

Jaakko Aitto-oja

PIENKERROSTALON LVI-  
TEKNINEN SANEERAUS

Opinnäytetyö  
Talotekniikka


Huhtikuu 2011




**MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU**

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 <p><b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Opinnäytetyön päivämäärä	
<b>Tekijä(t)</b> Jaakko Aitto-oja		<b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b> <b>Talotekniikka</b> LVI-tekniikan suuntautumisvaihtoehto	
<b>Nimeke</b> Pienkerrostalon LVI-tekniinen saneeraus			
<b>Tiivistelmä</b> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selkeyttää pienkerrostalon LVI-tekniisen saneerauksen toteutusta suunnittelusta asennukseen. Raportin tavoitteena oli tehdä Vesi Oy:lle tutkimus kerrostalon saneerauksessa ilmenneistä ongelmista asentajien ja suunnittelijoiden hyödyksi jatkossa isompien projektien toteuttamisessa. Tutkimuskohteena toimi kolmikerroksinen puukerrostalo As Oy Loukkukatu Jyväskylässä. Pienkerrostalon LVI-tekniinen saneeraus toteutettiin 2010- 2011.</p> <p>Tutkimuksessa käytettiin pohjana omia kokemuksia kerrostalon suunnittelun kulusta ja asennusvaiheesta. Raportin alkuosassa perehdytään LVI-suunnittelun kulkuun yleisesti kirjallisuustietojen pohjalta. Tutkimuksessa perehdytään saneerauksessa toteutuneisiin LVI-tekniisiin ratkaisuihin ja käydään läpi, miksi ratkaisuihin on päädytty. Lisäksi kartoitetaan yleisimpiä suunnitteluvirheitä, mihin kerrostalon saneerauksessa on törmätty rakennusvaiheessa ja pohditaan, miten jatkossa suunnittelija pystyy minimoimaan suunnitteluvirheiden määrää jo suunnitteluvaiheessa.</p> <p>Saneerausrakennushankkeesta tuli selväksi, että valtaosa toteutussuunnitelmien virheistä olisi estettävissä, mikäli suunnittelija tutustuisi kohteeseen riittävän huolellisesti ennen suunnittelun aloittamista. Ehdottomasti isoimmaksi ongelmaksi muodostui vesi- ja viemärijärjestelmän asennukset. LVI-suunnitelmat eivät käytännössä koskaan olleet toteuttamiskelpoisia sellaisenaan.</p> <p>Tulevissa hankkeissa olisikin tärkeää, että korjausrakennuskohteita kartoitettaisiin mahdollisimman tarkasti heti hankkeen alkuvaiheessa. Huolellisella ennakkosuunnittelulla voidaan saavuttaa huomattavia kustannussäästöjä. Työmaa saa edetä omaa tahtia, eivätkä suunnitelmat toimi tahdistajana. Lisäksi huolella mietitty ratkaisu on halvempi ja toimivampi ratkaisu kuin ”paniikkiratkaisu.”</p>			
<b>Asiasanat (avainsanat)</b> LVI-saneeraus, suunnittelu, ilmanvaihto, lämmitys			
<b>Sivumäärä</b> 33+13	<b>Kieli</b> Suomi	<b>URN</b>	
<b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b>			
<b>Ohjaavan opettajan nimi</b> Mika Kuusela		<b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b> Vesi Oy	

## DESCRIPTION

 <p><b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences</p>		<b>Date of the bachelor's thesis</b>	
<b>Author(s)</b> Jaakko Aitto-oja		<b>Degree programme and option</b> Building Services Engineering	
<b>Name of the bachelor's thesis</b>  HVAC renovations in small apartment building			
<b>Abstract</b>  <p>The aim of this thesis is to bring clarity to the implementation of HVAC renovations in small apartment buildings from planning to installation. The research was carried out in the three-storey wooden apartment building, As Oy Loukkukatu in Jyväskylä. The HVAC renovation was carried out in 2010–2011.</p> <p>The thesis surveys the most prevalent planning errors encountered during the construction phase of the renovation of apartment buildings. It also discusses how planners could minimise the number of planning errors at the planning stage. The study is based on the author's experiences of the process of planning and the installation phase. The study examines the HVAC technical solutions implemented during the renovation and reviews the grounds for their adoption.</p> <p>During the renovation project it became clear that the majority of errors in the implementation plans could be avoided if the planner studied the site carefully enough before the start of planning. By far the most substantial problem was that in practice, the HVAC plans could never be implemented as they stood.</p> <p>The first part of the thesis contains a general description of HVAC planning based on literature. In future projects it would be important that renovation sites are surveyed as meticulously as possible at the start of the project. Careful advance planning can lead to significant cost savings.</p>			
<b>Subject headings, (keywords)</b>  HVAC renovation, planning, heating, ventilation			
<b>Pages</b> 33+13	<b>Language</b> Finnish	<b>URN</b>	
<b>Remarks, notes on appendices</b>			
<b>Tutor</b> Mika Kuusela		<b>Bachelor's thesis assigned by</b> Vesi Oy	

## SYMBOLILUETTELO

A	rakennusosan pinta-ala, m <sup>2</sup>
A <sub>br</sub>	rakennuksen bruttoala, brm <sup>2</sup>
A <sub>ikk</sub>	ikkuna-aukon pinta-ala (kehys ja karmirakenteineen), m <sup>2</sup>
c <sub>pi</sub>	ilman ominaislämpökapasiteetti, 1,0 kJ/(kgK)
c <sub>pv</sub>	veden ominaislämpökapasiteetti, 4,2 kJ/(kgK)
E <sub>rakennus</sub>	rakennuksen energiankulutus, kWh
H	rakennuksen tai tilan ominaislämpöhäviö, W/K
∑H <sub>joht</sub>	rakennusosien yhteenlaskettu ominaislämpöhäviö, W/K
H <sub>iv</sub>	ilmanvaihdon ominaislämpöhäviö, W/K
H <sub>vuotoilma</sub>	vuotoilman ominaislämpöhäviö, W/K
n <sub>50</sub>	rakennuksen vaipan ilmanvuotoluku 50 Pa:n paine-erolla, 1/h
n <sub>vuotoilma</sub>	rakennuksen vuotoilmakerroin, kertaa tunnissa, 1/h
Q <sub>iv</sub>	ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema energia, kWh
Q <sub>joht</sub>	rakenteiden läpi johtuva lämpöenergia, kWh
Q <sub>lkv</sub>	lämpimän käyttöveden energiankulutus, kWh
Q <sub>lkv, häviöt</sub>	käyttöveden lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia, kWh
Q <sub>lkv, kierto</sub>	lämpimän käyttöveden kiertojohtojen lämpöhäviöenergia, kWh
Q <sub>lkv, netto</sub>	käyttöveden lämmityksen tarvitsema lämpöenergia, kWh
Q <sub>lämmitys</sub>	rakennuksen lämmitysenergiankulutus, kWh
Q <sub>lämmitys, tilat</sub>	rakennuksen tilojen lämmitysenergiankulutus, kWh
Q <sub>lämpöhäviö</sub>	rakennuksen tai tilan lämpöhäviöenergia kWh
Q <sub>vuotoilma</sub>	vuotoilman lämmityksen tarvitsema energia, kWh
q <sub>v</sub>	puhaltimen tai ilmanvaihtokoneen ilmavirta, m <sup>3</sup> /s
q <sub>v, lkv, kierto</sub>	lämpimän käyttöveden kiertojohtojen vesivirta, m <sup>3</sup> /s
q <sub>v, poisto</sub>	poistoilmavirta, m <sup>3</sup> /s
q <sub>v, vuotoilma</sub>	vuotoilmavirta, m <sup>3</sup> /s
q <sub>v, lkv</sub>	lämpimän käyttöveden mitoitusvirta, m <sup>3</sup> /s
q <sub>v, lkv, kierto</sub>	lämpimän käyttöveden kiertojohtojen mitoitusvesivirta, m <sup>3</sup> /s
q <sub>v, tulo</sub>	tuloilmavirta, m <sup>3</sup> /s
T <sub>lkv, kierto, paluu</sub>	lämpimän käyttöveden kiertojohtojen paluuvien lämpötila, °C
T <sub>p</sub>	poistoilman lämpötila, °C
T <sub>s</sub>	sisäilman lämpötila, °C
T <sub>tulo</sub>	tuloilman lämpötilan asetusarvo, °C
T <sub>tulo, mit</sub>	tuloilman lämpötilan asetusarvo mitoitusolosuhteissa, °C
T <sub>u</sub>	ulkoilman lämpötila, °C
T <sub>u, mit</sub>	mitoitettava ulkoilman lämpötila, °C

$U$	rakennusosan lämmönläpäisykerroin, $W/(m^2K)$
$V$	rakennuksen tilavuus, $m^3$
$V_{lkv}$	lämpimän käyttöveden kulutus, $m^3$
$V_{lkv, omin}$	lämpimän käyttöveden ominaiskulutus, $dm^3/brm^2$
$\rho_i$	ilman tiheys, $1,2 \text{ kg}/m^3$
$\rho_v$	veden tiheys, $1000 \text{ kg}/m^3$
$\phi_{huonelämmitys}$	huonelämmityksen tehon tarve, $W$
$\phi_{iv}$	ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema teho, $W$
$\phi_{joht}$	johtumislämmitysteho, $W$
$\phi_{lkv}$	käyttöveden lämmityksen tarvitsema teho, $kW$
$\phi_{lkv, kierto}$	lämpimän käyttöveden kiertojohtojohdon tarvitsema teho, $kW$
$\phi_{lmmitys}$	rakennuksen lämmitystehon tarve, $W$
$\phi_{vuotoilma}$	vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho, $W$

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	1
2	KOHTEEN ESITTELY .....	1
3	LVI-SUUNNITTELUN PROSESSI.....	3
3.1	Rakennushanke .....	3
3.2	LVI-suunnittelun tavoitteet.....	3
3.2.1	Sisäilmastoarvot ja joustavuus.....	4
3.2.2	Laatu ja kustannukset.....	4
3.2.3	Elinkaari ja viranomaismääräykset.....	5
3.3	LVI-suunnittelun vaiheet.....	5
3.3.1	Tarveselvitysvaihe .....	6
3.3.2	Hankesuunnittelu .....	7
3.3.3	Luonnossuunnittelu.....	7
3.3.4	Toteutussuunnittelu.....	8
3.3.5	Rakentamisen aikainen suunnittelu .....	9
4	PIENKERROSTALON LVI-SANEERAUKSEN TAVOITTEET .....	9
5	LVI-TEKNISET JÄRJESTELMÄT .....	10
5.1	Vesi – ja viemärijärjestelmä .....	10
5.1.1	Lähtökohdat .....	10
5.1.2	Järjestelmien soveltuvuus ja valinta .....	11
5.2	Ilmanvaihto .....	13
5.2.1	Lähtökohdat .....	13
5.2.2	Järjestelmän soveltuvuus ja valinta.....	14
5.3	Lämmitysjärjestelmä.....	16
5.3.1	Lähtökohdat .....	16
5.3.2	Järjestelmien soveltuvuus ja valinta .....	17
6	RAKENNUKSEN LÄMMITYSTEHONTARVELASKELMA.....	19
6.1	Rakenteiden läpi johtuva lämpöteho .....	20
6.2	Ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema teho.....	21
6.3	Vuotoilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema teho .....	22
6.4	Käyttöveden lämmityksen tarvitsema teho.....	22
6.5	Lämmönjakokeskuksen mitoitus .....	23

7	RAKENTAMISVAIHEEN ONGELMAKOHDAT .....	24
7.1	Lämmitysjärjestelmä.....	25
7.2	Vesi- ja viemärijärjestelmä.....	26
7.3	Ilmanvaihtojärjestelmä .....	26
8	LVI-SUUNNITELMIEN TAVOITTEIDEN TOTEUTUMINEN .....	28
9	PARANNUSEHDOTUKSIA.....	29
10	POHDINTA .....	30
	LÄHTEET .....	32
	LIITTEET.....	33

## 1 JOHDANTO

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selkeyttää asuinkerrostalon LVI-tekniistä saneerausprojektin toteutusta ja kartoittaa yleisimpiä suunnitteluvirheitä, joihin kerrostalon saneerauksessa on törmätty, ja tehdä näiden tietojen pohjalta selvitys, miten jatkossa pystytään minimoimaan suunnitteluvirheiden määrää suunnitelmissa. Tutkimusta käsitellään suunnittelijan ja asentajan näkökannalta.

Suomessa rakennettiin runsaasti asuinkerrostaloja 1950–1970-luvuilla. Tänä päivänä nämä talot ovat tulossa siihen ikään, että ne ovat peruskorjauksen tarpeessa. Ennustettavissa on, että korjaustarve lisääntyy voimakkaasti seuraavien 10–15 vuoden kuluessa. Normaali elinkaari asuinkerrostalon peruskorjauksen tarpeelle on noin 50–60 vuotta. Tällöin on viimeistään aloitettava peruskorjauksen toteutus tai muuten kiinteistön olemassaolo voi olla uhattuna. Yksi suurimmista ja pelätyimmistä korjauksista on putkistosaneeraus eli kansankielellä tunnettu ”putkiremontti”.

Vesi Oy on usein törmännyt ongelmaan, jossa varsinkin saneerauskohteissa tilatut suunnitelmat eivät ole sellaisenaan toteuttamiskelpoisia. Suunnitelmien pahimmat puutteet havaitaan vasta urakkakilpailutuksen jälkeen hankkeen työmaavaiheessa. Tämä johtaa työmaalla aikatauluongelmien lisäksi kasvaviin kustannuksiin, kun tarvitaan lisäsuunnittelutyön lisäksi normaalia enemmän muutos- ja lisätöitä.

Tässä työssä pyritään paneutumaan erityisen huolellisesti suunnitteluun. Usein on todettu, että hyvin suunniteltu on puoleksi tehty, ja tämä lausahdus pitää hyvin paikkansa myös korjausrakentamisessa. Korjausrakentamisessa huolellisella ennakkosuunnittelulla voidaan saavuttaa huomattavia kustannussäästöjä. Nämä muodostuvat siitä, että työmaa saa edetä koko ajan omaa tahtia, eivätkä suunnitelmat toimi tahdistajana. Lisäksi huolellisesti mietitty ratkaisu on yleensä halvempi ja toimivampi kuin ”paniikkiratkaisu”.

## 2 KOHTEEN ESITTELY

Tutkimuskohteena toimii As Oy Loukkukatu (kuva 1), johon Vesi Oy toteutti LVI-saneerauksen suunnittelusta asennukseen. Asuinkerrostalo sijaitsee Jyväskylässä Köhniön omakotialueella. Alue on vanhaa omakotitaloaluetta. Rakennus on rakennet-



tu 1950-luvulla, ja se on toiminut historiansa aikana alun perin kauppana ja myöhemmin asuinrakennuksena. Pienkerrostalo on kolmikerroksinen, jossa asuintiloina on ensimmäinen ja toinen kerros. Lisäksi rakennuksen kyljestä lähtee lisäsiipi, joka kattaa kaksi asuntoa. Alun perin rakennuksessa oli kaikkiaan kuusi asuntoa. Päärakennuksessa oli neljä asuntoa ja siivessä kaksi asuntoa. Saneerauksen myötä asuntoja tehtiin kaksi lisää päärakennukseen ja jokaiseen asuntoon tuli oma sauna ja pesutilat. Kellaritiloista poistettiin sauna sekä peseytymistilat ja jätettiin ennalleen ainoastaan lämmönjakohuone. Lopputilat tehtiin asukkaiden varastoksi. Nykyisin kerrostalo on kokonaisuudessaan asuinkäytössä.

Asuinkerrostalon saneeraus alkoi 2010 kesällä, ja se valmistui 2011 keväällä. As Oy Loukkukatuun tehtiin täydellinen peruskorjaus. Saneerauksessa päivitettiin LVI-tekniikka, rakennustekniikka ja sähkötekniikka.



**KUVA 1. As Oy Loukkukatu**

### 3 LVI-SUUNNITTELUN PROSESSI

#### 3.1 Rakennushanke

Rakennushanke käynnistyy, kun uuden tilan rakentamisesta tai vanhan korjaamisesta on päätetty. Rakennushankkeesta muodostuu projekti, jonka ajallisesti etenevät vaiheet ovat rakentamisessa seuraavanlaiset:

- tarveselvitys
- hankesuunnittelu
- rakennussuunnittelu
- tekninen suunnittelu
- rakentaminen ja
- käyttöönotto.

Projektiin jokaisessa vaiheessa hankkeeseen osallistuu useita osapuolia, joilla on omat tehtävät. Rakennushankkeen suunnittelusta vastaa joukko eri alojen suunnittelijoita, jotka on hyvä tietää, koska heidän kanssaan toimitaan projektin aikana. Rakennuksien sähköistämisen ja sähköisten tietojärjestelmien suunnittelusta vastaa yleensä sähkösuunnittelija ja lämmityksen, viemäröinnin, ilmanvaihdon ja käyttöveden jakelun suunnittelusta vastaa LVI-suunnittelija. Itse rakennuksen suunnittelusta vastaavat arkitehti ja rakennesuunnittelija.

Pienkerrostalo As Oy Loukkukadun rakennushanke käynnistyi tarveselvityksellä, jonka tarkoituksena oli selvittää kuntotutkimuksen avulla LVI-järjestelmien nykyinen kunto, jonka perusteella pystyttiin arvioimaan rakennuksen saneerauksen laajuus. Kuntotutkimuksessa ilmenneiden puutteiden johdosta kiinteistöön suoritettiin täydellinen peruskorjaus. LVI-järjestelmien osalta täydellinen saneeraus oli rakennuttajalle ainoa vaihtoehto.

#### 3.2 LVI-suunnittelun tavoitteet

Jokaisessa rakennusprojektissa täytyy olla tavoitteet, joihin pyrkiä, jotta päästään haluttuun lopputulokseen. Rakennushankkeessa suunnittelijoilla on iso vastuu hankkeen toteuttamisesta rakennuttajan haluamalla tavalla. Lähtötietojen perusteellinen kartoitus helpottaa suunnitelmien toteutusta. LVI-suunnitelman tarkoituksena on tarjota

rakennuttajalle sellaiset LVI-tekniiset ratkaisut, joiden avulla hän voi käyttää kiinteistöä haluamallaan tavalla ja saavuttaa siellä haluamansa olosuhteet. Tavoitteet tulee määrittää ennen suunnittelun aloittamista. Tavoitteiden määrittely voidaan jakaa esimerkiksi seuraavasti [1, s.297]:

- Selvitetään tilaajan tarpeet LVI-tekniikan osalta ja varmistetaan, että tilaaja ja suunnittelija puhuvat ”samaa kieltä”.
- Tilaajalle esitetään, miten eri asiat vaikuttavat toisiinsa ja mitä seurauksia rakennusta koskevilla päätöksillä voi olla LVI-tekniikan kannalta.
- Tilaajalle esitetään, mitä ilmanvaihdon ja ilmastoinnin avulla on saavutettavissa.

