

Teemu Hyttinen

Kylmäaluerakentaminen LVI-tekniikan kannalta

Opinnäytetyö
Talotekniikan koulutusohjelma


Huhtikuu 2011




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Opinnäytetyön päivämäärä	
Tekijä(t) Teemu Hyttinen		Koulutusohjelma ja suuntautuminen Talotekniikan koulutusyksikkö	
Nimeke Kylmäaluerakentaminen LVI-tekniikan kannalta			
Tiivistelmä Opinnäytetyön tarkoituksena on helpottaa LVI-suunnittelua kylmäalueella rakennettaessa. Opinnäytetyön toimeksiantajalle Insinööritoimisto Jormakalle tuli kylmäaluerakentamisen LVI-suunnittelu ajankoh- taiseksi kun yritykseen tuli toimeksianto Uponorilta ja Honkarakenteelta suunnitella Pohjois-Mongoliaan LVI-suunnitelmat haastaviin olosuhteisiin hirsirakennukseen. Työn tavoitteena on luoda ohje vastaaviin olosuhteisiin tuleviin kohteisiin ja niihin tuleviin rakennusvaihtoehtoihin. Työn lähtökohtana oli suunnitella LVI-tekniikka niin, että se voidaan siirtää kontissa kohteeseen ja että se on helppo asentaa eikä vaadi tulitöitä. Työssä selvitän kylmäalueen tuomia haasteita LVI-tekniikan kannalta. Mitä tulee ottaa huomioon ja min- käläisiä vaihtoehtoja on selvittää ongelmat. Esittelen erilaisia eristystapoja ja ratkaisuja miten sijoittaa putket kaivantoihin ja miten eristää ne, sekä miten roudan syvyys ja routiminen tulee huomioida. Käsittelem erilaisia vesijohtomateriaali vaihtoehtoja, joissa on jo itsessään saattolämmityskaapeli mukana, sekä saattolämmityskaapelin mitoittamista ja sijoittamista vesijohtoihin ja viemäreihin. Esimerkkikohteena on Pohjois-Mongoliaan suunniteltu kohde, jossa näitä ongelmia jouduttiin selvittä- mään.			
Asiasanat (avainsanat) Kylmäaluerakentaminen, eristäminen, saattolämmitys			
Sivumäärä 39+39	Kieli Suomi	URN	
Huomautus (huomautukset liitteistä)			
Ohjaavan opettajan nimi Esa-Matti Laiho		Opinnäytetyön toimeksiantaja Insinööritoimisto Jormakka Oy DI Jussi Jormakka	

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis	
Author(s) Teemu Hyttinen		Degree programme and option Building services engineering	
Name of the bachelor's thesis Cold Region Construction HVAC engineering point of view			
<p>Abstract</p> <p>The goal of this thesis is to find ways to ease HVAC (heating, ventilation and air conditioning) design, when building in cold environment. The employer of the thesis is Insinööritoimisto Jormakka, which received an assignment to design HVAC for a timber building in demanding environment in North Mongolia, making the subject of HVAC design in cold environment current for them. The goal of the thesis is to create a manual for building HVAC in comparable environments, and the different possibilities that there are for designing HVAC in comparable environments.</p> <p>The basis of the thesis was to design the HVAC so that it can be transferred to location in a container, will be easy to install and will require no welding work.</p> <p>In the thesis I will examine what kind of challenges building in cold environment sets for HVAC technology: what has to be concerned and what kind of possibilities there are to overcome the challenges. I will present different ways of insulation and a variety of solutions concerning the insulation and placing of the HVAC ducts in the grooves. I will also examine in what ways the depth of ground frost and ground frost in general should be taken into consideration. Then I will discuss different options for water duct materials, which themselves include a heating cable, and then the measuring and placing of heating cables into water ducts and sewers.</p> <p>A timber building planned to fit the cold environment in North Mongolia will be used as an example throughout the thesis, as the location required an examination of the problems described above.</p>			
Subject headings, (keywords) Cold region construction, insulation, heating cable			
Pages 39+39	Language Finnish	URN	
Remarks, notes on appendices			
Tutor Esa-Matti Laiho		Bachelor's thesis assigned by Insinööritoimisto Jormakka Oy DI Jussi Jormakka	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	KÄYTTÖVESI	2
2.1	Mitoitus	2
2.2	Rakennustapa	3
2.3	Ongelmat kylmäaluerakentamisessa	8
3	LATTIALÄMMITYS	8
3.1	Lattialämmityksen hyödyt ja tulevaisuus	9
3.2	Lattialämmityksen mitoitus	9
3.3	Ongelmat kylmäaluerakentamisessa	10
4	VIEMÄRIT	10
4.1	Materiaalit	10
4.2	Mitoitus	10
4.3	Ongelmat kylmäaluerakentamisessa	11
5	SAATTOLÄMMITYS	11
5.1	Lämpökaapelin valinta	12
5.1.1	Lämpötilat	12
5.1.2	Tarvittava lämmitysteho	13
5.1.3	Putken ja kaapelin pituudet	13
5.2	Lämpökaapelin asennus	14
6	ILMANVAIHTO	17
6.1	Ongelmat kylmäaluerakentamisessa	17
7	ERISTÄMINEN	17
7.1	Vesijohdot	17
7.1.1	Vesijohdot ulkona	20
7.2	Viemärit	20
7.2.1	Maaperän vaikutus	21
7.3	Asennussyvyys vaikuttaa kustannuksiin	22
7.4	Laskennallinen routasyvyys	27
8	ESIMERKKIKOHDE POHJOIS-MONGOLIASTA	31
8.1	Lähtötiedot	31
8.1.1	Projektin laajuus ja paikka	31

8.1.2	Tekniikka.....	32
8.2	Lämmitys.....	35
8.2.1	Lämpöhäviölaskelmat.....	35
8.3	Lattialämmityksen mitoitus.....	36
8.4	Vesi- ja viemärijärjestelmät.....	36
8.4.1	Vesi- ja viemärijärjestelmien materiaalit ja tiedot.....	37
8.5	Rakennustapa.....	37
8.6	Ilmanvaihto.....	38
9	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	39

LIITTEET

1	Uponor Wirsbo-Pex mitoitus
2	Uponor komposiittiputket mitoitus
3	Viemäreiden mitoitus
4	Paineviemäreiden mitoitus
5	Saattolämmityskaapeli
6	Lämpöhäviötaulukko
7	Lattialämmityksen mitoitus
8	Lämpöhäviöt
9	Materiaaliluettelo lattialämmitys
10	Materiaaliluettelo vesi- ja viemärijärjestelmät
11	Materiaaliluettelo ilmanvaihto
12	LVI-piirustukset

1 JOHDANTO

Työn tavoitteena on selvittää kylmäaluerakentamisen eteen tuomia haasteita LVI-tekniikan kannalta ja esittää ongelmat, jotka tulivat esille tämän projektin pohjalla olevassa suunnittelukohteesta Pohjois-Mongoliaan. Opinnäytetyössäni perehdyn muovistenvesijohto ja viemäröintivaihtoehtoihin sekä lattialämmitysjärjestelmään ja sen tuomiin haasteisiin kylmäaluerakentamisessa. Työn tilaajana on Insinööritoimisto Jormakka Oy, joka sai toimeksiannon Honkarakenteelta ja Uponorilta tehdä LVI-suunnitelmat Pohjois-Mongoliaan tulevaan hirsimökkikylään. Työn toimeksiantajan edustajana ja ohjaajana toimii diplomi-insinööri Jussi Jormakka. Suunnitteluryhmässä olivat minun lisäksi mukana insinöörit Arto Huttunen ja Ian Fraser.

LVI-suunnittelu kohteeseen, josta ei ole niin kattavia lähtötietoja, rakennusmääräyskokoelmaa ja ohjeita, on varsin haastavaa ja vaatii paljon selvitystyötä. Tämä opinnäytetyö antaa siihen avaimet, ja sitä soveltaen voi kartoittaa omaa kohdetta ja valita oikeat materiaalit ja rakennustavat. Tarkastelen työssäni vain Uponorin vesi- ja viemäri sekä lämmitysjärjestelmiä, mutta samanlaisia löytyy myös muilta valmistajilta. Mitoitukset on tehty Suomen rakentamismääräyskokoelmien mukaan sekä Uponorin omien ohjeiden mukaan. LVI-suunnittelu on tehty MagiCad-ohjelmalla ja lämpöhäviöt laskettu käyttäen MagiCadin Room-sovellusta.

Olen itse työskennellyt noin neljä vuotta suunnittelutoimistossa erilaisissa projekteissa avustavana suunnittelijana. Tämä Pohjois-Mongoliaan tuleva kohde oli ensimmäinen koko toimistolle tullut, joka sijaitsee kaukana Suomesta ja meidän olosuhteista. Niinpä lähtötietojen kerääminen vei erittäin paljon aikaa. Työn haastavuutena on lisäksi kirjallisen tiedon puute. Aiheesta on järjestetään seminaareja ympäri maailmaa, mutta Suomeen ja suunnittelutoimistoihin tieto ei kulje.

2 KÄYTTÖVESI

Vesijohdot ovat tärkeä osa talotekniikkaa ja asumisviihtyvyyttä, joten niiden toimivuuteen kylmissä olosuhteissa tulee kiinnittää aivan erityistä huomiota, jotta ne eivät pääse vioittumaan tai jäätymään kylmissäkään olosuhteissa.

Nykyisin suositaan paljon vesijohtomateriaaleina helposti asennettavia ja vaihdettavia materiaalivaihtoehtoja, kuten komposiittia ja muoviputkea.

2.1 Mitoitus

Käyttövesijohdojen mitoituksessa ja suunnittelussa on noudatettu Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D1- ja C2-määräyksiä. Liitteessä 1 on taulukot, joiden avulla Uponorin Wirsbo-Pex-muoviputket mitoitetaan. Liitteessä 2 on Uponorin komposiittiputkien mitoitustaulukot.

Putkikoot valitaan käytettävissä olevan paineen mukaan. Käyttövesiverkoston suunnittelussa tulee huomioida putkistojen lämmönkestävyysominaisuudet. Komposiittiputkella ja Pex-muoviputkella maksimi jatkuva käyttölämpötila on +70 °C ja maksimi hetkellinen käyttölämpötila on +95 °C. Liityttäessä yli +70 °C:iin lämmönlähteisiin tulee käyttää tarkoitukseen soveltuvaa käyttövesiputkea yhden metrin suojaetäisyyden matkalla. Mitoituksen lähtökohtana on vesilaitteistolle käytettävissä oleva paine, jonka ilmoittaa yleensä kunnan/kaupungin vesilaitos. Käyttövesijärjestelmä on mitoitettava vallitsevat paineolosuhteet huomioon ottaen niin, että vesikalusteista saadaan käyttö-tarkoitukseen nähden riittävä virtaama (70-150 %) ilman häiritsevää ääntä tai haitallisia paineiskuja. Käyttövesijärjestelmän yhdeksi mitoituksen lähtökohdaksi otetaan koko rakennuksen vesijohtoverkoston alhainen ja vakaa painetaso. Alhainen painetaso edellyttää ns. ”väljää” mitoitusta eli mahdollisimman alhaista veden virtausnopeutta./1./

Normaalin kerrostaloasunnon huoneistokohtaiseksi vesijohtoverkoston painetasoksi riittää yleensä 200 - 250 kPa. Jos vesijohtoverkoston paine huoneiston kohdalla ylittää arvon 350 kPa, syntyy helposti ääniongelmia. Tällöin verkoston painetta on alennettava niin, ettei ko. arvoa ylitetä. Painetasoa alennetaan ensisijaisesti talokohtaisesti, jolloin paineenalennusventtiili asennetaan vesijohtoon heti vesimittarin jälkeen. Kun on kyseessä useampikerroksinen asuinkerrostalo, saattaa talokohtaisesta paineenalennuk-

sesta huolimatta etenkin alemmissa kerroksissa olla paineenalennustarvetta. Tällöin käytetään talokohtaisen paineenalennuksen rinnalla tarvittaessa huoneistokohtaista paineenalennusta. Huoneistokohtainen alin mahdollinen paine määräytyy huoneiston vesilaitteiden painehäviöiden mukaan niin, että huoneiston virtausteknisesti epäedullisimmalta kalusteelta saadaan normivirtaama. Putkisto mitoitetaan laskennallisella menetelmällä tai taulukkomitoituksella (Liite 1 ja 2). Normivirtaamien summan (Q) ja suurimman vesikalusteen normivirtaaman (q_1) perusteella määritellään mitoitusvirtaama (q). Mitoitusvirtaama on normivirtaamien summaa pienempi, sillä siinä on huomioitu vesikalusteiden käytön samanaikaisuus. Liitteiden 1 ja 2 mitoitusaulukoissa on esitetty myös eri putkikokojen virtausnopeudet ja painehäviöt metriä kohti kyseessä olevalla mitoitusvirtaamalla./1./

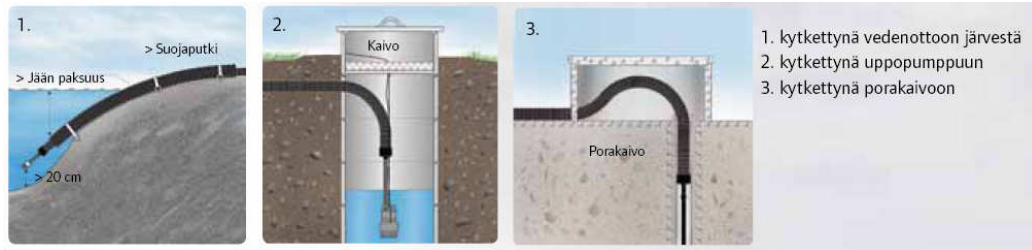
Haaroitusten ja suunnanmuutosten painehäviöiden laskemiseen käytetään kertavastuskertoimia(Liite 2). Kokonaispainehäviöihin huomioidaan putkiston painehäviöiden lisäksi vesikalusteen ja siihen liittyvien varusteiden painehäviöt, vesikalusteen ja jakelujohdon välisestä korkeuserosta johtuva paine-ero sekä painehäviöt tonttivesijohdossa, vesimittarissa ja vedenlämmittimessä. /1./

2.2 Rakennustapa

Vesijohdot tulisi sijoittaa siten, etteivät ne pääse jäätymään. On tehtävä kartoitus missä on vaaranpaikat, joissa vesijohto voi jäätyä eli rakenteet, joista pääsee vuotamaan kylmää ilmaa tai onko tila missä vesijohdot kulkevat kylmä. Onko mahdollista että koko vesijohto vedentuotto paikalta rakennukseen asti on vaarassa jäätyä vai vain osan matkaa. Näiden tietojen perusteella päästään valitsemaan oikea järjestelmä ja oikeat materiaalit (kuva 1). Kylmissä olosuhteissa rakennuksen tonttijohto tulisi tehdä aina jäätymättömästä putkesta. Esimerkiksi Uponorin Supra Plus (kuva 2) on eristetty ja lämmitetty vesijohto, joka sopii kohteeseen, jossa koko vesijohto on jäätymisuhan alla. Putki on valmistettu PEM-muovista, josta ei liukene vieraita aineita tai makuja veteen. Kokomuovinen rakenne tekee putkistosta erittäin kestävä. Vesijohto on helppo asentaa, sillä syviä kaivantoja ei tarvita. Valmistaja lupaa että tarvittaessa sen voi vetää vaikka hangelle. Lämpökaapelin ja ohjausyksikön (kuva 3) kytetään sähköverkkoon. /2./

Ohjausyksikön anturi on helppo asentaa putkielementin sisällä olevaan sujutusputkeen (kuva 4). Virtausputki kytketään normaaleilla vesijohtoliittimillä.

Uponor Mantle suojaa vesijohdon jäätymiselle alttiit kohdat, jotka ovat yleensä sokkelin vieressä tai rossipohjassa. Se suojaa vesijohdot helposti ja tehokkaasti. Rakennuksen jäätymisalttiisiin kohtiin asennetaan Uponor Mantle -suojaputki, jonka läpi vesijohto työnnetään. Lämpökaapeli tuo tarvittavan lämmön suojaputken sisään ja eriste-kerros pitää lämmön suojaputkessa. /2./



KUVA 1. UPONOR SUPRA PLUS-KÄYTTÖVAIHTOEHTOJA /2./

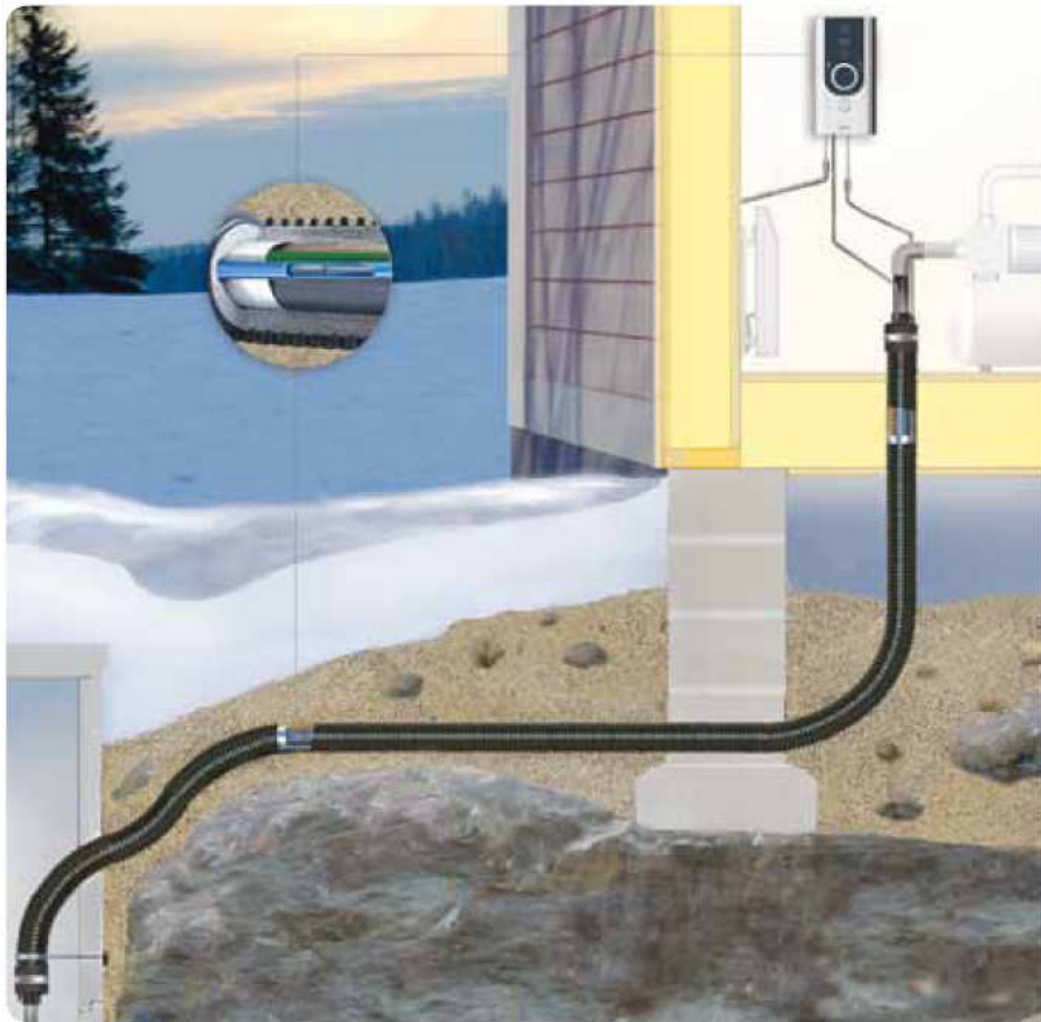


KUVA 2. UPONORIN SUPRAPLUS-LEIKKAUSKUVA /2./



KUVA 3. UPONORIN SUPRA PLUS-LÄMMITYSKAAPELIN OHJAUSYKSIKÖ

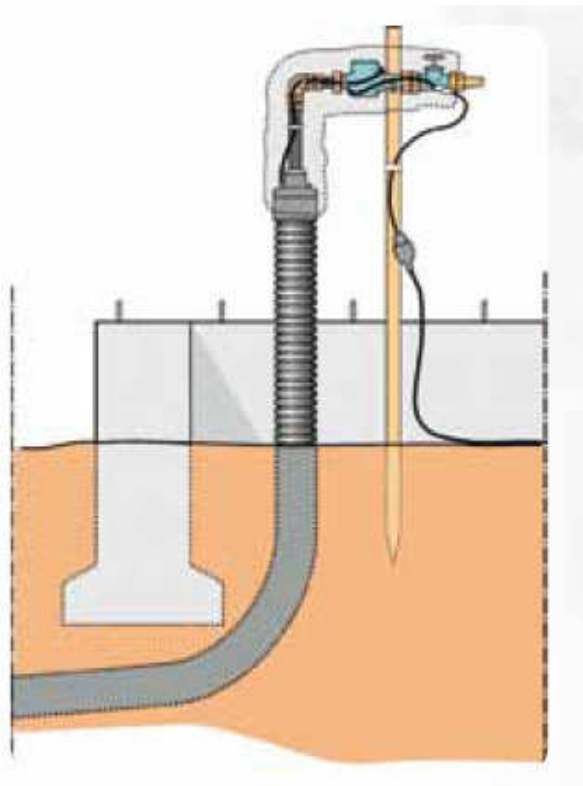
/2./



KUVA 4. UPONOR SUPRA PLUS-KYTKENTÄ /2./

Uponor Supra Plus – tekniset tiedot					
koko d _u /D (mm)	virtausputki (mm)	suojakuori (mm)	max. kela- pituus (m)	Uponor -nro	LVI -nro
25 x 2,3/68	25	68	150	1048687	1 844 025
32 x 2,9/68	32	68	150	1048688	1 844 032
40 x 3,7/90	40	90	150	1048689	1 844 038
40 x 3,7/140	40	140	150	1048690	1 844 042
50 x 4,6/90	50	90	150	1048691	1 844 048
50 x 4,6/140	50	140	150	1048692	1 844 052
63 x 5,8/140	63	140	150	1048693	1 844 065
75 x 6,8/175	75	175	100	1048694	1 844 077
90 x 8,2/200	90	200	100	1048695	1 844 092
110 x 10,0/200	110	200	100	1048696	1 844 110

KUVA 5. UPONOR SUPRA PLUS-TEKNISET TIEDOT /2./



KUVA 6. UPONOR MANTLE-KYTKENTÄ /2./

Uponor Mantle – tekniset tiedot				
koko d_u/D (mm)	pituus (m)	nimellisteho (W)	Uponor-nro	LVI-nro
25 - 40/90	5	60	1034177	1 844 012
25 - 40/90	10	110	1034178	1 844 015

KUVA 7. UPONOR MANTLE-TEKNISET TIEDOT /2./

2.3 Ongelmat kylmäaluerakentamisessa

Vesijohtojen jäätyminen luo merkittävän ongelman kylmäaluerakentamisessa. Virheet muodostuvat yleensä suunnittelu-, asennus- ja huoltovirheistä. Vesijohtojen sijoitteluun on siksi kiinnitettävä huomiota. Suunnittelussa voi olla virheellisesti valittu liian matala asennussyvyys. Lumen eristävyys on otettu huomioon, vaikka todellisuudessa lunta ei ole niin paljon maanpinnalla eristämässä kuin on odotettu. Putken yläpuolinen maankäyttö voi olla erilainen (ei ole lunta niin paljon kuin muualla esimerkiksi ajo- väylä) kuin odotettiin tai tätä ei oteta ollenkaan huomioon. Maassa menevät vesijohdot on eristettävä erityisen hyvin ja mietittävä tarkkaan, laittaako niihin saattolämmityksen. Eristeen ominaisuus saattaa muuttua, kun se laitetaan maahan, joten on selvitettävä myös eristeen ominaisuudet. On tiedettävä tarkkaan maaperän laatu ja se miten syvälle routa menee kyseisellä paikkakunnalla ja mitoitettava eristeet sen mukaan. Onkin suositeltavaa että vähintään nousujohdot taloon on eristettävä ja saattolämmittettävä. Varminta onkin laittaa kaikkiin kylmävesijohtoihin ulkotiloissa saattolämmitys. Tämä takaa varman toiminnan. Nykyisin on paljon materiaali ja järjestelmä vaihtoehtoja, joilla tämä voidaan toteuttaa.

3 LATTIALÄMMITYS

Lämmitysmuotona tarkastelen vesikiertoista lattialämmitystä. Vesikiertoisessa lämmityksessä koko lattiapinta-ala toimii lämmönluovuttajana, jolloin tarvittava lämmönluovutusteho lattianeliölle on pieni. Lämpö nousee lattiasta ilman liikkeen mukana eli konvektiona sekä suorana lämpösäteilynä, jolloin nämä kaksi lämmönsiirtymistapaa yhdessä siirtävät lämmön kaikkialle huonetilaan ja kaikille muillekin pinnoille./3./

Lattialämmitys pitää herkästi kylmää ja vetoa aistivat jalat lämpiminä. Huonelämpötila voidaan haluttaessa pitää esimerkiksi +20 °C:ssa. Kahden asteen sisälämpötilan pudotus laskee lämmityskustannuksia noin 10 prosentilla. /3./

Lattialämmitys toimii pienillä lämpötilaeroilla. Matala lämpötila säästää rakennuksen materiaaleja. Siksi järjestelmän osat kestävät pidempään. Lämpöä luovuttava pinta on laaja, minkä ansiosta putkien veden lämpötila on yleensä +27 °C ... +45 °C. Veden lämpötila valitaan lattian tyyppin ja välipohjan rakenteen mukaan. Kylmissä kohteissa lattiamateriaaleihin on kiinnitettävä erityistä huomiota esimerkiksi laattalattia varaa lämpöä erilailta kuin parketti-/laminaattilattia.

Lattialämmitys sopii allergiaperheille. Lämpö nousee ylöspäin ja huoneen lämpötilaerot ovat pienet. Ilmanvirtaukset huoneen sisällä vähenevät, eikä pöly pyöri pitkin huoneistoa. /3/

3.1 Lattialämmityksen hyödyt ja tulevaisuus

Vesikiertoinen lattialämmitys toimii luotettavasti myös tulevaisuudessa. Sen lämmönlähteenä voi olla esimerkiksi kaukolämpö-, öljy-, puu-, pelletti- tai sähkökattila. Lämmönlähteen voi haluttaessa vaihtaa tulevaisuuden energiajärjestelmiin sopivaksi tai energioiden saatavuuden ja hintasuhteiden muuttuessa. Järjestelmä soveltuu erinomaisesti myös lämpöpumppujen tai aurinkolämmitteisten akkuvaraajien matalalämpöiselle vedelle. Lattialämmitykseen liitettynä lämpöpumpun korkea hyötysuhde paranee entisestään, kun lämmityspiirin lämpötila on matala. /3./

3.2 Lattialämmityksen mitoitus

Lattialämmityksen suunnittelu alkaa lämmitystehontarpeen kartoituksesta. Tämä on tärkeää, koska asuinhuoneiden välillä voi olla suuria eroja tehontarpeessa johtuen esim. erikokoisista ikkunoista. Erot vaikuttavat huoneiden putkituksiin siten, että suuremman tehontarpeen vaativassa huoneessa käytetään tiheämpää putkitusta. Suuremmissa huoneissa käytetään myös useampaa putkipiiriä, jolloin ikkunoiden edustalle ja seinien viereen ulottuva piiri putkitetaan tiheämmällä asennusvälillä. Näin vedontunnetta ei muodostu. Tavallisesti reuna-alueella on tiheä 75 tai 150 millimetrin putkiväli kun taas keskiosassa käytetään 300 millimetrin putkiväliä. /3./

Kosteidentilojen tehoksi lasketaan 70-80 W/m² , jolloin sisälämpötila on + 24 °C. Kosteidentilojen lämmitys kannattaa toteuttaa erillisellä sunttauspiirillä, jolloin tilat voidaan pitää lämpiminä myös kesällä muun lämmityksen ollessa suljettuna. /3/

3.3 Ongelmat kylmäaluerakentamisessa

Lämmitysputkisto itsessään ei muodosta minkäänlaista ongelmaa, koska se sijaitsee yleensä lämmitetyissä tiloissa ja siinä itsessään kulkee lämmintä ainetta. Lattialämmityksestä saatava tehon määrä voi tulla ongelmaksi, jos lämmitystehon tarve kasvaa liian suureksi, eikä lattialämmityksen vedenlämpötilaa voida enää nostaa, koska lattianpintamateriaalit eivät salli sitä. Ratkaisuna on rakenteiden parantaminen tai tarvittavan lämmitystehon tekeminen jollain muulla lämmitysmuodolla, kuten esimerkiksi ikkunoilla, joissa on sähkövastukset tai vastaavilla ratkaisuilla.

