin raskaan mittalaitteiston kantamiselta. Lohkojen ja mitattavien ojien valinnassa apuna oli paikallinen teknikko, joka oli myös suunnitellut kyseisen ojituksen. Yhden ojan mittaukseen menee aikaa kaikki valmistelut mukaan lukien puolesta tunnista tuntiin, riippuen mitattavan matkan pituudesta. Suurimman osan ajasta työssä vie laitteiston huolellinen pystyttäminen, millä estetään mittauspoikkeamien syntyminen

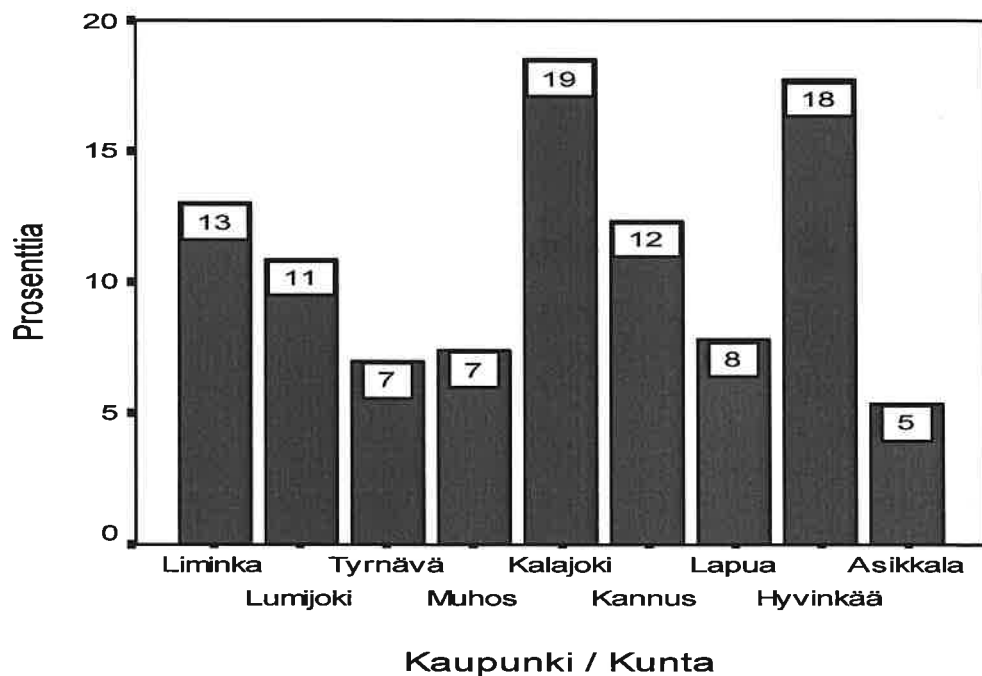
Mitään yksittäistä saatuihin tuloksiin vaikuttavaa tekijää ei mittauksissa ollut havaittavissa. Ilma oli mittauspaikoilla selkeä, eikä tuulenkään voimakkuus ollut liian suuri häiritsemään mittauksia.

4.1 Mittaustulokset

Mittaustulosten läpikäynnissä pyritään tuomaan esille kaikki tausta tekijät. Kaikilla ei välttämättä ole suoraa vaikutusta tuloksiin, mutta näin saadaan kattavampi analysointipohjan. Näin myös muiden on helpompi tarkastella työtä, kun asiat on tuotu laajasti esille. Jokaisesta kohdasta on tehty yksittäisiä kuvioita tai taulukoita selventämään tuloksia. Ristiintaulukointi mahdollisti joidenkin asioiden vertailun keskenään.

4.1.1 Kunnat

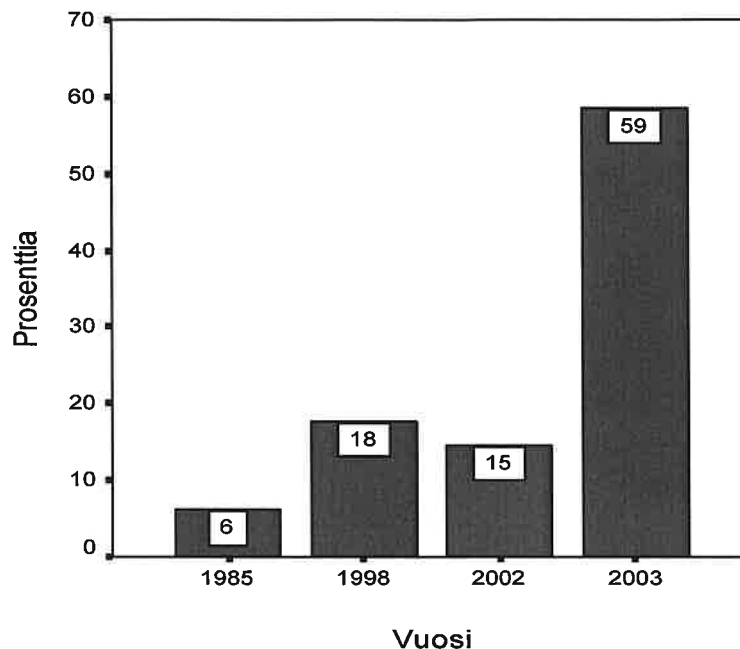
Mittauksia suoritettiin kaikkiaan yhdeksässä eri kaupungissa ja kunnassa (Kuvio 1). Mittauksista 19 % suoritettiin Kalajoella ja 18 % Hyvinkäällä. Kahdeksassa muussa kunnassa mittauksia tehtiin keskimäärin 10 % kuntaa kohden.



