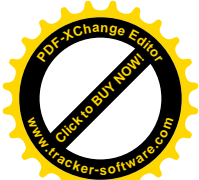




Laskennan suoritti:	Janne Iho	Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!
Pvm:	HT5 - Pohjarakenteet	Laskenta vain harrastekäyttöön!

**SISÄLLYS**

- A) Rakennuspaikan lähtötiedot**
- B) Rakennuksen alapohjan ja perusmuurin lämmöneristys**
- C) Rakennuksen routasuojaus**
- D) Tiilimuuriaidan routasuojaus**
- E) Parkkipaikan rakennekerrokset ja routamitoitus**



Laskennan suoritti:	Janne Iho	Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!
Pvm:	HT5 - Pohjarakenteet	Laskenta vain harrastekäyttöön!

**A) Rakennuspaikan lähtötiedot**

- Pohjamaan maalaji savista silttiä (saSi), jonka alla on paksu kerros löyhää hiekkaa (Hk).
- Pinnassa on kuivakuorisilttikerros.
- Rakennuspaikka sijaitsee Etelä-Suomessa Turku-Helsinki akselilla.
- Rakennus perustetaan maanvaraisesti roudattoman syvyyden yläpuolelle.

**Rakennuksen routamitoitus**

- Kerran 50 vuodessa esiintyvä pakkasmäärä on  $F_{mit} = F_{50} = 35\ 000\ Kh$ .

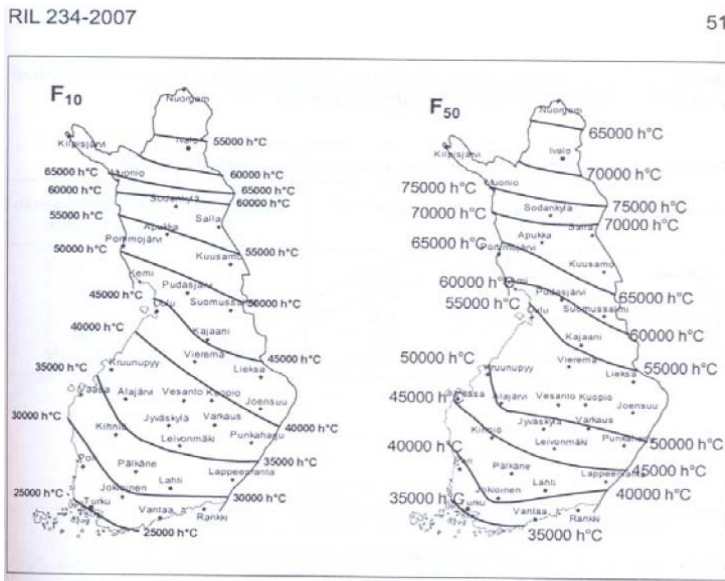
$F_{mit} = F_{50} = 35\ 000\ Kh$       Mitoituspakkasmäärä  
 $S = 1600\ mm$       Mitoitusroudan syvyys, lumeton maa

**Tiilimuurin routamitoitus**

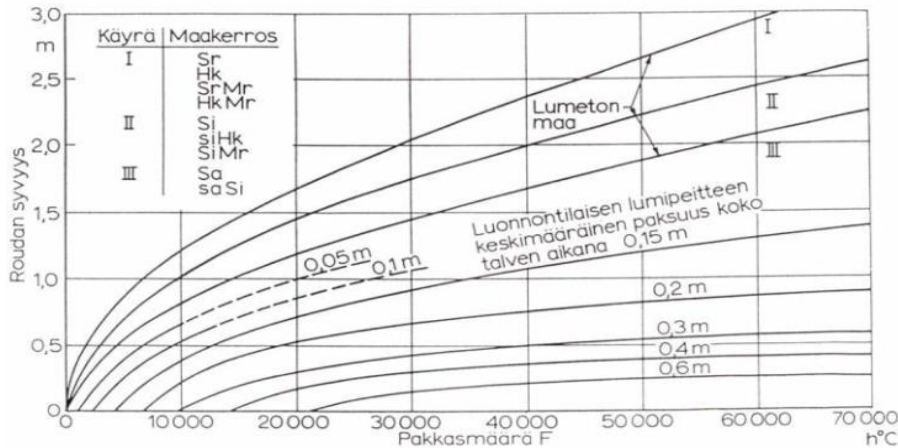
$F_{mit} = F_{10} = 25\ 000\ Kh$       Mitoituspakkasmäärä  
 $S = 1600\ mm$       Mitoitusroudan syvyys

**Parkkipaikan routamitoitus ja rakennekerrokset, rakennekerrokset mursketta, alla savinen siltti**

$F_{mit} = F_{10} = 25\ 000\ Kh$       Mitoituspakkasmäärä  
 $S = 1600\ mm$       Mitoitusroudan syvyys, interpoloitu kuvaajasta



Kuva 5.11. Kerran 10 vuodessa ( $F_{10}$ ) sekä kerran 50 vuodessa ( $F_{50}$ ) toistuvat suurimmat pakkasmäärät havainnointikaudelta 1961–1990 /9/.



Laskennan suoritti:

Janne Iho

Pvm:

HT5 - Pohjarakenteet

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!

Laskenta vain harrastekäyttöön!

## B) Rakennuksen alapohjan ja perusmuurin lämmöneristys

### Alapohja

- Korkean sokkelin takia alapohjan tulkitaan rajoittuvan ulkoilmaan.
- RakMK C3:n mukaan tuuletetun ryömintätalillisen alapohjan vaadittu U-arvo on  $0,09 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ .
- Eristetään ontelolaatta-alapohja Finnfoam-lämmöneristeellä 250 mm.
- Eristevalmistajan ilmoittamat U-arvot eripaksuisille eristeille ovat seuraavat:

ERISTEPAKSUUS	$U_f$	$U_{\text{mallirakennus}}$
200 mm	0,169	0,139
250 mm	0,136	0,116
300 mm	0,116	0,101
350 mm	0,100	0,089
400 mm	0,088	0,079

- $U_f$ -arvossa on huomioitu vain lattiarakenteen lämmöneristävyyskerroimet, ei ryömintätalil rakenteita.

