



Tielaitos

Routavaurio- ja kuivatustutkimus

Kuivatustutkimus osa II

sekä roudan syvyyshavainnot

Tutkimuksella täydennetään tutkimuksen osaa I (Sisäisiä julkaisuja 35/1992), jonka aineisto oli pieni.

Tutkimuksessa on 12 poikkileikkausta, joista on tutkittu routarajat, orsivesi ja tierakenne. Viidessä tehtiin vedensyöttökokeet syksyllä ja kuudessa keväällä. Veden kulkua tutkittiin orsivesiputkista ja maatutkalla.

Tutkitulissa rakenteissa syötetty vesi ei virrannut sivuojaan vaan pohjamaahan (hHk...saSiMr).

Tavalliseen tierakenteeseen syntyy roudan sulamiskauden alussa helposti jäätyneen maan muodostama kaukalo, joka estää veden pääsyn sivuojiin.

Tien reunaosissa pohjamaa turpoaa jäätyessään 1,5...6 kertaa niin paljon kuin tien keskikohtalla suhteessa jäätyneen pohjamaakerroksen paksuuteen.

Loivat luiskat eivät tasoita merkittävästi tien reunan ja keskilinjan välistä routanousueroa.

**Tielaitoksen
sisäisiä
julkaisuja**

47/1993

Helsinki 1993

Kehittämiskeskus

Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja
47/1993

Routavaurio- ja kuivatustutkimus

Kuivatustutkimus osa II
sekä roudan syvyyshavainnot

Tielaitos
Kehittämiskeskus

Helsinki 1993

TIEL 4000048
Painatuskeskus Oy
Helsinki 1993

Julkaisua myy:
Tielaitos, hallinnon palvelukeskus,
painotuotemyynti
Telefax (90) 1487 2652

Tielaitos
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puh. vaihde (90) 148 721

TIELAITOS

ROUTAVAAURIO- JA KUIVATUSTUTKIMUS
KUIVATUSTUTKIMUS OSA II
SEKÄ RODAN SYVYYSHAVAINNOT TALVELLA -92...-93

- A. SYKSYN -92 JA KEVÄÄN -93 VEDENSYÖTTÖKOKEET
- B. ROUDAN SYVYYSHAVAINNOT TALVELLA -92...-93 SEKÄ
ROUDAN SYVYYDEN JA POIKKILEIKKAUKSEN VAIKUTUS
ROUTANOUSUUN

ALKUSANAT

Kuivatustutkimus liittyy vuonna 1987 aloitettuun routavaurio- ja kuivatustutkimukseen, jonka tavoitteena on saada tietoa tierakenteen suunnitteluohjeiden ja rakenteen parantamisohjeiden kehittämisen perustaksi. Tutkimuksessa on tarkasteltu mm. tien pituushalkeamia, kallion ja lohkareiden aiheuttamia routanousun epätasaisuuksia sekä tierakenteen kuivatuksen toimintaa.

Kuivatustutkimuksessa on keskitytty tierakenteen kuivatuksen toimintaan tierakenteen ollessa täysin sula kesällä ja osittain jäätynyt keväällä, roudan sulamisvaiheessa.

Kuivatustutkimuksesta on laadittu osaraportti I vuonna 1992, jossa on käsitelty roudan syvyyttä, routanousueroja ja veden liikkeitä tiepoikkileikkauksissa. Kuivatustutkimuksen osan I tutkimus perustuu Lapin ja Oulun tiepiirin vuosien 1988-1991 havaintoaineistoon.

Tämän kuivatustutkimuksen osan II tavoitteena on selvittää, onko tierakenteessa vettä keväällä roudan sulamisvaiheessa ja miten vesi poistuu tierakenteesta. Tutkimuskohteet, yhteensä 12 kpl, sijaitsevat tielaitoksen Oulun piirissä. Havainnot ja kenttäkokeet on tehty syksyn 1992 ja kevään 1993 välisenä aikana.

Kuivatustutkimus on tehty Tielaitoksen kehittämiskeskuksen toimeksiannosta. Kehittämiskeskuksessa työn valvojana on toiminut dipl.ins. Kari Lehtonen. Tielaitoksen Lapin piiristä työssä on ollut mukana dipl.ins. Timo Saarenketo. Insinööritoimisto PSV Oy:ssä projektissa ovat työskennelleet tekn.lis. Sakari Lotvonen ja ins. Jukka Sorvisto.

Insinööritoimisto PSV Oy on tehnyt kenttämittaukset ja osan kenttätutkimuksista ja instrumentoinnista. Tielaitoksen Oulun piirin keskuslaboratorio on tehnyt osan kenttätutkimuksista ja osan instrumentoinnista. Tielaitoksen Lapin piiri on tehnyt maatutkamittaukset.

Oulussa joulukuussa 1993

Sakari Lotvonen

Tielaitos, kehittämiskeskus

28.10.1993

Routavaurio- ja kuivatustutkimus

Kuivatustutkimus osa II

sekä roudan syvyyshavainnot talvella -92...-93

A. SYKSYN -92 JA KEVÄÄN -93 VEDENSYÖTTÖKÖKEET



TIELAITOS, Kehittämiskeskus

Routavaurio- ja kuivatustutkimus

KUIVATUSTUTKIMUS osa II
sekä roudan syvyyshavaintoja talvella -92...-93

A. SYKSYN -92 JA KEVÄÄN -93 VEDENSYÖTTÖKOEET

1. TUTKIMUKSEN TAVOITE JA TOTEUTUS

Kuivatustutkimuksen osan II tavoitteena on selvittää, onko tierakenteessa vettä keväällä roudan sulamisvaiheessa ja mitä kautta ja kuinka nopeasti vesi poistuu tierakenteesta syksyllä ja keväällä roudan sulamisvaiheen alussa.

Lisäksi tutkimuksessa on pyritty selvittämään, onko tien rakennekerrosten laadulla ja toisaalta luiskatäytteen laadulla vaikutusta tierakenteen kuivumiseen roudan sulamis-aikana.

Tutkimusta varten valittiin 12 syöttökohdetta, jotka on esitetty taulukossa 1. Tutkimuskohteet pyrittiin valitsemaan tutkimuksen tavoitteen mukaisesti siten, että rakennekerrosten (jakavan kerroksen) rakeisuus vaihtelisi avoimesta runsaasti hienoainesta sisältävään.

Kohteista kuusi sijaitsee Sanginsuu-Loppula -tiellä (Mt 8331, Oulun tiemestaripiiri), neljä Jakkukylä - Yli-Ii -tiellä (Mt 851, Iin tiemestaripiiri), yksi Korpi - Ylikii-minki -tiellä (Mt 833, Oulun tiemestaripiiri) ja yksi Nuutila - Muhos -tiellä (Mt 825, Muhoksen tiemestaripiiri), vrt. liitteet.

Kohteet tutkittiin ja instrumentoitiin seuraavasti:

- pintavaaitus
- painokairaus 2 tutkimuspisteessä/kohde
- pohjavesiputket 1...2 kpl/kohde, asennettiin sivuojan taakse
- näytteenotto kolmessa pisteessä (tien reunoissa ja keskellä)
- routamittarit 5 kpl/kohde
- orsivesiputket 5 kpl/kohde
- syöttövesiputki 1 kpl/kohde (M160, l=3 m, asennettiin ajoradan reunaan).

Näytteenoton sekä routamittareiden valmistuksen ja asennuksen teki tielaitoksen Oulun piiri.

Kohteissa tehtiin lisäksi maatutkahavainnointi ennen veden syöttöä ja syötön jälkeen. Syötettyyn veteen sekoitettiin tiesuolaa (CaCl₂, 4 %...9 %-liuos) merkkiaineeksi, jonka maatutka havaitsee. Maatutkamittaukset teki tielaitoksen Lapin piiri.

Vedensyöttökokeet tehtiin syksyllä 15.10.1992...27.10.1992 välisenä aikana. Keväällä veden syöttö tehtiin 28.4.1993...3.5.1993 välisenä aikana.

Veden syöttökokeiden lisäksi tutkimuskohteissa havainnointiin roudan syvyyttä ja routanousua talvella -92...-93. Routamittausten tulokset on käsitelty kohdassa B.

2. SYKSYN VEDENSYÖTTÖKOKKEET

2.1 Veden syöttö

Syksyllä -92 vedensyöttökokeita tehtiin yhteensä viidessä kohteessa. Syksyn vedensyöttökokeiden tulokset on esitetty taulukossa 2.

Syötetty vesimäärä vaihteli kohteittain 1,0 m³...3,1 m³ ja syöttönopeus 3,3 l/min...7,9 l/min.

Kokeen alussa mitattiin vesipinta orsivesiputkista ja pohjavesiputkista. Myös ensimmäiset maatutkamittaukset tehtiin ennen veden syöttöä.

Tierakenteeseen syötetyn veden esiintymistä seurattiin orsivesiputkista ja silmämääräisin havainnoin.

Veden syöttöä jatkettiin niin kauan, kunnes orsivesipinta nousi orsivesiputkissa (ovp) tai kun veden imeytyminen tierakenteeseen selvästi pieneni.

Veden poistumista seurattiin orsivesipintamittauksin. Syötön jälkeinen maatutkamittaus tehtiin 1...7 vuorokauden kuluessa syötön jälkeen.

Kaikissa tutkimuskohteissa voitiin havaita orsivedenpinnan nousu ovp:ssa syötön aikana ja/tai sen jälkeen. Myös maatutkalla voitiin seurata suolatun veden liikkeitä tierakenteessa.

2.2 Havainnot syksyn syöttökokeista

Vesipinnat orsivesiputkissa ennen koetta ja kokeen jälkeen on esitetty kuvissa 1...5. Maatutkahavaintojen perusteella määritetty suolaveden pinta on esitetty kuvissa 6...10.

Syksyn syötöissä orsivesi ei noussut merkittävästi tien rakennekerrokseen kuin parin metrin säteellä syöttöputkesta. Tierakenteeseen imeytynyt suolavesi painui suodatinkerrokseen ja pohjamaahan.

Veden imeytymisnopeus tierakenteesta, joka on laskettu syötön jälkeisten orsivesihavaintojen perusteella keskimääräisenä arvona, vaihtelee pohjamaan osalla 10 mm/h...30 mm/h.

Osassa tutkimuskohteita syötetty suolavesi pyrki tulemaan pintaan syöttövesiputken puoleisessa luiskassa (pl 4450, 4540 ja 11800/Mt 8331). Sivuojiin ei vettä kuitenkaan tässä tutkimuksessa käytetyillä syöttövesimäärillä ilmaantunut.

Maatutkahavaintojen perusteella suolavesi imeytyi kolmessa kohteessa tierakenteen 'ali' vastapuolen sivuojan alle, noin 1 metrin syvyydelle ojan pohjasta. Tulosta tukevat myös orsivesiputkihavainnot.

Kahdessa kohteessa suolavesi on havaittu maatutkalla syöttövesiputken puoleisen sivuojan pohjalla 0...0,5 m syvyydellä ojan pohjasta.

Syksyn syötöissä havaintojen mukaan suolavesi näyttäisi pyrkineen virtaamaan alenevan gradientin suuntaan, esim. pl:lla 4450. Havainto näkyy tuloksista jo näinkin pienellä syöttövesimäärällä.

Syksyn syöttökokeissa pohjamaa oli siHk (38 %), hHk (7%), vanha rakenne saSi (87 %), keHK (1%) ja hkSiMr (51%), missä hienoainespitoisuus (#0,074 mm) on ilmoitettu suluissa.

3. KEVÄÄN KOKEET

3.1 Veden syöttö

Keväällä -93 vedensyöttökokeita tehtiin yhteensä kuudessa kohteessa. Kevään syöttökokeet pyrittiin tekemään ajankohdittain, jolloin tierakenne oli sulanut pinnasta noin 0,5 m.

Kevään kokeiden tulokset on esitetty taulukossa 3.

Syötetty vesimäärä vaihteli kohteittain $1,0 \text{ m}^3 \dots 2,0 \text{ m}^3$ ja syöttönopeus $3,7 \text{ l/min} \dots 18,2 \text{ l/min}$.

3.2 Veden poistuminen tierakenteesta

Kuvissa 11...16 on esitetty orsiveden pinta tierakenteessa ennen kevään syöttökokeita ja sen jälkeen. Kuvissa on lisäksi syötön alkaessa vallinnut roudan sulamisraja.

Keväällä lähes kaikissa kohteissa orsivesiputkissa oli vettä ennen syötön aloittamista. Sulana ollut tierakenne oli siten osittain vedellä kyllästetty jo ennen syötön aloittamista.

Kuvissa 17...22 on maatutkalla havaittu suolavedenpinta kevään syöttökokeissa. Maatutkamittaukset tehtiin osassa kohteita heti syötön jälkeen samana päivänä ja osassa kohteita syötön jälkeisenä päivänä.

Keväällä osittain sulaan tierakenteeseen imeytyi suolavettä vähintään yhtä hyvin kuin kesällä täysin sulaan rakenteeseen. Syötön seurauksena vesi nousi orsivesiputkissa korkeammalle kuin syksyllä. Toisin sanoen syöttövesi näyttää imeytyneen myös tierakenteen sulana olleisiin rakennekerroksiin päällysteen alle.

Maatutkahavaintojen perusteella suolavesi virtasi toisaalta myös pituussuuntaan pituuskaltevissa kohteissa.

Pääosassa tutkituista kohteista tierakenteen sulamisraja eli roudan yläraja oli kaukalomainen. Tutkimuskohteissa pl 4450 ja pl 12820 tierakenteen sulamisraja oli kuitenkin lähes vaakasuora.

Orsivesiputkihavaintojen perusteella roudan yläraja näyttäisi estävän ja ohjaavan veden virtausta, jolloin kaukalomainen routaraja edesauttaisi veden virtausta tien reunasta päällysteen alle tien rakennekerrokseen tien keskelle päin. Tällöin vesi kerääntyy sulaan tierakenteeseen ja kyllästää sen.

Syöttökokeissa käytetty suolavesi näyttäisi toisaalta maatutkahavaintojen perusteella tunkeutuvan routarajan läpi, koska sen jäätymispiste on alle 0°C. Maatutkahavaintojen perusteella suolattu syöttövesi näyttäisi myös syrjäyttävän tierakenteessa luonnostaan olevaa vettä ja tunkeutuvan syvemmälle kuin orsivesiputkista havaittu vapaa vesipinta. Tämä selittynee sillä, että suolavesi on painavampaa kuin 'makeavesi'.

Veden tuloa luiskan läpi sivuojiin ei voitu havaita käytetyillä syöttövesimäärillä ja syöttönopeudella.

3.3 Veden poistumisnopeus eri rakennekerroksissa

Keväällä osittain sulaan ja osittain vedellä kyllästettyyn tierakenteeseen imeytetty suolavesi nousi tierakenteessa (orsivesiputkissa) korkeammalle kuin syksyllä täysin sulaan ja kuivaan tierakenteeseen syötettäessä. Tutkimuksissa saatiin tällöin tuloksia veden poistumisnopeudesta eri rakennekerroksissa.

Syöttöveden poistumisnopeus oli heti syötön jälkeen orsiveden yläpuolella jakavassa kerroksessa ja suodatin kerroksessa 5-...6-kertainen verrattuna poistumisnopeuteen tierakenteen vedellä kyllästetyllä osalla.

Veden poistumisnopeus näyttäisi olevan jakavan/suodatinkerroksen osalla vähintään 2-...3-kertainen verrattuna veden poistumisnopeuteen pohjamaan osalla.

Veden imeytymisnopeus pohjamaan osalla vaihteli keväällä 2 mm/h...14 mm/h ja oli keskimäärin noin 8 mm/h. Syksyllä imeytymisnopeus pohjamaassa vaihteli koetulosten mukaan 10 mm/h...30 mm/h ja oli keskimäärin noin 17 mm/h.

Poistumisnopeus näyttäisi olevan pohjamaan osalla kesällä vähintään 2-kertainen verrattuna poistumisnopeuteen keväällä, jolloin poikkileikkaus on osittain sula ja osittain jäässä.

4. YHTEENVETO

Kuivatustutkimuksen osassa I tehtiin vedensyöttökokeita siten, että syöttövesiputki oli sijoitettu tien keskelle. Havaintona tällöin oli, että roudan sulamisvaiheessa sulana olevat tien rakennekerrokset kyllästyivät pienillä vesimäärillä kaukalomaisen routarajan toimiessa vettä keräävänä kaukalona.

Tässä kuivatustutkimuksen osassa II syöttövesiputki sijoitettiin tien reunaan, päällysteen ulkopuolelle, josta pääosa sade-ym. pintavesistä luontaisestikin imeytyy tierakenteeseen.

Havaintona kokeista on, että roudan sulamisvaiheessa reunasta imeytyvä vesi ei kyllästä tien rakennekerroksia yhtä nopeasti kuin veden imeytyessä keskeltä tietä, koska osa reunaan imeytyvästä vedestä poistuu havaintojen mukaan sulaa luiskatäytettä pitkin sivuojaan. Koetulosten mukaan kaukalomainen routaraja näyttäisi kuitenkin edesauttavan reunasta imeytyvän veden johtumista myös tien keskelle päin.

Tutkimustulosten mukaan vesi näyttäisi virtaavan laskevan gradientin suuntaan tien rakennekerroksissa. Tulos voitiin havaita tierakenteen ollessa osittain sula (kevällä) kuin myös täysin sulana olevassa tierakenteessa. Osa reunaan imeytyvästä vedestä virtaa tien ali vastakkaiselle puolelle ja/tai pituussuuntaan tierakenteessa.

Maatutkahavaintojen mukaan syksyllä tierakenteeseen syötetty suolavesi levisi laajemmalle, myös jopa vastakkaiselle puolelle tietä sulaan tierakenteeseen syötettäessä, kuin keväällä osittain sulaan tierakenteeseen syötettäessä. Toisaalta keväällä syöttöveden suolapitoisuus oli niin suuri (8 - 10 %), että suolaveden ominaispaino oli jopa liian suuri ja se ei siksi levinnyt tierakenteessa laajalle, vaan painui pohjamaahan. Orsivesiputkissa vesipinta kuitenkin nousi myös keväällä suhteellisen laajalla alueella, jolloin vesi näyttäisi orsivesihavaintojen perusteella liikkuneen laajemmalle kuin maatutkan perusteella. Selityksenä tälle lienee se, että painava suolavesi syrjäytti tierakenteessa ollutta "makeaa" vettä, jolloin veden pinta suolaveden syöttökohdan ympärillä nousi.

Lähes kaikissa tutkimuskohteissa keväällä orsivesiputkissa oli jo ennen syöttöä vettä ajankohtana, jolloin tierakenne oli osittain sula. Kaukalomaisen routarajan yhteydessä orsivettä näyttää kertyvän eniten kaukalon keskelle ja orsivesi näyttää nousevan tällöin tien reunoilla olevan routarajan tasolle. Vesi näyttäisi poistuvan tien sulana olevista rakennekerroksista orsiveden yläpuolella varsin nopeasti - tämän tutkimuksen tulosten mukaan noin vuorokaudessa. Toisaalta poistumisnopeus oli noin 5-...6-kertainen verrattuna ennen syöttökoetta olleen orsiveden poistumisnopeuteen verrattuna.

Tien rakennekerroksista vesi näyttäisi poistuvan joko virtaamalla tien pituussuunnassa tai pysyvän paikoillaan, kunnes routa sulaa ja vesi voi poistua alaspäin. Osa tien reunaan imeytyvistä sade- ym. pintavesistä poistuu myös sivuosiin sulana olevan luiskatäytön kautta.

Tierakenteeseen imeytyvän veden poistumisnopeus osittain sulassa tierakenteessa oli tutkimustulosten mukaan rakennekerroksissa (jakava- ja suodatinkerros) 2...3-kertainen verrattuna imeytymisnopeuteen pohjamaan osalla. Tierakenteen ollessa täysin sula imeytyi syöttövesi rakennekerrosten läpi suoraan pohjamaahan. Käytetyillä syöttövesimäärillä ei voitu havaita veden 'nousua' rakennekerrokseen sulissa olosuhteissa.

Tutkimuskohteena olevissa poikkileikkauksissa pohjavesi sijaitsi vähintään 1,5 m etäisyydellä tsv:sta. Kohteessa pl 11800 tie on pituuskaltevassa leikkauksessa (pituuskaltevuus 3 %...4 %) ja pohjaveden pinta seuraa maaston topografiaa. Tutkituissa poikkileikkauksissa oli luonnostaan orsivettä vain kohteessa pl 7270, jossa orsivedenpinta sijaitsee noin 1 m etäisyydellä tsv:sta.

Tämän tutkimuksen kohteissa roudan sulamisrajan muoto oli 10 poikkileikkauksessa kaukalomainen ja kahdessa poikkileikkauksessa lähes vaakasuora. Lumi sulii poikkileikkauksissa molemmilla puolin tietä samanaikaisesti, jolloin myös routa näyttää sulavan yhtä nopeasti tien molemmilla reunoilla.

KUIVATUSTUTKIMUS 1992-93, TUTKIMUSKOHTTEET

TUNNUS	TIE NRO	PAALU	SIVUKALT., TSV	POHJAMAA	R.TON KERR.	JAKAVA: a,b,c,d	INSTRUMENT.	SYKSY -92	KEVÄT -93
Ah 1	Mf 8331, Oulu	4450	6%/3% o/v, pituuskalt siHk	siHk	0,7 m	3,7, 16,5, 21,9, 50	RM, SP	syöttö tehty	syöttö tehty
Ah 2	Mf 8331, Oulu	7270	1%/7% oik., vaakas.	saSiMr, vanha rak. alla	0,7 m	2,9, 16,1, 22,3, 50	RM, SP alar.	syöttö tehty	syöttö tehty
As 1	Mf 8331, Oulu	8000	2%/1% o/v, vaakas.	saSi, vanha rak. alla	1,4 m...1,7 m	3,3, 22,5, 31,1, 50	RM		
Bh 1	Mf 851, Yli-Ii	22900	0/2 % o/v, vaakas.	siHk, vanha rak. alla	0,8 m	2,7, 22,7, 28,4, 40			
Bh 2	Mf 851, Yli-Ii	23500	5%/7 % oik., vaakas.	HkMr, vanha rak. alla	0,8 m	3,2, 22,2, 27,2, 50	RM, SP yläär *)		syöttö tehty
Bh 3	Mf 851, Yli-Ii	17500	6%/5% vas., vaakas.	HkMr, v. rak. osittain alla	0,7 m	4,0, 21,1, 26,8, 55	RM, SP yläär.		syöttö tehty
Bs 1	Mf 851, Yli-Ii	15200	4%/2% o/v, pituuskalt siHkMr	siHkMr	0,5 m...0,9 m	5,4, 23,6, 30,6, 50	RM, SP		syöttö tehty
Bs 2	Mf 8331, Oulu	4540	3%/3% o/v, notko	saSi, vanha rak. alla	1,5 m	2,2, 36,2, 49,7, 50	RM, SP	syöttö tehty	
Ch 1	Mf 8331, Oulu	1380	5%/2% vas., vaakas.	Tv/keHk, vanha rak. alla	> 2 m	6,5, 35,6, 44,7, 50	RM, SP yläär.	syöttö tehty	
Cs 1	Mf 8331, Oulu	11800	4%/5% vas., pituusk.	hkSiMr	0,6 m...0,8 m	10,9, 33,1, 39,0, 50	RM, SP alar.	syöttö tehty	
Cs 2	Mf 833, Kiiminki	12820	7%/3% vas., vaakas.	HkMr	0,6 m...0,8 m	11,8, 42,5, 53,7, 30	RM, SP yläär.		syöttö tehty
Dh 1	Mf 825, Muhos	14700	4%/4% o/v, vaakas.	hHk	> 1,8 m	1,1, 41,3, 43,8, 50	RM, SP	**)	

A = jakavan kerroksen rakeisuuskäyrän muoto raikkuva

B = jakavan kerroksen rakeisuuskäyrä normaal

C = jakavan kerroksen materiaali sisältää paljon hienoaainesta

D = tiepolkileikkauksessa on luiskakalmiot

s = pohjamaa läpäisee vettä heikosti tai ei lainkaan

h = pohjamaa läpäisee vettä hyvin

Jakava kerros: a = läpäisy-% # 0,074 mm seulalla

b = läpäisy-% # 2,0 mm seulalla

c = läpäisy-% # 4,0 mm seulalla

d = max. raekoko = 90 läp.-%:a

vastaava raekoko mm

RM = routamittarit

SP = syöttövesiputki

*) Syöttövesiputki asennetaan keväällä

**) Syöttö ei onnistunut roudan vuoksi

Maatutkaluotukset tehtiin kaikissa tutkimuskohteissa 15.9. - 17.9.1992 (ennen syöttöä).

Kaikissa syksyllä syötetyissä kohteissa tehtiin maatutkaluotaus 22.10.1992

TAULUKKO 1. Tutkimuskohteet

SYKSY 1992, VEDENSYÖTTÖKOKKEET

Tunnus / paalu / tienro	poikkileikkaus	Rakenne a,b,c,d,e,f	Routasyyvyys (m)		tsv-pvp tsv-o.oja tsv-v.oja	Syötetty vesimäärä t,m ³ /min	Orsivesipinta syötön jälkeen		Vesipin- nan muut.		Veden poistuminen ovp ja silmähavaint. mukaan	Veden poistuminen maatukahavaintojen mukaan
			v.ylä v.alä	kesk. o.ylä o.alä			hefi	vrk	hefi	vrk		
Ah1	kapea, matalaa-	0.6, 3.7%, 3.5%	-	-	tsv-1.15m	8 h, 1.6 m ³	tsv-0.32m	tsv-0.91m	-	-	-	- oman ojan alle
4450	jainen, loiva	3.8%, -, 38.2%	-	-	tsv-0.68m	3.3 l/min	(alussa kuiva)		-	-	-	- oman ojaan (alle) - osa piftuuskalit. suunt.
Mt 8331			D		tsv-0.97m				30			
Ah2	kapea, matalaa-	0.5, 5.0%, 2.9%	-	-	tsv-1.10m	6 h 30 min	tsv-0.79m	tsv-1.05m	nou-	-	-	- oman ojan alle
7270	jainen, kupera	7.4%, -, 54.5%	-	-	tsv-1.10m	1.8 m ³	(alussa		sus-	-	-	- koko tien allitse 2 m:n
Mt 8331	syöttöp. alareun.		D		tsv-0.93m	4.6 l/min	tsv-1 m)		sa	12		sv. vastap. ojan alle
Bs2	kapea, syväojai-	0.6, 5.7%, 2.2%	-	-	tsv-1.50m	6 h 30 min	tsv-0.49m	tsv-0.90m	-	-	-	- oman ojan alle
4540	nen, loiva	1.4%, -, 86.9%	-	-	tsv-1.03m	3.1 m ³	(alussa		-	-	-	- tien allitse vastap.ojan
Mt 8331			D		tsv-2.05m	7.9 l/min	tsv-1 m)		-	21		alle, pohjamaahan
Ch1	kapea, matalaa-	0.7, -, 6.5%	-	-	tsv-1.00m	8 h, 2.5 m ³	tsv-0.70m	tsv-0.92m	-	-	-	- omaan ojaan +4 m:n
1380	jainen, loiva	2.3%, -, 1.4%	-	-	tsv-1.15m	5.2 l/min	(alussa		-	-	-	päähän, samalle kohd.
Mt 8331	syöttöp. yläreun.		D		tsv-1.03m		tsv-1 m)		-	10		vastap ojan alle tien all
Cs1	kapea, matalaa-	0.7, 6.2%, 10.9%	-	-	tsv-0.90m	3 h, 1.0 m ³	tsv-0.61m	tsv-0.89m	-	-	-	- omaan ojaan
11800	jainen, loiva	0.5%, -, 51.5%	-	-	tsv-1.01m	5.6 l/min	(alussa		-	-	-	- +4 m:n kohd.pohjam.
Mt 8331	syöttöp. alareun.		D		tsv-0.35m		tsv-0.9 m)		-	11		- mahd. v.ojan alle

a=rakenteen paksuus (m)

b=kantavan kerr. hienoaiespfit. (#0.074mm)

c=jakavan kerr. hienoaiespfit. (#0.074mm)

d=suodatinkerr. hienoaiespfit. (#0.074mm)

e=pengerfäytön hienoaiespfit. (#0.074mm)

f=pohjamaan hienoaiespfit. (#0.074mm)

A=kaukalo

B=puhkisul. kaukalo

C=epämääräinen

D=fäysin sula

a=jakava mm/h

b=suodatin mm/h

c=pohjamaa tai

vanhat rakenteet mm/h

TAULUKKO 2.