LVI-järjestelmien onnistunut suunnittelu vaikuttaa muun muassa sisäilman laadun kautta ihmisten terveyteen. Lämpöolot taas vaikuttavat työntekijöiden tyytyväisyyteen ja työtehoon, kun taas hyvin tehdyt asennustyöt sekä hyvät laitevalinnat pienentävät järjestelmän käyttökustannuksia. Jotta haluttuun lopputulokseen päästään, täytyy olla suunnittelussa tavoitteet, joihin pyrkiä. Tavoitteina voivat olla mm. sisäilmastoarvot, joustavuus, laatu, kustannukset, elinkaari tai viranomais määräykset. [1, s.298–302.]

### **3.2.1 Sisäilmastoarvot ja joustavuus**

Hyvät huoneolosuhteet saavutetaan vain määrittämällä jo suunnittelun alkuvaiheessa olosuhteisiin liittyvät tavoitteet. Sisäilmastoarvojen määrittelyssä sisäilmastoluokitusta (RT 07-10741) kannattaa käyttää tässä apuna. Sen perusteella valitaan toteutettava sisäilmastoluokka (S1, S2 tai S3) ja LVI-töiden puhtausluokka (P1 tai P2). [1, s.298.]

Tilojen joustavuus muunneltavuuden näkökulmasta voi olla tärkeä esim. toimistorakennuksissa. Joustavuus voi pitää sisällään sekä tilojen muunneltavuuden (seinien siirrot ym.) että laitteiden joustavuuden (mitoitusvara).

### **3.2.2 Laatu ja kustannukset**

Kustannustavoitteessa ilmastoinnin laatu ja kustannukset kulkevat aina käsi-kädessä. Siksi näiden välillä joutuu useasti tekemään kompromisseja. Kustannustarkasteluissa

pitää aina huomioida sekä investointi- että käyttökustannukset unohtamatta työtilojen kohdalla työvoiman tuottavuutta. Sisäilmaston vaikutus henkilöstön työtehoon unohdetaan helposti, mutta henkilöstökulujen osuus on kuitenkin suurin osa kokonaiskustannuksista. Muutaman prosentin lisäys työtehoon voi olla saavutettavissa vain promillen vuotuiskestävyyden lisäyksellä. [1, s.300.]

Järjestelmien valinnassa laatuun liittyviä asioita ovat mm. ulkonäkö, energiankulutus, toimintavarmuus ja huollettavuus. Käyttäjän kannalta toimintavarmuus on avainasemassa sillä ylimääräisiin huoltokatkoksiin ei ole aina varauduttu. Myös helppokäyttöisyyteen pitää kiinnittää huomiota. Järjestelmän yksinkertainen käyttäminen takaa sen, että järjestelmää käytetään oikein ja sen ominaisuudet tulee hyödynnettyä maksimaalisesti.

### **3.2.3 Elinkaari ja viranomaismääräykset**

Rakennuksen järjestelmille voidaan asettaa elinkaaritavoitteita. Elinkaaritavoitteet vaikuttavat LVI-suunnitelmaan. Näitä tavoitteita voivat olla mm. muutosystävällisyys, energiakulutustavoitteet ja käyttöikävaatimus. Tilaajan kanssa kannattaa aina laatia LVI-suunnittelun lähtökohdista ja tavoitteesta oma pöytäkirja, jotta myöhemminkin on helppo todeta, mitkä olivatkaan lähtökohdat. [1, s.302.]

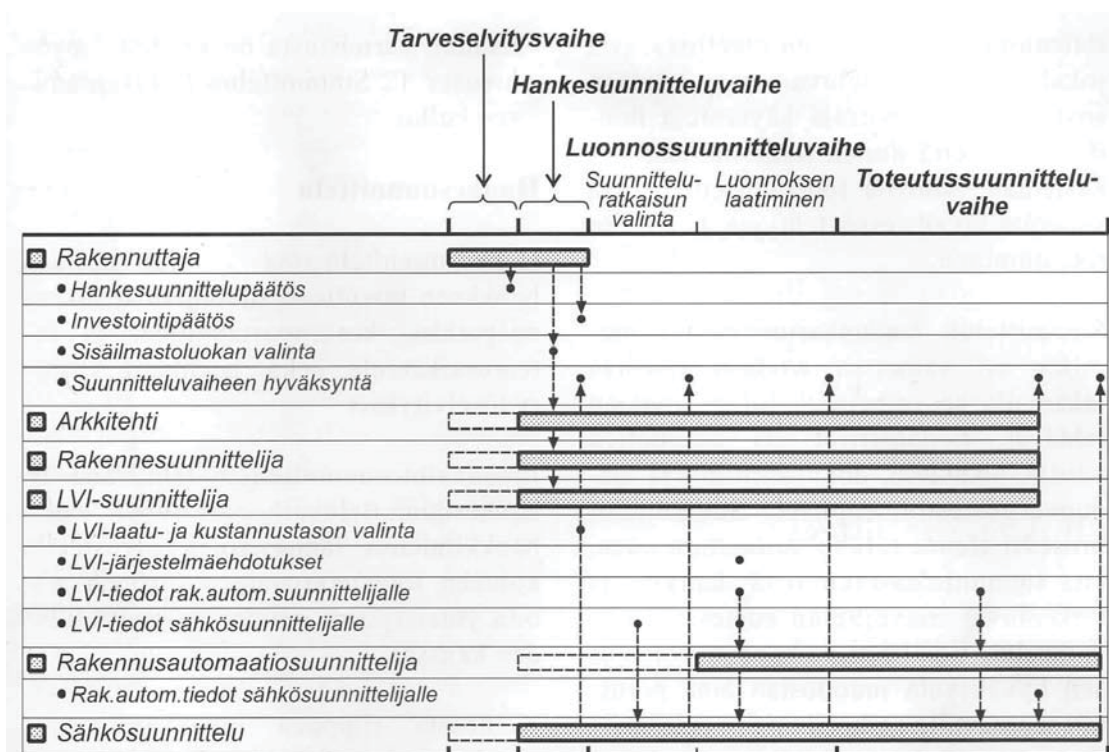
Suunnittelussa on käytettävä tyyppihyväksytyjä tai CE-merkinnällä varustettuja laitteita. Myös varmennettu käyttöseloste kelpaa osoittamaan laitteen käyttökelpoisuuden. Mahdolliset poikkeukset on selvitettävä paikallisten viranomaisten kanssa. LVI-suunnittelussa on tietenkin noudatettava viranomaismääräyksiä. LVI-kortisto sisältää keskeiset tiedot LVI-suunnitteluun, -rakentamiseen ja -asentamiseen. Se on tietolähde myös hankkeen sopimukseen, säännöksiin, tarvikevalintoihin ja hyvään talotekniikan rakennustapaan.

### **3.3 LVI-suunnittelun vaiheet**

Rakennuksen suunnittelu jakautuu vaiheisiin, joita ovat mm. tarveselvitysvaihe, hankesuunnitteluvaihe, luonnossuunnitteluvaihe, toteutussuunnitteluvaihe ja rakentamisen aikainen suunnittelu. LVI-järjestelmät valitaan vähitellen näiden suunnitteluvaiheiden

aikana. Suunnittelijan on jo alusta lähtien hyvä olla prosessissa mukana, jotta pystyy vaikuttamaan järjestelmien valintaan siten, että kokonaisuuteen pystytään sovittamaan tarkoituksenmukainen järjestelmä. Suunnittelijan tiivis osallistuminen hankkeen eri vaiheisiin takaa suunnittelulle hyvän lopputuloksen.

Suunnittelun vaiheet ja tehtävät riippuvat hankkeen laajuudesta ja vaativuudesta. Kuvassa 2 esitetään suunnitteluprojektin vaiheistus ja ilmastointisuunnittelun tiedonsiirto rakennuksen suunnitteluprojektin eri vaiheissa. [1, s.302.]



**KUVA 2. Uudisrakennuksen suunnitteluprojektin vaiheistus ja ilmastointisuunnittelun tiedonsiirto suunnittelun eri vaiheissa [1, s.303].**

### 3.3.1 Tarveselvitysvaihe

Tarveselvitysvaiheessa selvitetään tilanhankinnan tarpeellisuus, kuvaillaan tarpeelliset tilat ja niille asetetut vaatimukset sekä vertaillaan eri tilanhankintavaihtoehtoja ja niiden kustannuksia. Tarveselvitysvaiheesta vastaa rakennuttaja ja vaihe loppuu hankepäätöksen tekemiseen. Tarveselvitysvaiheen rakennuttamistehtäviä ovat esimerkiksi [1, s.303]:

- tavoitteiden määrittely
- tilanhankintavaihtoehtojen selvittäminen

- alustavien kustannus- ja kannatusselvitysten laatiminen
- tarvittavien riskianalyyysien tekeminen
- hankepäätöksen tekeminen.

### 3.3.2 Hankesuunnittelu

Hankesuunnitteluvaiheessa selvitetään, minkälaiset mahdollisuudet ovat hankeen toteuttamiseksi, sekä käydään läpi erilaisia vaihtoehtoja LVI-järjestelmille. Tulokset kootaan hankesuunnitelmaksi, jossa määritetään hankkeen laajuus- ja laatusovaatimukset, kustannustaso ja aikataulu. Hankesuunnitelman perusteella tehdään varsinainen investointipäätös.

Hankesuunnitteluvaiheessa selvitettyt asiat dokumentoidaan, ja ne hyväksytetään rakennuttajalla ja käyttäjällä. Hankesuunnitteluvaiheen ratkaisut muodostavat perustan järjestelmävalinnoille sekä jatkosuunnittelulle. Hankesuunnitteluvaiheen tulostukseen tehdään kirjallinen selostus, joka sisältää seuraavaa [1, s.304]:

- LVI-suunnittelun lähtöarvot
  - sisäilmastoluokka
  - muut LVI-palvelut
  - muuntojousto
  - elinkaaritavoitteet
- tekniset tilanvaraukset
- kunnallistekniset liittymät
- purkutyöt.

### 3.3.3 Luonnossuunnittelu

Investointipäätöksen jälkeen siirrytään luonnossuunnitteluvaiheeseen, jossa määritellään suunnitteluratkaisut, tekniset järjestelmät ja toteutustapa. Vaiheen pääasiallisena tavoitteena on, että käyttäjä ja tilaaja ymmärtävät sen, mitä ovat tilanneet, ja se, että toteutuksen kustannustaso kyetään määrittelemään riittävän tarkasti. Luonnossuunnitteluvaihe on tärkeimpiä LVI-teknisen suunnitteluvaiheita. Luonnossuunnittelu etenee hyväksytyt toteutusratkaisun pohjalta järjestelmäsuunnittelusta tilankäyttösuunnitteluun niin konehuoneiden kuin reititysratkaisuiden osalta. Tyypihuonesuunnittelulla

määritetään laitteiden sijainti huonetiloissa. Luonnossuunnittelun tulosteet ovat seuraavanlaiset [1, s.305]:

- rakennustapaselostus
- asemapiirustus
- tasopiirustukset päälaittein
- tyyppihuonepiirustukset
- leikkaus- ja detaljipiirustukset kriittisistä kohdista
- järjestelmäkaaviot
- laiteluettelo sähkösuunnittelua varten
- säätökaaviot
- kuormituslaskelmat huonetiloista
- energian kulutuslaskelma-arviot
- kustannusarvio: hankinta- ja käyttökustannukset
- tarvittavat lisäselvitykset.

### 3.3.4 Toteutussuunnittelu

Luonnossuunnitelmien hyväksymisen jälkeen siirrytään toteutussuunnitteluvaiheeseen, jossa tarkoituksena on määritellä hankintatapa, tehdä hankinta-asiakirjat ja piirustukset sekä valmistella hankinnat ja tehdä rakentamispäätös. LVI-urakkasopimukset tehdään toteutussuunnitelman pohjalta. Projektinjohtourakkamalli on yleistymässä rakennushankkeissa. Siinä hankinnat tehdään aikaisemmassa vaiheessa erilaisina tuotesakokonaisuuksina. Toimittajalle annetaan mahdollisuus tarjota hankinta-asiakirjojen määrittelemissä rajoissa vaatimukset täyttävä tekninen ratkaisu jatkosuunnittelun pohjaksi. Sopimisen jälkeen suunnittelua jatketaan yhteistyössä laitetoimittajan kanssa. [1, s.306.]

Toteutussuunnittelussa tehdään suunnitelmat niin tarkasti, että niiden perusteella voidaan määritellä töiden laajuus ja kustannuksiin vaikuttavat tekijät. Toteutussuunnittelun LVI-suunnitelmien tulosteet pitävät sisällään kohteen suunnitelmat, jotka tarvitaan kohteen rakentamista ja käyttöä varten. Toteutussuunnitelman tulosteet ovat seuraavanlaiset [1, s.307–309]:

- taso- ja leikkauspiirustukset
- asemapiirros

- detaljpiirustukset
- säätökaaviot
- luettelot
- käyttö- ja huolto-ohjeet
- LVI-selitys.

### **3.3.5 Rakentamisen aikainen suunnittelu**

Rakentamisen aikana joudutaan tekemään suunnitelmiin muutoksia syystä tai toisesta ja lisäksi asennettaessa joudutaan poikkeamaan suunnitelmista. Muutokset on merkittävä ”punakynäsarjaan”. Suunnittelijan on siirrettävä kaikki nämä muutokset ns. loppupiirustuksiin. Loppupiirustukset ovat dokumentaatio jälkipolville tehdyistä asennuksista. Jos joskus tulee tarve selvittää putkireittejä, päivitetyistä kuvista on silloin hyötyä.

## **4 PIENKERROSTALON LVI-SANEERAUKSEN TAVOITTEET**

Asuinkerrostalo As. Oy Loukkukadun (kuva 3) saneeraus alkoi 2010 kesällä, ja se valmistui 2011 keväällä. Saneeraus oli laajuudeltaan kattava. Saneeraus sisälsi sähkö-, LVI- ja rakennustekniikan päivittämisen. Pienkerrostalon pääurakoitsijana toimi JRM-Rakennus Oy. LVI-urakka tehtiin alihankintatyönä JRM-Rakennus Oy:lle. LVI-suunnitelmat ja asennukset tein itse, jossa Vesi Oy:n Pekka Vesterinen vaikutti vahvasti taustatukena. Asennukset tehtiin tuntityönä, jossa komposiittiosat tulivat Vesi Oy:n kautta ja muut LVI-tarvikkeet JRM-rakennus Oy:n kautta.

LVI-suunnitelman lähtökohtana oli tarjota rakennuttajalle sellaiset LVI-tekniset ratkaisut, joiden avulla hän voi käyttää kiinteistöä haluamallaan tavalla ja saavuttaa siellä haluamansa olosuhteet. Lvi-suunnitelmissa otettiin huomioon tilaajan näkökulmat, ja niiden perusteella tehtiin Suomen rakentamismääräyksien mukaiset suunnitelmat ja asennukset. Ilmastoinnin laatu ja kustannukset kulkevat aina käsi kädessä. Siksi näiden välillä joutuu useasti tekemään kompromisseja. Tilaaja halusi ratkaisun, jossa investointikustannukset ovat pienet ja käyttökustannukset isommat. Edullisimman järjestelmän valinta lähtee sisäilmaston vaatimustasosta eli ns. tavoitetasosta. Saneerauksen sisäilmastoluokan tavoitteeksi asetui S3. Sisäilmastoluokan perusteella mää-



räytyivät tilojen lämpöolojen ja sisäilmaolosuhteiden tavoitearvot. Luonnos- ja toteutussuunnittelussa noudatettiin myös Sisäilmastoluokitus 2008 suunnitteluohjeita.



**KUVA 3. As Oy Loukkukatu**

## **5 LVI-TEKNISET JÄRJESTELMÄT**

### **5.1 Vesi – ja viemärijärjestelmä**

#### **5.1.1 Lähtökohdat**

Kuntotutkimuksessa käytiin läpi rakennuksen vesi- ja viemärijärjestelmä pintapuolisesti rakenteita rikkomatta. Tarkoituksena oli tarkastaa putkiston kunto ja selvittää katselmuksen perusteella saneerauksen laajuus vesi- ja viemärijärjestelmän osalta. Asuinkerrostalon vesi- ja viemärijärjestelmä oli alkuperäistä 1950-luvun tekniikkaa, joka on liitetty kaupungin vesi- ja viemäriverkostoon.

Rakennuksen alkuperäiset vesijohtot oli tehty pääosin sinkityistä metalliputkista. Vesijohtoputkien runkolinja oli asennettu kellarissa näkyville katonrajaan, ja sieltä pys-

tynousut oli vedetty runkolinjasta jokaiselle asunnolle omat. Vesijohtojen pystynousut menivät rakenteissa, eikä niitä ole keskitetty hormeihin, vaan nousut menivät asunnoille seinien välissä, yleensä sieltä, mistä helpoiten oli päästy. Välillä putket menivät betonilaatassa. Näkyvillä olevat vesijohdot olivat pinnalta pahoin syöpyneet etenkin kellarissa. Osassa liitoskohdissa oli havaittavissa vuotokohtia.

Rakennuksen sisäiset viemärit olivat pääasiassa valurautaa, joka oli myös vielä 1950-luvulla vallitseva materiaali. Muoviputkien käyttö alkoi vasta 1960-luvulla. Päärakennuksessa viemärit menivät välipohjassa purueristeessä, kellarikerroksen katossa ja lattiassa. Rakennuksen sisäpuolisissa viemäreissä oli havaittavissa vuotokohtia, ja niiden uusiminen oli ajankohtaista. Osa valurautaviemäreistä oli vaihdettu muoviviemäriin.

Rakennuksen ulkopuoliset viemärit olivat alkuperäiset. Pihapiirissä ei ollut sadevesikaivoa vaan sadevedet menivät olemattomien maakallistuksien takia ojaan, lätäköksi sorapinnalle tai imeytyen perustuksiin. Pihapiirissä oli yksi kaivo, jossa päärrakennuksen ja lisäsiiven viemärit yhtyivät kaupungin viemäriverkostoon. Salaojat perustuksien ympärillä olivat huonot.