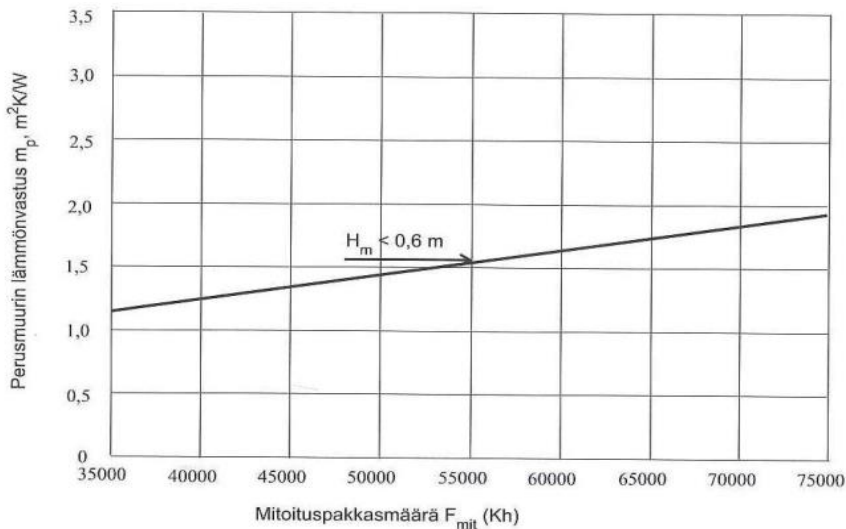
$$U_f = 0,088 \text{ W/m}^2 \text{ K} \quad \text{Alapohjan lämmönjohtavuus}$$

$$d = 400 \text{ mm} \quad \text{Alapohjan lämmöneristeen paksuus}$$

$$m_a = 11,36 \text{ m}^2 \text{ K/W} \quad \text{Alapohjan kokonaislämmönvastus}$$

### Perusmuuri

- Alapohjan eristyksen alapinta saa olla korkeintaan 600 mm ulkopuolisen maanpinnan yläpuolella.
- Ehto ei täyty, mitoitetaan rakennuksen routasuojaus kylmänä rakenteena.
- Valitaan silti perusmuurin routalevy alapuolisen kuvaajan mukaisesti, vaadittu lämmönvastus on  $m = 1,2 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ .
- Tätä vastaava U-arvo on  $1/m$  eli  $U=0,83 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ .
- Eristetään sokkeli 100 mm Finnfoamilla ja oletetaan, että U-arvo täyttyy.



$H_m$  on alapohjan eristyksen alapinnan etäisyys rakennuksen ulkopuolisesta maanpinnasta, m

Kuva 18. Suositeltavat perusmuurin lämmönvastukset ryömintätalillisen alapohjarakenteen yhteydessä.



Laskennan suoritti:

Janne Iho

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!

Pvm:

HT5 - Pohjarakenteet

Laskenta vain harrastekäyttöön!

**C) Rakennuksen routasuojaus****Routasuojauksen mitat**

- Rakennuksen sisälämpötila on vähintään 17 °C.
- Alapohjaeristeen ja maanpinnan välillä on paikoitellen etäisyyttä jopa 1000 mm.
- Mitoitetaan routaeristys kylmälle rakenteelle.
- Maanpinta rakennuksen vierellä oletetaan lumettomaksi.
- Perustamissyvyyden ja mitoituspakkasmäärän peruseella valitaan routaeristeen leveys.

$$F_{mit} = F_{50} = 35000 \text{ Kh} \quad \text{Mitoituspakkasmäärä}$$
$$S = 1600 \text{ mm} \quad \text{Mitoitusroudan syvyys, lumeton maa}$$

$$F_{mit} = F_{10} = 25000 \text{ Kh} \quad \text{Mitoituspakkasmäärä}$$
$$S = 1300 \text{ mm} \quad \text{Mitoitusroudan syvyys}$$

$$S = 600 \text{ mm} \quad \text{Perustamissyvyys}$$
$$t_{arina} = 300 \text{ mm} \quad \text{Murskearinnan paksuus}$$

$$m_{r0} = 2,05 \text{ m}^2 \text{ K/W} \quad \text{Routaeristeen vaadittu lämmönvastus, interpoloitu taulukosta}$$
$$Z_r = 600 \text{ mm} \quad \text{Routaeristeen etäisyys maanpinnasta}$$

$$m_r = m_{r0} - (Z_r - 0,3) * 1 \text{ [m}^2 \text{ K/W]}$$
$$m_r = 1,75$$

$$\lambda_r = 0,04 \text{ W/mK} \quad \text{Routaeristeen vaadittu lämmönvastus}$$

$$d_{seinä} = 63 \text{ mm} \quad \text{Routaeristeen paksuus seinällä}$$

$$B = 1750 \text{ mm} \quad \text{Routaeristeen vaadittu leveys perustuksen reunasta, kuvaajasta}$$

Kylmien rakenteiden routasuojausohjeen mukaan rakennuksen nurkkien ei laiteta kaksinkertaista routaeristettä etäisyydelle  $L_c$  rakennuksen nurkasta vaan eriste on tasapaksu koko rakennuksen alueella.

Tästä huolimatta asennetaan kaksinkertainen routaeristys rakennuksen kulmiin etäisyydelle  $L_c$  nurkasta. Eriste asennetaan kaksinkertaisena vain sokkelin ulkopuolelle.

$$L_c = 1500 \text{ mm} \quad \text{Lisäeristeen etäisyys nurkasta.}$$

Laskennan suoritti:

Janne Iho

Pvm:

HT5 - Pohjarakenteet

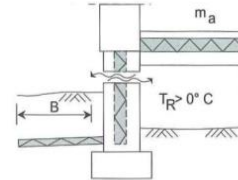
Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!

Laskenta vain harrastekäyttöön!

### Kylmän rakenteen routaeristys

**Taulukko 6.4.** Nurkan routasuojauksen laajuus  $L_c$  (etäisyys nurkasta seinälinjalle) mitoituspakkasmäärän  $F_{50}$  mukaan.

Mitoituspakkasmäärä $F_{50}$ , Kh	$L_c$ , m
35 000...55 000	1,5
> 55 000...65 000	2,0
> 65 000...75 000	2,5



**Taulukko 7.1.** Kylmien rakennusten ja rakenteiden routasuojauksen lämmönvastuksen  $m_{ro}$  määrittäminen.

Mitoituspakkasmäärä $F_{mit}$ , Kh	Routaeristeen vaadittava lämmönvastus $m_{ro}$ , m <sup>2</sup> K/W														
	20 000			30 000				40 000			50 000			≥ 60 000	
Vuoden keskilämpötila $T_m$ , °C	+2	+3	≥ +4	+1	+2	+3	≥ +4	+1	+2	+3...+4	+1	+2	+3	0...+1	
Routaeristeen alapuolisen routimatottoman kerroksen paksuus $Z_m$ , m															
0,2	1,6	1,4	1,2	3,2	2,6	2,2	1,8	(4,2)	3,5	2,8	*	(4,6)	3,8	*	
0,4	1,4	1,1	0,8	2,6	2,1	1,7	1,4	3,5	2,8	2,2	(4,6)	3,8	3,1	*	
0,6	1,0	0,7	0,5	2,1	1,7	1,3	1,0	2,8	2,2	1,6	3,8	2,9	2,3	(5,0)	
0,8	0,6	0,4	0,3	1,7	1,3	1,0	0,7	2,2	1,6	1,3	2,9	2,2	1,8	3,8	
1,0	0,4	0,3	0,2	1,3	1,0	0,7	0,5	1,6	1,2	1,0	2,2	1,7	1,4	2,8	
1,5	0	0	0	0,8	0,6	0,4	0,2	1,0	0,7	0,5	1,4	1,0	0,8	1,8	

\* Perustussyvyttä on suurennettava.

