

SATAKUNNAN AMMATTIKORKEAKOULU

Mauri Uusitalo

LÄHILÄMPÖVERKOSTON SELVITYSTYÖ

KONE- JA TUOTANTOTEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMA
LVI- ja Energiatekniikan suuntautumisvaihtoehto
2006

LÄHILÄMPÖVERKOSTON SELVITYSTYÖ

Uusitalo Mauri
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
LVI- ja energiatekniikan suuntautumisvaihtoehto
Tekniikan Porin yksikkö
Työn teettäjä: As Oy Toukotalot
Joulukuu 2006
Työn ohjaaja: SANDBERG ESA
Opinnäytetyö: Sivut 37
Liitteet: 3
UDK: 621.644, 696.1, 697.1, 697.34

Avainsanat: aluelämpöverkko, tehontarve, putkistosaneeraus

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia eri vaihtoehtoja As Oy Toukotalojen aluelämpö- ja käyttövesiverkoston toteuttamiseksi ja laatia luonnossuunnitelmat verkostovaihtoehdoista. Verkoston mitoittamista varten laskettiin esimerkkitalon lämmityksen- ja käyttöveden tehontarve ja selvitettiin energiankulutuksen historiatieto.

Työssä perehdyttiin putkistosaneerauksesta aiheutuviin rakennusten sisäisiin muutoksiin ja vertailtiin erilaisten putkimateriaalien ominaisuuksia sekä soveltuvuutta kyseiseen saneerauskohteeseen.

Opinnäytetyössä tutkittiin erilaisia ratkaisumalleja toteuttaa alueputkistoverkosto ja vertailtiin kolmen eri putkivalmistajan tarjoamien eristettyjen putkien ominaisuuksia. Putkistosaneerauksesta laadittiin kokonaiskustannusarvio.

Aluelämpöverkoston putkien ominaisuudet ja liitostavat olivat eri valmistajilla hyvin samankaltaiset, joten vaikuttavin valintakriteeri tulee olemaan hinta. Talon sisäisiin putkituksiin materiaaliksi valittiin komposiittiputkisto.

STUDY OF LOCAL HEATING NETWORK

Uusitalo Mauri

Satakunta University of Applied Sciences

BSc Degree Programme in Mechanical Engineering

Field of Specialisation HVAC and Energy Engineering

School of Technology Pori

Commissioned by: As Oy Toukotalot

January 2007

Supervisor: Esa Sandberg

37 pages

3 appendixes

UDC: 621.644, 696.1, 697.1, 697.34

Key words: local area heating network, heat demand, piping renovation

The aim of this Bachelor's thesis was to study the condition and original solutions of housing company Toukotalos's local area heating network. The power requirements for heating and service water of a sample house were studied and calculated. The total energy need of past years was collected and calculated. This thesis considered also the changes in internal structures due to piping renovation. The properties and applicability of different piping materials were compared.

Diffent solutions for local area piping network were presented. Insulation pipe models of three manufacturers were considered. The thesis includes a total cost estimate of the piping renovation project.

Composite material was selected for internal pipings. The properties of pipes and ways of connecting them were very similar in all manufacturer's pipes. The most important selection criterion will be the price.

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
1 JOHDANTO	6
1.1 Työn tarkoitus ja tavoite.....	6
1.2 Työn kuvaus	6
2 NYKYISEN TILANTEEN KARTOITUS	7
2.1 Työn kohde.....	7
2.2 Aluelämpö- ja käyttövesiverkosto.....	7
2.3 Asuinrakennukset	10
2.4 Energian kulutus.....	11
3 RAKENNUKSEN LÄMMITYKSEN TEHONTARPEEN LASKENTA.....	13
3.1 Lämpöhäviöt seinän ja yläpohjan lävitse	14
3.2 Ikkunat.....	15
3.3 Ilmanvaihto.....	16
3.4 Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho.....	17
3.5 Johtumisteho maahan	18
3.6 Käyttöveden lämmityksen tarvitsema teho	18
3.7 Yhteenveto	20
4 RAKENNUSTEN SISÄISET MUUTOKSET	21
4.1 Tavoitteet.....	21
4.2 Patterilämmitysjärjestelmä.....	18
4.3 Käyttövesiputkisto.....	22
4.4 Talon sisäisten putkimateriaalien vertailu.....	23
5 ALUEVERKOSTON PUTKISTOVERTAILU.....	26
5.1 Putkitusratkaisumallit.....	26
5.2 Eristettyjen putkien esittely ja vertailu.....	28
5.2.1 Uponor Ecoflex	29
5.2.2 Bruggpema Calpex.....	30
5.2.3 Microflex.....	30
5.2.4 Tekninen vertailu	31
6 HANKKEEN KUSTANNUSARVIO.....	33
6.1 Yleistä.....	33
6.2 Talon sisäiset saneerauskustannukset.....	33
6.3 Alueputkiston kustannusarvio	34
6.4 Maanrakennuskustannukset	35

6.5 Kustannukset yhteensä	35
7 YHTEENVETO	36
LÄHDELUETTELO.....	37

LIITTEET

1 JOHDANTO

1.1 Työn tarkoitus ja tavoite

Työn tavoitteena oli tutkia ja vertailla eri lähilämpöverkostovaihtoehtoja pienasuinalueelle, joka käsittää 25 rakenteellisesti samanlaista rakennusta. Taloyhtiöön uusitaan samalla myös käyttövesiputkistot sekä talon sisällä että ulkopuolella. Työssä kartoitettiin jo olemassa olevan verkoston kunto sekä pohdittiin kuinka mahdolliset vauriot putkistossa ovat aiheutuneet. Opinnäytetyössä myös tarkasteltiin putkisaneerauksen vaatimia sisäisiä muutoksia asunnoissa. Työn tavoitteena oli lisäksi suorittaa kustannusvertailu eri putkistovaihtoehtojen välillä sekä laatia hankkeen kokonaiskustannusarvio. Projektissa vielä laadittiin lähilämpöverkostosta ja talojen sisäisistä putkituksista luonnossuunnitelmat. Työssä selvitetään lisäksi rakennuksen lämmityksen ja käyttöveden tehontarve sekä ilmanvaihdosta johtuva tehontarve.

