

OPINNÄYTETYÖ  
VILLE LEPISTÖ 2009

# JÄLLEENRAKENNUSKAUDEN PIENTALON SANEERAUSTÖIDEN RAKENNESUUNNITTELU



Rovaniemen  
ammattikorkeakoulu  
University of Applied Sciences

RAKENNUSTEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMA

# SISÄLTÖ

<b>1. JOHDANTO</b> .....	<b>1</b>
1.1 HISTORIA JA YLEISTIEDOT .....	1
1.2 MENETELMÄT JA PERUSKÄSITTEET .....	1
<b>2 MUUTOSTYÖN YLEISET SUUNNITTELUPERUSTEET</b> .....	<b>2</b>
2.1.1 <i>Pohjarakenteet ja tutkimukset</i> .....	2
2.1.2 <i>Geotekninen ja maapohjan kantavuus</i> .....	4
2.1.3 <i>Kantavuuskaavat</i> .....	4
2.2 SALAOJITTAVAN ERISTEEN TOIMINTA.....	6
2.2.1 <i>Toimintaperiaate ja teoria</i> .....	6
2.2.2 <i>Vesihöyrynläpäisevyys ja vesihöyrynvastus</i> .....	7
2.3 KUORMAT, KOHTEESSA KÄYTETTÄVÄT LASKENTAMENETTELYT .....	8
2.4 MAANPAINE .....	8
2.4.1 <i>Menetelmä 1</i> .....	10
2.4.2 <i>Menetelmä 2</i> .....	11
2.5 ROUTASUOJAUS .....	12
2.6 TUENTATYÖT.....	17
2.7 LOUHINTATYÖT ETANADYNAMIITILLA .....	17
<b>3 KUISTIN MUUTOSTYÖT</b> .....	<b>19</b>
3.1 LÄHTÖKOHDAT JA TAVOITTEET .....	19
3.2 ESIVALMISTELUT JA MITTAUKSET .....	21
3.2.1 <i>Projektin aloitus</i> .....	21
3.2.2 <i>Perusmaa perustamistasossa</i> .....	21
3.3 RAKENNEOSIEN MITOITUS .....	22
3.3.1 <i>Perusmaan geotekninen kantavuus</i> .....	22
3.3.3 <i>Perusmuurianturan mitoittavan maanpaineen laskenta</i> .....	36
3.3.4 <i>Perusmuurianturasuunnitelma</i> .....	39
3.3.6 <i>Aula–eteinen -aukkopalkki</i> .....	60
3.3.7 <i>Pukuhuone–eteinen -oviaukon ylityspalkki</i> .....	67
3.3.8 <i>Vanhan perusmuurin jatkamissuunnitelma</i> .....	76
3.3.9 <i>Esijännityksen mitoitus</i> .....	83
3.3.10 <i>Alapohja</i> .....	84
<b>4 TULOSTEN ARVIOINTI</b> .....	<b>85</b>
<b>LÄHTEET</b> .....	<b>87</b>
<b>LIITTEET</b> .....	<b>89</b>

## **1. JOHDANTO**

### **1.1 Historia ja yleistiedot**

Rintamamiestalojen rakentaminen ajoittui sotien jälkeiseen aikaan 1940-luvun jälkipuoliskolta 1970-luvun alkuun. Suomessa on noin 150 000 rintamamiestaloa (Hellsten 2008, 10). Nämä kaikki tarvitsevat ikänsä puolesta monentyyppisiä korjaustoimenpiteitä, joissa parannetaan rakennuksien teknistä toimivuutta, taloudellisuutta, sekä päivitetään rakennuksien toiminnallisuutta vastaamaan nykyajan tarpeita. Tämä opinnäytetyö käsittelee yhden joukkoon kuuluvan talon muutostöitä, jotka kattavat kaikki edellä mainitut parannustarpeet.

Työkohde on 1949 rakennettu rintamamiestalo, jota on laajennettu 1960-luvun alussa. Laajennuksen yhteydessä talon kellariin on rakennettu saunaosasto ja varastotilaa. Kohteen kiinteistön omistavat Mirva Tiuraniemi ja Ville Lepistö. Toukokuussa 2006 havaittiin rakennuksessa viemärivuoto, joka aiheutti välittömän korjaustarpeen rakennuksessa vuodon aiheuttamien vaurioiden vuoksi.

### **Työn aihealueen rajaaminen ja rakenne**

Korjaus- ja muutostöistä laadittiin omistajien toimesta yleissuunnitelma, jossa talon viemäri- ja käyttövesijärjestelmä uudistetaan sekä parannetaan kellaritilojen teknistä, taloudellista ja toiminnallista tasoa. Tässä opinnäytteessä käsitellään yhden rakennusvaiheen muutostöiden rakenteellista suunnittelutyötä. Kuistin muutostöitä käsittelevässä osassa nämä työt on pääosin suunniteltu ja toteutettu vuosien 2006–2008 aikana, lukuun ottamatta yhtä palkkirakennetta ja alapohjaa, joiden suunnittelu ja mitoitus tehdään tässä työssä. Loput muutostyöt toteutetaan kohteessa viimeistään kesäkuuhun 2011 mennessä, jolloin kohteelle myönnetty rakennuslupa umpeutuu.

### **1.2 Menetelmät ja peruskäsitteet**

Työ on luonteeltaan soveltava suunnitteluprojekti. Suunnittelutyön ytimenä käytetään laadittua yleissuunnitelmaa, jonka tuloksena on hankkeelle haettu rakennuslupa, koska kohteessa tehdään rakentamiseen verrattavia muutos-

töitä. Lisäksi osassa rakennusta tilojen pääasiallinen käyttötarkoitus muuttuu. (MRL 125.2 §, 125.4 §.) Rakennesuunnittelun lähtökohtana käytetään rakennusluvassa vahvistettuja pääpiirustuksia, jotka määräävät pääosin suunnittelun laajuus- ja lähtötiedot. Pääpiirustukset on laadittu tietokoneavusteisesti CAD-ohjelmalla, jota varten kohteessa on tehty tarvittavat mittaustyöt. CAD-piirustuksien peruspohjana on käytetty aikaisempia käsin laadittuja rakennuslupakuvia, joita mittauksin on täsmennetty siten, että mittatarkkuus riittää rakennesuunnittelun pohjaksi. Töiden edetessä suoritetaan tarkastusmittauksia mm. rakenteiden purkutöiden yhteydessä, joilla tarkennetaan rakennesuunnitelmien lähtöarvoja.

### **Tavoitteet ja haasteet**

Kohteen muutostöiden tavoitteena on

- korjata viemärivuodosta aiheutuneet vauriot
- parantaa rakenteiden toimivuutta maata vastaan
- parantaa kellarin lämmöneritystä
- muodostaa kulkuyhteys ulkoa kellariin
- parantaa tilojen viihtyisyyttä ja käyttökelpoisuutta.

Kohteen muutostöiden suurimpina haasteina on

- puutteelliset maaperän lähtötiedot
- puutteelliset vanhat asiakirjat
- kustannustekijät
- ylikorjaamisen välttäminen ja vanhan kunnioittaminen.

## **2 MUUTOSTYÖN YLEISET SUUNNITTELUPERUSTEET**

### **2.1.1 Pohjarakenteet ja tutkimukset**

Vanhojen rakennusten pohjatutkimuksia tehdään silloin, kun perustusten kuntoa epäillään, kun rakennuksessa tehdään huomattavia muutostöitä, tai kun naapuritontilla rakennetaan. Pohjatutkimukset tehdään korjaushankkeessakin vaiheittain muihin suunnitteluvaiheisiin niveltäen. (RIL 1988, 26.)

Pohjarakennesuunnitteluun kuuluu yleensä geotekninen ja rakenteellinen suunnittelu (RIL 1988, 28).

Geoteknisellä suunnittelulla on selvitettävä muuhun rakennussuunnitteluun liittyvien ja sen ajoitukseen mukautuen rakenteiden geotekninen toimintatapa ja tehtävä geotekninen mitoitus sekä riittävän yksityiskohtaisesti osoitettavat ne menettelytavat, jolla suunniteltu tulos saavutetaan (RIL 1988, 28).

Rakennesuunnittelulla on varmistettava rakennuksen tai rakenteen staattinen toiminta pohjarakenteiden siirtymien pysyessä geoteknisellä mitoituksella selvitettyissä tai sen perusteena olleissa rajoissa (RIL 1988, 28).

Pohjarakenteet on suunniteltava rakennuspaikan pohjaolosuhteisiin perustuen siten, että ne toimivat edellytetyllä tavalla sekä rakenteen tulevan käytön että rakennustyön eri vaiheiden aikana (RIL 1988, 28).

Pohjarakennussuunnitelman on oltava sitä yksityiskohtaisempi, mitä vaativampi kohde on pohjasuhteiltaan, rakenteitaan ja työmenetelmiltään (RIL 1988, 28).

Helppoja pohjarakennuskohteita ovat esimerkiksi karkearakeisten maalajien, moreenimaalajien ja kallioisille alueille sijoittuvat kevyet tai yksinkertaiset rakennukset ja rakenteet (RIL 1988, 29).

Helpoissa kohteissa ei tarvitse esittää geoteknistä mitoitusta (RIL 1988, 30).

Työkohteessa maaperätutkimukset tullaan tekemään empiirisesti aistinvaraisin menetelmin. Esitietoina perustustason maaperästä käytetään naapurustosta kyselyjen perusteella saatuja tietoja, sekä lähialueen ympäristöhavain-toja. Pohjarakenteet ja työmenetelmät voidaan tulkita helpoiksi, jolloin erillistä ja kaikenkattavaa pohjatutkimusta ei tarvitse tehdä. Perustamistason pohjarakennusolosuhteet todetaan aistinvaraisesti maansiirtotöiden yhteydessä, jolloin todetaan maalaji, tiiveysaste, vanha perustamistapa ja pohjaveden esiintyminen. Saatujen havaintojen perusteella määritellään geotekninen kantavuus kantavuuskaavoin perustamistasossa ja asiaan liittyvät tarvittavat toimenpiteet.

### 2.1.2 Geotekninen ja maapohjan kantavuus

Maanvaraisten anturaperustusten geotekninen kantavuus on se pohjapaine, jolla on riittävä varmuus murtumista vastaan ja jolla painumat pysyvät sallituissa rajoissa (Jääskeläinen – Rantamäki – Tammirinne 1979, 173).

Geotekninen kantavuus ilmoitetaan pohjatutkimusten tuloksena, ja kantavuusarvoa käytetään perustusten mitoitusarvona.

Maapohjan kantavuutta eli varmuutta murtumisvaaraa vastaan voidaan tarkastella kahdella menetelmällä:

- Liukupinta-analyysillä.
- Murtotilaan perustuvilla kantavuuskaavoilla.

(Jääskeläinen ym. 1979, 175)

Käytännössä anturaperustusten geotekninen kantavuus määritetäänkin useimmiten kantavuuskaavoilla, mikäli maapohjan kantavuus yleensä määryytyy maapohjan murtumisvaaran mukaan. (Jääskeläinen ym. 1979, 175.)

Työkohteessa tiedetään perusmaasta mitoitukseen tarvittavat arvot, ja kantavuus voidaan määrittellä kantavuuskaavoin.

### 2.1.3 Kantavuuskaavat

Kantavuuskaavojen perusmuotona on kaava

$$q_{md} = c_d * N_c * s_c * i_c + \gamma_1' * D * N_D * s_D * i_D + \frac{1}{2} * \gamma_2' * B * N_B * s_B * i_B \quad (1)$$

jossa  $q_{md}$  = kantokyvyn laskenta-arvo [ $\text{kN/m}^2$ ]

$c_d$  = koheesion laskenta-arvo

$B$  = anturan pienempi sivumitta [m]

$D$  = anturan pienin perustamissyvyys [m]

$N_B, N_D, N_C$  = kantavuuskertoimia

$s_B, s_D, s_C$  = anturan muodon vaikutuskertoimia

$i_B, i_D, i_C$  = kuormitusresultantin kaltevuuden vaikutuskertoimia

$\gamma_1$  = perustamistason yläpuolisen maan tehokas tilavuuspaino [kN/m<sup>3</sup>]

$\gamma_2$  = perustamistason alapuolisen maan tehokas tilavuuspaino [kN/m<sup>3</sup>]

Edellä olevassa kaavassa oleville kertoimille on johdettu teoreettisia lausekkeitä (Jääskeläinen ym.1979, 176).

Kertoimien "pohjarakennusohjeissa" olevat kertoimet  $N_B$ ,  $N_D$  ja  $N_C$

$$N_D = \tan^2(45^\circ + \varphi_d / 2) * e^{\pi * \tan \varphi_d} \quad (2)$$

$$N_C = (N_D - 1) * \cot \varphi_d \quad (3)$$

$$N_B = 1,5 * (N_D - 1) * \tan \varphi_d \quad (4)$$

Jos perustus on muodoltaan pitkä ja samalla kapea ( $B/L = 0$ ) perustuksen muodosta riippuvat kertoimet  $s_B$ ,  $s_D$  ja  $s_C$  saavat kaikki arvon 1,0. Suorakaitteen muotoiselle perustukselle mainitut kertoimet ovat pohjarakennusohjeiden mukaan (Jääskeläinen ym.1979, 176)

$$s_D = s_C = 1 + 0,2 * \frac{B}{L} \quad (5)$$

$$s_B = 1 - 0,4 * \frac{B}{L} \quad (6)$$

jossa  $B$  = anturalaatan pienempi sivumitta [m]

$L$  = anturalaatan suurempi sivumitta [m]

$\varphi_d$  = kitkakulman laskenta-arvo [°]

Kitkakulman laskenta-arvon laskentaa käsitellään tarkemmin luvussa 2.4.

Kertoimet  $i_B$ ,  $i_D$  ja  $i_C$  riippuvat kuormitusresultantin kaltevuudesta. Ne lasketaan pohjarakennusohjeiden mukaan kaavoista

$$i_C = i_D = (1 - H_d / (V_d + A * c_d * \cot \varphi_d))^2 \quad (7)$$

$$i_B = (1 - H_d / (V_d + A * c_d * \cot \varphi_d))^4 \quad (8)$$

jossa

$H_d$  = vaakakuorman laskenta-arvo [kN]

$V_d$  = pystykuorman laskenta-arvo [kN]

$A$  = anturan pohjapinta-ala [m<sup>2</sup>]

Kun kuormitusresultantti on pystysuora, kertoimet  $i_B$ ,  $i_D$  ja  $i_C$  saavat jokainen arvon 1,0.

(Jääskeläinen ym. 1979, 177-178.)

## 2.2 Salaojittavan eristeen toiminta

### 2.2.1 Toimintaperiaate ja teoria

Salaojittavan eristeen toiminta perustuu hyvään salaojituskykyyn ja eristävyytteen. Eriste nostaa rakennusosan pintalämpötilaa rakennusosan ulkopuolella ja muodostaa vesihöyryn diffuusiosuunnan maaperään päin. Vesihöyry kondensoituu (tiivistyy) eristeen ja maaperän rajapinnassa tai maaperässä, ja vajoaa salaojiin. Eriste muodostaa myös puskurin maaperän ja rakennusosan väliin. Koska eristeellä ei käytännössä ole lainkaan vesihöyryn vastusta ja hyvä pystysalaojituskyky, eriste toimii rakennusosassa vedeneristeenä, koska rakennusosaa vastaan ei muodostu vedenpainetta. Eristeellä on myös kuivattava vaikutus. Eriste kääntää mm. rintamamiestaloissa kellaritilat ulospäin kuivuviksi vesihöyryn diffuusiosuunnan muuttumisen ansiosta.

Salaojittava eriste vaatii toimiakseen toimivan salaojituksen.

### Daltonin osapainelaki ja diffuusio

Englantilainen kemisti ja fyysikko John Dalton (1766–1844) keksi vuonna 1802 ns. kaasujen osapainelain. Sen mukaan epämääräisesti jakautuneessa kaasuseoksessa kaasumolekyylit pyrkivät liikkumaan siten, että syntyy tasaisesti jakautunut kaasuseos. Tätä ilmiötä kutsutaan diffuusioksi. (Siikanen 1996, 56.)



Rakennustekniikassa diffuusiolla tarkoitetaan yleensä kosteuden liikkumista vesihöyrynä rakenteen läpi. Lähes kaikki materiaalit läpäisevät tietyn määrän vesihöyryä. (Siikanen 1996, 56.)

Yleisemmin diffuusion suunta on lämpimästä kylmempään päin. Tärkein diffuusion suuntaan vaikuttava tekijä on tilojen välillä vallitseva ilman kosteusero, eli kosteus pyrkii diffuntoitumaan erottavan rakenteen läpi tilaan, jonka ilman vesihöyryn osapaine (yleensä myös absoluuttinen kosteus) on pienempi. (Siikanen 1996, 56.)

Osapaineella tarkoitetaan yleensä vesihöyryn painetta. Yksikkö kuvastaa vesihöyryn osuutta (osapainetta) ilman kokonaispaineesta, jonka yksikkönä on Pa. (Siikanen 1996, 56.)

### 2.2.2 Vesihöyrynläpäisevyys ja vesihöyrynvastus

Vesihöyrynläpäisevyys on aineen ominaisuus päästää lävitseen vesihöyryä.  $n_s$  diffuusiolaskelmissa oletetaan vesihöyrynläpäisevyys vakioksi. Tosiasiassa vesihöyrynläpäisevyys muuttuu aineen kosteuden muuttuessa. Vesihöyrynläpäisevyys on tietyn paksuisen ainekerroksen ominaisuus. (Siikanen 1996, 57.)

Vesihöyrynläpäisevyyden arvoa ilmaistaan yksiköllä

$$\frac{kg * m}{m^2 * s * Pa} \quad (9)$$

Mitä suurempi on vesihöyrynläpäisevyys, sitä pienempi on vesihöyrynvastus, jolloin vesihöyry siirtyy helpommin aineen läpi. Vesihöyrynvastus kuvaa aineen vesihöyryn virtausta vastustavaa ominaisuutta. Se on tavallaan käänteinen suure vesihöyrynläpäisyydelle. (Siikanen 1996, 57.)

Määriteltäessä diffuusiokosteuden liikkumista ja mahdollista tiivistymistä täytyy tuntea rakenteen eri osien lämpötilat, eri ainekerrosten vesihöyrynvastukset, lämpötiloja vastaavat kyllästymispaineet ja suhteellinen kosteus seinämän molemmilla puolilla. Seinämän kosteusteknisessä tarkistelussa oletetaan vesihöyryn osapaineen muuttuvan samassa suhteessa kuin seinämässä olevien ainekerrosten vesihöyrynvastukset. (Siikanen 1996, 57.)

Tämä merkitsee sitä, että rakennusfysiikan kannalta rakenne on oltava sisäosaltaan (lämpimältä puoleltaan) tiivis ja ulospäin (kylmempään päin) harveneva, jotta rakenne toimisi.

Vesihöyrynvastuksen arvoa ilmaistaan yksiköllä

$$\frac{m^2 * s * Pa}{kg} \quad (10)$$

### 2.3 Kuormat, kohteessa käytettävät laskentamenettelyt

Työkohteen sijainti on Rovaniemellä, ja kohde sijaitsee taajaan rakennetulla kaupunkialueella. Mitoitukset tehdään rajatilamenettelyllä yleisesti, ellei toisin ole ilmoitettu.

Yleiset työssä esiintyvät mitoitusarvot ovat:

- Lumikuorman perusarvo  $s_k = 2,4 \text{ kN/m}^2$  (RakMK B1, 8).
- Oleskelukuorma I  $1,5 \text{ kN/m}^2$  (RakMK B1, 6).

Tuulikuorman nopeuspaineen arvo  $q_w$  määritellään tarvittaessa RakMK B1-osan mukaisesti maastoluokassa III.

Rakennusosien mitoitukset perustuvat pääosin Suomen rakentamismääräyskokoelman määräyksiin ja ohjeisiin. Muihin määräyksiin, normeihin ja ohjeisiin viitataan mitoituksen yhteydessä.

### 2.4 Maanpaine

Maanpaine lasketaan ottaen huomioon muun muassa maan laatu, pohjaveden taso ja veden virtaustila sekä rakenteen muoto, jäykkyys ja liikkumismahdollisuus. Laskentaan tarvittavat maasta riippuvat mitoitusparametrit

määritellään maakerroksittain pohjatutkimuksilla tai muulla tavoin maakerroksista hankittujen luotettavien tietojen perusteella. (RIL 1988, 61.)

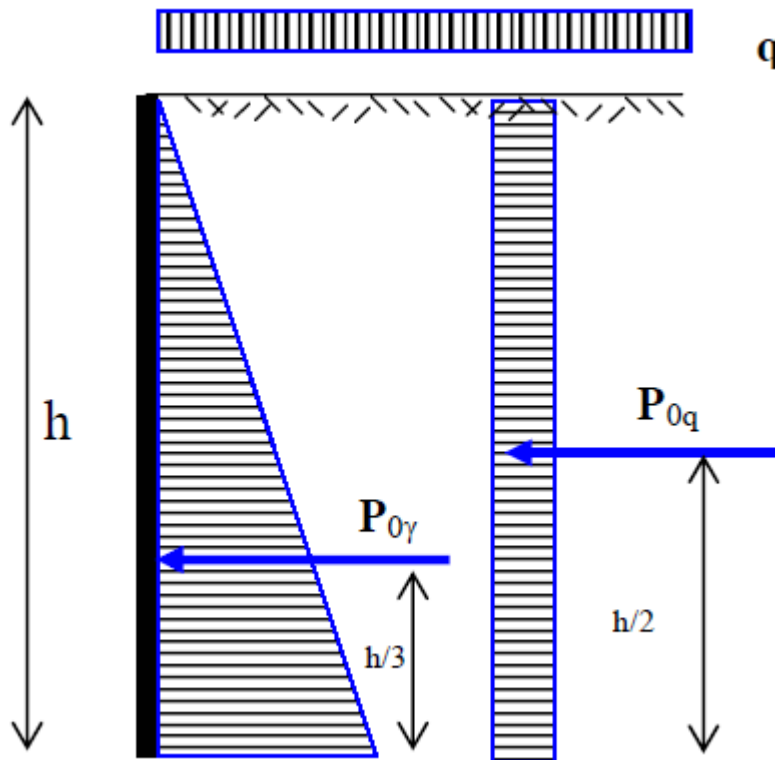
Työkohteessa perus – ja tukimuureja käsitellään liikkumattomina ja jäykkinä tukirakenteina. Normaalisti tukimuurien osalta maanpaine aiheuttaa tukimuurille tietynsuuruisen sallitun siirtymän ja tätä kautta aktiivisen maanpaineen. Työkohteessa tukimuurin siirtyminen sivusuunnassa estetään.

Siirtyväksi jäykäksi tukirakenteeksi katsotaan sellainen jäykkä rakenne, joka voi siirtyä niin paljon ja siten, että aktiivinen maanpaine kehittyy. Tällainen rakenne on esimerkiksi maan varaan perustettu tukimuri. (RIL 1988, 62.)

Liikkumattomaan tukirakenteeseen kohdistuvaa maanpainetta kutsutaan lepopaineeksi. Se on suurempi kuin aktiivinen maanpaine. Lepopainelukuna käytetään yleensä  $K_0 = 1 - \sin\varphi$ . Jos maanpinnan kaltevuuskulma on  $\beta$ , tulee maanpaineluvuksi  $K_{0\beta} = K_0 \cdot (1 + \sin\beta)$ . (RIL 1988, 61.)

Kaavassa  $\varphi$  on maan sisäinen kitkakulma ja se ilmoitetaan asteissa.

Maanpaine lasketaan tavallisesti klassisen maanpaineteorian mukaan. Koska perusmuuri on siirtymätön rakenne, on mitoitettava lepopaineelle. Jos sora- tai hiekkatäyttöä seinän vieressä ei tiivistetä, riittää mitoituksessa 10 % korotus aktiiviseen maanpaineeseen. Jos täyttö tiivistetään, voidaan painekuvio määrätä Pohjarakennusohjeiden mukaan. Kun maa on alttiina voimakkaalle liikenteelle tai muulle tärinälle, on aktiivista maanpainetta korotettava 25 %. (Kähkönen – Saarinen 1986, 409.)



Kuvio 2.4.1: Lepopainejakauma maan omasta painosta ( $p_{0\gamma}$ ) ja tasaisesta pintakuormasta ( $p_{0q}$ ). (TKK 2009, 7).

#### 2.4.1 Menetelmä 1

Kuvion 2.4.1 tapauksessa lepopaineen resultantin suuruus voidaan laskea kaavasta

$$P_0 = K_0 * \left( \frac{1}{2} * \gamma * b * h^2 + q * b * h \right) \quad (11)$$

jossa  $\gamma$  = maan tilavuuspaino [ $\text{kN/m}^3$ ]

$q$  = pintakuorma tukimuurin takana [ $\text{kN/m}^2$ ]

$b, h$  = tukimuurin leveys ja korkeus [m]

(TKK 2009, 6)

Edellä esitetty laskentamalli perustuu Coulombin maanpaineteoriaan, johon klassinen maanpaineteoria perustuu. Teorian lähtöoletuksena on, että tukirakenne siirtyy suuntansa säilyttäen tai kiertyy alareunansa ympäri. (RIL 1988,

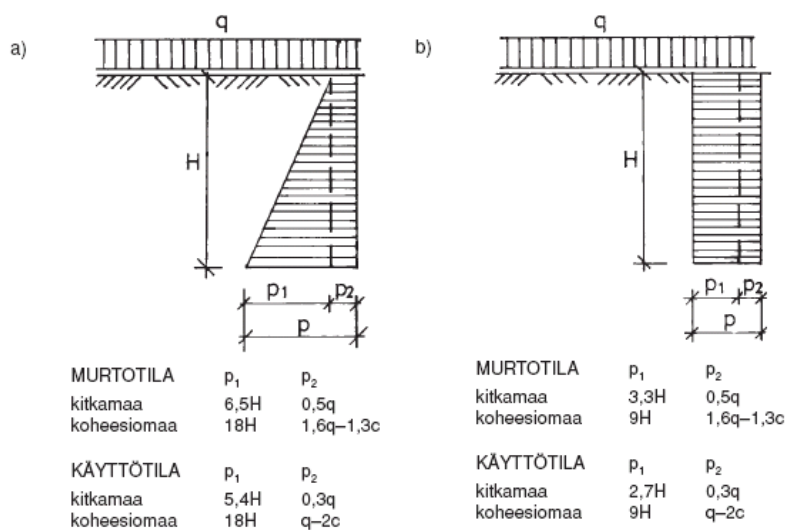
61.) Laskentamalli on sovellettavissa myös perusmuurin maanpaineen laskemiseen.

Maanpaineen varmuuskerroin on  $\gamma_\varphi = 1,2$ , jolla korjataan maan sisäisen kitkakulman arvoa  $\varphi$  (Kähkönen – Saarinen 1986, 410).

$$\text{Saadaan } \varphi_n = \frac{\tan \varphi}{\gamma_\varphi} \quad (12)$$

jossa  $\varphi_n$  = kitkakulman laskenta-arvo [°]

#### 2.4.2 Menetelmä 2



Kuvio 2.4.2: Maanpaineen laskenta. Maanpaineen laskenta-arvo on esitetty kuvassa a). Vaakarautoitettu seinä voidaan käyttää myös kuvan b) mukaista kuorman jakautumaa. (RakMK B5, 6).

Tavanomaisella maaperällä maanpaineen laskenta kuvion 2.4.2 mukaisesti. Täyttömäärän tiivistämisen vaikutus otetaan tarvittaessa huomioon (RakMK B5, 6).

kuvion 2.4.2 merkinnät ovat:

$$p_1 = \text{maan painosta aiheutuvan maanpaineen laskenta-arvo [kN/m}^2\text{]}$$

$p_2$  = pintakuormasta ja koheesiomaassa lisäksi koheesiosta aiheutuvan maanpaineen laskenta-arvo [kN/m<sup>2</sup>]

H = täyttökorkeus [m]

q = pintakuorma [kN/m<sup>2</sup>]

c = koheesiomaan koheesio [kN/m<sup>2</sup>]

(RakMK B5, 6)

## 2.5 Routasuojaus

### Routavauriot

Maan routiessa maakerrokseen kerääntynyt vesi jäätyy jäälinsseiksi ja jäälinsit aiheuttavat maakerroksen tilavuuden muuttumisen. Vesi laajenee jäätyessään noin 10 %. Tämä tilavuutta muuttava ilmiö aiheuttaa ilman suojauksia routavaurioita, kuten esimerkiksi halkeamia ja särkyviä perustuksissa ja rakenteissa. Roudan sulaminen aiheuttaa yleensä myös liettymistä ja kantavuuden menetystä jäälinsien sulaessa maakerroksessa.

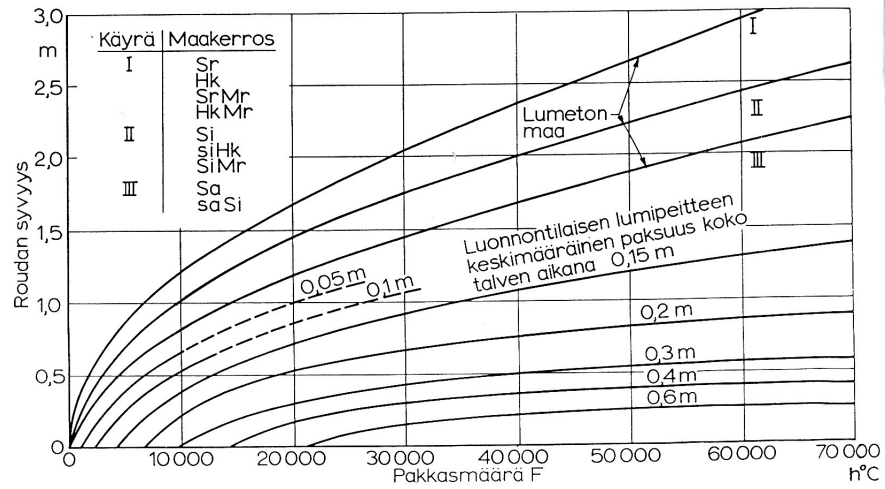
### Maakerrosten routiminen

Maakerros routii, kun maalaji on routivaa ja maan lämpötila alittaa jäätymlämpötilan sekä jäätymisrintamassa on tai siihen voi kulkeutua vettä esimerkiksi kapillaarisesti, eikä maakerroksessa vaikuta routimispainetta suurempaa vastapainetta. Jos maalaji on routivaa, on maakerrosta yleensä pidettävä routivana, koska muut edellytykset ovat useimmiten voimassa. (RIL 1988, 18.)

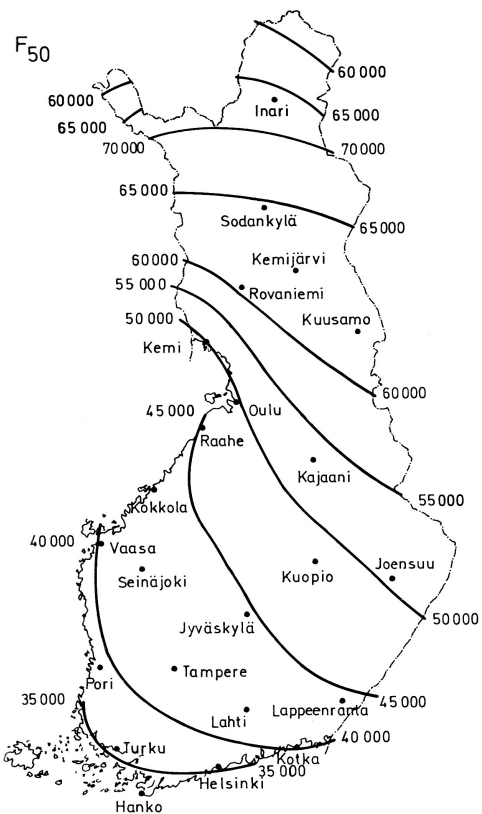
### Routasyvyys

Routasyvyydellä (roudan syvyydellä) tarkoitetaan roudan alapinnan etäisyyttä maanpinnasta. Routasyvyyteen vaikuttavat maalajin ohella merkittävimmin pakkasmäärä sekä lumipeite. (RIL 1988, 19.) Suomi on jaettu pakkasmäärältään vyöhykkeisiin, jossa pakkasmääräkertymät ovat erilaisia. Talonrakennuksessa käytetään kerran 50 vuodessa toistuvan pakkasmäärän jakaumaa

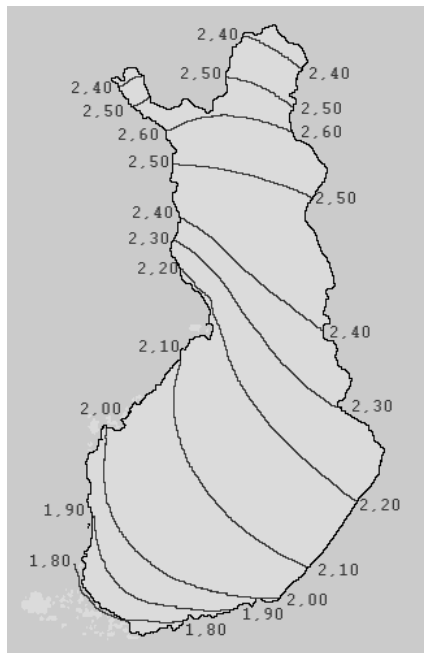
F<sub>50</sub>. Lisäksi lumen suojaavaa vaikutusta ei tule mielestäni lainkaan ottaa huomioon ilmastonmuutoksen aiheuttaman lumipeitteen ohentumisen vuoksi.



Kuvio 2.5.1 Pakkasmäärän ja keskimääräisen routasyvyyden välinen vuorosuhde eri maakerroksissa (RIL 1988, 20).



Kuvio 2.5.2 Kerran 50 vuodessa toistuva pakkasmäärä F<sub>50</sub>, hK (RIL 1988, 23).



Kuvio 2.5.3 Roudaton perustamissyvyys Suomessa (Virtuaalikoulu 2009).

Lämpimästä rakennuksesta (sisälämpötila yli 17 °C) johtuu maaperään kylmänä vuodenaikana aina lämpöä, ja tätä lämpöä voidaan käyttää hyväksi estämään roudan syntyä perustusten alle. (Virtuaalikoulu 2009)

Seuraava taulukko esittää keskimääräisen routimattoman perustamissyvyysden seuraavin oletuksin:

- Rakennus on yli 4 metriä leveä.
- Maanpinta rakennuksen vierellä on lumeton.
- Taulukon väliarvot voidaan interpoloida suoraviivaisesti.
- Mukaan voidaan laskea routimattomasta maasta perustuksen alle tuleva täyterkerros.
- Rakennuksen alapohjan lämmöneristyksen lisääminen kasvattaa perustamissyvyyttä.
- Puolilämpimien rakennusten (+5...+17 °C) perustamis syvyys on 0,1...0,2 m suurempi kuin lämpimien rakennusten.

(Virtuaalikoulu 2009)



Taulukko 2.1 Roudaton perustussyvyys, lämmin rakennus (Virtuaalikoulu 2009)

<b>Lämpimän rakennuksen roudaton perustamissyvyys, m</b>				
<b>Perustustapa</b>	<b>Perustuksen osa</b>	<b>Pakkasmäärä 35 000 h°C</b>	<b>Pakkasmäärä 50 000 h°C</b>	<b>Pakkasmäärä 65 000 h°C</b>
Maanvastainen alapohja, alapohjan reuna- alueen kokonaislämmönvastus $R = 2 \text{ m}^2\text{K/W}$	Seinälinja	0,8...1,0	1,1...1,3	1,5...1,8
	Nurkka	1,1...1,4	1,5...1,8	1,9...2,2
Maanvastainen alapohja, alapohjan reuna- alueen kokonaislämmönvastus $R = 3 \text{ m}^2\text{K/W}$	Seinälinja	0,9...1,1	1,2...1,4	1,6...1,9
	Nurkka	1,2...1,5	1,6...1,9	2,0...2,3
Maanvastainen alapohja, alapohjan reuna- alueen kokonaislämmönvastus $R = 4 \text{ m}^2\text{K/W}$	Seinälinja	1,0...1,2	1,3...1,5	1,6...1,9
	Nurkka	1,3...1,6	1,6...2,0	2,0...2,4
Ryömintätila, tuuletus ulkoa $0,6 \text{ l/sm}^2$ , ala- pohjan kokonaislämmönvastus $R = 4 \text{ m}^2\text{K/W}$	Seinälinja	1,1...1,4	1,4...1,8	1,8...2,2
	Nurkka	1,4...1,8	1,7...2,2	2,1...2,6

### Routasuojaustarpeen arviointiperiaatteet

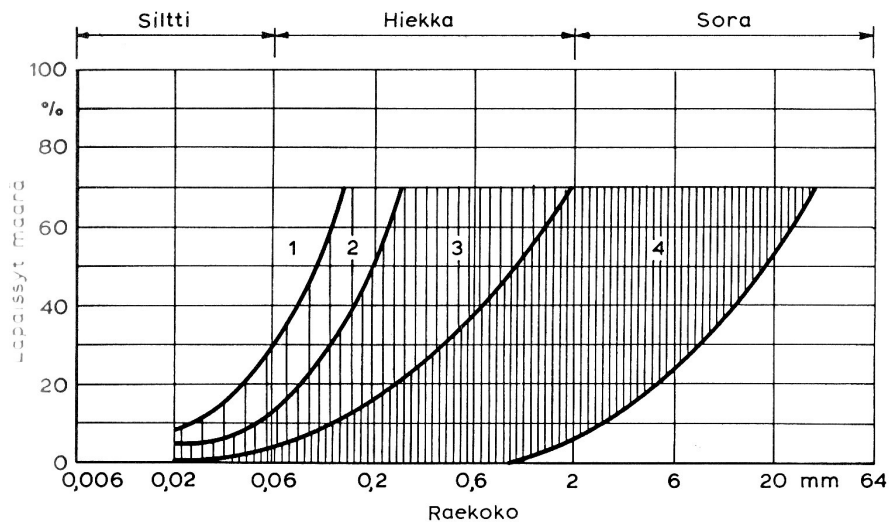
Routasuojauksen tarpeen arviointiin on kolme periaatetta:

#### 1. Viedään perustukset routarajan alapuolelle

Routimissyvyydellä on tiedossa alueelliset maksimiarvot, ja routimisen esiintymistä esitetään nk. pakkasmääräkuvaajien avulla (Kuvio 2.5.2). Roudan maksimisyvyys on määriteltävissä em. kuvan sekä pakkasmäärän ja keskimääräisen routasyvyyden välinen vuorosuhteen avulla (Kuvio 2.5.1). Kylmien rakenteiden osalta voidaan routasyvyys määrittää kuvion 2.5.3 avulla, ja lämpimien rakenteiden osalta taulukon 2.1 avulla.

#### 2. Käytetään routimattomia täyttöjä

Maakerroksen routivuuden määrittää maakerroksen rakeisuus ja raekoko.



Kuvio 2.5.4 Maalajien routivuuden arvostelu raekisuuden perusteella. Maalajit joiden rakeisuuskäyrä on alueella 1, ovat routivia. Maalaji, jonka rakeisuuskäyrä kulkee alueella 2,3 tai 4, on routimaton, jos käyrän alapää pysyy kyseessä olevan alueen ylimmäisen rajakäyrän alapuolella. (RIL. 1988, 19.)

Nyrkkisääntönä voidaan pitää läpäisyarvoa 50 %:n kohdalla: jos arvo on alle 0,08 mm, on maalaji routivaa.

### 3. Estetään roudan syntyminen

Roudan syntymistä voidaan estää routasuojamalla tai estämällä veden pääsy maakerrokseen. Veden pääsyn estäminen on yleensä vaikeaa, jopa mahdotonta, etenkin hienorakeisilla maakerroksilla, jossa esiintyy kapillaarista veden nousua.

Mikäli näistä periaatteista jokin toteutuu, ei routaa pääse muodostumaan ja routiminen estyy. Yleensä suunnittelussa noudatetaan em. periaatteiden numerojärjestystä, varsinkin uudisrakentamisessa. Routaeristäminen on kustannusvaikutuksiltaan huomattava erä rakentamisessa, etenkin kylmissä rakenteissa. Tämän vuoksi mielestäni rakenteet on vietävä aina routarajan alapuolelle, jos tämä käytännössä on mahdollista.

Normaalisti suunnittelun yhteydessä voidaan määritellä myös massan vaihtoja, joka sekin on käypä keino routasuojauksena. Yleensä routasuojaus on

em. periaatteiden yhdistelyn summa, jolla päästään varman puolella olevaan suunnitteluratkaisuun.

## **2.6 Tuentatyöt**

Telineet ja tuennat suunnitellaan ja mitoitetaan siten, että ne pystyvät sekä rakennusvaiheittain että valmiina siirtämään niihin kohdistuvat kuormat maapohjalle tai muulle alustalle, jonka varaan ne on pystytetty. Aina pitää varmistua siitä, että tällainen alusta kestää sille tulevat kuormat ilman haitallisia muodonmuutoksia. (RIL 1993, 7.)

Suunnittelussa otetaan huomioon teineiden ja muottien rakentamisen, pystyttämisen ja purkamisen asettamat vaatimukset

Telineet suunnitellaan ja tarkastetaan siten, että mahdollisista työvirheistä tai muusta odottamattomasta tilanteesta aiheutuva vahinko jää rajoitetuksi (esim. ns. jatkuva sortuma estetty) (RIL 1993, 7-8).

Tuennat tehdään em. periaatteitten mukaisesti soveltaen työmaan mahdollistamia olosuhteita.

Tuennat tehdään sahatavaralla tai metalliputkituilla.

Suunnittelussa käytetään statiikassa ja lujuusopissa yleisesti hyväksytyjä laskentaperiaatteita ja mitoitus suoritetaan sallittujen jännitysten tai rajatilatarkastelujen perusteella (RIL 1993, 7).

Lisäksi metalliputkituennoissa noudatetaan valmistajan määrittelemiä ohjeita ja arvoja.

## **2.7 Louhintatyöt etanadynamiitilla**

Maansiirtotöiden yhteydessä joudutaan suurimmat kivet ja mahdollinen eteen jäävä kallion pinta louhimaan pois. Rakennuspaikan olosuhteet ja rakenteet huomioon ottaen ainoa vaihtoehto louhinnan suorittamiselle on tärinävapaa louhinta käyttäen etanadynamiittia.

Etanadynamiitin toiminta perustuu voimakkaaseen paisumiseen ja käyttö ei vaadi lupatoimenpiteitä. Menetelmä ei siis perustu varsinaiseen räjähdykseen. Menetelmässä louhittavaan kappaleeseen porataan etanadynamiitin valmistajasta riippuen 20–50 mm:n reikiä määrävälein. Poraväli riippuu louhittavan kappaleen laadusta, kiville ja kalliolle voidaan käyttää etäisyyttä  $8d$ , jossa  $d$  on poran halkaisija. Porareikien syvyys on vähintään 300 mm, ja ohi-poraus on vähintään 10 % suunnittelumitasta. Poraussuunnittelu noudattaa jokseenkin samantyyppisiä periaatteita kuin normaali räjähdysainelouhinta halutun rintauksen aikaansaamiseksi.

Reiät täytetään puhdistamisen jälkeen sementtipohjaisella massalla, jonka paisunta johtuu sammutetun kalkin ja veden reaktiosta. Normaalisti kuiva-aineessa on sammutettua kalkkia 60–80 % ja loput sementtiä. Vesi lisätään valmistajan ohjeiden mukaisesti ja sekoitetaan yleensä porakonevispilällä. Halutun lopputuloksen kannalta on tärkeää noudattaa valmistajan toimittamia käyttöohjeita.

## 3 KUISTIN MUUTOSTYÖT

### 3.1 Lähtökohdat ja tavoitteet

Kuisti on uudelleenrakennettu 1960-luvun laajennustöiden yhteydessä, jolloin rakennusta on laajennettu 3 metriä rakennuksen länsipäähän ja kellariin on tehty saunaosasto ja varastotilaa. Kuistin seinärakenne on muutosvaiheessa lämmöneristetty. Laajennusosan 28.2.1957 päivätyistä muutospirustuksista käy ilmi, että kuistin alle on alun perin suunniteltu tila talouskellaria varten. Talouskellari on kuitenkin jätetty rakentamatta, ja kuisti on tilan kohdalta rossipohjainen.

Muutostyössä 2006 em. tila otetaan käyttöön, ja muutetaan perusmuurianturaperusteiseksi kellaritilaksi, jonka kautta muodostetaan kulku ulkoa kellariin. Kellaritiloihin tavoitellaan kahden metrin huonekorkeutta.

Kulkureittiä varten rakennetaan tukimuuri rakennuksen eteläseinän myötäisesti sekä maanvaraan tukeutuvat teräsbetoniporaat tukimuurin ja eteläpuoleisen perusmuurin väliin. Tukimuuri mitoitetaan lumikuormalle mahdollista portaikon kattamista varten. Kellarissa kuistin itälaidalle varataan aukko 9\*19M ulko-ovelle. Uusi perusmuuri eristetään salaojittavalla lämmöneristeellä maantason alapuolella ja salaojitus uusitaan. Salaojituksen uusimisen yhteydessä asennetaan rännikaivot kattovesien hallittua poisjohtamista varten.

Ulkoportaiden alatasanteelle asennetaan lattiakaivo, joka kytketään sadevesijärjestelmään. Ulkoportaisiin asennetaan vastuslankalämmitys talviajan sulanapitoa varten. Perusmuurin maanpäällisen osan lisäeristys puretaan ja korvataan rapattavalla mineraalivillalla. Sisätiloissa maanvastainen perusmuuri eristetään uretaanikipsilevyllä. Kuistin lankkuvälipohja uusitaan ja korvataan eristetyllä ja vesikiertoisen lattialämmityksen sisältävällä rakenteella. Kuistilla lattiapinta laatoitetaan keraamisilla laatoilla. Välipohjatöiden aikana kuistin ulkoseinien alaosat uudelleen eristetään sellueristeellä, ja rakenteen ilmapuotokohtia tilkitään. Kellarissa lattia tehdään maanvaraisena rakenteena, jossa on vesikiertoinen lattialämmitys. Lattiapinta laatoitetaan keraamisilla laatoilla. Ulko-oven edustalle sisäpuolelle asennetaan jalkineiden huuhteluallas. Huuhteluallas viemäroidään jätevesiviemäriin.



Kuva 3.1 Lähtötilanne



Kuva 3.2 Maansiirtotyöt 07/2006



Kuva 3.3 Valmis tukimuri 08/2007



Kuva 3.4 Porrassyöksy 08/2007

Kuva 3.1 on otettu lokakuussa 2004, ja vastaa lähtötilannetta kesäkuussa 2006. Kuvassa 3.2 työt ovat edenneet maansiirtovaiheeseen, jonka aikana salaojitus uusittiin koko talon ympäriltä ja salaojittavat lämmöneristeet asennettiin. Kuvat 3.3 ja 3.4 vastaavat kirjoitushetken tilannetta. Työt on toteutettu hartiapankilla ja pääosin omin voimin. Talkootyöllä on ollut myös merkittävä osuus töissä.

Seuraavissa luvuissa kerrotaan suunnitteluprojektin kulusta, jolla kuvien 3.3 ja 3.4 tasolle on päästy.

## 3.2 Esivalmistelut ja mittaukset

### 3.2.1 Projektin aloitus

Työkohteen pohjamaan laadusta on vain karkea arvio. Työt aloitetaan kuitenkin salaojituksen uusinnalla, jonka yhteydessä saadaan riittävä varmuus pohjamaan tilasta perustustasossa. Jo alkuvaiheessa käy ilmi, että alkupe- räiseen tavoitekorkeuteen ei kohteessa yllätä kallion, kivien ja kivikovan pe- rusmaan vuoksi.

Peruskorkeusasemaksi muutetaan kellarin lattian valmis pinta = +0,000. Kuistin kohdalla anturan yläpinnan korkeusasemaksi määräytyy -0,050 maansiirtotöiden yhteydessä havaitun kalliopinnan vuoksi. Antura uutta pe- rusmuuria varten tehdään kevytsorabetoniharkkoanturana, jonka leveys ja lopullinen tyyppi määritellään perusmuurianturamitoituksen yhteydessä. osassa 3.3.2. Kevytsorabetoni valitaan anturamateriaaliksi työstettävyyden ja keveyden vuoksi. Lisäksi kevytsorabetonin kosteuskäyttäytyminen ja läm- möneristävyysarvot ovat edullisempia kuin betonianturalla.

Vanhojen rakenteiden kunto tarkastetaan ja tutkitaan silmämääräisesti työ- vaiheiden aikana..

### 3.2.2 Perusmaa perustamistasossa

Perusmaa muutetussa perustamistasossa on erittäin vaikeasti käsin kaivet- tavaa, paikoin suurikivistä moreenia. Koska maansiirtotöiden yhteydessä pal- jastui eteläseinustalla pala kallion pintaa, voidaan päätellä perusmaan olevan värinsä, koostumuksensa ja kovuutensa puolesta tiivistä tai erittäin tiivistä pohjamoreenia. Kallionpintaa ja suurimpia vastaantulevia kiviä louhitaan tar- vittaessa pois etanadynamiitilla, luvun 2.7 ohjeiden mukaisesti.



Kuva 3.5 Tutkimustyöt

Perusmaa on väriltään harmaata, kuten kuvasta 3.5 käy ilmi. Kuvassa 3.5 on havaittavissa myös sodanaikaista historiaa. Kuvassa tumma kerroksellinen osa perustusten koostuu hiilestä ja palaneesta materiaalista, jonka yläpuolella on noin 100 mm:n tuhkerakkeros. Rakennus sijaitsee saksalaisten entisellä parakkialueella, joka viime sodan aikana poltettiin maan tasalle.

### 3.3 Rakenneosien mitoitus

#### 3.3.1 Perusmaan geotekninen kantavuus

Perusmaan kantavuus määritellään luvun 2.1.3 mukaisella kantavuuden peruskaavalla. Anturaperustuksen leveyden B oletusarvona käytetään Suomen rakentamismääräyskokoelman B3 mukaista minimianturalevyttä 0,3 m. Perustamistasossa ei ole havaittu pohjavettä maansiirtotöiden aikana, joten pohjaveden pinta katsotaan olevan perustamistason alapuolella.



Taulukko 3.1 Karkearakeisten maalajien arviointi rakeisuuden ja kairausvastusten perusteella. (Tielaitos 1999a, 9).

Maalaji		Tilavuuspaino (kN/m <sup>3</sup> ) pohjavedenpinnan		Kitka- kulma φ (ast.)	Moduuli-		Kairausvastukset 1)	
		yläpuol.	alapuol.		luku m	eksp. B	painok. pk/0,2 m	heijarik. L/0,2 m
Hienohiekka d <sub>10</sub> ≤ 0,06	hHk L	15...17	9...	30	50... 150	0.5	20... 50	5... 15
	K			33	100... 200	0.5	50...100	15... 30
	T	16...18	11	36	150... 300	0.5	100...	30...
Hiekka d <sub>10</sub> > 0,06	Hk L	16...18	10...	32	150... 300	0.5	10... 30	5... 12
	K			35	200... 400	0.5	30... 60	12... 25
	T	17...19	12	38	300... 600	0.5	60...	25...
Sora	Sr L	17...19	10...	34	300... 600	0.5	10... 25	5... 10
	K			37	400... 800	0.5	25... 50	10... 20
	T	18...20	12	40	600...1200	0.5	50...	20...
Moreeni	Mr HL	16...19	10...12	...34	300... 600	0.5	... 40	... 20
	L	17...20	10...12	...36	600...	0.5	40...100	20... 60
	K	18...21	11...13	...38	800...	0.5	100...	60...140
	T	19...23	11...14	...40	1200...	0.5	lyömällä	140...
2)Tiivistetty täyte perus- tusten alla	Louhe	15...18	9...11	45	1200	0.5		
	Murske	19...22	11...13	42	1200	0.5		
	Sora	18...21	11...13	40	1200	0.5		

Perusmaa on tiivistä pohjamoreenia, jonka tilavuuspaino  $\gamma'_2$  perustamistason alapuolella on taulukon 3.1 mukaan pohjavedenpinnan yläpuolella 19–23 kN/m<sup>3</sup>. Tilavuuspainoksi valitaan keskimääräinen arvo eli  $\gamma'_2 = 21$  kN/m<sup>3</sup>. Kantavuusmitoitus tehdään varman puolelle, eli anturan katsotaan olevan kokonaan maan pinnalla, jolloin  $\gamma'_1 = 0$ . Todellisuudessa anturalla on perustamissyvyyttä jonkin verran, joka lisää kantavuutta. Perusmaassa ei katsota olevan koheesiota eli  $c_d = 0$ .

Taulukko 3.2 Kitkakulmat kairausvastuksen perusteella ohjeen Teräsputkipaalut TIEL 2173448 mukaan (Tielaitos 1999a, 9).

Suhteellinen tiivius	Heijari- kairaus N <sub>20</sub> (L/0,2 m)	Puristin- kairaus q <sub>c</sub> (MPa)	Paino- kairaus 1) NHT (pk/0,2 m)	SPT- kairaus 3) N <sub>30</sub> (L/0,3 m)	Kitka- kulma 2) (ast.)	Muodon- muutos- moduuli E <sub>d</sub> (MPa)
Hyvin löyhä	< 5	< 2,5	< 10	< 4	29 - 32	< 10
Löyhä	3 - 10	2,5 - 5,0	10 - 30	4 - 10	32 - 35	10 - 20
Keskittivis	8 - 17	5,0 - 10,0	20 - 50	10 - 30	35 - 37	20 - 30
Tiivis	12 - 36	10,0 - 20,0	40 - 90	30 - 50	37 - 40	30 - 60
Hyvin tiivis	> 30	> 20,0	> 80	> 50	40 - 45	60 - 90

Kantavuuslaskennassa käytetään perusmaalle tiiviin maan kitkakulman arvoa 37–40° taulukon 3.2 mukaisesti. Mitoitus tehdään osavarmuusmenettelyllä,

joten kitkakulman laskenta-arvo määräytyy osan 2.4 lopussa esitetyllä tavalla. Kitkakulman taulukkoarvoksi valitaan keskimääräinen arvo eli  $38,5^\circ$ .

Osavarmuuskerroin kitkalle (anturoiden ja paalujen kantokyky) on 1,25 (Jääskeläinen – Rantamäki – Tammirinne 1979, 172).

Kitkakulman laskenta-arvo on

$$\varphi_n = \varphi_d = \frac{\tan \varphi}{\gamma_\varphi} = \frac{\tan 38,5^\circ}{1,25} = 0,636 \rightarrow 32,47^\circ \quad (13)$$

Koska perusmaan koheesio  $c_d=0$ , voidaan kertoimet  $N_C$ ,  $s_C$  ja  $i_C$  jättää laskematta. Muut kertoimet ratkaistaan kitkakulman laskenta-arvon  $\varphi_d$  perusteella.

$$N_D = \tan^{2*}(45^\circ + 32,47^\circ / 2) * e^{\pi * \tan 32,47^\circ} = 24,50 \quad (14)$$

$$N_B = 1,5 * (24,50 - 1) * \tan 32,47^\circ = 22,43 \quad (15)$$

Koska antura on pitkä ja kapea ( $B/L \approx 0$ ) ja kuormitusresultantti on pystysuora ( $H_d = 0$ ) ovat kertoimet:

$$s_D = s_B = i_D = i_B = 1,0 \quad (16)$$

(Jääskeläinen ym. 1979, 182.)