Kuvio 1. Mittauspisteiden %- osuus kaupungeittain / kunnittain

4.1.2 Ojitusvuodet

Mittauksessa mukana olleet ojitukset oli tehty neljänä eri vuonna (Kuvio 2). Suurin osa, 74 % mitatuista ojista, oli tehty 2000-luvulla. Tulosten kannalta olisi ollut hyvä jos mitattavat ojat olisivat jakaantuneet tasaisemmin eri vuosikymmenille. Näin oltaisiin saatumittauksiin mukaan myös sellaisia ojituksia, joissa ei ole käytetty apuna laser tekniikkaa. Vertailumahdollisuuksia olisi ollut silloin enemmän



Kuvio 2. Mittauspisteiden %- osuus eri vuosina valmistuneissa ojissa

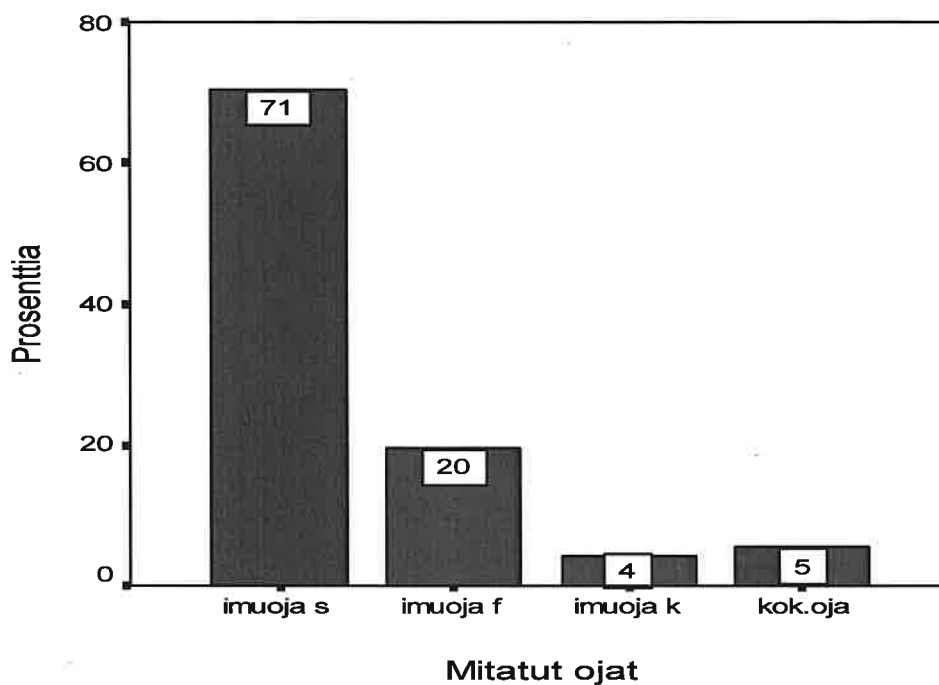
4.3.3 Mitatut ojat

Mittauksissa mitattiin kahden erilaisen ojatyypin asennustarkkuutta, kokoojaojan ja imuojan. Ojat jakaantuivat neljään tyyppiin ojan suodatusmateriaalin mukaan (Kuvio 3). Kokoojaojan ja kookoskuidulla päällystetyn putken osuudet ovat vain 4-5 % mittauksista, lukumäärällisesti kumpaakin mittausta suoritettiin vain kahdessa mittauksessa.

Imuojissa mittaukset jakaantuivat kyseisen putken suodatuksessa käytetyn materiaalin mukaan. Imuoja s:ssä oli suodatusmateriaalina käytetty salaojahiettaa. Imuoja f:ssä suodatusmateriaalina oli putken ympäri kierretty filteri. Filterinä oli 2 mm kerros erillistä

suodatuskangasta, joka toimii suodattimena. Imuoja k:ssa oli putken suodatinmateriaalina käytetty kookoskuitua. Kuitua oli kierretty putken ympärille yhden senttimetrin kerros.

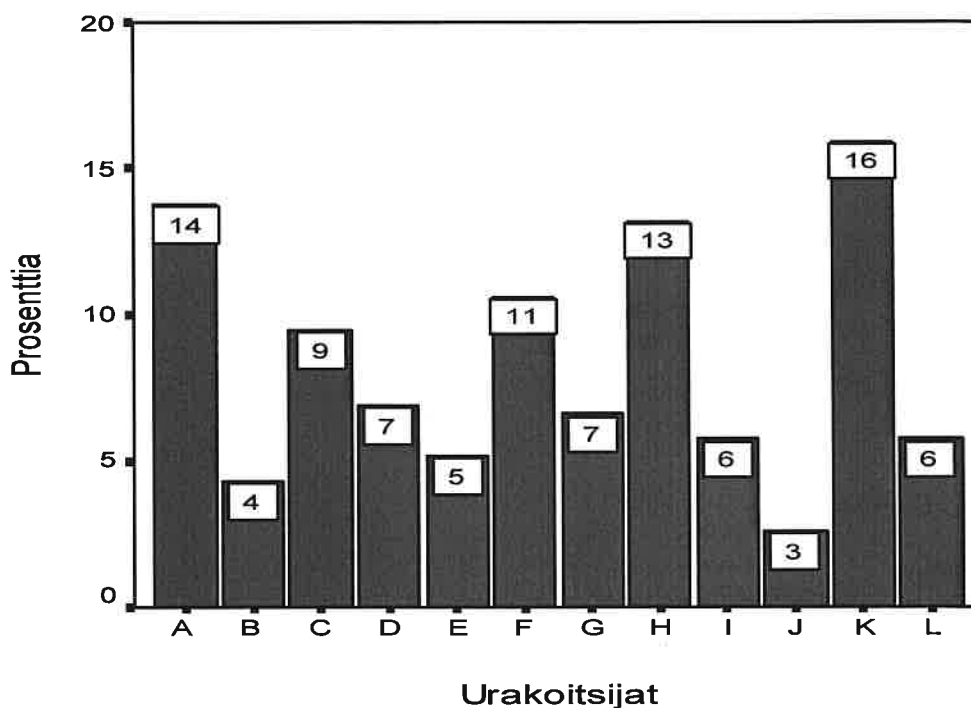
Suurin osa, 71 % mittauksista oli suoritettu suodatinhiedalla peitetyistä ojista. Tulosten kannalta olisi ollut hyvä, jos mittaukset olisivat jakaantuneet tasaisemmin eri imuojatyypeille suodatusmateriaalin mukaan. Kokoojajojen mittauksia olisi voinut suorittaa enemmän, jolloin oltaisiin saatu niihinkin vertailupohjaa.



Kuvio 3. Mittausten jakaantumien eri ojatyypeille prosentteina
(Imuoja s, suodatus hiedalla. Imuoja f, suodatus filterillä.
Imuoja k, suodatus kookoskuidulla. Kok.oja, kokoojaoja)

4.1.4 Urakoitsijat

Mitattuja oja oli kaikkiaan tehnyt 12 eri urakoitsijaa (Kuvio 4). Urakoitsijoiden osuus mittausmäärissä riippuu, kuinka mitatut oja jakaantuivat eri lohkoille. Joillakin lohkoilla otettiin enemmän mittauksia kuin toisilla lohkoilla. Taulukosta 2 nähdään, millainen koneratkaisu on urakoitsijalla ollut. Vertailun kannalta mittausmäärien olisi pitänyt olla lähes sama jokaisella urakoitsijalla. Vain muutamiin urakoitsijoihin keskittyminen olisi antanut luotettavampaa tietoa. Muutamien urakoitsijoiden ja poikkeamien vertailulla oltaisiin saatu selville urakoitsijan vaikutus poikkeamiin.