( ) Yleensä perustussyvyyden suurentaminen on kannattavampaa.

Laskennan suoritti:

Janne Iho

Pvm:

HT5 - Pohjarakenteet

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!

Laskenta vain harrastekäyttöön!

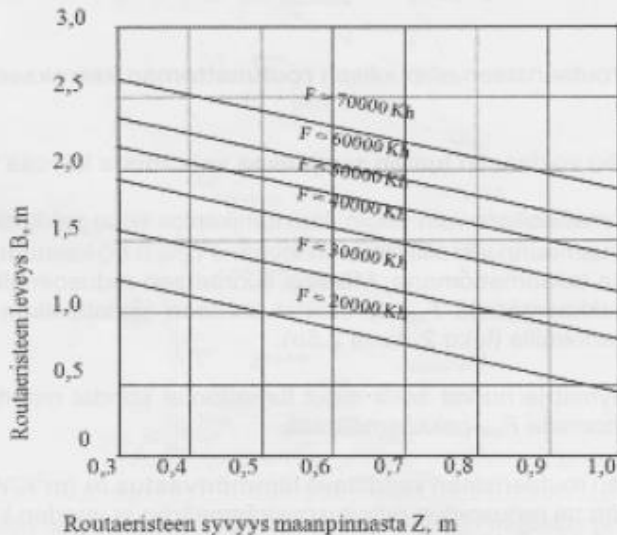
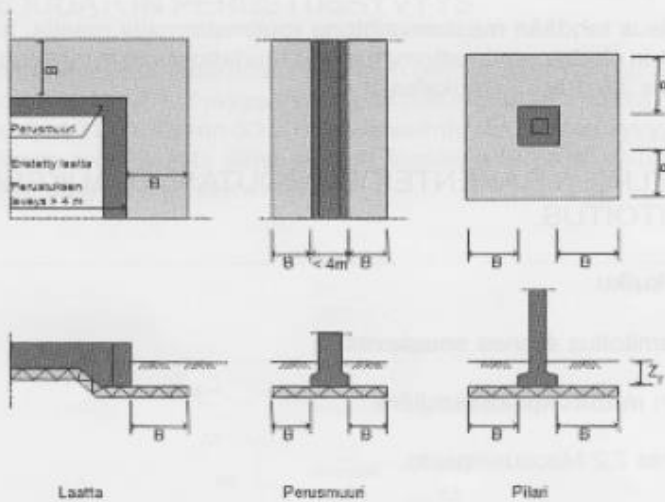
Routaeristeen vaadittavaa lämmönvastusta  $m_r$  voidaan pienentää ottamalla huomioon routaeristeen asennussyvyys (kuva 7.1):

$$m_r = m_{r0} - (Z_r - 0,3) \cdot 1 \text{ m}^2\text{K/W} \quad (7.1)$$

jossa

$Z_r$  routaeristeen yläpinnan syvyys maanpinnasta ( $\geq 0,3 \text{ m}$ ), m

$m_{r0}$  taulukon 7.1 avulla määritetty routaeristeen lämmönvastus,  $\text{m}^2\text{K/W}$





Laskennan suoritti:

Janne Iho

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!

Pvm:

HT5 - Pohjarakenteet

Laskenta vain harrastekäyttöön!

**D) Tiilimuuraidan routasuojaus****Routasuojauksen mitat**

- Rakenne sijaitsee ulkotiloissa routivalla maalla
- Maanpinta rakennuksen vierellä oletetaan lumettomaksi.
- Mitoitetaan perustus routimattomaksi
- Perustamissyvyyden ja mitoituspakkasmäärän peruseella valitaan routaeristeen leveys.
- Vuoden keskilämpötila on 4-5 °C.

$$F_{mit} = F_{10} = 25000 \text{ Kh}$$

Mitoituspakkasmäärä

$$S = 1300 \text{ mm}$$

Mitoitusroudan syvyys

$$S = 300 \text{ mm}$$

Tiilimuurin perustamissyvyys

$$t_{arina} = 200 \text{ mm}$$

Murskearinnan paksuus

$$m_{ro} = 1,50 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

Routaeristeen vaadittu lämmönvastus, interpoloitu taulukosta

$$\lambda_r = 0,04 \text{ W/mK}$$

Routaeristeen vaadittu lämmönvastus

$$d_{seinä} = 54 \text{ mm}$$

Routaeristeen paksuus

$$B = 1300 \text{ mm}$$

Routaeristeen vaadittu leveys perustuksen reunasta, kuvaajasta

Laskennan suoritti:	Janne Iho	<b>Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!</b>
Pvm:	HT5 - Pohjarakenteet	<b>Laskenta vain harrastekäyttöön!</b>

### E) Parkkipaikan rakennekerrokset ja routamitoitus

Lasketaan parkkipaikan rakennekerrosten kantavuus kerroksen päällä ja routanousema.

- Parkkipaikan aluetyyppi on 3 -> kantavuus kantavan päällä 160 Mpa ( $E_2$ ).
- Alueen laatuluokka on 2 -> sallittu routanousu on 100 mm.

#### Rakennekerrosten kantavuus Odemarkin menetelmällä

$E_{pohjamaa} =$	20 Mpa	Pohjamaan kantavuus ( $U1: saSi$ )
$E_{suodatin} =$	50 Mpa	Suodatinkerroksen materiaalin moduuliluku (suodatinhiekkä)
$E_{jakava} =$	200 Mpa	Jakavan kerroksen materiaalin moduuliluku (sora)
$E_{kantava} =$	280 Mpa	Kantavan kerroksen materiaalin moduuliluku (murske)
$E_2 =$	160 Mpa	Vaadittu kantavuus kantavan kerroksen päällä
$H_{suodatin} =$	300 mm	Suodatinkerroksen paksuus
$H_{jakava} =$	300 mm	Jakavan kerroksen paksuus
$H_{kantava} =$	250 mm	Kantavan kerroksen paksuus
$a =$	150 mm	Vakiotermi
$H_{rak. Min} =$	820 mm	Suunnittelun rakenteen minimipaksuus (kaivun AP - Rakenteen YP)
$H_{kok} =$	850 mm	Rakennekerrosten kokonaispaksuus

$$E_p = \frac{E_A}{\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 \cdot \left(\frac{h}{a}\right)^2}}\right) \frac{E_A}{E} + \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 \cdot \left(\frac{h}{a}\right)^2} \left(\frac{E}{E_A}\right)^{2/3}}}$$

Odemarkin kantavuuskaava

Rakenteen minimipaksuus

$E_{suod. päältä} =$	34,2 MPa	<b>Ehdot:</b>	
$E_{jak. päältä} =$	89,4 MPa	$H_{kok} > H_{rak.Min}$	ok
$E_{kant. päältä} =$	160,6 MPa	$E_{kant.päältä} > E_2$	ok
<b>Käyttöaste:</b>	<b>99,7 %</b>		





Laskennan suoritti:

Janne Iho

Pvm:

HT5 - Pohjarakenteet

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!