KEVÄT 1993, VEDENSYÖTTÖKOKKEET

Tunnus / paalu / tietto	poikkileikkaus	Rakenne a,b,c,d,e,f	Routasyvyys (m)		tsv-pvp tsv-o.oja tsv-v.oja	Syöt. vesi- määrä t, m ³ /min	Orsiv.p. syö- tön jälkeinen		Vesipin- nan muut.		Veden poistuminen ovp ja silmähavaint. mukaan	Veden poistuminen maatutkajahavaintojen mukaan
			v.ylä v.alä	kesk. kesk.			o.ylä o.alä	hefi vrk	hefi vrk	hefi vrk		
Ah1 4450 Mt 8331	kapea, matalaa- jainen, loiva	0.6, 3.7%, 3.5% 3.8%, -, 38.2%	0.28 1.45	0.6 2.2 A	0.33 1.5 tsv-1.15m tsv-0.68m tsv-0.97m	3 h 10 min 1.1 m ³ 5.8 l/min	tsv-0.32m (alussa tsv-0.5 m)	tsv-0.49m nousi	12 10 nous	- omaan ojaan päin - oman kaistan alla - oman kaistan alla pituuskalt. suuntaan	- osa oman kaist. alle - oman kaistan alla - oman kaistan alla	
Ah2 7270 Mt 8331	kapea, matalaa- jainen, kupera syöttöp. alareun.	0.5, 5.0%, 2.9% 7.4%, -, 54.5%	0.38 1.03	0.85 1.75 A	0.33 1.1 tsv-1.10m tsv-1.10m tsv-0.93m	2 h 15 min 0.5 m ³ 3.7 l/min	tsv-0.44m (alussa tsv-0.5 m)	tsv-0.84m suli	- - 11	- mol. kaistojen alle - syöttövesi sulatti rou- takynn. putken kohd.	- oman kaistan alle - molempiin suunt. 4 m	
Bh3 23500 Mt 851	kapea, matalaa- jainen, loiva syöttöp. yläreun.	0.75, 3.2%, 14.9% 0.6%, -, 27.1%	0.63 1.2	1 1.75 A	0.8 1.25 tsv-2.20m tsv-0.95m tsv-0.99m	1 h 50 min 2.0 m ³ 18.2 l/min	tsv-0.45m (alussa tsv-0.8 m)	tsv-0.77m ennall.	- - 14	- oman ojan suuntaan - oman kaistan alle - vähäisiä määriä	- omaan ojan alle - oman kaist. ali toisen kaist. alle 1 m tsv:stä	
Bh3 17500 Mt 851	kapea, matalaa- jainen, loiva syöttöp. yläreun.	0.7, -, 4.0% 1.4%, -, 31.9%	0.6 1.19	0.91 1.96 A	0.75 1.63 tsv-1.70m tsv-1.18m tsv-1.26m	3 h 30 min 2.0 m ³ 9.5 l/min	tsv-0.15m (alussa tsv-0.8 m)	tsv-0.84m ennall.	17 nous 8 2	- oman ojan alle - oman kaistan alle	- omaan ojan alle ja - oman kaistan alle	
Bs1 15200 Mt 851	leveä, matalaa- jainen, kupera	0.65, -, 5.4% 0.5%, -, 37.6%	0.61 1.17	1.1 2 A	0.8 1.41 tsv-3.21m tsv-1.10m tsv-1.12m	3 h 30 min 2.0 m ³ 9.5 l/min	tsv-0.60m (alussa tsv-0.9 m)	tsv-0.85m ennall.	- - 5	- oman ojan alle - molempien kaistojen alle jonkin verran	- oman ojan alle - osa jo luiskan alta pohjamaahan	
Cs2 12820 Mt 833	leveä, syväojai- nen, loiva syöttöp. yläreun.	0.7, 5.1%, 11.8% 1.0%, -, 31.7%	0.54 1.27	0.85 1.75 A	0.72 1.3 tsv-1.80m tsv-0.95m tsv-1.87m	1 h 50 min 1.0 m ³ 9.1 l/min	tsv-0.42m (alussa tsv-1.1 m)	tsv-0.86m suli	- - 10	- osa pohjamaahan - pääosa mol. kaisto- jen alle	- kaistojen alle 4 m:ä - molempiin suuntiin	

a=rakenteen paksuus (m)

b=kantavan kerr. hienoainespit. (#0.074mm)

c=jakavan kerr. hienoainespit. (#0.074mm)

d=suodattinkerr. hienoainespit. (#0.074mm)

e=pengeräytön hienoainespit. (#0.074mm)

f=pohjamaahan hienoainespit. (#0.074mm)

A=kaukalo

B=puhkisuul. kaukalo

C=epämääräinen

D=täysin sulaa

v.ylä = roudan sulamissyvyys

v.alä = roudan alaraja vas. reunassa

v.ala = roudan alaraja vas. reunassa

a=jakava mm/h

b=suodatin mm/h

c=pohjamaa tai

vanhat rakenteet mm/h

TAULUKKO 3.

VEDENSYÖTTÖKOE MK 1:50

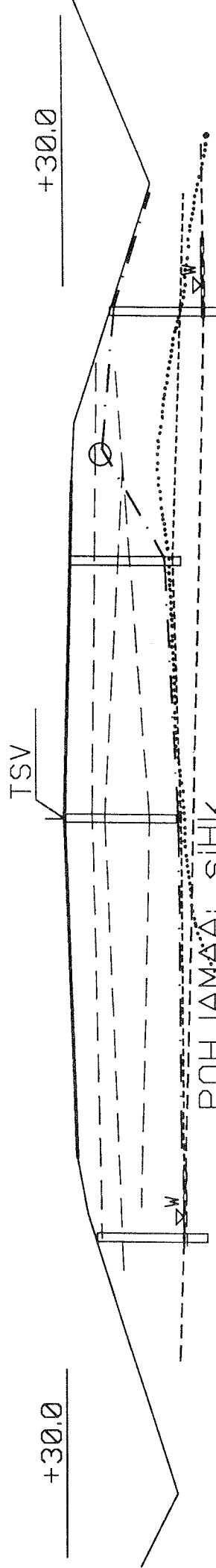
PL 4450 (MT 8331), Ah1

QVP ∇ 19,10 --- ENNEN KOETTA

QVP ∇ 19,10 - - - KOKEEN AIKANA

QVP ∇ 20,10 ----- KOKEEN JÄLKEEN

Vettä syötetty 1.6m³
8 h aikana



MAATUTKALLA HAV. SUOLAVESI 22.10.1992

KERROS	KERROS- PÄKSIYS(cm)	A , B , C , D	MAALAJI
KANTAVA	20	3.7 16.5 21.9 45	SrM
JAKAVA	10...25	3.5 26.0 35.7 45	klSr
ERISTYS	~30...40	3.8 82.5 89.2 5.8	kaHk
POHJAMAA		38.2 91.2 93.3 1.8	siHk

a=läpisy-% #0,074mm seulalla
b=läpisy-% #2,0mm seulalla
c=läpisy-% #4,0mm seulalla
d=max.raekoko=90 läp.-%
vastaava raekoko mm

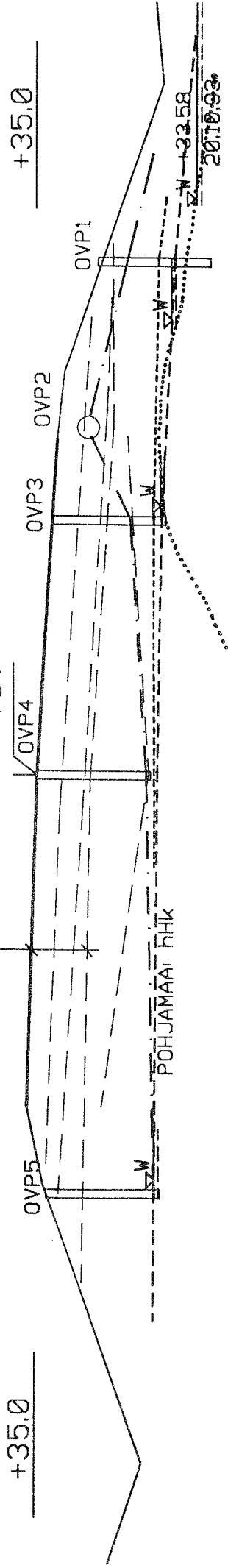
VEDENSYÖTTÖKOE MK 1:50 PL 7270 (MT 8331), Ah2

OVP 20.10 --- ENNEN KOETTA
 OVP 21.10 . - KOKEEN AIKANA
 OVP 22.10 ----- KOKEEN JÄLKEEN

Vettä syötetty 1.8m³
6 h 30 min aikana

UUDET RAKENNEKERROKSET

TSV



W +32.99 20.10.1992

MAATUTKALLA HAV. SUOLAVESI 22.10.1992

KERROS	KERROS- PAKSUUS(cm)	A	B	C	D	MAALAJI
KANTAVA	13...20	5.0	21.1	27.6	56	SrM
JAKAVA	10...15	2.9	16.1	22.3	45	kaSr
ERISTYS	10...20	7.4	78.5	84.2	8	kaHk
POHJAMAA		6.9	96.9	98.3	0.8	kaHk

a=löpäisy-% #0,074mm seutalla
 b=löpäisy-% #2,0mm seutalla
 c=löpäisy-% #4,0mm seutalla
 d=max.raekoko=90 löp.-%ia
 vastaava raekoko mm

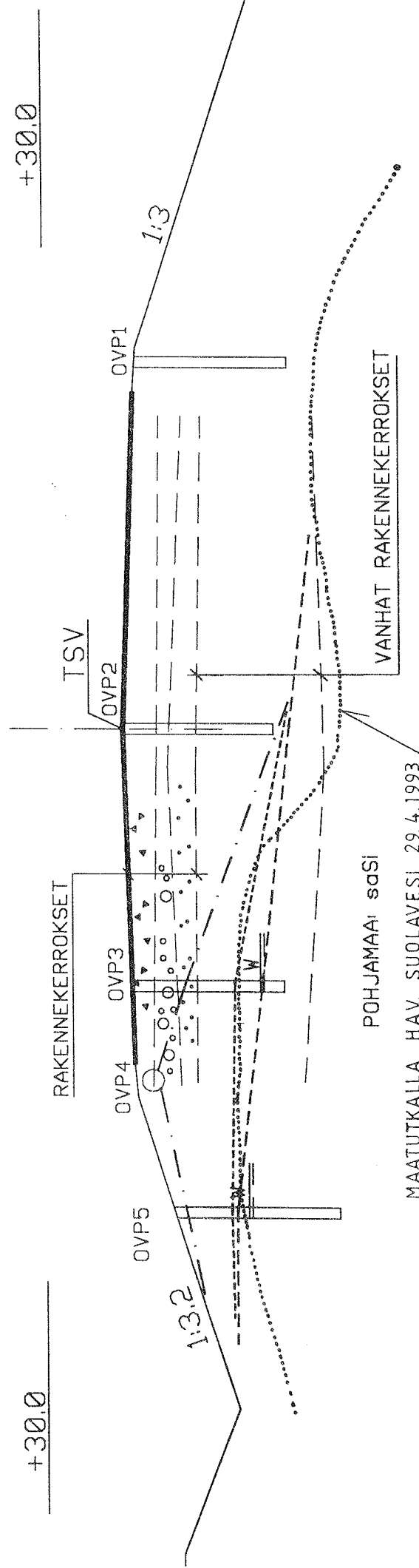
VEDENSYÖTTÖKOE MK 1:50 PL 4540 (MT 8331), Bs2

Vettä syötetty yht. 3.1m³
6 h 30 min aikana

OVP 15.10.92 -- ENNEN KOETTA
OVP 15.10.92 -- KOKEEN AIKANA
OVP 20.10.92 -- KOKEEN JÄLKEEN

+30.0

+30.0



POHJAMAAN sasi

MAATUTKALLA HAV. SUOLAVESI 29.4.1993

KERROS	KERROS-PAKSUUS(cm)	A , B , C , D	MAALAJI
KANTAVA	15...30	5.7 28.6 36.7 45	SrM
JAKAVA	10...25	2.2 36.2 49.7 30	SrM
ERISTYS	15...20	1.4 90.0 96.4 2	kaHk
POHJAMAAN		86.9 98.9 100.0 0.12	sasi

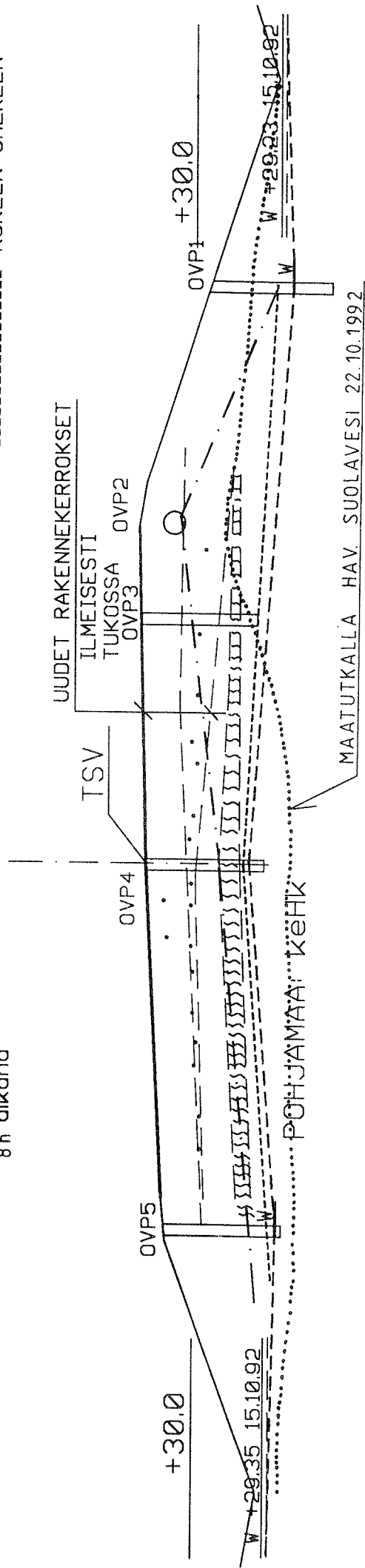
+25.0

a=läpisy-% #0,074mm seutalla
b=läpisy-% #2,0mm seutalla
c=läpisy-% #4,0mm seutalla
d=max.raekoko=90 läp.-%:a
vastaava raekoko mm

VEDENSYÖTTÖKOE MK 1:50 PL 1380 (MT 8331), Ch1

OVP ∇ 15.10 --- ENNEN KOETTA
 OVP ∇ 16.10 . - - KOKEEN AIKANA
 OVP ∇ 19.10 ----- KOKEEN JÄLKEEN

Vettä syötetty yht. 2.5m³
8 h aikana



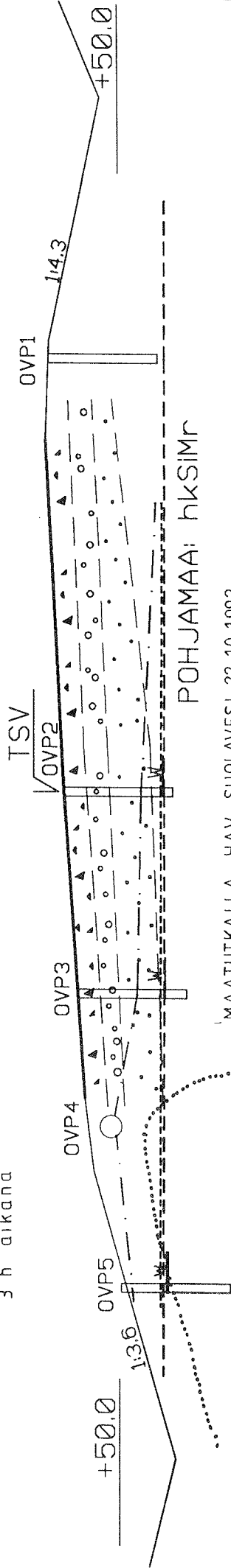
KERROS	KERROS-PAKSUUS(cm)	A , B , C , D	MAALAJI
KANTAVA			
JAKAVA	30	6.5 35.6 44.7 45	SrM
ERISTYS	10...40	2.3 93.8 95.7 0.8	keHk
POHJAMAA		1.4 98.8 99.7 0.8	keHk

a=läpdisy-% #0,074mm seutalla
 b=läpdisy-% #2,0mm seutalla
 c=läpdisy-% #4,0mm seutalla
 d=max.raekoko=90 läp.-%a
 vastaava raekoko mm

VEDENSYÖTTÖKOE MK 1:50 PL 11800 (MT 8331), Cs1

OVP ~~21.10.92~~ ENNEN KOETTA
 OVP 21.10.92 KOKEEN AIKANA
 OVP 22.10.92 KOKEEN JÄLKEEN

Vettä syötetty 1 m³
 3 h aikana

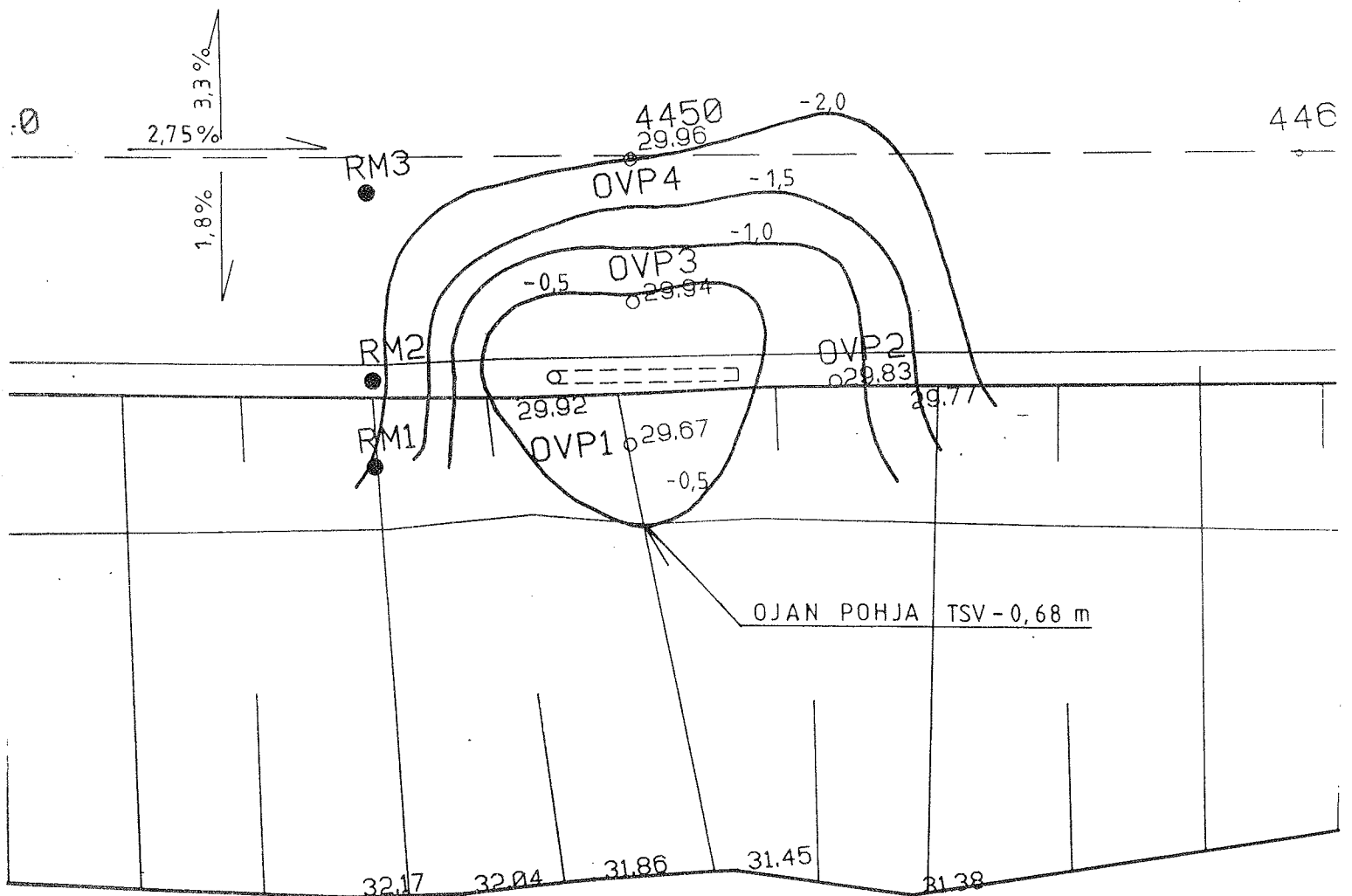
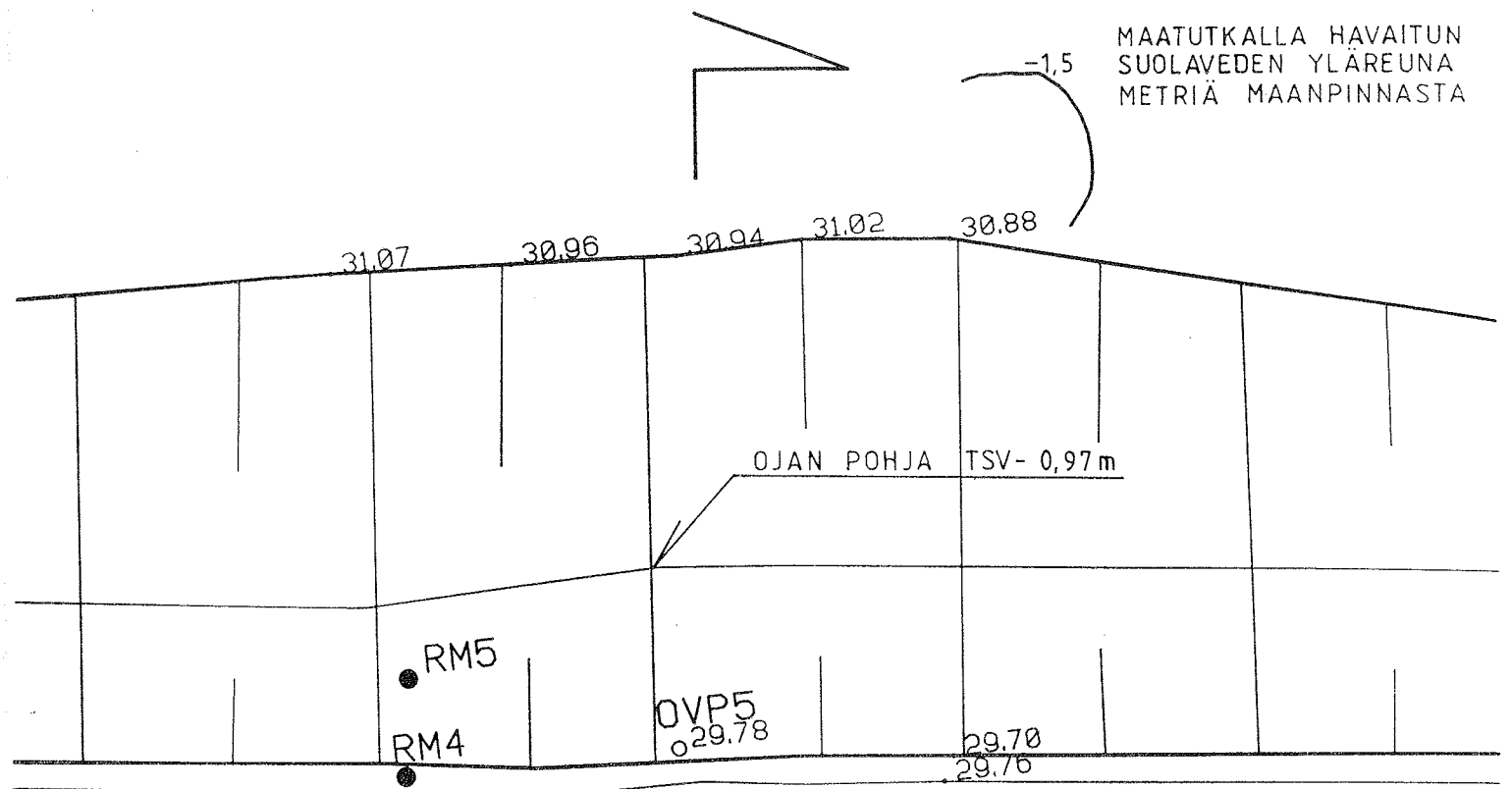


KERROS	KERROS- PAKSUUS(cm)	A, B, C, D	MAALAJI
KANTAVA	17	6.2 27.6 35.3 45	SrM
JAKAVA	20	10.9 33.1 39.0 45	hkSrMr
ERISTYS	20...40	0.5 91.3 99.5 0.6	keHk
POHJAMAA		51.5 93.0 95.1 1	hkSiMr

a=löppäisy-% #0,074mm seulalla
 b=löppäisy-% #2,0mm seulalla
 c=löppäisy-% #4,0mm seulalla
 d=max.raekoko=90 löp.-%:ia
 vastaava raekoko mm

MERKINNÄN SELITYS:

MAATUTKALLA HAVAITUN
SUOLAVEDEN YLÄREUNA
METRIÄ MAANPINNASTA

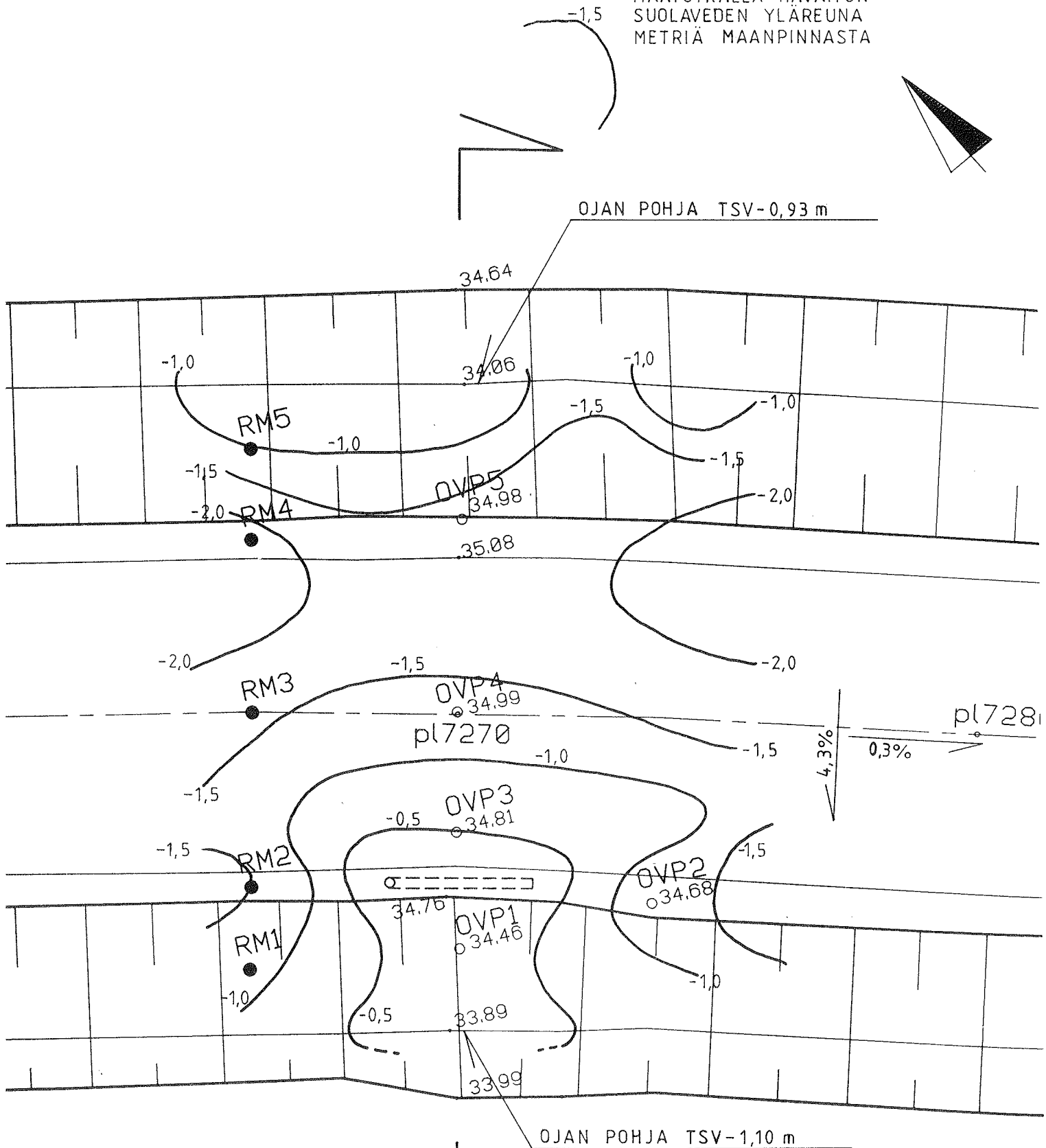
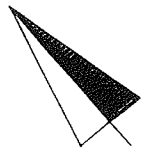