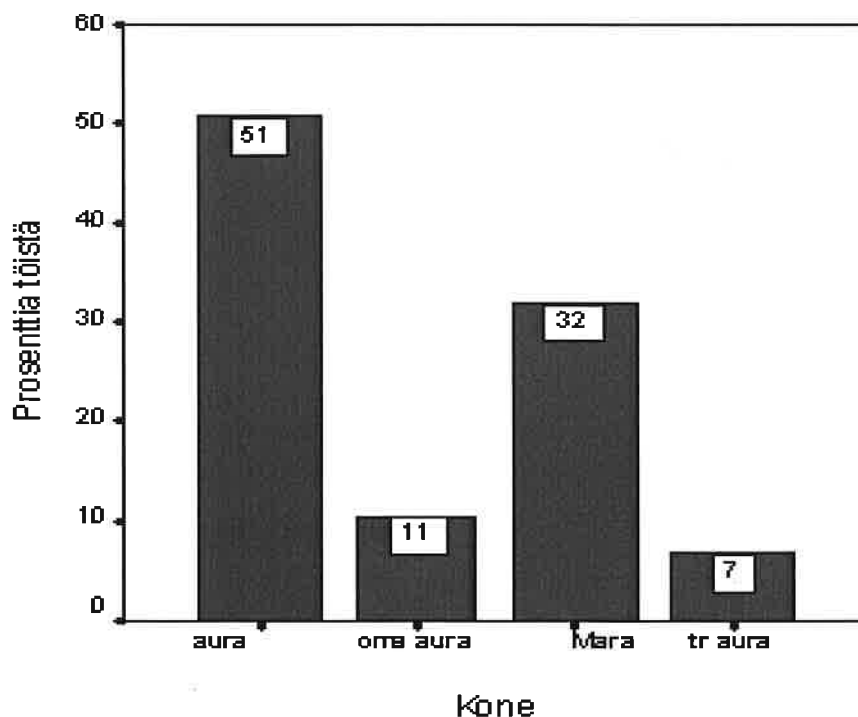
Kuvio 4. Mittauspisteiden %- osuus urakoitsijaa kohden

4.1.5 Ojituksissa käytetyt konetyypit

Mitattuja ojia oli tehty neljällä erilaisella koneella (Kuvio 5). Aurakoneella, UkkoMaralla, traktorisovitteisella auralla sekä omalla auralla. Aurakone ja UkkoMara ovat salaojitukseen tehdastekoisesti valmistettuja koneita.

Traktorisovitteisen auran kiinnitys on nostolaitesovitteinen, jossa laserohjauksen avulla säädetään putken asennuskorkeutta. (Karioja, V 2004.) Oma aura on viljelijän itse suunnittelema ja valmistama. Aura kiinnitetään traktorin nostolaitteeseen ja syvyyden säätö tapahtuu myös nostolaitteen avulla. Ojia tehdessä apuna on käytetty lasermittausta oikean kaadon varmistamiseksi. (Haataja, A 2004) Pääperiaatteiltaan traktoriaura ja oma aura ovat samanlaisia.

Aurakoneen osuus oli 51 % kaikista töistä ja UkkoMaran 32 %. Tulosten vertailtavuuden kannalta oli hyvä, että mittauksiin saatiin mukaan myös harvinaisempia koneita, vaikka näiden osuus olikin vähäinen mittauksissa. Näin pystyttiin tarkastelemaan eri koneiden työnjälkeä.

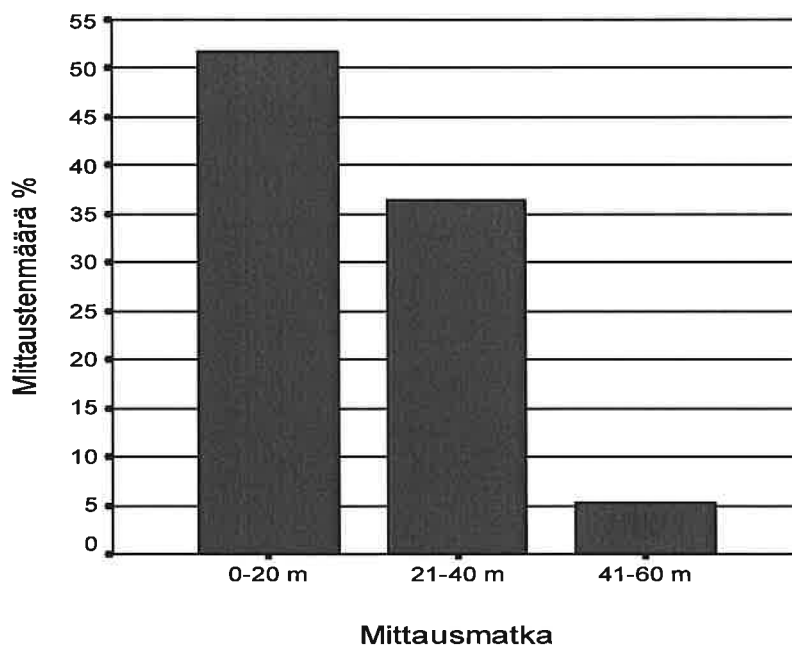


Kuvio 5. Mittausten jakaantuminen eri konetyypeille prosentteina

4.1.6 Ojien mittausmatka

Kuviosta 6 nähdään kuinka mittauspisteet jakaantuivat eri matkalle. Suurin osa mittauksista, noin 50 % saatiin 20 metrin ja noin 35 % korkeintaan 40 metrin etäisyydeltä laskuaukosta. Kaukaisimmat mittaukset suoritettiin noin 60 metrin päässä laskuaukosta, mutta näiden mittausten osuus jäi alle 10 %:n. Syynä tähän oli anturin vaikea saanti niin kauas putkeen.

Mittauksia olisi pitänyt saada suurempi määrä yli 40 metrin etäisyydeltä. Taulukosta 4 nähdään, millaisia matkoja olisi mahdollisuus mitata, jos anturia saadaan työnnettyä riittävän pitkälle.