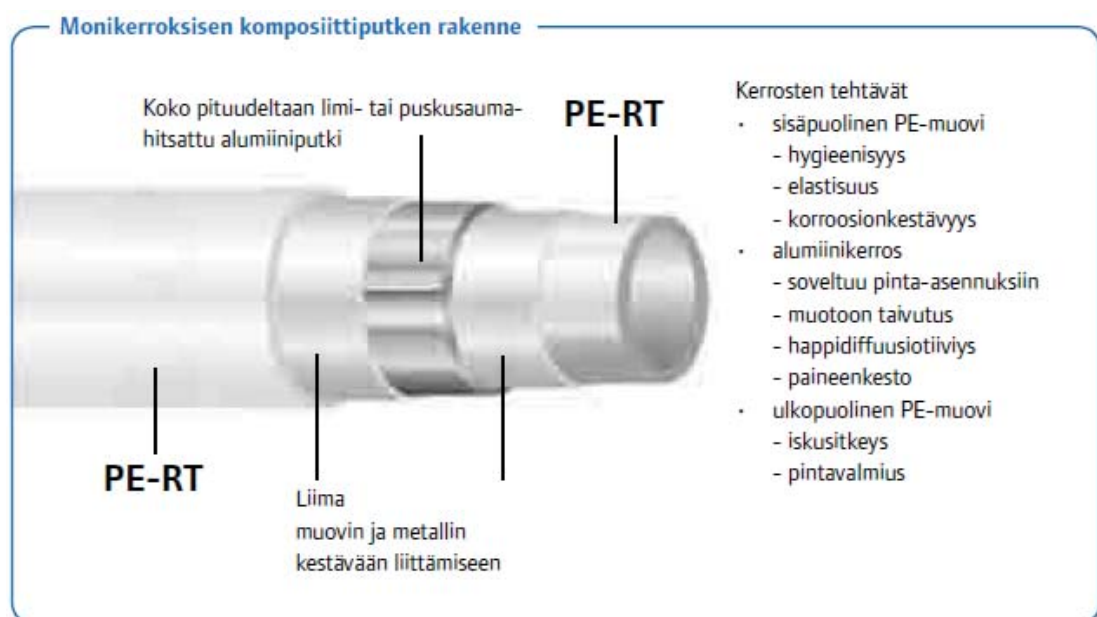
Kuntotutkimuksessa ilmenneiden puutteiden johdosta vesi- ja viemäriverkosto oli siinä kunnossa, että se täytyi rakentaa kokonaan uudelleen. Saneerausvaihtoehtoina olivat myös erilaiset pinnoitusmenetelmät, mutta niiden käyttäminen ei ollut lopulta järkevää, koska putkireitit eivät pysyneet saneerauksessa ennallaan. Lattiarakenteita piti aukaista saneerauksen yhteydessä, mikä myös helpotti järjestelmän uusimista.

### **5.1.2 Järjestelmien soveltuvuus ja valinta**

Suunnitelmissa järjestelmien ja materiaalien valinnassa sekä asennuksessa käytetyissä työtavoissa täytyi kiinnittää erityistä huomiota ääniteknisiin ja paloteknisiin ominaisuuksiin. Asuinkerrostalo on vanha puutalo, jossa seinien eristeenä on käytetty purueristettä. Vuosien saatossa purueristys on kuivunut erittäin paloherkäksi aineeksi. Myös äänieristys oli puutteellinen. Vaikka saneerauksessa seinien äänieristävyyttä parannettiin, silti se ei ole uuden veroinen.

Vesijohtojen asennuksessa kiinnitettiin huomiota putkien tarkastettavuuteen ja vesivuotojen havaittavuuteen. Vesijohtojen reitityksessä käytettiin jakotukkijärjestelmää. Jakotukki asennettiin pesuhuoneiden kattoon, josta käyttövesiputket tuotiin vesipisteille yläkautta joko uppoasennuksena tai pinta-asennuksena. Uppoasennuksessa käytettiin pex-muoviputkia suojaputkiasennuksena ja pinta-asennuksessa komposiittiputkia. Hanakulmarasiat upotettiin seinärakenteeseen. Päärakennuksen asuntojen vesijohtojen pystylinjanousut sijoitettiin koteloon porrashuoneeseen. Tällä toimenpiteellä saatiin vesimittarit asuntojen ulkopuolelle, ja mittareiden luku ja huolto voidaan tehdä huoltoluukkujen kautta menemättä asuntoihin. Asuntoihin asennettiin huonekohtaiset vesimittarit. Vedenkulutusta pystytään seuraamaan huonekohtaisesti, ja asukas pystyy omalla käyttäytymisellään vaikuttamaan vedenkulutukseen.

Vesijohtojen putkistomateriaaliksi valittiin komposiitti (kuva 4) ja pex-muoviputki. Komposiittijärjestelmä soveltuu sekä uudis- että saneerauskohteisiin. Erityisesti saneerauskohteissa sen edut korostuvat, koska se voidaan asentaa ilman hitsaus tai juotostoita. Putket voidaan asentaa piilo- tai pinta-asennuksena. Piiloasennuksessa on kuitenkin huomioitava RakMK:n osan C2 vaatimukset tarkastettavuuden, huollettavuuden, korjattavuuden ja vuotojen havaittavuuden osalta. Pinta-asennukseen se soveltuu sellaisenaan ilman maalaus käsittelyä. Komposiittijärjestelmän etuja ovat mukautumiskyky, äänettömyys, asennettavuus ja erinomainen tiiveys sekä korroosiovaippa materiaali. [3.]



**KUVA 4. Unipipe-monikerroksisen komposiittiputken rakenne [3]**

Kalusteiden valinnassa kiinnitettiin huomiota laitteen yksinkertaisuuteen ja niiden aiheuttamaan painehäviöön. Näin verkoston pystyy mitoittamaan mahdollisimman matalalla paineella toimivaksi tarpeettoman suuria putkikokoja välttämällä ja paineiskusta johtuva ääni minimoimaan.

Rakennuksen viemäreissä kiinnitettiin erityistä huomiota äänitekniisiin ominaisuuksiin. Viemäriputkien materiaaleina käytettiin pystynousuissa valurautaputkia ja vaakavedoissa toisen kerroksen viemäreissä muoviputkia ja ensimmäisen kerroksen viemäreissä valurautaa. Porrashuoneen ahtauden ja viemäripisteiden sijainnin takia pystynousut sijoitettiin WC-tiloihin. Asennuksissa käytettiin osittain hyödyksi vanhoja viemärireittejä. Päärakennuksessa toisen kerroksen viemärit asennettiin välipohjaan purueristeeseen. Ensimmäisen kerroksen viemärit asennettiin kellarikerroksen kattoon. Kellaritilojen viemäreille täytyi piikata ura betonilattiaan.

Rakennuksen ulkopuoliset viemärit (sadevesi-, hulevesi- ja jätevesiviemäri) suunniteltiin Suomenrakentamismääräyskokoelma D1 määräyksiä noudattaen. Pihapiiriin laitettiin kaksi sadevesikaivoa, ja rakennuksen ympärille tuli tuplasalaojat. Lisäksi kattosadevedet johdettiin hallitusti viemäriin.

## **5.2 Ilmanvaihto**

### **5.2.1 Lähtökohdat**

Kerrostalon ilmanvaihtojärjestelmä oli alkuperäinen. Ilmanvaihto tapahtui rakennuksessa painovoimaisesti. Se toimi siten, että lämmin ilma kevyempänä poistui huonekohtaisten ilmakehien kautta asunnon keskellä olevaan hormiin ja sieltä hormia pitkin vesikatolle. Korvausilmaa saatiin huoneisiin rakennusten vuotojen ja korvausilmaventtiileiden kautta. Painovoimaista ilmanvaihtoa käytettiin rakennuksien ilmanvaihtona yleisesti aina 1960-luvulle asti. Painovoimaisessa ilmanvaihdossa ilma liikkuu tuulen ja ulko- ja sisäilman lämpötilaeron vaikutuksesta.

Ilmanvaihtohormit olivat pääasiassa asbestikoteloita. Hormit olivat rakenteeltaan laudasta tehtyjä puukoteloita, jotka oli sitten vuorattu asbestilla. Niistä oli terveydelle

enemmän haittaa kuin hyötyä. Niiden purkamisessa täytyi noudattaa asbestipurkamisen asettamia määräyksiä ja säännöksiä.

Asbestikartoitus on määrätty suoritettavaksi kaikissa purkutyökohteissa, joissa voidaan epäillä asbestin esiintymistä. Asbestikartoitus voidaan tehdä myös siksi, että vältettäisiin asbestipölylle kiinteistön käytössä ja hoidossa. Keskeisintä asbestityötä koskevat säännökset ja määräykset ovat työturvallisuuslaissa 229/1958. [4, s.10.]

Ilmanvaihtojärjestelmää ei pystynyt hyödyntämään asunnoissa, vaan järjestelmä täytyi rakentaa uudelleen. Poikkeuksena oli kellarin ilmanvaihto, joka jätettiin sellaisenaan toimimaan.

### **5.2.2 Järjestelmän soveltuvuus ja valinta**

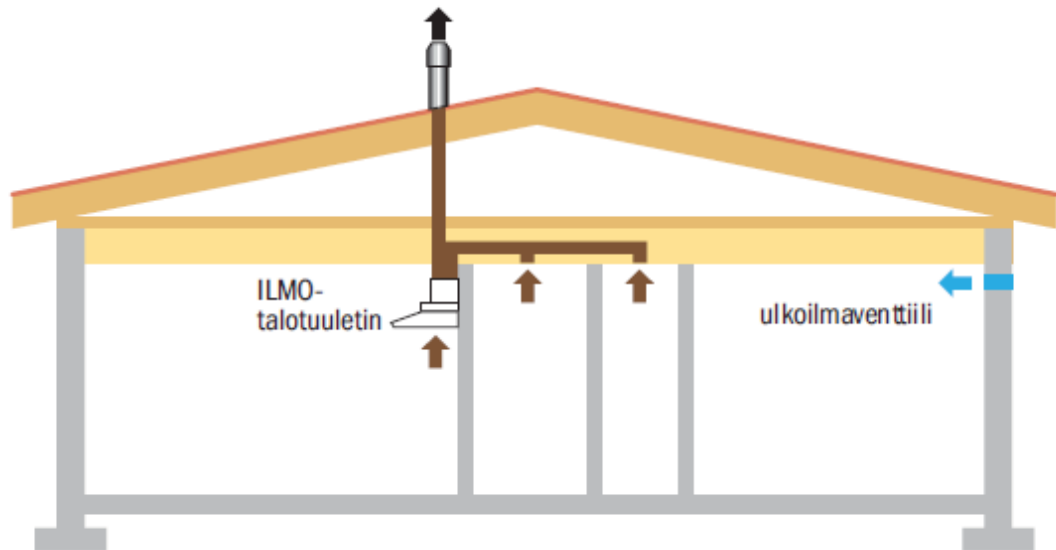
Nykyään energian kulutusta seurataan hyvin tarkasti, ja siihen kiinnitetään erityistä huomiota jo suunnitteluvaiheessa. Suomen rakentamismääräyskokoelma D2:n antamat ohjeet ja määräykset sanelevat melko pitkälle sen, minkälainen ilmanvaihtojärjestelmä rakennuksiin täytyy suunnitella ja rakentaa. Kun kyseessä on saneerauskohte, määräykset eivät ole niin tiukat kuin uudisrakentamisessa, vaan niistä voidaan aina keskustella ja neuvotella rakennusviranomaisen kanssa. Tällä pyritään siihen, ettei ylilyöntejä pääse käymään laitteiden valinnassa. Suurimmassa osassa uudisrakentamisessa ilmanvaihtojärjestelmänä toimii koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto varustettuna lämmöntaiteenotolla.

Asuinrakennuksen ilmanvaihdon tavoitteena on ylläpitää ilmanlaatua kaikissa huoneissa koko rakennuksen käyttöajan. Tilapäisiä kuormitushuippuja voidaan hoitaa avaamalla ikkunoita ja muita aukkoja. D2 määrittääkin, että ilmanvaihdon tulee olla riittävän tehokas poistamaan huoneilman kosteutta [5]. Painovoimaisessa ilmanvaihdossa huoneilman vaihtumista ei tapahdu kaikissa sääolosuhteissa. Esimerkiksi kesällä lämpimällä säällä painovoimainen ilmanvaihto ei poista kosteutta tarpeeksi tehokkaasti. Tämän takia painovoimainen ilmanvaihto ei ole paras ratkaisu, jos haluaa varman ja tehokkaan ilmanvaihtojärjestelmän.

Näin ollen asuinkerrostalon painovoimainen ilmanvaihto muutettiin koneelliseksi poistoksi. Tällä tavoin ilmanvaihto saatiin tehokkaammaksi. Koneellinen poisto ilman

lämmöntalteenottojärjestelmää ei ole pitkällä tähtäimellä kustannustehokas ratkaisu, mutta tilojen ahtauden takia koneellista lämmöntalteenottojärjestelmää ei ollut mahdollista rakentaa. Se olisi vaikuttanut rakennuskustannuksiin niin paljon, että rakentajan toivomuksesta painovoimainen ilmanvaihto muutettiin koneelliseksi poistoksi.

Ilmanvaihtokoneeksi asennettiin asuntokohtainen koneellinen poistoilmanvaihto ILMO-2002. Kuvassa 5 on periaatekuva ilmanvaihtokoneen toimintaperiaatteesta. ILMO-talotuuletin sopii parhaiten 30–125 m<sup>2</sup> omakoti-, rivi- ja kerrostaloasuntojen uudis- ja saneerauskohteiden ilmanvaihtolaitteeksi. Talotuuletin toimii sekä liesituulettimena että likaisten tilojen poistoilmakoneena. Ilmanvaihtokoneessa on neljä eri nopeutta, joilla voidaan säädellä poistoilmavirran määrää tilanteen ja tarpeen mukaan. Ilmanvaihtokoneen täytyy olla päällä koko ajan vähintään minimiteholla. Ilmanvaihto-ongelmien välttämiseksi koneet esisäädettiin tietyllä nopeudella toimivaksi ja pakko-kytkettiin ilmavirtojen määräysten täyttymisen mukaiseen nopeuteen. Näin asukas ei pysty sammuttamaan konetta kokonaan, vaan ilma poistuu huoneesta jatkuvasti.



**KUVA 5. ILMO -talotuulettimen toimintaperiaate [8].**

Ilmanvaihdon tavoitteena oli saavuttaa hyvä ilmanlaatu. Poistoilmavirrat suunniteltiin Suomen rakentamismääräyskokoelman mukaiseksi. Sen mukaan koko asunnon ilmalavuus tulee vaihtua 0,5 kertaa tunnissa minimi ilmanvaihdossa. Ilmaa poistetaan liikkeistä tiloista, kuten WC:stä, saunasta, pesuhuoneesta ja keittiöstä. Korvausilma tulee rakennuksen vuodoista ja raitisilmaventtiileistä, jotka ovat sijoitettu rakennuksen

ulkoseinälle pattereiden yläpuolelle ja ikkunan läheisyyteen makuhuoneisiin, olohuoneeseen ja saunaan. Tällä pyritään siihen, että ilma jakaantuu tiloihin tasaisesti ja poistuu hallitusti ovirakojen kautta likaisiin tiloihin ja sieltä aina poistoilmaventtiileitä myöten rakennuksesta ulos.

Ilmanvaihtojärjestelmän suunnittelussa ja asennuksessa käytettiin hyödyksi päärakennuksessa vanhaa tiilihormia ja kanavareittejä. Vanhan tiilihormin hyödyntäminen tuli ajankohtaiseksi ja tarpeelliseksi silloin, kun tilojen ahtauden takia poistoputkien vieminen välikatolle kerroksien välissä kävi mahdottomaksi. Näin ollen tiilihormi otettiin käyttöön ja se sisäpiiputettiin peltikanavilla. Tiilihormin ja peltikanavan väliin jäävä ilmarako eristettiin vermikuliitilla kondenssiveden muodostumisen estämiseksi.

Ilmanvaihtokanavien suunnittelussa piti ottaa huomioon eri palo-osastot. Asunnot toimivat omina palo-osastoina ja niiden läpi mentäessä ilmanvaihtokanaviin täytyi tehdä määräyksien mukaan palokatko joko palopellillä tai eristää koko ilmanvaihtokanava paloeristeellä. Palopeltejä rakennukseen ei ollut tarkoitus laittaa, joten ilmanvaihtokanavat eristettiin paloeristeellä. Paloeristeenä käytettiin 50 millistä verkkovillaeristettä.

Kellaritiloissa säilytettiin alkuperäinen painovoimainen ilmanvaihtojärjestelmä. Vanhat korvausilmaventtiilit kellaritilan seinässä olivat vielä hyvässä kunnossa, eikä niiden korvaamiseen ollut mitään perusteita. Lisäksi kellaritiloissa oli jo ennestään toimiva seinäpuhallin, jolla saadaan hetkellisesti ilmanvaihtoa tehokkaammaksi kuormitushuippujen aikana sekä työskentelyolosuhteiden tarpeen niin vaatiessa.

## **5.3 Lämmitysjärjestelmä**

### **5.3.1 Lähtökohdat**

Rakennuksen alkuperäisenä lämmitysmuotona oli öljylämmitys. Kattila oli vaihdettu 1980-luvulla. Lämmönjako tapahtui vesikiertoisilla lämmityspattereilla. Asuntojen huoneissa oli levylämmityspatterit ja kellaritiloissa ripaputkipatterit. Lämmitysjärjestelmä oli toteutettu kaksiputkikytkennällä ja suljetulla paisuntajärjestelmällä.

Lämmitysjärjestelmän kunto oli kohtalainen. Pintapuolisia vuotoja ei näkynyt, vaan putket olivat hyvässä kunnossa. Putkistomateriaalina oli käytetty teräspankku. Osa matkaa putket menivät ensimmäisessä kerroksessa betonivalussa, mikä oli suuri riski vuodoille, ja näin ollen niiden uusiminen oli välttämätöntä. Patterit olivat pinnaltaan hyväkuntoisia, mutta niiden tarkempi tutkiminen jätettiin vähemmälle. Sulku- ja säätöventtiilit olivat kohtalaisessa kunnossa.

Putkien eristeet kellaritiloissa oli olemattomat, ja eristeenä oli käytetty pääasiassa asbestia sekä pahvieristettä. Niiden poistamisessa piti noudattaa asbestipurkamisen määräyksiä ja säännöksiä. Asbestieristeen purkaminen tehtiin samaan aikaan asbestia sisältävien ilmanvaihtokanavien purun kanssa. Tällä toimenpiteellä säästettiin kustannuksia ja aikaa, kun kaikki asbestityöt tehtiin samalla kertaa.