Anturan kantokyvyn laskenta-arvo  $q_{md}$  em. arvoilla laskettuna on:

$$q_{md} = \gamma_1 * D * N_D * s_D * i_D = 21,0 \text{ kN} / \text{m}^3 * 0,4 \text{ m} * 24,50 * 1,0 * 1,0 = 205,8 \text{ kN} / \text{m}^2$$

(17)

Työkohteen anturoiden kantokyvyn laskenta-arvo  $q_{md} = 205 \text{ kN/m}^2$  on maan geoteknisen kantavuuden laskenta-arvo eli maan sallittu pintapaine.

### 3.3.2 Välipohja

Tavoitteen mukaisesti kuistin välipohja uusitaan kylmästä lankkupintaisesta lämpimään ja eristettyyn laattapintaiseen välipohjarakenteeseen. Vaihtoehtoina välipohjarakenteelle on kaksi:

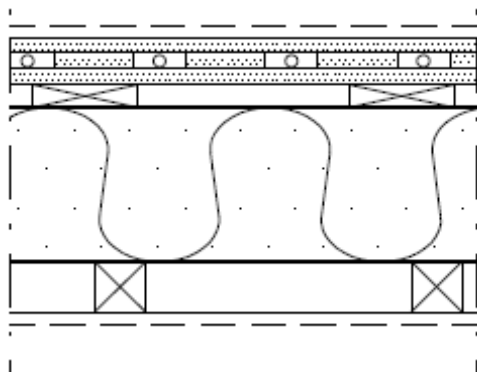
- Pintalaattarakenne 50 mm ja jäykkä puurunko (vaihtoehto 1).
- Kolminkertainen lattiakipsilevyrakenne 3\*15 mm ja jäykkä puurunko (vaihtoehto 2).

Kuistin kautta kuljetaan sisään rakennukseen, joten rakenteeksi valitaan vaihtoehto 2, koska välipohja on saatava nopeasti kulkukelpoiseksi. Lisäksi valintaan vaikuttavat myös kustannukset ja työresurssit.

Välipohjan lämmöneristeeksi valitaan puhallettava selluvilla, joka puhalletaan kannake –ja harvalaudoituväleihin. Lämmöneriste tarvitaan, koska rakenteeseen asennetaan lattialämmitys ja välipohjan alapuolinen tila on aluksi kylmillään. Puukuituvillaa käytetään alapohjarakenteisiin vähintään 45 kg/m<sup>3</sup> (RT 374.3-37555).

Rakenne suunnitellaan työkohte huomioon ottaen ilmatiiviiksi, ja ilmansulkuna käytetään bitumivuorauspaperia, jonka saumat limitetään vähintään 300 mm ja teipataan tiiviisti. Höyryntiiviit muovikalvot lämmöneristykseen yhteydessä eivät sovellu rintamamiestaloihin, koska tämä vaikuttaa epäsuotuisasti rakennuksen ja rakenteen rakennusfysikaaliseen toimintaan. Rintamamiestalojen eristeratkaisut ovat ns. hygroskooppisia, ja osa rakenteiden lämmöneristyskyvystä perustuu ko. ilmiön kykyyn varata lämpöä rakenteeseen ilman vesihöyryn muodossa. Vesi (kuten myös vesihöyry) lämmönvaraajana on erinomainen, tästä osoituksena mm. vesikiertoisten lämmitysjärjestelmien lämminvesivaraajat. Rintamamiestalojen eristeratkaisut osallistuvat myös osaltaan ko. rakennusten ilmanvaihtoon, joka perustuu luvussa 2.2.1 esitettyyn Daltonin osapainelakiin ja diffuusion. Tiiviit muovikalvot hidastavat diffuusiota merkittävästi, ja tekevät rakenteen hengittämättömäksi.

## Rakennetyyppi



Kuva 3.1 Välipohjan (VP4) rakennetyyppi

Rakennetyypiksi valintaperusteiden pohjalta muodostuu yläpinnasta alapintaan lueteltuna:

- Klinkkerilaatta + saneerauslaasti 10 mm
- Kolminkertainen lattiakipsilevy 45 mm, toisessa kerroksessa lattia-lämmitysputkisto, putken vierustäyttö kiviaineisella massalla. Kipsilevykerrokset liimataan toisiinsa saneerauslaastilla. Mekaanista kiinnittämistä ei käytetä (putkirikon vaara)
- Bitumivuorauspaperi
- Harvalaudoitus 22 mm\*100 mm k300 + selluvilla
- Välipohjakannakkeet 48\*147 + selluvilla
- Bitumivuorauspaperi
- Koolaus 48 mm\*48 mm k300
- Pintamateriaali, paneeli tai kipsilevy.

Rakenteen alapuolella koolaustilassa viedään tarvittava LVIS-tekniikka vuorauspaperia rikkomatta.

Rakenteen maksimikuorma, jos alapinnan materiaali on kipsilevyä, on 1,67 kN/m<sup>2</sup>.

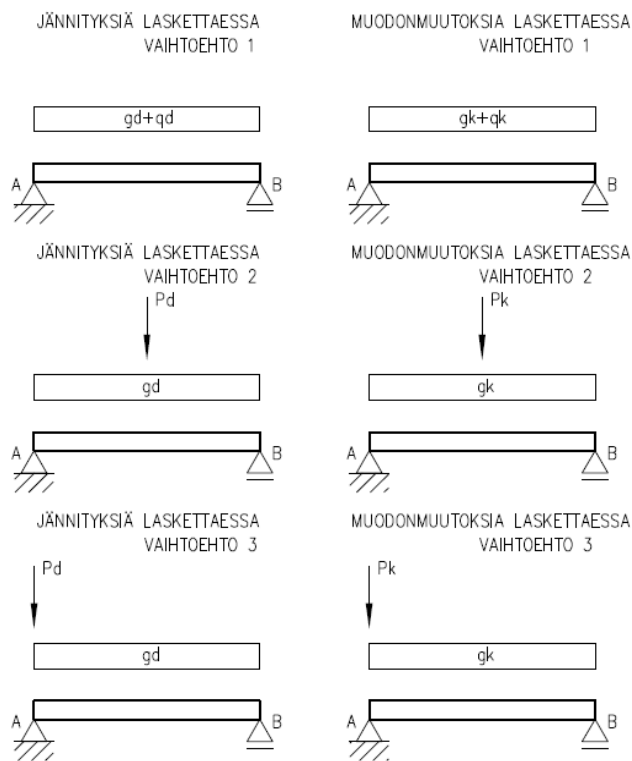
## Välipohjakannakkeiden mitoitus

Välipohjakannakkeet mitoitetaan Suomen rakentamismääräyskokoelman B10-osan mukaisesti rajatilamenettelyä murtorajatilassa.

Kuormien aikaluokkayhdistelmä on A+B. Mitoittavaksi aikaluokaksi yhdistelmästä tulee B (RakMK B10. 5; 3.3). Rakenne on sisätiloissa, jossa ilman suhteellinen kosteus (RH) pysyy alle 60 %:n. Mitoitus tehdään kosteusluokassa 1 (RakMK B10. 6; taulukko 3.2).

Kannakkeet tehdään mitallistetusta ja lujuuslajitellusta puutavarasta. Sahatavaran lujuusluokaksi valitaan T24.

## Välipohjakannakkeiden kuormat



Kuvio 3.2 Staattinen malli ja kuormitusvaihtoehdot

Kuormitukset tutkitaan kolmella eri kuormitustapauksella, jotka ovat yksilöity kuviossa 3.2.

Vaihtoehdossa 1 välipohjaa kuormittaa välipohjan oma paino  $g_k$  ja hyötykuorma (oleskelukuorma I)  $q_k$ . Välipohjan oma paino  $g_k = 1,66 \text{ kN/m}^2$  ja hyötykuorma  $q_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$  (RakMK B1. 6; taulukko 3.2.7).

Vaihtoehdossa 2 välipohjaa kuormittaa välipohjan oma paino  $g_k$  ja hyötykuorma (oleskelukuorma I)  $F_k$ . Välipohjan oma paino  $g_k = 1,66 \text{ kN/m}^2$  ja hyötykuorma  $F_k = 1,5 \text{ kN}$ . (RakMK B1. 6; taulukko 3.2.7).

Vaihtoehto 3 vastaa edellistä vaihtoehtoa, mutta hyötykuorma  $F_k$  vaikuttaa rakenteen tuella.

Vaihtoehdoista ratkaistaan suurin momentti ja leikkaus, ja vaihtoehdoista lasketuista arvoista suurimmat tulevat mitoituksessa määrääviksi.

Mitoitettavan välipohjan koko on  $3,1 \text{ m} \times 1,85 \text{ m}$ . Välipohja tukeutuu rakennepuutavarasta tehtävään kehään, jonka väliin mitoitetaan välipohjapalkit lyhemmän jänteen suuntaisesti. Palkit kiinnitetään kehälle palkkikengillä, palkkikengien kiinnittämiseen käytetään työtekniikan vuoksi ruuveja ankkurinaulojen sijasta. Tukikehä naulataan ympäröiviin kantaviin rakenteisiin liimapintaisilla paineilmanauloilla.

Välipohjan palkkijako jaetaan tasaisesti koko pisimmän jänteen matkalle. Välipohjalta lähtee tekniikkakuilu, jonka mittojen perusteella palkkijaoksi valitaan 305 mm.

### Vaihtoehto 1 - laskentatulokset

Määritellään vaihtoehdon laskentakuormat:

$$g_d = 1,66 \text{ kN/m}^2 * 1,2 = 1,99 \text{ kN/m}^2$$

$$q_d = 1,5 \text{ kN/m}^2 * 1,6 = 2,4 \text{ kN/m}^2$$

$$g_d + q_d = 1,99 \text{ kN/m}^2 + 2,4 \text{ kN/m}^2 = 4,39 \text{ kN/m}^2$$

$$(g_d + q_d) * s = q_{mit}, \text{ jossa } s = \text{palkkijako} = 0,305 \text{ m}$$

$$(1,99kN / m^2 + 2,4kN / m^2) * 0,305m = 1,34kN / m$$

Lasketaan vaihtoehdon  $M_{\max}$  ja  $Q_{\max}$ :

$$M_{\max} = \frac{q_{mit} * L^2}{8}, \text{ jossa } L = \text{palkin jännemitta} = 1,754 \text{ m}$$

$$M_{\max} = \frac{1,34kN / m * 1,754^2 m^2}{8} = \underline{\underline{0,52kNm}}$$

$$Q_{\max} = \frac{q_{mit} * L}{2} = \frac{1,34kN / m * 1,754m}{2} = \underline{\underline{1,17kN}}$$

## Vaihtoehto 2 - laskentatulokset

Määritellään vaihtoehdon laskentakuormat:

$$g_d = 1,66kN / m^2 * 1,2 = 1,99kN / m^2$$

$$P_d = 1,5kN * 1,6 = 2,4kN = P_{mit}$$

$$g_d * s = q_{mit}, \text{ jossa } s = \text{palkkijako} = 0,305 \text{ m}$$

$$1,99kN / m^2 * 0,305m = 0,61kN / m$$

Lasketaan vaihtoehdon  $M_{\max}$  ja  $Q_{\max}$ :

$$M_{\max} = \frac{q_{mit} * L^2}{8} + \frac{P_{mit} * L}{4}, \text{ jossa } L = \text{palkin jännemitta} = 1,754 \text{ m}$$

$$M_{\max} = \frac{0,61kN / m * 1,754^2 m^2}{8} + \frac{2,4kN * 1,754m}{4} = \underline{\underline{1,29kNm}}$$

$$Q_{\max} = \frac{q_{mit} * L}{2} + \frac{P_{mit}}{2} = \frac{0,61kN / m * 1,754m}{2} + \frac{2,4kN}{2} = \underline{\underline{1,73kN}}$$

### Vaihtoehto 3 - laskentatulokset

Määritellään vaihtoehdon laskentakuormat:

$$g_d = 1,66 \text{ kN} / \text{m}^2 * 1,2 = 1,99 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$P_d = 1,5 \text{ kN} * 1,6 = 2,4 \text{ kN} = P_{mit}$$

$$g_d * s = q_{mit}, \text{ jossa } s = \text{palkkijako} = 0,305 \text{ m}$$

$$1,99 \text{ kN} / \text{m}^2 * 0,305 \text{ m} = 0,61 \text{ kN} / \text{m}$$

Lasketaan vaihtoehdon  $M_{\max}$  ja  $Q_{\max}$ :

$$M_{\max} = \frac{q_{mit} * L^2}{8}, \text{ jossa } L = \text{palkin jännemitta} = 1,754 \text{ m}$$

$$M_{\max} = \frac{0,61 \text{ kN} / \text{m} * 1,754^2 \text{ m}^2}{8} = \underline{\underline{0,23 \text{ kNm}}}$$

$$Q_{\max} = \frac{q_{mit} * L}{2} + P_{mit} = \frac{0,61 \text{ kN} / \text{m} * 1,754 \text{ m}}{2} + 2,4 \text{ kN} = \underline{\underline{2,93 \text{ kN}}}$$

### Määräävät mitoitusarvot ja lopullinen mitoitus

Laskennan perusteella määräävät mitoitusarvot ovat:

$$\text{Vaihtoehto 2: } M_{\max} = 1,29 \text{ kNm}$$

$$\text{Vaihtoehto 3: } Q_{\max} = 1,73 \text{ kN}$$

Lopullista mitoittamista varten määritellään valitun sahatavaran poikkileikkauksen taivutusmomentti  $W$  ja jäyhyysmomentti  $I$ .

$$W = \frac{b * h^2}{6} = \frac{48 \text{ mm} * 147^2 \text{ mm}^2}{6} = 172872 \text{ mm}^3$$

$$I = \frac{b * h^3}{12} = \frac{48 \text{ mm} * 147^3 \text{ mm}^3}{12} = 12706092 \text{ mm}^4$$



Taulukko 3.3 Sahatavaran ominaislujuudet ja –kimmomoduulit (RakMK B10, 7; taulukko 4.1).

Sahatavaran ominaislujuudet ja -kimmomoduulit sekä keskimääräiset kimmomoduulit aikaluokassa B ja kosteustilassa I. Yksikkö MN/m<sup>2</sup>.

Lujuusluokka	T40	T30	T24	T18
		T3	T2	T1
<b>Lujuuksia laskettaessa</b>				
Taivutus, $f_{bk}$	29	23	20	16
Puristus, $f_{ck}$	28	22	19	15
Puristus, $f_{c,ik}$	4,5	3,7	3,1	2,6
Veto, $f_{tk}$	19	15	13	8
Veto, $f_{t,ik}$	0,4	0,4	0,4	0,4
Leikkaus, $f_{vk}$	2	2	2	2
Leikkaus, $f_{v,ik}$	1	1	1	1
Kimmomoduuli, $E_k$	7000	6000	5000	4000
Liukumoduuli, $G_k$	350	300	250	200
<b>Muodonmuutoksia laskettaessa</b>				
Kimmomoduuli, $\bar{E}$	8500	7000	6500	5500
Kimmomoduuli, $\bar{E}_\perp$	280	230	180	160
Liukumoduuli, $\bar{G}$	420	350	320	270

Taulukon 3.3 mukaisesti valitaan mitoitukseen tarvittavat materiaalitiedot.

Murtorajatilatarkasteluissa materiaalin osavarmuuskerroin  $\gamma_m = 1,3$ , jolla ominaislujuudet ja kimmomoduulit jaetaan laskenta-arvojen saamiseksi (RakMK B10. 6).

### Taivutuskestävyys

Lasketaan maksimi taivutusjännitys:

$$\sigma_b = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{1,29 \cdot 10^6 \text{ Nmm}}{172872 \text{ mm}^3} \approx 7,44 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Lasketaan sallittu taivutusjännitys:

$$\sigma_{sall} = \sigma_{bk} / \gamma_m = 20 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} / 1,3 \approx 15,39 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Kun verrataan jännitysarvoja,  $\sigma_{sall} \geq \sigma_b$ , joten palkki kestää mitoituskuormat,

ja palkin käyttöaste  $\frac{\sigma_b}{\sigma_{sall}} * 100 \approx 48,3\%$ .

## Leikkauskestävyys tuella

Lasketaan maksimi leikkausjännitys:

$$\tau_{\max} = \frac{3 * Q_{\max}}{2 * (b * h)} = \frac{3 * 2,93 * 10^3 \text{ N}}{2 * (48 \text{ mm} * 147 \text{ mm})} \approx 0,62 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Lasketaan sallittu leikkausjännitys:

$$\tau_{\text{sall}} = \sigma_{\text{vk}} * \gamma_m = 2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} * 1,3 \approx 1,54 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Kun verrataan jännitysarvoja,  $\tau_{\text{sall}} \geq \tau_{\max}$ , palkki kestää mitoituskuormat, ja

palkin käyttöaste  $\frac{\tau_{\max}}{\tau_{\text{sall}}} * 100 \approx 40,5\%$ .

## Taipuma

Taipumamitoituksessa taipuman maksimiarvo on L/300. Taipumamitoitus tehdään käyttörajatilassa. Kuormitusvaihtoehdoista voidaan päätellä, että maksimitaipuma saavutetaan kuormitusvaihtoehdon 2 aikana.

$$g_k = 1,66 \text{ kN} / \text{m}^2 * 0,305 \text{ m} = 0,51 \text{ kN} / \text{m}$$

$$P_k = 1,5 \text{ kN}$$

Lauseke kuormitusvaihtoehdon taipumalle:

$$w = \frac{5 * g_k * L^4}{384 * E_k * I} + \frac{P_k * L^3}{48 * E_k * I}$$

$$w = \frac{5 * 0,51 \text{ kN} / \text{m} * 1754^4 \text{ mm}^4}{384 * 6500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} * 12706092 \text{ mm}^4} + \frac{1500 \text{ N} * 1754^3 \text{ mm}^3}{48 * 6500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} * 12706092 \text{ mm}^4} \approx \underline{\underline{2,8 \text{ mm}}}$$

Taipumaraja L/300  $\approx$  5,8mm, käyttöaste taipuman suhteen on 47,8%.

## Liitososat

Välipohjapalkkien kiinnitys tehdään palkkikengillä. Palkkikengät kiinnitetään puuosiin 4,5\*50 mm kuumasinkityillä puuruuveilla. Liitos on metallilevyn ja puun välinen liitos, johon pätee kaava (RakMK B10 2001, 12):

$$F = 34 * d^2 * \sqrt{0,5 * (1 + k_2)} * \sqrt{f_y / 240}, \text{ jossa}$$

$F$  = liitoksen ominaisleikkauslujuus [N/leike]

$d$  = kiinnitysruuvien sileän osan halkaisija

$k_2$  = voiman ja puun syyn välinen kulma =  $0^\circ$

$f_y$  = ruuvien myötölujuus  $\geq 240 \text{ N/mm}^2$

Lasketaan tarvittava leikkeiden määrä käyttäen minimimyötölujuutta. Kaava supistuu muotoon:

$$F = 34 * d^2 = 34 * 4,5^2 = 688,5 \text{ N / leike}$$

Teräksen aineosavarmuusluku  $\gamma_m$  on murto- ja käyttörajatiloissa sekä paloteknisessä mitoituksessa 1,0 (RakMK B7. 9).

$$F_d = F / \gamma_m = (688,5 \text{ N / leike}) / 1,0 = 688,5 \text{ N / leike}$$

Mitoittava kuorma liitos-osalle on  $Q_{\max} = 2,93 \text{ kN}$ . Lasketaan tarvittava leikkemäärä:

$$2,93 \text{ kN} / (688,5 \text{ N / leike}) = \underline{\underline{4,26 \text{ leikettä}}}$$

Palkkikengän kiinnitys on tehtävä symmetrisesti, kiinnitysruuvien määrä palkkikenkää kohden on 6kpl.

## Puukehille tulevat kuormat ja kiinnitysosien mitoitus

Jatkossa mitoitettavien rakennusosien mitoitustyön helpottamiseksi puukehille välipohjalta johtuvat kuormat ratkaistaan kuormitusvaihtoehto 1 perusteella tasaisina kuormina.

$$g_d = 1,66 \text{ kN} / \text{m}^2 * 1,2 = 1,99 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$q_d = 1,5 \text{ kN} / \text{m}^2 * 1,6 = 2,4 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$g_d + q_d = 1,99 \text{ kN} / \text{m}^2 + 2,4 \text{ kN} / \text{m}^2 = 4,39 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$(g_d + q_d) * s = q_{mit}, \text{ jossa } s = \text{jänneväli} = 1,85 \text{ m}$$

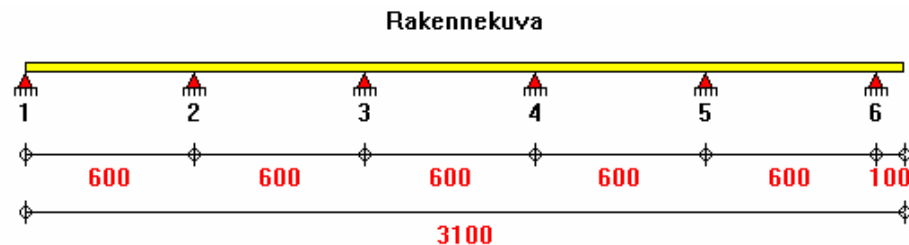
$$\frac{(1,99 \text{ kN} / \text{m}^2 + 2,4 \text{ kN} / \text{m}^2) * 1,85 \text{ m}}{2} = 4,06 \text{ kN} / \text{m}$$

Pidemmän jännevälin suuntaisten kehäpalkkien kuormitus on 4,06kN/m. Palkki kiinnitetään runkotolppiin (k600) liimapintaisilla paineilmanuloilla. Mitoitetaan naulamäärät:

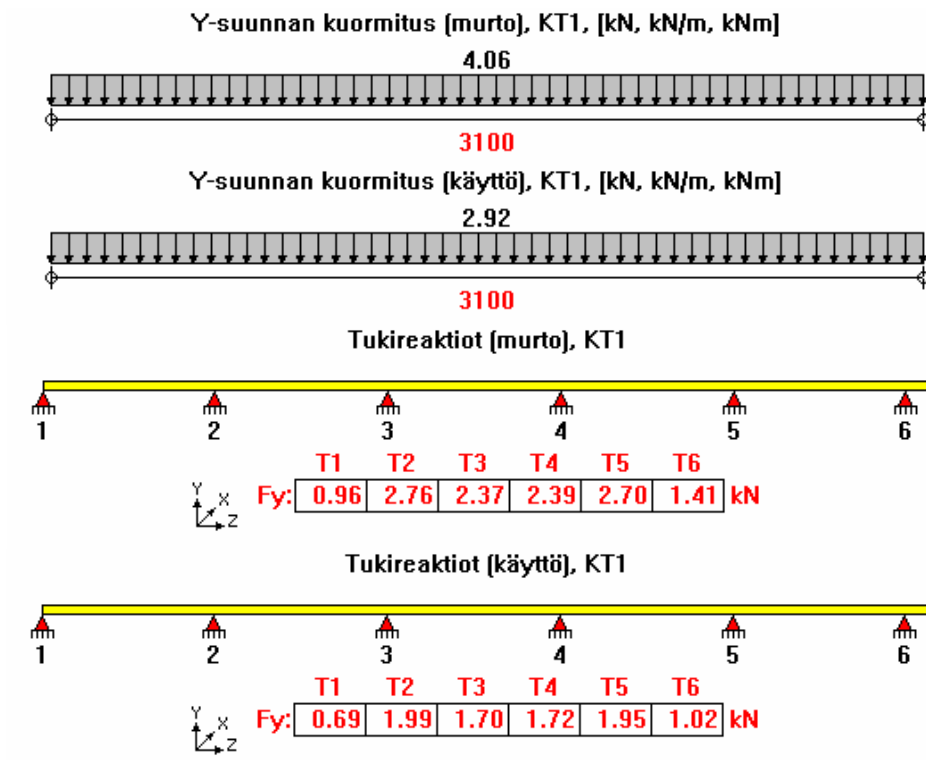
$$\text{jänneväli} = 3,1 \text{ m}$$

$$\text{runkotolppamäärä} = (\text{jänneväli} / k - \text{jako}) + 1 = (3100 \text{ mm} / 600 \text{ mm}) + 1 = 6,16 \approx 6$$

Rakennemalli on 5-aukkoinen palkki, jonka toisessa päässä on ulokeosuus. (Kuvio 3.3.) Palkkia kuormittaa em. kehäpalkin kuormitus ja naulausten mitoitussarvot saadaan palkin tukireaktioista. Koska käsinlaskenta staattisesti määrättömässä 5-aukkoisissa palkissa on työläs, määritellään palkin tukireaktiot ATK-laskentana.



Kuvio 3.3 kehäpalkin staattinen rakennemalli



Kuvio 3.4 Kehäpalkin kuormitus murto- ja käyttörajatilassa, sekä palkin tukireaktiot murto- ja käyttörajatilassa

ATK-laskennan tukireaktiot on esitetty kuviossa 3.4. Tukireaktioista tuen T2 tukireaktio on laskennassa määräävä. Liitos kiinnityksessä on yksileikkeinen.

Taulukko 3.4 Lankanaulojen leikkauslujuudet. (RakMK B10, 11; taulukko 5.5.)

Poikkileikkaukseltaan neljänmuotoisilla lankanauoil-  
la kootun kahden puun välisen liitoksen ominaisleik-  
kauslujuudet kuorman aikaluokassa B.  
Yksikkö N/leike

Naulan paksuus d (mm)	Ominaisleikkauslujuudet		
	Kosteus- luokat 1 ja 2	Kosteus- luokka 3	Kosteus- luokka 4
1,7	310	270	210
2,1	440	390	300
2,5	590	520	400
2,8	720	630	490
3,4	1 000	880	680
4,2	1 430	1 260	970
5,1	1 990	1 750	1 360
5,5	2 270	2 000	1 540
6,0	2 630	2 310	1 790
6,5	3 010	2 650	2 050

Kiinnitykseen käytetään profiloimattomia sähkösinkittyjä 3,05 mm\*90 mm pyöreitä paineilmanauloja. Profiloimattomia pyöreitä nauvoja käytettäessä kerrotaan taulukon 5.5 arvot 0,8:lla (RakMK B10 2001. 11).

Ominaislujuuden arvona laskennassa käytetään taulukon 3.4 2,8 ja 3,2 mm:n naulojen ominaisleikkauslujuuden keskiarvoa = 860 N/leike.

Laskentalujuus leikettä kohden on:

$$860N / leike * 0,8 = 688N / leike$$

Lasketaan tarvittava leikemäärä:

$$2,76kN / (688N / leike) = \underline{\underline{4,01leikettä}}$$

Kehäpalkin kiinnitys runkotolppiin tehdään symmetrisesti, kiinnitysnaulojen määrä runkotolppaa kohden on 5 kpl.

### 3.3.3 Perusmuurianturan mitoittavan maanpaineen laskenta

Mitoittava maanpaine saadaan luvun 2.4 mukaisella menetelmällä. Menetelmä 1 soveltuu kohteisiin, jossa tiedetään täyttömaan koostumus ja pohjaveden esiintyminen. Menetelmä 2 soveltuu hyvin harkkoperusmuurien mitoittamiseen. Kohteessa uudet perusmuurirakenteet ovat pääasiallisesti harkkorakenteisia. Kohteen maaperätiedot ovat muurin vierustäytön suhteen puutteelliset. Mitoittava maanpaine lasketaan menetelmän 2 mukaisesti. Menetelmän 1 mukainen maanpaine lasketaan vertailua ja suuruusluokan kontrolointia varten.

#### **Menetelmän 1 mukainen mitoitus**

Kohteessa perusmuurin mitoituskorkeus maanpaineelle on 1,688m. Maan sisäisen kitkakulman laskenta-arvo on määritelty luvun 3.2.2. kaavassa 1, laskenta-arvo  $\varphi_n = \varphi_d = 32,47^\circ$ . Täyttötyöt tehdään pääosin perusmaalla, johon on kaivuutöissä sekoittunut karkeampaa lajitetta. Maan tilavuuspaino valitaan tiiviin moreenin alarajalta luvun 3.2.2. taulukon 3.1 mukaisesti. Maan tilavuuspaino on  $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ . Pintamaan kaltevuus  $\beta$  perusmuuria vasten

on 1:20, eli 2,86°. Pintakuormaksi maan pinnalla va litaan 2,5 kN/m<sup>2</sup>, joka vastaa kevyen ajoneuvon massaa perusmuurin vieressä. Leveydeksi b valitaan 1,0m, koska voimasuurena maanpaineen vaikutuksesta käytetään kNm/m.

Sijoitetaan arvot luvussa 2.4 esitettyihin kaavoihin

$$K_0 = 1 - \sin\phi$$

$$K_{0\beta} = K_0 * (1 + \sin\beta)$$

$$P_0 = K_{0\beta} * \left( \frac{1}{2} * \gamma * b * h^2 + q * b * h \right)$$

Erotetaan resultanttikaavasta maanpaineen kuormitusresultantti ja pinta-kuorman resultantti. Asetetaan leveys b = 1,0 m vakioksi, koska tarkistettava leveys on 1,0 m rakenteesta.

$$P_{0\gamma} = K_{0\beta} * \left( \frac{1}{2} * \gamma * 1 * h^2 \right)$$

$$P_{0q} = K_{0\beta} * (q * 1 * h)$$

Sijoitetaan lähtöarvot kaavoihin ja lasketaan kuormitusresultantit, saadaan

$$P_{0\gamma} = 13,12 \text{ kN} / \text{m}$$

$$P_{0q} = 4,09 \text{ kN} / \text{m}$$

Resultantit muodostavat yhdessä puolisuunnikaskuorman, joka muunnetaan tasaiseksi kuormaksi

$$P_{0r} = \frac{P_{0\gamma} + P_{0q}}{2} = \frac{13,12 \text{ kN} / \text{m} + 4,09 \text{ kN} / \text{m}}{2} = 8,61 \text{ kN} / \text{m}$$

Valitaan perusmuurien rakennemalliksi pystysuunnassa vapaasti päistään tuettu rakenne. Lasketaan mallin mukainen maksimimomentti. Mitoittavaksi momentiksi metriä kohden saadaan menetelmän 1 mukaisesti

$$M_{d,M1} = \frac{P_{0r} * h^2}{8} = \frac{8,61 \text{ kN} / \text{m} * 1,688^2 \text{ m}^2}{8} = 3,06 \text{ kNm} / \text{m}$$

## Menetelmän 2 mukainen mitoitus

Kohteessa perusmuurin mitoituskorkeus  $H$  maanpaineelle on 1,688m. Lasketaan maanpaine kuvion luvun 2.4 kuvion 2.4.2 a) mukaisella jakaumalla murto-tilassa. Pintakuorma on  $5 \text{ kN/m}^2$ .

$$p_1 = 6,5 * H = 10,972 \text{ kN/m}^2$$

$$q = 5 \text{ kN/m}^2$$

$$p_2 = 0,5 * q = 2,5 \text{ kN/m}^2$$

Laskentaa varten määritellään keskimääräinen yhteiskuorma

$$p_{\text{dmaa}} = ( p_1 + p_2 ) / 2 = 6,74 \text{ kN/m}^2.$$

Määritellään mitoittava momentti siten, että maanpaine käsitellään kasvavana kolmiokuormana ja pintakuorma tasaisena kuormana. Mitoituskorkeutena  $L$  käytetään maanalaisen osan korkeutta  $H = 1,688 \text{ m}$ .

$$M_{\text{maxp1}} = (10,972 \text{ kN/m}^2 * 1,688^2 \text{ m}^2) / (9 * \sqrt{3}) = 2,01 \text{ kNm/m}$$

$$M_{\text{maxp2}} = (2,5 \text{ kN/m}^2 * 1,688^2 \text{ m}^2) / 8 = 0,89 \text{ kNm/m}$$

$$M_{\text{maxp1}} + M_{\text{maxp2}} = 2,90 \text{ kNm/m} = M_{\text{d,M2}}$$

## Menetelmän 1 ja 2 mitoitusmomenttien vertailu

Lasketaan, paljonko valittu mitoitusmenetelmä (menetelmä 2) eroaa menetelmän 1 arvosta

$$(1 - ( M_{\text{d,M2}} / M_{\text{d,M1}} )) * 100\%$$

$$= ( 1 - ( 2,90 \text{ kNm/m} / 3,06 \text{ kNm/m} ) ) * 100\%$$

$$= 5,22\%$$

Valittu menetelmä 2 antaa hieman pienemmän arvon kuin menetelmä 1. Ero on kuitenkin mitoitusmenetelmien kannalta vähäinen, joten menetelmä 2:n antama mitoitusmomentti on hyväksyttävä.



### 3.3.4 Perusmuurianturasuunnitelma

Työkohteessa puuttuu ulkoseinälinjoilta kokonaan perusmuuri, joka ilmenee sivun 29 kuvasta. Kantava rakenne alkuperäisessä muodossa on palkki-pilari-rakenne, jossa kuistirakenteita kannattavat ulkoseinälinjojen suuntaiset teräsbetonisokkelipalkit ja palkkien yhtymäkohdassa eteläpuolella maan sisälle haudattu teräsbetonipilari.

Tavoitteen mukaisesti kuistin alapohja muutetaan välipohjaksi, rossitila kaivetaan tyhjäksi. Vanhoista rakenteista etelänpuoleinen sokkelipalkki ja pilari säilytetään, idänpuoleinen sokkelipalkki poistetaan pilarista lähtien.

Etelänpuoleisen sokkelipalkin alle jäävä tila muurataan umpeen kevytsora-harkoista muodostuvalla perusmuurianturalla. Vanhat ja uudet rakenteet yhdistetään toisiinsa teräsvaaroin ja betonijuotoksin. Alkuperäinen pilari jatketaan uuden perusmuurianturan tasoon harkko- ja/tai teräsbetonirakenteella.

Idänpuoleinen osuus tehdään harkko/teräsbetonirakenteena, johon tehdään oviaukkovaraus.

#### **Työn vaiheistus**

Työ vaiheistetaan sortumisvaara ja työnaikainen käyttö huomioiden. 1. vaiheessa puretaan idänpuoleinen sokkelipalkki ja tehdään uudet rakenteet maansiirtotöiden jälkeen. Rakennetarkastuksen aikana on todettu sokkelipalkin irronneen vanhasta perusmuurista ja pudonneen maan varaan. Tuentatöitä tehdään luvussa 2.7 luetellut periaatteet huomioon ottaen siten, että yläpuoliset rakenteet tuetaan työnaikaisesti siten, että rakenteeseen ei muodostu sortumavaaraa, eikä haitallisia muodonmuutoksia.

Yläpuolinen rakenne palautetaan alkuperäiseen asemaansa tunkkaamalla kuistin ja ulkoseinän yhtymäkohdassa, jossa rakenne on painunut. Tunkkaamisen aikana huolehditaan yläpuolisten rakenteiden vakavoinnista ja tuennoista. Erityisesti kiinnitetään huomiota vanhojen ikkunoiden ehjänä pysymiseen. Uusi perusrakenne esijännitetään yläpuolisiin rakenteisiin kiilaamalla.

2. vaiheessa tehdään etelänpuoleiset rakenteet. Rakennetarkastuksen aikana on todettu, että etelänpuoleinen sokkelipalkki ei kanna alareunaltaan lain-

kaan, vaan palkki kantaa päistään. Maansiirtotyöt voidaan tehdä tässä kohdalla ilman rakenteen tuentatöitä ja uusi rakenne tehdä vanhan rakenteen alle. Pilariperustuksen läheisyydessä voidaan tehdä tarkkarajainen kaivuutyö perusmaan koostumuksen ansiosta. Pilarin kantavuus tulee kuitenkin varmistaa: kaivuutaso pilarin kohdalla jätetään työvaiheen ajaksi pilarin alapinnan tasolle. Uusi perustusrakenne esijännitetään vanhaan vähänpaisuvalla juotosbetonoinnilla.

3. vaiheessa kantava pilari jatketaan uuteen perustustasoon saakka. Esijännittämistä ei tarvita, koska risteävät, liittyvät rakenneosat on ennalta esijännitetty.

### 3.3.5 Perusmuurianturoiden mitoitus

Perusmuurianturat mitoitetaan maan lepopaineelle ja yläpuolisille kuormille Suomen rakentamismääräyskokoelman B4-osan ja B5-osan mukaisesti soveltuvin osin rajatilamenettelynä murtorajatilassa. Mitoituksien materiaalilähtöarvot ja laskentamenettelyt perustuvat betoninormeihin ja mitoitustaulukoihin (RIL 2004. 277-256). Ulko-oven ovipalkki mitoitetaan yläpuolisille kuormille ja omalle painolle murtorajatilassa em. menettelyin soveltavasti. Rakennusfysikaalinen mitoitus tehdään huomioiden U-arvovaatimukset ja kosteuskäyttäytyminen eri tilanteissa eri materiaalivaihtoehtoin. Materiaalivertailuja on tehty teoriatasolla käyttäen D.O.F. tech Oy:n DOFLÄMPÖ -sovellusta. (LIITE 3.)

Maanpaineen ja pintakuorman aiheuttama mitoitusmomentti murtorajatilassa on määritelty luvussa 3.3.3, menetelmä 2, ja on  $m_{dmuuri} = 2,90 \text{ kNm/m}$ .

### **Etelänpuoleisen perusmuurianturan mitoitus**

Etelänpuoleisen perusmuurin suunnitellaan ottamaan maanpaine kuorman ja normaalivoiman. Perusmuuri mitoitetaan massiivisena, raudoittamattomana perusmuurina. Normaalivoiman  $n_d$  osalta perusmuuriin tehdään normaalivoiman kapasiteettitarkastelu maksimikuormituksessa. Lisäksi tutkitaan perusmuurin leikkauskestävyys anturatasossa.

Uudesta perusmuurirakenteesta suunnitellaan sekarakenteinen betonin ja kevytsoraharkkojen yhdistelmä, johon tehdään lävistyskapasiteettitarkastelu uudelle osalle.

Anturamitoitus tehdään leveyden osalta käyttörajatilassa normaalivoimille ja raudoituksen osalta murtorajatilassa normaalivoimille maksimikuormituksessa. Anturat tehdään kevytsoraharkkoanturana.

Maanpaine aiheuttaa perusmuuriin vaakasuoran pintakuorman, jonka keskimääräinen  $p_{dmaa} = 6,74 \text{ kN/m}^2$ . Uusi perusmuuri eteläseinällä suunnitellaan kevytsoraharkkoperusmuurina, jonka vahvuus  $d = 200 \text{ mm}$ . Perusmuurin kokonaiskorkeus on 2,1 m. Uuden harkko-osuuden korkeus vanhan rakenteen alla on 1,6 m. Kevytsoraharkko-osa muurataan täysin saumoin. Kevytsoraharkko-osa yhdistetään ympäröiviin pystyrakenteisiin harjaterästapein ja juotosvalulla. Ylempi vaakasauma juotosvaletaan. Alin sauma toteutetaan siten, että anturavalun yhteydessä alin harkkorivi hierretään märkään anturabetoniin ja pystysaumot täytetään harkkolaastilla.

Työsauman leikkauskapasiteetin laskentaa varten tarvitaan muurin normaali-voiman kapasiteettiarvo  $n_d$ .

### Mitoitus normaalivoimalle

Muurille tuleva pystykuormitus on laskettu liitteessä 5, ja on yhteensä mitoituskormana  $g_d = 12,90 \text{ kN/m}$ . Kuormaan  $g_d$  lisätään perusmuurin oma paino

$$g_{\text{muuri}} = (1,2 * 25 \text{ kN/m}^3 * 0,5 \text{ m} * 0,2 \text{ m}) + (1,2 * 7 \text{ kN/m}^3 * 1,6 \text{ m} * 0,2 \text{ m}) = 5,69 \text{ kN/m}.$$

Mitoituskuorma normaalivoimalle lasketaan

$$n_d = 12,90 \text{ kN/m} + 5,69 \text{ kN/m} = 18,59 \text{ kN/m}$$

Rakenteen hoikkuus  $\lambda = L_0 / i = (2100 * \sqrt{12}) / 200 = 36,37$ . Koska  $\lambda > 25$ , rakenne on hoikka.

Alkuperäinen epäkeskeisyys

$$e_{01} = e_{02} = m_{\text{dmuuri}} / g_d = 2,9 / 12,9 = 0,224 \text{ mm}$$

Koska  $\lambda < 90$  ja  $e_0 < h/3$ , saa lisäepäkeskeisyyden laskea

$$e_2 = (\lambda / 145)^2 * h = (36,37 / 145)^2 * 200 = 12,58 \text{ mm.}$$

Perusepäkeskeisyys on

$$\begin{aligned} e_a &= (h / 20) + (L_0 / 500) = (200 / 20) + (2100 / 500) \\ &= 14,2 \text{ mm} \end{aligned}$$

Kun kyseessä on sivuttaissuunnassa siirtymätön rakenne, tulee epäkeskeisyyden laskenta-arvoksi

$$e_d = e_a + e_2 + 0,6 * e_{01} + 0,4 * e_{02} = 27,00 \text{ mm}$$

Ajatellaan perusmuuri kokonaisuudessaan kevytsoraharkkorakenteisena. Muurin normaalivoimakapasiteetiksi saadaan

$$n_u = f_{cd} * b * h * (1 - 2 * (e_d / h))$$

jossa  $f_{cd} = 3 \text{ MN/m}^2 / 2 = 1,5 \text{ MN/m}^2$  (harkko 3-650)

$$b = 1 \text{ m}$$

$$h = 0,2 \text{ m}$$

$$n_u = 0,219 \text{ MN/m} = 219,00 \text{ kN/m} > n_d = 18,59 \text{ kN/m}$$

→ muuri kestää normaalivoiman

Taivutusmomentti otetaan huomioon normaalivoimakapasiteettilaskennassa, joten erillistä tarkastelua taivutusmomenttikapasiteetin suhteen ei suoriteta.

## Mitoitus leikkaukselle muurin alareunassa

Luvun 3.3.3 menetelmän 2 mukaisesti on laskettu

$$p_1 = 6,5 * H = 10,972 \text{ kN/m}^2$$

$$q = 5 \text{ kN/m}^2$$

$$p_2 = 0,5 * q = 2,5 \text{ kN/m}^2$$

Alareunan leikkauskapasiteetin määrittelyksi tarvitaan perusmuurin pystysuuntainen tukireaktio muurin alatasossa. Maanpaineen  $p_1$  kuormitus on kolmiokuormaa ja  $p_2$  tasaista kuormaa. Tarvittavan tukireaktion lausekkeeksi muodostuu

$$\begin{aligned} T_A &= (( 10,972 \text{ kN/m}^2 * 2,1 \text{ m} ) / 3 ) + (( 2,5 \text{ kN/m}^2 * 2,1 \text{ m} ) / 2 ) \\ &= 10,30 \text{ kN/m} = V_d \end{aligned}$$

Jos työsaumassa vaikuttaa poikittainen puristus, voidaan leikkausvoimaa siirtää myös kitkalla kertomalla puristavan voiman laskenta-arvo korkeintaan kitkakertoimella 0,6 sileän ja 0,8 karheen ja pestyn työsauman tapauksessa. (RIL 2004, 45.) Alasauman leikkauskapasiteetiksi, kun sauma ajatellaan sileäksi, saadaan

$$V_u = 0,6 * n_d$$

$$V_u = 0,6 * 18,59 \text{ kN/m} = 11,15 \text{ kN/m} > V_d = 10,30 \text{ kN/m}$$

→ Alasauma kestää, eikä sitä tarvitse karhentaa.

## Uuden ja vanhan rakenteen rajapinnan leikkauskapasiteetti

Uuden ja vanhan rakenteen rajapinnan leikkauskapasiteetti voidaan laskea lävistysotaksunnalla, jossa maanpaine aiheuttaa harkkorakenteen läpileikkautumisen vanhasta rakenteesta. Heikoin kohta tarkastelussa on juotosbetonin ja harkon rajapinta. Mitoitustarkastelussa käytetään harkkorakenteiden materiaaliarvoja, koska kevytsorabetoniharkkojen veto- ja puristuslujuus ovat heikommat kuin betonin. Mitoituksessa maanpaineen otaksutaan kohdistu-

van keskelle uudisosaa, ja muodostavan pistemäisen lävistysvoiman rakenteeseen. Määritetään laskentakuorma ja lävistyskapasiteetti rakenteelle. Laskentakuormissa otetaan 10% lisäys jännemittoihin.

$$\begin{aligned} \text{Laskentakuorma } V_{dp} &= 1,1^2 * 2,98 \text{ m} * 1,60 \text{ m} * p_{dmaa} \\ &= 1,1^2 * 2,98 \text{ m} * 1,60 \text{ m} * 6,74 \text{ kN/m}^2 = 38,89 \text{ kN} \end{aligned}$$

Laatan lävistyskapasiteetti määritellään kaavalla

$$V_c = k * \beta * (1 + 50 * \rho) * u * d * f_{ctd}$$

jossa  $V_c$  = leikkauskapasiteetti

$$k = 0,85 \text{ ( } \rho_c \leq 1800 \text{ kg/m}^3 \text{ )}$$

$$\beta = 0,40 / (1 + (1,5 * e) / (\sqrt{A_u})); e = 0 \rightarrow \beta = 0,40$$

$$\rho = \sqrt{(\rho_x * \rho_y)} \leq 8\%; (\rho_x * \rho_y) = 0 \rightarrow \rho = 0$$

$$u = 2 * (d + L_x) + 2 * (d + L_y)$$

$$d = 0,15 \text{ m}$$

$$f_{ctd} = 0,3 \text{ MN/m}^2 / 2 = 0,15 \text{ MN/m}^2$$

$$V_c = 0,0757 \text{ MN} = 74,67 \text{ kN} > V_{dp} = 38,89 \text{ kN}$$

→ Kevytsorabetonimuuri ei lävisty mitoituskuormalla, kevytsoraharkkomuuri kestää rakenteessa.

### Anturamitoitus

Anturaksi valitaan kevytsoraharkkoantura, jonka leveys  $L = 0,4 \text{ m}$  ja korkeus  $0,19 \text{ m}$ . Anturalle tuleva laskentakuorma  $g_d = 18,59 \text{ kN/m} + (1,2 * 7 \text{ kN/m}^3 * 0,4 \text{ m} * 0,19 \text{ m}) = 19,23 \text{ kN/m}$  ja käyttötilassa  $g_k = 8,98 \text{ kN/m} + 4,74 \text{ kN/m} + (7 \text{ kN/m}^3 * 0,4 \text{ m} * 0,19 \text{ m}) = 14,25 \text{ kN/m}$ . Anturan koko lasketaan käyttötilassa sallittua pohjapainetta  $q_{md} = 205 \text{ kN/m}^2$  vastaan. Anturateräkset lasketaan murtorajatilassa. Kuormituksen voidaan ajatella olevan keskeinen anturalle.

Seinäanturan leveys määritellään kaavasta

$$p_k = ( n_k / L_t ) \leq p_g = q_{md}$$

jossa  $p_k$  = pohjapaineen ominaisarvo

$n_k = g_k$  = ominaiskuormista laskettu normaalivoima anturan pituusmetriä kohden

$L_t$  = anturan tehollinen leveys, keskeisellä kuormalla  $L_t = L$

$$p_k = ( 14,25 \text{ kN/m} / 0,4 \text{ m} ) = 35,63 \text{ kN/m}^2 \leq p_g = q_{md}$$

→ anturan leveys on riittävä

Kevytsoraharkkoanturan korkeus on 0,19 m. Mitoitusta varten ratkaistaan

$$p_d = ( n_d / L_t )$$

jossa  $n_d = g_d$  = laskentakuormista laskettu normaalivoima anturan pituusmetriä kohden

$$p_d = ( 19,23 \text{ kN/m} / 0,4 \text{ m} ) = 48,08 \text{ kN/m}^2$$

Seinäanturan mitoittava momentti, kun antura kantaa tiilimuuria tai sokkelielementtia (Kähkönen – Saarinen, 419.)

$$m_{lId} = ( p_d * L^2 ) / 8 = ( 48,08 \text{ kN/m}^2 * 0,4^2 \text{ m}^2 ) / 8$$

$$m_{lId} = 0,96 \text{ kNm}$$

Lasketaan leikkausteräsmäärä  $A_s$ . Materiaaliarvot ovat  $f_{cd} = 1,5 \text{ MN/m}^2$ ,  $f_{yd} = 417 \text{ MN/m}^2$ ,  $f_{ck} = 3 \text{ MN/m}^2$ ,  $f_{ctk} = 0,3 \text{ MN/m}^2$ ,  $f_{yk} = 500 \text{ MN/m}^2$ . Ajateltu teräs on T8.

$$\omega = 1 - \sqrt{ ( 1 - 2 * \mu ) }$$

$$\mu = m_{lId} / ( f_{cd} * b * d^2 )$$

$$A_s = \omega * ( f_{cd} / f_{yd} ) * b * d$$

$$d = 0,19 \text{ m} - (0,145 \text{ m} + 0,004 \text{ m}) = 0,041 \text{ m}$$

$$A_s = 75,45 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Pitkittäisraudoitus voidaan laskea yhteen suuntaan kantavien laattojen jakoteräsmäärän kaavalla (Kähkönen – Saarinen, 422).

$$A_{st} = 0,12 * ( f_{ctk} / f_{yk} ) * A_c$$

$$A_{st} = 0,12 * ( 0,3 \text{ MN/m}^2 / 500 \text{ MN/m}^2 ) * 190 \text{ mm} * 400 \text{ mm}$$

$$A_{st} = 5,47 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Anturaharkkojen yläpinnan kouruun asennetaan kaksi  $\varnothing 10$  mm harjaterästankoa (Betonikeskus 2008). Verrataan kuitenkin 2T10 teräspoikkipinta-alaa 3T8 poikkipinta-alaan.

$$A_{2T10} = 157,07 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{3T8} = 150,79 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Koska poikkipinta-alojen erotus on pieni ja vaadittu teräsmäärä  $A_{st} = 5,47 \text{ mm}^2/\text{m}$ , valitaan pitkittäisteräksiksi 3T8.

Leikkausvoima lasketaan kaavasta

$$V_d = p_d * ( c - d ), \text{ kun } c \geq 2d$$

$$V_d = c * p_d, \text{ kun } c < 2d$$

jossa  $c = ( L - b_{\text{seinä}} ) / 2 = ( 0,4 \text{ m} - 0,2 \text{ m} ) / 2 = 0,1 \text{ m}$

$$d = 0,041 \text{ m}$$

$$2 * d = 0,082 \text{ m} < c = 0,1 \text{ m}$$

$$V_d = 48,08 \text{ kN/m}^2 * ( 0,1 \text{ m} - 0,082 \text{ m} ) = 0,86 \text{ kN/m}$$

Koska kyseessä on harkkoantura, tarkastetaan harkkoanturan leikkauskapasiteetin perusarvo pituusyksikköä kohti. Otaksutaan, että antura on leikkausraudoittamaton ( $A_s = 0$ ).



$$V_{c0} = \beta_2 * 0,30 * k (1+50 \rho) f_{ctd} * d,$$

jossa  $\beta_2 = 2$ , kun  $c < 2 * d$  (Kähkönen – Saarinen, 420.)

$$\beta_2 = 0, \text{ kun } c \geq 2 * d$$

$$k = 0,85 ( \rho_c \leq 1800 \text{ kg/m}^3 )$$

$$\rho = ( A_s / b_w * d ) \leq 0,02$$

$$f_{ctd} = 0,15 \text{ MN/m}^2$$

$$V_{c0} = 1,56 \text{ kN/m} > V_d = 0,86 \text{ kN/m}$$

→ anturaa ei tarvitse leikkausraudoittaa, valitut pitkittäisteräket riittävät.

### **Idänpuoleisen perusmuurianturan mitoitus**

Idänpuoleisen perusmuurin teräket suunnitellaan ottamaan vain maanpaine kuormat, eikä teräksiä mitoiteta puristukselle. Normaalivoiman  $n_d$  osalta perusmuuriin tehdään normaalivoiman kapasiteettitarkastelu maksimikuormituksessa. Lisäksi tutkitaan perusmuurin leikkauskestävyys anturatasossa.

Uuteen rakenteeseen tehdään varaus oviaukolle. Oviaukon ovipalkki mitoitetaan varausmitoin ja teräket mitoitetaan taivutukselle ja leikkausvoimille maksimikuormituksessa. Teräsbetonimuurin betonilaaduksi valitaan K15-3, koska betoni valmistetaan työmaalla, ja kohteessa voidaan toteuttaa 3. luokan rakenteita.

Anturamitoitus tehdään leveyden osalta käyttörajatilassa normaalivoimille ja raudoituksen osalta murtorajatilassa normaalivoimille maksimikuormituksessa. Anturat tehdään kevytsoraharkkoanturana.

### **Mitoitus normaalivoimalle ja taivutusmomentille**

Muurille tuleva pystykuormitus on laskettu liitteessä 5, ja on yhteensä mitoituskormana  $g_d = 33,76 \text{ kN/m}$ . Kuormaan  $g_d$  lisätään perusmuurin oma paino

$$g_{\text{muuri}} = ( 1,2 * 25 \text{ kN/m}^3 * 2,1 \text{ m} * 0,16\text{m} ) = 10,08 \text{ kN/m.}$$

Mitoituskuorma normaalivoimalle lasketaan

$$n_d = 33,76 \text{ kN/m} + 10,08 \text{ kN/m} = 43,84 \text{ kN/m}$$

Maanpaineen ja pintakuorman aiheuttama mitoitusmomentti murtorajatilassa on määritelty luvussa 3.3.3, menetelmä 2

$$m_{\text{dmuuri}} = 2,90 \text{ kNm/m.}$$

Betoni K15-3, teräs A500HW

$$f_{\text{ck}} = 10,5 \text{ MN/m}^2 \quad f_{\text{cd}} = 5,5 \text{ MN/m}^2$$

$$f_{\text{ctk}} = 1,22 \text{ MN/m}^2 \quad f_{\text{ctd}} = 0,64 \text{ MN/m}^2$$

$$f_{\text{yk}} = 500 \text{ MN/m}^2 \quad f_{\text{yd}} = 417 \text{ MN/m}^2$$

Oletetaan vetoraudoitukseksi T6, jolloin tehollinen korkeus  $d \approx 86 \text{ mm}$  ja vetoterästen etäisyys painopisteakselilta  $a_s = 6 \text{ mm}$ .

Puristusteräksiä ei käytetä. Alkuperäinen epäkeskeisyys

$$e_{01} = e_{02} = m_{\text{dmuuri}} / g_d = 2,9 / 43,84 = 0,07 \text{ mm.}$$

Hoikkuudeksi  $\lambda = L_0 / i = ( 2100 * \sqrt{12} ) / 160 = 45,46$ . Koska  $\lambda > 25$ , rakenne on hoikka.