4 VIEMÄRIT

4.1 Materiaalit

Nykyisin viemärimateriaaleina käytetään pääasiassa valurautaa ja muovia. Käsittelen tässä tutkielmassa perinteistä muoviviemäriä sekä Uponorin PROFUSE paineviemäriä.

4.2 Mitoitus

Viemäreiden mitoitus tapahtuu Suomen rakennusmääräyskokoelman osan D1 mukaan. Taulukot löytyvät liitteestä 3. Paineviemäreiden mitoituksessa kannattaa käyttää valmistajan antamia ohjeita. Uponorin PROFUSE-paineviemäriin virtauksen mitoittamisen tarkoitus on saada mahdollisimman taloudellinen lopputulos putkiston rakentamis- ja käyttökustannuksiin. Mitoittamisessa käytetään painehäviödiagrammia, jolla voidaan mitoittaa eri olosuhteissa käytettävien putkien koot (liite 4). Painehäviödiagrammin käyttäminen edellyttää käytettävän virtaaman tuntemista. Valitusta putkikoosta vedetään viiva käytettävän virtaama-arvon läpi, jolloin oikeasta kaaviosta voidaan lukea painehäviönarvo Pascaleina putkimetriä kohden. Käyttökäytännöstä syystä valmistajan ilmoittama paineviemärien suositeltava virtaamanopeus on 0,5–1,7 m/s.

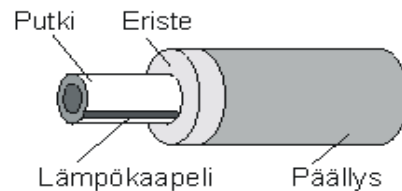
/4/

4.3 Ongelmat kylmäaluerakentamisessa

Kylmäaluerakentamisen ongelma on aika pitkälle sama kuin vesijohdoissa, eli jäätyminen. Tämä tulee huomioida erityisesti. On tutkittava tarkasti miten syvälle routa ylettää kyseisissä olosuhteissa. Eritykseen on kiinnitettävä erityistä huomiota että se on riittävä. Rakennusvaiheessa eristyskustannukset eivät kuitenkaan ole niin suuret etteikö siihen kannattaisi panostaa. Tarvittaessa on laitettava myös viemäreihin saattolämmitys, jolla turvataan viemäreiden toiminta.

5 SAATTOLÄMMITYS

Saattolämmityksellä pyritään korvaamaan putkesta ympäristöön siirtyvä energia (kuva 8).



KUVA 8. SAATTOLÄMMITYSKAAPELI /5./

Lämpökaapelin luovuttaman energian täytyy olla samansuuruinen tai suurempi kuin putkesta ympäristöön siirtyvät lämpöhäviöt. Mitä paremmin putki on eristetty, sitä vähemmän lämmitystehoa tarvitaan. Alla olevassa esimerkissä lasketaan putken lämpöhäviöt ja valitaan sopiva kaapeli niiden mukaisesti. Laskentaesimerkeissä on esimerkkiarvot kirjoitettu kursivilla.

Yksinkertaisin tapa lämpöhäviöiden laskemiseksi on käyttää lämpöhäviötaulukkoa (liite 6). Tätä varten on tiedettävä seuraavat parametrit:

- putken läpimitta (d) [*2" ; 60 mm*]
- eristeen materiaali [*mineraalivilla*]
- eristekerroksen paksuus (e) [*30 mm*]
- ylläpidettävä lämpötila (T_m) [*45 °C*]
- ympäristön minimilämpötila (T_a) [*-15 °C*]
- putken sijainti [*ulkona*]

Ensin lasketaan lämpötilaero dT :

$$dT = T_m - T_a = 45 \text{ °C} - (-15 \text{ °C}) = 60 \text{ °C} \quad (1)$$

Sen jälkeen etsitään lämpöhäviötaulukosta parametreja vastaava lämpöhäviöarvo Q_n :

$$Q_n = 22,6 \text{ W/m}$$

Seuraavaksi valitaan taulukkosivun alalaidasta korjauskerroin (f) eristeen materiaalin mukaan (mineraalivillan kerroin $f = 1,06$) ja kerrotaan sillä taulukosta saatu lämpöhäviöarvo:

$$Q = Q_n \times f = 22,6 \text{ W/m} \times 1,06 = 23,9 \text{ W/m} \quad (2)$$

Mikäli putki on sisätilassa, kerrotaan edellä saatu arvo kertoimella 0,9. Jos taas lämmitettävä putki on alttiina tuulelle (esim. meren rannassa tai korkealla), kerrotaan lämpöhäviöt kokemusperäisellä kertoimella, joka voi olla väliltä 1,1 .. 1,5.

Näin on saatu laskettua lämpöhäviö (Q), joka lämpökaapelin täytyy pystyä kompensoimaan. /5/

5.1 Lämpökaapelin valinta

Sopivan kaapelin valintaan vaikuttavat monet parametrit. Usein moni erityyppinen kaapeli täyttää vaatimukset, jolloin valinta voidaan tehdä esim. kaapelin hinnan perusteella.

5.1.1 Lämpötilat

Kullekin kaapelityypille määritellään yleensä kaksi maksimilämpötilaa: jännitteellisenä ja ilman jännitettä. Käytettävän kaapelin maksimilämpötila jännitteellisenä täytyy olla yhtä suuri tai suurempi kuin putkessa ylläpidettävä lämpötila. Jos putkistoa höyrypuhalletaan jännitteen ollessa pois kytkettynä, täytyy kaapelin kestää ainakin 180 °C lämpötila. /5/

5.1.2 Tarvittava lämmitysteho

Lämpökaapelin lämmitysteho metriä kohden ylläpidettävässä lämpötilassa tulee olla vähintään yhtä suuri kuin edellä laskettu lämpöhäviö. Tarvittava teho voidaan saada myös pienempitehoisesta kaapelista siten, että kaapelia kierretään spiraalina putken ympärille. Tällöin laskelmissa täytyy ottaa huomioon kaapelin lisääntynyt pituus. Tarkemmat ohjeet esitetään seuraavassa luvussa.

Itserajoittuvien kaapelien kohdalla tulee ottaa huomioon lämmitystehon väheneminen korkeissa lämpötiloissa. Kunkin kaapelin datalehdessä löytyy tehon ja lämpötilan suhdetta kuvaava käyrästä. Muiden kaapelien teho pysyy lämpötilasta riippumatta lähes vakiona. Sarjavastuskaapelien osalta kaapelin vastusarvo ja pituus on valittava siten, että maksimitehoa metriä kohden ei ylitetä. /5./

5.1.3 Putken ja kaapelin pituudet

Itserajoittuvat ja rinnakkaisvastuskaapelit eivät sovi hyvin pitkiin saattoihin, koska niillä on kaapelikohtaiset maksimipituudet, joita ei saa ylittää. Pitkissä putkistoissa on sarjavastuskaapelin käyttäminen myös halvempaa. Itserajoittuvien kaapelien osalta on otettava huomioon niiden korkea käynnistysvirta, joka vaikuttaa myös sulakkeen valintaan. /5./

Sarjavastuskaapelin valintaa rajoittaa saatavilla olevien vastusarvojen määrä. Kaapelia valittaessa tulee pitää mielessä kaapelikohtainen maksimiteho metriä kohden.

Mikäli lämpöhäviöt eivät ylitä kaapelin suurinta sallittua metritehoa, on tarvittava kaapelipituus sama kuin putken pituus. Jos kaapelia joudutaan kiertämään putken ympärille, lasketaan kierron vaikutus kaapelin pituuteen. /5./

Kaapeli valitaan siten, että sen vastus metriä kohden on pienempi (teho metriä kohden on siis suurempi) kuin laskemalla saatu tulos. Suurempi vastusarvo kannattaa valita silloin, jos se on hyvin lähellä laskettua ihannearvoa. Mikäli tarpeeksi suurta ohmiarvoa ei ole saatavilla, kannattaa harkita kaapelin kiertämistä putken ympärille, jolloin kaapeli pitenee. Tällöin täytyy ottaa huomioon kiertämisen vaikutus lämmitystehoon putkimetriä kohden. /5./

Kaapelin kokonaisteho (P_k) on kaapelin pituus (L ; *esimerkissä 100 m*) kerrottuna halutulla metriteholla:

$$P_k = L \times P_m = 100 \text{ m} \times 23,9 \text{ W/m} = 2390 \text{ W} \quad (3)$$

Koko kaapelin yhteenlaskettu vastus saadaan Ohmin laista:

$$R_k = U^2 / P_k = (230 \text{ V})^2 / 2390 \text{ W} = 25 \text{ ohm} \quad (4)$$

Tästä voidaan laskea kaapelin ihanteellinen vastusarvo metriä kohden:

$$R_m = R_k / L = 25 \text{ ohm} / 100 \text{ m} = 0,25 \text{ ohm/m} \quad (5)$$

5.2 Lämpökaapelin asennus

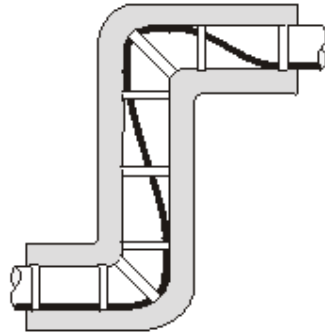
Suora asennus

Lämpökaapelin paras asennuspaikka on putken alareunassa noin 45° pystyhalkaisijasta mitattuna (kuva 9). Jos käytetään kahta rinnakkaista kaapelia, toinen asennetaan vastaavaan paikkaan putken toiselle puolelle.



KUVA 9. LÄMPÖKAAPELIN SUORA-ASENNUS /5./

Kaapeli kiinnitetään putkeen esimerkiksi lasikuitu- tai alumiiniteipillä tai muilla kiinnikkeillä. Kiinnikkeiden välimatkaksi suositellaan korkeintaan 30 cm. Kaapelin lämmitysteho tulee parhaiten hyödynnettyä, jos se lisäksi peitetään kaapelin suuntaisella alumiiniteipillä koko pituudeltaan.

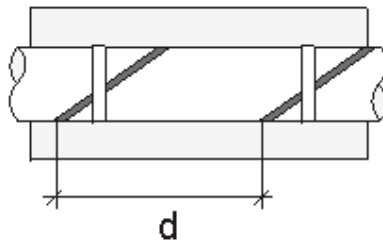


KUVA 10. LÄMPÖKAAPELIN SUORA-ASENNUS PYSTYOSUUEDELLE /5./

Putkessa olevien pystysuorien (kuva 10) osuuksien kohdalla kaapeli kierretään siten, että se seuraa kaarteessa aina putken ulompaa reunaa, kuten oheinen kuva esittää. /5./

Kierteinen asennus

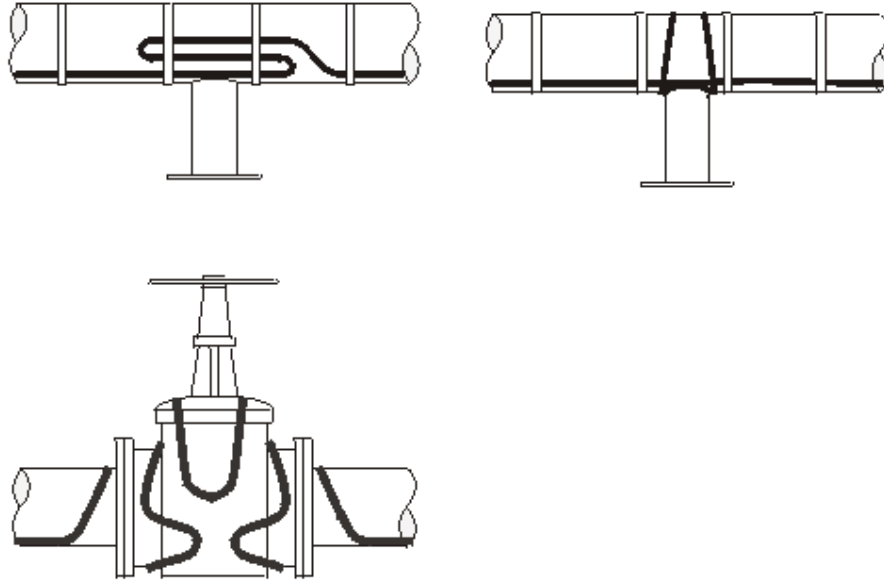
Jos yksin kerroin putken suuntaisena asennetun kaapelin teho ei riitä, voidaan kaapelia kiertää spiraalina putken ympärille (kuva 11). /5./



KUVA 11. KIERTEINEN ASENNUS /5./

Kannakkeet ja toimilaitteet

Putkessa olevat toimilaitteet (venttiilit, pumput, mittarit, näytteenottoputket yms.) li-säävät lämpöhäviötä aiheuttavaa pinta-alaa, minkä takia niiden kohdalla tarvitaan lisää lämmitystehoa (kuva 12). Putken kannakkeet taas johtavat lämpöä pois putkesta. Nämäkin lämpöhäviöt on eliminointava ylimääräisellä lämpökaapelilla. /5./



KUVA 12. TOIMILAITTEIDEN SAATTOLÄMMITYS /5./

Kaikkien toimilaitteiden kohdalla on muistettava, että ainoastaan itsesäätyviä kaapeleita voidaan kietoa itsensä ylitse; sarjavastuskaapelit asennetaan aina vain yhteen kerrokseen putken kylkeen. Mikään kohta näistä kaapeleista ei saa koskettaa eikä olla liian lähellä toista lämpökaapelia tai toista kohtaa samasta kaapelista. /5./

Putken liitoksia ja haaraumia kohden on myös syytä varata ylimääräistä kaapelia. Kaikkien toimilaitteiden kohdalla on syytä pyrkiä sellaiseen asennustapaan, että lämpökaapeli ei estä laitteen huoltoa tai vaihtamista. Kaapelin kiertämisen sijasta voidaan esim. käyttää kaapelilenkkiä, joka voidaan laskea alas huollon ajaksi. /5./

Saattolämmitystä kannattaa käyttää, jos vähänkin epäilyttää, ettei pelkkä eristäminen riitä. Rakennusvaiheessa ne on helppo asentaa ja antavat varman toiminnan viemäreille, eikä tarvitse sulatella jäätyneitä viemäreitä. Saattolämmityksen mitoittaa aina sähkösuunnittelija. Nykyisin käytetään termostaattilla toimivia itsestään säätyviä kaapeleita, joiden toiminta on varmaa.

6 ILMANVAIHTO

Ilmanvaihdossa ilmamäärät mitoitetaan Suomen rakennusmääräyskokoelman D2 mukaan sekä rakentamismääräyskokoelmien E1 ja E7 mukaan.

6.1 Ongelmat kylmäaluerakentamisessa

Ilmanvaihdossa ongelmaksi tulee kylmä ulkoilma. Koneiden omat patterit eivät riitä lämmittämään ilmaa tarpeeksi lämpimäksi. Niinpä on käytettävä esilämmityspattereita ilman esilämmittämiseen ja tarvittaessa vielä jälkilämmityspattereita. Kanavien eristykseen on kiinnitettävä huomiota. Varsinkin raittiin ilman sisäänottokanava on eristettävä hyvin, jos se kulkee sisätiloissa. Eristyksissä on noudatettava rakentamismääräysohjeita sekä huolellisuutta asentaessa.

7 ERISTÄMINEN

Lämpöeristyksellä estetään lämmön siirtymistä eristämiskohteesta ympäristöön. Lämmöneristykset voidaan ryhmitellä niiden käyttötarkoituksen mukaan.

- taloudellinen lämmöneristys
- suojaeristys
- jäätymissuojaeristys
- prosessitekkinen lämpöeristys

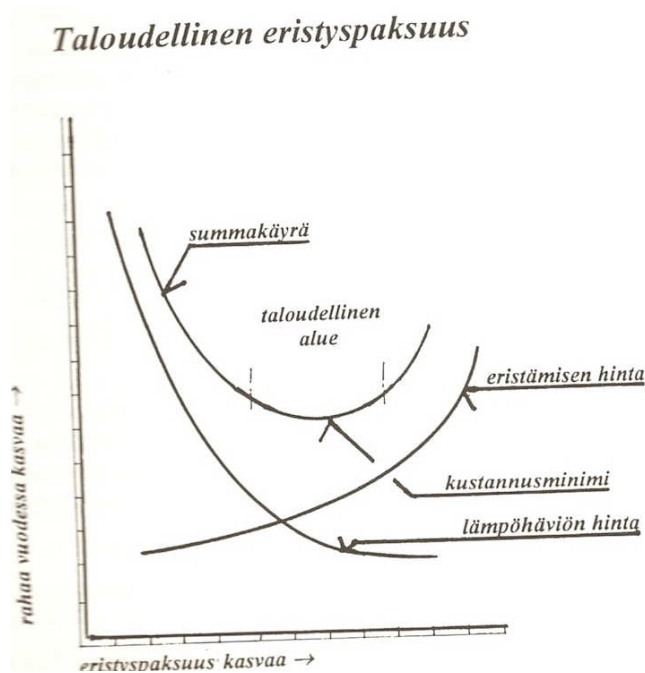
Taloudellinen lämpöeristäminen (kuva 13 seuraavalla sivulla) tarkoittaa lämpöhäviöiden aiheuttamien energiakustannusten ja eristyskustannusten optimoinnin perusteella mitoitettua eristystä. Lisäämällä eristyspaksuutta voidaan tietysti aina vähentää lämmönhävikkiä. Koska sekä hukattu lämpö että eristys maksavat, on taloudellisen eristyspaksuuden määrittelyn aina tapahduttava vertaamalla eristyksen kustannuksia säävutettuun säästöön./6/

7.1 Vesijohdot

Kylmävesiputket eristetään, jotta ympäristön lämpö ei johtuisi putkiin. Kylmävesiputkien eristämisen yleisimmät tavoitteet ovat estää putkien sisällön lämpeneminen, kosteuden tiivistyminen sekä veden jäätyminen putkessa.

Lämmin ilma sisältää kosteutta, joka tiivistyy kohdatessaan kylmän pinnan. Näin ollen kylmä pinta täytyy eristää siten, että eristeen pintalämpötila on korkeampi kuin ympäröivän ilman kastepiste. Putket eristetään niin, että esimerkiksi alumiinilaminaattipäällyste muodostaa höyrynsulun, joka estää ilman kosteuden siirtymisen kylmän putken pintaan. /7./

Lämminvesiputkissa kaikki lämpöhäviö merkitsee energiahukkaa. Käyttövesi lämmitetään oikeaan lämpötilaan kattilassa, lämmönsiirtimessä tai varaajassa. Putkien tehtävänä on siirtää se käyttöpisteeseen edelleen oikean lämpöisenä, muuten järjestelmän ei voida katsoa toimivan tarkoitetulla tavalla. Tekniset tilat, kellarin käytävät, ulosmenotiet sekä tilat, joihin putkistot yleensä sijoitetaan, ovat rakennuksen paloturvallisuuden kannalta kriittisiä alueita. Näissä tiloissa käytetään sellaista eristettä, joka lisää koko rakennuksen paloturvallisuutta esimerkiksi kivivillatuotteita. /8./



KUVA 13. TALOUDELLINEN ERISTYSPAKSUUS /6./

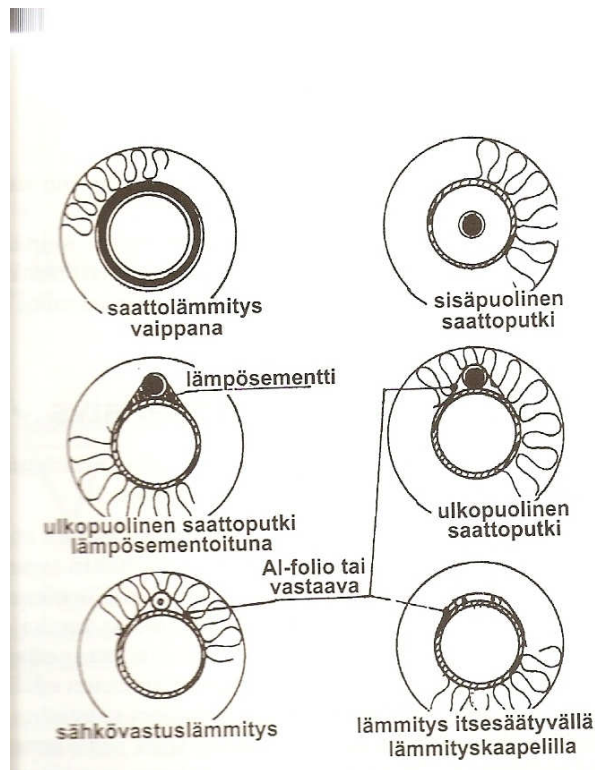
Jäätymissuojaeristys tarkoittaa eristystä, joka estää eristyskohteen sisällön jäätyksen. Jäätymisaikaa voidaan pidentää oikealla eristämällä. Jos virtaus joudutaan pitämään pitkän aikaa pysähdyksissä, on putkistoon järjestettävä tyhjennys mahdollisuus tai saattolämmitys. Saattolämmitystä käytetään myös useissa kohteissa prosessiteknisistä syistä. /6./

Lämpöeristys on yksi tapa estää eristettävän putken sisällön jäätyminen tai jähmettyminen. Lämpöeristyksellä voidaan hidastaa jäätyminen tai jähmettymisen alkamista vain muutamia tunteja. Tärkeimmät vaikuttavat tekijät ovat

- eristettävän putken sisällön lämpötila alkutilanteessa
- eristettävän putken koko
- lämpötilaero ympäröivään ilmaan
- muu käytettävissä oleva, putkeen ja eristeeseen varastoitunut lämpö
- putken sisällön sallitun jäähtymisen tai jähmettymisen luovuttama lämpö. /6./

Itse putkeen tai eristeeseen sekä vaippaan varastoitunut lämpömäärä on vähäinen. Tärkein lämmönlähde on näissä tapauksissa jäähtymisen luovuttama lämpö. Tavallisesti katsotaan, että 25 %:n jäähtyminen ei vielä vaaranna putken käyttöä. Tämä jäähtyminen kasvattaa putken sisällön tilavuutta 2,2 %. Ellei putki ole suljettu molemmista päistään, tapahtuu paisunta veden tulosuuntaan. Veden alkaessa taas virrata se sulattaa syntyneen jään melko nopeasti eroosion ja lämmön vaikutuksesta. Standardissa SFS 3977 on annettu laskentakaava ja ohjeellisia eristyspaksuuksia erikokoisten putkien sulana pitämisen aikatavoitteille. Kun pelkällä eristämällä ei päästä toivottuun tulokseen, voidaan käyttää seuraavia keinoja:

- putken asennus lämpimään tilaan tai riittävän syvälle maahan
- putken eristäminen yhteen lämpimän putken kanssa
- veden läpijuoksutus
- putken saattolämmitys (kuva 14), joko ulkopuolisesti tai putken sisällä
- putken tyhjentäminen käyttökaton ajaksi
- asennetaan niin suuri putki, että riittävän paksu, seinämään muodostunut jääkerros toimii eristeenä. Menetelmää käytetään arktisella ikiroudan alueella. Eristeen kosteussulku on ainakin vesitiivis. /6./



KUVA 14. PUTKISTON SAATTOLÄMMITYS TAPOJA /6./

7.1.1 Vesijohdot ulkona

Mikäli kylmävesiputki sijaitsee lämmittämättömässä tilassa esimerkiksi maassa, ullakolla tai kellarissa, putki ja sen sisältö täytyy suojata jäätymiseltä. Oikein mitoitettu eristys on tehokas suoja jäätymistä vastaan. Kuitenkin putkissa, joissa virtaus on hidasta tai se ajoittain pysähtyy, on syytä käyttää lämpösaattokaapelia sulana pidon varmistamiseksi. Viemäreitä käsittävässä luvussa on käsitelty erilaisia eristysmahdollisuuksia.