1.2 Työn kuvaus

Kohteeseen tutustuttiin paikan päällä sekä otettiin selville olemassa olevista työselityksistä ja työpiirustuksista alkuperäisen putkiston rakenne ja asennusmenetelmät. Lämmönjakokaivoissa kulkevien putkien kuntoa tutkittiin silmämääräisesti. Asunnoissa kartoitettiin lämmitys- ja käyttövesiputkistojen nykytilanne. Tutkimusten pohjalta määritettiin mahdollinen saneeraustarve. Vertailtiin lämmönjakoputkien energia-tehokkuuksia, materiaaleja, mittoja, kustannuksia ja asennusmenetelmiä.

2 NYKYISEN TILANTEEN KARTOITUS

2.1 Työn kohde

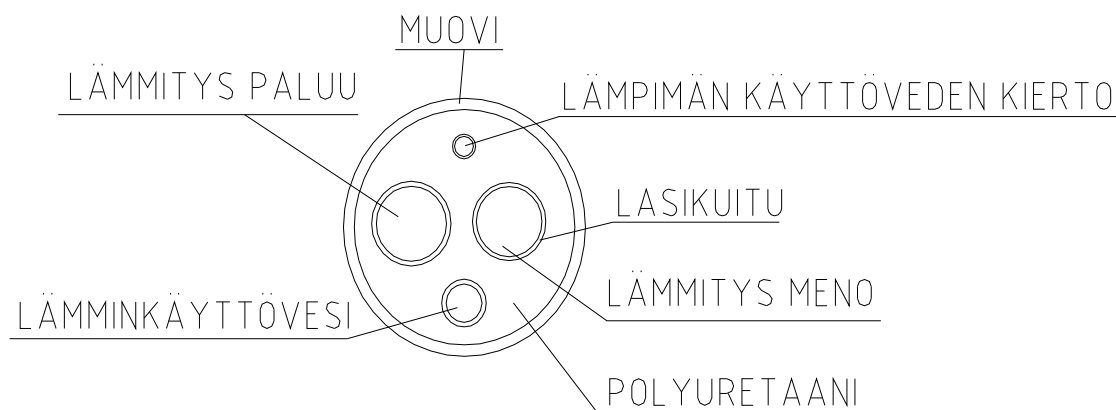
Työn kohde Asunto-osakeyhtiö Toukotalot sijaitsee Porin Herralahdessa. Asunto-osakeyhtiö koostuu 25 erillisestä asuinrakennuksesta sekä lämpökeskusrakennuksesta. Rakennuksia on kolme eri mallia, rakenne on kaikissa kuitenkin samanlainen. Huoneistoala vaihtelee 81-111m². Rakennusten kokonaishuoneistoala on 2697,5 m². Alue on rakennettu vuonna 1977, ruotsalaista alkuperää olevien suunnitelmien mukaan.

Aluksi lämmitysmuotona oli öljylämmitys. Alueen lämmityksestä vastasi yksi keskitetty öljykattila, josta lämpö jaettiin taloihin aluelämpöverkolla. Käyttövesi lämmitettiin myös samalla öljykattilalla. Öljylämmityksestä luovuttiin vuonna 1982, jolloin öljyn tilalle tuli kaukolämpö. Aluelämpöverkkoon ei muutoksia kaukolämpöön siirryttäessä tullut. Kaukolämpöön siirtymisen jälkeen merkittäviä korjauksia alueen lämmitysjärjestelmään ei ole tehty.

Taloyhtiöön tullaan uusimaan kesällä 2007 aluelämpöverkko sekä lämpimän- että kylmän käyttövedenverkostot. Samalla uusitaan talojen sisäiset lämmitysputkistot ja käyttövesiputkistot.

2.2 Aluelämpö- ja käyttövesiverkosto

Rakennusten väliset yhdysputket on asennettu Fiskarsin valmistamiin eristys-elementteihin. Elementti on muodoltaan pyöreä ja muovipintainen. Sisällä elementissä on neljä lasikuituputkea, joiden sisälle on sujutettu meno- ja paluulämmitysputket, lämmin käyttövesi sekä lämpimän käyttöveden kierto. Lämmitysputkien materiaalina on teräs ja käyttövesiputket on valmistettu kuparista. Elementti on eristetty kauttaaltaan polyuretaanilla. Eristyslementti on kuvattu kuvassa 1.



Kuva 1. Fiskars-eristyslementin poikkileikkaus

Lämmönjako rakennuksiin tapahtuu erillisten lämmönjakokaivojen kautta, joita on pääsääntöisesti yksi kahta taloa kohden. Lämmönjakokaivo on esitetty kuvassa 2. Alueella on ongelmana, että lämmönjakokaivoihin nousee pohjalle vettä. Kaivoihin on asennettu uppopumput poistamaan ylimääräisen veden. Kosteat olosuhteet ovat aiheuttaneet kaivossa oleviin putkiin ja venttiileihin huomattavaa korroosiota. Veden nousu kaivoihin saattaa aiheutua eristyslementin alla olevan salaojan puutteellisesta toiminnasta sekä kaivojen huonosta kosteuseristyksestä. Lämmitysputkistossa on myös havaittu paineen alenevan tietyn ajan kuluessa, joten on ilmeistä, että putkisto vuotaa. Aluelämpöverkosto on esitetty kuvassa 3.