Koska  $\lambda < 90$  ja  $e_0 < h/3$ , saa lisäepäkeskeisyyden laskea

$$e_2 = ( \lambda / 145 )^2 * h = ( 45,46 / 145 )^2 * 160 = 15,73 \text{ mm.}$$

Perusepäkeskeisyys on

$$\begin{aligned} e_a &= ( h / 20 ) + ( L_0 / 500 ) = ( 160 / 20 ) + ( 2100 / 500 ) \\ &= 24,55 \text{ mm} \end{aligned}$$

Kun kyseessä on sivuttaissuunnassa siirtymätön rakenne, tulee epäkeskeisyyden laskenta-arvoksi

$$e_d = e_a + e_2 + 0,6 * e_{01} + 0,4 * e_{02} = 40,34 \text{ mm}$$

Vetoraudoituksen painopisteakselin suhteen laskettu momentti

$$m_{uc} = m_{sd} = n_d * (e_d + a_s) = 43,84 \text{ kN/m} * (0,0434 \text{ m} + 0,006 \text{ m})$$

$$= 2,17 \text{ kNm/m}$$

### Terästen mitoitus ja valinta

Lasketaan teräsmäärä  $A_s$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2 * \mu}$$

$$\mu = m_{uc} / (f_{cd} * b * d^2)$$

$$A_s = \omega * (f_{cd} / f_{yd}) * b * d - (n_d / f_{yd})$$

$$A_s = 62,22 \text{ mm}^2/\text{m} - 105,13 \text{ mm}^2/\text{m} = -41,91 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Tarkastetaan minimiterästys

$$A_{s,min} = 0,25 * (f_{ctk} / f_{yk}) * b * d$$

$$A_{s,min} = 0,25 * (1,22 \text{ MN/m}^2 / 500 \text{ MN/m}^2) * 1000 \text{ mm} * 160 \text{ mm}$$

$$A_{s,min} = 97,6 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Minimiteräkset tulevat määrääväksi.

Vaakaraudoitusta tarvitaan

$$A_{st} = 0,12 * (f_{ctk} / f_{yk}) * b * d$$

$$A_{st} = 0,12 * (1,22 \text{ MN/m}^2 / 500 \text{ MN/m}^2) * 1000 \text{ mm} * 160 \text{ mm}$$

$$A_{st} = 46,85 \text{ mm}^2/\text{m}$$

→ Valitaan teräksiksi T6 # k150 tai verkko 6/6 -150/150

### Mitoitus leikkaukselle muurin alareunassa

Idänpuoleisen perusmuuri alareunan tukireaktio on sama kuin aikaisemmin laskettu eteläpuolen muurin tukireaktio.

$$T_A = 10,30 \text{ kN/m} = V_d$$

Mitoitusotaksunnat ovat samat kuin eteläpuolen muurissa.

$$V_u = 0,6 * n_d$$

$$V_u = 0,6 * 43,84 \text{ kN/m} = 26,30 \text{ kN/m} > V_d = 10,30 \text{ kN/m}$$

→ Alasauma kestää, eikä sitä tarvitse karhentaa.

### Ovipalkin taivutus- ja leikkaukskapasiteetti, mitoitukset

Idänpuoleiseen perusmuuriin tehdään oviaukkovaraus 9x19M ulko-ovelle. Lattiapinnan ja anturoiden korkeustasot huomioiden palkille saadaan asennusvaroiteen korkeutta 110 mm. Palkki mitoitetaan vapaasti tuettuna palkkina.

Perusmuuri valetaan kahdessa osassa, jossa palkin ja päätypielen valaminen tapahtuu toisessa vaiheessa. Perusmuuri valetaan palkin alapinnan korkoon eri lujuusluokan betonilla kuin palkkirakenne. Palkkirakenteeseen valitaan minimilujuusluokaksi K40-2, valaminen tehdään juotosbetonilla, johon on lisätty kiviainesta valmistajan ohjeen mukaisesti. Palkin valutyö tehdään kahdessa erässä.

Laskentakuorma kohdalla  $n_d = 33,76 \text{ kN/m}$ . Palkin kokonaislaskentakuorman  $n_{dpalkki}$  lisätään palkin laskentakuorma  $1,2 * 0,11 \text{ m} * 0,16 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 0,53 \text{ kN/m}$ . Kokonaislaskentakuorma  $n_{dpalkki} = 34,29 \text{ kN/m}$ . Lasketaan mitoitusmomentit tuilla ja kentässä, sekä leikkausvoimat, kun palkin pituus  $L=0,92 \text{ m}$ .

$$m_{dkenttä} = (n_{dpalkki} * L^2) / 8$$

$$m_{dkenttä} = (34,29 \text{ kN/m}^2 * 0,92^2 \text{ m}^2) / 8 = 3,62 \text{ kNm} = M_d$$

$$T_A = T_B = ( n_{\text{dpalkki}} * L ) / 2$$

$$T_A = T_B = ( 34,29 \text{ kN/m}^2 * 0,92 \text{ m} ) / 2 = 15,77 \text{ kN} = V_d$$

Betoni K40-2, teräs A500HW

$$f_{ck} = 28,0 \text{ MN/m}^2 \quad f_{cd} = 18,7 \text{ MN/m}^2$$

$$f_{ctk} = 2,34 \text{ MN/m}^2 \quad f_{ctd} = 1,56 \text{ MN/m}^2$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MN/m}^2 \quad f_{yd} = 417 \text{ MN/m}^2$$

Lasketaan teräsmäärä  $A_s$ ,  $d = 86 \text{ mm}$

$$1000\mu = M_d / ( b * d^2 * f_{cd} )$$

$$1000\mu = 163,59 \rightarrow K_s \approx 2,635$$

$$A_s = ( K_s * M_d ) / d = 110,92 \text{ mm}^2$$

$$4T8 = 201,06 \text{ mm}^2$$

→ Valitaan teräksiksi 4T8 läpi, perusmuurin leveydeltä + alastaivutus > 400 mm. Teräkset osallistuvat leikkauskapasiteetin muodostumiseen.

Ovipalkkia ei lähtökohtaisesti leikkausraudoiteta. Tarkistetaan betonin leikkauskapasiteetti raudoitettuna rakenteena. Vetoteräkset otetaan huomioon laskennassa, koska ne ovat riittävästi ankkuroidut.

$$V_{c0} = 0,30 * k (1+50 \rho) f_{ctd} * b_w * d,$$

jossa  $k = 1,6 - d[\text{m}] \geq 1,0 = 1,514$

$$\rho = ( A_s / b_w * d ) \leq 0,02$$

$$\rho = ( 201,06 \text{ mm}^2 / 160 \text{ mm} * 86 \text{ mm} ) = 0,0146$$

$$b_w = 0,16 \text{ m}$$

$$V_{c0} = 16,86 \text{ kN} > V_d = 15,77 \text{ kN}$$

→ Palkilla on leikkauskestävyyttä ilman leikkausraudoitusta.

### Anturamitoitus

Anturaksi valitaan kevytsoraharkkoantura, jonka leveys  $L = 0,4$  m ja korkeus  $0,19$  m. Anturalle tuleva laskentakuorma  $g_d = 43,84$  kN/m +  $(1,2 * 7$  kN/m<sup>3</sup> \*  $0,4$  m \*  $0,19$  m) =  $44,48$  kN/m ja käyttötilassa  $g_k = 22,75$  kN/m +  $8,4$  kN/m +  $(7$  kN/m<sup>3</sup> \*  $0,4$  m \*  $0,19$  m) =  $31,68$  kN/m. Anturan koko lasketaan käyttötilassa sallittua pohjapainetta  $q_{md} = 205$  kN/m<sup>2</sup> vastaan. Anturateräkset lasketaan murtorajatilassa. Kuormituksen voidaan ajatella olevan keskeinen anturalle.

Seinäanturan leveys määritellään kaavasta

$$p_k = (n_k / L_t) \leq p_g = q_{md}$$

jossa  $p_k =$  pohjapaineen ominaisarvo

$n_k = g_k =$  ominaiskuormista laskettu normaalivoima anturan pituusmetriä kohden

$L_t =$  anturan tehollinen leveys, keskeisellä kuormalla  $L_t = L$

$$p_k = (31,68 \text{ kN/m} / 0,4 \text{ m}) = 79,2 \text{ kN/m}^2 \leq p_g = q_{md}$$

→ anturan leveys on riittävä

Kevytsoraharkkoanturan korkeus on  $0,19$  m. Mitoitusta varten ratkaistaan

$$p_d = (n_d / L_t)$$

jossa  $n_d = g_d =$  laskentakuormista laskettu normaalivoima anturan pituusmetriä kohden

$$p_d = (44,48 \text{ kN/m} / 0,4 \text{ m}) = 111,2 \text{ kN/m}^2$$

Kun kyseessä on betoninen, paikallavalettu perusmuuri, lasketaan mitoitusmomentti leikkauksessa I, joka kulkee pitkin seinälinjaa. (Kähkönen – Saarinen, 419.)

$$m_{ld} = ( p_d * c^2 ) / 2 = ( 111,2 \text{ kN/m}^2 * 0,1^2 \text{ m}^2 ) / 2$$

$$m_{ld} = 0,56 \text{ kNm}$$

Lasketaan leikkausteräsmäärä  $A_s$ . Materiaaliarvot ovat  $f_{cd} = 1,5 \text{ MN/m}^2$ ,  $f_{yd} = 417 \text{ MN/m}^2$ ,  $f_{ck} = 3 \text{ MN/m}^2$ ,  $f_{ctk} = 0,3 \text{ MN/m}^2$ ,  $f_{yk} = 500 \text{ MN/m}^2$ . Ajateltu teräs on T8.

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2 * \mu}$$

$$\mu = m_{ld} / ( f_{cd} * b * d^2 )$$

$$A_s = \omega * ( f_{cd} / f_{yd} ) * b * d$$

$$d = 0,19 \text{ m} - ( 0,145 \text{ m} + 0,004 \text{ m} ) = 0,041 \text{ m}$$

$$A_s = 37,53 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Pitkittäisraudoitus voidaan laskea yhteen suuntaan kantavien laattojen jakoteräsmäärän kaavalla (Kähkönen – Saarinen, 422).

$$A_{st} = 0,12 * ( f_{ctk} / f_{yk} ) * A_c$$

$$A_{st} = 0,12 * ( 0,3 \text{ MN/m}^2 / 500 \text{ MN/m}^2 ) * 190 \text{ mm} * 400 \text{ mm}$$

$$A_{st} = 5,47 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Anturaharkkojen yläpinnan kouruun asennetaan kaksi  $\varnothing 10$  mm harjateräskankoa (Betonikeskus 2008). Verrataan kuitenkin 2T10 teräs-poikkipinta-alaa 3T8 poikkipinta-alaan.

$$A_{2T10} = 157,07 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{3T8} = 150,79 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Koska poikkipinta-alojen erotus on pieni ja vaadittu teräsmäärä  $A_{st} = 5,47 \text{ mm}^2/\text{m}$ , valitaan pitkittäisteräksiksi 3T8.

Leikkausvoima lasketaan kaavasta

$$V_d = p_d * (c - d), \text{ kun } c \geq 2d$$

$$V_d = c * p_d, \text{ kun } c < 2d$$

jossa  $c = (L - b_{\text{seinä}}) / 2 = (0,4 \text{ m} - 0,2 \text{ m}) / 2 = 0,1 \text{ m}$

$$d = 0,041 \text{ m}$$

$$2 * d = 0,082 \text{ m} < c = 0,1 \text{ m}$$

$$V_d = 111,2 \text{ kN/m}^2 * (0,1 \text{ m} - 0,082 \text{ m}) = 2,00 \text{ kN/m}$$

Koska kyseessä on harkkoantura, tarkastetaan harkkoanturan leikkauskapasiteetin perusarvo pituusyksikköä kohti. Otaksutaan, että antura on leikkausraudoittamaton ( $A_s = 0$ ).

$$V_{c0} = \beta_2 * 0,30 * k (1+50 \rho) f_{ctd} * d$$

jossa  $\beta_2 = 2, \text{ kun } c < 2 * d \quad (\text{Kähkönen} - \text{Saarinen}, 420.)$

$$\beta_2 = 0, \text{ kun } c \geq 2 * d$$

$$k = 0,85 ( \rho_c \leq 1800 \text{ kg/m}^3 )$$

$$\rho = ( A_s / b_w * d ) \leq 0,02$$

$$f_{ctd} = 0,15 \text{ MN/m}^2$$

$$V_{c0} = 1,56 \text{ kN/m} < V_d = 2,00 \text{ kN/m}$$

→ kevytsoraharkon leikkauskapasiteetti ylittyy

Koska kevytsoraharkon leikkauskapasiteetti ylittyy, lasketaan kouruun valetavan betonin leikkauskapasiteetti. Valitaan betoniksi K15-3, materiaaliarvo



$f_{ctd} = 0,45 \text{ MN/m}^2$ . Kourun korkeus  $d = 45 \text{ mm}$ . Lasketaan leikkausvoimakapasiteetti

$$V_{c0\text{betoni}} = \beta_2 * 0,30 * k (1+50 \rho) f_{ctd} * d$$

$$k = 1,6 - d [\text{m}] (\rho_c \geq 2400 \text{ kg/m}^3) = 1,555$$

$$V_{c0\text{betoni}} = 9,44 \text{ kN/m}$$

$$V_{c0} + V_{c0\text{betoni}} = 1,56 \text{ kN/m} + 9,44 \text{ kN/m} = 11,0 \text{ kN/m}$$

$$V_{c0} + V_{c0\text{betoni}} > V_d = 2,00 \text{ kN/m}$$

→ anturaa ei tarvitse leikkausraudoittaa, valitut pitkittäisteräket riittävät

### **Perusmuurien rakennusfysikaalinen mitoitus**

Perusmuurien rakennusfysikaalisen mitoituksen lähtökohtana on rakenne, jossa ei ilmene kosteusongelmia vuodenajasta riippumatta mitoitusolosuhteissa.

Rakenteet suunnitellaan sisäpuolelta tiiviiksi, ulospäin harveneviksi. Tiiviit sisärakenteet estävät vesihöyryn konvektion rakenteisiin, ja ulospäin harvenevuus mahdollistaa salaojittavan lämmöneristeen toiminnan kuivattavana rakenteena.

Lupavaiheessa määritetyt U-arvovaatimukset otetaan mitoituksessa huomioon. Koska kohteessa tehdään kosteusvauriokorjauksia, suunnitellaan uudet rakenteet siten, että uusiin rakenneseisiin ei kohdistu kosteusvaurioriskejä. Kohteessa kosteusvauriot ovat pääsääntöisesti kapillaarisen kosteuden aiheuttamia vaurioita pinta-rakenteissa. Kapillaarisuus katkaistaan erityyppisillä kapillaarikatkoilla rakennekerroksissa.

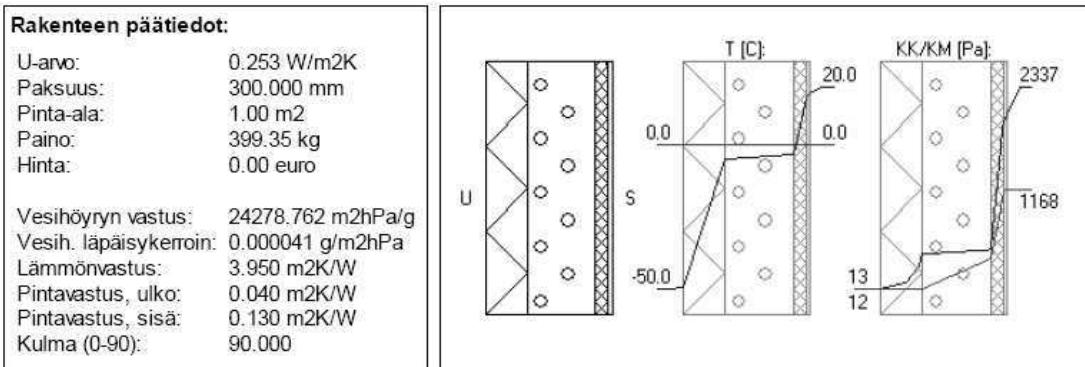
Suuri kosteusriskitekijä on perusmuurin ulkopuolella maaperässä. Kohteessa salaojitus uusitaan ja perusmuuri lisäeristetään salaojittavalla lämmöneristeellä valmistajan asennusohjeita noudattaen. Salaojittava eriste toimii myös kosteuseristeenä ja poistaa vedenpaineen vaikutuksen perusmuurin pintaan.

Salaojittavan eristeen toiminta perustuu lämpötilan ja vesihöyryn osapaine-eroihin, joita on käsitelty luvussa 2.2.

### Mitoituslaskelmat

Mitoitukset ja rakenteen toimivuustarkastelut tehdään atk-avusteisesti DOF-LÄMPÖ- sovelluksella

Taulukko 3.5 Perusmuurin lisälämmöneristyksen vaikutus kosteuskäyttämiseen ääriolosuhteissa. Rakenne on lisälämmöneristetty molemmiin puolin, mitoitus tehty ulkoseinänä. Kantava rakenne teräsbetonista.



Rakenteen kerrostiedot:		Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)			
KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1 Salaojittava eriste	100.00	0.0400	1.000000e+01	0.00	30.00
2 Betoni	160.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00
3 Polyuretaani	31.00	0.0270	1.900000e-06	0.00	50.00
4 Kipsilevy	9.00	0.2400	1.620000e-05	0.00	1200.00

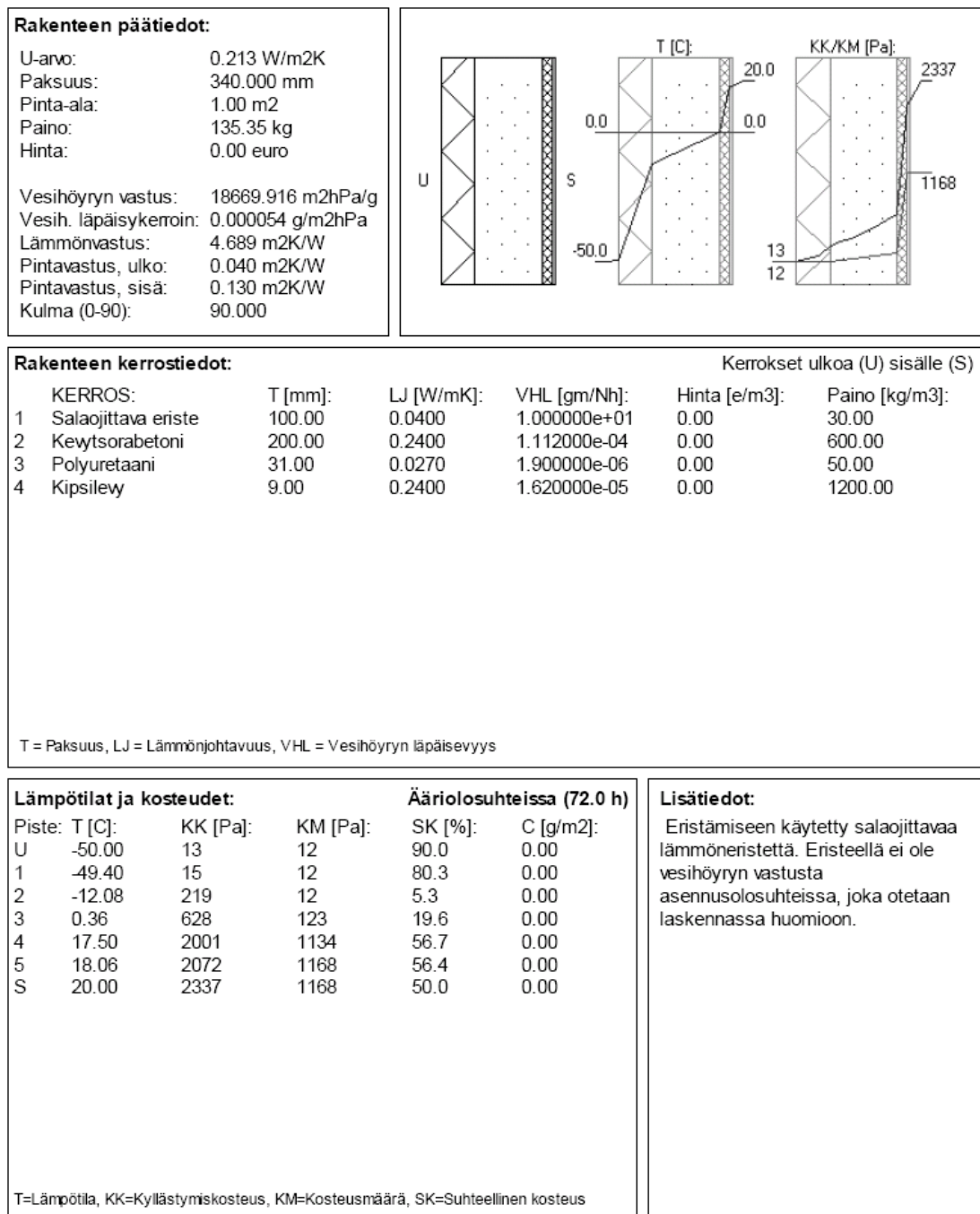
T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

Lämpötilat ja kosteudet:		Ääriolosuhteissa (72.0 h)			Lisätiedot:
Piste:	T [C]:	KK [Pa]:	KM [Pa]:	SK [%]:	
U	-50.00	13	12	90.0	0.00
1	-49.29	15	12	78.7	0.00
2	-4.98	413	12	2.8	0.00
3	-3.32	473	365	77.1	0.00
4	17.03	1943	1142	58.8	0.00
5	17.70	2026	1168	57.7	0.00
S	20.00	2337	1168	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

Eristämiseen käytetty salaojittavaa lämmöneristettä. Eristeellä ei ole vesihöyryn vastusta asennusolosuhteissa, joka otetaan laskennassa huomioon.

Taulukko 3.6 Perusmuurin lisälämmöneristyksen vaikutus kosteuskäyttäytymiseen ääriolosuhteissa. Rakenne on lisälämmöneristetty molemmin puolin, mitoitus tehty ulkoseinänä. Kantava rakenne kevytsoraharkoista.



Taulukkojen 3.5 ja 3.6 mukaisissa laskelmissa tulokset edustavat pahinta mahdollista tilannetta rakenteessa. Laskelmissa on oletettu maan lämpötilan olevan -50°C:tta.

Taulukoissa on hyvä paneutua KK/KM –kuvaajaan. Kuvaajassa on kaksi käyrää, toinen kyllästymiskosteudelle KK, toinen kosteusmäärälle KM. Mikäli kuvaajassa käyrät leikkaavat, syntyy siinä kohdalla rakennetta kastepiste.

Lähimmälle em. pistettä olevalle kovalle pinnalle rakenteen kylmemmällä puolella alkaa tiivistymään kosteutta. Mikäli kohdan lämpötila on alle 0°C:ttä, alkaa rakenteeseen muodostumaan jäälinsi em. kovalle pinnalle.

Suunnittelussa on pyrittävä rakenteeseen ja ratkaisuihin, joissa KK/KM – käyrät eivät leikkaa. Mikäli käyrät leikkaavat ja lämpötila alueella pysyy 0°C:ssa, on mahdollisuus kosteusongelmien syntymiseen. Erityyppisin ratkaisuin (kuten esimerkiksi urituksin) voidaan ongelma hallita siten, ettei siitä koidu haittaa rakenteelle ja ympäristölle.

Kohteen rakenteissa ei muodostu riskitekijöitä, joten rakenteet ovat rakennusfysikaalisesti toimivia. Kattavat mitoitustulosteet esitetään liitteessä 3.

### **Routasuojatarve ja lisäeristämisen vaikutus routimiseen**

Kohteen kellarirakenteet ovat olleet aikakaudelle tyyppisesti heikosti lämmöneristettyjä, jolloin lämpövuodot maaperään ovat olleet suuria. Kyseiset lämpövuodot ovat osaltaan toiminnut routimista vastustavana tekijänä. Kohteessa uudet rakenteet suunnitellaan lämpötaloudellisemmin noudattaen rakennuslupavaiheessa voimassa olleita U-arvovaatimuksia uusille rakenteille.

Kun rakenteita eristetään paremmin, lämpövuodot ulkopuolen maaperään vähenevät. Tämä mahdollistaa roudan tunkeutumisen lähemmäs rakennusta ja syvemmälle rakennuksen vierustoilla.

Salaojittavan eristeen kuivatusteho riippuu suuresti lämpötilaerosta eristeen molemmin puolin. Tämän vuoksi routaeristuksen suunnittelu on suoritettava tarkoin, jotta eristeen toimivuus voidaan taata kaikissa olosuhteissa. Kesäaikaan routaeriste toimii suotuisasti ajatellen salaojittavan eristeen toimivuutta. Routaeristys hidastaa ja hillitsee maaperän lämpenemistä ja ylläpitää salaojittavan eristeen kuivatuskapasiteettia kesäaikaan.

Kohteessa routaeristystarvetta voidaan arvioida sisäpuolisen lisäeristeen kautta. Kohteessa perusmuuri eristetään ulkopuolelta, joka nostaa kantavan perusmuurirakenteen lämpötilaa. Samalla rakennetta lisäeristetään myös sisältä, jolloin rakenne puolestaan viilenee.

Rakennuksen ulkovaipan lämpöhäviöt riippuvat rakentamistavasta ja talotyypistä. Pientalon lämpöhäviöistä siirtyy noin 25-35 % yläpohjan, ulkoseinien umpiosien ja alapohjan kautta. Tämä jakaantuu siten, että noin 60 % lämpöhäviöistä menee yläpohjan, noin 30 % ulkoseinien ja noin 10 % alapohjan kautta. (Rakennustohtori 2009)

Koska 10% lämpöhäviöistä poistuu arvion mukaan alapohjan kautta, voidaan otaksua, että etenkin kellaritiloissa alapohjan lämpöhäviöiden vaikutus routarintaman pysäyttämiseen on vähäinen. Perusmuurin läpimenevällä ja alasjohtuvalla lämpövirralla on suurempi merkitys kellaritilojen perustusten routasuojauksessa.

Mitoitetaan edellä kuvatun ajattelun perusteella routaeristystarve. Mitoituspakkasmäärä  $F_{50}$  paikkakunnalla on 65000 Kh. Perusmuurin kevytsoraharkkon voidaan ajatella olevan sisäpuolinen lämmöneriste.

Lisäeristelevy, uretaani 31 mm + 9 mm kipsilevy

$$R_{\text{lisäeristeuretaani}} = 0,031 \text{ m} / 0,027 \text{ W/mK} = 1,148 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{\text{lisäeristekipsilevy}} = 0,009 \text{ m} / 0,23 \text{ W/mK} = 0,039 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Perusmuuri, kevytsoraharkko 200mm, täydet saumat

$$R_{\text{lisäeristeharkkomuuri}} = 0,2 \text{ m} / 0,25 \text{ W/mK} = 0,8 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Kokonaismitoituslämmönvastus

$$R_{\text{tot}} = 1,148 \text{ m}^2\text{K/W} + 0,039 \text{ m}^2\text{K/W} + 0,8 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{\text{tot}} = 1,99 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Routasuojaus ulotetaan 1,2m perusmuurista. Nurkan routasuojauksen laajuus nurkasta seinälinjalle  $L_c = 2,5 \text{ m}$ . (Talorakennuksen routasuojausohjeet 2007, 37.)

Routasuojaksi valitaan EPS 120 ROUTA –levy, normaalin lämmönjohtavuus  $\lambda_n = 0,041 \text{ W/mK}$ . Vaadittava paksuus saadaan kertomalla kokonaislämmönvastus  $R_{\text{tot}}$  eristelevyn normaalilla lämmönjohtavuuden arvolla  $\lambda_n$ .

$$d = R_{\text{tot}} * \lambda_n = 1,99 \text{ m}^2\text{K/W} * 0,041 \text{ W/mK} = 82 \text{ mm}$$

→ routaeristeeksi valitaan EPS 120 ROUTA  $d=50 \text{ mm} * 2 = 100 \text{ mm}$ . Ulkonurkkiin  $L_c = 2,5 \text{ m}$  alueelle eristelisäys 40%. Ulkonurkissa eristevahvuus 150 mm etäisyydellä  $L_c = 2,5 \text{ m}$ . (Talorakennuksen routasuojausohjeet 2007, 37.)

→ routaeristeeksi voidaan vaihtoehtoisesti valita Finnfoam FL-300 –levy,  $\lambda_n = 0,036 \text{ W/mK}$ , 80 mm. Ulkonurkkiin  $L_c = 2,5 \text{ m}$  alueelle eristelisäys 40%. Ulkonurkissa eristevahvuus 120 mm etäisyydellä  $L_c = 2,5 \text{ m}$ .

### 3.3.6 Aula–eteinen -aukkopalkki

Muutostyössä vanhaan perusmuuriin on tehtävä aukko, josta kuljetaan eteistilasta kellarin aulatilaa. Aukko jää suunnitelmallisesti avoimeksi aukoksi. Aukko tehdään kolmessa vaiheessa.

1. vaiheessa eteistilan vanha perusmuuri jatketaan uuteen perustustasoon. Jatkamistyöt tehdään esijännittämällä, johon palataan perustusten jatkamistyötä käsittelevässä luvussa 3.3.7.

2. vaiheessa tulevan aukon pielet vahvistetaan aukon alapintaan asti ulottuvilla pieliteräksillä. Vanha perusmuuri on vanha ja hauras, joten vahvistustyöt ovat tarpeen, jotta uusi rakenne ei aiheuta vaurioita vanhaan rakenteeseen. Pieliteräkset valetaan juotosbetonilla vanhaan rakenteeseen. Pieliteräkset sidotaan haoin vanhan rakenteen läpi toisiinsa. Vahvistustyöt tehdään pilarinomaisella mitoituksena betoninormien mukaisesti. Vahvistustyön etuna on uuden palkin tukipinnan halkeamisen estyminen. Vahvistustyötä käsitellään tarkemmin luvussa 3.3.7.

Ylityspalkki elementoidaan, koska paikallavalutyö kohdassa on liki mahdoton toteuttaa hyvälaatuisesti ja yksinkertaisesti, elementtipalkin juotostyöt kohdassa voidaan toteuttaa.

3. vaiheessa tulevan aukon kohdalle puretaan kolo ylityspalkkielementin asentamista varten. Palkki asennetaan ja esijännitetään paikalleen, ja juotosvaletaan uusiin pielivaluihin. Juotosvalun kovetuttua voidaan aukko purkaa alas asti.

### **Mitoitusperusteet ja valinnat**

Aula-eteinen -aukkopalkki mitoitetaan yläpuolisille kuormille ja omalle painolle Suomen rakentamismääräyskokoelman B4-osan ja B7-osan mukaisesti soveltuvien osin rajatilamenettelynä murtorajatilassa. Mitoituksien materiaali- lähtöarvot ja laskentamenettelyt perustuvat RakMK B7 ohjeisiin ja määräyksiin.

Palkki mitoitetaan teräspalkkina 2. luokan rakenteena, joka verhoillaan betonilla. Betonin ei suunnitella ottavan rasituksia, vaan kantavan itsensä. Kuormitusyhdistelmävertailuja ei tehdä, vaan mitoitus tehdään maksimikuormille tasaisena kuormana.

Rakenneteräksen laatu valitaan RakMK B7 ohjeen mukaan seuraavasti (RakMK B7. 5):

- Teräsrakenne, rakenneluokka 2, painoluku  $Z_a = 4$ ,
- Käyttölämpötila  $+20\text{ °C}$ , painoluku  $Z_h = 0$ ,
- Ainepaksuus  $t < 10\text{ mm}$ , painoluku  $Z_c = 0$ ,
- Valitaan sallittu vetojännitys  $\sigma_{\text{sall}} = 235\text{ N/mm}^2$ ,  $Z_d = 1$ ,

Lasketaan painoluvut yhteen  $Z = Z_a + Z_h + Z_c + Z_d = 5$ .

Kun painolukujen summa  $Z < 12$  ja rakenneosaan sisältyy hitsattuja tai polt-  
toleikattuja osia, teräksen alin laatuluokka on JR (RakMK B7, 6.) Valitaan  
rakenneteräksi vähintään S235JRG2 kaikkiin teräsrakenneseisiin.

### Mitoituksen kulku, momenttikapasiteetti

Palkki mitoitetaan kuormista aiheutuville leikkausvoimille ja taivutusmomenttille. Palkiksi valitaan leveys huomioiden 2 \* IPE80, taivutusvastus  $W = 20030$  mm<sup>3</sup> palkkia kohden. (RK 2004, 269.) Palkkirakenteen poikkileikkausluokka on 1. Palkkien nurjahdus ja lommahdus estetään yhdistämällä palkit hitsaamalla toisiinsa ja valamalla palkit betoniin. Taivutuskestävyys ja leikkauskestävyys tutkitaan käsinlaskentana RakMK B7 mukaisesti ja yhteisvaikutusehdot tutkitaan atk-laskentana (LIITE 4) yhdelle IPE80 poikkileikkaukselle.

Palkin laskentakuorma määritellään ylhäältä tulevien kuormien summana, laskentakuorman synty on eritelty liitteessä 5. Palkin laskentakuorma  $g_d = 40,06$  kN/m. Rakennemalli on päistään jäykästi kiinni ympäristössä oleva palkki, tukimomentit otetaan tartuntateräksillä pielirakenteeseen.

Lasketaan palkin momenttikapasiteetti (RakMK B7, 13.):

$$M_R = \eta * f_d * W_y,$$

jossa  $\eta =$  Plastisoituneen poikkileikkauksen taivutusvastuksen ja poikkileikkauksen taivutusvastuksen suhde  $\leq 1,2$

$f_d =$  veto- ja puristuslujuuden laskenta-arvo, [N/mm<sup>2</sup>]

$W_y =$  Poikkileikkauksen taivutusvastus y-suunnassa, [mm<sup>3</sup>]

Oletetaan, että palkin poikkileikkauksen taivutusvastus pysyy kuormituksessa likimain vakiona, eli  $\eta \approx 1,0$ . Rakenneteräkseksi valitun S235JRG2 veto- ja puristuslujuuden laskenta-arvo on 235 N/mm<sup>2</sup>. Taivutusvastus valitulle poikkileikkaukselle (2 \* IPE80) on  $2 * 20030$  mm<sup>3</sup> = 40060 mm<sup>3</sup>. Palkin momenttikapasiteetti on  $1,0 * 235$  N/mm<sup>2</sup> \* 40060 mm<sup>3</sup> = 9414100 Nmm eli 9,41 kNm.



### Mitoituksen kulku, leikkauskapasiteetti

Lasketaan palkin leikkausvoimakapasiteetti (RakMK B7, 13.):

$$V_R = f_{vd} * A_{wl},$$

jossa  $f_{vd}$  = sauvan kestävyys leikkausvoimalle, [N/mm<sup>2</sup>]

$$A_{wl} = 2 * h_f * t_w = \text{uuman poikkipinta-ala [mm}^2\text{]}$$

$$h_f = \text{laipan korkeus [mm]}$$

$$t_w = \text{uuman vahvuus [mm]}$$

Valitun palkin (IPE80) laipan korkeus  $h_f = (t_f / 2) + h_i$ ,

jossa  $t_f$  = taulukkoarvo ala ja ylälaipan korkeudelle [mm]

$$h_i = \text{taulukkoarvo uumalaipan korkeudelle [mm]}$$

(RK 2004, 269.)

Laipan korkeus  $h_f = (5,2 \text{ mm} / 2) + 69,6 \text{ mm} = 72,2 \text{ mm}$ . Uuman vahvuus  $t_w = 3,8 \text{ mm}$ . (RK 2004, 269.) Uuman poikkileikkauksen pinta-ala  $A_{wl} = 2 * 72,2 \text{ mm} * 3,8 \text{ mm} = 548,72 \text{ mm}^2$ . Sauvan kestävyys leikkausvoimalle  $f_{vd} = 0,6 * f_d = 141 \text{ N/mm}^2$  (RakMK B7, 9.)

Palkin leikkausvoimakapasiteetti  $V_R = 141 \text{ N/mm}^2 * 548,72 \text{ mm}^2 = 77396,52 \text{ N}$  eli 77,40 kN.

### Mitoituksen kulku, mitoituksen tarkastus

Lasketaan voimasuuret kuormituksen johdosta, palkin paino  $g_{palkki} = 1,2 * 25 \text{ kN/m}^3 * h_{palkki} * b_{palkki}$ . Valitaan palkin korkeudeksi  $h_{palkki} = 0,11 \text{ m}$  ja leveydeksi  $b_{palkki} = 0,25 \text{ m}$ . Lopullinen laskentakuorma  $g_{dtot} = g_d + g_{palkki} = 40,06 \text{ kN/m} + 0,83 \text{ kN/m} = 40,89 \text{ kN/m}$ .

$$M_{mit} = (g_{dtot} * L^2) / 24 = (40,89 \text{ kN/m} * 0,87^2 \text{ m}^2) / 24 \approx 1,29 \text{ kNm}$$

$$V_{mit} = (g_{dtot} * L) / 2 = (40,89 \text{ kN/m} * 0,87 \text{ m}) / 2 \approx 17,79 \text{ kN}$$

Tarkistetaan mitoitus ja lasketaan käyttöaste:

$$M_R = 9,41 \text{ kNm} > M_{mit} = 1,29 \text{ kNm}$$

→ Palkki kestää taivutuksen, käyttöaste (  $1,29 \text{ kNm} / 9,41 \text{ kNm}$  )  
 \*  $100\% = 13,7\%$ .

$$V_R = 77,40 \text{ kN} > V_{mit} = 17,79 \text{ kN}$$

→ Palkki kestää leikkausvoiman, käyttöaste (  $17,79 \text{ kN} / 77,40 \text{ kN}$  ) \*  $100\% = 23,0\%$ .

Palkin taipumaa ei erikseen tarkisteta, koska aukko jää avoimeksi aukoksi ja palkin taivutuksen käyttöaste on verrattain alhainen. Palkille mitoitetaan tukimomenttiteräkset, jotka ankkuroidaan pielivaluihin. Valitaan teräkseksi kierretanko M8 8.8, koska harjateräksin elementtipalkin asentaminen on mahdollista. Kierretangot ruuvataan paikalleen palkin asennustöiden aikana palkkirakenteen uumaan hitsattuihin jatkomuttereihin.

### **Tukimomenttiterästen mitoitus**

Tarkistetaan terästen vetolujuus ja määritetään tarvittavien tartuntojen määrä.

Tukimomentti  $M_s$  palkin päissä lasketaan:

$$M_s = -(g_{dtot} * L^2) / 12 = -2,52 \text{ kNm}$$

Pielivalut tehdään vähintään 150 mm leveänä kaistana aukon molempiin pieleihin rakenteen molemmin puolin. Suojabetonietäisyys on vähintään 20 mm. Määritellään vipuvarsi, jossa otetaan huomioon pielivalujen minimileveys ja suojabetonipeite:

$$r = 150 \text{ mm} - 20 \text{ mm} = 130 \text{ mm} = 0,13 \text{ m}$$

Määritellään vetolujuus  $F_t$  kierretangolle itseisarvona:

$$|F_t| = |M_s / r| = 2,52 \text{ kNm} / 0,13 \text{ m} = 19,39 \text{ kN}$$

Kierretangoksi valitaan M8, lujuusluokka 8.8, vetolujuus  $640 \text{ N/mm}^2$ . Kierretangon vetokestävyydeksi  $F_{\text{tmit}}$  saadaan:

$$\begin{aligned} F_{\text{tmit}} &= 640 \text{ N/mm}^2 * A_{\text{stanko}} = 640 \text{ N/mm}^2 * 4^2 \text{ mm}^2 * \pi \\ &= 32169,9 \text{ N eli } 32,16 \text{ kN} < F_t \end{aligned}$$

Symmetrian ja pielitartuntojen vuoksi kierretankoja vaaditaan vähintään 1 kpl/pielivalu, eli 2 kpl palkin päihin molemmin puolin. Tällöin vetolujuuden  $F_t$  arvo puolittuu ja on  $9,70 \text{ kN}$

### **Tukimomenttiterästen mitoitus, mitoituksen tarkastus**

Tarkistetaan mitoitukset ja lasketaan käyttöaste:

$$F_{\text{tmit}} = 32,16 \text{ kNm} > F_t = 9,70 \text{ kNm}$$

→ yksi kierretanko riittää edellä mainituin ehdoin, käyttöaste (  $9,70 \text{ kNm} / 32,16 \text{ kNm} ) * 100\% = 30,2\%$ .

Kierretangon mitaksi valitaan  $400 \text{ mm}$ . Ankkuroituminen pielivaluun varmistetaan kierretangon päähän asennettavalla aluslevyllä ja M8-mutterilla. Mutteri/aluslevy-yhdistelmä takaa riittävän ankkuroitumisen rakenteeseen, eikä ankkurointia tarvitse tässä tapauksessa erikseen mitoittaa.

### **Tukimomenttiterästen mitoitus, tartunnat palkissa**

Hitsatun IPE80-palkkirakenteen kiinnitys pielivaluun johdetaan palkkirakenteeseen hitsattavin M8-jatkomutterein. Jatkomutterin päähän hitsataan työteräs T6, jonka kautta jatkomutteri välittää tukimomenttikuorman palkilta pielivaluun. Tarkastetaan hitsausliitoksen kestävyys ja määritellään hitsaustapa ja hitsauksen a-mitta.

Hitsausliitoksissa hitsauksen lujuus on oltava vähintään hitsattavan aineen lujuus ( $\sigma_{sall} = 235 \text{ N/mm}^2$ ). Valitaan hitsiksi pienahitsaus ympäri työteräkseen ja työteräksen pienahitsi palkin ala ja ylälaippoihin.

### Tukimomenttiterästen mitoitus, tartunnat palkissa, hitsausmitoitus

Valitaan a-mitaksi 2mm. Tarkistetaan hitsin jännitys:

$$\sigma_w = F / (a * l), \quad (\text{Blom, 20.})$$

jossa  $F =$  hitsaukseen kohdistuva veto [N]

$a =$  hitsin sisään piirretyn suurimman kolmion korkeus [mm]

$l =$  hitsin mitta [mm]

$$\sigma_w = 9700 \text{ N} / (2 \text{ mm} * 2 * \pi * 3 \text{ mm}) = 257,30 \text{ N/mm}^2 > \sigma_{sall},$$

→ lujuus ylittyy, suurennetaan a-mittaa,  $a=3 \text{ mm}$

$$\sigma_w = 9700 \text{ N} / (3 \text{ mm} * 2 * \pi * 3 \text{ mm}) = 171,53 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{sall}$$

→ lujuus ei ylity,  $a=3 \text{ mm}$  on riittävä.

Tarkistetaan työteräksen T6, A500HW, vetolujuus,  $\sigma_{sall} = 417 \text{ N/mm}^2$ :

$$F_{\text{tmitT6}} = \sigma_{sall} * A_{\text{stanko}} = 417 \text{ N/mm}^2 * 3^2 \text{ mm}^2 * \pi$$

$$= 11790,40 \text{ N eli } 11,79 \text{ kN.}$$

$$F_{\text{tmitT6}} = 11,79 \text{ kNm} > F_t = 9,70 \text{ kNm}$$

→ lujuus ei ylity, T6 työteräs kestää.

Tarkistetaan työteräksen pienahitsiliitos IPE-palkin molempiin vaakalaippoihin. Hitsin pituus  $l = 1/3 * \text{työteräksen ympärysmitta}$ . Valitaan a-mitaksi 3 mm:

$$\sigma_w = (9700 \text{ N} / 2) / (3 \text{ mm} * (1/3 * 2 * \pi * 3 \text{ mm}))$$

$$= 257,30 \text{ N/mm}^2 > \sigma_{\text{sall}},$$

→ lujuus ylittyy, suurennetaan a-mittaa, a=4 mm

$$\sigma_w = (9700 \text{ N} / 2) / (4 \text{ mm} * (1/3 * 2 * \pi * 3 \text{ mm}))$$

$$= 192,98 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{\text{sall}}$$

→ lujuus ei ylity, a=4 mm on riittävä.

Palkkirakenne 2\*IPE80, kootaan hitsaamalla palkit toisiinsa T8 harjaterästäpein palkkien laippoihin. Harjateräkset hitsataan 2k100 pienahitsillä koko palkin matkalta. Harjaterästappien tarkoituksena on toimia työteräksinä ja estää palkkien kiepahtaminen. Harjaterästappien hitsauksia ei tässä tapauksessa mitoiteta. Palkki valetaan betoniin, betonin minimilujuus K30-2, maksimirakoko 8 mm. Palkin valmis mitta L=1150 mm. Palkki valetaan ennen pielivalujen valmistumista. Tämä otetaan huomioon tartunnoissa siten, että tartuntoja hitsataan palkkirakenteeseen 3 kpl k50 mm jokaista pielivalua varten.

### 3.3.7 Pukuhuone–eteinen -oviaukon ylityspalkki

Muutostöissä on tehtävä aukko eteistilasta pukuhuonetilaan. Aukkoon asennetaan väliovi suunnitellusti. Aukko vahvistetaan ja puretaan vahvistustöiden jälkeen. Aukko vahvistetaan molemmin puolin. Aukossa eteistilan puoli vahvistetaan lattateräksellä ja pukuhuonetilassa vahvistus tehdään IPE-palkilla. Pukuhuonetilassa välipohjan alapinta on teräsbetoni-laatta, jonka reuna tuetaan pukuhuonetilan puolelta. Pukuhuonetilan ja eteistilan välisessä seinässä on pukuhuonetilan puolella 70mm toja-levy. Levyn yläreunaan tehdään palkille sopiva kolo, josta toja-levy poistetaan kantavaan betonikerrokseen asti. Pukuhuonetilan ja eteistilan teräsrakenteet yhdistetään toisiinsa läpipulttaamalla.

IPE-palkki täytetään sementtilla ennen asentamista toiselta puolelta, joka liimaa palkin kantavan betonin pintaan. Osat pultataan kiinni toisiinsa,

jonka jälkeen IPE-palkki täytetään sementtilaastilla näkyvältä puolelta. Pulttaaminen varmistaa palkin liimautumisen kantavaksi rakenteeksi, ja muodostaa samalla tukevan purkurajan aukon purkamista varten. Seinä on valettu laajennustöiden aikana 1960-luvulla, ja eroaa lujuudeltaan merkittävästi vanhasta perusmuurista. Lisäksi seinän paksuus on suurempi kuin vanhan perusmuurin, ja palkille tulevat kuormat ovat pienemmät kuin aukkopalkissa eteistilan ja aulatilän välillä. Tästä syystä aukon pieliä ei tarvitse erikseen vahvistaa. Aukko voidaan purkaa vahvistustöiden jälkeen.

### **Mitoitusperusteet ja valinnat**

Pukuhuone–eteinen –ovipalkki mitoitetaan yläpuolisille kuormille ja omalle painolle Suomen rakentamismääräyskokoelman B4-osan ja B7-osan mukaisesti soveltuvien osien rajatilamenettelynä murtorajatilassa. Mitoituksien materiaaliarvot ja laskentamenettelyt perustuvat RakMK B7 ohjeisiin ja määräyksiin.

Palkki mitoitetaan teräspalkkina 2. luokan rakenteena, joka verhoillaan betonilla. Kuormitusyhdistelmävertailuja ei tehdä, vaan mitoitus tehdään maksimikuormille tasaisena kuormana. Palkille tehdään halkaisutarkastelu toiseen päähän ja mitoitetaan hitsaus sekä ripustukset toiseen päähän.

Rakenneteräksen laatu valitaan RakMK B7 ohjeen mukaan kuten luvun 3.3.5 aukkopalkissa. Valitaan rakenneteräksi vähintään S235JRG2 kaikkiin teräsrakenneosiin.

### **Mitoituksen kulku, momenttikapasiteetti**

Palkki mitoitetaan kuormista aiheutuville leikkausvoimille ja taivutusmomentille. Palkiksi valitaan asennuskolo huomioiden 1 \* IPE80, taivutusvastus  $W = 20030 \text{ mm}^3$  (RK 2004, 269.) Palkkirakenteen poikkileikkausluokka on 1. Palkkien nurjahdus ja lommahdus estetään yhdistämällä palkki vanhan rakenteen läpi kierretangoin eteistilan lattateräkseen ja valamalla palkki se-

menttilaastilla seinän betonirakenteeseen. Lattateräksen lasketaan osallistuvan palkin kantavuuteen. Pukuhuonetilan puolelta palkin näkyvä pinta täytetään sementtilaastilla. Taivutuskestävyys ja leikkauskestävyys tutkitaan käsinlaskentana RakMK B7 mukaisesti ja yhteisvaikutusehdot tutkitaan atklaskentana (LIITE 6.) yhdelle IPE80 poikkileikkaukselle.

Palkin laskentakuorma määritellään ylhäältä tulevien kuormien summana, laskentakuorman synty on eritelty liitteessä 5. Palkin laskentakuorma  $g_d = 21,54$  kN/m. Rakennemalli on vapaasti ympäristössä kiinni oleva palkki.

Lasketaan palkin momenttikapasiteetti (RakMK B7, 13.):

$$M_R = \eta * f_d * W_y,$$

jossa  $\eta =$  Plastisoituneen poikkileikkauksen taivutusvastuksen ja poikkileikkauksen taivutusvastuksen suhde  $\leq 1,2$

$f_d =$  veto- ja puristuslujuuden laskenta-arvo, [N/mm<sup>2</sup>]

$W_y =$  Poikkileikkauksen taivutusvastus y-suunnassa, [mm<sup>3</sup>]

Oletetaan, että palkin poikkileikkauksen taivutusvastus pysyy kuormituksessa likimain vakiona, eli  $\eta \approx 1,0$ . Rakenneteräkseksi valitun S235JRG2 veto- ja puristuslujuuden laskenta-arvo on 235 N/mm<sup>2</sup>. Taivutusvastus valitulle poikkileikkaukselle I-poikkileikkaukselle on 20030 mm<sup>3</sup>. Valitaan lattateräs  $h = 60$  mm,  $t=4$  mm. Lattateräksen taivutusvastus  $W_{latta} = (4 \text{ mm} * 60^2 \text{ mm}^2) / 6 = 2400 \text{ mm}^3$ . Palkin momenttikapasiteetti on  $1,0 * 235 \text{ N/mm}^2 * (20030 \text{ mm}^3 + 2400 \text{ mm}^3) = 5271050 \text{ Nmm}$  eli 5,27 kNm. Palkkiin porattavat asennusreiät, 10 mm, tulevat kokonaisuudessaan palkin puristusalueelle, joten reikien osuutta ei vähennetä taivutusvastuksen arvosta.

## Mitoituksen kulku, leikkauskapasiteetti

Lasketaan palkin leikkauskapasiteetti (RakMK B7, 13.):

$$V_R = f_{vd} * A_{wl},$$

jossa  $f_{vd}$  = sauvan kestävyys leikkausvoimalle, [N/mm<sup>2</sup>]

$$A_{wl} = h_f * t_w = \text{uuman poikkipinta-ala [mm}^2\text{]}$$

$$h_f = \text{laipan korkeus [mm]}$$

$$t_w = \text{uuman vahvuus [mm]}$$

Valitun palkin (IPE80) laipan korkeus  $h_f = (t_f / 2) + h_i$ ,

jossa  $t_f$  = taulukkoarvo ala ja ylälaipan korkeudelle [mm]

$$h_i = \text{taulukkoarvo uumalaipan korkeudelle [mm]}$$

(RK 2004, 269.)

Laipan korkeus  $h_f = (5,2 \text{ mm} / 2) + 69,6 \text{ mm} = 72,2 \text{ mm}$ . Uuman vahvuus  $t_w = 3,8 \text{ mm}$ . (RK 2004, 269.) Uuman poikkileikkauksen pinta-ala  $A_{wl} = 72,2 \text{ mm} * 3,8 \text{ mm} = 274,36 \text{ mm}^2$ . Uuman poikkileikkauksen pinta-alasta vähennetään reikien osuus. Asennusreiät ovat 10 mm. Uuman poikkileikkaus vähennyksen jälkeen:  $274,36 \text{ mm} - (10,0 \text{ mm} * 3,8 \text{ mm}) = 236,36 \text{ mm}^2$ .

Lattateräksen poikkileikkauksen pinta-ala  $A_{wllatta} = 60,0 \text{ mm} * 4,0 \text{ mm} = 240,0 \text{ mm}^2$ . Uuman poikkileikkauksen pinta-alasta vähennetään reikien osuus. Asennusreiät ovat 12 mm. Uuman poikkileikkaus vähennyksen jälkeen:  $240,0 \text{ mm} - (12,0 \text{ mm} * 4,0 \text{ mm}) = 192,0 \text{ mm}^2$ .

Sauvan kestävyys leikkausvoimalle  $f_{vd} = 0,6 * f_d = 141 \text{ N/mm}^2$  (RakMK B7, 9.)

Palkin leikkausvoimakapasiteetti  $V_R = 141 \text{ N/mm}^2 * (236,36 \text{ mm}^2 + 192,00 \text{ mm}^2) = 60398,76 \text{ N}$  eli 60,40 kN.



## Mitoituksen kulku, mitoituksen tarkastus

Lasketaan voimasuureet kuormituksen johdosta, palkin paino  $g_{\text{palkki}} = 1,2 * 25 \text{ kN/m}^3 * h_{\text{palkki}} * b_{\text{palkki}}$ . Valitaan palkin korkeudeksi  $h_{\text{palkki}} = 0,11 \text{ m}$  ja leveydeksi  $b_{\text{palkki}} = 0,30 \text{ m}$ . Lopullinen laskentakuorma  $g_{\text{dtot}} = g_d + g_{\text{palkki}} = 21,54 \text{ kN/m} + 0,99 \text{ kN/m} = 22,53 \text{ kN/m}$ . Palkin pituus  $L = 1,15 \text{ m}$ .

$$M_{\text{mit}} = ( g_{\text{dtot}} * L^2 ) / 8 = ( 22,53 \text{ kN/m} * 1,15^2 \text{ m}^2 ) / 8 \approx 3,72 \text{ kNm}$$

$$V_{\text{mit}} = ( g_{\text{dtot}} * L ) / 2 = ( 22,53 \text{ kN/m} * 1,15 \text{ m} ) / 2 \approx 12,96 \text{ kN}$$

Tarkistetaan mitoitukset ja lasketaan käyttöaste:

$$M_R = 5,27 \text{ kNm} > M_{\text{mit}} = 3,72 \text{ kNm}$$

→ Palkki kestää taivutuksen, käyttöaste (  $3,72 \text{ kNm} / 5,27 \text{ kNm}$  ) \* 100% = 70,6%.

$$V_R = 60,40 \text{ kN} > V_{\text{mit}} = 12,96 \text{ kN}$$

→ Palkki kestää leikkausvoiman, käyttöaste (  $12,96 \text{ kN} / 60,40 \text{ kN}$  ) \* 100% = 21,5%.

Palkin taipumaa ei erikseen tarkisteta, koska palkin taivutuksen käyttöaste on verrattain alhainen. Palkille mitoitetaan tartuntapultit rakenteen läpi. Lisäksi tutkitaan tuen halkaisukapasiteetti, ja mitoitetaan toisen pään ripustus.

## Pulttauksen mitoitus

Palkin leveys on 0,3 m. Pulttimitoituksessa muunnetaan mitoituskuorma vastaamaan kuormaa palkin leveyssuunnassa:  $22,53 \text{ kN/m} * 0,3 \text{ m} = 6,76 \text{ kN}$ . Lasketaan momentti vapaasti tuettuna palkkina:  $( 6,76 \text{ kN} * 0,3 \text{ m} ) / 4 = 0,51 \text{ kNm}$ . Kun momenttivarsi  $r = 0,025 \text{ m}$  ratkaistaan vetovoima  $F = M / r = 0,51 \text{ kNm} / 0,025 \text{ m} = 20,40 \text{ kN}$ . Valitaan pulttijaoksi k200. Veto pulttia kohden  $F_{\text{pultti}} = F / ( 1000 \text{ mm} / 200 \text{ mm} ) = 4,08 \text{ kN/pultti}$ . Valitaan pultin lujuusluokaksi 5.8,  $f_y = 400 \text{ N/mm}^2$  (RakMK B7, 27.) Pultin halkaisijaksi valitaan 8 mm:

$$F_{sall} = f_y * A_{spultti} =$$

$$400 \text{ N/mm}^2 * 4^2 * \pi \text{ mm}^2 = 20106,19 \text{ N} \approx 20,10 \text{ kN} > F_{pultti}$$

→ Pultit kestävät niihin kohdistuvan vedon, ja niihin jää kiristyskapasiteettia.