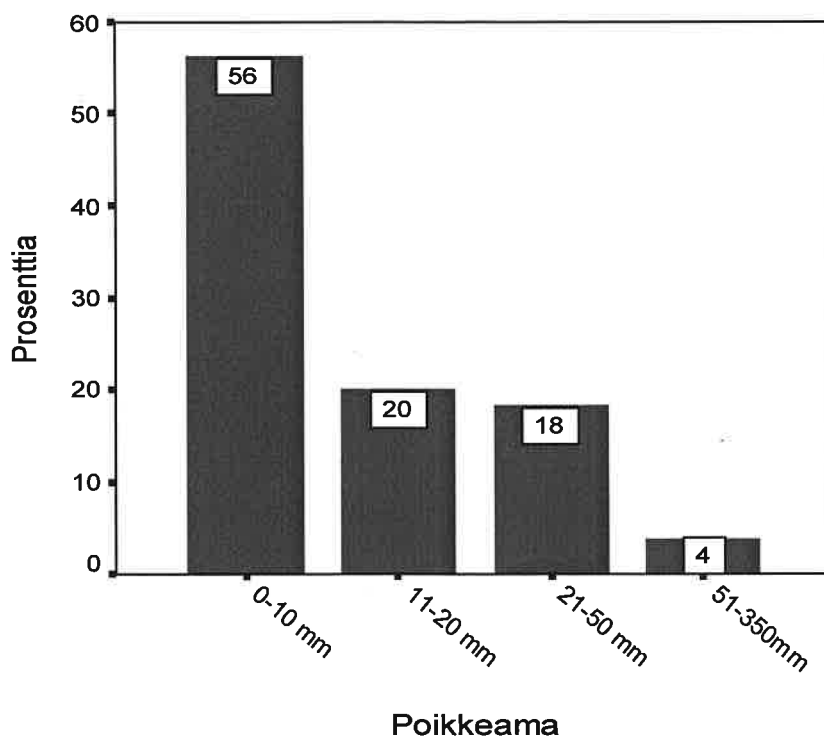
Kuvio 6. Mittauspisteiden etäisyys laskuaukosta prosentteina

4.1.7 Poikkeama

Saadut tulokset luokiteltiin neljään eri poikkeamaluokkaan (Kuvio 7). Jokainen mittauspiste luokiteltiin poikkeamaksi, vaikkei poikkeamaa olisi ollutkaan, koska tarkoitus oli saada selville poikkeamien jakaantuminen vain muutamia luokkia käyttäen.

Suurin osa poikkeamista lineaariseen kaatoon nähden oli korkeintaan 10 mm. Kuviosta ei käy ilmi onko poikkeama negatiivinen vai positiivinen putken lineaariseen kaatoon verrattuna. Suurimmat poikkeamat olivat lähellä laskuaukkoa. Osa suurista poikkeamista tuli sen vuoksi, että mittaushetkellä anturi oli jo huuhteluputkessa.

Lähes 80 % poikkeamista mahtui 20 mm sisälle. Kaavion pohjalta voidaan todeta, että salaojien asennustarkkuus on ollut hyvä ojissa jotka olivat mittauksissa mukana



Kuvio 8. Poikkeamien %- osuus lineaarisesta kaadosta

4.1.8 Poikkeamien jakautuminen koneittain

Taulukosta 1 käy ilmi mitattujen poikkeamien jakautuminen eri konetyypeille. Eniten eli 353 kappaletta yksittäisiä mittauksia kertyi aurakoneelle. Poikkeamajakautumisessa suurin osa kertyy 0-10 mm kohtaan. Aurakoneella, kaivupyöräkoneella ja traktorisovitteisella salaoja-auralla poikkeamat jakautuivat samassa suhteessa eri luokkiin. 51-350 mm poikkeamat eivät täysin pidä paikkaansa, sillä osa mittauksista tapahtui huuhteluputkessa.

Omalla auralla jonka urakoitsija on itse tehnyt, poikkeamien jakautuminen oli erilainen kuin muilla konetyypeillä. Omalla auralla tehtäessä suurin osa eli 37 kappaletta poikkeamista oli 21-50 mm. Suurien 51-350 mm poikkeamien osuus oli myös suurin, mikä on osaltaan ollut koneen aiheuttamaa.

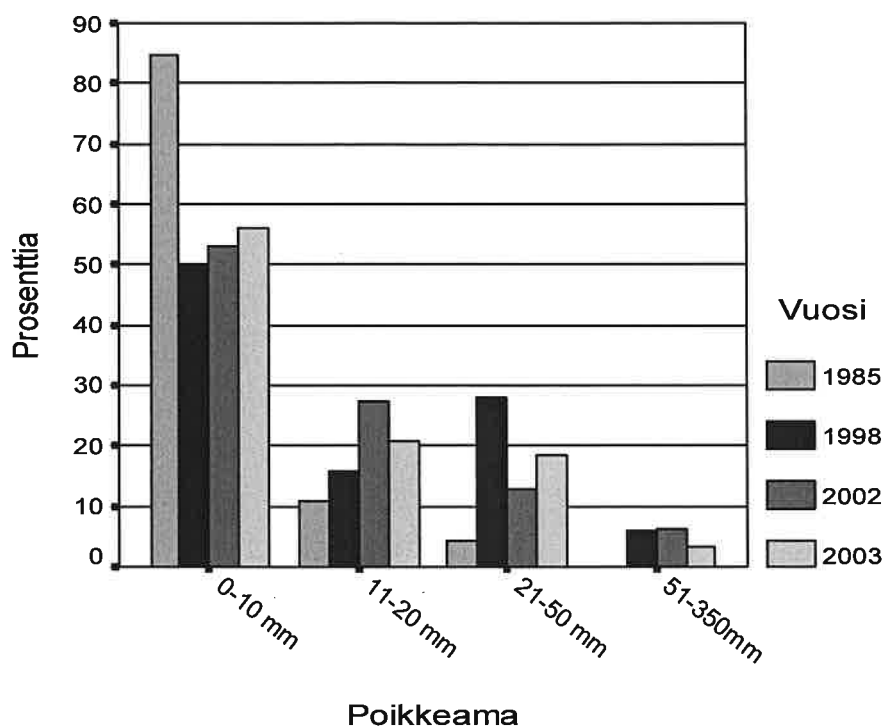
Taulukko 1. Poikkeamien suhde konetyypeittäin

		KONE				Yhteensä
		aura	oma aura	Ukkomara	tr aura	
Poikkeama	0 - 10 mm	253	13	115	30	411
	11- 20 mm	49	18	63	10	140
	21- 50 mm	44	37	36	5	122
	51- 350mm	6	9	8	0	23
Yhteensä		353	81	222	48	704

4.1.9 Vuosien ja poikkeamien ero

Verrattaessa poikkeamien ja vuosien eroa toisiinsa ei eroavaisuuksia ole (Kuvio 9). 1985 vuoden hyvältä näyttävään tulokseen vaikuttaa sinä vuonna tehtyjen ojien vähyys mittausaineistossa, koska pääpaino on ollut 2002 ja 2003 vuonna valmistuneissa ojituksissa. Näillä vuosilla ei suuria eroavaisuuksia ole huomattavissa keskenään.