Kuva 2. Lämmönjakokaiivo



Kuva 3. Nykyinen aluelämpöverkosto

2.3 Asuinrakennukset

Asuinrakennukset ovat kaikki kaksikerroksisia ja elementtirakenteisia. Esimerkkitalo on esitetty kuvassa 4. Taloissa on yksiputkijärjestelmällä toteutettu vesikiertoinen keskuslämmitys. Lämmönluovutus sisätiloihin tapahtuu lämpöpattereiden välityksellä. Patteriputket kulkevat ensimmäisessä kerroksessa betonivalussa lattian alla ja toisessa kerroksessa osittain lattiarakenteessa. Putkien materiaalina on käytetty muovipäällystettyä Wirsoflex teräsputkea. Rakenteiden sisään jääneet putkien haaroitus- ja liitoskohdat on työselosteen mukaan kääritty itseliimautuvalla muoviteipillä.

Patteriverkoston putket ovat kosteissa tiloissa erittäin alttiina korroosiolle, koska putken suojaus on rakennettu puutteellisesti, jolloin vesi pääsee etenemään lattian alla teräsputken ja muovipäällysteen väliin. Osassa taloista on kosteiden tilojen patterit poistettu ja tilalle on asennettu sähkölämmitteinen lattialämmitys. Patteriputket ovat kuitenkin jääneet lattian alle.

Käyttövesiputkistot ovat rakennuksissa tehty kuparista. Putket kulkevat rakennuksissa väliseinien sisällä sekä valettuna lattian sisään. Muutamassa poikkeustapauksessa keittiön käyttövesilinja kulkee saunan alaslasketussa katossa sekä koteloituna olohuoneen ja eteisen väliseen kattoon.



Kuva 4. Asuinrakennus

2.4 Energian kulutus

Energian kulutus vuosien saatossa ei ole merkittävästi kasvanut. Jotta energian kulu-
tusta pystytään vertaamaan vuositasolla on sitä hyvä verrata vuotuisen lämmitys-
tarvelukuun. Vuosittaiset energiankulutukset ja lämmitystarveluvut on esitetty Taulu-
kossa 1. Lämmitystarveluku saadaan laskemalla yhteen kunkin kuukauden päivittäisten
sisä- ja ulkolämpötilojen erotus. Yleisimmin käytetään lämmitystarvelukua S17, joka
lasketaan +17 °C:ksi oletetun sisälämpötilan ja ulkolämpötilan vuorokausikeskiarvon
erotuksen perusteella. Kuukauden lämmitystarveluku on vuorokautisten lämmitys-
tarvelukujen summa ja vuoden lämmitystarveluku on vastaavasti kuukausittaisten
lämmitystarvelukujen summa.

Taulukko 1.

Vuosi	Energia (MWh)	Lämmitystarveluku (°C*d)
1999	635	4007
2000	617	3537
2001	645	4210
2002	620	4217
2003	650	4271
2004	603	3937
2005	605	3949

Kesäkuukausien energiankulutuksen perusteella on arvioitu käyttöveden energian-
tarpeeksi 22 % kokonaiskulutuksesta. Lämmityksen tehontarpeen selvittämiseksi laske-
taan ensin konduktanssi kaavalla 1.

$$Q = G * S \Rightarrow G = \frac{Q}{S} \quad (1)$$

jossa	G	konduktanssi, $\frac{kW}{K}$
	S	lämmitystarveluku, °C*d
	Q	energia, kWh

Lämmityksen tehontarve saadaan laskettua kaavasta 2.

$$\phi_{\text{lämmitys}} = G * (t_{\text{sisä}} - t_{\text{mit.ulkolämpötila}}) \quad (2)$$

jossa	$\phi_{\text{lämmitys}}$	lämmitysteho, kW
	G	konduktanssi, $\frac{kW}{K}$
	$t_{\text{sisä}}$	sisälämpötila, °C
	$t_{\text{mit.ulkolämpötila}}$	mitoitussulkolämpötila, °C

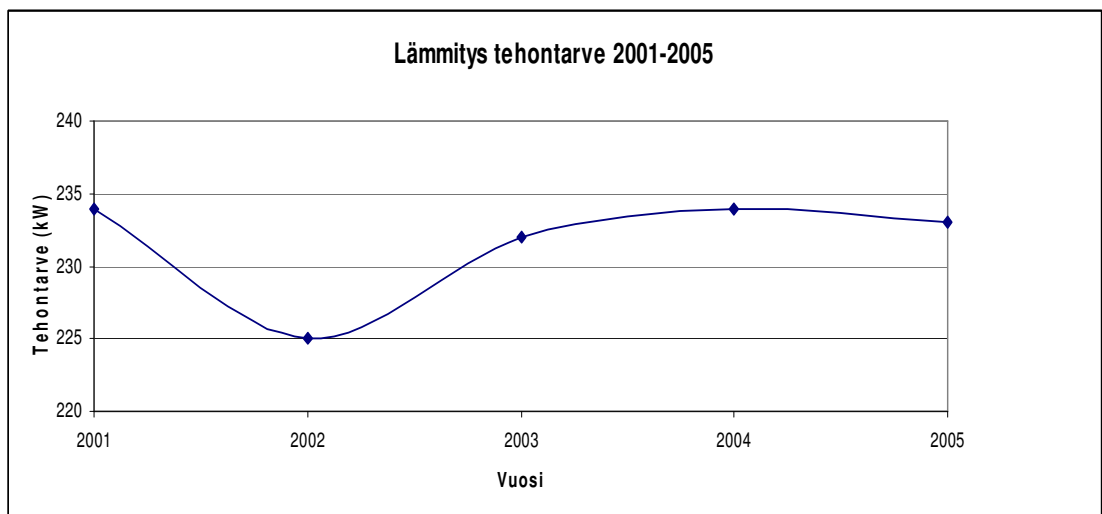
Lasketaan esimerkkinä vuoden 1999 Lämmitys tehontarve. Mitoitusulkolämpötilana käytetään -26°C ja sisälämpötilana 21°C. Lämmitystarveluku saadaan taulukosta 1.