KUVA 6

PL 4450 (MT 8331)
Ah1, MK 1:100
MAATUTKAMITTAUS 22.10.1992

MERKINNÄN SELITYS:

MAATUTKALLA HAVAITUN
SUOLAVEDEN YLÄREUNA
METRIÄ MAANPINNASTA



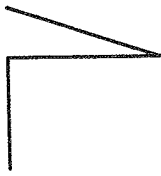
KUVA 7

PL 7270 (MT 8331)
Ah 2, MK 1:100

MAATUTKAMITTAUS 22.10.1992

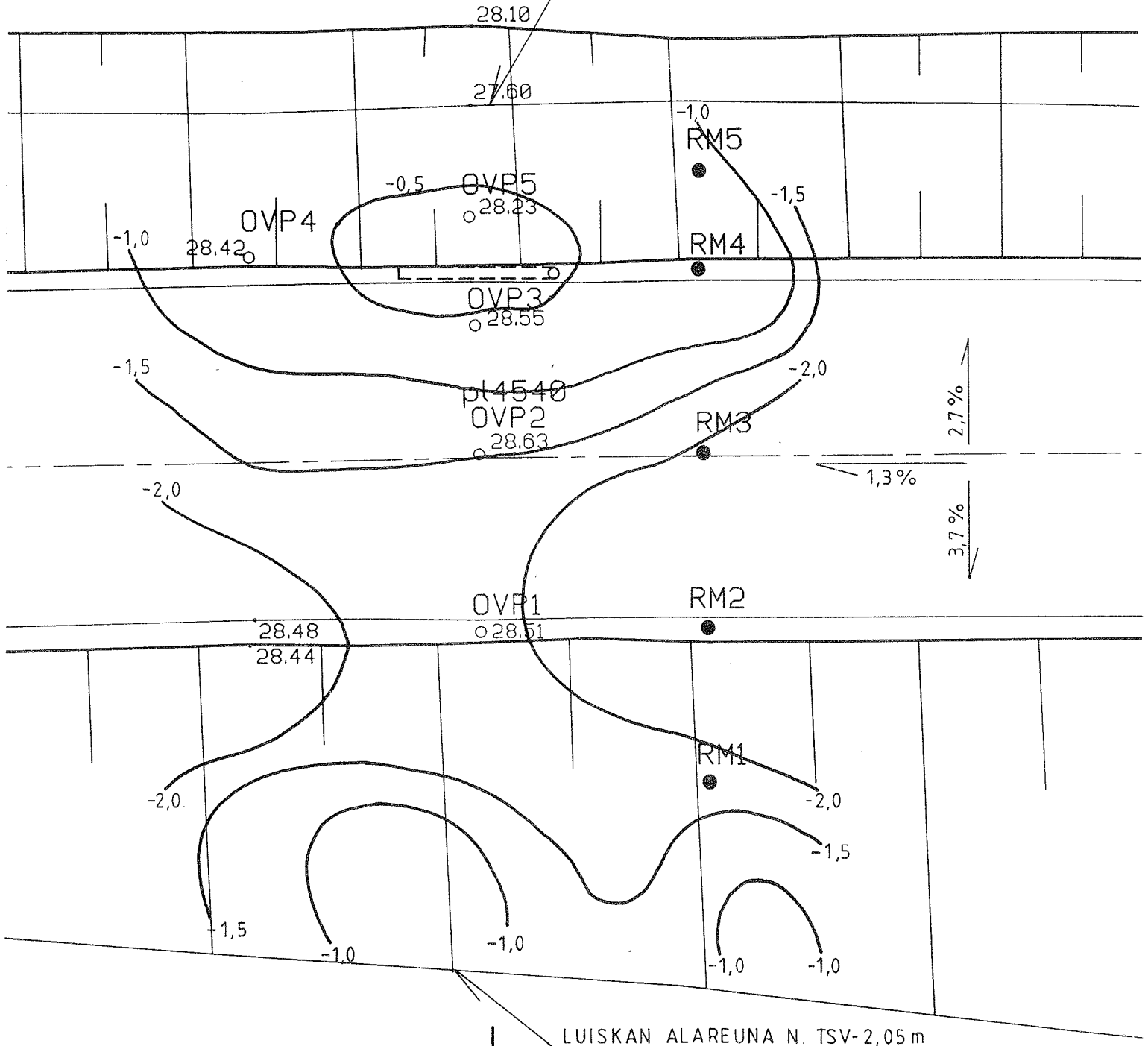
MERKINNÄN SELITYS:

MAATUTKALLA HAVAITUN
SUOLAVEDEN YLÄREUNA
METRIÄ MAANPINNASTA



W +27.39 15.10.92
29.14

OJAN POHJA TSV -1,03 m



SANGINJOKI

LUISKAN ALAREUNA N. TSV -2,05 m

KUVA 8

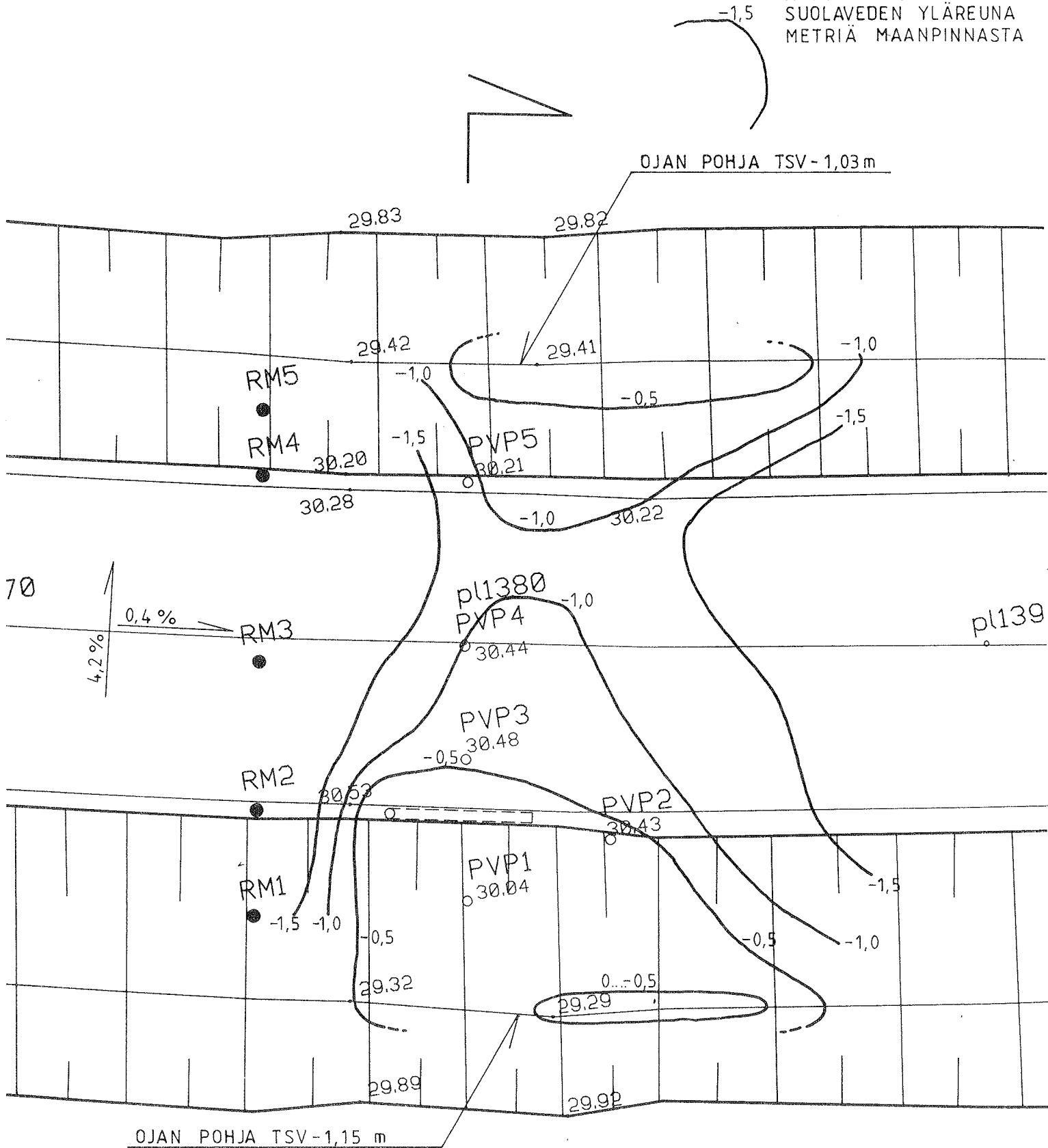
Bs 2, MK 1:100

PL 4540 (MT 8331)

MAATUTKAMITTAUS 22.10.199:

MERKINNÄN SELITYS:

MAATUTKALLA HAVAITUN
SUOLAVEDEN YLÄREUNA
METRIÄ MAANPINNASTA



70

OJAN POHJA TSV -1,15 m

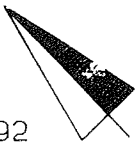
OJAN POHJA TSV -1,03 m

KUVA 9

PL 1380 (MT 8331)

Ch 1, MK 1:100

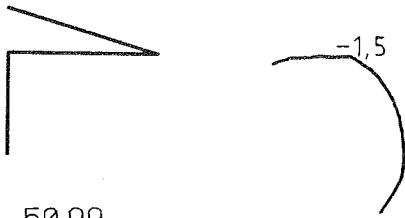
MAATUTKAMITTAUS 22.10.1992



MERKINNÄN SELITYS:

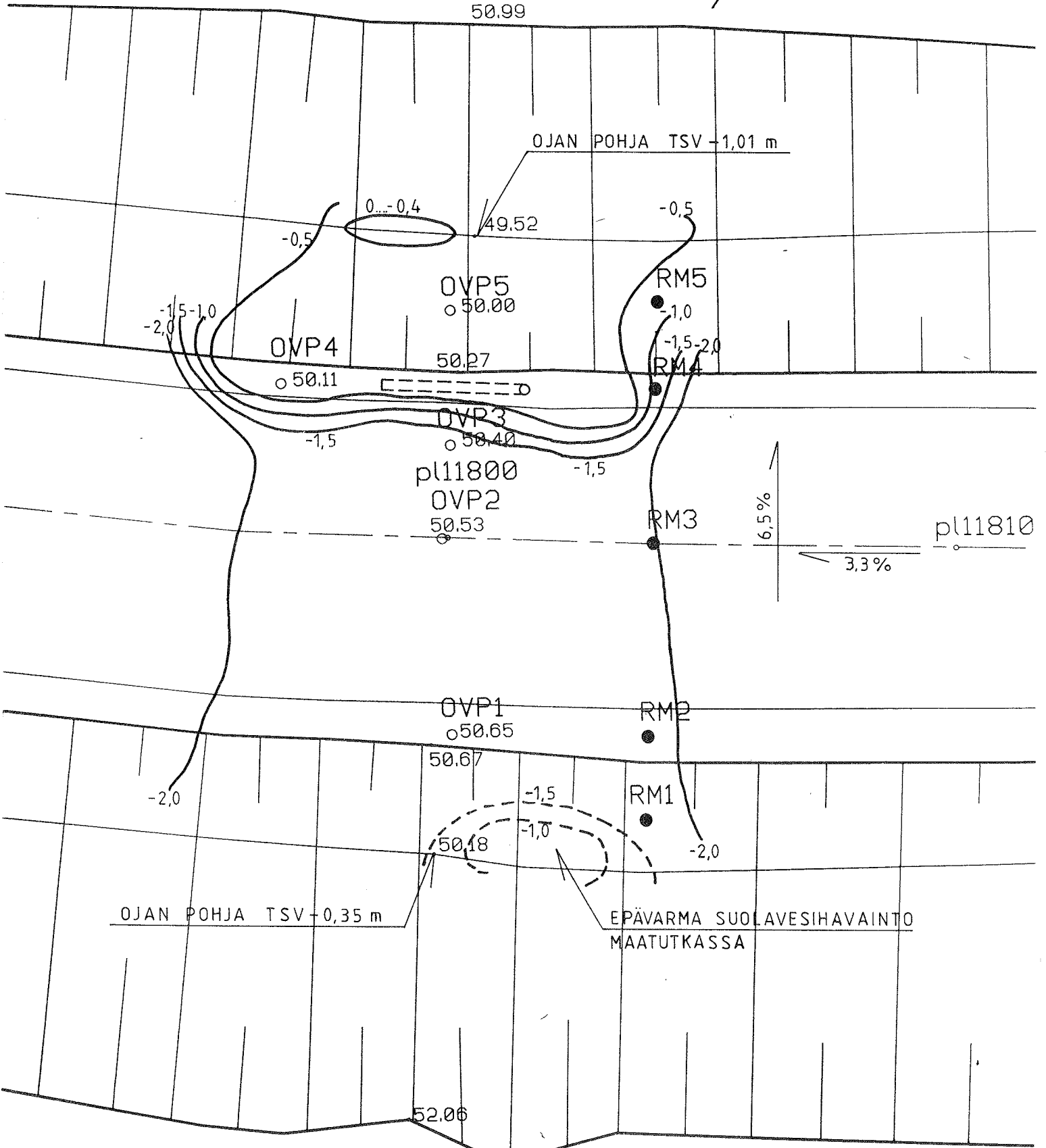
MAATUTKALLA HAVAITUN
SUOLAVEDEN YLÄREUNA
METRIÄ MAANPINNASTA

0.92



50.99

OJAN POHJA TSV -1,01 m



KUVA 10

52.24 PL 11800 (MT 8331)

Cs 1, MK 1:100

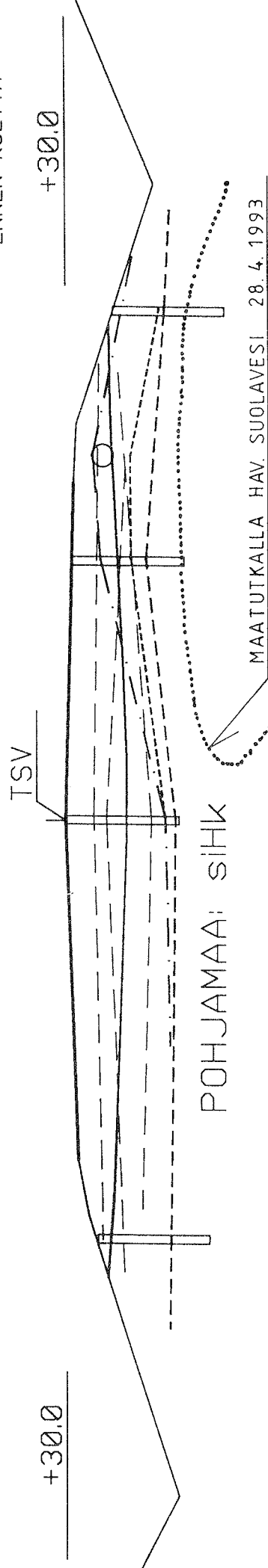
MAATUTKAMITTAUS 22,10,1992

VEDENSYÖTTÖKOE MK 1:50

PL 4450 (MT 8331), Ah1

Vettä syötetty 1.1m³
Yht. 3h 10min aikana

QVP ∇ 28.4 --- ENNEN KOETTA
 QVP ∇ 28.4 --- KOKEEN AIKANA
 QVP ∇ 29.4 - - - KOKEEN JÄLKEEN
 ∇ 28.4 _____ ROUDAN YLÄPINTA
 ENNEN KOETTA



POHJAMAA: sihk

KERROS	KERROS-PAKSUUS(cm)	A , B , C , D	MAALAJI
KANTAVA	20	3.7 16.5 21.9 45	SrM
JAKAVA	10...25	3.5 26.0 35.7 45	kiSr
ERISTYS	~30...40	3.8 82.5 89.2 5.8	kaHk
POHJAMAA		38.2 91.2 93.3 1.8	siHk

a=löpdisy-% #0,074mm seulalla
 b=löpdisy-% #2,0mm seulalla
 c=löpdisy-% #4,0mm seulalla
 d=max.raekoko=90 löp.-%:a
 vastaava raekoko mm

VEDENSYÖTTÖKOE MK 1:50

PL 7270 (MT 8331), Ah2

WETTÄ SYÖTETTY 0.5 m3
YHT. 2h 15min AIKANA

OVP ∇ 29.4 --- ENNEN KOETTA
OVP ∇ 29.4 --- KOKEEN AIKANA
OVP ∇ 30.4 --- KOKEEN JÄLKEEN
---29.4 --- ROUDAN YLÄPINTA
ENNEN KOETTA

UUDET RAKENNEKERROKSET

TSV

+35.0

OVP5

OVP4

OVP3

OVP2

OVP1

POHJAMAA: hHk

∇ W +33.58

2010.93

∇ W +32.99 2010.1992

(SYÖTTÖVESI SULATTI ROUTAA TIEPOHJASTA I)

MAATUTKALLA HAV. SUOLAVESI 22.10.1992

KERROS	KERROS- PAKSUUS(cm)	A	B	C	D	MAALAJI
KANTAVA	13...20	5.0	21.1	27.6	56	SrM
JAKAVA	10...15	2.9	16.1	22.3	45	kaSr
ERISTYS	10...20	7.4	78.5	84.2	8	kaHk
POHJAMAA		6.9	96.9	98.3	0.8	kaHk

a=läpdisy-% #0,074mm seutalla
b=läpdisy-% #2,0mm seutalla
c=läpdisy-% #4,0mm seutalla
d=max.raekoko=90 läp.-%ia
vastaava raekoko mm

VEDENSYÖTTÖKOE MK 1:50

PL 23500 (MT 851), Bh2

Vettä syötetty 2.0m³
1h 50 min aikana

VANHAT RAKENNEMASSAT

+45.0

OVP. ∇ 29.4 ----- ENNEN KOETTA

OVP. ∇ 29.4 _____ KOKEEN AIKANA

OVP. ∇ 30.4 ----- KOKEEN JÄLKEEN

∇ 29.4 _____ ROUDAN YLÄPINTA
ENNEN KOETTA

+45.0

TSV

POHJAMAAN: HkMr

MAATUTKALLA HAV. SUOLAVESI 4.5.1993

W=+42.71 27.10.1992

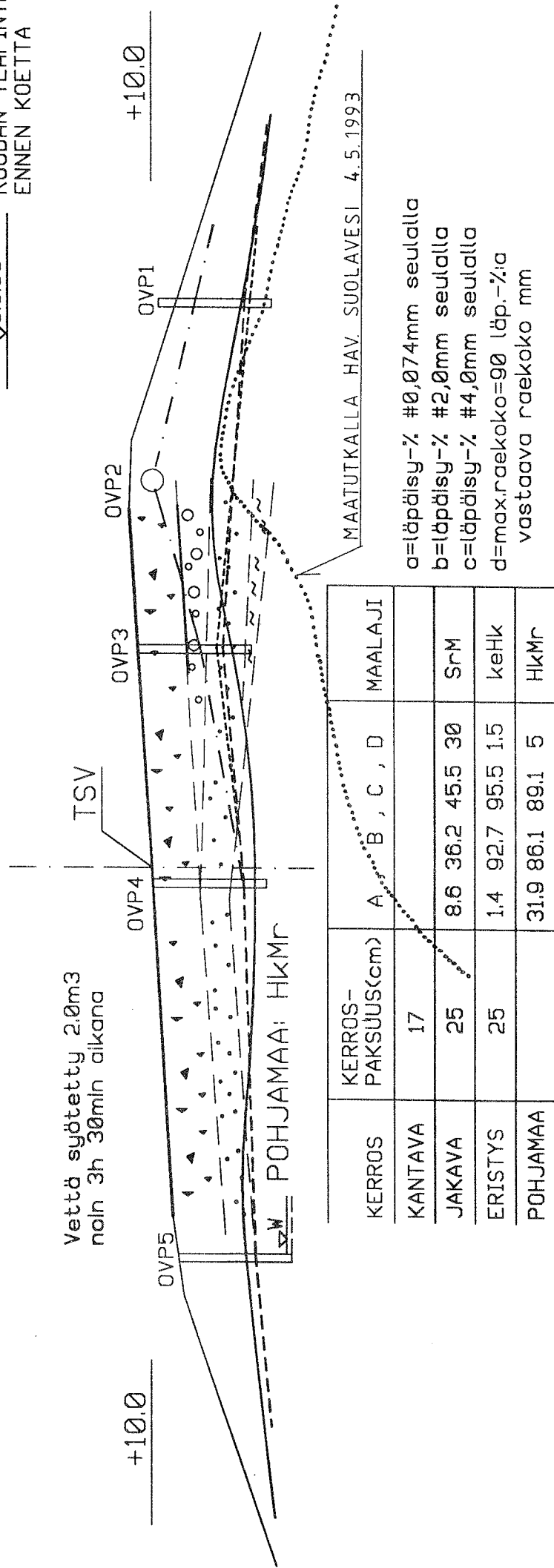
W=+42.96 27.10.1992

KERROS	KERROS- PAKSUUS(cm)	A, B, C, D	MAALAJI
KANTAVA	15	3.2, 22.2, 27.2, 45	SrM
(vanha rakenne) JAKAVA	15	14.9, 34.9, 41.8, 35	SrM
ERISTYS	35	0.6, 98.5, 99.1, 0.9	keHk
POHJAMAAN		27.1, 89.4, 91.8, 3	HkMr

a=löpäisy-% #0,074mm seulalla
b=löpäisy-% #2,0mm seulalla
c=löpäisy-% #4,0mm seulalla
d=max.raekoko=90 löp.-%ia
vastaava raekoko mm

VEDENSYÖTTÖKOE MK 1:50 PL 17500 (MT 851), Bh3

OVP ∇ 3.5.93 --- ENNEN KOETTA
 OVP ∇ 3.5.93 . - KOKEEN AIKANA
 OVP ∇ 4.5.93 ---- KOKEEN JÄLKEEN
 ∇ 3.5.93 _____ ROUDAN YLÄPINTA
 ENNEN KOETTA



VEDENSYÖTTÖKOE MK 1:50

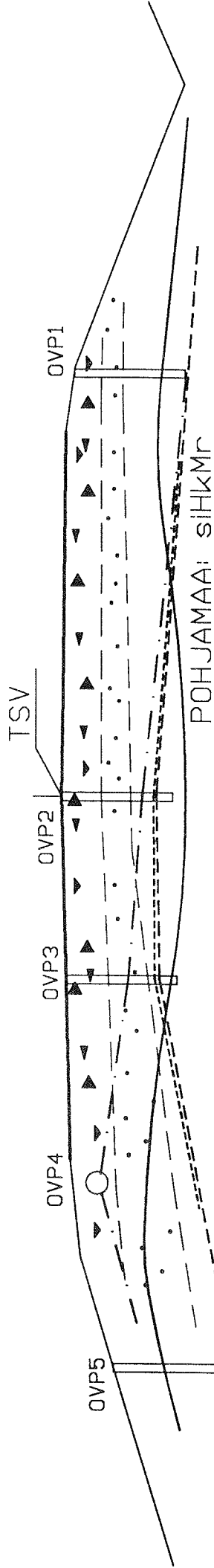
PL 15200 (MT 851), Bs1

OVP ∇ 3.5.93 --- ENNEN KOETTA
 OVP ∇ 3.5.93 . - KOKEEN AIKANA
 OVP ∇ 4.5.93 - - - - - KOKEEN JÄLKEEN
 ∇ 3.5.93 _____ ROUDAN YLÄPINTA
 ENNEN KOETTA

+45.0

Vettä syötetty 2.0m³
 3h 30min aikana

+45.0



KERROS-	KERROS-	A , B , C , D	MAALAJI
KANTAVA	PAKSUUS(cm)		
KANTAVA	25...30		
JAKAVA	25...30	5.4 23.6 30.6 45	SrM
ERISTYS	20...50	0.5 98.7 98.8 0.7	keHk
POHJAMAA		37.6 92.6 95.9 1.5	siHkMr

a=löpäisy-% #0,074mm seulalla
 b=löpäisy-% #2,0mm seulalla
 c=löpäisy-% #4,0mm seulalla
 d=max.raekoko=90 löp.-%ia
 vastaava raekoko mm