Jos otanta olisi ollut suurempi ja mittaukset jakaantuneet tasaisemmin eri vuosille, mahdollistaisi tämä paremman vertailun vuosien välillä. Tällöin olisi hyvä olla samalta alueelta useampiakin mittauksia niin nähtäisiin, onko erilaisilla kesillä ollut vaikutusta ojien laatuun.



Kuvio 9. Ojitusvuoden vaikutus poikkeamien jakaantumiseen

4.1.10 Urakoitsijan vaikutus poikkeamiin

Taulukossa 2 on verrattu poikkeamien jakaantumista urakoitsijan ja käytetyn koneen mukaan. Näin pystytään havaitsemaan yksittäisten urakoitsijoiden poikkeamat sekä paljonko kyseisen urakoitsijan ojissa oli suoritettu ojituksia yhteensä. Myös konetyypeittäin voidaan tarkastella poikkeamien jakaantumista sekä kokonaismittausmääriä yhteensä.

Urakoija K:lla on huomattavasti enemmän suuria poikkeamia kuin muilla urakoitsijoilla, joilla on aurakone. Urakoitsija F:llä on huomattavissa suuria poikkeamia, jotka osoittavat ettei itse tehdyllä auralla päästä sellaisiin tarkkuuksiin kuin tehdastekoisilla. Traktorisovitteen auran tulokset ovat yllättävän hyviä. Pitää muistaa, että aura- sekä kaivupyöräkoneella tehtyjä oja mitattiin huomattavasti enemmän. Tällöin yksi mitattava oja ei ole ollut ainut mittauskohde kyseiseltä konetyypiltä. Traktoriauran ja oman auran osalta on mittaukset olivat peräisin joko yhdestä tai kahdesta ojasta.

Taulukko 2. Poikkeamien jakaantumien koneittain / urakoitsijoittain

Kone	Urakoitsija	Uusi luokiteltu poikkeama				Yhteensä
		0-10 mm	11-20 mm	21-50 mm	51-350 mm	
aura	A	77	10	8		96
	B	17	8	4	1	30
	E	22	9	4	1	36
	I	36	4			40
	K	60	14	26	4	104
	L	38	2			40
	Yhteensä	250	47	42	6	346
oma aura	F	13	18	37	9	81
	Yhteensä	13	18	37	9	81
mara	C	35	18	9	4	66
	G	36	6	4		46
	H	38	30	21	3	92
	J	6	9	2	1	18
	Yhteensä	115	63	36	8	222
tr aura	D	30	10	5		48
	Yhteensä	30	10	5		48

OJASTYÖT

4.1.11 Mitattavan ojan vaikutus poikkeamiin

Taulukolla 3 selvitetään ojatyypin ja käytetyn suodatusmateriaalin vaikutusta poikkeamiin. Samalla nähdään, kuinka poikkeamat jakaantuivat eri lohkoille suoritetuihin mittauksiin. Suurimmassa osassa lohkoista suodatukseen oli käytetty hietaa. Ojatyyppejä ja käytettyä suodatusmateriaalia vertaillaessa ei mikään erotu selvästi. Niiden vertaileminen ei kuitenkaan anna täyttä totuutta, koska mittaukset eivät jakautuneet tasaisesti eri ojatyypeille.

Taulukosta huomataan, kuinka lohkot jakaantuivat eri suodatusaineena käytetyn materiaalin mukaan. Suurin osa mittauksista suoritettiin lohkoilla, joissa suodatusaineena oli käytetty hietaa. Lohkoja joilla on käytetty joko filteriä tai kookoskuitua, on suhteessa todella vähän verrattuna suodatushiedallisiin lohkoihin. Taulukon perusteella ei pystytä havaitsemaan lohkon ja käytetyn suodatusmateriaalin vaikutusta poikkeamiin, koska mittaukset jakaantuivat epätasaisesti eri ojatyypien ja suodatusmateriaalin mukaan.

Taulukko 3. Mitattavan ojan tai lohkon vaikutus poikkeamaan

Mitattava oja	Lohko	Poikkeama				Yht.
		0-10 mm	11-20 mm	21-50 mm	51-350 mm	
Imuoja s	A	13	4	4		21
	C	11	15	35	9	70
	D	21	12	6	3	42
	E	14	6	3	1	24
	E	30	10	5		45
	G	17	3	4		24
	H	22	9	4	1	36
	I	26				26
	J	36	6	4		46
	K	17	20	14	1	52
Imuoja f	L	21	10	7	2	40
	N	6	9	2	1	18
	P	38	2			40
	M	36	4			40
Kookos	O	58	10	20	2	90
	B	17	8	4	1	30
Kok.oja	I	21	3			24
	O	2	4	6	2	14

Taulukossa 4 selvitetään ojatyypin ja suodatusmateriaalin vaikutusta mittausmatkaan. Maksimi mittausmatka tarkoittaa sitä matkaa, mikä kyseisellä ojalla voitaisiin mitata ja ojatyyppejä on neljä vaihtoehtoa (Kuvio 3). Taulukko selventää sitä tosiseikkaa, että mittauksien tekeminen yli 40 metrin etäisyydeltä laskuaukosta on vaikeaa.

Anturia ei saatu työnnettyä kertaakaan yli 60 metrin. Suurin osa mittauksista suoritettiin korkeintaan 20 metrin etäisyydeltä laskuaukosta. Mikäli anturia oltaisiin saatu kauemmas putkeen, eri mittausmatkaluokkien välinen suhde toisiinsa olisi tasaisempi. Kun suodatusaineena on käytetty hietaa, päästään parhaimpaan tulokseen. Mitään isoja heittoja tuloksissa ei ole havaittavissa. Mikäli muiltakin suodatusmateriaaleilta olisi enemmän mittaustuloksia, pystyttäisiin pohtimaan tarkemmin suodatusmateriaalin vaikutusta mitattuun matkaan.

Kokoojaojissa mahdollisena mittausmatkaa lyhentävänä tekijänä on saattanut olla että anturin pysähtyminen imuojan liitokseen, eikä sen takia ole päässyt eteenpäin. Myös putken koolla on todennäköisesti vaikutusta asiaan. Suuressa putkessa anturia työntävä putki pääsee tekemään isompaa mutkaa, jolloin voima katoaa mutkiin. Asia saataisiin varmistettua, mikäli kokoojaojamittauksia oltaisiin suoritettu enemmän.