$$G = \frac{0,78 * 635000kWh}{4007^{\circ}C * 24h} = 5,15 \frac{kW}{K}$$

$$\phi_{\text{lämmitys}} = 5,15 \frac{kW}{K} * (294 - 247)K = 242 \text{ kW}$$

Energiantarpeen perusteella laskennallinen lämmityksen tehontarve saadaan ottamalla sen keskiarvo vuosilta 2001-2005, jolloin sen suuruudeksi tulee 230 kW eli 32 W/rak.m³. Lämmitys tehontarve vuosina 2001-2005 on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2.



3 RAKENNUKSEN LÄMMITYKSEN TEHONTARPEEN LASKENTA

Lämmitystehon tarve lasketaan tässä käyttäen esimerkkinä alueella sijaitsevaa 91 m² suuruista rakennusta.

Johtumisteho talon rakenteiden läpi on ulkoseinien, ikkunoiden, ovien, ala- ja yläpohjien johtumistehojen summa. Johtumisteho lasketaan kaavan (3) avulla. (Suomen RakMk D5, 3.)

$$\phi_{\text{joht}} = \sum(U * A * (T_s - T_u)) \quad (3)$$

jossa	ϕ_{joht}	johtumisteho, W
	U	kunkin rakennusosan lämmönläpäisykerroin, W/m ² K
	A	kunkin rakennusosan pinta-ala, m ²
	T _s	sisälämpötila, °C
	T _u	ulkolämpötila, °C

Lämmönsiirtymiskerroin U-arvo saadaan selville rakenteen lämmönvastuksesta M (Seppänen & Seppänen, 1997, 64).

$$U = \frac{1}{M} \quad (4)$$

Lämmönvastukseen M sisältyvät pintavastukset ja materiaalikerrosten vastukset

$$M = m_s + \frac{s_1}{\lambda_1} + \frac{s_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{s_n}{\lambda_n} + m_u \quad (5)$$

missä m_s on seinän sisäpinnan vastus, m_u on seinän ulkopinnan vastus. s₁ ja s₂ ovat kerrosten paksuuksia, λ₁ ja λ₂ ovat niiden lämmönjohtavuuksia. (Seppänen & Seppänen, 1997, 64)

3.1 Lämpöhäviöt seinän ja yläpohjan lävitse

Seinämien lämmönläpäisykertoimiin vaikuttaa eristysmateriaalin lämmönjohtavuus sekä paksuus. Esimerkkirakennuksen seinärakenne koostuu 15 mm paksuisesta lauta-
vuorauksesta, 120 mm paksuisesta mineraalivillasta ja sisäpintana on 12 mm paksuinen
lastulevy.

Lasketaan kyseisen seinän lämmönläpäisykerroin ja lämpöhäviöt seinän lävitse, kun
seinän pinta-ala on 114,8 m², ulkolämpötila on -26°C ja sisälämpötila 21°C. Ulko-
pinnan lämmönsiirtymisvastus on 0,07 m²°C/W ja sisäpinnan 0,13 m²°C/W.

Seinän lämmönvastus

$$M = 0,13 + (0,015/0,12) + (0,125/0,055) + (0,012/0,1) + 0,07 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ\text{C/W} = 2,72 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ\text{C/W}$$

Lämmönvastuksesta saadaan lämmönläpäisykerroin käänteisarvona

$$U = 1/M = 1/2,72 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ\text{C/W} = 0,37 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Lämpöhäviö seinän läpi saadaan kertomalla lämmönläpäisykerroin pinta-alalla ja
lämpötilaerolla.

$$\phi = U * A * (T_s - T_u) = 0,37 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} * 114,8 \text{ m}^2 * (21 - (-26)) \text{ } ^\circ\text{C} = 1996 \text{ W}$$

Yläpohjan lämpöhäviö saadaan laskettua samalla menetelmällä kuin seinän lävitse
johtuva lämpöhäviö. Yläpohjan kattolaudoitus on 12 mm paksu ja mineraalivillaa on
225 mm. Katon pinta-ala on 84 m².

Yläpohjan lämmönvastus

$$M = 0,13 + (0,012/0,12) + (0,225/0,04) + 0,07 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ\text{C/W} = 5,93 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Lämmönläpäisykerroin

$$U = 1/M = 1/5,93m^2C/W = 0,17 W/m^2C$$

Lämpöhäviö yläpohjan läpi

$$\phi = U * A * (T_s - T_u) = 0,17W/m^2C * 84m^2 * (21 - (-26))C = 671 W$$

3.2 Ikkunat

Ikkunat ovat rakennusvaipan heikoin kohta lämmöneristyksen kannalta. Ikkunoiden lämpötaloutta voidaan parantaa sälekaihtimien, ikkunaluukkujen, verhojen ja pinnoitteiden avulla. (Seppänen & Seppänen, 1997, 72.)

