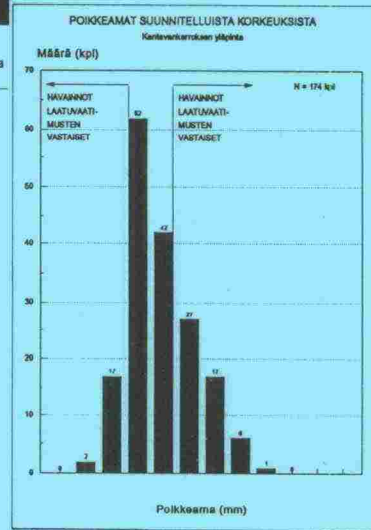
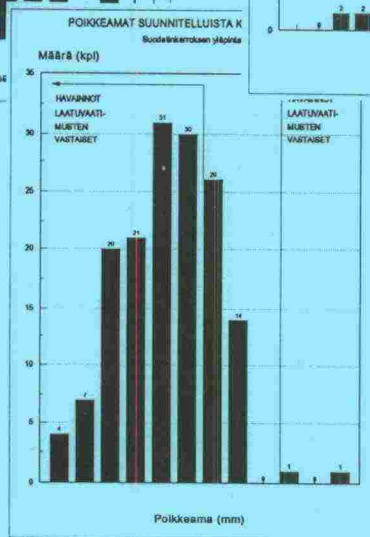
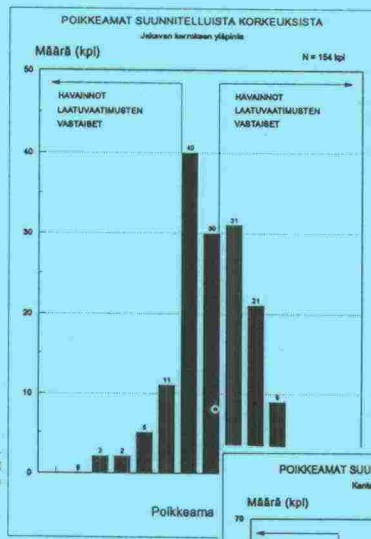
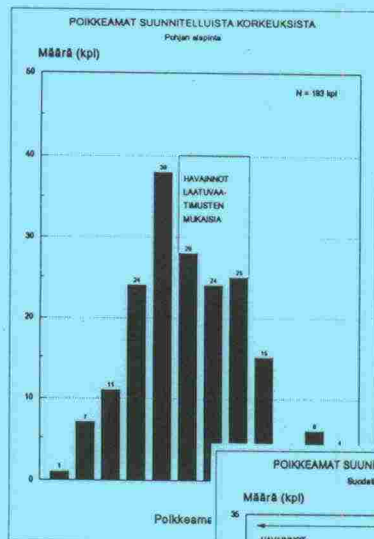


Tielaitos

Tierakenteiden korkeuspoikkeamat



Tielaitoksen
sisäisiä
julkaisuja

16/1993

Helsinki 1993

Tuotannon
palvelukeskus

Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja
16/1993

Tierakenteiden korkeuspoikkeamat

Tielaitos
Tuotannon palvelukeskus

Helsinki 1993

TIEL 400033
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

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää tienrakentamisen nykyisten menetelmien tarkkuutta lähinnä rakenteiden korkeusaseman suhteen. Tutkimus on osa tierakennustyömaan työkoneiden automaattisen ohjauksen kehittämistä. Se perustuu normaalia maastomittausta tiheämpään ja tarkempaan mittaukseen sekä rakentamisen toteutumatietojen tarkasteluun.

Tutkimuksen perusteella jakavan ja kantavan kerrosten mittapoikkeamien keskiarvo oli laatuvaatimusten mukainen. Toisaalta näiden kerrosten suhteen esiintyi myös vaatimukset alittavia tuloksia, sillä laatuvaatimukset täyttävien pisteiden osuus oli vain 46 %. Leikkauspohjan ja suodatinkerroksen korkeuspoikkeama ei täyttänyt laatuvaatimuksia.

Jos kerrokset olivat korkeusasemaltaan liian matalalla, oli sama poikkeama yleensä seuraavassa samalla kohdalla olevassa kerroksessa.

Kantavan kerroksen korkeusasema oli aina kuitenkin lähestulkoon oikea, joten alempien kerrosten korkeuserot suunnitelmaan on kurottu kiinni ylempiä kerroksia tehtäessä.

Korkeuserot ovat mittapaalujen kohdalla pienimmillään. Mittapaalujen välissä korkeuserot ovat moninkertaiset verrattuna mittapaalujen kohdalla oleviin eroihin.

Tätä tutkimusta varten tehty normaalia tiheämpi rakenteiden aseman mittaus osoitti myös, että normaalit työmaan laatumittausten tulokset poikkeavat huomattavasti nyt saaduista tuloksista.

SUMMARY

The purpose of this research was to study the accuracy of present road construction methods, mainly the ones related to road structure level. This research is part of developing the automated guidance of machines at construction sites. It is based on a more frequent and accurate surveying and on examining the construction results.

According to this research the average of measurement deviations from the sub-base and the base course filled the specifications. Though also results that did not fill the specifications were measured, because the share of the measuring points, that filled specifications, was only 46%. The level deviation of the excavation base and the filter course did not fill specifications.

If the courses' level was too low, the same deviation was usually in the next course on the same spot.

The level of the base course was always nearly correct, so the difference to the planned level of the lower courses was corrected when constructing the upper courses.

Level differences were smallest by the measuring piles. Level differences between the measuring piles were multiple compared to the differences by the piles.

The more frequent surveying of road structures, which was done for this research, indicated that the results of normal quality measuring differ considerably from the results of this research.

ALKUSANAT

Tässä tutkimuksessa on selvitetty tienrakentamisen tarkkuutta. Se on tehty tielaitoksen tuotantopalvelukeskuksen toimeksiannosta Helsingin teknillisessä oppilaitoksessa. Selvitystä varten tarvittavat mittaukset tehtiin Uudenmaan, Kymen ja Oulun tiepiireissä vuoden 1993 alkupuolella. Koska tarkastelu perustuu pieneen otantaan, ei ole ollut tarkoituksenmukaista ilmoittaa tässä selvityksessä esitettyä tarkemmin tutkimuskohteita.

Tutkimuksen teki teknikko-oppilas Marko Tuokkola lehtori Esko Myllyluoman valvonnassa. Esko Myllyluoma avusti erityisesti maastonmittauksiin ja tietojenkäsittelyyn liittyvissä töissä. Tielaitoksessa työtä on ohjannut insinööri Antti Tuokkola. Lisäksi tutkimukseen on saatu apua useilta Uudenmaan, Kymen ja Oulun tiepiirien työntekijöiltä.

Kiitokset kaikille edellämainituille tutkimuksen toteuttamisen mahdollistaneille henkilöille.

Helsinki huhtikuu 1993

Tuotannon palvelukeskus

Sisältö

1 JOHDANTO	5
1.1 Tutkimuksen tausta ja tavoitteet	5
1.2 Keskeiset käsitteet	5
1.3 Laatuvaatimukset	5
2 TUTKIMUKSET	6
2.1 Tutkimusmenetelmät ja -laitteet	6
2.2 Tutkimusajankohta ja -kohteet	6
3 TUTKIMUSTULOKSET	7
3.1 Yleistä	7
3.2 Pohja	8
3.3 Suodatin- ja eristyskerros	8
3.4 Jakava kerros	9
3.5 Sitomaton kantava kerros	9
4 JOHTOPÄÄTÖKSET	10
5 LIITTEET	11

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta ja tavoitteet

Tutkimuksen lähtökohtana oli kerätä tietoa maanleikkaustöiden ja tien rakennekerrosten rakentamistarkkuudesta. Tutkimus on osa tielaitoksen rakennusmenetelmien kehittämistä ja niiden perusteella arvioidaan automaattisten koneenohjausmenetelmien toteutumismahdollisuuksia.

Toteutuneista rakenteista ei ole mitattua ja dokumentoitua tietoa muualta kuin mittapaalujen kohdalta. Tässä tutkimuksessa on selvitetty rakenteiden todelliset toteumat sekä mittapaalujen kohdilta, että satunnaisista kohdista rakennettavaa kohdetta. Mittaukset on tehty työmaamittauksia tiheämpinä ja tarkempina. Alkuperäisestä suunnitelmasta poiketen tutkimus sisältää vain korkeuksien tarkastelun, koska keskeneräisten kerrosten reunojen vaakasijainti ei ole lopullinen.

1.2 Keskeiset käsitteet

Korkeuspoikkeama (mm) = toteutunut korkeus - suunniteltu korkeus

Korkeuden mittapoikkeama = korkeuspoikkeamien itseisarvon keskiarvo

Standardipoikkeama on laskettu korkeus- ja mittapoikkeamista kaavalla

$\sqrt{\sum(x - \text{avg})^2/n}$, jossa:

- x = yksittäinen mittaustulos
- avg = mittaustulosten keskiarvo
- n = mittausten lukumäärä

1.3 Laatuvaatimukset

Tutkimuksessa on käytetty vertailukohtana tielaitoksen työselitysten mittaushetkellä voimassa olevia laatuvaatimuksia (Leikkaukset, kaivannot, ja avo-ojat TIEL 2212459 , Penger- ja kerrosrakenteet TIEL 2212460). Laatuvaatimuksia ollaan muuttamassa kevään 1993 aikana.

Rakentamishetken laatuvaatimukset olivat:

- Leikkauspohja: Suurin sallittu suunnitelmakorkeuden poikkeama on 100 mm. Laatuvaatimuksissa ei leikkauspohjan jäämistä matalaksi sallita.
- Suodatinkerros: Suurin sallittu poikkeama on 50 mm molemmin puolin suunniteltua korkeutta.
- Jakava kerros: Pinnan poikkeamina sallitaan kerroksen rakentaminen 40 mm alle suunnittelukorkeuden, mutta ylitystä ei sallita.

- Sitomattoman kantava kerros: Poikkeamana sallitaan 20 mm suunnitelma-arvon molemmin puolin.

Vertailussa laatuvaatimus on katsottu toteutuneeksi, jos tutkimusaineiston keskiarvo tai yksittäiset mittaustulokset ovat laatuvaatimuksen salliman vaihtelualueen sisällä.

2 TUTKIMUKSET

2.1 Tutkimusmenetelmät ja laitteet

Valmistunut tien pohja tai rakennekerroksen pinta on mitattu Sokkian takymetreillä SET-3 ja SET-4 käyttäen saman valmistajan maastotallenninta sekä prismaa. Valmistajan ilmoittama järjestelmätarkkuus SET-3 on $3 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm/km}$ ja SET-4:llä $5 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm/km}$. Pisimmät mittausmatkat ovat olleet 120 m, joten mittaustulosten tarkkuus on vähintään 6 mm.