7.2 Viemärit

Viemärit asennetaan perinteisesti roudattomaan syvyyteen viemäreiden jäätymisen ja routavaurioiden välttämiseksi. Syvät pohjavesipinnan alapuolelle ulottuvat putkijohdotokavannot voivat aiheuttaa pohjavedenpinnan alentumista, pehmeäköillä alueilla katujen, putkijohtojen ja rakennusten painumista, muutoksia alueen kasvillisuudessa sekä mahdollisesti myös muita ympäristöhaittoja. /9./

Mikäli viemäroittävien rakennusten alimmat lattiatasot sekä kadun tai piha-alueiden kaltevuus ja korkeuserot sallivat, voidaan maahan routarajan yläpuolelle asennettavien vesi- ja viemärijohtojen jäätyminen ja routavauriot estää käyttämällä lämmöneristettä putkien suojana. /9./

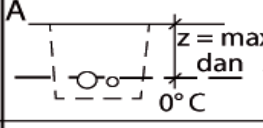
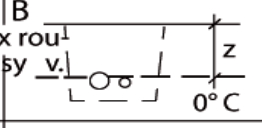
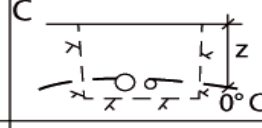
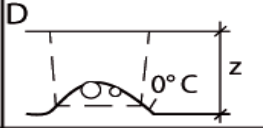
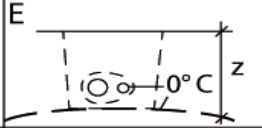

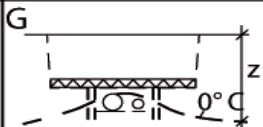
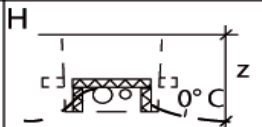
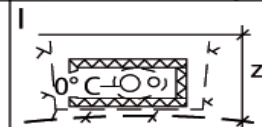
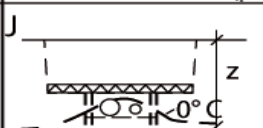
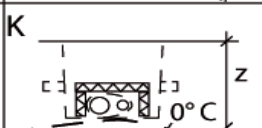
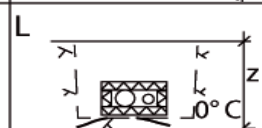
Viemärijohtojen lämmöneristäminen (kuva 15) ja routasuojaus perustuu maalämmön ja putkistosta vapautuvan lämmön hyväksikäyttöön. Eristeellä hidastetaan lämmön poistumista talvikautena ja estetään putkiston jäätyminen pitämällä roudansyvyys putken kohdalla putken laen yläpuolella. Samalla vältetään maan routiminen ja routaliikkeistä aiheutuvat putkistovauriot. /9./

Routasuojauksen suunnittelussa huomioon otettavia tekijöitä ovat ilmasto-olosuhteet, maaperäolosuhteet sekä putkistosta vapautuva lämpö. Putkijohtojen eristäminen suunnitellaan paikkakunnan ankarimman talven mukaan eli enintään kerran 50 vuodessa toistuvan maksimipakkasmäärän kuvassa 9 Suomen pakkasmäärät /9./

7.2.1 Maaperän vaikutus

Putkijohtojen roudaton perustamissyvyys riippuu ilmasto-olosuhteiden lisäksi merkittävästi maaperän laadusta. Hiekka- ja soramaissa sekä karkeissa moreenimaissa routasyvyys on savi- ja silttimäihin nähden suurempi johtuen karkeiden maalajien suuresta lämmönjohtavuudesta sekä pienestä lämmönvarastoimiskyvystä. Vastaavasti matalaan asennettujen putkijohtojen eristämistarve on karkeissa kitkamaissa suurempi kuin runsaasti vettä sisältävissä koheesiomaissa. Myös matalaan kalliokaivantoon asennettavien putkien eristämismahdollisuudet maalämpöä hyväksikäyttäen ovat vähäiset johtuen kallion suuresta lämmönjohtavuudesta sekä vähäisestä kallion lämpövarastosta. /9./

Routivissa savi- ja silttimaissa sekä hienoissa moreenimaissa putkijohdot eristetään vaakasuoraa tasoeristystä käyttäen. Voimakkaasti routivilla alueilla käytetään siirtymärakennetta jyrkkien routanousuerojen tasaamiseksi. (Kuva 15.) /9./

		Putket asennettu		
		Maakaivantoon		Kalliokaivantoon
		Routiva maa	Routimaton maa	Kallio
Ilman lämmön eristystä	Ei lisälämpöä	A 	B 	C 
	Lisälämpöä	D 	E 	F 
Lämmön eristys	Maan lämpö	G 	H 	I 
	Muu lämpö	J 	K 	L 

KUVA 15. ERISTYSTAPOJA /9./

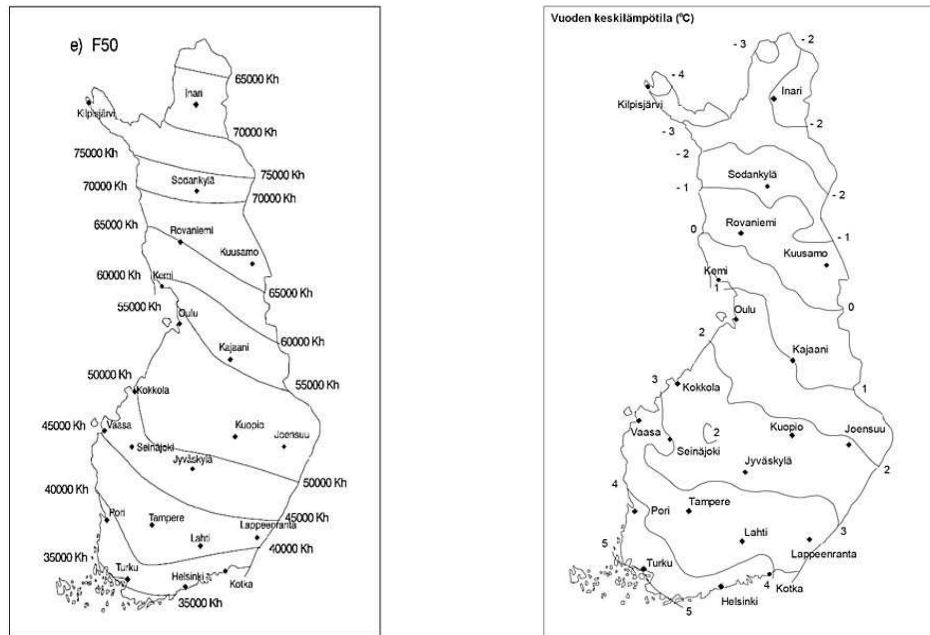
Routimattomissa hiekka- ja soramaissa sekä karkeissa moreenimaissa on tarkoituksenmukaisinta käyttää kuperaa putken sivuille ulottuvaa U-eristerakennetta, jolloin putkistosta vapautuvaa lämpöä voidaan käyttää tehokkaammin hyväksi. /9./

Matalaan kalliokaivantoon asennettavat viemärit suojataan tehokkaasti putken ympäri ulottuvalla eristerakenteella. Putkiston virtaaman ja veden lämpötilan on oltava riittävän korkeita pitämään putkisto sulana. Tarvittaessa käytetään sähkölämmityskaapelointia lisälämmön lähteenä putkien toiminnan varmistamiseksi./9./

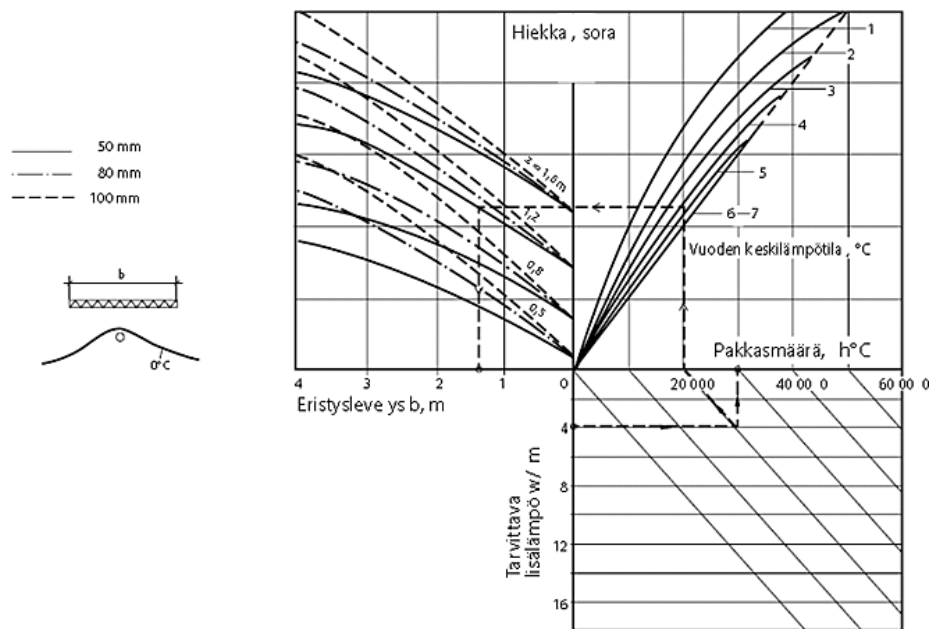
7.3 Asennussyvyys vaikuttaa kustannuksiin

Putkijohtojen asennussyvyys vaikuttaa oleellisesti putkilinjan rakentamiskustannuksiin, joista tavallisesti yli puolet on kaivu-, louhinta-, asennus- ja täyttökustannuksia. Matalaan asentamisella voidaan pehmeillä alueilla vähentää lisäksi pohjanvahvistustöiden tarvetta kaivantotäytöistä aiheutuvan kuormituksen pienentyessä sekä lyhentää rakennusaikaa ja mahdollisesti välttää rakennusaikaisen kaivannon tuenta. Kustannussäästöt saattavat tällöin muodostua hyvinkin merkittäviksi. Kuvissa 17-20 on esitetty eristysten paksuuksia ja erilaisia kaivantomalleja. /9./

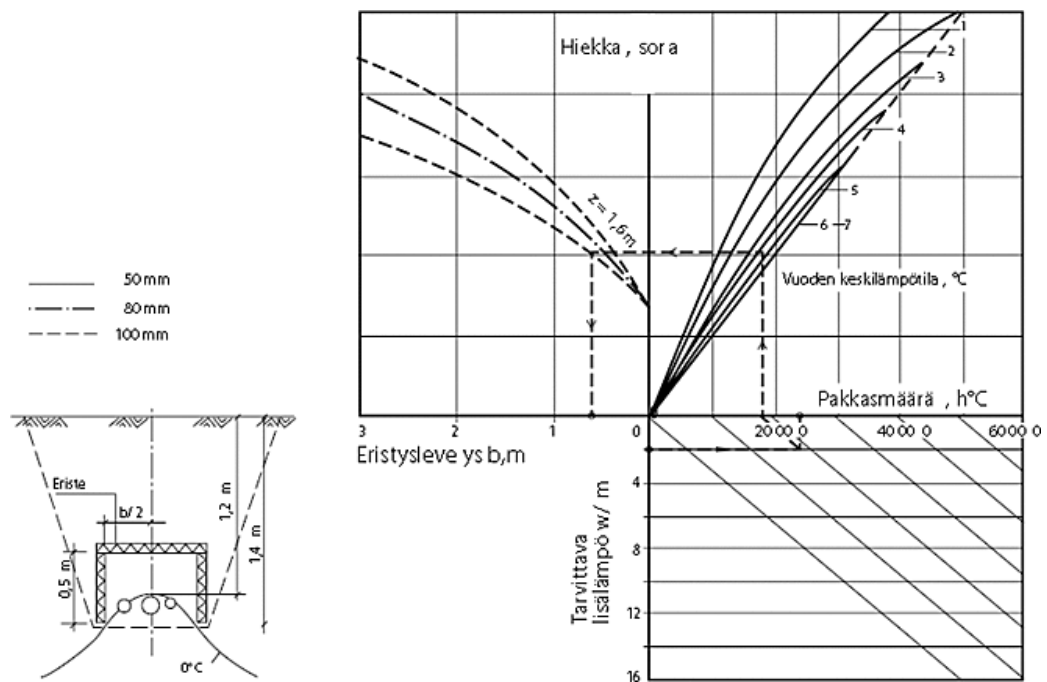
Putkijohtojen routasuojaus voidaan tapauskohtaisesti mitoittaa Suomessa alla olevien kuvien mitoituskäyrästä. /9./



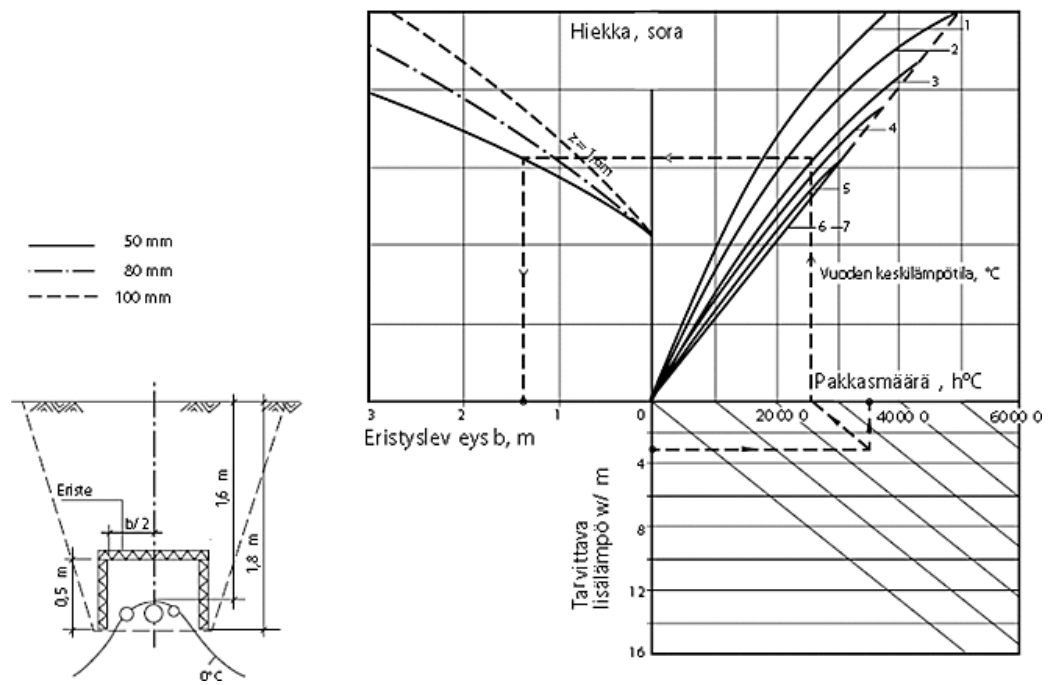
KUVA 16. SUOMEN PAKKASMÄÄRÄT JA KESKILÄMPÖTILAT /9./



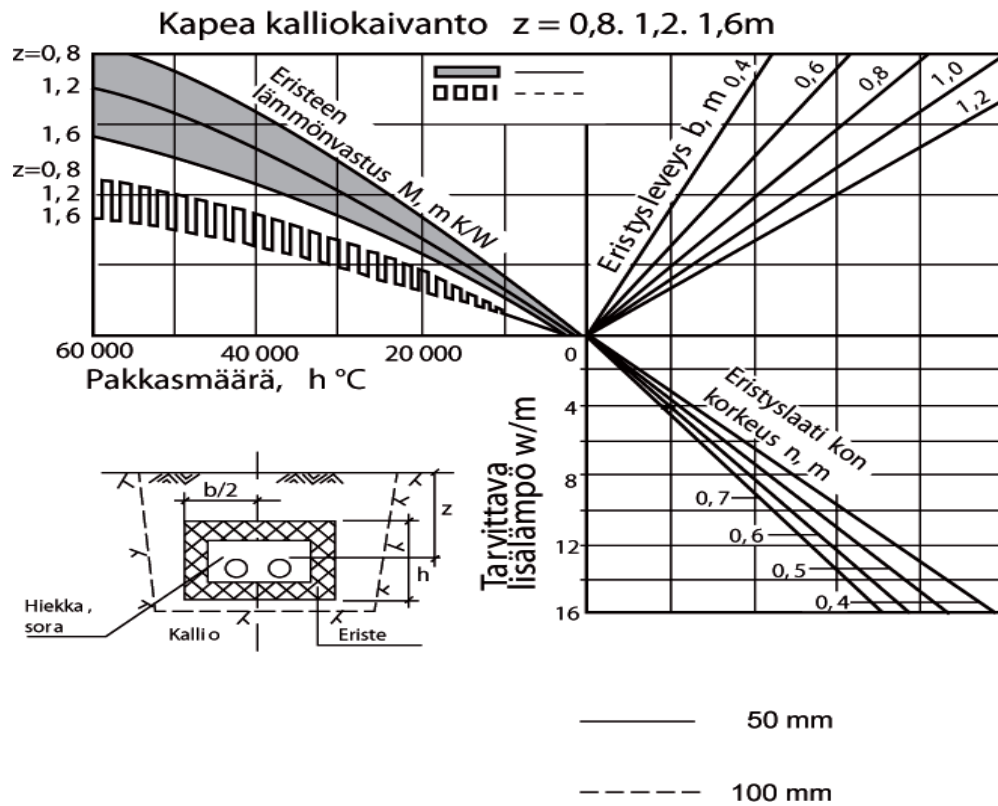
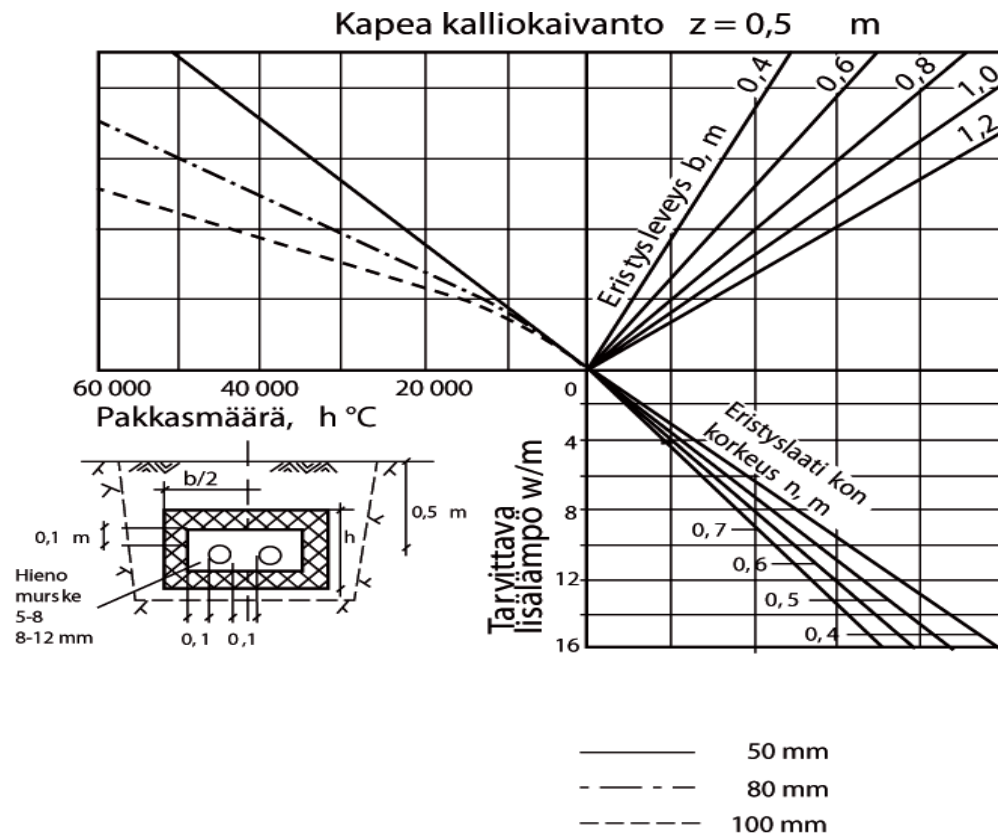
KUVA 17. TASOERISTYKSEN PAKSUUS, MM (FI-300) JA LEVEYS LISÄLÄMMÖN FUNKTIONA ERI LAISISSA POHJAOLosuHTEISSA /9./



KUVA 18. U-MUOTOISEN ERISTYKSEN PAKSUUS, MM (FI-300) JA LEVEYS FUNKTIONA SALLITUN ROUDAN SYVYYDEN OLLESSA $Z = 1,2$ M /9./



KUVA 19. U-MUOTOISEN ERISTYKSEN PAKSUUS, MM (FI-300) JA LEVEYS LISÄLÄMMÖN FUNKTIONA SALLITUN ROUDAN SYVYYDEN OLLESSA $Z = 1,6 \text{ M}$ /9./



KUVA 20. KOTELOMUOTOISEN ERISTYKSEN LÄMMÖNVASTUS JA LEVEYS LISÄLÄMMÖN FUNKTIONA KALLIOKAIVANNOISSA /9./

7.4 Laskennallinen routasyvyys

Roudan syvyyden teoreettista laskemista varten on kehitetty useita kokemusperäisiä kaavoja. Roudan syvyyden laskemista varten tarvitaan tietoa ilman lämpötilasta, joka ilmoitetaan laskelmissa pakkassummana kaavasta 6. /11./

$$F = \int_0^t (T_f - T) dt = \sum (T_f - T) t \quad (6)$$

t = on pakkaskauden pituus vuorokausina laskettuna siitä hetkestä, jolloin T pysyvästi laskee 0°C (T_f) alapuolelle siihen hetkeen, jolloin se jälleen pysyvästi nousee sen yläpuolelle. Yhtälössä dt :n arvoksi valitaan joko 1 tunti tai vuorokausi halutusta tarkkuudesta riippuen. /10./

Watzingerin yhtälö

Vuosina 1940-42 Heje ja Watzinger suorittivat routatutkimuksia Norjan teknillisessä korkeakoulussa. He kehittivät seuraavan yksinkertaisen kaavan (kaava 7) roudan syvyydelle. /10/

$$d = \sqrt{2F - \frac{\lambda}{q}} \quad (7)$$

d = roudan syvyys m

F = pakkassumma h°C

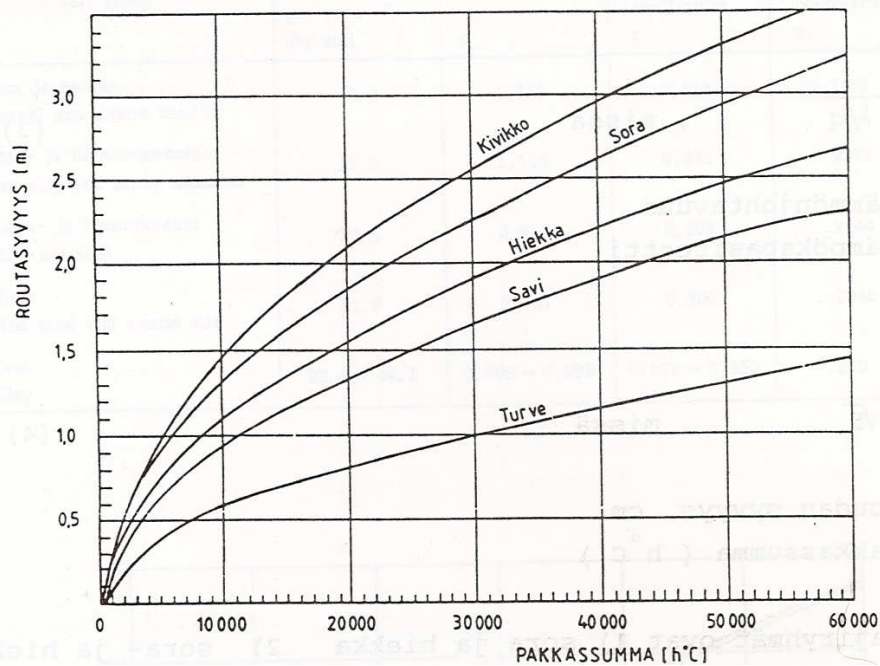
λ = maalajin lämmönjohtavuus $\text{kcal/mh}^\circ\text{C}$

q = maalajin lämpökapasiteetti kcal/m^3

Heje esitti roudan syvyyden pakkassumman ja maalajin fuktiona (kuva 22). Laskelmissa käytetyt materiaalikerroimet ovat kuvassa 21. /10./

maalaji	til.paino kg/m ³	vesipit. %	λ kcal/mh°C	q kcal/m ³	routasyvyys m
kivikko	2000	6	0,55	5000	0,0148 \sqrt{F}
sora	1700	7	0,50	5800	0,013 \sqrt{F}
hiekkä	1500	10	0,50	8300	0,011 \sqrt{F}
savi	1400	40	1,50	33000	0,0095 \sqrt{F}
turve	200	70	1,00	56000	0,0058 \sqrt{F}

KUVA 21. MATERIAALIKERTOIMET /10./



KUVA 22. ROUDAN SYVYYS PAKKASSUMMAN JA MAALAJIN FUNKTIONA /10./

U.Soverin ja S.Johanssonin kaava

Saadakseen lisätietoutta roudan syvyydestä eri maalajeissa laskivat U. Soveri ja S. Johansson havaintojen perusteella eri maalajiryhmille materiaalikertoimen c arvon Watzingerin yhtälöstä (kaava 8 ja 9)/10./:

$$c = \sqrt{2 \frac{\lambda}{q}} \quad (8)$$

λ = maalajin lämmönjohtavuus

q = maalajin lämpökapasiteetti

$$d = c\sqrt{f}$$

(9)

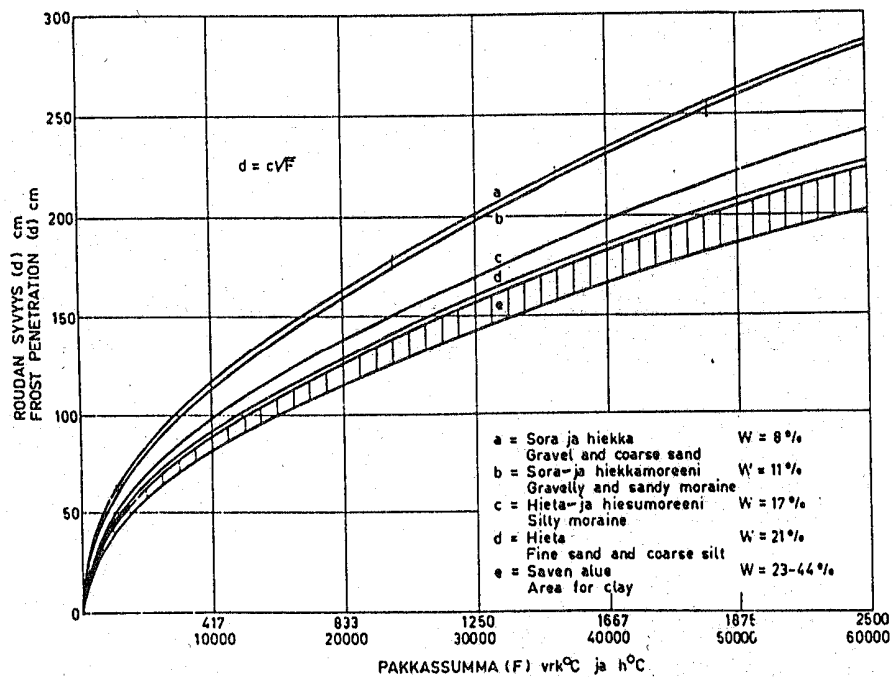
d = roudan syvyys cm

f = pakkassumma h°C

Maalajiryhmien kertoimet löytyvät kuvasta 23.

Maalajiryhmä Soil group	Vesipitoisuus % kuiva-ainesta Water content per cent of dry soil	Materiaali- kerroin Characteristic c	Korrelaatio- kerroin Co.relation coefficient r	Havaintojen lukumäärä Number of observations n
Sora ja heikka Gravel and coarse sand	8,3	1,159	0,824	1621
Sora- ja hiekkamoreeni Gravelly and sandy moraine	11,3	1,146	0,872	2377
Hieta- ja hiesumoreeni Silty moraine	17,5	0,986	0,905	2544
Hieta Fine sand and coarse silt	21,0	0,921	0,906	2965
Savi Clay	23,4 ... 44,1	0,906 ... 0,828	0,976 ... 0,958	210

KUVA 23. MAALAJIRYHMIEN KERTOIMIA /10./



KUVA 24. ROUTASYVYYDEN JA PAKKASSUMMAN RIIPPUVUUS
TOISISTAAN ERI MAALAJIRYHMISSÄ LUMETTOMISSA OLOSUHTEISSA
/10./

Myös Yhdysvalloissa ja Kanadassa on tehty paljon rakennustekniikkaan liittyvää routatutkimusta. Geoteknillisiä tarkoituksia varten on laadittu roudan laskemiseksi useita kaavoja, joista yleisimmin käytetty on Stefanin kaava (kaava 10). /10./

$$Z = \sqrt{\frac{48KP}{L}} = \sqrt{\frac{48K}{L}} \cdot \sqrt{F} = C\sqrt{F} \quad (10)$$

Z = roudan syvyys (jalkaa)

K,L = materiaalikertoimia

F = pakkassumma d°C

C = maalajikerroin

Kuten huomataan, roudan syvyyden laskemiseen on kehitelty monia erilaisia laskutapoja ympäri maailmaa. Uutuutena ovat tulleet erilaiset mittarit. Monet perinteiset rakennustekniset mittaukset ovat tehtävissä aiempaa kustannustehokkaammin ja tarkemmin automaation avulla. FinMeas Oy on kehittänyt mittalaitteita muun muassa maaperän siirtymien ja lämpötilaprofiilien mittaamiseen. Maan lämpötilaprofiilin

määrittäminen on tähän asti ollut puutteellisesti hallittu geotekniikan osa-alue. Tästä syystä esimerkiksi roudan täsmällisen syvyyden määrittämiseen on liittynyt tiettyä epävarmuutta. Lämpötila ei muutu lainkaan lineaarisessa suhteessa syvemmälle men- täessä. Vaikka pinta olisi sula, hieman syvemmällä saatetaan käväistä pakkasen puo- lella. Soveltamalla mittauksiin automaatiota epävarmuudesta päästään eroon. /11./

Maaperän siirtymien mittaamiseen tarkoitettun mittauselementin varsinainen uutuus on tavassa, jolla digitaalisia kallistusantureita sovelletaan. Itse anturit ovat vakiotuotteita, jotka on liitetty uudenlaiseksi kokonaisuudeksi.