MAATUTKALLA HAV. SUOLAVESI 4.5.1993

VEDENSYÖTTÖKOE MK 1:50

PL 12820 (MT 833), Cs2

OVP ∇ 29.4.93 --- ENNEN KOETTA

OVP ∇ 29.4.93 --- KOKEEN AIKANA

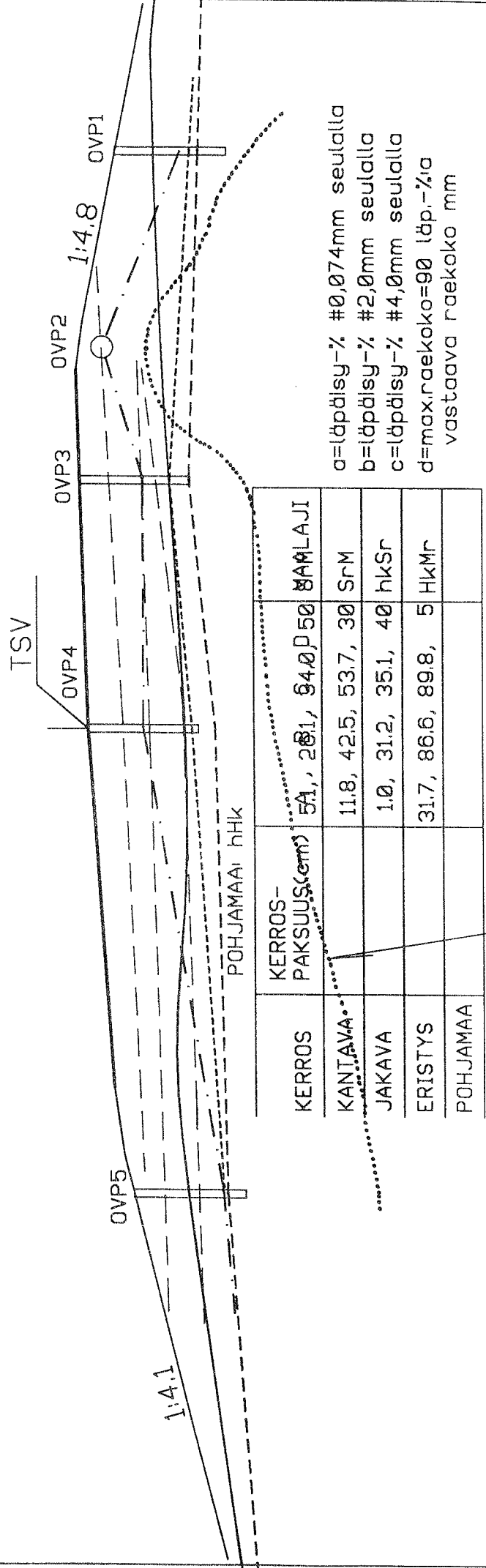
OVP ∇ 30.4.93 --- KOKEEN JÄLKEEN

∇ 29.4.93 --- ROUDAN YLÄPINTA
ENNEN KOETTA

+50.0

Vettä syötetty 1.0m³
1 h 50 min aikana

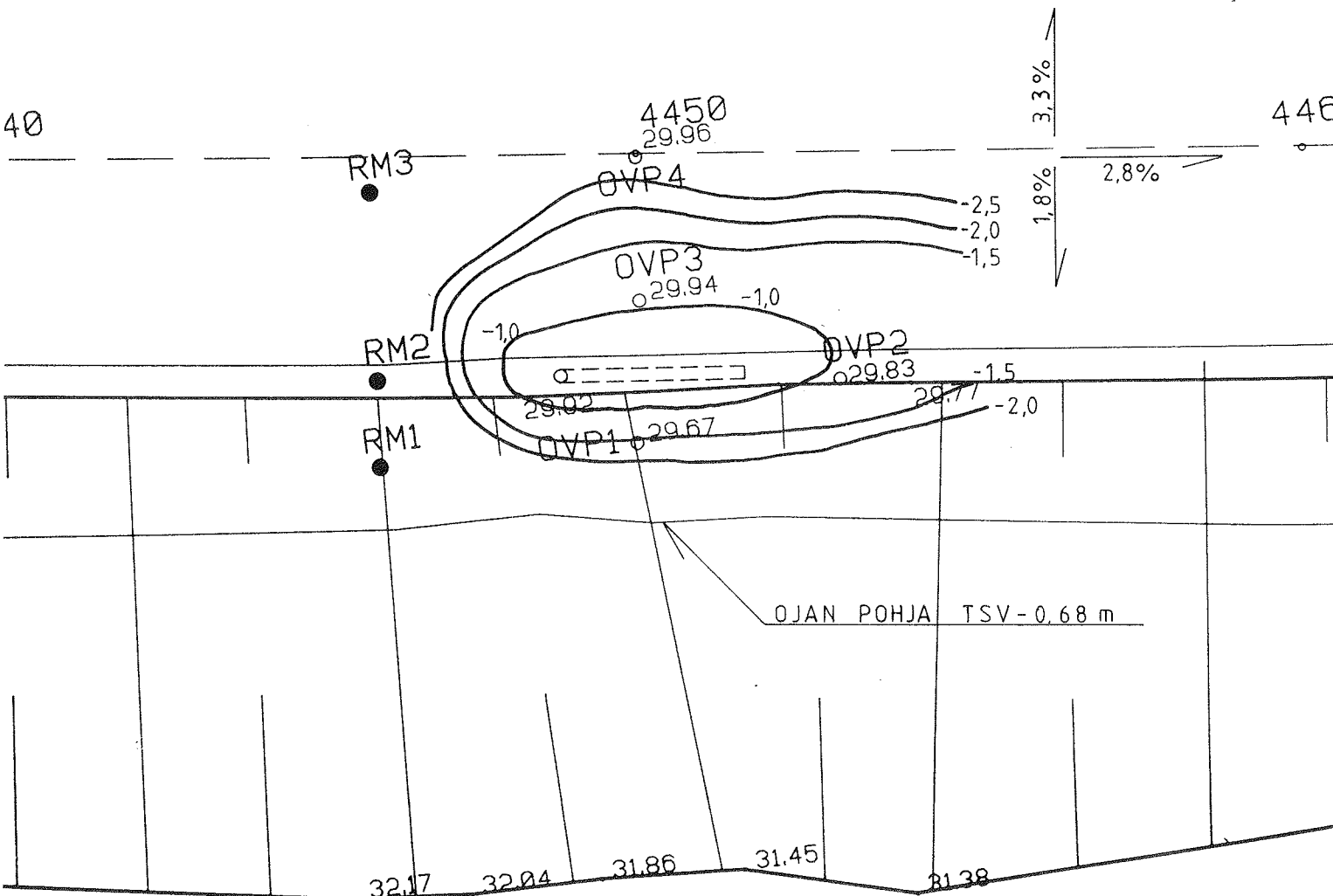
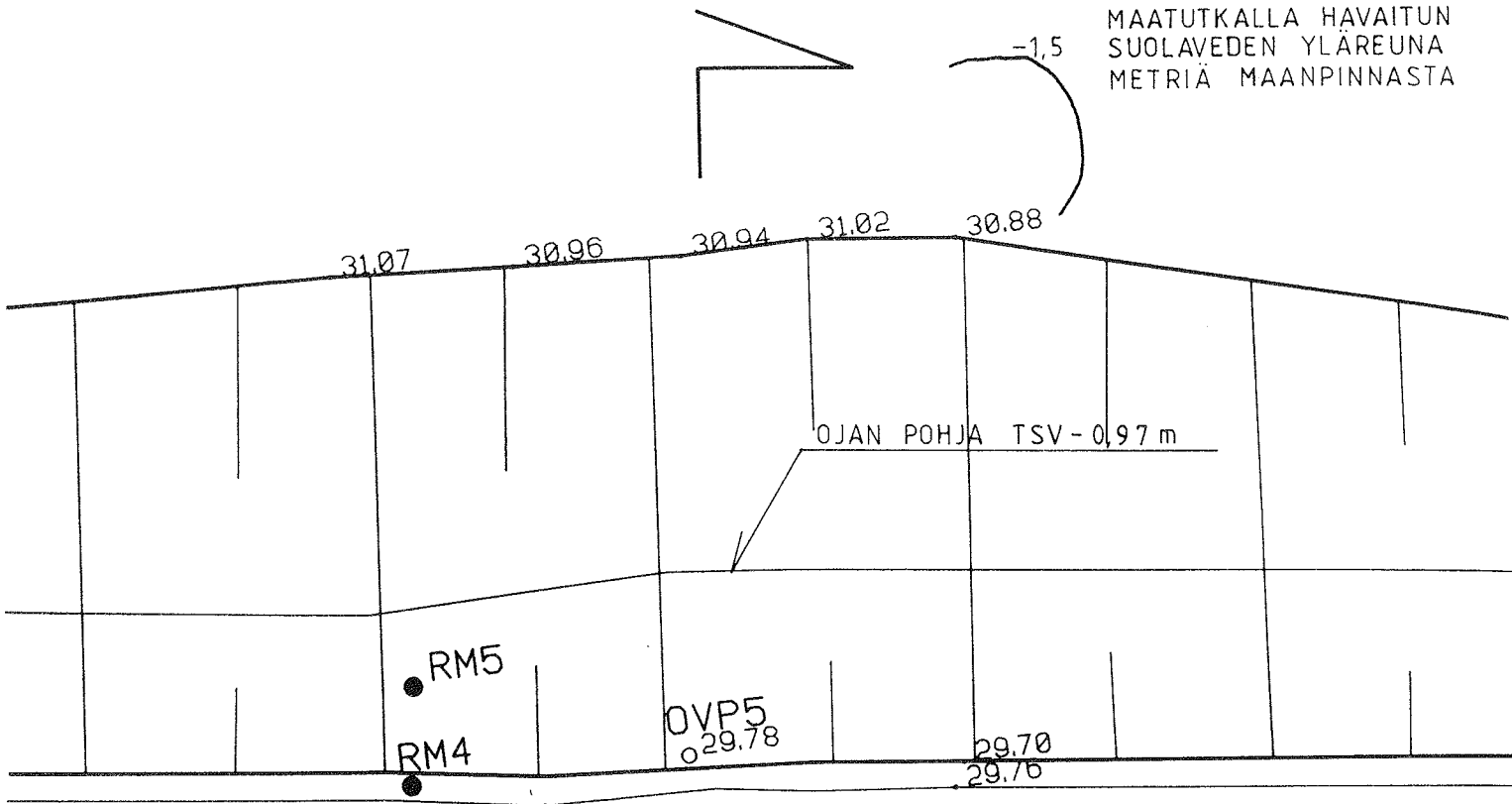
+50.0



MAATUTKALLA HAV. SUOLAVESI 29.4.1993

MERKINNÄN SELITYS:

MAATUTKALLA HAVAITUN
SUOLAVEDEN YLÄREUNA
METRIÄ MAANPINNASTA



KUVA 17

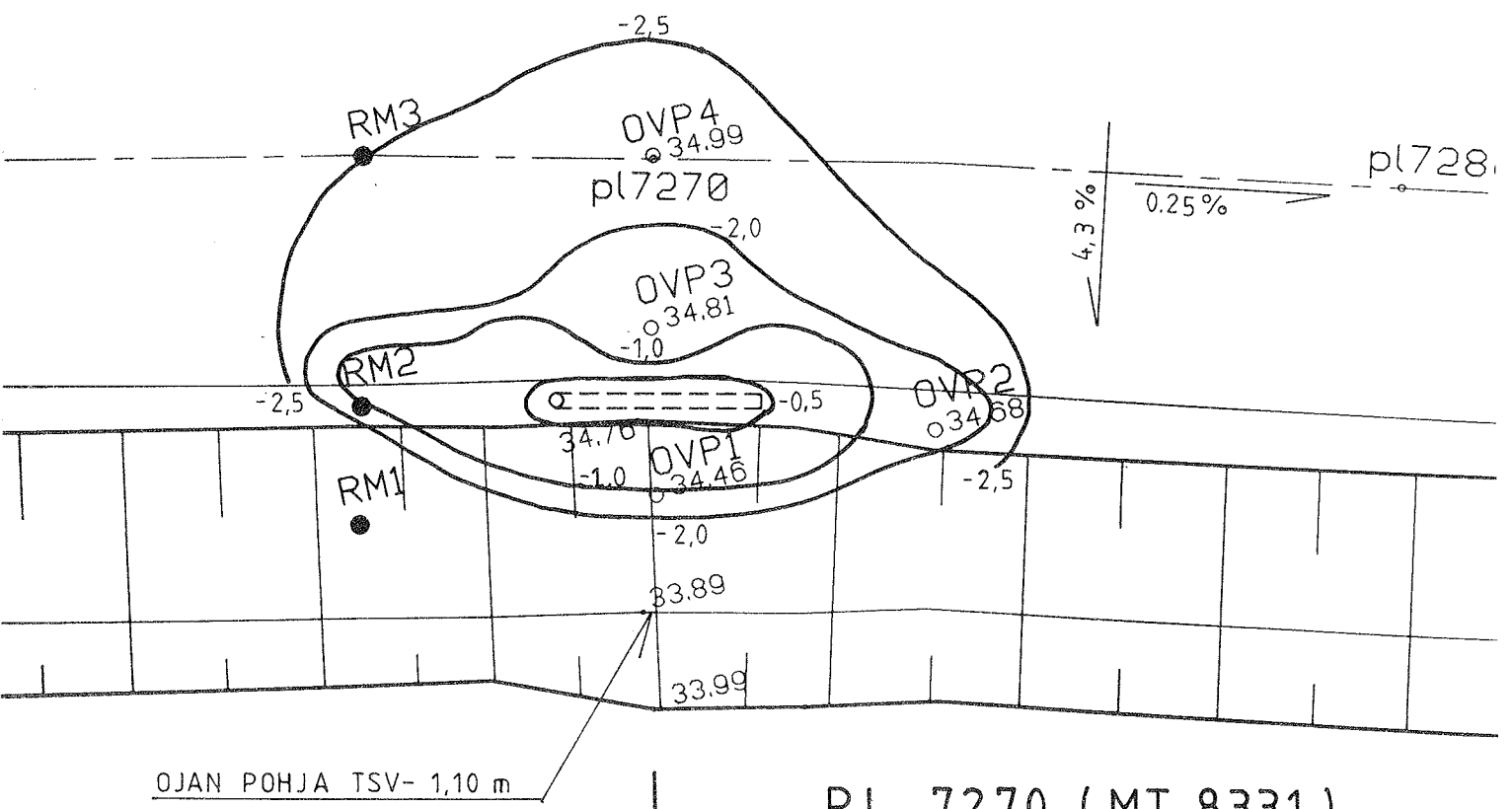
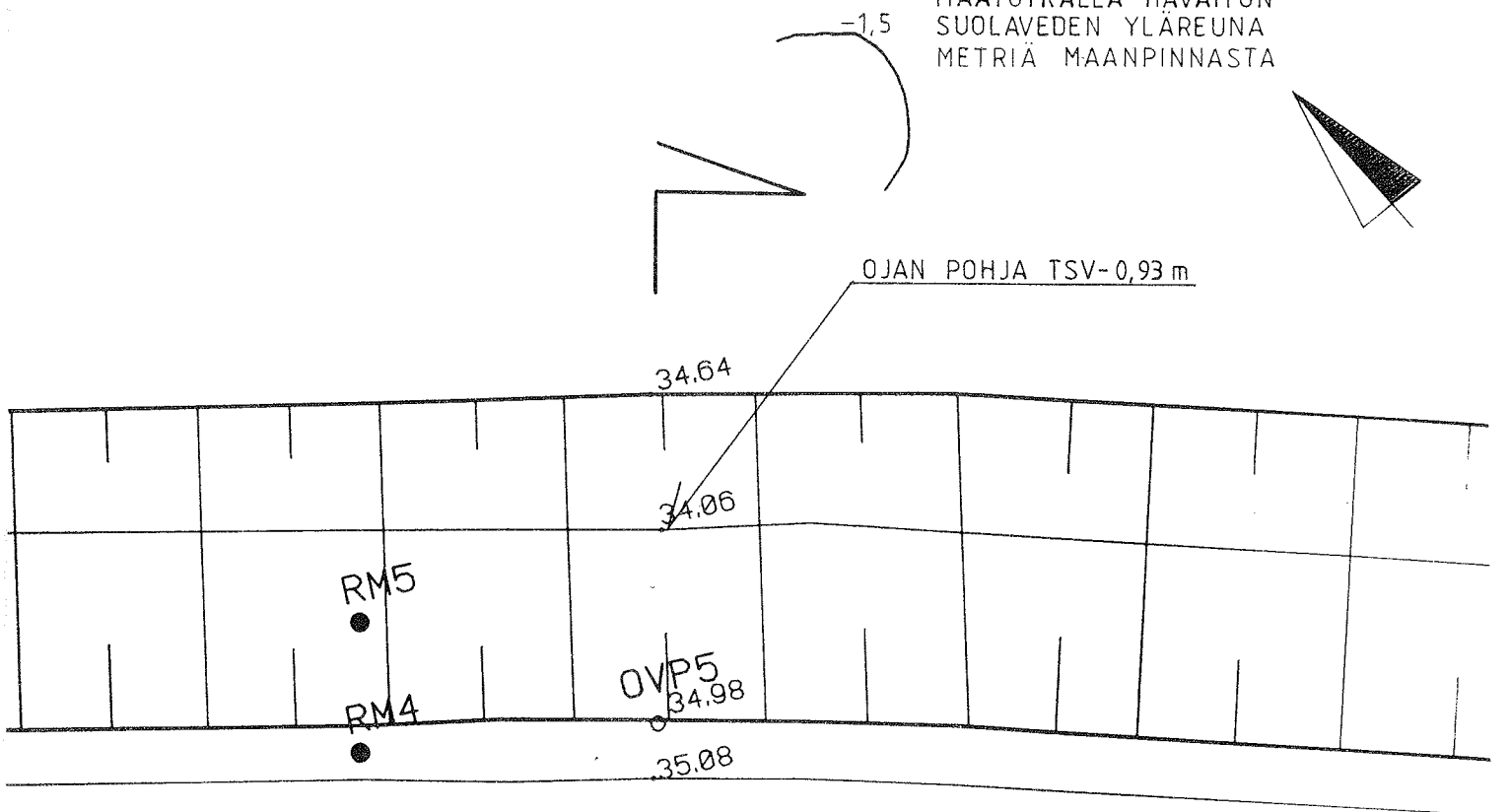
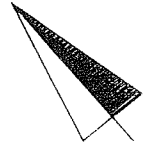
PL 4450 (MT 8331)

Ah 1, MK 1:100

MAATUTKAMITTAUS 28,4,1993

MERKINNÄN SELITYS:

MAATUTKALLA HAVAITUN
SUOLAVEDEN YLÄREUNA
METRIÄ MAANPINNASTA



'KUVA 18

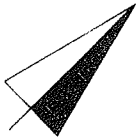
PL 7270 (MT 8331)

Ah 2, MT 1:100

MAATUTKAMITTAUS 28,4,1993

MERKINNÄN SELITYS:

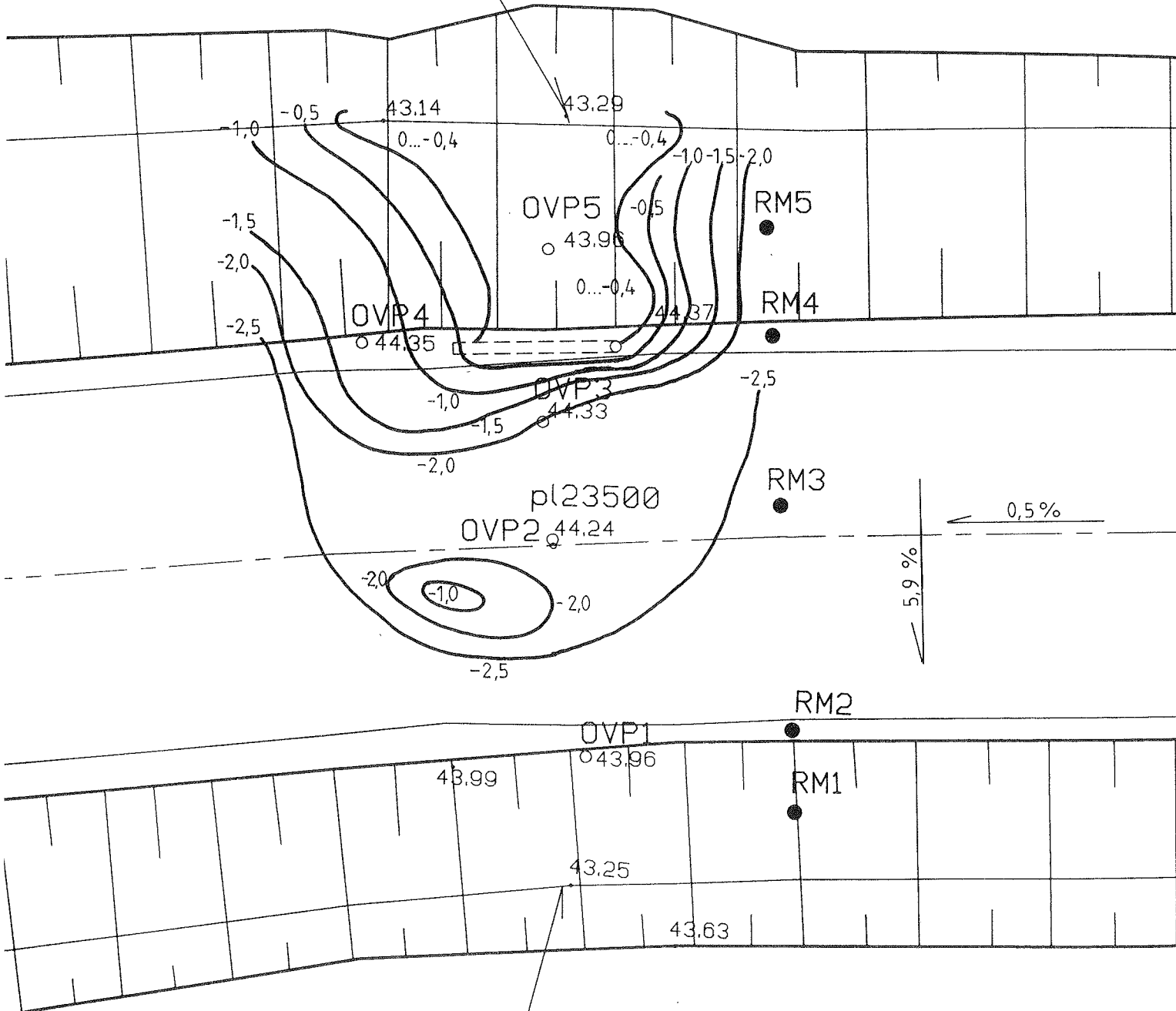
MAATUTKALLA HAVAITUN
SUOLAVEDEN YLÄREUNA
METRIÄ MAANPINNASTA



43.67

-1,5

OJAN POHJA TSV-0,95 m



OJAN POHJA TSV-0,99 m

KUVA 19

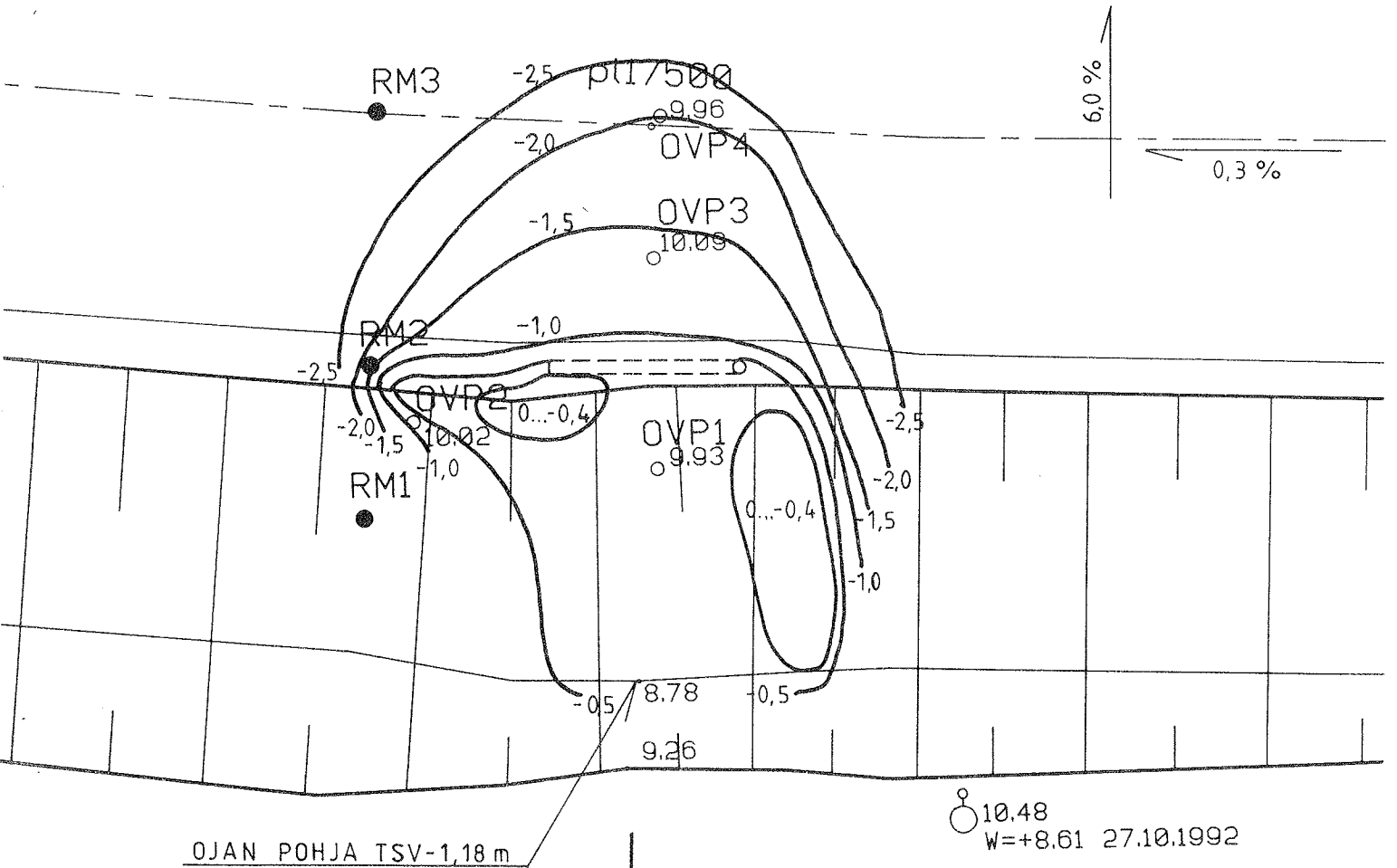
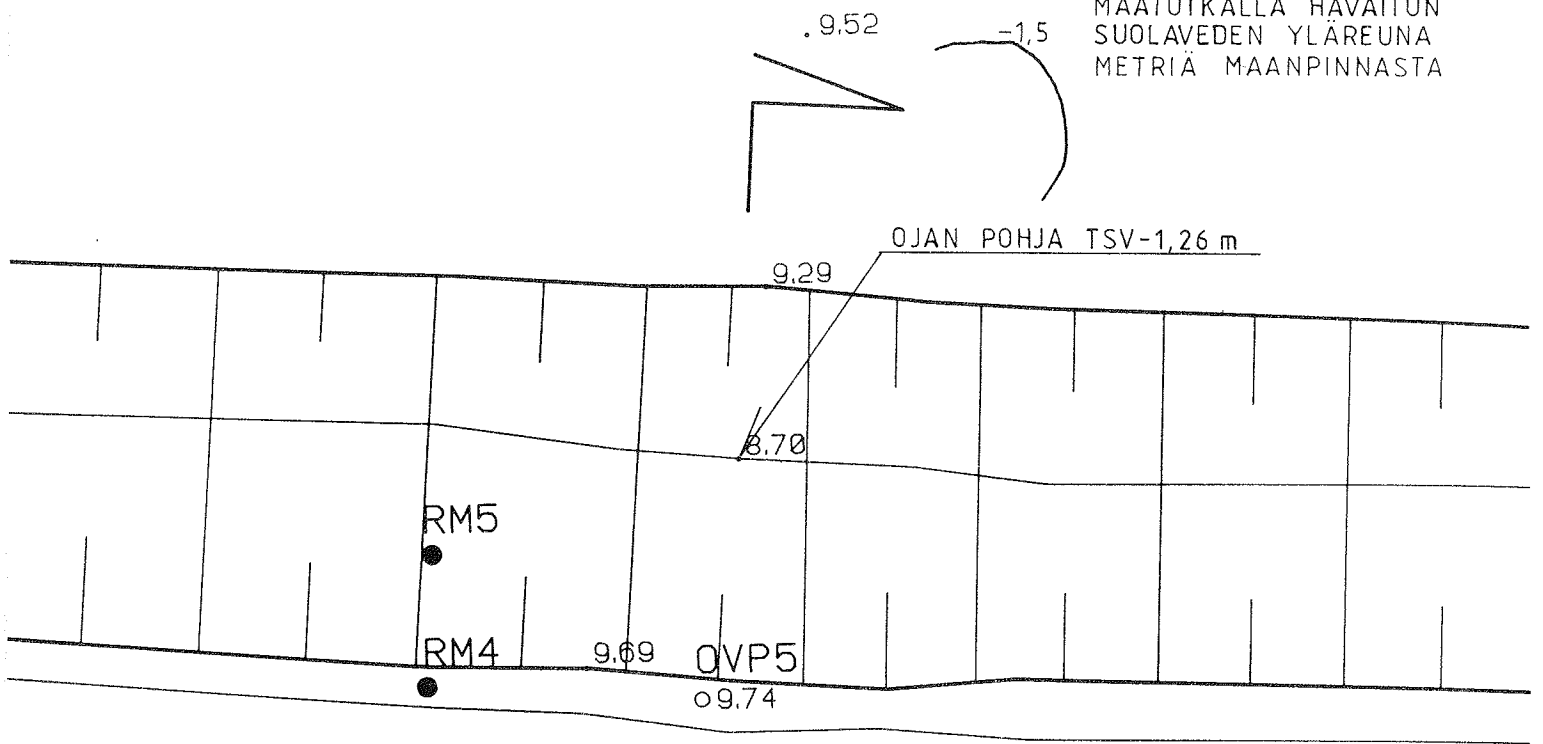
Bh 2, MK 1:100