### Leikkauskapasiteettitarkastus, raudoittamaton rakenne

Tarkastetaan palkin kestävyys leikkausraudoittamattomana betonirakenteena (RIL 2004, 37.) Arvioidaan vanhan betonin olevan lujuusluokkaa K15-3:

$$V_{c0} = 0,30 * k (1+50 \rho) f_{ctd} * b_w * d,$$

jossa  $k = 1,6 - d[\text{m}] \geq 1,0$

$$\rho = 0$$

$$f_{ctd} = 0,45 \text{ MN/m}^2$$

$$d = 110 \text{ mm}$$

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

$$V_{c0} = 6,63 \text{ kN} > V_{mit} = 12,96 \text{ kN}$$

→ Betoni ei kestä yksinään, leikkauskestävyys ylittyy. Vahvistava teräsrakenne ottaa leikkauksen vastaan.

### Tuen halkaisukapasiteetti, raudoittamaton rakenne

Tarkistetaan halkaisukapasiteetti tuella (RIL 2004, 64.):

$$\frac{1,2 * F_d}{A_{c0}} \leq f_{cd},$$

jossa  $f_{cd} = \text{Betoniin puristuskestävyys [N/mm}^2]$

$$A_{c0} = \text{kuormitetun pinnan ala [mm}^2]$$

$$F_d = V_{mit} = \text{kuormittavan voiman laskenta-arvo [N]}$$

Arvioidaan betonin puristuslujuudeksi K15-3 luokan betonin puristuslujuus, raudoittamaton rakenne  $f_{cd} = 3,9 \text{ N/mm}^2$ . Palkin toinen pää tukeutuu vanhan petonirakenteen varaan, ja toinen pää ripustetaan teräsrakenteella vanhaan rakenteeseen.

$$(1,2 * 12960 \text{ N}) / ((1150 \text{ mm} - (920 \text{ mm} + 160 \text{ mm})) * 300 \text{ mm})$$

$$= 0,741 \text{ N/mm}^2 < < f_{cd}$$

→ Tuen halkaisukestävyys on riittävä.

### **Palkin toisen pään ripustus, hitsausmitoitus kiinnityslaippaan**

Palkki kiinnitetään toisesta päästään hitsaten lattateräkseen ( $t=4 \text{ mm}$ ) ja kiinnitetään kiila-ankkurein lattateräslaipasta vanhaan perusmuuriin. Mitoitetaan laipan pienahitsi ja mitoitetaan tarvittavat kiila-ankkurit ripustukseen. Hitsiliitos ja ripustukset mitoitetaan leikkausvoimalle  $V_{mit} = 12,96 \text{ kN}$ .

Palkin ja laipan välinen vääntömomentti  $M_B$  mitoitetaan kaavasta:

$$-(g_{dtot} * L^2) / 8 = -(22,53 \text{ kN/m} * 1,15^2 \text{ m}^2) / 8 = -3,72 \text{ kNm}$$

IPE80-palkin jäyhyysmomentti  $I_y = 80,14 \text{ cm}^4 = 801400 \text{ mm}^4$ .

Lasketaan vetojännitys laipan keskilinjalla:

$$\sigma_z = ((3,72 * 10^6 \text{ Nmm}) / 801400 \text{ mm}^4) * 37,4 \text{ mm}$$

$$= 173,61 \text{ N/mm}^2 = 173,61 \text{ MPa}$$

Laipan kiinnitys voidaan katsoa staattisesti määräämättömäksi, koska lattateräs taipuessaan jakaa jännityksiä epämääräisellä tavalla. Mitoitusjännitys on tämän vuoksi laskettava arvolla, joka on vähintään  $0,7 * \sigma_{wsall}$  (Blom, 27.)

$$\sigma_z = 0,7 * 120 \text{ MPa} = 84 \text{ MPa} < 173,61 \text{ MPa}$$

→ a-mitan määrittämiseen käytetään arvoa 173,61 MPa

Perusaineen paksuus  $s = 5,2 \text{ mm}$ .

$$a_1 \geq (\sigma_z * s) / (2 * \sigma_{wsall})$$

$$= (173,61 \text{ MPa} * 5,2 \text{ mm}) / (2 * 120 \text{ MPa}) = 3,76 \text{ mm}$$

→ valitaan  $a_1 = 4,0 \text{ mm}$

Suurin jännitys uumassa esiintyy laipan vieressä, jolloin etäisyys neutraaliakselilta on  $y_2 = 69,6 \text{ mm} / 2 = 34,8 \text{ mm}$ .

$$\sigma_{z2} = ((3,72 * 10^6 \text{ Nmm}) / 801400 \text{ mm}^4) * 34,8 \text{ mm}$$

$$= 161,54 \text{ N/mm}^2 = 161,54 \text{ MPa}$$

Leikkausjännitys uumassa voidaan katsoa tasaisesti jakautuneeksi, jolloin saadaan

$$T_{yz} = ((12,96 * 10^3 \text{ N}) / 3,8 \text{ mm} * 69,6 \text{ mm})$$

$$= 49,00 \text{ N/mm}^2 = 49,00 \text{ MPa}$$

Tarvittava a-mitta määritellään kaavalla (Blom, 24.)

$$a_2 \geq \frac{\beta * s}{2 * \sigma_{wsall}} * \sqrt{\sigma_z^2 + \tau_{yz}^2}$$

$$a_2 \geq \frac{3,8}{2 * 120} * \sqrt{161,54^2 + 49,0^2}$$

$$a_2 \geq 2,67 \text{ mm}$$

→ valitaan  $a_2 = 3,0 \text{ mm}$

### **Palkin toisen pään ripustus, ripustusosat ja jatkoslaippa**

Mitoitetaan lattateräksen tartunnat vanhaan rakenteeseen. Valitaan ripustukseen kiila-ankkurit FBN II 8/50 (8x111). Palkin kiinnityslaipan kooksi valitaan  $(b * h) = 60 \text{ mm} * 120 \text{ mm}$ . Palkki hitsataan lattateräksen ylipintaan keskei-

sesti. Ripustus tapahtuu 30 mm lattateräksen alapinnasta. Kiinnitysreikien kooksi valitaan kiila-ankkurit huomioiden 10 mm. Kiila-ankkurit kiinnitetään vanhaan betonirakenteeseen 8 mm:n reikäkoolla. Kiila-ankkurin ominais-  
taivutuskestävyys (vipuvarrella) leikkauskuormille on 23 Nm, varmuuskerroin 1,25, vähennetyllä asennussyvyydellä ominais-  
taivutuskestävyys (vipuvarrella) leikkauskuormille on 19 Nm, varmuuskerroin 1,25. (ETA-07/0211, 12.)

Palkin on pysyttävä paikallaan y-suunnassa, mutta kiertyminen on sallittu, koska palkin mitoitus on tehty vapaasti tuettuna palkkina. Tästä syystä ankkurit mitoitetaan leikkausvoimalle.

Vipuvarren mitta  $r = 120 \text{ mm} - (80 \text{ mm} / 2) = 80 \text{ mm}$ . Laskentamomentti  $M_{\text{mit}} = V_{\text{mit}} * r = 12960 \text{ N} * 0,08 \text{ m} = 1036,8 \text{ Nm}$

→ kiila-ankkurin lujuus ylittyy selkeästi

Kiinnityslaipan kiinnityskohta sijoittuu vanhan perusmuurin nurkkakohtaan. Koska kiila-ankkurit eivät yksin pidä rakennetta suunnitellulla tavalla paikallaan, suunnitellaan laippaan jatkososa, joka kääntyy nurkan yli. Tämän seurauksena kiila-ankkurit mitoitetaan leikkauskuormille ilman vipuvartta. Ankkurin ominaisleikkauskestävyys leikkaukselle ilman vipuvartta on 11kN, varmuuskerroin 1,25. (ETA-07/0211, 12.) Valitaan jatkoslaipan teräkseksi lattateräs  $t = 4 \text{ mm}$ , jatkoslaipan koko  $(b * h) = 60 \text{ mm} * 120 \text{ mm}$ . Jatkoslaippa hitsataan kiinnityslaipan yläreunan tasalle. Koska palkin kiertyminen on estetty pultauksella, voidaan olettaa, että hitsiliitokseen ei kohdistu momentti-  
kuormaa. Hitsiliitokseen kohdistuva leikkausvoima  $V_{\text{mit}} = 12,96 \text{ kN}$ .

Valitaan hitsiksi pienahitsi ja mitoitetaan tarvittava a-mitta. Hitsin leikkausvoiman voidaan ajatella tasaisesti jakautuneeksi, joten hitsin leikkausjännitys mitoituskuormalla  $\tau_{yz} = 12,96 * 10^3 \text{ N} / (4 \text{ mm} * 60 \text{ mm}) = 54,00 \text{ N/mm}^2$ .

Tarvittava a-mitta määritellään kaavalla

$$a_2 \geq \frac{\beta * s}{2 * \sigma_{wsall}} * \sqrt{\sigma_z^2 + \tau_{yz}^2}$$

$$a_2 \geq \frac{4}{2 * 120} * \sqrt{0^2 + 54,00^2}$$

$$a_2 \geq 0,90 \text{ mm}$$

$$a / s = 0,90 \text{ mm} / 4 = 0,225 < 0,5 \text{ (Blom, 26.)}$$

$$a / 4 \geq 0,5 ; a \geq 2 \text{ mm}$$

→ valitaan  $a_2 = 2,0 \text{ mm}$

Valitaan ripustuskiila-ankkureiden määräksi 4 kpl (2 kpl kiinnityslaippaan, 2kpl jatkoslaippaan). Kiila-ankkuria kohden leikkausvoima on  $V_{\text{mit}} / 4 = 12,96 \text{ kN} / 4 = 3,24 \text{ kN} = V_{\text{mitankkuri}} \cdot V_{\text{sall}} = 11 \text{ kN} / 1,25 = 8,8 \text{ kN}$ . Todetaan, että  $V_{\text{mitankkuri}} < V_{\text{sall}}$

→ valittu kiila-ankkurimäärä riittää.

### 3.3.8 Vanhan perusmuurin jatkamissuunnitelma

#### **Suunnitelman lähtökohdat**

Vanha perusmuuri toimi ennen kuistin rossipohjan maanpaineseinänä. Rakennus on alkuperäinen 1949 rakennettu muurirakenne, joka päättelyn perusteella on toiminut aikaisemmin rossipohjan perusmuurina. 1960-luvulla tehdyn laajennuksen aikana kohdalle on rakennettu kellaritiloja, ja muurirakennetta on jatkettu alaspäin. Kellaritila muurin alueella oli jätetty matalaksi eteen tulleiden suurten kivien vuoksi, ja kuistin alustila oli rossipohjainen.

Muutostöissä muuri muuttuu kantavaksi sisäseinäksi. Seinä jatketaan alaspäin ympäröivien perusmuurien alapinnan tasolle. Seinärakennetta kantaa alaosaan mitoitettava antura. Jatkososa ja antura valetaan yhtenäisenä jalustana vanhan rakenteen alapinnan tasosta 50 mm ylityksellä ylöspäin ja sivulle. Ylityksillä vanha ja uusi rakenne limittyvät ja liittyvät luotettavasti yhteen. Eteen tulevat poistettavissa olevat kivet poistetaan, ja suuremmat kivet louhitetaan etanadynamiitilla luvun 2.8 ohjeiden mukaisesti.

Seinärakenne on kerroksittainen, ylöspäin kapeneva rakenne. Kuormien määrittämiseksi lasketaan poikkileikkaus pinta-ala anturan yläpintaan saakka. Poikkileikkauksen mitat on mitattu työmaalla 10 mm tarkkuudella.

$$A_1 = 0,15 \text{ m} * 0,62 \text{ m} = 0,093 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 0,24 \text{ m} * 1,06 \text{ m} = 0,255 \text{ m}^2$$

$$A_3 = 0,29 \text{ m} * 0,42 \text{ m} = 0,122 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{seinä}} = A_1 * A_2 * A_3 \approx 0,47 \text{ m}^2$$

$$n_{\text{kseinä}} = A_{\text{seinä}} * 25 \text{ kN/m}^3 = 11,75 \text{ kN/m}$$

$$n_{\text{dseinä}} = 1,2 * n_{\text{kseinä}} = 14,1 \text{ kN/m}$$

Lasketaan liitteessä 5 lasketut käyttö- ja laskentakuormat yhteen edellä laskettujen kanssa saadaan

$$n_k = 27,37 \text{ kN/m} + 11,75 \text{ kN/m} = 39,12 \text{ kN/m}$$

$$n_d = 40,06 \text{ kN/m} + 14,1 \text{ kN/m} = 54,16 \text{ kN/m}$$

Jatkamistöiden suunnittelua varten tehdään anturanmitoitus seuraavaksi.

### Anturamitoitus

Antura tehdään betonirakenteisena, jonka oletusleveys  $L = 0,4 \text{ m}$  ja oletuskorkeus  $0,16 \text{ m}$ , joista muodostuu laskentakuormaa  $n_{\text{dantura}} = 1,92 \text{ kN/m}$ , ja käyttötilakuormaa  $n_{\text{kantura}} = 1,6 \text{ kN/m}$ . Anturan kokonaislaskentakuorma  $p_d = 56,08 \text{ kN/m}$  ja kokonaiskäyttötilakuorma  $p_k = 40,74 \text{ kN/m}$ .

Anturat betonoidaan K15-3 lujuusluokan betonilla, teräkset A500HW. Materiaaliarvot ovat

$$f_{ck} = 10,5 \text{ MN/m}^2 \quad f_{cd} = 5,5 \text{ MN/m}^2$$

$$f_{ctk} = 1,22 \text{ MN/m}^2 \quad f_{ctd} = 0,64 \text{ MN/m}^2$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MN/m}^2 \quad f_{yd} = 417 \text{ MN/m}^2$$

Anturan koko lasketaan käyttötilassa sallittua pohjapainetta  $q_{md} = 205 \text{ kN/m}^2$  vastaan. Anturateräkset lasketaan murtorajatilassa. Kuormituksen voidaan ajatella olevan keskeinen anturalle.

Seinäanturan leveys määritellään kaavasta

$$p_k = ( n_k / L_t ) \leq p_g = q_{md}$$

jossa  $p_k =$  pohjapaineen ominaisarvo

$n_k = g_k =$  ominaiskuormista laskettu normaalivoima anturan pituusmetriä kohden

$L_t =$  anturan tehollinen leveys, keskeisellä kuormalla  $L_t = L$

$$p_k = ( 40,74 \text{ kN/m} / 0,4 \text{ m} ) = 101,85 \text{ kN/m}^2 \leq p_g = q_{md}$$

→ anturan leveys on riittävä

Laskentaa varten määritellään pohjapaineelle laskentakuorma

$$p_d = ( n_d / L_t )$$

jossa  $n_d = g_d =$  laskentakuormista laskettu normaalivoima anturan pituusmetriä kohden

$$p_d = ( 56,08 \text{ kN/m} / 0,4 \text{ m} ) = 140,2 \text{ kN/m}^2$$

Kun kyseessä on betoninen, paikallavalettu perusmuuri, lasketaan mitoitusmomentti leikkauksessa I, joka kulkee pitkin seinälinjaa. (Kähkönen – Saari-  
nen, 419.)

$$m_{ld} = ( p_d * c^2 ) / 2 = ( 140,2 \text{ kN/m}^2 * 0,11^2 \text{ m}^2 ) / 2$$

$$m_{ld} = 0,85 \text{ kNm}$$



Lasketaan leikkausteräsmäärä  $A_s$ . Ajateltu teräs on T10.

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2 * \mu}$$

$$\mu = m_{lId} / ( f_{cd} * b * d^2 )$$

$$A_s = \omega * ( f_{cd} / f_{yd} ) * b * d$$

$$d = 0,16 \text{ m} - (0,05 \text{ m} + 0,005\text{m}) = 0,105 \text{ m}$$

$$A_s = 19,55 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Pitkittäisraudoitus voidaan laskea yhteen suuntaan kantavien laattojen jakoteräsmäärän kaavalla (Kähkönen – Saarinen, 422).

$$A_{st} = 0,12 * ( f_{ctk} / f_{yk} ) * A_c$$

$$A_{st} = 0,12 * ( 1,22 \text{ MN/m}^2 / 500 \text{ MN/m}^2 ) * 160 \text{ mm} * 400 \text{ mm}$$

$$A_{st} = 18,74 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{3T10} = 235,61 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Valitaan teräksiksi työtökniikka ja ympäröivät rakenneosat huomioiden 3T10

Leikkausvoima lasketaan kaavasta

$$V_d = p_d * ( c - d ), \text{ kun } c \geq 2d$$

$$V_d = c * p_d , \text{ kun } c < 2d$$

jossa  $c = 0,11 \text{ m}$

$$d = 0,105 \text{ m}$$

$$2 * d = 0,21 \text{ m} > c = 0,1 \text{ m}$$

$$V_d = 140,2 \text{ kN/m}^2 * 0,11 \text{ m} = 15,42 \text{ kN/m}$$

Tarkastetaan anturan leikkauskapasiteetin perusarvo pituusyksikköä kohti. Otaksutaan, että antura on leikkausraudoittamaton ( $A_s = 0$ ).

$$V_{c0} = \beta_2 * 0,30 * k (1+50 \rho) f_{ctd} * d,$$

jossa  $\beta_2 = 2$ , kun  $c < 2 * d$  (Kähkönen – Saarinen, 420.)

$$\beta_2 = 0, \text{ kun } c \geq 2 * d$$

$$k = 1,6-d[m] ( \rho_c \geq 2400 \text{ kg/m}^3 )$$

$$\rho = ( A_s / b_w * d ) \leq 0,02$$

$$V_{c0} = 60,27 \text{ kN/m} > V_d = 15,42 \text{ kN/m}$$

→ anturaa ei tarvitse leikkausraudoittaa, valitut pitkittäisteräket riittävät.

### Jatkamissuunnitelma

Jatkamistyöt tehdään kahdessa vaiheessa lamellikaivutekniikkaa soveltaen. Lamellikaivutekniikka käyttää hyväkseen pysyvän ja työnaikaisen varmuuskäsitteen eroa. Jos perusmuurin linja jaetaan esimerkiksi 1,5 metriä leveiksi lamelleiksi, on mahdollista työnaikaisesti kaivaa perustusten alle aukkoja, jotka ovat 1,5 metriä leveitä jos aukkojen välissä on kantavia perustusosia vähintään  $3 \times 1,5 = 4,5$  metriä eli kolminkertainen pituus. (RIL 1991, 155.)

Jatkettava seinälinja kuistin alla on 3,2 metriä, josta toiseen päähän sijoittuu aukko aulatilan puolelle. Aukon leveys on 0,87 m.

Ensimmäisessä vaiheessa seinälinja jatketaan aukon reunalla. Mitoitetaan em. periaatteen mukaan kohdan lamellin leveys.

$$3,2 \text{ m} - 0,87 \text{ m} = 2,33 \text{ m}.$$

$$2,33\text{m} / 4 = 0,5825 \text{ m} = \text{lamellin maksimileveys}$$

→ valitaan lamellin leveydeksi 0,58 m

Ensimmäinen lamelli laudoitetaan, raudoitetaan ja valetaan vanhan rakenteen alapintaan saakka. Valun kovettuttua lamellin ja vanhan rakenteen väli kiilataan. Kiillauksen jälkeen valu jatketaan ylitystasoon saakka. Valutöiden yhteydessä lamellin päähän valetaan tartunnat pielirauδοitteita varten. Pielivahvistukset lähtevät suoraan lamellin toisesta päästä. Pieliterästen mitoitus tehdään myöhemmin tässä luvussa.

Anturamitoituksessa todettiin, ettei sallittu pohjapaine ylitä valitulla anturakoolla. Toisessa vaiheessa kaivetaan loput seinälinjasta samaan tasoon kuin ensimmäisen vaiheen lamelli. Tämä on mahdollista, koska toisen vaiheen jatkosalue tukeutuu toisesta päästään jäykästi nurkkaan ja toinen pää on ensimmäisessä vaiheessa valetun lamellin päällä. Aukon kohdalla toinen pää tukeutuu lamellille ja toinen pää jatkuu perusmuurina. Tarkastetaan tällöin lamellin kuorma.

Valitulla anturakoolla

$$p_k = (40,74 \text{ kN/m} / 0,4 \text{ m}) = 101,85 \text{ kN/m}^2 \leq p_g = q_{md}$$

$$q_{md} = 205 \text{ kN/m}^2$$

Seinälinjan jänneväli on 3,0 m. Ajatellaan seinärakenteen olevan jäykästi ympäristössä oleva jatkuva palkki, jossa lamellin kohdalla on vapaa tuenta. Laskennan yksinkertaistamiseksi lasketaan lamellin puolet erikseen yksiaukoisena palkkina yhteen

$$(3/8) * 40,74 \text{ kN/m} * 1,97 \text{ m} +$$

$$(3/8) * 40,74 \text{ kN/m} * 1,03 \text{ m} = 45,83 \text{ kN}.$$

Lamellin pohjapinta-ala on  $0,4 \text{ m} * 0,58 \text{ m} = 0,232 \text{ m}^2$ . Pohjapaine käyttötilassa on tällöin

$$45,83 \text{ kN} / 0,232 \text{ m}^2 = 197,54 \text{ kN/m}^2.$$

$$q_{md} = 205 \text{ kN/m}^2$$

→ työ voidaan toteuttaa suunnitellulla tavalla

Seinälinjalle tehtävä aukko voidaan purkaa pieliin valutöiden ja palkin asentamisen jälkeen. Palkin mitoitus on esitetty luvussa 3.3.6. Aukon pielet mitoitetaan pilarinomaisesti, jossa pieliin valetaan minimipilariterästy. Valutyöt tehdään paikallavalaen juotosvaluna. Rakenteen läpi porataan minimihaat. Betoniksi valitaan K25-2, teräs A500HW. Materiaaliarvot ovat

$$f_{ck} = 17,5 \text{ MN/m}^2 \quad f_{cd} = 11,7 \text{ MN/m}^2$$

$$f_{ctk} = 1,71 \text{ MN/m}^2 \quad f_{ctd} = 1,14 \text{ MN/m}^2$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MN/m}^2 \quad f_{yd} = 417 \text{ MN/m}^2$$

Raudoitetun pilarin poikkileikkauksen tulee vähintään olla  $28000 \text{ mm}^2$  ja pienimmän sivumitan  $150 \text{ mm}$  (RIL 2004, 86).

$$A_c = 290 \text{ mm} * 150 \text{ mm} = 43500 \text{ mm}^2$$

→ täyttää vaatimuksen

Minimipilareissa pääraudoituksen pinta-alan osuuden betonipoikkileikkauksen tarpeellisen kapasiteetin mukaisesta pinta-alasta tulee olla vähintään

$$(A_s / A_c) = 1,5 * (f_{ctk} / f_{yk})$$

(RIL 2004, 86.)

$$A_s = 1,5 * (f_{ctk} / f_{yk}) * A_c$$

$$A_s = 1,5 * (1,71 \text{ N/mm}^2 / 500 \text{ N/mm}^2) * 43500 \text{ mm}^2$$

$$A_s = 223,16 \text{ mm}^2$$

Yksikerroksisessa rakennuksessa enintään kolmen metrin korkuisen pilarin päätankojen halkaisija saa olla  $10 \text{ mm}$  (RIL 2004, 86).

Rakennus on  $1\frac{1}{2}$ -kerroksinen. Voidaan tulkita suunniteltu paikka huomioiden rakennuksen olevan kohdalla  $1$ -kerroksinen.  $4T10 = 314,15 \text{ mm}^2$ . Irtohakojen halkaisija on vähintään  $0,25$  kertaa ja väli enintään  $15$  kertaa päätankojen halkaisija. (RIL 2004, 86.)

Hakojen halkaisija  $0,25 * 10 \text{ mm} = 2,5 \text{ mm} < 8 \text{ mm}$

k-k jako  $\geq 15 * 10 \text{ mm} = 150 \text{ mm}$

→ valitaan päätangoiksi 4T10, haat T8 k150

### 3.3.9 Esijännityksen mitoitus

Uudet perustusrakenteet joudutaan esijännittämään, jotta vältetään rakenteita rikkovilta, haitallisilta painumilta. Lisäksi kaivuutöiden aikana häiriintynyt perusmaa saavuttaa riittävän stabiliteetin perustuksen alla ja alle tuleva kapillaarikatkerros tiivistyy riittävästi. Esijännitysvoima on suuruusluokaltaan n. 1,5 x laskentakuorma. Esijännityksestä huolimatta on varauduttava siihen, että uuden perustamisen johdosta perustukset saattavat painua 5...20 mm. (RIL 1991. 157)

Jännityskohdilla esijännitys tapahtuu esimerkiksi tunkkaamalla.

### **Esijännityskuorman mitoitus**

Esijännityskohdassa laskenta- ja käyttötilakuormat on

$$n_k = 39,12 \text{ kN/m}$$

$$n_d = 54,16 \text{ kN/m}$$

Kuorma-arvoista vähennetään betonin osuus, jonka poikkipinta-ala

$$A_3 = 0,29 \text{ m} * 0,42 \text{ m} = 0,122 \text{ m}^2$$

Saadaan mitoitusarvot esijännitykselle

$$n_{kej} = 39,12 \text{ kN/m} - (25 \text{ kN/m}^3 * 0,122 \text{ m}^2)$$

$$n_{kej} = 36,07 \text{ kN/m}$$

$$n_{dej} = 54,16 \text{ kN/m} - (1,2 * 25 \text{ kN/m}^3 * 0,122 \text{ m}^2)$$

$$n_{deji} = 50,50 \text{ kN/m}$$

Esijännityspaikkoja suunnitellaan jännitysalueelle 2 kappaletta, jännitysalueen jännemitta  $L = 3,2 \text{ m} - (0,58 \text{ m} + 0,87 \text{ m}) = 1,75 \text{ m}$ . Rakennemalli jännityskohdan jänteellä on 3-aukkoinen palkki, jossa kuormituksesta voidaan otaksua tulevan esijännityskohtaan 50%. Lasketaan laskentakuorma esijännitysvoimaa varten.

$$n_{dejk} = (50,5 \text{ kN/m} * 1,63 \text{ m}) * 0,5 = 41,16 \text{ kN}$$

$$n_{kejk} = (36,07 \text{ kN/m} * 1,63 \text{ m}) * 0,5 = 29,40 \text{ kN}$$

Esijännityksessä tehdään 50% lisäys mitoituskuormaan.

$$n_{dp} = 1,5 * 41,16 \text{ kN} = 61,74 \text{ kN} \approx 6,2 \text{ tn.}$$

→ Valitaan esijännitykseen esimerkiksi konevuokraamoista saatavilla oleva tunkki, jonka nostokapasiteetti on 10 tn.

### 3.3.10 Alapohja

Alapohja tehdään maanvaraisena 80mm:n teräsbetoni-laattana lupavaiheessa määritellyin U-arvovaatimuksin. Laattaan asennetaan kura-allas ulko-oven edustalle. Kura-altaan kohta mitoitetaan laattaan olevana reikänä ja vahvistetaan ( T10, L = 1000 + aukko ) lisäteräksin. Laattaan tulee vesikiertoinen lattialämmitysputkisto. Laatan alapintaa vasten asennetaan lämpimän käyttöveden putki suojaputkessa lämmöneristeeseen uritettuna. Kylmä käyttövesiputki vietään suojaputkessa kapillaarikatkerroksessa.

Maanvarainen laatta erotetaan seinistä valuerotuskaistalla. Koska perustusten alapinnan ja maanvaraisen laatan alapinnan väliin jää vain vähän tilaa, laatan alle valitaan salaojittava lämmöneriste, jolla osittain voidaan korvata eristeen alle tulevaa kapillaarisen vedennousun pysäyttävää salaojasepeliä. Kohdalla on vuoden seurantajakson ajan seurattu pinnan kosteutta ja kohdalle riittää 100mm kapillaarikatkerros, koska salaojasepelin pinta on pysynyt silmämääräisesti. Lämmöneriste ja ympäröivät pystyrakenteet tiivistetään uretaanivaahdotuksella toisiinsa.

## 4 TULOSTEN ARVIOINTI

### Yhteenveto

Kohteen rakenteet ovat toimineet suunnitellusti, eikä suuria ongelmia ole ilmennyt. Rakenteet on toteutettu liitteen 2 rakennepiirustusten mukaan.

Välipohjarakenne on toiminut moitteettomasti ja ollut käytössä riittävän jäykkä. Ongelmallisina kohtia on ollut liittymärajoitukset ulkoseinän ja välipohjan välillä, joita on jouduttu jälkikäteen tiivistämään liiallisen vedontunteen vuoksi. Tiivistäminen on parantanut tilannetta merkittävästi. Ilmatiivyyden osalta olisi voinut suunnitella kohtaan ratkaisun, joka olisi ehkäissyt lisätiivistämistarpeen. Ongelmaa ei kuitenkaan voi pitää suoranaisena suunnitteluvirheenä, koska se voitiin korjata jälkikäteen rikkomatta rakenteita.

Perusmuurien suunnittelussa ja toteuttamisessa olisi voinut päätyä suoraviivaisempaan ratkaisuun suosimalla paikallavalutekniikkaa kaikkien perusmuurien suhteen. Työmaalla oli kuitenkin tarjolla kevytsoraharkkorakenteita varten hankittua materiaalia, joten suunnittelu piti tehdä asia huomioiden. Rakennesuunnittelun lähtökohta mielestäni on aina lähdeittävä työmaan tarpeista. Työmaaolot ja ennalta hankitut materiaalit pitää ottaa huomioon suunnittelussa. Perusmuurien toiminta on ollut suunnitellun mukainen, ja rakenteet ovat pysyneet hyvin kuivina. Lisäeristykset sisäpuolella puuttuivat kirjoitushetkenä, sekä ulkopuoliset routaeristeet. Lisä- ja routaeristykset tehdään kellarin sisustusvaiheen aikana myöhemmin suunnitellulla tavalla.

Kohteeseen suunnitellut aukkopalkit onnistuivat hyvin, mutta olivat työläät toteuttaa. Aukko- ja ovipalkkien suhteen olisi voinut käyttää enemmän harkintaa, mutta suunnitteluvaiheessa ratkaisut tuntuivat kohteeseen soveltuvimmilta ratkaisuilta. Palkit ovat reilusti ylimitoitettuja kantavuutensa suhteen. Ylimittomiseen päädyttiin puutteellisen lähtöaineiston ja työtekniikkojen perusteella.

Vanhan perusmuurin jatkaminen tapahtui suunnitellusti. Kantavien betonirakenteiden jatkaminen on tekniikasta riippumatta aina työlästä. Kohteessa jatkamistyöt kuitenkin olivat välttämättömiä.

Kohteessa ei kirjoitushetkellä vielä ollut rakennettu suunniteltua alapohjaa. Kohteessa joudutaan tekemään toisaallakin kantavien väliseinien jatkamistöitä ja maansiirtotöitä, ennen kuin alapohjatyöt voidaan tehdä. Alapohja on laattaan tulevan lämmitysputkiston vuoksi valettava kerralla koko kellarin alueelle. Alapohjatyöt tullaan kuitenkin toteuttamaan suunnitellulla tavalla.

### **Mitoitustulosten luotettavuuden arviointi**

Mitoitukset on tehty lähtöaineiston perusteella yleisiä hyväksytyjä laskentamenetelmiä soveltaen. Mitoituksia varten on tehty täsmennysmittauksia, joilla lähtöarvoja on tarkennettu. Kyseessä on kuitenkin kertaalleen laajenettu, vanha rakennus, jonka todellista statiikkaa on vaikea laskea rakenteita rikkomatta. Mitoituksissa ei kuitenkaan ajauduttu käyttöasteiden rajoille, ja kaikkiin rakenteisiin jäi kapasiteettia tuntemattomien tekijöiden osalle. Mitoitukset saatavilla oleviin aineistoihin ja tarkemittauksiin suhteutettuna on riittävän tarkasti suoritettu.



## LÄHTEET

- Betonikeskus 2008. Anturat ja perusmuuri. Osoitteessa <http://www.harkkokivitalo.fi/fi/Kevytsoraharkot/Kevytsoraharkko%20-%20rakenne-esimerkkeja/Anturat%20ja%20perusmuuri/> 17.9.2009
- Blom, Seppo – Lahtinen, Pekka – Nuutio, Erkki – Pekkola, Kari – Pyy, Seppo – Rautiainen Hannu – Sampo, Arto – Seppänen, Pekka - Suosara, Eero 1999. Koneenelimet ja mekanismit. Edita, Helsinki.
- ETA-07/0211. European Technical Approval ETA-07/0211. Osoitteessa [http://content.fischer.de/cbfiles/Fischer/Zulassungen/ZD\\_E7\\_01\\_FBNII\\_F\\_%23SEN\\_%23AIP\\_%23V2.pdf](http://content.fischer.de/cbfiles/Fischer/Zulassungen/ZD_E7_01_FBNII_F_%23SEN_%23AIP_%23V2.pdf) 15.9.2009
- Hellsten, Johanna 2008. Rintamamiestalo voi olla ekotehokas. Rakennuslehti 17/08, 10 - 11.
- Jääskeläinen, Raimo – Rantamäki, Martti – Tammirinne, Markku 1979. Geotekniikka. Yliopistokustannus/Otatieto, Helsinki.
- Kähkönen, Leo – Saarinen, Eero, 1986. Betonirakenteiden suunnittelun oppikirja osa 2. Suomen Betoniyhdistys – Finska Betongföreningen r.y., Helsinki.
- MRL = maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999.
- RakMK B1 = Suomen rakentamismääräyskokoelma 1998. B1: Rakenteiden varmuus ja kuormitukset 1998. Ympäristöministeriö, Helsinki.
- RakMK B3 = Suomen rakentamismääräyskokoelma 2003. B3: Pohjarakenteet. Ympäristöministeriö, Helsinki.
- RakMK B4 = Suomen rakentamismääräyskokoelma 2005. B4: Betonirakenteet. Ympäristöministeriö, Helsinki.
- RakMK B5 = Suomen rakentamismääräyskokoelma 2007. B5: Kevytbetoniharkkorakenteet. Ympäristöministeriö, Helsinki.
- RakMK B7 = Suomen rakentamismääräyskokoelma 1996. B7: Teräsrakenteet. Ympäristöministeriö, Helsinki.
- RakMK B10= Suomen rakentamismääräyskokoelma 2001. B10: Puurakenteet. Ympäristöministeriö, Helsinki.
- RakMK C4 = Suomen rakentamismääräyskokoelma 2003. C4: Lämmöneristys, ohjeet. Ympäristöministeriö, Helsinki.

- RIL = Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL r.y.
- RIL 1988. Pohjarakennusohjeet 1988 (RIL 121-1988). Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL r.y., Helsinki.
- RIL 1991. Korjausrakentaminen V Perustukset-Pohjarakenteet (RIL 174-5). Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL r.y., Helsinki.
- RIL 1993. Tukitelineet 1993 (RIL 147-1993). Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL r.y., Helsinki.
- RIL 2004. Betoninormit ja mitoitusaulukot (RIL 131-2004). Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL r.y., Helsinki.
- RK 2004 = RTS Rakennustietosäätiö 2004. Rakentajain kalenteri 2004. Rakennustieto Oy, Helsinki.
- RT 374.3-37555 = RTS Rakennustietosäätiö 2008. Rakennustietosäätiön ohjekortti 374.3-37555, Ekovilla-lämmöneriste Ekovilla Oy.
- RT 375.2-35500 = RTS Rakennustietosäätiö 1999. Rakennustietosäätiön ohjekortti 375.2-35500, Fuktisol - Salaojittavat lämmöneristeet M. Alander Oy.
- Siikanen, Unto 1996. Rakennusfysiikka – Perusteet ja sovellukset. Rakennustieto Oy, Helsinki.
- Talonrakennuksen routasuojausohjeet 2007. Rakennustieto Oy, Helsinki
- Talotohtori 2009. Rakennuksen ulkovaipan energiatekniset korjaukset . Osoitteessa <http://www.talotori.net/okorjausenergia.php> 18.9.2009
- TKK = Teknillinen korkeakoulu.
- TKK 2009. RAK 11.107 Sillat ja perustukset. Perustukset (luento-osuus). Osoitteessa <http://www.tkk.fi/Yksikot/Silta/opinnot/rak-11/2107/luennot/06.pdf> 26.1.2009.
- Tielaitos 1999a = Tielaitos - Tiehallinto, siltayksikkö 1999. Pohjarakennusohjeet sillansuunnittelussa. Tielaitos, Helsinki.
- 1999b = Tielaitos - Tiehallinto, siltayksikkö 1999. Teräsputkipaalut. Tielaitos, Helsinki.
- Virtuaalikoulu 2009. Otavan opisto / Internetix. Osoitteessa <http://194.111.144.156/rakennusalanperustutkinto/perus/maaom.htm> 17.9.2009

**LIITTEET**

Rakennuslupakuvat LIITE 1

Rakennepiirustukset LIITE 2

Rakennusfysiikan tutkinta, DOFLÄMPÖ –sovelluksen tulosteet LIITE 3

ATK-laskentatuloste, ylityspalkki aula-eteinen, LIITE 4

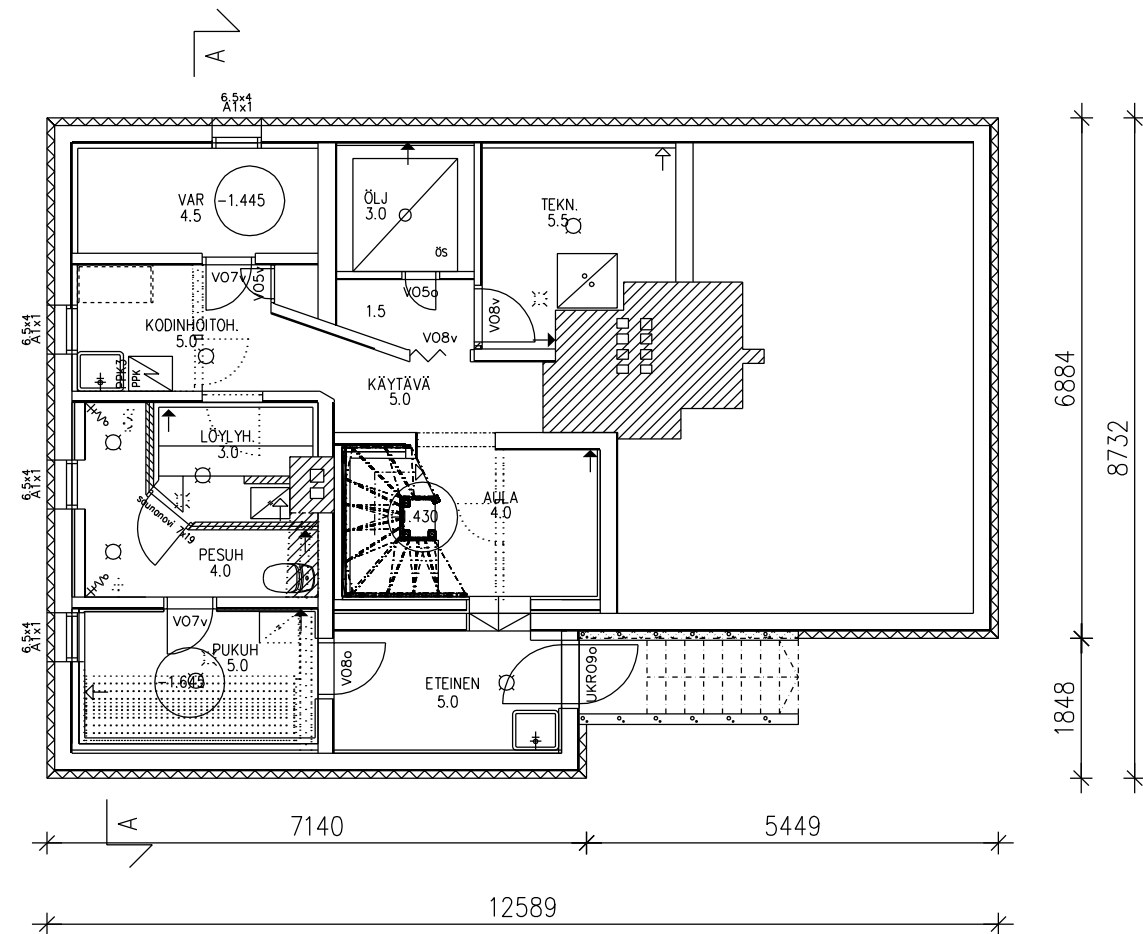
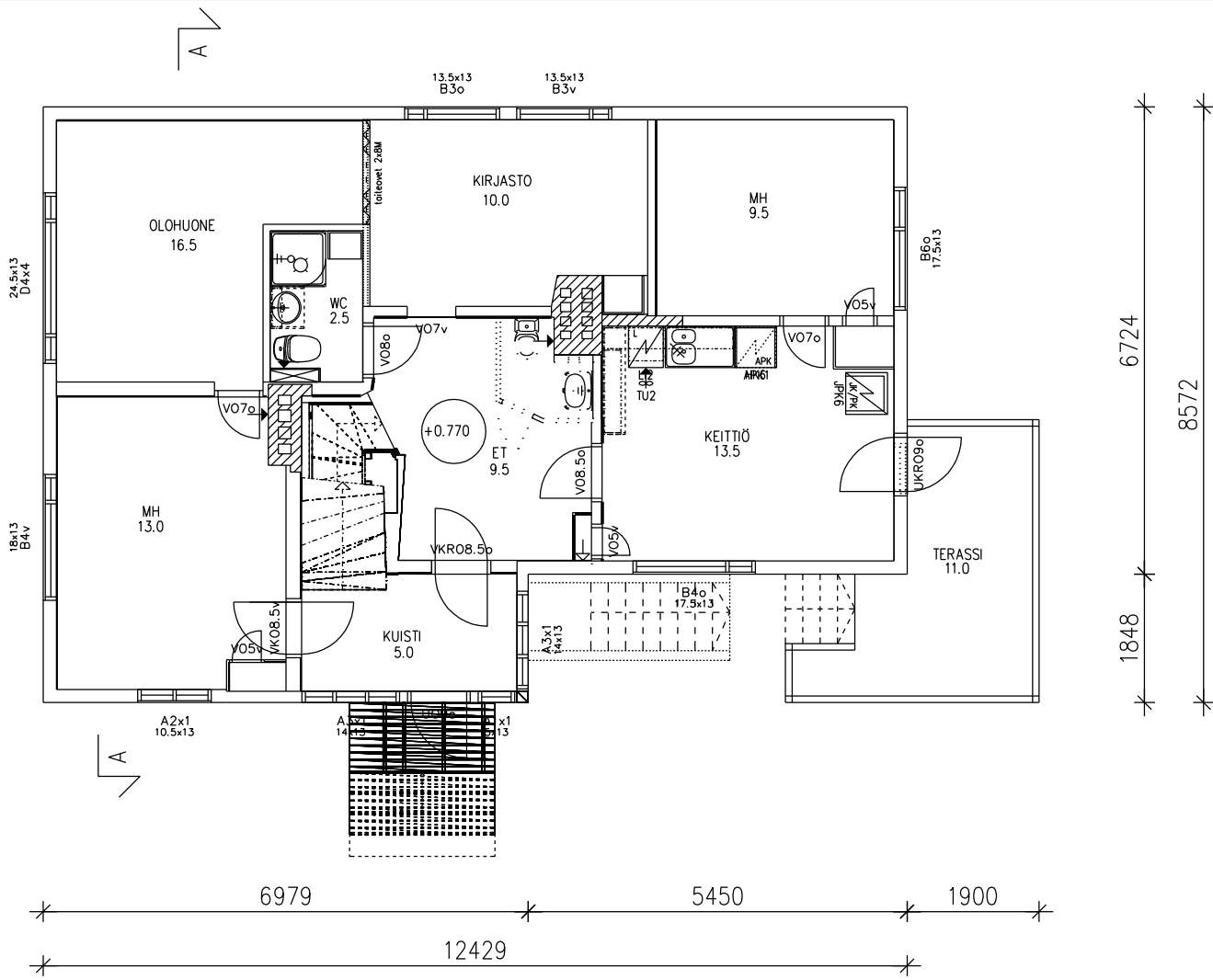
Laskentakuormat, kuistin katto, seinien yp., LIITE 5

ATK-laskentatuloste, ovipalkki pukuhuone-eteinen, LIITE 6

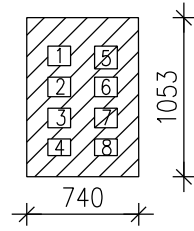
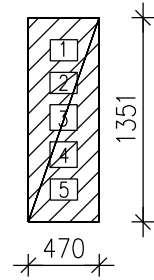
Työmaalla otetut valokuvat, valokuvaliite, LIITE 7

PIIRUSTUSLUETTELO  
VILLE LEPISTÄ  
ASEVELIAUKEA 4, 96100 ROVANIEMI  
MUUTOSTYÖ  
24.9.2009

SUUN.ALA	PIIRUSTUS NRO	PVM	MUUTOS	SISÄLTÖ	MK
ARK	1-2	10.6.2006		POHJAPIIRUSTUS, ALAKERTA JA KELLARIKRS.	1:100
ARK	1-3	19.6.2006		POHJAPIIRUSTUS, YLÄKERTA / HORMILEIKKAUS	1:100/1:50
ARK	1-4	10.6.2006		JULKISIVUPIIRUSTUS, ETELÄ JA ITÄ	1:100
ARK	1-5	10.6.2006		JULKISIVUPIIRUSTUS, POHJOINEN JA LÄNSI	1:100
ARK	1-6	18.6.2006		LEIKKAUS A-A	1:100



K.OSA 3.	KORTTELI/TILA 280	TONTTI/RN <sub>o</sub> 3	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSOIMENPIDE MUUTOSTYÖ			PIIRUSTUSLAJI PÄÄPIIRUSTUS	JUOKS.No
RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE Omakotitalo Aseveliaukea 4 96100 ROVANIEMI			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ POHJAPIIRUSTUS, ALAKERTA POHJAPIIRUSTUS, KELLARIKRS.	MITTAKAAVAT 1:100 1:100
SUUN.ALA ARK		TYÖ No 1	PIIR.No 2	MUUTOS
PÄIVÄYS 10.6.2006		YHT.HENK. Ville Lepistö		

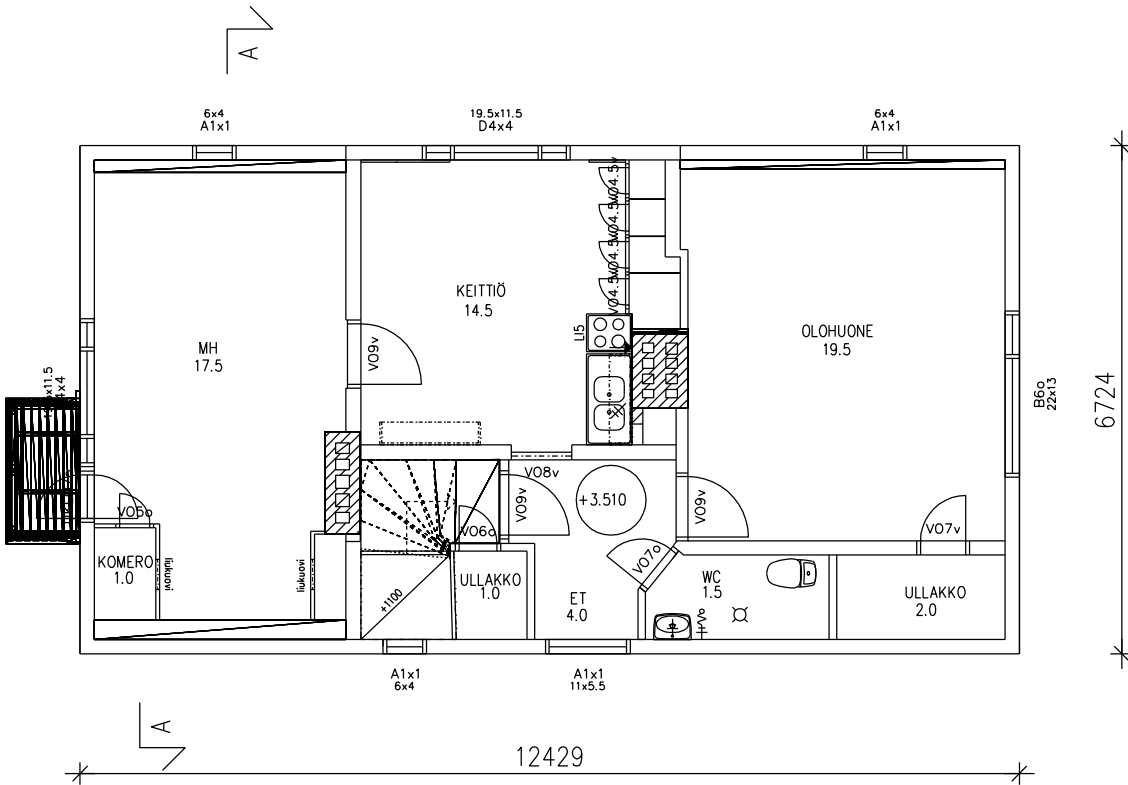


Hormiselostus, itäpään piippu

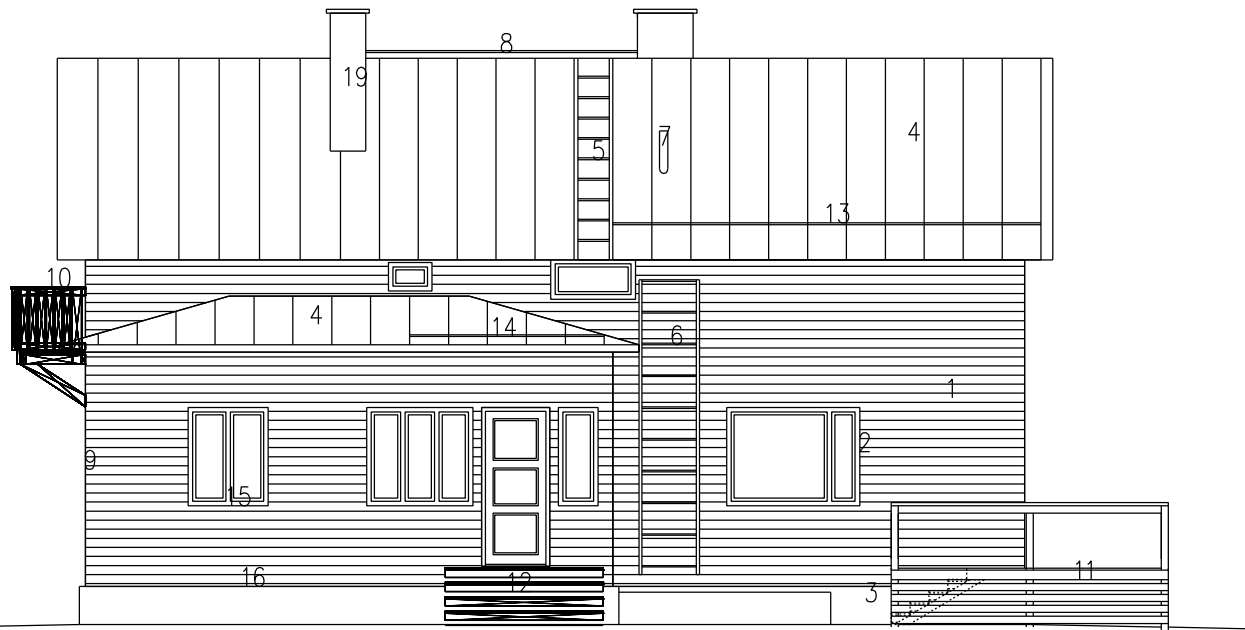
1. Ilmahormi 150x130, tekninen tila
2. Ilmahormi 150x130, yläkerta keittiö
3. Ei käytössä
4. Ilmahormi 150x110, alakerta/kellari
5. Savuhormi 150x150, lämmityskattila
6. Ei käytössä
7. Ei käytössä
8. Ilmahormi 150x110, alakerta keittiö

Hormiselostus, länsipään piippu

1. Ei käytössä
2. Ilmahormi 180x140, alakerta WC
3. Ilmahormi 180x170, alakerta MH
4. Savuhormi 180x170, sauna
5. Ilmahormi 180x140, pesuhuone



K.OSA 3.	KORTTELI/TILA 280	TONTTI/RNo 3	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE Omakotitalo Aseveliaueka 4 96100 ROVANIEMI			PIIRUSTUSLAJI PÄÄPIIRUSTUS	JUOKS.No
			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ HORMILEIKKAUS POHJAPIIRUSTUS, YLÄKERTA	MITTAKAAVAT 1:50 1:100
SUUN.ALA ARK		TYÖ No 1	PIIR.No 3	MUUTOS
PÄIVÄYS 19.6.2006		YHT.HENK. Ville Lepistö		



JULKISIVU ETELÄÄN

## JULKISIVUSELOSTUS

- |  |   |
|--|---|
| 1 Julkisivulauta UTV120 vaaka, värisävy TVT9624      | 11 Terassi, raakapuutavara/PK-rallilauta (ruskea)<br>raakapuutavaran värisävy TVT567X |
| 2 Pielilauta 100, värisävy TVT567X                   | 12 Portaat+kaiteet, raakapuu/PK-rallilauta, värisävy TVT567X                          |
| 3 Sokkeli, rouhepinnoite, värisävy Musta garbo SR5   | 13&14 Lumieste, värisävy kuten katteella  |
| 4 Konesaumattu peltikate, värisävy TVT614X           | 15 Tippapelti, värisävy TVT567X   |
| 5 Lapetikas, värisävy kuten katteella                | 16 Tippapelti, värisävy kuten katteella   |
| 6 Kattotikas, värisävy TVT567X                       | 17 Rästyslauta 100, värisävy TVT567X  |
| 7 Viemärin tuuletusputki halk. 110, värisävy TVT614X | 18 Rästään alustat, värisävy TVT567X  |
| 8 Kulkusita, värisävy kuten katteella                | 19 Piippujen pellitys, värisävy kuten katteella                                       |
| 9 Nurkkalauta 100, värisävy TVT567X                  |   |
| 10 Parveke, värisävy kuten julkisivulautoilla        |   |