Mittaukset on tehty tien pituussuunnassa enintään 4 m:n ja poikkisuunnassa 2.5 m:n välein. Mittauksen kiintopisteinä on käytetty tienrakentajien monikulmiopisteitä. Jos tukipisteiden etäisyys on ollut yli 120 m on mittauksen tarkkuutta lisätty apupisteverkolla, jolle on erikseen määritelty korkeusasema. Kaikki mittaukset on tehty apu- tai tukipisteeltä. Mittauksissa ei ole käytetty vapaita asemapisteitä.

Maastomittaukset on käsitelty SDR softwaren mapping & design V5.00 mittaus- ja kartoitusohjelmalla. Ohjelma on luonut koko mitattavalle alueelle kolmioverkon kolmen lähimmän pisteen avulla ja laskenut samalla korkeusaseman halutuille pisteille. Vertailulaskelmat on tehty LOTUS-123:lla ja havainnollistaminen Freelancer-ohjelmilla.

Mittatuloksia on verrattu rakennussuunnitelmista saatuihin korkeustietoihin. Lisäksi on kerätty lisäaineistoa kehitteillä olevasta TILAVA-laatuseurantajärjestelmästä. Tämän aineiston perusteella on voitu arvioida mittapaalun kohdalla olevien poikkeamien ja tässä tutkimuksessa erikseen mitattujen poikkeamien vastaavuutta. TILAVA-aineisto on saatu Oulun ja Kymen tiepiirien käynnissä olevilta moottori- ja moottoriliikennetietyömailta. Aineiston arvot on mitattu tien ajokaistan teoreettisilta reunoilta tai mittalinjalta 20 m:n välein mittapaalujen kohdalta normaalilla takymetrimittauksella. Yhteenveto aineistosta on liitteessä 1. TILAVA-aineisto on valittu satunnaisesti tarjolla olleista tiedoista.

2.2 Tutkimusajankohta ja -kohteet

Mittaukset on tehty 2.1.-10.3.1993. Jakavan ja kantavan kerrosten asemaa mitattiin liikenteelle avatuilla tieosilla. Kantavaa kerrosta on mitattu osin myös sidotun kantavan kerroksen päältä, jolloin tuloksesta on vähennetty kerroksen paksuus.

Työmaa 1.

Paikallistietä rakennettiin peltoalueen halki, jonka maaperä pintamultien poiston jälkeen oli savea ja hiekkaista moreeni-maata. Tutkimuskohteeksi valittiin maanleikkaus, jonka syvin leikkauskohta oli noin 2 m. Suodatin- ja jakava kerros oli rakennettu samaan aikaan porrastettuna. Työ oli tehty Åkerman H 16 D kaivinkoneella ja levityskoneena oli Caterpillar D 4 H puskutraktori. Mittausten aikana oli pieni pakkanen.

Työmaa 2.

Moottoriliikennetietä rakennettiin osittain vanhan tien paikalle ja osittain rakentamattomalle pohjalle. Työkohteen suodatin- ja eristyskerros tehtiin 0-100 mm sorasta. Kaivutyöt kohteessa tehtiin kaivinkoneilla Daewoo DH 280 ja Komatsu PC 300. Kerrokset oli tasoittanut Caterpillar D 4 E puskutraktori. Mittaukset tehtiin suoja-aikalla.

Työmaa 3.

Moottoritien toista ajorataa rakennettiin taajamassa saviselle pohjamaalle. Kohteessa mitattiin sitomattoman kantavan kerroksen yläpinnan taso sidotun kantavan kerroksen pinnalta. Sitomaton kantava kerros oli tehty tiehöylällä ja tiivistetty täryjyrällä. Sidottu kantavakerros oli tehty bitumisorasta (0 - 30 mm) asfaltinlevittimellä.

Työmaa 4.

Muutama kuukausi sitten käyttöön otetulta paikallistieltä mitattiin sitomattoman kantavan kerroksen yläpinnan asema sidotun kantavan kerroksen päältä. Mittauspinnassa ei ollut merkkejä kulumisesta. Sitomaton kantavakerros oli tehty tiehöylällä ja tiivistetty täryjyrällä. Sidotun kantavan kerroksen bitumisora (0-30 mm) oli levitetty asfaltinlevittimellä.

Kaikilla työmailla oli tai oli ollut käytössä normaalin työmaakäytännön mukaiset korkeusmerkit. Erillistä "ajopuu-miestä" ei töissä ollut käytetty.

3 TUTKIMUSTULOKSET

3.1 Yleistä

Vaikka kantava- ja jakavakerros olivat keskimäärin laatuvaatimusten mukaisia ja leikkauspohja sekä suodatinkerros olivat lähes kelpuutettavia, vaihteli rakentamisen tarkkuus merkittävästi (liite 2).

Korkeuspoikkeama oli vaatimuksiin nähden jopa viisinkertainen. Vastaavasti mittapoikkeaman suuruus oli noin kolminkertainen.

Mitatut poikkeamat olivat lisäksi TILAVA-aineiston poikkeamia suurempia. Tämä johtuu siitä, että mittapaalujen välisen osan poikkeamat olivat

suurempia kuin TILAVA-aineiston mittapaalun kohdalta mitatut poikkeamat. TILAVA-aineiston ja mittaustulosten korkeuspoikkeamien ero oli kaikkien kerrosten osalta moninkertainen. Kaikista mitatuista mittapisteistä 54 % ei täyttänyt laatuvaatimusta. Sen sijaan TILAVA-aineisto on keskimäärin laatuvaatimusten mukainen.

3.2 Pohja

Mitattu keskimääräinen korkeusalitus (liite 2) ylitti sallitun poikkeaman 21 mm:llä. Työmaalla 1 korkeusalitus ylitti sallitun 66 mm:llä. Työmaalla 2 korkeusalitus oli laatuvaatimusten sallimissa rajoissa. Mitatuista pisteistä 58 % (liite 3.A) ei täyttänyt laatuvaatimusta.

Keskimääräinen mittapoikkeama oli 135 mm . Työmaalla 1 se oli 167 mm ja työmaalla 2 mittapoikkeama oli 95 mm. Käytetyillä menetelmillä ja suurella kaivukoneella (35 t) saavutetaan siis työnopeutta muuttamatta enintään 220 mm (135 mm + std-poikkeama 86 mm) tarkkuus.

TILAVA- aineiston ja mittatietojen korkeuspoikkeamien ero (taulukko 1) oli 162 mm ja korkeuden mittapoikkeamien ero oli 85 mm.

Taulukko 1: Leikkauspohjat
Table 1: Excavation bases

AINEISTO	MÄÄRÄ (kpl)	KORKEUSPOIKKEAMA		MITTAPOIKKEAMA	
		keskiarvo	std-poikkeama	keskiarvo	std-poikkeama
TILAVA	1 032	41	45	50	34
Mittaus	183	-121	104	135	86
Laatuvaatimus					
-v 1992		0...-100			
-v 1993		0...-50			

3.3 Suodatin -ja eristyskerrokset

Suodatin- ja eristyskerrosten mitattu keskimääräinen korkeusalitus (liite 2) ylitti 111 mm sallitun poikkeaman. Mitatuista pisteistä oli laatuvaatimukset täyttäviä vain 26 % (liite 3.B). Keskimääräinen mittapoikkeama oli 164 mm. Käytetyillä menetelmillä ja puskutraktorilla tasoitettaessa päästään parhaimmillaan noin 200... 250 mm:n tarkkuuteen. Epätarkkuuteen vaikuttaa mm. levitettävän hiekan "upottavuus". Epätarkkuuksista huolimatta vaaditut kerrospaksuudet saavutettiin.

TILAVA- aineiston ja mittaustietojen korkeuspoikkeamien ero (taulukko 2) oli 165 mm ja mittapoikkeamien ero oli 136 mm.

Taulukko 2: Suodatinkerroksen yläpinta
Table 2: Upper surface of the filter course

AINEISTO	MÄÄRÄ (kpl)	KORKEUSPOIKKEAMA		MITTAPOIKKEAMA	
		keskiarvo	std-poikkeama	keskiarvo	std-poikkeama
TILAVA	1 151	4	39	28	27
Mittaus	155	-161	91	164	86
Laatuvaatimus					
-v 1992		-50..50			
-v 1993		-20...20			

3.4 Jakava kerros

Jakavien kerrosten keskimääräinen korkeusallitus (liite 2) oli -15 mm. Jokainen tutkittu jakava kerros täytti laatuvaatimukset myös yksittäisesti. Työmaalla 1 keskimääräinen korkeusallitus oli -7 mm ja työmaalla 2 ylitys oli 34 mm. Keskimääräinen mittapoikkeama oli 59 mm. Vaikka jakavat kerrokset oli tehty keskimäärin sallitun korkeuspoikkeaman puitteissa, niin 54 % mitatuista pisteistä (liite 3C) ei täyttänyt laatuvaatimuksia. Käytetyillä menetelmillä ja puskutraktorilla levitettäessä tarkkuus on parhaimmillaan noin 100 mm.

TILAVA- aineiston ja mittaustulosten korkeuspoikkeamien ero (taulukko 3) oli 31 mm ja mittapoikkeamien ero 42 mm.

Taulukko 3: Jakavan kerroksen yläpinta
Table 3: Upper surface of the sub-base

AINEISTO	MÄÄRÄ (kpl)	KORKEUSPOIKKEAMA		MITTAPOIKKEAMA	
		keskiarvo	std-poikkeama	keskiarvo	std-poikkeama
TILAVA	3 417	16	15	17	14
Mittaus	154	-15	81	59	48
Laatuvaatimus					
-v 1992		0...-40			
-v 1993		-15...-15			

3.5 Sitomaton kantava kerros

Sitomaton kantava kerros mahtui laatuvaatimusten puitteisiin keskimääräisen ylityksen (liite 2) ollessa vain 9 mm. Vain työmaa 3:n keskimääräinen korkeusallitus oli 14 mm yli laatuvaatimusten salliman poikkeaman. 31 % mitatuista pisteistä (liite 3D) ei täyttänyt laatuvaatimuksia.

Keskimääräinen mittapoikkeama sitomattomalle kantavalle kerrokselle oli 20 mm. Työmaalla 3 keskimääräinen mittapoikkeama oli 35 mm ja työmaal-

la 4 on samainen arvo 12 mm. Tiehöylällä levitettäessä ja täryjyrällä tiivistettäessä normaalitarkkuus on noin 40 mm.

TILAVA- aineiston ja mittaustulosten korkeuspoikkeamien ero (taulukko 4) oli 15 mm ja mittapoikkeamalle sama arvo oli 10 mm.