Esimerkkitalossa on kahta eri ikkuna tyyppiä. Huomioitavaa on myös, että ikkunapinta-ala pysyy huoneiston pinta-alasta riippumatta samana. Yhden rakennuksen ikkunapinta-ala on yhteensä 19,7 m² joista 8,7 m² on U-arvoltaan 1,7 W/m²C ja loput 11 m² on 1,5 W/m²C. Lämpöhäviö ikkunoiden läpi saadaan kertomalla lämmönläpäisykerroin kokonaispinta-alalla ja lämpötilaerolla.

$$\phi_1 = U * A * (T_s - T_u) = 1,7W/m^2C * 8,7m^2 * (21 - (-26))C = 695 W$$

$$\phi_2 = U * A * (T_s - T_u) = 1,5W/m^2C * 11m^2 * (21 - (-26))C = 776 W$$

Ikkunoiden lämpöhäviöt yhteensä:

$$\phi_1 + \phi_2 = 1471 W$$

3.3 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon määrästä riippuu, kuinka merkittävän lämmitystarpeen ilmanvaihto aiheuttaa. Ilmanvaihdon vähimmäismäärä on 0,5 kertaa huoneen ilmatilavuus tunnissa. Ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema teho lasketaan kaavan (6) avulla. Lämmitystehon tarve on siis suoraan verrannollinen ilmavirtaan ja lämpötilaeroon. Ilman lämmittämisen lämpötilaeroa voidaan pienentää lämmöntalteenoton avulla alle puoleen. (Seppänen & Seppänen, 1997, 76-76).

$$\phi_{iv} = \rho_i * c_{pi} * q_v * (T_s - T_u) \quad (6)$$

jossa	ϕ_{iv}	ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema teho, kW
	ρ_i	ilman tiheys, 1,2 kg/m ³
	c_{pi}	ilman ominaislämpö, 1,0 kJ/kgK
	q_v	ilmanvaihdon ilmavirta, m ³ /s

Esimerkkirakennuksessa on ilmanvaihto toteutettu koneellisella poistolla. Tämän johdosta tuloilmaa ei pystytä tuomaan rakennukseen hallitusti. Myöskään lämmön talteenottoa ei pystytä tällöin järjestämään. Poistoilmaventtiilit sijaitsevat pesu- ja wc-huoneissa sekä keittiössä. Tehontarve lasketaan ilmanvaihdon vähimmäismäärällä. Ilmatilavuus talossa on 310 m³, jolloin ilmanvaihdon ilmavirraksi saadaan 0,043 m³/s.

$$\phi_{iv} = \rho_i * c_{pi} * q_v * (T_s - T_u) = 1,2 \text{ kg/m}^3 * 1,0 \text{ kJ/kgK} * 0,043 \text{ m}^3 * (21 - (-26))^\circ \text{C} = 2,43 \text{ kW}$$

3.4 Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho

Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 mukaan voidaan vuodon aiheuttamana ilmanvaihtuvuutena käyttää arvoja 0,2 1/h tai 0,1 1/h riippuen siitä, ulottuvatko huoneistot läpi talon vai ei. Ilmanvaihtuvuus on arvioitava erikseen, jos on syytä epäillä, että rakennus on liian tiivis tai epätiivis. (Suomen RakMk D5, 4.)

Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho lasketaan kaavan (7) avulla.

$$\phi_{\text{vuotoiv}} = \rho_i * c_{pi} * q_{\text{vuoto}} * (T_s - T_u) \quad (7)$$

jossa	ϕ_{vuotoiv}	vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho, kW
	ρ_i	ilman tiheys, 1,2 kg/m ³
	c_{pi}	ilman ominaislämpö, 1,0 kJ/kgK

Vuotoilmavirta q_{vuoto} lasketaan seuraavasti:

$$q_{\text{vuoto}} = n_v * V / 3600 \quad (8)$$

jossa	n_v	vuotoilman vaihtuvuus, kertaa tunnissa (1/h)
	V	rakennuksen tilavuus, m ³

Esimerkkirakennuksen tilavuus on 310 m³ ja ilman vaihtuvuuden arvona käytetään 0,2 1/h. Lasketaan talon vuotoilman tarvitsema teho.

$$q_{\text{vuoto}} = n_v * V / 3600 = (0,211 / h * 310 m^3) / 3600 = 0,017 m^3 / s$$

$$\begin{aligned} \phi_{\text{vuotoiv}} &= \rho_i * c_{pi} * q_{\text{vuoto}} * (T_s - T_u) = 1,2 \text{ kg} / m^3 * 1,0 \text{ kJ} / \text{kgK} * 0,017 m^3 / s * \\ &(21 - (-26))^\circ C = 0,96 \text{ kW} \end{aligned}$$

3.5 Johtumisteho maahan

Rakennuksissa, joissa ei ole kellaritiloja, voidaan johtumisteho laskea käyttämällä vakioarvoja. Arvot on esitetty taulukossa 2, jonka käyttö edellyttää, että alapohjan lämmöneristyskerroksen lämmönläpäisykerroin on enintään 1 W/m²K. (Suomen RakMk D5,3-4.)

Taulukko 2. Maavaraisen lattian johtumisteho kellarittomissa tiloissa

Sisälämpötila °C	Johtumisteho maahan, W/m ²
>17	5
12-17	4
5-12	3

Esimerkkirakennuksen maavaraisen pohjan pinta-ala on 58,6 m², jolloin johtumisteho maahan saadaan laskettua kertomalla pinta-ala ja taulukosta 1 saatu johtumisteho maahan. Asuinrakennuksen sisälämpötila on oletettu olevan 21 °C, joten johtumisteho on tässä tapauksessa 5 W/m².

$$\phi_{maahan} = A * johtumisteho = 58,6m^2 * 5W / m^2 = 293 W$$

3.6 Käyttöveden lämmityksen tarvitsema teho

Käyttöveden lämmityksen tarvitsema teoreettinen mitoitusteho määritellään Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D5 esitetyn laskentakaavan mukaisesti. Kaava 9.