JULKISIVU ITÄÄN

▽+8.135

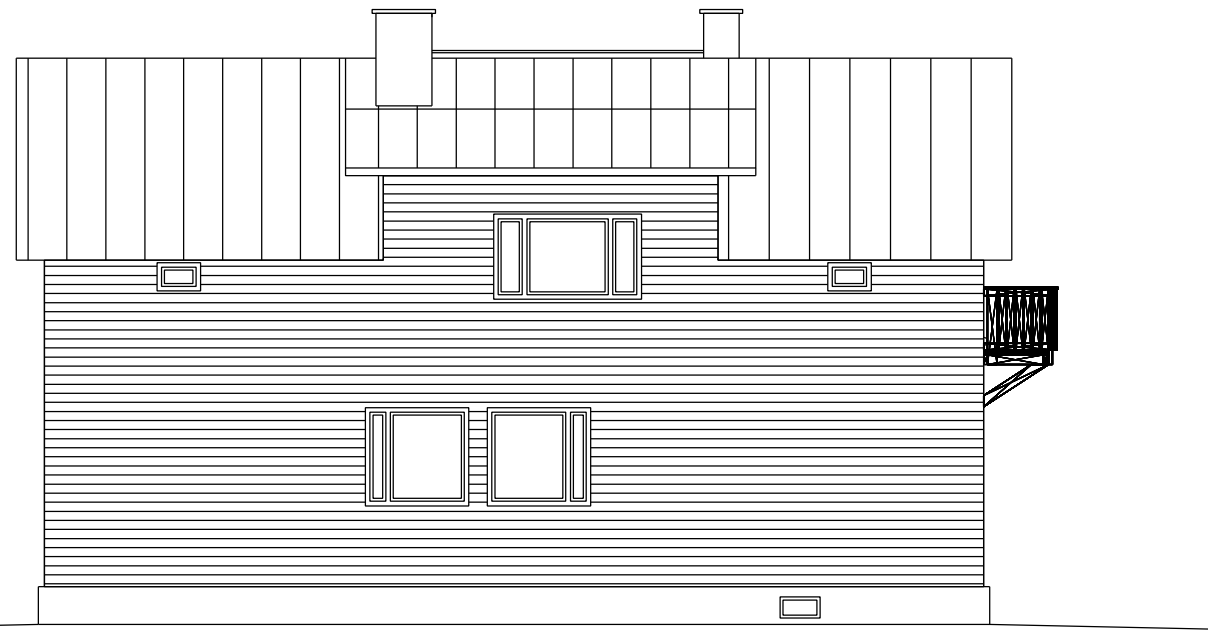
▽+7.490

▽+5.944    ▽+6.049

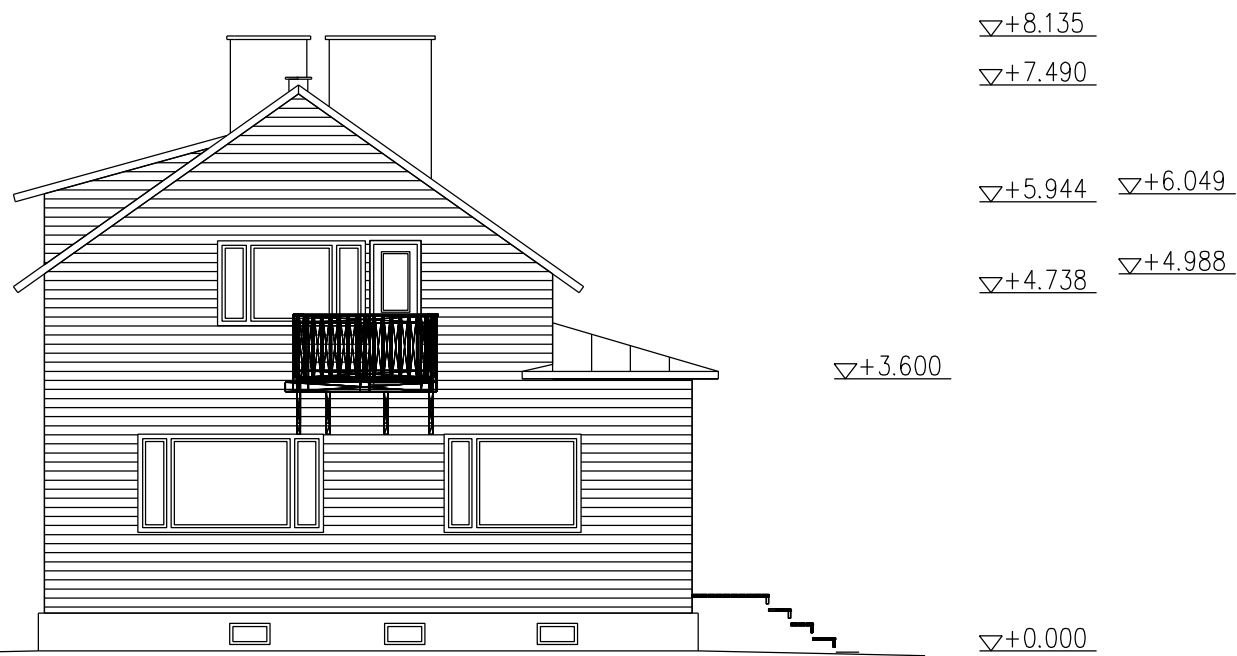
▽+4.738    ▽+4.988

▽+0.000

K.OSA 3	KORTTELI/TILA 280	TONTTI/RN <sub>o</sub> 3	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSOIMENPIDE MUUTOSTYÖ			PIIRUSTUSLAJI PÄÄPIIRUSTUS	JUOKS.No
RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE Omakotitalo Aseveliaukea 4 96100 ROVANIEMI			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ JULKISIVUPIIRUSTUS ETELÄ JA ITÄ	MITTAKAAVAT 1:100
SUUN.ALA ARK		TYÖ No 1	PIIR.No 4	MUUTOS
PÄIVÄYS 10.6.2006		YHT.HENK. Ville Lepistö		



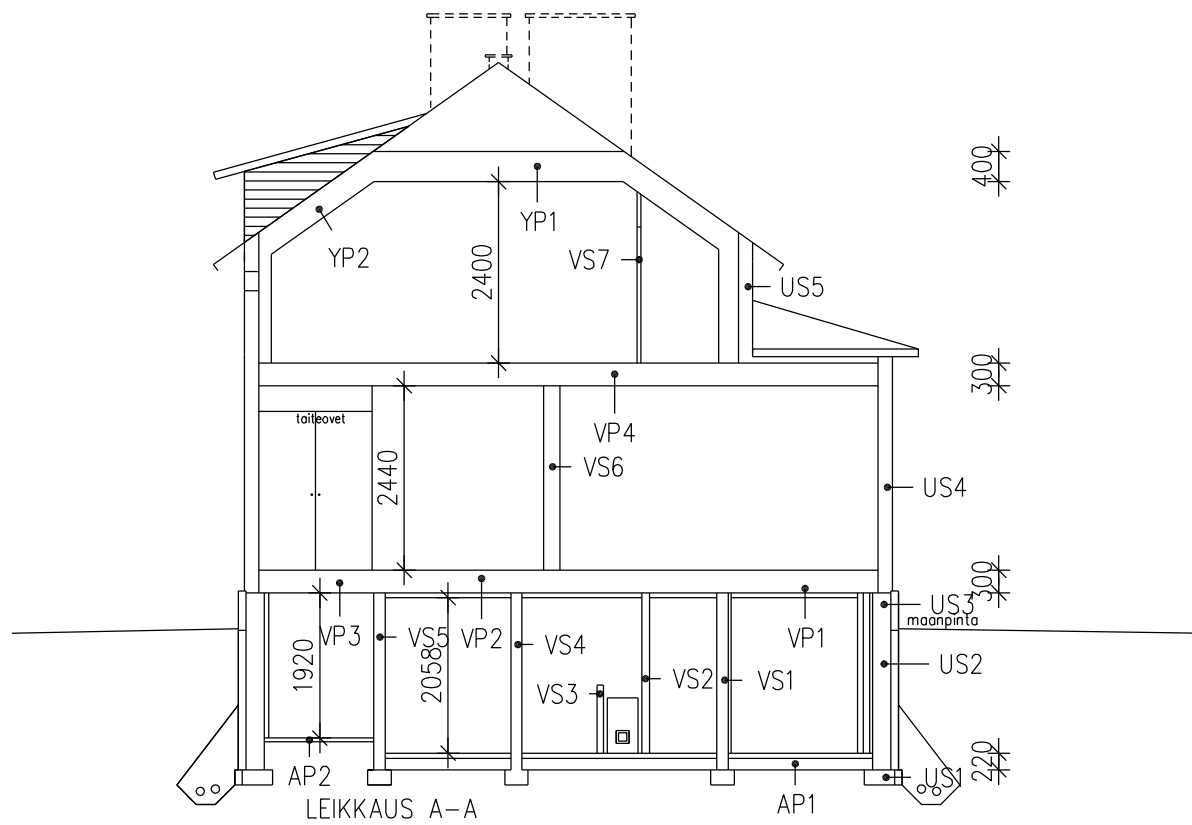
JULKISIVU POHJOISEEN



JULKISIVU LÄNTEEN

K.OSA 3	KORTTELI/TILA 280	TONTTI/RNo 3	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSOIMENPIDE MUUTOSTYÖ			PIIRUSTUSLAJI PÄÄPIIRUSTUS	JUOKS.No
RAKENNUSKOHTeen NIMI JA OSOITE Omakotitalo Aseveliaukea 4 96100 ROVANIEMI			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ JULKISIVUPIIRUSTUS POHJOINEN JA LÄNSI	MITTAKAAVAT 1:100
SUUN.ALA ARK		TYÖ No 1	PIIR.No 5	MUUTOS
PÄIVÄYS 10.6.2006		YHT.HENK. Ville Lepistö		





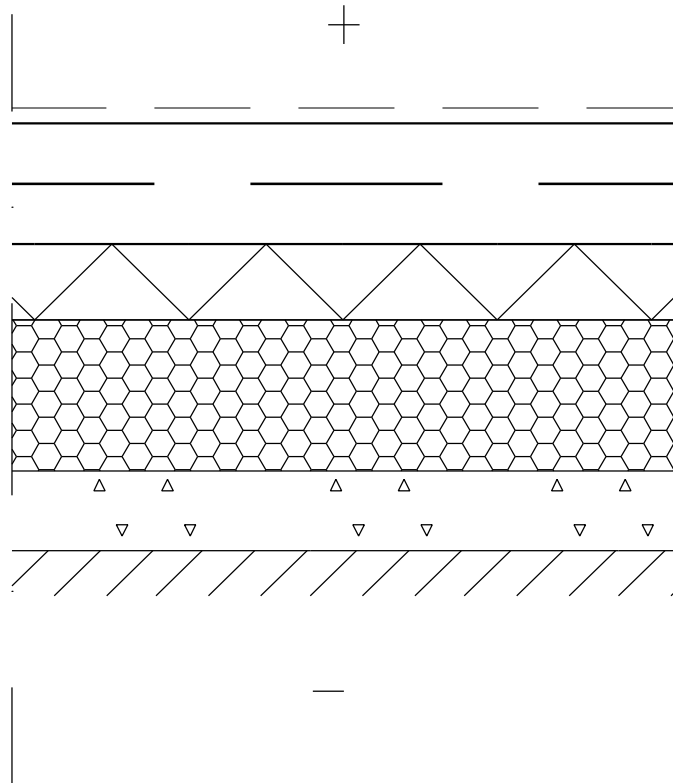
## RAKENNESELITYKSET:

AP1	keraminen laatta vedeneriste betonilaatta 70, harjateräsrudoitusverkko 6mm k150 lattilämmitysputkisto 20 lattia-EPS 150 kapillaarikatko/salaojasora 200	US4 ja US5 vanha ulkoseinärakenne
AP2	vanha betonilaattarakenne	VS1 keraminen laatta vedeneristys vanha seinärakenne lautakoolaus paneeli 12
VP1	vanha lattiarakenne, lattiakannakkeet, kutterinlastueriste+betonilaatta 300 koolaus 50 paneeliverhous 12	VS2 tiilitasoite poltettu tiili MRT85 tiilitasoite vedeneristys keraminen laatta
VP2	vanha lattiarakenne, lattiakannakkeet, kutterinlastueriste+betonilaatta 300 koolaus 50 kipsilevy 9 pintakäsittely	VS3 kiukaan palomuri h=900 MRT85 tiilitasoitus molemmin puolin päälle keraminen laatta
VP3	vanha lattiarakenne, lattiakannakkeet, kutterinlastueriste+betonilaatta 300	VS4 paneeli 15 lautakoolaus 25 uretaanieriste 30 vanha seinärakenne pintakäsittely
VP4	vanha lattiarakenne, lattiakannakkeet, kutterinlastueriste 300	VS5, VS6 ja VS7 vanha väliseinärakenne
YP1	vanha kattorakenne, kutterinlastueriste 400	US1 antura 400, anturan lävistys alaosastaan 50mm, kaato salaojiin 1:20 salaojittava lämmöneriste 100, US2 rakenneosaan yhtyvään saumaan muovikoistale suodatinkangas salaojasora 2...10 salaojaputki 110 (tuplaputki) sodevesijärjestelmän putki 110 perusmaa
YP2	vanha kattorakenne	US2 paneeli 12 lautakoolaus 25 uretaanikipsilevy 40 vanha sisäseinäpinnointi vanha perusmuuri salaojittava lämmöneriste 100 suodatinkangas perusmaa
		US3 paneeli 12 lautakoolaus 25 uretaanikipsilevy 40 vanha sisäseinäpinnointi vanha perusmuuri eristerappaus+kova lämmöneriste 100 rouhepinnointi

K.OSA 3	KORTTELI/TILA 280	TONTTI/RN <sub>o</sub> 3	RAKENNUSLUVAN TUNNUS
RAKENNUSOIMENPIDE MUUTOSTYÖ			PIIRUSTUSLAJI PÄÄPIIRUSTUS JUOKS.No
RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE Omakotitalo Aseveliaukea 4 96100 ROVANIEMI			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ LEIKKAUSPIIRUSTUS LEIKKAUS A-A MITTAKAAVAT 1:100
SUUN.ALA ARK	TYÖ No 1	PIIR.No 6	MUUTOS
PÄIVÄYS 18.6.2006	YHT.HENK. Ville Lepistö		

PIIRUSTUSLUETTELO  
 VILLE LEPISTÄ  
 ASEVELIAUKEA 4, 96100 ROVANIEMI  
 MUUTOSTYÖ  
 24.9.2009

SUUN.ALA	PIIRUSTUS NRO	PVM	MUUTOS	SISÄLTÖ	MK
RAK	1/001	24.9.2009		RAKENNETYYYPIT	1:5
RAK	1/002	24.9.2009		PERUSTUSPIIRUSTUS	1:20
RAK	1/003	24.9.2009		LEIKKAUS 1-1	1:20
RAK	1/004	24.9.2009		LEIKKAUS 2-2	1:20
RAK	1/005	24.9.2009		LEIKKAUS 3-3	1:20
RAK	1/006	24.9.2009		LEIKKAUS 4-4	1:20
RAK	1/007	24.9.2009		PILASTERILEIKKAUS	1:20
RAK	1/100	24.9.2009		KELLARIN KATTO, VALIPOHJA 1 (VPI)	1:20
RAK	1/D1	24.9.2009		DETALJI 1	1:10
RAK	1/D2	24.9.2009		DETALJI 2	1:10
RAK	1/D3	24.9.2009		DETALJI 3	1:10
				DETALJI 4	1:10
RAK	1/D4	24.9.2009		DETALJI 5	1:10
RAK	1/D5	24.9.2009		DETALJI 6	1:10
RAK	1/RT1	24.9.2009		PALKKIELEMENTTI, AUKKOPALKKI 1,	1:10
				KOKOONPANO JA HITSAUS	
RAK	1/RT2	24.9.2009		OVIPALKKI 1, KOKOONPANO JA HITSAUS	1:10
ELEM	1/E1	24.9.2009		PALKKIELEMENTTI AUKKOPALKKI 1	1:10



AP1

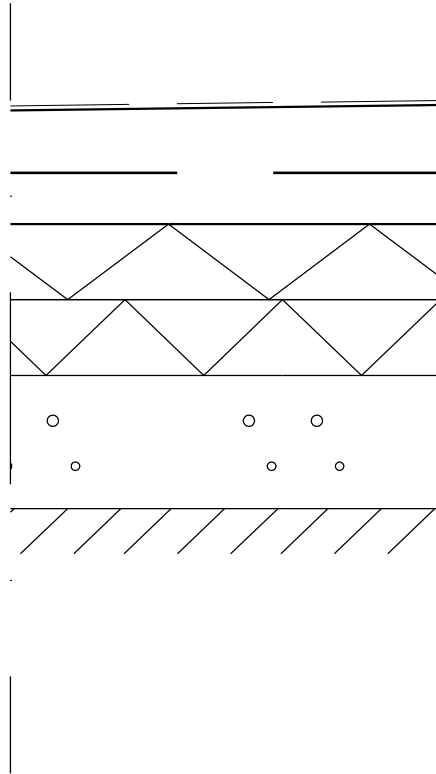
RAKENNE SISÄLTÄ ULOSPÄIN

PINTAMATERIAALI, KLINKKERILAATTA 10mm  
 MAANVARAINEN TERÄSBETONILAATTA 80 mm. TER. K6-150 KESKEISESTI, LIMITYS >300 mm  
 LATTIALÄMMITYSPUTKISTO VALUSSA, SIDOTAAN VERKON YP.  
 SUODATINKANGAS KL.2  
 LATTIA EPS-ERISTE,  $\lambda_d=0.040$  W/m<sup>2</sup> K, 50 mm  
 SALAOJITTAVA LÄMMÖNERISTE,  $\lambda_d=0.042$  W/m<sup>2</sup> K, 100 mm  
 SALAOJASEPELITASAUS >50 mm  
 SUODATINKANGAS KL.2  
 PERUSMAA

LAATTA VAHVISTETAAN REUNOILTAAN KEHÄTERÄKSILLÄ , ELLEI TOISIN OLE MAINITTU  
 PERUSMAAN MUOTOILU SALAOJIIN PÄIN, KALLISTUS VÄH. 1:80

RAKENTEEN U-ARVO REUNA-ALUEELLA 0.21 W/m<sup>2</sup> K (R<sub>t</sub>=4.64 m<sup>2</sup> K/W)  
 SISÄ-ALUEELLA 0.14 W/m<sup>2</sup> K (R<sub>t</sub>=7.04 m<sup>2</sup> K/W)

TUNN.	LUKUM.	MUUTOS	NIMIM.	PVM
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä	
3	280	3	450-06-552	
Rakennustoimenpide	Rakennuskohde		Piirustuslaaji	Juoks.no
MUUTOSTYÖ	OKT Tiuraniemi/Lepistö Aseveliaukea 4 96100 ROVANIEMI		RAKENNEPIIRUSTUS	
			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
			RAKENNETYYPI AP1	1:5
			Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero Muutos	
			RAK	1/001
Päiväys, suunnittelija, nimen selvennys ja koulutus			Yhteyshenkilö	Tiedosto
24.9.2009 Ville Lepistö				aseveliaukea4.drw



AP2

RAKENNE YLHÄÄLTÄ ALASPÄIN

PINTAMATERIAALI, AKRYYLIMASSA (ESIM. SOLMASTER AC 50 AKRYYLIMASSA), SEINILLENOSTO 100 mm  
 MAANVARAINEN TERÄSBETONILAATTA ~80 mm. TER. K6-150 KESKEISESTI, LIMITYS >300 mm  
 SULALAPITOKAAPELI VALUSSA, SIDOTAAN VERKON YP. KAADOT KAIVOON PÄIN 1:50  
 LATTIA EPS-ERISTE 2x50mm,  $\lambda_d=0.040$  W/m<sup>2</sup> K, 100 mm  
 TASAUSHIEKKA >50 mm  
 SUODATINKANGAS KL.2  
 PERUSMAA

PERUSMAAN MUOTOILU SALAOJIIN PÄIN, KALLISTUS VÄH. 1:80

HUOM!!! AKRYYLIMASSAPINNOITUKSEN AIKANA HUOLEHDITTAVA RIITTÄVÄSTÄ ILMANVAIHDOSTA TYÖN AJAN.

TUNN.	LUKUM.	MUUTOS	NIMIM.	PVM
-------	--------	--------	--------	-----

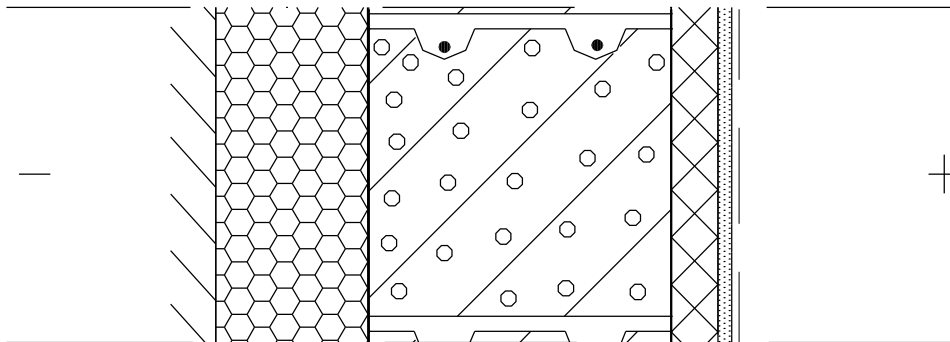
Kaupunginosa 3	Kortteli/tila 280	Tontti/nro 3	Viranomaisten merkintöjä 450-06-552
Rakennustoimenpide MUUTOSTYÖ	Piiirustuslaji RAKENNEPIIRUSTUS		Juoks.no
Rakennuskohde OKT Tiuraniemi/Lepistö Aseveliaukea 4 96100 ROVANIEMI	Piiirustuksen sisältö RAKENNETYYYPIT AP2		Mittakaavat 1:5
			Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero Muutos RAK 1/001
Päiväys, suunnittelija, nimen selvennys ja koulutus 24.9.2009 Ville Lepistö		Yhteyshenkilö	Tiedosto aseveliaukea4.drw

PM1 YLÄOSA

RAKENNE SISÄLTÄ ULOSPÄIN

PINTAMATERIAALI (MAALAUUS, LAATOITUS TAI PANELI) LEVYN PINTAAN  
 SPU-ANSELMI,  $\lambda_{\text{kipsil.}}=0.23 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  (9 mm),  $\lambda_{\text{deriste}}=0.033 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  (31 mm), 40 mm  
 POLYURETAANIERISTE-LEVY  $\lambda_{\text{d}}=0.033 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ , 20 mm  
 TIILITASOITE  
 BETONI (VANHA RAKENNE) 160 mm  
 RAPPAUSALUSVILLA  $\lambda_{\text{d}}=0.040 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ , LAASTIKIINNITYS + MEK. KIINNIKKEET 2kpl/m<sup>2</sup>, 50 mm  
 RAPPAUS >10 mm, RAPPAUKSESSA LASIKUITUVERKKO, VERKKO KIIN. MEKAANISESTI (VILLAKIINNIKKEET)  
 PINTAMATERIAALI, KIVIROUHEPINNOITE

RAKENTEEN U-ARVO  $0.32 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  ( $R_t=3.11 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ )



PM1 ALAOSA

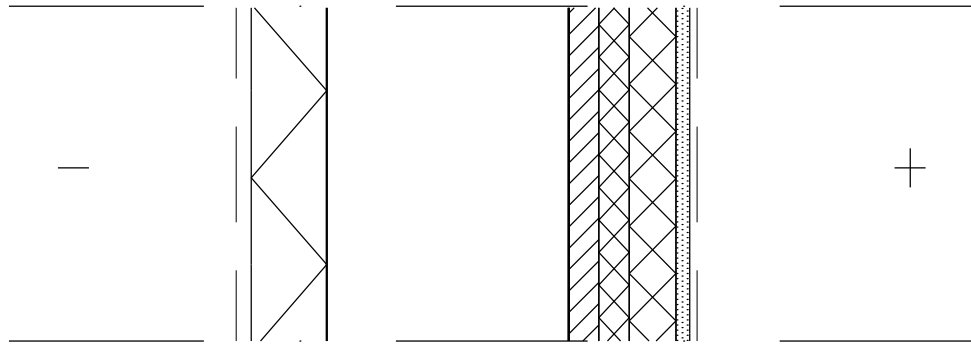
RAKENNE SISÄLTÄ ULOSPÄIN

PINTAMATERIAALI (MAALAUUS, LAATOITUS TAI PANELI) LEVYN PINTAAN  
 SPU-ANSELMI,  $\lambda_{\text{kipsil.}}=0.23 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  (9 mm),  $\lambda_{\text{deriste}}=0.033 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  (31 mm), 40 mm  
 KEVYTSORAHARKKO, TÄYDET SAUMAT,  $\lambda_{\text{d}}=0.25 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ , 200 mm  
 OIKAISURAPPAUS  
 SALAOJITTAVA LÄMMÖNERISTE,  $\lambda_{\text{d}}=0.042 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ , 100 mm  
 SUODATINKANGAS KL. 2  
 PERUSMAA

RAKENTEEN U-ARVO REUNA-ALUEELLA  $0.21 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  ( $R_t=4.73 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ )  
 SISÄ-ALUEELLA  $0.17 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  ( $R_t=5.92 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ )

PERUSMUURIRAKENTEEN KESKIMÄÄRÄINEN LASKENNALLINEN U-ARVO  $0.23 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

TUNN. LUKUM. MUUTOS			NIMIM. PVM	
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä	
3	280	3	450-06-552	
Rakennustoimenpide MUUTOSTYÖ			Piirustuslaaji	Juoks.no
Rakennuskohde			RAKENNEPIIRUSTUS	
OKT Tiuraniemi/Lepistö Aseveliaukea 4 96100 ROVANIEMI			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
			RAKENNETYYPIIT	1:5
			PM1 YLAOSA	
			PM1 ALAOSA	
			Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero Muutos	
			RAK	1/001
Päiväys, suunnittelija, nimen selvennys ja koulutus			Yhteyshenkilö	Tiedosto
24.9.2009 Ville Lepistö				aseveliaukea4.drw

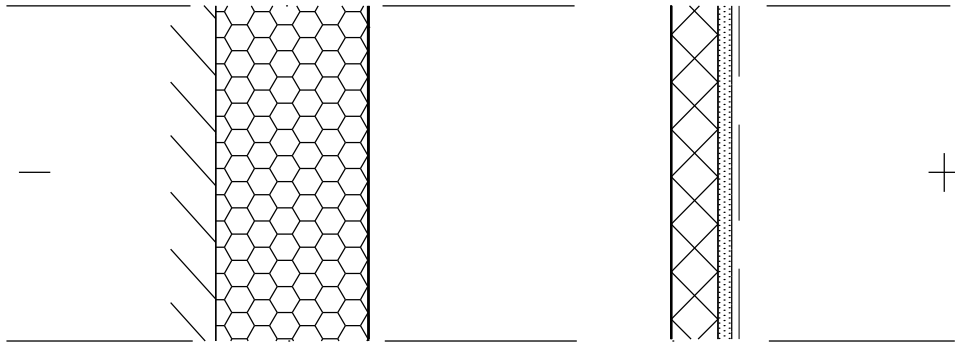


PM2 YLÄOSA

RAKENNE SISÄLTÄ ULOSPÄIN

PINTAMATERIAALI (MAALAUUS, LAATOITUS TAI PANELI) LEVYN PINTAAN  
 SPU-ANSELMI,  $\lambda_{\text{kipsil.}}=0.23 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  (9 mm),  $\lambda_{\text{deriste}}=0.033 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  (31 mm), 40 mm  
 POLYURETAANIERISTE-LEVY  $\lambda_{\text{d}}=0.033 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ , 20 mm  
 TIILITASOITE  
 BETONI (VANHA RAKENNE) 160 mm  
 RAPPAUSALUSVILLA  $\lambda_{\text{d}}=0.040 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ , LAASTIKIINNITYS + MEK. KIINNIKKEET 2kpl/m<sup>2</sup>, 50 mm  
 RAPPAUS >10 mm, RAPPAUKSESSA LASIKUITUVERKKO, VERKKO KIIN. MEKAANISESTI (VILLAKIINNIKKEET)  
 PINTAMATERIAALI, KIVIROUHEPINNOITE

RAKENTEEN U-ARVO  $0.32 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  ( $R_t=3.11 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ )



PM2 ALAOSA

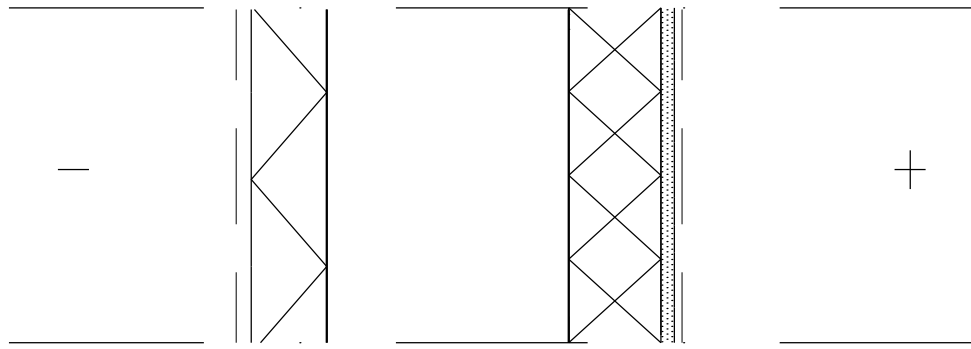
RAKENNE SISÄLTÄ ULOSPÄIN

PINTAMATERIAALI (MAALAUUS, LAATOITUS TAI PANELI) LEVYN PINTAAN  
 SPU-ANSELMI,  $\lambda_{\text{kipsil.}}=0.23 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  (9 mm),  $\lambda_{\text{deriste}}=0.033 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  (31 mm), 40 mm  
 BETONI (VANHA RAKENNE), 200 mm  
 OIKAISURAPPAUS  
 SALAOJITTAVA LÄMMÖNERISTE,  $\lambda_{\text{d}}=0.042 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ , 100 mm  
 SUODATINKANGAS KL. 2  
 PERUSMAA

RAKENTEEN U-ARVO REUNA-ALUEELLA  $0.25 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  ( $R_t=4.02 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ )  
 SISÄ-ALUEELLA  $0.19 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  ( $R_t=5.22 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ )

PERUSMUURIRAKENTEEN KESKIMÄÄRÄINEN LASKENNALLINEN U-ARVO  $0.27 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

TUNN. LUKUM. MUUTOS			NIMIM. PVM	
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä	
3	280	3	450-06-552	
Rakennustoimenpide	MUUTOSTYÖ		Piirustuslaaji	Juoks.no
Rakennuskohde	OKT Tiuraniemi/Lepistö Aseveliaukea 4 96100 ROVANIEMI		RAKENNEPIIRUSTUS	
			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
			RAKENNETTYYPIT	1:5
			PM2 YLÄOSA	
			PM2 ALAOSA	
			Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero Muutos	
			RAK	1/001
Päiväys, suunnittelija, nimen selvitys ja koulutus			Yhteyshenkilö	Tiedosto
24.9.2009 Ville Lepistö				aseveliaukea4.drw

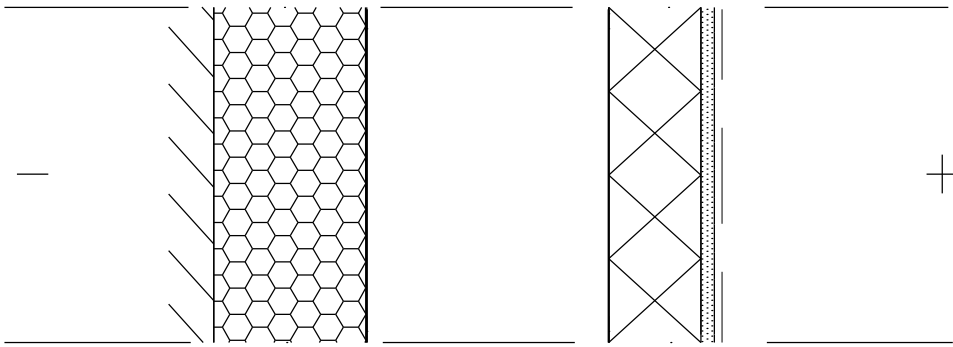


PM3 YLÄOSA

RAKENNE SISÄLTÄ ULOSPÄIN

PINTAMATERIAALI (MAALAUUS, LAATOITUS TAI PANELI) LEVYN PINTAAN  
 SPU-ANSELMI,  $\lambda_{\text{kipsil.}}=0.23 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  (9 mm),  $\lambda_{\text{deriste}}=0.033 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  (61 mm), 70 mm  
 TERÄSBETONIPERUSMUURI 160 mm  
 RAPPAUSALUSVILLA  $\lambda_{\text{d}}=0.040 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ , LAASTIKIINNITYS + MEK. KIINNIKKEET 2kpl/m<sup>2</sup>, 50 mm  
 RAPPAUS >10 mm, RAPPAUKSESSA LASIKUITUVERKKO, VERKKO KIIN. MEKAANISESTI (VILLAKIINNIKKEET)  
 PINTAMATERIAALI, KIVIROUHEPINNOITE

RAKENTEEN U-ARVO 0.31 W/m<sup>2</sup> K (Rt=3,23 m<sup>2</sup> K/W)



PM3 ALAOSA

RAKENNE SISÄLTÄ ULOSPÄIN

PINTAMATERIAALI (MAALAUUS, LAATOITUS TAI PANELI) LEVYN PINTAAN  
 SPU-ANSELMI,  $\lambda_{\text{kipsil.}}=0.23 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  (9 mm),  $\lambda_{\text{deriste}}=0.033 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  (61 mm), 70 mm  
 TERÄSBETONIPERUSMUURI, 160 mm  
 OIKAISURAPPAUS  
 SALAOJITTAVA LÄMMÖNERISTE,  $\lambda_{\text{d}}=0.042 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ , 100 mm  
 SUODATINKANGAS KL. 2  
 PERUSMAA

RAKENTEEN U-ARVO REUNA-ALUEELLA 0.20 W/m<sup>2</sup> K (Rt=4,90 m<sup>2</sup> K/W)  
 SISÄ-ALUEELLA 0.16 W/m<sup>2</sup> K (Rt=6,11 m<sup>2</sup> K/W)

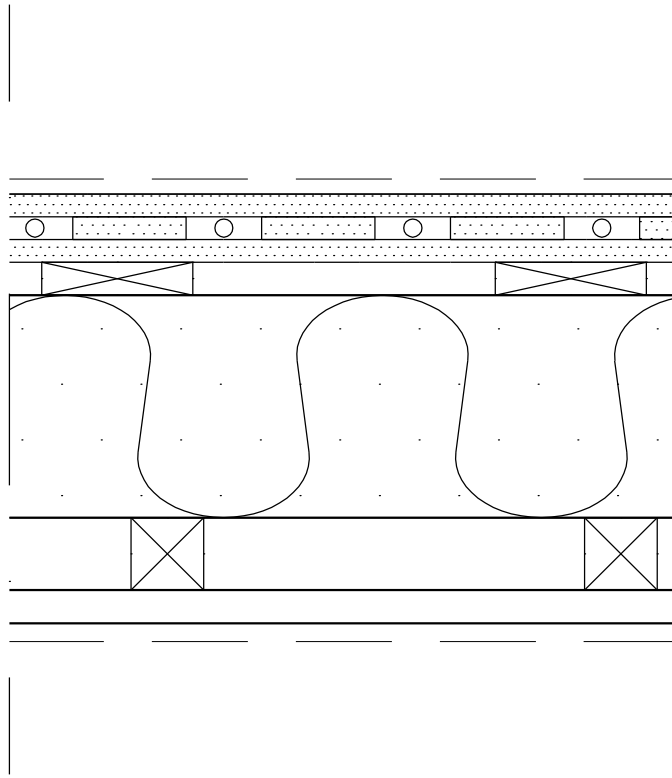
PERUSMUURIRAKENTEEN KESKIMÄÄRÄINEN LASKENNALLINEN U-ARVO 0.22 W/m<sup>2</sup> K

--	--	--	--	--

TUNN. LUKUM. MUUTOS

NIMIM. PVM

Kaupunginosa 3	Kortteli/tila 280	Tontti/nro 3	Viranomaisten merkintöjä 450-06-552
Rakennustoimenpide MUUTOSTYÖ	Piiirustustaja RAKENNEPIIRUSTUS		Juoks.no
Rakennuskohde OKT Tiuraniemi/Lepistö Aseveliaukea 4 96100 ROVANIEMI	Piiirustuksen sisältö RAKENNETYYPIIT PM3 YLAOSA PM3 ALAOSA		Mittakaavat 1:5
			Suunnitteluala, työnnumero ja piiirustuksen numero Muutos RAK 1/001
Päiväys, suunnittelija, nimen selvennys ja koulutus 24.9.2009 Ville Lepistö		Yhteysenkilö	Tiedosto aseveliaukea4.drw



VP1

RAKENNE YLHÄÄLTÄ ALASPÄIN

PINTAMATERIAALI, KLINKKERILAATTA 10mm

LATTIAKIPSILEVY 15mm

LATTIAKIPSILEVY 15mm, LATTIALÄMMITYSPUTKISTO k125, PUTKITÄYTTÖ KIVIAINEISELLA LATTIAMASSALLA  
LATTIAKIPSILEVY 15mm

BITUMIVUORAUSPAPERI, LIMITYS MIN. 300mm, SAUMAT TEIPATAAN

HARVALAUDOITUS 22x100 k 300, EKOVILLA 40 kg/m<sup>3</sup> 22mm

VÄLIPOHJAKANNATTAJAT 48x147, EKOVILLA 40 kg/m<sup>3</sup> k305 147mm

BITUMIVUORAUSPAPERI, LIMITYS MIN. 300mm, SAUMAT TEIPATAAN

KOOLAUS 48x48 k300 48mm

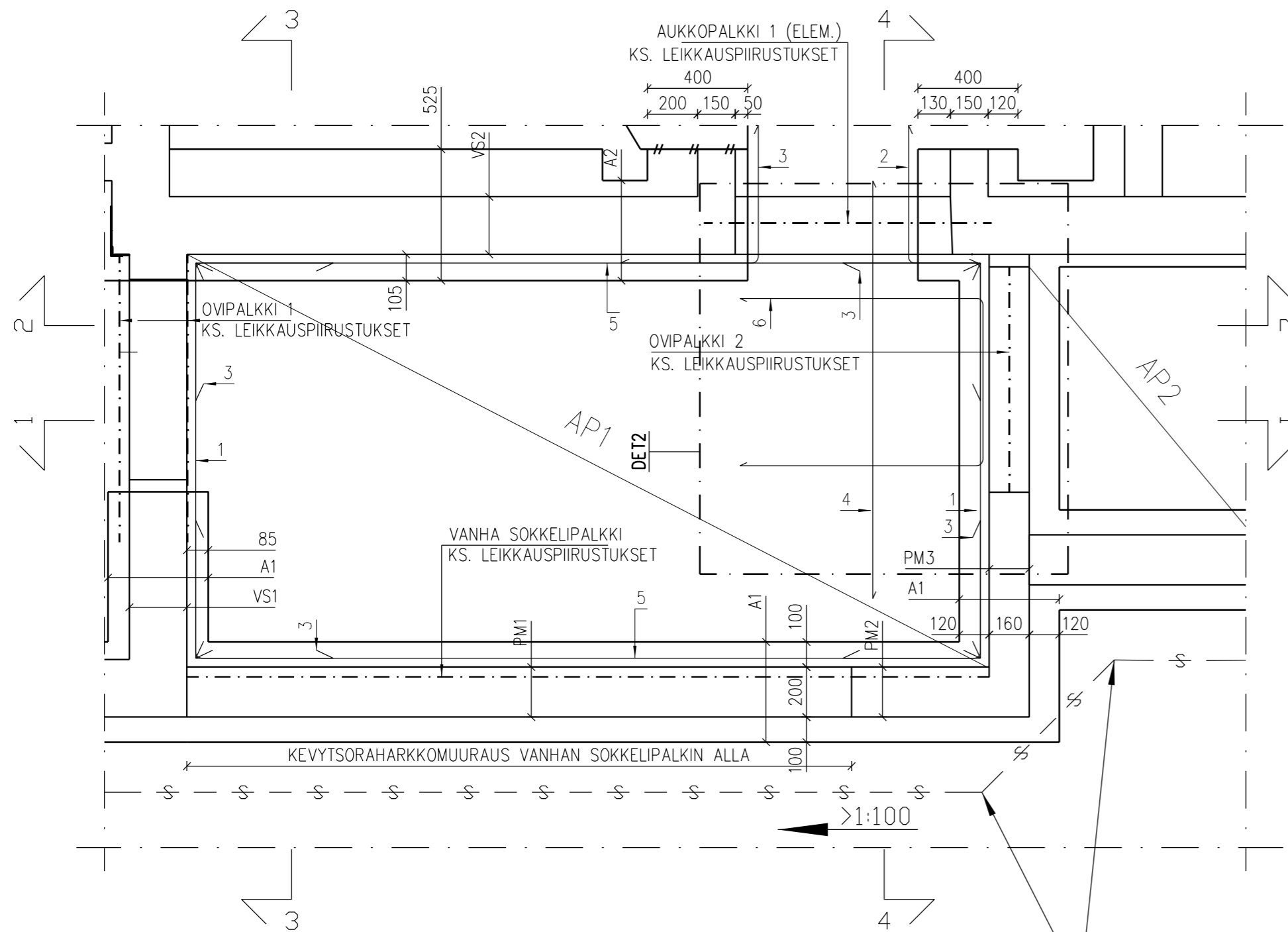
KOOLAUS 22x100 K300 22mm

PINTAMATERIAALI, PANEELI TAI KIPSILEVY 13mm

TUNN.	LUKUM.	MUUTOS	NIMIM. PVM

Kaupunginosa 3	Kortteli/tila 280	Tontti/nro 3	Viranomaisten merkintöjä 450-06-552
Rakennustoimenpide MUUTOSTYÖ	Piiirustustaja RAKENNEPIIRUSTUS		Juoks.no
Rakennuskohde OKT Tiuraniemi/Lepistö Aseveliaukea 4 96100 ROVANIEMI	Piiirustuksen sisältö RAKENNETYYPIIT VP1		Mittakaavat 1:5
			Suunnitteluala, työnnumero ja piiirustuksen numero Muutos RAK 1/001
Päiväys, suunnittelija, nimen selvennys ja koulutus 24.9.2009 Ville Lepistö		Yhteyshenkilö	Tiedosto aseveliaukea4.drw





BETONI:	K15-3 K35-2	ANTURATÄYTÖT, ANTURAT YLEENSÄ (ELLEI TOISIN MERKITYY) KIVIAINEKSEN MAKSIMIRAEEKOKO 12MM MAANVARAISET LAATAT KIVIAINEKSEN MAKSIMIRAEEKOKO 12MM
TERÄS:	T=A500HW S=S235JRG2 K=B500K	HITSATTAVA PYÖRÖTERÄS VERKOT
RAKENNETERÄS: (SFS-EN 10025)	S235J2G4 S235J2G3	KUUMAV. PROFILIT LEVYT JA HITSATUT PROFILIT
HITSAUSLUOKKA	C	SFS-EN 25817
SUUNNITTELUKÄYTTÖIKÄ: YMPÄRISTÖASITUS (BY 50)	50 v XC1 XC2 XC2, XF1 XC4, XF3	PERUSTUKSET, PERUSMUURIT MAANVARAISET LAATAT PERUSTUKSET PERUSMUURI AP3
BETONIPEITE:	30 mm 40 mm 50 mm	MAANVARAISET LAATAT, SALLITTU MITTAPOIKKEAMA 10 mm PERUSTUKSET, AP3, SALLITTU MITTAPOIKKEAMA 10 mm MAATAVASTEN VALETTAVAT RAKENNEOSAT, SALLITTU MITTAPOIKKEAMA 10 mm
MAANVARAINEN LAATTA:	HL=80 mm VALMISPINTA	AP=-0.080, ELLEI TOISIN MERKITYY +0.010, ELLEI TOISIN MERKITYY
BETONILATTIAT: BETONIPINNAT: TOLERANSSIT:	BY 45 BY 40 2003 BY 39	VAATIMUKSET KS. RAKENNETYYPIT LUOKKA B NORMAALILUOKKA, PAIKALLAVALU ELLEI TOISIN MAINITA
ANTURAT:	YLÄPINTA KORKEUS	YP -0.080, ELLEI TOISIN MAINITA H=190 mm, ELLEI TOISIN MAINITA
PERUSMUURI:	2100 mm YLÄPINTA	ELLEI TOISIN MERKITYY, KS. RAKENNETYYPPI YP +2.020, ELLEI TOISIN MERKITYY
PERUSMAA: GEOTEKNINEN KANTAVUUS:		MOREENI LASKENTA-ARVION PERUSTEELLA 205 kPa

PERUSTUKSET TEHDÄN KOKONAISUUDESSAAN "TALONRAKENNUKSEN MAATÖIDEN TYÖSELITYS" RIL 132, TIIVEYSLUOKKAVAATIMUS 1:N OHJEIDEN MUKAAN TIIVISTETYN MURSKETÄYTÖN (0...65, H>400) VARAAN. PAIKOISSA, JOSSA TIIVISTÄMINEN ON MAHDOTONTA, TIIVISTÄMINEN TEHDÄN ESIJÄNNITÄMÄLLÄ JA/TAI JUNTTAAMALLA.

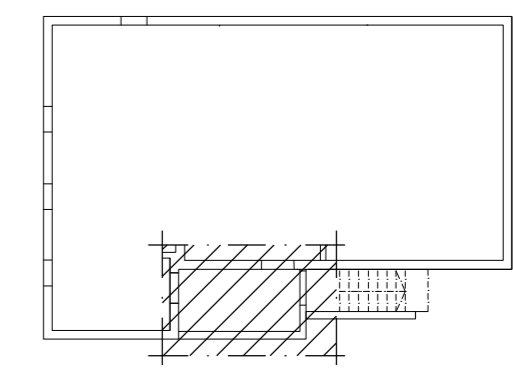
SALAOJITUKSEN YLEISOHJE: RIL 126-1987 RAKENNUSTEN JA TONTTIALUEIDEN KUIVATUS.  
SALAOJAN SIJAITITARKKUUS: SALAOJALINJAN SIJAITITOLERANSSI=500 mm  
SALAOJAN SIVUTTAISPOIKKEAMA LINJASTA ENINTÄÄN 50 mm.  
SALAOJAN PYSTYPOIKKEAMA LINJASTA ENINTÄÄN 20 mm.  
SALAOJAAN EI SAA MUODOSTUA NEGATIIVISTA KALTEVUUTTA.

SALAOJEN TARKASTUSKAIVOT (TK) TEHDASVALMISTEINEN TARKASTUSKAIVO 315/280, LIETEPESÄ H=300mm. SALAOJAVEDET JOHDETAAN PUMPPUKAIVOON (PVK), PURKUPUTKI KS. LVI-SUUNNITELMAT. SALAOJA-KAIVOJEN KANSIKOROT PIHANTASAUSSUUNNITELMIEN MUKAAN. KANSISTÖT RST EI KUORMITETUT ALUEET, AJOTEILLÄ VALURAUTA (KUORMAKESTÄVYYS 40 t), MUUALLA VALURAUTA (KUORMAKESTÄVYYS 12,5 t).

ANTUROIDEN LÄPI EI SAA VIEDÄ LVI YMS. LÄPIVIENTEJÄ ILMAN RAKENNESUUNNITTELIJAN LUPAA

PITKÄT ANTURAT

d x h	MAT.TYYPPI	YP.	TERÄKSET
A1 400x190	KEVYTSORA	-0.080	3T8, j <sub>p</sub> >400
A2 400x160	BETONI	-0.110	3T10, j <sub>p</sub> >500



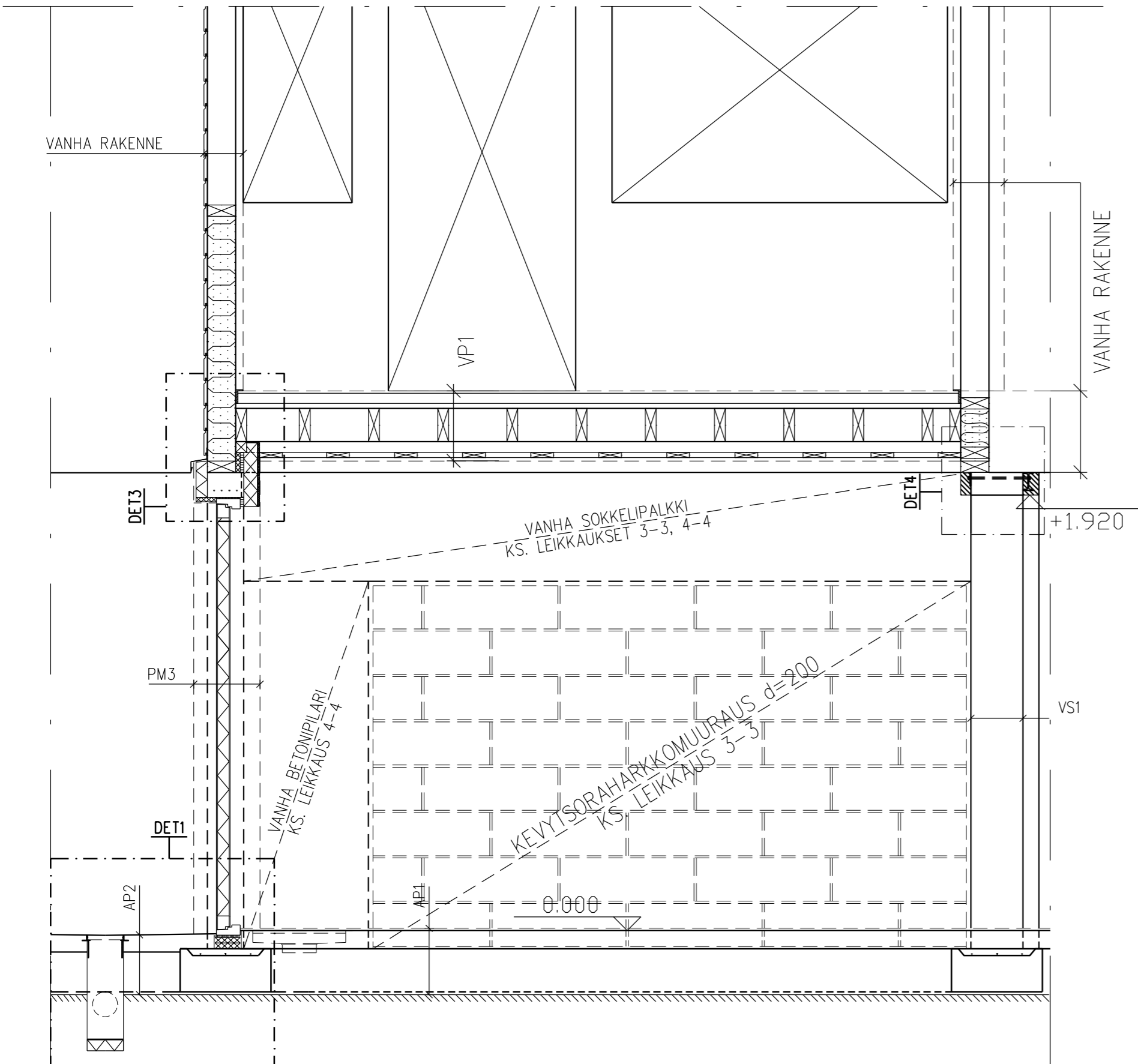
PAIKANNUSKAAVIO 1:200  
(SUUNNITTELUALUE RASTEROITUNA)

SALAOJAPUTKEN KÄÄNTÖ, TAIPUISA KULMA  
SALAOJA KULKEE PERUSTUKSEN NURKAN ALITSE,  
PUTKEN YP. -0.270

RAUDOITTEIDEN TAIVUTUSLUETTELO											TUNNUS: AP2 LT/ET.				
Kohde: OKT LEPISTÖ/TIURANIEMI ASEVELIAUKEA 4 96100 ROVANIEMI											Työ N:o : 1				
											Pvm. :				
											Suun. : VL				
Taivutusyytit															
Teräslaadut T = A500H, TW = A500HW, K = B500K, Y = A600H, E = B600KX															
TY	POS	LAA	KPL	D	L	a	b	c	d	e	u°	v°	X	Y	Taiv.- säde
A	1	T	2	10	1580	1580									
B	2	T	1	10	800	280	550								25
B	3	T	5	10	1070	550	550								25
A	4	T	2	10	3140	3140									
A	5	T	1	8	1670	1670									
Q	6	T	1	8	2560	970	670	970							25

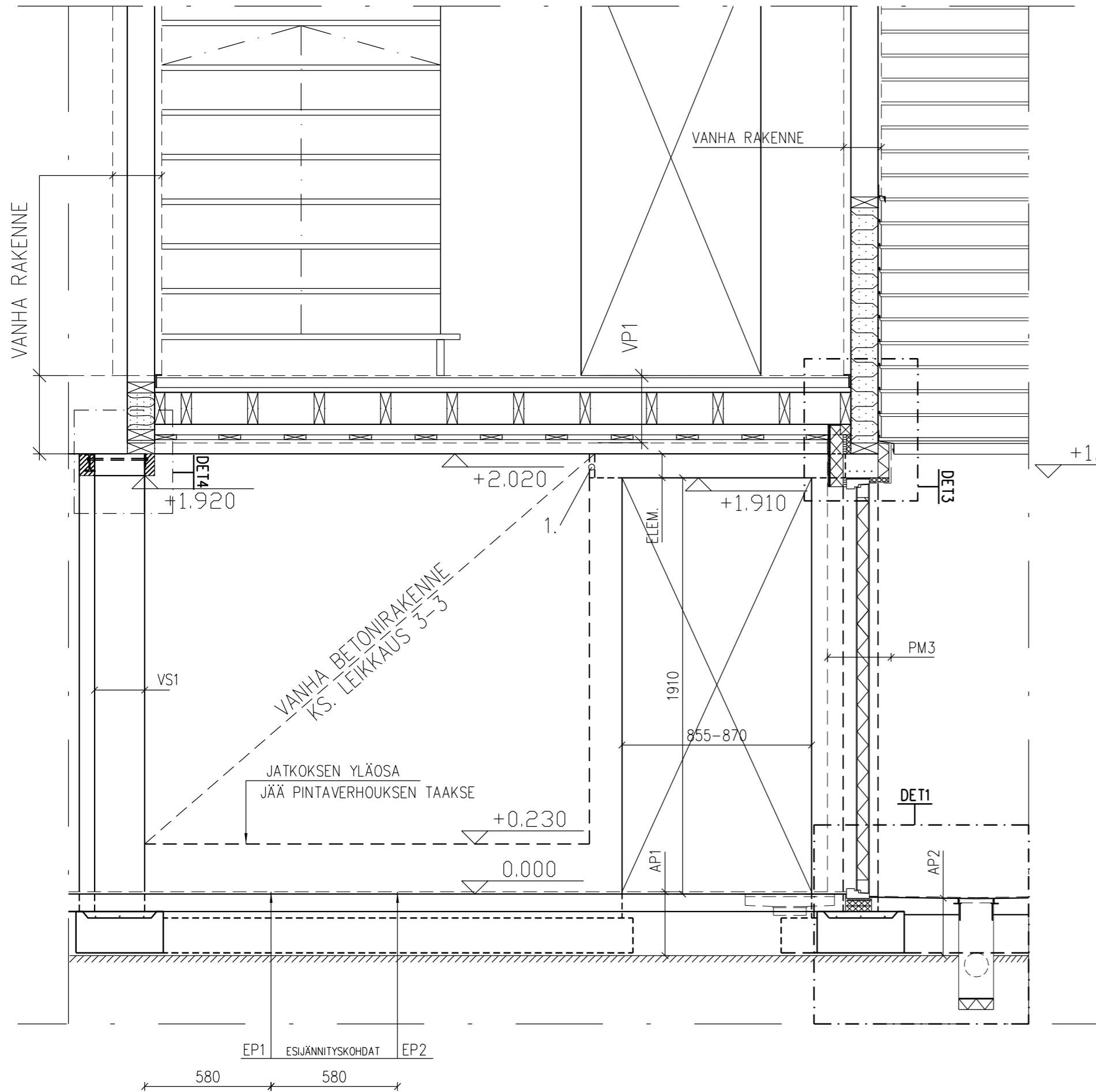
RAUDOITTEIDEN MÄÄRÄLUETTELO			
LAATU	HALKAISIJA	MÄÄRÄ (m)	PAINO (kg)
T	10	15.59	9.6
T	8	4.23	1.7