PL 23500 (MT 851)

MAATUTKAMITTAUS 4,5,1993

MERKINNÄN SELITYS:

MAATUTKALLA HAVAITUN
SUOLAVEDEN YLÄREUNA
METRIÄ MAANPINNASTA



KUVA 20

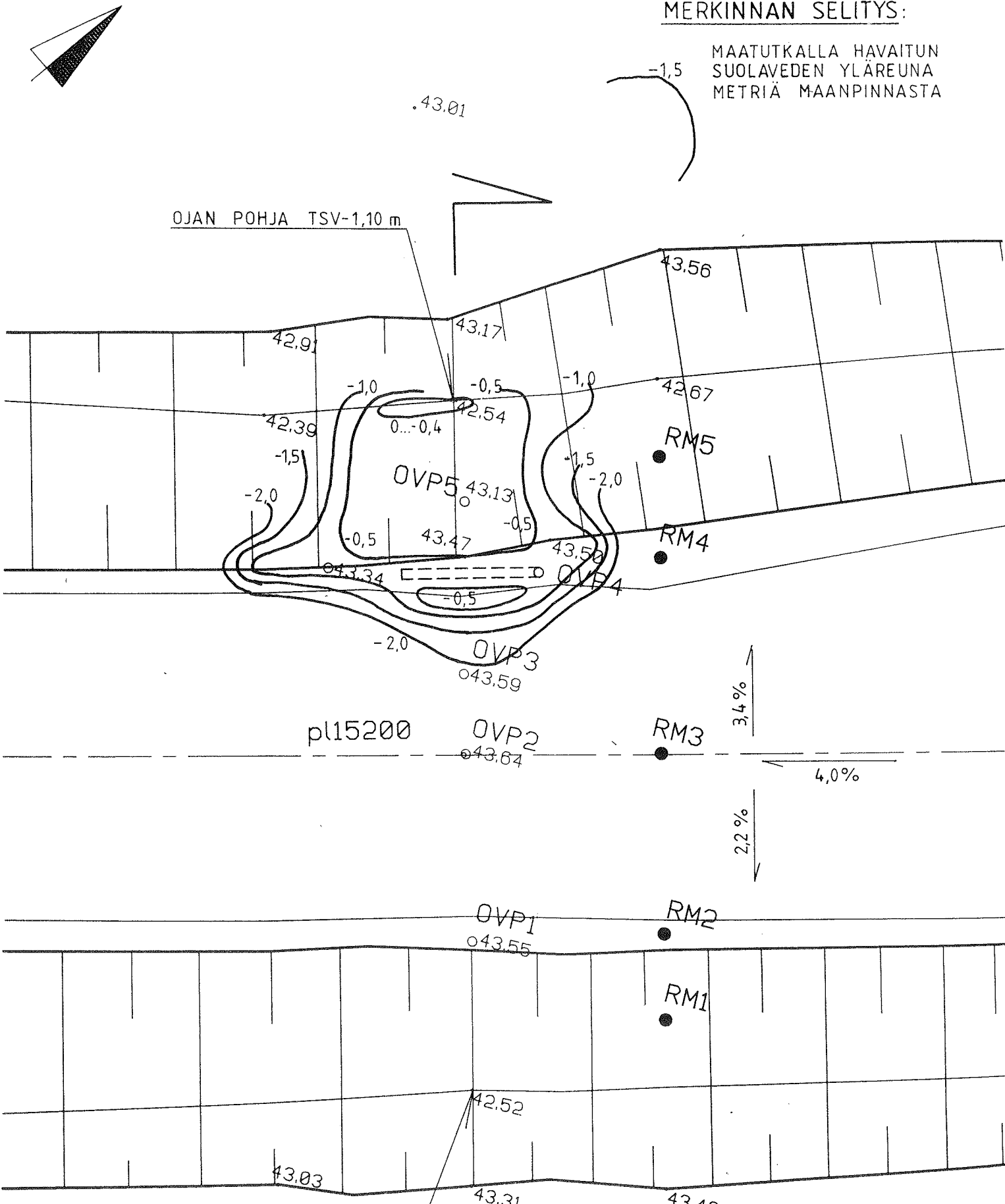
PL 17500 (MT 851)

Bh 3, MK 1:100

MAATUTKAMITTAUS 4,5,1993

MERKINNÄN SELITYS:

MAATUTKALLA HAVAITUN
SUOLAVEDEN YLÄREUNA
METRIÄ MAANPINNASTA



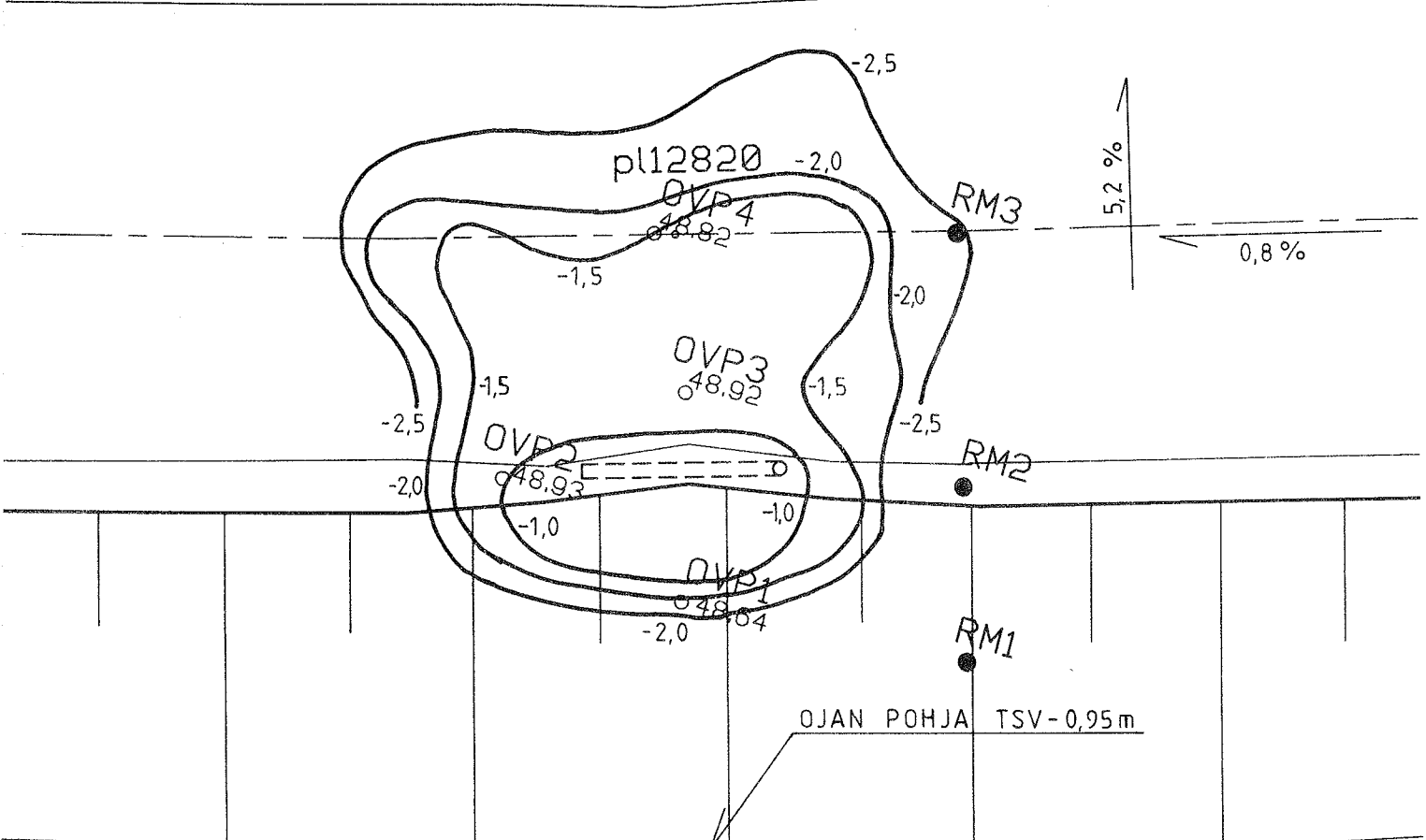
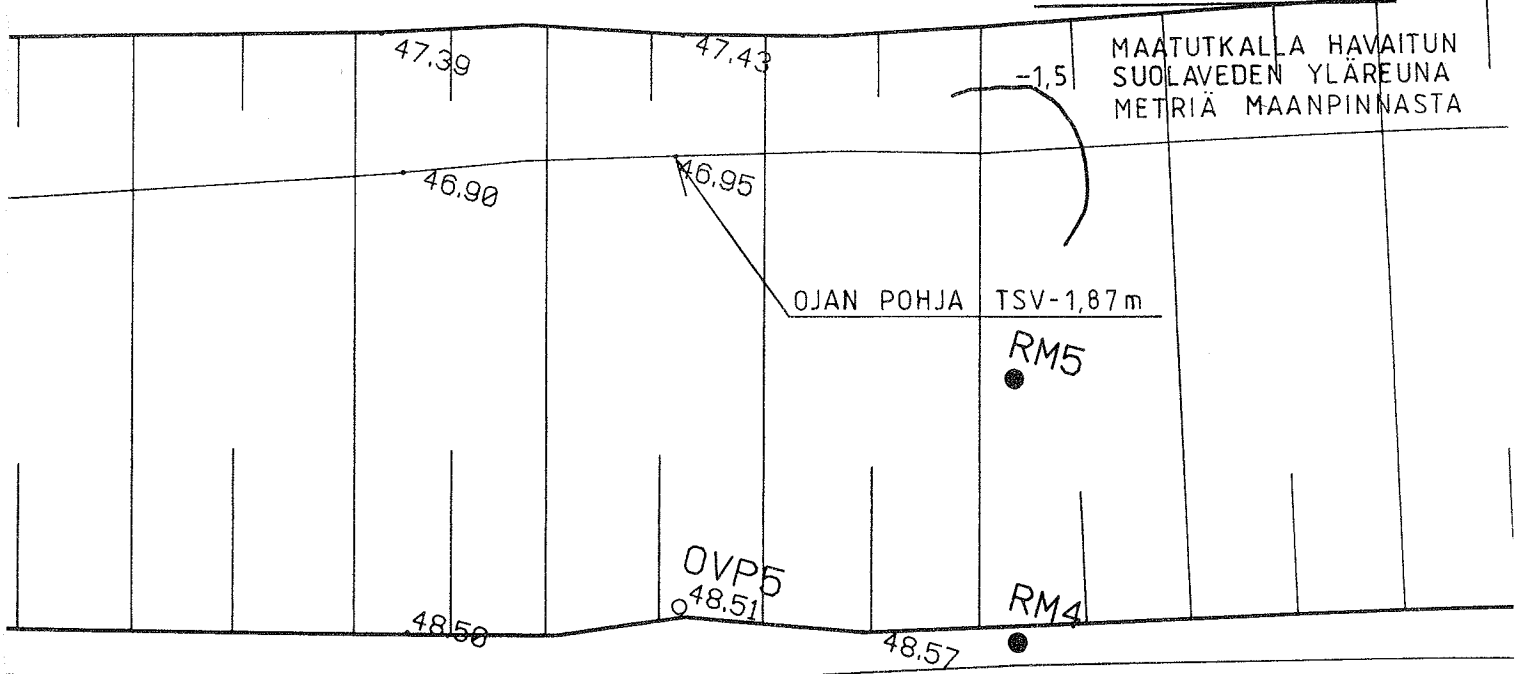
OJAN POHJA TSV-1,12 m

KUVA 21

PL 15200 (MT 851)
Bs 1, MK 1:100
MAATUTKAMITTAUS 4,5,1993

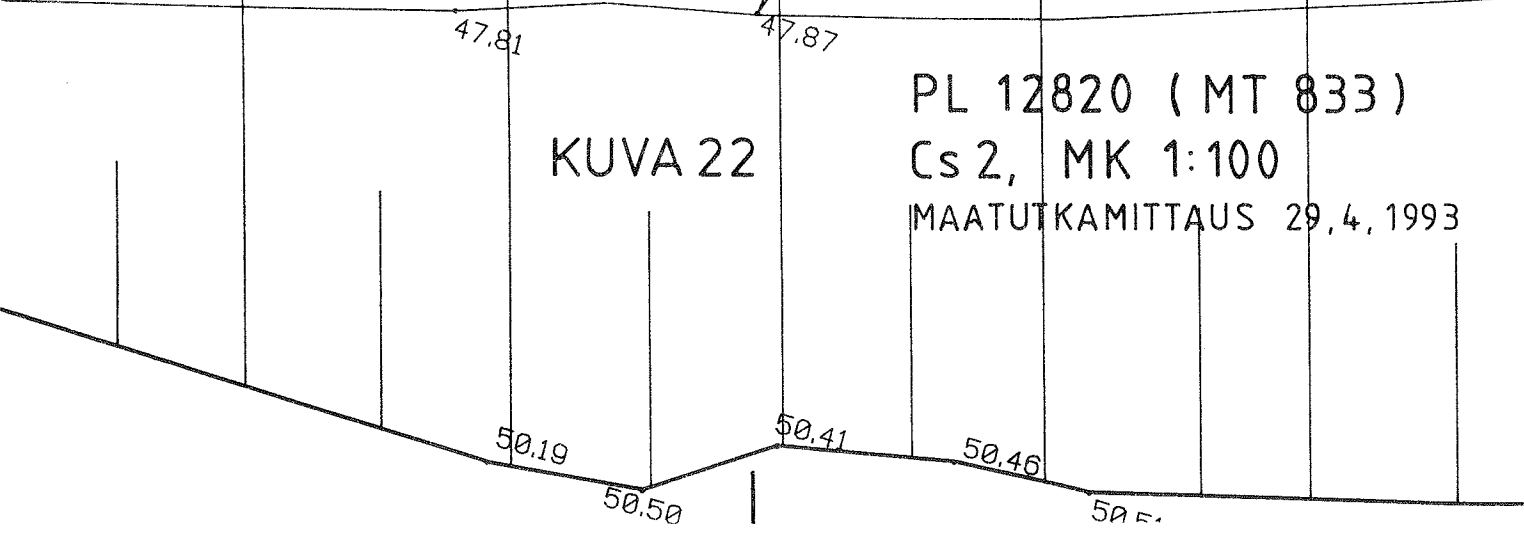
MERKINNÄN SELITYS:

MAATUTKALLA HAVAITUN
SUOLAVEDEN YLÄREUNA
METRIÄ MAANPINNASTA



KUVA 22

PL 12820 (MT 833)
Cs 2, MK 1:100
MAATUTKAMITTAUS 29,4,1993



Tielaitos, kehittämiskeskus

28.10.1993

Routavaurio- ja kuivatustutkimus

Kuivatustutkimus osa II

sekä roudan syvyyshavainnot talvella -92...-93

**B. ROUDAN SYVYYSHAVAINNOT TALVELLA -92...-93 SEKÄ
ROUDAN SYVYYDEN JA POIKKILEIKKAUKSEN VAIKUTUS
ROUTANOUSUUN**

TIELAITOS, Kehittämiskeskus

Routavaurio- ja kuivatustutkimus

KUIVATUSTUTKIMUS osa II
sekä roudan syvyyshavainnot talvella -92...-93

B. ROUDAN SYVYYSHAVAINNOT TALVELLA -92...-93 SEKÄ ROUDAN SYVYYDEN JA POIKKILEIKKAUKSEN VAIKUTUS ROUTANOUSUUN

1. TUTKIMUSKOHTEET JA MITTAUSTEN SUORITTAMINEN

Tämän tutkimuksen yhteydessä tehtiin roudan syvyys- ja roudanousumittauksia talvella 1992-1993 kohdassa A esitetyissä tutkimuskohteissa.

Tutkimuskohteet instrumentoitiin roudan syvyyden mittaamiseksi viidellä routamittarilla/kohde, jotka asennettiin poikkileikkaukseen molempiin luiskiin (2 kpl, l=1,2 m), ajoradan molempiin reunoihin (2 kpl, l=2,0 m) ja ajoradan keskelle (1 kpl, l=2,7 m).

Routamittarit olivat ns. Gandalin putkia, joissa läpinäkyvän putken sisällä oleva metyleenin sinisellä värjätty vesi muuttuu jäätyessään vaaleaksi sulan osan pysyessä tummansinisenä. Routamittarit asensi ja valmisti tielaitoksen Oulun piiri.

Routamittarit asennettiin suojaputkeen. Routamittarit suojattiin yläpäästään metalliputkella, jossa on kierteellä varustettu metallinen tulppa.

Roudan syvyys- ja roudanousumittauksia tehtiin seuraavasti:

- Kohteen kartoitus, poikkileikkauksen vaaitus sekä pohja vesipinnan mittaus syksyllä lokakuussa 1992 (lähtötilanne).
- Roudan syvyyden mittaus, roudanousun mittaus ja pohja vesipinnan mittaus talvella; helmikuun alussa ja maaliskuun alussa.
- Roudan syvyyden ja roudanousun mittaus huhtikuussa ja osassa kohteita myös toukokuun alussa maksimiarvojen saamiseksi. Samalla tehtiin orsivesipinnan mittaus ja pohjavesipinnan mittaus.

Tutkimuskohteet on esitetty taulukossa 1, kohta A, ja mitausten tulokset tutkimuskorteissa 1...12.

2. ROUDAN SYVYYS, POHJAVEDEN PINTA JA ORSIVESIPINTA

Keskitalvi -92...-93 oli säätilaltaan normaali, kuivahko pakkastalvi. Pakkasmäärä ja sademäärä on esitetty liitteenä olevassa kuvassa.

Kuvissa 1...11 on esitetty roudan syvyydet ja havaitut orsivesipinnat kohteittain.

Sanginsuu-Loppula -tiellä (Mt 8331) oli maksimi roudan syvyys noin 2,2 m, joka havaittiin hiekkakankaalla olevassa kohteessa pl 4450. Pienin routasyvyys havaittiin tutkimuskohteissa, joissa routa tunkeutui pohjavedenpinnan tasoon. Mm. kohteessa pl 4450 maksimiroutasyvyys oli noin 1,6 m.

Jakkukylä-Yli-Ii -tiellä (Mt 851) maksimiroutasyvyys havaittiin paalulla 15200 ja se oli noin 2,0 m.

Routaantuneen kerroksen alaraja oli kaikissa kohteissa kaukalomainen - roudan syvyys tien keskellä on pääsääntöisesti 1,4-...1,6-kertainen tien reunaan nähden. Luiskassa roudan syvyys sen sijaan oli 0,4 m...0,6 m.

Kolmessa kohteessa on selvästi havaittavissa tien keskellä kaukalomaisen roudan sulamisrajan 'patoamaa' sulavettä.

3. ROUDAN SYVYYDEN JA POIKKILEIKKAUKSEN VAIKUTUS ROUTANOUSUUN

Talven -92...-93 tutkimuskohteiden roudan syvyyden ja routanousun mittaustulokset sekä niistä lasketut routanoususuhteet, roudan syvyydet pohjamaassa, pohjamaan turpoamat ja turpoamasuhteet tien reunan ja tien keskikohdan välillä on esitetty oheisessa taulukossa 1. Tien oikea ja vasen reuna on käsitelty erikseen.

Taulukosta kootut tulokset eri tekijöiden suhteen on esitetty kuvissa 12...20.

Tien keskellä routa tunkeutui 0,4 m...0,8 m syvemmälle kuin reunassa. Käytännössä routa tunkeutui pohjamaassa 0,4 m...0,8 m syvemmälle, koska tierakenne oli tutkimuskoh-teissa lähes tasapaksu.

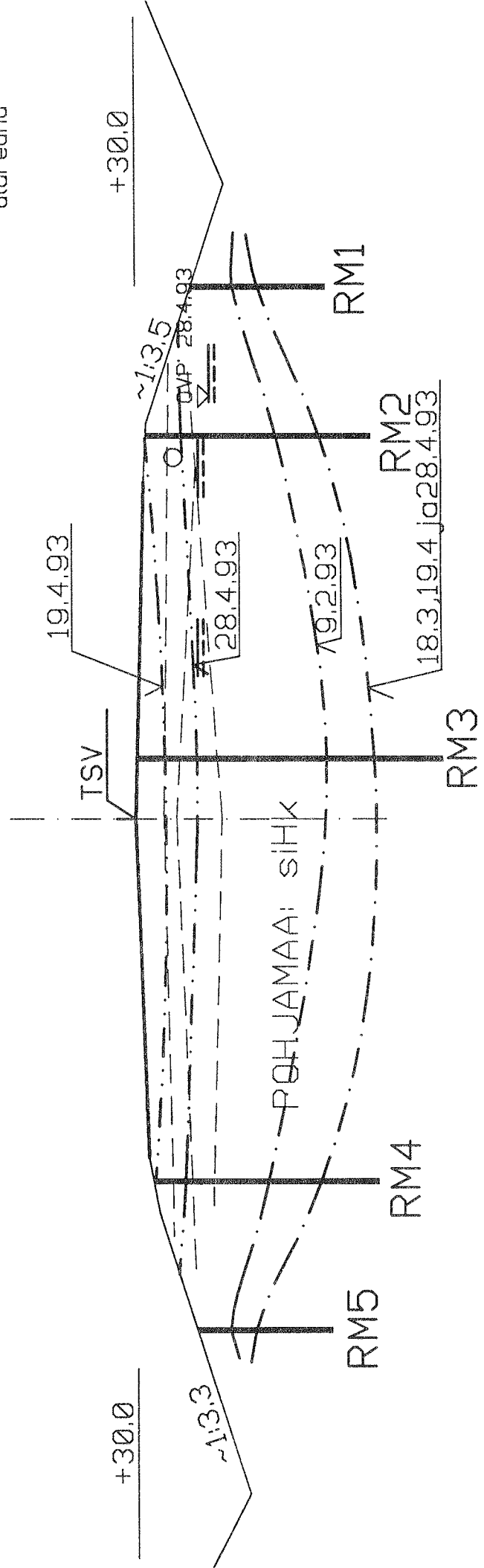
Tien reunassa pohjamaa turposi reunassa kuitenkin noin 2-kertaisesti verrattuna tien keskelle, mikä tasoittaa rou-tanousueroa ja on tierakenteen kannalta eduksi.

Luiskan loiveneminen näyttäisi osin tasoittavan rou-tanousueroa tien keskikohdan ja reunan välillä, vrt. kuvat 11 ja 12.

ROUDAN SYVYYSHAVAINNOT MK 1:50

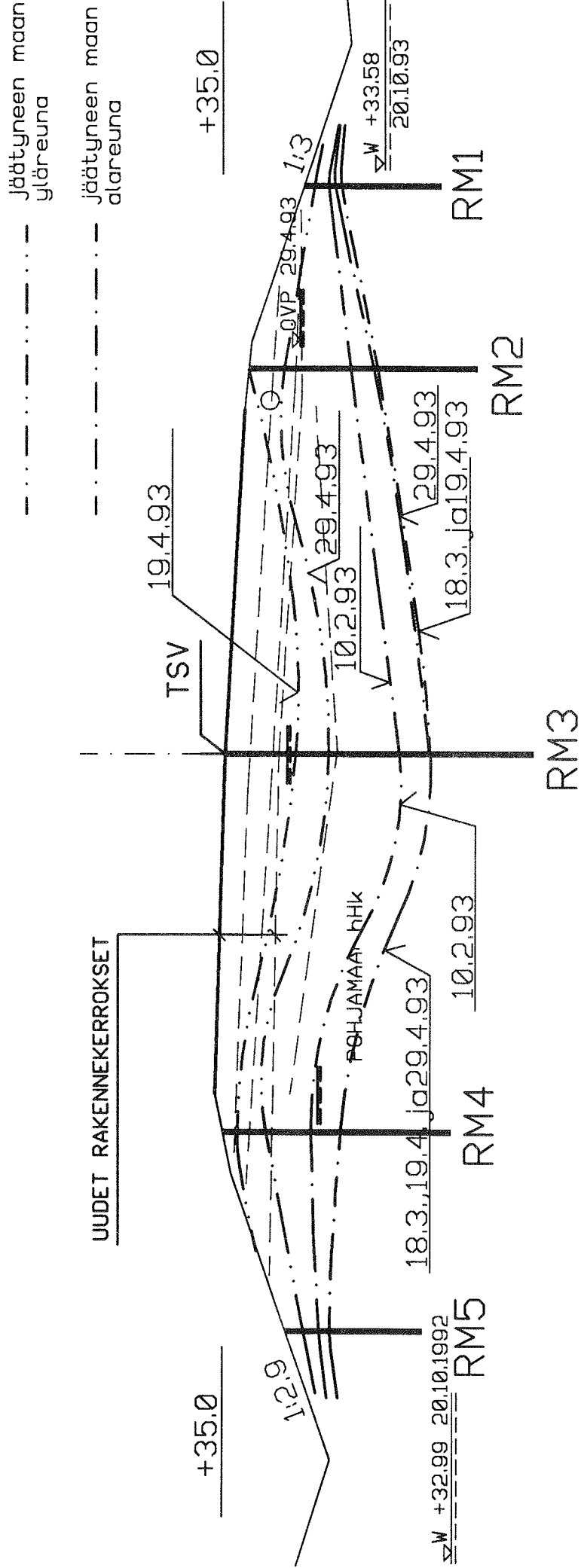
PL 4450 (MT 8331), Ah1

----- jäätyneen maan yläreuna
----- jäätyneen maan alareuna



KUVA 1.

ROUDAN SYVYYSHAVAINNOT MK 1:50
PL 7270 (MT 8331), Ah2



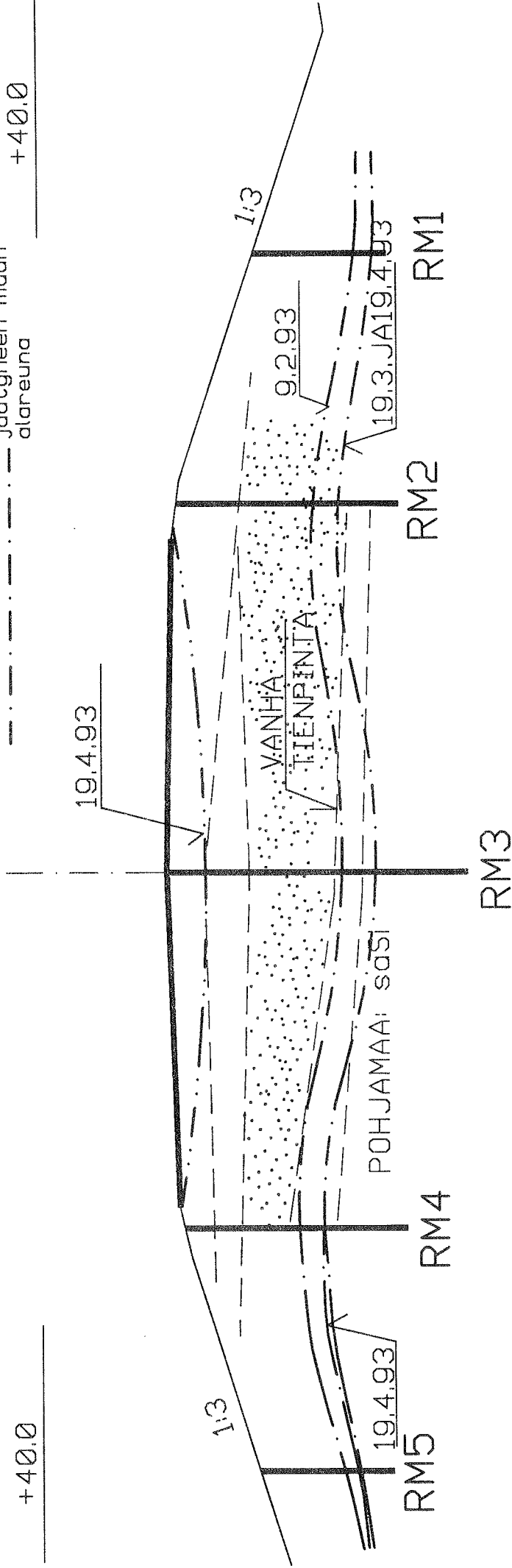
ROUDAN SYVYYSHAVAINNOT MK 1:50

PL 8000 (MT 8331), AS1

--- jäätynen maan
yläreuna

--- jäätynen maan
alareuna

+40.0



W +35.42 27.10.92

+35.0

+35.0

W +34.48 27.10.92

KUVA 3.