Laskenta vain harrastekäyttöön!

**Rakenteen routamitoitus**

$$RN_{lask} = (S - a_1 \cdot R_1 - a_2 \cdot R_2 \text{ jne.}) \cdot t / 100$$

$S = 1600 \text{ mm}$

Mitoitusroudan syvyys

$R_{suod} = 300 \text{ mm}$

Suodatinkerroksen paksuus

$R_{jak} = 300 \text{ mm}$

Jakavan kerroksen paksuus

$R_{kant} = 250 \text{ mm}$

Kantavan kerroksen paksuus

$a_{suod} = 1,0$

Eistävyyden suhdeluku

$a_{jak} = 0,9$

Eistävyyden suhdeluku

$a_{kant} = 0,9$

Eistävyyden suhdeluku

$t = 12,0 \%$

Pohjamaan routaturpoama, U1 kuivakuorisavi

$RN_{lask} = 96,6 \text{ mm}$

Pohjamaan routanousu

$RN_{sall} = 100 \text{ mm}$

Sallittu routanousu, Laatu luokka 2

**Ehdot:**

$RN_{lask} < RN_{sall} \quad \text{ok}$

**Käyttöaste:** 96,6 %

Laskennan suoritti:

Janne Iho

Muuta arvoja vain keltaisiin kenttiin!

Pvm:

HT5 - Pohjarakenteet

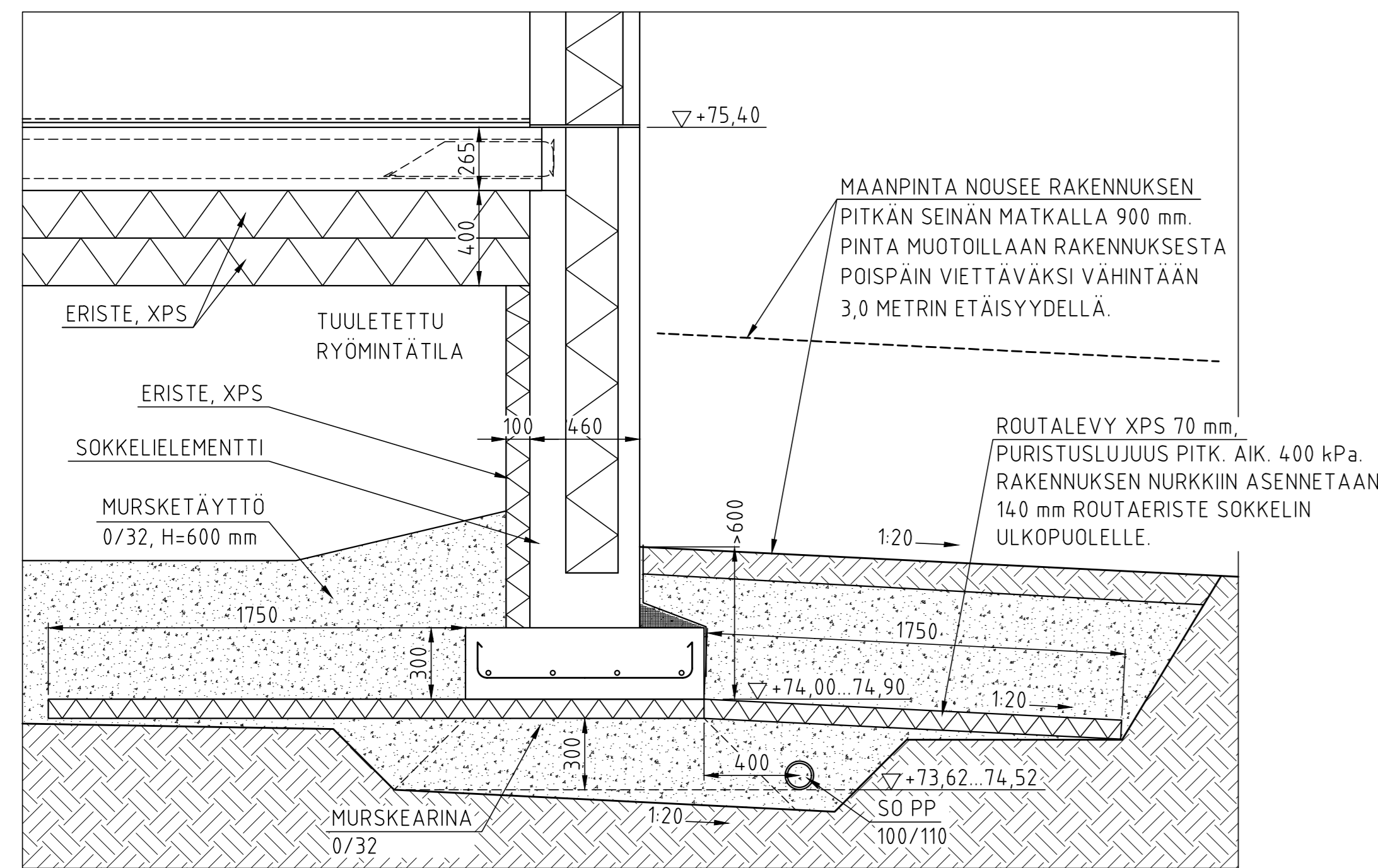
Laskenta vain harrastekäyttöön!

Taulukko 10. Tien pohjamaan ja/tai alusrakenteen kelpoisuusluokat ja mitoitusominaisuudet (t ja E) kelpoisuusluokittain "kuivissa" ja "märissä" olosuhteissa.