Lämmitysjärjestelmän kuntotarkastuksessa putkisto, lämmityspatterit, kattila ja öljysäiliö olivat siinä kunnossa, että koko järjestelmä täytyi uusida kokonaan. Lämmitysjärjestelmän osia ei pystynyt hyödyntämään, vaikka tilaajan puolelta niin olisi toivottu. Tilaaja halusi hyödyntää levylämmityspattereita kellaritiloissa. Vaikka niiden kunto on päällisin puolin hyvä, niin ei voinut ottaa sitä riskiä, että ne jossain vaiheessa syöpyisi puhki ja aiheuttaisi vesivahingon. Se ei ole kestäväää rakentamista, joka oli yksi tavoite saneerausta toteuttaessa.

### **5.3.2 Järjestelmien soveltuvuus ja valinta**

Rakennuttajan vaatimuksena oli suunnitella huoleton lämmitysjärjestelmä. Lämmitysjärjestelmän valinnassa vaihtoehdot olivat kahden vaiheilla. Joko säilyttää alkuperäinen öljylämmitys varustettuna uudella kattilalla tai kaukolämmön lämmönjakokeskus. Jyväsenergian kaukolämpöverkko kulkee rakennuksen vierestä, joten oli helppo päätyä kaukolämpöön. Myös rakennuttajan kannalta se oli parempi vaihtoehto. Öljysäiliö saatiin kellaritiloista pois, ja näin ollen myös ylimääräistä varastotilaa saatiin asukkaille.

Rakennuksen lämmitysjärjestelmän tavoitteena oli, että rakennuksessa saavutetaan hyvälaatuinen sisäilmasto kaikissa tiloissa ja olosuhteissa. Tavoitteena oli energian mahdollisimman tehokas käyttö, jolloin energiankulutus ja tehontarve on mahdollisimman alhainen.



Lämmönjakokeskukseksi valittiin Danfossin HKL-lämmönjakokeskus (kuva 6), jossa on lämmönvaihdin patterilämmitykselle, lattialämmitykselle ja käyttövedelle. HKL-lämmönjakokeskus on suunniteltu toimimaan kaukolämpöverkossa, ja se sopii sekä uudisrakentamiseen että saneerauskohteisiin. Se soveltuu patterilämmitykseen, lattialämmitykseen sekä käyttöveden lämmittämiseen. Danfossin HKL-lämmönjakokeskus on lattiamallia, ja sen tähden jouduttiin valamaan tasainen laatta betonista lämmönjakokeskuksen alle.



**KUVA 6. Danfossin HKL-lämmönjakokeskus**

Järjestelmä kytkettiin kaksiputkikytkennällä. Päällekkäin sijaitsevien huoneiden patterit kytkettiin pystysuoriin putkiin (nousulinjoihin). Nousulinjat yhdistettiin rakennuksen kellaritiloissa kulkeviin runkolinjoihin. Päärakennuksessa lämmönluovuttimena toimivat Purmon compact-levyradiaattorit ja siipirakennuksessa toimii lattialämmitys komposiittiputkella. Lattialämmitys on jaettu siipirakennuksessa asuntokohtaisesti. Molemmilla asunnoilla on oma jakotukki, josta lähtee piirit jokaiseen huoneistoon. Huonelämpötilaa säättävät termostaatit, joiden ohjauspaneelit sijaitsevat seinällä.

Lämmityksen putkistomateriaaliksi valittiin komposiitti samoista syistä kuin vesijohdoissakin. Asennukset pystytään tekemään ilman tulitöitä. Komposiittijärjestelmä on

vesikiertoiseen lämmönjakoon soveltuva järjestelmä. Se soveltuu kaikenlaisten rakennusten (asuinkerrostalot, omakoti- ja rivitalot sekä toimisto- ja teollisuusrakennukset) lämmönjakojärjestelmäksi riippumatta rakennuksen lämmöntuottotavasta. Komposiittijärjestelmän putkia ja liittimiä voidaan käyttää koko rakennuksen lämmitysputkiston rakentamiseen lämmönlähteeltä lämmönluovuttimelle. [3.]

## 6 RAKENNUKSEN LÄMMITYSTEHONTARVELASKELMA

Rakennuksen lämmitystehontarve lasketaan yleensä huonekohtaisesti, jolloin voidaan laskea huoneessa tarvittava lämmitysteho, ja sen perusteella mitoittaa ja valita huonekohtaiset lämmityslaitteet [7]. Rakennuksen lämmitystehontarve saadaan, kun lasketaan yhteen rakenteiden läpi johtuva lämpöteho, ilmanvaihdon tarvitsema teho ja vuotoilman tarvitsema teho. Koko rakennuksen yhteenlasketun lämmitystehon ja käyttöveden tarvitseman tehon perusteella pystytään mitoittamaan kaukolämmön lämmönjakokeskus.

Lämmitystehon tarve lasketaan tässä käyttäen esimerkkinä asuntoa seitsemän. Koko rakennuksen lämmitystehontarve on liitteessä 10.

Huonelämmityksen tehon tarve lasketaan kaavalla

$$\phi_{\text{lämmitys}} = \phi_{\text{joht}} + \phi_{\text{vuotoilma}} + \phi_{\text{iv}} \quad (1)$$

$\phi_{\text{lämmitys}}$	huonelämmityksen tehon tarve, W
$\phi_{\text{joht}}$	tilojen johtumisteho, W
$\phi_{\text{vuotoilma}}$	vuotoilman lämmitysteho tilassa, W.
$\phi_{\text{iv}}$	ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema teho, W

Rakennuksen lämmitystehontarvelaskelmissa saadaan rakenteiden läpi johtuvaksi lämpötehoksi 2048 W, ilmanvaihdon tarvitsemaksi tehoksi 1272 W ja vuotoilman tarvitsemaksi tehoksi 397 W. Lasketaan yhteenlaskettu tehontarve.

$$\phi_{\text{lämmitys}} = 2048\text{W} + 397\text{W} + 1272\text{W} = 3717\text{W}$$

## 6.1 Rakenteiden läpi johtuva lämpöteho

Rakenteiden läpi johtuvaan lämpötehoon vaikuttaa eristysmateriaalin lämmönjohtavuus sekä paksuus. Johtumisteho rakenteiden läpi on ulkoseinien, ikkunoiden, ulko-ovien, yläpohjan ja alapohjan johtumistehojen summa. Rakenteiden läpi johtuva lämmitysteho lasketaan kaavalla 2.

Esimerkkinä lasketaan asunto 7:n johtumislämpötila kaavalla 2, kun mitoituslämpötilat, lämmönläpäisykertoimet ja rakenteiden pinta-alat ovat taulukon 1 mukaiset.

**TAULUKKO 1. Asunto 7:n pinta-alat, lämmönläpäisykertoimet (U-arvot) ja mitoituslämpötilat**

Pinta-alat							U-arvot	W/m2K	Lämpötilat		°C
AS 7	yläpohja	alapohja	ulko-ovi	ikkuna	ulkoseinä	korkeus	ulkoseinä	0,25	$T_s$ (°C)	21	
	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m	yläpohja	0,16	$T_{u,mit}$ (°C)	-32	
ETEINEN	9,0	9,0	2,1	1,4	9,4	2,7	alapohja	0,25	$T_{u,alap}$ (°C)	5	
KEITTIÖ	14,5	14,5		2,9	10,1	2,7	ulko-ovi	1,20	$T_s$ (°C)	15	
MH	9,5	9,5		2,2	6,5	2,7	ikkuna	1,40			
OH	13,0	13,0		1,4	4,5	2,7					
SAUNA	1,5	1,5			4,1	2,7					
PH	4,5	4,5		1,4	8,6	2,7					
yht.	52,0	52,0	2,1	9,4	43,1	16,2					

Johtumislämmitysteho lasketaan kaavalla 2.

$$\phi_{\text{joht}} = \sum H_{\text{joht}} (T_s - T_{u,mit}) \quad (2)$$

$\phi_{\text{joht}}$  johtumislämmitysteho, W

$\sum H_{\text{joht}}$  rakennusosien yhteenlaskettu ominaislämpöhäviö, W/K

$T_s$  sisäilman lämpötila, °C

$T_{u,mit}$  mitoittava ulkoilman lämpötila, °C.

Kaavassa 2 tarvittava rakenteiden läpi siirtyvä yhteenlaskettu ominaislämpöhäviö  $\sum H_{\text{joht}}$  lasketaan kaavalla 3.

$$\sum H_{\text{joht}} = \sum (U_{\text{ulkoseinä}} A_{\text{ulkoseinä}}) + \sum (U_{\text{yläpohja}} A_{\text{yläpohja}}) + \sum (U_{\text{alapohja}} A_{\text{alapohja}}) + \sum (U_{\text{ikkuna}} A_{\text{ikkuna}}) + \sum (U_{\text{ovi}} A_{\text{ovi}}) \quad (3)$$

$\sum H_{\text{joht}}$	rakennusosien yhteenlaskettu ominaislämpöhäviö, W/K
$U$	rakennusosan lämmönläpäisykerroin, W/(m <sup>2</sup> K)
$A$	rakennusosan pinta-ala, m <sup>2</sup>

$$\phi_{\text{joht}} = \sum H_{\text{joht}} (T_s - T_{u, \text{mit}}) = ((0,25*43,1) + (0,16*52) + (0,25*52) + (1,4*9,4) + (1,20*2,1))*(21 - (-32)) = 2532 \text{ W}$$

## 6.2 Ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema teho

Ilmanvaihdon määrästä riippuu, kuinka merkittävän lämmitystarpeen ilmanvaihto aiheuttaa. Ilmanvaihdon vähimmäismäärä on 0,5 kertaa huoneen ilmatilavuus tunnissa. Ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema teho lasketaan kaavan 4 avulla. Lämmitystehon tarve on siis suoraan verrannollinen ilmavirtaan ja lämpötilaeroon.

Esimerkkiasunnossa on ilmanvaihto toteutettu koneellisella poistolla. Lämmön talteenottoa ei pystytä tällöin hyödyntämään, eikä sitä tarvitse ottaa laskuissa huomioon. Tehontarve lasketaan ilmanvaihdon vähimmäismäärällä. Ilmatilavuus asunnossa on 140 m<sup>3</sup>, jolloin ilmanvaihdon ilmavirraksi saadaan 0,020 m<sup>3</sup>/s.

Ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema teho lasketaan kaavalla 4.

$$\phi_{\text{iv}} = \rho_i c_{\text{pi}} q_{\text{v,poisto}} (T_s - T_{u, \text{mit}}) \quad (4)$$

$\phi_{\text{iv}}$	ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema teho, W
$T_s$	sisäilman lämpötila, °C
$T_{u, \text{mit}}$	mitoitettava ulkoilman lämpötila, °C.
$\rho_i$	ilman tiheys, 1,2 kg/m <sup>3</sup>
$c_{\text{pi}}$	ilman ominaislämpökapasiteetti, 1000 Ws/(kgK)
$q_{\text{v,poisto}}$	poistoilmavirta, m <sup>3</sup> /s

$$\phi_{\text{iv}} = \rho_i c_{\text{pi}} q_{\text{v,poisto}} (T_s - T_{u, \text{mit}}) = 1,2*1000*0,020*(21-(-32)) = 1272 \text{ W}$$

### 6.3 Vuotoilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema teho

Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 mukaan rakennuksen vuotoilmaker-  
toimena voidaan käyttää arvoa 0,16 l/h, ellei ilmanpitävyyttä tunneta. Maanalaisissa  
kellaritiloissa ja rakennuksen keskellä olevissa tiloissa ei ilmavuotoja yleensä tarvitse  
ottaa huomioon.

Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho lasketaan kaavalla 5.

$$\phi_{\text{vuotoilma}} = H_{\text{vuotoilma}}(T_s - T_{u, \text{mit}}) \quad (5)$$

Kaavassa 5 tarvittava vuotoilman ominaislämpöahiö lasketaan kaavalla

$$H_{\text{vuotoilma}} = \rho_i c_{pi} q_{v, \text{vuotoilma}} \quad (6)$$

Kaavassa 6 tarvittava vuotoilmavirta lasketaan kaavalla 7.

$$q_{v, \text{vuotoilma}} = n_{\text{vuotoilma}} V / 3600 \quad (7)$$

$q_{v, \text{vuotoilma}}$  vuotoilmavirta, m<sup>3</sup>/s

$n_{\text{vuotoilma}}$  rakennuksen vuotoilmakerroin, kertaa tunnissa, 1/h

$V$  rakennuksen tilavuus, m<sup>3</sup>

3600 kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos m<sup>3</sup>/h → m<sup>3</sup>/s

Esimerkkiasunnon tilavuus on 140 m<sup>3</sup> ja vuotoilmakerroinena voidaan käyttää arvoa  
0,16 l/h. Lasketaan asunnon vuotoilman tarvitsema teho.

$$\phi_{\text{vuotoilma}} = H_{\text{vuotoilma}}(T_s - T_{u, \text{mit}}) = 1,2 * 1000 * 0,16 * 140,4 / 3600 * (21 - (-32)) = 397 \text{ W}$$

### 6.4 Käyttöveden lämmityksen tarvitsema teho

Käyttöveden lämmityksen tarvitsema teho lasketaan Suomen rakentamismääräysko-  
koelman osan D1 mukaisesti määritetyllä rakennuskohtaisella lämpimän käyttöveden  
mitoitusvirtaamalla. Tehoon lisätään tarvittaessa lämpimän käyttöveden kiertojohdon

lämpöhäviöteho. Yleensä kiertojohdon lämpöhäviöteho on pieni verrattuna käyttöveden lämmitystehon tarpeeseen. [7.]

Käyttöveden lämmityksen tarvitsema teho lasketaan kaavalla

$$\phi_{lkv} = \rho_v c_{pv} q_{v,lkv} (T_{lkv} - T_{kv}) + \phi_{lkv,kiertohäviö} \quad (8)$$

$\phi_{lkv}$	käyttöveden lämmityksen tarvitsema teho, kW
$\rho_v$	veden tiheys, 1000 kg/m <sup>3</sup>
$c_{pv}$	veden ominaislämpökapasiteetti, 4,2 kJ/kgK
$q_{v,lkv}$	lämpimän käyttöveden mitoitusvirtaama, m <sup>3</sup> /s
$T_{lkv}$	lämpimän käyttöveden lämpötila, °C
$T_{kv}$	kylmän käyttöveden lämpötila, °C
$\phi_{lkv,kiertohäviö}$	lämpimän käyttöveden kiertojohdon tarvitsema teho, kW

D5 mukaan lämpimän ja kylmän veden lämpötilaerona ( $T_{lkv} - T_{kv}$ ) voidaan käyttää arvoa 50 °C, ellei toisin ole määrätty [7].

D5 mukaan asuinrakennuksissa ja vastaavissa lämpimän käyttöveden kiertojohdon tarvitsemana ominaistehona voidaan käyttää arvoa 0,002 kW/brm<sup>2</sup>, jos kiertojohtoon ei ole kytketty kuivauspattereita [7]. Kerrostalon bruttoala on 467 m<sup>2</sup>. Kiertojohdon ( $\phi_{lkv,kiertohäviö}$ ) tarvitsema teho on 0,002 kW/brm<sup>2</sup> \* 52 m<sup>2</sup> = 0,934 kW.

Rakennuksen lämpimänkäyttöveden kalusteiden normivirtaamien summa (Q) on 3,6 l/s ja mitoitusvirtaamaksi ( $q_{v,lkv}$ ) saadaan D1:n taulukukosta 2 katsottuna 0,56 l/s. Lasketaan rakennuksen käyttöveden lämmityksen tarvitsema teho.

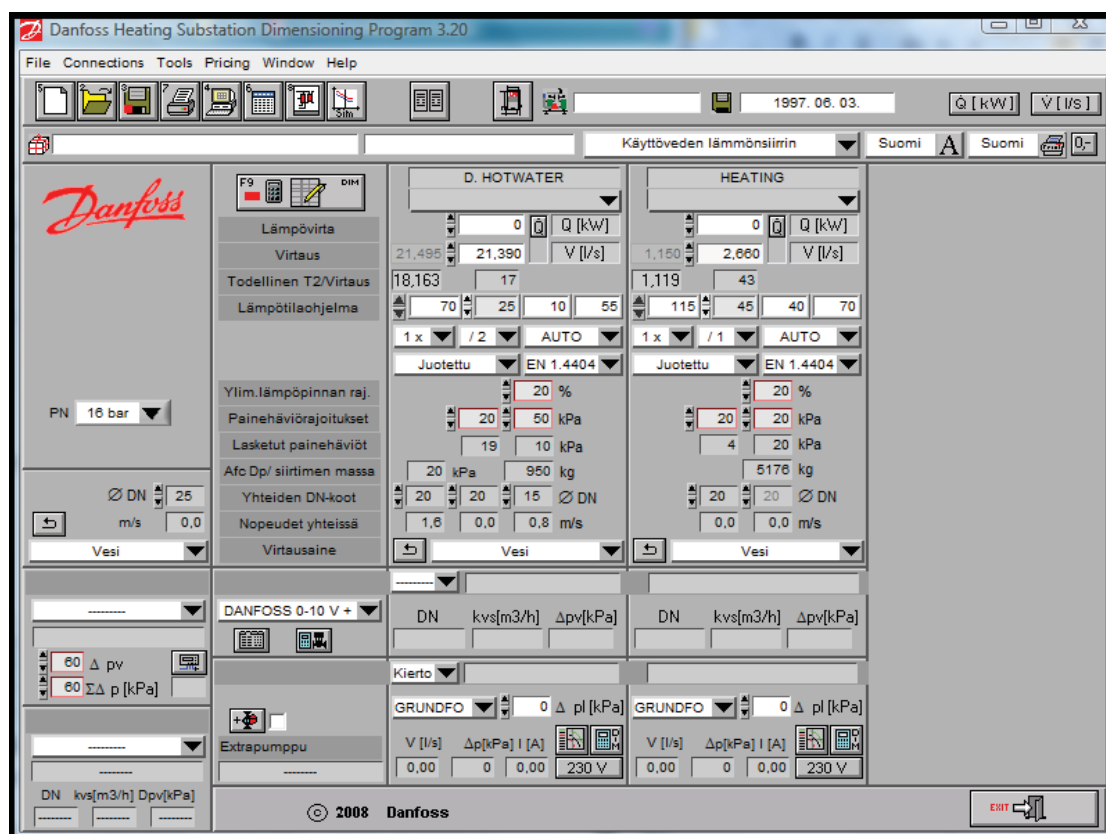
$$\phi_{lkv} = \rho_v c_{pv} q_{v,lkv} (T_{lkv} - T_{kv}) + \phi_{lkv,kiertohäviö} = 1000 * 4,2 * 0,0056 * 50 + 0,934 = 119 \text{ kW}$$

## 6.5 Lämmönjakokeskuksen mitoitus

Lämmönjakokeskuksen mitoituksen suunnittelussa tulee tarkastella kaukolämmityslaitteita aina kokonaisvaltaisesti myös laiteusinnoissa. Laitteiden mitoituksen tulee perustua laskennallisiin tai todellisiin mitattuihin toiminta-arvoihin. Vanhoja lämmi-

tystietoja ei ollut järkevää käyttää, koska rakennuksen saneerauksessa lämmöneristävyys parani huomattavasti ja lisäksi järjestelmät päivitettiin tehokkaammiksi.

HKL-lämmönjakokeskuksen mitoitus, säätöventtiilien sekä pumppujen valinta ja tyytitys tehtiin Danfoss LPM -mitoitushjelmalla (kuva 4). Tarvittavat tiedot lämmönjakokeskuksen mitoituksesta saadaan suoraan ohjelmasta, kun tietää rakennuksen lämmöntehotarpeet ja käyttöveden lämmitystehon. Lämmönjakokeskuksen lopullinen mitoitus on laskettu liitteessä 10.



**Kuva 4. Danfoss Heating Substation Dimensioning Program 3.20**

## 7 RAKENTAMISVAIHEEN ONGELMAKOHDAT

Etenkin saneerauskohteiden suunnittelussa suunnittelijoilta vaaditaan kohteen riittävä ja perusteellista tutustumista jo ennen suunnitteluvaiheen aloittamista. Vain perusteellinen kartoitus saneerauskohteesta antaa tarpeeksi hyvät lähtötiedot suunnittelijoille suunnitelmien hyvään lopputuloksen aikaansaamiseksi. Mitä enemmän suunnitelmissa on virheitä, sitä enemmän se vaikuttaa saneerauksen kokonaiskustannuksiin ja

vaikeuksia aikataulussa pysymiseen. Urakassa lisätöiden määrän minimoiminen tietää tilaajan puolelta säästöä ja pysymistä kustannuksien määrätyissä rajoissa.

Rakennushankkeen läpivieminen ilman ongelmia on melkein mahdotonta. Mitä laajempi hanke, sitä enemmän on riskitekijöitä hankkeen onnistumiselle. Laaja rakennushanke on pilkottu osiin, ja sen koossa pitäminen on hankkeen läpiviemiselle ensisijaisen tärkeää. As Oy Loukkukadun saneeraus oli onneksi vielä melko pieni rakennushanke. Silti saneerauksessa syntyneiltä ongelmilta ei vältytty. Lämmitysjärjestelmän, vesi- ja viemärijärjestelmän ja ilmanvaihtojärjestelmän asennuksissa ja suunnitelmissa oli puutteita.

Saneerauskohteen toteuttamisessa suurin ongelma projektin läpiviemisessä oli alusta asti pääurakoitsijan nihkeä suhtautuminen tavaran tilaamiseen, jonka seurauksena aikataulussa pysyminen oli täysi mahdottomuus ja työmaakohteen valmistuminen viivästyi useilla kuukausilla. LVI-saneeraus toteutettiin tuntityönä, jossa Vesi Oy:n puolelta tuli lvi-asentajat ja lvi-tavaran tilaaminen kuului pääurakoitsijan vastuulle. Sopimus oli järkeenkäyvä näin jälkikäteen ajateltuna, koska työmaan aikataulusta myöhästyminen ei ollut riippuvainen lvi-asentajista, vaan ongelmat johtuivat pääurakoitsijan piittaamattomuudesta tavaran tilaamiseen, eikä näin ollen Vesi Oy:lle kertynyt ylimääräisiä lisäkustannuksia.

## **7.1 Lämmitysjärjestelmä**

Lämmitysjärjestelmän asennuksessa ilmenneitä ongelmia oli vähemmän kuin vesi- ja viemärijärjestelmässä tai ilmanvaihtojärjestelmässä. Ainoastaan siipirakennuksen lattialämmityksessä jouduttiin poikkeamaan suunnitelmista. Lattia valettiin kahdessa osassa, kun alun perin tarkoitus oli valaa kerralla koko lattia. Lattiavalu jaettiin asunokohtaisesti siten, että molempien asuntojen lattia valettiin erikseen. Tämän takia suunnitelmien mukaisilla piireillä järjestelmää ei pystynyt toteuttamaan. Lattialämmitys piti jakaa siten, että molemmille asunnoille tuli omat jakotukit ja piirit. Alun perin oli tarkoitus jakaa lattialämmityspiirit yhdestä jakotukista molemmille asunnoille. Ratkaisu ei sinänsä tuottanut ongelmaa, mutta sen toteuttaminen vei enemmän aikaa ja kustannukseltaan se on kalliimpi.



## 7.2 Vesi- ja viemärijärjestelmä

Vesi- ja viemärijärjestelmän suunnitelmien toteutuksessa suurin ongelma ilmeni rakennusvaiheessa, kun rakennuksen huoneistojen mitat eivät pitäneet paikkansa, vaan huoneet olivat yleensä ahtaammat, mitä kuvissa olevat lähtötiedot kertoivat. Tämän seurauksena suunnitellut kalustepaikat eivät olleet käytännössä mahdollista, vaan niiden sijainti piti paikan päällä miettiä uudestaan. Kun kalusteiden sijaintia vaihdettiin, viemäreiden tielle jäi palkkeja, jotka jouduttiin lävistämään tai kiertämään. Palkkien lävistämistä pyrittiin välttämään viimeiseen asti, koska rakennuksen välipohja oli puusta, eikä vanhoja rakenteita uskaltanut muokata niiden kestävyiden heikentymisen takia. Ongelmia syntyi lähinnä päärakennuksen toisen kerroksen asuntojen saneerausessa.

Alun perin kiinnitettiin erityistä huomiota viemäriputkien reitityksessä siihen, että viemäriputket mahtuisivat lattiarakenteeseen suurempia rakenteellisia muutoksia tekemättä. Tarkoitus oli, että tarkat suunnitelmat nopeuttaisivat urakan valmistumista, eikä tarvitsisi asennusvaiheessa tuhata aikaa viemäriputkireittien suunnitteluun. Tästä johtuen asennukseen meni enemmän aikaa, mitä alun perin laskettiin urakkaan menevän.

## 7.3 Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihtojärjestelmän rakentamisessa suurin ongelma oli rakennuksen kerroskorkeuden mataluuden aiheuttama tilanpuute. Kun ilmanvaihtoputkien reititystä suunniteltiin, tarkoitus oli tuoda ilmanvaihtoputket alaslasketussa katossa. Ilmastointiputket asennettiin suunnitelmien mukaan alaslaskettuun kattoon päärakennuksen ensimmäiseen kerrokseen, mutta toiseen kerrokseen se ei ollutkaan mahdollista. Työmaalla ilmeni, että alas laskettu katto tulee ainoastaan pesuhuoneeseen, saunaan ja eteiseen. Tästä johtuen jäteilmaputken vetäminen poistoilmakoneesta, mikä sijaitsi keittiössä liesituulettimen yhteydessä, olisi aiheuttanut koteloiden rakentamista keittiön kattoon. Koteloiden rakentaminen olisi lisännyt rakennuskustannuksia, eikä niiden visuaalinen ilme olisi sopinut rakennuksen yleiseen ilmeeseen. Tämän takia rakennuttaja vaati toisenlaista ratkaisua. Päädyttiin siihen, että ilmastointiputket vedettiin suoraan ullakotilalle ilmanvaihtoventtileiltä ja iv-koneelta. Siellä oli riittävästi tilaa ilmastointiputkien asentamiselle, eikä niiden asennus tuottanut suurempaa ongelmaa. Ainoastaan

putket täytyi eristää paloeristeellä, koska ne menivät huoneiston katon läpi toiseen palo-osastoon.

Vanhan hormin hyödyntäminen onnistui myös suunnitellusti. Ainoastaan hormien sisäpuolisen pinnan epätasaisuus tuotti ongelmia putkien asentamisessa. Hormit eivät olleet aivan suoria, ja niiden pinta oli rappeutunut. Hormeja ei pystynyt sellaisenaan hyödyntämään, vaan niiden sisään täytyi asentaa kanavasta sisäpiippu. Hormiin työnnettiin piipun päältä halkaisijalta 125 mm peltikanava. Jokaisesta huoneesta lähti yksi poistoilmakanava, eli yhteensä kuusi eri hormia otettiin käyttöön. Vanhassa piipussa oli yhteensä kaksitoista eri hormia ja keskellä yksi isompi hormi. Kaikkia hormeja ei ollut mahdollista hyödyntää, mitä alun perin suunniteltiin, vaan käytettiin niitä hormeja joihin ilmanvaihtokanava mahtui.

Korvausilma oli alun perin tarkoitus tulla ikkunan karmiin asennetuista korvausilmaventtiileistä. Työmaalla kuitenkin ilmeni, että suurimmasta osasta uusista ikkunoista korvausilmaventtiilit puuttuivat. Lisäksi venttiilit olivat väärässä paikassa, kuten esimerkiksi WC:n ikkunoissa. Korvausilmaventtiilit eivät olleet myöskään tarpeeksi leveitä, jotta laskettu korvausilma saataisiin vedottomasti. Tästä johtuen korvausilmaventtiileitä jouduttiin lisäämään ja väärissä paikoissa olevat venttiilit täytyi tukkia umpeen, jotta ilma kiertää asunnoissa oikein. Ilmanvaihtosuunnitelmissa korvausilmaventtiilit olivat oikein sijoitettu, joten todennäköisesti rakennuttaja oli unohtanut katsoa venttiileiden paikat suunnitelmista ikkunoita tilatessa.

Saunan raitisilma jäi suunnitelmista kokonaan pois. Alun perin oli tarkoitus, että korvausilma tulee saunaan pesuhuoneesta, mutta viranomaistarkastuksessa se ei mennytkään läpi. Jouduttiin jälkeinpäin asentamaan jokaiseen saunaan raitisilmakanava. Se tuotti ongelmia, koska kaikki seinäpinnat olivat valmiina, eikä enää ollut mahdollista upottaa kanavaa seinärakenteisiin. Raitisilmakanava jouduttiin koteloimaan olohuoneen katorajaan kolmeen asuntoon. Muissa asunnoissa saunat sijaitsivat onneksi ulkoseinän vieressä, jolloin oli helppo seinään poratun reiän kautta tuoda raitisilma saunaan.

## 8 LVI-SUUNNITELMIEN TAVOITTEIDEN TOTEUTUMINEN

Pienkerrostalon LVI-teknisen saneerauksen tavoitteena oli tehdä toimiva ja kustannustehokas ratkaisu laadusta tinkimättä. Tarkoitus oli suunnitella sellainen lvi-järjestelmä, jossa on kiinnitetty huomiota elinkaareissa järjestelmien kestävyyspitkälle tulevaisuuteen ja laadussa laitteiden helppoon huollettavuuteen ja helppokäyttöisyyteen. Suunnittelun yksi lähtökohta oli myös tilaajan käytettävissä olevat resurssit, minkätasoisiiin järjestelmiin tilaaja on varautunut. Tähän lopputulokseen myös päästiin ainakin toimivuuden näkökulmasta katsottuna. Lämmitysjärjestelmä, vesi- ja viemärijärjestelmä ja ilmanvaihtojärjestelmä toimivat rakennuksessa suunnitelmien mukaan. Rakennuskustannukset ylittyivät suunnitellusta jo alkuvaiheessa, ja näin ollen kalustusvaiheessa laitteiden laadussa piti tinkiä. Suunnitelmien mukaiset kalusteet vaihdettiin halvimpiin, mitä markkinoilta löydettiin.

Suunnitelmien mukainen toteuttaminen oli käytännössä mahdotonta, kun kohteena oli vanha 1950-luvulla rakennettu puukerrostalo. Asennuksia tehdessä ei koskaan tiennyt, minkälainen rakenne tuli vastaan seinän tai lattian takana. Esimerkiksi läpivientejä tehdessä saattoi vanhoja vesiputkia tulla esiin, jotka hidastivat läpivientien porausta. Välillä siellä oli kantava palkki tai muuten rakenteellisesti ongelmia aiheuttavaa tekniikkaa, joiden takia piti poiketa suunnitelmista. Suunnitelmia tehdessä olikin tiedossa, että etenkin päärakennuksen viemärireitit oli suunniteltava vasta purkuvaiheessa, kun näki paikanpäällä lattiarakenteen ja vanhat viemärireitit, joita hyödynnettiin viemäreitten vaakavedossa. Osittain suunnitelmat jouduttiin tekemään pintapuolisen katselmuksen perusteella, koska suunnitelmia tehdessä asunnoissa oli vielä asukkaat, eikä lattiarakenteita ollut järkevää purkaa tarkemman kuvan saamiseksi. Pääpiirteittäin lvi-järjestelmien asennus onnistui suunnitelmien mukaan, mutta suunnitelmissa olevien reittien tarkka noudattaminen oli mahdotonta.

Rakennuksessa oli alun perin kuusi asuntoa, mutta saneerauksen myötä siihen tehtiin kaksi asuntoa lisää. Tämä lisäsi haastetta putkireittien suunnittelussa ja asennuksessa, koska asuntojen huonejärjestelyt muuttuivat, eikä näin ollen kaikissa asunnoissa vanhoja putkireittejä pystynyt hyödyntämään, vaan putkireitit piti suunnitella uudestaan. Asunnot eivät olleet toistensa kopioita, vaan kaikki olivat erilaisia. Vesipisteitä ei ole keskitetty jokaisessa kerroksessa samaan kohtaan, vaan vesipisteet sijaitsivat ympäri rakennusta. Pitkät vaakavedot tuottivat ongelmia etenkin viemäreissä, koska riittävän

kallistuksen saaminen oli hankalaan välipohjan rakenteen vuoksi. Välipohjassa meni palkkeja ristiin rastiin, ja niiden loveaminen ei ollut mahdollista rakenteen lujuuden säilyttämisen takia.

## 9 PARANNUSEHDOTUKSIA

Saneerauksessa suunnitelmiin liittyviä ongelmia oli suhteellisen paljon. Ehdottomasti isoimmaksi ongelmaksi muodostui se, että LVI-suunnitelmat eivät käytännössä koskaan olleet toteuttamiskelpoisia sellaisenaan. On toki ymmärrettävä, että usein saneerausrakennushankkeissa ei ole saatavilla yhtä kattavia lähtötietoja kuin uudisrakennushankkeista, mikä johtaa tilanteisiin, joissa suunnittelija joutuu tekemään toteutussuunnitelmia, jotka osittain perustuvat oletuksiin.

Saneerausrakennushankkeesta tuli kuitenkin selväksi, että valtaosa toteutussuunnitelmien virheistä olisi estettävissä, mikäli suunnittelija tutustuisi kohteeseen riittävän huolellisesti ennen suunnittelun aloittamista. Tätä tietysti edellytetäänkin suunnittelu-sopimuksia tehtäessä, mutta käytäntö on osoittanut, että kohteeseen tutustuminen on enemmän sääntö kuin poikkeus.

Korjausrakennushankkeen perusteella toteuttamiskelvottomat toteutussuunnitelmat ovat myös yksiselitteisesti eniten rakennuskustannuksia lisäävä tekijä. Tutkitussa korjausrakentamishankkeessa kaikki virheet, jotka tekivät suunnitelmista toteutuskelvottomia, olisivat olleet vältettävissä, mikäli suunnittelija olisi käyttänyt muutaman tunnin tutustumalla kohteisiin ennen suunnittelun aloittamista.

Tulevissa hankkeissa olisikin tärkeää, että korjausrakennuskohteita kartoitettaisiin mahdollisimman tarkasti heti hankkeen alkuvaiheessa. Aina kun mahdollista, kartoitusta olisi syytä tehdä yhdessä vastaavan suunnittelijan kanssa, jotta suunnitelmien toteutusvaiheen ongelmia voitaisiin minimoida. Tämä on kustannusten kurissapidon kannalta ensisijaisen tärkeää.

Usein osoittautui, että seinät eivät ole suorita eivätkä suorassa kulmassa toisiinsa nähden. Seinässä voi olla pullistumiakin. Tilaajan onkin päätettävä, oikaistaanko kaikki seinät vai ratkaistaanko kukin ongelmatilanne erikseen. Seinien oikaisussa huone

yleensä hiukan pienenee. Jos kalusteiden sijainti on mitoitettu tarkasti, voi käydä niin, että seinien oikaisun jälkeen ne eivät mahdu suunnitellulle paikalle.

Jos kalusteiden sijaintia vaihdetaan, viemäreiden tielle voi jäädä palkkeja, jotka joudutaan lävistämään tai kiertämään. Tähän voidaan varautua jossain määrin tarkentamalla suunnittelua. Jos lattian korottuminen hyväksytään, ongelmaa ei ole. Jos putket vietään alakatossa, on kiinnitettävä huomiota siihen, että tilaaja on tiedostanut ratkaisun. Jos vanhat putket jätetään paikalleen ja uusille putkinousuille otetaan tilaa kylpyhuoneesta tai osasta kylpyhuoneita, tila pienenee ja saattaa johtaa hankaliin tilanteisiin, ellei asiaa ole hyvin tiedostettu.

## 10 POHDINTA

Pienkerrostalon saneeraus on kokonaisuutena hyvin haastavaa, mutta juuri sen takia mielenkiintoista. Vaihtoehtoja saneerauksen toteuttamisessa on monia, eikä niin sanottu perinteinen ”putkiremontti”, jossa putket vaihdetaan kokonaan uusiin, ole aina järkevin vaihtoehto. Kaikissa saneerauskohteissa on omat erikoisuutensa, jotka asettavat omat rajoituksensa, mutta myös antavat mahdollisuuden toteuttaa saneeraus erilaisia menetelmiä käyttäen. Perinteisen putkiremontin rinnalle saneerauksien toteutuksessa on yleistymässä putkiston pinnoitusmenetelmä. Pinnoitusmenetelmän eri variaatiot ovat yleistymässä saneerauksissa, koska ne ovat monesti kustannukseltaan halvempia ja helpompia toteuttaa.

Pienkerrostaloon toteutettiin täydellinen LVI-tekkinen saneeraus. Koko LVI-järjestelmä rakennettiin uudelleen. Lämmitysjärjestelmäksi tuli päärakennukseen patterilämmitys ja siipirakennukseen lattialämmitys. Öljylämmityksen tilalle vaihdettiin kaukolämmitys. Ilmanvaihdossa painovoimaisen ilmanvaihdon tilalle tuli asuntokohtainen koneellinen poisto. Vesi- ja viemärijärjestelmä rakennettiin myös kokonaan uusiksi.

Tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa toimivat LVI-järjestelmät pienkerrostaloon. Tähän tavoitteeseen päästiin, vaikka aina ei pystynyt suunnitelmien mukaan tekemään. Rakennusvaiheessa suurimmaksi ongelmaksi muodostui pääurakoitsijan nihkeä suhtautuminen tavarankäyttöön. Tämä hidasti koko hanketta, eikä saneeraus toteutunut suunnitellusti aikataulultaan ja kustannukseltaan. Kun kustannukset ylittyivät,

jouduttiin se kompensoimaan laitteiden laadussa. Ongelmia syntyi myös tilojen ahtauden takia. Suunnitellut kalusteapaikat eivät mahtuneet tarkoitettuun paikkaan, vaan sijoituspaikat täytyi miettiä uudelleen rakennusvaiheessa.

Saneerausrakennushankkeesta tuli selväksi, että valtaosa toteutussuunnitelmien virheistä olisi estettävissä, mikäli suunnittelija tutustuisi kohteeseen riittävän huolellisesti ennen suunnittelun aloittamista.

## LÄHTEET

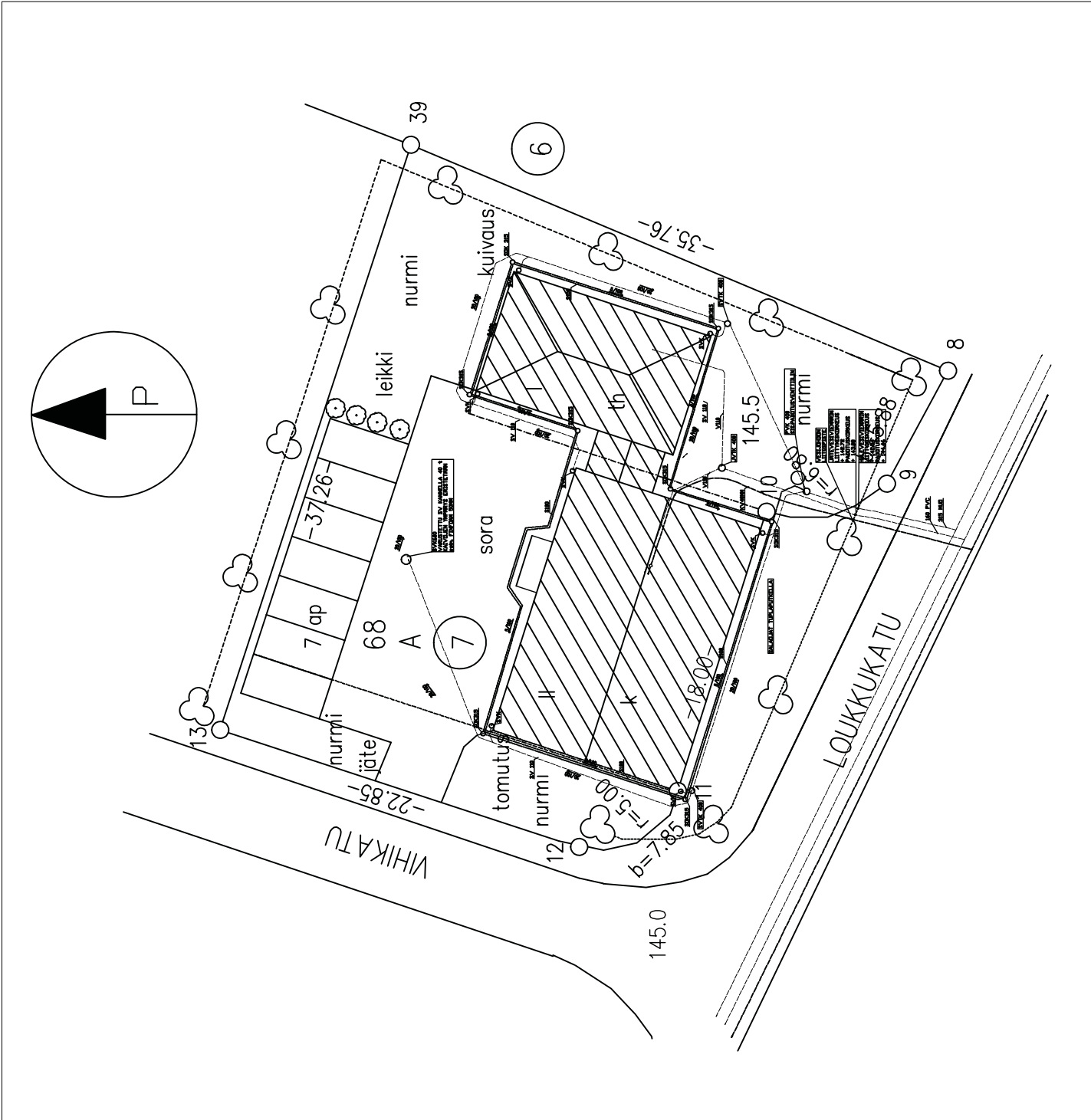
1. Seppänen, Olli. Ilmastoinnin suunnittelu. Suomen talotekniikan kehityskeskus. 2004.
2. Seppänen, Olli. Rakennusten sisäilmasto ja LVI-tekniikka. Sisäilmayhdistys. 1996.
3. Uponor 2010. Komposiittijärjestelmä käsikirja. Verkkodokumentti. Viitattu 20.1.2011. Saatavissa:  
[http://www.uponor.fi/~media/Files/Uponor/Finland/MLCP/Installation%20manuals/9001\\_Komposiitti\\_kasik\\_010610.ashx](http://www.uponor.fi/~media/Files/Uponor/Finland/MLCP/Installation%20manuals/9001_Komposiitti_kasik_010610.ashx)
4. Hallittu putkiremontti. Rakennustiedon julkaisu. Tampere: Rakennustieto Oy. 2008.
5. Ympäristöministeriö 2007. Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D1. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, määräykset ja ohjeet. Verkkodokumentti. Viitattu 15.2.2011. Saatavissa:  
[http://www.finlex.fi/data/normit/28208-D1\\_2007.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/28208-D1_2007.pdf)
6. Ympäristöministeriö 2010. Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D2. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, määräykset ja ohjeet. Verkkodokumentti. Viitattu 15.2.2011. Saatavissa:  
[http://www.finlex.fi/data/normit/34164-D2-2010\\_suomi\\_22-12-2008.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/34164-D2-2010_suomi_22-12-2008.pdf)
7. Ympäristöministeriö 2007. Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D5. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, määräykset ja ohjeet. Verkkodokumentti. Viitattu 15.2.2011. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/29520-D5-190607-suomi.pdf>.
8. Swegon ILTO 2011. ILMO 2002 talotuuletin hallittuun ilmanvaihtoon. Verkkodokumentti. Viitattu 26.2.2011. Saatavissa:  
<http://www.ildo.fi/ilmott.phtml>

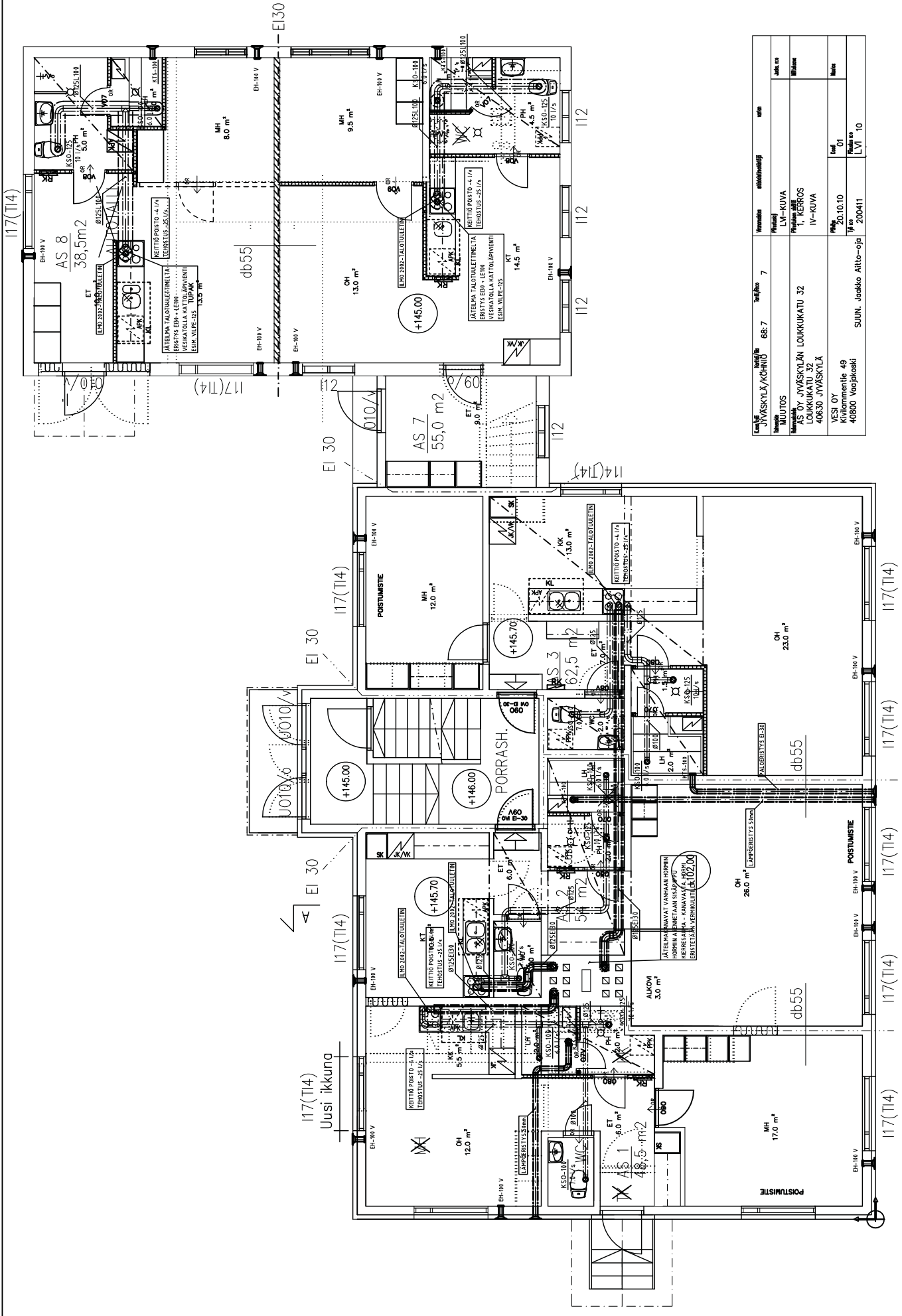
**LIITTEET**

LIITE 1	Asemakuva
LIITE 2	Ilmanvaihtosuunnitelmat
LIITE 3	Lämmityssuunnitelmat
LIITE 4	Vesi- ja viemärisuunnitelmat
LIITE 5	Lämmönjakokeskuksenmitoitus
LIITE 6	Lämpöhäviölaskelma



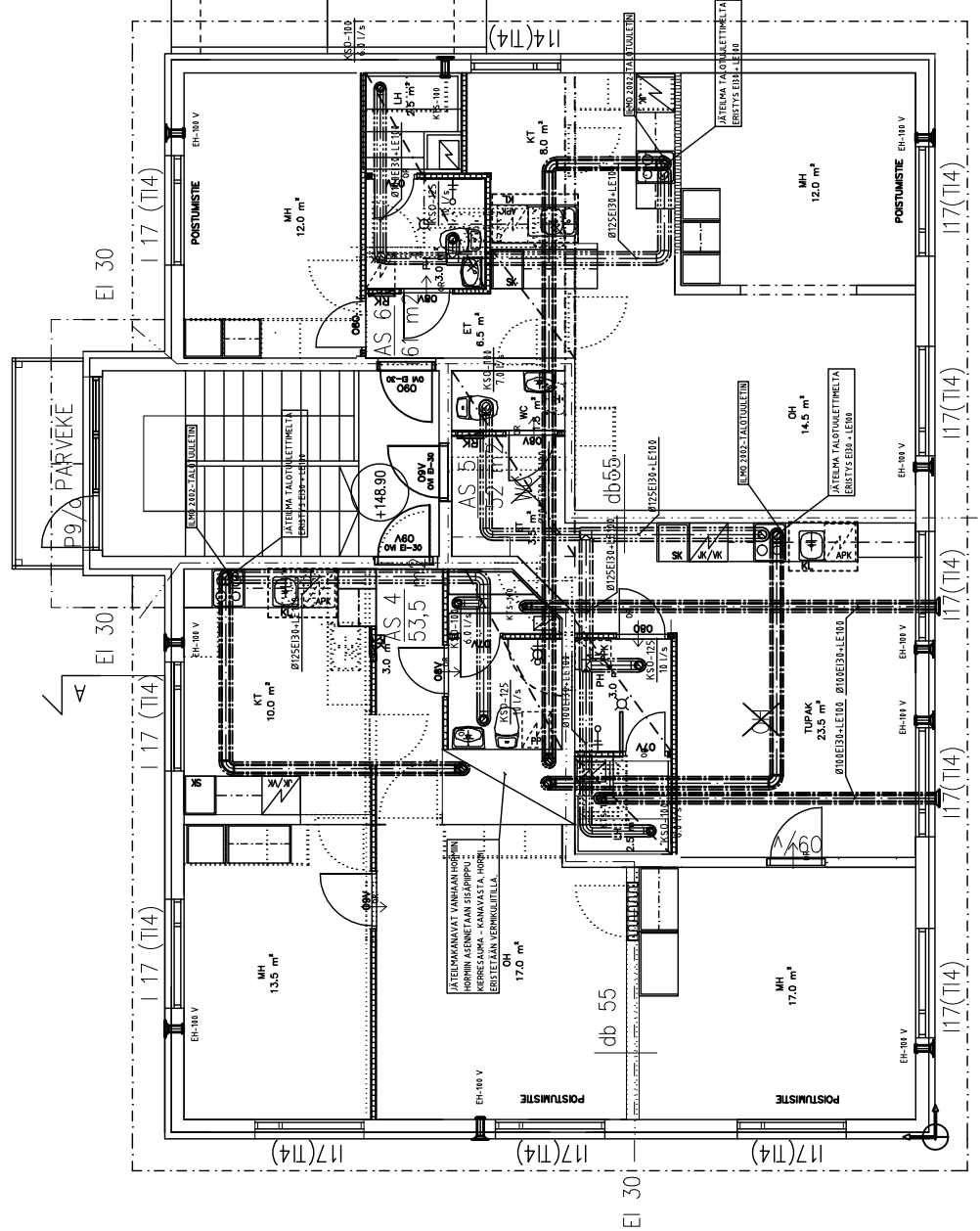
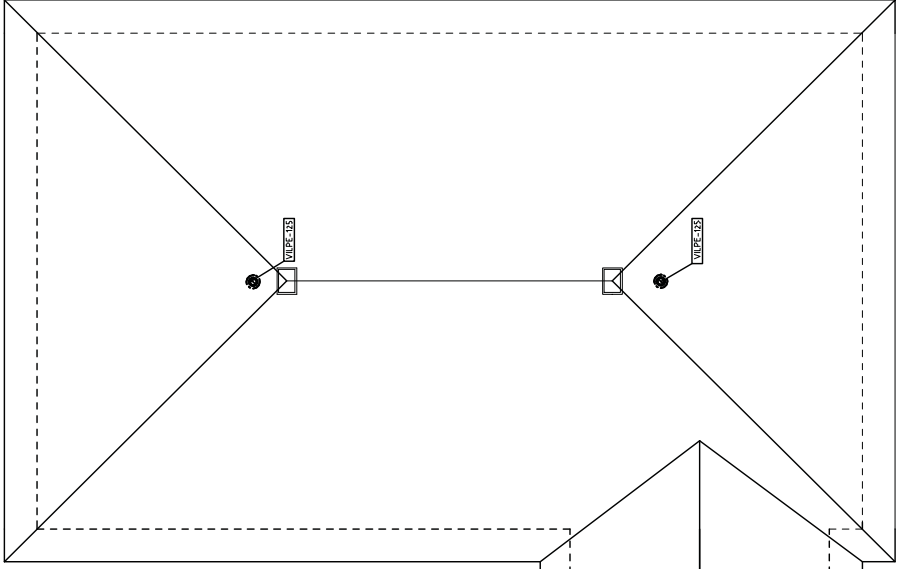
Luonnos	66.7	Muutos	7	Yhteystiedot	vuosi
Kaupunki	JYVÄSKYLÄ/KOIVUN	Projektin nimi	LV-KUVA	Yhteyshenkilö	
Maahanmittaus	MUUTOS	Projektin kuvaus	ASEMAKUVA	Yhteyshenkilön nimi	
Yhteystiedot	AS OY JYVÄSKYLÄN LOUKKUKATU 32	Projektin alkamisajankohta		Yhteyshenkilön puhelinnumero	
Yhteystiedot	40630 JYVÄSKYLÄ	Projektin lopetusajankohta		Yhteyshenkilön sähköposti	
Yhteystiedot	VESI OY	Projektin tilaaja		Yhteyshenkilön osoite	
Yhteystiedot	Kivimäentie 49	Projektin suunnittelija		Yhteyshenkilön puhelinnumero	
Yhteystiedot	40800 Vaajkoski	SUUNN. Jaakko Aitto-oja		Yhteyshenkilön sähköposti	
Yhteystiedot				Yhteyshenkilön työnumero	LV 05





Kaupunki	JYVÄSKYLÄ/KOHNIO	Korttelin nro	66:7	Käyttötarkoitus	7	Kerroskoko	edellyttäessä	mitä
Maanomistaja	MUUTOS	Maanomistajan nimi	LVI-KUVA	Maanomistajan osoite	LVI-KUVA	Maanomistajan postiosoite	200411	Mikä on
Maanomistajan nimi	LS OY JYVÄSKYLÄN LOUKKIKUJATU 32	Maanomistajan osoite	LOUKKIKUJATU 32	Maanomistajan postiosoite	200411	Maanomistajan puhelinnumero	01	Mikä on
Maanomistajan nimi	LS OY JYVÄSKYLÄ	Maanomistajan osoite	LOUKKIKUJATU 32	Maanomistajan postiosoite	200411	Maanomistajan puhelinnumero	01	Mikä on
Maanomistajan nimi	VESIJ OY	Maanomistajan osoite	Kaivantie 49	Maanomistajan postiosoite	200411	Maanomistajan puhelinnumero	01	Mikä on
Maanomistajan nimi	40800 Vapaakoki	Maanomistajan osoite	SUUN. Jaakko Alto-opi	Maanomistajan postiosoite	200411	Maanomistajan puhelinnumero	01	Mikä on

- Asuntojen
- AS 1
- 2 h + kk
- As 2
- 1 h +alko
- AS 3
- 2 h +k+s
- AS 4
- 2 h + k+
- AS 5
- 1h +tupak
- AS 6
- 3 h + k -
- AS 7
- 2 h + k -
- AS 8
- 1 h + k -
- Yht.

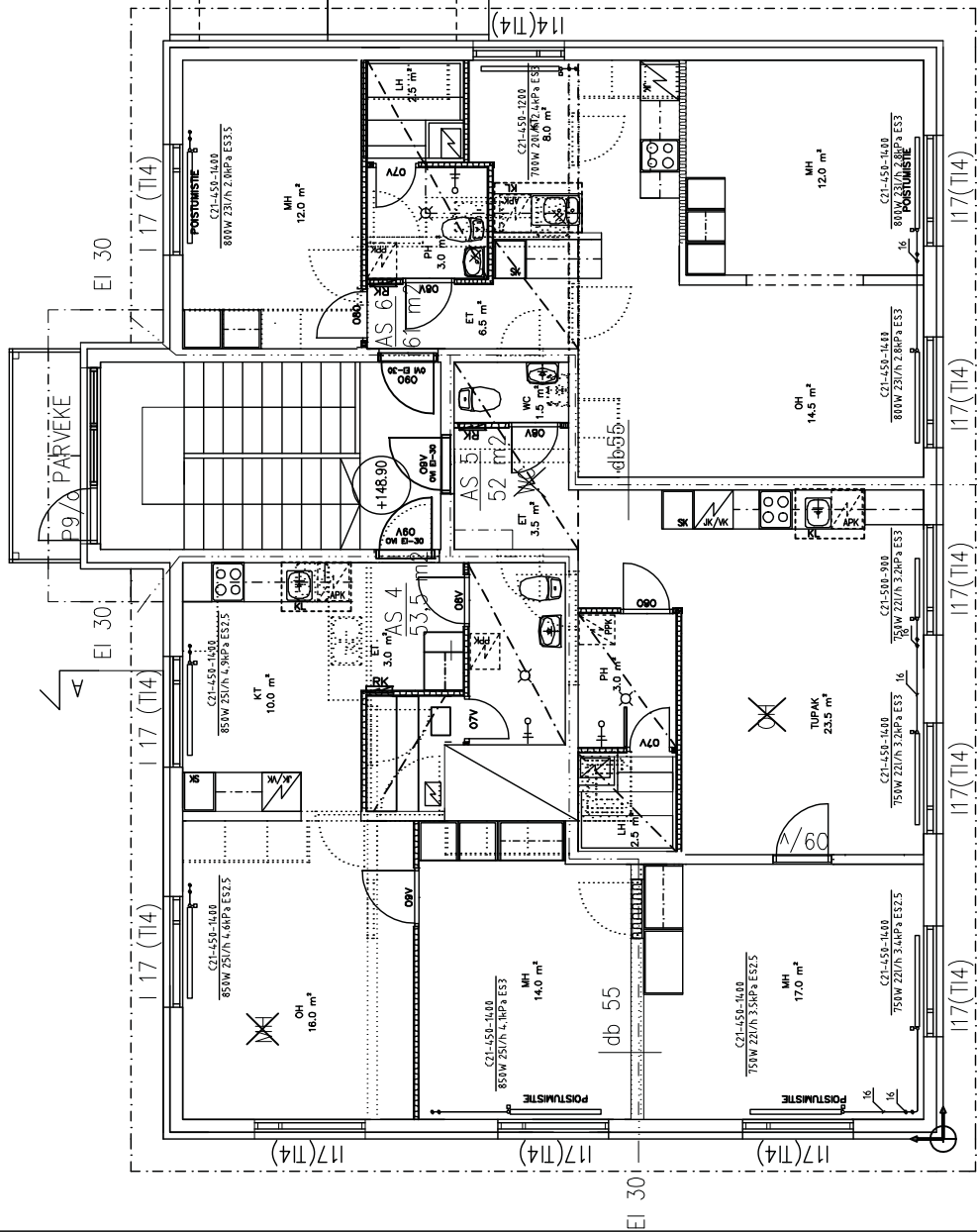
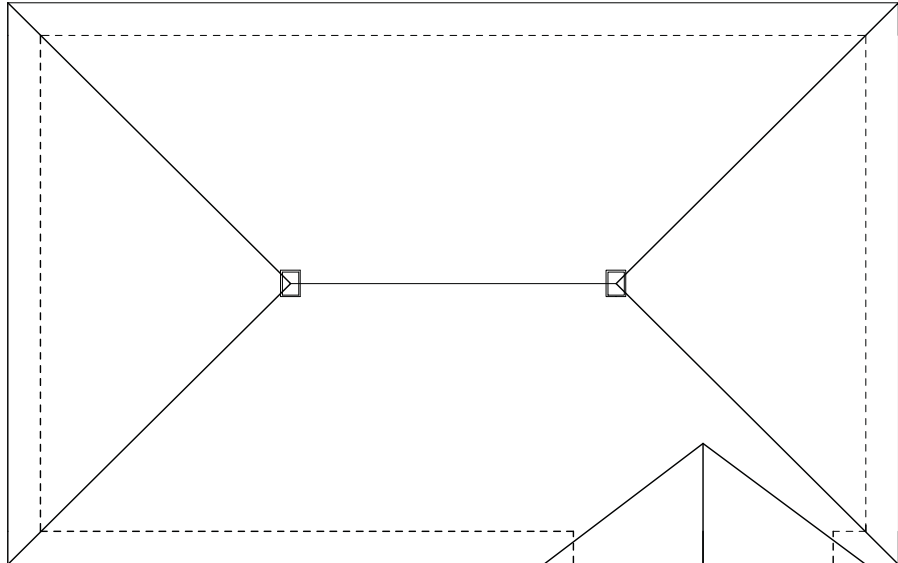


Lomake Käyttökäyttö	Yht./h	66.7	Yht./osa	7	Nimenne	Pöytäkirja	Ehdotuksen päivä
	Nimi	JYVÄSKYLÄ/KOHNO					
Mittaus	Yht.	AS 1	Kuva	LVI-KUVA			
	Määrä	32					
LVI-osa	Yht.	AS 2	Kuva	LVI-KUVA			
	Määrä	32					
LVI-osa	Yht.	AS 3	Kuva	LVI-KUVA			
	Määrä	32					
LVI-osa	Yht.	AS 4	Kuva	LVI-KUVA			
	Määrä	32					
LVI-osa	Yht.	AS 5	Kuva	LVI-KUVA			
	Määrä	32					
LVI-osa	Yht.	AS 6	Kuva	LVI-KUVA			
	Määrä	32					
LVI-osa	Yht.	AS 7	Kuva	LVI-KUVA			
	Määrä	32					
LVI-osa	Yht.	AS 8	Kuva	LVI-KUVA			
	Määrä	32					

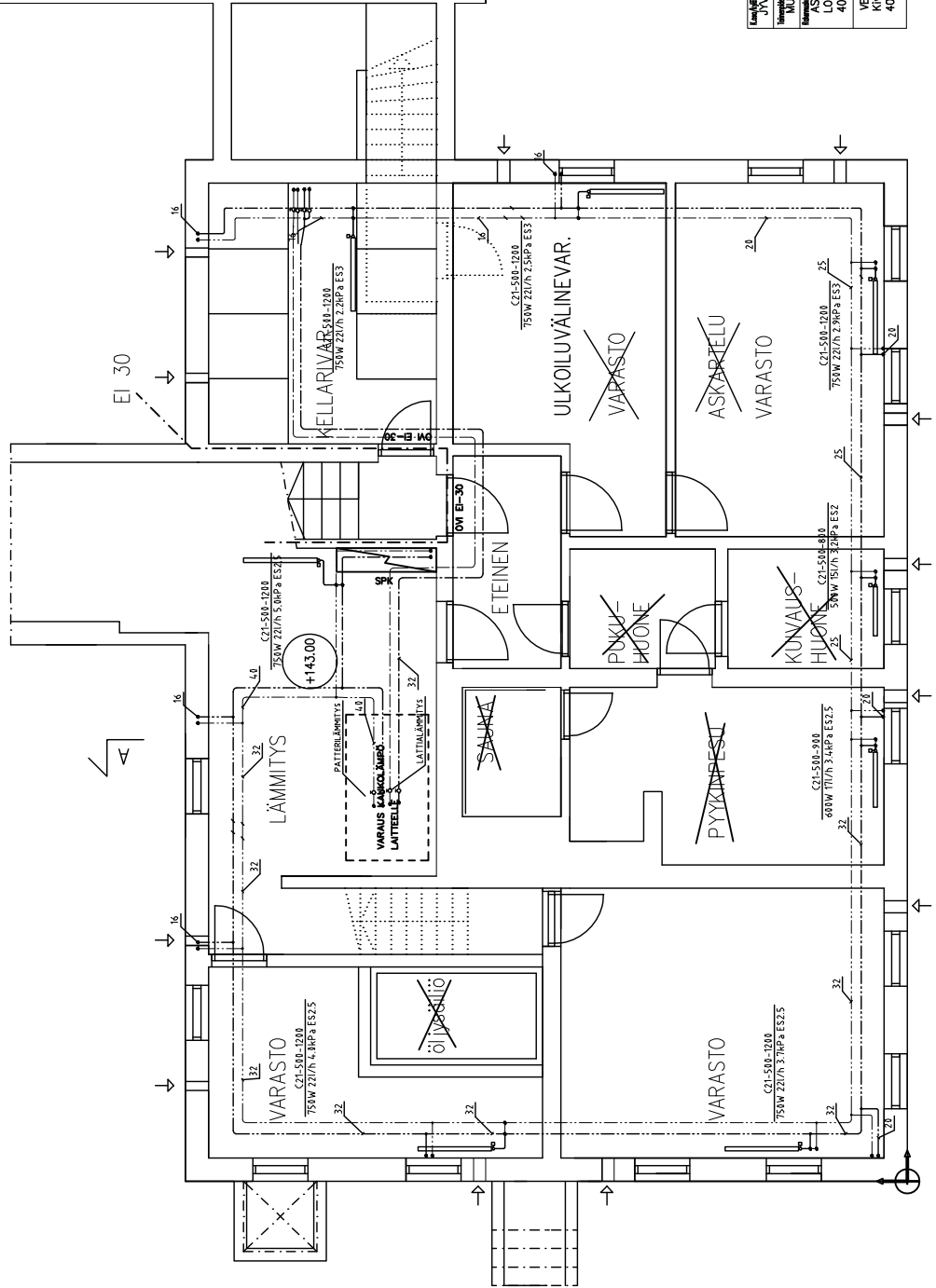
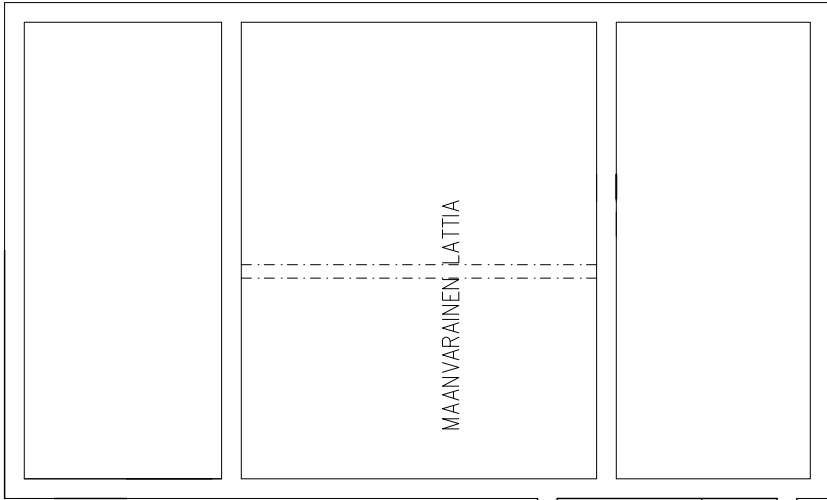


- Asuntojen huot
- AS 1
  - 2 h + kk +s
  - As 2
  - 1 h +alkovi+s
  - AS 3
  - 2 h +k+s
  - AS 4
  - 2 h + k+s
  - AS 5
  - 1h +tupdk.+s
  - AS 6
  - 3 h + k +s
  - AS 7
  - 2 h + k +s
  - AS 8
  - 1 h + k +s

Yht.



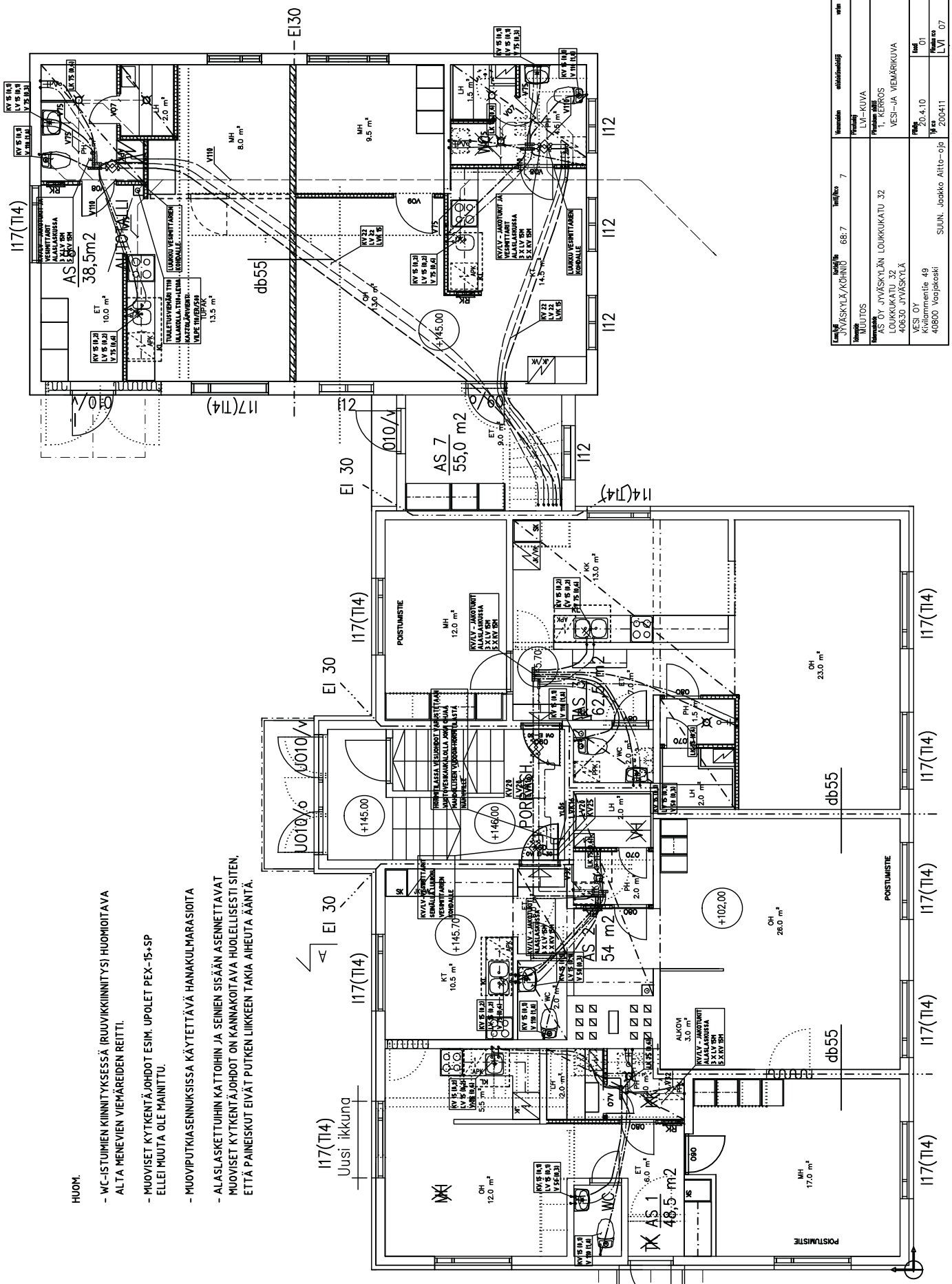
Kaupunki	JYVÄSKYLÄ/KOHOIN	Maalitus	68:7	Luokitus	7	Maastalon	enintäänkäytt.	vuosi	
Maalitus	INDUTOS	Maalitus	LVI-KUVA	Maalitus	2. KERROS	Maalitus	LÄMMITYS	Maalitus	
Maalitus	AS OY JYVÄSKYLÄN LOUKKUKATU 32	Maalitus	LOUKKUKATU 32	Maalitus	40630 JYVÄSKYLÄ	Maalitus	20.4.10	Maalitus	01
Maalitus	VEISI OY	Maalitus	Kivimäentie 49	Maalitus		Maalitus		Maalitus	
Maalitus	40800 Vaajakoski	Maalitus	SUUN. Jaakko Alttio-oja	Maalitus	200411	Maalitus		Maalitus	03