Taulukko 4: Kantavan kerroksen yläpinta
Table 4: Upper surface of the base course

AINEISTO	MÄÄRÄ (kpl)	KORKEUSPOIKKEAMA		MITTAPOIKKEAMA	
		keskiarvo	std-poikkeama	keskiarvo	std-poikkeama
TILAVA	217	-6	11	10	8
Mittaus	174	9	25	20	18
Laatuvaatimus					
-v 1992		-20...20			
-v 1993		-10...10			

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Mittatarkkuuden poikkeamat olivat mittapaalujen välisellä osuudella moninkertaisia mittapaalulta mitattuihin arvoihin nähden. Mittapaalut ovat siis liian harvassa, jotta korkeustarkkuus olisi sama jokaisessa rakenteen kohdassa.
- Vaatimusten mukaisten rajojen ylityksiä esiintyi paljon.
- Laatuvaatimukset ja työn tuottavuus ovat ristiriidassa, koska leikkauksen ylisyyvyys joudutaan korjaamaan kalliilla materiaalilla.
- Korkeusaseman heitoista huolimatta suunnitellut kerrospaksuudet saavutettiin tai ylitettiin, koska seuraavan kerroksen yläpinnan korkeuden alitus oli saman suuruinen tai pienempi kuin leikkauspohjan ylisyyvyys tai alemman kerroksen alitus.
- Rakentamisen tarkkuutta olisi parannettava suodatinkerroksen ja ennen kaikkea leikkauspohjan osalta.
- Vaikka leikkauspohja ja suodatinkerrokset eivät täyttäneet laatuvaatimuksia, olivat jakavan ja sitomattoman kantavan kerroksen yläpinta suunnitelmakorkeuden vaatimissa puitteissa.
- Jos halutaan tarkat rakenteet ja todellinen laatu seuranta järjestelmä, on korkeuksia voitava tarkastella nykyistä 20 m:n paaluväliä tiheämmin.

5 LIITTEET

1. TILAVA-aineisto
2. Laatuvaatimusten ja mittatulosten tarkastelu
3. Mitatut korkeuspoikkeamat
 - 3.A Pohja
 - 3.B Suodatinkerroksen yläpinta
 - 3.C Jakavan kerroksen yläpinta
 - 3.D Kantavan kerroksen yläpinta
4. Mittapistetiedot kohteittain
 - 4.A Työmaa 1
 - 4.B Työmaa 2
 - 4.C Työmaa 3
 - 4.D Työmaa 4

Työmaa A / Pohjan alapinnan korkeuserot

Aihe	Korkeuspoikkeama (mm)	Mittapoikkeama (mm)
keski-arvo	41	50
keski-hajonta	45	34
minimi	-120	0
maksimi	247	247
Havainnot 1032 kpl		

Työmaa A / Suodatinkerroksen yläpinnan korkeuserot

Aihe	Korkeuspoikkeama (mm)	Mittapoikkeama (mm)
keski-arvo	4.1	28
keski-hajonta	38.5	27
minimi	-231	0
maksimi	300	300
Havainnot 1151 kpl		

Työmaa A / Jakavan kerroksen yläpinnan korkeuserot

Aihe	Korkeuspoikkeama (mm)	Mittapoikkeama (mm)
keski-arvo	-16	17
keski-hajonta	15	14
minimi	-70	0
maksimi	50	70
Havainnot 3250 kpl		

Työmaa A / Sitomattoman kantavan kerroksen yläpinnan korkeuserot

Aihe	Korkeuspoikkeama (mm)	Mittapoikkeama (mm)
keski-arvo	-5	12
keski-hajonta	15	10
minimi	-48	0
maksimi	20	48
Havainnot 193 kpl		

Työmaa B / Jakavan kerroksen yläpinnan korkeuserot

Aihe	Korkeuspoikkeama (mm)	Mittapoikkeama (mm)
keski-arvo	-21	23
keski-hajonta	19	15
minimi	-50	0
maksimi	20	50
Havainnot 167 kpl		

Työmaa B / Sitomattoman kantavan kerroksen yläpinnan korkeuserot

Aihe	Korkeuspoikkeama (mm)	Mittapoikkeama (mm)
keski-arvo	-5	12
keski-hajonta	13	8
minimi	-30	0
maksimi	20	30
Havainnot 24 kpl		

KORKEUSASEMAN LAATUVAATIMUSTEN JA MITTAUSTULOSTEN TARKASTELU

Korkeuspoikkeamat (toteutunut korkeus - mitattu korkeus)

työmaa	kerros	laatuvaatimus		mitatut korkeuspoikkeamat				poikkeaman ylitys (mm)
		ala (mm)	ylä (mm)	k-a (mm)	hajonta (mm)	min (mm)	max (mm)	
1	pohja	-100	0	-166	83	-356	17	-66
2	pohja	-100	0	-65	100	-332	137	0
Yht.	pohjat	-100	0	-121	104	-356	137	-21
1	suodatin	-50	50	-161	91	-380	162	-111
1	jakava	-40	0	-7	90	-270	201	0
2	jakava	-40	0	-34	48	-158	66	0
Yht.	jakavat	-40	0	-15	81	-270	201	0
3	kantava	-20	20	34	20	-3	83	14
4	kantava	-20	20	-6	14	-50	27	0
Yht.	kantavat	-20	20	9	25	-50	83	0

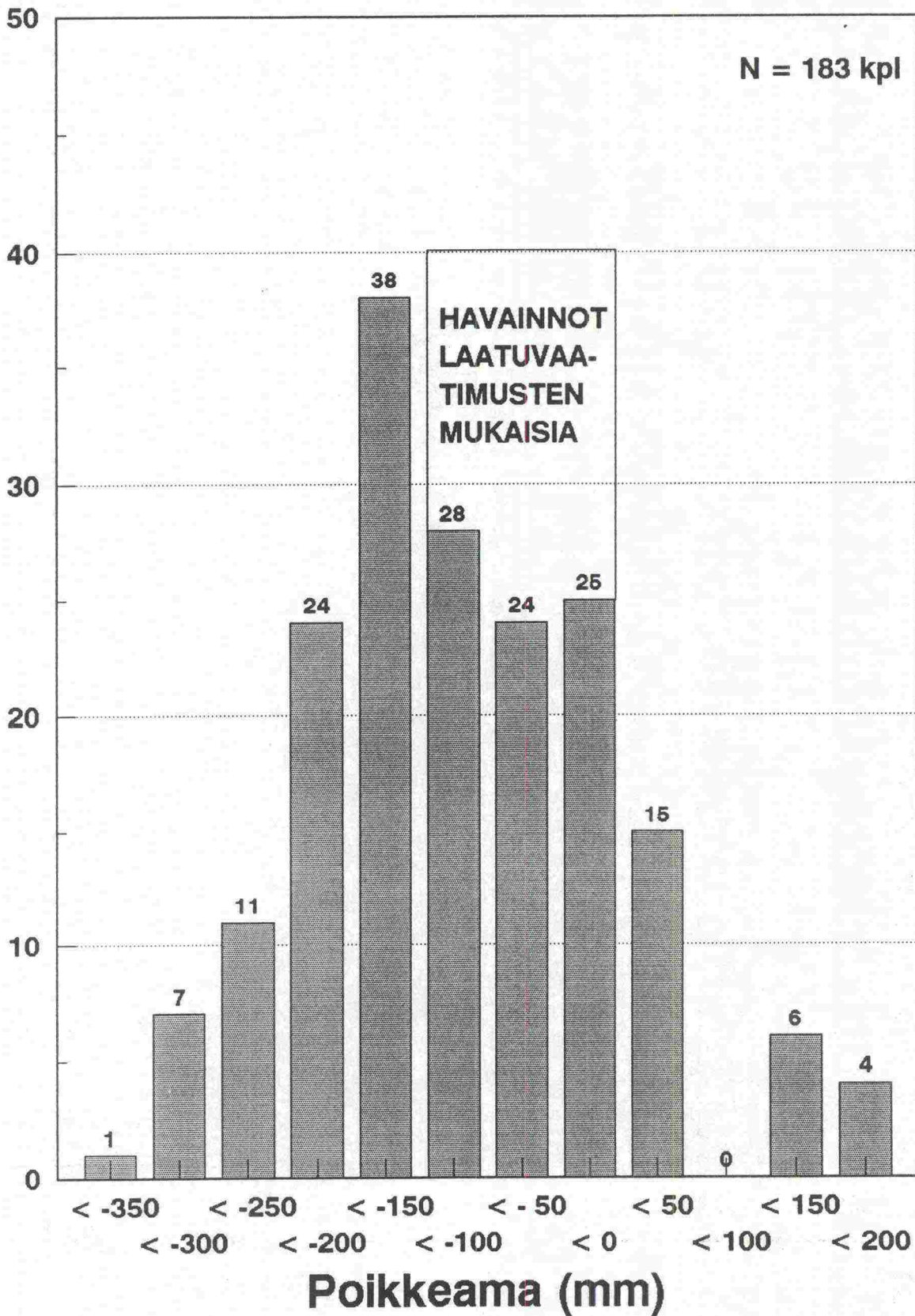
Mittapoikkeamat (korkeuspoikkeamien itseisarvot)

työmaa	kerros	laatuvaatimus		mitatut mittapoikkeamat		
		ala (mm)	ylä (mm)	k-a (mm)	hajonta (mm)	poikkeaman ylitys (mm)
1	pohja	100	0	167	82	67
2	pohja	100	0	95	71	0
Yht.	pohjat	100	0	135	86	35
1	suodatin	50	50	164	86	114
1	jakava	40	0	64	52	24
2	jakava	40	0	47	36	7
Yht.	jakavat	40	0	59	48	19
3	kantava	20	20	35	20	36
4	kantava	20	20	12	9	0
Yht.	kantavat	20	20	20	18	0

