

1994:6

Koivusalo Harri & Hyvönen Pertti

**SÄÄTÖSALAOJITUS- JA
PADOTUSKASTELUTUTKIMUSTEN
KOEKENTTIEN MITTAUSJÄRJESTELYT
JA TIEDONKERUU- JA SIIRTO-
OHJELMISTO**

TIIVISTELMÄ

Raportti sisältää kaksi osaa. Osassa I esitellään peltoalueille rakennettujen koekenttien mittausjärjestelyt, jotka liittyvät Teknillisen korkeakoulun, Helsingin Yliopiston ja Salaojakeskuksen säätösalaajitusta, padotuskastelua ja valumavesien kierrätystä tutkivaan projektiin. Kirkkonummen, Tuusulan, Lapuan ja Tynävän koekentillä on tehty mittauksia osittain kevästä 1992 alkaen. Lisäksi Jokioisissa on pidetty talvisin sääasemaa keräämässä lumiaineistoa. Mittausjärjestelyt on dokumentoitu vuosilta 1992-1994. Lisäksi on kirjattu käytetyt mittalaitteet ja käytännön kokemuksia laitteiden luotettavuudesta ja käytöstä. Raportin osa II sisältää manuaalin koekentän tiedonsiirto-ohjelmistosta.

SISÄLLYSLUETTELO

OSA I

sivu

1. JOHDANTO	1
2. KOEKENTTIEN TIEDONSIIRTOJÄRJESTELMÄ	1
2.1. Dataloggerit	1
2.2. Radiomodeemit ja keskusasema	1
2.3. Kokemuksia tiedonsiirtojärjestelmän toimivuudesta	2
3. MITTALAITTEET	2
3.1. Sadanta	2
3.2. Ilman kosteus ja ilman lämpötila	2
3.3. Auringon säteily	3
3.4. Tuulen nopeus	3
3.5. Vedenpinta	3
3.6. Maankosteus	4
3.7. pH	4
4. NÄYTTEENOTTIMET	5
5. KIRKKONUMMEN SJÖKULLAN KOEKENTTÄ	5
5.1. Sijainti ja mittausasemat	5
5.1.1. Mittausasema 1	6
5.1.2. Mittausasema 2	7
5.1.3. Mittausasema 3	8
5.1.4. Mittausasemat 4, 5 ja 6	9
6. TUUSULAN SUOHARJUN KOEKENTTÄ	11
6.1. Sijainti ja mittausasema	11
7. LAPUAN YLIKYLÄN KOEKENTTÄ	12
7.1. Sijainti ja Mittausasema	12
8. TYRNÄVÄN PALON KOEKENTTÄ	14
8.1. Sijainti ja mittausasemat	14
8.1.1. Asema 1	14
8.1.2. Asema 2	15
9. JOKIOISTEN SÄÄASEMA	15
9.1. Sijainti ja mittausasema	15
10. YHTEENVETO	16
11. VIITTEET	17

OSA II

1. YLEISTÄ	19
2. LAITTEISTO	19
3. OHJELMISTO	20
3.1. Ohjelmiston toiminnot	20
3.1.1. Mittaus	20
3.1.2. Grafiikka	21
3.1.3. Puhelinyhteys mittausasemalle	22
3.1.4. Mittausdatan selaus	22
3.1.5. Talletus tiedostoon ASCII-muodossa	23
3.1.6. Listaus mittausasemista ja kanavista	23
3.1.7. Mittausdatan pikaselaus	24
3.1.8. Listaus lokitiedostosta	24
3.1.9. Mittausdatan siirto levykkeellä (ja levykkeen alustus)	24

	sivu
3.1.10. Mittaustietojen tulostus printterille	24
3.1.11. Aputoimintoja	24
3.1.12. Mittaustietojen analysointi	24
3.1.13. Varmuuskopio/koko tiedoston siirto	24
3.1.14. Automaattinen soitto mittausasemille	24
3.1.15. Alustus	24
3.2. Systeemin konfigurointi	26
4. MUUTA	26

LIITTEET

1. Campbellin dataloggeri	27
2. Radiomodeemi	28
3. Sadantamittarit	29
4. Kosteus-lämpötila-anturi	30
5. Lämpötilamittaus	31
6. Auringon säteilyn mittari	32
7. Tuulimittari	33
8. Ultraäänianturi	34
9. Jensenin paineanturi	35
10. Valmetin paineanturi	36
11. Maankosteusmittaus/kipsipala	37
12. Maankosteusmittaus/tensiometri	38
13. pH-anturit	39

OSA I

1. JOHDANTO

Teknillinen korkeakoulu, Helsingin Yliopisto ja Salaojakeskus aloittivat vuonna 1992 tutkimuksen, jonka tarkoituksena on selvittää säätösalaoituksen ja padotuskastelun soveltuvuutta Suomen olosuhteissa (Karvonen ja Laikari 1992). Vuoden 1994 loppun mennessä kokeelliset tutkimukset ovat painottuneet yhteensä neljälle koekentälle Kirkkonummella, Tuusulassa, Lapualla ja Tynärvällä. Automaattisia mittauksia eri suureista tehdään kaikilla kentillä. Tähän mennessä tuloksia on julkaistu pääasiallisesti Sjököllän kentän mittauksista (Koivusalo 1993; Laikari 1994). Lisäksi Taskinen (1995) on tarkastellut lähemmin Lapuan koekentän aineistoa.

Tämän julkaisun tavoitteena on dokumentoida koekenttien sähköiset mittausjärjestelyt, käytetyt mittalaitteet ja niissä tapahtuneet muutokset kenttien perustamisesta vuoden 1994 loppuun (Osa I). Lisäksi esitetään koekenttien tiedonkeruuohjelmiston dokumentti, jota voi käyttää ohjelmiston käyttöohjeena (Osa II). Raportin tekemisen rahoittivat TEKES ja Salaoituksen Tutkimusyhdistys ry.

2. KOEKENTTIEN TIEDONSIIRTOJÄRJESTELMÄ

Koekenttien mittaus- ja tiedonsiirtojärjestelmä sisältää kentille asennetut dataloggerit, jotka käskyttävät itse mittaukset, ja tietokoneen, jolle loggerien mittaukset siirretään radiomodeemien välityksellä. Tietokone tallentaa mittaukset kovalevylle.

2.1. Dataloggerit

Dataloggerit ovat prosessorin ohjaamia ohjelmoitavia yksiköitä, joihin voidaan kytkeä erilaisia sähköisiä mittausantureita. Tässä tutkimuksessa käytetyt dataloggerit ovat Campbellin valmistamia (CR10), ja niissä on 12 kanavaa analogisille mittauksille (jännitemittaus), 2 kanavaa pulssimuotoisille mittauksille ja 8 digitaalista I/O porttia. Loggeri saa virtansa 12 V akusta, jota ladataan pienen aurinkopaneelin (0.7 W) avulla. Loggeri suorittaa ohjelmassa määrätyn aikavälein mittaukset ja mahdolliset ohjaustoimenpiteet, kuten esimerkiksi näytteenottimen käynnistys. Mittaustulokset voidaan muuttaa haluttuun yksikköön loggerin ohjelman avulla. Dataloggerin tekniset tiedot on esitetty liitteessä 1.

2.2. Radiomodeemit ja keskusasema

Dataloggerien mitaamat tulokset siirretään koekentän vieressä, sisätiloissa sijaitsevalle tietokoneelle radiomodeemien (liite 2) avulla. Modeemit on kytketty jokaiseen loggeriin lähettämistä varten ja keskustietokoneeseen vastaanottamista varten. Käytetyt radiomodeemit (Satellite-1AS) ovat kotimaisen Satel OY:n valmistamia ja niiden lähetystaajuus on 420-470 MHz.

Keskustietokoneena on käytetty PC tyyppistä 286- tai 386- prosessorilla varustettua mikrotietokonetta. Keskustietokone on käynnissä koko ajan kuunnellen radiomodeemin välityksellä kentän dataloggereita, joilta välittyvät mittaukset tallennetaan tietokoneen kovalevylle. Lisäksi tietokone on yhteydessä puhelinverkkoon tavanomaisen modeemin välityksellä. Tietokone toimii tiedonkeruuohjelmiston määräämällä tavalla, jonka manuaali on esitetty tämän raportin osassa II.

2.3. Kokemuksia tiedonsiirtojärjestelmän toimivuudesta

Suomen ilmastolliset olosuhteet asettavat suuret vaatimukset mittausjärjestelmälle. Ongelmat ovat useimmiten liittyneet mittausanturien toimivuuteen eri vuodenaikoina. Itse tiedonsiirtojärjestelmä on sen sijaan toiminut kaikilla kentillä hyvin. Radioyhteys on toiminut luotettavasti, mutta maastoesteiden esiintyessä on jouduttu käyttämään lisäantennia. Keskustietokone on ollut modeemiyhteydessä puhelinverkkoon. Modeemiyhteys koekentille on toiminut hyvin muualta, paitsi Teknillisen korkeakoulun tiloista. TKK:n sisäisellä puhelinjärjestelmällä on todennäköisesti vaikutuksensa yhteyden laatuun. Kaksi kertaa keskustietokone on rikkoutunut ukonilman seurauksena, kummassakin tapauksessa puhelinverkon kautta. Vuodesta 1992 alkaen tiedonsiirto-ohjelmistoon on tehty paljon muutoksia, jotka ovat joskus aiheuttaneet testausvaiheessa virhetilanteita.

3. MITTALAITTEET

3.1. Sadanta

Sadantaa on mitattu kahdella tavalla. Tarkempi mittareista on päästään kartionmuotoinen putki, jossa kumulatiivista sadantaa mitataan veden hydrostaattisena paineena. Mittaria ei voi käyttää pakkaslämpötiloissa, sillä veden jäätyminen rikkoo putken.

Tyyppi: PTX 510 (paineanturi)

Valmistaja: Druck

Maahantuoja: Sarlin OY

Toimintaperiaate: Keräävä sademittari, painemittaus

Tekniset tiedot: Liite 3.

Toinen sadantamittareista on vaakamittari, jossa astiaan kertynyttä sadantaa mitataan painona. Mittarilla voidaan mitata myös lumen sadantaa. Mittaria on käytetty kaikilla koekentillä, mutta astian muoto ja kiinnitystapa vaakaan on vaihdellut. Sateen putoaminen vinosti ja sadeastian heiluminen tuulessa aiheuttavat mittaukseen virhettä.

Tyyppi: 1250-E-100

Valmistaja: TEDEA

Maahantuoja: Into OY

Toimintaperiaate: Venymäliuskaan perustuva vaaka-anturi

Tekniset tiedot: Liite 3.

3.2. Ilman kosteus ja ilman lämpötila

Koekenttien sääasemilla ilman kosteutta ja lämpötilaa on mitattu kaksoismittarilla.

Tyyppi: HMP 131 Y

Valmistaja: Vaisala OY

Toimintaperiaate: Vaisalan HUMICAP-anturi (kosteus), vastusanturi PT-100 (lämpötila)

Tekniset tiedot: Liite 4.

Muita lämpötilamittareita ovat olleet termistorit ja termoelementit, joita on käytetty mm. lämpötilaprofiilien mittaamiseen.

Tyyppi: 107 Temperature probe
Valmistaja: Fenwal Electronics
Maahantuoja: Pythagoras OY
Toimintaperiaate: Termistori
Tekniset tiedot: Liite 5.

Tyyppi: NiCr/Ni
Maahantuoja: Sarlin OY
Toimintaperiaate: Termoelementti
Tekniset tiedot: Liite 5.

3.3. Auringon säteily

Tyyppi: LI 200 SZ
Valmistaja: Li-Cor Inc.
Maahantuoja: Pythagoras OY
Toimintaperiaate: pyranometri
Tekniset tiedot: Liite 6.

3.4. Tuulen nopeus

Tyyppi: WAA 15 A
Valmistaja: Vaisala OY
Toimintaperiaate: optoelektroninen anemometri
Tekniset tiedot: Liite 7.

3.5. Vedenpinta

Vedenpinnan mittauksessa on käytetty sekä ultraääneen kulkuaikaan perustuvaa etäisyysmittausta, että veden aiheuttaman hydrostaattisen paineen mittausta. Suurin ongelma on ollut anturien huono pakkaskestävyys. Kokemukset ovat osoittaneet paineanturit luotettavimmiksi ultraääniantureihin verrattuna. Ultraäänianturit ovat herkkiä asennukselle, sillä ne on asennettava täsmälleen kohtisuoraan veden pintaa vasten. Veden aaltoilu ja roskat häiritsevät mittausta ja anturi kestää huonosti pakkasta, sillä veden kondensoituminen ja jäätyminen anturin kidepinnalle rikkoo anturin. Valmetin paineanturit ovat jyrkärakenteisia ja tarkkoja. Käytön aikana kaksi Valmetin anturia on kuitenkin rikkoontunut pakkasen takia. Jensenin paineanturit ovat halvempia ja helpommin asennettavia verrattuna Valmetin anturiin. Jensenin anturien tarkkuus on pienempi, mutta luotettavuus paras kokeilluista antureista. Vedenpinnan mittaukseen käytettyjen anturien mittausvirhe on todellisuudessa suurempi kuin teknisissä tiedoissa ilmoitetut virheet. Anturit vaativat lisäksi jatkuvaa tarkkailua ja usein kalibroinnin tarkistamisen.

Tyyppi: 945-L4Y-2D-1CO
Valmistaja ja maahantuoja: Honeywell
Toimintaperiaate: etäisyysmittaus ultraäänen kulkuaikaan perustuen
Tekniset tiedot: Liite 8.

Tyyppi: PSL

Valmistaja: H. F. Jensen

Maahantuoja: Sintrol OY

Toimintaperiaate: venymäliuskaan perustuva mittaus

Tekniset tiedot: Liite 9.

Tyyppi: DIFF-EL SD

Valmistaja: Valmet Automation

Toimintaperiaate: kapasitiivinen

Tekniset tiedot: Liite 10.

3.6. Maankosteus

Maankosteuden mittaamista on kokeiltu kipsipalojen ja tensiometrien avulla. Käyttökokemukset eivät ole olleet rohkaisevia.

Tyyppi: 227 Cylindrical soil moisture block

Valmistaja: Campbell

Maahantuoja: Pythagoras OY

Toimintaperiaate: kipsipalan resistanssi

Tekniset tiedot: Liite 11.

Tyyppi: SKT 600

Valmistaja: Skye Instruments Ltd.

Ei maahantuojaa

Toimintaperiaate: tensiometri

Tekniset tiedot: Liite 12.

3.7. pH

Lapuan ja Tyrnävän koekentillä on kokeiltu yhteensä kolmea erilaista pH-anturia. Toistaiseksi käyttökokemuksia on vasta yhdeltä kesältä.

Tyyppi: 6428 PO

Valmistaja: GLI (Great Lakes Instruments)

Maahantuoja: Labko OY

Toimintaperiaate: Yhdistelmäelektrodi

Tekniset tiedot: Liite 13.

Tyyppi: SOTADJ

Maahantuoja: HyXo Oy

Toimintaperiaate: Yhdistelmäelektrodi

Tekniset tiedot: Liite 13.

Tyyppi: M54145-A56

Valmistaja ja maahantuoja: Siemens

Toimintaperiaate: Yhdistelmäelektrodi

Tekniset tiedot: Liite 13.

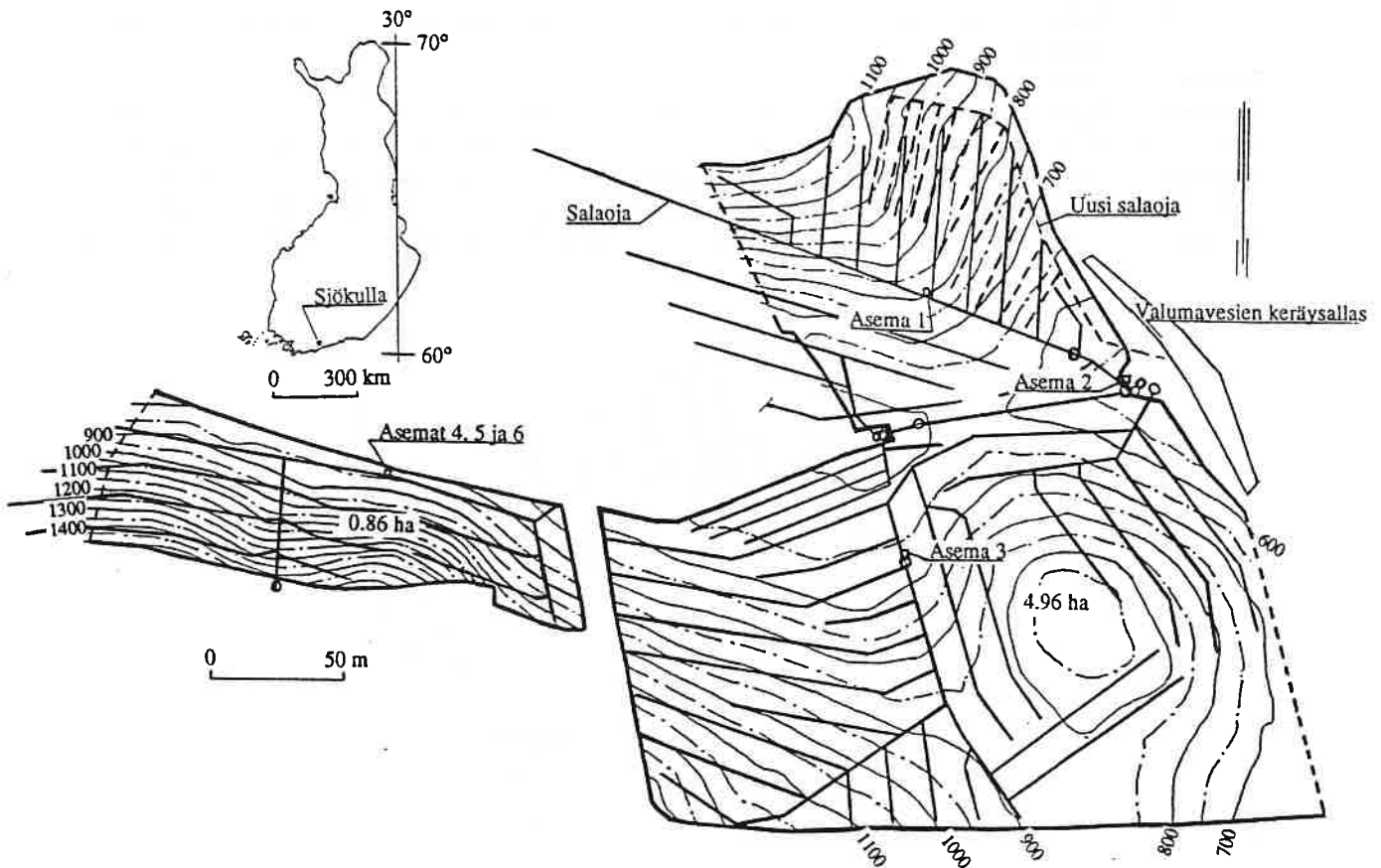
4. NÄYTTEENOTTIMET

Kirkkonummen Sjökillan koekentällä on kokeiltu kahdenlaisia automaattisia vesinäytteenottimia pinta- ja salaojapadoissa. Suomen Pintaliitos OY:ltä tilattiin syksyllä 1992 11 näytteenotinta (FR2100), jotka osoittautuivat erittäin epäluotettaviksi. Näytteenotin oli suunniteltu ottamaan virtaamamittaukseen perustuen dataloggerin käskyn mukaan korkeintaan 24 näytettä kerralla, sekä kirjaamaan tulostimelle näytteenottoajan. Näytteenottimien virtalähteenä oli 12 V akku, jota ladattiin kahden aurinkopaneelin avulla. Huonosti testatut laitteet eivät toimineen vaativissa kenttäolosuhteissa. Sjökillassa on käytetty myös Epicin valmistamaa näytteenotinta, joka ottaa virtaamaan perustuvan käskytyksen mukaan enintään 24 näytettä kerralla. Epicin näytteenotin on toiminut luotettavasti. Kokeiltuja vesinäytteenottimia ei voi käyttää talvella. Näytteenottimien käyttöohjeet ovat saatavissa vesitalouden ja vesirakennuksen laboratoriossa.