Roudan syvyyden mittaamisessa tavalliseen metyylininiputkeen on helppo vaihtaa digitaalinen mittauselementti. Otetaan vain metyylininiputki pois ja työnnetään mittauselementti tilalle. /11./

Elementti voi sisältää antureita minkä tahansa määrän portaattomasti valituin keski- näisin etäisyyksin. Tyypillisesti antureiden sijoitustiheys on 10-20 anturia metrillä.

Mittauspaikalle sijoitettavaan yksikköön kuuluu anturielementin lisäksi GSM- modeemi ja akut, joiden teho riittää noin vuodeksi. Mittaustulokset siirtyvät reaa- liajassa GSM-verkon kautta esimerkiksi toimistotietokoneeseen.

Käyttökohteita on kertynyt noin puolentoista vuoden aikana muun muassa Kouvolas- ta, Vihdistä ja Helsingistä. /11./

8 ESIMERKKIKOHDE POHJOIS-MONGOLIASTA

8.1 Lähtötiedot

Saimme projektin Lake Huvsgul, Mongolia, Honkarakenne Oy:ltä. Alkutietoina saimme projektin laajuuden ja sen missä vaiheessa lähdetään mitäkin vaihetta työstä- mään eteenpäin ja missä järjestyksessä.

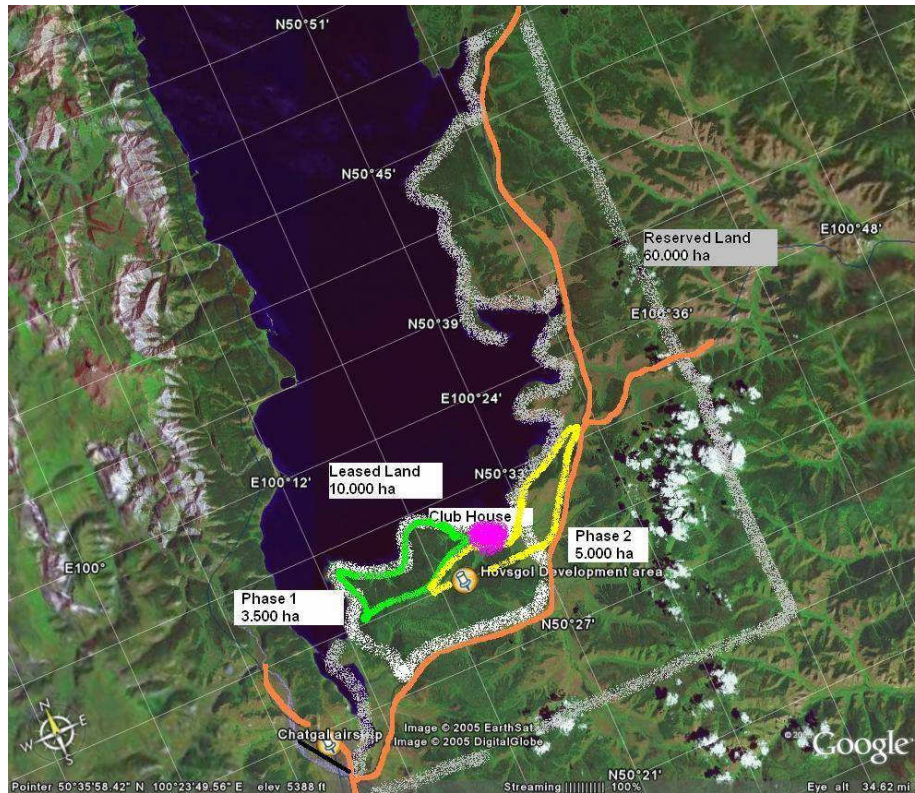
8.1.1 Projektin laajuus ja paikka

Alueelle on tarkoitus rakentaa 88 kpl korkeatasoisia luksusasuntoja kooltaan 250-600 neliötä ja päärakennus noin 1700 m². Ensimmäisessä vaiheessa, alkaen keväällä 2009, toimitetaan Talo 1, pinta-ala 224 m² ja seuraavassa vaiheessa 4-5 vastaavan kokoista

taloa. Hankkeella on vahva taustatuki ja korkea prioriteettiasema (taustavoimina ministeritasoa olevia henkilöitä). Kohde on Mongolian pohjoisosassa sijaitsevan Huvs-gulin järven itärannalla noin 30 km:n päässä Khatgalin kaupungista, ilmasto-olosuhteiltaan Irkutsin lämpötiloissa, routa noin 4 metrissä. Materiaali toimitetaan Khatgaliin, josta edelleen päästään paikalle kesällä laivalla tai talvella jäätä pitkin.



KUVA 25. YLEISKUVA MONGOLIA PROJEKTIN MÖKEISTÄ /12./



KUVA 26. ALUEEN KARTTA /12./

8.1.2 Tekniikka

Talot ovat Honkarakenteen ”hirsimökkejä”. Lämmitys tuotetaan sähkökattilalla ja lämmitysmuotona vesikiertoinen lattialämmitys, tarvittaessa sähkölämmitteiset lasit ja

varaavatakka sähkövastuksin. Vesi otetaan läheisestä Huvsgulin järvestä (ensimmäisen mökin etäisyys järvestä 20-30 m). Järvivettä myydään suoraan sellaisenaan pullo-tettuna, joten järveen ei saa johtaa mitään. Jätevedet pumpataan kolmen kilometrin päähän yhteiseen jäteveden käsittelylaitokseen. Ilmanvaihdossa on vain liesituuletin ja saunatilojen poisto. Kukin talo varustetaan itsenäiseksi yksiköksi, jolloin ei tule yhteistä tekniikkakeskusta.

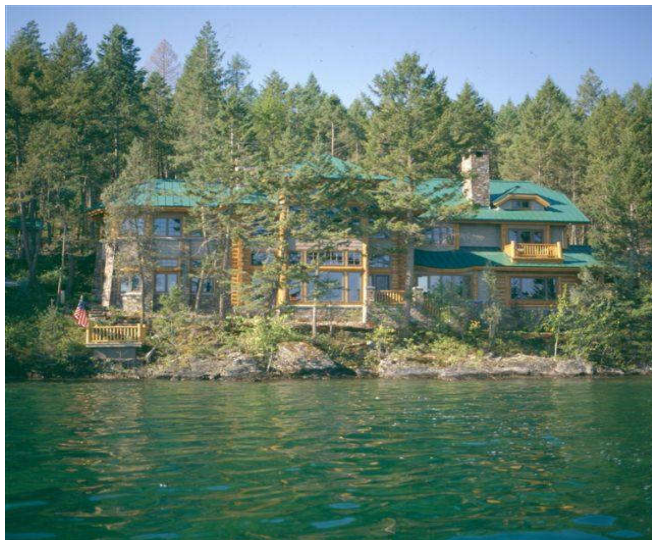
Kaikki tekniikka asennetaan Suomessa tekniikkakonttiin, joka sijoitetaan talon alle, talo irti maasta ja paalujen varassa.



KUVA 27. YLEISKUVIA TULEVISTA HUVILOISTA /12./



KUVA 28. HUVILAMALLI TALVIMAISEMAMASSA /12./



KUVA 29. ENSIMMÄISEN VAIHEEN PROTOTYYPPIHUVILA
JÄRVENRANNALLA /12./



KUVA 30 ENSIMMÄISEN VAIHEEN PROTOTYYPPIHUVILA /12./



KUVA 31. TOISEN VAIHEEN CLUB-TALON PROTOTYYPPI /12./



KUVA 32. KOLMANNEN VAIHEEN HOTELLIN PROTOTYYPPI /12./

8.2 Lämmitys

Kohteen lämmitys tuotetaan Kaukora Oy:n sähkökattilalla sekä kolmella saman valmistajan lämmitysvaraajalla. Tilaajalta annettiin ohjeet, että sähköllä tuotettava vedenlämmitys on ainut mahdollinen tapa. Lisälämmittimenä taloon tuli takka, jota lämmitykseen käytettäisiin tarvittaessa.

8.2.1 Lämpöhäviölaskelmat

Suoritin kohteen lämpöhäviölaskelmat MagiCad Room-mallinnusohjelmalla (liite 8). Liitteessä 8 on MagiCad Roomista otettuja kuvia, jossa näkyy talon muoto ja ikkunoiden koko. Mitoitusulkolämpötilana käytimme kahta arvoa, -40 °C ja -50 °C , koska ei ollut rakennuttajalla tiedossa tarkempia sääanalyyssejä. Vertailin, keskustelin eritahojen kanssa, sekä tutkin alueen säätilastoja, kumpaa käyttäisin ja päädyin -40 °C mitoituksen olevan riittävä kyseisiin olosuhteisiin.

Rakenteiden U-arvot:

Ulkoseinä $0,54\text{ W/m}^2$

Alapohja $0,16\text{ W/m}^2$

Yläpohja $0,12\text{ W/m}^2$

Ikkuna $0,90\text{ W/m}^2$

Ulko-ovi $1,2\text{ W/m}^2$

Lämpöhäviölaskelmista voidaan todeta, että vuodot hirsiseinissä ovat suuret, kuten oli odotettavissa.

Ensimmäisessä kerroksessa lämpöhäviöt neliötä kohden on 73 wattia ja tämän kattaminen pelkästään lattialämmityksellä on huonoa. Niinpä keskusteltuani arkkitehti Asko Laxin kanssa päädyimme siihen tulokseen, että ikkunoihin on laitettava lämmitys. Lämmitettävät ikkunat ovat uusinta sähkölämmitystekniikkaa. Sähköikkunoissa on lasin pinnassa läpinäkyvä sähköä johtava kalvo, joka lämpenee. Ikkunalasin rakenne estää lämmön siirtymisen ulos ja lämpö johtuu ikkunalasin sisäpinnalle ja siitä sisälle huonetilaan.

8.3 Lattialämmityksen mitoitus

Lattialämmityksen mitoitti kohteeseen Uponor, jonka lattialämmitystä kohteessa oli tarkoitus käyttää. Uponorilta mitoittajana toimi Joni Oksanen (liite 7). Lähtötietoina toimitimme lämpöhäviölaskelmat. Verkoston mitoitimme lämpötilaan 45/35 °C. Putkituskuvat toimitti Uponor. Liitteessä 9 löytyy lattialämmityksen runkoputkiston materiaaliluettelo.

8.4 Vesi- ja viemärijärjestelmät

Vesi- ja viemärijärjestelmät mitoitimme Suomen standardien mukaan. Huomioimme kuitenkin tilaajalta tulleet kommentit, että routa on 4 metrissä ja talo tehdään paalujen päälle. Materiaalina vesijohdoille sisätiloissa käytimme Uponorin komposiittiputkea ja viemäreissä Uponorin muoviviemäriä. Kohteen käyttövesi otettiin läheisestä järvestä. Veden kulutus kohteessa on aika suurta normaalikulutukseen verrattuna, koska kohteessa on poreammeita. Kohde varustettiin kahdella paineenkorotusasemalla. LVI-piirustuksissa (liite 12) löytyvät kohteen pohjapiirustukset ja laiteluettelo.

8.4.1 Vesi- ja viemärijärjestelmien materiaalit ja tiedot

Uponor-komposiittijärjestelmä soveltuu hyvin asuinrakennusten käyttövesijärjestelmäksi. Putkia ja liittimiä voidaan käyttää koko rakennuksen käyttövesiputkiston rakentamiseen vesimittarilta vesikalusteelle ja ne eivät vaadi tulitöitä. Tämä helpottaa tällaisessa kohteessa, joka sijaitsee kaukana ja hankalissa olosuhteissa. Putket soveltuvat niin runkovesijohtojen kuin kalusteiden kytkentäjohtojenkin asennukseen. Komposiittirakenne vaimentaa putkistoa pitkin siirtyviä ääniä. Materiaali on korroosiovapaa ja siten pitkäikäinen. Komposiittijärjestelmä soveltuu niin ylä- kuin alajakoiseen järjestelmään ja antaa näin suunnittelijalle vapauksia tuoda putkia kumpaakin reittiä. Putket voidaan asentaa piilo- tai pinta-asennuksena. Piiloasennuksessa on kuitenkin huomioitava Suomen rakennusmääräyskokoelman osan C2 vaatimukset tarkastettavuuden, huollettavuuden, korjattavuuden ja vuotojen havaittavuuden osalta. Pinta-asennukseen se soveltuu sellaisenaan ilman maalaus käsittelyä.

Yläjakoisessa järjestelmässä putket asennetaan yleensä koteloon, alakattoon tai näkyville. Koteloon ja alakattoon sijoitettavat putket on ilman suurehkoja toimenpiteitä tai rakenteita rikkomatta oltava vaihdettavissa/korjattavissa. Putket voidaan sijoittaa esim. ruuveilla kiinnitettyjen levyrakenteisten alakattojen tai koteloiden sisään. Uponor-puristusliitin voidaan jättää alakaton tai kotelon sisään valmistajan ohjeiden mukaan. Tässä kohteessa päätimme sijoittaa vesijohdot alakattojen sisään.

Muoviviemäreillä on samanlaiset edut kuin vesijohdoissa komposiitilla, eli muoviviemäreiden asennuksessa ei tarvita tulitöitä eikä hitsauksia. Viemärit ja osat ovat helppo asentaa ja ne saadaan mahtumaan laivan kontteihin, kuten tässä kohteessa oli ohjeistuksena. Liitteessä 10 on materiaaliluettelo kohteen vesi- ja viemärijärjestelmistä.

8.5 Rakennustapa

Hirsitalossa kannatinhirsien sijoittuminen ja suunta ratkaisevat aika paljon LVI-tekniikan sijoittelua. Hirsien lävistyksiä ei saanut tehdä, joten reitit oli etsittävä sen mukaan. Siitä johtuen LVI-tekniikan sijoittelua joutui miettimään aika paljon, eikä sitä voinut tehdä niin sanotuilla perinteisillä ratkaisuilla. Viemäreitä jouduttiin aika paljon saattolämmittämään.

Suunnittelua vaikeutti se, että LVI-suunnitelmat piti tehdä varsin alkeellisille arkkitehtipohjille, koska tarkoitus oli saada vain budjetti hinta kohteesta, minä vuoksi arkkitehti ei vienyt kuviaan sen pidemmälle. Suunnittelua olisi helpottanut se, että käytössä olisi ollut 3D-mallinnuksella tehdyt pohjat, joissa olisivat olleet kaikki kannatinpalkit näkyvissä.

8.6 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdossa ilmamäärät mitoitettiin Suomen rakennusmääräyskokoelman D2 mukaan sekä rakentamismääräyskokoelmien E1 ja E7 mukaan. Ilmanvaihdon hoitaminen pelkästään poistoilmana ei onnistunut, koska korvausilman lämmittäminen lattialämmityksen avulla olisi ollut tehoiltaan niin suuri, ettei lattialämmityksestä olisi saatu sitä irti. Siksi sijoitimme sauna- ja pesutiloihin Ilton (Swegon Oy) 430 K-levylämmönsiirrin ilmanvaihtokoneen. Jouduimme lisäämään etulämmityspatterin johtuen kylmästä ulkoilmasta, koska koneen oma patteri ei riittänyt lämmittämään ilmaa tarpeeksi lämpimäksi kovalla pakkasella. Lisäksi laitoimme jälkilämmityspatterin koneen jälkeen, jotta saadaan varmasti oikeanlämpöistä ilmaa huoneistoon ja eliminoidaan mahdollinen vedontunteen kokeminen sillä, että saadaan oikean lämpöistä ilmaa huoneisiin.

WC- tiloista ilmanvaihdoksi suunnittelimme pelkän poistoilmanvaihdot ja korvausilman ottamisen ikkunan rakovehtiileistä. Keittiöön sijoitimme talotuulettimen ja korvausilmanottamisen samalla tavalla ikkunoiden rakovehtiileistä. Olohuoneeseen tuli lisäksi takkaimuri.

Pääkanaviston sijoitimme ullakotilaan ja tekniikkakontin ilmanvaihdon poiston alustilaan joten minimoimme tilaajan toivoman tekniikan näkymättömyyden.

Ilmanvaihdon suunnittelun teki vaikeaksi se, että kohteessa on kylmä joten Suomeen suunnitellut ilmanvaihtokoneet eivät suoraan käy tänne. Kanavapattereilla saimme tämänkin ongelman hoidetuksi. Lisäksi hirsimökin rakenne ja toive ettei tekniikkaa sijoitella näkyville loivat omat haasteensa.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Kylmäluerakentamisen LVI-tekniikka poikkeaa aika paljon niin sanotusta normaalista rakentamisesta. On huomioitava alueen ilmasto-olosuhteet ja maaperä erittäin tarkkaan. Varsinkin vesijohtojen ja viemäreiden suunnittelussa on kiinnitettävä erityistä huolellisuutta sijoitteluun ja materiaalivalintoihin sekä eristystapaan jo suunnitteluvaiheessa. Toteutusvaiheessa rakentamisessa on käytettävä erityistä huolellisuutta sillä hyvät suunnitelmat voidaan pilata huonolla toteutuksella, sillä esimerkiksi jo pelkkä tiensierro voi tehdä hallaa vesi- ja viemärijohdoille ja jäädyttää ne. Rakentaminenhan vaatii hyvää tiimityötä kaikkien kesken niin tilaajan, suunnittelijoiden kuin rakentajienkin kesken.

Saattolämmityksen käyttö on suositeltavaa niin vesijohdoissa kuin viemäreissäkin. Materiaalit ovat nykyisin erittäin hyviä. Niissä on jo valmiina itsesäätyvä saattolämmityskaapeli tai niihin voidaan asentaa, joten käyttö ja asennus ovat erittäin helppoa. Kustannuksetkaan eivät ole suuria hyötyihin nähden, koska esimerkiksi Uponorin SupraPlus jäätymättömän vesijohdon ”rautakauppahinta” on noin 30 euroa metri. Jos kaivolta on 20 metriä sisälle lämmönjakohuoneeseen, putken kustannus on 600 euroa. Jos verrataan tätä rakentamisen kokonaiskustannukseen, niin se ei ole merkittävä tekijä, ja jos vielä laskettaisiin sulatuksen tuomat vuosittaiset kustannukset putkimiehen palkkoineen, olisi kokonaisuudessa edullisempaa laittaa jo valmiiksi jäätymätön vesijohto.

Opinnäytetyön pohjana oleva rakennusprojekti Pohjois-Mongoliaan ei ole lähtenyt vielä liikkeelle (tilanne 2.4.2011) eikä suunnitelmatkaan ole edenneet ensimmäistä taloa pidemmälle johtuen yleisestä taantumasta, joka tuli projektin suunnitteluvaiheessa. Kohteen suunnittelua hankaloitti se, ettei ollut oikein tarkkaa tietoa valmiina itse kohteesta eikä materiaaleista ja rakennustavoista. Tähän työhön kasasin monia eri vaihtoehtoja miten LVI-tekniikka kylmäluerakentamisessa voidaan toteuttaa, joten tämä helpottaa tulevaisuutta kun, kohde mahdollisesti alkaa uudelleen. On helpompi löytää eri vaihtoehdot ja tämä työ antaa jonkinlaisen käsikirjan suunnittelijalle.

LÄHTEET

1. PEX-käyttövesikäsi­kirja, Uponor
WWW-dokumentti
http://www.uponor.fi/~media/Files/Uponor/Finland/Tap%20water%20PEX/Brochures/PEX_Kasikirja_2009.ashx
Muokattu 01/2009. Luettu 15.1.2010
2. Jäätymättömät vesijohdot – Huoletonta asumista talvipakkasilla, Uponor
WWW-dokumentti
http://www.uponor.fi/~media/Files/Uponor/Finland/House%20connections/Brochures%20-%20Jaatymattomat%20putkistot/J%C3%A4tym%C3%A4tt%C3%B6m%C3%A4t_esite_10002_12_2010.ashx
Muokattu 12/2010. Luettu 15.2.2011
3. Lattialämmitys käsikirja 12, Uponor
WWW-dokumentti
http://www.uponor.fi/~media/Files/Uponor/Finland/Underfloor%20heating/Brochures/HSW5_12FI_Lat_72dpi.ashx
Muokattu 20.1.2011. Luettu 17.2.2011
4. Täydellinen paineputkijärjestelmä Profuse, Uponor
WWW-dokumentti
http://www.uponor.fi/~media/Files/Uponor/Finland/Pressure%20pipes/Brochures/33002_profuse_0907.ashx
Muokattu 7.12.2009. Luettu 13.1.2010
5. Saattolämmitys. Elfoil Oy
WWW-dokumentti
<http://www.elfoil.fi/fi/saattol%C3%A4mmitys>
Muokattu 2010. Luettu 29.3.2011
6. Suomen eristysyhdistys ry Simo Mäkelä, Tekninen Eristäminen, Opetushallitus 1999.
7. Tekniset eristeet, Kylmävesiputket, Paroc
WWW-dokumentti
<http://www.paroc.fi/channels/fi/technical+insulation/hvac/piping+systems/cold+pipes/default.asp>
Päivitetty 29.12.2010. Luettu 12.1.2011
8. Tekniset eristeet, Lämminvesiputket, Paroc
WWW-dokumentti

<http://www.paroc.fi/channels/fi/technical+insulation/hvac/piping+systems/warm+pipes/default.asp>

Päivitetty 29.12.2010. Luettu 12.1.2011

9. Putkikaivannot, Finnfoam
WWW-dokumentti
<http://www.finnfoam.fi/index.php?page=c8c78ac9bb9f5d0db949b1b392e8cd4>
Luettu 12.2.2011

10. Jyrki Röpelin, Vesi- ja viemärijohtojen jäätyksen ehkäisy. Oulun yliopisto 1991. ISBN 951-42-3101-5

11. Routasyvyys ja siirtymät selville digitaalisilla mittausmenetelmillä
WWW-dokumentti
<http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/lehtiarkisto/6450.html>
Kirjoitettu 7.10.2004. Luettu 30.3.2011

12. Lake Huvsgul masterplan markkinointimateriaali
Laatinut arkkitehti Asko Lax ja Honkarakenne Oy

Uponor Wirsbo-Pex mitoitusaulukot.

Normaali virtaama hanalla (l/s)	Putkikoko (mm)	Maks. pituus (m)	Painehäviö kPa/m
0,1	15 x 2,5	15 ei rajoit. ¹⁾	1,8
	18 x 2,5		0,6
0,2	15 x 2,5	12 20 ei rajoit. ¹⁾	7,0
	18 x 2,5		1,8
	22 x 3,0		0,7
0,3	15 x 2,5	10 15 ei rajoit. ¹⁾	14,5
	18 x 2,5		3,9
	22 x 3,0		1,4

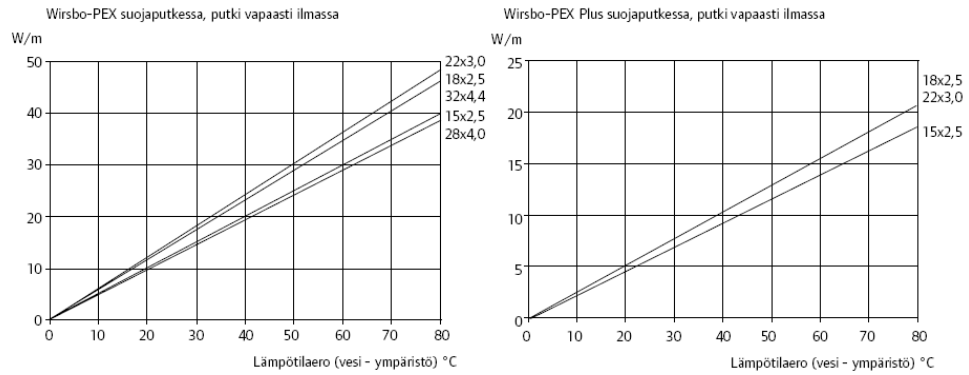
¹⁾ Huom: Merkintä 'ei rajoitusta' ei kuitenkaan koske matalan lähtöpaineen mahdollisesti aiheuttamia rajoituksia.

Taulukko:

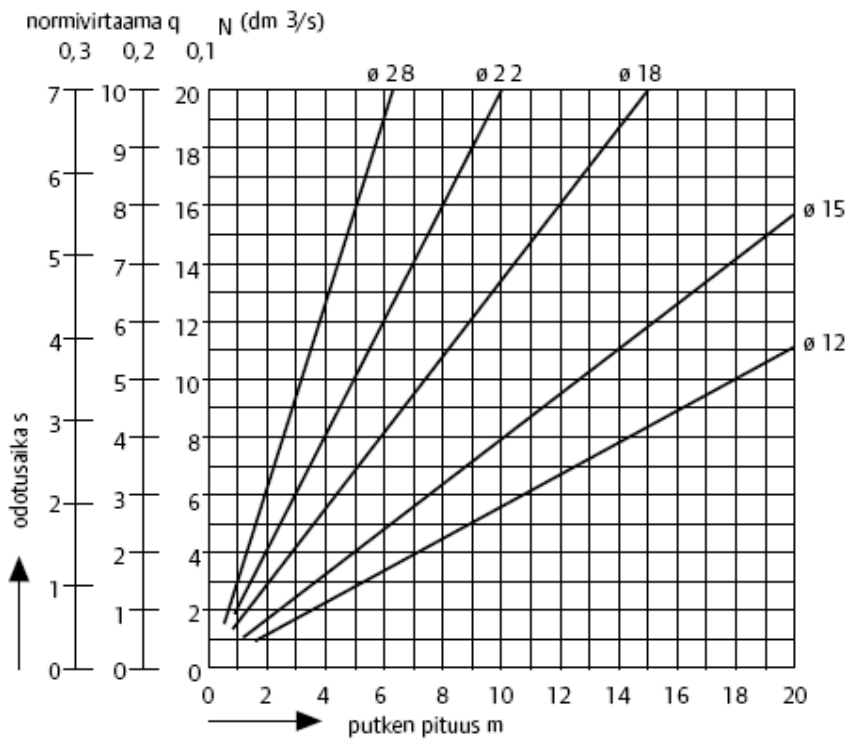
Mitoitusvirtaaman karkeat ylärajat jakojohdoissa. Jos painetaso sallii, taulukon arvot voi ylittää. Jakojohdojen d_e 40-63 sijasta voi usein käyttää esimerkiksi kahta d_e 32putkea.

Jakojohdon ulkohalkaisija d_e	Mitoitusvirtaama q (l/s)
18	0,30
22	0,40
28	0,56
32	0,80

Uponor Wirsbo-Pex mitoitusaulukot.



Taulukko:
Lämpimän veden odotusaika Wirsbo-PEX-putkessa putken pituuden ja koon funktiona eri normivirtaamilla.



Kiertojohdon mitoituksen perustana voidaan pitää verkostossa tapahtuvaa lämmönluovutusta. Kiertojohdon virtaama mitoitetaan yleensä lämpötilaerolle $\Delta t = 5 \text{ }^\circ\text{C}$; kuitenkin niin, ettei veden lämpötila vesilaitteiston missään osassa odotusajan (10 s) johto-osuuksia lukuun ottamatta laske alle $55 \text{ }^\circ\text{C}$.

Lämpimän veden kiertojohtojen mitoitus

Uponor Wirsbo-Pex mitoitus taulukot.

Ellei verkostossa ole muita lämmönluovuttimia, virtaama mitoitetaan putkiston lämpöhäviöiden mukaan. Rakennuksen alle soratilaan sekä rakennuksen sisälle asennetun Wirsbo Plus -putken keskimääräisenä lämpöhäviön arvona laskelmissa voidaan pitää 10 W/m.