POIKKEAMAT SUUNNITELLUISTA KORKEUKSISTA

Pohjan alapinta

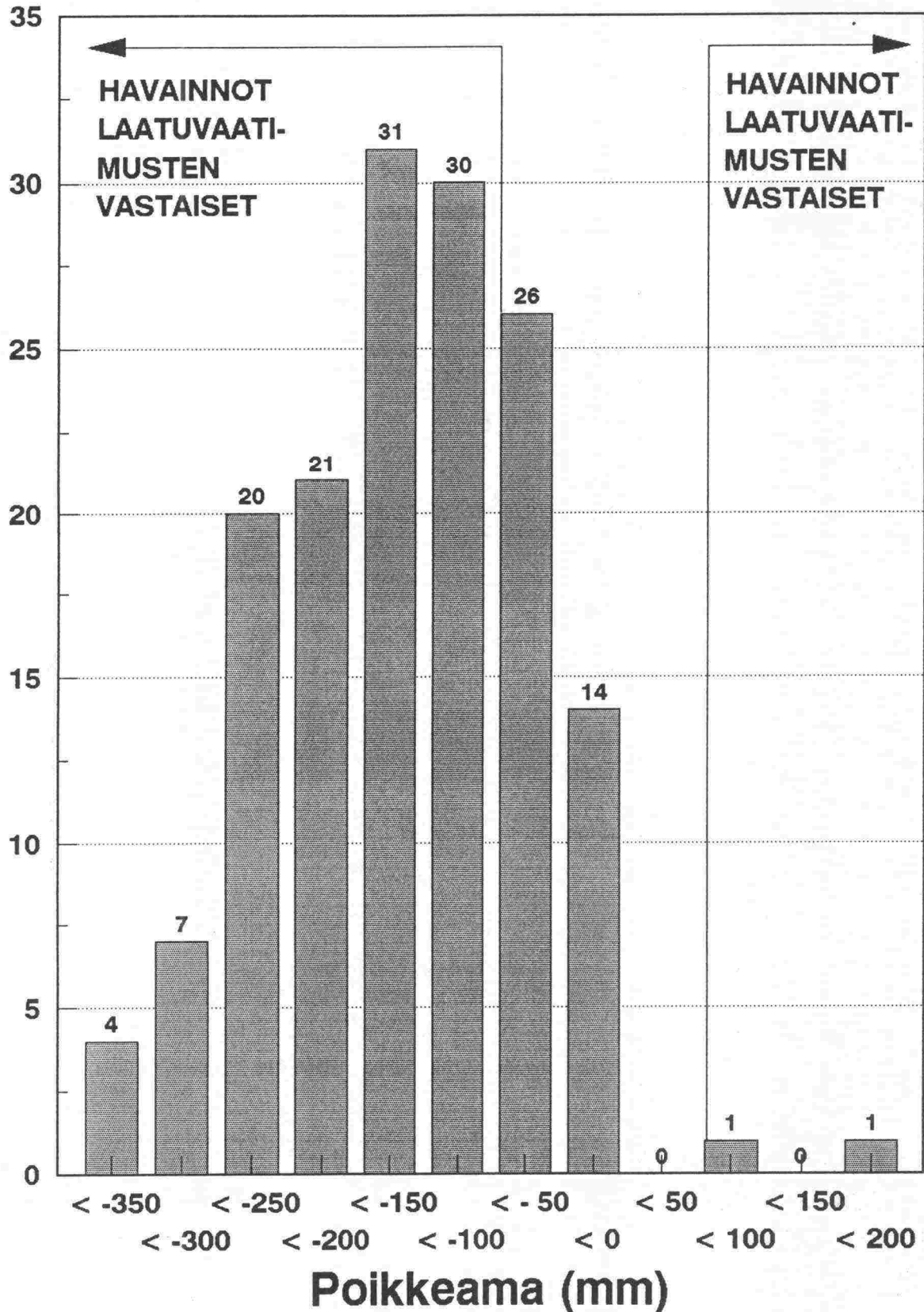
Määrä (kpl)



POIKKEAMAT SUUNNITELLUISTA KORKEUKSISTA
 Suodatinkerroksen yläpinta

Määrä (kpl)

N = 155 kpl

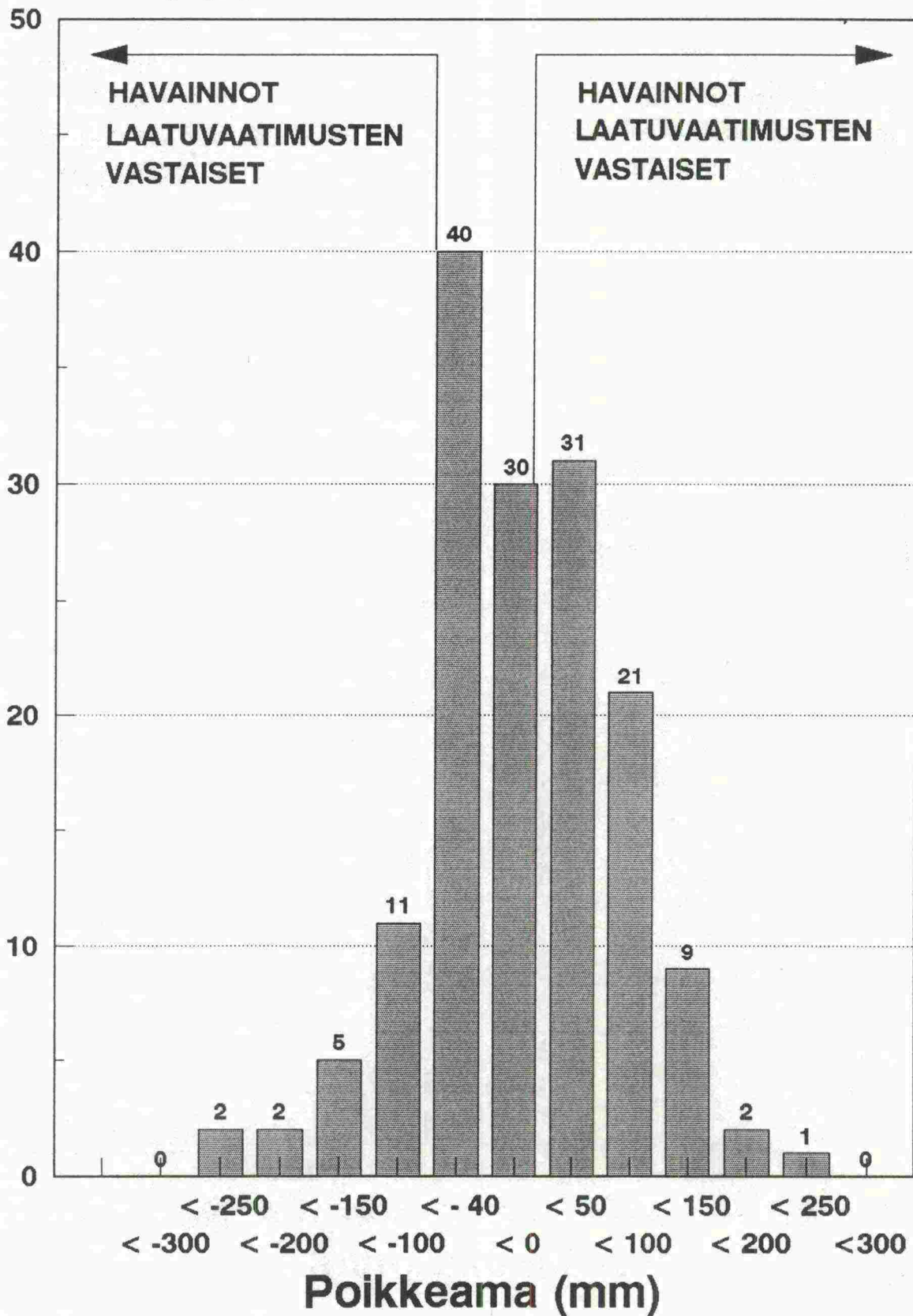


POIKKEAMAT SUUNNITELLUISTA KORKEUKSISTA

Jakavan kerroksen yläpinta

Määrä (kpl)

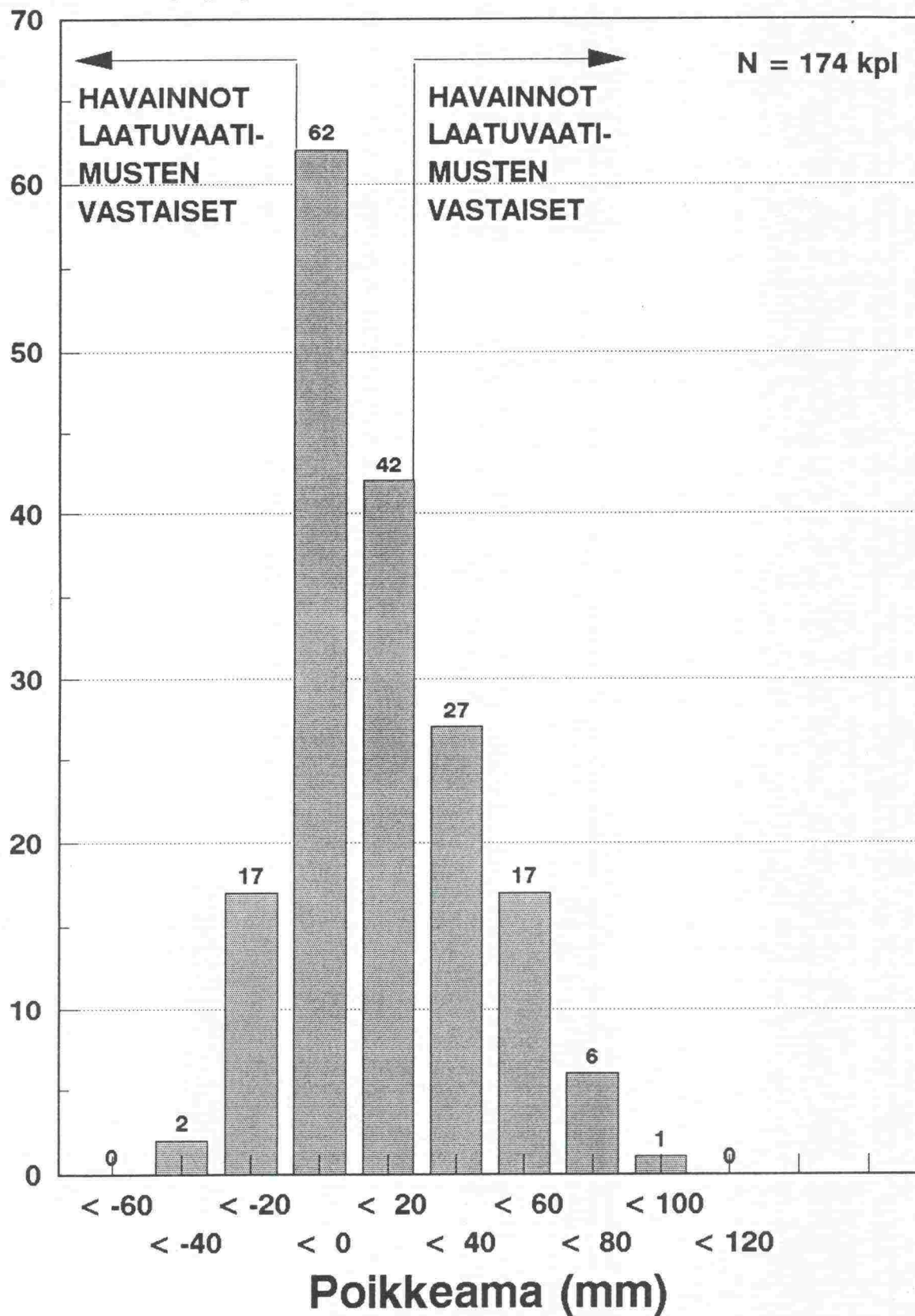
N = 154 kpl



POIKKEAMAT SUUNNITELLUISTA KORKEUKSISTA

Kantavankerroksen yläpinta

Määrä (kpl)