5. KIRKKONUMMEN SJÖKULLAN KOEKENTTÄ

5.1. Sijainti ja mittausasemat

Sjökillan koekenttä sijaitsee Uudellamaalla, Kirkkonummella, TKK:n kurssikeskuksen vierisillä viljapelloilla (Kuva 1). Peltojen omistaja on Rakennushallitus. Vuosina 1992, -93 ja -94 pellot ovat olleet vuokralla Åke Hellströmillä, joka on viljellyt pellolla rypsiä ja kauraa, kevätvehnää ja ohraa. Kenttien maalaji on hiesusavi. Kentällä on neljä mittausasemaa, joista yksi on varustettu lisäyksiköllä. Kentän keskustietokone sijaitsee kurssikeskuksen päärakennuksen länsipäässä. Mittausasemien sijainti on esitetty kuvassa 1.



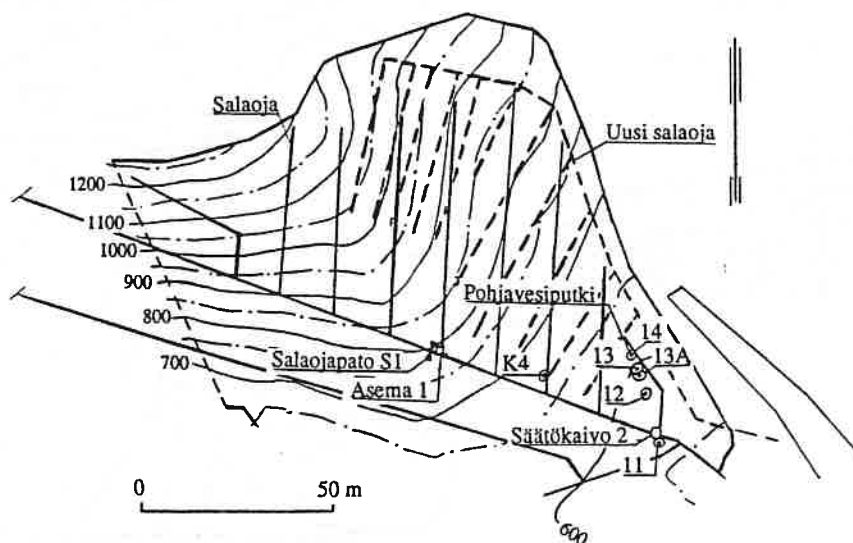
Kuva 5.1. Kirkkonummen Sjökillan koekentän ja mittausasemien sijainti.

Seuraavassa on esitetty mittausasemien kanavien mittaukset ja niissä tapahtuneet muutokset. Toiminta-ajat vuosilta 1992-94 kuvaavat ajanjaksoja, jolloin anturit ovat olleet kytkettyinä ja tulokset näyttävät suhteellisen luotettavilta. Tuloksia käytettäessä mittauksen luotettavuus on arvioitava vielä aineiston perusteella tarkemmin erikseen. Virtaamien tarkastelussa tulee käyttää näytteenoton yhteydessä havaittuja virtaamien pinnankorkeuksia kalibrointiarvoina. Lyhytaikaisia mittauksia ei ole mainittu tässä.

5.1.1. Mittausasema 1

Sjökullan mittausasema 1 rakennettiin kesä-heinäkuun vaihteessa 1992. Mittaukset aloitettiin 4.7.1992. Kuvassa 5.2. on esitetty mittareiden paikat, jotka on mainittu erikseen myös seuraavassa luettelossa. Kuvan pohjavesiputket 11-14 on asennettu kesäkuussa 1993, 13A syyskuussa 1993 ja K4 kesäkuussa 1994. Peltolohkon itäpuolella tehtiin ravinteiden kierrätyskokeita kesällä 1994, jota varten lohkon itäpuolelle rakennettiin valumavesien keräysallas tammikuussa 1994. Tulevia kastelukokeita varten puolet lohkoa ojitettiin uudelleen 27.9.1994.

- Kanava 1. Auringon säteily [W/m^2], mitattu asemalla 1 pyranometrillä 4.7.92 alkaen.
- Kanava 2. Ilman lämpötila [$^{\circ}C$], mitattu asemalla 1 kosteus-lämpötila-anturilla 4.7.92 alkaen.
- Kanava 3. Ilman suhteellinen kosteus [%], mitattu asemalla 1 kosteus-lämpötila-anturilla 4.7.92 alkaen.
- Kanava 4. Salaojavirtaaman pinnankorkeus padolla S1 [mm], mitattu avonaisessa mittapadossa (v-aukko 30°) ultraäänianturilla 4.7.92-19.10.92, ja mittakaivossa (v-aukko 30°) Jensenin paineanturilla 24.5.94-6.9.94. Mittakaivo asennettu 16.9.93 ja pato S1 poistettu lopullisesti 6.9.94.
- Kanava 5. Kumulatiivinen sadanta [mm], mitattu asemalla 1 keräävällä sademittarilla paineanturia käyttäen 4.7.92-19.10.92, 5.5.93-18.10.93 ja 23.5.94-6.10.94. Ei mittauksia talviajalta.
- Kanava 6. Tyhjä.
- Kanava 7. Tuulen nopeus [m/s], mitattu asemalla 1 Vaisalan tuulimittarilla 4.11.92 alkaen hetkellisenä mittauksena.
- Kanava 8. Tyhjä.
- Kanava 9. Maan lämpötila 10 cm syvyydessä [$^{\circ}C$], mitattu aseman 1 vieressä termistorilla 4.7.92 alkaen.
- Kanava 10. Maan lämpötila 20 cm syvyydessä [$^{\circ}C$], mitattu aseman 1 vieressä termistorilla 4.7.92 alkaen.
- Kanava 11. Maan lämpötila 40 cm syvyydessä [$^{\circ}C$], mitattu aseman 1 vieressä termistorilla 4.7.92 alkaen.
- Kanava 12. Maan lämpötila 80 cm syvyydessä [$^{\circ}C$], mitattu aseman 1 vieressä termistorilla 4.7.92 alkaen.
- Kanava 13. Tuulen nopeus [m/s], mitattu asemalla 1 Vaisalan tuulimittarilla 4.7.92-4.11.92 jatkuvana mittauksena.



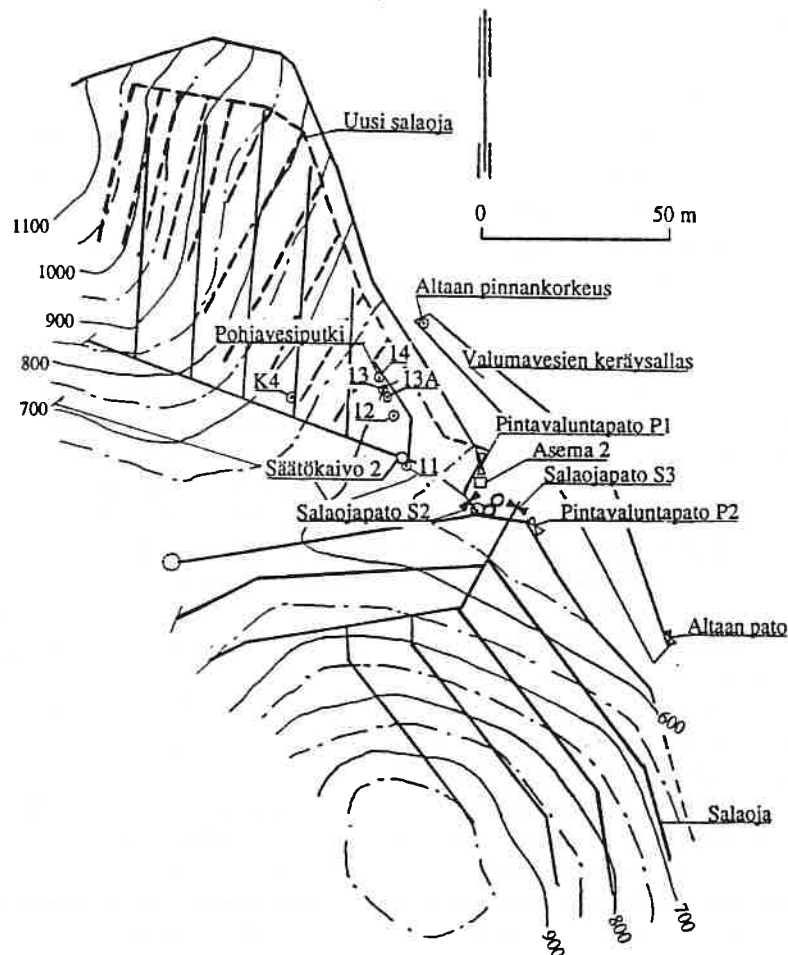
Kuva 5.2. Sjökullan mittausaseman 1 mittaukset.

- Kanava 14. Loggerin akun jännite [V] 4.7.92 alkaen.
 Kanava 15. Loggerin lämpötila [°C] 11.11.92 alkaen.
 Kanavat 16-18. Tiedonsiirto-ohjelman laskemia arvoja mittauksista.
 Kanavat 19-24. Tyhjiä.

5.1.2. Mittausasema 2

Sjökullan mittausasema 2 rakennettiin kesä-heinäkuun vaihteessa 1992 ja mittaukset aloitettiin 15.7.1992. Aseman virtaama-antureita ja patorakennelmia on muutettu useaan kertaan. Kuvassa 5.3. on esitetty mittareiden paikat peltolohkolla. Pohjavesiputket ovat samat kuin kuvassa 5.2.

- Kanava 1. Salaojapadon S3 näytteenottimen (Epic) laskuri 15.9.94 alkaen.
 Kanava 2. Salaojavirtaaman pinnankorkeus padolla S3 [mm], mitattu avonaisessa mittapadossa (v-aukko 75°) ultraäänianturilla 15.7.92-19.10.92, Valmetin paineanturilla 21.5.93-8.11.93 ja 16.5.94-25.7.94. Mittasäätökaivo (v-aukko 30°) asennettu 25.7.94, jossa pinnankorkeutta mitattu Jensenin paineanturilla 28.7.94 alkaen.
 Kanava 3. Salaojavirtaaman pinnankorkeus padolla S2 [mm], mitattu avonaisessa mittapadossa (v-aukko 30°) ultraäänianturilla 15.7.92-25.10.92. Anturi oli kytkettynä myös talvella -93, mutta tämän ajan mittaukset ovat epäluotettavia.
 Kanava 4. Pintavaluntavirtaaman pinnankorkeus padolla P1 (v-aukko 75°) [mm], mitattu ultraäänianturilla 14.6.93-27.10.93, 9.3.94-16.5.94, ja pohjavesiputkeen asennetulla Jensenin paineanturilla 23.5.94 alkaen. Lämmityskaapeli oli patoaltaassa 9.3.94-24.4.94 ja 10.11.94 alkaen.



Kuva 5.3. Sjökullan mittausaseman 2 mittaukset.

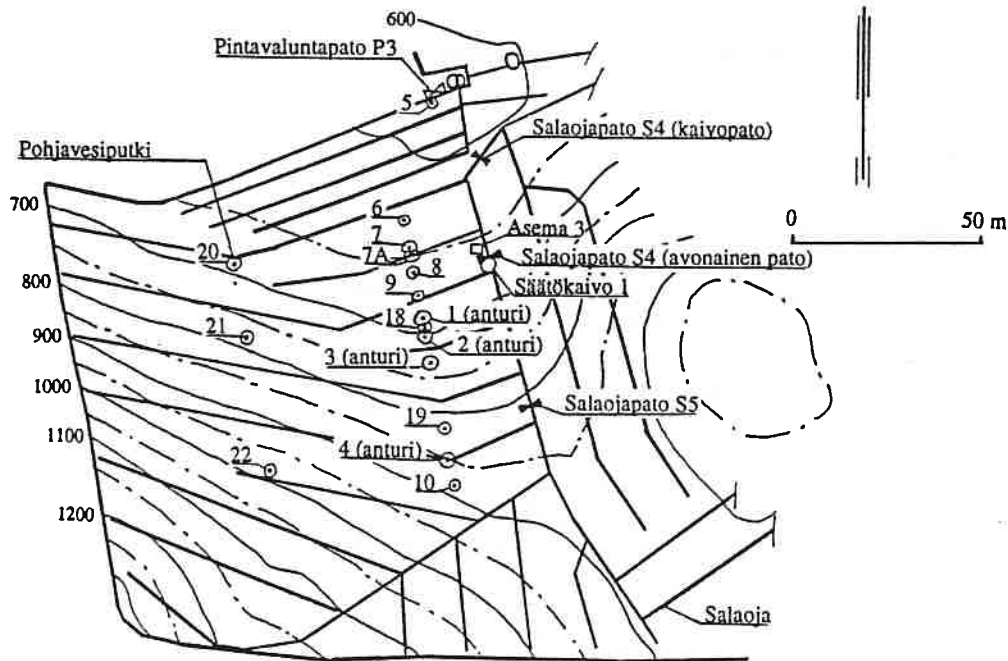
- Kanava 5. Salaojavirtaaman pinnankorkeus padolla S2 [mm], mitattu avonaisessa mittapadossa (v-aukko 30°) ultraäänianturilla 10.4.93-9.1.93, anturi oli kytkettynä aina 11.4.94 asti, mutta talviajan ja kesän -93 mittaukset ovat epäluotettavia. Mitattu Valmetin paineanturilla 16.5.94-20.6.94. Mittasäätökaivo (v-aukko 30°) asennettu 30.6.94, jossa mitattu Jensenin paineanturilla 8.7.94 alkaen.
- Kanava 6. Pintavaluntavirtaaman pinnankorkeus padolla P2 (v-aukko 75°) [mm], mitattu ultraäänianturilla 8.12.92-14.1.93, 3.5.93-31.10.93, 9.3.94-24.4.94 ja pohjavesiputkeen asennetulla Jensenin paineanturilla 23.5.94 alkaen. Lämmityskaapeli on ollut patoaltaassa 9.3.94-24.4.94 ja 10.11.94 alkaen.
- Kanava 7. Maankosteus 10 cm syvyydessä [mbar], mitattu aseman 2 vieressä tensiometrillä 15.7.92-14.9.92.
- Kanava 8. Maankosteus 20 cm syvyydessä [mbar], mitattu aseman 2 vieressä tensiometrillä 15.7.92-14.9.92.
- Kanava 9. Maankosteus 40 cm syvyydessä [mbar], mitattu aseman 2 vieressä tensiometrillä 15.7.92-14.9.92.
- Kanava 10. Maankosteus 10 cm syvyydessä [mbar], mitattu aseman 2 vieressä kipsipalalla 14.9.92 alkaen. Talven mittaustulokset ovat epäluotettavia.
- Kanava 11. Maankosteus 20 cm syvyydessä [mbar], mitattu aseman 2 vieressä kipsipalalla 14.9.92 alkaen. Talven mittaustulokset ovat epäluotettavia.
- Kanava 12. Maankosteus 40 cm syvyydessä [mbar], mitattu aseman 2 vieressä kipsipalalla 14.9.92 alkaen. Talven mittaustulokset ovat epäluotettavia.
- Kanava 13. Valumavesien keräysaltan pinnankorkeus [mm], mitattu altaan pohjoispäässä Jensenin paineanturilla 7.6.94-15.11.94. Mittauksella saadaan samalla vedenkorkeus virtaaman laskemista varten altaan mittapadolla (v-aukko 75°).
- Kanava 14. Loggerin akun jännite [V] 15.7.92 alkaen.
- Kanava 15. Loggerin lämpötila [°C] 12.11.92 alkaen.
- Kanava 16. Loggerin aurinkokennon virta [mA] 21.6.94 alkaen.
- Kanava 17-22. Tiedonsiirto-ohjelman laskemia arvoja mittauksista.
- Kanava 23-24. Tyhjiä.

5.1.3. Mittausasema 3

Sjökullan mittausasema 3 rakennettiin kesä-heinäkuun vaihteessa 1992 ja mittaukset aloitettiin 5.7.1992. Aseman virtaama-antureita ja patorakennelmia on muutettu useaan kertaan, mm. padon S4 paikkaa on kertaalleen siirretty. Pohjavesiputkien ja mittapatojen pinnankorkeusmittauksissa on taukoja viljelytoimenpiteiden aikoina. Kuvassa 5.4. on esitetty mittareiden paikat peltolohkolla. Kuvan pohjavesiputkista 1-4 asennettiin kesällä 1992, 5-10 kesäkuussa 1993, 7A syyskuussa 1993 ja 18-22 kesäkuussa 1994.

- Kanava 1. Kumulatiivinen sadanta [mm], mitattu asemalla 3 keräävällä sademittarilla paineanturia käyttäen 5.7.92-11.10.92 ja 23.7.93-18.10.93. Ei mittauksia talviajalta eikä vuodelta -94.
- Kanava 2. Salaojavirtaaman pinnankorkeus padolla S4 [mm], mitattu avonaisessa mittapadossa (v-aukko 30°) ultraäänianturilla 5.7.92-19.10.92, 6.4.93-13.12.93, anturi oli kytkettynä aina 11.4.94 asti, mutta talven mittaukset ovat epämääräisiä. Mitattu Valmetin paineanturilla 23.5.94-8.9.94. Mittasäätökaivo (v-aukko 30°) asennettu uuteen paikkaan 8.9.94, jossa mitattu Jensenin paineanturilla 13.10.94 alkaen. Padon S4 paikkaa siirrettiin asennettaessa mittasäätökaivo (Kuva 5.4).
- Kanava 3. Salaojavirtaaman pinnankorkeus padolla S5 [mm], mitattu avonaisessa mittapadossa (v-aukko 30°) ultraäänianturilla 6.7.92-19.10.92, 17.6.93-8.11.93 ja Valmetin paineanturilla 23.5.94-25.7.94. Mittasäätökaivo (v-aukko 30°) asennettu 25.7.94, jossa mitattu Jensenin paineanturilla 28.7.94-11.8.94 ja 13.10.94 alkaen.
- Kanava 4. Pohjavesipatsaan korkeus pisteessä 1 [mm], pohjavesiputken (2 m) ympärysaineena huokosputki, mitattu Jensenin paineanturilla 5.7.92-11.8.94 ja 13.10.94 alkaen.
- Kanava 5. Pohjavesipatsaan korkeus pisteessä 2 [mm], pohjavesiputken (2 m) ympärysaineena huokosputki, mitattu Jensenin paineanturilla 5.7.92-28.6.94. Pohjavesiputki poistettu 28.6.94.
- Kanava 6. Pohjavesipatsaan korkeus pisteessä 3 [mm], pohjavesiputken (2 m) ympärysaineena huokosputki, mitattu Jensenin paineanturilla 5.7.92-11.8.94 ja 13.10.94 alkaen.
- Kanava 7. Pohjavesipatsaan korkeus pisteessä 4 [mm], pohjavesiputken (2 m) ympärysaineena huokosputki, mitattu Jensenin paineanturilla 5.7.92-11.8.94 ja 13.10.94 alkaen.
- Kanava 8. Tyhjiä.
- Kanava 9. Ilman suhteellinen kosteus kasvustossa [%], mitattu asemalla 3 kosteus-lämpötila-anturilla 5.7.92-4.11.92.