Kiertopiirin virtaama lasketaan kaavasta

$$\dot{V} = \frac{l \times \emptyset}{c_p \times \Delta t \times \rho}$$

\dot{V} = tilavuusvirta [dm³/s]

l = putken pituus [m]

\emptyset = lämpöhäviö / putkimetri [W]

c_p = veden ominaislämpökapasiteetti
[4,2 kJ/kg °C]

Δt = veden sallittu lämpötilaero [°C]

ρ = veden tiheys [1000 kg/m³]

Suosittelavana virtausnopeuden alueena voidaan pitää
0,2...1,0 m/s.

Uponor Wirsbo-Pex mitoitusaulukot.

Mitoitustaulukko

Normivirtaamien summa Q (l/s)	Mitoitusvirtaama q (l/s)			
	q _{n1} (l/s)			
	0,1	0,2	0,3	0,4
0,1	0,10	-	-	-
0,2	0,16	0,20	-	-
0,3	0,18	0,26	0,30	-
0,4	0,20	0,28	0,36	0,40
0,5	0,21	0,30	0,38	0,46
0,6	0,23	0,31	0,40	0,48
0,7	0,24	0,33	0,41	0,50
0,8	0,25	0,34	0,43	0,51
0,9	0,26	0,35	0,44	0,53
1,0	0,27	0,36	0,45	0,54
1,1	0,28	0,37	0,46	0,55
1,2	0,29	0,38	0,47	0,56
1,3	0,30	0,39	0,48	0,57
1,4	0,31	0,40	0,49	0,58
1,5	0,32	0,41	0,50	0,59
1,6	0,33	0,42	0,51	0,60
1,7	0,34	0,43	0,52	0,61
1,8	0,35	0,44	0,53	0,62
1,9	0,35	0,45	0,54	0,63
2,0	0,36	0,45	0,55	0,64
2,2	0,38	0,47	0,56	0,65
2,4	0,39	0,48	0,58	0,67
2,6	0,41	0,50	0,59	0,68
2,8	0,42	0,51	0,61	0,70
3,0	0,43	0,53	0,62	0,71
3,2	0,45	0,54	0,63	0,73
3,4	0,46	0,55	0,65	0,74
3,6	0,47	0,56	0,66	0,75
3,8	0,48	0,58	0,67	0,76
4,0	0,49	0,59	0,68	0,78

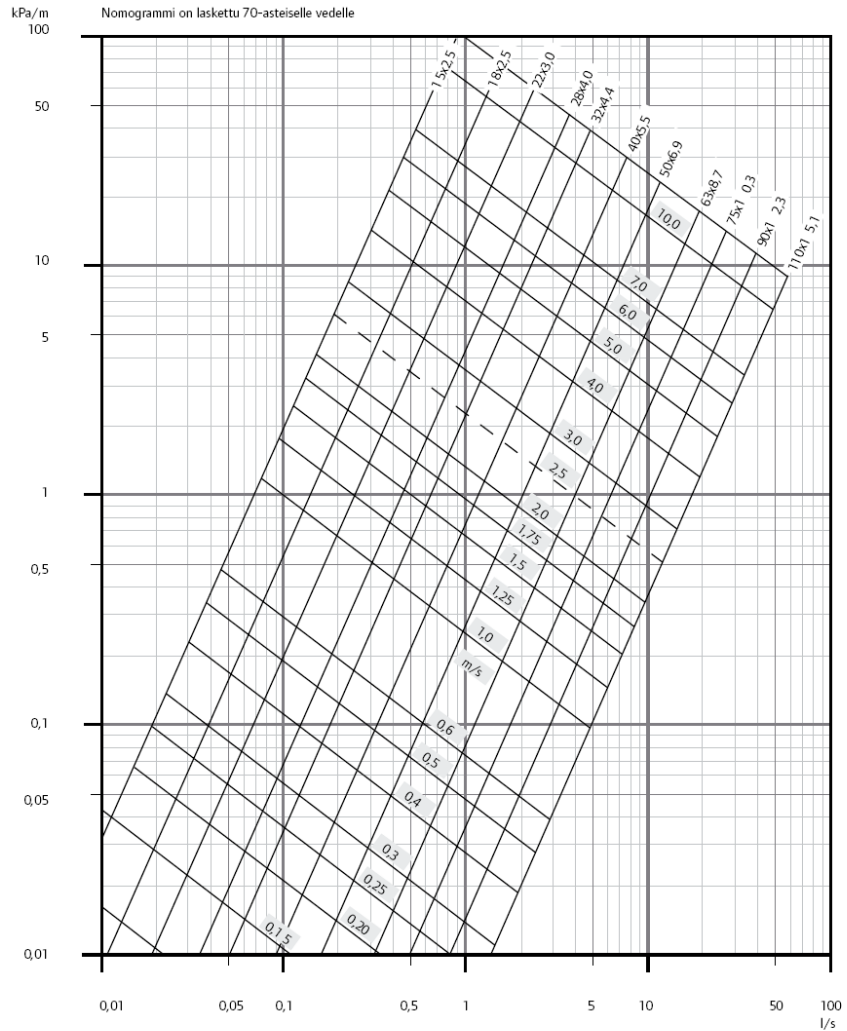
Normivirtaamien summa Q (l/s)	Mitoitusvirtaama q (l/s)			
	q _{n1} (l/s)			
	0,1	0,2	0,3	0,4
4,2	0,51	0,60	0,69	0,79
4,4	0,52	0,61	0,71	0,880
4,6	0,53	0,62	0,72	0,81
4,8	0,54	0,63	0,73	0,82
5,0	0,55	0,64	0,74	0,83
5,5	0,58	0,67	0,77	0,86
6,0	0,60	0,70	0,79	0,89
6,5	0,63	0,72	0,82	0,91
7,0	0,65	0,74	0,84	0,94
7,5	0,67	0,77	0,86	0,96
8,0	0,70	0,79	0,89	0,98
8,5	0,72	0,81	0,91	1,00
9,0	0,74	0,84	0,93	1,03
9,5	0,76	0,86	0,95	1,05
10,0	0,78	0,88	0,97	1,07
10,5	0,80	0,90	1,00	1,09
11,0	0,82	0,92	1,02	1,11
11,5	0,84	0,94	1,04	1,13
12,0	0,86	0,96	1,06	1,15
12,5	0,88	0,98	1,08	1,17
13,0	0,90	1,00	1,10	1,19
13,5	0,92	1,02	1,11	1,21
14,0	0,94	1,04	1,13	1,23
14,5	0,96	1,06	1,15	1,25
15,0	0,98	1,08	1,17	1,27
15,5	1,00	1,09	1,19	1,29

Taulukko: Jakojohdon mitoitusvirtaama asuin-, toimisto-, koulu-, hotelli-, sairaala- tms. rakennuksissa.

Uponor Wirsbo-Pex mitoitustaulukot.

Painehäviönogrammi

Wirsbo-Pex PN10 -vesijohtoputkelle



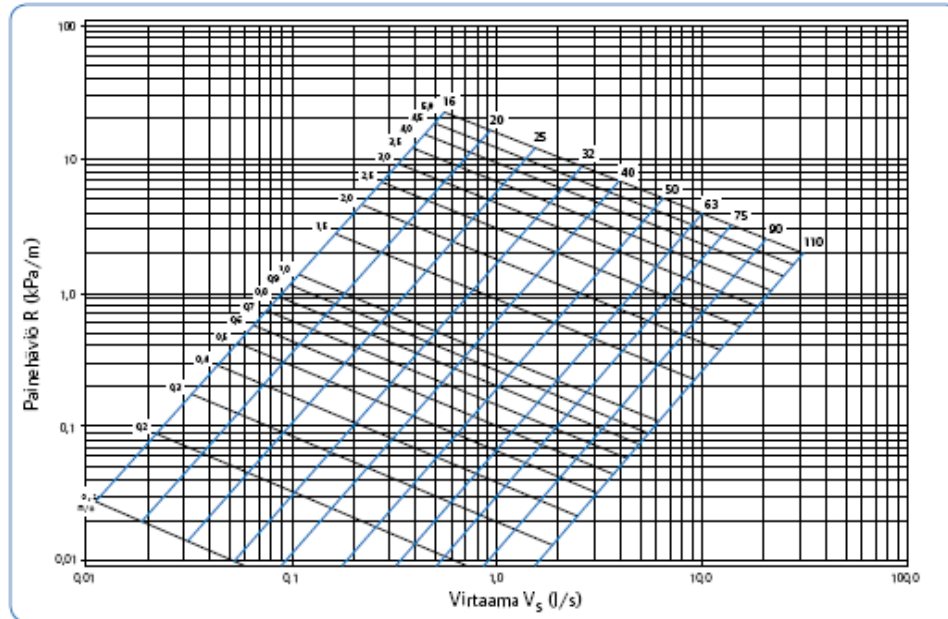
Korjauskertoimet eri lämpötiloille (karheuskerroin 0,0005)									
Lämpötila °C	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Kerroin	0,95	0,98	1,00	1,02	1,05	1,10	1,14	1,20	1,25







--- = Jatkuvalle virtaukselle suositeltava enimmäisnopeus.

Uponor komposiitiputkien mitoitus

Σ Normivirt. (Q) dm³/s			Mitoitus- virtaama (q) dm³/s	Putkikoko (Du) mm, Uponor-komposiitiputki						
q, dm³/s				Nopeus (v) m/s / Painehäviö (R) kPa/m						
0,1	0,2	0,3		16	20	25	32	40	50	63
0,1			0,1	0,9	0,5	0,3				
				1,1	0,3	0,1				
0,2			0,15	1,3	0,8	0,5				
				2,1	0,6	0,2				
0,4	0,2		0,20	1,8	1,1	0,6				
				3,6	1,1	0,3				
0,8			0,25	2,2	1,3	0,8				
				6,3	1,6	0,5				
1,3	0,5	0,3	0,30	2,7	1,6	1,0				
				7,2	2,1	0,6				
1,8	0,9		0,35	3,1	1,9	1,1				
				9,5	2,8	0,8				
2,5	1,4	0,4	0,40	3,5	2,1	1,3	0,75	0,5		
				12,0	3,6	1,1	0,3	0,03		
3,4	1,9	1,0	0,45	4,0	2,4	1,4				
				15,0	4,4	1,3				
4,0	2,5	1,4	0,50	4,4	2,7	1,6	0,9	0,6		
				17,0	5,3	1,6	0,5	0,04		
5,0	3,4	2,0	0,55	4,9	2,9	1,8				
				21,2	6,2	1,8				
6,0	4,0	2,5	0,60	5,3	3,2	1,9	1,1	0,75		
				24,7	7,3	2,2	0,6	0,2		
7,0	5,0	3,5	0,65	5,8	3,4	2,1				
				28,5	8,4	2,5				
8,0	6,4	4,5	0,70	6,2	3,7	2,2	1,3	0,9		
				32,6	9,6	2,8	0,8	0,3		
9,0	6,9	5,0	0,75	6,6	4,0	2,4				
				36,8	10,8	3,2				
10,0	8,0	6,0	0,80	7,1	4,2	2,6	1,5	1,0		
				41,3	12,1	3,6	1,0	0,4		
12,5	9,0	7,0	0,85		4,5	2,7				
					13,5	4,0				
13,0	9,9	8,0	0,90		4,8	2,9	1,7	1,1		
					15,0	4,4	1,3	0,5		
13,5	11,2	9,0	0,95		5,0	3,0				
					16,5	4,9				
16,0	13,5	11,0	1,00		5,3	3,2	1,9	1,2		
					18,1	5,3	1,5	0,6		
	14,9	12,0	1,05		5,6	3,3				
					19,7	6,8				
	15,7	13,0	1,10		5,8	3,5	2,1	1,4		
					21,4	6,3	1,8	0,7		
	16,5	14,0	1,15		6,1	3,7				
					23,2	6,8				
	19,0	16,0	1,20		6,4	3,8	2,3	1,5		
					25,0	7,4	2,1	0,8		
	20,0	17,0	1,25		6,6	4,0				
					26,9	7,9				
	21,8	19,0	1,30		6,9	4,1	2,5	1,6		
					28,9	8,5	2,5	0,9		
	25,0	22,0	1,40				2,8	1,7	1,1	
							2,8	1,0	0,3	
	27,0	24,0	1,50				2,8	1,0	1,1	
							3,1	1,2	0,4	
	32,0	28,0	1,60				3,0	2,0	1,2	
							3,5	1,3	0,4	
	33,0	30,0	1,70				3,2	2,1	1,3	
							3,9	1,5	0,4	
	38,0	35,0	1,80				3,4	2,2	1,4	
							4,3	1,6	0,5	
	40,0	37,0	1,90				3,6	2,4	1,4	
							4,8	1,8	0,5	
	43,0	40,0	2,00				3,8	2,5	1,5	1,0
							5,2	1,9	0,6	0,2
	48,0	45,0	2,10				4,0	2,6	1,6	1,0
							5,7	2,1	0,6	0,2
	58,0	52,0	2,30				4,3	2,9	1,7	1,1
							6,7	2,5	0,7	0,3
	64,0	60,0	2,50				4,7	3,1	1,9	1,2
							7,8	2,9	0,9	0,3
	72,0	68,0	2,70				5,1	3,4	2,1	1,3
							9,0	3,3	1,0	0,4
	87,0	80,0	3,00				5,7	3,7	2,3	1,5
							10,8	4,0	1,2	0,4
	100,0	97,0	3,40				6,4	4,2	2,6	1,7
							13,5	5,0	1,5	0,5
	127,0	122,0	4,00					5,9	3,9	2,9
								8,9	5,0	0,7
	140,0	144,0	4,50					5,6	3,4	2,2
								8,2	5,5	0,8

Uponor komposiitiputkien mitoitus



Ulkohalkaisija x seinämän vahvuus (mm)	16 x 2	20 x 2,25	25 x 2,5	32 x 3	40 x 4	50 x 4,5	63 x 6	75 x 7,5	90 x 8,5	110 x 10
Sisähalkaisija (mm)	12	15,5	20	26	32	41	51	60	73	90
Kertavastuskertoin ζ										
Putken ekvivalentti pituus L_{ekv} (m)	ζL_{ekv}	ζL_{ekv}	ζL_{ekv}	ζL_{ekv}	ζL_{ekv}	ζL_{ekv}	ζL_{ekv}	ζL_{ekv}	ζL_{ekv}	ζL_{ekv}
Kulma 90° 	4,4 2,0	3,0 1,9	2,8 2,4	2,3 2,7	2,0 3,1	1,6 3,3	1,4 3,8	1,4 4,6	3,7 15,4	2,9 15,5
Kulma 45° 	- -	- -	1,5 1,3	1,2 1,4	1,2 1,8	0,8 1,7	0,8 2,2	0,8 2,2	0,7 2,9	0,6 3,2
Supistus 	1,7 0,8	1,2 0,8	1,0 0,9	0,9 1,1	0,8 1,2	0,6 1,2	0,6 1,6	0,5 1,6	0,5 2,1	0,7 3,7
Haara sivuvirtauksen suuntaan 	5,2 2,4	3,6 2,3	3,2 2,7	2,6 3,1	2,4 3,7	1,9 3,9	1,7 4,6	1,7 5,6	3,7 15,4	2,9 15,5
Haara läpivirtauksen suuntaan 	1,2 0,6	0,8 0,5	0,8 0,7	0,7 0,8	0,5 0,8	0,4 0,8	0,4 1,1	0,4 1,3	0,5 2,1	0,4 2,1
T-haara 	4,6 2,1	3,2 2,0	2,9 2,5	2,3 2,7	2,1 3,2	1,7 3,5	1,5 4,1	1,5 4,9	2,2 9,1	1,7 9,1

L_{ekv} = putken ekvivalenttipituus [m] L_{ekv} on laskettu virtausnopeudella 2 m/s.

ζ = kertavastuskertoin [-]

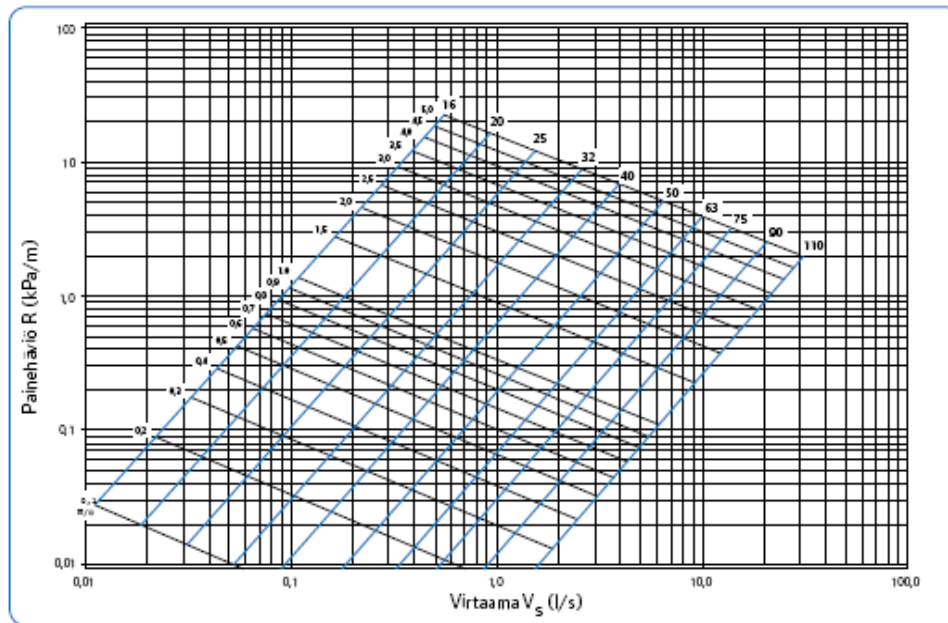
Uponor komposiittiputkien mitoitus

Käyttövesiputkien mitoituksen vastaavuustaulukko
kytkentäjohtojen mitoituksessa

Kupariputki/Uponor-komposiittiputki

Vesikalusteen normivirtaama dm ³ /s	Kupariputki			Uponor-komposiittiputki		
	Putkikoko du x s	Nopeus m/s	Painehäviö kPa/m	Putkikoko du x s	Nopeus m/s	Painehäviö kPa/m
0,1	10 x 0,8	1,8	9,5	16 x 2	0,9	1,1
	12 x 1	1,3	4,0			
	15 x 1	0,8	1,1			
0,2	10 x 0,8	4,6	36,0	16 x 2	1,8	3,6
	12 x 1	2,5	15,0			
	15 x 1	1,5	4,0			
0,3	12 x 1	3,8	34,0	16 x 2	2,7	7,3
	15 x 1	2,3	9,0			
	18 x 1	1,5	3,0			

Uponor komposiitiputkien mitoitus









Uponor-komposiittiputkien mitoitukskäyrästä, käytä pötee vedelle +10°C. Lämpötilassa +55°C painehäviöt ovat n. 20 % pienemmät.

du x s (mm) Δt (°C)	Lämmitysteho, W						
	16 x 2	20 x 2,25	25 x 2,5	32 x 3	40 x 4	50 x 4,5	63 x 6
10	1200	2450	5000	9750	17500	35000	62500
20	2500	5000	10000	20000	35000	67500	122500
30	3600	6950	14900	30000	52000	104000	185000

Uponor-komposiittilämmityspotkien taulukkomititus, putkien maksimi painehäviö 100 Pa/m.

LIITE 2 (5).

Uponor komposiitiputkien mitoitus

Ulkohalkaisija x seinämän vahvuus (mm)	16 x 2	20 x 2,25	25 x 2,5	32 x 3	40 x 4	50 x 4,5	63 x 6	75 x 7,5	90 x 8,5	110 x 10
Sisähalkaisija (mm)	12	15,5	20	26	32	41	51	60	73	90
Kertavastuskerroin ζ										
Putken ekvivalentti pituus L_{ekv} (m)	ζL_{ekv}	ζL_{ekv}	ζL_{ekv}	ζL_{ekv}	ζL_{ekv}	ζL_{ekv}	ζL_{ekv}	ζL_{ekv}	ζL_{ekv}	ζL_{ekv}
Kulma 90° 	4,4 2,0	3,0 1,9	2,8 2,4	2,3 2,7	2,0 3,1	1,6 3,3	1,4 3,8	1,4 4,6	3,7 15,4	2,9 15,5
Kulma 45° 	- -	- -	1,5 1,3	1,2 1,4	1,2 1,8	0,8 1,7	0,8 2,2	0,8 2,2	0,7 2,9	0,6 3,2
Supistus 	1,7 0,8	1,2 0,8	1,0 0,9	0,9 1,1	0,8 1,2	0,6 1,2	0,6 1,6	0,5 1,6	0,5 2,1	0,7 3,7
Haara sivuvirtauksen suuntaan 	5,2 2,4	3,6 2,3	3,2 2,7	2,6 3,1	2,4 3,7	1,9 3,9	1,7 4,6	1,7 5,6	3,7 15,4	2,9 15,5
Haara läpivirtauksen suuntaan 	1,2 0,6	0,8 0,5	0,8 0,7	0,7 0,8	0,5 0,8	0,4 0,8	0,4 1,1	0,4 1,3	0,5 2,1	0,4 2,1
T-haara 	4,6 2,1	3,2 2,0	2,9 2,5	2,3 2,7	2,1 3,2	1,7 3,5	1,5 4,1	1,5 4,9	2,2 9,1	1,7 9,1

L_{ekv} = putken ekvivalenttipituus [m] L_{ekv} on laskettu virtausnopeudella 2 m/s.
 ζ = kertavastuskerroin [-]

LIITE 3 (1).**Viemäreiden mitoitus**

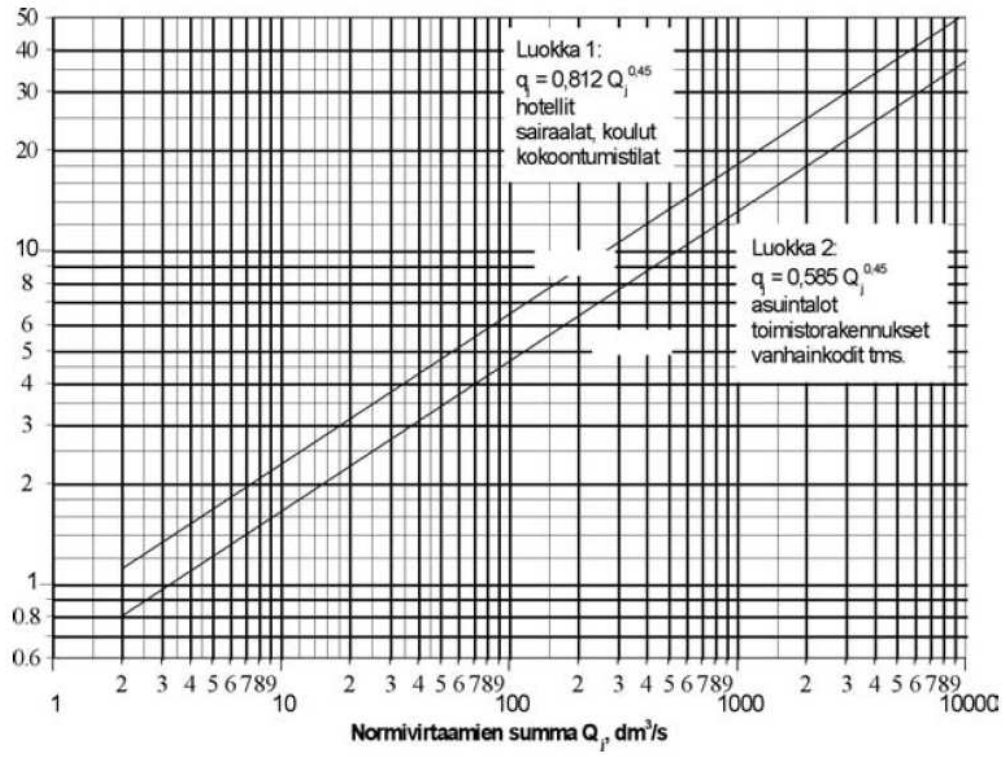
Viemäripiste ¹⁾	Normivirtaama dm ³ /s	Huomautus
Pesuallas	0,3	
Pesuistuin	0,3	
Kylpyamme tai suihkuallas	0,9	
Suihku	0,6	
WC-istuin	1,8	
Astianpesuallas	0,6	
Astianpesuallas ammattikäyttö, 2-altainen	0,6	Ravintolassa rasvan- erottimen kautta.
Astianpesuallas ammattikäyttö, 3-altainen	0,9	
Astianpesukone, kotitalous	0,6	1)
Astianpesukone, ravintola	1,2	DN 110 lattiakaivoon
Pesukone, kotitalous	0,6	1)
Pesukone, talopesula tai vastaava	1,2	DN 110 lattiakaivoon
Tasapohja-allas tai kaatoallas	0,6	
Urinaali huuhteluventtiilillä	0,6	
Urinaali huuhteluhanalla	0,3	
Huuhteluallas, sairaala	1,8	
Pesukouru/metri (samanaikaisuuskerroin 1)	0,4	0,3 dm ³ /s pesupaikka
Juoma-allas	-	Virtaamia ei oteta huomioon mitoituksessa.
Sylkyallas	-	
Lattiakaivo DN 50	≤ 0,9 dm ³ /s ²⁾	
Lattiakaivo DN 75 (DN70)	≤ 1,5 dm ³ /s ²⁾	
Lattiakaivo DN 110 (DN100)	≤ 1,8 dm ³ /s ²⁾	

¹⁾ Ei oteta mitoituksessa huomioon viemäritäessä toisen vesipisteen vesilukkoon.

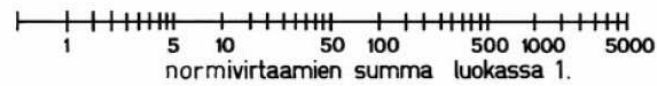
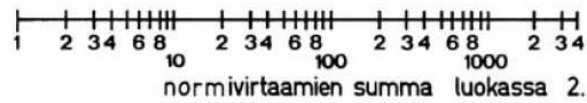
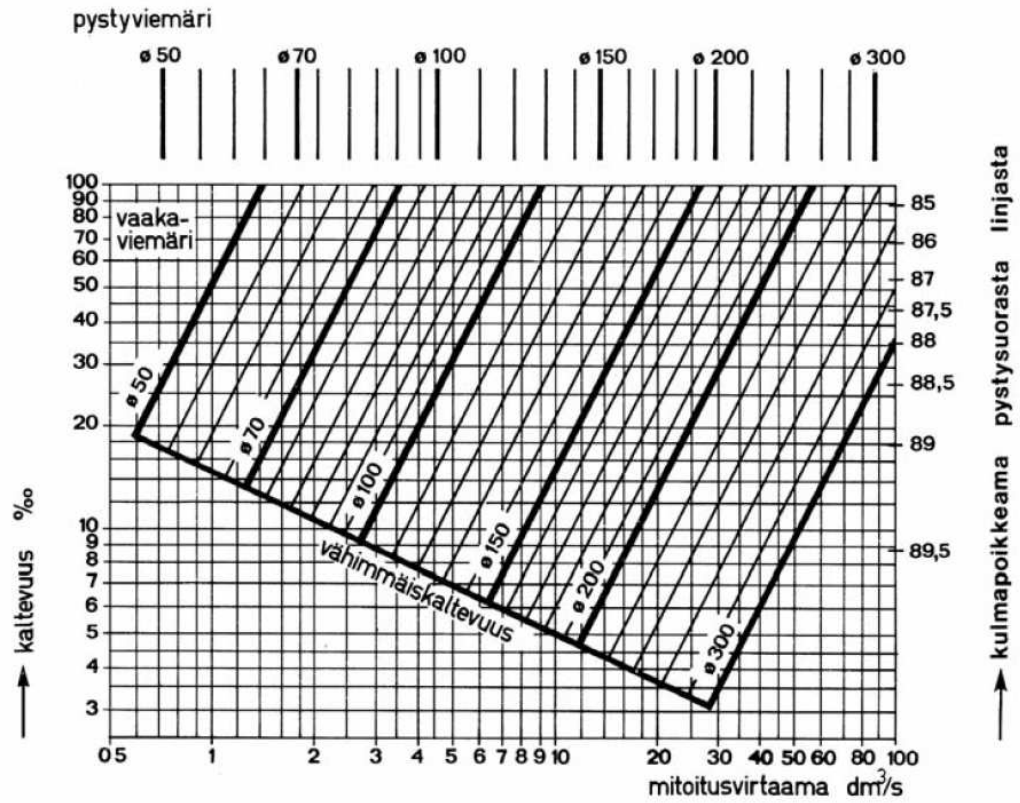
²⁾ Viemäripisteiden normivirtaamien enimmäissumma, joka voidaan viemäroidä lattiakaivon kautta.
Laskettu normivirtaamien summa otetaan huomioon viemärin mitoituksessa. Asuinhuoneiston, hotellin tms. märkätilassa otetaan viemärin mitoituksessa huomioon vain suurin lattiakaivoon tuleva viemäripisteen normivirtaama.