ABC		Z	Ero			
Piste	Koodi					
1292	POHJA	-0.276		1209	POHJA	-0.231
1285	POHJA	-0.198		1217	POHJA	-0.219
1297	POHJA	-0.273		1171	POHJA	-0.177
1298	POHJA	-0.356		1176	POHJA	-0.179
1291	POHJA	-0.342		1210	POHJA	-0.231
1299	POHJA	-0.324		1213	POHJA	-0.132
1286	POHJA	-0.136		1218	POHJA	-0.133
1293	POHJA	-0.154		1168	POHJA	-0.149
1287	POHJA	-0.156		1172	POHJA	-0.143
1294	POHJA	-0.152		1175	POHJA	-0.170
1296	POHJA	-0.255		1181	POHJA	-0.144
1290	POHJA	-0.269		1205	POHJA	-0.153
1277	POHJA	0.001		1132	POHJA	-0.057
1284	POHJA	-0.046		1156	POHJA	-0.047
1263	POHJA	-0.184		1162	POHJA	-0.079
1267	POHJA	-0.146		1163	POHJA	-0.044
1268	POHJA	-0.112		1130	POHJA	-0.173
1276	POHJA	-0.055		1155	POHJA	-0.134
1275	POHJA	-0.051		1134	POHJA	-0.202
1278	POHJA	-0.030		1161	POHJA	-0.185
1279	POHJA	-0.022		1129	POHJA	-0.207
1282	POHJA	-0.003		1157	POHJA	-0.182
1253	POHJA	-0.205		1160	POHJA	-0.215
1254	POHJA	-0.167		1165	POHJA	-0.079
1255	POHJA	-0.166		1154	POHJA	-0.024
1256	POHJA	-0.236		1131	POHJA	-0.186
1257	POHJA	-0.210		1135	POHJA	-0.119
1261	POHJA	-0.133		1164	POHJA	-0.200
1260	POHJA	-0.148		1063	POHJA	-0.248
1262	POHJA	-0.162		1064	POHJA	-0.281
1283	POHJA	-0.016		1090	POHJA	0.001
1258	POHJA	-0.236		1091	POHJA	-0.060
1259	POHJA	-0.225		1081	POHJA	-0.308
1264	POHJA	-0.255		1084	POHJA	-0.315
1266	POHJA	-0.217		1065	POHJA	-0.302
1178	POHJA	-0.123		1089	POHJA	-0.159
1179	POHJA	-0.133		1079	POHJA	-0.195
1207	POHJA	-0.101		1080	POHJA	-0.261
1208	POHJA	-0.132		1061	POHJA	-0.263
1214	POHJA	-0.189		1062	POHJA	-0.253
1215	POHJA	-0.164		1085	POHJA	-0.246
1216	POHJA	-0.100		1088	POHJA	-0.226
1252	POHJA	-0.216		1092	POHJA	-0.079
1169	POHJA	-0.149		1066	POHJA	-0.238
1170	POHJA	-0.140		1057	POHJA	-0.179
1177	POHJA	-0.156		1058	POHJA	-0.212
1180	POHJA	-0.126		1056	POHJA	-0.108
1206	POHJA	-0.194		1059	POHJA	-0.283
				1055	POHJA	-0.215
				1060	POHJA	-0.250
				1051	POHJA	0.017
				1052	POHJA	-0.018
				1053	POHJA	-0.097
				1054	POHJA	-0.157

ABC
Piste Koodi

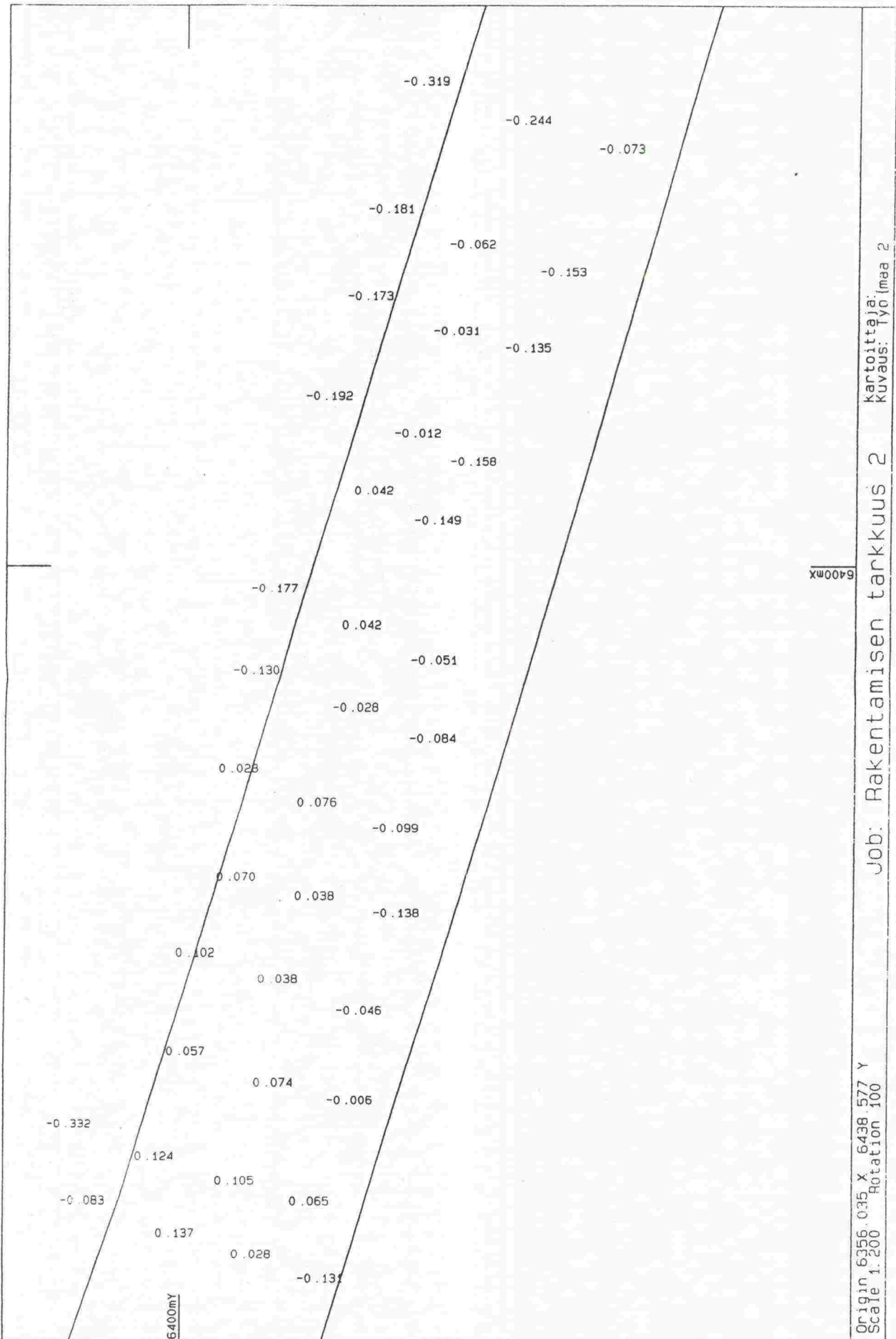
Z Ero

LIITE 4.A/2

1322	SUODATIN	-0.200	1316	SUODATIN	-0.355
1326	SUODATIN	-0.129	1317	SUODATIN	-0.330
1327	SUODATIN	-0.105	1318	SUODATIN	-0.330
1271	SUODATIN	-0.360	1251	SUODATIN	-0.296
1331	SUODATIN	-0.092	1153	SUODATIN	-0.130
1272	SUODATIN	-0.380	1185	SUODATIN	-0.080
1330	SUODATIN	-0.084	1189	SUODATIN	-0.170
1332	SUODATIN	-0.062	1192	SUODATIN	-0.116
1333	SUODATIN	-0.128	1193	SUODATIN	-0.203
1334	SUODATIN	-0.120	1196	SUODATIN	-0.189
1338	SUODATIN	-0.179	1195	SUODATIN	-0.101
1339	SUODATIN	-0.146	1194	SUODATIN	-0.214
1337	SUODATIN	-0.140	1199	SUODATIN	-0.177
1319	SUODATIN	-0.333	1200	SUODATIN	-0.122
1320	SUODATIN	-0.253	1186	SUODATIN	-0.203
1323	SUODATIN	-0.183	1187	SUODATIN	-0.213
1324	SUODATIN	-0.234	1188	SUODATIN	-0.194
1325	SUODATIN	-0.146	1120	SUODATIN	-0.302
1269	SUODATIN	-0.278	1121	SUODATIN	-0.252
1270	SUODATIN	-0.262	1126	SUODATIN	-0.277
1201	SUODATIN	-0.219	1125	SUODATIN	-0.180
1221	SUODATIN	-0.166	1137	SUODATIN	-0.271
1202	SUODATIN	-0.148	1124	SUODATIN	-0.264
1222	SUODATIN	-0.097	1138	SUODATIN	-0.218
1203	SUODATIN	-0.150	1127	SUODATIN	-0.250
1223	SUODATIN	-0.134	1139	SUODATIN	-0.265
1224	SUODATIN	-0.148	1128	SUODATIN	-0.210
1225	SUODATIN	-0.180	1141	SUODATIN	-0.279
1231	SUODATIN	-0.167	1140	SUODATIN	-0.310
1230	SUODATIN	-0.107	1146	SUODATIN	-0.240
1239	SUODATIN	-0.146	1147	SUODATIN	-0.148
1238	SUODATIN	-0.196	1148	SUODATIN	-0.222
1232	SUODATIN	-0.162	1136	SUODATIN	-0.292
1240	SUODATIN	-0.218	1142	SUODATIN	-0.231
1226	SUODATIN	-0.156	1145	SUODATIN	-0.194
1229	SUODATIN	-0.112	1151	SUODATIN	-0.155
1234	SUODATIN	-0.132	1150	SUODATIN	-0.192
1233	SUODATIN	-0.057	1149	SUODATIN	-0.163
1236	SUODATIN	-0.083	1050	SUODATIN	-0.057
1241	SUODATIN	-0.164	1094	SUODATIN	-0.025
1312	SUODATIN	-0.246	1095	SUODATIN	-0.093
1244	SUODATIN	-0.262	1096	SUODATIN	-0.067
1313	SUODATIN	-0.268	1097	SUODATIN	-0.056
1245	SUODATIN	-0.255	1100	SUODATIN	-0.102
1246	SUODATIN	-0.261	1099	SUODATIN	-0.008
1314	SUODATIN	-0.356	1098	SUODATIN	-0.010
1248	SUODATIN	-0.307	1104	SUODATIN	-0.036
1249	SUODATIN	-0.317	1105	SUODATIN	-0.082
1247	SUODATIN	-0.258	1111	SUODATIN	-0.166
			1101	SUODATIN	-0.054
			1102	SUODATIN	-0.040
			1103	SUODATIN	-0.071
			1107	SUODATIN	-0.089
			1106	SUODATIN	-0.070
			1108	SUODATIN	-0.046
			1109	SUODATIN	-0.073
			1110	SUODATIN	-0.122
			1112	SUODATIN	-0.111
			1113	SUODATIN	-0.130
			1114	SUODATIN	-0.114
			1115	SUODATIN	-0.167