- Kanava 10. Ilman lämpötila kasvustossa [°C], mitattu asemalla 3 kosteus-lämpötila-anturilla 5.7.92-4.11.92.
 Kanava 11. Pintavaluntavirtaaman pinnankorkeus padolla P3 (v-aukko 75°) [mm], mitattu ultraäänianturilla 14.6.93-8.11.93 ja 23.5.94-11.8.94. Jälkimmäisenä aikana pintavaluntavirtaamaa ei esiintynyt.
 Kanava 12. Salaojapadon S4 näytteenottimen (Epic) laskuri 28.8.94-7.9.94.
 Kanava 13. Aurinkokennon virta [mA], 21.6.94 alkaen.
 Kanava 14. Loggerin akun jännite [V] 5.7.92 alkaen.
 Kanava 15. Loggerin lämpötila [°C] 11.11.92 alkaen.
 Kanavat 16-19. Tiedonsiirto-ohjelman laskemia arvoja mittauksista.
 Kanavat 20-21. Tyhjiä.
 Kanava 22. Tiedonsiirto-ohjelman laskemia arvoja mittauksista.
 Kanavat 23-24. Tyhjiä.



Kuva 5.4. Sjöskullan mittausaseman 3 mittaukset.

5.1.4. Mittausasemat 4, 5 ja 6

Sjöskullan mittausasemaan 4 on liitetty lisäyksikkö, joka sisältää asemat 5 ja 6. Asemat rakennettiin loka-marraskuun vaihteessa 1992 ja kytkettiin päälle 4.11.1992. Peltolohko on ollut ke-santona vuosina 1992-94; lohko on muokattu syksyisin ja siihen on kylvetty kesantokasveja. Lohkon itäpuolella sijaitsee suodinoja-alue, jossa kokeillaan fosforihuuhtouman pienentämistä imeyttämällä pintavaluntavedet kalkitettuun suodinojaan. Lohkon pohjavesiputket asennettiin kesäkuussa 1993. Asemien 5 ja 6, jotka poistettiin 13.10.1994, päätarkoituksena oli roudan ja lumen lämpötilojen mittaus. Mittareiden paikat peltolohkolla on esitetty Kuvassa 5.5.

Aseman 4 kanavilla on ollut seuraavat mittaukset:

- Kanavat 1-3. Tiedonsiirto-ohjelman laskemia arvoja mittauksista.
 Kanava 4. Tyhjä.
 Kanava 5. Salaojavirtaaman pinnankorkeus padolla S6 [mm], mitattu avonaisessa mittapadossa (v-aukko 30°) ultraäänianturilla 18.11.92-8.11.93 ja Valmetin paineanturilla 16.5.94-10.8.94. Mittakaivo (v-aukko 30°) asennettiin 11.9.94, jossa mitattu Jensenin paineanturilla 15.9.94 alkaen.
 Kanava 6. Virtaaman pinnankorkeus suodinojan padolla P5 (v-aukko 30°) [mm], mitattu ultraäänianturilla 18.11.92-19.2.93, 18.3.93-22.4.93. Anturi oli kytkettynä aina 11.4.94 asti, mutta talviajan ja kesän -93 mittaukset vaikuttavat epäluotettavilta.

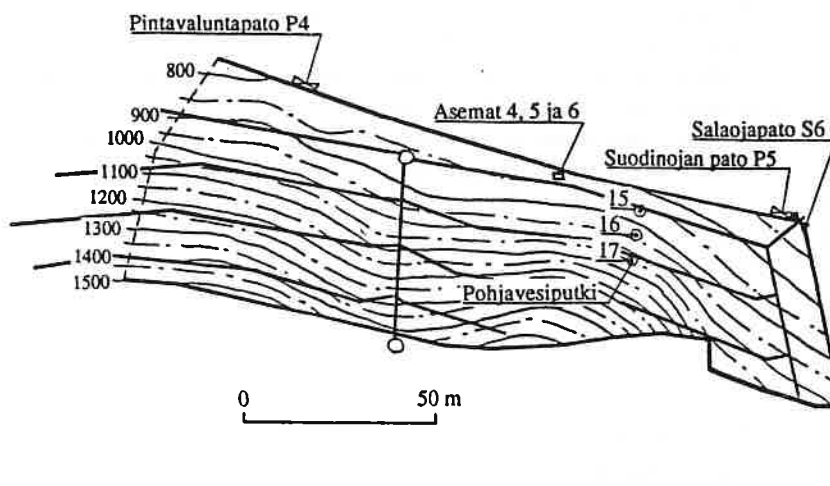
- Kanava 7. Pintavaluntavirtaaman pinnankorkeus padolla P4 (v-aukko 75°) [mm], mitattu ultaraäänianturilla 14.6.93-17.9.93 ja 13.10.93-15.12.93, jona aikana mittaukset osittain pätkittäisiä. Mitattu Valmetin paineanturilla 23.5.93-21.11.94.
- Kanava 8. Tyhjä.
- Kanava 9. Referenssilämpötila asemien 5 ja 6 lämpötilamittauksia varten [°C], mitattu asemalla 4 termistorilla 4.11.92-30.8.94.
- Kanavat 10 ja 11. Tyhjiä kanavia.
- Kanava 12. Kumulatiivinen sadanta [Kg], mitattu aseman 4 vieressä keräävällä sadeastialla vaakaa käyttäen 26.11.92 alkaen.
- Kanava 13. Tyhjä.
- Kanava 14. Loggerin akun jännite [V] 4.11.92 alkaen.
- Kanava 15. Loggerin lämpötila [°C] 11.11.92 alkaen.
- Kanavat 16-17. Tiedonsiirto-ohjelman laskemia arvoja mittauksista.
- Kanavat 18-21. Tyhjiä.
- Kanava 22. Tiedonsiirto-ohjelman laskemia arvoja mittauksista.
- Kanavat 23-24. Tyhjiä.

Mittausaseman 5 ilman lämpötilat on mitattu aseman 4 vieressä termoelementtiä käyttäen.

- Kanava 1. Ilman lämpötila 5 cm korkeudella [°C] 4.11.92-30.8.94.
- Kanava 2. Ilman lämpötila 10 cm korkeudella [°C] 4.11.92-30.8.94.
- Kanava 3. Ilman lämpötila 15 cm korkeudella [°C] 4.11.92-30.8.94.
- Kanava 4. Ilman lämpötila 20 cm korkeudella [°C] 4.11.92-30.8.94.
- Kanava 5. Ilman lämpötila 25 cm korkeudella [°C] 4.11.92-30.8.94.
- Kanava 6. Ilman lämpötila 30 cm korkeudella [°C] 4.11.92-30.8.94.
- Kanava 7. Ilman lämpötila 35 cm korkeudella [°C] 4.11.92-30.8.94.
- Kanava 8. Ilman lämpötila 40 cm korkeudella [°C] 4.11.92-30.8.94.
- Kanava 9. Ilman lämpötila 45 cm korkeudella [°C] 4.11.92-30.8.94.
- Kanava 10. Ilman lämpötila 50 cm korkeudella [°C] 4.11.92-30.8.94.
- Kanava 11. Ilman lämpötila 55 cm korkeudella [°C] 4.11.92-30.8.94.
- Kanava 12. Ilman lämpötila 60 cm korkeudella [°C] 4.11.92-30.8.94.
- Kanava 13. Ilman lämpötila 70 cm korkeudella [°C] 4.11.92-30.8.94.
- Kanava 14. Ilman lämpötila 80 cm korkeudella [°C] 4.11.92-30.8.94.
- Kanava 15. Ilman lämpötila 90 cm korkeudella [°C] 11.11.92-30.8.94.
- Kanava 16. Ilman lämpötila 100 cm korkeudella [°C] 11.11.92-30.8.94.
- Kanavat 17- 24. Tyhjiä.

Mittausaseman 6 maan ja suodinojan länsipään lämpötilat on mitattu aseman 4 vieressä termoelementtiä käyttäen.

- Kanava 1. Maan lämpötila 5 cm syvyydessä [°C] 4.11.92-30.8.94.
- Kanava 2. Maan lämpötila 10 cm syvyydessä [°C] 4.11.92-30.8.94.
- Kanava 3. Maan lämpötila 15 cm syvyydessä [°C] 4.11.92-30.8.94.
- Kanava 4. Maan lämpötila 20 cm syvyydessä [°C] 4.11.92-30.8.94.
- Kanava 5. Maan lämpötila 25 cm syvyydessä [°C] 4.11.92-30.8.94.
- Kanava 6. Maan lämpötila 30 cm syvyydessä [°C] 4.11.92-30.8.94.
- Kanava 7. Maan lämpötila 35 cm syvyydessä [°C] 4.11.92-30.8.94.
- Kanava 8. Maan lämpötila 40 cm syvyydessä [°C] 4.11.92-30.8.94.
- Kanava 9. Maan lämpötila 50 cm syvyydessä [°C] 4.11.92-30.8.94.
- Kanava 10. Maan lämpötila 60 cm syvyydessä [°C] 4.11.92-30.8.94.
- Kanava 11. Maan lämpötila 70 cm syvyydessä [°C] 4.11.92-30.8.94.
- Kanava 12. Maan lämpötila 80 cm syvyydessä [°C] 4.11.92-30.8.94.
- Kanava 13. Maan lämpötila 100 cm syvyydessä [°C] 4.11.92-30.8.94.
- Kanava 14. Suodinojan lämpötila 10 cm syvyydessä [°C] 4.11.92-30.8.94.
- Kanava 15. Suodinojan lämpötila 20 cm syvyydessä [°C] 11.11.92-30.8.94.
- Kanava 16. Suodinojan lämpötila 30 cm syvyydessä [°C] 11.11.92-30.8.94.
- Kanavat 17-24. Tyhjiä.



Kuva 5.5. Sjöskullan mittausasemien 4, 5 ja 6 mittaukset.

6. TUUSULAN SUOHARJUN KOEKENTTÄ

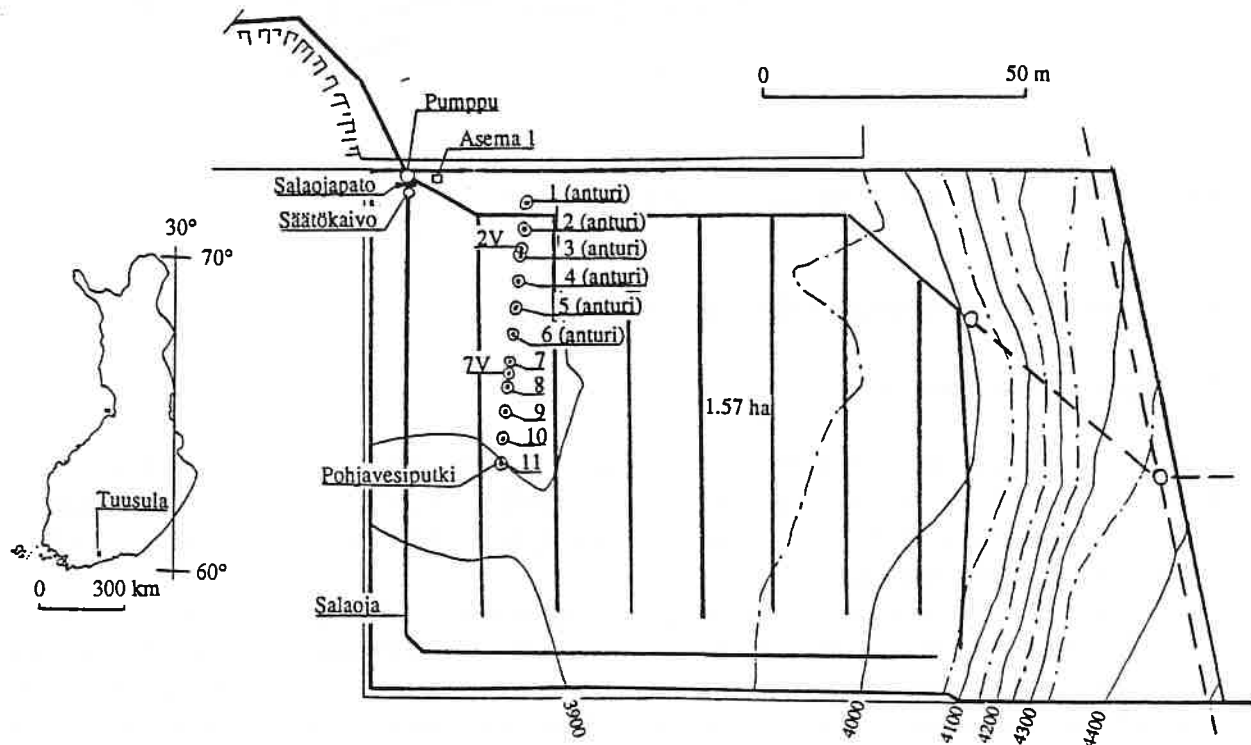
6.1. Sijainti ja mittausasema

Tuusulan koekenttä on turvepelto, joka sijaitsee Uudellamaalla Tuusulan Suoharjun tilalla. Pelto on Paavo Väyrysen omistama ja Lauri Heikkilä on viljellyt pellolla rypsiä ja kauraa. Tuusulan koekentällä on yksi mittausasema, jonka sijainti näkyy kuvassa 6.1. Keskustietokone sijaitsee Rauno Peltomaan tilalla.

Tuusulan mittausasema 1 rakennettiin toukokuussa 1993 ja mittaukset aloitettiin 21.5.1993. Koekentältä on matkaa keskusasemalle noin 3 km ja tiedonsiirrossa kentältä keskustietokoneelle oli ongelmia maastoesteiden takia, kunnes antennia nostettiin. Tästä johtuen talentuneet mittaukset ovat osittain pätkittäisiä. Pisimmät mittaustauot ovat väleillä 27.6.93-24.7.93, 31.7.93-9.8.93, 3.9.93-30.9.93 ja 17.2.94-7.3.94. Kanavilla 9 ja 13 on samat mittaus tulokset, sillä pohjavesiputkessa 3 ja salaojapadossa on käytetty vuoroin samaa mittausanturia. Kuvassa 6.1 on esitetty mittauksen sijainti peltolohkolla. Kuvan pohjavesiputkista 1-11 asennettiin toukokuussa 1993 ja 2V ja 7V marraskuussa 1994.

- Kanava 1. Auringon säteily [W/m^2], mitattu asemalla 1 pyranometrillä 21.5.93 alkaen.
- Kanava 2. Ilman lämpötila [$^{\circ}C$], mitattu asemalla 1 kosteus-lämpötila-anturilla 21.5.93 alkaen.
- Kanava 3. Ilman suhteellinen kosteus [%], mitattu asemalla 1 kosteus-lämpötila-anturilla 21.5.93 alkaen.
- Kanava 4. Kumulatiivinen sadanta [mm], mitattu keräävällä sademittarilla paineanturia käyttäen 21.5.93-21.10.93, 20.5.94-13.10.94. Ei mittauksia talviajalta.
- Kanava 5. Tuulen nopeus [m/s], mitattu Vaisalan tuulimittarilla 21.5.93 alkaen hetkellisenä mittauksena.
- Kanava 6. Tyhjä.
- Kanava 7. Pohjavesipatsaan korkeus pisteessä 1 [mm], pohjavesiputken (2 m) ympärysaineena huokosputki, mitattu Jensenin paineanturilla 28.5.93-2.12.93, 7.5.94-8.5.94.
- Kanava 8. Pohjavesipatsaan korkeus pisteessä 2 [mm], pohjavesiputken (2 m) ympärysaineena huokosputki, mitattu Jensenin paineanturilla, 21.5.93-13.5.94, 19.5.94-3.9.94.
- Kanava 9. Pohjavesipatsaan korkeus pisteessä 3 [mm], pohjavesiputken (2 m) ympärysaineena huokosputki, mitattu Jensenin paineanturilla, 21.5.93-2.12.93, 7.5.94-13.5.94. ja 19.5.94-23.5.94. Anturi on ollut kiinnitettynä salaojapatoon 23.5.94-8.11.94, jonka ajan tulokset ovat kanavalla 13. Pohjavesiputki 3 on poistettu kokonaan 13.10.94.
- Kanava 10. Pohjavesipatsaan korkeus pisteessä 4 [mm], pohjavesiputken (2 m) ympärysaineena huokosputki, mitattu Jensenin paineanturilla, 21.5.93-13.5.94, 19.5.94-3.9.94.

- Kanava 11. Pohjavesipatsaan korkeus pisteessä 5 [mm], pohjavesiputken (2 m) ympärysaineena huokosputki, mitattu Jensenin paineanturilla, 21.5.93-2.12.93, 7.5.94-13.5.94.
- Kanava 12. Pohjavesipatsaan korkeus pisteessä 6 [mm], pohjavesiputken (2 m) ympärysaineena huokosputki, mitattu Jensenin paineanturilla, 21.5.93-13.5.94, 19.5.94-3.9.94.
- Kanava 13. Salaojapadon virtaaman pinnankorkeus (v-aukko 30°) [mm], mitattu Jensenin paineanturilla 23.5.94-8.11. (21.5.93-13.5.94 välisenä aikana anturi ollut pohjavesiputkessa nro 3, tulokset ovat kanavalla 9).
- Kanava 14. Loggerin akun jännite [V], 21.5.93 alkaen.
- Kanava 15. Loggerin lämpötila [°C], 21.5.93 alkaen.
- Kanavat 16-24. Tyhjiä.



Kuva 6.1. Tuusulan koekentän sijainti ja mittaukset.