$$\phi_{LV,mit} = \rho_v * c_{pv} * q_{LV,mit} * (T_{LV} - T_{KV}) \quad (9)$$

jossa	$\phi_{LV,mit}$	käyttöveden lämmityksen tarvitsema teho, kW
	ρ_v	veden tiheys, 1000 kg/m ³
	c_{pv}	veden ominaislämpö, 4,2 kJ/kgK
	$q_{LV,mit}$	mitoitusvirtaama, m ³ /s
	T_{LV}	lämpimän veden lämpötila
	T_{KV}	kylmän veden lämpötila

Kaavan mukaan määritelty lämpimän käyttöveden mitoitusteho on lämmitysteho, joka tarvitaan mitoitusvirtaaman lämmittämiseen. Kiinteistön lämmöntuottolaitteita mitoitettaessa on otettava huomioon lämmöntuotantotapa. Kaavan mitoitusvirtaama määräytyy vesijohtoverkoston vesipisteiden määrän ja koon mukaan.

Lämmitettäessä käyttövettä suoraan kulutusta vastaava määrä lämmönsiirtimellä tai muulla laitteella tulee käyttöveden lämmitystehon olla lämpimän käyttöveden kokonaistehon suuruinen. (Seppälä, 2001, 251).

Jos lämmitysjärjestelmä liitetään ulkopuoliseen energianjakeluverkkoon, käyttöveden lämmittämisen vaikutus liittymistehoon määritetään energian toimittajan ohjeiden mukaan. (Suomen RaMk D5, 5).

Lasketaan esimerkkirakennuksen käyttöveden tarvitsema teho. Talossa on suihku, astianpesuallas ja 2 pesuallasta. Suomen rakentamismääräyskokoelman osasta D1 taulukosta 3 saadaan vesipisteiden lämpimän veden mitoituksessa käytettävät normivirtaamat: suihku = 0,2 l/s, pesuallas = 0,1 l/s, astianpesuallas = 0,2 l/s. Normivirtaamien summa = (2*0,1 l/s + 0,2+0,2)=0,6 l/s.

Mitoitusvirtaama saadaan suoraan Suomen rakentamismääräyskokoelman D1:n taulukosta 5. Tässä tapauksessa mitoitusvirtaama on 0,31 l/s. Lämpimän ja kylmän veden lämpötilaerona ($T_{LV}-T_{KV}$) käytetään arvoa 50 °C, ellei perustelluista syistä ole tarvetta käyttää muita arvoja. (Suomen RaMk D5, 5).

$$\phi_{LV,mit} = \delta_v * c_{pv} * q_{LV,mit} * (T_{LV} - T_{KV}) = 1000 \text{ kg/m}^3 * 4,2 \text{ kJ/kgK} * 0,31/1000 \text{ m}^3 * 50^\circ\text{C}$$

$$\phi_{LV,mit} = 65,1 \text{ kW}$$

3.7 Yhteenveto

Esimerkkirakennuksen lämmityksen tehontarve on yhteensä 7,8 kW ja käyttöveden läm-mityksen tehontarve on 65,1 kW. Vuotoilman ja ilmanvaihdon tehontarvetta on vaikea arvioida, koska talon tiiviyyttä on hankala selvittää. Kokonaistehon muodostuminen on esitetty taulukossa 3.

Rakennuksen tilavuus on 280 m^3 , jolloin tehontarpeeksi saadaan 28 W/rak.m^3 . Alueella sijaitsevien rakennusten tilavuus on yhteensä 7000 m^3 , jolloin kokonaistehontarpeeksi saadaan noin 200 kW. Energian kulutuslukuista laskettu lämmitys tehontarve on 230 kW, josta voidaan päätellä, että lämmitysverkosto vuotaa lämpöä 30 kW. Ver-koston lämpöhäviöön on huomioitu käyttövesiverkoston vuotama lämpö.

Taulukko 3. Kokonaistehon muodostuminen.

Johtuminen	(W)
-seinät	1996
-yläpohja	671
-ikkunat	1471
-alapohja	293
Ilmanvaihto	2430
Vuotoilma	960
Yhteensä	7821

4 RAKENNUSTEN SISÄISET MUUTOKSET

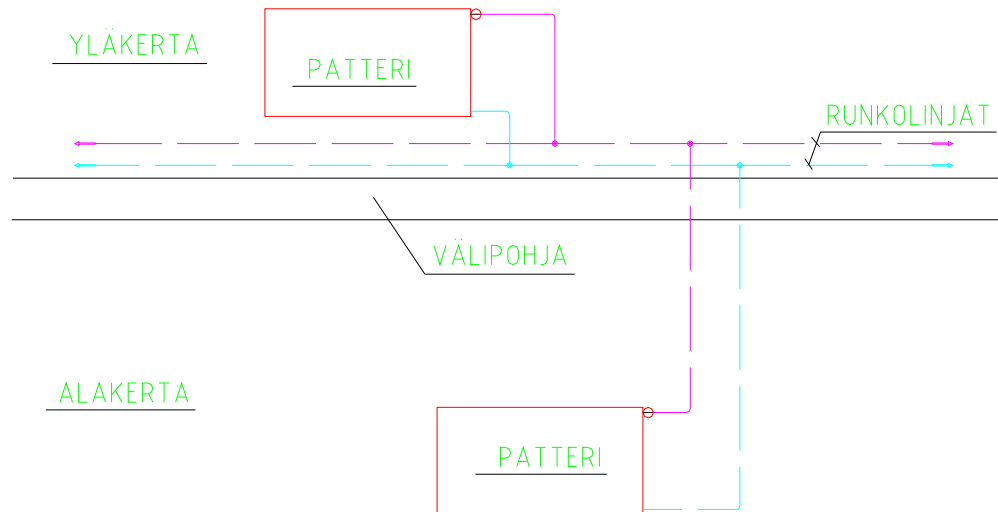
4.1 Tavoitteet

Rakennusten sisäisissä muutoksissa on lähtökohtana päästä mahdollisimman pienillä rakenteellisilla muutoksilla. Taloissa on ollut kylmähuoneet, joiden takia niiden yläpuolella on erillinen tila huoneen kylmäkoneille. Suurimmassa osassa rakennuksia kylmähuoneet on poistettu ja kylmäkonetila on jäänyt tyhjäksi.