ROUDAN SYVYYSHAVAINNOT MK 1:50

PL 23500 (MT 851), Bh2

--- jäätynneen maan
yläreuna

- - - jäätynneen maan
alareuna

VANHAT RAKENNEMASSAT

+45.0

+45.0

TSV

2.5.93

OVP 25.93

ROHJAMAAN HKM

W=+42.71 27.10.1992

W=+42.96 27.10.1992

RM5

RM4

RM3

RM1

RM2

22.3. ja 2.5.93

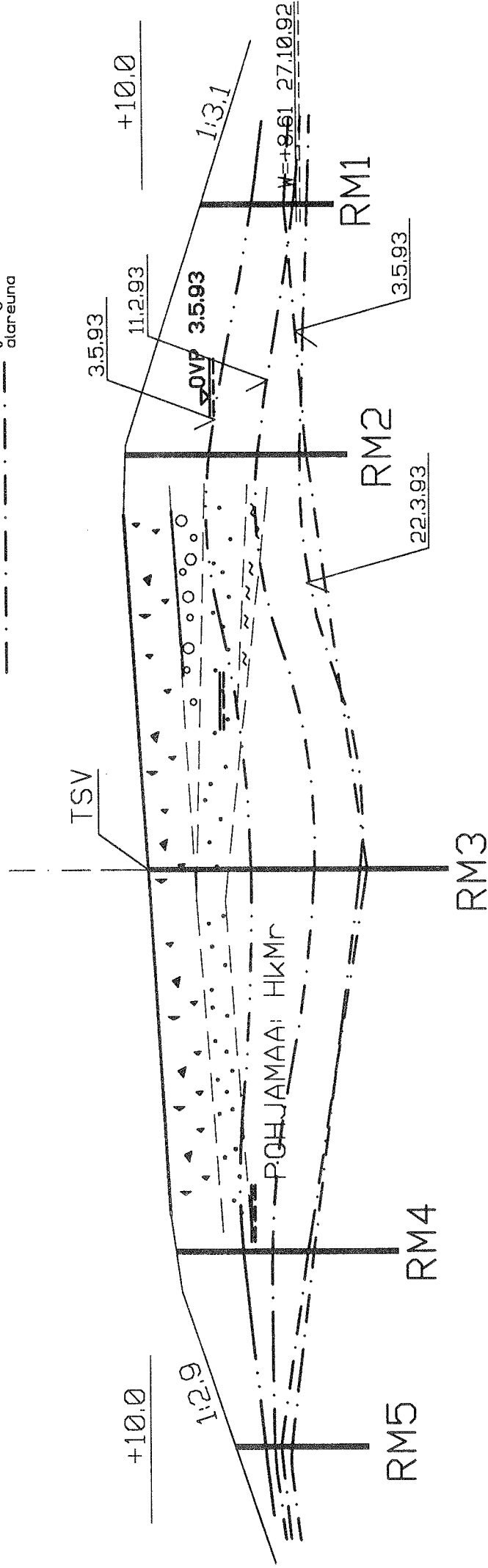
11.2.93

ROUDAN SYVYYSHAVAINNOT MK 1:50

PL 17500 (MT 851), Bh3

Jäättyneen maan
yläreuna

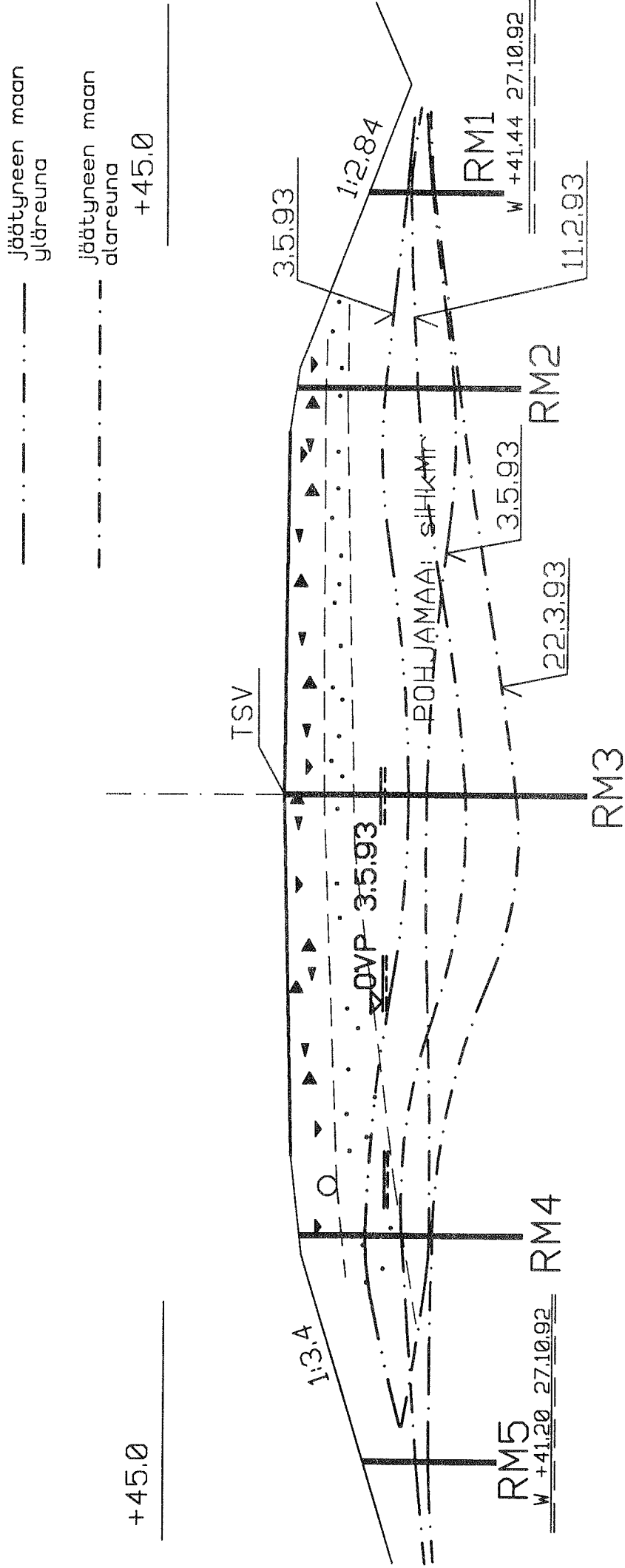
Jäättyneen maan
alareuna



KUVA 5.

ROUDAN SYVYYSHAVAINNOT MK 1:50

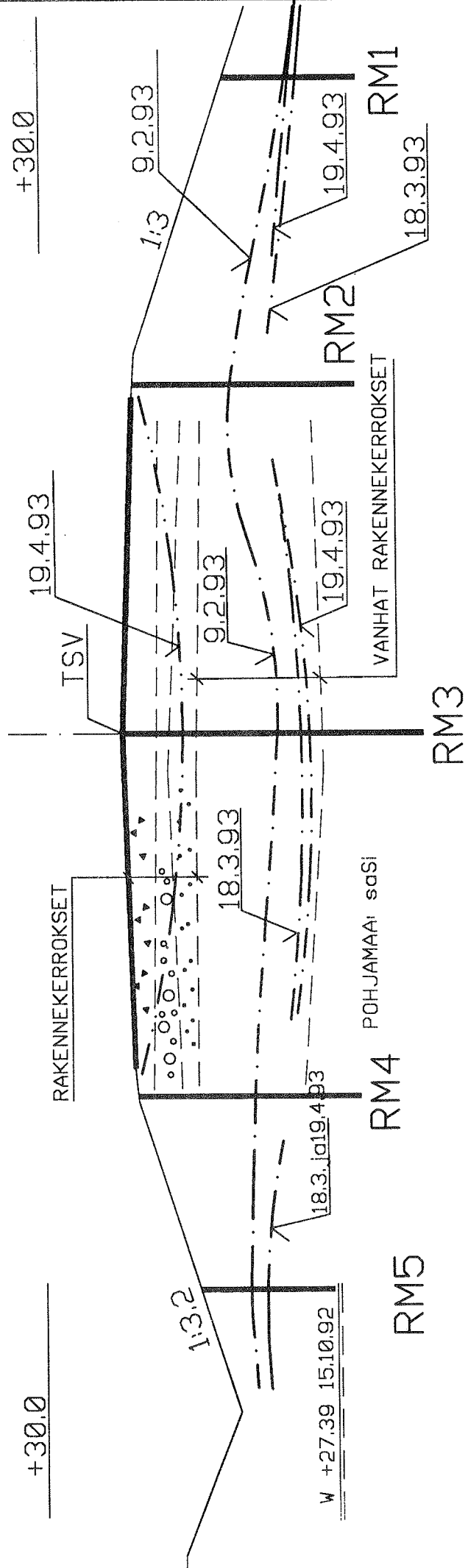
PL 15200 (MT 851), Bs1



ROUDAN SYVYYSHAVAINNOT MK 1:50
 PL 4540 (MT 8331), Bs2

 jäätynen maan
 yläreuna

 jäätynen maan
 alareuna

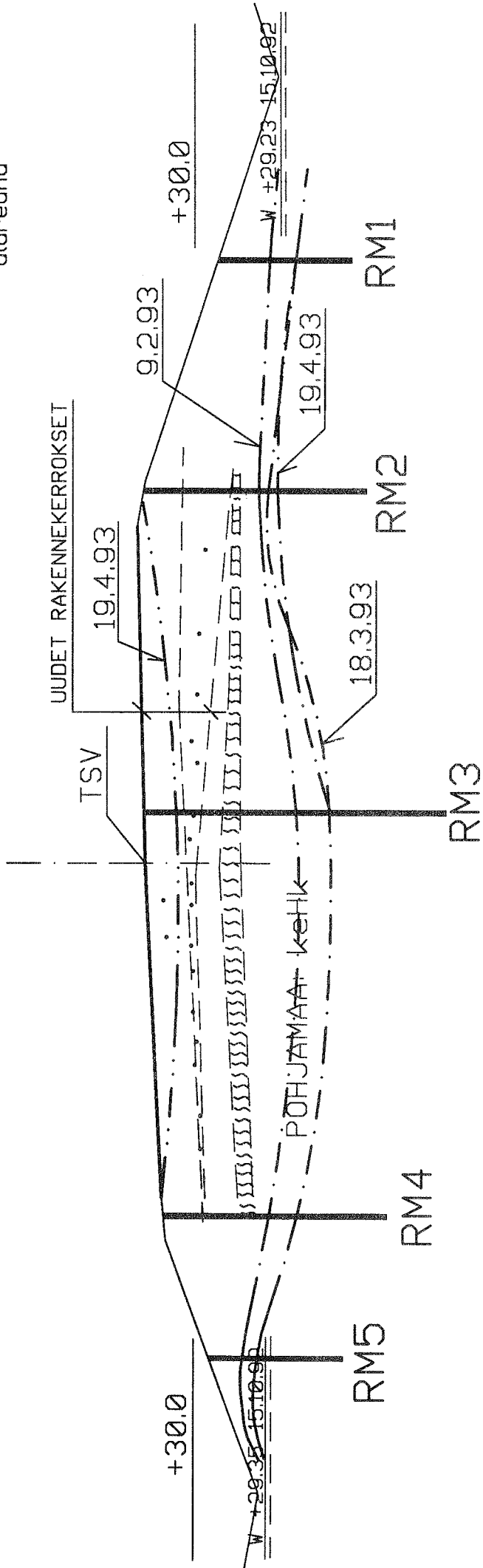


ROUDAN SYVYYSHAVAINNOT MK 1:50

PL 1380 (MT 8331), Ch1

— · · · · · —
jäätynneen maan
yläreuna

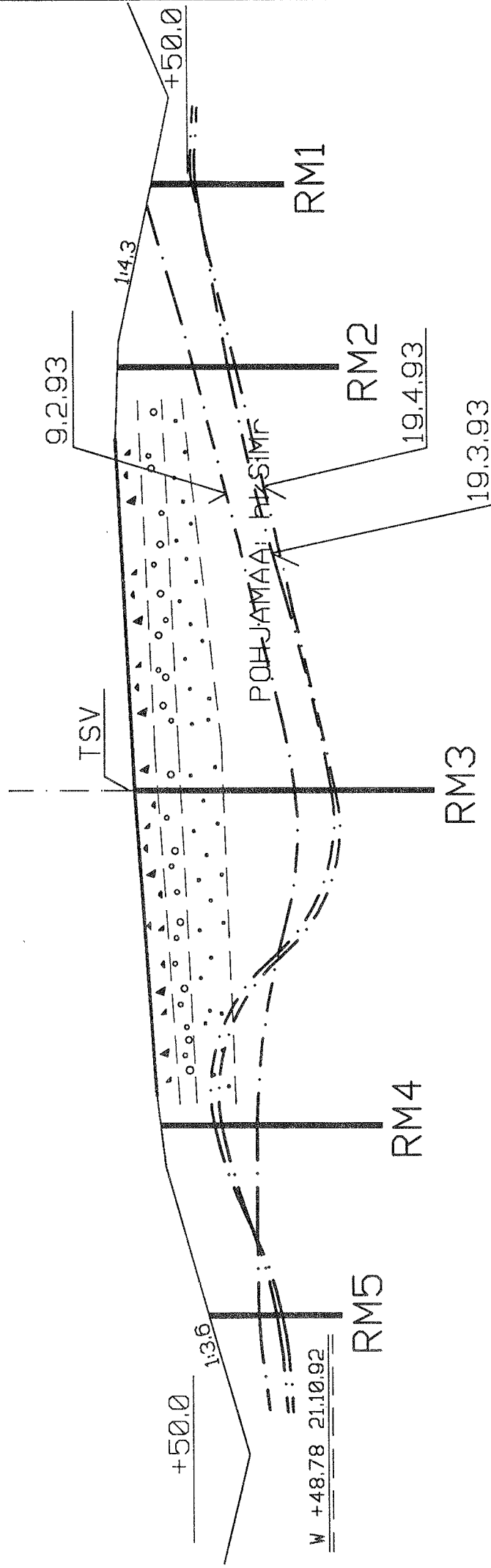
— · · · · · —
jäätynneen maan
alareuna



ROUDAN SYVYYSHAVAINNOT MK 1:50

PL 11800 (MT 8331), Cs1

--- jäätynneen maan
alareuna



KUVA 9.

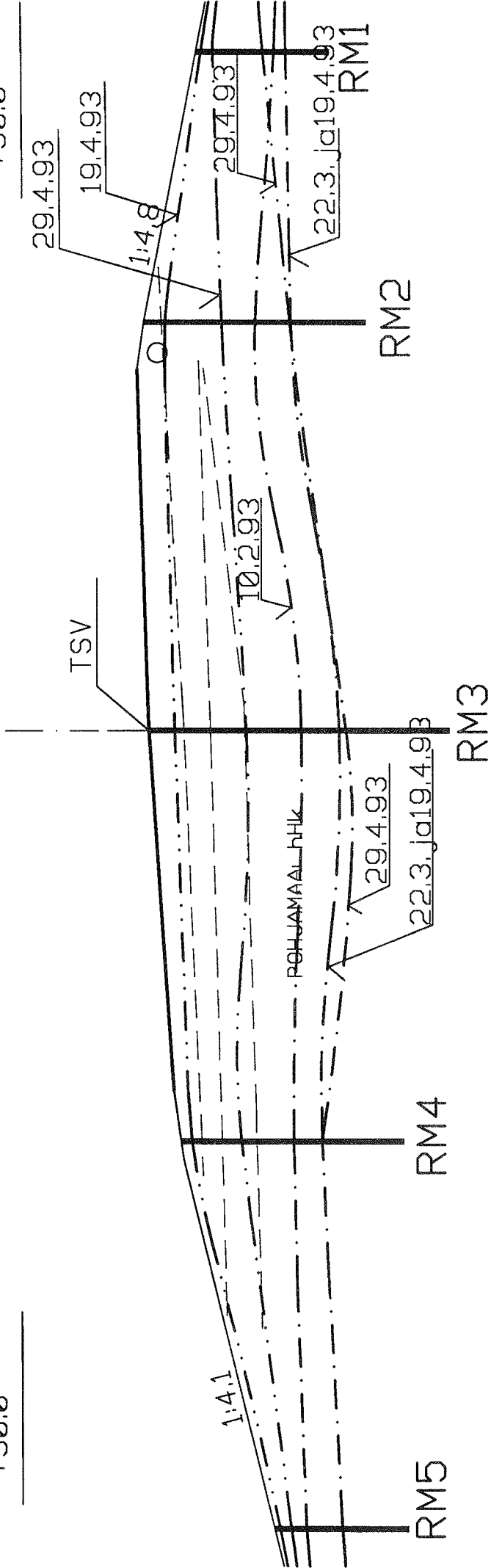
ROUDAN SYVYYSHAVAINNOT MK 1:50

PL 12820 (MT 833), Cs2

--- jättyneen maan
yläreuna
--- jättyneen maan
aläreuna

+50.0

+50.0

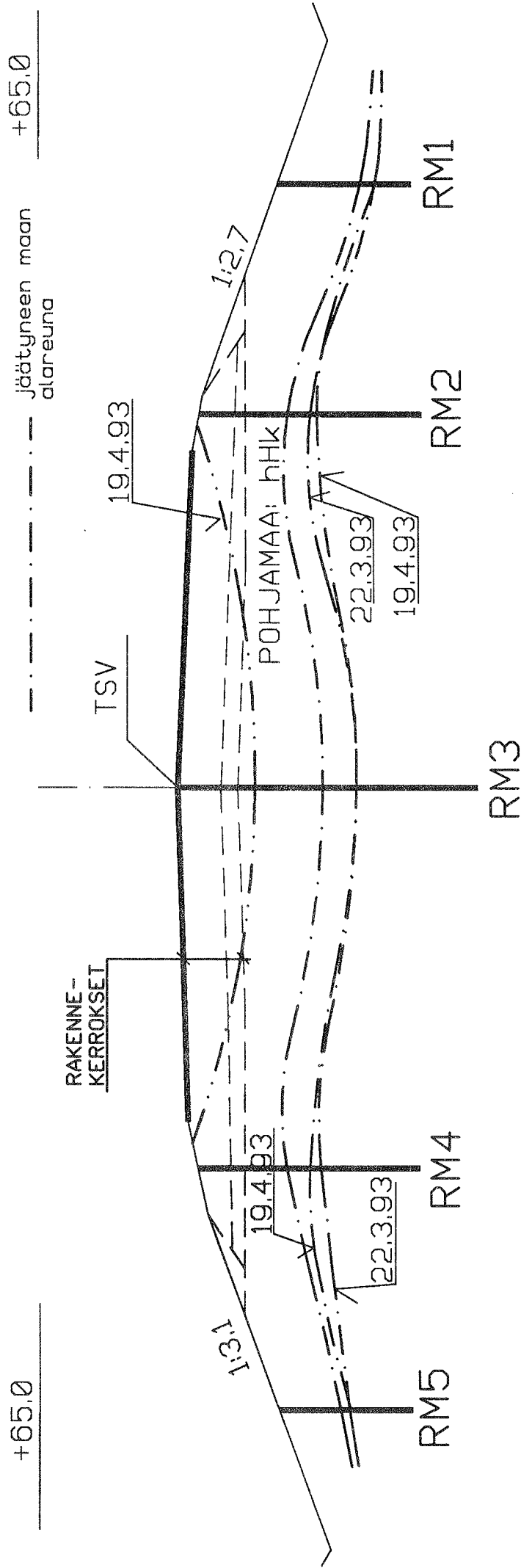


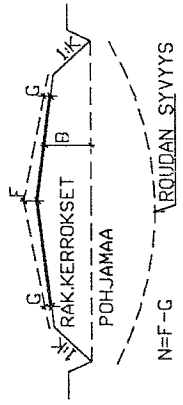
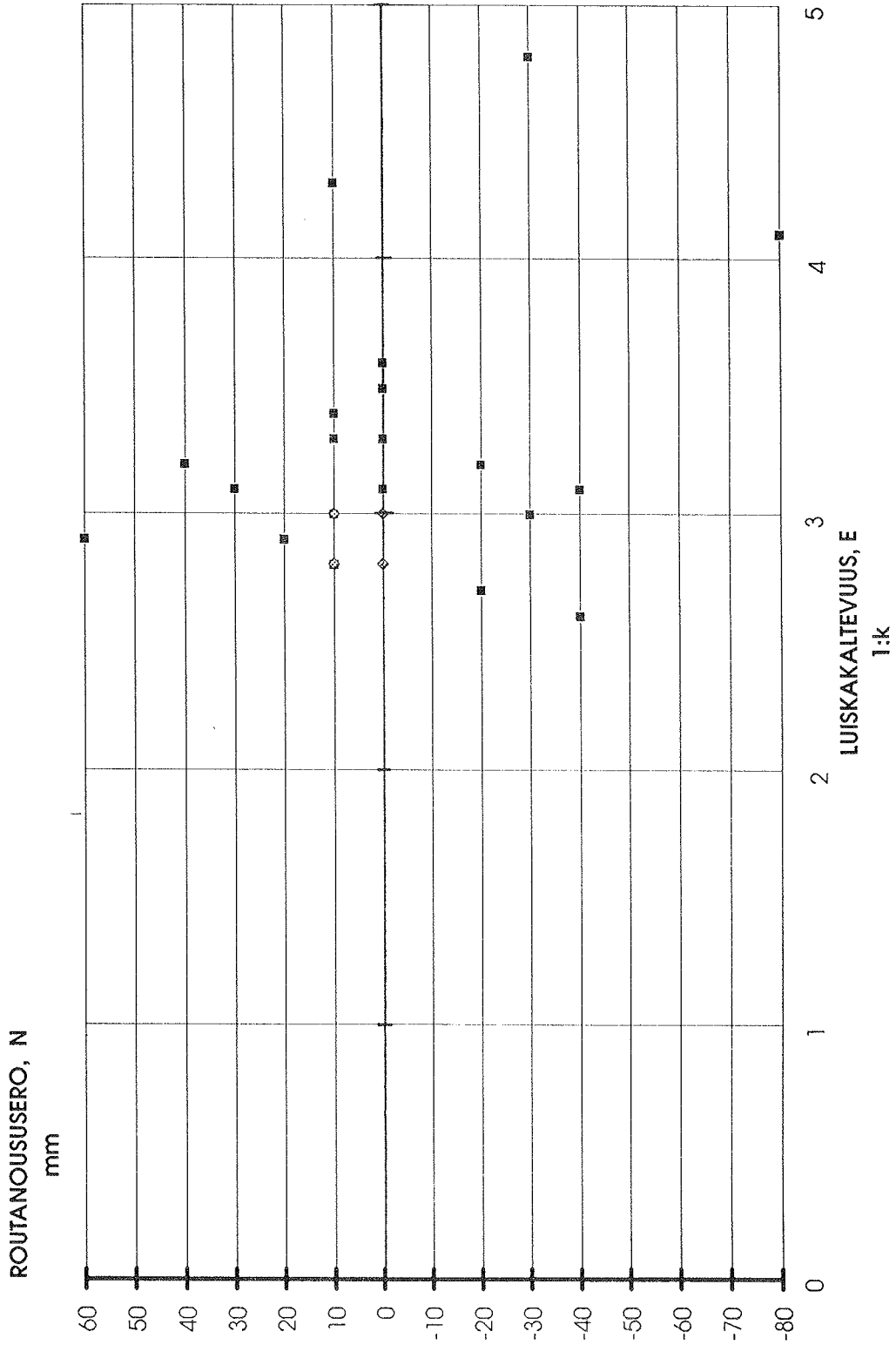
ROUDAN SYVYYSHAVAINNOT MK 1:50

PL 14700 (MT 825), Dh1

..... jäätynen maan
yläreuna

+65,0 ————— jäätynen maan
alareuna +65,0

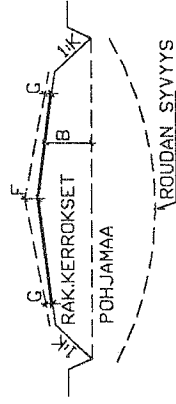
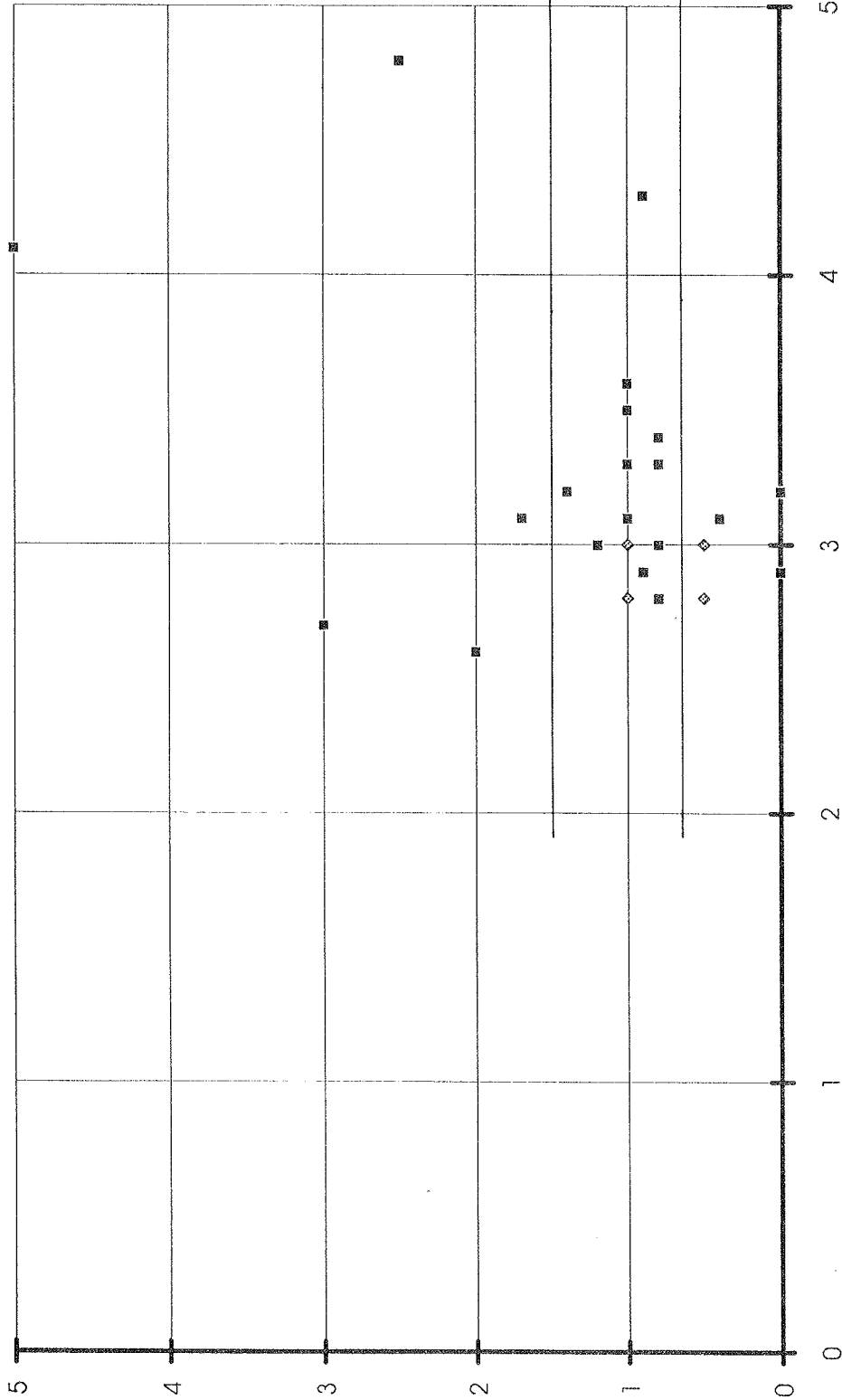




■ B < 0.7 m v. -93
 ◆ B ~ 1 m

KUVA 12. Loiva luiska ei pienennä routanousueroa (itseisarvoa).