TUNN.	LUKUM.	MUUTOS	NIMIM.	PVM			
Kaupunginosa	3	Kortteli/tila	280	Tontti/nro	3	Viranomaisten merkintöjä	450-06-552
Rakennustöidenpide		Piirustuslaji	RAKENNEPIIRUSTUS	Juoks.no			
MUUTOSTYÖ		Piirustuksen sisältö	PERUSTUSPIIRUSTUS	Mittakaavat	1:20		
Rakennuskohde	OKT Tiuraniemi/Lepistö Aseveliaukea 4 96100 ROVANIEMI						
Suunnittelualue, työnnumero ja piirustuksen numero Muutos							
RAK				1/002			
Päiväys, suunnittelija, nimen selvitys ja koulutus				Yhteystiedot		Tiedosto	
24.9.2009 Ville Lepistö						aseveliaukea4.drw	



BETONI:	K15-3	PAIKALLA VALETUT RAKENTEET YLEENSÄ KIVIAINEKSEN MAKSIMIRAEKOKO 12MM
	K40-2	JUOTOSVALUT, AUKKOPALKIN PIELET KIVIAINEKSEN MAKSIMIRAEKOKO 8MM
	K40-2	JUOTOSVALUT, SAUMAUKSET, JÄLKIVALUT, AUKKOPALKKI 1 KIVIAINEKSEN MAKSIMIRAEKOKO 8MM ELEMENTTIEN VAATIMUKSET ESITETTY ELEMENTTIPIIRUSTUKSISSA.
	K40-2	OVIPALKKI 2 KIVIAINEKSEN MAKSIMIRAEKOKO 3MM
TERÄS:	T=A500HW K=B500K	HITSATTAVA VERKOT
HITSAUSLUOKKA	C	SFS-EN 25817
RAKENNETERÄS: (SFS-EN 10025)	S235J2G4 S235J2G3	KUUMAV. PROFILIT LEVYT JA HITSATUT PROFILIT
SUUNNITTELUKÄYTTÖIKÄ:	50 v	JUOTOSVALUT, SAUMAUKSET, PAIKALLA VALETTAVAT RAKENTEET
YMPÄRISTÖRASITUS (BY 50)	X0	PAIKALLA VALETUT RAKENTEET, JÄLKIVALUT, JUOTOSVALUT, SAUMAUKSET SISÄLLÄ
	XC1 XC2 XC2, XF1 XC4, XF3	MAANVARAISET LAATAT SISÄLLÄ PERUSTUKSET PERUSMUURIT AP3
BETONIPEITE:	20 mm	PAIKALLA VALETUT RAKENTEET, JÄLKIVALUT, JUOTOSVALUT, SAUMAUKSET SISÄLLÄ. SALLITTU MITTAPOIKKEAMA 10 mm
	30 mm	MAANVARAISET LAATAT SISÄLLÄ. SALLITTU MITTAPOIKKEAMA 10 mm
	40 mm	PERUSTUKSET. SALLITTU MITTAPOIKKEAMA 10 mm
	40 mm	PERUSMUURIT, AP3. SALLITTU MITTAPOIKKEAMA 10 mm
	50 mm	MAATAVASTEN VALETTAVAT RAKENNEOSAT. SALLITTU MITTAPOIKKEAMA 10 mm
TOLERANSSIT:	BY 39	NORMAALILUOKKA, PAIKALLAVALU ELLEI TOISIN MAINITA
PERUSMUURI:	2100 mm YLÄPINTA HARKKOMUURAUS	ELLEI TOISIN MERKITYY, KS. RAKENNETYYPPI YP +2.020, ELLEI TOISIN MERKITYY h=1600 mm, JUOTOSVALETAAN YMPÄRÖIVIN RAKENTEISIIN

TUNN. LUKUM. MUUTOS			NIMM. PVM	
Kaupunginosa	Kartteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä	
3	280	3	450-06-552	
Rakennustoimenpide	MUUTOSTYÖ		Piirustusta.ji	Juoks.no
Rakennuskohde	OKT Tiuraniemi/Lepistö Aseveliaukea 4 96100 ROVANIEMI		RAKENNEPIIRUSTUS	
			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
			LEIKKAUS 1-1	1:20
Päiväys, suunnittelija, nimen selvitys ja kaulutus			Suunnitteluala, työnmero ja piirustuksen numero Muutos	
24.9.2009 Ville Lepistö			RAK 1/003	
			Yhteyshenkilö Tiedosto	
			aseveliaukea4.drw	

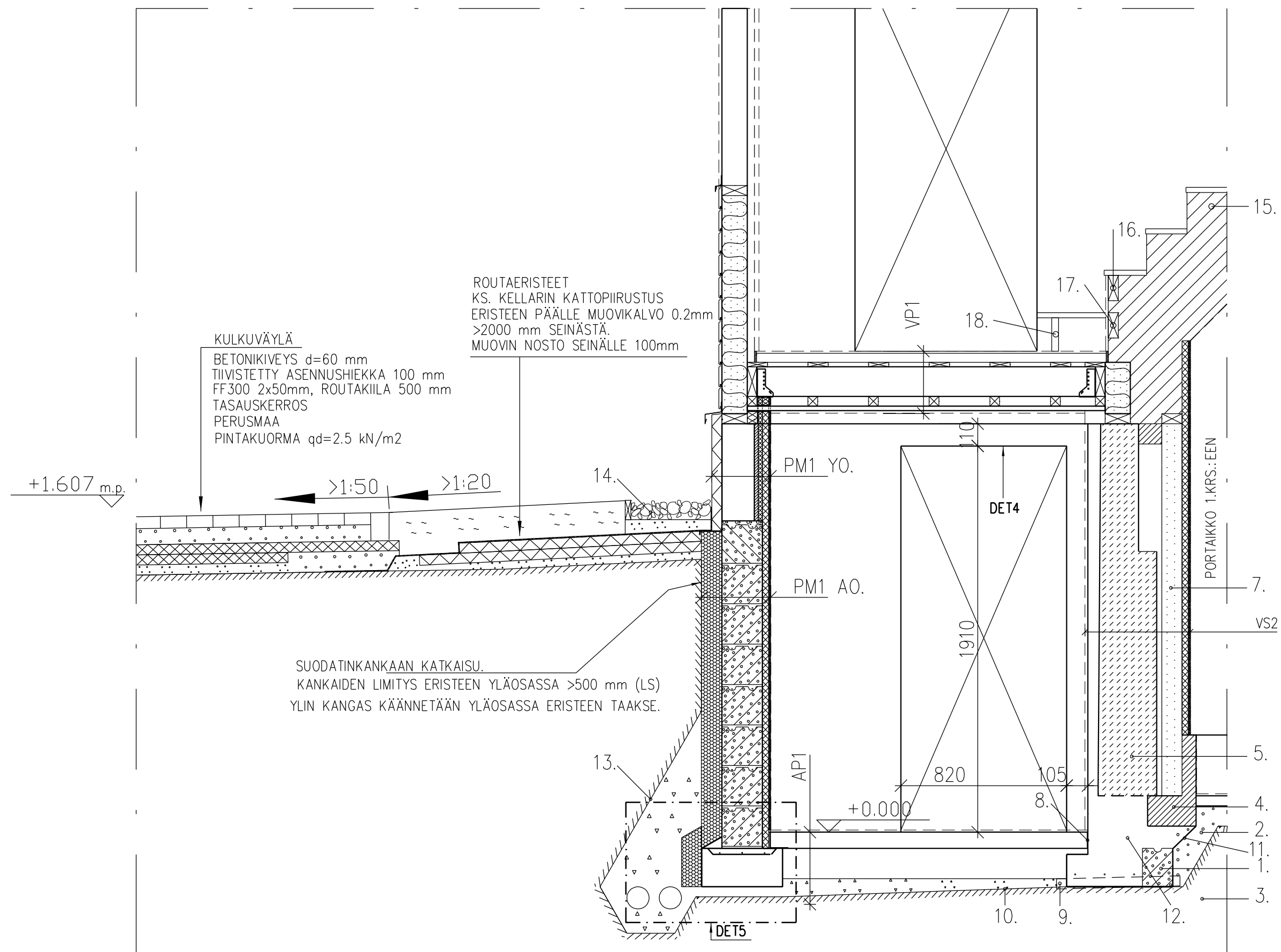


BETONI:	K15-3	PAIKALLA VALETUT RAKENTEET YLEENSÄ KIVIAINEKSEN MAKSIMIRAEKOKO 12MM
	K40-2	JUOTOSVALUT, AUKKOPALKIN PIELET KIVIAINEKSEN MAKSIMIRAEKOKO 8MM
	K40-2	JUOTOSVALUT, SAUMAUKSET, JÄLKIVALUT, AUKKOPALKKI 1 KIVIAINEKSEN MAKSIMIRAEKOKO 8MM ELEMENTTIEN VAATIMUKSET ESITETTY ELEMENTTIPIIRUSTUKSISSA.
	K40-2	OVIPALKKI 2 KIVIAINEKSEN MAKSIMIRAEKOKO 3MM
TERÄS:	T=A500HW K=B500K	HITSATTAVA VERKOT
HITSAUSLUOKKA	C	SFS-EN 25817
RAKENNETERÄS: (SFS-EN 10025)	S235J2G4 S235J2G3	KUUMAV. PROFILIT LEVYT JA HITSATUT PROFILIT
SUUNNITTELUKÄYTTÖIKÄ:	50 v	JUOTOSVALUT, SAUMAUKSET, PAIKALLA VALETTAVAT RAKENTEET
YMPÄRISTÖRASITUS (BY 50)	X0	PAIKALLA VALETUT RAKENTEET, JÄLKIVALUT, JUOTOSVALUT, SAUMAUKSET SISÄLLÄ
	XC1 XC2 XC2, XF1 XC4, XF3	MAANVARAISET LAATAT SISÄLLÄ PERUSTUKSET PERUSMUURIT AP3
BETONIPEITE:	20 mm  30 mm 40 mm 40 mm 50 mm	PAIKALLA VALETUT RAKENTEET, JÄLKIVALUT, JUOTOSVALUT, SAUMAUKSET SISÄLLÄ. SALLITTU MITTAPOIKKEAMA 10 mm MAANVARAISET LAATAT SISÄLLÄ. SALLITTU MITTAPOIKKEAMA 10 mm PERUSTUKSET. SALLITTU MITTAPOIKKEAMA 10 mm PERUSMUURIT, AP3. SALLITTU MITTAPOIKKEAMA 10 mm MAATAVASTEN VALETTAVAT RAKENNEOSAT. SALLITTU MITTAPOIKKEAMA 10 mm
TOLERANSSIT:	BY 39	NORMAALILUOKKA, PAIKALLAVALU ELLEI TOISIN MAINITA
PERUSMUURI:	2100 mm YLÄPINTA	ELLEI TOISIN MERKITYY, KS. RAKENNETYYPPI YP +2.020, ELLEI TOISIN MERKITYY
ESIJÄNNITYS:	ESIJÄNNITYS	EP1=61,74 kN EP2=61,74 kN

+1.910 OVIPALKKI 2 AP.

1. JUOTOSVALU PALKIN PÄIHIN

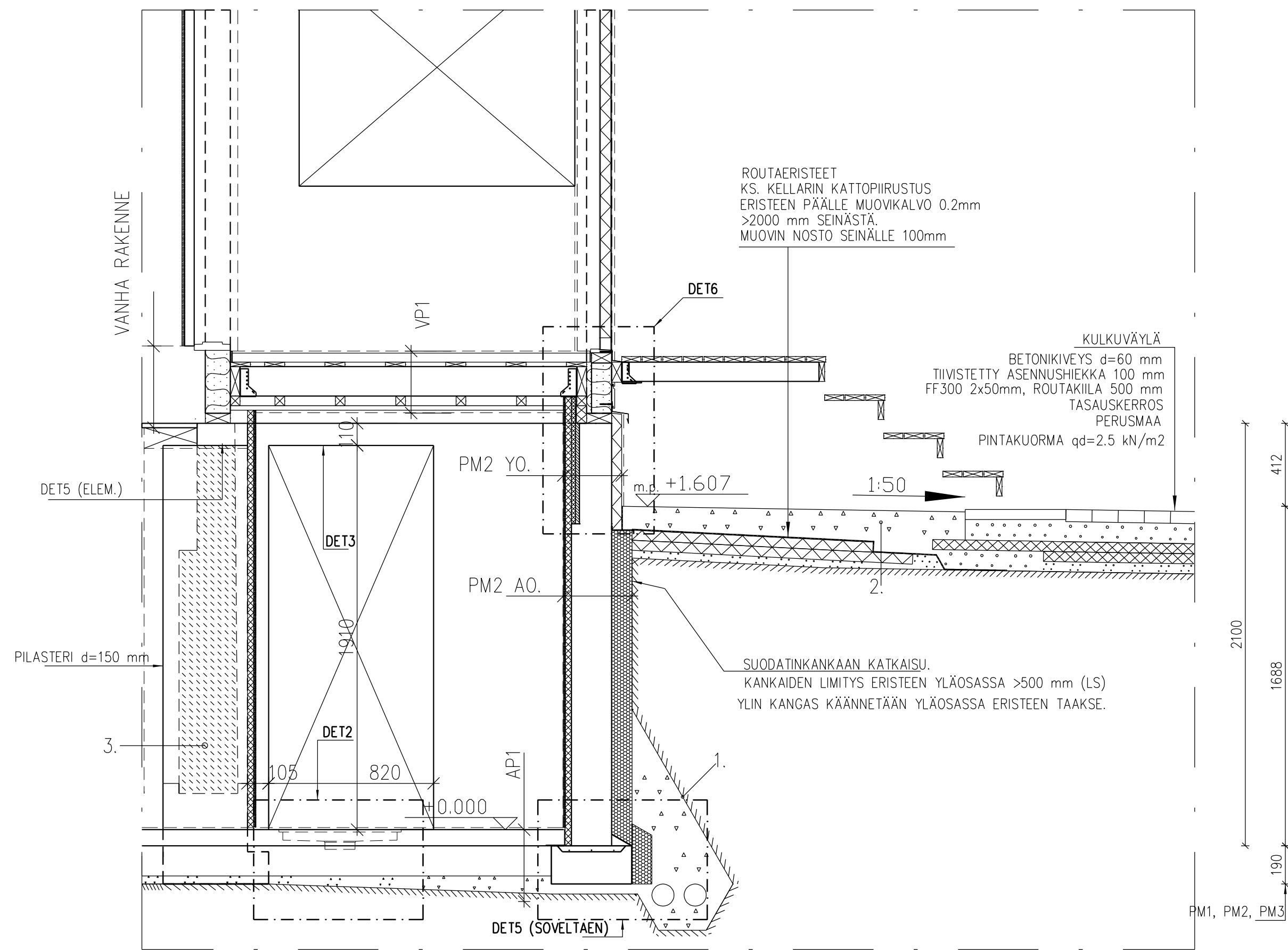
TUNN. LUKUM. MUUTOS			NIMM. PVM	
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisen merkintöjä	
3	280	3	450-06-552	
Rakennustoimenpide	Piiirustustyö		Piiirustustyö	
MUUTOSTYÖ	RAKENNEPIIRUSTUS		Juoks.no	
Rakennuskohde	Piiirustuksen sisältö		Mittakaavat	
OKT Tiuraniemi/Lepistö Aseveliaukea 4 96100 ROVANIEMI	LEIKKAUS 2-2		1:20	
Suunnitteluala, työnmero ja piirustuksen numero Muutos			RAK 1/004	
Päiväys, suunnittelija, nimen selvitys ja kaulutus			Yhteyshenkilö Tiedosto	
24.9.2009 Ville Lepistö			aseveliaukea4.drw	



BETONI:	K15-3	PAIKALLA VALETUT RAKENTEET YLEENSÄ KIVAINEIKSEN MAKSIMIRAEKOKO 12MM
	K40-2	JUOTOSVALUT, SAUMAUKSET, JÄLKIVALUT KIVAINEIKSEN MAKSIMIRAEKOKO 8MM
TERÄS:	T=A500HW K=B500K	HITSATTAVA VERKOT
HITSAUSLUOKKA	C	SFS-EN 25817
SUUNNITTELUKÄYTTÖIKÄ:	50 v	JUOTOSVALUT, SAUMAUKSET, PAIKALLA VALETTAVAT RAKENTEET
YMPÄRISTÖRASITUS (BY 50)	X0 XC2 XC2, XF1	PAIKALLA VALETUT RAKENTEET, JÄLKIVALUT, JUOTOSVALUT, SAUMAUKSET SISÄLLÄ PERUSTUKSET PERUSMUURIT
BETONIPETE:	20 mm 40 mm 50 mm	PAIKALLA VALETUT RAKENTEET, JÄLKIVALUT, JUOTOSVALUT, SAUMAUKSET SISÄLLÄ. SALLITTU MITTAPOIKKEAMA 10 mm PERUSTUKSET, PERUSMUURI. SALLITTU MITTAPOIKKEAMA 10 mm MAATAVASTEN VALETTAVAT RAKENNEOSAT. SALLITTU MITTAPOIKKEAMA 10 mm
TOLERANSSIT:	BY 39	NORMAALILUOKKA, PAIKALLAVALU ELLEI TOISIN MAINITA

- KEVYTSORAHARKKO UH-150 MUOTTINA
- KEVYTSORA
- PERUSMAA
- VANHA BETONIMANTELI
- VANHA PERUSMUURI
- SPU-ANSELMI 40 mm
- SIPOREX
- MAANVÄRAISEN LAATAN EROTUSKAISTA + ELASTINEN KITTI
- VEDENPOISTOPUTKET d=50 mm, MUOVI, k1000
- SUODATINKANGAS KL.2 PERUSMAATA VASTEN
- SUODATINKANGAS KL.2 KEVYTSORAA VASTEN
- UUSI RAKENNE, TERÄSBETONI
- SUODATINKANGAS KL.2 PERUSMAAN JA SALAOJASEPILKAISTAN VÄLISSÄ.
- LUONNONKIVILADONTA, LÄDÖTÄÄN ASENNUSHIEKAN TAI MAAKOSTEAN BETONIN PÄÄLLE  
ETUREUNAAN REUNALAUTA, KESTOPUU (AB) 28x95, TUKIPUUT KESTOPUU (AB) 28x95 k 1000  
SUODATINKANGAS KL.2 TAI PRESSU KIVILADONNAN ALLA. KANGAS/PRESSU KOVAN HIEKKAPATJAN PÄÄLLÄ
- VANHA PORRASRAKENNE (RASTEROITU ALUE)
2. ALIMMAN PORTAAN TUENTA, 50x125 VANHAN RAKENTEEN MYÖTÄISESTI
- ALIMMAN PORTAAN TUENTA, 50x125 VANHAN RAKENTEEN MYÖTÄISESTI,  
PORRAS KIINNITETÄÄN 30x50 RIMALLA, RUUVIT 5x80 k200
- PORTAAN REUNATUKI, KROMATTU HUONEKALUPUTKI d=30 L=150,  
PUTKEN PÄÄSSÄ SÄÄDETTÄVÄ TASSU + HUOPAPEHMUSTE

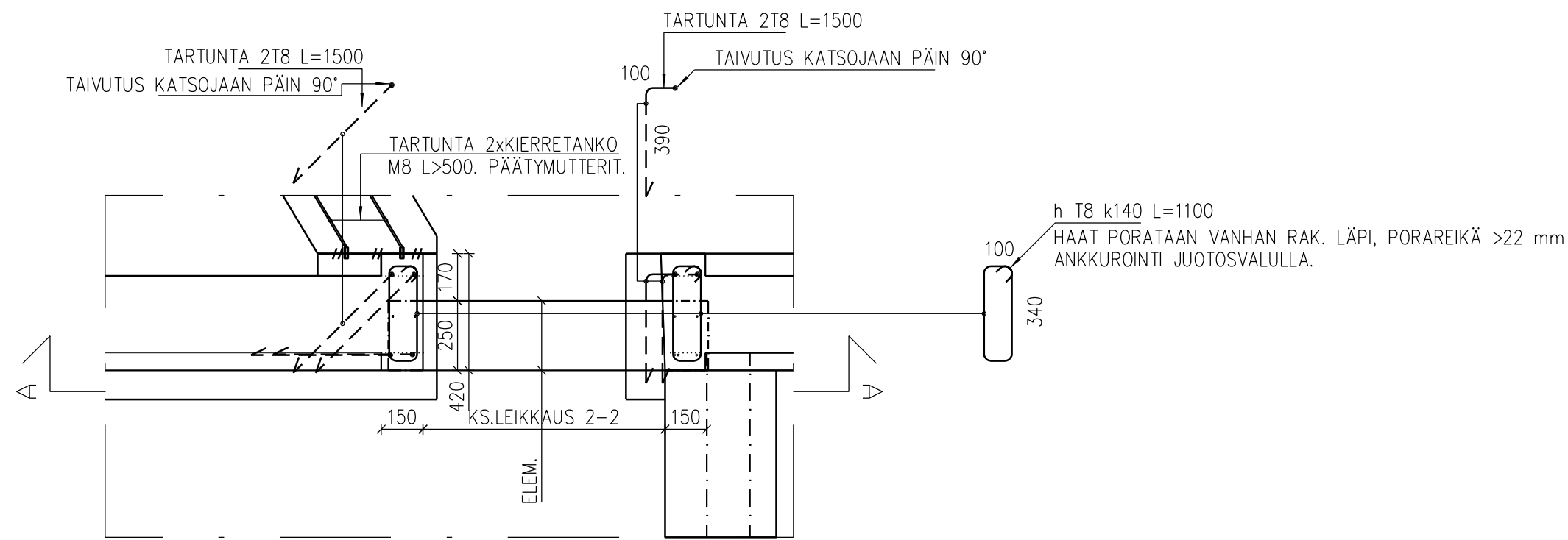
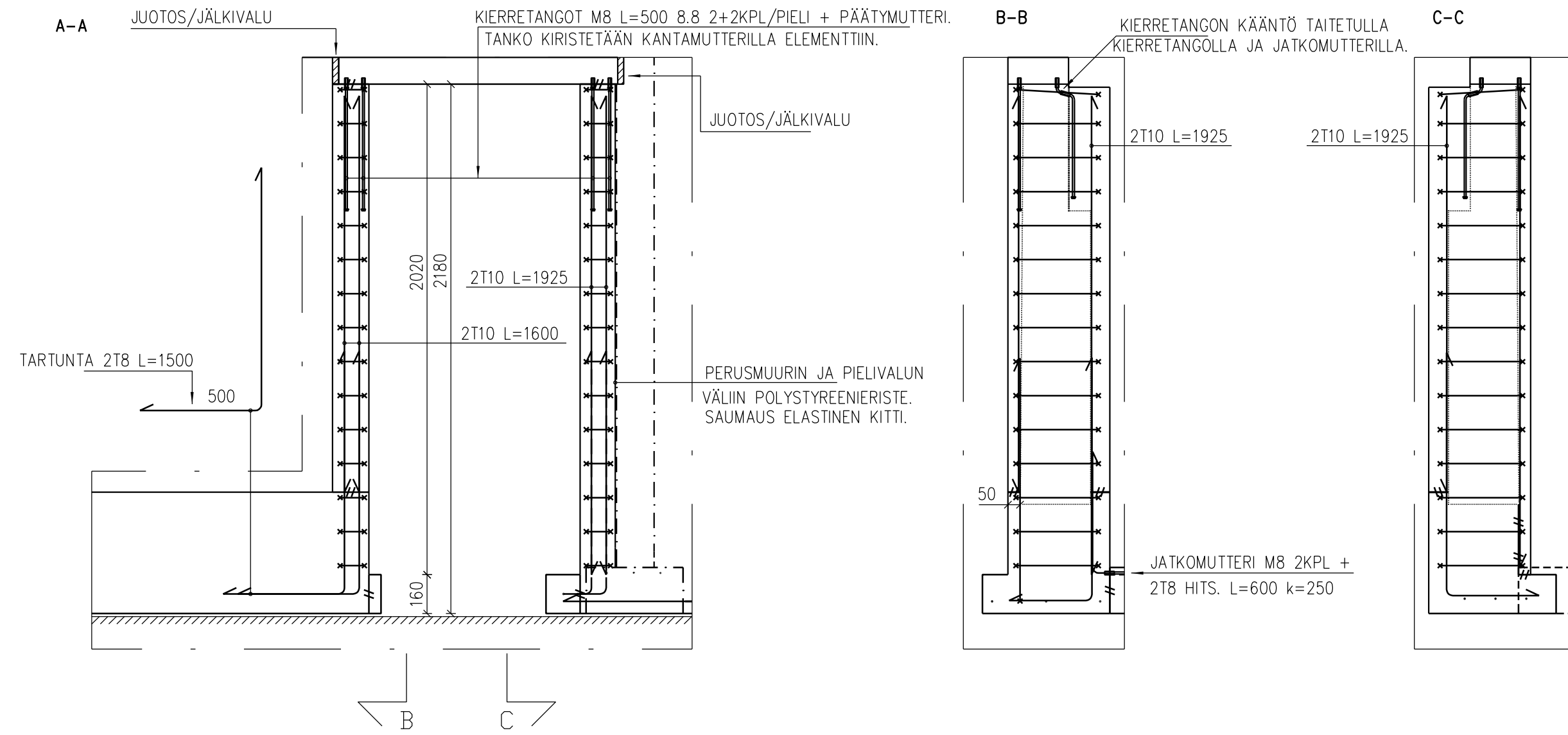
TUNN. LUKUM. MUUTOS			NIMIM. PVM	
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintäjä	
3	280	3	450-06-552	
Rakennustoinenpide	MUUTOSTYÖ		Piirustusta.j	Juoks.no
Rakennuskohde	OKT Tiuraniemi/Lepistö Aseveliaukea 4 96100 ROVANIEMI		RAKENNEPIIRUSTUS	
			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
			LEIKKAUS 3-3	1:20
			Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero Muutos	
			RAK	1/005
Päiväys, suunnittelija, nimen selvitys ja koulutus	Yhteyshenkilö		Tiedosto	
24.9.2009	Ville Lepistö		aseveliaukea4.drw	



BETONI:	K15-3	PAIKALLAVALETUT RAKENTEET YLEENSÄ KIVIAINEKSEN MAKSIMIRAEKOKO 12MM
	K40-2	JUOTOSVALUT, SAUMAUKSET, JÄLKIVALUT KIVIAINEKSEN MAKSIMIRAEKOKO 8MM
TERÄS:	T=A500HW K=B500K	HITSATTAVA VERKOT
HITSAUSLUOKKA	C	SFS-EN 25817
SUUNNITTELUKÄYTTÖIKÄ:	50 v	JUOTOSVALUT, SAUMAUKSET, PAIKALLAVALETTAVAT RAKENTEET
YMPÄRISTÖRASITUS (BY 50)	X0 XC2 XC2, XF1	PAIKALLAVALETUT RAKENTEET, JÄLKIVALUT, JUOTOSVALUT, SAUMAUKSET SISÄLLÄ PERUSTUKSET PERUSMUURIT
BETONIPEITE:	20 mm 40 mm 50 mm	PAIKALLAVALETUT RAKENTEET, JÄLKIVALUT, JUOTOSVALUT, SAUMAUKSET SISÄLLÄ. SALLITTU MITTAPOIKKEAMA 10 mm PERUSTUKSET, PERUSMUURI. SALLITTU MITTAPOIKKEAMA 10 mm MAATAVASTEN VALETTAVAT RAKENNEOSAT. SALLITTU MITTAPOIKKEAMA 10 mm
TOLERANSSIT:	BY 39	NORMAALILUOKKA, PAIKALLAVALU ELLEI TOISIN MAINITA

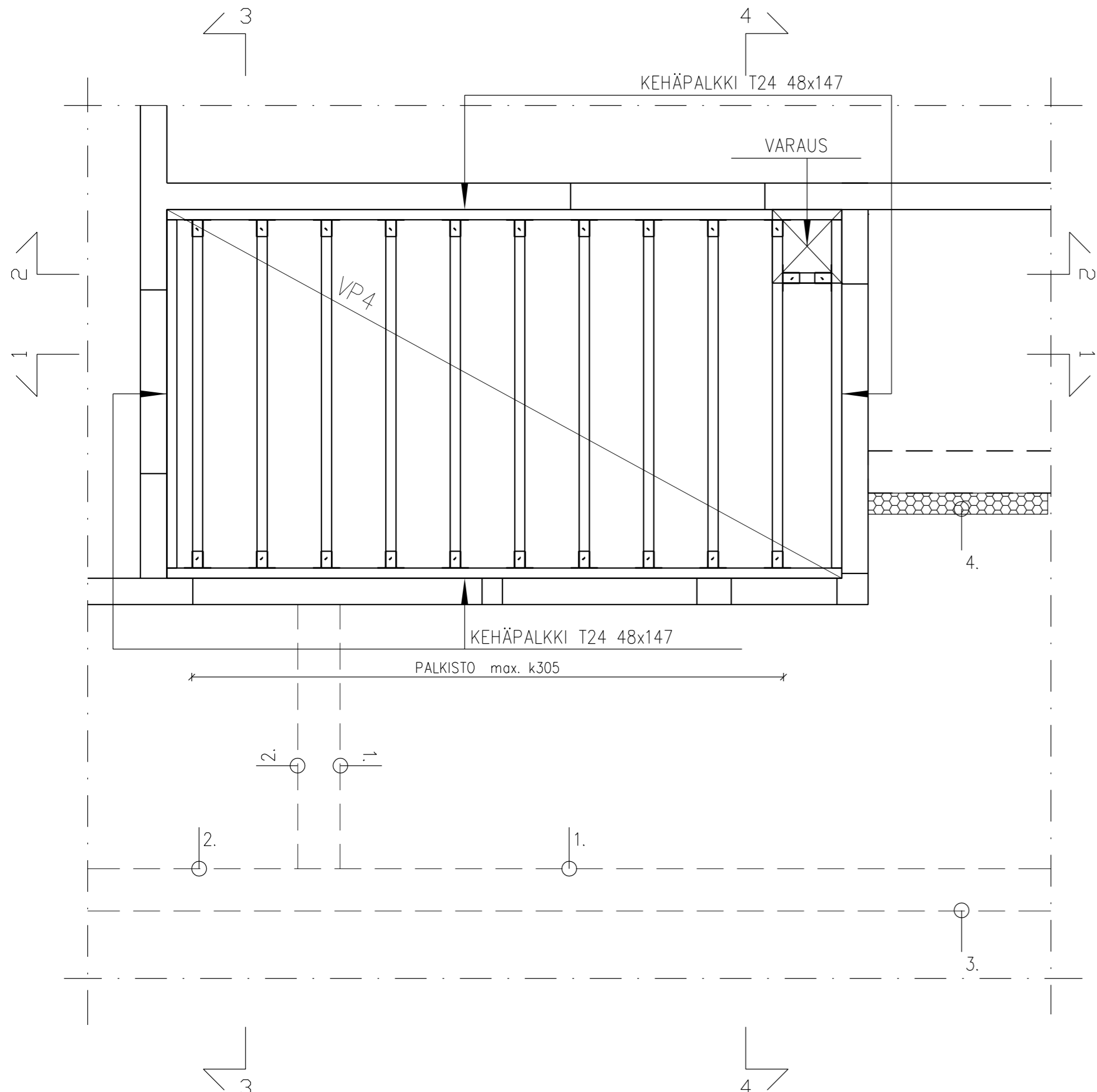
- SUODATINKANGAS KL.2 PERUSMAAN JA SALAOJASEPELIKAISTAN VÄLISSÄ.
- PORRASALUSTAN TÄYTTÖ, SALAOJASEPELI 100 mm, MUOVIKALVO 2x0.2 mm PERUSMAATA VASTEN >1500 mm SEINÄSTÄ POISPÄIN, KALVON NOSTO SEINÄLLE 100 mm
- VANHA PERUSMUURIRAKENNE (RASTEROITU ALUE)

TUNN.	LUKUM.	MUUTOS	NIMIM.	PVM
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintä	
3	280	3	450-06-552	
Rakennustoimenpide			Piirustuslaji	Juoks.no
MUUTOSTYÖ			RAKENNEPIIRUSTUS	
Rakennuskohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
OKT Tiuraniemi/Lepistö Aseveliaukea 4 96100 ROVANIEMI			LEIKKAUS 4-4	1:20
			Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero	Muutos
			RAK	1/006
Päiväys, suunnittelija, nimen selvitys ja koulutus			Yhteyshenkilö	Tiedosto
24.9.2009	Ville Lepistö			aseveliaukea4.drw

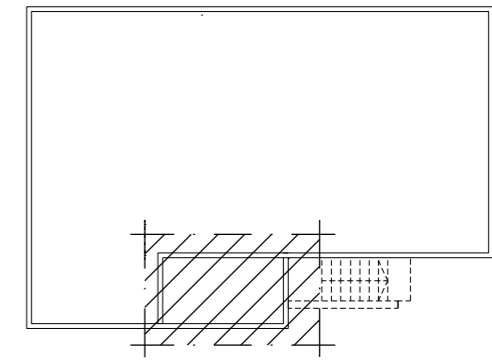


BETONI:	K15-3	PAIKALLA VALETUT RAKENTEET YLEENSÄ KIVIAINEKSEN MAKSIMIRAEKOKO 12MM
	K25-2	PILASTERIVALUT (PIELIVALUT AULAN PUOLELLA) KIVIAINEKSEN MAKSIMIRAEKOKO 8MM
	K40-2	JUOTOSVALUT, SAUMAUKSET, JÄLKIVALUT, PIELIVALUT. KIVIAINEKSEN MAKSIMIRAEKOKO 8MM ELEMENTTIEN VAATIMUKSET ESITETTY ELEMENTTIPIIRUSTUKSISSA.
TERÄS:	T=A500HW K=B500K	HITSATTAVA VERKOT
HITSAUSLUOKKA	C	SFS-EN 25817
SUUNNITTELUKÄYTTÖIKÄ:	50 v	JUOTOSVALUT, SAUMAUKSET, PAIKALLA VALETTAVAT RAKENTEET
YMPÄRISTÖRASITUS (BY 50)	X0	PAIKALLA VALETUT RAKENTEET, JÄLKIVALUT, JUOTOSVALUT, SAUMAUKSET SISÄLLÄ
	XC2 XC2, XF1 XC4, XF3	PERUSTUKSET PERUSMUURIT PAIKALLA VALETUT BETONIORTAAT
BETONIPEITE:	20 mm	PAIKALLA VALETUT RAKENTEET, JÄLKIVALUT, JUOTOSVALUT, SAUMAUKSET SISÄLLÄ. SALLITTU MITTAPOIKKEAMA 10 mm
	40 mm	PERUSTUKSET, PERUSMUURIT. SALLITTU MITTAPOIKKEAMA 10 mm
	40 mm	PERUSMUURIT. SALLITTU MITTAPOIKKEAMA 10 mm
	50 mm	MAATAVASTEN VALETTAVAT RAKENNEOSAT. SALLITTU MITTAPOIKKEAMA 10 mm
TOLERANSSIT:	BY 39	NORMAALILUOKKA, PAIKALLAVALU ELLEI TOISIN MAINITA

TUNN.	LUKUM.	MUUTOS	NIMIM.	PVM
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintä	
3	280	3	450-06-552	
Rakennuslainpide			Piirustusla.j	Juoks.no
MUUTOSTYÖ			RAKENNEPIIRUSTUS	
Rakennuskohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
OKT Tiuraniemi/Lepistö Aseveliaukea 4 96100 ROVANIEMI			PILASTERILEIKKAUKSET	1:20
			Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero	Muutos
			RAK	1/007
Päiväys, suunnittelija, nimen selvitys ja koulutus			Yhteyshenkilö	Tiedosto
24.9.2009	Ville Lepistö			aseveliaukea4.drw



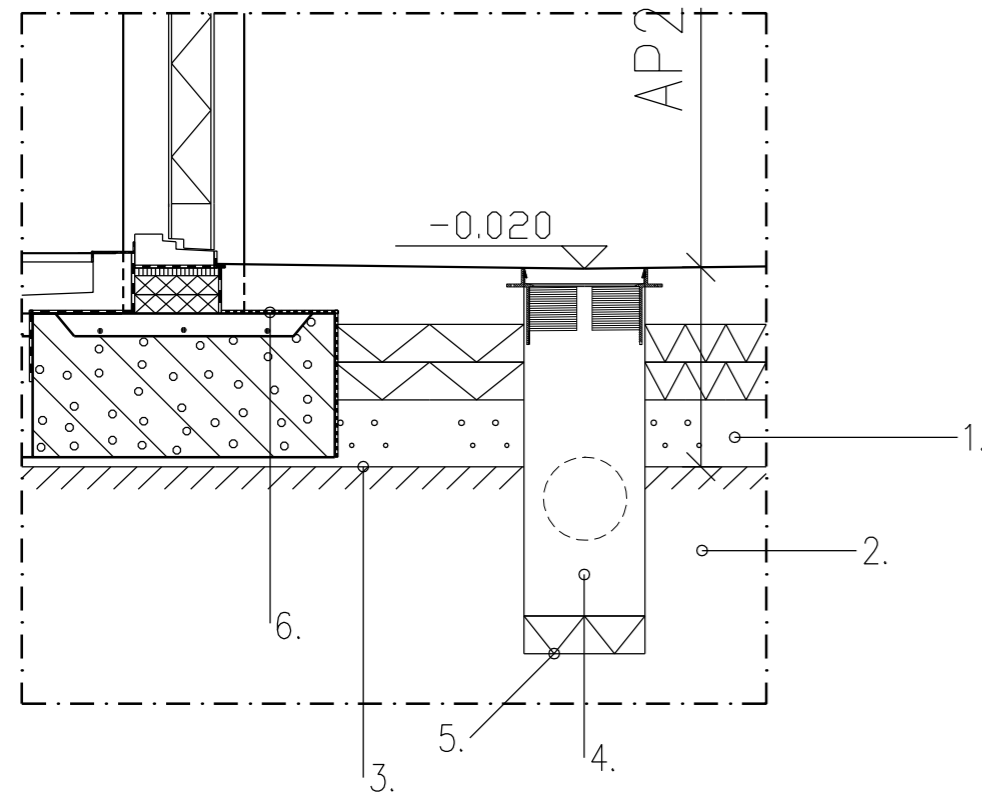
- PUUTAVARA: T24 MITALLISTETTU PUUTAVARA, ELLEI TOISIN MERKITYY
- VÄLIPOHJAPALKIT: 48x147 VALMISPINTA AP=+2.155, ELLEI TOISIN MERKITYY  
+2.379, ELLEI TOISIN MERKITYY
- PALOLUOKKA: P3
- ROUTAERISTEET: 1. 3x50 mm EPS 120 ROUTA  
2. 2x50 mm EPS 120 ROUTA  
3. 1x50 mm EPS 120 ROUTA  
4. d=100 mm SALAOJITTAVA LÄMMÖNERISTE, ANTURATASOON SAAKKA, yp.=+1.487
- KUORMAT: 1,5 kN/m2 HYÖTYKUORMA, ELLEI TOISIN MAINITTU  
1,67 kN/m2 VP4
- KIINNITYSOSAT: PALKKIKENGÄT 48x137 KUUMASINKITYY ELLEI TOISIN MERKITYY.  
KENGÄN KIINNITYS RUUVEIN (KUUMASINKITYY 4.5x50)  
KEHÄPALKKIIN VÄH. 6KPL/PALKKIKENKÄ, ELLEI TOISIN MERKITYY.  
PALKKIKENKÄ PALKIN ALAREUNAAN.



PAIKANNUSKAAVIO 1:200  
(SUUNNITTELUALUE RASTEROITUNA)

TUNN.	LUKUM.	MUUTOS	NIMM.	PVM
Kaupunginosa	Kartteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä	
3	280	3	450-06-552	
Rakennustoimenpide	Piirustusta.ji		Rakennepiirustus	Juoks.no
MUUTOSTYÖ				
Rakennuskohde	Piirustuksen sisältö		Mittakaavat	
OKT Tiuraniemi/Lepistö Aseveliaukea 4 96100 ROVANIEMI	KELLARIN KATTO VÄLIPOHJA 1 (VP1)			1:20
	Suunnitteluala, työnmero ja piirustuksen numero	Muutos	RAK	1/100
Päiväys, suunnittelija, nimen selvitys ja koulutus	Yhteyshenkilö			Tiedosto
24.9.2009 Ville Lepistö				aseveliaukea4.drw

DET1



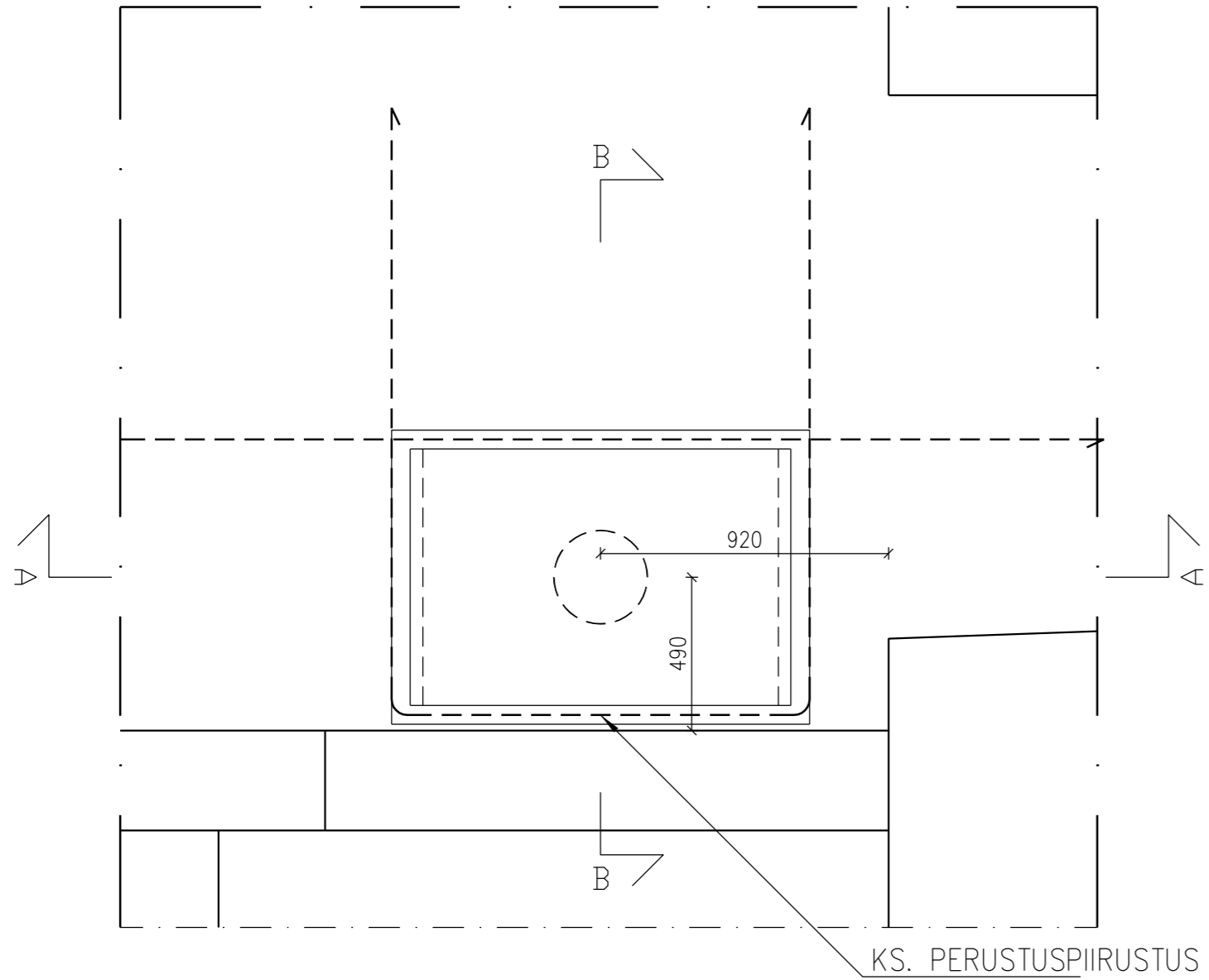
1. TASAUSHIEKKA
2. PERUSMAA
3. SUODATINKANGAS KL.2 PERUSMAATA VASTEN
4. SADEVESIKAIVO, PURKU SV-VIEMÄRIIN
5. 50 mm EPS RÖUTA
6. BITUMIKERMIKAISTALE LAATAN JA ANTURAN VÄLIIN  
KAISTALE NOUSEE KYNNYKSEN URAAN, JOHON LIIMAUS KESTOELASTISELLA LIIMAMASSALLA.  
KAISTALE KÄÄNTYY ANTURALLA ALAS > 150 mm

BETONI:	K15-3	PAIKALLA VALETUT RAKENTEET YLEENSÄ KIVIAINEKSEN MAKSIMIRAEKOKO 12MM
	K40-2	JUOTOSVALUT, SAUMAUKSET, JÄLKIVALUT, KIVIAINEKSEN MAKSIMIRAEKOKO 8MM
TERÄS:	T=A500HW K=B500K	HITSATTAVA VERKOT
SUUNNITTELUKÄYTTÖIKÄ:	50 v	JUOTOSVALUT, SAUMAUKSET, PAIKALLA VALETTAVAT RAKENTEET
YMPÄRISTÖRASITUS (BY 50)	X0	PAIKALLA VALETUT RAKENTEET, JÄLKIVALUT, JUOTOSVALUT, SAUMAUKSET SISÄLLÄ
	XC1 XC2 XC2, XF1 XC4, XF3	MAANVARAISET LAATAT SISÄLLÄ PERUSTUKSET PERUSMUURIT AP2
BETONIPEITE:	20 mm	PAIKALLA VALETUT RAKENTEET, JÄLKIVALUT, JUOTOSVALUT, SAUMAUKSET SISÄLLÄ. SALLITTU MITTAPOIKKEAMA 10 mm
	30 mm	MAANVARAISET LAATAT SISÄLLÄ, SALLITTU MITTAPOIKKEAMA 10 mm
	40 mm	PERUSTUKSET, PERUSMUURIT, AP2. SALLITTU MITTAPOIKKEAMA 10 mm
	50 mm	MAATAVASTEN VALETTAVAT RAKENNEOSAT. SALLITTU MITTAPOIKKEAMA 10 mm
TOLERANSSIT:	BY 39	NORMAALILUOKKA, PAIKALLAVALU ELLEI TOISIN MAINITA

TUNN.	LUKUM.	MUUTOS	NIMM. PVM	
Kaupunginosa	Kartteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintä	
3	280	3	450-06-552	
Rakennustoimenpide	Piiirustusta		Juoks.no	
MUUTOSTYÖ	RAKENNEPIIRUSTUS			
Rakennuskohde	Piiirustuksen sisältö		Mittakaavat	
OKT Tiuraniemi/Lepistö Aseveliaukea 4 96100 ROVANIEMI	DETALJI 1		1:10	
Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero Muutos				
RAK			1/D1	
Päiväys, suunnittelija, nimen selvitys ja koulutus			Yhteystiedot	
24.9.2009 Ville Lepistö			Tiedosto aseveliaukea4.drw	

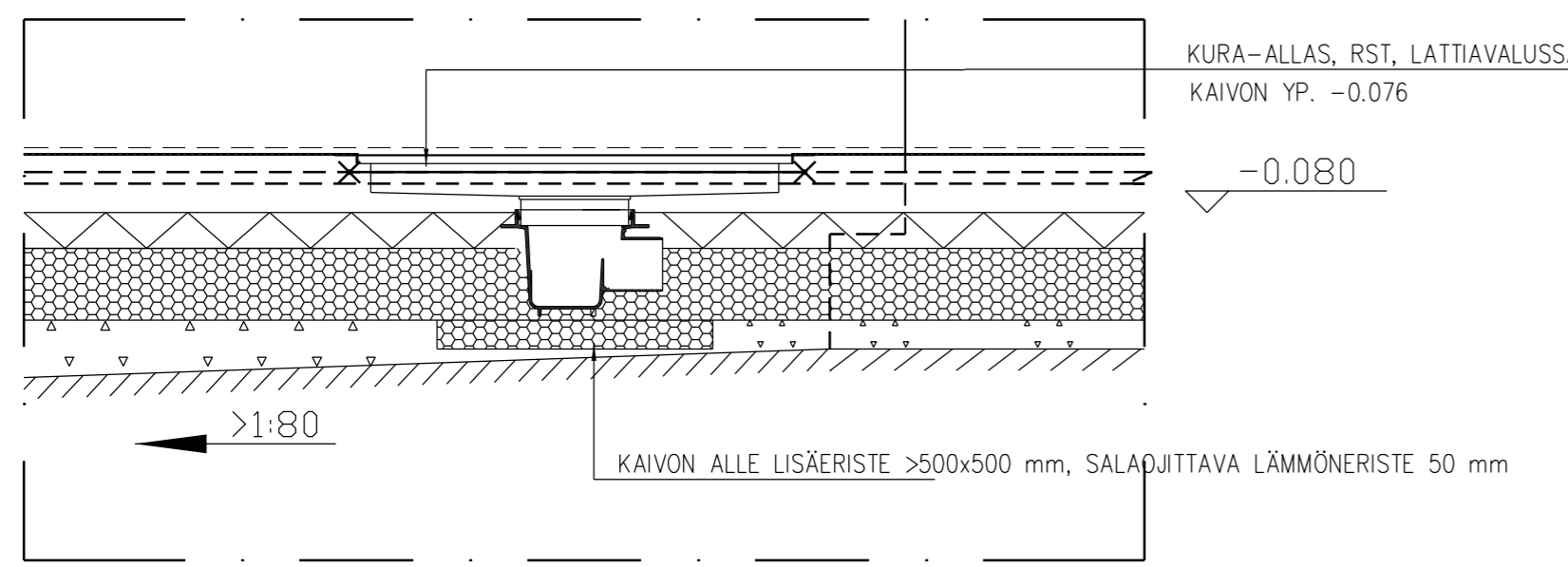


DET2

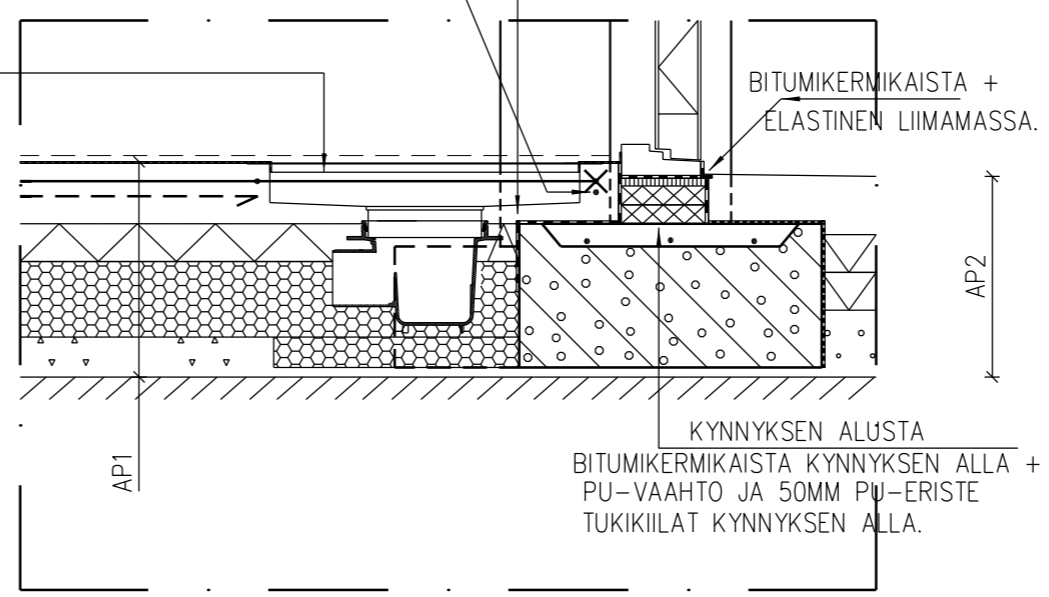


LATTIA VEDENERISTETÄÄN > 1000 mm ALTAAN REUNASTA HUONETILAN SUUNTAAN TAI KANTAVAAN RAKENTEeseen.  
 KURA-ALTAAN LIITTYMÄT JA VEDENERISTYS VALMISTAJAN OHJEEN MUKAAN.  
 KAIVON KANSIKORKKO TARKISTETAAN TYÖMAALLA.