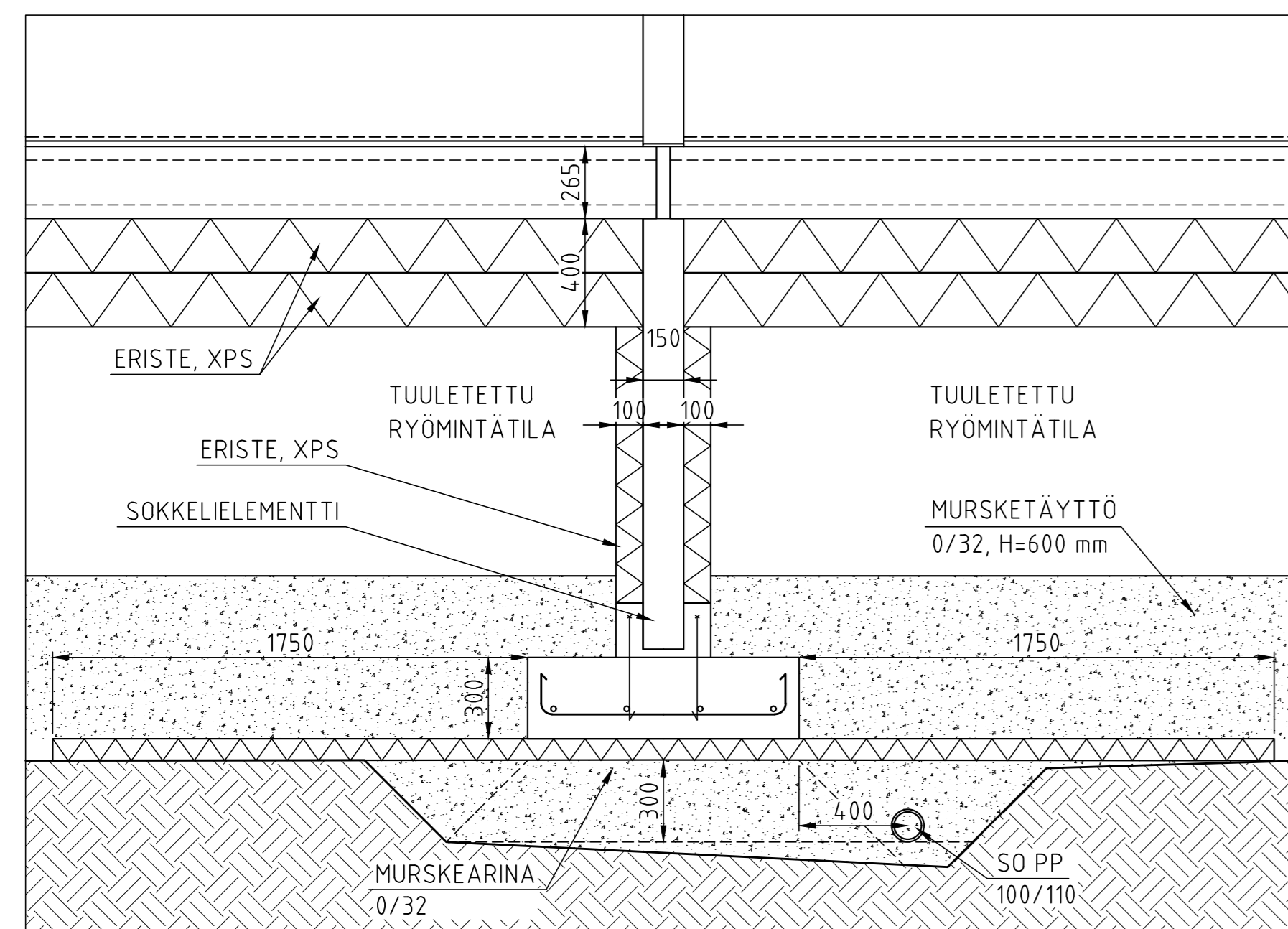
Kelpoisuusluokka	Läpäisy-% pesuseulonassa		Routaturpoama t (%)		E -moduuli (MPa)		Informatiivisia tietoja		
	0,063 mm seula	2 mm seula	Kuiva	Märkä	Kuiva	Märkä	Geo-maalajiluokka	Routivuus	Mahdollinen käyttökohde
S1	alle 7	alle 70	0	0	100	100	Sr, srHk (SrMr, srHkMr)	routimaton	jakava kerros
S2 <sup>1)</sup>	7 - 15	alle 70	0	3	70	50	SrMr, srHkMr	lievästi routiva	pengerrakenteet, stabilointi
S3	16 - 30	alle 70	3	6	50	35	SrMr, srHkMr	routiva	pengerrakenteet, kuivana
S4	31 - 50	alle 70	6	12	35	20	siSrMr, sisrHkMr	routiva	pengerrakenteet, kuivana
H1	alle 7	yli 70	0	0	70	70	Hk, (HkMr)	routimaton	suodatinkerros
H2 <sup>2)</sup>	7 - 15	yli 70	3	3	50	50	Hk, HkMr	lievästi routiva	suodatinkerros
H3	16 - 30	yli 70	6	12	35	20	Hk, HkMr	routiva	pengerrakenteet, kuivana
H4	31 - 50	yli 70	6	12	35	20	siHk, siHkMr	routiva	pengerrakenteet, kuivana
U1	yli 50		12	16	20	20	Si, SiMr, kerrall. Sa/Si <sup>3)</sup>	erittäin routiva	maaston muotoilu, läjitys
U2	yli 50			6 <sup>4)</sup>		35	jäykkä Sa <sup>5)</sup>	routiva	
U3	yli 50			6 <sup>4)</sup>		10	pehmeä Sa <sup>5)</sup>	routiva	
U4				6		10	Lj	routiva	

- 1) Kuuluu luokkaan S1, jos läpäisyprosentti 0,02 mm kohdalla on alle 3.
- 2) Kelpoisuusluokan H2 hiekka, joka täyttää suodatinkerroksen laatuvaatimukset ja näytteet tutkitaan ohjeen TYLT Kerros- ja pengerrakenteet mukaisesti: E = 70 MPa, t = 0 % (vaikka muuten E olisi pienempi ja t olisi suurempi).
- 3) Kerrallinen savi/siltti (Sa/Si) on maata, jossa savien joukossa on ainakin paikoin silttikerroksia tai sitäkin karkeampia (vettä johtavia) kerroksia.
- 4) Saven paikallinen routaturpoama voidaan määrittää myös takaisinlaskennalla lähistön olemassa olevan tien routanousuhavainnoista.
- 5) Savi (Sa) on jäykkä, kun siipikairalla määritetty leikkauslujuus on vähintään 40 kPa ja pehmeä, kun leikkauslujuus on alle 40 kPa.