LIITE 3 (2).

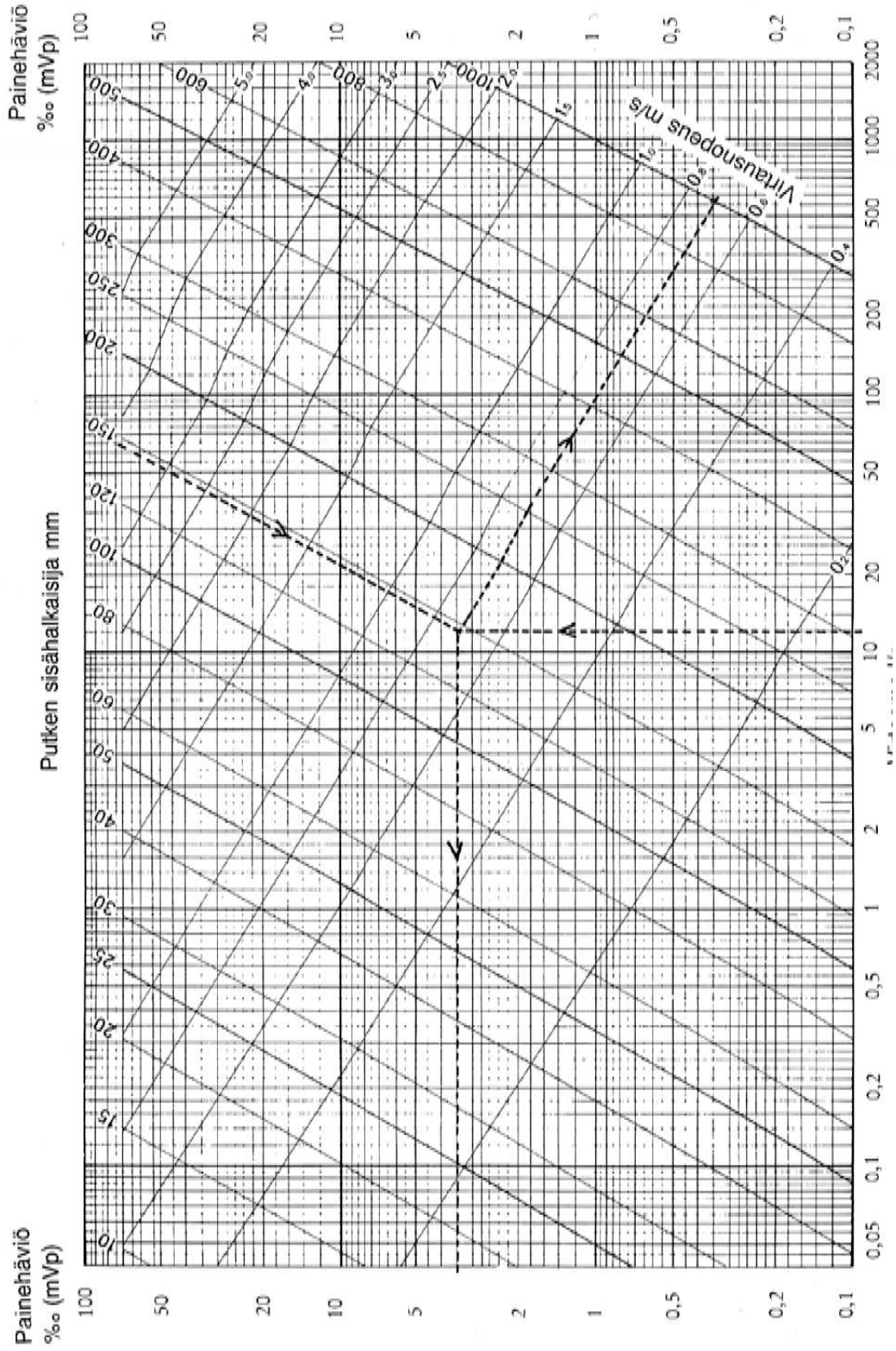
Viemäreiden mitoitus



Viemäreiden mitoitus



Paineviemäreiden mitoitus



Putkistojen, sadevesijärjestelmien ja juomavesiputkien sulanapito sekä saattolämmitys

Iserajoittuvat lämpökaapelit



Jäämminen voi vaurioittaa rystyskouruisia, sryksyntyviä, sadevesiviemäjiä, -kalvoja, vesiputksia, jne. Iserajoittuvien kaapeleiden avulla suojaudutaan jäärimavaurioilta.

Iserajoittuvat lämpökaapelit eivät ylikuumentune, vaikka kaapelit koskettaisivat toisiaan tai riselisivät keskenään.

Iserajoittuva lämpökaapeli varustetaan yhdellä liitoskaapelilla. Kaapelit mitoitetaan ja valmistetaan asennettavien kohteiden mukaan.

Vesi- ja sadevesiviemäriputkien sulanapitoon sisä- tai ulkopuolelle:

- pipeguard-10
- pipeguard-25
- pipeguard-33
- pipeguard-55
- frostguard FT-15

Sadevesijärjestelmien, kattojen ja portaiden sulanapitoon sisä- tai ulkopuolelle:

- iceguard-18/36
- iceguard-18/36
- pipeheat DPH-10 (jos kaapeli asennetaan putken sisään on se varustettava painelämpöviemällä).
- Lämpimän käyttöveden saattolämmitykseen putken ulkopuolelle:
- hotwatt-55

Juomavesiputkien sulanapitoon sisä- tai ulkopuolelle:

- pipeguard-10
- pipeguard-25
- pipeguard-33
- pipeguard-55

SSTL nro	Tyyppi	ohjeellinen kabinointi-ala	Väri	Käyttökohteet	Toivo/C 230V	Max A	Mitat mm	Takuuus- säide minimi	Päälyys- välipää
04 312 10	pipeguard-10	1,25 m ²	sin.	Puikotot saatto- lämmitys	10 W/m / 10°C	16	5,8 x 11,8	25 mm	TPE
04 312 26	pipeguard-25	1,25 m ²	pun.	Puikotot saatto- lämmitys	25 W/m / 10°C	16	5,8 x 11,8	25 mm	TPE
04 312 33	pipeguard-33	1,25 m ²	ruok.	Saattolämmitys	33 W/m / 10°C	16	5,8 x 11,8	25 mm	TPE
04 312 15	frostguard FT-15	1,25 m ²	must.	Puikotot saatto- lämmitys	15 W/m / 10°C	16	4,8 x 10,8	25 mm	TPE
04 312 36	iceguard- 18/35	1,25 m ²	must.	Katot, rystysläki ja sadevesiviemärit	18 W/m / 6°C, jäätävällä 36 W/m	16	5,5 x 11,5	25 mm	UV-suojattu TPE
04 312 11	pipeheat DPH-10	0,75 m ²	sin.	Puikotot juomavesi- putken sulanapito	10 W/m / 10°C	10	5,2 x 7,3	35 mm	Fluoro- polymer
04 312 55	hotwatt-55	1,25 m ²	vihri.	Lämpimän käyttöve- den saattolämmitys	8 W/m / 55°C	16	5,5 x 11,5	25 mm	TPE

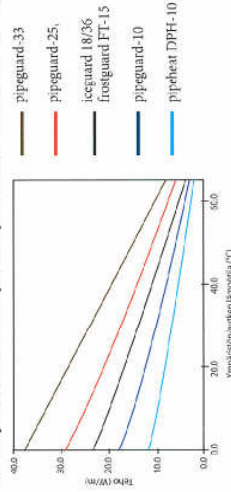
1) Korkein sallittu lämpötilä jäämättömyyden 65 °C ja lämmitettävää 85 °C.

2) Korkein sallittu lämpötilä jäämättömyyden 65 °C ja lämmitettävää 65 °C.

Kaikkien iserajoittuvien kaapeleiden takuu on 2 vuotta.

(TPE - The thermoplastic elastomer insulation)

Iserajoittuvien lämpökaapeleiden lämmönluovutustehot



Ympäristölämpötila (°C)

Teh (W/m)

0.0 10.0 20.0 30.0 40.0 50.0 60.0

0.0 10.0 20.0 30.0 40.0 50.0 60.0

Taulukoita, tarvikkeet

Iserajoittuvien lämpökaapeleiden enimmäispituudet

Iserajoittuvien lämpökaapeleiden sulakkeen mitoituksalukko eri pituuksilla ja kytkentälämpötiloilla:

Ympäristö- lämpötila °C	pipeguard-10 ylivirtasuojia			pipeguard-25 ylivirtasuojia			pipeguard-33 ylivirtasuojia			iceguard-18/36 frostguard FT-15 ylivirtasuojia			pipeheat DPH-10			hotwatt-55			
	10 A	16 A	10 A	16 A	10 A	15 A	10 A	15 A	10 A	16 A	10 A	16 A	10 A	16 A	10 A	16 A	10 A	16 A	
-20 °C	87	144	51	58	38	45	64	77											
-10 °C	102	166	57	66	43	51	71	89											
0 °C	116	187	66	77	50	60	83	102											
+10 °C	125	196	77	90	58	70	96	117											

Tarvikkeet

SSTL nro	Tuote	Kuva
04 312 80	Kytkentä- ja loppupääte rasiaan	
04 312 82	Liitäntäpakkkaus liitoskaapelin ja loppupääte	
04 312 85	Jatkopakkaus lämpökaapeli/lämpökaapeli	
04 312 87	Vedonpoistokoukku ja etäisyyskiinnite	
04 312 89	Tiivistekumi pg-16	
60 165 60	Alumiiniteippi 50 m	
81 740 93	deviclip kattokiinnite	
81 740 98	deviclip kaapelinkannatin 25 kpl	

DEVI OY

Puh.: 0207 569 220 Fax: 0207 569 230 www.devif.fi

DEVI OY

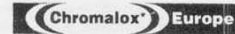
Puh.: 0207 569 220 Fax: 0207 569 230 www.devif.fi

DEVI OY

Puh.: 0207 569 220 Fax: 0207 569 230 www.devif.fi

Member of the Danfoss Group

Member of the Danfoss Group



LÄMPÖHÄVIÖT W/m

Eriste mm	ΔT°C	Putkikoko – DN (tuumaa) – Ulkohalkaisija (mm)															
		1/4 14	1/2 21	3/4 27	1 34	1 1/4 42	1 1/2 48	2 60	2 1/2 75	3 90	4 114	6 168	8 219	10 273	12 324	14 356	16 406
20	20	3.6	4.6	5.4	6.3	7.3	8.0	9.5	11.5	13.1	16.1	22.4	28.5	34.7	40.5	44.1	49.7
	30	5.8	7.0	8.2	9.6	11.1	13.3	14.8	17.5	20	24.5	34.3	43.5	53	61.9	67.4	75.8
	40	7.5	9.5	11.1	13	15.1	16.7	19.7	23.8	27.1	33.3	46.5	59	71.9	83.9	91.3	102.8
	50	9.6	12.1	14.2	16.5	19.2	21.2	25.1	30.3	34.4	42.3	59.1	75	91.4	106.6	116	130.6
	60	11.7	14.8	17.3	20.2	23.5	25.9	30.6	36.9	42	51.6	72	91.5	111.5	130	141.5	159.2
25	20	3.2	4	4.7	5.4	6.2	6.8	8	9.6	10.9	13.3	18.5	23.4	28.4	33.1	36	40.6
	30	4.9	6.1	7.1	8.3	9.5	10.4	12.3	14.7	16.6	20.3	28.3	35.7	43.4	50.6	55	61.9
	40	6.7	8.3	9.7	11.2	12.9	14.2	16.7	19.9	22.6	27.6	38.4	48.4	58.8	68.6	74.6	82.9
	50	8.5	10.6	11.4	14.2	16.4	18	21.2	25.4	28.7	35.1	48.8	61.5	74.8	87.1	94.8	106.7
	60	10.4	12.9	15	17.4	20	22	25.9	30.9	35	42.8	59.5	75	91.2	106.3	115.6	130.1
30	20	2.9	3.6	4.2	4.8	5.5	6	7	8.4	9.4	11.5	15.8	19.9	24.1	28.1	30.6	34.4
	30	4.5	5.5	6.4	7.3	8.4	9.2	10.7	12.8	14.4	17.5	21.2	30.4	36.9	42.9	46.7	52.5
	40	6.1	7.5	8.7	10	11.4	12.5	14.6	17.3	19.6	23.8	32.8	41.2	50	58.2	63.3	71.2
	50	7.7	9.6	11	12.7	14.5	15.9	18.5	22	24.9	30.2	41.7	52.4	63.6	74	80.4	90.5
	60	9.5	11.7	13.4	15.5	17.7	19.4	22.6	26.9	30.3	36.9	50.9	63.9	77.5	90.2	99.1	110.4
40	20	2.8	3.1	3.6	4	4.6	5	5.8	6.8	7.6	9.1	12.5	15.5	18.8	22.3	23.7	26.6
	30	3.9	4.8	5.4	6.2	7	7.6	8.8	10.4	11.6	14	19	23.7	28.6	33.2	36.1	40.5
	40	5.3	6.5	7.4	8.4	9.5	10.3	11.9	14	15.7	18.9	25.9	32.2	38.8	45.1	49	55
	50	6.3	8.2	9.4	10.7	12.1	13.1	15.2	17.9	20	24.1	32.8	40.9	49.4	57.3	62.2	69.9
	60	8.3	10	11.4	13	14.7	16	18.8	21.8	24.4	29.4	40.1	49.9	60.3	69.9	75.9	85.3
50	20	2.3	2.8	3.2	3.6	4.0	4.3	5.0	5.8	6.5	7.7	10.4	12.9	15.5	17.9	19.4	21.8
	30	3.6	4.3	4.8	5.6	6.1	6.6	7.8	8.9	9.9	11.8	15.9	19.4	23.7	27.4	29.7	33.3
	40	4.8	5.8	6.5	7.4	8.3	9.0	10.3	12	13.4	16	21.6	26.7	32.1	37.1	40.3	54.1
	50	6.2	7.4	8.3	9.4	10.6	11.4	13.1	15.3	17.1	20.4	27.4	32	40.8	47.2	51.2	57.4
	60	7.5	9	10.2	11.5	12.9	14	16	18.7	20.8	24.8	33.5	41.4	49.8	57.6	62.5	70
60	20	2.2	2.6	2.9	3.2	3.6	3.9	4.4	5.2	5.7	6.8	9	11.1	13.3	15.3	16.6	18.6
	30	3.3	3.9	4.4	4.9	5.5	6.0	6.8	7.9	8.7	10.4	13.8	17	20.3	23.4	24.4	28.4
	40	4.5	5.3	6	6.7	7.5	8.1	9.2	10.7	11.8	14.1	19.7	23	27.5	31.8	34.4	38.5
	50	5.7	6.8	7.6	8.5	9.5	10.3	11.7	13.6	15.1	17.9	23.8	29.3	35	40.4	43.7	49
	60	7.0	8.3	9.3	10.4	11.6	12.5	14.3	16.6	18.4	21.8	29	35.7	42.7	49.3	53.4	59.7
80	20	1.9	2.3	2.5	2.8	3.1	3.3	3.8	4.3	4.8	5.6	7.3	8.9	10.5	12.1	13	14.6
	30	3.0	3.5	3.9	4.3	4.8	5.1	5.7	6.6	7.3	8.5	11.1	13.5	16.1	18.4	19.9	22.2
	40	4	4.7	5.2	5.8	6.5	6.9	7.8	8.9	9.8	11.5	15.1	18.4	21.8	25	27	30.1
	50	6.3	7.3	8.1	9	10	10.7	12.1	13.9	15.3	17.9	23.4	28.5	33.8	38.8	41.9	46.8
	60	8.6	10.1	11.2	12.5	13.8	14.8	16.7	19.1	21	24.7	32.3	39.3	46.6	53.5	57.8	64.4

Eriste	Lämmönjohtavuus W/m°C	Korjauskerroin
Lasivilla	0,036	1,00
Mineraalivilla	0,038	1,06
Vaahtomuovi	0,042	1,17
Polyuretaanivahto	0,024	0,67

LIITE 7 (1)

Lattialämmityksen mitoitus

UPONOR SUOMI OY
PL 145, KYLÄNPORTTI 2
02941 ESPOO
Puh. 020 129 211

Päiväys
220808
Päiväyksen
190808

Painehäviölaskenta 1:3
Käsitteijä
JONI OKSANEN
Vastaanottaja

KARI KAREINEN
JORMAKKA OY
PENTTILÄNKATU 1 B, 2KRS
80220 JOENSUU

Kohdenro : 4081563
Kohde : LAKE HUVGSUL
Laatu : 3KRS, UR, AL
Nimi : HUVILAT/HONKA OY
Osoite :
Kaupunki : MONGOLIA

WIRSBO LATTIALÄMMITYSJÄRJESTELMÄ
Laskelmat tehty seuraavin perustein:

RYHMÄ: LSV1
JAKAJA: JT1

Piiri nro/nimi	Piiri pituus	Järj. mm	K/K mm	Lämp °C	Teho W/m²	Lattia- rakenne	Päällys W/mK	Lämm. levy	Kasett levy	Uiva levy	Lastu levy	Säätö arvo	Virt. l/s	Paineh. kPa
11 WC,ET	30.0	20mm	300	20	40	Puu	Klinkkeri	23	0	0	0	2.2	0.017	0.2
12 AULA	51.0	20mm	300	20	40	Puu	Parketti	39	0	0	0	2.8	0.029	1.2
13 AULA	51.0	20mm	300	20	40	Puu	Parketti	39	0	0	0	2.8	0.029	1.2
14 KHH	77.0	20mm	300	20	40	Puu	Klinkkeri	60	0	0	0	4.2	0.044	3.9
15 KT	71.0	20mm	300	20	40	Puu	Parketti	55	0	0	0	3.4	0.041	3.1
16 RUOK	72.0	20mm	300	20	40	Puu	Parketti	56	0	0	0	3.5	0.041	3.2
17 RUOK	72.0	20mm	300	20	40	Puu	Parketti	56	0	0	0	3.5	0.041	3.2
18 OH	78.0	20mm	300	20	40	Puu	Parketti	61	0	0	0	5.0	0.045	4.0
19 OH	78.0	20mm	300	20	40	Puu	Parketti	61	0	0	0	5.0	0.045	4.0
110 OH	78.0	20mm	300	20	40	Puu	Parketti	61	0	0	0	5.0	0.045	4.0

JT:n painehäviö : 5.938 kPa Maks. pintalämp.: 23.9 °C Mit.painehäviö: 5.938 kPa
Kokonaisvirtaama: 0.378 l/s Maks. vedenlämp.: 43.7 °C

SYÖTTÖJOHDOT:

Mistä	Mihin	Koko	Pituus m	Virtaama l/s	R x l kPa	KV kPa
LSV1	JT1	PE-RT25	2x 0.1	0.378	0.2	1.9

PE-RT UNIPIPE

RYHMÄN PUMPPUARVOT: LSV1

Kokonais painehäviö : 8.0 kPa
Kokonais virtaama : 0.378 l/s (22.7 l/min)
Veden maksimilämpötila : 43.7 °C
Lämpötilaero meno/paluu: 5.0 °C
Maksimi pintalämpötila : 23.9 °C

* * * * * WIRSBO LATTIALÄMMITYS V 4.6 * * * * *

LIITE 7 (2).

Lattialämmityksen mitoitus

Painehäviölaskenta 2:3

RYHMÄ: LSV2

JAKAJA: JT2

Piiri nro/nimi	Piiri pituus	Järj. mm	K/K mm	Lämp °C	Teho W/m²	Lattia-rakenne	Päällys W/mK	Lämm. Levy	Kasett	Uiva levy	Lastu levy	Säätö arvo	Virt. l/s	Paineh. kPa
21 s	68.0	20mm	300	20	40	Puu	Klinkkeri	53	0	0	0	5.0	0.039	2.8
22 KPH	48.0	20mm	300	20	40	Puu	Klinkkeri	37	0	0	0	2.9	0.028	1.0
23 PKH	65.0	20mm	300	20	40	Puu	Klinkkeri	50	0	0	0	3.6	0.037	2.4

JT:n painehäviö : 4.244 kPa Maks. pintalämp.: 23.9 °C Mit.painehäviö: 4.244 kPa
 Kokonaisvirtaama: 0.104 l/s Maks. vedenlämp.: 40.5 °C

SYÖTTÖJOHDOT:

Mistä	Mihin	Koko	Pituus m	Virtaama l/s	R x L kPa	KV kPa
LSV2	JT2	PE-RT25	2x 0.1	0.104	0.0	0.1

PE-RT UNIPIPE

RYHMÄN PUMPPUARVOT: LSV2

Kokonais painehäviö : 4.4 kPa
 Kokonais virtaama : 0.104 l/s (6.2 l/min)
 Veden maksimilämpötila : 40.5 °C
 Lämpötilaero meno/paluu: 5.0 °C
 Maksimi pintalämpötila : 23.9 °C

RYHMÄ: LSV3

JAKAJA: JT3

Piiri nro/nimi	Piiri pituus	Järj. mm	K/K mm	Lämp °C	Teho W/m²	Lattia-rakenne	Päällys W/mK	Lämm. Levy	Kasett	Uiva levy	Lastu levy	Säätö arvo	Virt. l/s	Paineh. kPa
31 WC,VH	59.0	20mm	300	20	40	Puu	Klinkkeri	46	0	0	0	2.7	0.034	1.9
32 MH	69.0	20mm	300	20	40	Puu	Parketti	54	0	0	0	2.9	0.040	2.8
33 ET	32.0	20mm	300	20	40	Puu	Parketti	25	0	0	0	2.0	0.018	0.2
34 MH	94.0	20mm	300	20	40	Puu	Parketti	73	0	0	0	5.0	0.054	6.7
35 KPH	48.0	20mm	300	20	40	Puu	Klinkkeri	37	0	0	0	2.5	0.028	1.0
36 MH	65.0	20mm	300	20	40	Puu	Parketti	50	0	0	0	2.8	0.037	2.4
37 PARVI	75.0	20mm	300	20	40	Puu	Parketti	58	0	0	0	3.0	0.043	3.6
38 PARVI	75.0	20mm	300	20	40	Puu	Parketti	58	0	0	0	3.0	0.043	3.6
39 PARVI	75.0	20mm	300	20	40	Puu	Parketti	58	0	0	0	3.0	0.043	3.6
310 MH	84.0	20mm	300	20	40	Puu	Parketti	65	0	0	0	3.3	0.048	4.9
311 MH	57.0	20mm	300	20	40	Puu	Parketti	44	0	0	0	2.7	0.033	1.7

JT:n painehäviö : 9.538 kPa Maks. pintalämp.: 23.9 °C Mit.painehäviö: 9.538 kPa
 Kokonaisvirtaama: 0.421 l/s Maks. vedenlämp.: 43.7 °C

LIITE 7 (3)

Lattialämmityksen mitoitus

Painenaviolaskenta 3:3

SYÖTTÖJOHDOT:

Mistä	Mihin	Koko	Pituus m	Virtaama l/s	R x L kPa	KV kPa
LSV3	JT3	PE-RT25	2x 0.1	0.421	0.2	2.3

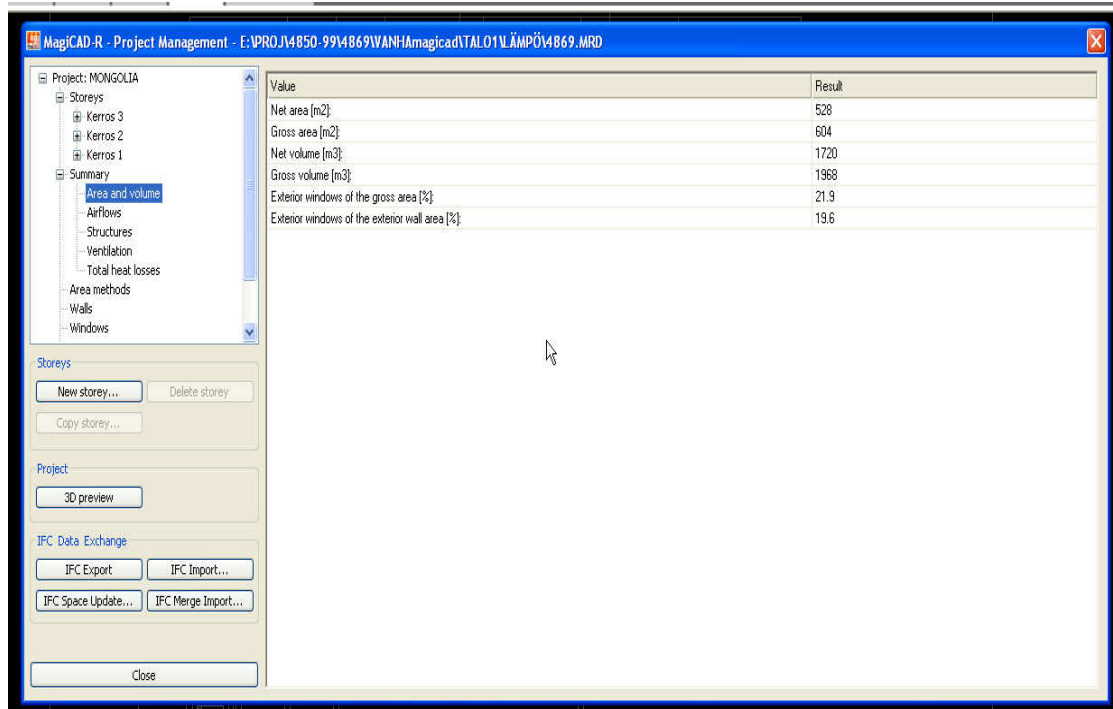
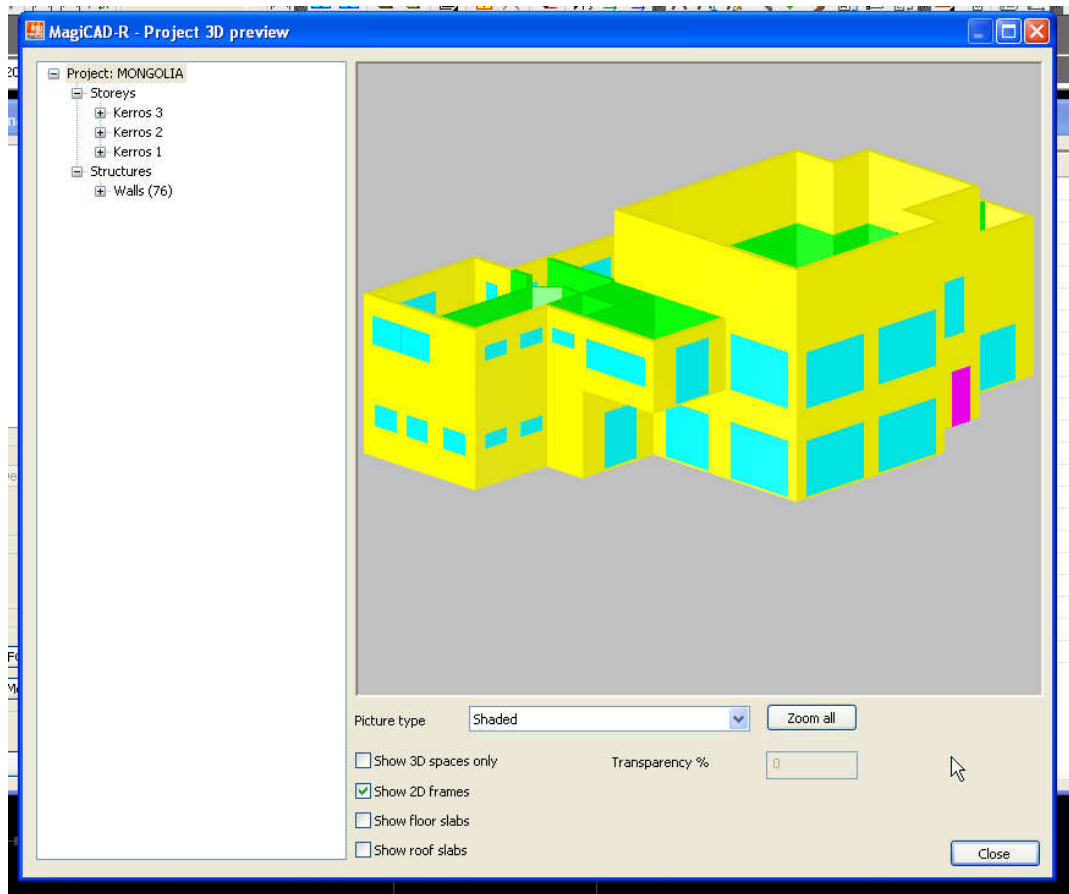
PE-RT UNIPIPE

RYHMÄN PUMPPUARVOT: LSV3

Kokonais painehäviö :	12.0 kPa
Kokonais virtaama :	0.421 l/s (25.2 l/min)
Veden maksimilämpötila :	43.7 °C
Lämpötilaero meno/paluu:	5.0 °C
Maksimi pintalämpötila :	23.9 °C

LIITE 8 (1)

Lämpöhäviöt



LIITE 8 (2). Lämpöhäviöt

MagiCAD-R - Project Management - E:\PROJ\4850-99\4869\WANH\Amagicad\TALO1\LÄMPÖ\4869.MRD

Project: MONGOLIA

- Stores
 - Kerros 3
 - Kerros 2
 - Kerros 1
- Summary
 - Area and volume
 - Airflows
 - Structures**
 - Ventilation
 - Total heat losses
- Area methods
 - Walls
 - Windows

Stores

New storey... Delete storey

Copy storey...