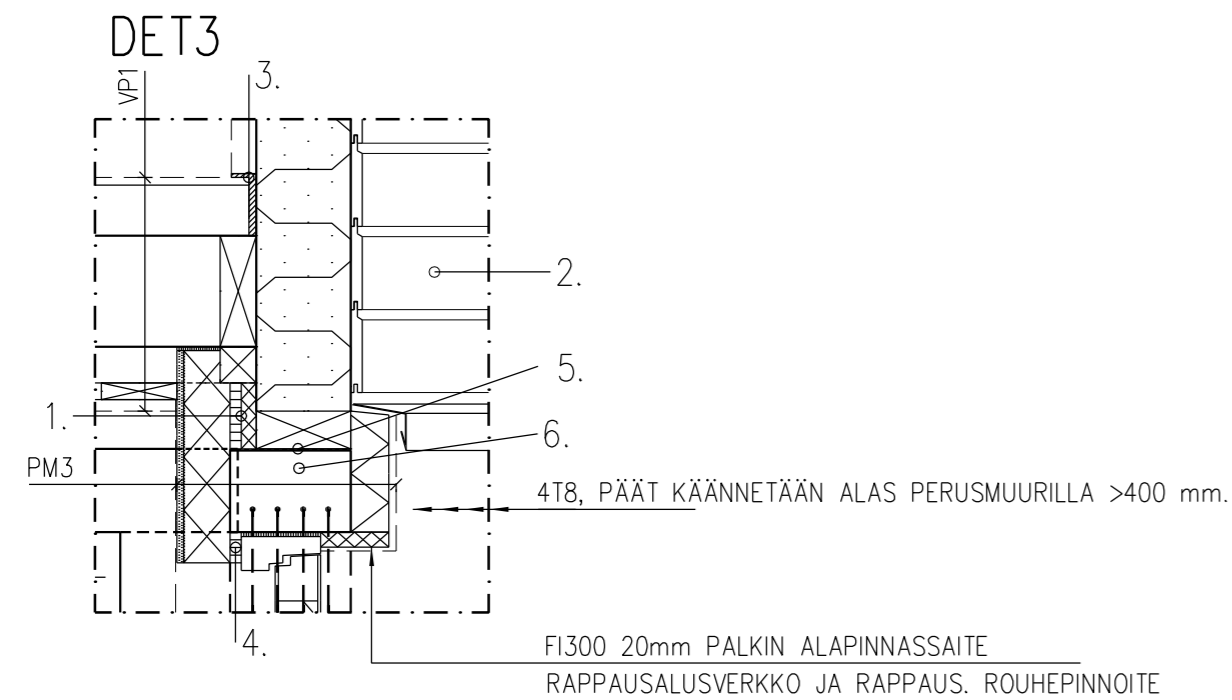
A-A



B-B

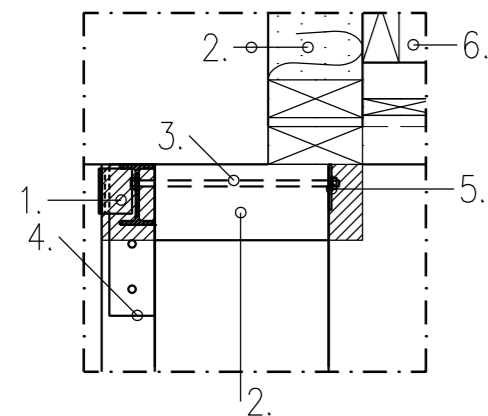


TUNN.	LUKUM.	MUUTOS	NIMM. PVM	
Kaupunginosa	Kartteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä	
3	280	3	450-06-552	
Rakennustoimenpide	Rakennuskohde		Piirustusta.ji	Juoks.no
MUUTOSTYÖ	OKT Tiuraniemi/Lepistö Aseveliaukea 4 96100 ROVANIEMI		RAKENNEPIIRUSTUS	
			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
			DETALJI 2	1:10
Päiväys, suunnittelija, nimen selvennys ja koulutus			Suunnitteluala, työnmero ja piirustuksen numero Muutos	
24.9.2009	Ville Lepistö		RAK	1/D2
Yhteystiedot			Tiedosto	
			aseveliaukea4.drw	



1. PU-LEVY + PU-VAAHTO VERHOUSLEVYN JA PUURUNGON VÄLIIN
2. JULKISIVU ETELÄÄN
3. VÄLIPOHJAN TIIVISTYS, KESTOELASTINEN LIIMAMASSA
4. PU-VAAHTO SAUMASSA
5. BITUMIKERMIKAISTA
6. OVIPALKKI 2

#### DET4

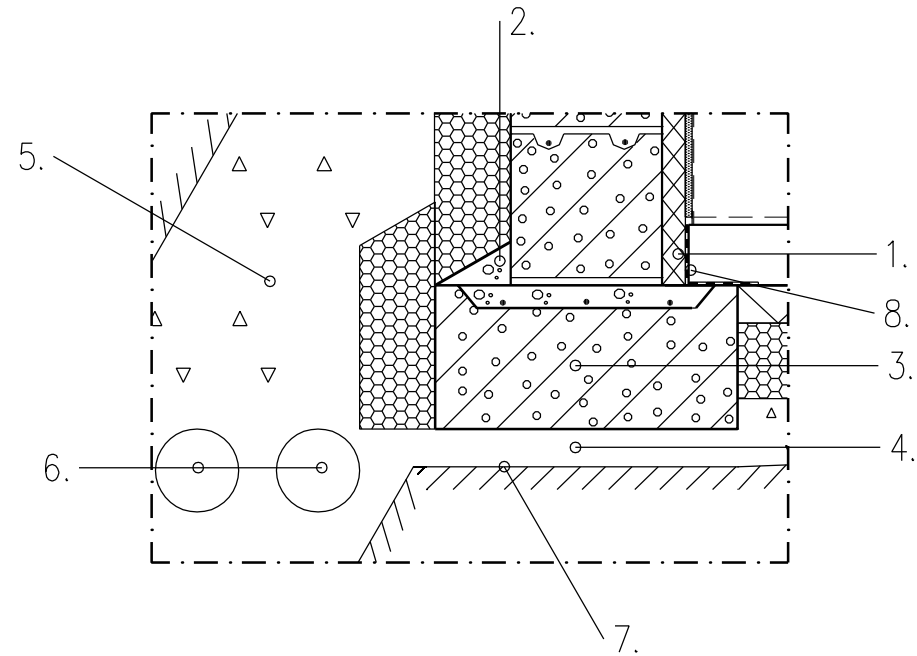


1. SEMENTTILAASTITÄYTTÖ
2. VANHA RAKENNE
3. KIERRETANKO M8, LUOKKA 5.8 k200, PÄÄTYMUTTERIT JA ALUSLEVYT. KAIKKI SÄHKÖSINKITTY REIÄT VANHAAN RAKENTEeseen d=10mm, TERÄSKANNAKKEEN REIÄT PORATAAN TYÖMAALLA PALKIN UUMAAN.
4. ESIVALMISTEINEN TERÄSKANNAKE. KIIINNITYS NURKASSA: KIILA-ANKKURIT FBN II 8/50 (8x111) KIIINNITYS NURKASSA: KIILA-ANKKURIT FBN II 8/50 (8x111)  
 2KPL PÄÄLAIPPAAN, VINOSTI PORATEN BETONIRAKENTEeseen, NURKASTA POISPÄIN.  
 2KPL LISÄLAIPPAAN, VINOSTI PORATEN BETONIRAKENTEeseen, NURKASTA POISPÄIN.  
 KS. KOKOONPANO JA HITSAUSPIIRUSTUS (1/RT2)
5. LATTATERÄS 4x60, LEIKATTUNA TERÄSLEVYSTÄ. L=1200. REIÄT d=12mm YLÄREUNASTA 25mm k200 KOKO PITUUDELTA.
6. VP1

BETONI:	K30-2	SEMENTTILAASTITÄYTTÖ
	K40-2	OVIPALKKI 2 KIVIAINEKSEN MAKSIMIRAEKOKO 3MM
TERÄS:	T=A500HW	HITSATTAVA
SUUNNITTELUKÄYTTÖIKÄ:	50 v	JUOTOSVALUT, JÄLKIVALUT, PAIKALLAVALLETTAVAT RAKENTEET
YMPÄRISTÖRASITUS (BY 50)	X0	JÄLKIVALUT, OVIPALKKI 2
TOLERANSSIT:	BY 39	NORMAALILUOKKA, PAIKALLAVALU ELLEI TOISIN MAINITA

TUNN.	LUKUM.	MUUTOS	NIMM.	PVM
Kaupunginosa	Kartteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä	
3	280	3	450-06-552	
Rakennustoimenpide	Piiirustusta.ji		Juoks.no	
MUUTOSTYÖ	RAKENNEPIIRUSTUS			
Rakennuskohde	Piiirustuksen sisältö		Mittakaavat	
OKT Tiuraniemi/Lepistö	DETALJI 3		1:10	
Aseveliaukea 4	DETALJI 4		1:10	
96100 ROVANIEMI				
Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero Muutos				
RAK			1/D3	
Päiväys, suunnittelija, nimen selvitys ja kaulutus			Tiedosto	
24.9.2009 Ville Lepistö			aseveliaukea4.drw	

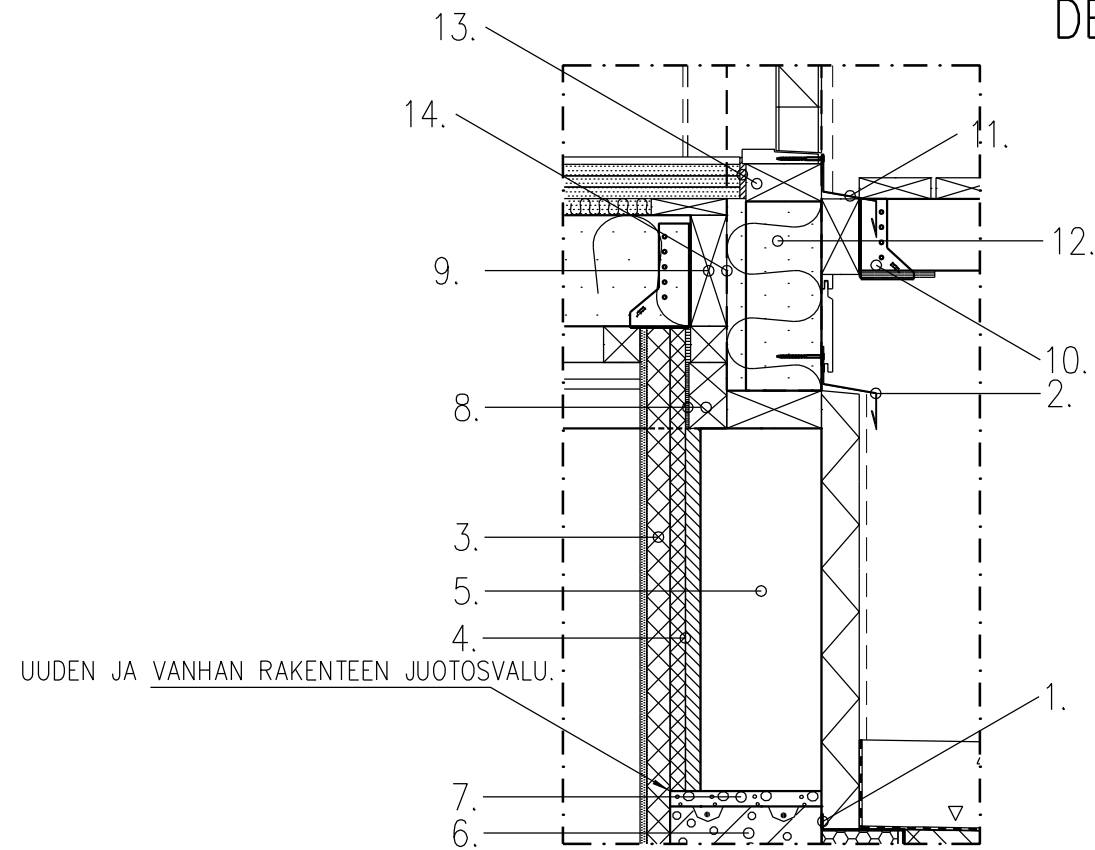
# DET5



1. SPU-ANSELMI 40 mm, ALAPÄÄSSÄ KIPSILEVYN POISTO 100mm.
2. BETONIVIESTE 1:3
3. KEVYTSORABETONIAN TURA LA-400  
TERÄKSET KS. PERUSTUSPIIRUSTUS
4. SALAOJASEPELITASAUS
5. SALAOJASEPELI
6. SALAOJA D=110 mm + SADEVESIVIEMÄRI D=110mm
7. SUODATINKANGAS KL.2
8. MV-LAATAN EROTUSKAISTA  
SAUMAUS ELASTINEN KITTI

TUNN. LUKUM. MUUTOS			NIMIM. PVM	
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä	
3	280	3	450-06-552	
Rakennustoimenpide			Piirustuslaaji	Juoks.no
MUUTOSTYÖ			RAKENNEPIIRUSTUS	
Rakennuskohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
OKT Tiuraniemi/Lepistö Aseveliaukea 4 96100 ROVANIEMI			DETALJI 5	1:10
			Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero Muutos	
			RAK	1/D4
Päiväys, suunnittelija, nimen selvitys ja koulutus			Yhteyshenkilö	Tiedosto
24.9.2009 Ville Lepistö				aseveliaukea4.drw

# DET6

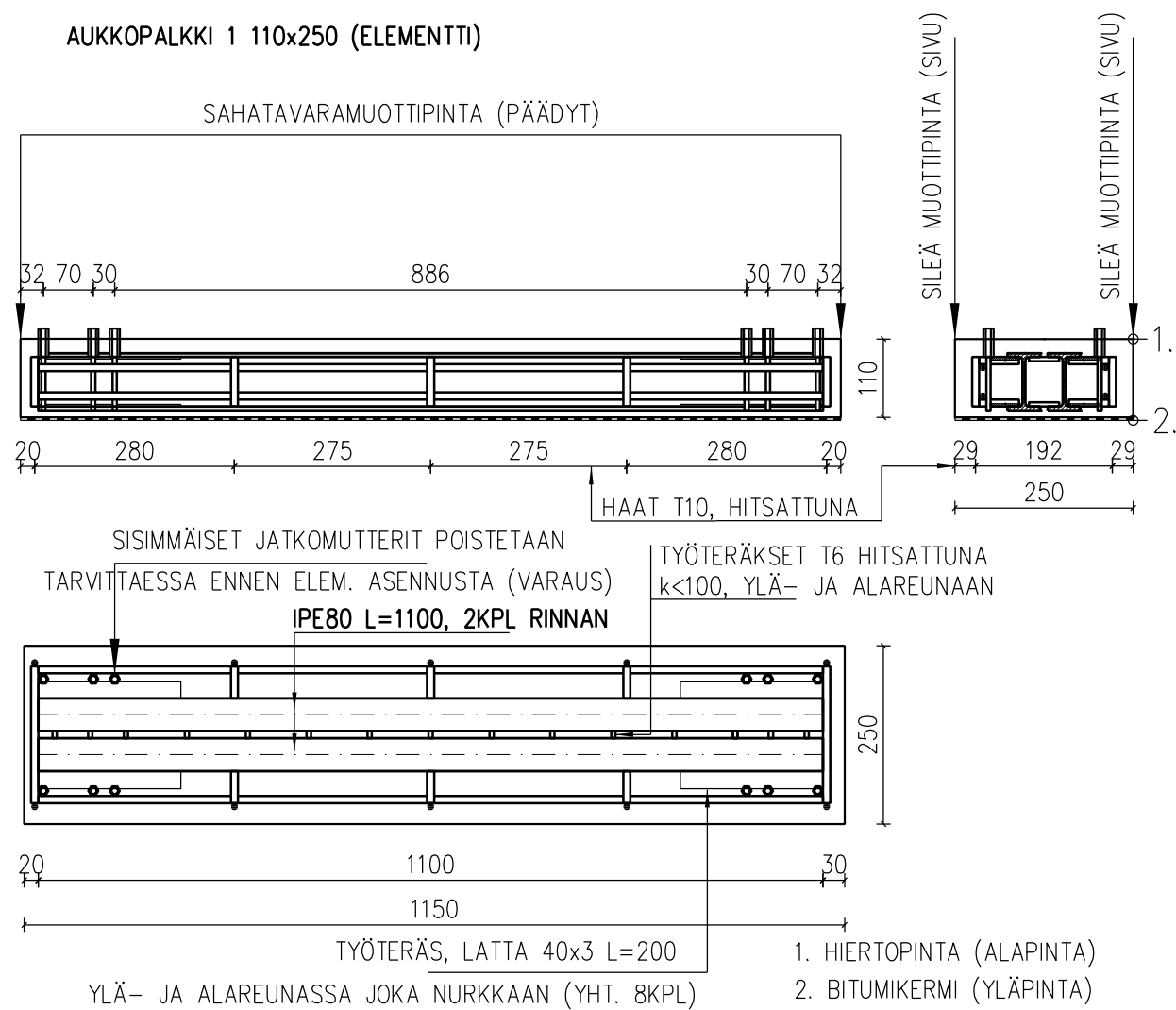


UUDEN JA VANHAN RAKENTEEN JUOTOSVALU.

1. SALAOJITTAVAN ERISTEEN MUOVISUOJALISTA  
KIINNITYS PERUSMUURIIN NAULATULPAT 5x50 RST k200 + ELASTINEN LIIMAMASSA
2. JAKOLISTA, TERÄSPELTI (PUR) 0.7 mm  
KIINNITYS PUURUNKOON RUUVI 5x50 RST
3. URETAANIKIPSILEVY (SPU-ANSELM) 40 mm  
KIINNITYS PERUSMUURIIN NAULATULPAT 6x100 k400, SAUMAT LIIMATAAN URETAANIVAHDOLLA  
LEVYT LOVETAAN YLÄOSASTAAN JA ULOTETAAN VÄLIPOHJAN KANNAKKEISIIN SAAKKA  
RAOT TILKITÄÄN URETAANIVAHDOLLA
4. OIKAISURAPPAUS VANHAN RAKENTEEN PINNASSA + POLYURETAANILEVY 20mm  
URETAANILEVYN PINTA HARKKOPINNAN TASOSSA
5. VANHA SOKKELIPALKKI
6. KEVYTSORAHARKKOMUURAUS RUH-200, TERÄKSET 2T8 k200  
MUURAUS ANKKUROIDAAN HARJATERÄSTAPEIN (T8 L=300) YMPÄRÖIVIIN RAKENTEISIIN k400  
JA JUOTOSVALULLA.
7. JUOTOSVALU VANHAN PALKIN ALAPINNASSA
8. POLYURETAANILEVY 50 mm. RAOT TILKITÄÄN URETAANIVAHDOLLA.
9. KEHÄPALKKI 48x147 T24  
KIINNITYS PUURUNKOON PAINEILMA-NAULA N3.1x90 (SÄHKÖSINKITTY, LIIMAPINTA), 5KPL/KIINNITYSPISTE
10. PALKKIKENKÄ 48x105, RUUVIT 5x50 RST 4KPL/KENKÄ  
KIINNITETTÄVÄ PORRASRAKENTEEN JA KENGÄN VÄLIIN SÄÄNKESTÄVÄ VANERISOIRO
11. TIPPAPELTI, RUUVIKIINNITYS 4x50 RST 5KPL + ELASTINEN LIIMAMASSA
12. SELLUVILLA
13. KYNNYKSEN TUKIPUU, 50x100 PK. KYNNYKSEN ALLE VILLATILKE  
LAATOITUKSEN JA KYNNYKSEN RAKO TIIVISTETÄÄN KESTOELASTISELLA LIIMAMASSALLA.
14. BITUMIVUORAUSPAPERI RUNGON JA KEHÄPALKIN VÄLISSÄ  
PAPERI LIMITETÄÄN JATKETTAESSA >200mm  
PAPERI LÄHTEE KYNNYSPUUN PÄÄLTÄ JA JATKUU ALASIDPUUHUN SAAKKA.  
KIINNITYS NITOJALLA, SAUMAT TEIPATAAN TIIVIISTI.

TUNN. LUKUM. MUUTOS			NIMIM. PVM	
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä	
3	280	3	450-06-552	
Rakennustoimenpide			Piirustuslaji	Juoks.no
MUUTOSTYÖ			RAKENNEPIIRUSTUS	
Rakennuskohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
OKT Tiuraniemi/Lepistö Aseveliaukea 4 96100 ROVANIEMI			DETALJI 6	1:10
			Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero Muutos	
			RAK	1/D5
Päiväys, suunnittelija, nimen selvennys ja koulutus			Yhteyshenkilö Tiedosto	
24.9.2009 Ville Lepistö			aseveliaukea4.drw	

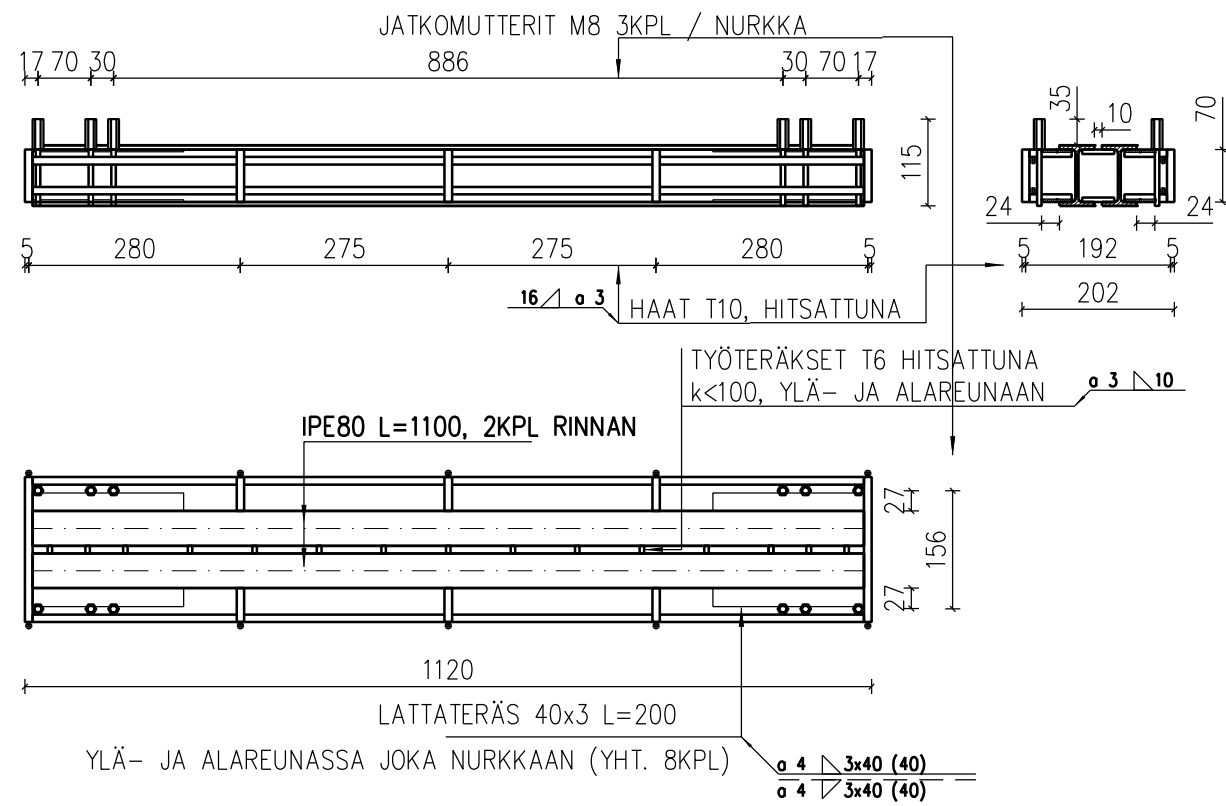
AUKKOPALKKI 1 110x250 (ELEMENTTI)



BETONI:	K40-2	AUKKOPALKKI 1
	K40-2	KIVIAINEKSEN MAKSIMIRAEKOKO 3MM
		JUOTOSVALUT, SAUMAUKSET, JÄLKIVALUT
		KIVIAINEKSEN MAKSIMIRAEKOKO 8MM
TERÄS:	T=A500HW	HITSATTAVA
HITSAUSLUOKKA	C	SFS-EN 25817
RAKENNETERÄS:	S235J2G4	KUUMAV. PROFIILIT
(SFS-EN 10025)	S235J2G3	LEVYT JA HITSATUT PROFIILIT
SUUNNITTELUKÄYTTÖIKÄ:	50 v	PALKIT, JUOTOSVALUT, SAUMAUKSET, PAIKALLAVALTAVAT RAKENTEET
YMPÄRISTÖRASITUS	X0	AUKKOPALKKI 1
(BY 50)	X0	JUOTOSVALUT, SAUMAUKSET JÄLKIVALUT
BETONIPEITE:	20 mm	AUKKOPALKKI 1, SALLITTU MITTAPOIKKEAMA 10 mm
	20 mm	JÄLKIVALUT SISÄTILOISSA, JUOTOSVALUT JA SAUMAUKSET, SALLITTU MITTAPOIKKEAMA 10 mm
TOLERANSSIT:	BY 39	NORMAALILUOKKA, PAIKALLAVALU ELLEI TOISIN MAINITA
AUKKOPALKKI 1:	ALAPINTA	AP +1.910, ELLEI TOISIN MERKITYY

TUNN. LUKUM. MUUTOS			NIMIM. PVM	
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä	
3	280	3	450-06-552	
Rakennustoimenpide	MUUTOSTYÖ		Piirustuslaji	Juoks.no
Rakennuskohde	OKT Tiuraniemi/Lepistö Aseveliaukea 4 96100 ROVANIEMI		RAKENNEPIIRUSTUS	
			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
			PALKKIELEMENTTI 1:10 AUKKOPALKKI 1	
			Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero Muutos	
			ELEM 1/E1	
Päiväys, suunnittelija, nimen selvennys ja koulutus			Yhteyshenkilö Tiedosto	
24.9.2009 Ville Lepistö			aseveliaukea4.drw	

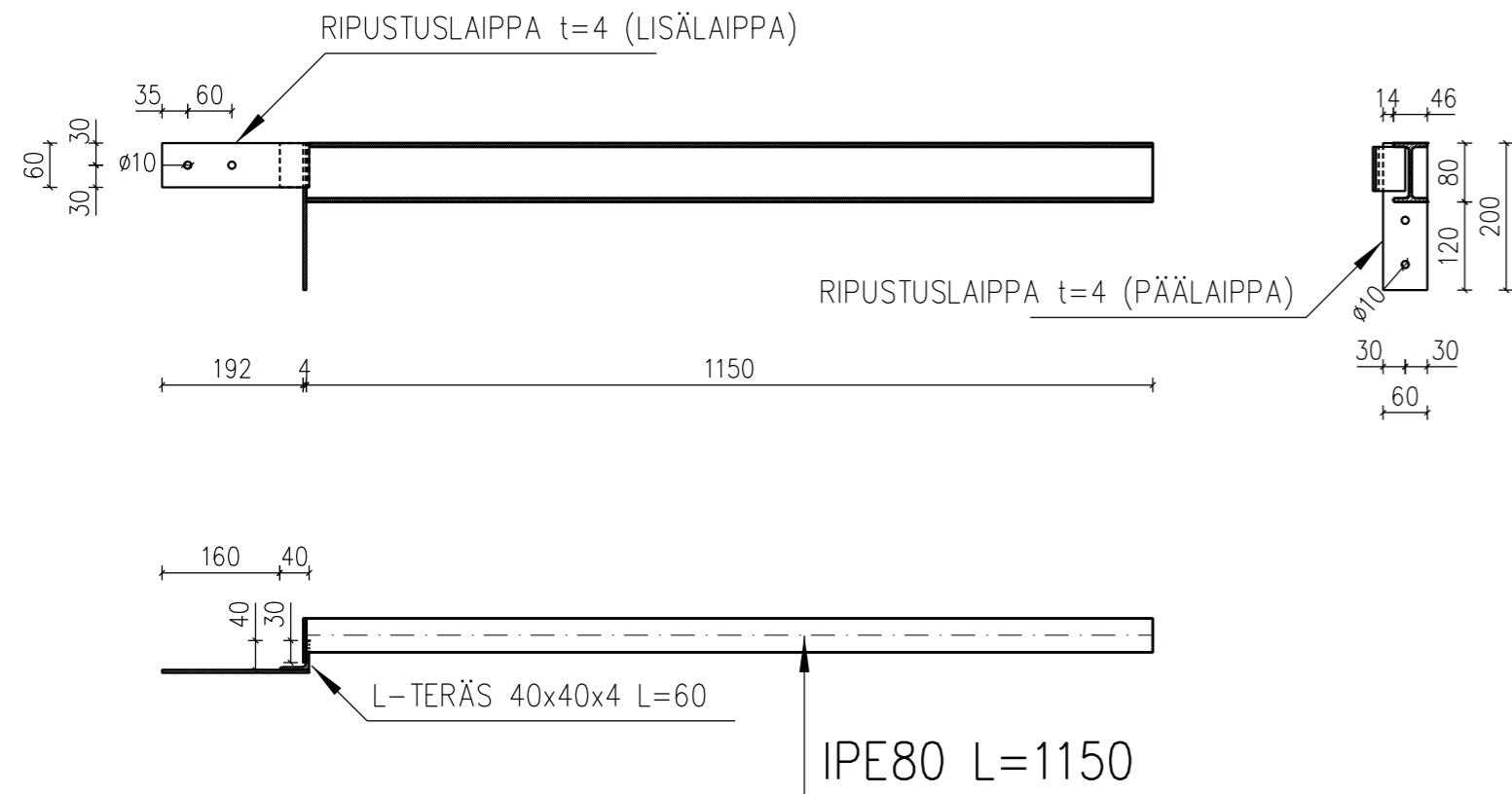
AUKKOPALKKI 1 110x250 (ELEMENTTI)

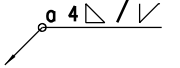


RAKENNELUOKKA:	2	TERÄSRAKENNE
TERÄS:	T=A500HW	HITSATTAVA
HITSAUSLUOKKA	C	SFS-EN 25817
RAKENNETERÄS: (SFS-EN 10025)	S235J2G4 S235J2G3	KUUMAV. PROFIILIT LEVYT JA HITSATUT PROFIILIT
PINTAKÄSITTELY:		EI PINTAKÄSITTELYÄ
YLEISHITSI:	∠ 3 ∇ / √	ELLEI TOISIN MERKITY

TUNN. LUKUM. MUUTOS			NIMIM. PVM	
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä	
3	280	3	450-06-552	
Rakennustoimenpide MUUTOSTYÖ			Piirustuslaaji	Juoks.no
Rakennuskohde			KONEPAJAPIIRUSTUS	
OKT Tiuraniemi/Lepistö Aseveliaukea 4 96100 ROVANIEMI			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
			PALKKIELEMENTTI	1:10
			AUKKOPALKKI 1	
			KOKOONPANO JA HITS.	
			Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero Muutos	
			RAK	1/RT1
Päiväys, suunnittelija, nimen selvitys ja koulutus			Yhteyshenkilö	
24.9.2009 Ville Lepistö			Tiedosto	
			aseveliaukea4.drw	

# OVIPALKKI 1, TERÄSKANNAKE



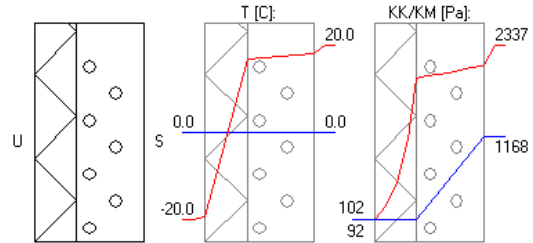
RAKENNELUOKKA:	2	TERÄSRAKENNE
TERÄS:	T=A500HW	HITSATTAVA
HITSAUSLUOKKA	C	SFS-EN 25817
RAKENNETERÄS:	S235J2G4 (SFS-EN 10025)	KUUMAV. PROFIILIT LEVYT JA HITSATUT PROFIILIT
PINTAKÄSITTELY:		EI PINTAKÄSITTELYÄ
YLEISHITSI:		ELLEI TOISIN MERKITYY

TUNN.	LUKUM.	MUUTOS	NIMIM.	PVM
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintäjä	
3	280	3	450-06-552	
Rakennustoinenpide			Piirustusta.ji	Juoks.no
MUUTOSTYÖ			KONEPAJAPIIRUSTUS	
Rakennuskohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
OKT Tiuraniemi/Lepistö Aseveliaukea 4 96100 ROVANIEMI			OVIPALKKI 1 KOKOONPANO JA HITS.	1:10
			Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero Muutos	
			RAK	1/RT2
Päiväys, suunnittelija, nimen selvennys ja koulutus			Yhteyshenkilö	Tiedosto
24.9.2009 Ville Lepistö				aseveliaukea4.drw

Rakennuskohde: Aseveliaukea 4, 96100 ROVANIEMI	Sisältö: Kellarin eristetty perusmuuriantura	
Suunnittelija: Ville Lepistö	Päiväys: 21.1.2009	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo:	0.362 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	260.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	387.00 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	7407.417 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000135 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	2.764 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m <sup>2</sup> K/W
Kulma (0-90):	90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)					
KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1 Salaojittava eriste	100.00	0.0400	1.000000e+01	0.00	30.00
2 Betoni	160.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:****3:n päivän kylmin (72.0 h)**

Piste:	T [C]:	KK [Pa]:	KM [Pa]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	-20.00	102	92	90.0	0.00
1	-19.42	108	92	85.6	0.00
2	16.76	1910	92	4.8	0.00
3	18.12	2080	1168	56.2	0.00
S	20.00	2337	1168	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

**Lisätiedot:**

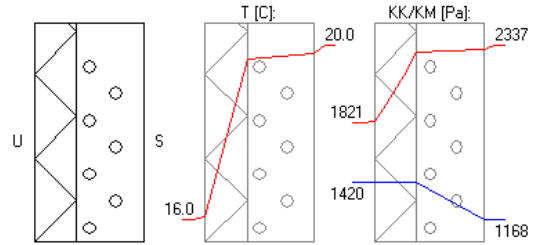
Eristämiseen käytetty salaojittavaa lämmöneristettä. Eristeellä ei ole vesihöyryn vastusta asennusolosuhteissa, joka otetaan laskennassa huomioon.



Rakennuskohde: Aseveliaukea 4, 96100 ROVANIEMI	Sisältö: Kellarin eristetty perusmuuriantura	
Suunnittelija: Ville Lepistö	Päiväys: 21.1.2009	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo:	0.362 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	260.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	387.00 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	7407.417 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000135 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	2.764 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m <sup>2</sup> K/W
Kulma (0-90):	90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1 Salaojittava eriste	100.00	0.0400	1.000000e+01	0.00	30.00
2 Betoni	160.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Piste:	T [C]:	KK [Pa]:	KM [Pa]:	SK [%]:	Elokuu (744.0 h) C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	16.00	1821	1420	78.0	0.00
1	16.06	1827	1420	77.7	0.00
2	19.68	2291	1420	62.0	0.00
3	19.81	2310	1168	50.6	0.00
S	20.00	2337	1168	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

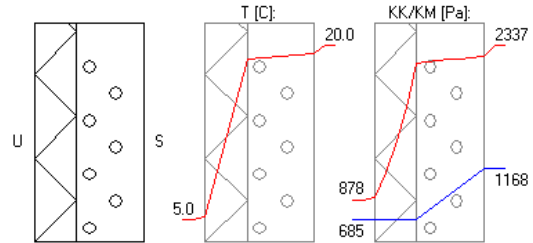
**Lisätiedot:**

Eristämiseen käytetty salaojittavaa lämmöneristettä. Eristeellä ei ole vesihöyryn vastusta asennusolosuhteissa, joka otetaan laskennassa huomioon.

Rakennuskohde: Aseveliaukea 4, 96100 ROVANIEMI	Sisältö: Kellarin eristetty perusmuuriantura	
Suunnittelija: Ville Lepistö	Päiväys: 21.1.2009	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo:	0.362 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	260.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	387.00 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	7407.417 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000135 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	2.764 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m <sup>2</sup> K/W
Kulma (0-90):	90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1 Salaojittava eriste	100.00	0.0400	1.000000e+01	0.00	30.00
2 Betoni	160.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet: Kesä(elokuu) - todellinen maan (744.0 h)**

Piste:	T [C]:	KK [Pa]:	KM [Pa]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	5.00	878	685	78.0	0.00
1	5.22	891	685	76.8	0.00
2	18.78	2168	685	31.6	0.00
3	19.29	2238	1168	52.2	0.00
S	20.00	2337	1168	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

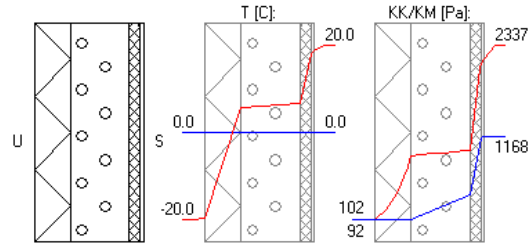
**Lisätiedot:**

Eristämiseen käytetty salaojittavaa lämmöneristettä. Eristeellä ei ole vesihöyryn vastusta asennusolosuhteissa, joka otetaan laskennassa huomioon.

Rakennuskohde: Aseveliaukea 4, 96100 ROVANIEMI	Sisältö: Kellarin eristetty perusmuuriantura	
Suunnittelija: Ville Lepistö	Päiväys: 21.1.2009	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo: 0.253 W/m<sup>2</sup>K  
 Paksuus: 300.000 mm  
 Pinta-ala: 1.00 m<sup>2</sup>  
 Paino: 399.35 kg  
 Hinta: 0.00 euro  
  
 Vesihöyryn vastus: 24278.762 m<sup>2</sup>hPa/g  
 Vesih. läpäisykerroin: 0.000041 g/m<sup>2</sup>hPa  
 Lämmönvastus: 3.950 m<sup>2</sup>K/W  
 Pintavastus, ulko: 0.040 m<sup>2</sup>K/W  
 Pintavastus, sisä: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
 Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

						Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)
KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:	
1 Salaojittava eriste	100.00	0.0400	1.000000e+01	0.00	30.00	
2 Betoni	160.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00	
3 Polyuretaani	31.00	0.0270	1.900000e-06	0.00	50.00	
4 Kipsilevy	9.00	0.2400	1.620000e-05	0.00	1200.00	

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:****3:n päivän kylmin (72.0 h)**

Piste:	T [C]:	KK [Pa]:	KM [Pa]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	-20.00	102	92	90.0	0.00
1	-19.59	106	92	86.8	0.00
2	5.72	923	92	10.0	0.00
3	6.68	986	420	42.6	0.00
4	18.30	2104	1144	54.3	0.00
5	18.68	2155	1168	54.2	0.00
S	20.00	2337	1168	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

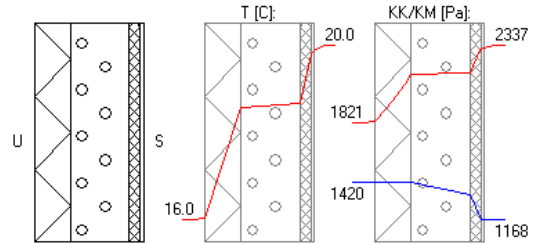
**Lisätiedot:**

Eristämiseen käytetty salaojittavaa lämmöneristettä. Eristeellä ei ole vesihöyryn vastusta asennusolosuhteissa, joka otetaan laskennassa huomioon.

Rakennuskohde: Aseveliaukea 4, 96100 ROVANIEMI	Sisältö: Kellarin eristetty perusmuuriantura	
Suunnittelija: Ville Lepistö	Päiväys: 21.1.2009	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo:	0.253 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	300.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	399.35 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	24278.762 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000041 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	3.950 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m <sup>2</sup> K/W
Kulma (0-90):	90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1 Salaojittava eriste	100.00	0.0400	1.000000e+01	0.00	30.00
2 Betoni	160.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00
3 Polyuretaani	31.00	0.0270	1.900000e-06	0.00	50.00
4 Kipsilevy	9.00	0.2400	1.620000e-05	0.00	1200.00

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Piste:	T [C]:	KK [Pa]:	KM [Pa]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	16.00	1821	1420	78.0	0.00
1	16.04	1825	1420	77.8	0.00
2	18.57	2140	1420	66.4	0.00
3	18.67	2153	1343	62.4	0.00
4	19.83	2313	1174	50.8	0.00
5	19.87	2318	1168	50.4	0.00
S	20.00	2337	1168	50.0	0.00

**Elokuu (744.0 h)****Lisätiedot:**

Eristämiseen käytetty salaojittavaa lämmöneristettä. Eristeellä ei ole vesihöyryn vastusta asennusolosuhteissa, joka otetaan laskennassa huomioon.

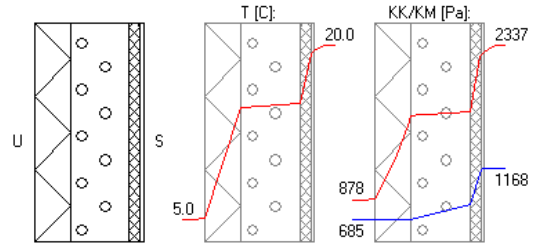
T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

H:\opinnäytetyö\betoniseinä160-lisäeristetty.LAM

Rakennuskohde: Asevelialuea 4, 96100 ROVANIEMI	Sisältö: Kellarin eristetty perusmuuriantura	
Suunnittelija: Ville Lepistö	Päiväys: 21.1.2009	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo:	0.253 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	300.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	399.35 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	24278.762 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000041 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	3.950 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m <sup>2</sup> K/W
Kulma (0-90):	90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1 Salaojittava eriste	100.00	0.0400	1.000000e+01	0.00	30.00
2 Betoni	160.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00
3 Polyuretaani	31.00	0.0270	1.900000e-06	0.00	50.00
4 Kipsilevy	9.00	0.2400	1.620000e-05	0.00	1200.00

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet: Kesä(elokuu) - todellinen maan (744.0 h)**

Piste:	T [C]:	KK [Pa]:	KM [Pa]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	5.00	878	685	78.0	0.00
1	5.15	887	685	77.2	0.00
2	14.65	1671	685	41.0	0.00
3	15.00	1709	832	48.7	0.00
4	19.36	2247	1157	51.5	0.00
5	19.51	2267	1168	51.5	0.00
S	20.00	2337	1168	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

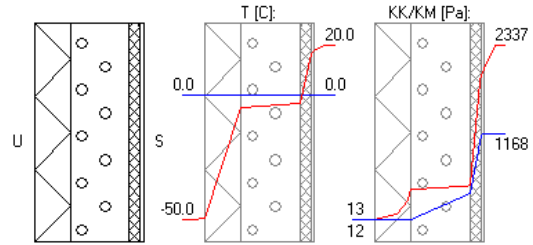
**Lisätiedot:**

Eristämiseen käytetty salaojittavaa lämmöneristettä. Eristeellä ei ole vesihöyryn vastusta asennusolosuhteissa, joka otetaan laskennassa huomioon.

Rakennuskohde: Asevelialuea 4, 96100 ROVANIEMI	Sisältö: Kellarin eristetty perusmuuriantura	
Suunnittelija: Ville Lepistö	Päiväys: 21.1.2009	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo:	0.253 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	300.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	399.35 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	24278.762 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000041 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	3.950 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m <sup>2</sup> K/W
Kulma (0-90):	90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1 Salaojittava eriste	100.00	0.0400	1.000000e+01	0.00	30.00
2 Betoni	160.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00
3 Polyuretaani	31.00	0.0270	1.900000e-06	0.00	50.00
4 Kipsilevy	9.00	0.2400	1.620000e-05	0.00	1200.00

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Piste:	T [C]:	KK [Pa]:	KM [Pa]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	-50.00	13	12	90.0	0.00
1	-49.29	15	12	78.7	0.00
2	-4.98	413	12	2.8	0.00
3	-3.32	473	365	77.1	0.00
4	17.03	1943	1142	58.8	0.00
5	17.70	2026	1168	57.7	0.00
S	20.00	2337	1168	50.0	0.00

**Ääriolosuhteissa (72.0 h)****Lisätiedot:**

Eristämiseen käytetty salaojittavaa lämmöneristettä. Eristeellä ei ole vesihöyryn vastusta asennusolosuhteissa, joka otetaan laskennassa huomioon.

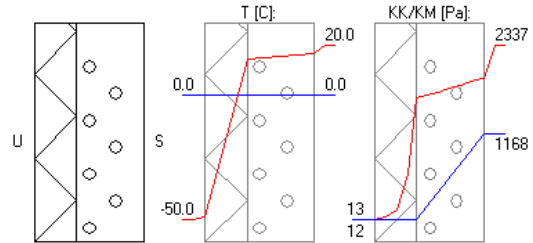
T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

H:\opinnäytetyö\betoniseinä160-lisäeristetty.LAM

Rakennuskohde: Aseveliaukea 4, 96100 ROVANIEMI	Sisältö: Kellarin eristetty perusmuuriantura	
Suunnittelija: Ville Lepistö	Päiväys: 21.1.2009	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo:	0.362 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	260.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	387.00 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	7407.417 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000135 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	2.764 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m <sup>2</sup> K/W
Kulma (0-90):	90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)					
KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1 Salaojittava eriste	100.00	0.0400	1.000000e+01	0.00	30.00
2 Betoni	160.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Piste:	Ääriolosuhteissa (72.0 h)				
	T [C]:	KK [Pa]:	KM [Pa]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	-50.00	13	12	90.0	0.00
1	-48.99	16	12	74.6	0.00
2	14.32	1637	12	0.7	0.00
3	16.71	1904	1168	61.4	0.00
S	20.00	2337	1168	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

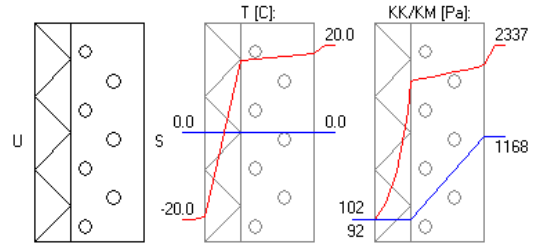
**Lisätiedot:**

Eristämiseen käytetty salaojittavaa lämmöneristettä. Eristeellä ei ole vesihöyryn vastusta asennusolosuhteissa, joka otetaan laskennassa huomioon.

Rakennuskohde: Aseveliaukea 4, 96100 ROVANIEMI	Sisältö: Kellarin eristetty perusmuuriantura	
Suunnittelija: Ville Lepistö	Päiväys: 21.1.2009	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo:	0.359 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	300.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	483.00 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	9259.269 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000108 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	2.788 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m <sup>2</sup> K/W
Kulma (0-90):	90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1 Salaojittava eriste	100.00	0.0400	1.000000e+01	0.00	30.00
2 Betoni	200.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Piste:	T [C]:	KK [Pa]:	KM [Pa]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	-20.00	102	92	90.0	0.00
1	-19.43	108	92	85.6	0.00
2	16.45	1873	92	4.9	0.00
3	18.13	2082	1168	56.1	0.00
S	20.00	2337	1168	50.0	0.00

**3:n päivän kylmin (72.0 h)****Lisätiedot:**

Eristämiseen käytetty salaojittavaa lämmöneristettä. Eristeellä ei ole vesihöyryn vastusta asennusolosuhteissa, joka otetaan laskennassa huomioon.

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

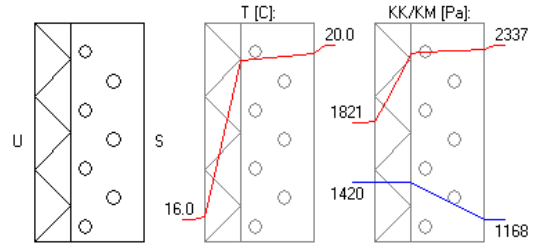
H:\opinnäytetyö\betoniseinä-lisäeristetty.LAM



Rakennuskohde: Aseveliaukea 4, 96100 ROVANIEMI	Sisältö: Kellarin eristetty perusmuuriantura	
Suunnittelija: Ville Lepistö	Päiväys: 21.1.2009	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo:	0.359 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	300.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	483.00 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	9259.269 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000108 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	2.788 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m <sup>2</sup> K/W
Kulma (0-90):	90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)					
KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1 Salaojittava eriste	100.00	0.0400	1.000000e+01	0.00	30.00
2 Betoni	200.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Elokuu (744.0 h)					
Piste:	T [C]:	KK [Pa]:	KM [Pa]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	16.00	1821	1420	78.0	0.00
1	16.06	1827	1420	77.7	0.00
2	19.64	2287	1420	62.1	0.00
3	19.81	2310	1168	50.6	0.00
S	20.00	2337	1168	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

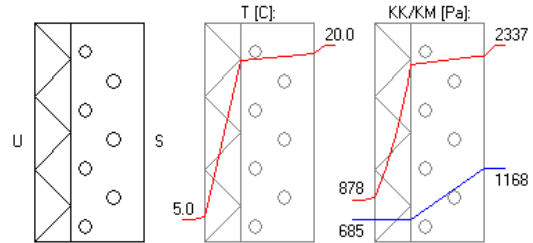
**Lisätiedot:**

Eristämiseen käytetty salaojittavaa lämmöneristettä. Eristeellä ei ole vesihöyryn vastusta asennusolosuhteissa, joka otetaan laskennassa huomioon.

Rakennuskohde: Aseveliaukea 4, 96100 ROVANIEMI	Sisältö: Kellarin eristetty perusmuuriantura	
Suunnittelija: Ville Lepistö	Päiväys: 21.1.2009	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo:	0.359 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	300.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	483.00 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	9259.269 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000108 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	2.788 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m <sup>2</sup> K/W
Kulma (0-90):	90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1 Salaojittava eriste	100.00	0.0400	1.000000e+01	0.00	30.00
2 Betoni	200.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet: Kesä(elokuu) - todellinen maan (744.0 h)**

Piste:	T [C]:	KK [Pa]:	KM [Pa]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	5.00	878	685	78.0	0.00
1	5.22	891	685	76.8	0.00
2	18.67	2152	685	31.8	0.00
3	19.30	2239	1168	52.2	0.00
S	20.00	2337	1168	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

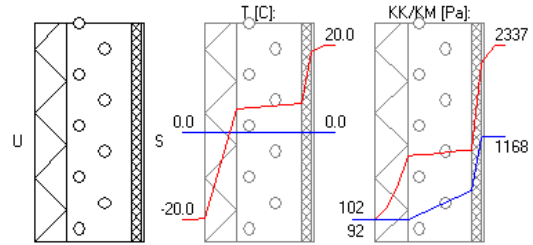
**Lisätiedot:**

Eristämiseen käytetty salaojittavaa lämmöneristettä. Eristeellä ei ole vesihöyryn vastusta asennusolosuhteissa, joka otetaan laskennassa huomioon.

Rakennuskohde: Asevelialuea 4, 96100 ROVANIEMI	Sisältö: Kellarin eristetty perusmuuriantura	
Suunnittelija: Ville Lepistö	Päiväys: 21.1.2009	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo:	0.252 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	340.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	495.35 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	26130.614 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000038 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	3.973 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m <sup>2</sup> K/W
Kulma (0-90):	90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)	
				Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1 Salaojittava eriste	100.00	0.0400	1.000000e+01	0.00	30.00
2 Betoni	200.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00
3 Polyuretaani	31.00	0.0270	1.900000e-06	0.00	50.00
4 Kipsilevy	9.00	0.2400	1.620000e-05	0.00	1200.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:****3:n päivän kylmin (72.0 h)**

Piste:	T [C]:	KK [Pa]:	KM [Pa]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	-20.00	102	92	90.0	0.00
1	-19.60	106	92	86.9	0.00
2	5.57	914	92	10.1	0.00
3	6.76	992	473	47.7	0.00
4	18.31	2106	1145	54.4	0.00
5	18.69	2156	1168	54.2	0.00
S	20.00	2337	1168	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

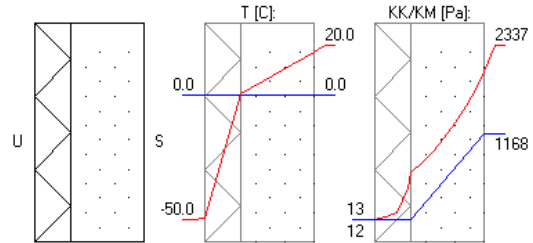
**Lisätiedot:**

Eristämiseen käytetty salaojittavaa lämmöneristettä. Eristeellä ei ole vesihöyryn vastusta asennusolosuhteissa, joka otetaan laskennassa huomioon.

Rakennuskohde: Aseveliaukea 4, 96100 ROVANIEMI	Sisältö: Kellarin eristetty perusmuuriantura	
Suunnittelija: Ville Lepistö	Päiväys: 21.1.2009	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo: 0.285 W/m<sup>2</sup>K  
 Paksuus: 300.000 mm  
 Pinta-ala: 1.00 m<sup>2</sup>  
 Paino: 123.00 kg  
 Hinta: 0.00 euro  
  
 Vesihöyryn vastus: 1798.571 m<sup>2</sup>hPa/g  
 Vesih. läpäisykerroin: 0.000556 g/m<sup>2</sup>hPa  
 Lämmönvastus: 3.503 m<sup>2</sup>K/W  
 Pintavastus, ulko: 0.040 m<sup>2</sup>K/W  
 Pintavastus, sisä: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
 Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)					
KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1 Salaojittava eriste	100.00	0.0400	1.000000e+01	0.00	30.00
2 Keytsorabetoni	200.00	0.2400	1.112000e-04	0.00	600.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Piste:	Ääriolosuhteissa (72.0 h)				
	T [C]:	KK [Pa]:	KM [Pa]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	-50.00	13	12	90.0	0.00
1	-49.20	15	12	77.4	0.00
2	0.75	646	12	1.8	0.00
3	17.40	1989	1168	58.7	0.00
S	20.00	2337	1168	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

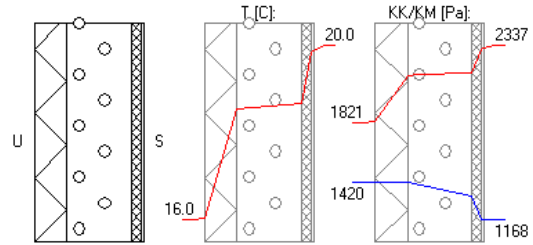
**Lisätiedot:**

Eristämiseen käytetty salaojittavaa lämmöneristettä. Eristeellä ei ole vesihöyryn vastusta asennusolosuhteissa, joka otetaan laskennassa huomioon.

Rakennuskohde: Aseveliaukea 4, 96100 ROVANIEMI	Sisältö: Kellarin eristetty perusmuuriantura	
Suunnittelija: Ville Lepistö	Päiväys: 21.1.2009	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo:	0.252 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	340.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	495.35 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	26130.614 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000038 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	3.973 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m <sup>2</sup> K/W
Kulma (0-90):	90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1 Salaojittava eriste	100.00	0.0400	1.000000e+01	0.00	30.00
2 Betoni	200.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00
3 Polyuretaani	31.00	0.0270	1.900000e-06	0.00	50.00
4 Kipsilevy	9.00	0.2400	1.620000e-05	0.00	1200.00

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Piste:	T [C]:	KK [Pa]:	KM [Pa]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	16.00	1821	1420	78.0	0.00
1	16.04	1825	1420	77.8	0.00
2	18.56	2138	1420	66.4	0.00
3	18.68	2154	1331	61.8	0.00
4	19.83	2313	1174	50.7	0.00
5	19.87	2318	1168	50.4	0.00
S	20.00	2337	1168	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

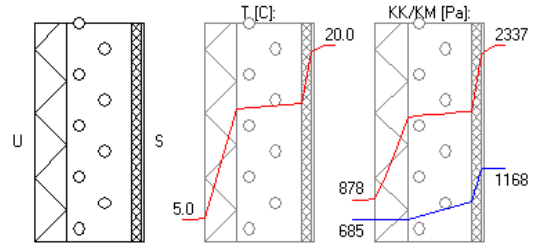
**Elokuu (744.0 h)****Lisätiedot:**

Eristämiseen käytetty salaojittavaa lämmöneristettä. Eristeellä ei ole vesihöyryn vastusta asennusolosuhteissa, joka otetaan laskennassa huomioon.

Rakennuskohde: Aseveliaukea 4, 96100 ROVANIEMI	Sisältö: Kellarin eristetty perusmuuriantura	
Suunnittelija: Ville Lepistö	Päiväys: 21.1.2009	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo:	0.252 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	340.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	495.35 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	26130.614 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000038 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	3.973 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m <sup>2</sup> K/W
Kulma (0-90):	90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)	
				Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1 Salaojittava eriste	100.00	0.0400	1.000000e+01	0.00	30.00
2 Betoni	200.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00
3 Polyuretaani	31.00	0.0270	1.900000e-06	0.00	50.00
4 Kipsilevy	9.00	0.2400	1.620000e-05	0.00	1200.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet: Kesä(elokuu) - todellinen maan (744.0 h)**

Piste:	T [C]:	KK [Pa]:	KM [Pa]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	5.00	878	685	78.0	0.00
1	5.15	887	685	77.2	0.00
2	14.59	1665	685	41.1	0.00
3	15.03	1712	856	50.0	0.00
4	19.37	2248	1158	51.5	0.00
5	19.51	2268	1168	51.5	0.00
S	20.00	2337	1168	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

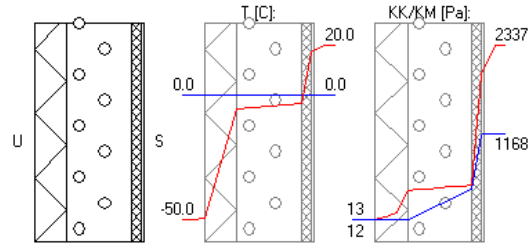
**Lisätiedot:**

Eristämiseen käytetty salaojittavaa lämmöneristettä. Eristeellä ei ole vesihöyryn vastusta asennusolosuhteissa, joka otetaan laskennassa huomioon.

Rakennuskohde: Asevelialuea 4, 96100 ROVANIEMI	Sisältö: Kellarin eristetty perusmuuriantura	
Suunnittelija: Ville Lepistö	Päiväys: 21.1.2009	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo:	0.252 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	340.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	495.35 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	26130.614 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000038 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	3.973 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m <sup>2</sup> K/W
Kulma (0-90):	90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)	
				Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1 Salaojittava eriste	100.00	0.0400	1.000000e+01	0.00	30.00
2 Betoni	200.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00
3 Polyuretaani	31.00	0.0270	1.900000e-06	0.00	50.00
4 Kipsilevy	9.00	0.2400	1.620000e-05	0.00	1200.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Piste:	Ääriolosuhteissa (72.0 h)				
	T [C]:	KK [Pa]:	KM [Pa]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	-50.00	13	12	90.0	0.00
1	-49.30	15	12	78.7	0.00
2	-5.25	404	12	2.9	0.00
3	-3.18	478	422	88.2	0.00
4	17.05	1945	1144	58.8	0.00
5	17.71	2028	1168	57.6	0.00
S	20.00	2337	1168	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

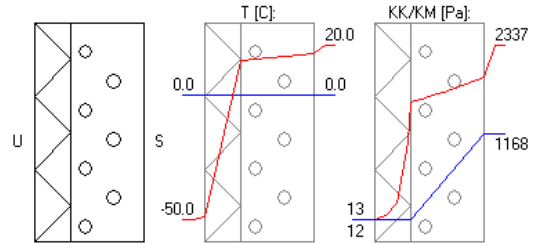
**Lisätiedot:**

Eristämiseen käytetty salaojittavaa lämmöneristettä. Eristeellä ei ole vesihöyryn vastusta asennusolosuhteissa, joka otetaan laskennassa huomioon.

Rakennuskohde: Aseveliaukea 4, 96100 ROVANIEMI	Sisältö: Kellarin eristetty perusmuuriantura	
Suunnittelija: Ville Lepistö	Päiväys: 21.1.2009	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo:	0.359 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	300.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	483.00 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	9259.269 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000108 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	2.788 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m <sup>2</sup> K/W
Kulma (0-90):	90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1 Salaojittava eriste	100.00	0.0400	1.000000e+01	0.00	30.00
2 Betoni	200.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Piste:	T [C]:	KK [Pa]:	KM [Pa]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	-50.00	13	12	90.0	0.00
1	-49.00	16	12	74.7	0.00
2	13.78	1581	12	0.7	0.00
3	16.74	1908	1168	61.2	0.00
S	20.00	2337	1168	50.0	0.00

**Ääriolosuhteissa (72.0 h)****Lisätiedot:**

Eristämiseen käytetty salaojittavaa lämmöneristettä. Eristeellä ei ole vesihöyryn vastusta asennusolosuhteissa, joka otetaan laskennassa huomioon.

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

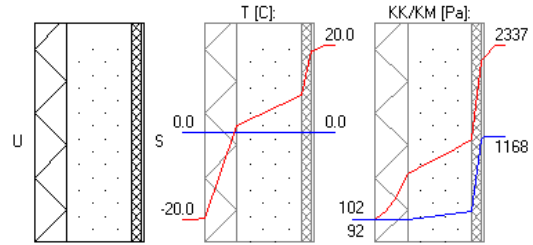
H:\opinnäytetyö\betoniseinä-lisäeristetty.LAM



Rakennuskohde: Asevelialuea 4, 96100 ROVANIEMI	Sisältö: Kellarin eristetty perusmuuriantura	
Suunnittelija: Ville Lepistö	Päiväys: 21.1.2009	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo:	0.213 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	340.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	135.35 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	18669.916 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000054 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	4.689 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m <sup>2</sup> K/W
Kulma (0-90):	90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)	
				Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1 Salaojittava eriste	100.00	0.0400	1.000000e+01	0.00	30.00
2 Kevytsementti	200.00	0.2400	1.112000e-04	0.00	600.00
3 Polyuretaani	31.00	0.0270	1.900000e-06	0.00	50.00
4 Kipsilevy	9.00	0.2400	1.620000e-05	0.00	1200.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:****3:n päivän kylmin (72.0 h)**

Piste:	T [C]:	KK [Pa]:	KM [Pa]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	-20.00	102	92	90.0	0.00
1	-19.66	105	92	87.3	0.00
2	1.67	692	92	13.3	0.00
3	8.78	1138	196	17.2	0.00
4	18.57	2140	1136	53.1	0.00
5	18.89	2182	1168	53.5	0.00
S	20.00	2337	1168	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

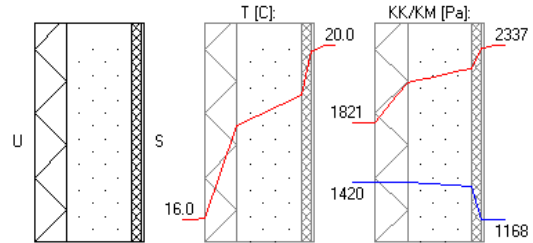
**Lisätiedot:**

Eristämiseen käytetty salaojittavaa lämmöneristettä. Eristeellä ei ole vesihöyryn vastusta asennusolosuhteissa, joka otetaan laskennassa huomioon.

Rakennuskohde: Aseveliaukea 4, 96100 ROVANIEMI	Sisältö: Kellarin eristetty perusmuuriantura	
Suunnittelija: Ville Lepistö	Päiväys: 21.1.2009	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo:	0.213 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	340.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	135.35 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	18669.916 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000054 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	4.689 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m <sup>2</sup> K/W
Kulma (0-90):	90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1 Salaojittava eriste	100.00	0.0400	1.000000e+01	0.00	30.00
2 Kevytsementti	200.00	0.2400	1.112000e-04	0.00	600.00
3 Polyuretaani	31.00	0.0270	1.900000e-06	0.00	50.00
4 Kipsilevy	9.00	0.2400	1.620000e-05	0.00	1200.00

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Piste:	T [C]:	KK [Pa]:	KM [Pa]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	16.00	1821	1420	78.0	0.00
1	16.03	1825	1420	77.8	0.00
2	18.17	2086	1420	68.1	0.00
3	18.88	2180	1396	64.0	0.00
4	19.86	2317	1176	50.8	0.00
5	19.89	2321	1168	50.3	0.00
S	20.00	2337	1168	50.0	0.00

**Elokuu (744.0 h)****Lisätiedot:**

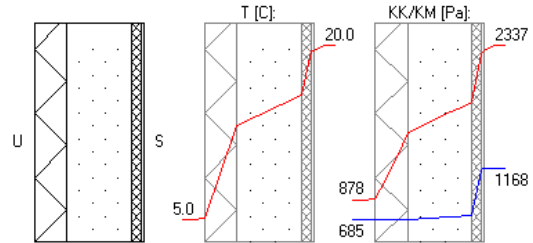
Eristämiseen käytetty salaojittavaa lämmöneristettä. Eristeellä ei ole vesihöyryn vastusta asennusolosuhteissa, joka otetaan laskennassa huomioon.

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

Rakennuskohde: Asevelialuea 4, 96100 ROVANIEMI	Sisältö: Kellarin eristetty perusmuuriantura	
Suunnittelija: Ville Lepistö	Päiväys: 21.1.2009	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo:	0.213 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	340.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	135.35 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	18669.916 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000054 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	4.689 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m <sup>2</sup> K/W
Kulma (0-90):	90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1 Salaojittava eriste	100.00	0.0400	1.000000e+01	0.00	30.00
2 Kevytsementti	200.00	0.2400	1.112000e-04	0.00	600.00
3 Polyuretaani	31.00	0.0270	1.900000e-06	0.00	50.00
4 Kipsilevy	9.00	0.2400	1.620000e-05	0.00	1200.00

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet: Kesä(elokuu) - todellinen maan (744.0 h)**

Piste:	T [C]:	KK [Pa]:	KM [Pa]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	5.00	878	685	78.0	0.00
1	5.13	886	685	77.3	0.00
2	13.13	1515	685	45.2	0.00
3	15.79	1797	731	40.7	0.00
4	19.46	2261	1154	51.0	0.00
5	19.58	2278	1168	51.3	0.00
S	20.00	2337	1168	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

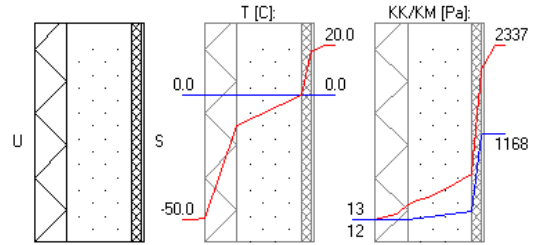
**Lisätiedot:**

Eristämiseen käytetty salaojittavaa lämmöneristettä. Eristeellä ei ole vesihöyryn vastusta asennusolosuhteissa, joka otetaan laskennassa huomioon.

Rakennuskohde: Aseveliaukea 4, 96100 ROVANIEMI	Sisältö: Kellarin eristetty perusmuuriantura	
Suunnittelija: Ville Lepistö	Päiväys: 21.1.2009	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo:	0.213 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	340.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	135.35 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	18669.916 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000054 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	4.689 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m <sup>2</sup> K/W
Kulma (0-90):	90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)	
				Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1 Salaojittava eriste	100.00	0.0400	1.000000e+01	0.00	30.00
2 Kevytsementti	200.00	0.2400	1.112000e-04	0.00	600.00
3 Polyuretaani	31.00	0.0270	1.900000e-06	0.00	50.00
4 Kipsilevy	9.00	0.2400	1.620000e-05	0.00	1200.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Piste:	Ääriolosuhteissa (72.0 h)				
	T [C]:	KK [Pa]:	KM [Pa]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	-50.00	13	12	90.0	0.00
1	-49.40	15	12	80.3	0.00
2	-12.08	219	12	5.3	0.00
3	0.36	628	123	19.6	0.00
4	17.50	2001	1134	56.7	0.00
5	18.06	2072	1168	56.4	0.00
S	20.00	2337	1168	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

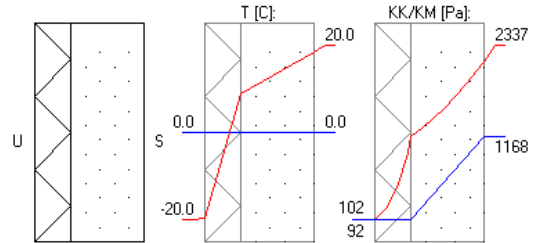
**Lisätiedot:**

Eristämiseen käytetty salaojittavaa lämmöneristettä. Eristeellä ei ole vesihöyryn vastusta asennusolosuhteissa, joka otetaan laskennassa huomioon.

Rakennuskohde: Aseveliaukea 4, 96100 ROVANIEMI	Sisältö: Kellarin eristetty perusmuuriantura	
Suunnittelija: Ville Lepistö	Päiväys: 21.1.2009	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo: 0.285 W/m<sup>2</sup>K  
 Paksuus: 300.000 mm  
 Pinta-ala: 1.00 m<sup>2</sup>  
 Paino: 123.00 kg  
 Hinta: 0.00 euro  
  
 Vesihöyryn vastus: 1798.571 m<sup>2</sup>hPa/g  
 Vesih. läpäisykerroin: 0.000556 g/m<sup>2</sup>hPa  
 Lämmönvastus: 3.503 m<sup>2</sup>K/W  
 Pintavastus, ulko: 0.040 m<sup>2</sup>K/W  
 Pintavastus, sisä: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
 Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)					
KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1 Salaojittava eriste	100.00	0.0400	1.000000e+01	0.00	30.00
2 Keytsorabetoni	200.00	0.2400	1.112000e-04	0.00	600.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:****3:n päivän kylmin (72.0 h)**

Piste:	T [C]:	KK [Pa]:	KM [Pa]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	-20.00	102	92	90.0	0.00
1	-19.54	106	92	86.5	0.00
2	9.00	1154	92	8.0	0.00
3	18.52	2132	1168	54.8	0.00
S	20.00	2337	1168	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

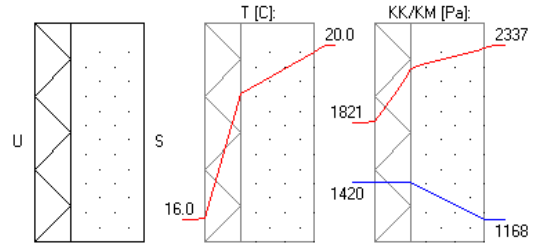
**Lisätiedot:**

Eristämiseen käytetty salaojittavaa lämmöneristettä. Eristeellä ei ole vesihöyryn vastusta asennusolosuhteissa, joka otetaan laskennassa huomioon.

Rakennuskohde: Aseveliaukea 4, 96100 ROVANIEMI	Sisältö: Kellarin eristetty perusmuuriantura	
Suunnittelija: Ville Lepistö	Päiväys: 21.1.2009	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo:	0.285 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	300.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	123.00 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	1798.571 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000556 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	3.503 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m <sup>2</sup> K/W
Kulma (0-90):	90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1 Salaojittava eriste	100.00	0.0400	1.000000e+01	0.00	30.00
2 Keytsorabetoni	200.00	0.2400	1.112000e-04	0.00	600.00

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Piste:	T [C]:	KK [Pa]:	KM [Pa]:	SK [%]:	Elokuu (744.0 h) C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	16.00	1821	1420	78.0	0.00
1	16.05	1826	1420	77.8	0.00
2	18.90	2183	1420	65.0	0.00
3	19.85	2316	1168	50.4	0.00
S	20.00	2337	1168	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

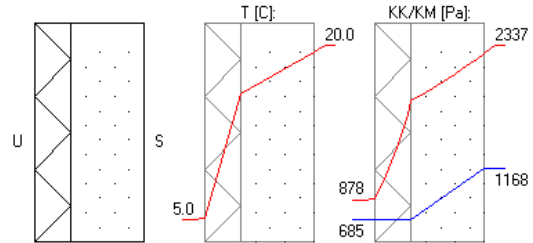
**Lisätiedot:**

Eristämiseen käytetty salaojittavaa lämmöneristettä. Eristeellä ei ole vesihöyryn vastusta asennusolosuhteissa, joka otetaan laskennassa huomioon.

Rakennuskohde: Aseveliaukea 4, 96100 ROVANIEMI	Sisältö: Kellarin eristetty perusmuuriantura	
Suunnittelija: Ville Lepistö	Päiväys: 21.1.2009	Tunnus:

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo: 0.285 W/m<sup>2</sup>K  
 Paksuus: 300.000 mm  
 Pinta-ala: 1.00 m<sup>2</sup>  
 Paino: 123.00 kg  
 Hinta: 0.00 euro  
  
 Vesihöyryn vastus: 1798.571 m<sup>2</sup>hPa/g  
 Vesih. läpäisykerroin: 0.000556 g/m<sup>2</sup>hPa  
 Lämmönvastus: 3.503 m<sup>2</sup>K/W  
 Pintavastus, ulko: 0.040 m<sup>2</sup>K/W  
 Pintavastus, sisä: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
 Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)					
KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m <sup>3</sup> ]:	Paino [kg/m <sup>3</sup> ]:
1 Salaojittava eriste	100.00	0.0400	1.000000e+01	0.00	30.00
2 Kevytoraabetoni	200.00	0.2400	1.112000e-04	0.00	600.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Piste:	T [C]:	KK [Pa]:	KM [Pa]:	SK [%]:	Elokuu (744.0 h) C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	5.00	878	685	78.0	0.00
1	5.17	889	685	77.1	0.00
2	15.88	1807	685	37.9	0.00
3	19.44	2259	1168	51.7	0.00
S	20.00	2337	1168	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

**Lisätiedot:**

Eristämiseen käytetty salaojittavaa lämmöneristettä. Eristeellä ei ole vesihöyryn vastusta asennusolosuhteissa, joka otetaan laskennassa huomioon.

```

=====
DOFTERÄS versio 1.1                               D.O.F. tech Oy.
Mon Sep 21 09:19:57 2009
E:\LIITE3.TXT
=====

```

RAKENNETIEDOT

```

Pituus = 870.0 mm
Tuennat:
T1: Jäykkätuki           z = 0.0 mm
T2: Jäykkätuki           z = 870.0 mm
=====

```

POIKKILEIKKAUSTIEDOT

```

Valittu poikkileikkaus:           IPE_80
A           = 764.3 mm2
Ix           = 8.01377e+05           mm4
Iy           = 8.48903e+04           mm4
Iv           = 5.58501e+03           mm4
Wx           = 2.00344e+04           mm3
Wy           = 3.69088e+03           mm3
Paino       = 6.000 kg/m

```

```

Materiaali:           Fe 360
E           = 210000.00           N/mm2
Fy           = 235.00 N/mm2
Fd           = 235.00 N/mm2
Fvd         = 141.00 N/mm2
=====

```

KUORMITUSTIEDOT

Kuormitustapaus 1:

```

-----
Viivakuormat Qy:
Nro      A [mm]           B [mm]           Qyd [kN/m] Qyk
[kNm]
1         0               870             -40.890
-28.060

```

TUKIREAKTIOT, MURTORAJATILA

Kuormitustapaus 1:

```

-----
Tuki:      Fxd [kN]   Fyd [kN]   Fzd [kN]   Mxd [kNm]   Myd [kNm]
T1:         0.00     17.79     0.00     -2.58      0.00
T2:         0.00     17.79     0.00      2.58      0.00

```

TUKIREAKTIOT, KÄYTTÖRAJATILA

Kuormitustapaus 1:

```

-----
Tuki:      Fxk [kN]   Fyk [kN]   Fzk [kN]   Mxk [kNm]   Myk [kNm]
T1:         0.00     12.21     0.00     -1.77      0.00
T2:         0.00     12.21     0.00      1.77      0.00

```



=====  
 MAKSIMIVOIMASUUREET (murtorajatila)

Kuormitustapaus 1:

-----  
 Vy\_max = 17.79 kN z = 0.0 mm  
 Mx\_max = -2.58 kNm z = 0.0 mm

=====  
 MAKSIMIJÄNNITYKSET (murtorajatila) ( IPE\_80 )

Materiaalin lujuusarvot:

Fy = 235.000 N/mm2  
 Fd = 235.000 N/mm2  
 Fvd = 141.000 N/mm2

Kuormitustapaus 1:

-----  
 Normaalijännityksen maksimi:  
 +128.735 N/mm2 ( < Fd, OK)  
 Leikkausjännityksen maksimi:  
 +65.694 N/mm2 ( < Fvd, OK)  
 Yhdistetyn jännityksen maksimi:  
 +143.998 N/mm2 ( < 1.1\*Fd, OK)

=====  
 MAKSIMISIIRTYMÄT (käyttörajatila) ( IPE\_80 )

Sallitut siirtymät aukoittain

-----  
 Aukko: Ux\_sall [mm] Uy\_sall [mm]  
 1 2.90 2.90

Kuormitustapaus 1:

-----  
 Aukko: Uy\_max [mm] z [mm]  
 1 -0.25 435.0 OK

=====  
 Mx ja Vy (murtorajatila)

Kuormitustapaus 1:  
 -----

z [mm]	Vyd [kN]	Mxd [kNm]
0.0	17.79	-2.58
17.4	17.08	-2.28
34.8	16.36	-1.98
52.2	15.65	-1.71
69.6	14.94	-1.44
87.0	14.23	-1.19
104.4	13.52	-0.94
121.8	12.81	-0.72
139.2	12.10	-0.50
156.6	11.38	-0.30
174.0	10.67	-0.10
191.4	9.96	0.08
208.8	9.25	0.24
226.2	8.54	0.40
243.6	7.83	0.54
261.0	7.11	0.67
278.4	6.40	0.79
295.8	5.69	0.89
313.2	4.98	0.99
330.6	4.27	1.07
348.0	3.56	1.13
365.4	2.85	1.19
382.8	2.13	1.23
400.2	1.42	1.26
417.6	0.71	1.28
435.0	0.00	1.29
452.4	-0.71	1.28
469.8	-1.42	1.26
487.2	-2.13	1.23
504.6	-2.85	1.19
522.0	-3.56	1.13
539.4	-4.27	1.07
556.8	-4.98	0.99
574.2	-5.69	0.89
591.6	-6.40	0.79
609.0	-7.11	0.67
626.4	-7.83	0.54
643.8	-8.54	0.40
661.2	-9.25	0.24
678.6	-9.96	0.08
696.0	-10.67	-0.10
713.4	-11.38	-0.30
730.8	-12.10	-0.50
748.2	-12.81	-0.72
765.6	-13.52	-0.94
783.0	-14.23	-1.19
800.4	-14.94	-1.44
817.8	-15.65	-1.71
835.2	-16.36	-1.98
852.6	-17.08	-2.28
870.0	-17.79	-2.58
870.0	-17.79	-2.58

=====  
 My ja Vx (murtorajatila)

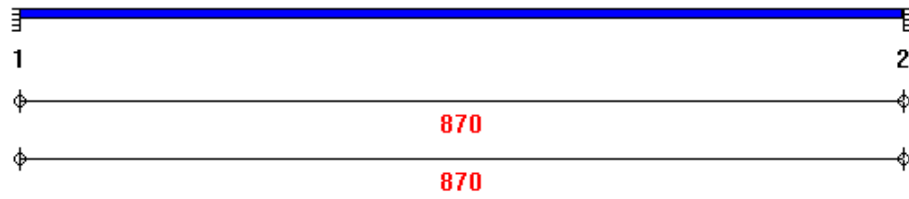
Ei kuormitusta X-suunnassa.

=====  
 Y-SIIRTYMÄT (käyttörajatila) ( IPE\_80 )

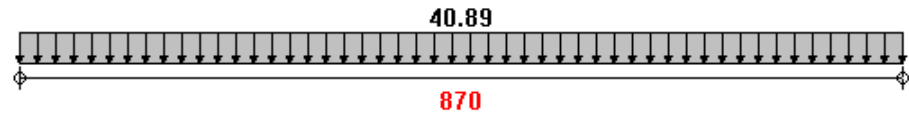
Kuormitustapaus 1:  
 -----

z [mm]	Uy [mm]
0.0	0.00
17.4	-0.00
34.8	-0.01
52.2	-0.01
69.6	-0.02
87.0	-0.03
104.4	-0.04
121.8	-0.06
139.2	-0.07
156.6	-0.09
174.0	-0.10
191.4	-0.12
208.8	-0.13
226.2	-0.15
243.6	-0.16
261.0	-0.18
278.4	-0.19
295.8	-0.20
313.2	-0.21
330.6	-0.22
348.0	-0.23
365.4	-0.24
382.8	-0.24
400.2	-0.25
417.6	-0.25
435.0	-0.25
452.4	-0.25
469.8	-0.25
487.2	-0.24
504.6	-0.24
522.0	-0.23
539.4	-0.22
556.8	-0.21
574.2	-0.20
591.6	-0.19
609.0	-0.18
626.4	-0.16
643.8	-0.15
661.2	-0.13
678.6	-0.12
696.0	-0.10
713.4	-0.09
730.8	-0.07
748.2	-0.06
765.6	-0.04
783.0	-0.03
800.4	-0.02
817.8	-0.01
835.2	-0.01
852.6	-0.00
870.0	-0.00
870.0	0.00

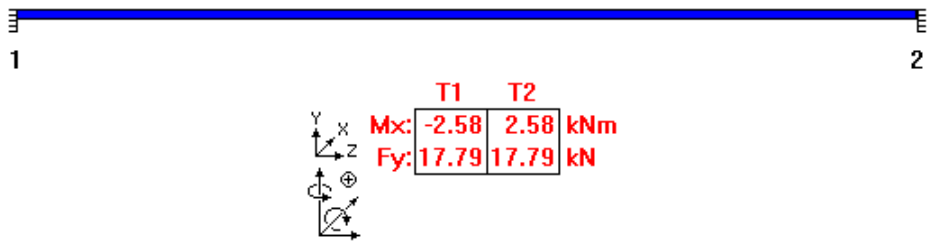
Rakennekuva

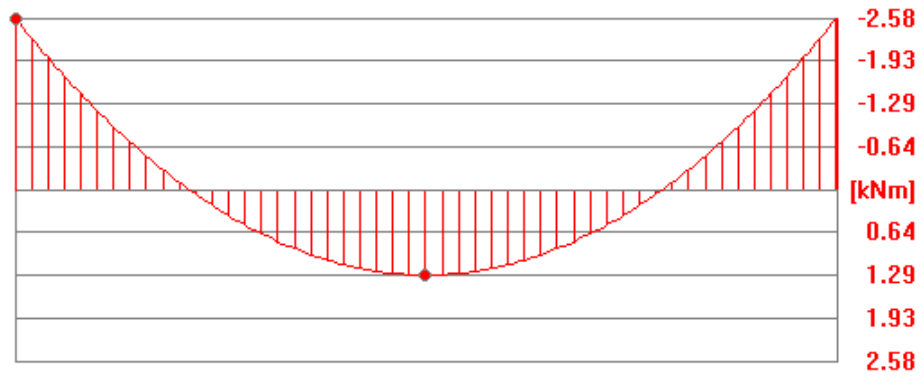
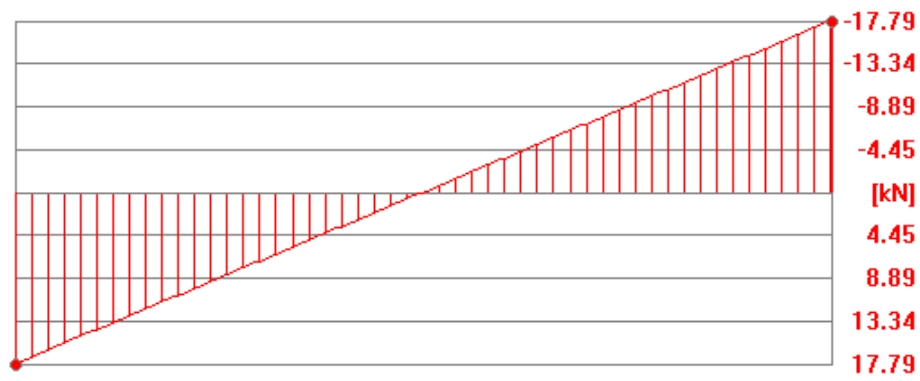


Y-suunnan kuormitus (murto), KT1, [kN, kN/m, kNm]

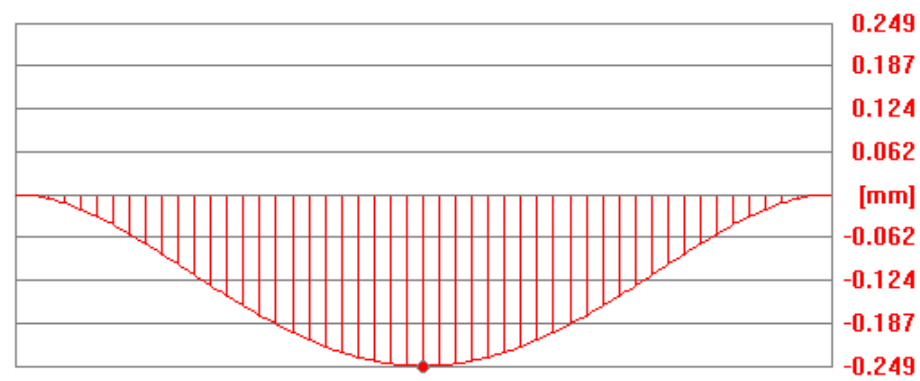


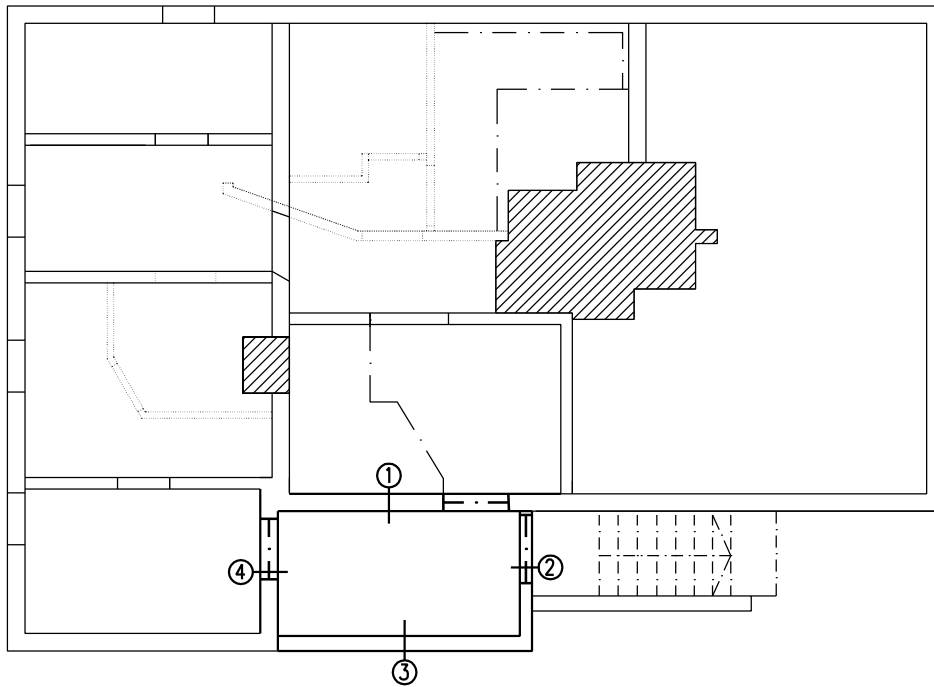
Tukireaktiot (murto), KT1



Momentti  $M_x$  (murto), KT1Leikkausvoima  $V_y$  (murto), KT1

Y-suunnan siirtymä (käyttö), KT1





SEINÄLINJA	gk = nk	gd = nd
①	27,37 kN/m	40,06 kN/m
②	22,75 kN/m	33,76 kN/m
③	8,98 kN/m	12,90 kN/m
④	16,33 kN/m	21,54 kN/m

TUNN.	LUKUM.	MUUTOS	NIMIM.	PVM
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä	
3	280	3	450-06-552	
Rakennustoimenpide			Piirustuslaaji	Juoks.no
MUUTOSTYÖ			KUORMITUSKAAVIO	
Rakennuskohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
OKT Tiuraniemi/Lepistö			KUISTIN ALUE	1:100
Aseveliaukea 4			KELLARIN KATTO	
96100 ROVANIEMI			Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero Muutos	
			RAK	1/500
Päiväys, suunnittelija, nimen selvennys ja koulutus			Yhteyshenkilö	Tiedosto
19.9.2009	Ville Lepistö			

ALUE	gk kN/m <sup>2</sup>	KERTYMÄ L, m	nk kN/m	VARMUUS	nd kN/m <sup>2</sup>
gk, YP 2.krs.	0,85	6,73 / 2	2,86	1,2	3,43
qk, YP 2.krs.	2,4	7,55 / 2	9,06	1,6	14,50
gk, YP KUISTI	0,75	1,85 / 2	0,70	1,2	0,84
qk, YP KUISTI	2,4 * 1,5	2,19 / 2	3,94	1,6	6,30
gk, VP 2.krs.	1,1	2,38 / 2	1,31	1,2	1,57
qk, VP 2.krs.	1,5	2,38 / 2	1,79	1,6	2,86
gk, VP 1.krs. ET	1,0	2,38 / 2	1,19	1,2	1,43
qk, VP 1.krs. ET	1,5	2,38 / 2	1,79	1,6	2,86
gk, VP 1.krs. KUISTI	1,67	1,85 / 2	1,55	1,2	1,86
qk, VP 1.krs. KUISTI	1,5	1,85 / 2	1,39	1,6	2,22
gk, SEINÄ	0,4	4,53	1,81	1,2	2,17

SEINÄLINJA gk = nk gd = nd

① 27,37 kN/m 40,06 kN/m

KERTYMIEN MITTATIEDOT ARKKITEHTIKUVISTA  
RAKENNEKUORMAT KÄSINLASKETTUNA ARVIONA.

KUISTIN KATTOKUORMA KERTOIMELLA 1,5. KINOSTUMISVAARA

TUNN.	LUKUM.	MUUTOS	NIMIM.	PVM
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä	
3	280	3	450-06-552	
Rakennustoimenpide	MUUTOSTYÖ		Piirustustila	Juoks.no
Rakennuskohde	OKT Tiuraniemi/Lepistö Aseveliaukea 4 96100 ROVANIEMI		RAKENNELASKELMA	Mittakaavat
			Piirustuksen sisältö	
			KUORMITUSLASKELMA KUISTIN ALUE KELLARIN KATTO SEINÄLINJA 1	
			Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero	Muutos
			RAK	1/501
Päiväys, suunnittelija, nimen selvitys ja koulutus	19.9.2009 Ville Lepistö		Yhteyshenkilö	Tiedosto

ALUE	gk kN/m <sup>2</sup>	KERTYMÄ L, m	nk kN/m	VARMUUS	nd kN/m <sup>2</sup>
gk, YP KUISTI	0,75	6,98 / 2	2,62	1,2	3,14
qk, YP KUISTI	2,4 * 1,5	7,67 / 2	13,81	1,6	22,10
gk, VP 1.krs. KUISTI	1,67	3,1 / 2	2,59	1,2	3,11
qk, VP 1.krs. KUISTI	1,5	3,1 / 2	2,33	1,6	3,73
gk, SEINÄ	0,4	3,50	1,4	1,2	1,68

SEINÄLINJA gk = nk gd = nd

② 22,75 kN/m 33,76 kN/m

KERTYMIEN MITTATIEDOT ARKKITEHTIKUVISTA  
RAKENNEKUORMAT KÄSINLASKETTUNA ARVIONA.

KUISTIN KATTOKUORMA KERTOIMELLA 1,5. KINOSTUMISVAARA

TUNN.	LUKUM.	MUUTOS	NIMIM.	PVM
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä	
3	280	3	450-06-552	
Rakennustoimenpide	MUUTOSTYÖ		Piirustuslaji	Juoks.no
Rakennuskohde	OKT Tiuraniemi/Lepistö Aseveliaukea 4 96100 ROVANIEMI		RAKENNELASKELMA	
			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
			KUORMITUSLASKELMA KUISTIN ALUE KELLARIN KATTO SEINÄLINJA 2	
			Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero Muutos	
			RAK	1/502
Päiväys, suunnittelija, nimen selvitys ja koulutus	Yhteyshenkilö		Tiedosto	
19.9.2009	Ville Lepistö			



ALUE	gk kN/m <sup>2</sup>	KERTYMÄ L, m	nk kN/m	VARMUUS	nd kN/m <sup>2</sup>
gk, YP KUISTI	0,75	1,85 / 2	0,70	1,2	0,84
qk, YP KUISTI	2,4 * 1,5	2,19 / 2	3,94	1,6	6,30
gk, VP 1.krs. KUISTI	1,67	1,85 / 2	1,55	1,2	1,86
qk, VP 1.krs. KUISTI	1,5	1,85 / 2	1,39	1,6	2,22
gk, SEINÄ	0,4	3,5	1,40	1,2	1,68

SEINÄLINJA gk = nk gd = nd

③ 8,98 kN/m 12,90 kN/m

KERTYMIEN MITTATIEDOT ARKKITEHTIKUVISTA  
RAKENNEKUORMAT KÄSINLASKETTUNA ARVIONA.

KUISTIN KATTOKUORMA KERTOIMELLA 1,5. KINOSTUMISVAARA

TUNN.	LUKUM.	MUUTOS	NIMIM.	PVM
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä	
3	280	3	450-06-552	
Rakennustoimenpide	MUUTOSTYÖ		Piirustuslaji	Juoks.no
Rakennuskohde	OKT Tiuraniemi/Lepistö Aseveliaukea 4 96100 ROVANIEMI		RAKENNELASKELMA	
			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
			KUORMITUSLASKELMA KUISTIN ALUE KELLARIN KATTO SEINÄLINJA 3	
			Suunnittelualue, työnnumero ja piirustuksen numero Muutos	
			RAK	1/503
Päiväys, suunnittelija, nimen selvitys ja koulutus	Yhteyshenkilö		Tiedosto	
19.9.2009	Ville Lepistö			

ALUE	gk kN/m <sup>2</sup>	KERTYMÄ L, m	nk kN/m	VARMUUS	nd kN/m <sup>2</sup>
gk, VP 1.krs. KUISTI	1,67	3,1 / 2	2,59	1,2	3,11
qk, VP 1.krs. KUISTI	1,5	3,1 / 2	2,33	1,6	3,73
gk, VP 1.krs. OH	4,7	3,33 / 2	7,83	1,2	9,40
qk, VP 1.krs. OH	1,5	3,33 / 2	2,50	1,6	4,00
gk, SEINÄ	0,4	2,7	1,08	1,2	1,30

SEINÄLINJA gk = nk gd = nd

④ 16,33 kN/m 21,54 kN/m

KERTYMIEN MITTATIEDOT ARKKITEHTIKUVISTA  
RAKENNEKUORMAT KÄSINLASKETTUNA ARVIONA.

TUNN.	LUKUM.	MUUTOS	NIMIM.	PVM
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä	
3	280	3	450-06-552	
Rakennustoimenpide	MUUTOSTYÖ		Piirustustila	Juoks.no
Rakennuskohde	OKT Tiuraniemi/Lepistö Aseveliaukea 4 96100 ROVANIEMI		RAKENNELASKELMA	Mittakaavat
			Piirustuksen sisältö	
			KUORMITUSLASKELMA KUISTIN ALUE KELLARIN KATTO SEINÄLINJA 4	
			Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero	Muutos
			RAK	1/504
Päiväys, suunnittelija, nimen selvennys ja koulutus	Yhteyshenkilö		Tiedosto	
19.9.2009	Ville Lepistö			

```

=====
DOFTERÄS versio 1.1                      D.O.F. tech Oy.
Mon Sep 21 09:38:14 2009
E:\LIITE6.TXT
=====

```

RAKENNETIEDOT

```

Pituus = 1150.0 mm
Tuennat:
T1: Nivelutki      z = 0.0 mm
T2: Nivelutki      z = 1150.0 mm
=====

```

POIKKILEIKKAUSTIEDOT

```

Valittu poikkileikkaus: IPE_80
A      = 764.3 mm2
Ix     = 8.01377e+05 mm4
Iy     = 8.48903e+04 mm4
Iv     = 5.58501e+03 mm4
Wx     = 2.00344e+04 mm3
Wy     = 3.69088e+03 mm3
Paino  = 6.000 kg/m

```

```

Materiaali: Fe 360
E      = 210000.00 N/mm2
Fy     = 235.00 N/mm2
Fd     = 235.00 N/mm2
Fvd    = 141.00 N/mm2
=====

```

KUORMITUSTIEDOT

Kuormitustapaus 1:

Viivakuormat Qy:

Nro	A [mm]	B [mm]	Qyd [kN/m]	Qyk [kNm]
1	0	1150	-22.530	-17.160

TUKIREAKTIOT, MURTORAJATILA

Kuormitustapaus 1:

Tuki:	Fxd [kN]	Fyd [kN]	Fzd [kN]
T1:	0.00	12.95	0.00
T2:	0.00	12.95	0.00

TUKIREAKTIOT, KÄYTTÖRAJATILA

Kuormitustapaus 1:

Tuki:	Fxk [kN]	Fyk [kN]	Fzk [kN]
T1:	0.00	9.87	0.00
T2:	0.00	9.87	0.00

MAKSIMIVOIMASUUREET (murtorajatila)

Kuormitustapaus 1:

```

Vy_max = -12.95 kN z = 1150.0 mm
Mx_max = 3.72 kNm z = 575.0 mm

```

=====  
MAKSIMIJÄNNITYKSET (murtorajatila) ( IPE\_80 )

Materiaalin lujuusarvot:

Fy	= 235.000	N/mm2
Fd	= 235.000	N/mm2
Fvd	= 141.000	N/mm2

Kuormitustapaus 1:  
-----

Normaalijännityksen maksimi:	
+185.905	N/mm2 ( < Fd, OK)
Leikkausjännityksen maksimi:	
+47.846	N/mm2 ( < Fvd, OK)
Yhdistetyn jännityksen maksimi:	
+185.905	N/mm2 ( < 1.1*Fd, OK)

=====  
MAKSIMISIIRTYMÄT (käyttörajatila) ( IPE\_80 )Sallitut siirtymät aukoittain  
-----

Aukko:	Ux_sall [mm]	Uy_sall [mm]
1	3.83	3.83

Kuormitustapaus 1:  
-----

Aukko:	Uy_max [mm]	z [mm]
1	-2.32	575.0 OK

=====  
 Mx ja Vy (murtorajatila)

Kuormitustapaus 1:  
 -----

z [mm]	Vyd [kN]	Mxd [kNm]	
0.0	12.95	-0.00	
23.0	12.44	0.29	
46.0	11.92	0.57	
69.0	11.40	0.84	
92.0	10.88	1.10	
115.0	10.36	1.34	
138.0	9.85	1.57	
161.0	9.33	1.79	
184.0	8.81	2.00	
207.0	8.29	2.20	
230.0	7.77	2.38	
253.0	7.25	2.56	
276.0	6.74	2.72	
299.0	6.22	2.87	
322.0	5.70	3.00	
345.0	5.18	3.13	
368.0	4.66	3.24	
391.0	4.15	3.34	
414.0	3.63	3.43	
437.0	3.11	3.51	
460.0	2.59	3.58	
483.0	2.07	3.63	
506.0	1.55	3.67	
529.0	1.04	3.70	
552.0	0.52	3.72	
575.0	-0.00	3.72	
598.0	-0.52	3.72	
621.0	-1.04	3.70	
644.0	-1.55	3.67	
667.0	-2.07	3.63	
690.0	-2.59	3.58	
713.0	-3.11	3.51	
736.0	-3.63	3.43	
759.0	-4.15	3.34	
782.0	-4.66	3.24	
805.0	-5.18	3.13	
828.0	-5.70	3.00	
851.0	-6.22	2.87	
874.0	-6.74	2.72	
897.0	-7.25	2.56	
920.0	-7.77	2.38	
943.0	-8.29	2.20	
966.0	-8.81	2.00	
989.0	-9.33	1.79	
1012.0	-9.85	1.57	
1035.0	-10.36	1.34	
1058.0	-10.88	1.10	
1081.0	-11.40	0.84	
1104.0	-11.92	0.57	
1127.0	-12.44	0.29	
1150.0	-12.95	-0.00	
1150.0	-12.95	0.00	

=====  
 My ja Vx (murtorajatila)

Ei kuormitusta X-suunnassa.

=====

Y-SIIRTYMÄT (käyttörajatila) ( IPE\_80 )

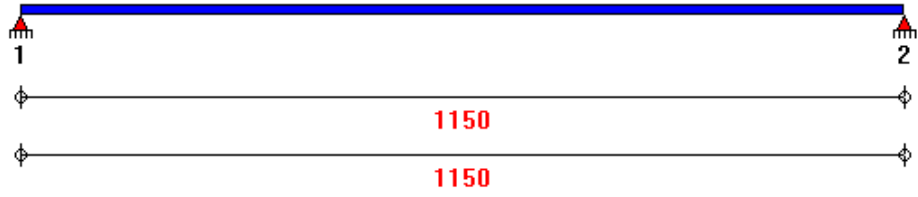
Kuormitustapaus 1:

-----

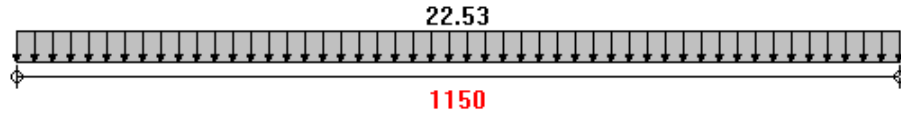
z [mm]	Uy [mm]
0.0	0.00
23.0	-0.15
46.0	-0.30
69.0	-0.44
92.0	-0.59
115.0	-0.73
138.0	-0.87
161.0	-1.00
184.0	-1.13
207.0	-1.26
230.0	-1.38
253.0	-1.49
276.0	-1.60
299.0	-1.70
322.0	-1.80
345.0	-1.89
368.0	-1.97
391.0	-2.04
414.0	-2.11
437.0	-2.16
460.0	-2.21
483.0	-2.25
506.0	-2.28
529.0	-2.30
552.0	-2.32
575.0	-2.32
598.0	-2.32
621.0	-2.30
644.0	-2.28
667.0	-2.25
690.0	-2.21
713.0	-2.16
736.0	-2.11
759.0	-2.04
782.0	-1.97
805.0	-1.89
828.0	-1.80
851.0	-1.70
874.0	-1.60
897.0	-1.49
920.0	-1.38
943.0	-1.26
966.0	-1.13
989.0	-1.00
1012.0	-0.87
1035.0	-0.73
1058.0	-0.59
1081.0	-0.44
1104.0	-0.30
1127.0	-0.15
1150.0	-0.00
1150.0	0.00

=====

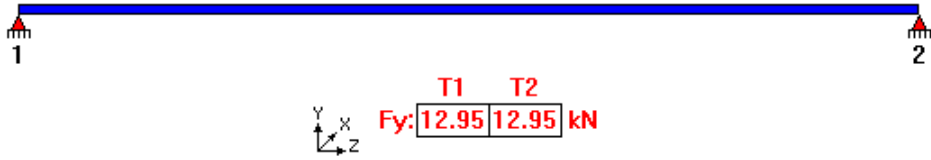
Rakennekuva

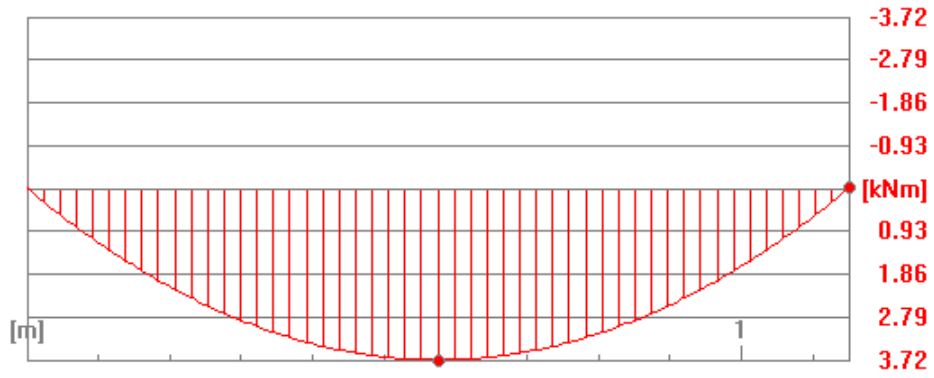
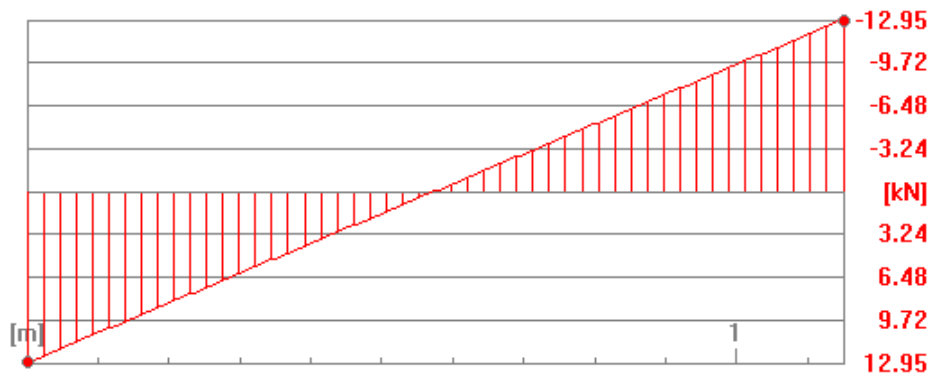


Y-suunnan kuormitus (murto), KT1, [kN, kN/m, kNm]

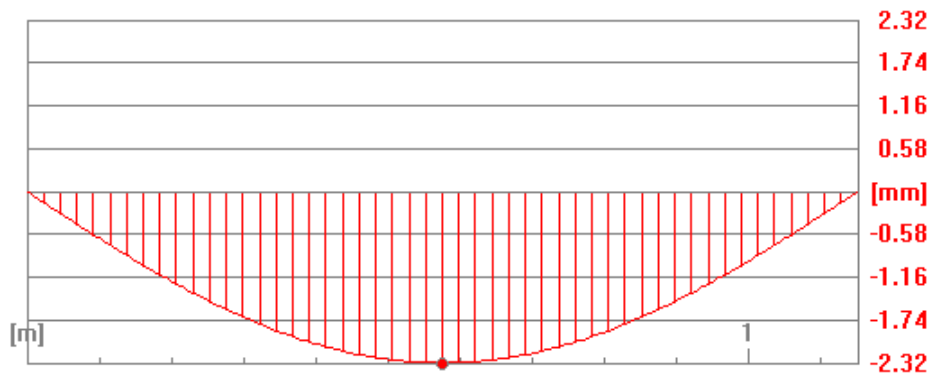


Tukireaktiot (murto), KT1



Momentti  $M_x$  (murto), KT1Leikkausvoima  $V_y$  (murto), KT1

Y-suunnan siirtymä (käyttö), KT1





## TYÖMAALTA OTETUT VALOKUVAT

Muutostöiden aikana on alusta asti kuvattu eri työvaiheita. Kuvia on kertynyt arkistoon yli 100 kappaletta. Seuraavassa valokuvia kuistin muutostöistä. Kuvat on pyritty laittamaan kronologisesti oikeaan järjestykseen, sekä noudattamaan työn etenemisen aikaista rakennusvaihejärjestystä.

### Perusmuurityöt. PM3



Kuva 1 Muottivaihe

Vanha rakenne on purettu ja muotti on raudoitettu.



Kuva 2 Puolivalmis rakenne.

Perusmuuri on valettu, mutta ovi-palkki 2 on vielä valamatta. Tuki-muurin anturat on valettu.



Kuva 3 Tukimuri pystytetty

Tukimuri on ankkuroitu perusmuurirakenteeseen ramloin.



Kuva 4 Portaat valmiit.

Kellarin kulkutie on valmis, ja ovipalkki on valettu. Valumuottina käytettiin kuvassa olevaa väliaikaista ovenkarmia. Perusmuuri on lisäeristetty ja pintarapattu.



Kuva 5 Kellarin ulko-ovi asennettu

Kuvanmukainen tilanne 24.9.2009. Ovea suojaava katos on rakennettu.



Kuva 6 Neljän rakenneosan liittymä

Kuvassa perusmuurin 2 ja 3 sisänurkka. Juotosvalettu harkkorakenne myös kuvassa.

**Perusmuurityöt. PM1 ja PM2**

Kuva 7 Perusmuuri 1 anturavaiheessa

Rakennuksen koko perusmuuri kellarialueella on jatkettu alaspäin, jatkos näkyy uutena anturana vanhan rakenteen alla. Kuistin alusta on vielä tyhjentämättä.



Kuva 8 Perusmuuri 1 runkovaiheessa

Perusmuurin muuraustyöt hyvässä vauhdissa. Perusmuuri valettiin 1000 mm korkeuteen ja juotosvalettiin päistään. Kuistin alusta tyhjennettiin kuvassa näkyvään monttuun eristys ja sepelitöiden jälkeen. Tyhjennyksen aikana ei kellarista ollut vielä portaita maantasoon.

**Aukkopalkki 1 ja pilasterit**

Kuva 9 Elementtityöt

Palkkielementin raudoite on hitsattu ja muotti koottu. Palkki valettiin bitumikermiä vasten, joka toimii palkissa aluskermanä alaohjauspuuta vasten.



Kuva 10 Palkkielementti asennettu

Elementtipalkki on asennettu ja aukko purettu. Palkin asentamista edeltävänä työvaiheena olivat pielivalut, ja pilasterien teko aulatilaan. Pilasterit tehtiin massiivisiksi lähinnä ulkonäköystistä.



Kuva 11 Pilasterileikkaus

Rakenne on pintatasoitettu. Taka-alalla näkyy porras-aulan alimman portaan antura, joka tehdään betonirakenteisena. Aulassa lattiapinta laskee louhintöiden ansiosta 150mm, portaiden alla oleva lattiarakenne jää ylemmäs kuin uusi lattiapinta. Kellarin porrastila on saneerattu 2005.



Kuva 12 Pilasterivalut

Kuvasta käy hyvin ilmi rakenteiden jyrkyys, joilla haetaan massiivista vaikutelmaa kellariin vaikuttamatta kuitenkaan huonealaan vähentävästi.

**Ovipalkki 1 rakenteet**

Kuva 13 Ovipalkki1 eteisen puolelta

Lattateräs osallistuu palkin jäykistämiseen.



Kuva 14 Ovipalkki1 leikkaus

Aukon väliseinä on yläosastaan halkeista toja-levyllä, joka näkyy kuvan keskellä. Vasemmalla reunalla näkyy IPE80-palkin alalaippa. Palkki ja pielet oikaistaan sementtilaastilla ennen alapohjatöitä.



Kuva 15 Teräspalkkikannakkeen riipustus

Palkin kannakointi rakenteeseen on tehty rakennesuunnitelman mukaisesti. Kiila-ankkureiden ruuvit katkaistaan, ja ruuvit rapataan päältä.



Kuva 16 Palkkivalu

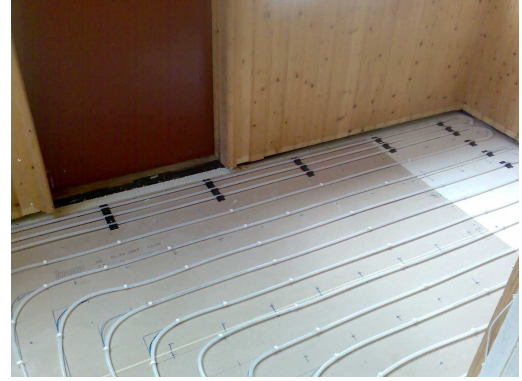
Palkkivalu on onnistunut hyvin, ja pinta rapattuun toja-levyyn on samassa tasossa. Tämä helpottaa tulevia työvaiheita.

## Välipohjatyöt



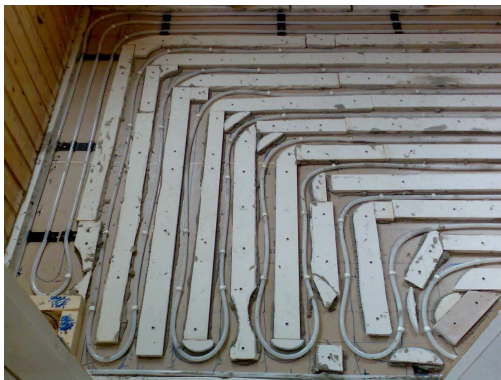
Kuva 17 Välipohjan purkutyöt

Vanhan välipohjan primäärikannakkeena oli keskellä kulkenut järeä puupalkki.



Kuva 18 Välipohjan lämmitys

Kuisti on ollut aikaisemmin lämmittämätön, kylmä tila, joka muutostöissä muutetaan lämpimäksi tilaksi. Lämmitykseksi valittiin vesikiertoinen lattia-lämmitys, koska patterit olisivat vieneet liikaa tilaa kuistilta, ja hankaloittanut kalustamista.



Kuva 19 Kipsilevylattian välikerros

Putkivälit täytetään lattiamassalla, ja tasataan ympäröivien kipsilevysuikaleiden tasoon.



Kuva 20 Valmis lattiapinta

Valmis lattiapinta on lämmin ja toimiva.