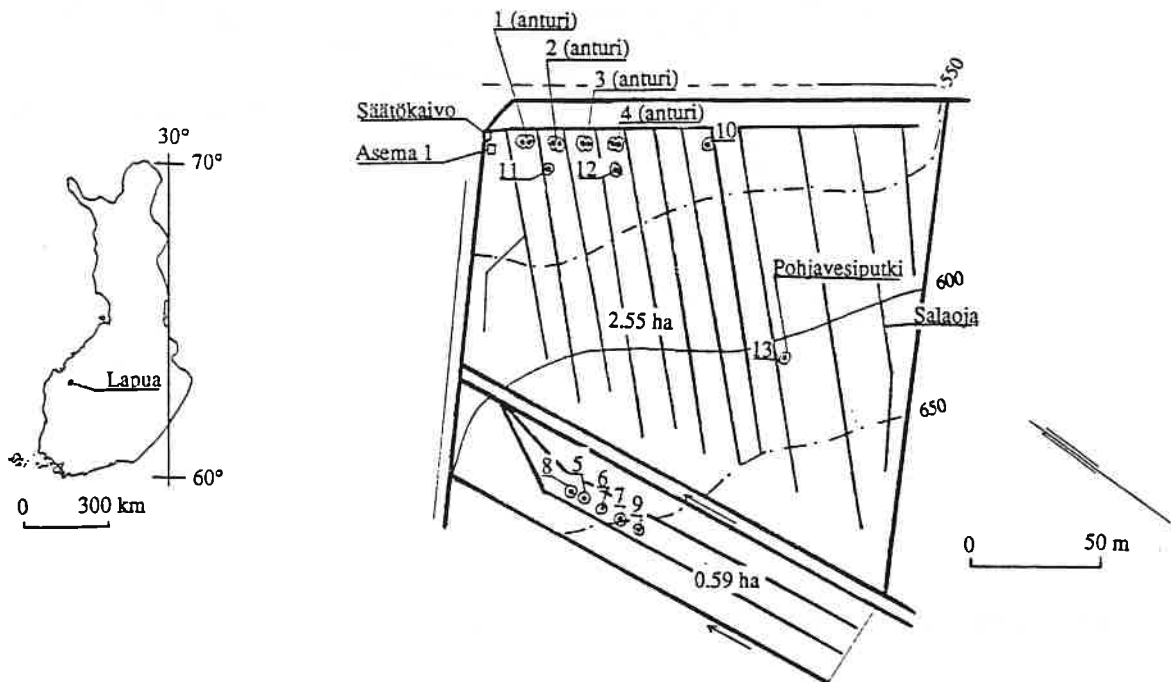
7. LAPUAN YLIKYLÄN KOEKENTTÄ

7.1. Sijainti ja Mittausasema

Lapuan koekenttä sijaitsee Vaasan läänissä Kalevi Pelanterin omistamalla pellolla, jonka maalaji on hietaa. Pellolla on viljelty perunaa ja sinne on asennettu 1 mittausasema (Kuva 1). Keskustietokone sijaitsee Pelanterin tilalla noin 1 km kentältä.

Lapuan mittausasema 1 rakennettiin touko-kesäkuun vaihteessa 1993. Mittaukset aloitettiin jo kesäkuussa 1993, mutta heinäkuinen ukkosmyrsky rikkoi keskustietokoneen ja siihenastiset mittaukset menetettiin. Mittaukset käynnistettiin uudelleen 7.9.1993. Ukkosmyrskyn aiheuttamien ongelmien takia mittauksissa on katkoksia. Esimerkiksi ukkosmyrskyn oikosulun seurauksena dataloggerin akku tyhjeni syksyllä 1993, eikä se ehtinyt latautua täydeksi ennen talvea, josta oli seurauksena talven pitkä mittaustauko. Pisimmät mittaustauot ovat väleillä 3.10.93-13.11.93, 24.12.93-19.3.94 ja 30.7.94-13.9.94. Kuvassa 7.1 on esitetty mittausten sijainti peltolohkolla. Pohjavesiputket 1-7 asennettiin toukokuussa 1993 ja putket 8-13 toukokuussa 1994.

- Kanava 1. Auringon säteily [W/m^2], mitattu asemalla 1 pyranometriä käyttäen 7.9.93-3.10.93, 13.11.93-24.12.93, 19.3.94-30.7.94 ja 13.9.94 alkaen.
- Kanava 2. Ilman lämpötila [$^{\circ}\text{C}$], mitattu asemalla 1 kosteus-lämpötila-anturilla 7.9.93-3.10.93, 13.11.93-24.12.93, 19.3.94-30.7.94 ja 13.9.94 alkaen.
- Kanava 3. Ilman suhteellinen kosteus [%], mitattu asemalla 1 kosteus-lämpötila-anturilla 7.9.93-3.10.93, 13.11.93-24.12.93, 19.3.94-30.7.94 ja 13.9.94 alkaen.
- Kanava 4. Kumulatiivinen sadanta [mm], mitattu asemalla 1 keräävällä sademittarilla paineanturia käyttäen 7.9.93-3.10.93 ja 7.4.94-14.6.94. Ei talviajan mittauksia.
- Kanava 5. Tuulen nopeus [m/s], mitattu asemalla 1 Vaisalan tuulimittarilla 7.9.93 alkaen hetkellisenä mittauksena.
- Kanava 6. Maan lämpötila 10 cm syvyydessä [$^{\circ}\text{C}$], mitattu aseman 1 vieressä termistorilla 14.6.94 alkaen.
- Kanava 7. Pohjavesipatsaan korkeus pisteessä 1 [mm], pohjavesiputken (2 m) ympärysaineena huokosputki, mitattu Jensenin paineanturilla 7.9.93-3.10.93, 13.11.93-24.12.93, 2.4.94-30.7.94 ja 13.9.94 alkaen.
- Kanava 8. Pohjavesipatsaan korkeus pisteessä 2 [mm], pohjavesiputken (2 m) ympärysaineena huokosputki, mitattu Jensenin paineanturilla 7.9.93-3.10.93, 13.11.93-24.12.93 ja 2.4.94-17.7.94. Siitä eteenpäin pH-anturin jännite [mV], mitattu säätökaivossa GLI:n anturilla, 17.7.94-29.10.94.
- Kanava 9. Pohjavesipatsaan korkeus pisteessä 3 [mm], pohjavesiputken (2 m) ympärysaineena huokosputki, mitattu Jensenin paineanturilla 7.9.93-3.10.93, 13.11.93-24.12.93, 2.4.94-30.7.94 ja 13.9.94 alkaen.
- Kanava 10. Pohjavesipatsaan korkeus pisteessä 4 [mm], pohjavesiputken (2 m) ympärysaineena huokosputki, mitattu Jensenin paineanturilla 7.9.93-3.10.93, 13.11.93-24.12.93, 2.4.94-30.7.94 ja 13.9.94 alkaen.
- Kanava 11. Kumulatiivinen sadanta [kg], mitattu asemalla 1 keräävällä sadeastialla vaakamittaria käyttäen 14.6.94 alkaen.
- Kanava 12. Säätökaivon lämpötila [$^{\circ}\text{C}$], mitattu termistorilla 14.6.94 alkaen.
- Kanava 13. Tiedonsiirto-ohjelman laskemia arvoja mittauksista.
- Kanava 14. Loggerin akun jännite [V], 7.9.93 alkaen.
- Kanava 15. Loggerin lämpötila [$^{\circ}\text{C}$], 7.9.93 alkaen.
- Kanava 16. Tiedonsiirto-ohjelman laskemia arvoja mittauksista.
- Kanava 17. Tiedonsiirto-ohjelman laskemia arvoja mittauksista.
- Kanavat 18-24. Tyhjiä.

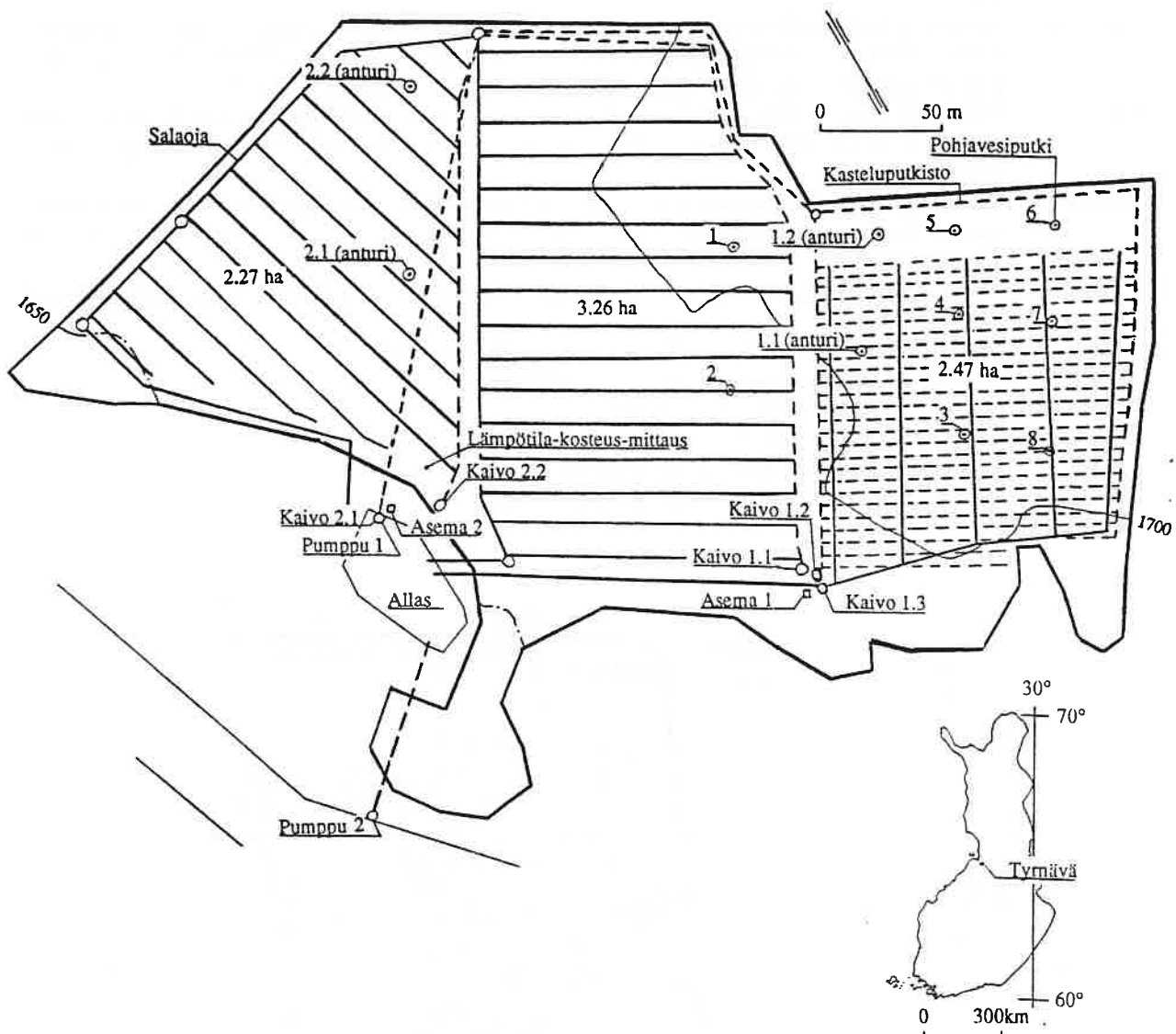


Kuva 7.1. Lapuan Pelanterin koekentän sijainti ja mittaukset.

8. TYRNÄVÄN PALON KOEKENTTÄ

8.1. Sijainti ja mittausasemat

Tyrnävän koekenttä sijaitsee Oulun läänissä Palon tilalla. Lauri Anttila on viljellyt kentällä perunaa ja kauraa. Koekentän maalaji on hietaa ja kenttä koostuu normaalisti salaojitetusta ja kasteluputkitetusta alueesta. Peltä ojitettiin kokonaisuudessaan ja valumavesien keräämistä varten pellon viereen rakennettiin allas marraskuussa 1993. Altaan vettä voidaan pumpata salaojiin, jossa sitä padotetaan, tai vettä voidaan johtaa erilliseen kasteluputkistoon, jonka alapuolella on salaojaverkosto, jossa vettä voidaan tarvittaessa padottaa (Kuva 8.1). Kentälle on rakennettu 2 mittausasemaa, joiden sijainti ja tieto mittauksista on esitetty kuvassa 8.1.



Kuva 8.1. Tyrnävän Palon koekentän sijainti ja mittaukset.

8.1.1. Asema 1

Mittausasema 1 rakennettiin Tyrnävälle kesäkuussa 1994 ja mittaukset aloitettiin 15.6.1994.

- Kanava 1. Auringon säteily [W/m^2], mitattu asemalla 1 pyranometriä käyttäen 15.6.94 alkaen.
- Kanava 2. Ilman lämpötila [$^{\circ}\text{C}$], mitattu asemalla 1 kosteus-lämpötila-anturilla 15.6.94 alkaen.
- Kanava 3. Ilman suhteellinen kosteus [%], mitattu asemalla 1 kosteus-lämpötila-anturilla 15.6.94 alkaen.
- Kanava 4. Kasvuston lämpötila [$^{\circ}\text{C}$], mitattu aseman 1 vieressä termistorilla 15.6.94 alkaen.
- Kanava 5. Tuulen nopeus [m/s], mitattu asemalla 1 Vaisalan tuulimittarilla 15.6.94 alkaen hetkellisenä arvona.
- Kanava 6. pH-anturin jännite [mV], mitattu kaivossa 1.3 Siemensin anturilla 15.6.94-25.10.94.
- Kanava 7. Vesipatsaan korkeus kaivossa 1.1 [mm], mitattu Jensenin paineanturilla 17.6.94-25.10.94.
- Kanava 8. Vesipatsaan korkeus kaivossa 1.2 [mm], mitattu Jensenin paineanturilla 17.6.94-25.10.94.
- Kanava 9. Pohjavesipatsaan korkeus pisteessä 1.1 [mm], pohjavesiputken (2 m) ympärysaineena huokosputki, mitattu Jensenin paineanturilla 17.6.94 alkaen.
- Kanava 10. Pohjavesipatsaan korkeus pisteessä 1.2 [mm], pohjavesiputken (2 m) ympärysaineena huokosputki, mitattu Jensenin paineanturilla 17.6.94 alkaen.
- Kanava 11. Kumulatiivinen sadanta [kg], mitattu asemalla 1 keräävällä sadeastialla vaakamittaria käyttäen 15.6.94 alkaen.
- Kanava 12-13. Tiedonsiirto-ohjelman laskemia arvoja mittauksista.
- Kanava 14. Loggerin akun jännite [V] 15.6.94 alkaen.
- Kanava 15. Loggerin lämpötila [$^{\circ}\text{C}$] 15.6.94 alkaen.
- Kanavat 16-21. Tyhjiä.

8.1.2. Asema 2

Mittausasema 2 rakennettiin Tyrnävälle kesäkuussa 1994 ja mittaukset aloitettiin 15.6.1994.

- Kanava 1. Pohjavesipatsaan korkeus pisteessä 2.1 [mm], pohjavesiputken (2 m) ympärysaineena huokosputki, mitattu Jensenin paineanturilla 15.6.94-10.10.94 ja 17.10.94 alkaen.
- Kanava 2. Pohjavesipatsaan korkeus pisteessä 2.2 [mm], pohjavesiputken (2 m) ympärysaineena huokosputki, mitattu Jensenin paineanturilla 17.6.94-10.10.94 ja 17.10.94 alkaen.
- Kanava 3. Vesipatsaan korkeus kaivossa 2.2 [mm], mitattu Jensenin paineanturilla 17.6.94-10.10.94 ja 17.10.94-25.10.94.
- Kanava 4. Kasvuston lämpötila [$^{\circ}\text{C}$], mitattu pellolla (Kuva 8.1) kosteus-lämpötila-anturilla 20.7.94 alkaen.
- Kanava 5. Suhteellinen kosteus kasvustossa [%], mitattu pellolla (Kuva 8.1) kosteus-lämpötila-anturilla 20.7.94 alkaen.
- Kanava 6. pH-anturin jännite [mV], mitattu kaivossa 2.1 Hyxo:n anturilla 15.6.94-25.10.94. Mittaus kuvaa altaan pH:ta.
- Kanava 7. Lämpötila kaivossa 2.1 [$^{\circ}\text{C}$], mitattu termistorilla 15.6.94 alkaen.
- Kanava 8. Tiedonsiirto-ohjelman laskemia arvoja mittauksista.
- Kanava 9. Tyhjä.
- Kanava 10. Aurinkokennon virta [mA] 20.7.94 alkaen.
- Kanava 11. Veden pinnankorkeus altaassa [mm], mitattu kaivossa 2.1 Jensenin paineanturilla 15.6.94-25.10.94.
- Kanava 12. Pumppu 1 [0/1], 1=pumppu toiminnassa, 0=pumppu ei toiminnassa, mitattu 15.6.94 alkaen.
- Kanava 13. Pumppu 2 [0/1], mitattu 15.6.94 alkaen.
- Kanava 14. Loggerin akun jännite [V] 15.6.94 alkaen.
- Kanava 15. Loggerin lämpötila [$^{\circ}\text{C}$] 15.6.94 alkaen.
- Kanavat 16-24. Ei mittauksia.

9. JOKIOISTEN SÄÄASEMA

9.1. Sijainti ja mittausasema

Talvella 1993-1994 ja 1994-1995 mitattiin Jokioisissa Ilmatieteen laitoksen koekentällä lumen sadantaa sekä lumen ja maan lämpötiloja. Kentän sijainti on esitetty kuvassa 9.1.

Mittausasema 1 rakennettiin Jokioisiin lokakuussa 1993. Mittaukset aloitettiin 20.10.1993 ja lopetettiin 6.4.1994. Asema kytkettiin päälle uudelleen 18.11.1994 talveksi 1994-1995. Mittausaseman 1 lämpötilat on mitattu termistoreita käyttäen, jotka sijaitsevat aseman vieressä.



Kuva 9.1. Jokioisten mittausasema.

- Kanava 1. Ilman lämpötila 80 cm [°C] 20.10.93-6.4.94 ja 18.11.94 alkaen.
- Kanava 2. Ilman lämpötila 50 cm [°C] 20.10.93-6.4.94 ja 18.11.94 alkaen.
- Kanava 3. Ilman lämpötila 40 cm [°C] 20.10.93-6.4.94 ja 18.11.94 alkaen.
- Kanava 4. Ilman lämpötila 30 cm [°C] 20.10.93-6.4.94 ja 18.11.94 alkaen.
- Kanava 5. Ilman lämpötila 20 cm [°C] 20.10.93-6.4.94 ja 18.11.94 alkaen.
- Kanava 6. Ilman lämpötila 15 cm [°C] 20.10.93-6.4.94 ja 18.11.94 alkaen.
- Kanava 7. Ilman lämpötila 10 cm [°C] 20.10.93-6.4.94 ja 18.11.94 alkaen.
- Kanava 8. Ilman lämpötila 5 cm [°C] 20.10.93-6.4.94 ja 18.11.94 alkaen.
- Kanava 9. Maan lämpötila 5 cm [°C] 20.10.93-6.4.94 ja 18.11.94 alkaen.
- Kanava 10. Maan lämpötila 15 cm [°C] 20.10.93-6.4.94 ja 18.11.94 alkaen.
- Kanava 11. Tiedonsiirto-ohjelman laskemia arvoja mittauksista.
- Kanava 12. Kumulatiivinen sadanta [Kg], mitattu asemalla 1 keräävällä sadeastialla vaakamittaria käyttäen 20.10.93-6.4.94 ja 18.11.94 alkaen.
- Kanava 13. Tiedonsiirto-ohjelman laskemia arvoja mittauksista.
- Kanava 14. Akun jännite [V] 20.10.93-6.4.94 ja 18.11.94 alkaen.
- Kanava 15. Loggerin lämpötila [°C] 20.10.93-6.4.94 ja 18.11.94 alkaen.
- Kanava 16. Tiedonsiirto-ohjelman laskemia arvoja mittauksista.
- Kanavat 17-24. Tyhjiä.