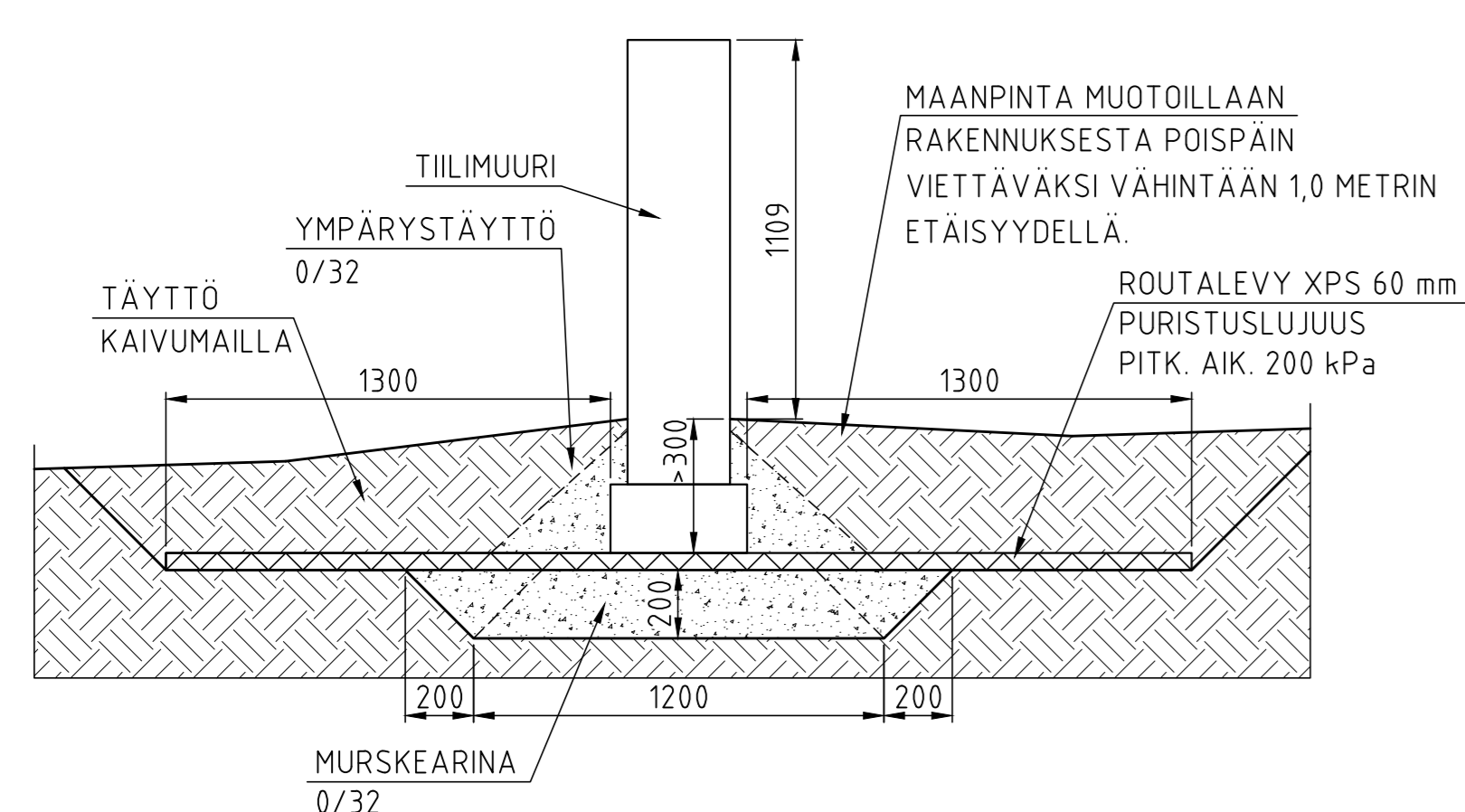
### A-A: PERUSTUS, KANTAVA ULKOSEINÄ 1:20