1119	SUODATIN	-0.221
1118	SUODATIN	-0.206
1117	SUODATIN	-0.198
1116	SUODATIN	-0.255
1122	SUODATIN	-0.247
1123	SUODATIN	-0.231
1029	SUODATIN	-0.157
1031	SUODATIN	-0.106
1032	SUODATIN	-0.104
1033	SUODATIN	-0.045
1035	SUODATIN	-0.079
1034	SUODATIN	-0.013
1040	SUODATIN	-0.057
1042	SUODATIN	-0.076
1041	SUODATIN	-0.044
1046	SUODATIN	-0.056
1047	SUODATIN	-0.071
1012	SUODATIN	-0.139
1011	SUODATIN	-0.218
1017	SUODATIN	-0.148
1018	SUODATIN	-0.183
1014	SUODATIN	-0.215
1013	SUODATIN	-0.218
1015	SUODATIN	-0.253
1016	SUODATIN	-0.164
1021	SUODATIN	-0.257
1020	SUODATIN	-0.195
1019	SUODATIN	-0.175
1022	SUODATIN	-0.163
1023	SUODATIN	-0.177
1024	SUODATIN	-0.190
1025	SUODATIN	-0.167
1028	SUODATIN	-0.185
1027	SUODATIN	-0.141
1026	SUODATIN	-0.049
1030	SUODATIN	-0.102
1037	SUODATIN	-0.079
1036	SUODATIN	-0.041
1038	SUODATIN	-0.009
1039	SUODATIN	-0.092
1043	SUODATIN	-0.001
1044	SUODATIN	-0.088
1045	SUODATIN	-0.067
1049	SUODATIN	-0.068
1048	SUODATIN	-0.045

ABC		Z	Ero		
Piste	Koodi				
1446	JAKAVA	-0.370		1407	JAKAVA 0.001
1451	JAKAVA	-0.291		1409	JAKAVA -0.066
1453	JAKAVA	-0.025		1410	JAKAVA 0.000
1452	JAKAVA	-0.144		1398	JAKAVA -0.138
1455	JAKAVA	0.055		1399	JAKAVA -0.012
1456	JAKAVA	-0.073		1401	JAKAVA -0.097
1457	JAKAVA	-0.155		1400	JAKAVA 0.040
1448	JAKAVA	-0.047		1405	JAKAVA 0.101
1447	JAKAVA	-0.193		1406	JAKAVA 0.029
1449	JAKAVA	-0.022		1382	JAKAVA -0.192
1450	JAKAVA	-0.128		1386	JAKAVA -0.174
1454	JAKAVA	0.055		1385	JAKAVA -0.130
1437	JAKAVA	-0.046		1390	JAKAVA -0.042
1441	JAKAVA	-0.111		1391	JAKAVA -0.038
1442	JAKAVA	-0.023		1387	JAKAVA -0.221
1443	JAKAVA	-0.094		1389	JAKAVA -0.165
1444	JAKAVA	-0.202		1394	JAKAVA -0.161
1434	JAKAVA	0.005		1396	JAKAVA -0.202
1435	JAKAVA	-0.010		1393	JAKAVA -0.170
1433	JAKAVA	-0.116		1392	JAKAVA -0.027
1438	JAKAVA	-0.062		1375	JAKAVA -0.108
1439	JAKAVA	-0.146		1374	JAKAVA -0.105
1440	JAKAVA	-0.251		1378	JAKAVA -0.117
1426	JAKAVA	-0.047		1379	JAKAVA -0.212
1428	JAKAVA	-0.023		1376	JAKAVA -0.216
1427	JAKAVA	-0.076		1377	JAKAVA -0.158
1431	JAKAVA	-0.002		1380	JAKAVA -0.142
1432	JAKAVA	-0.061		1381	JAKAVA -0.167
1436	JAKAVA	-0.026		1383	JAKAVA -0.180
1422	JAKAVA	0.001		1384	JAKAVA -0.214
1423	JAKAVA	-0.066		1363	JAKAVA -0.133
1425	JAKAVA	0.004		1362	JAKAVA -0.081
1424	JAKAVA	-0.087		1366	JAKAVA -0.111
1429	JAKAVA	-0.079		1367	JAKAVA -0.109
1430	JAKAVA	-0.093		1368	JAKAVA -0.148
1411	JAKAVA	-0.017		1068	JAKAVA -0.275
1413	JAKAVA	-0.008		1067	JAKAVA -0.272
1412	JAKAVA	-0.073		1072	JAKAVA -0.143
1417	JAKAVA	0.028		1073	JAKAVA -0.077
1418	JAKAVA	0.018		1069	JAKAVA -0.306
1414	JAKAVA	-0.112		1070	JAKAVA -0.361
1415	JAKAVA	-0.109		1071	JAKAVA -0.178
1416	JAKAVA	-0.046		1075	JAKAVA -0.179
1419	JAKAVA	0.020		1074	JAKAVA -0.146
1420	JAKAVA	-0.093		1359	JAKAVA -0.195
1421	JAKAVA	-0.029		1076	JAKAVA -0.195
1402	JAKAVA	-0.100		1360	JAKAVA -0.128
1403	JAKAVA	-0.115		1077	JAKAVA -0.120
1404	JAKAVA	-0.014		1078	JAKAVA -0.102
				1361	JAKAVA -0.097
				1364	JAKAVA -0.054
				1365	JAKAVA -0.120
				1370	JAKAVA -0.150
				1369	JAKAVA -0.157
				1371	JAKAVA -0.300
				1372	JAKAVA -0.120
				1373	JAKAVA -0.159



kartoittaja:
Kuvaus: Työmaa 2

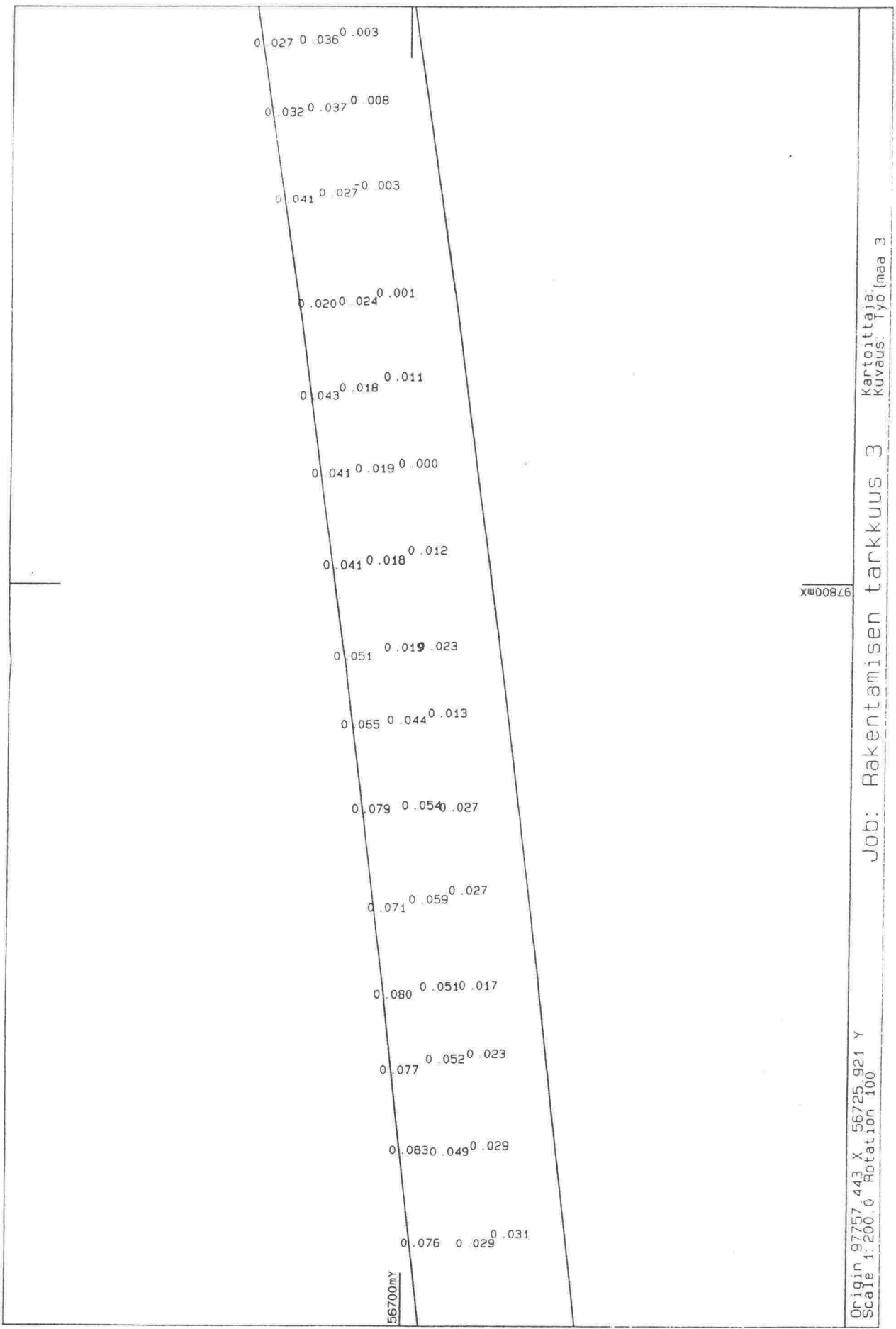
Job: Rakentamisen tarkkuus 2

Origin 6256.035 X 6438.577 Y
Scale 1:200
Rotation 100

TYOMAA 2

LIITE 4.B/3

Piste	Koodi	Z ero
2001	JAKAVA	-48
2002	JAKAVA	30
2003	JAKAVA	2
2004	JAKAVA	17
2005	JAKAVA	46
2006	JAKAVA	16
2007	JAKAVA	66
2008	JAKAVA	38
2009	JAKAVA	11
2010	JAKAVA	-101
2011	JAKAVA	-41
2012	JAKAVA	-121
2013	JAKAVA	-70
2014	JAKAVA	-51
2015	JAKAVA	-13
2016	JAKAVA	-31
2017	JAKAVA	-31
2018	JAKAVA	18
2019	JAKAVA	-65
2020	JAKAVA	-110
2021	JAKAVA	-24
2022	JAKAVA	-11
2023	JAKAVA	2
2024	JAKAVA	-110
2025	JAKAVA	-75
2026	JAKAVA	-82
2027	JAKAVA	-56
2028	JAKAVA	-59
2029	JAKAVA	15
2030	JAKAVA	16
2031	JAKAVA	8
2032	JAKAVA	-11
2033	JAKAVA	-63
2034	JAKAVA	-73
2035	JAKAVA	-19
2036	JAKAVA	-55
2037	JAKAVA	-49
2038	JAKAVA	0
2039	JAKAVA	-30
2040	JAKAVA	-58
2041	JAKAVA	-5
2042	JAKAVA	10
2043	JAKAVA	-75
2044	JAKAVA	-113
2045	JAKAVA	-158
2046	JAKAVA	-55
2047	JAKAVA	-62
2048	JAKAVA	14