10. YHTEENVETO

Työssä kuvattiin Teknillisen korkeakoulun vesitalouden ja vesirakennuksen laboratorion koekentille rakennetut sähköiset mittausjärjestelyt. Kentillä tutkitaan säätösalaajituksen, padotuskastelun ja valumavesien kierrätyksen soveltuvuutta ja vaikutuksia Suomen olosuhteissa. Käytetyt mittalaitteet ja niistä saadut kokemukset käytiin lyhyesti läpi. Koekentittäin esitettiin kenttien mittaukset ja niiden sijainti, sekä mittauksen toiminta-ajat. Esitettyjen mittareiden toiminta-aikojen perusteella saadaan käsitys mittausantureiden ja mittausjärjestelyiden muutoksista sekä aineiston laadusta. Aineistoa käytettäessä tutkijan on selvitettävä aineiston laatu tarkemmin aikasarjoihin perehtymällä. Esitetyt kuvat perustuvat kenttien salaajitus suunnitelmien karttoihin. Työ valmistui joulukuussa 1994 eikä sisällä tietoa vuoden 1994 marraskuun jälkeisistä muutoksista koekentillä.

11. VIITTEET

Koivusalo, H. 1993. Peltoalueen pintavalunta ja eroosio. Diplomityö. Teknillinen Korkeakoulu, Rakennus- ja maanmittaustekniikan osasto, 84 s.

Laikari, E. (Toim.) 1994. Säättösalaojitus, tutkimustuloksia vuosilta 1992-1993. Salaojituksen tutkimusyhdistys ry:n tiedote N:o 18, Helsinki, 86 s.

Laikari E. ja Karvonen, T. (Toim.) 1992. Säättösalaojitus - koekenttien perustaminen. Salaojituksen tutkimusyhdistys ry:n tiedote N:o 16, Helsinki, 64 s.

Taskinen A. 1995. Lapuan säättöojituskoekentän sääaseman ja pohjaveden mittausaineistot 1993-1994. Teknillinen korkeakoulu, vesitalouden ja vesirakennuksen laboratorion monistesarja. Painossa.

OSA II

π Net mittaus- ja tiedonkeruujärjestelmä



PYTHAGORAS OY
PL 331, 00171 Helsinki
00 694 1252 Fax 00 694 9017

VERSIO 1.1-1
15-01-1994

1. YLEISTÄ

PNet mittaus- ja tiedonkeruujärjestelmä on suunniteltu mittaustiedon keräämiseen ja siirtoon. Siirto voidaan toteuttaa kaapeloinnin ohella myös radion ja/tai puhelimen välityksellä.

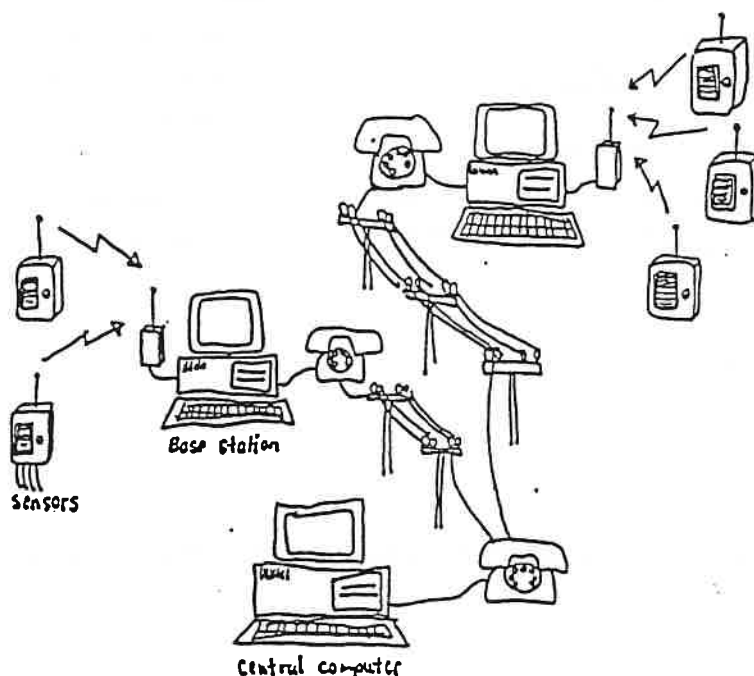
Mittauslaitteisto kytketään PC-tietokoneeseen. Mittausaineistoa voidaan tallentaa koneen kapasiteetista ja mittauslaitteiden lukumäärästä riippuen useiden vuosien ajalta. Tätä tietoa voidaan tarkastella esimerkiksi graafisesti ja analysoida tarpeen mukaan.

Järjestelmä koostuu seuraavista osista: mittalaitteilla varustettu tiedonkeruuyksikkö, pääasema ja keskuskone. (Kuva 1.1)

Tiedonkeruuyksikkö (data-logger) on laite, johon mittausanturit kytketään. Se voidaan liittää suoraan PC-tietokoneeseen tai se voi toimia akkujen varassa maastossa, jolloin mittaustieto välitetään pääasemana toimivalle PC:lle radion välityksellä. Yhteen tiedonkeruuyksikköön voidaan liittää tyypistä riippuen jopa 24 mittauslaitetta. Näitä tiedonkeruuyksiköitä kutsutaan mittausasemiksi. Mittausantureita kutsutaan kanaviksi - tämä viittaa tiedonkeruuyksikön sisään tuloihin.

Pääasemana toimiva PC lukee koneessa olevia tiedonkeruukortteja, joihin mittalaitteet on kytketty tai kuuntelee radiota sarjaportin kautta. Yhteen pääasemaan voidaan liittää 16 mittausasemaa (data-loggeria tai korttia). Pääaseman sijaintia kutsutaan koealueeksi - tämä johtuu siitä, että järjestelmän ensimmäinen sovellutus oli tutkimusprojekti.

Maantieteellisesti kaukana toisistaan olevat pääasemat (koealueet) voidaan liittää puhelinverkon kautta keskuskoneeseen. Tämä voi esimerkiksi yöaikaan kerätä tiedot automaattisesti keskuskoneelle.



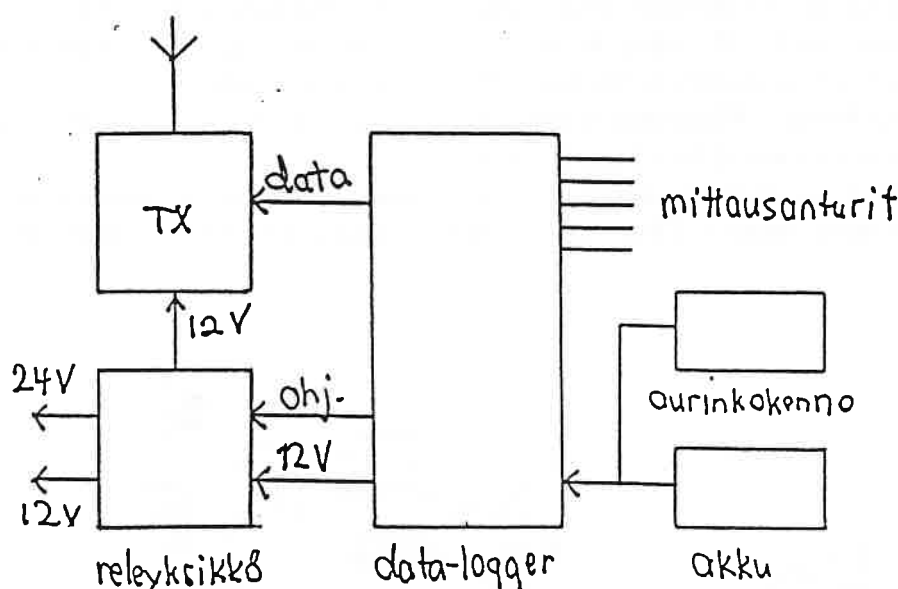
Kuva 1.1. Tiedonkeruujärjestelmä.

2. LAITTEISTO

Pääasema koostuu PC-tietokoneesta ja radiomodeemista, joka on kytketty sarjaporttiin (COM1 tai COM2). Kone voi olla edelleen kytkettynä puhelinverkkoon modeemin välityksellä. Pääaseman koneeksi kelpaa mikä tahansa IBM-yhteensopiva PC - jopa XT riittää. Muistitilaa ei myöskään tarvita paljon: yksi mittaustulos kuluttaa muistia kaksi tavua. Pääasemalla tiedonkeruu voidaan toteuttaa myös koneeseen asennetun kortin avulla.

Mittausaseman kaavio on esitetty kuvassa 2.1. Data-loggeri ohjaa virransyöttöä mittausantureille ja radiolähettimeen. Mittausten väliajalla näille ei syötetä käyttöjännitettä, joten virrankulutus on pieni. Käyttöjännitettä syöttävässä releyksikössä on myös 12/24 voltin DC/DC-muunnin. Laitteisto saa virran 12 voltin lyijyhyyteläakusta ja sitä ladataan aurinkokennolla.

Toistaiseksi käytössä on ollut Campbellin CR10-tyyppinen 12-kanavainen data-logger. Tekniset tiedot ovat liitteenä. Myös muita data-loggereita voidaan käyttää. CR10:een voidaan liittää millivolti- tai voltitasoisia signaaleja - esim. termoelementtejä suoraan. Termoelementtimittauksessa on huomattava, että loggerin oma lämpötila-anturi on laitteen sisällä, joten tarkkoihin lämpötilamittauksiin on asennettava ulkoinen referenssianturi. Laitteessa on myös kaksi kanavaa pulssimuotoiselle signaalille. Jokainen kanava voidaan ohjelmoida erikseen. Kanavat voidaan määritellä myös jännite-eromittaukseen. Tällöin kuitenkin käytettävien kanavien lukumäärä puolittuu. Data-logger voi mittauksen ohella myös ohjata säätölaitteita - esimerkiksi näytteenottimia, magneettiventtiilejä, moottoreita jne.



Kuva 2.1. Mittausyksikkö.

3. OHJELMISTO

Mittaustiedon siirtoon ja käsittelyyn kehitetty ohjelmisto käynnistetään komennolla

PNET

Sama ohjelmisto on käytössä sekä pääasemalla että keskuskoneessa.

3.1. Ohjelmiston toiminnot

Ohjelmiston käyttöä ja toimintoja käsitellään seuraavassa päävalikon (Kuva 3.1) pohjalta.

3.1.1. Mittaus

Pääaseman ohjaus. Pääasemana toimiva PC odottaa keskeytyksiä sarjaporteilta (COM1 ja/tai COM2) - mittausdataa radion kautta tai soittoa keskuskoneelta puhelimella. Mikäli tiedonkeruu tapahtuu PC:n väylälle asennetun kortin kautta, kortin lukeminen tapahtuu myös tämän toiminnon kautta.

Mikäli dataa tulee radiosta, oikeellisuus tarkastetaan ja mittaus tieto talletetaan levyille. Tämä data tuodaan myös näyttöön. (Kuva 3.2) Näytössä olevaa mittausasemaa voidaan muuttaa funktionäppäimellä F2. Tällä saadaan myös näyttö päälle - näyttö sammuu automaattisesti kulumisen estämiseksi. Mittauksen aikana on mahdollista saada näyttöön viimeisin tieto kultakin asemalta.

Kuvassa 3.2 oleva mittautuloksen oikealla puolella oleva luku näyttää muutoksen edelliseen mittausarvoon. Tähän voidaan lisätä myös ilmoitus hälytysrajan ylityksestä tai alituksesta. Oikeassa laidassa olevat OK-sarakkeet ilmoittavat ovatko mittausasemat toiminnassa; tämä perustuu siihen, että oikeaa dataa tulee pääaseman olettamalla taajuudella. Alalaidassa on reaaliaika, seuraavaksi mittausdataa lähettävä asema ja aika lähetukseen. Pääasema "oppii" tämän ajan, joten se ei anna aina oikeaa aikaa tai asemaa - esim. heti puhelinyhteyden tai käynnistämisen jälkeen. Viimeisenä on muistutus funktionäppäimestä F1, josta löytyvät mittauksen aikana käytettävissä olevat toiminnot. (Kuva 3.3)

Funktionäppäimien toiminnot on esitetty kuvassa 3.3 Tässä tarkastellaan vain tavallisen käyttäjän tarvitsemia toimintoja. F2: Muutetaan näytössä olevaa asemaa. Tällä saadaan myös näyttö päälle, jos se on sammunut. F5: Mittauksen aikana on mahdollista ottaa seurantaan valikoituja mittausuureita. Nämä valitaan tässä. F6: Käytössä on myös reaaliaikainen grafiikka. Siihen voidaan valita viisi mittausuuretta. F8: Mittausdata voidaan siirtää pääasemalta keskuskoneelle myös levykkeellä. Tähän käytetään aluekohtaista (1 levyke/pääasema) levykettä. Levyke on alustettava keskuskoneella. Tällöin käyttäjän ei tarvitse tuntea tiedostorakenteita, vaan levyke siirtää tiedon mittausasemalla keskuskoneelta puuttuvista tiedoista ja päivitys tapahtuu automaattisesti. F10: Mittauksen lopetus ja paluu päävalikkoon.

Mikäli mittaus katkeaa esim. sähkökatkon tai muun vian takia, se käynnistyy automaattisesti virran palattua.

pMot	Ver 1.1.1	P Ä Ä V A L I K K O	22:12:40 22-10-94
(1) Mittaus (2) Grafiikka (3) Puhelinyhteys mittausasemalle (4) Mittausdatan selaus (5) Talletus tiedostoon ASCII-muodossa (6) Listaus mittausasemista ja kanavista (7) Mittausdatan pikaselaus (8) Listaus lokitiedostosta (9) Mittausdatan siirto levykkeellä (ja alustus) (10) Mittaustietojen tulostus printterille (11) Aputoiminnot (12) Mittaustietojen analysointi (13) Varmuuskopio/koko tiedoston siirto (14) Automaattinen soitto mittausasemille (99) Alustus (0) Loppu Anna optio			Keskuskone Puhelin: Com2 Radio: Ei kytketty  Pythagoras Oy

Kuva 3.1. Päävalikko.

3.1.2. Grafiikka

Grafiikka sisältää seuraavat toiminnot.

Ohjelmisto tekee halutessa taustalla HPGL-tyyppistä tiedostoa, joka voidaan liittää esim. WP-tekstiin ja raportteihin. Tämä toiminto saadaan päälle antamalla tiedostonimi kuvalle. Jos tätä ei haluta, painetaan ENTER.

Mikäli halutaan piirtää käyrä pitkältä aikaväliltä ja mittaustaajuus on suuri, voidaan pisteitä poimia toiminnan nopeuttamiseksi. Oletusarvona on se, että käyrä piirretään jokaisen mittausdatan kautta.

Samaan kuvaan voidaan piirtää kuusi käyrää. Aluksi annetaan mittausalueen (pääasema), mittausaseman (data-logger) ja mittauskanavan (mittausanturi) numero pilkulla erotettuna. Mikäli tiedot ovat oikein painetaan Enter, muuten Del. Tässä voidaan muuttaa myös oletusarvona olevaa

skaalausta siten, että annetaan uusi skaala pilkulla erotettuna ja ENTER. Kun kaikki käyrät on annettu painetaan ENTER. Aikaväli voidaan antaa kolmella tavalla. Tästä ohjelma antaa tarkan ohjeen.

Paikat mittausantureista ja kanavista saadaan optiolla (6). Katso kappale 3.1.6.

Jokioinen	Asema 1		11:52
1 Ilman lämpötila 80 cm	6.74 Deg C	+6.7	1 OK 17 —
2 Ilman lämpötila 50 cm	6.86 Deg C	+6.9	2 — 18 —
3 Ilman lämpötila 40 cm	6.74 Deg C	+6.7	3 — 19 —
4 Ilman lämpötila 30 cm	6.60 Deg C	+6.6	4 — 20 —
5 Ilman lämpötila 20 cm	6.48 Deg C	+6.5	5 — 21 —
6 Ilman lämpötila 15 cm	6.44 Deg C	+6.4	6 — 22 —
7 Ilman lämpötila 10 cm	6.65 Deg C	+6.7	7 — 23 —
8 Ilman lämpötila 5 cm	4.77 Deg C	+4.8	8 — 24 —
9 Maan lämpötila -5 cm	-0.33 Deg C	-0.3	9 — 25 —
10 Maan lämpötila -15 cm	-0.68 Deg C	-0.7	10 — 26 —
11 Vaaka (suodatettu)	20.36 Kg	+20.4	11 — 27 —
12 Vaaka (hetkell. arvo)	20.37 Kg	+20.4	12 — 28 —
13 Sadanta (hetkell. arvo)	105.22 mmH2O	+105.2	13 — 29 —
14 Akun jännite	15.94 Volt	+15.9	14 — 30 —
15 Loggerin lämpötila	5.07 Deg C	+5.1	15 — 31 —
16 Sadanta (suodatettu)	105.17 mmH2O	+105.2	16 — 32 —

22:15:29 As 1 13:48 kuluttua HELP F1

Kuva 3.2. Reaaliaikainen näyttö.

Funktionäppäimet:

F1 : Apuva
 F2 : Muutetaan asemaa näytössä/näyttö päälle
 F3 :
 F4 : Kirjoita viesti lokitiedostoon
 F5 : Asetukset kanavakohtaiseen tulostukseen
 F6 : Reaaliaikagrafiikan asetukset
 F7 : Lokitiedoston printtaus (22 viimeistä)
 F8 : Mittausdatan kopiointi levykkeelle
 F9 :
 F10: Lopetus

22:20:15 As 1 09:02 kuluttua HELP F1

Kuva 3.3. Funktionäppäimet.

3.1.3. Puhelinyhteys mittausasemalle

Mittausdatan päivitys keskuskoneelle tapahtuu tällä toiminnolla. Käyttäjän ei tarvitse tuntea tiedostorakenteita, eikä tiedonsiirto-ohjelmia. Päivitys tapahtuu automaattisesti käyttäjän valittua mittausalueen valikosta. (Kuva 3.4.)

Siirron aikana näytössä on asemalle viimeksi tullut tieto. Data siirretään paketteina. Paketin koko on yksi tietue, joka vastaa yhtä loggerin lähettämää mittauskertaa. Paketti sisältää tarkastussumman. Jos tämä on virheellinen, lähetetään paketti uudelleen. Siirron aikana havaittujen virheellisten pakettien lukumäärä on näytön alalaidassa.