ROUTANOUSUSUHDE, O
G/F



■ B < 0.7 m v. -93
 ◆ B ~ 1 m

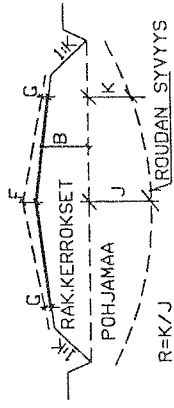
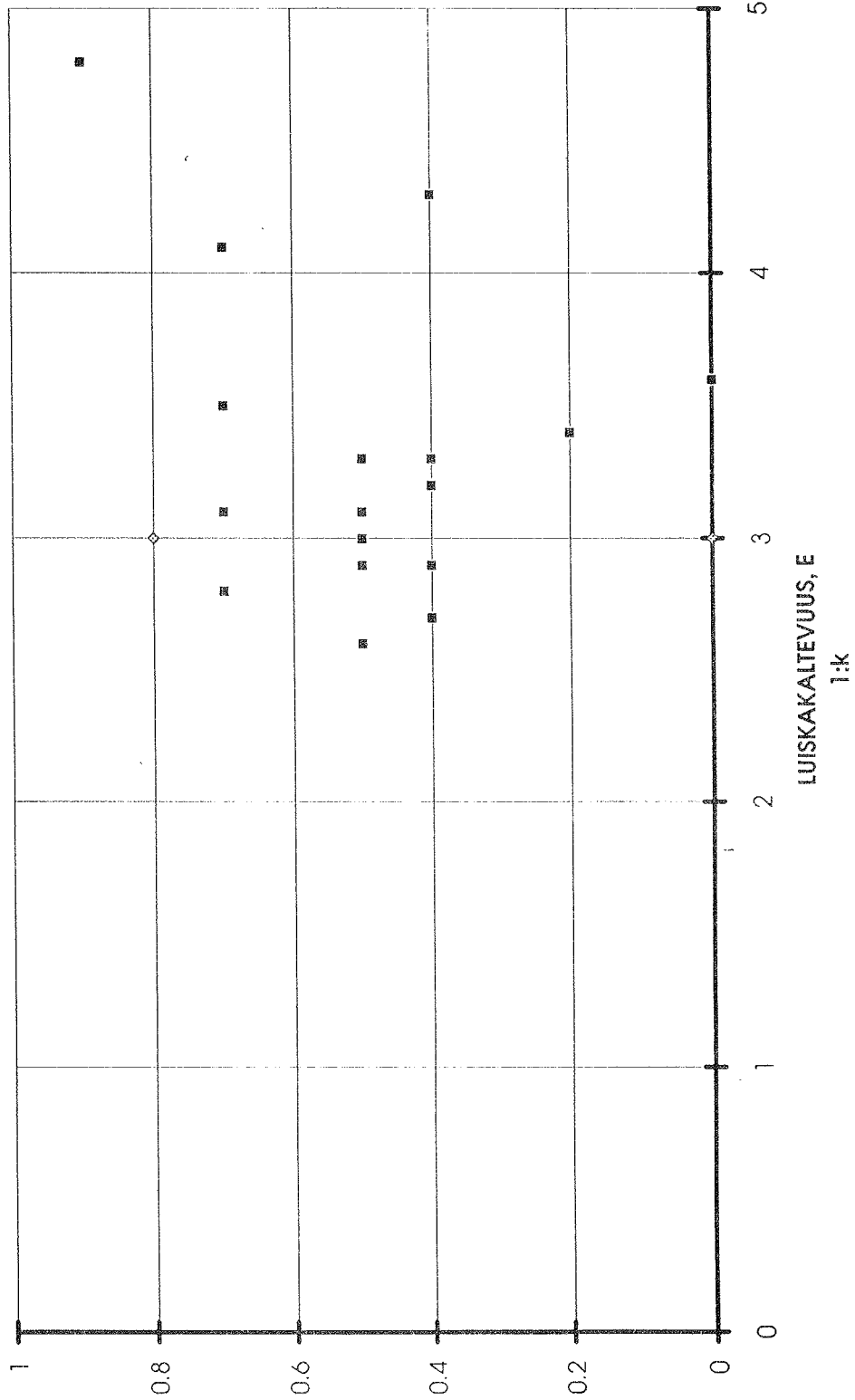
TAVOITE

1.5
 0.67

LUISKAKALTEVUUS, E
 i:k

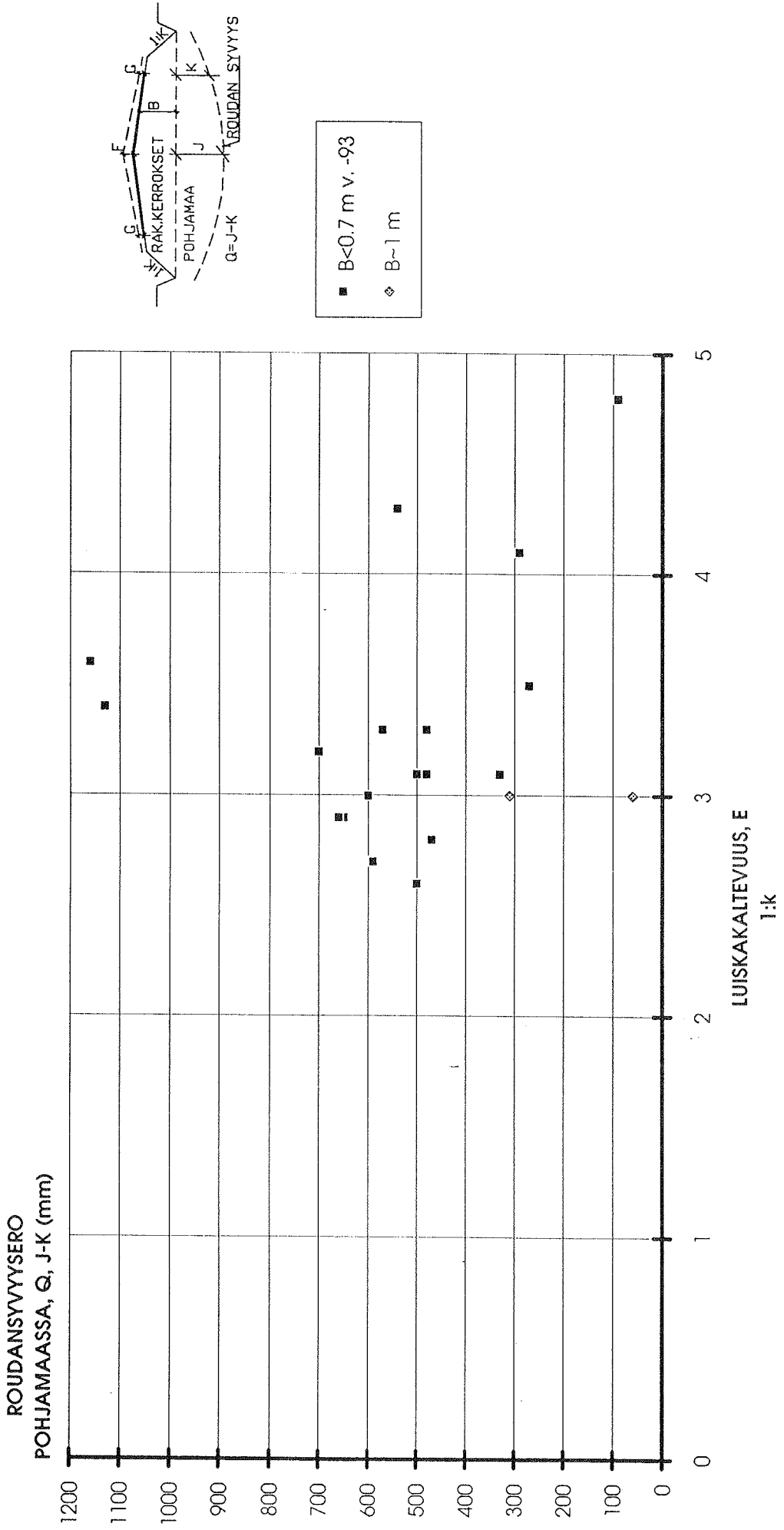
KUVA 13. Talvella -92...-93 routanousuhde oli keskimäärin lähellä tavoiteltavaa arvoa 1. Loiva luiska ei paranna routanousuhdettä.

**ROUDANSYVYSSUHDE
POHJAMAASSA, R, K/J**



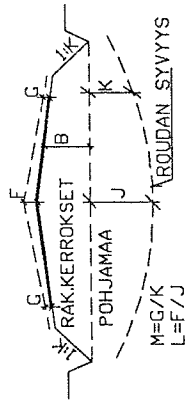
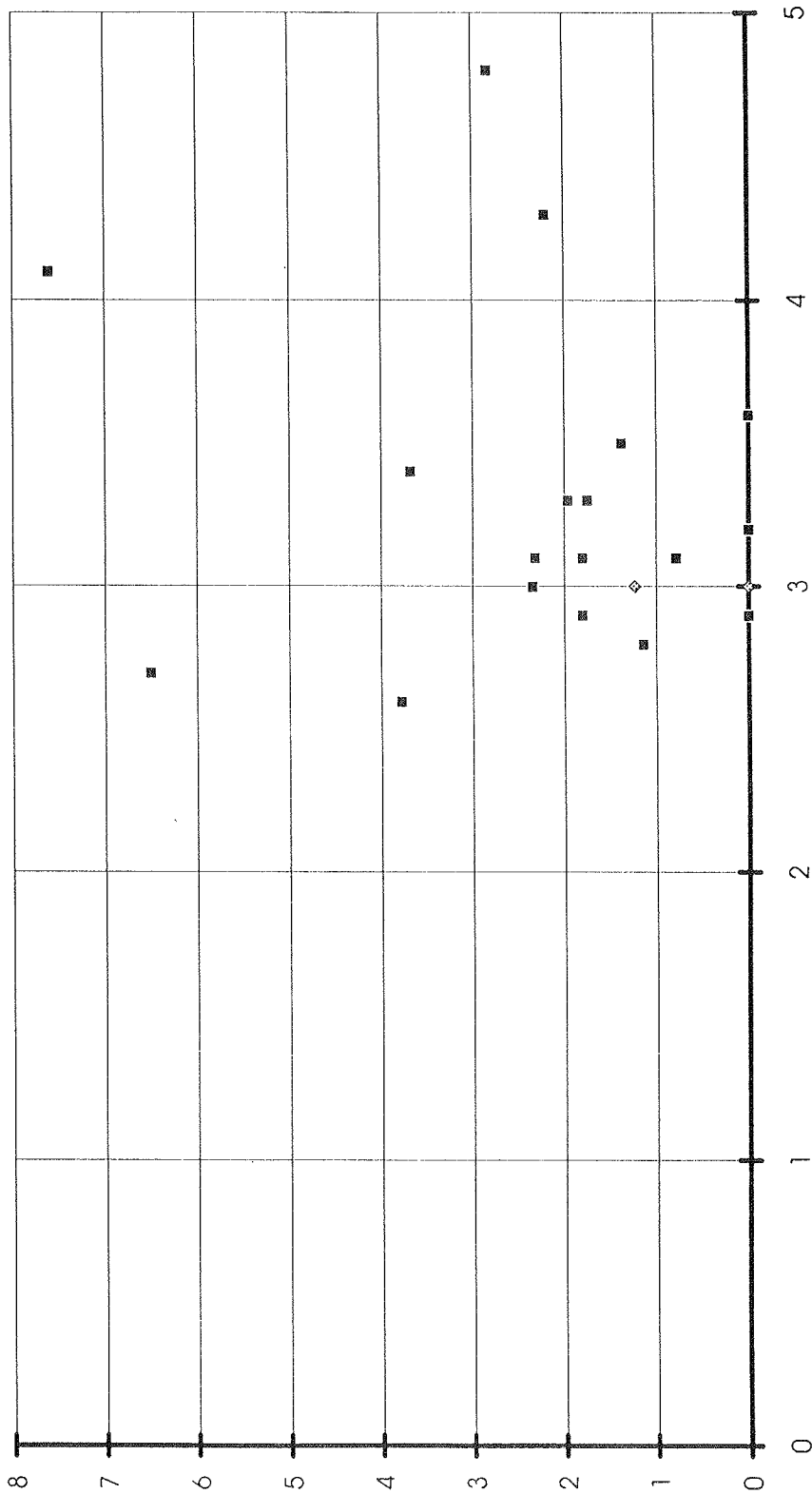
■ B < 0.7 m v. -93
 ◆ B ~ 1 m

KUVA 14. Tässä aineistossa routasyvyys pohjamaassa talvella -92...-93 oli tien keskellä keskimäärin 2-kertainen verrattuna routasyvyyteen tien reunassa. Loiva luiska parantaa roudan syvyyssuhdetta.



KUVA 15. Luiskan loiveneminen näyttäisi pienentävän roudan syvyyseroa tien keskikohdan ja reunan välillä. Kuvassa 19 ero näyttää huomattavasti pienemmältä.

TURPOAMASUHDE, S
M/L

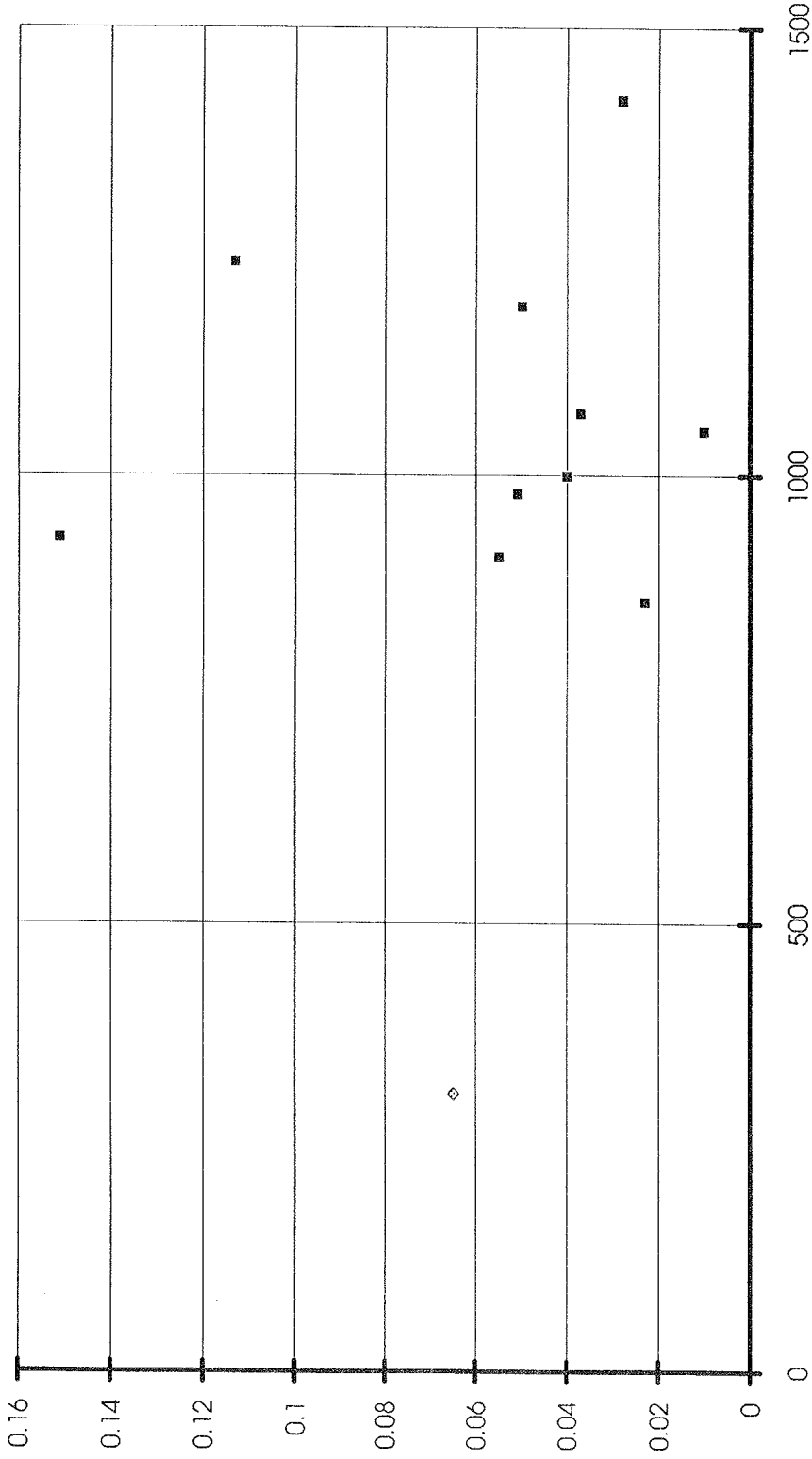


■ B < 1 m v. -93
 ◆ B ~ 1 m

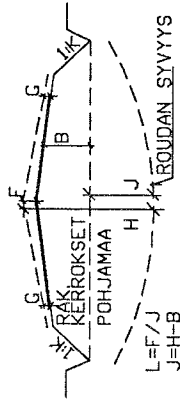
LUISKAKALTEVUUS, E
 1:k

KUVA 16. Tien reunassa pohjamaa turpoaa jopa 8-kertaa (mediaani 2-kertaa) niin paljon kuin tien keskellä suhteessa jäätyvän pohjamaan paksuuteen.

TURPOAMA, KESKI L
F/J

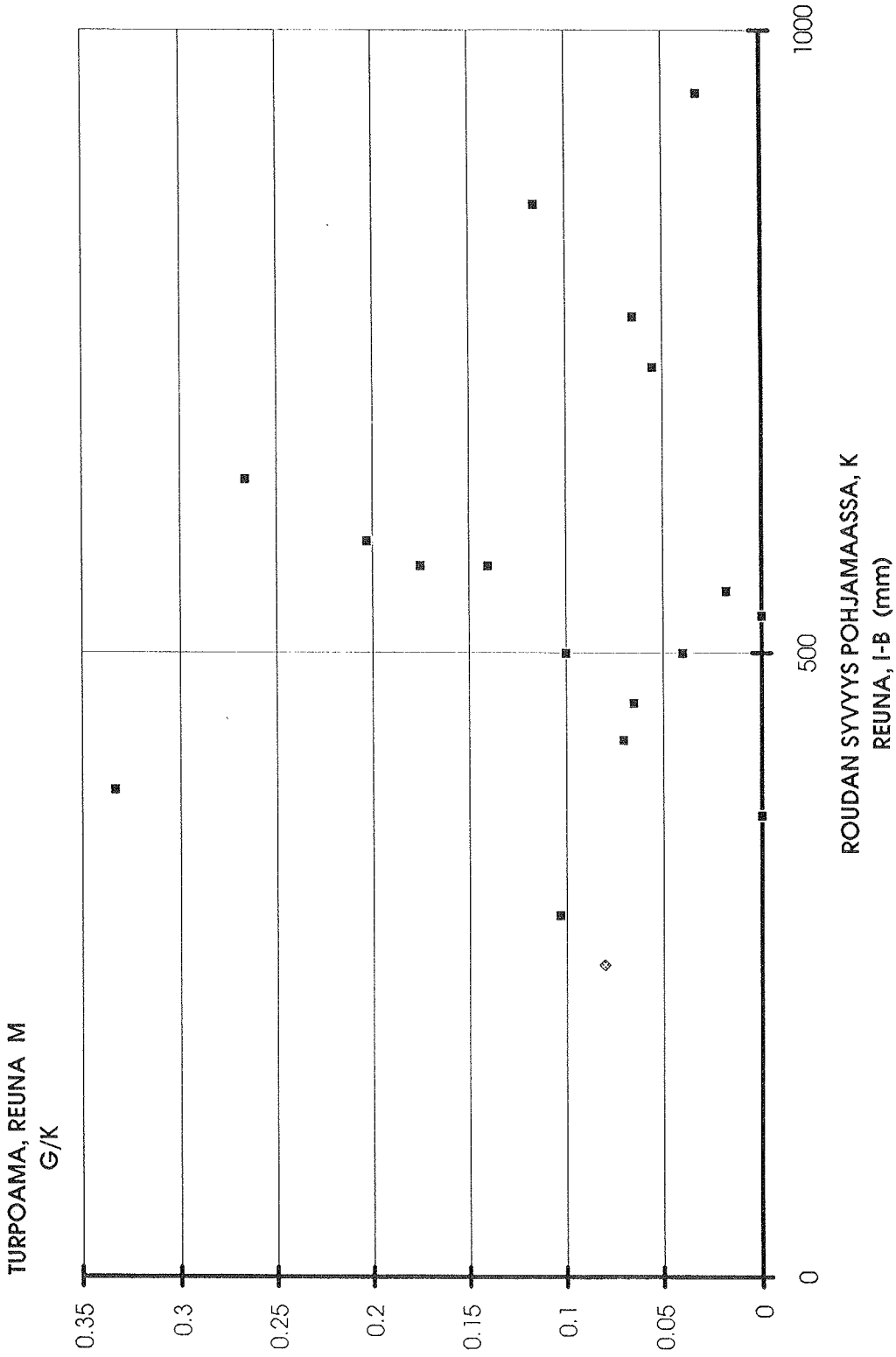


ROUDAN SYVYYS POHJAMAASSA, J
KESKI, H-B (mm)



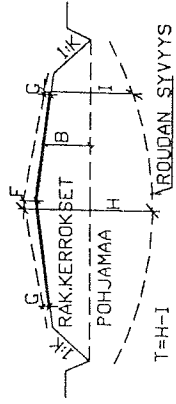
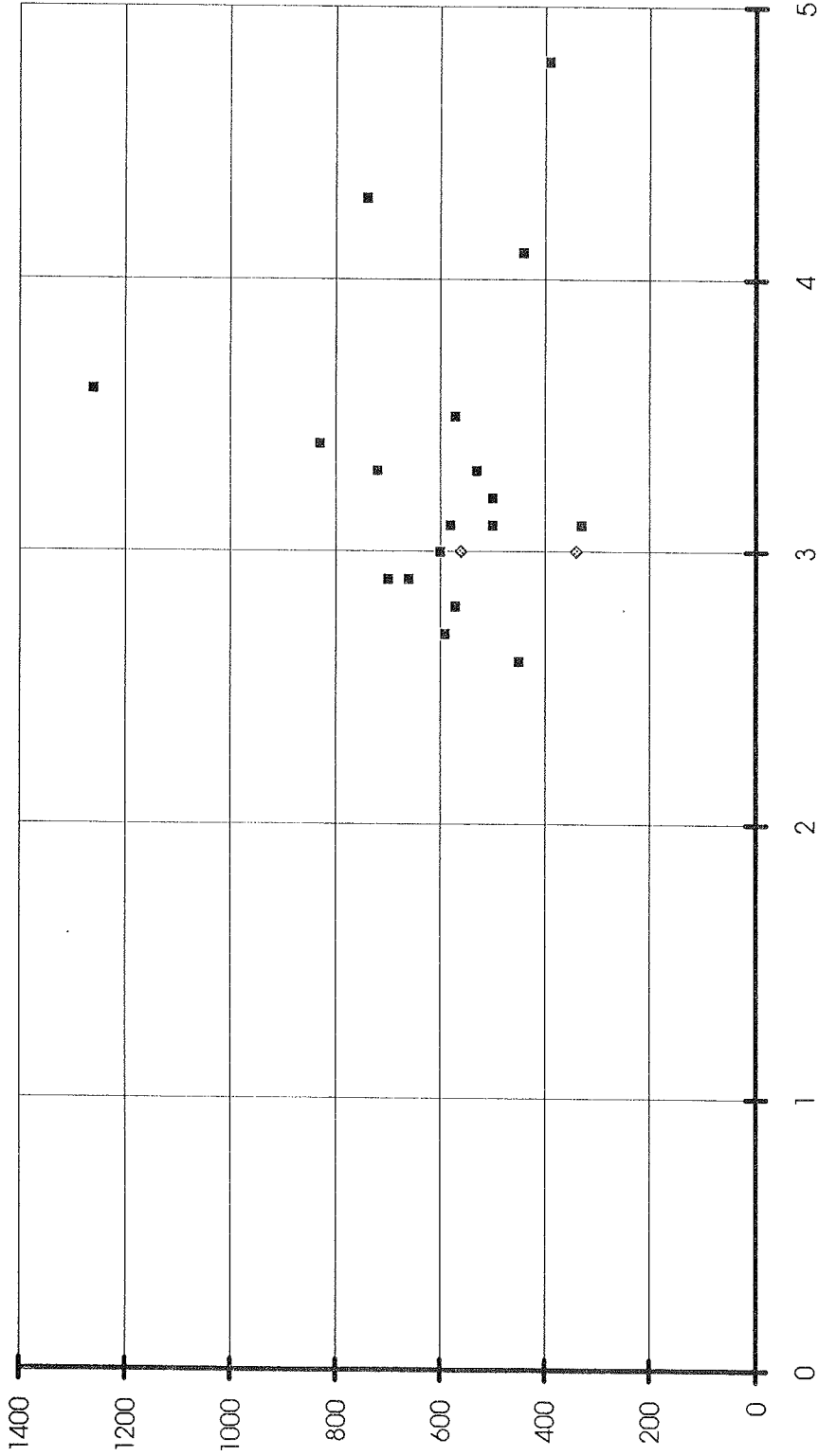
■ B < 0.7 m v. -93
◆ B ~ 1 m

KUVA 17. Jäätyvä maakerros turpoaa yleensä suhteessa sitä enemmän, mitä ohuempi maakerros jäätyy. Keskellä turpoamat ovat selvästi pienemmät kuin tien reunassa, vrt. kuva 18.



KUVA 18. Jäätyvä maakerros turpoaa yleensä suhteessa sitä enemmän, mitä ohuempi maakerros jäätyy. Tien reunassa turpoamat ovat selvästi suuremmat (keskimäärin 2-...3-kertaiset) kuin keskellä, vrt. kuva 17.