Taulukko 4. Ojatyypin vaikutus mittauspisteiden etäisyyteen, mahdollisesta maksimi mittausmatkasta

Maksimi mittausmatka	Oja tyyppi	Mittausetäisyys Laskuaukolta			Yhteensä
		0-20 m	21-40 m	41-60 m	
0-50 m	imuoja f	41	9		50
51-100 m	imuoja s	124	104	24	252
101-150 m	imuoja s	63	50	3	116
	imuoja f	29	11		40
	kookos	20	10		30
	kok.oja	10	10	4	24
151-200 m	imuoja s	64	51	9	124
	imuoja f	10	10		20
	kok.oja	10	4		14
201-250 m	imuoja f	10	10		20

5. POHDINTA

Alun kirjallisessa osuudessa selvitettiin mittauksien tarpeellisuutta ja kannattavuutta, sekä salaojituksen historian aikana käytetty käytettyjä erilaisia mittaustapoja. Tieto pyrittiin tuomaan mahdollisimman yksinkertaisesti esille, jotta kuka tahansa aiheesta kiinnostunut voisi hyödyntää työtäni. Mielestäni tutkimuksen taustatietojen osalta saavutettiin haluttu tavoite.

Nykyiselläkin aineistolla pystyttiin luomaan kuvaa mittauksesta sekä tulevaisuudessa huomioon otettavista asioista mittauksia suoritettaessa. Laajempaa tutkimusta ajatellen aineiston keruu pitäisi olla järjestelmällisempi, jolloin pääpaino voisi olla enemmän tutkimuksellinen.

Aineiston keräämiseen vaikutti laitteen uutuus. Mikäli oltaisiin haluttu kattavat mittaukset, olisi yhden henkilön pitänyt olla koko kesän mittauslaitteiston kanssa kentällä. Mielestäni tämä olisi ollut rahan tuhlausta, sillä nyt saatiin selville miten kone käyttäytyy ja millaisiin asioihin pitää kiinnittää huomiota tulevaisuudessa. Näiden tietojen pohjalta on mahdollista suunnitella laajempaa tutkimusta salaojien asennustarkkuudesta.

Vaikka aineisto ei ollut mielestäni kovinkaan kattava tutkimusta varten, löytyi sieltä silti selvästi asennustarkkuuteen vaikuttavia asioita. Huomattavimmat erot olivat eri kone tyyppien välillä. Aurakoneella ja Ukkomaralla tehdyissä ojissa ei ilmennyt mitään suuria poikkeamia, myös traktorisovitteisella auralla oli yllättävän vähän suuria poikkeamia. Eniten suuria poikkeamia suhteessa oli itse tehdyllä salaoja-auralla. Tämä osoittaa mielestäni selvästi, että salaojituksessa kannattaa kääntyä aina sellaisen urakoitsijan puoleen, jolla on asianmukainen kalusto.

5.1 Mittalaitteiston kehittämistarpeet

Mittauslaitteen heikkouksia ilmeni mittauksen suorituspaikalla. Koneen asentaminen toimintakuntoon oli työlästä, koska laite on liian raskas yhden henkilön käsiteltäväksi. Suurin yksittäisen ojan mittausta haittaava tekijä oli mittausanturin saaminen, riittävän kauas putkeen. Anturia saatiin työnnettyä putkeen korkeintaan 60 metriä (Taulukko 4),

vaikka laitteiston kapasiteetti riittää 150 metrin pituisiin mittauksiin. Laitteiston suurin heikkous on mielestäni se, että mittauskapasiteettista jaa käyttämättä yli puolet.

Syy mikä estää anturin menemisen kauemmas putkeen, on epäselvä. Tulosten perusteella pcv-putki ei pysty työntämään anturia pidemmälle, koska anturin ja putkien välille syntyy liian suuri kitka. Voi olla mahdollista, että anturin pysähtymisen on aiheuttanut suurempi poikkeama tai tukkeuma. Varmaa tietoa anturin liikkeen estymisestä ei kuitenkaan ole. Tapoja, millä anturia saataisiin pidemmälle putkeen, täytyisi selvittää. Riittävän pituusmatkan mittaamien on tärkein asia laitteen kannattavuuden kannalta. Mitä hyötyä on pitää kallista laitetta jos sen mittauskapasiteetista ei pystytä käyttämään edes puolia.

Laitteen mukana on vaijeri, jonka pitäisi helpottaa anturin työntämistä putkeen. Vaijeria ei kuitenkaan käytetty, koska sen kiinnittämisessä on hankaluuksia. Pelkkä vaijeri ei tuo mielestäni riittävää tukea työntämiselle, koska vaijeri menee samalla lailla mutkalle putkessa kuin pelkkä letku.

Veden käyttö putkessa, anturia työnnettäessä voisi helpottaa anturin liukumista putkessa. Tämän kokeileminen onnistuisi helpoimmin heti keväällä, kun sulamisvedet ovat alkaneet virrata putkessa. Putken huuhteleminen ennen anturin laittamista voisi pidentää mittausmatkaan. Huuhtelu avaisi putken ja jättäisi pinnan kosteaksi, jotta anturin työntämien olisi helpompaa.

Anturin kiinnittäminen huuhtelulaitteistoon voisi onnistua isoissa putkikoissa. Pienissä, normaaleissa imuojissa ei anturi ja huuhteluletku mahdu kulkemaan vierekkäin. Anturin päähän pitäisi kehittää samanlainen suihku, joka on huuhtelulaitteistossakin. Tällöin putki huollettaisiin samalla kun se mitataan. Paras vaihtoehto on, kun mittauksen suorittaa heti ojituksen jälkeen. Silloin putki on puhdas ja tieto mahdollisista asennusvirheistä tulee heti isännän ja urakoitsijan tietoon.

2
 TRITAK
 OLLA
 KÄYTTÄMÄ
 MIENPIIDÄ,
 EI SALVITETTI
 KSIÄ

5.2 Yhteenveto

Kokonaisuudessaan työ onnistui suunnitelmien mukaan. Laajemmalla materiaalilla ja paremmin suunnitellulla kenttätyöllä oltaisiin päästy tutkimuksellisesti parempaan lopputulokseen. Mielestäni työn rajaus onnistui hyvin ja työstä saatava hyöty vastaa odotuksia. Mittauslaitteiston tarpeellisuus käy ilmi tutkimuksesta sekä mittaukseen vaikuttavat tekijät saatiin selville.