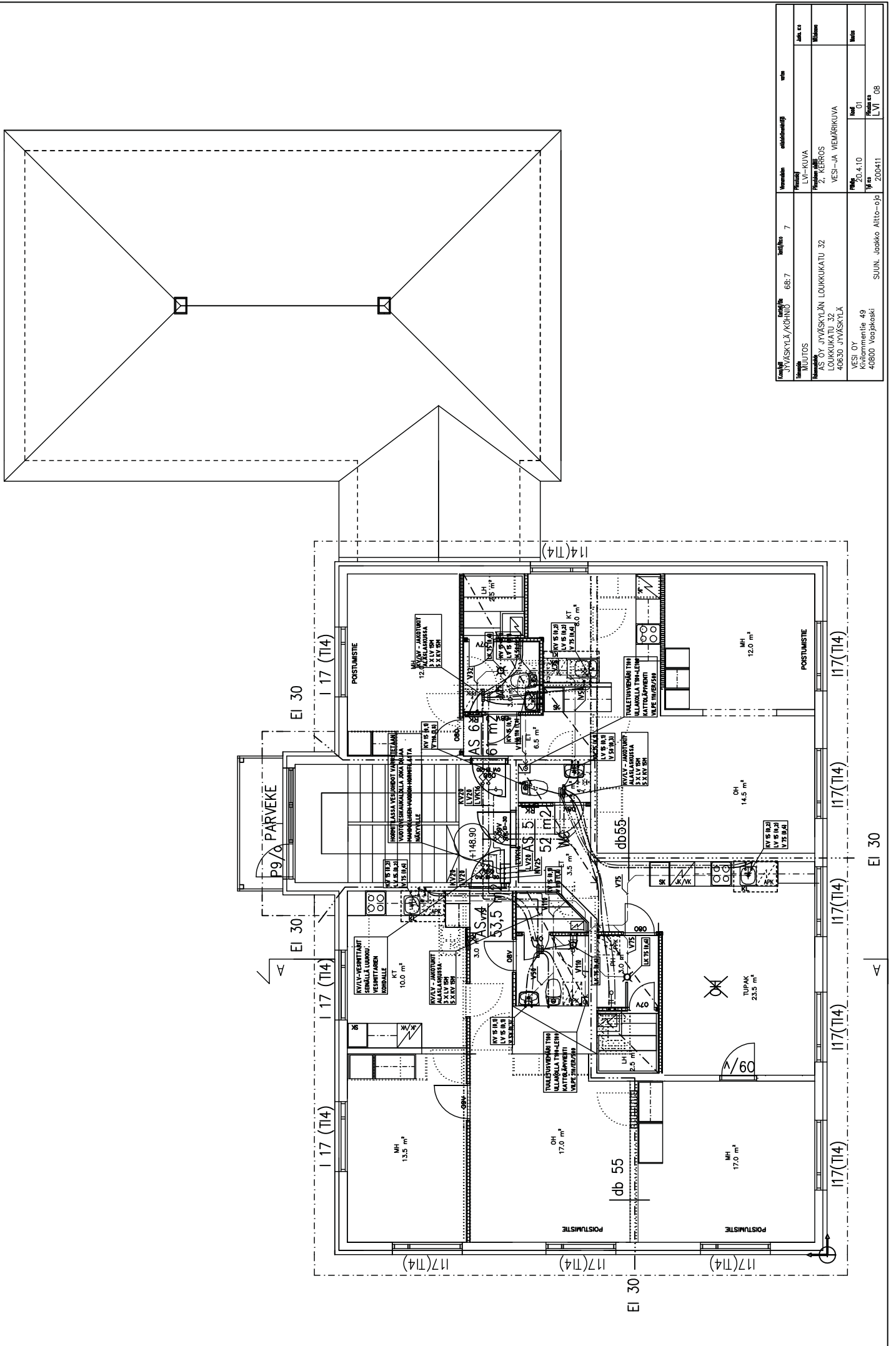
Kaupunki	JYVÄSKYLÄ/KORHON	Postinumero	0667	Kerros	7	Asunon	7	Asunon	7
Kylä	JYVÄSKYLÄ	Katu	LOUKKUKATU 32	Kerros	LVI-KUVA	Kerros	KELLARI KERROS	Kerros	LVI-01
Kylä	JYVÄSKYLÄ	Katu	LOUKKUKATU 32	Kerros	LÄMMITYS	Kerros	LÄMMITYS	Kerros	LVI-01
Kylä	JYVÄSKYLÄ	Katu	40830	Kerros	20.4.10	Kerros	200411	Kerros	LVI-01
Kylä	JYVÄSKYLÄ	Katu	40800	Kerros	Voipokoski	Kerros	SUUN. Joakko Aalto-oja	Kerros	LVI-01

HUOM.

- WC-ISTUIMIEN KIINNITYKSESSÄ (RUUVIKIINNITYS) HUOMIOITAVA ALTA MENEVIEN VIEMÄREIDEN REITTI.
- MUOVISET KYTKENTÄ JOHDOT ESIM. UPOLET PEX-15-SP ELLEI MUUTA OLE MÄÄRITTY.
- MUOVIPUTKIASENNUKSISSA KÄYTETTÄVÄ HANAKULMARASIOITA
- ALASLASKETUIHIN KATTOIHIN JA SEINIEN SISÄÄN ASENNETTAVAT MUOVISET KYTKENTÄ JOHDOT ON KANNAKOITAVA HUOLELLISESTI SITEN, ETTÄ PAINESKUT EIVÄT PUTKEN LIIKKEEN TAKIA AIHEUTA ÄÄNTÄ.



Projekti	JYVÄSKYLÄ/KOHIO	Tuuli	7	versio	
Näköalakuva	68:7				
Muutos	LV-kuva				
Alue	AS OY JYVÄSKYLÄN LOKUKUKATU 32				
Kerros	1. KERROS				
Alue	VESI- JA VIEMÄRIKUIVA				
Alue	4685D JYVÄSKYLÄ				
Alue	20.4.10				
Alue	01				
Alue	200411				
Alue	SUUN. Jaakko Aitto-oja				
Alue	LVI				



Kaupunki	JYVÄSKYLÄ/KOIVIJO	Talustyyppi	7	Vuorokausi	68:7	Valmistusvuosi	
Maailman	MUUTOS	Maailman	LVJ-KUVA	Maailman	LVJ-KUVA	Maailman	Maailman
Maailman	JYVÄSKYLÄN LOKUKATU 32	Maailman	Z. KERROS	Maailman	VESI- JA VIEMÄRIKUVA	Maailman	Maailman
Maailman	LOUKUKATU 32	Maailman	40630 JYVÄSKYLÄ	Maailman	20.4.10	Maailman	Maailman
Maailman	VESI OY	Maailman	Kivimentie 49	Maailman	200411	Maailman	Maailman
Maailman	40600 Jyväskylä	Maailman	SUUN. Jooke Aitto-Oja	Maailman	LVI	Maailman	Maailman





LÄMMÖNJAKOKESKUKSEN LAITTEIDEN MITOITUS			Kohde: AS OY Jyväskylän Loukkukatu 32					
LÄMMÖNSIIRTIMET		Yksikkö	KÄYTTÖVESI LS 1		LÄMMITYS LS 2		LATTIALÄMMITYS LS 3	
Valmistaja			Oy Danfoss Ab		Oy Danfoss Ab		Oy Danfoss Ab	
Malli			XB20-2-30/30_1_16 G		XB20-1-12_1_16 A		XB10-1-8_1_16 A	
PED-luokka			PED 97/23/EC Article 3.		PED 97/23/EC Article 3.		PED 97/23/EC Article 3.	
Teho		kW	118		24		6	
			Ensiö	Toisio	Ensiö	Toisio	Ensiö	Toisio
Virtaus		dm <sup>3</sup> /s	0,61	0,59	0,08	0,19	0,02	0,14
Lämpötilat		°C-°C	70 - 23	10 - 58	115 - 45	40 - 70	115 - 35	30 - 40
Painehäviö		kPa	19	15	2	5	1	5
Suunnittelupaine		MPa	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Rakenneaine			EN 1.4301	EN 1.4301	EN 1.4301	EN 1.4301	EN 1.4301	EN 1.4301
SÄÄTÖKESKUKSET			KÄYTTÖVESI TC 1		LÄMMITYS TC 2		LATTIALÄMMITYS TC 3	
Valmistaja			DANFOSS					
Malli			ECL 200(P30)					
SÄÄTÖVENTTIILIT			KÄYTTÖVESI TV 1		LÄMMITYS TV 2		LATTIALÄMMITYS TV 3	
Valmistaja			DANFOSS		DANFOSS		DANFOSS	
Malli			VM2		VS2		VS2	
Virtaus			dm <sup>3</sup> /s	0,61	0,08		0,02	
Painehäviö			kPa	30,2	57,5		7,0	
Koko/kvs-arvo			DN/kvs	20 / 4	15 / 0,4		15 / 0,25	
KIERTOVIESIPUMPUT			KÄYTTÖVESI P 1		LÄMMITYS P 2		LATTIALÄMMITYS P 3	
Valmistaja			GRUNDFOS		GRUNDFOS		GRUNDFOS	
Malli			UPS 25-60N-2		MAGNA 25-60		MAGNA 25-60	
Virtaus			dm <sup>3</sup> /s	0,18	0,19		0,14	
Nostokorkeus			kPa	30	35		35	
Nimellisvirta / Jännite			A / V	0,30/230	0,60/230		0,60/230	
PAISUNTA- JA VAROLAITTEET			KÄYTTÖVESI		LÄMMITYS		LATTIALÄMMITYS	
Verkon tilavuus			dm <sup>3</sup> /kPa		250 / 7		70 / 14	
Paisuntasäiliön tilavuus/esipaine			dm <sup>3</sup> /kPa		12 / 100		8 / 100	
Varoventtiilin koko/avautumispaine			DN/kPa		3/4 / 300		3/4 / 300	
N:o	kpl	Laite			Mitoitus			
LISÄTIETOJA:								
LÄMPÖLAITOKSEN ILMOITTAMA KÄYTETTÄVISSÄ OLEVA PAINE-ERO: kPa								

LÄMMITYSTEKNISET TIEDOT							
Rakennuksen käyttötarkoitus				Asuinrakennus			
Rakennusten lukumäärä				1 kpl			
Rakennustilavuus normin RT 120.12 mukaan				1650 m <sup>3</sup>			
Sisälämpötila				20 °C			
Asuntojen lukumäärä, (Liikehuoneistojen yms.lukumäärä)				8 kpl			
Lämpimän käyttöveden mitoitusvirtaama				0,59 dm <sup>3</sup> /s			
KAUKOLÄMMITYKSEN LÄMMITYSTEHOT LAITERYHMÄKOHTAISESTI ERITELTYNÄ		LÄMMITYSTEHDON ERITTELY (kW)					
		Täyden ilmanvaihdon alimmassa ulkolämpötilassa °C			Paikkakunnan mitoitus- ulkolämpötilassa °C		
							-32
Laiteryhmä	Mitoitus °C-°C	Johtumis ja vuoto	Ilmanvaihto	Yhteensä	Johtumis ja vuoto	Ilmanvaihto	Yhteensä
Käyttövesipiiriin liitetyt lämm.laitt.	50-58						
Lämmityspatterit	40-70				24		24
Kiertoilmapatterit (kpl)	-						
Ilmanvaihtopatterit (kpl)	-						
Jälkilämmityspatterit (kpl)	-						
Lattialämmitys	35-40				6		6
	-						
	-						
TARVITTAVA KAUKOLÄMPÖTEHO					30		30
+ Teho lämmön talteenotosta							
+ Muu lämmitysteho							
LÄMMITYSTEHDOT YHTEENSÄ							30
Kaukolämpövesivirta (ilman käyttövettä)				dm <sup>3</sup> /s		0,1 dm <sup>3</sup> /s	
Kaukolämpöenergian kulutus/vuosi				92 MWh/a			
<b>LISÄTIETOJA:</b>							
<b>Urakoitsijan merkinnät</b>				<b>Lämpölaitoksen merkinnät</b>			
Urakoitsija: _____				Tilavuusvesivirta _____ m <sup>3</sup> /h			
Päiväys: _____							
Vastuuhenkilön _____							
allekirjoitus _____							
K.OSA/KYLÄ	KORTTELI/TILA	Tontti/Rno		VIRANOMAISTENMERKINTÖJÄ			
RAKENNUSOIMENPIDE				PIIRUSTUSLAJI <b>LVI</b>		JUOKS.No	
Rakennuskohteen nimi ja osoite				PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ <b>Kaukolämmön kytkentäkaavio</b>		MITTAKAAVA	
SUUNNITTELIJA:				SUUN.ALA	TYÖ No	PIIR.No	MUUTOS
				<b>LVI</b>			
<b>Danfoss LPM</b>		Puh. 0403 092 200				<b>LÄMMÖNJAKOKESKUS</b>	
PL 19		Fax. 0403 092 281					
79101 LEPPÄVIRTA		http://www.lpm.danfoss.com					

## LÄMMITYSTEHTÄVÄLASKELMAT AS OY LOUKKUKATU

	yläpohja	alapohja	ulko-ovi	ikkuna	ulkoseinä	korkeus	q <sub>viv</sub>	∅ <sub>viv</sub>	∅ <sub>yläpohja</sub>	∅ <sub>alapohja</sub>	∅ <sub>ovi</sub>	∅ <sub>ikkuna</sub>	∅ <sub>ulkoseinä</sub>	∅ <sub>yht</sub>
KELLARI	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m	m <sup>3</sup> /s	W	W	W	W	W	W	W
VARASTO1		18		0,9	23,2	2,8	0,002	126	0	72	0	59	58	316
VARASTO2		23,5		1,2	26,0	2,8	0,003	165	0	94	0	79	305	643
VARASTO3		20		0,9	24,9	2,8	0,002	140	0	80	0	59	62	342
ULKOILUV		17,5		0,3	9,5	2,8	0,002	123	0	70	0	20	24	236
KELLARIV		16,5			22,7	2,8	0,002	116	0	66	0	0	57	239
LH		30		0,3	22,1	2,8	0,004	211	0	120	0	20	55	406
PK		4,3				2,8	0,001	30	0	17	0	0	0	47
PYYKKIH		14		0,3	7,8	2,8	0,002	98	0	56	0	20	92	266
KH		5		0,3	5,3	2,8	0,001	35	0	20	0	20	62	137
ETEINEN		6,3				2,8	0,001	44		25		0	0	69
SAUNA		3,4				2,8	0,000	24	0	14	0	0	0	37
PORRASH	15,4	15,4	2,1	3	38,1	9	0,006	392	131	62	134	223	505	1445
<b>AS 1</b>														
MH		17,0		4,4	18,4	2,7	0,002	130			0	326	244	700
OH		12,0		4,4	18,8	2,7	0,001	92			0	326	249	667
WC		1,5			3,4	2,7	0,000	11			0	0	45	56
ETEINEN		6,0	2,1		0,7	2,7	0,001	46			134	0	9	188
KK		5,5				2,7	0,001	42			0	0	0	42
SAUNA		2,0			3,4	2,7	0,000	15			0	0	45	60
PH		2,0				2,7	0,000	15			0	0	0	15
<b>AS 2</b>														
KEITTIÖ		10,5		2,2	7,9	2,7	0,001	80			0	163	105	348
OH		26,0		4,4	10,5	2,7	0,003	198			0	326	138	663
PH		2,0				2,7	0,000	15			0	0	0	15
SAUNA		2,0				2,7	0,000	15			0	0	0	15
WC		2,0				2,7	0,000	15			0	0	0	15
ETEINEN		6,0				2,7	0,001	46			0	0	0	46
<b>AS 3</b>														
MH		12,0		2,2	10,5	2,7	0,001	92			0	163	139	394
OH		23,0		4,4	22,6	2,7	0,003	176			0	326	299	801
KEITTIÖ		13,0		2,2	7,0	2,7	0,002	99			0	163	92	355
SAUNA		2,0				2,7	0,000	15			0	0	0	15
PH		1,5				2,7	0,000	11			0	0	0	11
WC		2,0				2,7	0,000	15			0	0	0	15
ETEINEN		7,0				2,7	0,001	53			0	0	0	53
<b>AS 4</b>														
MH	14,0	14,0		2,2	6,7	2,7	0,002	107	119		0	163	89	478
OH	16,0	16,0		4,4	17,5	2,7	0,002	122	136		0	326	231	816
KEITTIÖ	10,0	10,0		2,2	8,3	2,7	0,001	76	85		0	163	110	435
PH	4,0	4,0				2,7	0,000	31	34		0	0	0	64
ETEINEN	3,0	3,0				2,7	0,000	23	25			0	0	48
SAUNA	2,5	2,5				2,7	0,000	19	21		0	0	0	40
<b>AS 5</b>														
TUPAK	23,5	23,5		4,4	10,7	2,7	0,003	179	199		0	326	142	847
PH	3,0	3,0				2,7	0,000	23	25		0	0	0	48
SAUNA	2,5	2,5				2,7	0,000	19	21		0	0	0	40
MH	17,0	17,0		4,4	18,0	2,7	0,002	130	144			326	239	839
WC	1,5	1,5				2,7	0,000	11	13		0	0	0	24

ETEINEN	3,5	3,5				2,7	0,000	27	30		0	0	0	56
<b>AS 6</b>														
ETEINEN	6,5	6,5				2,7	0,001	50	55		0	0	0	105
PH	3,0	3,0				2,7	0,000	23	25		0	0	0	48
SAUNA	2,5	2,5				2,7	0,000	19	21		0	0	0	40
OH	14,5	14,5		2,2	5,9	2,7	0,002	111	123		0	163	78	475
MH1	12,0	12,0		2,2	6,7	2,7	0,001	92	102			163	89	445
MH2	12,0	12,0		2,2	17,2	2,7	0,001	92	102			163	228	585
KEITTIÖ	8,0	8,0		2,2	6,7	2,7	0,001	61	68		0	163	89	381
<b>AS 7</b>														
ETEINEN	9,0	9,0	2,1	1,4	9,4	2,7	0,001	69	76	36	134	107	125	546
KEITTIÖ	14,5	14,5		2,9	10,1	2,7	0,002	111	123	58	0	214	134	639
MH	9,5	9,5		2,2	6,5	2,7	0,001	73	81	38	0	160	86	437
OH	13,0	13,0		1,4	4,5	2,7	0,002	99	110	52	0	107	60	428
SAUNA	1,5	1,5			4,1	2,7	0,000	11	13	6	0	0	54	84
PH	4,5	4,5		1,4	8,6	2,7	0,001	34	38	18	0	107	113	311
<b>AS 8</b>														
ETEINEN	10,0	10,0	2,1	2,0	12,0	2,7	0,001	76	85	40	134	148	159	642
PH	5,0	5,0			11,1	2,7	0,001	38	42	20	0	0	147	247
SAUNA	2,0	2,0			3,2	2,7	0,000	15	17	8	0	0	43	83
TUPAK	13,5	13,5		2,0	7,9	2,7	0,002	103	114	54	0	148	104	524
MH	8,0	8,0		1,4	5,3	2,7	0,001	61	68	32	0	107	70	338

Lämmitystehontarve			
	A	$\varnothing_{iv}$	$\varnothing_{yht}$
	m <sup>2</sup>	W	W
KELLARI	173,9	2707	5445
PORRASH	15,4	300	1445
AS 1	46,0	1018	2747
AS 2	48,5	1018	2121
AS 3	60,5	1208	2854
AS 4	49,5	1208	3090
AS 5	51,0	1208	3064
AS 6	58,5	1208	3288
AS 7	52,0	1081	3526
AS 8	38,5	1081	2916
YHT.			<b>30495</b>

U-arvot	
	U W/m <sup>2</sup> K
ulkoseinä	0,25
yläpohja	0,16
alapohja	0,25
ulko-ovi	1,20
ikkuna	1,40

Lämpötilat	
T <sub>s</sub> (°C)	21
T <sub>u,mit</sub> (°C)	-32
T <sub>u,alap</sub> (°C)	5
T <sub>s</sub> (°C)	15