3.1.4. Mittausdatan selaus

Mittausdataa voidaan selata mittausasemakohtaisesti (Kuva 3.5.) kolmella tavalla: ajalla, tietueen numerolla tai nuolinäppäimillä. Aika annetaan muodossa HHMM DDMMYY. Kuvan 3.3. esimerkin mukaan 1128 250694, toisin sanoen klo 11:28 25.6.1994. Tiedostossa voidaan liikkua myös antamalla tietueen numero. Vasemmassa alakulmassa on näytössä olevan tietueen numero ja viimeisen tietueen numero. Tämän lisäksi nuolilla voidaan liikkua yhden tietueen verran eteen tai taakse päin. Vasemmassa alakulmassa on näkyvissä aikaväli, jolta tietoa on talletettu.

Päävalikkoon palataan painamalla ESC.

Koealueet:

(1)	TKK:n koealue, Sjökuulla	264462	1200 Baud
(2)	Suoharjun tila, Tuusula	000 000	2400 Baud
(3)	Pelanterin tila, Lapua	964 4377602	2400 Baud
(4)	Jokioinen	000 000	2400 Baud
(5)	Palon tila, Tyrnävä	000 000	2400 Baud
(6)			
(7)			
(8)			
(9)			
(10)			
(11)			
(12)			
(13)			
(14)			
(15)			
(16)			

Anna koealue, jolle soitetaan - Enter = paluu päävalikkoon ? █

Kuva 3.4. Soitto mittausasemille.

3.1.5. Talletus tiedostoon ASCII-muodossa

Jos mittaustietoa halutaan käsitellä muilla ohjelmistoilla (Esim. EXCEL), voidaan tieto tallettaa ASCII-muodossa tiedostoon. Erotusmerkkinä voidaan käyttää välilyöntiä, pilkkua tai tabulaattoria. Aika voidaan tulostaa eri formaateilla: HHMM DDMMYY, YYMMDD HHMM, tunnit ja minuutit. Tiedoston muoto on sama kuin kohdan 3.1.10. "Tulostus printterille" -esimerkkissä kuvassa 3.8., kun erotusmerkkinä on välilyönti.

Palon tila, Tyrnävä		Asema 1, pelto		11:28	25-06-94
1	Auringon säteily	338.0 W/m2	13	Sadanta	-0.1 mm
2	Ilman lämpötila	15.0 Deg C	14	Akun jännite	13.6 Volt
3	Suhteellinen kosteus	60.9 %	15	Loggerin lämpötila	18.0 Deg C
4	Kasvuston lämpötila	18.4 Deg C	16		0.0
5	Tuulen nopeus	2.1 m/s	17		11.4
6	pH kaivo 1.3 (Siemens)	4.9 pH	18		0.0
7	Pinnankork. kaivo 1.1	1112.0 mmH2O	19		0.0
8	Pinnankork. kaivo 1.2	1065.0 mmH2O	20		0.0
9	Pinnankork. pohjav. 1.	821.0 mmH2O	21		0.0
10	Pinnankork. pohjav. 1.	532.0 mmH2O	22		0.0
11	Sadanta (vaaka)	-0.0 kg	23		0.0
12		6.9	24		0.0
Tiedosto: 0501.DAT					
		1305328 min	Hakuaika = 0 sek		
		15			
Anna aika HHMM DDMMYY, tietueen numero tai nuoli				Tietus:	984 1199
				15:26 15-06-94	19:12 27-06-94

Kuva 3.5. Mittausdatan selaus.

3.1.6. Listaus mittausasemista ja kanavista

Tällä optiolla saadaan listaus mittausantureista asemittain. (Kuva 3.6.) Tätä voidaan käyttää muistiinpanoja varten kentällä. H1-L6 ja C1-C8 ovat data-loggerin sisäänmenoja ja ulostuloja.

3.1.7. Mittausdatan pikaselaus

Option (4) verrattuna tällä voidaan selata mittausdataa pidemmissä jaksoissa. (Kuva 3.7.)

Liikkuminen tiedostossa tapahtuu samalla tavalla kuin optiossa (4). Funktionäppäimellä F1 voidaan muuttaa näytössä olevia kanavia (1-8), (9-16) ja (17-24).

3.1.8. Listaus lokitiedostosta

Ohjelma tekee lokitiedostoa, johon talletetaan tietoja esim. virhetilanteista, sähkökatkoista tai muusta vastaavasta. Tavalliselle käyttäjälle tällä ei ole käyttöä.

3.1.9. Mittausdatan siirto levykkeellä (ja levykkeen alustus)

Jos mittautiedonsiirtoon koealueelta keskuskoneelle ei ole käytettävissä puhelinyhteyttä, voidaan data siirtää levykkeen avulla. Levyke on alustettava keskuskoneessa tällä optiolla aluekohtaisesti. Siirrossa on käytettävä aina samaa levykettä: se sisältää tiedon viimeisestä keskuskoneella olevasta tietueesta. Siirto tapahtuu automaattisesti valitsemalla optio (9). Mittausasemalla asetetaan sama levyke koneeseen ja painetaan funktionäppäintä F8 mittauksen ollessa käynnissä ja noudatetaan ohjeita.

3.1.10. Mittaustietojen tulostus printterille

Tämä option mahdollistaa mittaustietojen tulostuksen paperille. Ohjelmisto opastaa käyttäjää. Kuvas- sa 3.8. on esimerkki tulostuksesta.

3.1.11. Aputoimintoja

Tätä toimintoa ei tarvita normaalikäytössä.

3.1.12. Mittaustietojen analysointi

Aikasarjojen analysointiin on olemassa useita hyviä ohjelmistoja, joten tämän toiminnon ohjelmointi ja testaus on kesken. Jatko riippuu käyttäjien tarpeista.

3.1.13. Varmuuskopio/koko tiedoston siirto

Tällä toiminnolla voidaan kopioida koko tiedosto disketeille.

3.1.14. Automaattinen soitto mittausasemille

Ohjelma soittaa automaattisesti annetulla aikavälillä mittausasemille. Käytännössä tämä voi tapahtua esimerkiksi yöaikaan. Soittoaika asetetaan alustusoptiolla (99). Mikäli keskuskone ei saa yhteyttä mittausasemalle tai yhteys katkeaa, se soittaa uudelleen niin usein, että tiedostot saadaan päivitettyä.

3.1.15. Alustus

Järjestelmä alustetaan optiolla (99). Aluksi annetaan mittausalueen numero (pääaseman numero). Keskuskoneen numero on nolla. Tässä annetaan myös näytön tyyppi ja värit.

Puhelin ja radio voidaan asentaa porteille COM1 ja COM2. Mikäli jompaa kumpaa ei asen- neta, annetaan portiksi 0. COM3 ja COM4 eivät ole käytettävissä. Mikäli käytössä on tiedonkeruu- kortti, sille annetaan tässä osoite.

Automaattisen soiton parametrit annetaan myös tässä: soittoaika kullekin asemalle ja aktivointi.

Koealue: Palon tila, Tyrnävä

23/10/1994

Mittausasema: Asema 1, pelto

Os: 1

CR10: _____

1 ()	Auringon säteily	W/m2	_____
2 ()	Ilman lämpötila	Deg C	_____
3 ()	Suhteellinen kosteus	%	_____
4 ()	Kasvuston lämpötila	Deg C	_____
5 ()	Tuulen nopeus	m/s	_____
6 ()	pH kaivo 1.3 (Siemens)	pH	_____
7 ()	Pinnankork. kaivo 1.1	mmH2O	_____
8 ()	Pinnankork. kaivo 1.2	mmH2O	_____
9 ()	Pinnankork. pohjav. 1.1	mmH2O	_____
10 ()	Pinnankork. pohjav. 1.2	mmH2O	_____
11 ()	Sadanta (vaaka)	kg	_____
12 ()	_____	_____	_____
13 ()	Sadanta	mm	_____
14 ()	Akun jännite	Volt	_____
15 ()	Loggerin lämpötila	Deg C	_____
16 ()	_____	_____	_____
17 ()	_____	_____	_____
18 ()	_____	_____	_____
19 ()	_____	_____	_____
20 ()	_____	_____	_____
21 ()	_____	_____	_____
22 ()	_____	_____	_____
23 ()	_____	_____	_____
24 ()	_____	_____	_____

H1 (1)	_____	H4 (7)	_____
L1 (2)	_____	L4 (8)	_____
H2 (3)	_____	H5 (9)	_____
L2 (4)	_____	L5 (10)	_____
H3 (5)	_____	H6 (11)	_____
L3 (6)	_____	L6 (12)	_____

C8 _____
 C7 _____
 C6 _____
 C5 _____
 C4 _____
 C3 _____
 C2 _____
 C1 _____

Palon tila, Ty Asema 1, pelto	1 W/m2	2 Deg C	3 %	4 Deg C	5 m/s	6 pH	7 mmH2O	8 mmH2O
06:14 26-06-94	113.1	10.45	85.50	11.90	.798	4.521	1120.0	1055.0
06:29 26-06-94	136.2	10.79	85.20	11.40	.522	4.476	1131.0	1070.0
06:44 26-06-94	131.9	10.96	84.70	12.50	.839	4.413	1121.0	1055.0
06:59 26-06-94	143.5	11.07	83.30	12.94	.716	4.532	1121.0	1056.0
07:14 26-06-94	146.5	11.18	83.20	13.21	.845	4.426	1121.0	1055.0
07:29 26-06-94	181.7	11.07	83.20	12.36	.851	4.501	1122.0	1056.0
07:44 26-06-94	201.8	11.35	81.20	12.70	.733	4.509	1123.0	1056.0
07:59 26-06-94	215.1	11.85	79.20	14.56	.974	4.667	1133.0	1070.0
08:14 26-06-94	291.1	12.24	77.00	14.39	.921	4.438	1133.0	1070.0
08:29 26-06-94	259.5	12.53	77.60	15.49	.470	4.557	1123.0	1055.0
08:44 26-06-94	309.3	12.81	75.30	16.09	1.044	4.572	1123.0	1055.0
08:59 26-06-94	322.1	13.14	74.00	15.35	.593	4.532	1133.0	1071.0
09:14 26-06-94	351.2	13.08	73.20	16.54	1.313	4.492	1133.0	1071.0
09:29 26-06-94	385.2	13.58	73.30	16.14	.897	4.562	1122.0	1055.0
09:44 26-06-94	410.7	14.31	67.73	18.27	1.026	4.533	1121.0	1071.0
09:59 26-06-94	515.1	13.92	70.80	18.01	.423	4.620	1121.0	1054.0
11:26 26-06-94	633.3	16.43	63.38	21.38	1.032	4.576	1117.0	1073.0
11:41 26-06-94	816.0	17.05	56.61	25.54	1.161	4.651	1130.0	1074.0

Anna aika MM-DD-YY, vuoli, tietue, F1 tai ESC

Tietue: 1073

Kuva 3.7. Mittausdatan pikaseläus.

Palon tila, Tyrnävä	Asema 1, pelto
1 Auringon säteily	(Kan: 1)
2 Ilman lämpötila	(Kan: 2)
3 Suhteellinen kosteus	(Kan: 3)
4 Kasvuston lämpötila	(Kan: 4)
5 Tuulen nopeus	(Kan: 5)
6 pH kaivo 1.3 (Siemens)	(Kan: 6)
7 Pinnankork. pohjav. 1.1	(Kan: 9)
8 Akun jännite	(Kan: 14)
9 Loggerin lämpötila	(Kan: 15)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	W/m2	Deg C	%	Deg C	m/s	pH	mmH2O	Volt	Deg C
06:12 27-06-94	257.2	16.07	68.16	13.86	.716	4.598	838.0	13.410	8.83
06:27 27-06-94	260.1	15.67	75.00	13.37	.786	4.739	847.0	13.610	10.12
06:42 27-06-94	324.5	15.61	74.70	14.06	.604	4.609	866.0	14.940	11.40
06:57 27-06-94	241.2	15.50	75.20	15.88	.516	4.676	845.0	14.840	12.55
07:12 27-06-94	216.9	15.55	73.30	15.56	.704	4.677	847.0	14.350	13.35
07:27 27-06-94	251.4	15.72	75.40	14.80	.557	4.657	861.0	14.980	13.84
07:42 27-06-94	266.0	16.44	72.70	16.00	.598	4.673	843.0	15.370	14.21

Kuva 3.8. Tulostus printterille.

3.2. Systeemin konfigurointi

Mittauskanavat (anturit) sekä niiden linearisointi tehdään editorilla tiedostoon. Tämä tiedosto toimitetaan ohjelmiston ja laitteiston mukana.

4. MUUTA

Ohjelmistoon voidaan liittää erikoisfunktioita tai laskentamalleja. Myös ohjaus- ja säätörutiineja voidaan toteuttaa väylällä olevan kortin kautta.

LIITE 1. Campbellin dataloggeri

The CR10 is a rugged, versatile datalogger suitable for any application requiring data acquisition, on-line data processing or electronic control. Its excellent reliability record has been gained in fields as diverse as ceramics production and avalanche research.

Add-on peripherals allow the measurement, control and data storage abilities of the CR10 to be upgraded as necessary. Communication options range from local interrogation via a dedicated keypad to large networks operating via telephone or RF.

The Measurement and Control Module is ideal for incorporation into OEM systems, and we will be happy to discuss your requirements.

- ▼ Stores 29,900 data points in internal memory (additional capacity available with external solid state Storage Modules)
- ▼ Exceptional built-in computing power
- ▼ 12 single-ended or 6 differential analogue inputs, with 13-bit resolution on five software selectable ranges up to $\pm 2.5\text{V}$ ($0.33\mu\text{V}$ resolution available on lowest range)
- ▼ Three switched excitation outputs, programmable to $\pm 2.5\text{V}$ (in 0.67mV increments, DC or AC) to power bridge-type sensors such as PRTs, strain gauges, load cells, pressure transducers and thermistors
- ▼ Frequency Sweep Function for vibrating wire transducers
- ▼ Linearisation for standard PRTs and T, E, K and J-type thermocouples
- ▼ Two 16-bit pulse counters configurable as a single counter for frequencies up to 250kHz
- ▼ Operating temperature range of -25°C to $+50^\circ\text{C}$ (extendable to -55°C to $+85^\circ\text{C}$)
- ▼ Eight digital I/O ports, each software selectable as binary input or control output
- ▼ Extremely low quiescent power consumption
- ▼ Measurement processing and storage at over 100Hz (special Burst Mode gives sample rates up to 750Hz)
- ▼ Rugged, sealed module with detachable wiring panel
- ▼ Three year guarantee

CR10 Specifications

Valid for an ambient temperature range of -25°C to $+50^\circ\text{C}$ unless otherwise specified.

ANALOGUE INPUTS

NUMBER OF CHANNELS:
12 single-ended or 6 differential with any combination, software selectable.

ACCURACY OF VOLTAGE MEASUREMENTS AND ANALOGUE OUTPUT VOLTAGES:
0.2% of FSR, 0.1% of FSR (0 to 40°C)

RANGE AND RESOLUTION:
Resolution for single-ended measurements is twice the value shown.

Full Scale Range	Resolution
± 2500 millivolts	333 microvolts
± 250 millivolts	33.3 microvolts
± 25 millivolts	3.33 microvolts
± 7.5 millivolts	1.00 microvolts
± 2.5 millivolts	0.33 microvolts

INPUT NOISE VOLTAGE:
Fast differential - $0.82\mu\text{V}$ RMS
Slow differential - $0.25\mu\text{V}$ RMS
Diff. w/50Hz rejection - $0.18\mu\text{V}$ RMS

COMMON MODE RANGE: ± 2.5 volts

INPUT RESISTANCE: 200 gigohms

EXCITATION OUTPUTS

DESCRIPTION:
The CR10 has 3 switched excitation outputs, active only during measurement, with only one output active at any time. The off state is high impedance.

FREQUENCY SWEEP FUNCTION:
A swept frequency square wave output between 0 and 2.5V is provided for vibrating wire transducers.

PERIOD AVERAGING MEASUREMENTS

DEFINITION: The duration of a specified number of cycles of an input frequency is measured.

INPUTS: Any single-ended analogue channel; signal dividing or AC coupling is normally required.

REFERENCE ACCURACY: ± 40 ppm

RESOLUTION: ± 100 nanoseconds divided by the number of cycles measured. Resolution is reduced by signal noise and for signals with a slow transition through the zero voltage threshold.

RESISTANCE & CONDUCTIVITY MEASUREMENTS

ACCURACY:
0.015% of full scale bridge output, limited by the matching bridge resistors.

MEASUREMENT TYPES:

6-wire and 4-wire full bridge; 4-wire, 3-wire and 2-wire half bridge. Bridge measurements are ratiometric and dual polarity to eliminate thermal emfs. AC resistance measurements use a dual polarity $750\mu\text{s}$ excitation pulse for ionic depolarisation, with the signal integration occurring over the last $250\mu\text{s}$.

PULSE COUNTERS

NUMBER OF PULSE COUNTER CHANNELS:
selectable as 1 fast and 2 slow sixteen bit channels.

MAXIMUM COUNT RATE:
2000Hz, slow counters: 250kHz, fast counters. Pulse counter channels scanned at 8Hz.

MODES:
Switch closure, high frequency pulse, and low level AC.

DIGITAL I/O PORTS

8 ports, software selectable as binary inputs or control outputs.

OUTPUT VOLTAGES (no load):
high: $5 \pm 0.1\text{V}$ low: 0.1V

OUTPUT RESISTANCE: 500Ω

INPUT STATE:
high: $> 3\text{V}$ low: $< 0.8\text{V}$

INPUT RESISTANCE: $100\text{k}\Omega$

SDI-12 INTERFACE STANDARD

This communication protocol, developed for microprocessor-based hydrological and environmental sensors, is available as a software option in the CR10.

POWER REQUIREMENTS

VOLTAGE: 9.6 to 16 volts

TYPICAL CURRENT DRAIN:
 0.6mA quiescent, 13mA during processing and 35mA during analogue measurement.

BATTERIES:

Any 12V battery can be connected as a primary power source. Enclosures with power supply options are available.

DIMENSIONS

SIZE: $198 \times 89 \times 38\text{mm}$
($229 \times 89 \times 74\text{mm}$ with CR10WP Wiring Panel)
Input connectors extend length by 3.8mm .