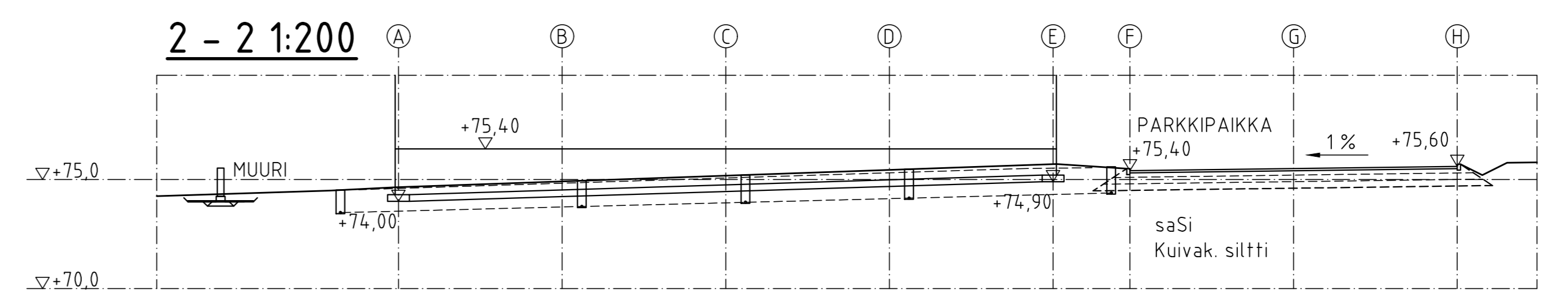
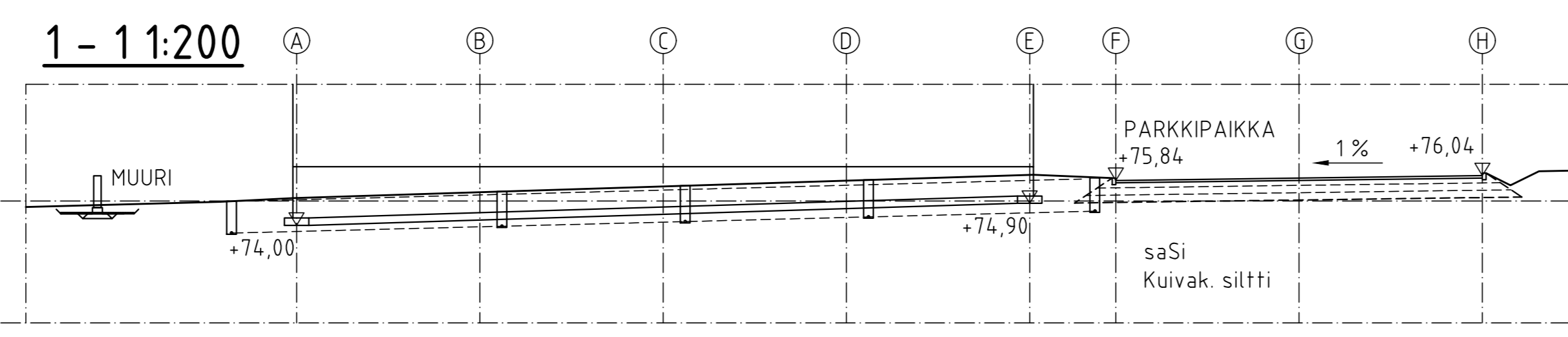
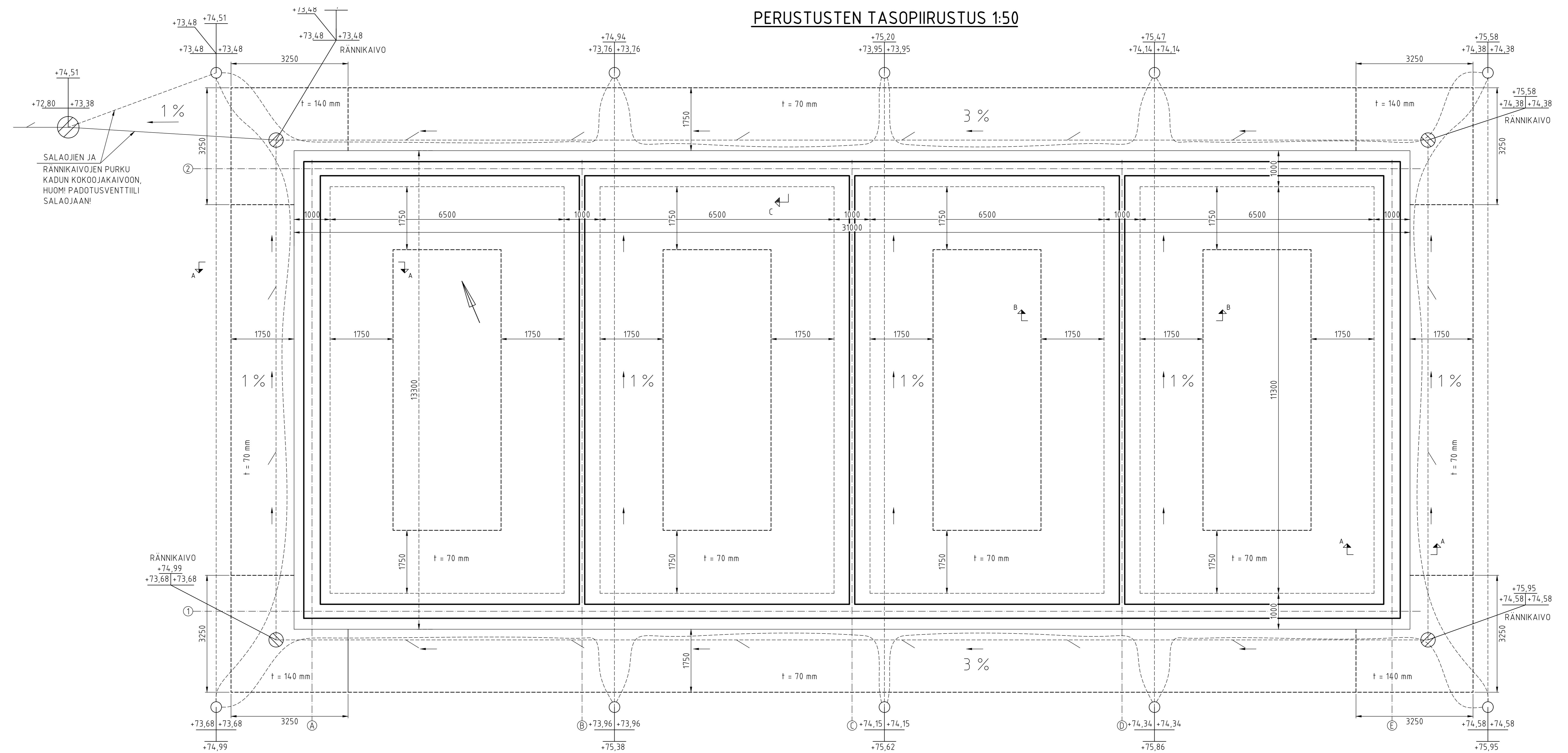
### B-B: PERUSTUS, KANTAVA VÄLISEINÄ 1:20