ROUDAN SYVYYSERO, T
KESKI-REUNA, H - I (mm)

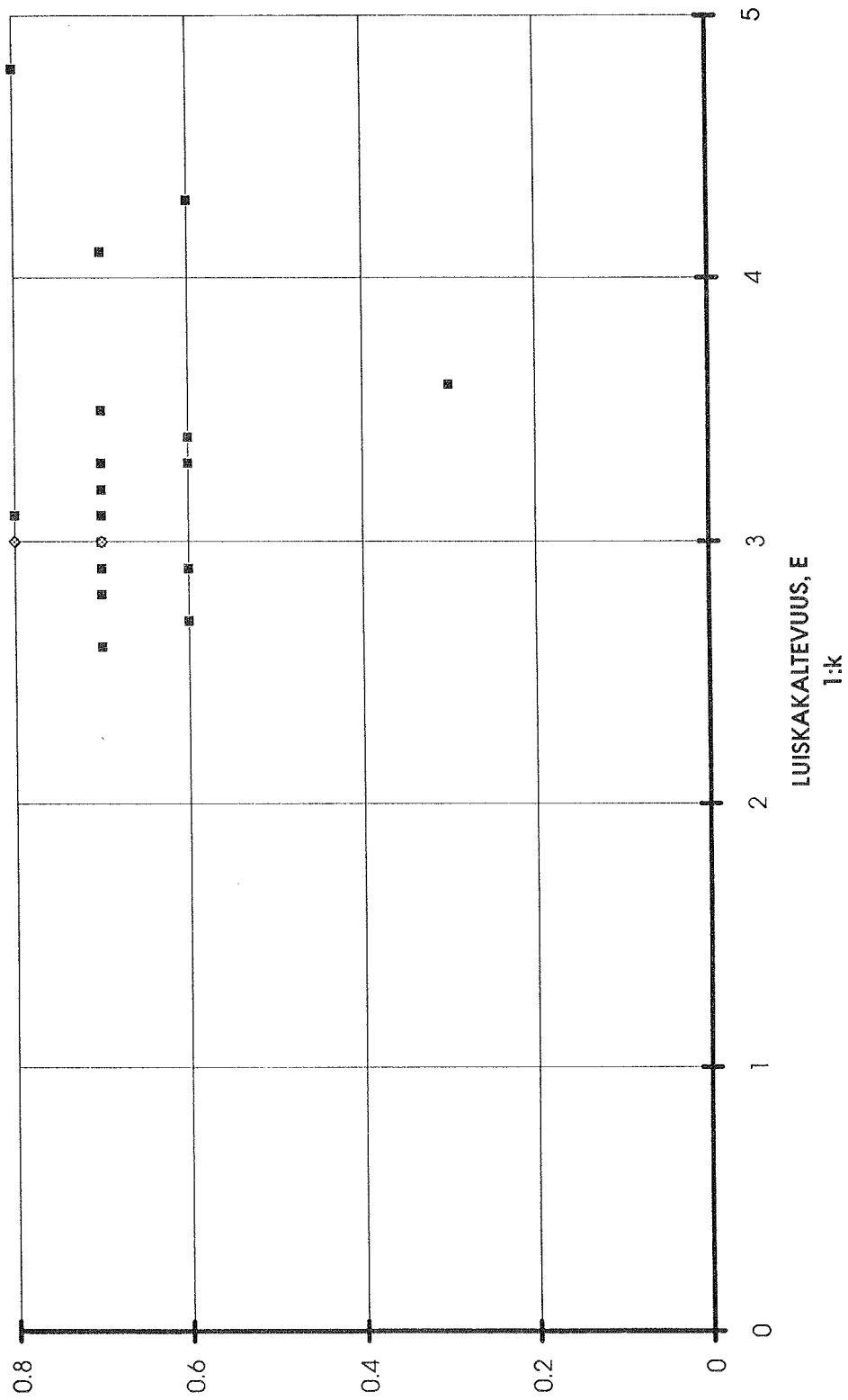


■ B < 0.7 m v. -93
◇ B ~ 1 m

KUVA 19. Tutkituissa poikkileikkauksissa luiskan loivenemisellä ei näyttäisi olevan vaikutusta roudan syvyyseroon tien keskilinjan ja reunan välillä. Kuvan 15 perusteella eroa näyttäisi kuitenkin olevan.

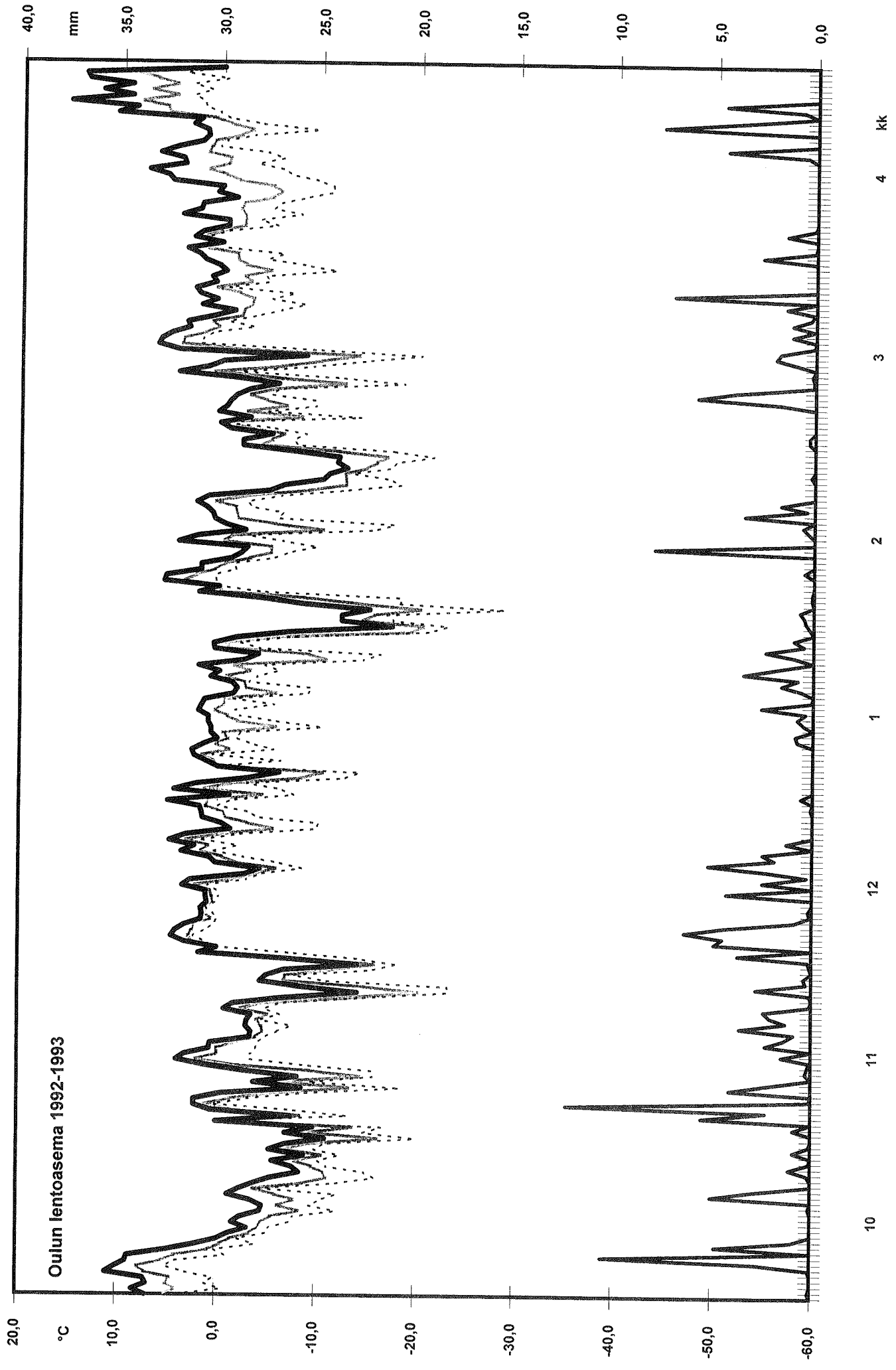
UROU10.XLC

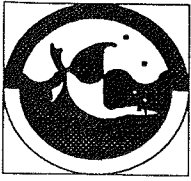
ROUDAN SYVYSSUHDE, U
REUNA/KESKI, I/H



KUVA 20. Pituushalkkeamien välttämiseksi roudan syvyyssuhteen tulisi olla lähellä arvoa 1. Tässä aineistossa kaikissa poikkileikkauksissa routa tunkeutui tien keskellä selvästi syvemälle kuin reunassa.

— KESKILÄMPÖTILA — YLIN LÄMPÖTILA - - - - - ALIN LÄMPÖTILA — SADEMAÄRÄ





Insinööritoimisto
PSV OY
 PL 20, Kalevalankuja 8
 90570 OULU

työ:

ROUTAVAURIO- JA KUIVATUSTUTKIMUS
 KUIVATUSTUTKIMUS OSA II, 1992-93

tilaaja:

TIEHALLITUS, Kehittämiskeskus

TUTKIMUSKORTTI 2

KOHDETIEDOT

TUNNUS: **Ah 2**

PIIRI: Oulun tiepiiri

PITUUSKALTEVUUS: 2,4 % eteenpäin

TMP: Oulun tiemestaripiiri

JAKAVA KERROS: keSr 2.9 %, 16.1 %

TIE: Mt 8331, Sanginsuu - Loppula

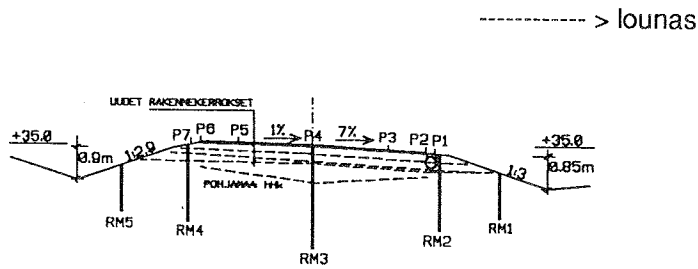
ALIN KERROS: vanha rak. 14.9 %, 71.7 %

PAALU: 7270

POHJAMAAN LAATU: sasiMr 54.5 %, 93.7 %

LUISKATYYPPI: Loiva (#0.074 mm, #2.0 mm)

POIKKILEIKKAUSTYYPPI 1:200



KIINTOPISTE

KUVAUS:

SIJAINTI:

KORKEUS:

KORKEUSJÄRJESTELMÄ:

POIKKILEIKKAUKSEN VAAITUSTULOKSET

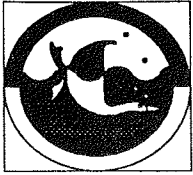
pisteen sijainti	PERUSPISTEET							HUOM.
	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	
PVM \ Xi	-3.25	-3	-2	0	2	3	3.25	
31.8.92	34.99	35.08		35.03	34.88	34.83	34.73	
10.2.93		+10 cm		+10 cm	+14 cm	+13 cm		
18.3.93		+12 cm		+14 cm	+16 cm	+17 cm		
19.4.93		+12 cm		+14 cm	+16 cm	+16 cm		

ROUDAN SYVYYSHAVAINNOT

PVM	ROUTAMITTARIT					LUMISYVYYS	POHJAVESIPUTKET	
	RM 5	RM 4	RM 3	RM 2	RM 1		LUISKASSA	PVP 1
	sula/jäässä	sula/jäässä	sula/jäässä	sula/jäässä	sula/jäässä			
20.10.92							33.58	32.99
10.2.93	0/29 cm	0/78 cm	0/147 cm	0/89 cm	0/22 cm	0,3...0,65 m	kuiva	32.36
18.3.93	0/38 cm	0/104 cm	0/174 cm	0/114 cm	0/33 cm	0,35...0,85 m	32.71	32.07
19.4.93	0/36 cm	15/103 cm	56/175 cm	0/109 cm	0/29 cm	0,1...0,5 m	33.49	32.10
29.4.93	15/35 cm	38/103 cm	85/175 cm	33/110 cm	10/27 cm			
2.5.93	30/35 cm	50/102 cm	95/170 cm	50/111 cm	sula			

ORSIVESIPINTA

PVM	OVP 5	OVP 4	OVP 3	OVP 2	OVP 1			
20.10.92	33.90		33.90		33.80			



Insinööritoimisto
PSV OY
PL 20, Kalevalankuja 8
90570 OULU

työ:

ROUTAVAURO- JA KUIVATUSTUTKIMUS
KUIVATUSTUTKIMUS OSA II, 1992-93

tilaaja:

TIEHALLITUS, Kehittämiskeskus

TUTKIMUSKORTTI 3

KOHDETIEDOT

TUNNUS: **As 1**

PIIRI: Oulun tiepiiri

PITUUSKALTEVUUS: vaakasuora

TMP: Oulun tiemestaripiiri

JAKAVA KERROS: kaSr 3.3 %, 22.5 %

TIE: Mt 8331, Sanginsuu - Loppula

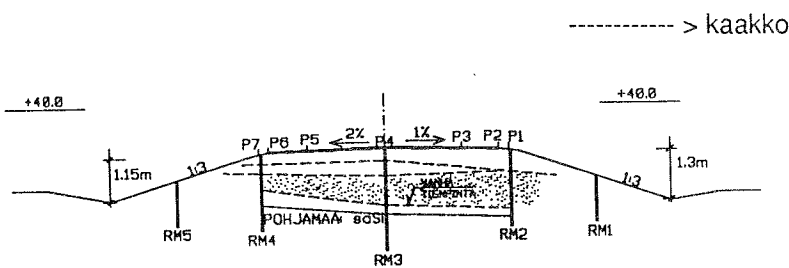
ALIN KERROS: vanha rak. 17.3 %, 74.4 %

PAALU: 8000

POHJAMAAN LAATU: saSi 64.8 %, 96.1 %

LUISKATYYPPI: Loiva (#0.074 mm, #2.0 mm)

POIKKILEIKKAUSTYYPPI 1:200



KIINTOPISTE

KUVAUS:

SIJAINTI:

KORKEUS:

KORKEUSJÄRJESTELMÄ:

POIKKILEIKKAUKSEN VAAITUSTULOKSET

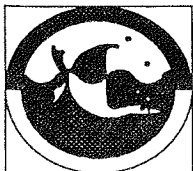
pisteen sijainti	PERUSPISTEET							HUOM.
	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	
PVM \ Xi	-3.25	-3	-2	0	2	3	3.25	
31.8.92	37.45	37.58		37.66	37.63	37.60	37.54	
9.2.93		+2 cm		+2 cm	+1 cm	+1 cm		
19.3.93		+2 cm		+2 cm	+1 cm	+1 cm		
19.4.93		+3 cm		+4 cm	+2 cm	+3 cm		

ROUDAN SYVYYSHAVAINNOT

PVM	ROUTAMITTARIT					LUMISYVYYS	POHJAVESIPUTKET	
	RM 5	RM 4	RM 3	RM 2	RM 1		LUISKASSA	PVP 1
	sula/jäässä	sula/jäässä	sula/jäässä	sula/jäässä	sula/jäässä			
27.10.92							34.48	35.42
9.2.93	0/75 cm	0/105 cm	0/155 cm	0/124 cm	0/91 cm	0,35...0,6 m	33.46	34.37
19.3.93	0/90 cm	0/125 cm	0/181 cm	0/147 cm	0/109 cm	0,45...0,7 m	33.07	33.83
19.4.93	0/87 cm	0/124 cm	29/184 cm	0/146 cm	0/106 cm	0...0,4 m	33.02	34.81

ORSIVESIPINTA

PVM	OVP 5	OVP 4	OVP 3	OVP 2	OVP 1



Insinööri-toimisto
PSV OY
 PL 20, Kalevalankuja 8
 90570 OULU

työ:

ROUTA-AURIO- JA KUIVATUSTUTKIMUS
 KUIVATUSTUTKIMUS OSA II, 1992-93

tilaaja:

TIEHALLITUS, Kehittämiskeskus

TUTKIMUSKORTTI 9

KOHDETIEDOT

TUNNUS: Ch 1

PIIRI: Oulun tiepiiri

PITUUSKALTEVUUS: vaakasuora

TMP: Oulun tiemestaripiiri

JAKAVA KERROS: SrM 6.5 %, 35.6 %

TIE: Mt 8331, Sanginsuu - Loppula

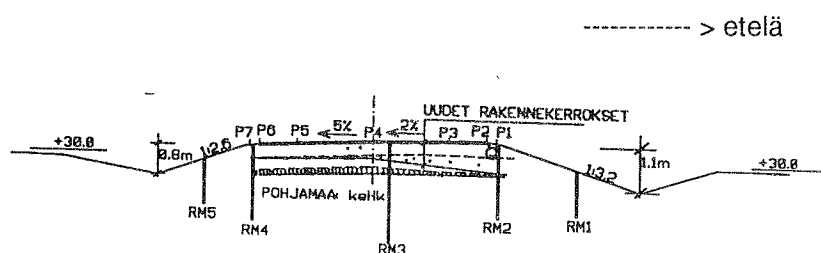
ALIN KERROS: Tv/v.rak. 13.1 %, 67.1 %

PAALU: 1380

POHJAMAAN LAATU: keHk 2.9 %, 98.7 %

LUISKATYYPPI: Loiva (#0.074 mm, #2.0 mm)

POIKKILEIKKAUSTYYPPI 1:200



KIINTOPISTE

KUVAUS:

SIJAINTI:

KORKEUS:

KORKEUSJÄRJESTELMÄ:

POIKKILEIKKAUKSEN VAATUSTULOKSET

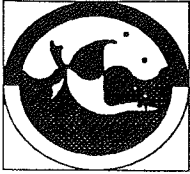
pisteen sijainti	PERUSPISTEET							HUOM.
	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	
PVM / Xi	-3.25	-3	-2	0	2	3	3.25	
31.8.92	30.23	30.29		30.48	30.52	30.53	30.46	
9.2.93		+8 cm		+5 cm	+3 cm	+3 cm		
18.3.93		+8 cm		+4 cm	+3 cm	0.00		
19.4.93		+9 cm		+5 cm	+2 cm	0.00		

ROUDAN SYVYSSHAVAINNOT

PVM	ROUTAMITTARIT					LUMISYVYYS	POHJAVESIPUTKET	
	RM 5	RM 4	RM 3	RM 2	RM 1		PVP 1	PVP 2
	sula/jäässä	sula/jäässä	sula/jäässä	sula/jäässä	sula/jäässä	LUISKASSA		
15.10.92							29.23	29.35
9.2.93	0/30 cm	0/95 cm	0/135 cm	0/106 cm	0/44 cm	0,3...0,6 m	28.95	29.12
18.3.93	0/43 cm	0/122 cm	0/167 cm	0/117 cm	0/68 cm	0,2...0,55 m	28.81	29.00
19.4.93	0/43 cm	0/124 cm	25/168 cm	0/126 cm	0/67 cm	0...0,5 m	28.91	29.17

ORSIVESIPINTA

PVM	OVP 5	OVP 4	OVP 3	OVP 2	OVP 1
15.10.92	29.30				29.30



Insinööritoimisto
PSV OY
PL 20, Kalevalankuja 8
90570 OULU

työ:

ROUTAVAURO- JA KUIVATUSTUTKIMUS
KUIVATUSTUTKIMUS OSA II, 1992-93

tilaaja:

TIEHALLITUS, Kehittämiskeskus

TUTKIMUSKORTTI 10

KOHDETIEDOT

TUNNUS: Cs 1

PITUUSKALTEVUUS:

3 % taaksepäin

JAKAVA KERROS:

hkSrMr 10.9 %, 33.1 %

ALIN KERROS:

keHk 0.5 %, 99.3 %

POHJAMAAN LAATU:

HkMr 27.5 %, 85.9 %

LUISKATYYPPI:

Loiva (#0.074 mm, #2.0 mm)

PIIRI: Oulun tiepiiri

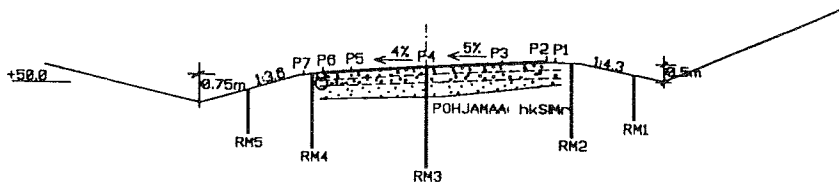
TMP: Oulun tiemestaripiiri

TIE: Mt 8331, Sanginsuu - Loppula

PAALU: 11800

POIKKILEIKKAUSTYYPPI 1:200

----- > lounas



KIINTOPISTE

KUVAUS:

SIJAINTI:

KORKEUS:

KORKEUSJÄRJESTELMÄ:

POIKKILEIKKAUKSEN VAAITUSTULOKSET

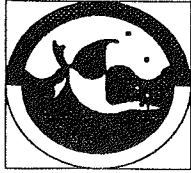
pisteen sijainti PVM \ Xi	PERUSPISTEET							HUOM.
	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	
31.8.92	50.13	50.45	50.56	50.68		50.81	50.75	
9.2.93		+12 cm	+10 cm	+10 cm		+11 cm		
19.3.93		+14 cm	+14 cm	+14 cm		+13 cm		
19.4.93		+7 cm	+4 cm	+16 cm		+17 cm		

ROUDAN SYVYSHAVAINNOT

PVM	ROUTAMITTARIT					LUMISYVYYS	POHJAVESIPUTKET	
	RM 5	RM 4	RM 3	RM 2	RM 1		PVP 1	PVP 2
	sula/jäässä	sula/jäässä	sula/jäässä	sula/jäässä	sula/jäässä	LUISKASSA		
21.10.92							50.85	48.78
9.2.93	0/45 cm	0/85 cm	0/141 cm	0/68 cm	sula	0,35...0,7 m	50.01	48.47
19.3.93	0/66 cm	0/47 cm	0/173 cm	0/99 cm	0/40 cm	0,3...0,8 m	49.51	48.19
19.4.93	0/61 cm	0/54 cm	0/177 cm	0/106 cm	0/38 cm	0,2...0,5 m	49.39	48.50

ORSIVESIPINTA

PVM	OVP 5	OVP 4	OVP 3	OVP 2	OVP 1			
21.10.92	49.60		49.60	49.60				



Insinööritoimisto
PSV OY
PL 20, Kalevalankuja 8
90570 OULU

työ:

ROUTA-AURIO- JA KUIVATUSTUTKIMUS
KUIVATUSTUTKIMUS OSA II, 1992-93

tilaaja:

TIEHALLITUS, Kehittämiskeskus

TUTKIMUSKORTTI 12

KOHDETIEDOT

TUNNUS: Dh 1

PIIRI: Oulun tiepiiri

PITUUSKALTEVUUS: vaakasuora

TMP: Muhoksen tiemestaripiiri

JAKAVA KERROS: hkSr 1.1 %, 41.3 %

TIE: Mt 825, Nuutila - Muhos

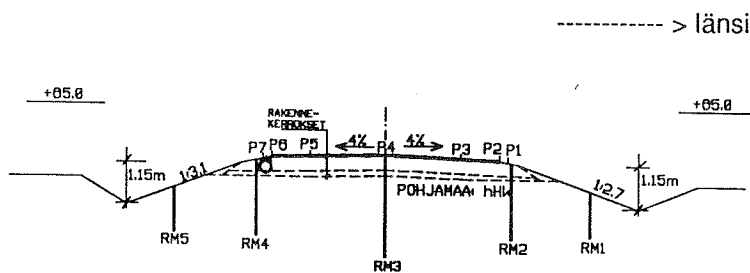
ALIN KERROS: pohjamaa 19.0 %, 98.6 %

PAALU: 14700

POHJAMAAN LAATU: hHk 19.0 %, 98.6 %

LUISKATYYPPI: Loiva/kupera (#0.074 mm, #2.0 mm)

POIKKILEIKKAUSTYYPPI 1:200



KIINTOPISTE

KUVAUS:

SIJAINTI:

KORKEUS:

KORKEUSJÄRJESTELMÄ:

POIKKILEIKKAUKSEN VAAITUSTULOKSET

pisteen sijainti PVM \ Xi	PERUSPISTEET							HUOM.
	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	
	-3.25	-3	-2	0	2	3	3.25	
31.8.92	63.51	63.64	63.66	63.79		63.68	63.51	
10.2.93		+4 cm	+4 cm	+4 cm		+5 cm		
22.3.93		+1 cm	+5 cm	+1 cm		+3 cm		
19.4.93		+1 cm	+3 cm	+1 cm		+2 cm		

ROUDAN SYVYSSHAVAINNOT

PVM	ROUTAMITTARIT					LUMISYVYYS LUISKASSA	POHJAVESIPUTKET	
	RM 5	RM 4	RM 3	RM 2	RM 1		PVP 1	PVP 2
	sula/jäässä	sula/jäässä	sula/jäässä	sula/jäässä	sula/jäässä			
26.10.92							61.31	
10.2.93	0/55 cm	0/79 cm	0/126 cm	0/81 cm	0/75 cm	0,1...0,3 m	61.05	
22.3.93	0/60 cm	0/110 cm	0/160 cm	0/101 cm	0/87 cm	0,1...0,3 m	61.15	
19.4.93	0/60 cm	0/101 cm	68/159 cm	0/104 cm	0/87 cm		61.27	29.17

ORSIVESIPINTA

PVM	OVP 5	OVP 4	OVP 3	OVP 2	OVP 1
26.10.92	62.20				

TIELAITOKSEN SISÄISIÄ JULKAISUJA

- 24/1993 Yleisrajoitusteiden taustaselvitys. TIEL 4000036
- 25/1993 Ympäristöosaaminen tielaitoksessa 1993. TIEL 4000037
- 26/1993 Ympäristöasioiden yhdyshenkilöt tielaitoksessa. TIEL 4000038
- 27/1993 Talvihoidon poikkileikkauseuranta; työmäärät ja laatu 1992/1993
Tuotannon palvelukeskus, Tampere
- 28/1993 Tiekaideonnettomuudet syksyllä 1992. TIEL 4000039
- 29/1993 Tiekaidejohteiden iskukestävyys. TIEL 4000040
- 30/1993 Kevyen liikenteen onnettomuudet vuosina 1989-1991. TIEL 4000041
- 31/1992 Tiehöylä- ja kuorma-autorenkaiden kitkaominaisuuksien vertailu.
TIEL 4000042
- 32/1993 V-poikkileikkaus ja teräsverkot tierakenteissa; Tulokset V-poikkileikkauksen
ja teräsverkkojen käyttökokeista tien pituussuuntaisten halkeamien
ehkäisyssä. TIEL 4000043
- 33/1993 Kasvillisuuden seuranta - Maastotyöohjeet. TIEL 4000044
- 34/1993 Rumpuputkien rakenteellinen mitoitus. TIEL 4000045
- 35/1993 Vuosi Minnesotassa 1.6.1992-29.5.1993. Keskushallinto
- 36/1993 Tielaitoksen talousohjaus. Keskushallinto
- 37/1993 Yleisjohdon neuvottelupäivät 9-10.9.93, Pohja. Keskushallinto
- 38/1993 Matkakertomus Ruotsiin 13-19.6.93. Tutustuminen tietyömaiden
turvallisuuteen. Hämeen tiepiiri, tekniset palvelut
- 39/1993 Johdon strategiaseminaari 8.9.1993, Pohja. Tielaitoksen kansain-
välinen strategia. Vientikeskus
- 40/1993 Ympäristövaikutusten arviointi; kokeilu tiehankkeissa II. TIEL 4000046
- 41/1993 Tappiterä kuorma-auton alusterässä. Tuotannon palvelukeskus,
Kuopion tuotantotekninen kehitysyksikkö
- 42/1993 Tielaitoksen kehittämisehdot; Liikelaitostyöryhmän loppuraportti.
Keskushallinto
- 43/1993 Liikenteen ja maankäytön vuorovaikutus; Kirjallisuusreferaatteja.
Keskushallinto, tienpidon suunnittelu
- 44/1993 Talvi ja tieliikenne -projekti: Raskaan liikenteen kuljettajien kysely-
tutkimus. Liikenteen palvelukeskus
- 45/1993 Tiehöylän karheenlevitinten vertailu 1993; Lehtonen KRH-1000,
Veekmas. TIEL 4000047
- 46/1993 Auran varoitusvalojen, heijastavien kalvojen ja heijastimien käyttö-
kokeilut. Hämeen tiepiiri ja tuotannon palvelukeskus, Helsinki