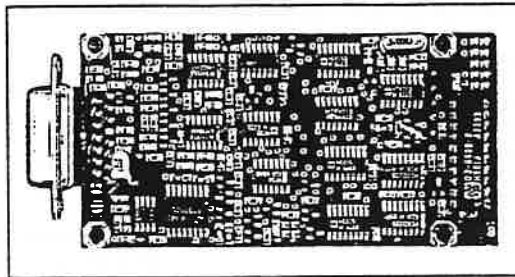
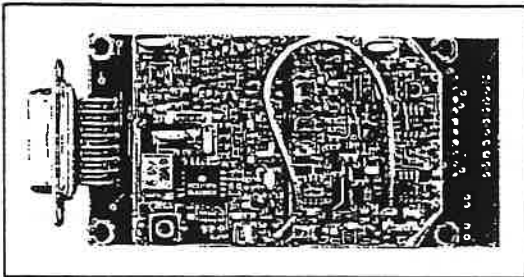
WEIGHT: 0.91kg

GUARANTEE

Three years

LIITE 2. Radiomodeemi

Tekniset tiedot



VASTAANOTIN

Taajuusalue 420...470 MHz
 Kanavaväli 25 kHz
 Taajuusvirhe $< \pm 2.5$ kHz
 ($< \pm 5$ ppm)
 Kanavamäärä 1
 Herkkyys $\Phi BER = 1 \cdot 10^{-6}$
 300 bit/s -117 dBm
 600 bit/s -114 dBm
 1200 bit/s -112 dBm
 2400 bit/s -110 dBm
 4800 bit/s -108 dBm
 Yhteiskanava-
 valmennus
 Viereisen
 kanavan
 selektiiv.
 Keskels-
 modulaatio
 Harha-
 lähteet > 8 dB
 > 65 dB
 > 65 dB
 < 2 nW

LÄHETIN

Taajuusalue 420...470 MHz
 Kantoaalto-
 teho 400 mW/ + 26
 dBm/50 ohm,
 -2 dB/ + 1 dB
 Kanavaväli 25 kHz
 Kanavamäärä 1
 Taajuusvirhe $< \pm 2.5$ kHz
 ($< \pm 5$ ppm)
 Deviaatio ± 2.5 kHz...
 ± 3.0 kHz
 Viereisen
 kanav. teho
 Harha-
 lähteet < 200 nW
 < 250 nW

RADIOMODEEMI

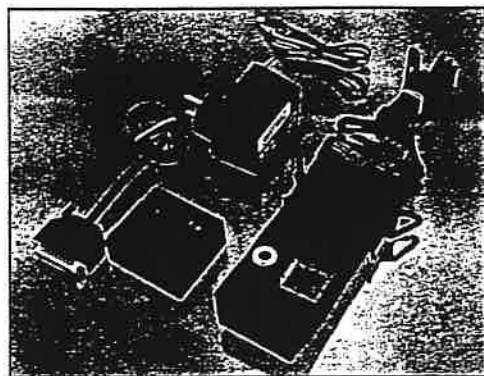
Koko K x L x P (mm) 110 x 65 x 26 (poislukien liittimet ja asennuslusta)
 Paino 280 g
 Antenniliitin TNC
 Väylä RS-232 (erikseen sovittaessa CMOS-väylä mahdollinen)
 Väyläliitin D-liitin, naaras, 15-napainen
 Lämpötila-alue $-25^{\circ}\text{C} \dots +55^{\circ}\text{C}$
 Tiedonsiirtonopeus 300, 600, 1200, 2400, 4800 bit/s
 Moduloitintapa FSK
 Moduloiva signaali Manchester-koodattu NRZ, 10 bittia pitkä synkronointijakso jokaisen lähetyksen edessä
 Datan muoto Asynkroninen data: 10 tai 11 bittia
 Bittisynkroninen data: binääri
 Datasäilytys Modeemikortilla, estää näiröiden pääsemisen RD-linjalle
 Käyttöjännite +10... +13 Vdc
 Virrankulutus Vastaanotto: 55 mA, kun DTR "1"
 0.2 mA, kun DTR "0"
 Lähetys: n. 250 mA

VARUSTEET

Antennit helix
 1/4-aalto
 Antennikaapeli CRF-1, TNC uros/TNC naaras (bulkhead jack)
 Väyläkaapeli CRS-1, D 15-napainen uros/D 25-napainen uros, 2 m
 (HUOM! RS-232-väyläkaapelin pituus voi olla enintään 15 m)
 Kantovarusteet PORTABLE-AS
 — akkupaketti NC-1
 — kantolaukku CC-1
 Laturi MAS-1
 — akkupaketin lataamiseen

TILAUSOHJEET

Tilattaessa olisi mainittava:
 — radiotaajuus
 — siirtonopeus
 — merkin pituus
 — varusteet



Valmistaja
 SATEL OY
 PL 142
 24101 SALO
 Puh. (924) 331 033, fax (924) 331 034

Jälleenmyyjä

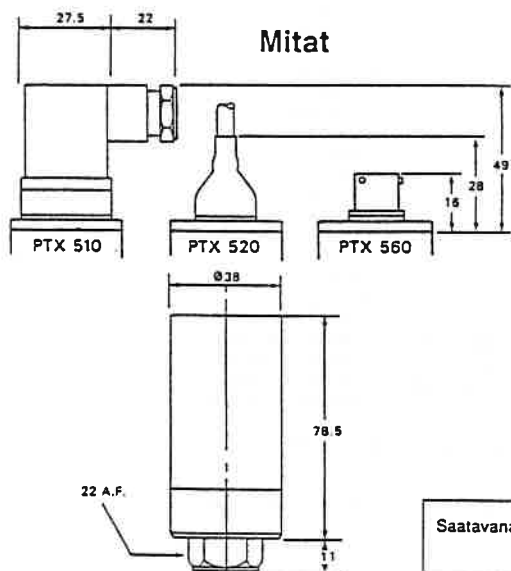
SATEL OY

LIITE 3. Sadantamittari

1. Paineanturi

Painealueet.....
 Epälineaarisuus ja hystereesi
 Sähköinen liitäntä vaihdettavissa (ei uppomalli)
 Kastuvat osat
 Käyttölämpötila
 Uppoasennusmahdollisuus (malli PTX 530)
 Syöttöjännite
 Lähtöviesti
 Lisävarusteet: prosessiliittimet (uros):
 luonnostaan vaaraton rakenne

0 ... 100 mbar — 0 ... 700 bar ylip.
 0 ... 250 mbar — 0 ... 700 bar abs.
 0.3 % alueesta (± 0.15 % parhaasta suorasta viivasta)
 AISI 316 ja Hastelloy C
 -30°C — $+120^{\circ}\text{C}$
 9 ... 30 V DC
 4 ... 20 mA, 2-johdin periaate
 R 1/4", 1/4" NPT, R 1/2", M14 x 1.5 ja 7/16" UNF



Mitat

Kooditus

PTX 5X X X X

Luokitukset

- 00 ei luokitusta
 01 luonnostaan vaaraton

Kompensoitu lämpötila-alue

- 0 -10 — $+50^{\circ}\text{C}$
 1 -20 — $+80^{\circ}\text{C}$

Sähköinen liitäntä

- 0 Juotospiikit IP50
 1 DIN 43650 pistoke IP65
 2 Kiinteä kaapeli IP63
 3 Uppokaapeli IP68
 4 Kääntyvä liitin IP65
 5 M20 -kierre IP65
 6 MIL-C-26482 -liitin

Saatavana täydellinen englanninkielinen data-lehti.

2. Vaaka (tyyppi E)

Accuracy Class	E	F	G	Units
Total Error at off center loading anywhere on the platter exceeds OIML regulations requirements for: *	1500	2000	3000	divisions
Rated Output**	$2 \pm 10\%$			mV/V
Total Error***	0.03	0.02	0.02	% of Rated Output
Creep at Rated Capacity Zero return after 30 min. Creep after 8 hours	0.05 0.10	0.025 0.05	0.016 0.04	% of Rated Output
Zero Balance	± 10			% of Rated Output
Temperature Range: Safe Compensated	-30 to $+70$ -10 to $+50$			$^{\circ}\text{C}$
Temperature Effect: On output On zero	0.003 0.01	0.0014 0.006	0.001 0.004	% of applied load/ $^{\circ}\text{C}$ % of Rated Output/ $^{\circ}\text{C}$
Maximum Overload at the center loading point	200			% of Rated Output
Ultimate Overload at the center loading point, without mechanical stop	300			% of Rated Capacity
Excitation: Recommended Maximum	10 20			Volts AC or DC
Input Impedance Output Impedance	415 ± 15 350 ± 3			Ohms
Insulation Resistance	> 5000			Megohms
Deflection at Rated Capacity	< 0.4			mm
Barometric Effect	none			

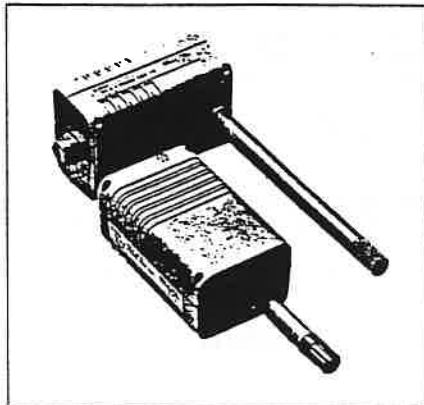
* Contact factory for eccentric overload moments.

** All accuracy specifications maintained when 150% of nominal load is applied for 3 mV/V output

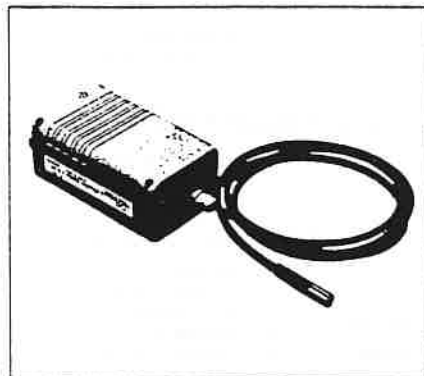
*** Nonlinearity, hysteresis and repeatability. Maximum deviation from the straight line drawn between the no-load and rated load outputs. Measured on both increasing and decreasing loads at room temperature

Specifications subject to change without notice.

LIITE 4. Kosteus-lämpötila-anturi



HMP 131Y & HMP 132Y



HMP 133Y

HMP 130Y

Kosteus- ja lämpötila-lähettimet

HMP 131Y	seinäasennukseen
HMP 132Y	kanava-asennukseen
HMP 133Y	pieniin tiloihin
HMP 134Y	paineistettuihin tiloihin, enintään 10 MPa
HMP 135Y	korkeisiin lämpötiloihin, enintään +160 °C

Mittausalueet	0 ... 100 %RH
HMP 131Y	-20 ... +60 °C
HMP 132Y	-20 ... +80 °C
HMP 133Y	-20 ... +80 °C
HMP 134Y	-20 ... +80 °C
HMP 135Y	0 ... +160 °C

Syöttöjännite	11 ... 30 VDC
kun HPP 130 tehonsyöttö-	230 VAC
yksikkö käytössä	110 VAC
	24 VAC

Lähtöviesti	4 ... 20 mA
	0 ... 20 mA
	0 ... 1 V
	0 ... 5 V
	1 ... 5 V
	0,25 ... 1,25 V

Tarkkuus	
kalibroituina kosteusstan-	±1 %RH (0 ... 90 %RH)
dardeja vastaan	±2 %RH (90 ... 100 %RH)
kalibroituina suolaliuoksia	±2 %RH (0 ... 90 %RH)
vastaan	±3 %RH (90 ... 100 %RH)
	±0,2 °C

Elektroniikan käyttölämpö-	-40 ... +60 °C
tila-alue	

Anturi

HMP 131Y, 132Y, 133Y	HUMICAP* H-anturi (osanro 0062)
ja HMP 134Y	
HMP 135Y	HUMICAP* H-anturi (osanro 0174)

LIITE 5. Lämpötilamittaus

1. Termistori

107 Temperature Probe

For use in air or soil, the 107 Temperature Probe incorporates a precision thermistor in a water-resistant probe with a standard 3m cable. Extra cable lengths are available to order.

CAUTION

Extending the cable by simply adding to the existing cable will result in measurement errors (see Section 4).

1. Accuracy

The overall probe accuracy is a combination of the thermistor's interchangeability specification, the precision of the bridge resistors and the error in the linearisation polynomial. In a 'worst case' example all of the errors add in one direction to yield accuracy of $\pm 0.4^{\circ}\text{C}$ over the range -20°C to $+48^{\circ}\text{C}$. The error is typically less than this. The major error component is the tolerance (interchangeability) specification of the thermistor, which is $\pm 0.32^{\circ}\text{C}$ from -20°C to $+60^{\circ}\text{C}$. The interchangeability error is predominantly offset and can be determined with a single point calibration. The error can then be compensated for with the offset entered in the measurement instruction.

The bridge resistors are 0.1% tolerance with a 15ppm temperature coefficient.

The errors caused by the linearisation polynomial are shown in Table 1 and also plotted in Figure 1.

Table 1 Linearisation Errors

Range $^{\circ}\text{C}$	Error
-40 to +56	$<1.0^{\circ}\text{C}$
-38 to +52	$<0.5^{\circ}\text{C}$
-23 to +48	$<0.1^{\circ}\text{C}$

The errors associated with the tolerance of the thermistor are plotted in Figure 2 and also shown in Table 2. For temperatures below 0°C the manufacturer only publishes figures at 10°C intervals.

2. Termoelementti

NiCr/Ni-johdot

RAKENNE	LÄMPÖTILAN KESTO/ $^{\circ}\text{C}$	JOHTIMET	NAPAIUUUS	JOHDINERISTE	SUOJAUS	TILAUSNUMERO
	8. 480	2x0,25	+ kelt. - pun.	Lasikultu	Lasikultu	K30-2-305

LIITE 6. Auringon säteilyn mittari

LI200SZ PYRANOMETER SENSOR

This is a compact high-output thermally stable solar radiation sensor. The cosine corrected head contains a special high grade silicon photocell sensitive to light between 400 and 1100nm. The head is completely sealed and can be left indefinitely in exposed conditions.

The sensor is calibrated under open-sky conditions against an Eppley Precision Spectral Pyranometer. To obtain accurate readings the LI200SZ must be used under natural lighting.

Different conditions of sun, cloud, etc. affect calibration slightly, but absolute errors are always within 5%, and typically much better than 3%.

Linearity is excellent, with a maximum of 1% deviation up to levels of 3000Wm^{-2} (greater than normal solar irradiance).

1. SPECIFICATIONS

- Sensitive to light between 400nm and 1100nm (see Figure 1)
- Typical output 90Wm^{-2} per mV
- Absolute accuracy $\pm 5\%$ (typically $< \pm 3\%$)
- Stability $< \pm 2\%$ over 1 year
- Cosine corrected head (typical errors $< \pm 5\%$ up to 80° ; see Figure 2)
- Response time $10\mu\text{s}$
- Blue-enhanced silicon photocell detector
- Weatherproof anodised aluminium case with acrylic diffuser
- Operating temperature -20°C to $+65^\circ\text{C}$

CAUTION: External voltages must not be applied to the sensor, as the silicon photocell and precision resistive elements may be damaged by reverse voltage or excess current.

2. INSTALLATION

For accurate positioning of the sensor we recommend the use of a levelling fixture (LI2003S). To achieve accurate and repeatable results great care should be taken in siting the sensor. Avoid objects such as trees that may shade the sensor selectively compared with the areas under study.

The LI200SZ is fitted with a load resistor to give a voltage output. Differential and single-ended connections to the datalogger are shown in Figure 3.

LIITE 7. Tuulimittari



WIND MEASUREMENT SYSTEM - ANEMOMETER WAA 15A

WAA15A-T0560-1.1

May 1991

3 (7)

3 SPECIFICATIONS

Measuring range	0.4 - 75 m/s
Threshold	0.4 m/s
Distance constant	1.5 m
Accuracy	
Speed below 10 m/s	± 0.1 m/s
Speed from 10 m/s to 75 m/s	± 2 %
Sensor-transducer type	LED/phototransistor (Chopper)
Transducer frequency	0 - 750 Hz (for wind speed 0 - 75 m/s)
Transducer output level	HI state $\geq$ $DC_{in} - 1.5$ V LO state ≤ 2 V (with I_{out} less than ± 5 mA and $DC_{in} = 12$ V)
Output current nominal	± 5 mA
O/P short circuit current	max 270 mA
Sampling operation	Output stable ($I_{out} \pm 5$ mA) after power turn-on < 30 μ s
Operating power supply	11...15.5 VDC 20 mA typically
Heating power supply	20 V, 500 mA
Plug	MIL-C-26482 type
Cabling	5-wire cable
Temperature range	
Operating	-40°C to $+50^{\circ}\text{C}$
Storage	-60°C to $+70^{\circ}\text{C}$
Materials	
Housing	AlSi 12
Cups	Carbon fibre
Aluminum finish	Paint
Dimensions	240 (h) x 86 (diam.) mm
Weight	500 g

LIITE 8. Ultraäänianturi

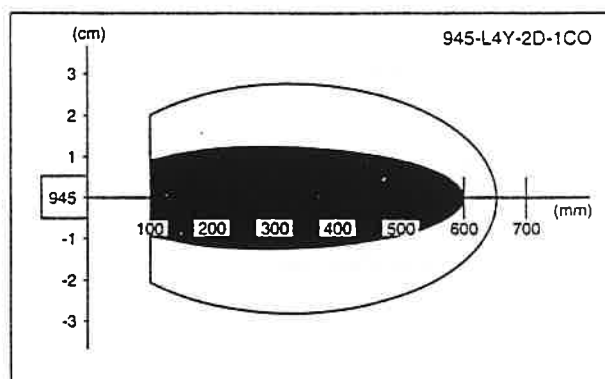
Tekniset tiedot

	Kytentälähtö	Kytentälähtö	Analogialähtö
Tyyppi-numero	945-N4(Y/V)-2D-00(1/2) 945-S4Y-2D-00(1/2)	945-F4(Y/V)-2D-00(1/2) 945-L4Y-2D-00(1/2)	945-L4Y-2D-1C0
Tuntoetäisyys ¹⁾ Kytentätaajuus ²⁾	100-200 mm 60 Hz	130-500 mm 16 Hz	100-600 mm -
Vasteaika ³⁾ Keilakulma ³⁾ Lineaarisuus	- 6° -	- 8° -	100ms, 90 % alueesta 8° <0,2 %
Toistotarkkuus Lämpötilakompensointi Lämpötila-alue Kytentäjäännite Virrrankulutus	+/-0,3% mittausalueesta tai +/-0,5 mm 0-50°C, virhe +/-0,5 % varastointi -25 - +85°C, käyttö 0 - +70°C 24 Vdc, +/-20 % <10 mA ilman kuormaa		
Kytentäpiste	N:kiinteä kyt.piste 200 mm säätö ulk.potentiometrillä S:säätö sis.potentiometrillä	F:kiinteä kyt.piste 400 mm säätö ulk.potentiometrillä L:säätö sis.potentiometrillä	
Kytentäpiste asettelu	100-200 mm	130-500 mm	
Ulostulo Hystereesi Herkkyyssasettelu LED-ilmais	Avokollektori, PNP tai NPN, NO, 100 mA/30 V max n. 5 % mittausalueesta kiinteä palaa, kun kohde tuntoetäisyydellä		1-6Vdc, herkkyyys 10mV/mm - säätö sis.potentiometrillä palaa, kun kohde havaittu
Suuntausapu Esto Tahdistus	LEDin kirkkaus kytentä 0 V:iin kytentätahdistus sisäänmenoon		
Kotelo	N/F M 18 x 85 mm muovi n. 150 g		-
	S/L M 18 x 85 mm ruostumaton teräs n. 160 g		
Tiiveys	IP 65		
Liitäntä	5-napainen 2 mm kaapeli tai liitin		4-napainen 2 mm kaapeli

¹⁾ tuntoetäisyys riippuu kohteen muodosta, pinnasta, kaltevuudesta, heijastusominaisuudesta ja ympäristön vaikutuksesta.