Project

3D preview

IFC Data Exchange

IFC Export IFC Import...

IFC Space Update... IFC Merge Import...

Close

Type	User code	Description	Area [m ²]	U [W/m ² ·C]	Q [W]
Interior walls	VS1	Väliseinä 1	400.0	3.00	0
Exterior walls	US1	Ulkoseinä 1	542.2	0.54	17553
Exterior windows	I2	Ikkuna X*1200 (leveys kysytään)	24.7	0.90	1335
Exterior windows	I3	Ikkuna X*600 (leveys kysytään)	5.0	0.90	272
Exterior windows	I1	Ikkuna X*X (max. koko)	102.6	0.90	5538
Exterior doors	O1	Ulko-ovi 1000	2.3	1.20	166
Exterior doors	O2	Ulko-ovi 900	1.9	1.20	136
Slabs	YP1	Yläpohja 1	258.0	0.12	1858
Slabs	VP1	Välpohja 1	321.8	2.00	0
Slabs	AP1	Alapohja (ulkoilmaan raj.)	257.9	0.16	2476
Heat flows through structures					29333

MagiCAD-R - Project Management - E:\PROJ\4850-99\4869\WANH\Amagicad\TALO1\LÄMPÖ\4869.MRD

Project: MONGOLIA

- Stores
 - Kerros 3
 - Kerros 2
 - Kerros 1
- Summary
 - Area and volume
 - Airflows
 - Structures
 - Ventilation
 - Total heat losses**
- Area methods
 - Walls
 - Windows

Stores

New storey... Delete storey

Copy storey...

Project

3D preview

IFC Data Exchange

IFC Export IFC Import...

IFC Space Update... IFC Merge Import...

Close

Storey	[W/m ²]	[W/m ³]	[W]
Kerros 3	55	18	5981
Kerros 2	57	19	14741
Kerros 1	78	21	16770
Total heat losses in the rooms	65	20	37492

Materiaaliluettelo lattialämmitys

MagiCAD HPV - Bill of materials							
Project: Malliprojekti							
Date: 19.12.2008							
Range: FLOOR HEATING							
Class	Size	Series	Product	N	L[m]	insul.series	s[mm]
Pipe		32	Unipipe		17.6		
Pipe		40	Unipipe		18.6		
Pipe		50	Unipipe		38.3		
Pipe		63	Unipipe		11.2		
Bend-90		32	Unipipe		12		
Bend-90		40	Unipipe		14		
Bend-90		50	Unipipe		18		
Bend-90		63	Unipipe		4		
T-branch-90	50/32		Unipipe		4		
T-branch-90	50/40		Unipipe		2		
T-branch-90	63/50		Unipipe		4		
Joint part		32	Unipipe		2		
Reduction	50/32		Unipipe		2		
Reduction	50/40		Unipipe		2		
Reduction	63/40		Unipipe		2		
Manifold	- / - / - / - / -		MANIFOLD-F-1-10-L-PRO- ¹ -6- ¹ - ¹ - ¹		1		
Manifold	25 / 20 / 20 / 20 / 20 / 20		MANIFOLD-F-1-10-L-PRO- ¹ -6- ¹ - ¹ - ¹		1		
Manifold	40 / 20 / 20 / 20 / 20 / 20		MANIFOLD-F-1-10-L-PRO- ¹ -6- ¹ - ¹ - ¹		1		
Manifold	- / - / - / - / - / -		MANIFOLD-F-1-10-L-PRO- ¹ -6- ¹ - ¹ - ¹		1		
Manifold	40 / 20 / 20 / 20 / 20 / 20 / 20		MANIFOLD-F-1-10-L-PRO- ¹ -6- ¹ - ¹ - ¹		1		
Manifold	- / - / - / - / -		MANIFOLD-F-1-10-R-PRO- ¹ -4- ¹ - ¹ - ¹		1		

LIITE 10 (1).

Materiaaliluettelo vesi- ja viemärijärjestelmät

MagiCAD HPV - Bill of materials							
Project: Malliprojekti							
Date: 10.12.2008							
Range: WATER AND DRAINAGE							
Class	Size	Series	Product	N	L(m)	insul./series	s(mm)
Pipe	16	Unipipe			101.4		
Pipe	20	Unipipe			50.8		
Pipe	25	Unipipe			35.8		
Bend-90	16	Unipipe		104			
Bend-90	20	Unipipe		24			
Bend-90	25	Unipipe		17			
T-branch-90	16/16	Unipipe		23			
T-branch-90	16/20	Unipipe		1			
T-branch-90	20/16	Unipipe		18			
T-branch-90	20/20	Unipipe		1			
T-branch-90	25/16	Unipipe		4			
T-branch-90	25/20	Unipipe		5			
Joint part	16	Unipipe		1			
Reduction	20/16	Unipipe		11			
Reduction	25/20	Unipipe		2			
Plug	16	Unipipe		1			
Water point		K1	KEITTIÖHANA (0.2)	2			
Water point		PA1	PESUALLASHANA+BIDE (0.1)	8			
Water point		PK1	PESUKONE	1			
Water point		S1	SUIHKU (0.2)	8			
Water point		S2	KYLPYAMMEHANA (0.3)	2			
Water point		VP1	WATER POINT	2			
Water point		WC1	WC	7			
Sewage pipe	32	PP			1.3		
Sewage pipe	50	PP			10.8		
Sewage pipe	75	PP			21.3		
Sewage pipe	75	PP			1.7	L100	100
Sewage pipe	110	PP			49.2		
Sewage pipe	110	PP			40.8	L100	100

LIITE 10 (2).

Materiaaliluettelo vesi- ja viemärijärjestelmät

Bend-45	50	PP		24			
Bend-45	75	PP		41			
Bend-45	110	PP		19			
Bend-45	110	PP		14	L100	100	
Bend-90	50	PP		1			
Bend-90	75	PP		2			
Bend-90	75	PP		1	L100	100	
Bend-90	110	PP		13			
Bend-90	110	PP		1	L100	100	
Bend-34	110	PP		1	L100	100	
Bend-68	110	PP		1	L100	100	
T-branch-45	75/50	PP		4			
T-branch-45	75/75	PP		4			
T-branch-45	110/50	PP		2			
T-branch-45	110/75	PP		7			
T-branch-45	110/110	PP		3			
T-branch-45	110/110	PP		1	L100	100	
T-branch-90	110/75	PP		2	L100	100	
T-branch-90	110/110	PP		5			
T-branch-90	110/110	PP		2	L100	100	
Joint part	110	PP		2	L100	100	
Reduction	75/50	PP		1			
Reduction	110/75	PP		1			
Reduction	110/75	PP		1	L100	100	
Sewer point (-)	32	KK1	KUIVAKAIVO-32	1			
Sewer point (-)	75	LK1	LATTIAKAIVO-75	12			
Sewer point (I)	50	PK1	PESUKONESUPPILO-32	2			
Sewer point (I)	50	VL1	VESILUKKO-50	8			
Sewer point (I)	75	VL2	VESILUKKO-75	2			
Sewer point (I)	110	WC1	WC-110	7			

LIITE 10 (1).

Materiaaliluettelo vesi- ja viemärijärjestelmät


MagiCAD HPV - Bill of materials							
Project: Malliprojekti							
Date: 19.12.2008							
Range: VENTILATION							
Class	Size	Series	Product	N	L(m)	Insul.series	s(mm)
Duct	100	Pyöreä	BDEK-6-010		4.0		
Duct	100	Pyöreä	BDEK-6-010		3.0	L50	50
Duct	100	Pyöreä	BDEK-6-010		0.8	L100	100
Duct	100	Pyöreä	BDEK-6-010		0.3	E180+LE	150
Duct	125	Pyöreä	BDEK-6-012		25.5		
Duct	125	Pyöreä	BDEK-6-012		11.0	E180+LE	150
Duct	180	Pyöreä	BDEK-6-018		12.0		
Duct	180	Pyöreä	BDEK-6-018		6.7	L50	50
Duct	180	Pyöreä	BDEK-6-018		0.8	L100	100
Duct	180	Pyöreä	BDEK-6-018		2.1	E180	80
Duct	180	Pyöreä	BDEK-6-018		14.4	E180+LE	150
Duct	200	Pyöreä	BDEK-6-020		10.9		
Duct	200	Pyöreä	BDEK-6-020		1.8	E180+LE	150
Duct	200x100	Suorak.	BAKK-1-020-010-0		2.8		
Bend-45	180	Pyöreä	BDEB-45-018	1		E180+LE	150
Bend-90	100	Pyöreä	BDEB-90-010	1			
Bend-90	100	Pyöreä	BDEB-90-010	2		L100	100
Bend-90	100	Pyöreä	BDEB-90-010	3		E180+LE	150
Bend-90	125	Pyöreä	BDEB-90-012	4			
Bend-90	125	Pyöreä	BDEB-90-012	8		E180+LE	150
Bend-90	180	Pyöreä	BDEB-90-018	5			
Bend-90	180	Pyöreä	BDEB-90-018	1		L50	50
Bend-90	180	Pyöreä	BDEB-90-018	1		L100	100
Bend-90	180	Pyöreä	BDEB-90-018	5		E180	80
Bend-90	180	Pyöreä	BDEB-90-018	3		E180+LE	150
Bend-90	200	Pyöreä	BDEB-90-020	3			
Bend-90	200	Pyöreä	BDEB-90-020	1		E180+LE	150
T-branch-90	100/100	Pyöreä	BDET-1-010-010	2			
T-branch-90	100/100	Pyöreä	BDET-1-010-010	1		E180+LE	150

LIITE 10 (2).

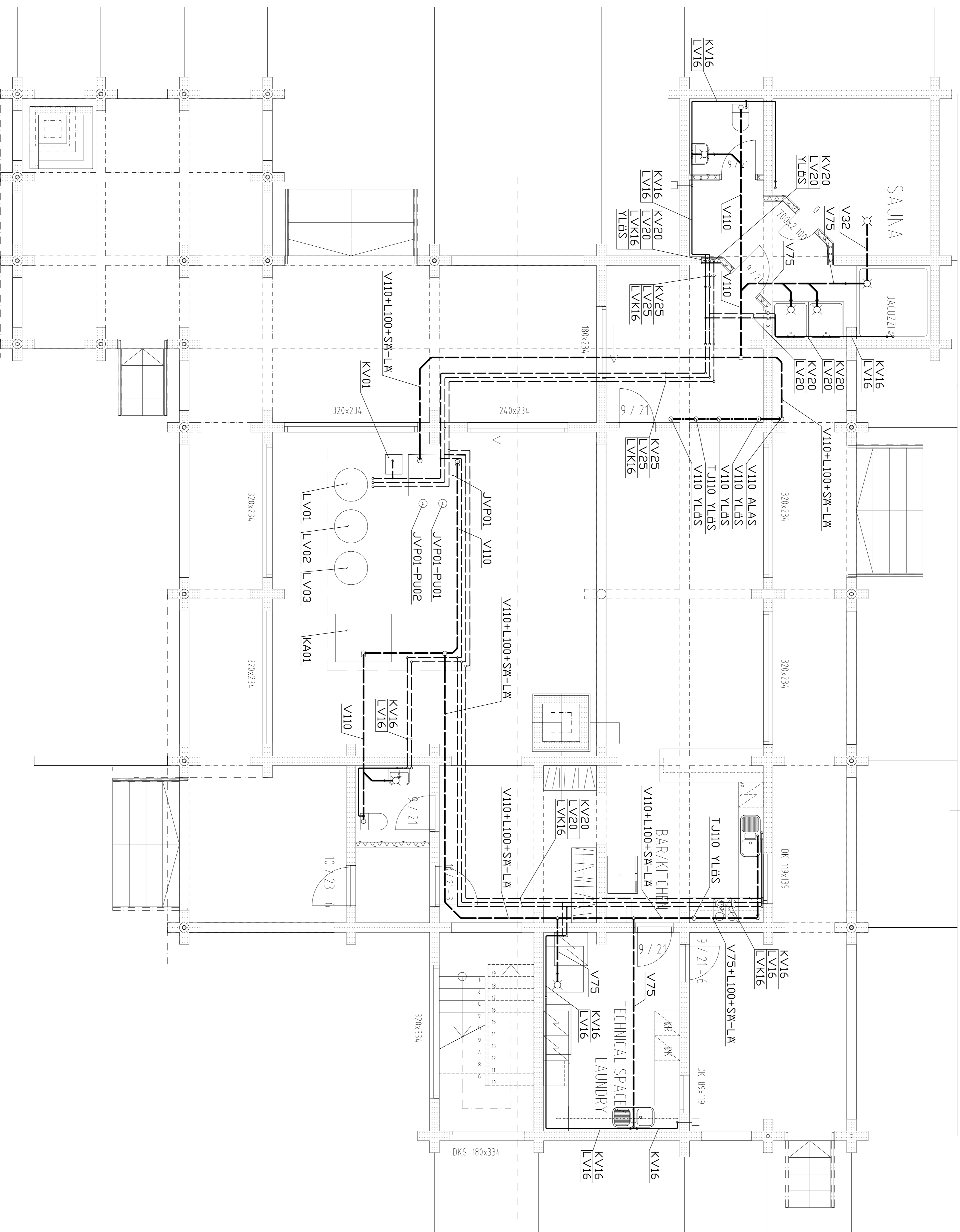
Materiaaliluettelo vesi- ja viemärijärjestelmät

T-branch-90	125/125	Pyöreä	BDET-1-012-012	5		
T-branch-90	180/125	Pyöreä	BDET-1-018-012	2		
T-branch-90	180/125	Pyöreä	BDET-1-018-012	4	E/80+LE	150
T-branch-90	180/180	Pyöreä	BDET-1-018-018	4		
T-branch-90	180/180	Pyöreä	BDET-1-018-018	1	L50	50
T-branch-90	200/200	Pyöreä	BDET-1-020-020	1	E/80+LE	150
T-branch-90	100x200/100	Suorak.		2		
Joint part	100	Pyöreä	BDEM-1-010	2	L100	100
Reduction	180/100	Pyöreä	BDED-1-018-010	1		
Reduction	180/100	Pyöreä	BDED-1-018-010	1	E/80+LE	150
Reduction	180/125	Pyöreä	BDED-1-018-012	1		
Reduction	180/125	Pyöreä	BDED-1-018-012	1	E/80+LE	150
Reduction	200/180	Pyöreä	BDED-1-020-018	1		
Reduction	200/180	Pyöreä	BDED-1-020-018	2	E/80+LE	150
Plug	100	Pyöreä	BDEG-1-010	1		
Plug	125	Pyöreä	BDEG-1-012	4		
Plug	180	Pyöreä	BDEG-1-018	1		
Plug	180	Pyöreä	BDEG-1-018	1	L50	50
Plug	200x100	Suorak.	BAKG-1-020-010-0	2		
Outdoor air device	125	US	RISV-200x200-125	1		
Outdoor air device	200	US	RISV-250x250-200	1		
Supply air device	180	T1	KTI-180	3		
Extract air device	100	P1	KSO-100	4		
Extract air device	125	P1	KSO-125	10		
Flow damper	200	SP2	IRIS-200	1	E/80+LE	150
Silencer	100	AV1	KVApr-100-800	1	E/80+LE	150
Silencer	125	AV1	KVApr-125-800	4	E/80+LE	150
Silencer	180	AV2	KVApr-180-1000	2		
Silencer	200	AV2	KVApr-200-1000	1	E/80+LE	150
Other component	125	LP1	LAMMIYSPATTERI-125	1		
Other component	180	LP1	LAMMIYSPATTERI-180	1		
Other component	180	LP1	LAMMIYSPATTERI-180	1	L100	100
Other component	100	P1	PUHALLIN-100	1		
Other component	125	S1	SUODATIN-125	1		
Box	500x500x800			4		
Connection node				1		

LIITE 12
LVI-piirustukset

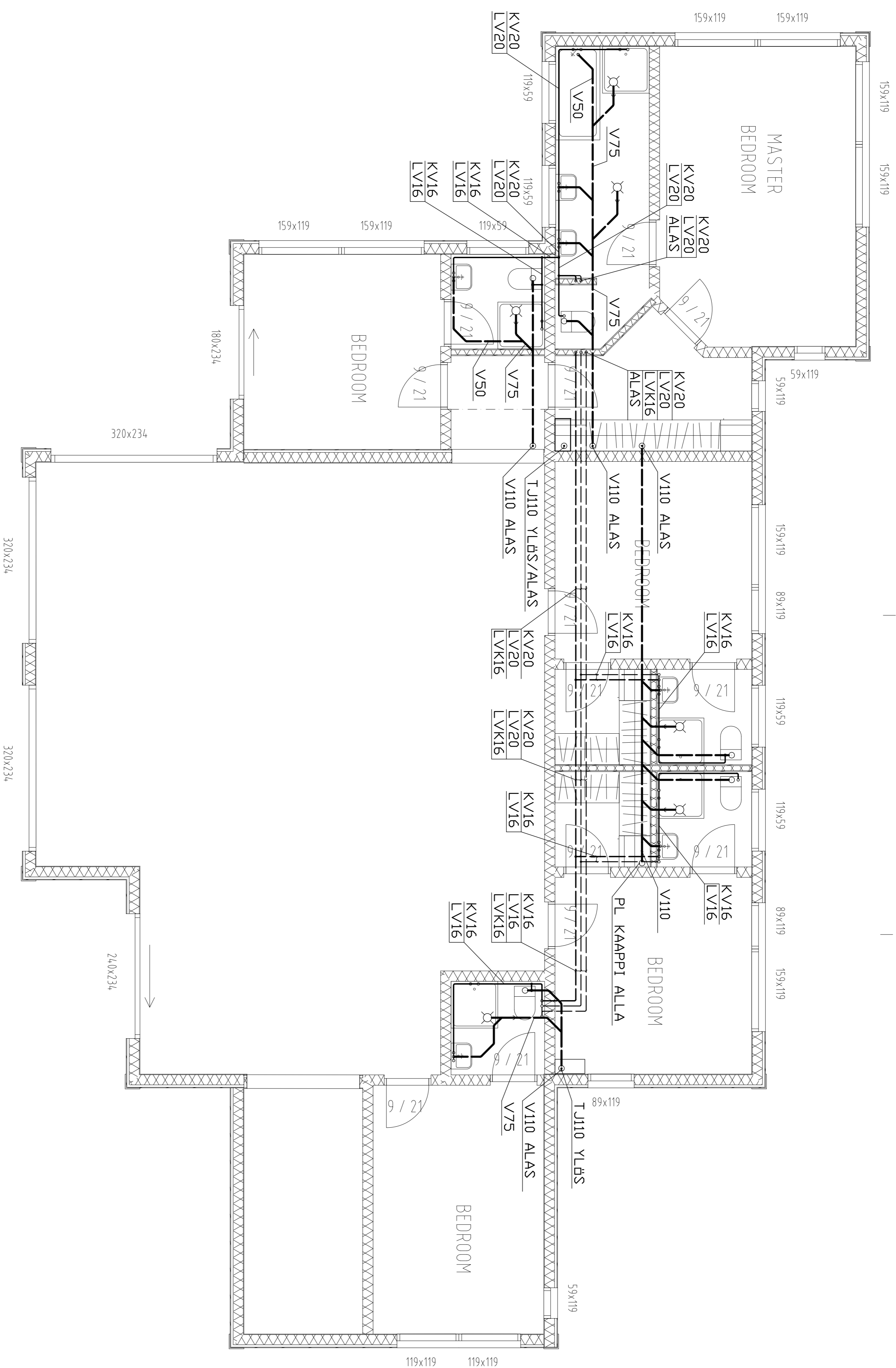
 JORMAKKA OY INSINÖÖRITOIMISTO Penttilänkatu 1B, 80220 JOENSUU p.(013) 781 900 f.(013) 781 999 www.jormakka.fi insto@jormakka.fi	Rakennuskohteen nimi ja osoite			Sisälto		Suunnittelija	Pvm	Tiedostonimi	Sivu	
	LAKE HUVSGUL			LVI-LAITTEET		IAN FRASER	1.12.2008	4869-501.xls		
	RESORT DEVELOPMENT			LAITELUETTELO		Tarkastanut	Pvm	Muutoskuvaus		
	MONGOLIA					Käyttöyksikkö (nro)	Käyttöyksikkö (nimi)			
	Kaupunginosa/kylä			Kortteli/tila	Tontti/Rn:o	Maa-alue (nro)	Hanketunnus	Suunnittelualue	Tvnumero	Piir. Numero
							LVI	4869	401	

SYS.NRO	LAITE-TUNNUS	LAITENIMI VAIKUTUSALUE	SIJAINTI HANKINTA	TEKNISET ARVOT			SÄHKÖTEHO kW	LISÄTIETOJA	MUTOS	PVM
				ILMAVIRTA dm³/s	ALUE °C / (%)	PAINE-ERO Pa	ARVIO			MUUTOKSEN TEKIJÄ
				NESTEVIRTA dm³/s	ALUE °C	PAINE-ERO kPa	TODELLINEN			
TK01	TF01	TLUOILMAKOJE SAUNATILA	IV-KH IU	88 / 95	-10...+21			ILTO 430 K MEPTEK OY		
	ELP	ETULÄMMITYSPATTERI TK01	IV-KH IU	88	-50 / -10		1.23	KANAVALÄMMITYS CB 200-5,0 + PULSER SYSTEMAIR OY		
	JLP	JALKILÄMMITYSPATTERI TK01	IV-KH IU	88	+20 / +30		5.0 / 400V	KANAVALÄMMITYS CB 200-3,0 + PULSER SYSTEMAIR OY		
PK01	PF01	POISTOILMAPUHALLIN WC-TILAT	VESIKATTO IU	115		150 Pa		FLÄKTWOODS OY STEF-1 + BOGA		
							0.04			
PK02	PF01	LIESITUULETIN KEITTIO	KEITTIO IU	10....30		120 pa		MEPTEK OY OY ILMO- TALOTUULETIN 2002		
							0.12			
PK03	PF01	KANAVAPUHALLIN KELLARI	KELLARI IU	20				SYSTEMAIR OY K 125		
	SU	SUODATIN KANAVA	KELLARI IU				0.024			
	LP	LÄMMITYSPATTERI TK01	KELLARI IU	20	-50...+10		*	KANAVALÄMMITYS CB 125-1,8 + PULSER SYSTEMAIR OY		
PK04	PF01	TAKKAIMURI TAKKA	VESIKATTO IU	60		150 Pa		SYSTEMAIR OY ZRS-180		
							0.088			
JVP01	PU01	JATEVESIPUMPPAAMO KELLARI	KELLARI PU	3,6		(10m / 200m)	2,46	ABS Finland Oy PIR S26/2D		
	PU02	JATEVESIPUMPPAAMO KELLARI	KELLARI PU	3,6		(10m / 200m)	2,46	ABS Finland Oy PIR S26/2D		
KA01		SÄHKÖKATTILA KELLARI	KELLARI PU					Kaukora Oy JÄSPI FIL 42 Kw		
	PU01	LÄMMITYSPUMPPU KELLARI	LÄMMITYS PU	0,32	70 / 40	35	0,068	Wilo Stratos 25/1-6 (Z)		
	TV01	3-TIEVENTTIILI LÄMMITYS					0,1			