### TIILIMUURIN PERUSTAMINEN 1:20

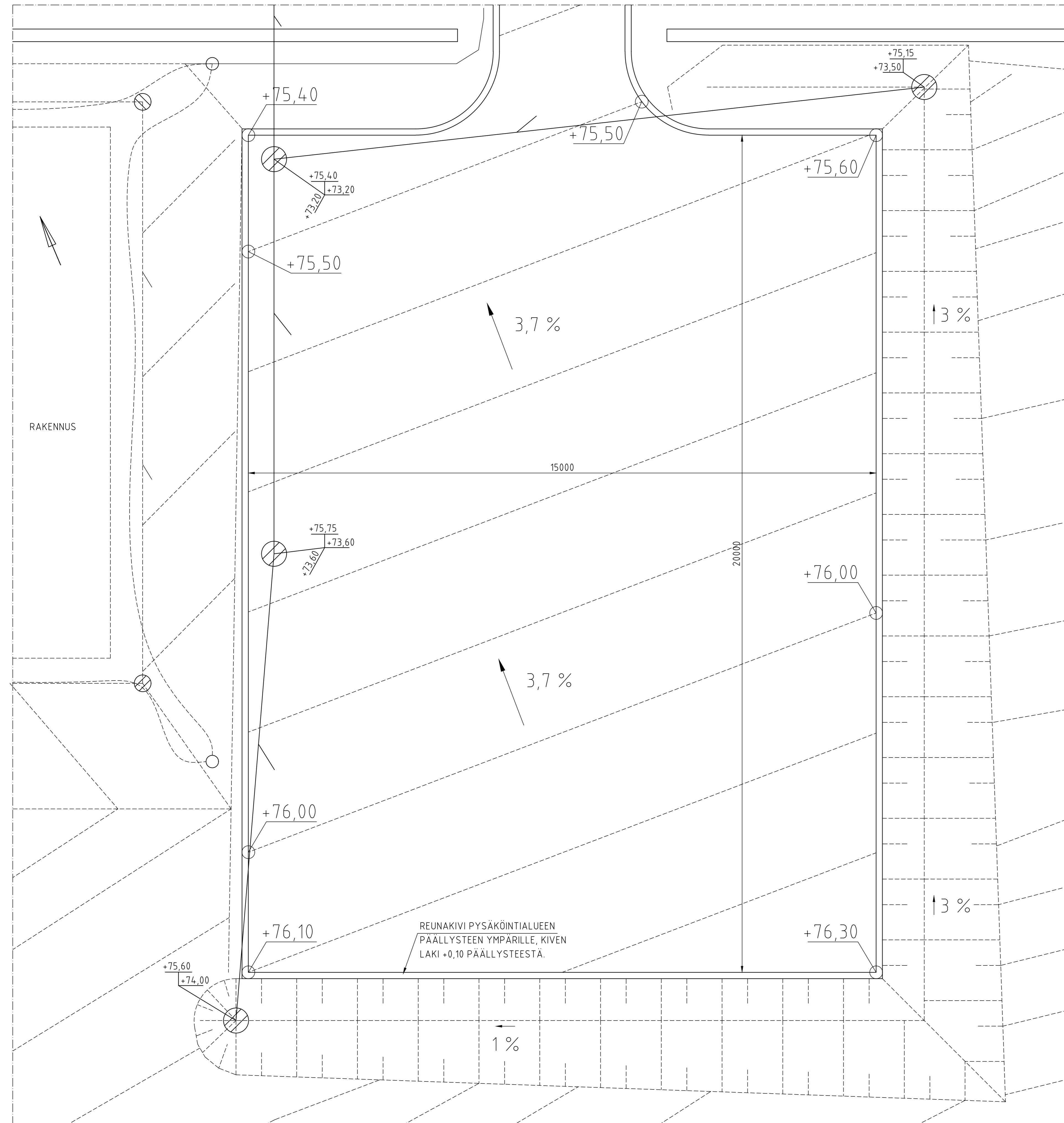


### PERUSTUSTEN TASOPIIRUSTUS 1:50

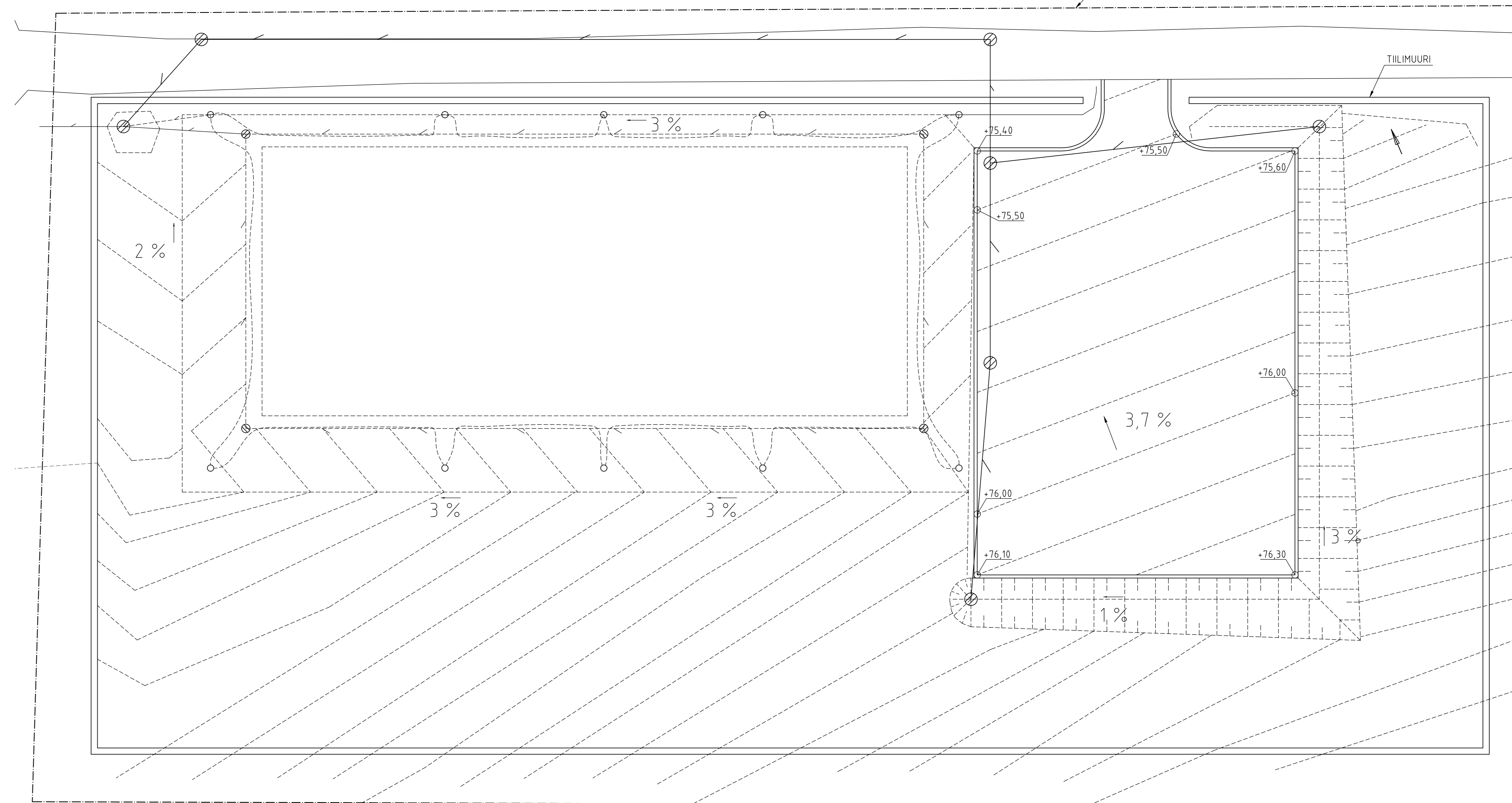



Kunta	Projekti	Muoto	Kaikki-osa	Siirtokapp.
Kunnassa/ks	Kaikki-osa	Kaikki-osa	Kaikki-osa	Kaikki-osa
HT5			TASOPIIRUSTUKSET	
NASULAN KUNTA			1:200	
Rakennustekniikan toimiala			RAK xx 1	
Investointipalvelut			xx	
Fagerholm Cons. Oy 5.3.2017			Janne Iho TTY	

PYSÄKÖINTIALUEEN TASAUSPIIRUSTUS 1:50



PIHAN TASAUSPIIRUSTUS 1:100



Kunta	Pöytä	Muoto	Luokka	Luokka	Luokka
Kunnassa/ryh	Kassa-osa	Kassa/ryh	Kassa/ryh	Kassa/ryh	Kassa/ryh
Käytännöllinen nimi ja sisse			Pöytäluokan nimi		
HT5			TASAUSPIIRUSTUKSET		
			1:200		
 <b>NASULAN KUNTA</b> Rakennustekniikan toimiala Investointipalvelut		Summitila Rak xx	Pöytä no 2	Pöytäluokan no xx	Revisio xx
Projekti	Pöytä	Pöytä	Summitila	Summitila	Summitila
Fagerholm Cons. Oy	5.3.2017	Summitila	Janne Iho	Summitila	TTY