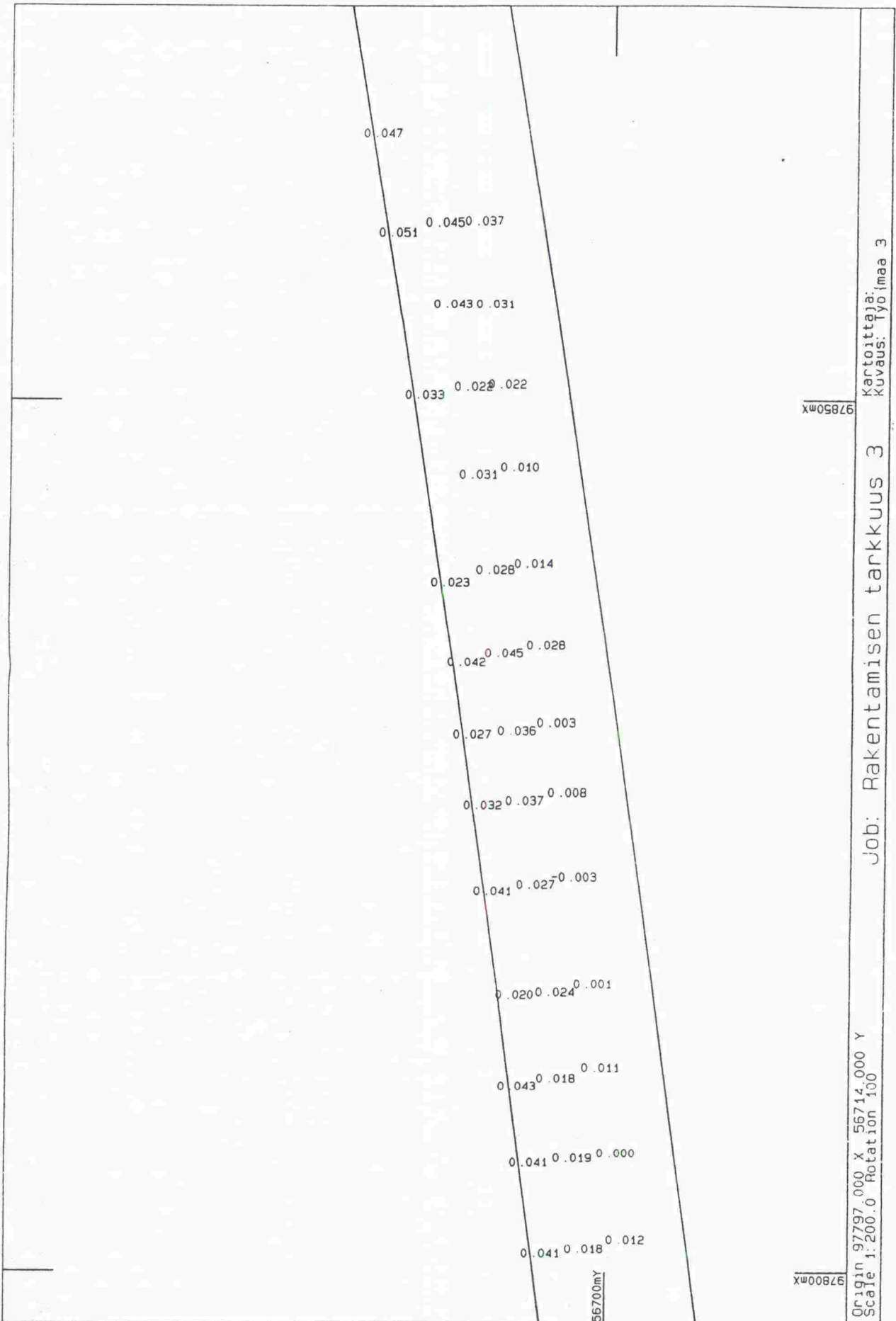


97800mx

Origin: 97757.443 X, 56725.921 Y
Scale: 1:200.0 Rotation: 100
Job: Rakentamisen tarkkuus 3
Kartoittaja: Työ (maa 3)
Kuvaus: Työ (maa 3)

SITOMATON KANTAVA KERROS

LIITE 4.C/2



9750mx

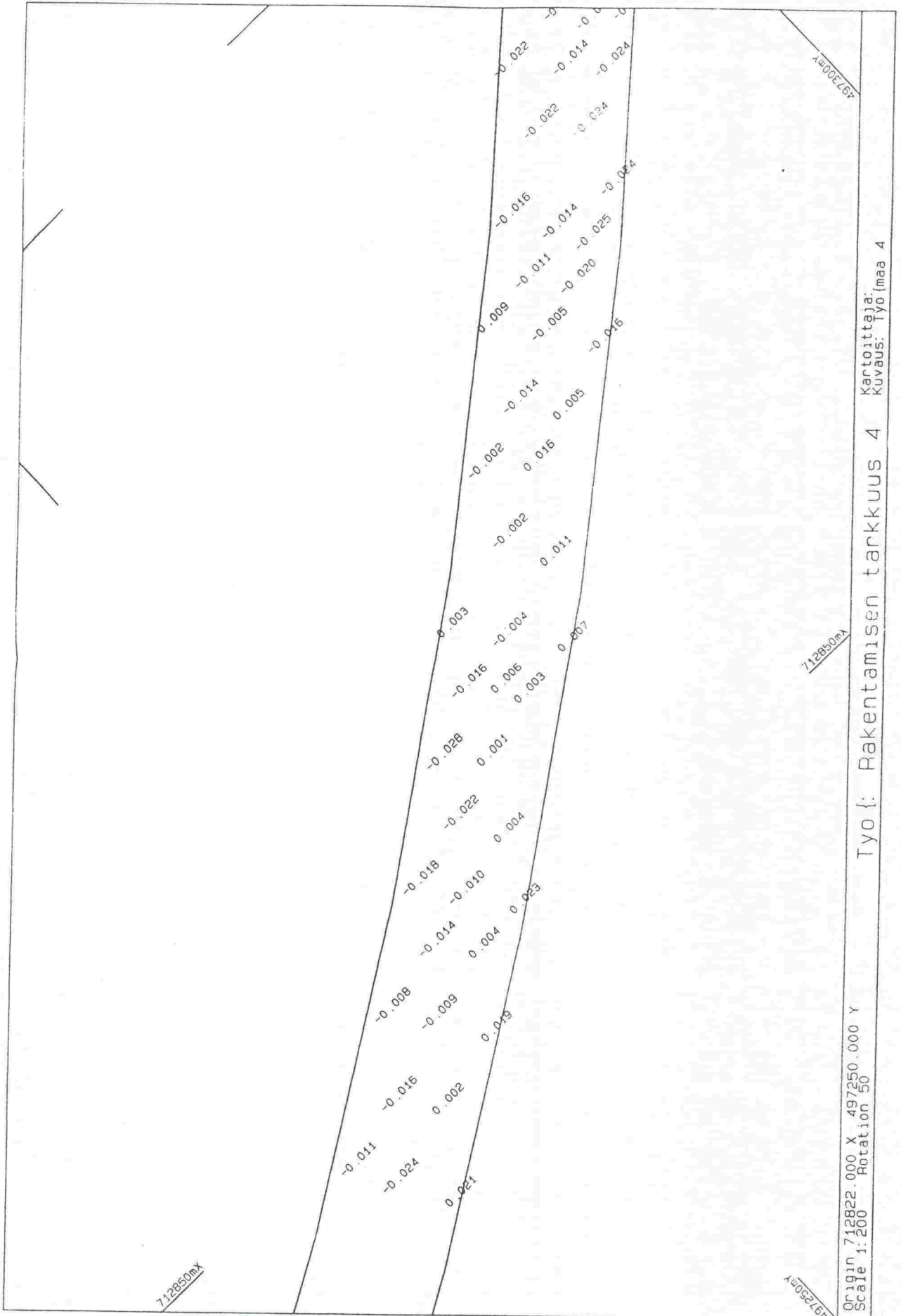
Kartoittaja: Imaa 3
Kuvaus: Työ Imaa 3

Job: Rakentamisen tarkkuus 3

Origin 97797.000 X 56714.000 Y
Scale 1:200.0 Rotation 100

X#008Z6

56700mY

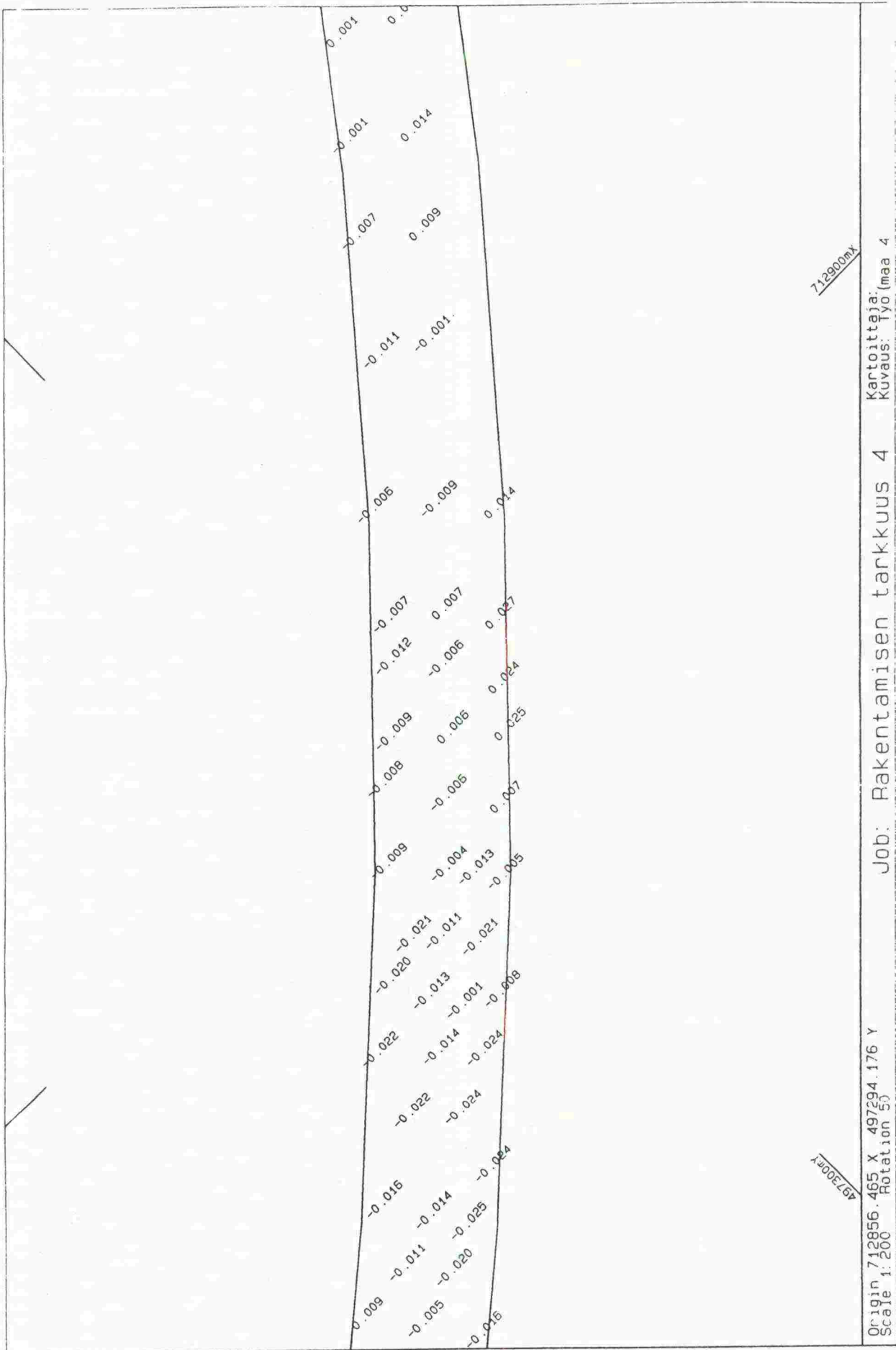


Työ: Rakentamisen tarkkuus 4 Kartoittaja: Työ (maa 4)
Kuvaus: Työ (maa 4)