Työn tarkoituksena ei ollut tutkia mitään yksittäistä asiaa, vaan saada tietoa mittauksesta ja sen tarpeellisuudesta sekä tuoda esille mittauslaitteistossa ilmeneviä puutteita. Ottaen huomioon, että mittauslaite on uusi ja käyttökokemukset laitteesta vähäiset, saadut tulokset olivat mielestäni riittävät työn lopputulosta ajatellen. Lisäksi työssä saatiin esille asioita, joita tulisi kehittää seuraavia mittauskertoja varten.

LÄHTEET

Haataja K. 2000. Säättösalaojituksen ja salaajakastelun kustannukset ja hyödyt. Maatalouden taloudellinen tutkimuslaitos, 33.

Haataja K. Peltola J. 2001. Salaojituksen kannattavuus Suomessa. MTT taloustutkimus, 40

Keso L. 1951 Salaojitusyö, Pellervo-Seura. Helsinki. 1951, 300.

Knaapi J. Ojitusyön laatukontrolli kehittyi. Koneviesti 22/2000, 16-17.

Peltosalaojituksen laatuvaatimukset RIL 128-2002. Suomen rakennusinsinöörienliitto RIL R.Y. Helsinki. 2002, 32.

Olkinuora P. Esala J. 1982. Aurasalaojituksen käyttömahdollisuus. Valtion maatalouskoneiden tutkimuslaitos, Vihti. 1982, 28.

Salaojituksen tavoiteohjelma 2020. Salaojakeskus ry. Helsinki. 2002, 37.

Henkilökohtaiset tiedonannot

Haataja A. 2004. Salaojateknikko, oman auran tekniikka. Puhelinkeskustelu 10.3.2004.

Karioja V. 2004. Salaojateknikko, traktoriaura. Puhelinkeskustelu 10.3.2004.

Pelanteri K. 2003. Salaojateknikko, mittaukset ja laitteen hyödyt. Haastattelu Lapua 6.8. 2003 sekä 23.1.2004.

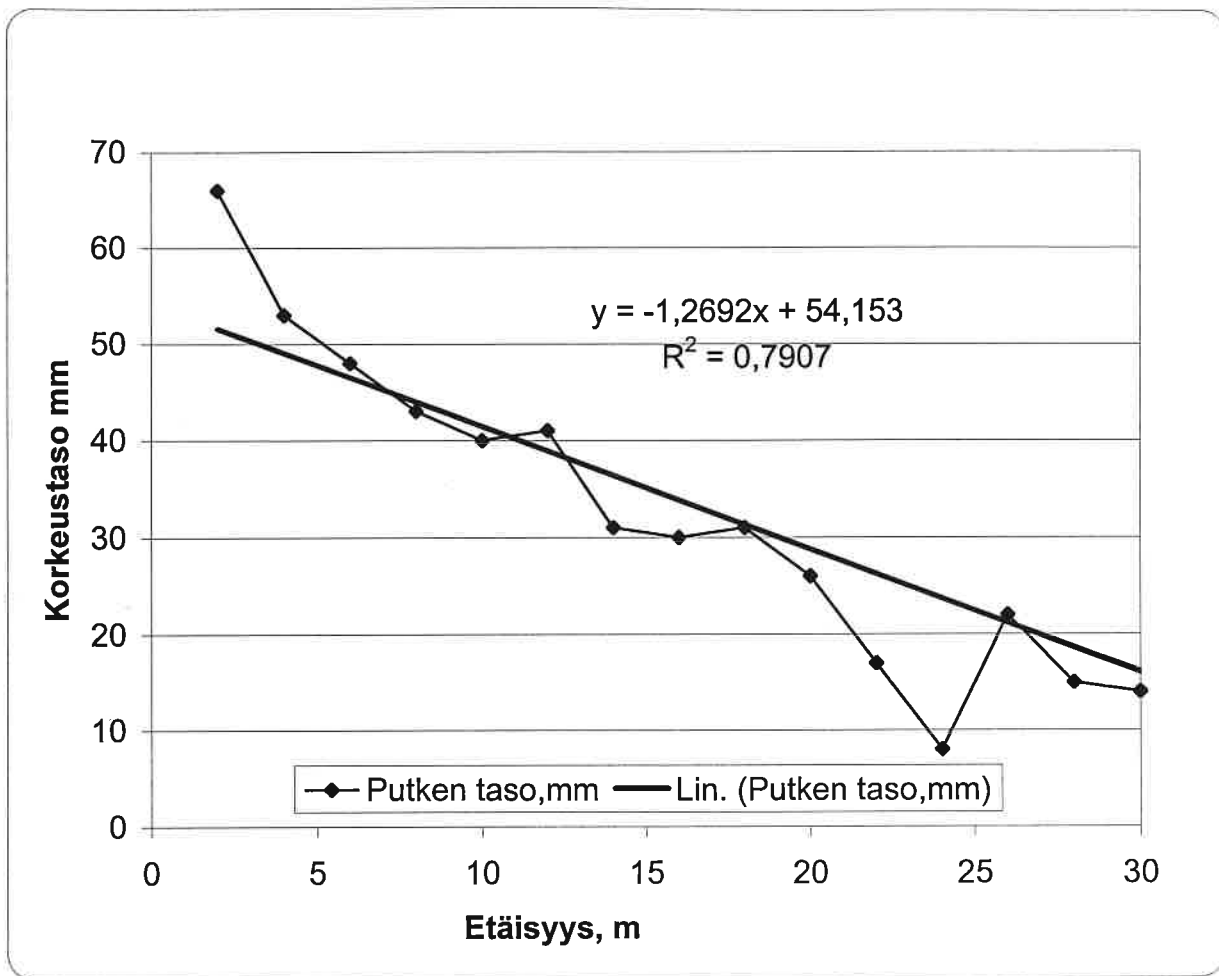
Yli-Kivistö A. 2004. Salaojaurakoitsija. Puhelinkeskustelu 18.2.2004.