Tarkoituksena on johtaa aluelämpöverkoston putken päät kyseiseen tilaan. Putket voidaan johtaa sinne joko rakennuksen sisätilojen kautta tai ulkokautta rakennuksen seinää pitkin. Sisäkautta putkia johdettaessa joudutaan kaivautumaan kivijalan alta ja tekemään huomattavia rakennustöitä. Ulkokautta johdettaessa selvittää vähemmillä rakenteellisilla muutoksilla. Ulkoseinässä putket joudutaan koteloidaan esteettisistä syistä. Kylmäkonetilaan asennetaan kylmälle ja kuumalle käyttövedelle vesimittarit sekä käyttöveden ja lämmityspiirien jakotukit. Tilaan olisi myös hyvä asentaa lattiakaivo, jotta mahdolliset vuotovedet ohjautuisivat talon viemäriverkostoon.

4.2 Patterilämmitysjärjestelmä

Talojen patterilämmitysjärjestelmä muutetaan yksiputkijärjestelmästä kaksi-putkiseksi, koska se on helpompi mitoittaa ja säätää. Putket asennetaan pintaan, jolloin vuodot on havaittavissa helposti ja putket ovat vaihdettavissa. Runkoputket tulevat kulkemaan rakennuksen toisen kerroksen lattian rajassa. Yläkerran runkolinjasta haaroitetaan haarat alakerran pattereihin välipohjan läpi. Esitetty kuvassa 5.

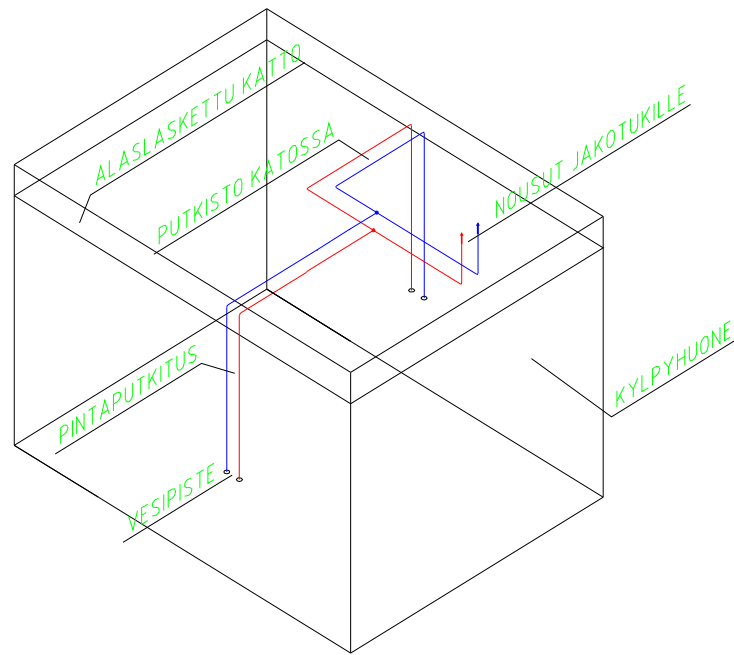


Kuva 5. Haaroitus yläkerran runkolinjasta alakerran patteriin.

Runkolinjan kulkiessa yläkerrassa säästytään vähemmällä kaapistojen läpiviennellä. Alakerrassa on myös enemmän runkoputkiston linjausta haittaavia ulko-ovia. Tämän kaltaisessa ratkaisussa ei lämpölinjaa tarvitse myöskään vetää kosteiden tilojen seinien läpi. Talon sisäisiin pattereihin vaihdetaan uudet patteriventtiilit sekä termostaattiosat. Patterit ovat verrattain hyväkuntoiset, joten niitä ei tulla vaihtamaan.

4.3 Käyttövesiputkisto

Rakennuksen käyttövesiputket uusitaan myös saneerauksen yhteydessä. Yläkerran wc-tilan putket asennetaan pintaan. Alakerran wc/pesuhuoneen käyttövesiputkistot asennetaan alaslaskettuun kattoon, josta ne johdetaan pinta-asennuksena vesipisteisiin kuvan 6 mukaisesti. Alaslasketussa katossa voidaan tehdä putkiin liitoksia ja runkoputket ovat siististi piilossa. Esimerkiksi lattiavalussa ei nykysäädösten mukaan saa putkiin liitoksia tehdä.



Kuva 6. Esimerkki alakerran kylpyhuoneen käyttövesiputkituksesta.

Keittiön käyttövesiputket johdetaan jakotukilta keittiösekoittajaan osittain pintaan ja seinän sisään asennettuna. Putki tulee kuitenkin asentaa seinän sisällä niin, että se voidaan vaihtaa ilman suurehkoja toimenpiteitä. Seinälevyt asennetaan esimerkiksi ruuvi-kiinnityksellä.