Origin: 712822.000 X 497250.000 Y
Scale: 1:200 Rotation: 50

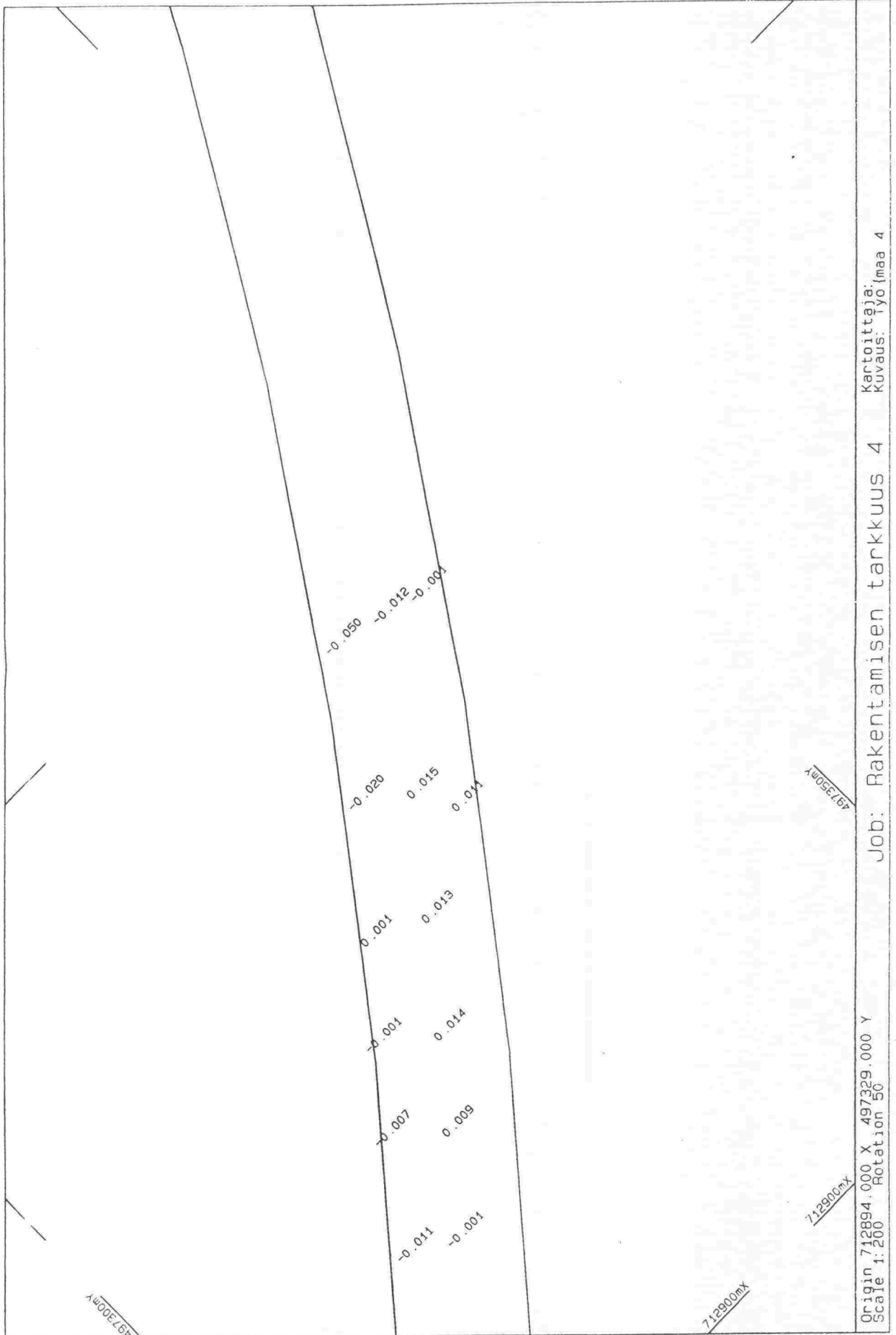
SITOMATON KANTAVA KERROS

LIITE 4.D/2



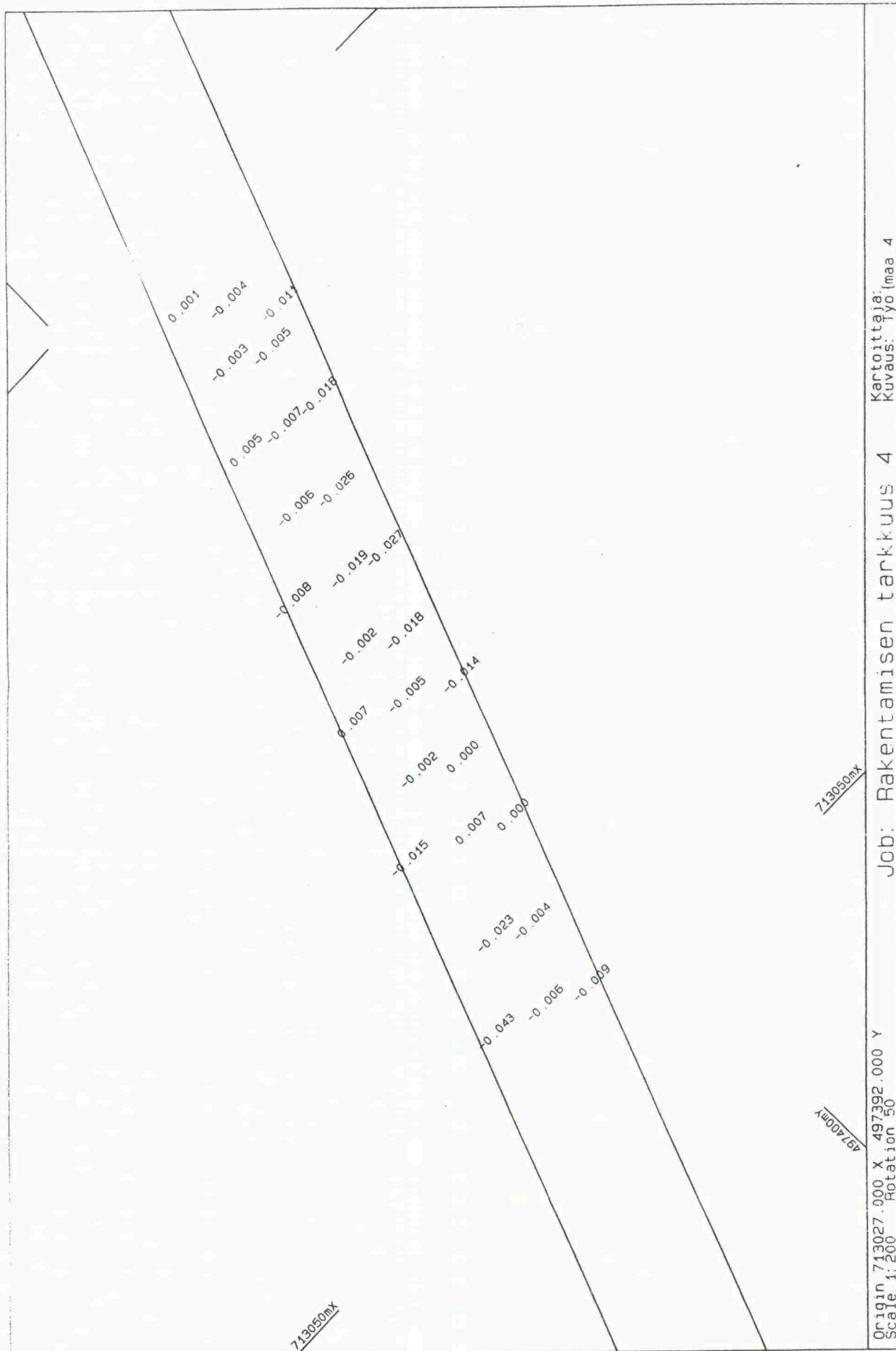
SITOMATON KANTAVA KERROS

LIITE 4.D/3



SITOMATON KANTAVA KERROS

LIITE 4.D/4



TIEHALLITUKSEN SISÄISIÄ JULKAISUJA

- 49/1992 Pyöräkuormaajien ja traktorien seurantatutkimus. TIEL 4000024
- 50/1992 Liuoslevittimien käyttökokeilu. TIEL 4000025
- 51/1992 Sorateiden kelirikkovaurioiden korjaaminen, väliraportti III: Materiaalitutkimuksia jalostetuista teollisuuden sivutuotteista. Kuopion tuotantotekninen kehitysyksikkö
- 52/1992 Sorateiden kelirikkovaurioiden korjaaminen, väliraportti IV: Koerakenteet. Kuopion tuotantotekninen kehitysyksikkö
- 53/1992 Tieterien pinnoitteet ja kovametalliset terät lumiauroissa. Kuopion tuotantotekninen kehitysyksikkö.

TIELAITOKSEN SISÄISIÄ JULKAISUJA

- 1/1993 Liuosuolan ja kostutetun suolan kenttäkokeita; ennakkosuolaus, suolan leviäminen ja pysyvyys. Tampereen tuotantotekninen kehitysyksikkö
- 2/1993 Työjärjestys. Keskushallinto
- 3/1993 Liuoksen kuljetussäiliöt, runko- ja jalkarakenteet; Vaihtoehdot 1.1.1993. Tampereen tuotantotekninen kehitysyksikkö.
- 4/1993 Tulosohjauksen kehittäminen kohti tuotantosopimusmenettelyä. TIEL 4000026
- 5/1993 Tielaitoksen henkilöstö 1992. Keskushallinto/yhtymähallinto
- 6/1993 Yleisjohdon neuvottelupäivät, Helsinki 19-20.1993, kokousmuistio
- 7/1993 Yleissuunnittelun pilottiraportti, Länsiväylä välillä Kivenlahti-Suomenoja. Keskushallinto/tiehallinto
- 8/1993 Matkakertomus Ruotsiin ja Norjaan suuntautuneelta talvikunnossapito-matkalta 13-19.12.1992. Tuotannon palvelukeskus, Tampere
- 9/1993 Ympäristövaikutusten arviointi, kokeilu tiehankkeissa I. TIEL 4000027
- 10/1993 Päälystetyn tieverkon kuntomittaukset ja hallintajärjestelmät. TIEL 4000028
- 11/1993 Tulosraportti 1992. TIEL 4000029
- 12/1993 Yleisten teiden ympäristön tilan selvitys; Luonto, maisema, kulttuuri-historia. TIEL 4000030
- 13/1993 Elastisten kulutusterien kulutuskestävyys. Tuotannon palvelukeskus, Tampere
- 14/1993 Ylläpitostrategioiden tietotuki: analyysi HIPS-ohjelmistolla. TIEL 4000031
- 15/1993 Tiehöylän painon merkitys jääpolanteen höyläyksessä. TIEL 4000032