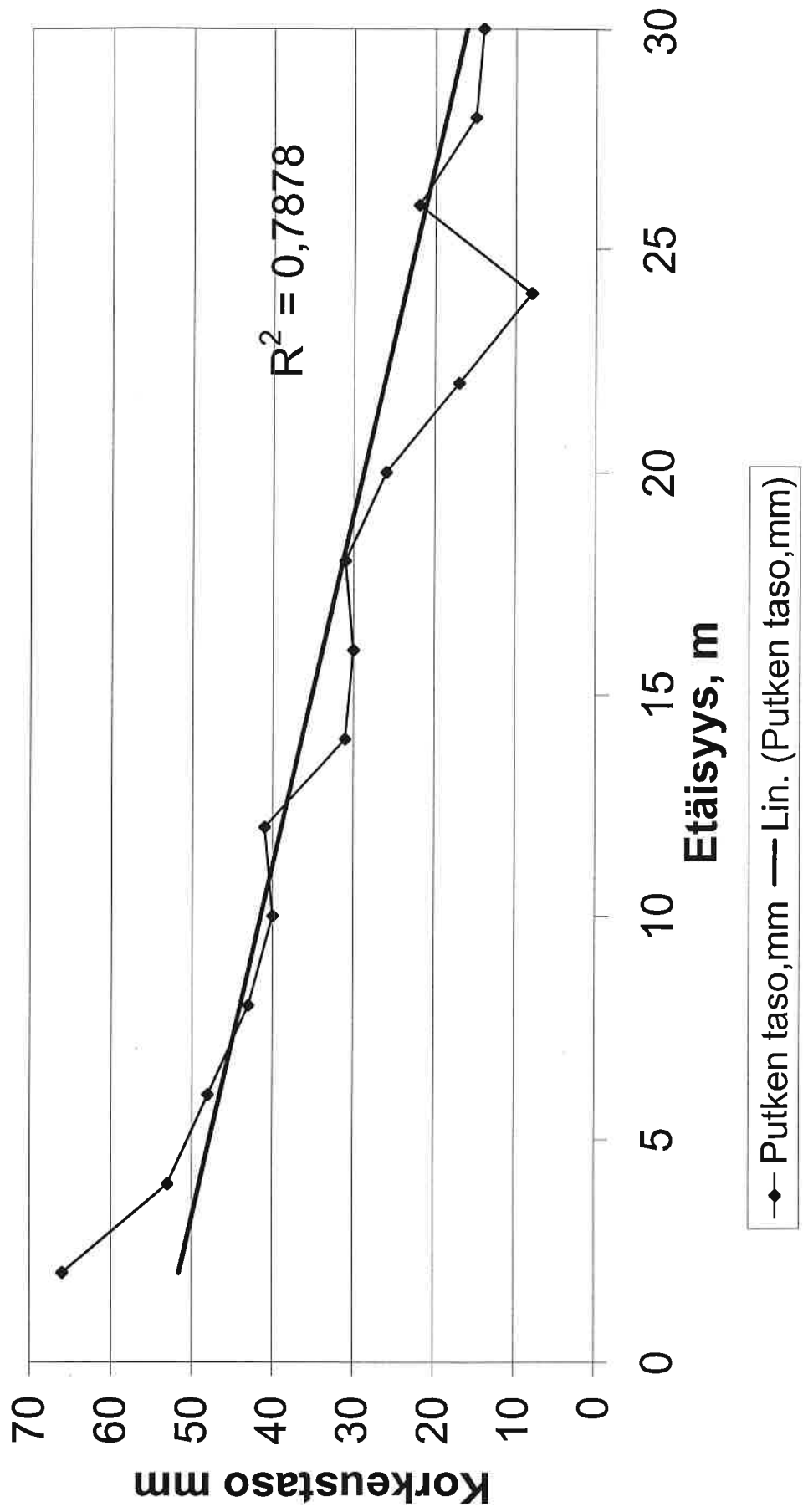
Äijö H. 2004. Projektityöntekijä. Salaojakeskus ry. Puhelinkeskustelu 12.2.2004.

Kunta: Lapua
Tila: Luoma-Pelanteri
PeltoLohkoNro:
Mittaaja: Pelanteri / Harri Niemelä
Aika: 25.8.2003

P032	2	-378
P032	4	-391
P032	6	-396
P032	8	-401
P032	10	-404
P032	12	-403
P032	14	-413
P032	16	-414
P032	18	-413
P032	20	-418
P032	22	-427
P032	24	-436
P032	26	-422
P032	28	-429
P032	30	-430
P032	32	-430
P032	34	-424
P032	36	-436
P032	38	-444
P032	40	-421
P032	42	-408

Kunta:	Lapua	Kaavan kerroin a	-1,2692
Tila:	Luoma-Pelanteri	Kaavan kerroin b	54,15
PeltoLohkoNro:	0	Maanpinta	-444 mm
Mittaaja:	Pelanteri / Harri Niemelä	Valitse esim toisen mittauspisteen lukema	
Aika:	25.8 2003 Mitattu	Mitattu	
	putken taso	maanpinta	Putken taso,mm
			Maanpinnan taso
P032	2	-378	66
P032	4	-391	53
P032	6	-396	48
P032	8	-401	43
P032	10	-404	40
P032	12	-403	41
P032	14	-413	31
P032	16	-414	30
P032	18	-413	31
P032	20	-418	26
P032	22	-427	17
P032	24	-436	8
P032	26	-422	22
P032	28	-429	15
P032	30	-430	14
P032	32	-430	14
P032	34	-424	20
P032	36	-436	8
P032	38	-444	0
P032	40	-421	23
P032			
P032			





Kunta: Lapua
 Tila: Luoma-Pelanteri
 PeltoLohkoNro: 0 Maanpinta -444 mm
 Mittaaja: Pelanteri / Harri Niemelä Valitse esim toisen mittauspisteen lukema
 Aika: 25.8 2003

		Mitattu				
	Etäisyys, r	putken taso	Putken taso,mm	Trendiviiva	Etäisyys, m	Poikkeama, mm
P032	2	-378	66	51,6116	2	14
P032	4	-391	53	49,0732	4	4
P032	6	-396	48	46,5348	6	1
P032	8	-401	43	43,9964	8	-1
P032	10	-404	40	41,458	10	-1
P032	12	-403	41	38,9196	12	2
P032	14	-413	31	36,3812	14	-5
P032	16	-414	30	33,8428	16	-4
P032	18	-413	31	31,3044	18	0
P032	20	-418	26	28,766	20	-3
P032	22	-427	17	26,2276	22	-9
P032	24	-436	8	23,6892	24	-16
P032	26	-422	22	21,1508	26	1
P032	28	-429	15	18,6124	28	-4
P032	30	-430	14	16,074	30	-2
P032	32	-430	14	13,5356	32	0
P032	34	-424	20	10,9972	34	9
P032	36	-436	8	8,4588	36	0
P032	38	-444	0	5,9204	38	-6
P032	40	-421	23	3,382	40	20

Otsikko:

Salaojaputken korkeuspoikkeamat, peltolohkonumero:

