



Sami Vinkki

# **ILMANVAIHTOKANAVISTON KAISTA-ASENNUSMENETELMÄ PIENTALOISSA**

# **ILMANVAIHTOKANAVISTON KAISTA-ASENNUSMENETELMÄ PIENTALOISSA**

Sami Vinkki  
Opinnäytetyö  
Kevät 2013  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikka, Talonrakennustekniikka

---

Tekijä: Sami Vinkki

Opinnäytetyön nimi: Ilmanvaihtokanaviston kaista-asennusmenetelmä pientaloissa

Työn ohjaajat: Kimmo Illikainen, Janne Nieminen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2013

Sivumäärä: 29 + 20 liitettä

---

Talonrakentamisessa rakennusten ilmatiiveyteen on kiinnitettävä erityistä huomiota rakenteiden kosteusteknisen toimivuuden ja yhä kiristyvien energiamääräysten vuoksi. Tässä insinööriyössä perehdyttiin ilmatiiveyden merkitykseen rakennusfysiikan ja energiatehokkuuden kannalta nyky-aikaisessa pientalorakentamisessa ja kehitettiin uudenlainen ilmanvaihtokanaviston asennusmenetelmä pientaloihin.

Työn tavoitteena oli kehittää uudenlainen ilmanvaihtokanaviston asennusmenetelmä ilmatiiveyden parantamiseksi ja asennuskustannuksien vähentämiseksi pientaloissa. Työn tilaajan Siklatalojen (Sikla Oy) kanssa tästä uudesta höyrynsulun sisäpuolisesta ilmanvaihtokanaviston ja mahdollisesti myös muun talotekniikan asennusmenetelmästä käytetään nimeä Kaista-asennusmenetelmä. Kaista-asennusmenetelmän avulla yläpohjan ilmanvuoto pyritään minimoimaan.

Kaista-asennusmenetelmäkehityksen aikana tutkittiin vaihtoehtoisia malleja höyrynsulun sisäpuolisen ilmanvaihtokanaviston toteuttamiseksi. Useita erilaisia toteutustapoja löydettiin. Menetelmää kehitettiin erityyppisiin pientaloihin soveltuvaksi ja tutkittiin sen kustannusvaikutuksia. Kustannuksia vertailtiin perinteiseen ullakkoasennusmenetelmään.

Kaista-asennusmenetelmä kehityksen päätavoitteet saavutettiin. Yläpohjan ilmanvuotorisikin todettiin pienenevän merkittävästi läpivientien vähentyessä. Työssä ei vertailtu Kaista-asennusmenetelmän tiiveysvaikutusta perinteiseen ullakolla toteutettavaan kanava-asennusmenetelmään, vaan ainoastaan todettiin sen parantava vaikutus vuotoilmaan. Kaista-asennusmenetelmällä esimerkkikohteena toteutettujen 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>- ja 2-kerroksisten tyyppilisten pientalojen kanava-asennuskustannukset pienenevät. 1-kerroksisen esimerkkikohteen kustannukset hieman nousivat kirvestöiden lisääntyessä. Putkiasentajien asennusmukavuus ja työturvallisuus parani Kaistamenetelmään siirryttäessä huomattavasti. Kaista-asennusmenetelmän kehitystä jatketaan edelleen Siklataloilla kanava-asennustilojen rakentamiskustannuksien vähentämiseksi ja toimintatapojen yhtenäistämiseksi.

# ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Civil Engineering, House Building Engineering

---

Author: Sami Vinkki

Title of thesis: Duct Installation Method inside Vapor Barrier in Detached House Construction.

Supervisors: Kimmo Illkainen, Janne Nieminen

Term and year when the thesis was submitted: Spring / 2013 Pages: 29 + 20 appendices

---

In house building construction attention must be paid to the airtightness of buildings because of the functionality of the moisture properties of structures and advanced energy regulations. In the construction of detached houses, the influence of airtightness was examined from the point of view energy efficiency and building physics in this thesis.

The target of the thesis was to develop a new type of ventilation duct installation method to improve airtightness and reduce the costs of installation for the subscriber of the thesis, Siklatalot (Sikla Ltd). The new duct installation method was designed to operate inside the vapor barrier. By using the described method, the aim was to minimize the air leakage of the roof slab.

Alternative opportunities to assemble ventilation ducts inside the vapor barrier were researched during the development of the duct installation method. Several solutions were found and analyzed to find out the economic benefits of the method. The costs were compared with a traditional attic installation method.

The target of the thesis was achieved. Money will be saved and safety will be at a higher level. Risk of adverse air leak will reduce because of the decrease of penetration for vapor barrier. The development work will be continued with the subscriber of the thesis.

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	6
2 RAKENNUKSEN TIIVEYS	7
2.1 Ilman- ja höyrynsulku	7
2.2 Ilmanvuotoluku	7
2.3 Vuotoilman lämpenemisen lämpöenergian tarve	7
2.4 Rakennusfysikaalinen toiminta	9
2.4.1 Vuotoilman aiheuttamat riskit rakenteissa	9
2.4.2 Putkiläpiviennit	10
3 KAISTA-ASENNUSMENETELMÄ	12
4 KAISTAN RAKENNETEKNINEN SUUNNITTELU	14
4.1 1-kerroksiset talot	14
4.2 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> -kerroksiset pientalot	20
4.3 2-kerroksiset pientalot	22
5 MATERIAALI- JA ASENNUSTYÖMENEKIT JA KUSTANNUKSET ERI MENETELMILLÄ	24
POHDINTA	28
LÄHTEET	30
LIITTEET	7

# 1 JOHDANTO

Talonrakentamisen uudet energiamääräykset vaativat kiinnittämään suurta huomiota rakennusten fysikaaliseen toimivuuteen. Rakennusten tiiveys, lämmöneristys, ilmanvaihto ja lämmitys yhdessä teknisten laitteiden ja rakennusten käyttäjien toiminnan kanssa muodostavat kokonaisuuden, jossa jokainen osa-alue tulee tarkastella huolellisesti hyvän sisäilmaston ja energiatehokkuuden saavuttamiseksi rakennuksen koko elinkaaren ajaksi.

Rakennusten ilmatiiveyteen on kiinnitettävä erityistä huomiota rakenteiden kosteusteknisen toimivuuden ja yhä kiristyvien energiamääräysten vuoksi. Talotekniikan läpiviennit ilma- tai höyrysulkukerroksesta aiheuttavat aina vuotoilmariskiä.

Tässä insinööriyössä tavoitteena on kehittää uudenlaista ilmanvaihtokanaviston asennusmenetelmää, joka vähentää merkittävästi läpivientien määrää. Työn tilaajan Siklatalojen (Sikla Oy) kanssa tästä uudesta ilmanvaihtokanaviston ja mahdollisesti myös muun talotekniikan asennusmenetelmästä käytetään nimeä Kaista-asennusmenetelmä.

Tärkeimpänä tavoitteena on löytää kustannustehokkaat, helposti toteutettavat ja rakenteellisesti toimivat rakenneratkaisut kanava-asennukseen ja piirtää tarvittavat detaljit suunnittelijoiden käyttöön. Työssä tehdään kustannusvertailu niin kutsutun perinteisen ullakko-kanava asennuksen ja kaista-asennusmenetelmän kesken.

## 2 RAKENNUKSEN TIIVEYS

Rakennusvaipan ja tilojen välisten rakenteiden tulee olla niin ilmanpitäviä, että vuotoilma ei aiheuta merkittävää haittaa rakenteille, käyttäjille tai rakennuksen energiatehokkuudelle. Rakenteiden liitokset ja läpiviennit tulee suunnitella ja toteuttaa erityisen huolellisesti. Tarvittaessa rakenteisiin on tehtävä erillinen ilmansulku. (Rakennusten energiatehokkuus. 2011, 10.)

### 2.1 Ilman- ja höyrynsulku

Ilmansulku on rakennusosassa oleva ainekerros, joka estää haitallisen ilmavirtauksen rakennusosan läpi puolelta toiselle. Höyrynsulku puolestaan on rakenteessa oleva, vesihöyryn haitallista diffuusiota rakenteeseen tai rakenteen sisällä estävä ainekerros. Höyrynsulun ja ilmansulun pääasiallinen tehtävä on estää konvektion toiminta rakenteen läpi. (Ylihärsilä 2004, 5.)

### 2.2 Ilmanvuotoluku

Ilmanvuotoluku  $q_{50}$  ( $m^3/(h m^2)$ ) tarkoittaa rakennusvaipan keskimääräistä vuotoilmavirtaa tunnissa 50 Pa:n paine-erolla kokonaissisämittojen mukaan laskettua rakennusvaipan pinta-alaa kohden. Rakennusvaipan pinta-alaan lasketaan ulkoseinät aukotuksineen sekä ylä- ja alapohja. (Rakennusten energiatehokkuus. 2011, 4.)

### 2.3 Vuotoilman lämpenemisen lämpöenergian tarve

Vuotoilma lisää rakennuksen lämmitysenergian kulutusta. Rakenteiden epätiiviyksien kautta tulevan vuotoilman lämpenemisen tarvitsema energia  $Q_{vuotoilma}$  lasketaan kaavalla 1 (Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. 2012, 21.)

$$Q_{vuotoilma} = \rho_i c_{pi} q_{v, vuotoilma} (T_s - T_u) \Delta t / 1000 \quad \text{KAAVA 1}$$

$Q_{vuotoilma}$  Vuotoilman lämpenemisen lämpöenergian tarve, kWh

$\rho_i$  ilman tiheys,  $1,2 \text{ kg/m}^3$

$c_{pi}$	ilman ominaislämpökapasiteetti, 1000 J/(kg*K)
$q_{v, vuotoilma}$	vuotoilmavirta, m <sup>3</sup> /s
$T_s$	sisäilman lämpötila, °C
$T_u$	ulkoilman lämpötila, °C
$\Delta t$	ajanjakson pituus, h
1000	kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi

Vuotoilmavirta  $q_{v, vuotoilma}$  lasketaan kaavalla 2.

$$q_{v, vuotoilma} = (q_{50}/3600 * x) * A_{vaippa} \quad \text{KAAVA 2}$$

$q_{v, vuotoilma}$	vuotoilmavirta, m <sup>3</sup> /s
$q_{50}$	rakennusvaipan ilmanvuotoluku, m <sup>3</sup> /(h*m <sup>2</sup> )
$A_{vaippa}$	rakennusvaipan pinta-ala (alapohja mukaan luettuna), m <sup>2</sup>
$x$	kerroin, joka on yksikerroksisille rakennuksille 35, kaksikerroksisille 24, kolmi- ja nelikerroksisille 20 ja viisikerroksisille ja sitä korkeimmille rakennuksille 15 kerrokskorkeuden ollessa noin 3 metriä. Vain maapinnan yläpuoliset kerrokset otetaan huomioon.
3600	kerroin, joka muuttaa ilmavirran m <sup>3</sup> /h yksiköstä m <sup>3</sup> /s yksikköön.



## **2.4 Rakennusfysikaalinen toiminta**

Rakennuksen kosteusteknistä ja energiatehokasta toimintaa heikentävät fysikaaliset pääilmiöt ovat vesihöyryn ja ilman diffuusio ja konvektio. Rakenteiden vuotoilman kohdissa vesihöyryn konvektion merkitys korostuu. (Vinha - Korpi - Kalamees - Jokisalo - Eskola - Palonen - Kurnitski - Aho - Salminen - Salminen - Keto 2009, 77.)

Diffuusiolla tarkoitetaan vesihöyryn osapaine-erojen tasoittumista suuremmasta paineesta pienempään eli vesimolekyylien liikettä suuremmasta pitoisuudesta pienempään pitoisuuteen. Diffuusion suunta on yleensä rakennuksen sisältä ulospäin, koska lämpimässä sisäilmassa vesihöyrypitoisuus on ulkoilmaa suurempi. (Vinha 2011b, 43–65.)

Konvektiolla tarkoitetaan ilman paine-erojen aiheuttamaa ilman liikettä suuremmasta paineesta pienempään. Konvektio voi olla joko luontaista lämpötilaerojen aiheuttamien tiheyserojen seurausta tai pakotettua esimerkiksi ilmanvaihdon tai tuulen aiheuttamana paine-erona. (Vinha 2011a, 267; Vinha 2011b, 135.)

Diffuusio ja konvektio siirtävät sisäilman vesihöyryä ja lämmintä ilmaa rakenteisiin höyrönsulun vuotokohdista. Konvektio tapahtuu rakenteisiin päin, mikäli ilmanpaine on yli-paineinen vuotokohdassa. Toisaalta esimerkiksi ilmanvaihdon ja tuulen aiheuttama alipaine vuotokohdassa kääntää ilmavirran rakenteesta sisäilmaan päin. Diffuusion seurauksena kosteutta voi siirtyä rakenteessa molempiin suuntiin, riippuen sisä- ja ulkoilman vesihöyrypitoisuudesta. (Vinha ym. 2009, 77; Vinha 2011b, 51.)

### **2.4.1 Vuotoilman aiheuttamat riskit rakenteissa**

Vuotoilman mukana rakenteisiin kulkeutuva haitallinen vesihöyry aiheuttaa rakenteille turhaa kosteusrasitusta. Energiamääräysten jatkuvasti tiukentuessa lämmöneristepaksuudet kasvavat ja rakenteiden kuivumisajat pitenevät huomattavasti. Lisääntyneeseen lämmöneristykseen yhdistettynä mahdollinen ilmaston lämpeneminen ja sateisuuden lisääntyminen vaativat rakenteilta parempaa kosteudenkestävyyttä. Toimiva kosteustekninen toiminta ei välttämättä kestä suurta vuotoilmaa, varsinkaan, jos se kohdistuu pistemäisenä

rakenteisiin. (Lahdensivu - Suonketo - Vinha - Lindberg - Manelius - Kuhno - Saastamoinen - Salminen - Lähdesmäki 2012, 11.)

Rakennuksen rakennusfysikaalisen toiminnan kannalta on erityisen tärkeää tuntee sisä- ja ulkoilman ilmanpaine-eron merkitys rakenteiden kosteustoimintaan. Ilmanvaihdon säädöllä ali- tai ylipaineistus vaikuttaa merkittävästi konvektion toimintaan. Pientaloissa yläpohjan läpiviennit ovat merkittäviä vuotoilman riskipaikkoja. Yläpohjan tasolla ilmanpaine on yleensä ylipaineinen, minkä vuoksi ilma ja sen mukana siirtyvät lämpöenergia ja kosteus pyrkivät yläpohjarakenteisiin. Riskitekijänä voidaan pitää myös mahdollisten epäpuhtauksien siirtymistä ilmapuotoapaikoista sisäilmaan, kuten radonin siirtyminen sisäilmaan lattian ja seinärakenteen epätiivisiin liitoksen kautta. (Vinha ym. 2009, 77–87.)

#### **2.4.2 Putkiläpiviennit**

Rakennuksen vaippaan tehtävät putkiläpiviennit on tiivistettävä erittäin huolellisesti. Huonosti tiivistetyt läpiviennit aiheuttavat vuotokohtiin suuria ilmapuotoja, jolloin rakenteisiin voi siirtyä huomattavia määriä kosteutta tai rakenteista voi vuotoilman mukana kulkeutua sisäilmaan haitallisia määriä mikrobeja. (Aho – Korpi 2009, 84.)

Läpiviennin tiivistykseen on useita vaihtoehtoja. Tärkeintä on tietää tiivistysmateriaalien toimintatavat ja toteuttaa työ huolellisesti. Kuvassa 1 on nähtävissä yksi tapa toteuttaa ilmatiivis putkiläpivienti. Polystyreenilevy asennetaan höyrynsulkumuovin päälle ja puristetaan puukappaleilla tiiviisti muovia vasten. Kanava asennetaan levyn läpi ja tiivistetään elastisella polyuretaanivaahdolla. Polyuretaanivaahdon ilmatiivistä pintaa ei saa rikkoa. (Aho – Korpi 2009, 84.)



*KUVA 1. Ilmanvaihtokanavan läpivienti (Ilmatiiivis rakentaminen. 2009)*

### 3 KAISTA-ASENNUSMENETELMÄ

Kaista-asennusmenetelmä tarkoittaa ilman- tai höyrynsulun sisäpuolelle rakennettavaan asennustilaan toteutettavan ilmanvaihtokanaviston ja muun talotekniikan asennusmenetelmää. Tarkemmin Kaista kuvaa rakennuksen ilman- tai höyrynsulun sisäpuolella olevaa kanava-asennustilaa, joka kulkee esimerkiksi ristikkorakenteisessa välipohjapalkistossa. Asennusmenetelmän tarkoitus on vähentää läpivientien määrää ja sitä kautta parantaa rakennuksen ilmatiiveyttä. Lisäksi pyritään kustannussäästöihin ja asennusmukavuuden lisäämiseen.

Uusien energiamääräysten ja matalaenergiarakentamisen asettamia haasteita pientalotutunnossa on työn tilaajana toimivalla Siklataloilla pohdittu jatkuvasti, ja sen tuomiin vaatimuksiin on pyritty vastaamaan kehittämällä sekä rakennus- että rakennesuunnittelua yhdessä työmaateknisten asennusmenetelmien kanssa. Hallitsemattoman vuotoilman vähentäminen otettiin yhdeksi kehitysasiaksi ja uudenlaisen ilmanvaihtokanaviston asennusmenetelmän kehittäminen päätettiin aloittaa insinööriyönä.

Tässä työssä Kaista-asennus tai Kaista-menetelmä tarkoittaa kaikkia höyrynsulun sisäpuolella tehtäviä kanava-asennuksia. Työssä käytetään myös pelkkää Kaista-sanaa, joka tarkoittaa edellä mainittua asennustilaa. Siklataloilta Kaista-asennusmenetelmän kehitystyössä mukana ovat olleet toimitusjohtaja, rakennusinsinööri Janne Nieminen, suunnittelu- päällikkö, rakennusinsinööri Tony Junkkari, suunnitteluinsinööri, rakennusmestari Jaakko Kivioja, rakentamispäällikkö, rakennusinsinööri Antti Sikala ja hankintapäällikkö, tradenomi Olli Murtoperä. IV-suunnittelijana ja LVI-tekniisena asiantuntijana on toiminut Kalle-Antti Ervasti, LVI Ervasti Oy:stä. Kattoristikkorakenteiden suunnittelusta on vastannut Keminmaan Puurakenne Oy.

Kaista-asennusmenetelmän lähtökohtana on asentaa pientalojen ilmanvaihtokanavisto höyrynsulun sisäpuolelle ja minimoida läpivientien määrää. Kaista voidaan rakentaa pientaloon sekä pituus- että syvyys-suuntaan. Kaista-asennusmenetelmällä pyritään parantamaan talojen tiiveyttä ja saavuttamaan kustannushyötyä asennustyön nopeutuessa ja kanavaosien määrän vähentyessä. Tärkeänä asiana pidetään myös kanava-asennuksen asennusmukavuuden parantamista verrattuna perinteiseen ullakkoasennukseen.

Tässä työssä otetaan tarkempaan tarkasteluun kolme erityyppistä Sikkalatalojen toteuttamaa pientaloa. Kohteiksi valitaan 1-kerroksinen talo, 1<sup>1/2</sup>-kerroksinen talo ja 2-kerroksinen talo, joihin tämän työn osana suunnitellaan Kaista. Lisäksi LVI-suunnittelijalta pyydetään Kaista-asennussuunnitelmat ja perinteiset ullakolla toteutettavat IV-suunnitelmat. IV-suunnitelmien pohjapiirustukset löytyvät liitteistä. Näistä suunnitelmista lasketaan ja vertaillaan ilmanvaihdon toteutuskustannuksia kyseisten asennusmenetelmien välillä.

## 4 KAISTAN RAKENNETEKNINEN SUUNNITTELU

Kaistan rakennesuunnittelussa on otettava huomioon kantavien rakenteiden asettamat vaatimukset. Kaistan toteutusvaihtoehtoja erilaisiin pientaloihin mietittiin useissa palaverissa Siklataloilla ja löydettiin tiettyjä malleja, joita pyritään käyttämään tietyn tyyppisissä talomalleissa. Kaistan rakentaminen vaatii muutoksia kattoristikoiden suunnitteluun yksi-kerroksisissa taloissa. 2-kerroksisissa taloissa kanavat pyritään asentamaan välipohjarakenteisiin, jolloin välipohjapalkkeina käytetään ristikkorakenteisia Posi-palkkeja. 1<sup>1/2</sup>-kerroksisissa ratkaisuisa Kaista rakennetaan ristikon sisimmän pystysauvan sisäpuolelle.

Rakennesuunnittelussa huomattiin suunnitellun ohjaavan voimakkaasti LVI-suunnittelua. Yleensäkin LVI-suunnittelu tulisi huomioida rakennesuunnittelussa, mutta tietyntyyppisissä ratkaisuisa Kaistan suunnittelu määrittelee ilmanvaihtokanaviston asennusreitit lähes täysin. Rakennesuunnittelijan tulee varmistaa LVI-suunnittelijalta suunniteltujen kanavistoreitien toteutuskelpoisuus. Rakennesuunnittelijan ja LVI-suunnittelijan toimiva yhteistyö on välttämätöntä onnistuneen kokonaisuuden saavuttamiseksi.

### 4.1 1-kerroksiset talot

Suunnittelija voi soveltaa kuhunkin kohteeseen 1-kerroksisen pientalon toteutusmalleja ottamalla huomioon rakenteiden kantavuuden, rakennuksen käytön ja rakentamis- ja kanava-asennuskustannuksien asettamat vaatimukset. Seuraavien alaotsikoiden alla kerrotaan erilaisiin kohteisiin kehitetyistä vaihtoehdoista, niiden kehityksestä, suunnittelusta ja toteutusmalleista.

#### 1-kerroksinen talo, vakio huonekorkeus

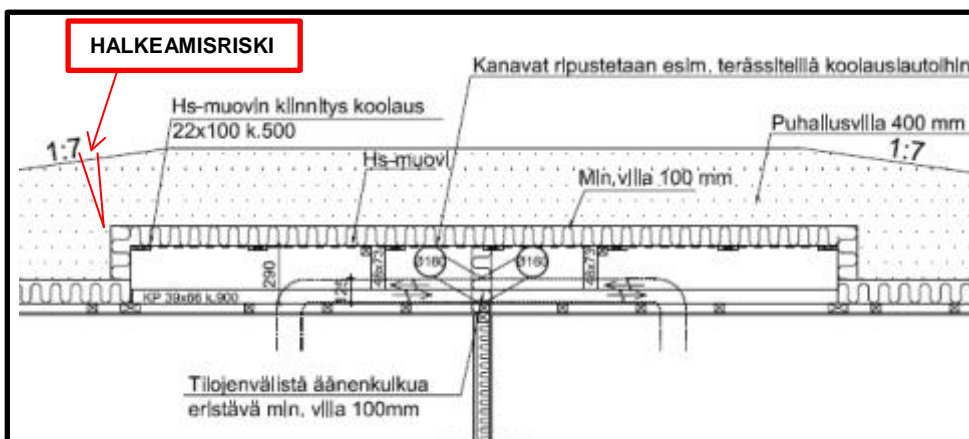
Yksinkertaisessa vakiohuonekorkeuden ratkaisussa etsittiin toimivia ratkaisuja, joilla Kaista voidaan toteuttaa ”ristikon sisään”. Ristikkosuunnittelijoilta saatiin tietoa ristikon kestävyysvaikuttavista seikoista ja muutosmahdollisuuksista sekä niiden hintavaikutuksista. Helpoiten Kaistan rakentaminen toteutetaan nostamalla ristikon alapaarretta Kaistan kohdalla ylemmäs. Hyörynsulku asennetaan alapaarteen alapintaan ja Kaistan kohdalle rakennetaan hs-muovin sisäpuolelle tila, jossa kanava-asennus toteutetaan. Kaistan leveys

määräytyy talokohtaisesti riippuen huonetilojen ja väliseinien sijoittumisesta. Ilmanvaihdon tuloilmaventtiilit tulee asentaa riittävän etäälle väliseinistä, vähintään 800 mm:n päähän, jotta esteetön tuloilmavirtaus huonetilaan saavutetaan. (Kuva 2.)



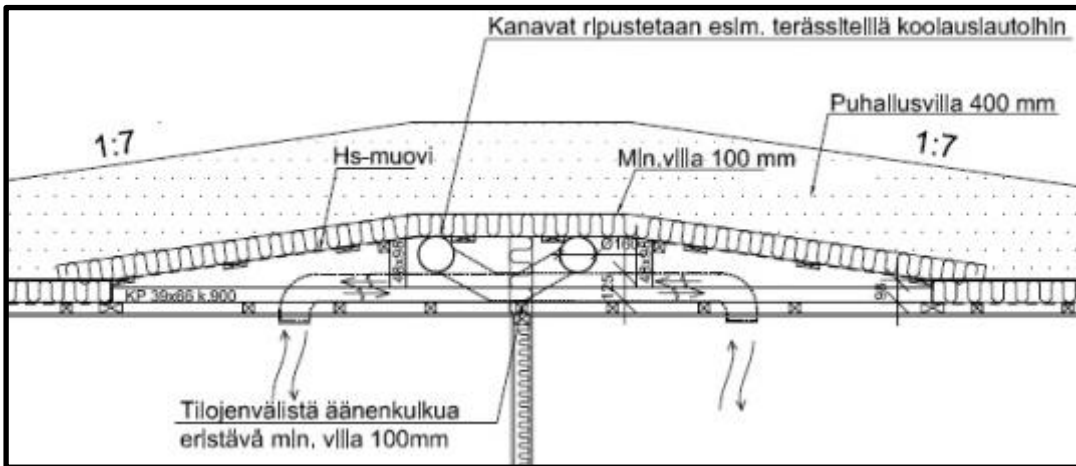
KUVA 2. 1-kerroksisen talon tuloilmakanava Kaistalla

Aluksi Kaista suunniteltiin nostamalla ristikon alapaarre Kaistan kohdalla suoraan ylöspäin. Pian kuitenkin saatiin puhalluseristetoimittajalta palautetta, että Kaistan reunalla puhallusvilla halkeaa, koska puhallusvillakerroksen paksuus muuttuu Kaistan reunalla suuresti. (Kuva 3.)(Liite 1.)



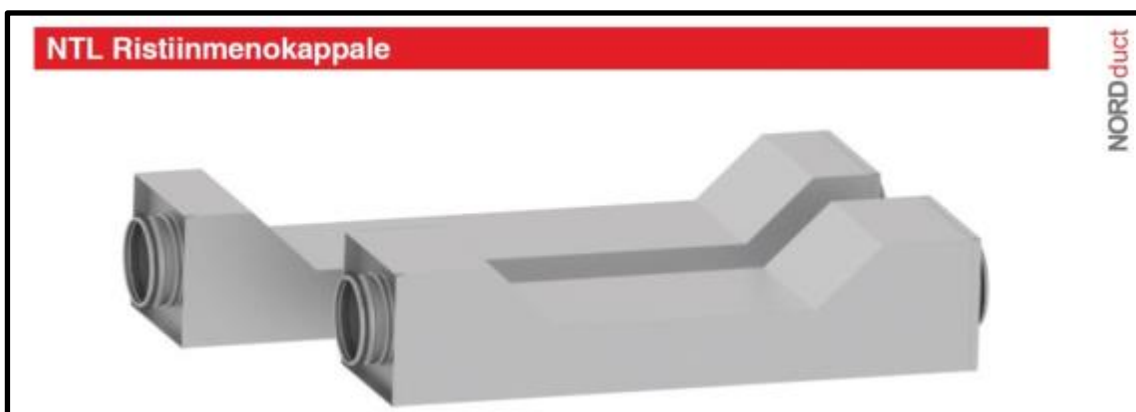
KUVA 3. 1-kerroksisen talon korkea Kaista

Villan halkeamisriskin vuoksi kehitystä jatkettiin ja kehiteltiin uudentyyppinen malli, jossa Kaistan kohdalla oleva alapaarre nostettiin 1:7-kaltevuudessa keskelle päin. Keskiosaan jätettiin noin 1 metrin levyinen, 290 mm korkea suora osuus, jossa talon pitkittäissuuntaiset kanavat kuljetetaan. 1:7-kaltevuus on puhallusvillatoimittajan antama maksimikaltevuus ilman eristetilän kotelointia. (Kuva 4.) (Liite 2.)



KUVA 4. 1-kerroksisen talon vino Kaista

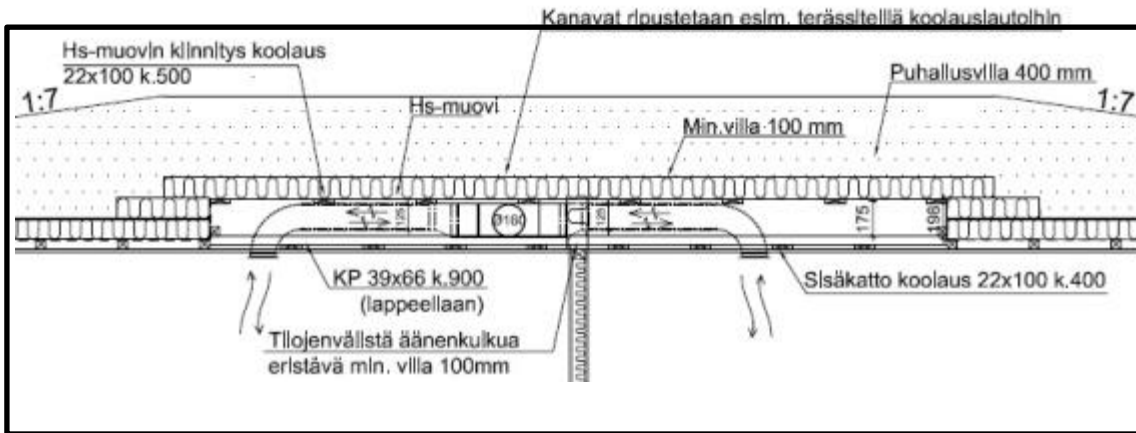
Seuraavassa vaiheessa yksikerroksisen talon Kaistan korkeus pyrittiin minimoimaan. Kehitystyötä jatkettiin välittömästi, kun löydettiin Kaista-asennusmenetelmään mainiosti sopiva tuote, ristiinmenokappale. Ristiinmenokappale on IV-kanavaosa, joka mahdollistaa kanavien risteämisen samassa tasossa. (Kuva 5.)



KUVA 5. Ilmanvaihtokanavien ristiinmenokappale



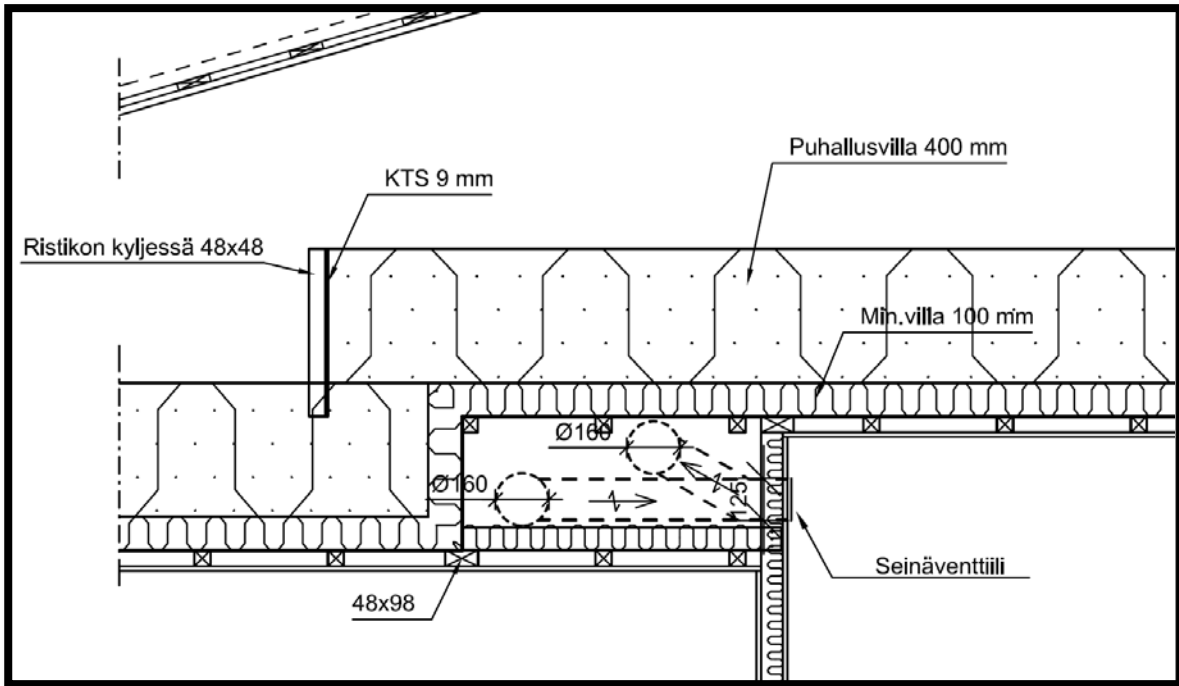
Kuvassa 6 ja liitteessä 3 on nähtävissä malli, jossa 160 mm:n kanava mahtuu risteämään. Kaistan korkeus on mitoitettu 160 mm kanavan mukaan. Korkeutta kasvatetaan erityispauksissa, esimerkiksi kanavien eristyksen vuoksi. Puhallusvillan halkeaminen ehkäistään asentamalla 100 mm:n palavillaeristeet porrastamalla kuvan 6 mukaisesti.



KUVA 6. 1-kerroksisen talon Kaista ristiinmenokappaleella

### 1-kerroksinen talo, eri huonekorkeuksia

Eri huonekorkeuksia sisältävä ratkaisu vaatii tapauskohtaista suunnittelua. Yleensä tällaisessa pientalossa oleskelutilat halutaan korkeammiksi. Mikäli korkea tila sijoittuu rakennuksen pitkälle sivulle, Kaista on helppo rakentaa jatkamalla ristikon korotettua osaa tilaa rajoittavan rakennuksen pituussuuntaisen väliseinän yli esimerkiksi 1 000 mm pitkästi. (Liite 4.) (Kuva 7.)



KUVA 7. Korotetun tilan Kaista

Rakennuksen pituussuuntaan ristikön alapaarteen ja matalamman tilan väliin saadaan Kaista. Kaistan korkeus riippuu vierekkäisten tilojen korkeuserosta. Samalla tavalla jatkamalla korkeampaa tilaa talon pituussuunnassa saadaan Kaista myös syvyysuunnassa esimerkiksi päädyissä oleviin huonetiloihin. Korkeampiin tiloihin asennetaan seinäventtiilit. Kuvassa 8 on nähtävissä kyseinen ratkaisu.



*KUVA 8. Eri huonekorkeuksia sisältävän talon Kaista*

Eri huonekorkeuksiin suunniteltu toteutus onnistuu, jos huonetilojen korkeusero on riittävä Kaistan rakentamiseen. Mikäli korkeampi huonetila on vinolla sisäkatoilla toteutettu siten, että sisäkatto laskee samaan korkeuteen viereisen tilan kanssa, eri huonekorkeuden mallia ei voida toteuttaa. Sama ilmiö tulee esiin saksiristikoiden toteutettavassa kattorakenteessa, jossa vino sisäkatto on talon syvyys suunnassa koko matkalla. Näissä tapauksissa voidaan soveltaa suoran sisäkaton ratkaisumallia. (Kuva 9.)



*KUVA 9. Kaista vinossa sisäkatossa*

1-kerroksisissa pientaloissa vinot sisäkatot aiheuttivat suunnittelussa pohdintaa Kaistan järkevyydestä tämäntyyppisissä pientaloissa. Toteutusmalli vinon sisäkaton suunnittelussa määräytyy kokonaisuuden perusteella. Vinon sisäkaton tapauksia tarkasteltaessa huomattiin kattoristikon tukikorkeuden asettavan haasteita. Uusien energiamääräysten mukaisilla eristepaksuuksilla tarvitaan vähintään eristeen paksuuden ja yläpaarteen korkeuden verran tukikorkeutta. Mikäli Kaista sijoittuu lähelle ristikon kantaa ja tukikorkeus ei ylitä riittävästi eristeen pintaa, joudutaan käyttämään sivuräystäällä tuuliohjaimia. Tuuliohjainten asennus lisää työ- ja materiaalikustannuksia. Johtopäätöksenä todettiin, että mitä loivempi sisäkaton kulma on, sitä helpompi se on toteuttaa toteutusmallista riippumatta.

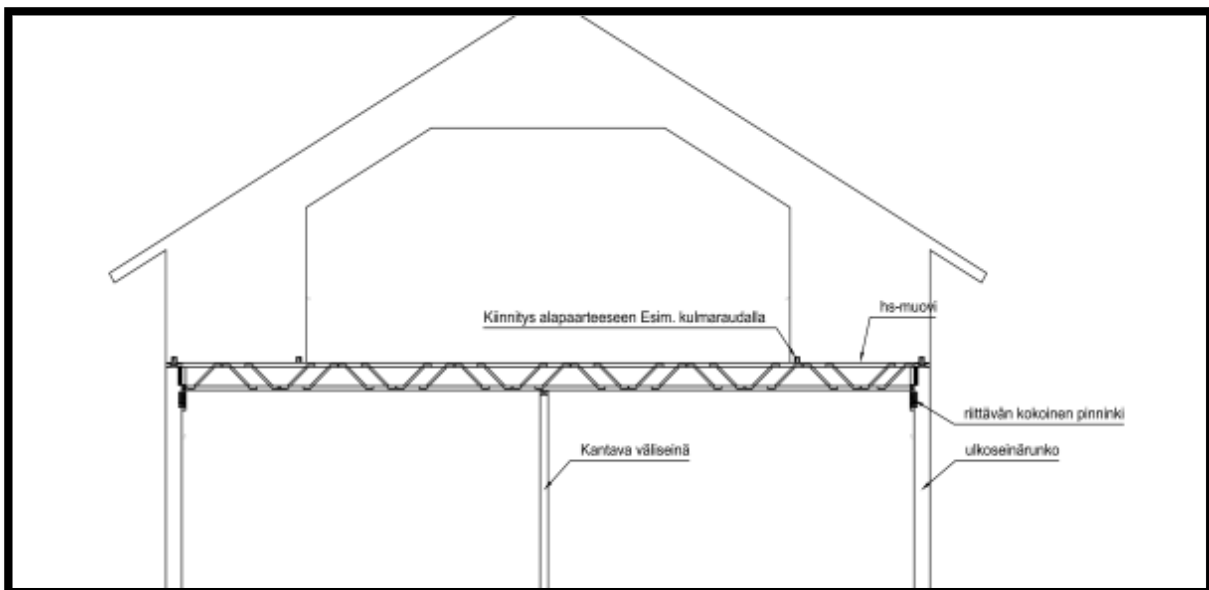
#### **4.2 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>-kerroksiset pientalot**

1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>-kerroksisissa pientaloissa erittäin hyvän ilmatiiveyden saavuttaminen on haastavaa, koska välipohjapalkkeina toimivat kattoristikoiden alapaarteet. Alapaarteet läpäisevät aina

höyrynsulun ja niiden tiivistämiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Tässä työssä tähän asiaan ei perehdytä tarkemmin.

Kehäristikoilla toteutettavissa 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>-kerroksisissa taloissa voidaan kuitenkin vähentää ilma-  
vuotoriskiä talotekniikan Kaista-asennuksella rakentamalla Kaista toisen kerroksen sivu-  
seinälle. Kaistan suunnittelussa tulee huomioida molempien kerroksien tilasuunnittelu, jot-  
ta Kaistalle valitaan edullisempi sivuseinä yläkerrasta.

1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>-kerroksisissa pientaloissa Kaistan rakentamista pohdittiin pitkään. Erilaisia toteutus-  
malleja mietittiin ja laskettiin kustannusvaikutuksia. Pyrittiin jopa kehittämään ratkaisua,  
jossa perinteisen kehäristikon toimintamallia olisi vähän muutettu ja alapaarteiden läpi-  
viennit poistettu. Posi-palkkeja yritettiin hyödyntää tässäkin mallissa. (Kuva 10.) Posi-  
palkkien rakenteellista toimintaa olisi pitänyt selvittää tarkemmin. Kehitystyötä asian tiimoil-  
ta jatketaan myöhemmin. Tässä vaiheessa päädyttiin toteuttamaan Kaista yläkerran pi-  
tuussuuntaisen ulkoseinän sisäpuolelle. Liitteessä 5 on havainnollistava leikkauskuva  
Kaistasta 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>-kerroksisissa talossa.



*KUVA 10. Kehäristikko Posi-palkilla*

Kaista muodostuu kevyen väliseinän avulla. Kevyt väliseinä rakennetaan ilmanvaihtokana-  
viston vaatiman tilan verran irti ulkoseinästä. Tulo- ja poistoilmaventtiilit asennetaan seinä-

venttiileinä suoraan kaistasta huonetiloihin tai välipohjan kautta kanavoiden tilojen väliseiniin. 1. kerroksen ilmanvaihtokanavisto voidaan toteuttaa höyrynsulun sisäpuolella yläkerroksen kohdalla välipohjan sisässä. Mikäli kanava-asennuksia tehdään muualle kuin 2. kerroksen alapuolelle, on käytettävä alaslaskettuja kattoja tai läpivientejä. (Liite 5.)

Yläkerran yläosien saaminen alipaineiseksi on hyvin hankalaa ja siksi ylipaine pyrkii työntämään kosteutta ja lämpöä pienistäkin höyrynsulun vuotokohdista yläpohjarakenteisiin. Puolitoistakerroksisissa pientaloissa erityisesti 2. kerroksen yläpohjan läpivientien määrä minimoidaan Kaista-menetelmällä, jolloin kosteusteknisen toiminnan varmuus paranee.

### **4.3 2-kerroksiset pientalot**

2-kerroksisessa pientalossa Kaistan toteuttaminen on kohtalaisen yksinkertaista ja helppoa. Ristikkorakenteisen välipohjan sisässä kulkevassa Kaistassa on tilaa toteuttaa kanava-asennukset koko välipohjan alueella talon molemmissa kerroksissa.

Välipohjapalkkeiksi valitaan ristikkorakenteiset Posi-palkit. Posi-palkki on tehdasvalmistainen ristikkorakenteinen välipohjapalkki. Palkkien ristikkorakenteessa ylä- ja alapaarteina toimivat mitallistetut 48x98-lankut ja diagonaaleina muototerässauvat, jotka kiinnitetään naulaliitoksina paarteisiin. Kanava-asennuksille varatussa tilassa sopii yleensä pientaloissa suurin käytetty kanavahalkaisija 160 mm kulkemaan hyvin ja voidaan tarvittaessa myös eristää esimerkiksi 19 mm:n Armaflex XG -solukumieristeellä. (Liite 6.) (Kuva 11.) Suunnittelua ja asennustyötä helpottaa ristiinmenokappaleet (kuva 5), jotka mahdollistavat ilmanvaihtokanavien risteämisen samassa tasossa.



*KUVA 11. Posi-palkki välipohja (Posi-palkki. 2013)*

Kanava-asennus toteutetaan toiseen kerrokseen nostamalla kanavat väliseinissä ylös ja asentamalla seinäventtiilit 2. kerroksen huonetiloihin. Yläkerran kevyiden väliseinien runkoa kasvatetaan 48 mm:n koolauksella, jolloin 100 mm:n kanava mahtuu seinän sisään. Mikäli tilaan on tarvetta johtaa suurempi ilmanvaihtokanava, väliseinä kasvatetaan sen mukaan.

Yläkerran seinissä kulkevat kanavat kasvattavat hieman seinäpaksuuksia aiheuttaen jonkin verran tilojen pienentymistä ja lisäkustannuksia työ- ja materiaalimenekkinä verrattuna perinteiseen toteutukseen. Runkojen lisäkoolaus ja väliovien smyygelistoitukset ovat kuitenkin helppoja toteuttaa ja siten lisäkustannukset jäävät pieniksi. Rakennussuunnittelussa väliseinien paksuudet voidaan ottaa huomioon 2. kerroksen tilasuunnittelussa ja siten säästetään ongelmilta esimerkiksi kalustesuunnittelussa.

## **5 MATERIAALI- JA ASENNUSTYÖMENEKIT JA KUSTANNUKSET ERI MENETELMILLÄ**

Kanavaosien määrrien ja työmenekin sekä niiden kustannuksien vertailu on yksi keskeinen asia Kaistamenetelmän kehitystyössä. Kehitystyön alussa ajateltiin asennusajan vähenevän ja myös kanavaosien määrään oletettiin pienenevän. Määrälaskennan avulla selvitettiin menekit ja kustannukset esimerkkikohteisiin. Opinnäytetyön aikana Kaista-menetelmällä toteutettuja kohteita seurattiin, minkä perusteella arvioitiin putkiasentajien työmenekit.

### **Kanavaosat ja kanavaeristeet**

Kanavaosien ja -eristeiden menekki laskettiin tarkastelussa oleviin esimerkkikohteisiin perinteisillä ullakosuunnitelmilla ja Kaista-asennussuunnitelmilla. Osamäärät taulukoitiin ja kustannuksia vertailtiin menetelmien välillä. Kanavaosien ja -eristeiden menekkivertailutaulukot ovat nähtävissä liitteessä 17. Kyseisissä esimerkkikohteissa, jotka ovat tyypiltään tavanomaisia pientaloja, kanavaosien kustannuksiin ei Kaista-menetelmällä ole suurta merkitystä. Kustannuserotus koostuu pääosin eristemäärän merkittävästä vähenemisestä.

### **Kanava-asennus**

Putkiasentajien työmenekit arvioitiin seuraamalla opinnäytetyön aikana toteutettujen kohteiden työtunteja. Työmenekin tarkempi tarkastelu vaatii pitemmän aikavälin, ja siksi tässä työssä esitetyt asennusajat ovat suuntaa antavia. Kohteiden asentajat ovat olleet kokeneita ammattilaisia, mutta Kaista-menetelmä on tietenkin uusi asennusmenetelmä myös heille. Asennusajat tulevat varmasti vielä pienenevään putkiasentajien Kaista-menetelmästä saadun kokemuksen myötä.

Kaista-asennusmenetelmän kanaviston asennusajan vertaileminen ullakkoasennusmenetelmän asennusaikaan on vaikeaa, koska asennusaikaan vaikuttaa monta eri tekijää. Pientalossa talon muoto ja dimensiot ovat muuttujia, jotka vaikuttavat merkittävästi työmenekkiin. Päämitat (pituus, syvyys, korkeus), ullakon asennustilat ja katon muoto, kerrosten lukumäärä ja korkeudet ovat asennukseen vaikuttavia suuria tekijöitä.



1-kerroksisessa pientalossa ilmanvaihtokanaviston asennusaika vähenee putkiasentajien seurannan mukaan useita tunteja, jopa kokonaisen työpäivän, riippuen asennusajankohdasta (talvi/kesä) ja kohteen muoto- ja dimensiomuuttujista. Kaistalle asennettaessa asentajan työskentely on vaivatonta ja turvallista. Asentaja voi käyttää tasaisella alustalla kevyttä ja matalaa turvallisuusmääräykset täyttävää asennusporrasta tai telinettä, mistä yltää sisäkaton tasolle. Ullakolla tilan ja valon puute sekä ristikon alapaarteiden päällä liikkuminen on hidasta ja työturvallisuus huonompaa. Edellä mainitut asiat pätevät myös muissa talotyypeissä. 2-kerroksisessa talossa yläpohjassa työskentely on edelleen epämiellyttävää ja ullakoluukusta kulkeminen ja tavaran siirtäminen on työlästä ja vaarallista. Mikäli työturvallisuus haluttaisiin huomioida kunnolla, tulisi asentajalla olla henkilönostin käytössään tai ullakolle tulisi rakentaa kunnolliset portaat. Kanava-asennusmenekit vertailtiin esimerkkikohteissa. Vertailutaulukot ovat nähtävissä liitteessä 18.

### **Rakennusmateriaalit ja kirvestyöt**

Kaistan rakentaminen lisää jonkin verran myös muiden rakennusmateriaalien ja kirvestöiden, pääasiassa puutavaran, asennus- ja materiaalimenekkiä. 1-kerroksisessa talossa Kaistan alaslaskuun tarvittava puutavara, kiinnikkeet ja äänieristevilla, 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>-kerroksisessa talossa yläkerran Kaista-seinän eli Kaistan vaatiman kevyen väliseinän runkopuu- ja levytavara, kiinnikkeet ja äänieristevilla sekä 2-kerroksisessa talossa yläkerran väliseinien vahvennuskoolaus ovat tarvittavia lisätarvikkeita. Lisätyöt koostuu lähinnä edellä mainittujen materiaalien asentamisesta.

Esimerkkikohteisiin laskettiin Kaistan rakentamisen aiheuttamat lisämenekit työmaalla. (Liite 19.) Kaista-asennusmenetelmä lisää kirvesmiesten työmäärää jonkin verran. Kaistan alaslaskukattojen tekeminen, höyrynsulkumuovin taivuttelu Kaistan reuna-alueilla sekä pieni lisätyö yläpohjan 100 mm:n palavillan asennuksessa lisäävät kirvesmiesten työtunteja 1-kerroksisessa talossa. 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>-kerroksisessa talossa lisätyötä aiheuttaa yläkerran väliseinän rakentaminen. 2-kerroksisessa talossa yläkerran väliseinien vahventaminen on pieni lisä kirvestöihin.

## Kattoristikoiden ja Posi-palkkien hintavaikutukset

Kattoristikoihin tulevat Kaista-asennustilat lisäävät ristikoiden hintaa. Ristikkotehtaalta pyydettyjä Kaistalla toteutettujen ristikoiden hintoja verrataan tavanomaisten ristikoiden hintoihin. Ristikoiden hinta määräytyy esimerkiksi alapaarteen pituuden, muodon, symmetrisyyden, kattokaltevuuden, ristikkojaon, räystäiden pituuden ja puutavaran menekin mukaan. Lisäksi käytössä on erilaisia muita lisäkertoimia, jotka liittyvät osin edellä mainittuihin asioihin. Tarkemmin ristikoiden hinnan muodostumiseen ei tässä työssä perehdytä, vaan laskelmissa käytetään ristikkotehtaalta saatuja tietoja.

Suoralla alapaarteella toteutetussa 1-kerroksisen talon kattoristikossa Kaista lisää ristikoiden hintaa noin 25 %. Kaistan koolla tai muodolla ei ole hintavaikutusta, mikäli Kaista ei muuta ratkaisevasti ristikoiden rakenteellista toimintaa, eikä merkittävästi vaikeuta ristikoiden suunnittelua. Vinon sisäkaton tapauksessa saksiristikoiden vinoon alapaarteeseen tehtävä noin 1 - 1,5 metriä leveä Kaista tuo kattoristikolle noin 20 euroa lisähintaa. 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>- ja 2-kerroksisissa taloissa kattoristikoihin ei tule muutoksia ja siten hintavaikutusta ei ole. 2-kerrostaloissa käytettävää Posi-palkkia verrattiin 51x300 kertopuuvälipohjapalkkiin. Hintaeroa juoksumetrille ei 51x300 kertopuupalkilla ja Posi-palkilla juurikaan ole. Posi-palkin hinta nousee kertopuuta korkeammaksi, mikäli kohteessa tarvitaan useita erimittaisia palkkeja, jolloin palkkien valmistuskustannukset nousevat.

1-kerroksiseen esimerkkikohteeseen laskettiin Kaista-ristikoista aiheutuva kustannuslisä. Kohteen ristikoiden alapaarteen mitta on 8518 mm ja ristikko (ilman Kaistaa) on tavanomainen ja symmetrinen harjaristikko. Rakennukseen tarvittiin k.900-ristikkojaolla kattoristikoita 18 kappaletta. Tavanomaisten ristikoiden hinta oli 1 365 euroa. Kaistaristikoiden hinta oli  $1\ 365\ € \cdot 1,25 = 1\ 706\ €$ . Kaistan lisähintavaikutus ristikoissa oli 341 €.

## Yhteenvedo Kaista-menetelmän kustannuksista

Kaista-asennusmenetelmän aiheuttama lisäys materiaalimenekkiin vaikutti negatiivisesti menetelmän kustannustehokkuuteen. Kanavaosien ja -eristeiden sekä rakennusmateriaalien kustannushyöty jäi 1- ja 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>-kerroksisissa taloissa pienemmäksi kuin alussa ajateltiin. 1-kerroksisessa talossa Kaistamenetelmä on jopa hieman kalliimpi ratkaisu kuin ullakkoasennusmenetelmä. 2-kerroksisessa talossa kustannushyöty todettiin suureksi. Yhteenvedo Kaistamenetelmän kustannuksista on taulukoitu liitteessä 20. (Taulukko 1.)

*TAULUKKO 1. Yhteenvedo Kaista-asennusmenetelmän aiheuttamista kustannuksista esimerkkikohteissa*

	Kattoristikoiden lisähinta	Kanavaosat ja -eristeet	Rakennusmateriaalit	Putkiasentajan työ	Kirvesmiehen työ	Yhteensä
1- kerroksinen talo	341,00	-60,13	168,46	-420,00	94,50	<b>123,83 €</b>
11/2-kerroksinen talo	0	-133,63	119,20	-300,00	35,10	<b>-279,33 €</b>
2-kerroksinen talo	0	-14,81	27,50	-750,00	8,10	<b>-729,21 €</b>

Kaikki välittömät ja välilliset asennusaikaan vaikuttavat tekijät huomioiden asennusaikojen vähentyminen siirryttäessä Kaista-asennusmenetelmään tulee olemaan merkittävä ja sitä kautta kustannusvaikutus tulee olemaan merkittävästi parempi. Tähän mennessä saatuihin tuloksiin verrattuna putkiasentajien työmenekki vähenee asennustyylien kehittyessä, ja yhteistyö kirvesmiesten ja putkiasentajien välillä paranee kokemuksen kautta. Samalla työtehokkuus ja aikataulut kehittyvät. Kanava-asentajien työturvallisuus ja työhyvinvointi paranevat huomattavasti, mikä vaikuttaa esimerkiksi sairauspoissaolojen vähenemiseen. Toisaalta Kaista-menetelmä lisää kirvesmiesten ja putkiasentajien riippuvuutta toisistaan. Putkiasentajan ja kirvesmiehen aikataulu tulee sovittaa Kaistan kanava-asennuksien ja kirvestöiden mukaan järkevästi, jotta riippuvuussuhde toimii tehokkaasti.

## POHDINTA

Insinööriyön tavoitteena oli kehittää uudenlainen kustannustehokas, rakenteellisesti toimiva ja helposti toteutettava ilman-/höyrynsulun sisäpuolella toteutettava pientalojen ilmanvaihtokanaviston asennusmenetelmä Siklatalojen käyttöön. Tärkeimpänä tavoitteena oli kehittää ratkaisu, jolla yläpohjan läpivientien määrä minimoidaan. Toinen suuri tavoite oli asennustyön nopeutuminen ja sitä kautta kustannushyödyn saavuttaminen. Työn tilaaja, Siklatalot, oli jo ennen työn aloittamista toteuttanut erilaisia höyrynsulun sisäpuolisia asennusratkaisuja ja halusi kehittää Kaista-asennusmenetelmän yrityksen yleiseksi toimintatavaksi.

Höyrynsulun sisäpuolisen ilmanvaihtokanavistoasennuksien kokeilu alkoi Siklataloilla vuoden 2012 alkupuolella. Kanava-asennuksia toteutettiin 1- ja 2-kerroksisiin pientaloihin Kaista-menetelmän tyyppisesti kattoristikoiden asennuskäytävässä ja välipohjapalkistossa. Asennustilojen rakentamisessa ja kanava-asennusmenetelmissä huomattiin monia kehittämistä vaativia kohtia. Esimerkiksi asennustilan rakentamisen kirvestyöt aiheuttivat liikaa kustannuksia. Lisäksi 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>-kerroksisen talon höyrynsulun sisäpuolella kulkevalle kanavistolle ei ollut toimivaa ratkaisua.

Uuden asennusmenetelmän kehityksen aikana löydettiin kokonaan uusi ratkaisu 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>-kerroksisen pientalon ilmanvaihdon toteuttamiseen. 1-kerroksisen talon Kaista vaati useamman prototyypin, jotta asennustila saatiin kustannustehokkaaksi ja rakenteellisesti toimivaksi. 2-kerroksisen talon Kaista-ratkaisu oli helppo toteuttaa ja sen kustannushyötykin oli suurin

Kustannusvertailu Kaista-menetelmän ja perinteisen ullakkoasennusmenetelmän välillä oli haastavaa Kaista-menetelmän vähäisen kokemuksen vuoksi. Työmenekkien kustannusarviot pohjautuvat kehitystyön aikana toteutettuihin kohteisiin jolloin eri työvaiheiden työmenekit ovat osittain arvioita. Työmenekit on kuitenkin arvioitu yhteistyössä kokeneiden putkiasentajien kanssa, joten arviot ovat kohtuullisen luotettavia.

Yläpohjan ilmatiiveyden varmistaminen on edelleen erittäin tärkeä asia. Huolellisesti toteutettu höyrynsulkumuovin asennus huomioidaan myös Kaista-menetelmässä. Liitokset limi-

tetään riittävästi ja saumat teipata huolellisesti. Tarvittavien kanavaläpivientien tiivistäminen tehdään huolella.

Kaista-asennusmenetelmä kehitettiin höyrynsulun sisäpuolelle toteutettavan ilmanvaihtokanaviston suunnittelu- ja rakentamismenetelmäksi erityyppisiin Siklataloilla toteutettaviin pientaloihin. Siklatalot toteuttaa suurimman osan tuotannostaan yksilöllisesti asiakkaan toiveiden mukaisesti, jolloin tilojen sijoittelu ja rakenteet vaihtelevat suuresti. Tässä insinööriyössä otettiin tarkasteluun vain yleispiirteittäin erilaisia pientaloja ja niiden pohjalta toivotaan suunnittelijoiden kykenevän soveltamaan Kaistan suunnittelua erityyppisiin pientaloihin.

Kaista-asennusmenetelmän kehittäminen oli kiinnostavaa ja palkitsevaa. Kehitystyön aikana toteutettujen pientalojen kokemukset olivat positiiviset. Kaistan ansiosta putkiasentajien asennustyö on nopeutunut, asennusmukavuus parantunut ja sitä kautta asennuskustannukset ovat pienentyneet. Lopputuloksena voidaan todeta, että tilaajan tavoitteet saavutettiin ja Kaista-asennusmenetelmä otettiin yleiseksi ilmanvaihtokanaviston asennusmenetelmäksi Siklataloilla.

## LÄHTEET

Aho, Hanna - Korpi, Minna 2009. Ilmanpitävien rakenteiden ja liitosten toteutus asuinrakennuksissa. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto, rakennustekniikan laitos.

Ilmatiivis rakentaminen. 2009. Passiv.fi. Saatavissa:

<http://www.passiv.fi/?page=28&lang=fi>

Lahdensivu, Jukka - Suonketo, Jommi - Vinha, Juha - Lindberg, Ralf - Manelius, Elina - Kuhno, Vesa - Saastamoinen, Kari - Salminen, Kati - Lähdesmäki, Kimmo 2012. Matala-energia- ja passiivitalojen rakenteiden ja liitosten suunnittelu- ja toteutusohjeita. Tutkimusraportti 160. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan laitos.

Nieminen, Janne - Junkkari, Tony - Kivioja, Jaakko - Sikala, Antti - Murtoperä, Olli 2012. Sikla Oy. Kehityspalaverit vuonna 2012.

NTL Ristiinmenokappale. Saatavissa:

<http://www.etsnord.com/moodul.php?moodul=CMS&Komponent=Lehed&id=290>. Hakupäivä 24.4.2013

Posi-palkki. Saatavissa: <http://www.posi-palkki.fi/Default.aspx> Hakupäivä 24.4.2013.

Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. 2012. D5 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Luonnos 14.3.2012. Ohjeet 2012. Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=135289&lan=fi>. Hakupäivä 14.11.2012.

Rakennusten energiatehokkuus. 2011. D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Määräykset ja ohjeet 2012. Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa:

[http://www.finlex.fi/data/normit/37188-D3-2012\\_Suomi.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/37188-D3-2012_Suomi.pdf). Hakupäivä 14.11.2012.

Vinha, Juha - Korpi, Minna - Kalamees, Targo - Jokisalo, Juha - Eskola, Lari - Palonen, Jari - Kurnitski, Jarek - Aho, Hanna - Salminen, Mikko - Salminen, Kati - Keto, Matias 2009. Asuinrakennusten ilmanpitävyys, sisäilmasto ja energiatalous. Tutkimusraportti 140. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan laitos.

Vinha, Juha 2011a. Rakennusfysiikka, luentomoniste 2011, Osa 1. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto, rakennustekniikan laitos.

Vinha, Juha 2011b. Rakennusfysiikka, luentomoniste 2011, Osa 2. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto, rakennustekniikan laitos.

Ylihärsilä, Heikki 2004. Kosteus. Rakennusfysiikkaa rakennusinsinööreille. Saatavissa: [http://www.tekniikka.oamk.fi/~kimmoi/talrakjatko/kosteus\\_27092004.pdf](http://www.tekniikka.oamk.fi/~kimmoi/talrakjatko/kosteus_27092004.pdf). Hakupäivä [12.1.2013](#).

## LIITTEET

Liite 1 Kaista, Suora yläpohja, Versio 1

Liite 2 Kaista, Suora yläpohja, Versio 2

Liite 3 Kaista, Suora yläpohja, Versio 3

Liite 4 Kaista, Yläpohjaleikkaus, Korotetut tilat

Liite 5 IV-asennuskaista, Kehäristikot

Liite 6 Kaista, Välipohja-/ Väliseinäleikkaus, 2.krs talot

Liite 7 IV-laitteet, Pohjapiirros, 1-kerroksinen okt

Liite 8 IV-laitteet, Pohjapiirros, 1-kerroksinen okt, Kaistamenetelmä

Liite 9 IV-laitteet, Pohjapiirros, 1 ½ -kerroksinen okt, 1. krs

Liite 10 IV-laitteet, Pohjapiirros, 1 ½ -kerroksinen okt, 2. krs

Liite 11 IV-laitteet, Pohjapiirros, 1 ½ -kerroksinen okt, 1. krs, Kaistamenetelmä

Liite 12 IV-laitteet, Pohjapiirros, 1 ½ -kerroksinen okt, 2. krs, Kaistamenetelmä

Liite 13 IV-laitteet, Pohjapiirros, 2 -kerroksinen okt, 1. krs

Liite 14 IV-laitteet, Pohjapiirros, 2 -kerroksinen okt, 2. krs

Liite 15 IV-laitteet, Pohjapiirros, 2 -kerroksinen okt, 1. krs, Kaistamenetelmä

Liite 16 IV-laitteet, Pohjapiirros, 2 -kerroksinen okt, 2. krs, Kaistamenetelmä

Liite 17 Kanavaosien- ja eristeiden menekkivertailu

Liite 18 Putkiasentajien työmenekkivertailu

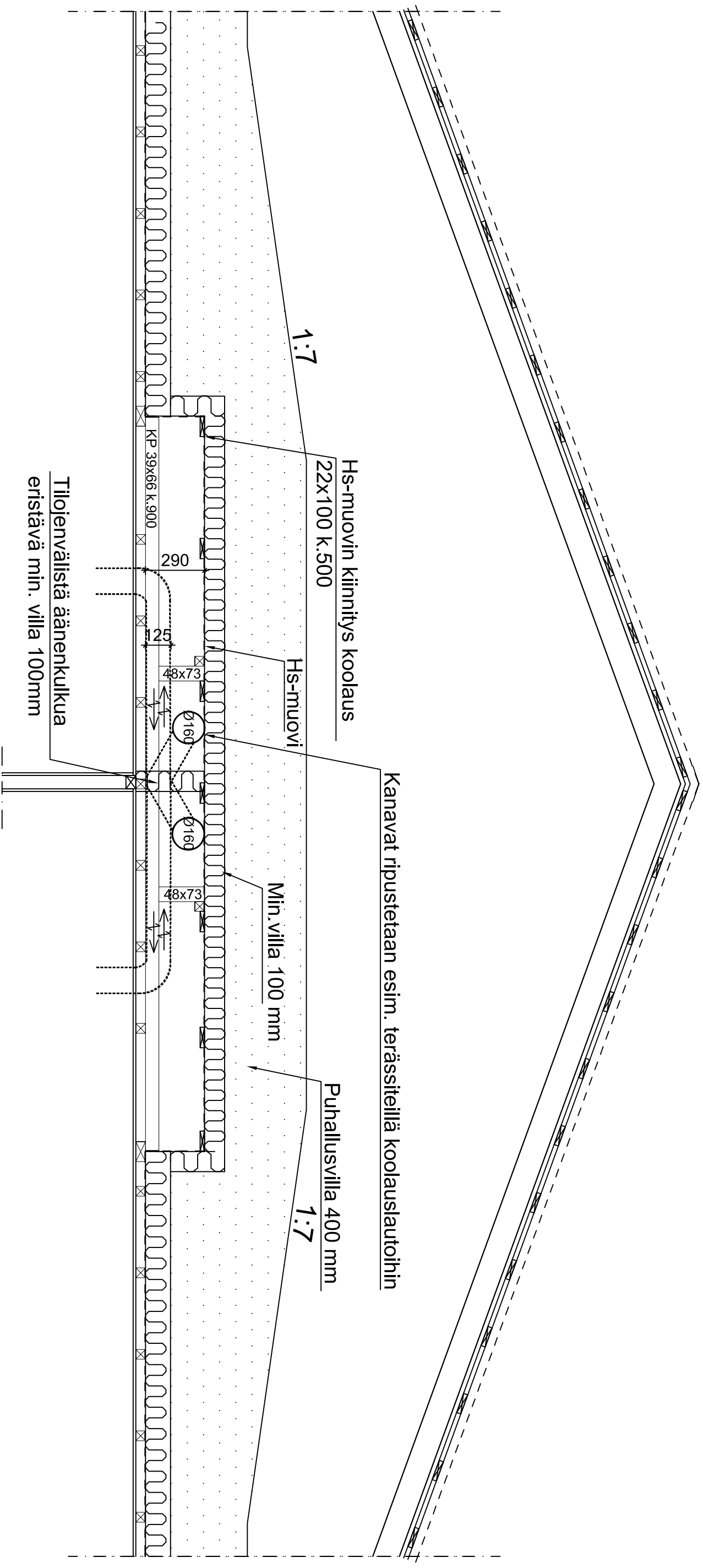
Liite 19 Kaistan rakentamisen aiheuttamat kirvestöiden menekit työmaalla

Liite 20 Yhteenveto Kaista-asennusmenetelmän kustannuksista esimerkkikohteissa



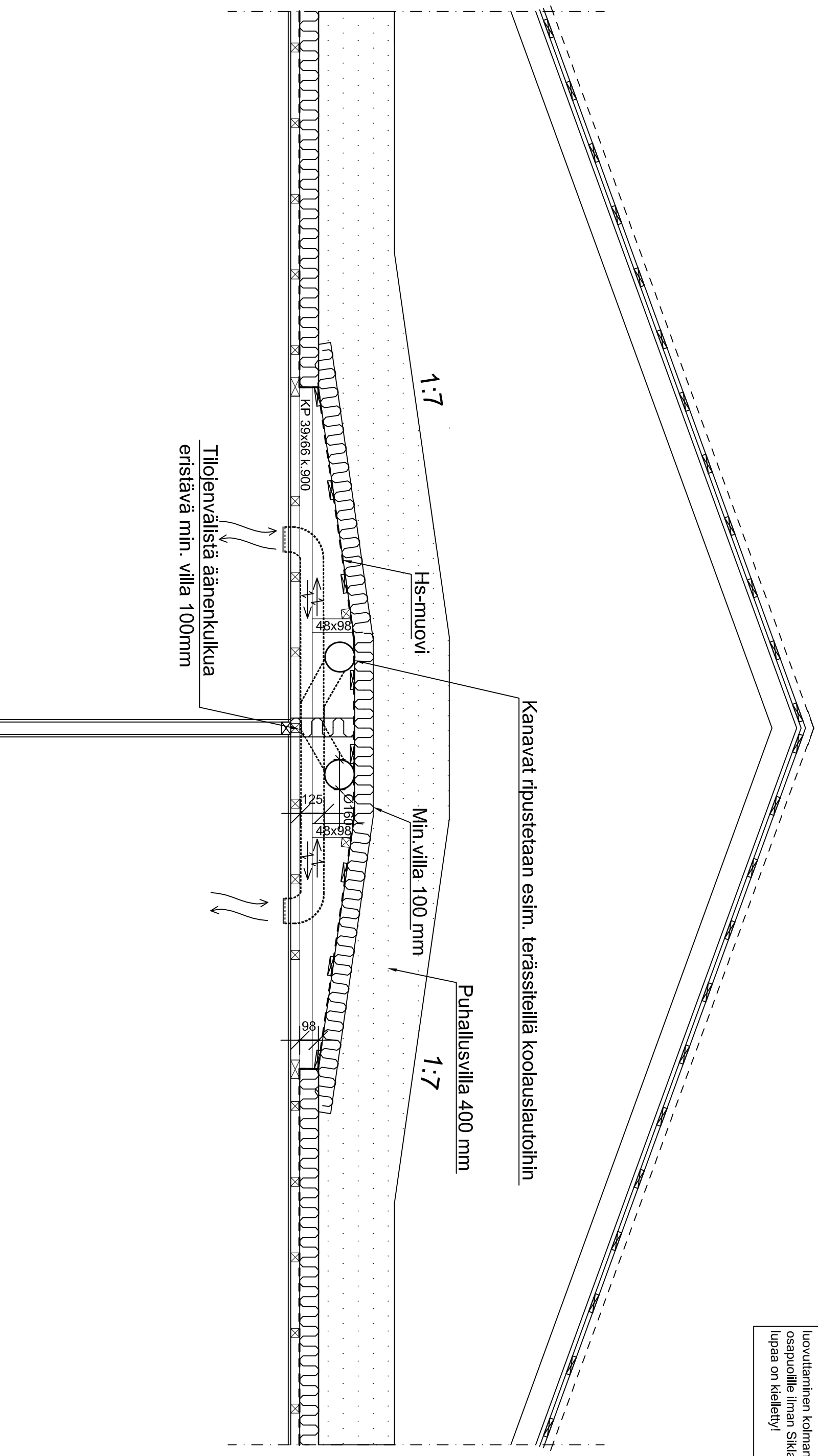
RAKENNUSKOIDE	RAKENNEOSA	MITTAKAAVA
SIKLATALOT	KAISTA, SUORA YLÄPOHJA, 1 KRS.	<b>LITE 1</b>
VERSIO 1	PÄIVÄYS	1:20
	24.4.2013	
	www.sika.fi	
	SUUNNITTELIJA	
	SAMI VINKKI,	
	044-3283603	

HUOMI Tämä piirustus on Sika Oy:n omaisuutta. Sen kopiointi tai muokkaaminen sekä luovuttaminen kolmansille osapuolille ilman Sika Oy:n lupaa on kielletty!



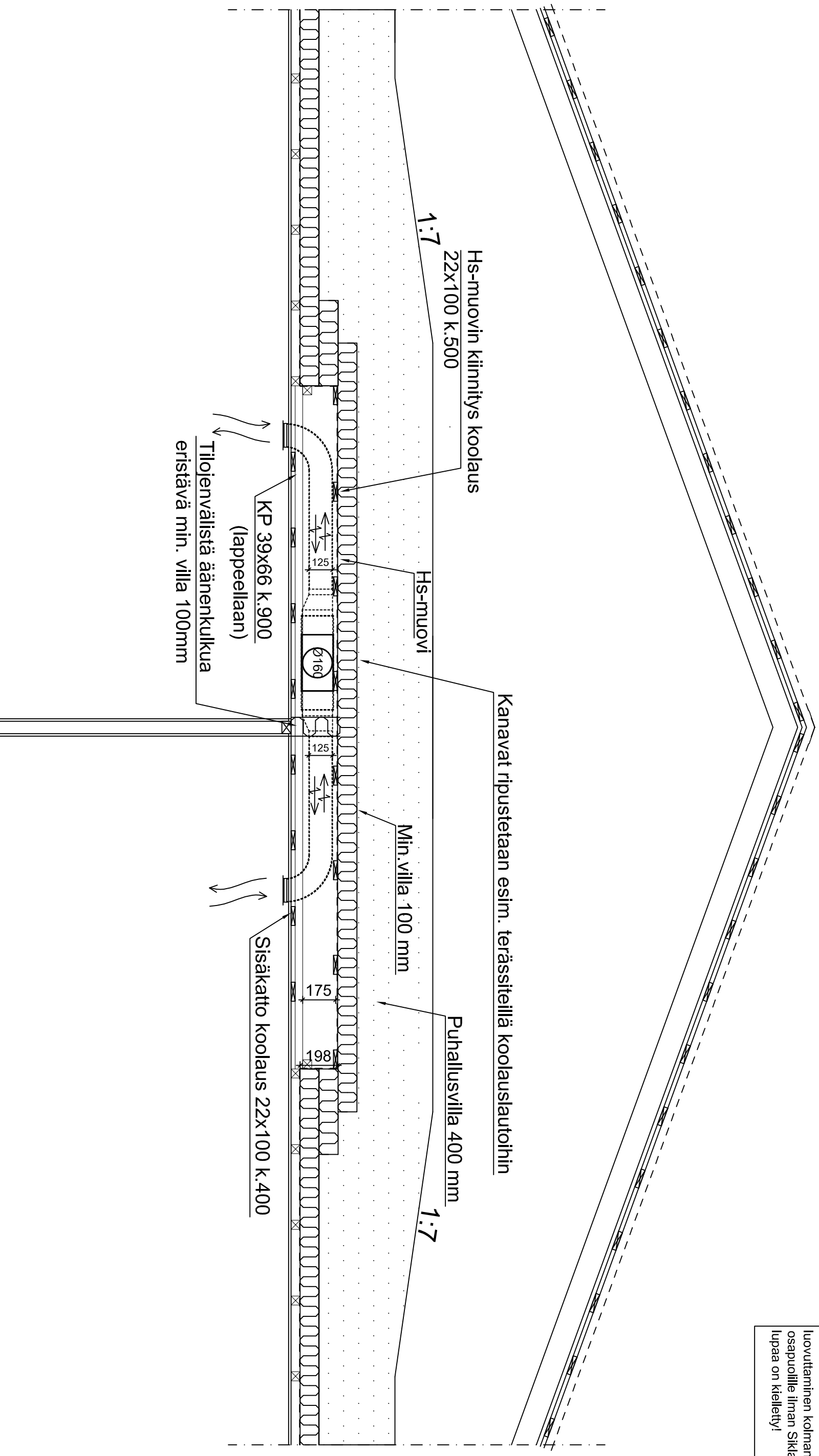
RAKENNUSKOIDE	RAKENNEOSA	RAKENNUSKOHDE	MITTAKAAVA
SIKLATALOT	KAISTA, SUORA YLÄPÖHJA, 1 KRS.	VERSIO 2	1:20
	PÄIVÄYS	SUUNNITTELIJA	
	24.4.2013	SAMI VINKKI,	
	www.sika.fi	044-3283603	

HUOMI Tämä piirustus on Sika Oy:n omaisuutta. Sen kopiointi tai muokkaaminen sekä luovuttaminen kolmansille osapuolille ilman Sika Oy:n lupaa on kielletty!



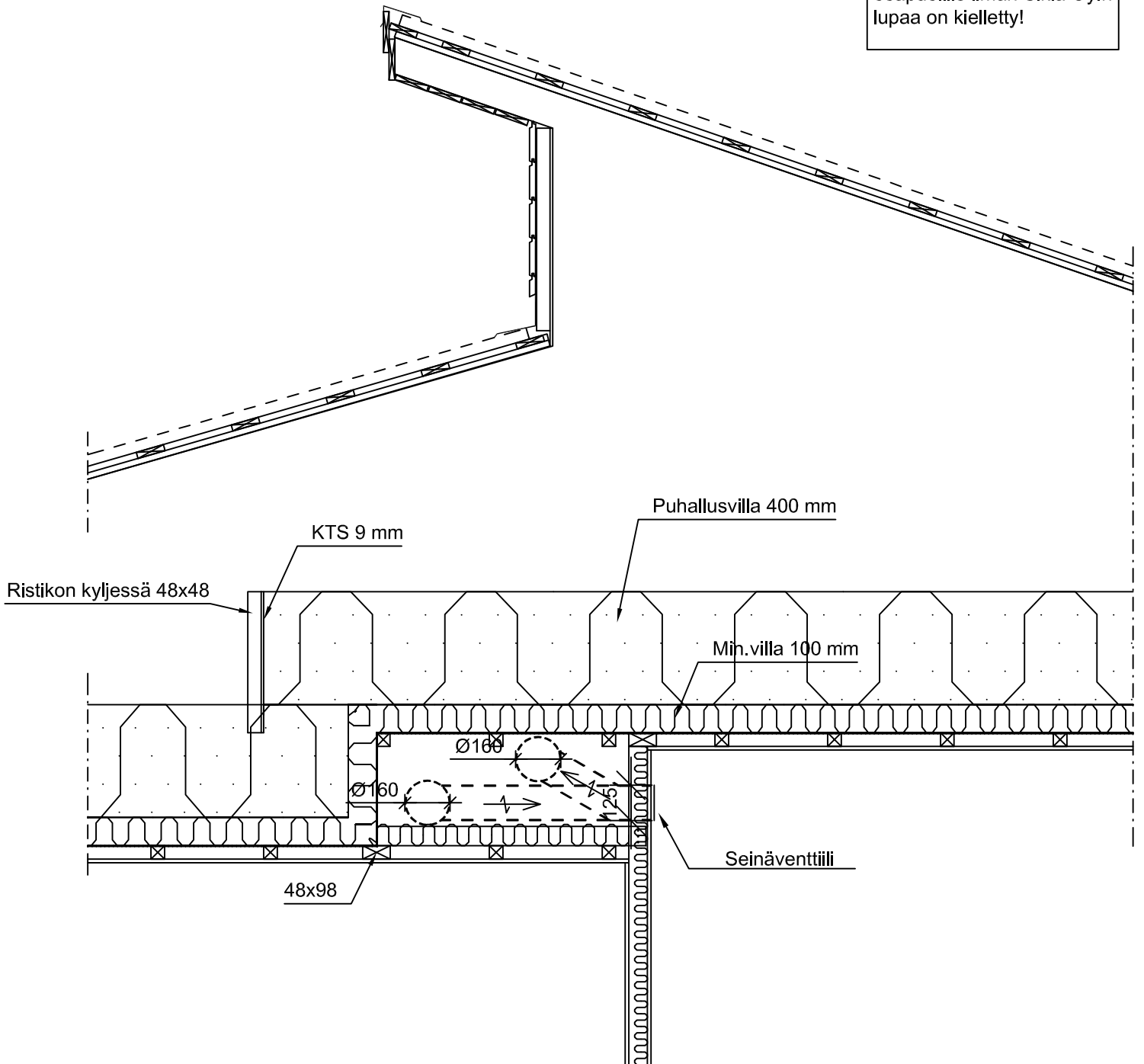
RAKENNUSKOIDE	RAKENNEOSA	MITTAKAAVA
SIKLATALOT	KAISTA, SUORA YLÄPOHJA, 1 KRS.	<b>LIIITE 3</b>
VERSIO 3	PÄIVÄYS 24.4.2013	1:20
	www.sika.fi	
	SUUNNITTELIJA SAMI VINKKI, 044-3283603	

HUOMI Tämä piirustus on Sika Oy:n omaisuutta. Sen kopiointi tai muokkaaminen sekä luovuttaminen kolmansille osapuolille ilman Sika Oy:n lupaa on kielletty!



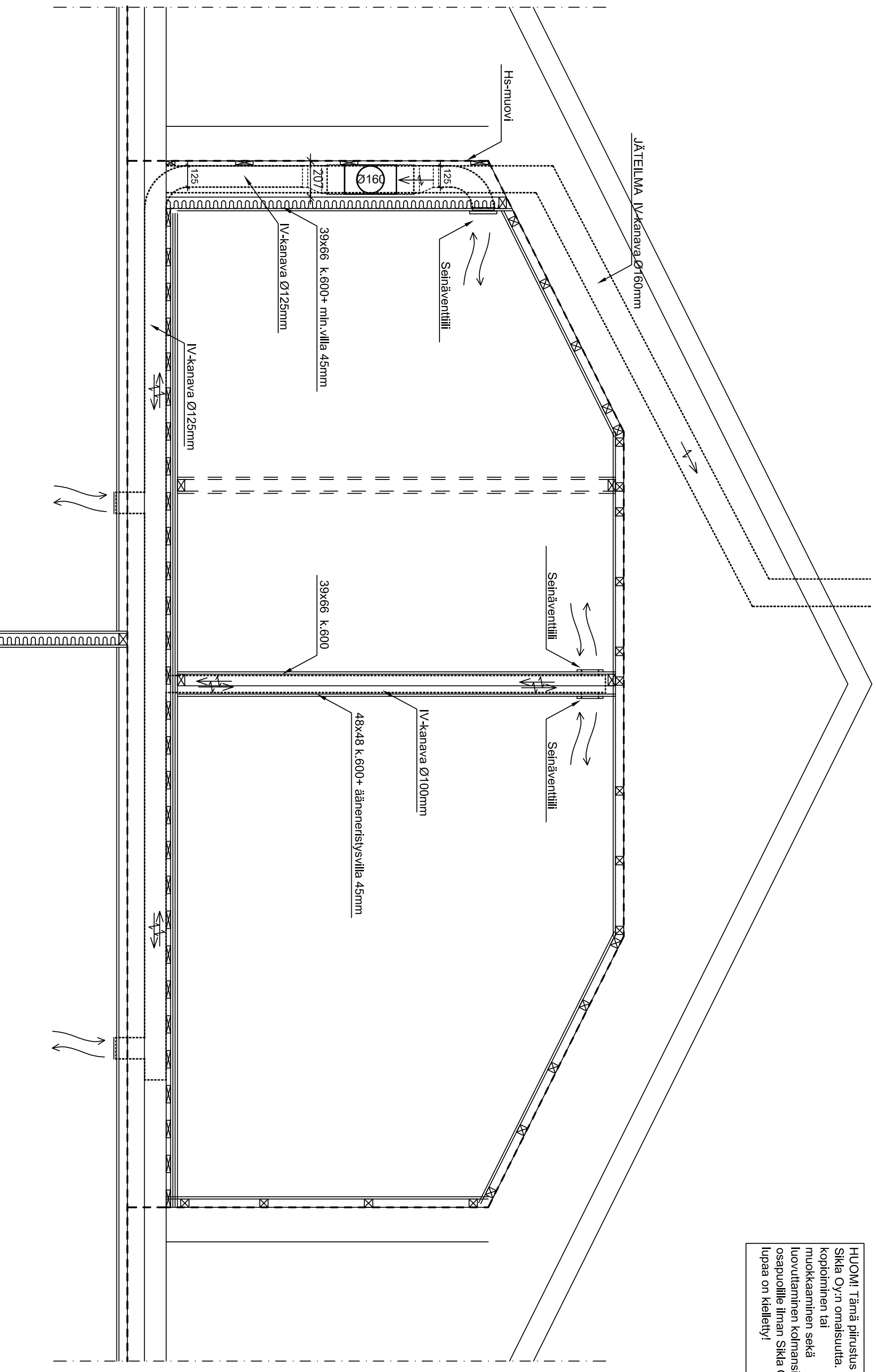
RAKENNUSKOHDE	RAKENNEOSA		LIITE 4
SIKLATALOT	KAISTA, YLÄPOHJALEIKKAUS, KOROTETUT TILAT		
	PÄIVÄYS	SUUNNITTELIJA	MITTAKAAVA
	24.4.2013	SAMI VINKKI,	1:20
	www.sikla.fi	044-3283603	

HUOM! Tämä piirustus on Sikla Oy:n omaisuutta. Sen kopioiminen tai muokkaaminen sekä luovuttaminen kolmansille osapuolille ilman Sikla Oy:n lupaa on kielletty!

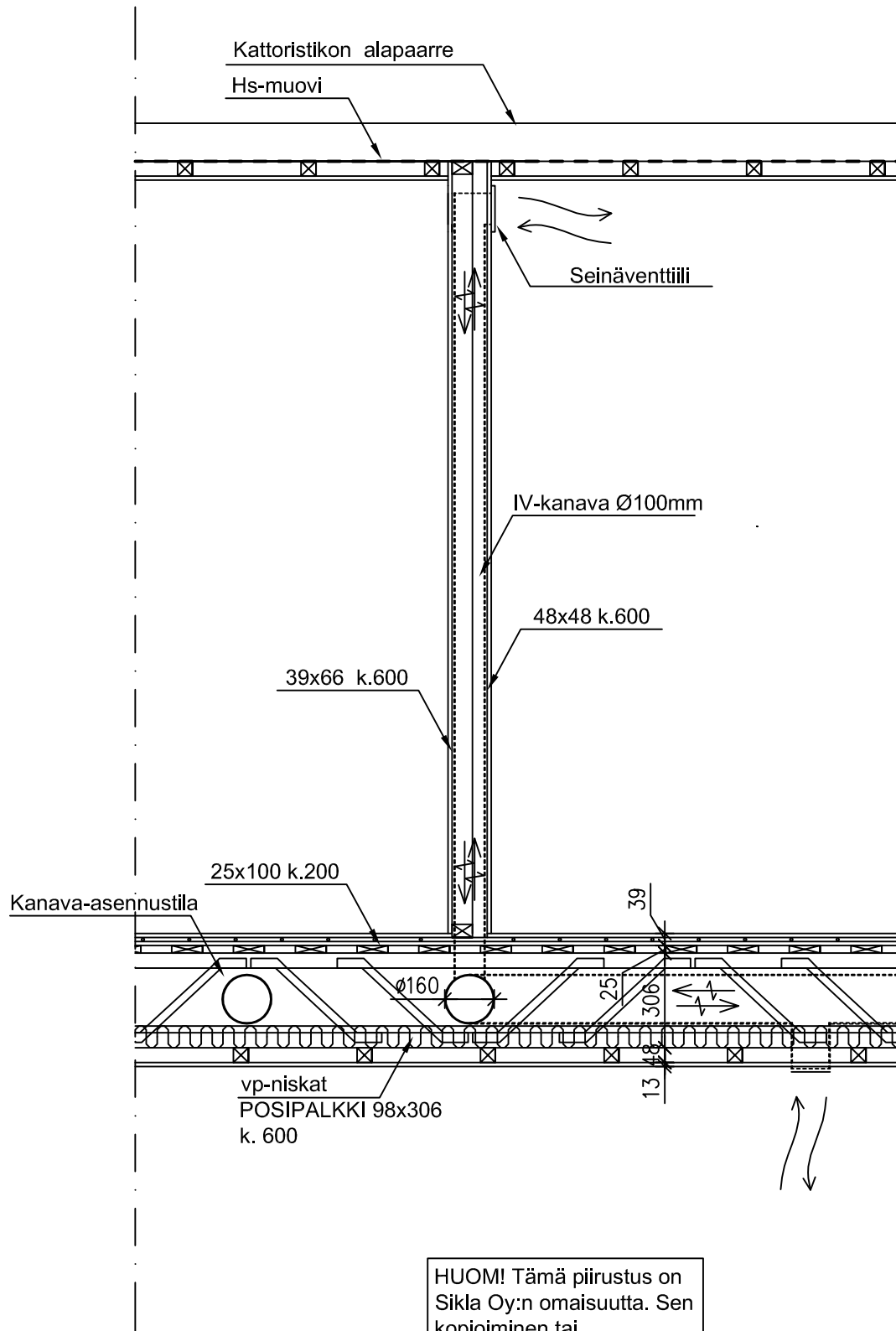


RAKENNUSKOIDE	RAKENNEOSA	IV-ASENNUSKAISTA, Kehäristikot		LIIITE 5 MITTAKAAVA
SIKLATALOT	PÄIVÄYS	24.4.2013	SUUNNITTELJA SAMI VINKKI, 044-3283603	
	www.sika.fi			1:20

HUOMI Tämä piirustus on Sika Oy:n omaisuutta. Sen kopioiminen tai muokkaaminen tai luovuttaminen kolmansille osapuolille ilman Sika Oy:n lupaa on kielletty!

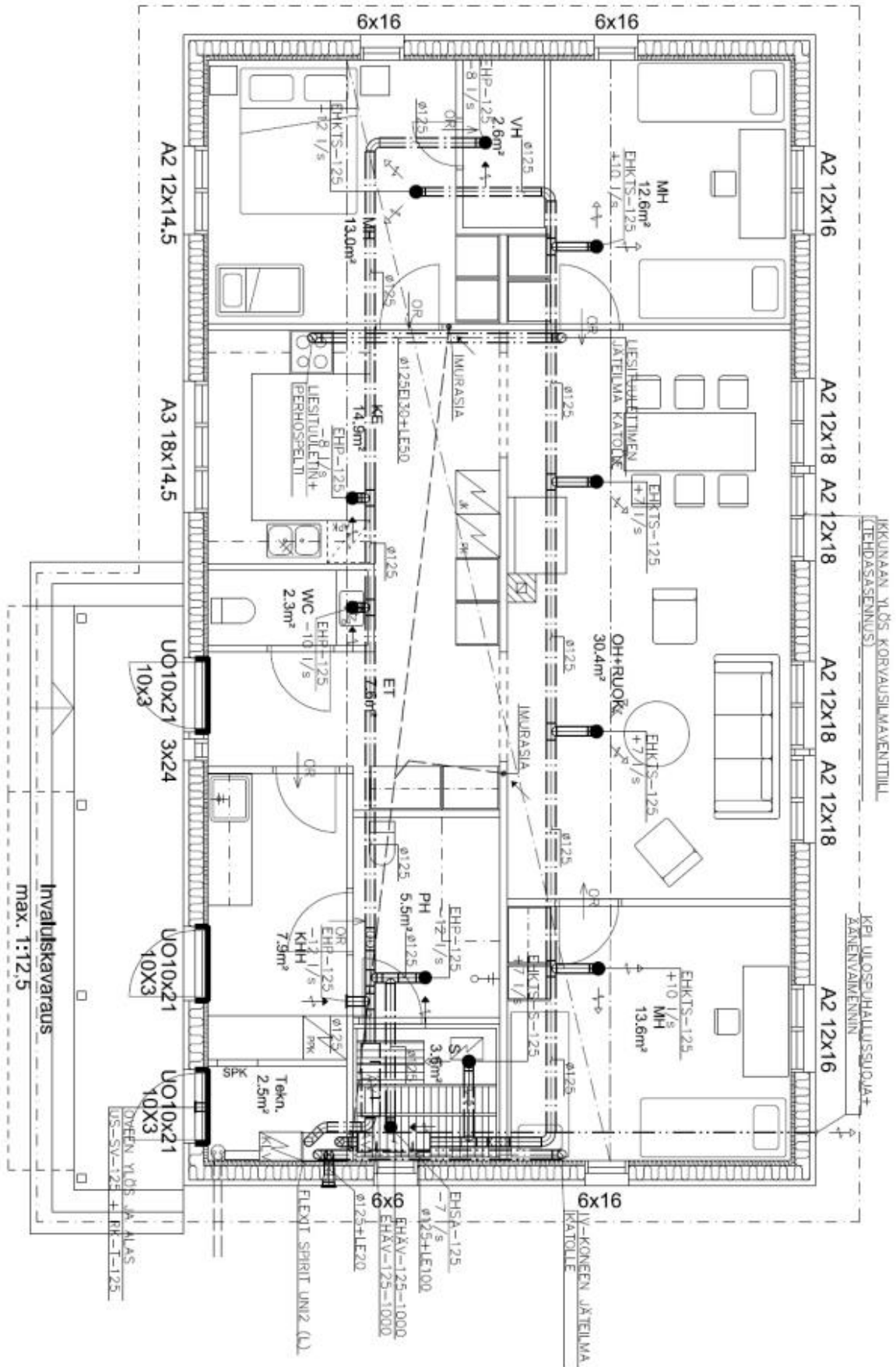


RAKENNUSKOHDE SIKLATALOT	RAKENNEOSA KAISTA, VÄLIPOHJA / VÄLISEINÄLEIKKAUS 2.krs talot	LIITE 6
	PÄIVÄYS 24.4.2013 www.sikla.fi	SUUNNITTELIJA SAMI VINKKI, 044-3283603
		MITTAKAAVA 1:20

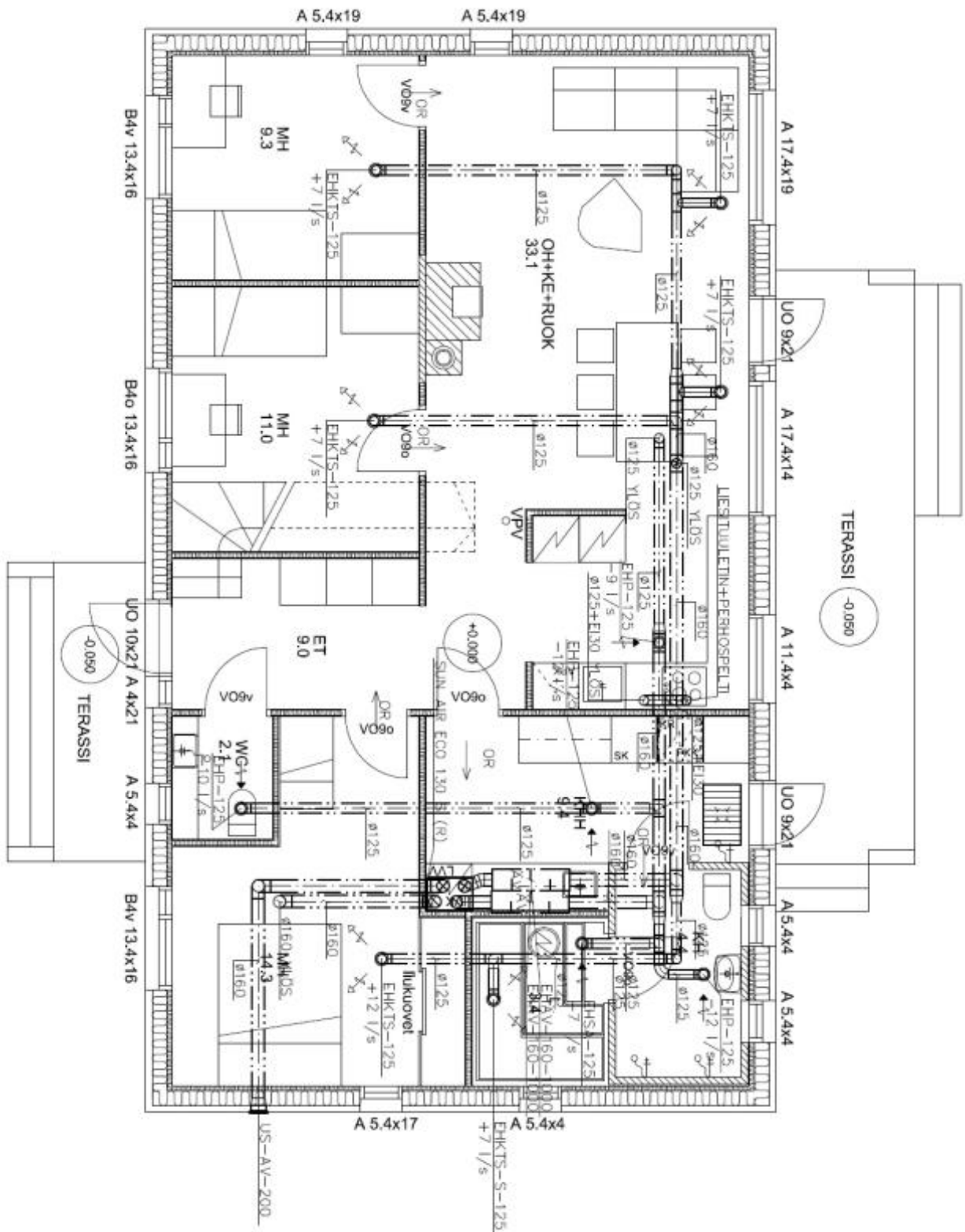


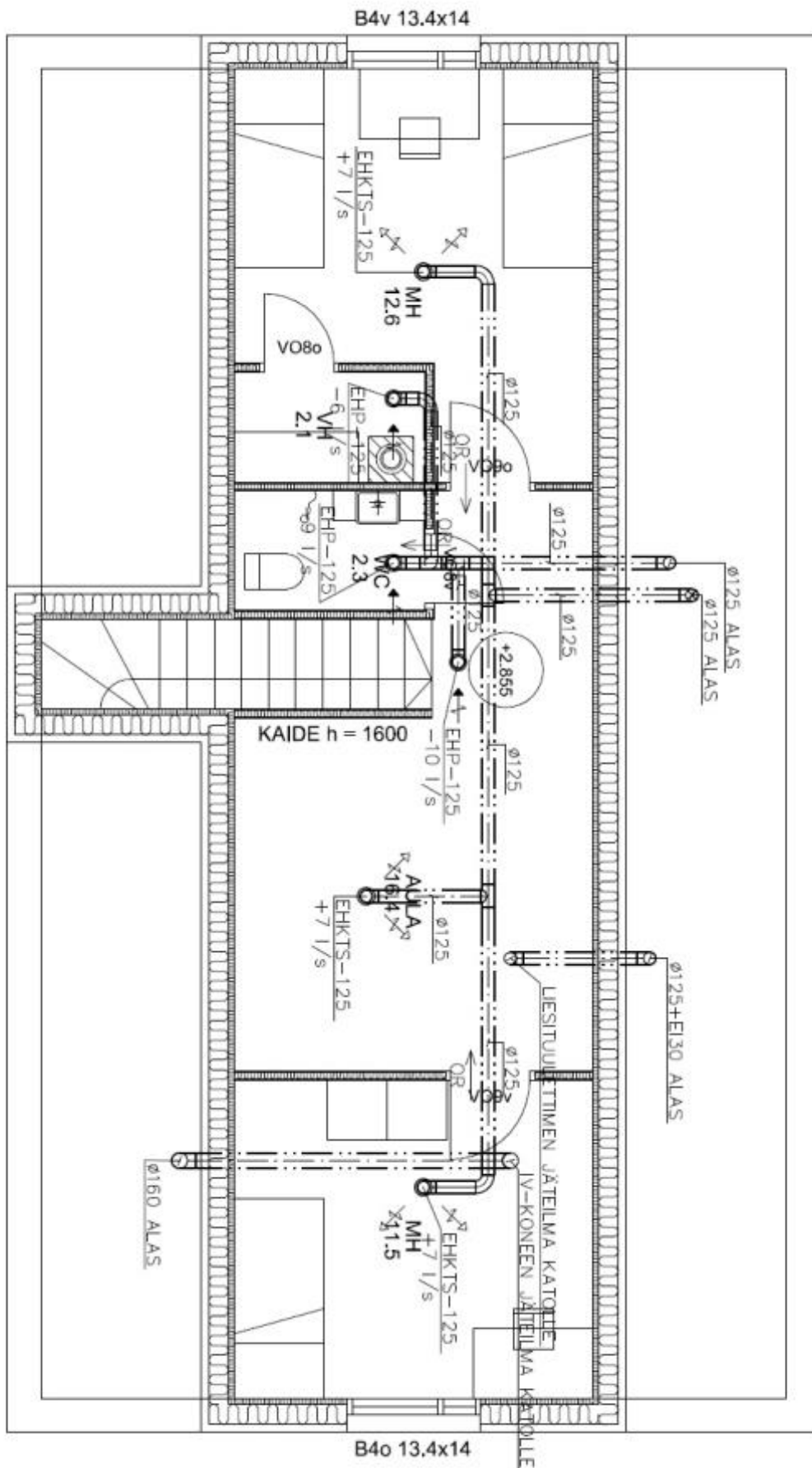
HUOM! Tämä piirustus on Sikla Oy:n omaisuutta. Sen kopioiminen tai muokkaaminen sekä luovuttaminen kolmansille osapuolille ilman Sikla Oy:n lupaa on kielletty!

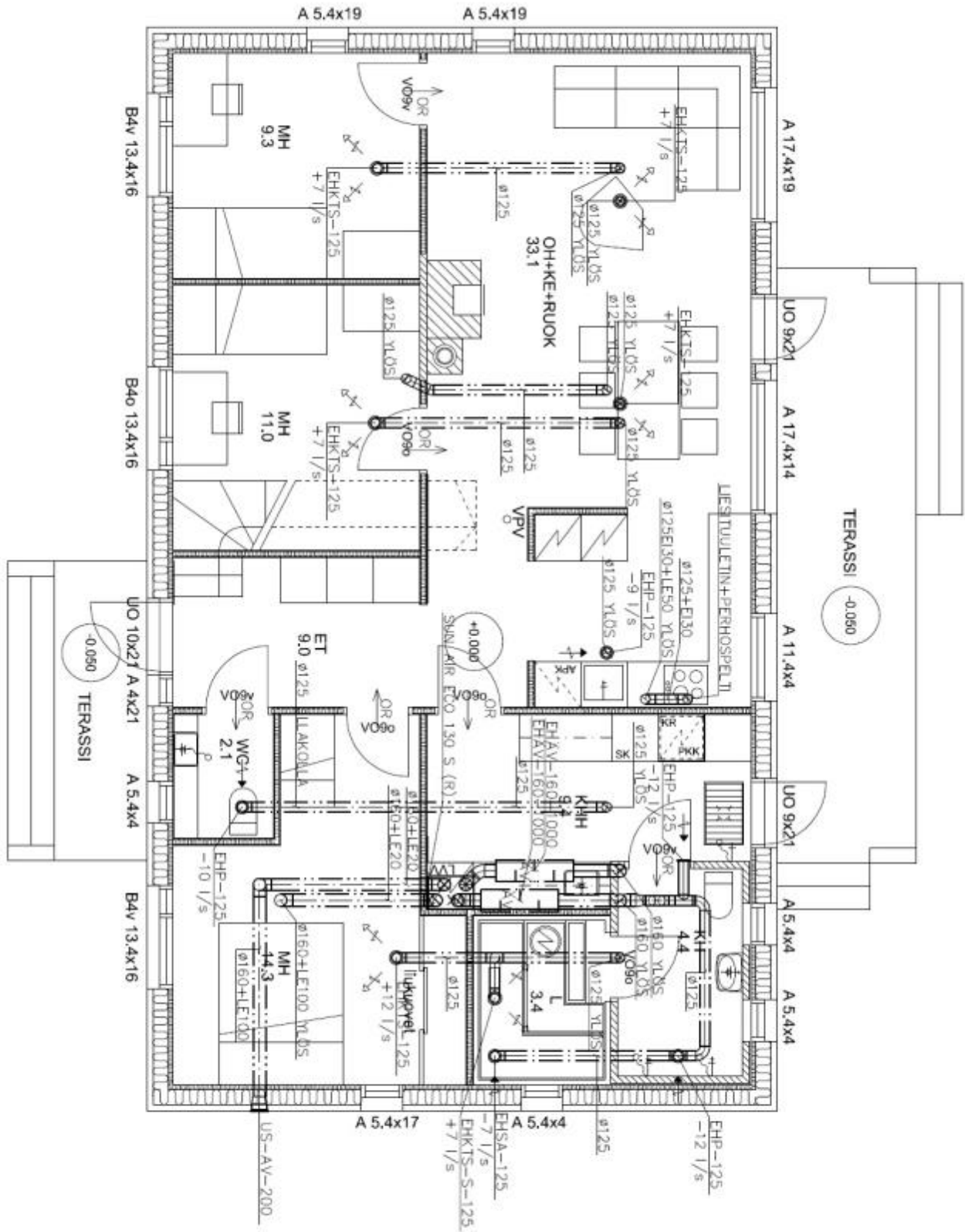


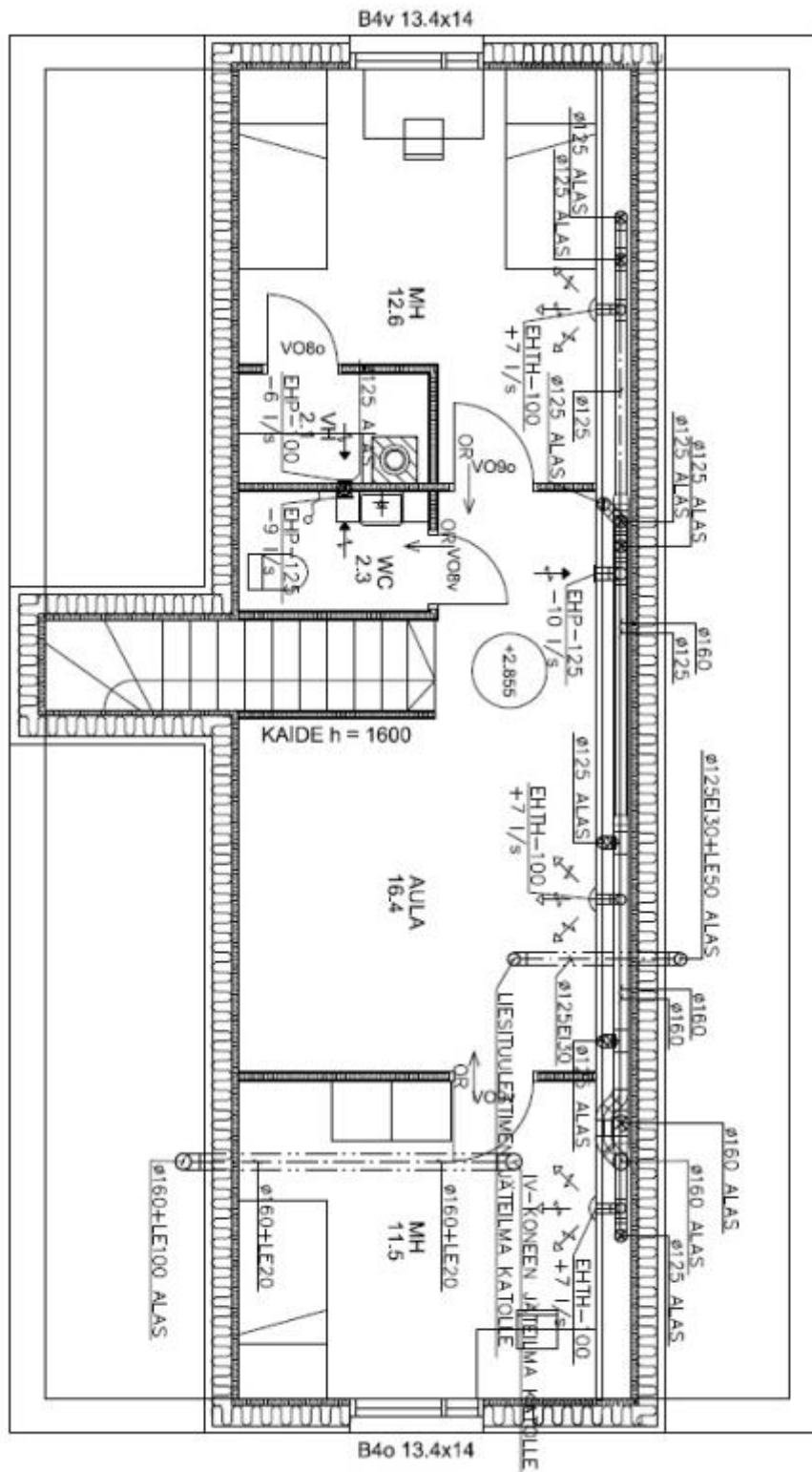


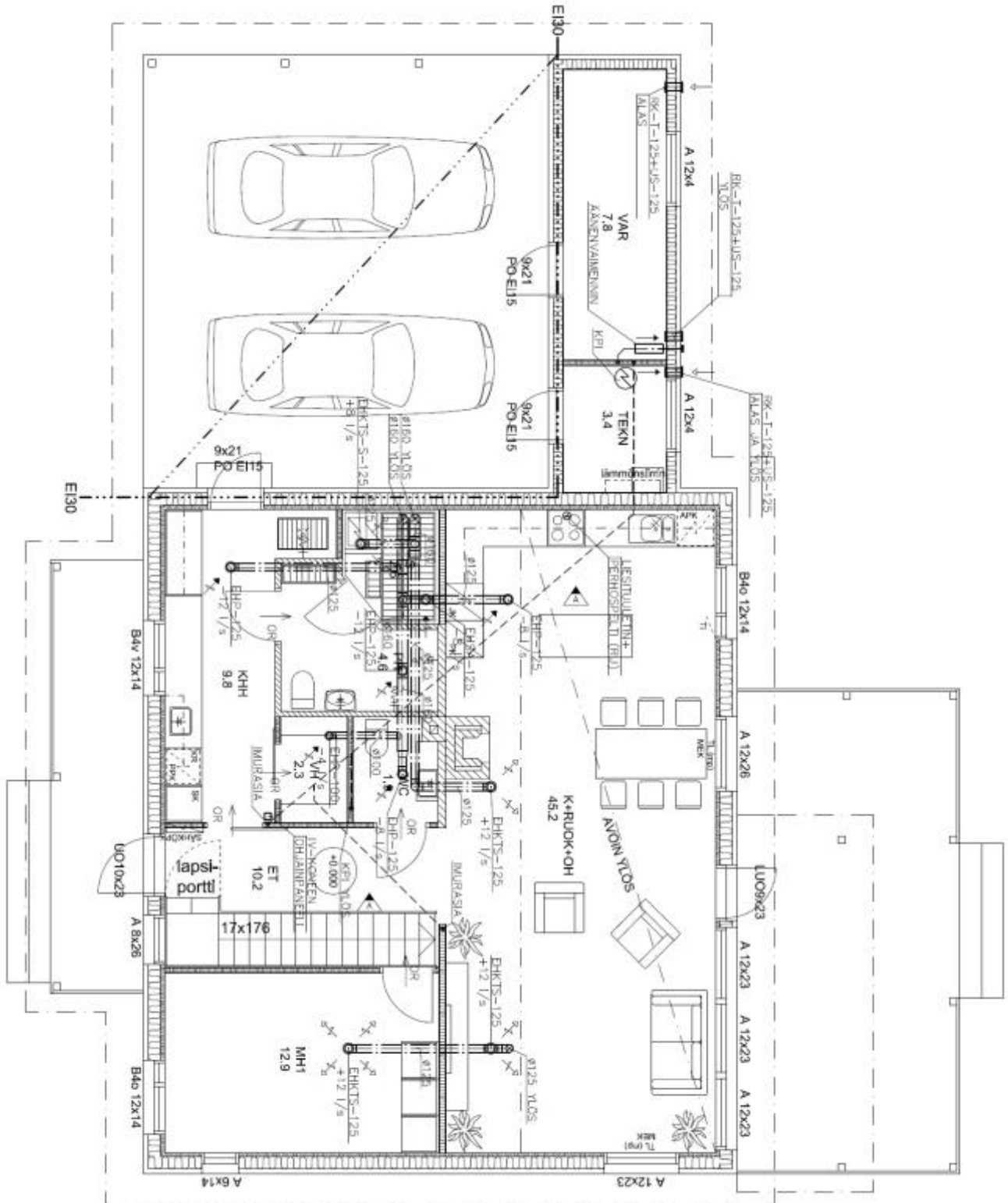


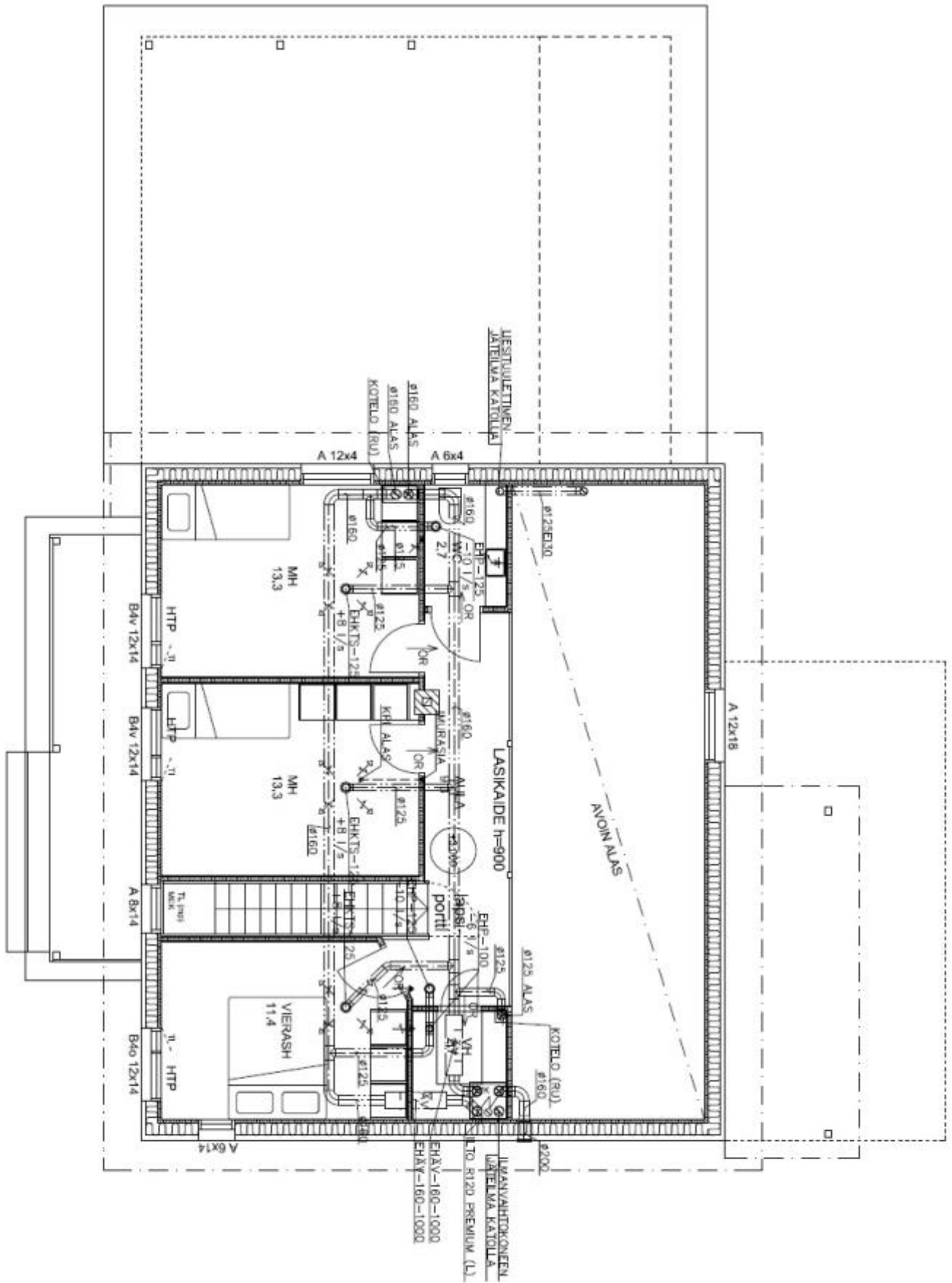


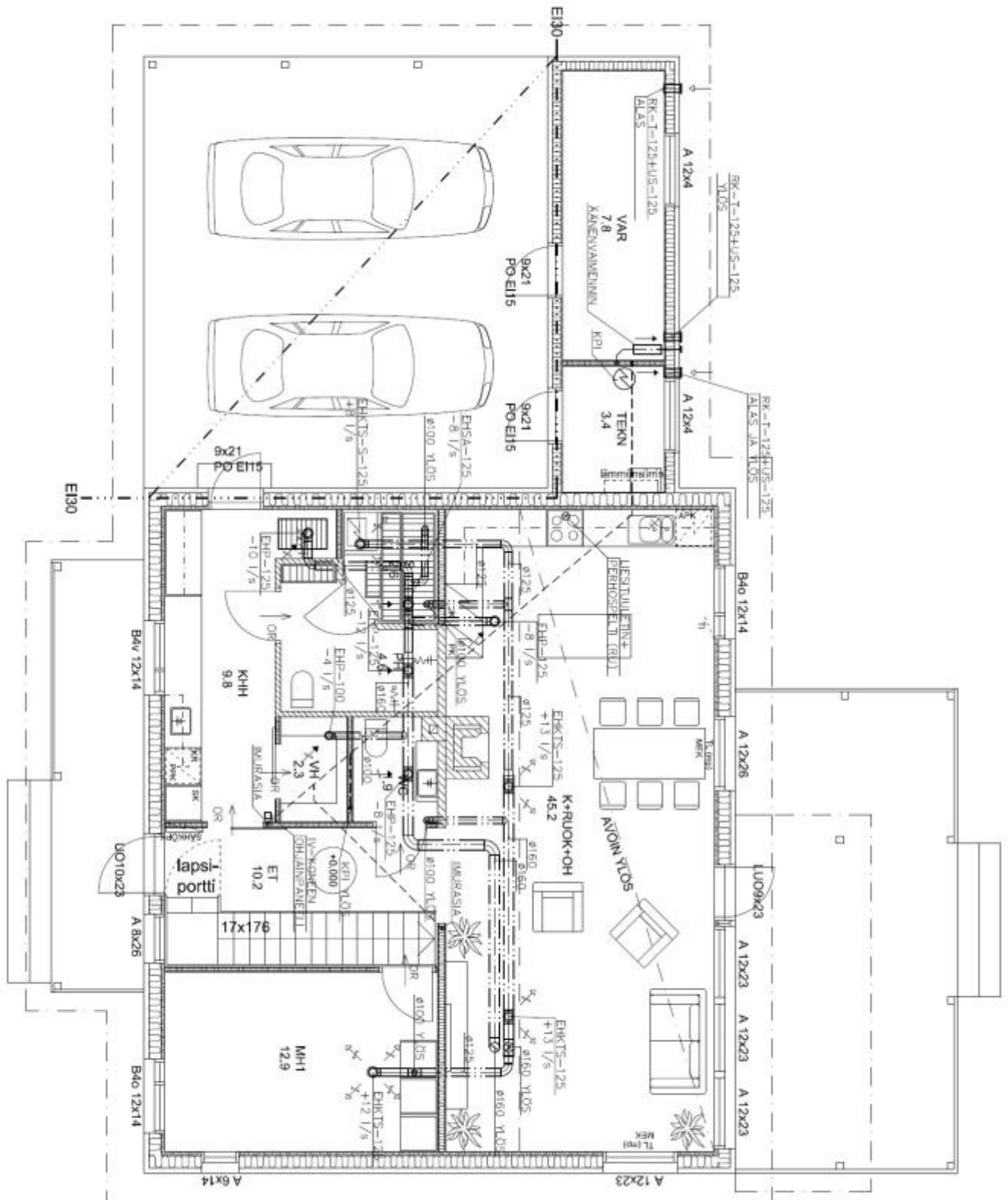


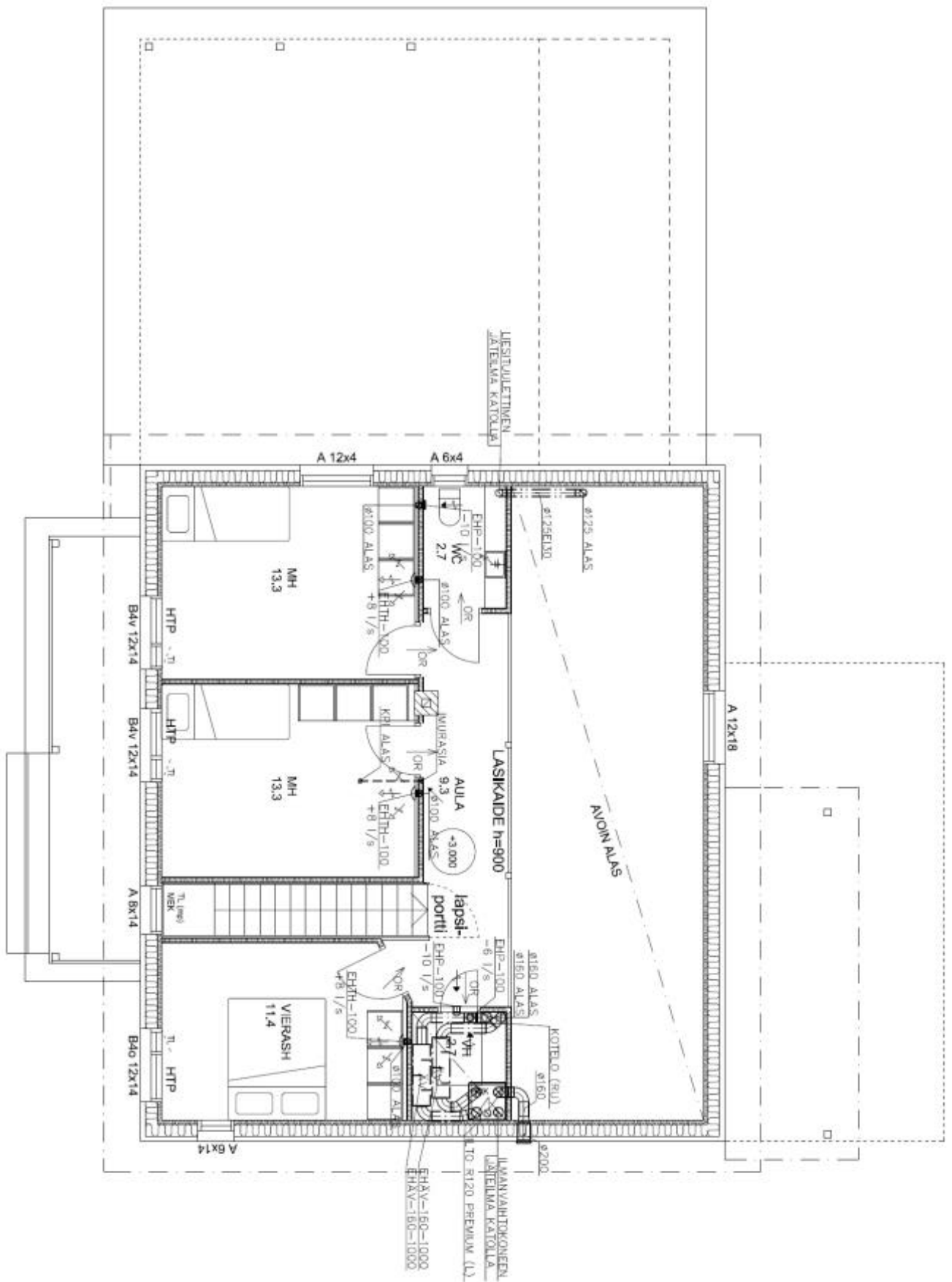














KANAVAOSIEN JA -ERISTEIDEN MENEKKI VERTAILU

LIITE 17/1

SIKLA OY, 1-KERROKSIINEN TALO, <u>ULLAKKOASENNUS</u>					SIKLA OY , 1-KERROKSIINEN TALO, <u>KAISTA-ASENNUS</u>			Menekin erotus Kaistalla
KAN1001	KANAVA 125 mm	2,87	€/m	54 m	KAN1001	KANAVA 125 mm	51 m	-3 m
KAN2001	KULMAYHDE 90 125 mm	3,52	€/kpl	25 kpl	KAN2001	KULMAYHDE 90 125 mm	25 kpl	0 kpl
KAN3001	KULMAYHDE 45 125 mm	2,87	€/kpl	4 kpl	KAN3001	KULMAYHDE 45 125 mm	8 kpl	4 kpl
KAN5001	LIITOSYHDE 125 mm	1,78	€/kpl	11 kpl	KAN5001	LIITOSYHDE 125 mm	11 kpl	0 kpl
KAN6402	MUUNTOYHDE MYN 160/125	2,67	€/kpl	1 kpl	KAN6402	MUUNTOYHDE MYN 160/125	1 kpl	0 kpl
KAN6502	T-HAARA 125/125 mm	5,77	€/kpl	10 kpl	KAN6502	T-HAARA 125/125 mm	10 kpl	0 kpl
äänenvaimennin	EHÄV-125-1000	65,32	€/kpl	2 kpl	äänenvaimennin	EHÄV-125-1000	2 kpl	0 kpl
päätelaite	RK-T-125	5,14	€/kpl	2 kpl	päätelaite	RK-T-125	2 kpl	0 kpl
päätelaite	US-AV-160	6,53	€/kpl	1 kpl	päätelaite	US-AV-160	1 kpl	0 kpl
päätelaite	US-SV-125	3,88	€/kpl	2 kpl	päätelaite	US-SV-125	2 kpl	0 kpl
päätelaite	EHKTS-125	9,93	€/kpl	5 kpl	päätelaite	EHKTS-125	5 kpl	0 kpl
päätelaite	EHKTS-S-125	9,93	€/kpl	1 kpl	päätelaite	EHKTS-S-125	1 kpl	0 kpl
päätelaite	EHP-125	6,87	€/kpl	5 kpl	päätelaite	EHP-125	5 kpl	0 kpl
päätelaite	EHSA-125	13,71	€/kpl	1 kpl	päätelaite	EHSA-125	1 kpl	0 kpl
kanavaeristeet	Paroc Hvac Mat Alucoat	3,5	€/m <sup>2</sup>	24 m <sup>2</sup>	kanavaeristeet	Paroc Hvac Mat Alucoat	6 m <sup>2</sup>	-18 m <sup>2</sup>
<b>yhteensä</b>		<b>681,26 €</b>			<b>yhteensä</b>		<b>621,13 €</b>	
<b>KUSTANNUS EROTUS KAISTA-MENETELMÄLLÄ YHTEENSÄ</b>							<b>-60,13 €</b>	