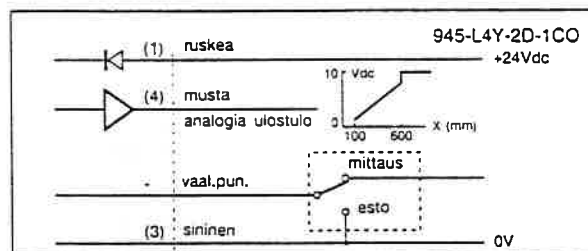
²⁾ Nämä arvot voidaan saavuttaa vain riittävällä kohteen koolla. Nyrkkiarvot tämän laskemiseksi d=1000 V/F, jossa d=kohteen leveys (mm)
V=kohteen nopeus (m/s) ja F=annettu kytentätaajuus (Hz) annettulle alueelle.

³⁾ Lyhyellä alueella kohde voidaan tuntea myös keilakulman ulkopuolelta. Kohde pitäisi olla mahdollisimman lähellä keilakulman keskiakselia.



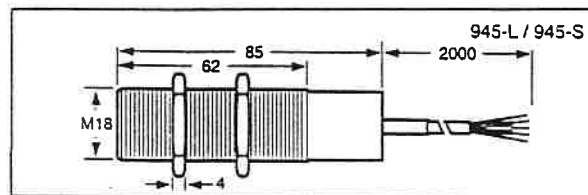
Kuva 2. Tuntoetäisyys analogia-anturille

	10 x 10 cm kokoisen kohteen taattu tuntoalue
	10 x 10 cm mahdollinen kohteen tuntoalue
	tunnistus, kun kohde kohtisuorassa



Kuva 4. Analogia-anturin kytkentä

Mitat



Kuva 5. 945-sarja. Mitat millimetreinä

LIITE 9. Jensenin painanturi

Description

The pressure transmitter is based on a piezoresistive silicon sensor. The stainless steel part is laserwelded to the stainless steel tube which contains the amplifier. The backside of the sensor is ventilated to the atmosphere through a polyamid tube in the cable. The shield in the cable is connected to the stainless steel housing.

The front nose comes in 3 versions:

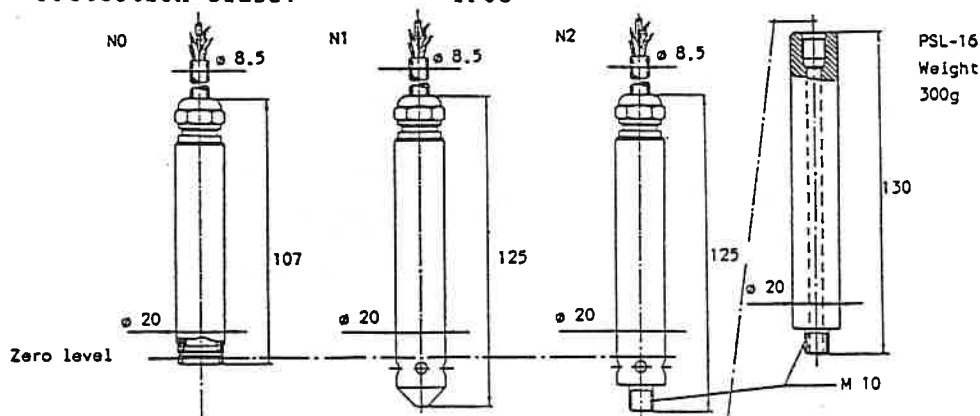
- N0: Is with flush diaphragm, which makes it easy to clean but unprotected.
- N1: Comes with a protective cone and holes in the tube.
- N2: Is terminated with a M10 thread which makes it possible to add additional weight. The tube has holes in the side.

The output signal can be delivered in 3 versions:

- I: Current output 4-20 mA 2 wires
- V: Voltage output 1-5 V 4 wires
- D: Differential voltage 0-1.6 V 4 wires

Specifications

- Pressure range: 0.1, 0.2, 0.5 or 1 bar gauge
- Pressure limits: 2 bar causes negligible calibration change
- Material: Diaphragm: Stainless steel AISI 316
Transducer housing: Stainless steel AISI 316
Cable: Polyethylen
- Supply voltage (V_p): I: 12-30 V_{DC}, either polarity
V: 10-30 V_{DC} max 4 mA
D: 10-30 V_{DC}, max 4 mA
- Supply voltage effect: < 0.03%/V
- Output signal: I: 4-20 mA (R_L see diagram), 2 wires
V: 1-5 V, $R_L > 10$ kohm, 4 wires
D: 0-1.6 V, $R_L > 10$ kohm, 4 wires
- Frequency range: DC-300 Hz (-3 dB)
- Temperature range: 0-70°C
- Temperature coefficient of Zeropoint and Sensitivity (1 bar): < $\pm 2\%$ FSO 0°C to + 70°C (with reference to 25°C)
- Non-linearity: < 0.25 % (typical < 0.1%)
- Repeatability: < 0.05 %
- Long term stability - offset (1 bar): < $\pm 0.2\%$ 1 year (typical)
- Long term stability - sensitivity (1 bar): < $\pm 0.2\%$ 1 year (typical)
- Transducer weight: 100 grams
- Cable: Diameter 10 mm
Wires 5 x 0.5 mm² with shield
2 supporting wires
1 Capillary tube polyamid $\varnothing$ 2.5 mm
Weight 70 g/m
- Protection class: IP68



LIITE 10. Valmetin paineanturi

7 TECHNICAL SPECIFICATIONS

Functional specifications

Span

- 0-1.4/10 mbar (range code 2)
- 0-8.3/63 mbar (range code 3)
- 0-54/410 mbar (range code 4)
- 0-400/3000 mbar (range code 5)
- 0-2.9/22 bar (range code 6)
- 0-20/150 bar (range code 7)
- the ratio of maximum span to minimum span is 7.6

Zero and Span adjustability

- continuous adjustment externally with adjusting screws
- coarse adjustment with jumpers inside the housing

Zero suppression and elevation

- the lower and upper range-values must not differ from zero by more than the maximum span
- maximum zero suppression is 87 % of maximum range
- maximum zero elevation is 100 % of maximum range

Damping

- time constant continuously adjustable between 0.03 and 1.7 s

Temperature limits

- measuring element operating temperature: -50°C...+120°C
- electronics operating temperature: -50°C...+80°C
- shipment and storage: -50°C...+80°C

Pressure limits

Range code	Maximum overpressure	Pressure class
2	40 bar	PN 40
3...6	100 bar	PN 100
7	200 bar	PN 200
4...5 (type MH and UD)	400 bar	PN 400

Transmitter operates within specified accuracy limits at pressures starting from 30 mbar ABS.

Process chamber volume

- range code 2: 135 cm³
- range codes 3...7: 20 cm³

Volumetric displacement in process chamber

- range codes 2...6: less than 0.9 cm³
- range code 7: less than 0.1 cm³

Supply voltage and permissible load

- 4-20 mA output: 9.6...60 V DC, 0...2.2 kΩ; see the "Load limitations" diagram

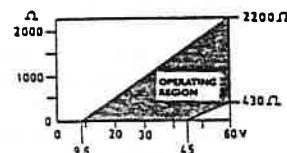


Figure 7-1 Load limitations

Output: 4-20 mA DC

Humidity limits: 0-100 % RH

Performance specifications

(Reference conditions, no zero suppression, standard diaphragm material, horizontal mounting position.)

Accuracy: ± 0.25 % (includes non-linearity, hysteresis and repeatability)

Stability: ± 0.25 % of maximum range for 6 months

Temperature effect

- combined Zero and Span error at -20...+80°C:
+1.0 % of maximum range
+2.5 % of minimum range
(the error is doubled for range code 2)

Static pressure effect

- Zero error: +0.3 % of max. range per 100 bar
(+0.2 % of max. range per 40 bar for range code 2)

Overpressure effect

- Zero error: +0.7 % of max. range per 100 bar
(+1.0 % of max. range per 40 bar for range codes 2 and 3)

Mounting position effect

- any deviation from horizontal mounting position will cause a Zero shift which can be calibrated out (it is not recommendable to mount range code 2 transmitters in any other than horizontal position)

Range code 3: Zero shift less than 12 % per 90°, of max. range

Range code 4: Zero shift less than 2 % per 90°, of max. range

Range code 5: Zero shift less than 0.4 % per 90°, of maximum range

Range codes 6 and 7: Zero shift less than 0.01 % per 90°, of max. range

Load effect

- no effect on output signal on the specified load/supply voltage range

Emi/Rfi (effect of electromagnetic/radiofrequency interference)

total effect up to ± 0.1 at 27...500 MHz and 0...10 V/M.

LIITE 11. Maankosteusmittaus/kipsipala

1. GENERAL

Gypsum soil moisture blocks provide a convenient method for estimating soil water potential. The Delmhorst cylindrical block is composed of gypsum cast around two concentric electrodes which confine current flow to the interior of the block, greatly reducing potential ground loops. Gypsum located between the outer electrode and the soil creates a buffer against salts which may affect the electrical conductivity and hence the calibration of the block. Individual calibrations are required for accurate readings of soil water potential.

Gypsum blocks typically last for one to two years. Saline or acidic soils tend to degrade the block, reducing its life. To maximize block life, it is recommended that gypsum blocks not used during the winter be removed from the field. Shallow blocks may become frozen and crack, while blocks located below the frost line may not maintain full contact with the soil. Regardless of depth, blocks left in the field over winter are subject to the corrosive chemistry of the soil.

NOTE: The 227 is configured for use with the CR10, 21X and CR7 dataloggers, whereas the 223 is for use with the AM32 or AM416 multiplexers only.

2. INSTALLATION

Delmhorst recommends that the blocks go through two wetting-drying cycles before installation to improve block uniformity. For each cycle, the blocks should be soaked in water for one hour and allowed to dry.

Soil moisture blocks measure only the moisture they 'see'; therefore, location is important. Avoid depressions where the water will puddle after rain. Likewise, don't place the blocks in high spots or near changes in slope unless you are trying to measure the variability created by such differences.

Before installation, soak the blocks for two to three minutes. Mix a slurry of soil and water to a creamy consistency and place one or two tablespoons into the installation hole. Insert the block, forcing the slurry to envelop the block. This will ensure uniform soil contact. Back fill the hole, tamping lightly at frequent intervals.

3. PHYSICAL CONNECTIONS

3.1 MODEL 227

The 227 schematic is shown in Figure 3.1-1. The 227 uses a single-ended analogue channel, and the red lead 'HI' may be inserted into either a HI or LO input.

The black lead connects to any excitation channel. The white lead connects to Analogue Ground. Analogue Ground, labelled 'AG' on the CR10, is the same as Ground for the 21X and CR7.

The clear lead is the shield which connects to Ground (G) on the datalogger.

The capacitors block galvanic action due to the differences in potential between the datalogger earth ground and the electrodes in the block. Such current flow would cause rapid block deterioration.

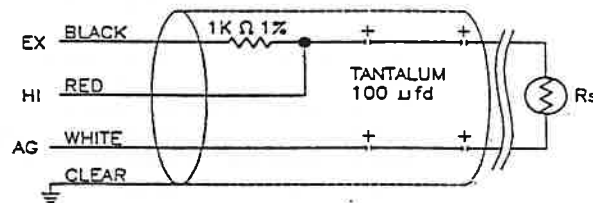


FIGURE 3.1-1 227 Schematic

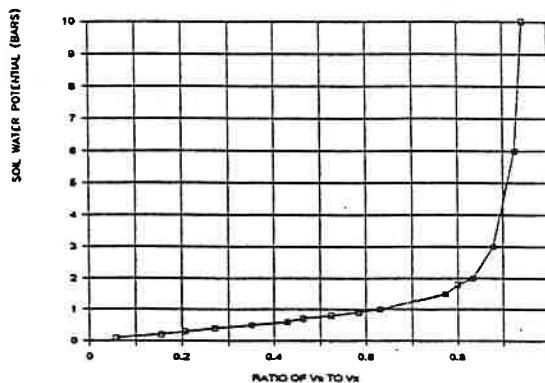


FIGURE 4.1-1 Soil Water Potential vs. Ratiometric Measurement

LIITE 12. Maankosteusmittaus/tensiometri

SOIL MOISTURE
TENSIO METER

The Skye Instruments SKT 600 tensiometer is a precision made device for measuring soil moisture pressure or water pressure. It measures directly in HectoPascals the suction pressure required to utilise the water in the measured area, and hence the water available to the plant.

The unit is machined from acrylic and porous ceramic for long life and freedom from corrosion problems. All seals are made using replaceable 'O' rings for ease of servicing if required.

SKT 600 tensiometers can be used with hand held meters such as supplied by Skye, a variety of commercial dataloggers or a Skye Intelligent Sensor unit for unattended logging of soil moisture pressure up to 4 months.

SPECIFICATIONS - SKT 600 TENSIO METER

Shaft length:	20 - 100 cms (please specify when ordering)
Cable length:	3m standard (can be longer if required)
Measurement range:	0-850 hPa (minus shaft length) (i.e. for 30cm shaft length, range is 0-820 hPa)
Signal:	ca 0-50mVdc at 5V excitation (standard) ca 0-100mVdc at 10.6V excitation (special)
Typical calibration data:	0 hPa = 1.38mV; 1000 hPa = 53.00mV
Output:	The output has a common mode offset of approximately 2.5Vdc when excitation is 5V. Thus it is essential to use differential input amplifiers in data loggers. The Skye Instruments hand held meter and Intelligent Sensor are supplied with differential inputs.
Linearity:	$\pm 0.3\%$
Calibration shift:	$\pm 1.5\%$ per year
Hysteresis:	$\pm 0.05\%$
Null offset shift:	± 0.25 mV over 0-25°C

SKYE INSTRUMENTS LTD.
Units 5/6 Ddole Industrial Estate
Llandrindod Wells
Powys LD1 6DF UK
Tel: 0597 824811
Fax: 0597 824812

LIITE 13. pH-anturit

1. GLI:n anturi

SECTION 2 - SPECIFICATIONS

Min. Temperature -5°C (23°F)

Max. Temperature

In Flow-Thru Tee PVC: 60°C at 50 psig or 50°C at 100 psig
Steel: 95°C at 100 psig
CPVC: 95°C at 40 psig or 65°C at 100 psig

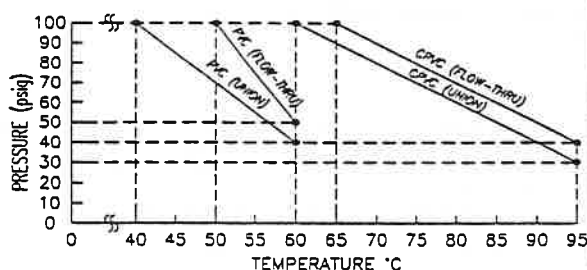
In Union Tee PVC: 60°C at 40 psig or 40°C at 100 psig
Steel: 95°C at 100 psig
CPVC: 95°C at 30 psig or 60°C at 100 psig

Maximum Pressure

In Flow-Thru Tee PVC: 100 psig at 50°C or 50 psig at 60°C
Steel: 100 psig at 95°C
CPVC: 100 psig at 65°C or 40 psig at 95°C

In Union Tee PVC: 100 psig at 40°C or 40 psig at 60°C
Steel: 100 psig at 95°C
CPVC: 100 psig at 60°C or 30 psig at 95°C

Plastic Mounting Hardware Ratings



Maximum Flow Rate 10 feet per second

NOTE: If possible, flow rate should be minimal for low conductivity water or solutions high in suspended solids.

Wetted Materials Liquid crystal polymer body, liquid crystal polymer and PVDF (or ceramic) salt bridge, glass process electrode, titanium ground electrode and RTV sealant. Union-mount style sensor also has liquid crystal polymer adapter and Viton O-ring process seals. For pH sensors with an antimony process electrode, stainless steel replaces the titanium ground electrode.

Measuring Range 0-14 pH

NOTE: Most pH applications fall in the 2.5 -12.5 pH range. General purpose pH glass electrodes perform well in this range. Some industrial applications require accurate measurements and control at pH values below 2 or above 12. Consult GLI for details on these applications.

Repeatability and speed of response for pH sensors with an antimony process electrode is not as

good as those with a glass process electrode. Antimony electrodes are only linear between 3 and 8 pH and should only be specified when process conditions, such as the presence of hydrofluoric acid, dictate their use.

Performance:

Sensitivity Less than 0.005 pH

Stability 0.03 pH units per 24 hrs., non-cumulative

For Sensor w/Two-wire Transmitter:

Output Span 0.95 mA per pH

Output Offset 12 mA occurs at 7.0 pH (+) or (-) 0.88 pH

Load at 20 mA 450 ohms

Sensor Cable:

Sensor w/
Preamplifier 5 conductor (plus shield), 10 ft. (3 m) length

Sensor w/Two-wire
Transmitter 2 conductor (twisted pair), 10 ft. (3 m) length

Transmission Distance:

Sensor w/
Preamplifier 3000 ft. (914 m) maximum

Sensor w/Two-wire
Transmitter Limited by wire resistance and power supply voltage

2. Hyxo:n anturi

SOTADJ	Yhdistelmäelektrodi pH:lle, polyetersulfon
SOTADJPt100	Irti ruuvattava mittauspään suojus
Mittausalue	0–14 pH
Lämpötila-alue	–5...+80°C
Lasiresistanssi	– 60 Mohm
Mittausmenetelmä	KCl, AgCl- ja KNO ₃ -geeli, suljettu
Kaapelin pituus	10 m, BNC-liitin
Max-paine	10 bar 25°C:lla
Vertailusilta	Kaksinkertainen huokoinen teflon
Lämpötilakompensointi	Pt100
Käyttökohteet	Elektrolyyttikylpyihin, jätevesille



3. Siemensin anturi

pH and redox potential measuring equipment

Accessories for pH or redox potential measuring equipment

Ordering data

Combination electrodes	Working range	Temperature range, continuous (short-term) ¹⁾	Tapping electrode material	Dia-phragm material	Matching plug/cable assembly	Order No. of electrode	Approx. weight in kg
Combination electrode, non-refillable; gel electrolyte; only suitable for drinking and industrial water	pH = 2 to pH = 12	0 to 40 °C	Ag/AgCl	Ceramic	M54145-A15-A6	M54145-A56	0.15

Possible combinations of measuring and reference electrodes with screw plug connector

Measuring electrodes	Reference electrodes				Suitable fittings				
	Refillable via opening at side of glass system and plastic electrode holder	via direct hose connection	Non-refillable	Tapping system	Flow fittings for screw connection and for installation in pipelines; with plastic electrode holder	Flow fittings for screw connection and for installation in pipelines; with stainless steel electrode holder	PVC immersion fittings C74451-A1789-A10 to A16, with plastic electrode holder	Immersion fittings with connection head M54145-A70 to A75	Immersion fittings M54145-A88 to A90
M54145-A56			×	Ag/AgCl	•	•	•	•	•