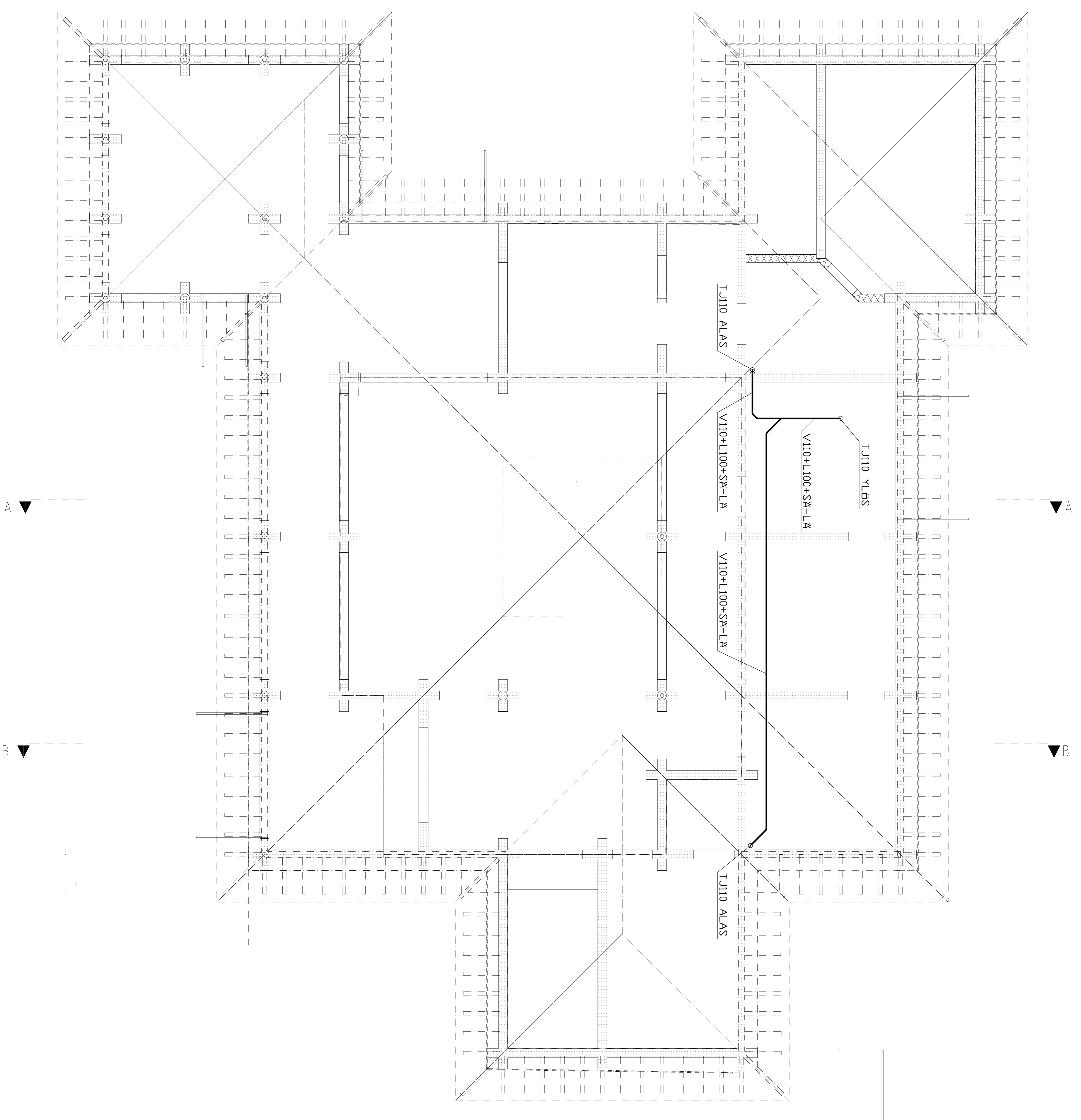
ALUSTAVVA

KISSA	KORTTELI/TILA	TUNTI/VUOROKAUS	VIRKANSUUNNITTELU	PIIRUSTUSKAAPI	JÄRSKUS
UUDISRAKENNUS		T2			
RAKENNUSOHJEEN NIMI JA OSIOT					
LAKE HUUSGUL		TALO 1			
RESORT DEVELOPMENT		1-KERROS			
MONGOLIA		VEST- ja VIERAILUHUODOT			
JORMAKKA OY	SUUNNITTELU	LVI	TYÖ NRO	PIIRUS	MUUTUS
INSINÖÖRITOIMISTO					
PENTTIANKATU 4 B, 00220 JOENSUU					
etunimi.sukunimi@jormakka.fi					
15.12.2008					



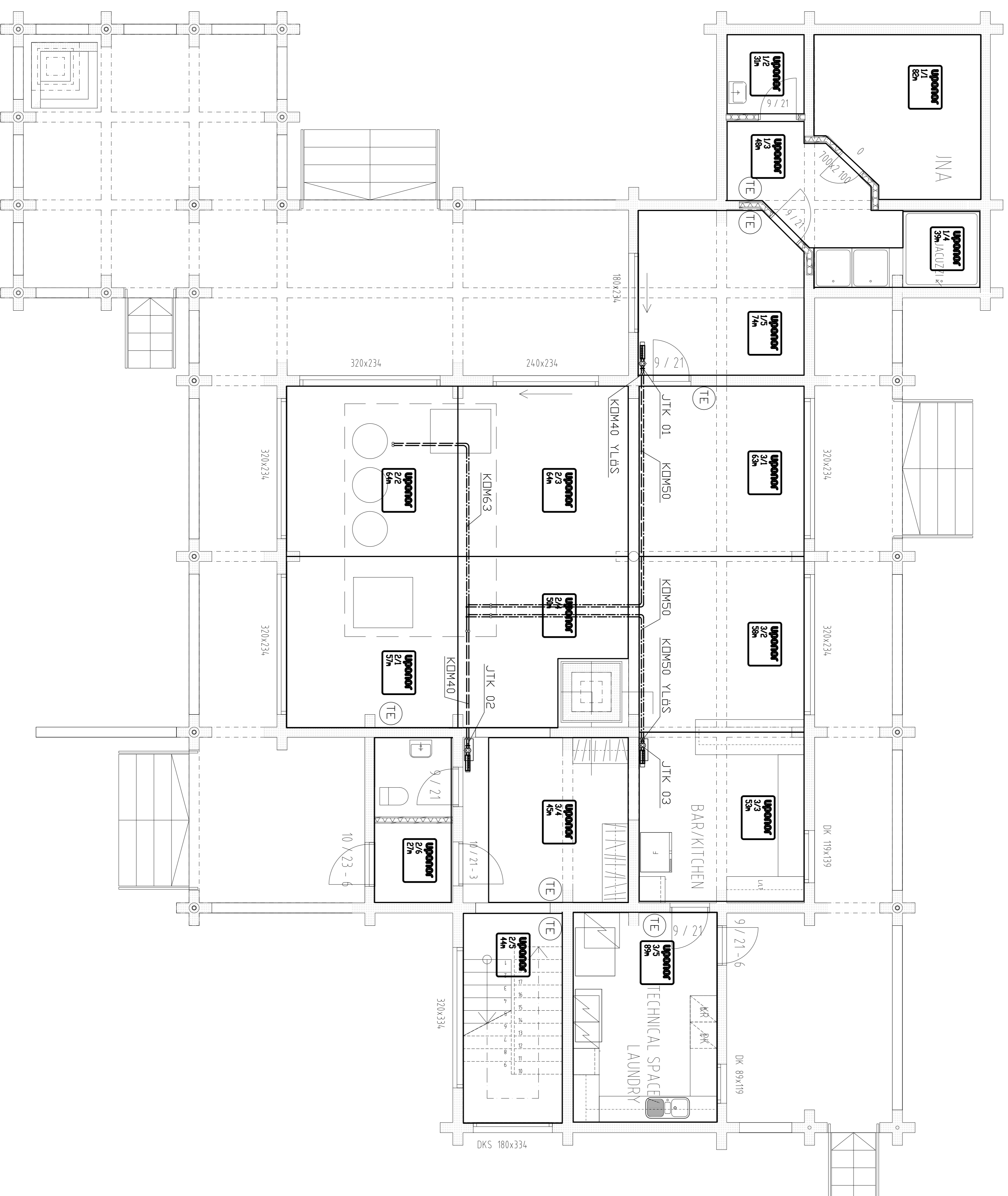
ALUSTAVIA

KISSA	KORTTELI/TILA	TUNNUS	VIRANMAISTEN MERKINTÄ
RAKENUSTYÖMÄÄRÄ	UUDISRAKENNUS	T2	PIIRUSTUSALAJI
RAKENUSOHJEEN NIMI JA OSIOT	LAKE HUYSGUL	TALO 1	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ
RESORT DEVELOPMENT	VEST- ja VIEMÄRJÄHDÖT	MONDOLIA	2-KERROS
JORMAKKA OY	INSINÖÖRITOIMISTO	13122008	PIIRUSTUS
PENTTIANKATU 4 B, 00220 JOENSUU	etunimi.sukunimi@jormakka.fi	IAN FRASER	PIIRUS
4869-102	4869-102	IAN FRASER	PIIRUS



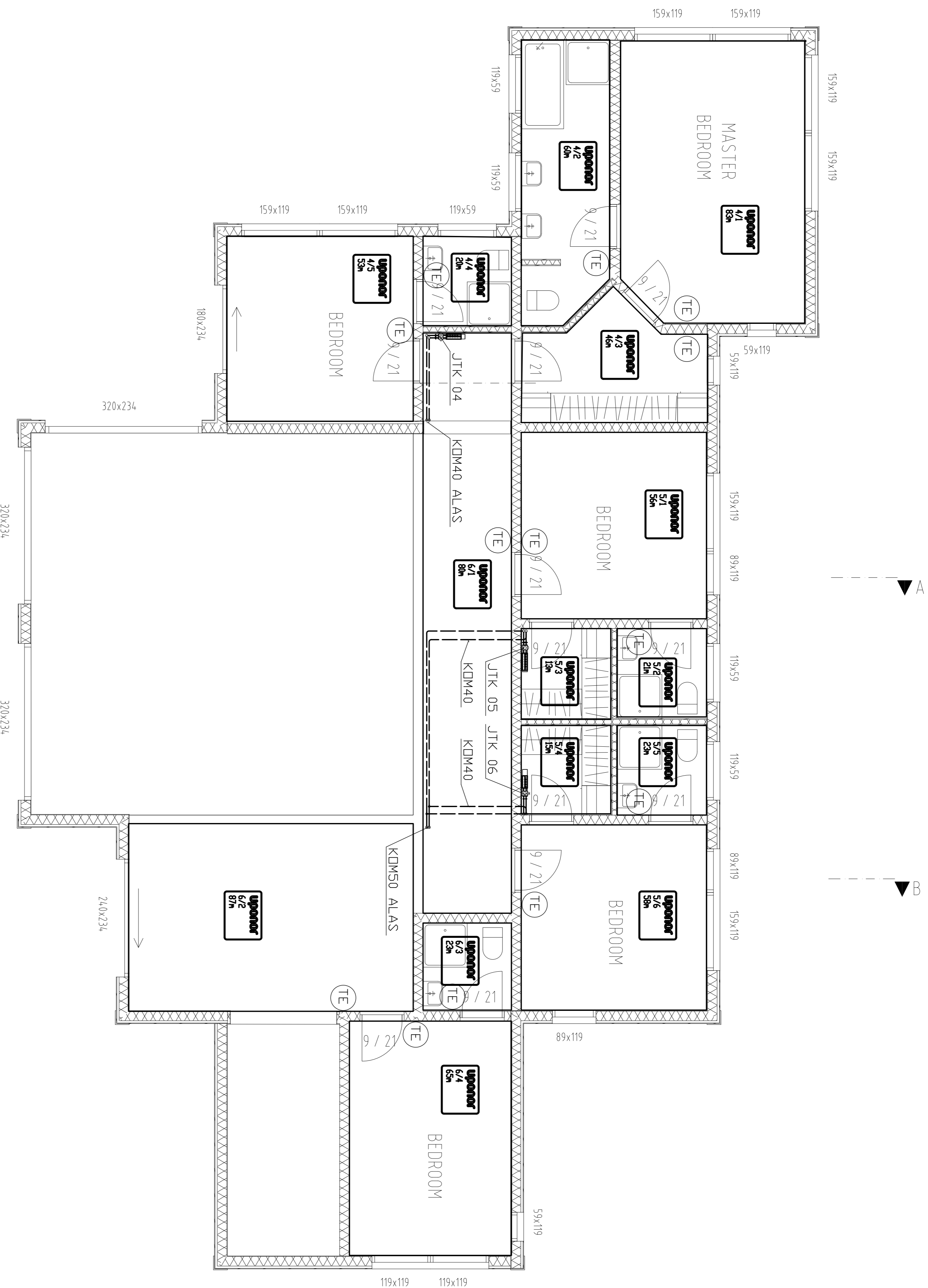
ALUSTAVA

KISSA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNO	VIRANMAISTEN MERKINTÄ
EKAENUSTOIMENPITE	UUDISRAKENNUS	T2	PIIRUSTUSAJA
EKAENUSTOIMENPITEEN NIMI JA OSIOT	LAKE HUVSUL	TALO 1	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ
RESORTI DEVELOPMENT	VEST- ja VIEMÄRJÄHDOT	VEST- ja VIEMÄRJÄHDOT	MITTAAKAAVA
MONGOLIA	SUUNNALA	LVI	150
JORMAKKA OY	TYÖ N°	4869-103	PIIRUS
INSINÖÖRITOIMISTO	PIIRUS	IAN FRASER	MUUTUS
PENITÄNKÄTÄJÄ, 80220 JOENSUU	PIIRUS	IAN FRASER	
etunimi.sukunimi@jormakka.fi	PIIRUS	IAN FRASER	
13.12.2008	PIIRUS	IAN FRASER	



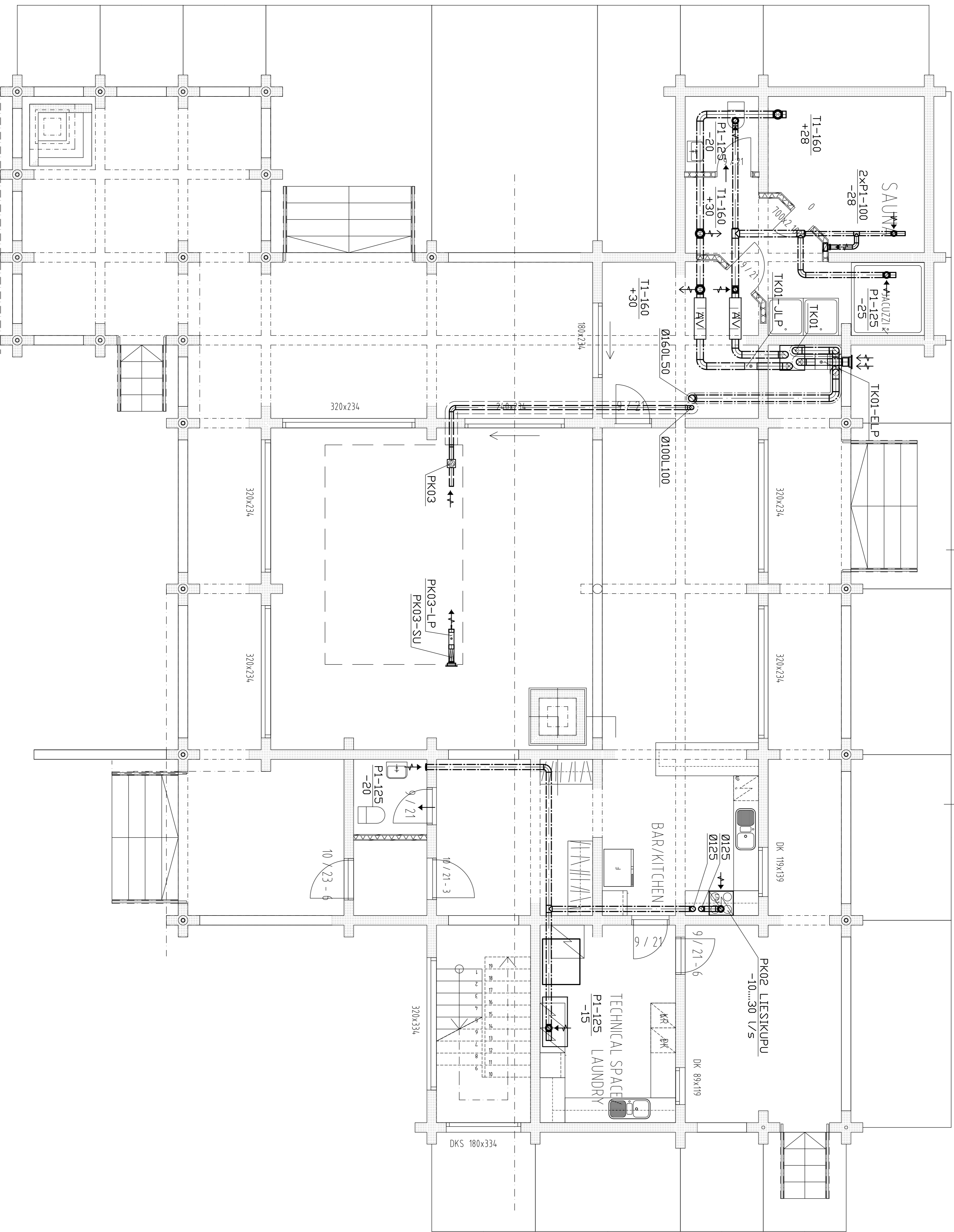
ALUSTAVA

KISSA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RYÖ	VIERANDUSTEN MERKINTÄ
RAKENUSTYÖPÖHJÄ	UUDISRAKENNUS	T2	JÄRSKO
RAKENUSOHJEEN NIMI JA OSIOT	LAKE HUVSUL	RESORT DEVELOPMENT	MONGOLIA
INSINÖÖRITOIMISTO	JORMAKKA OY	SUUNNALA	LVI
INSINÖÖRI	INSINÖÖRI	PIIRUSTUSKAAPI	PIIRUSTUSKAAPI
13.12.2008	13.12.2008	IAN FRASER	IAN FRASER



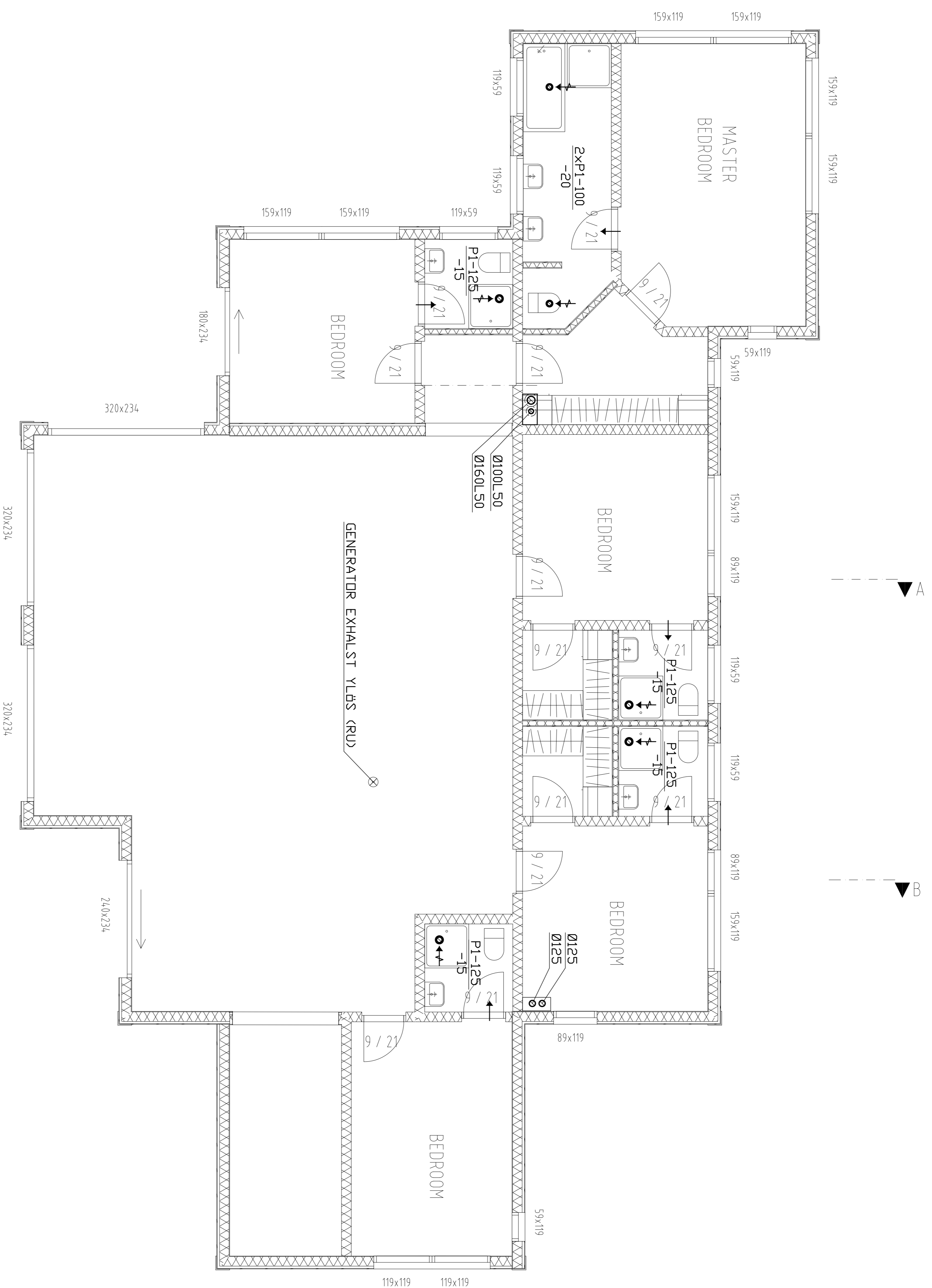
ALUSTAVA

KISSA	KORTTELI/TILA	TUNNUS	VIKONNUMERIN MERKINTÄ	PIIRUSTUSALA	PIIRUSTUSTYYPPI	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MITTAUS
					T2	TALO 1	1:50
KÄYNNINOHJEEN NIMI JA OSOITE UUDISRAKENNUS LAKE HUUSGUL RESORT DEVELOPMENT MONGOLIA				SUUNNITTELU LVI 4869-202		PIIRITTELU IAN FRASER	
KISSAN KORTTELI/TILA KÄYNNINOHJE UUDISRAKENNUS LAKE HUUSGUL RESORT DEVELOPMENT MONGOLIA				SUUNNITTELU LVI 4869-202		PIIRITTELU IAN FRASER	
JOORMAKKA OY INSTITUTE OF ARCHITECTURE AND ENGINEERING PENITENTTIENKATU 3 B, 80220 JOENSUU FINLAND etunimi.sukunimi@joormakka.fi				SUUNNITTELU LVI 4869-202		PIIRITTELU IAN FRASER	



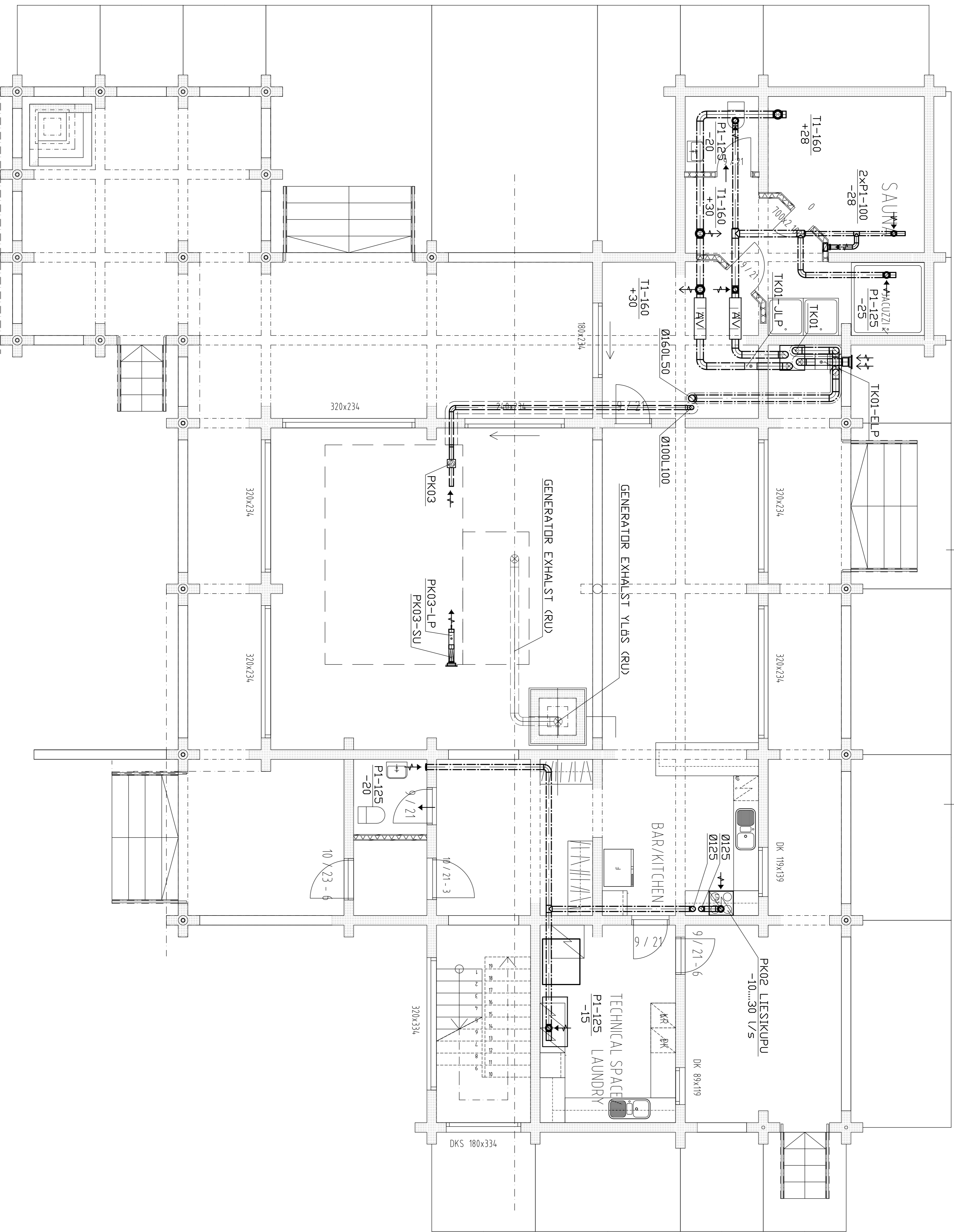
ALUSTAVVA

KISSA	KORITTELI/TILA	TUNNIT/VANO	VIRANOMAISET MERKINNÖLJÄ
RAKENNUSOHJE	UUDISRAKENNUS	T2	PIIRUSTUSAJA
RAKENNUSOHJEEN NIMI JA OSIOT	LAKE HUUSGUL	RESORT DEVELOPMENT	MONGOLIA
JORMAKKA OY	INSINÖÖRITOIMISTO	PERUSTUSALAJI	TAALD 1
INSINÖÖRI	PIIRUSTUS	1-KERROS	ILMANVAIHTO
13.12.2008	4869-301	IAN FRASER	150



ALUSTAVVA

KIISA	KORTTELI/TILA	TUNTI/VANO	VIRANOMAISETEN MERKINTÖLÄ
EKÄENNUSTOIMIPERHE	UUDISRAKENNUS	T2	PÄRISTÖUSKAAJI
EKÄENNUSTOIMIPERHEEN NIMI JA OSIOIT	LAKE HUYSGUL	2-KERROS	PIRISTÖUSKSEN SISÄTILA
RESORTI DEVELOPMENT	MONGOLIA	ILMANVAIHDT	150
JORMAKKA OY	SUUNNALLA	TYÖ NÖ	PIIRINÖ
INSINÖÖRITOIMISTO	LVI	4869-302	KUUTIS
PENTTIANKATU 4 B, 00220 JOENSUU	PIIRIVAS	IAN FRASER	
etunimi.sukunimi@jormakka.fi	13.12.2008		



ALUSTAVVA

KISSA	KORITTELI/TILA	TUNTI/VANO	VIRANOMAISET MERKINNÖT
RAKENNUSOHJE	UUDISRAKENNUS	T2	JÄRSKO
RAKENNUSOHJEEN NIMI JA OSIOT	LAKE HUUSGUL	1-KERROS	RAKENTAMINEN
RESORT DEVELOPMENT	MONGOLIA	ILMANVAIHTO	150
JORMAKKA OY	SUUNNITTELU	TYÖ NRO	PIIRUS
INSINÖÖRI TOIMISTO	LVI	4869-301	MUUTOS
PENTTIANKATU 4 B, 00220 JOENSUU	PIIRITUSAJA	IAN FRASER	
etunimi.sukunimi@jormakka.fi	15.12.2008		