# KANAVAOSIEN JA -ERISTEIDEN MENEKKI VERTAILU

LIITE 17/2

SIKLA OY , 1 1/2-KERROKSINEN TALO, <u>ULLAKKOASENNUS</u>					SIKLA OY , 1 1/2-KERROKSINEN TALO, <u>KAISTA-ASENNUS</u>			Menekin erotus Kaistalla
KAN1001	KANAVA 125 mm	2,87	€/m	60 m	KAN1001	KANAVA 125 mm	45 m	-15 m
KAN1002	KANAVA 160 mm	3,59	€/m	30 m	KAN1002	KANAVA 160 mm	30 m	0 kpl
KAN2001	KULMAYHDE 90 125 mm	3,52	€/kpl	30 kpl	KAN2001	KULMAYHDE 90 125 mm	25 kpl	-5 kpl
KAN2002	KULMAYHDE 90 160 mm	5,06	€/kpl	13 kpl	KAN2002	KULMAYHDE 90 160 mm	12 kpl	-1 kpl
KAN3001	KULMAYHDE 45 125 mm	2,87	€/kpl	10 kpl	KAN3001	KULMAYHDE 45 125 mm	7 kpl	-3 kpl
KAN3002	KULMAYHDE 45 160 mm	4,05	€/kpl	5 kpl	KAN3002	KULMAYHDE 45 160 mm	6 kpl	1 kpl
KAN5001	LIITOSYHDE 125 mm	1,78	€/kpl	6 kpl	KAN5001	LIITOSYHDE 125 mm	3 kpl	-3 kpl
KAN5002	LIITOSYHDE 160 mm	1,86	€/kpl	4 kpl	KAN5002	LIITOSYHDE 160 mm	6 kpl	2 kpl
KAN6402	MUUNTOYHDE MYN 160/125	2,67	€/kpl	4 kpl	KAN6402	MUUNTOYHDE MYN 160/125	4 kpl	0 kpl
KAN6405	MUUNTOYHDE MYN 200/160	2,87	€/kpl	1 kpl	KAN6405	MUUNTOYHDE MYN 200/160	1 kpl	0 kpl
KAN6501	T-HAARA 125/100 mm	5,59	€/kpl	0 kpl	KAN6501	T-HAARA 125/100 mm	3 kpl	3 kpl
KAN6502	T-HAARA 125/125 mm	5,77	€/kpl	8 kpl	KAN6502	T-HAARA 125/125 mm	6 kpl	-2 kpl
KAN6503	T-HAARA 160/100 mm	6,1	€/kpl	0 kpl	KAN6503	T-HAARA 160/100 mm	1 kpl	1 kpl
KAN6504	T-HAARA 160/125 mm	6,21	€/kpl	5 kpl	KAN6504	T-HAARA 160/125 mm	4 kpl	-1 kpl
KAN6505	T-HAARA 160/160 mm	6,96	€/kpl	2 kpl	KAN6505	T-HAARA 160/160 mm	2 kpl	0 kpl
äänenvaimennin	EHÄV-160-1000	72,65	€/kpl	2 kpl	äänenvaimennin	EHÄV-160-1000	2 kpl	0 kpl
päätelaite	US-AV-200	8,09	€/kpl	1 kpl	päätelaite	US-AV-200	1 kpl	0 kpl
päätelaite	EHKTS-125	9,93	€/kpl	8 kpl	päätelaite	EHKTS-125	5 kpl	-3 kpl
päätelaite	EHKTS-S-125	9,93	€/kpl	1 kpl	päätelaite	EHKTS-S-125	1 kpl	0 kpl
päätelaite	EHP-100	6,04	€/kpl	0 kpl	päätelaite	EHP-100	1 kpl	1 kpl
päätelaite	EHP-125	6,87	€/kpl	7 kpl	päätelaite	EHP-125	6 kpl	-1 kpl
päätelaite	EHS-125	13,71	€/kpl	1 kpl	päätelaite	EHS-125	1 kpl	0 kpl
päätelaite	EHTH-100	29,92	€/kpl	0 kpl	päätelaite	EHTH-100	3 kpl	3 kpl
kanavaeristeet	Paroc Hvac Mat Alucoat	3,5	€/m <sup>2</sup>	45 m <sup>2</sup>	kanavaeristeet	Paroc Hvac Mat Alucoat	9 m <sup>2</sup>	-36 m <sup>2</sup>
<b>yhteensä</b>		<b>1085,09</b>	<b>€</b>		<b>yhteensä</b>		<b>951,46</b>	<b>€</b>
<b>KUSTANNUS EROTUS KAISTA-MENETELMÄLLÄ YHTEENSÄ</b>							<b>-133,63</b>	<b>€</b>

## KANAVAOSIEN JA -ERISTEIDEN MENEKKI VERTAILU

LIITE 17/3

SIKLA OY , 2-KERROKSIINEN TALO, <u>ULLAKKOASENNUS</u>					SIKLA OY , 2-KERROKSIINEN TALO, <u>KAISTA-ASENNUS</u>			Menekin erotus Kaistalla	
KAN1000	KANAVA 100 mm	2,58	€/m	0 m	KAN1000	KANAVA 100 mm	18 m	18	m
KAN1001	KANAVA 125 mm	2,87	€/m	38 m	KAN1001	KANAVA 125 mm	24 m	-14	kpl
KAN1002	KANAVA 160 mm	3,59	€/m	40 m	KAN1002	KANAVA 160 mm	30 m	-10	kpl
KAN2000	KULMAYHDE 90 100 mm	2,87	€/kpl	1 kpl	KAN2000	KULMAYHDE 90 100 mm	6 kpl	5	kpl
KAN2001	KULMAYHDE 90 125 mm	3,52	€/kpl	22 kpl	KAN2001	KULMAYHDE 90 125 mm	12 kpl	-10	kpl
KAN2002	KULMAYHDE 90 160 mm	5,06	€/kpl	12 kpl	KAN2002	KULMAYHDE 90 160 mm	14 kpl	2	kpl
KAN3000	KULMAYHDE 45 100 mm	2,76	€/kpl	0 kpl	KAN3000	KULMAYHDE 45 100 mm	2 kpl	2	kpl
KAN3001	KULMAYHDE 45 125 mm	2,87	€/kpl	4 kpl	KAN3001	KULMAYHDE 45 125 mm	4 kpl	0	kpl
KAN3002	KULMAYHDE 45 160 mm	4,05	€/kpl	2 kpl	KAN3002	KULMAYHDE 45 160 mm	4 kpl	2	kpl
KAN5000	LIITOSYHDE 100 mm	1,72	€/kpl	0 kpl	KAN5000	LIITOSYHDE 100 mm	2 kpl	2	kpl
KAN5001	LIITOSYHDE 125 mm	1,78	€/kpl	4 kpl	KAN5001	LIITOSYHDE 125 mm	2 kpl	-2	kpl
KAN5002	LIITOSYHDE 160 mm	1,86	€/kpl	4 kpl	KAN5002	LIITOSYHDE 160 mm	3 kpl	-1	kpl
KAN6402	MUUNTOYHDE MYN 160/125	2,67	€/kpl	2 kpl	KAN6402	MUUNTOYHDE MYN 160/125	3 kpl	1	kpl
KAN6405	MUUNTOYHDE MYN 200/160	2,87	€/kpl	1 kpl	KAN6405	MUUNTOYHDE MYN 200/160	1 kpl	0	kpl
KAN6500	T-HAARA 100/100 mm	5,3	€/kpl	0 kpl	KAN6500	T-HAARA 100/100 mm	4 kpl	4	kpl
KAN6501	T-HAARA 125/100 mm	5,59	€/kpl	1 kpl	KAN6501	T-HAARA 125/100 mm	3 kpl	2	kpl
KAN6502	T-HAARA 125/125 mm	5,77	€/kpl	2 kpl	KAN6502	T-HAARA 125/125 mm	2 kpl	0	kpl
KAN6503	T-HAARA 160/100 mm	6,1	€/kpl	1 kpl	KAN6503	T-HAARA 160/100 mm	4 kpl	3	kpl
KAN6504	T-HAARA 160/125 mm	6,21	€/kpl	10 kpl	KAN6504	T-HAARA 160/125 mm	4 kpl	-6	kpl
KAN6505	T-HAARA 160/160 mm	6,96	€/kpl	0 kpl	KAN6505	T-HAARA 160/160 mm	1 kpl	1	kpl
	tulppa 160mm	1,09	€/kpl	0 kpl		tulppa 100mm	4 kpl	4	kpl
äänenvaimennin	EHÄV-160-1000 kantikas	72,65	€/kpl	2 kpl	äänenvaimennin	EHÄV-160-1000 kantikas	2 kpl	0	kpl
päätelaite	RK-T -125	5,14	€/kpl	4 kpl	päätelaite	RK-T -125	4 kpl	0	kpl
päätelaite	US-AV-200	8,09	€/kpl	1 kpl	päätelaite	US-AV-200	1 kpl	0	kpl
päätelaite	US-AV-125	3,88	€/kpl	4 kpl	päätelaite	US-AV-125	4 kpl	0	kpl
päätelaite	EHKTS-125	9,93	€/kpl	6 kpl	päätelaite	EHKTS-125	3 kpl	-3	kpl
päätelaite	EHKTS-S-125	9,93	€/kpl	1 kpl	päätelaite	EHKTS-S-125	1 kpl	0	kpl
päätelaite	EHP-100	6,04	€/kpl	2 kpl	päätelaite	EHP-100	4 kpl	2	kpl
päätelaite	EHP-125	6,87	€/kpl	6 kpl	päätelaite	EHP-125	4 kpl	-2	kpl
päätelaite	EHSA-125	13,71	€/kpl	1 kpl	päätelaite	EHSA-125	1 kpl	0	kpl
päätelaite	EHTH-125	32,82	€/kpl	0 kpl	päätelaite	EHTH-100	3 kpl	3	kpl
kanavaeristeet	Paroc Hvac Mat Alucoat	3,5	€/m <sup>2</sup>	32 m <sup>2</sup>	kanavaeristeet	Paroc Hvac Mat Alucoat	9 m <sup>2</sup>	-23	m <sup>2</sup>
<b>yhteensä</b>		<b>959,36</b>	<b>€</b>		<b>yhteensä</b>		<b>944,6</b>	<b>€</b>	
<b>KUSTANNUS EROTUS KAISTA-MENETELMÄLLÄ YHTEENSÄ</b>							<b>-14,81 €</b>		

# Putkiasentajien työmenekki vertailu

LIITE 18

(Perustuu kehitystyön aikana suoritettuun seurantaan ja kokemusperäiseen tietoon.)

## Esimerkki kohteet, hinnat alv 0%

(Tarvikehinnat käsitellään liitteessä 17.)

1-kerroksinen talo, suora yläpohja, ei Kaistaa	materiaali	määrä	yksikkö		asennusaika	asennuksen hinta	yksikkö		työ €	yhteensä
Kanava-asennus ullakolle	kierresaumakanava 125mm	54	jm		12	30,00	€/h		360,00	360,00 €
Vaakasuuntainen kanavaeristys	kanavaeriste Paroc 50 mm	20	m <sup>2</sup>		8	30,00	€/h		240,00	240,00 €
Pystykanavien eristys	kanavaeriste Paroc 2x50 mm	4	m <sup>2</sup>		4	30,00	€/h		120,00	120,00 €
Läpivientien tiivistys teippaamalla	Höyrynsulkuteippi 1rll	14	kpl (läpiviennit, joita ei Kaistassa)		2	30,00	€/h		60,00	60,00 €
			yht.		26					<b>780,00 €</b>
<b>1-kerroksinen talo, suora yläpohja, Kaista</b>										
Kanava-asennus Kaistalle	kierresaumakanava 125mm	51	jm		8	30,00	€/h		240,00	240,00 €
Pystykanavien eristys	kanavaeriste Paroc 2x50 mm	4	m <sup>2</sup>		4	30,00	€/h		120,00	120,00 €
			yht.		12					<b>360,00 €</b>
								Erotus		<b>-420,00 €</b>
<b>1 1/2-kerroksinen talo, ei Kaistaa</b>										
	materiaali	määrä	yksikkö		asennusaika	asennuksen hinta	yksikkö		työ €	yhteensä
Kanava-asennus ullakolle	kierresaumakanava 125mm	60	jm		8	30,00	€/h		240,00	240,00 €
Kanava-asennus ullakolle	kierresaumakanava 160mm	30	jm		6	30,00	€/h		180,00	180,00 €
Vaakasuuntainen kanavaeristys	kanavaeriste Paroc 50 mm	31	m <sup>2</sup>		5	30,00	€/h		150,00	150,00 €
Pystykanavien eristys	kanavaeriste Paroc 2x50 mm	15	m <sup>2</sup>		6	30,00	€/h		180,00	180,00 €
Läpivientien tiivistys teippaamalla	Höyrynsulkuteippi 1rll	12	kpl (läpiviennit, joita ei Kaistassa)		2	30,00	€/h		60,00	60,00 €
			yht.		27					<b>810,00 €</b>
<b>1 1/2-kerroksinen talo, Kaista</b>										
Kanava-asennus ullakolle	kierresaumakanava 125mm	60	jm		8	30,00	€/h		240,00	240,00 €
Kanava-asennus ullakolle	kierresaumakanava 160mm	30	jm		6	30,00	€/h		180,00	180,00 €
Pystykanavien eristys	kanavaeriste Paroc 2x50 mm	9	m <sup>2</sup>		3	30,00	€/h		90,00	90,00 €
			yht.		17					<b>510,00 €</b>
								Erotus		<b>-300,00 €</b>
<b>2-kerroksinen talo, ei Kaistaa</b>										
	materiaali	määrä	yksikkö		asennusaika	asennuksen hinta	yksikkö		työ €	yhteensä
Kanava-asennus ullakolle	kierresaumakanava 125mm	18	jm		5	30,00	€/h		150,00	150,00 €
Kanava-asennus sisälle	kierresaumakanava 125mm	20	jm		4	30,00			120,00	120,00 €
Kanava-asennus ullakolle	kierresaumakanava 160mm	28	jm		6	30,00	€/h		180,00	180,00 €
Kanava-asennus sisälle	kierresaumakanava 160mm	12	jm		8	30,00			240,00	240,00 €
Vaakasuuntainen kanavaeristys	kanavaeriste Paroc 50 mm	31	m <sup>2</sup>		5	30,00	€/h		150,00	150,00 €
Pystykanavien eristys	kanavaeriste Paroc 2x50 mm	15	m <sup>2</sup>		6	30,00	€/h		180,00	180,00 €
Läpivientien tiivistys teippaamalla	Höyrynsulkuteippi 1rll	11	kpl (läpiviennit, joita ei Kaistassa)		2	30,00	€/h		60,00	60,00 €
			yht.		36					<b>1080,00 €</b>
<b>2-kerroksinen talo, Kaista</b>										
Kanava-asennus välipohjaan ja väliseiniin	kierresaumakanava 100mm	18	jm		2	30,00	€/h		60,00	60,00 €
Kanava-asennus välipohjaan	kierresaumakanava 125mm	24	jm		4	30,00	€/h		120,00	120,00 €
Kanava-asennus välipohjaan	kierresaumakanava 160mm	26	jm		4	30,00			120,00	120,00 €
Kanava-asennus ullakolle	kierresaumakanava 160mm	4	jm		1	30,00	€/h		30,00	30,00 €
Pystykanavien eristys ullakolla	kanavaeriste Paroc 2x50 mm	9	m <sup>2</sup>		2	30,00	€/h		60,00	60,00 €
			yht.		13					<b>330,00 €</b>
								Erotus		<b>-750,00 €</b>

Kaistan rakentamisen aiheuttamat kirvestöiden menekit työmaalla

LIITE 19

Esimerkki kohteet, hinnat alv 0%

1-kerroksinen talo, suora yläpohja	materiaali	määrä	yksikkö	yksikköhinta €	asennusaika	asennuksen hinta	yksikkö	tarvikkeet €	työ €	yhteensä
Hs-muovin koolaus	22x100 lauta	120	jm	0,34	0,5	27,00	€/h	40,80	13,50	54,30 €
Hs-muovin asennuksen lisätyö	höyrinsulkumuovi				0,5	27,00	€/h	0,00	13,50	13,50 €
Yläpohjan eristys lisätyö	Paroc Extra 100mm	18	m <sup>2</sup>	1,69	1	27,00	€/h	30,42	27,00	57,42 €
Kannakelankku	39x66 kertopuu	65	jm	1,34	0,5	27,00	€/h	87,10	13,50	100,60 €
Ääneneristevilla väliseinän päälle	Paroc Extra 100mm	6	m <sup>2</sup>	1,69	1	27,00	€/h	10,14	27,00	37,14 €
				yht.	3,5		yht.	168,46	94,50	<b>262,96 €</b>
<b>1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>-kerroksinen talo</b>										
Hs-muovin koolaus	22x100 lauta	55	jm	0,34	0,3	27,00	€/h	18,70	8,10	26,80 €
Väliseinä runko	39x66 kertopuu	75	jm	1,34	1	27,00	€/h	100,50	27,00	127,50 €
				yht.	1,3		yht.	119,20	35,10	<b>154,30 €</b>
<b>2-kerroksinen talo</b>										
Yläkerran väliseinien koolaus	48x48 mitallistettu	55	jm	0,5	0,3	27,00	€/h	27,50	8,10	<b>35,60 €</b>

YHTEENVETO KAISTA-ASENNUSMENETELMÄN KUSTANNUKSISTA ESIMERKKIKOhteissa

LIITE 20

	Kattoristikoiden lisähinta	Kanavaosat ja -eristeet	Rakennusm ateriaalit	Putkiasentajan työ	Kirvesmiehen työ	Yhteensä
1- kerroksinen talo	341,00	-60,13	168,46	-420,00	94,50	<b>123,83 €</b>
11/2-kerroksinen talo	0	-133,63	119,20	-300,00	35,10	<b>-279,33 €</b>
2-kerroksinen talo	0	-14,81	27,50	-750,00	8,10	<b>-729,21 €</b>