4.4 Talon sisäisten putkimateriaalien vertailu

Talon sisäisiä käyttövesi- ja lämmitysputkimateriaaleja valittaessa on lähtökohtana helppo ja nopea asennustapa. Huomiota on myös kiinnitettävä, että pintaan asennettavat putket ovat siistin näköisiä ja helposti huollettavia. Lämpöputkissa täytyy olla happi-diffuusiotiiviys. Putkimateriaalien pitää lisäksi olla helposti muokattavia. Erilaisia putkimateriaaleja ja niiden eri liitostapoja on useita. Useimmat materiaalit ja liitostavat eivät täytä annettuja kriteereitä.

Teräsputken liitokset tehdään kierteyttämällä putken päätä. Kierteytetyyn päähän saadaan tämän jälkeen ruuvattua haluttu osa, esimerkiksi kulma. Kierteyttäminen on verrattain hidasta ja siitä syntyy metallinlastuja. Lisäksi menetelmässä joudutaan käyttämään voiteluöljyä, joten se on suoritettava ulkotiloissa. Teräsputkea voidaan käyttää ainoastaan lämmitysputkissa, koska teräsputkesta irtoaa epäpuhtauksia käyttöveteen. Putken

muokkaamien on myös erittäin vaikeaa sen jäykän rakenteen takia. Teräsputket joudutaan asennuksen jälkeen maalaamaan ulkopuolisen korroosion ja esteettisyyden takia.

Kupariputken liittämisesä on kolme eri liittostapaa. Puserrus-, puristus- ja juotosliitos. Puserrusliitos osat on tehty erikoismessingistä. Liitoksen pitävyys perustuu siihen, että kupariputkeen asennetaan messinkihelmi, joka puserretaan ruuvilla kartiomaiseen puserrusosaan. Puserrusliitoksessa on varmistettava kiristettäessä, että putki on liittimen pohjassa. Puserrusliitos kuvassa 7.



Kuva 7. Puserrusliitos

Puristusliitos tehdään koneellisesti. Puristuskoneessa on leuat, joiden väliin puristusliitin ja liittimen sisään laitettu putki asetetaan. Puristusliitos on suhteellisen uusi liittotapa mutta se on yleistynyt nopeasti.

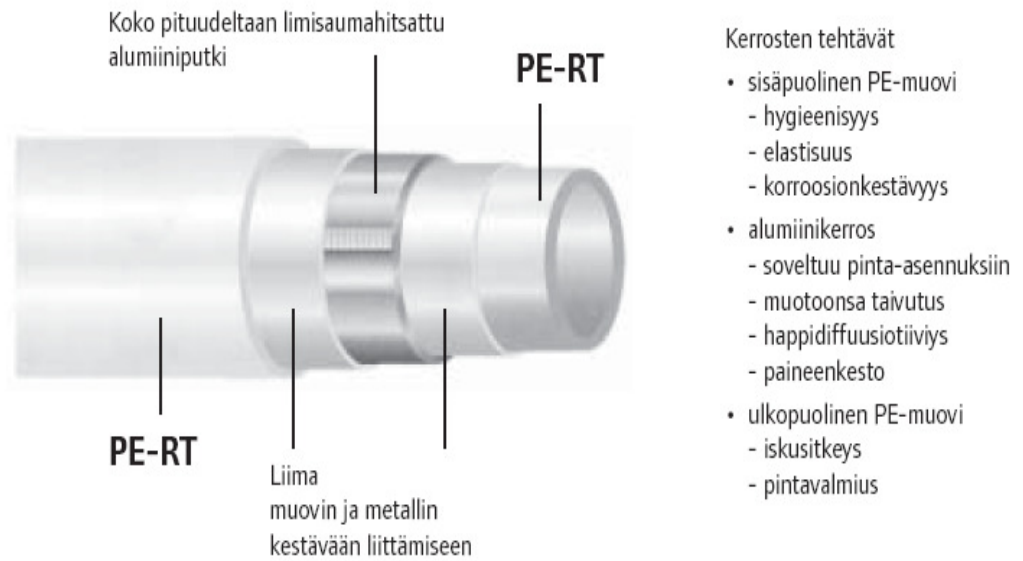
Juotosliitoksessa osat kuumennetaan. Putkiosan ja putken saumaan sulatetaan fosforikuparilankaa, joka imeytyy kapillaari-ilmiön vaikutuksesta putkiosan ja putken väliin. Liitoksen viilennyttyä sulatettu fosforikuparilanka jähmettyy ja liitoksesta tulee pitävä.

Kupariputki vaatii asennuksen jälkeen pintakäsittelyn ja sen muokkausominaisuudet eivät saavuta asetettuja ehtoja, koska pintaputkituksiin ei löydy rakenteeltaan joustavaa kupariputkea. Lisäksi kupariputken hinta on korkea.

Komposiittiputkistojärjestelmä soveltuu kaikille vesi- ja lämpöjohtojen käyttöalueille. Sen muovinen sisäpinta on korroosiota kestävä ja hygieeninen. Putkiston puristusliitokset, putken katkaisu ja taivuttaminen tehdään nopeasti erikoistyökaluilla ilman tulitöitä. Komposiittiputki sopii sellaisenaan pinta-asennukseen ilman pintakäsittelyä. Monikerrosrakenteen ja elastisuuden ansiosta putki vaimentaa hyvin veden

virtauksen aiheuttavat äänet sekä patterista toiseen johtuvan äänen. Alumiinikerros antaa putkelle tarvittavan happitiiveyden. Monikerrosrakenne toimii myös lämmön-eristeenä estäen kondensoitumista ja lämmönhukkaa. (Käsikirja 1/2002- suunnittelu ja asennus Unipipe systems, Uponor, 3-4).

Komposiittiputkistojärjestelmä vastaa parhaiten tavoiteltuja ominaisuuksia. Komposiittiputken rakenne kuvassa 8.



Kuva 8. Unipipe-monikerroksisen komposiittiputken rakenne.

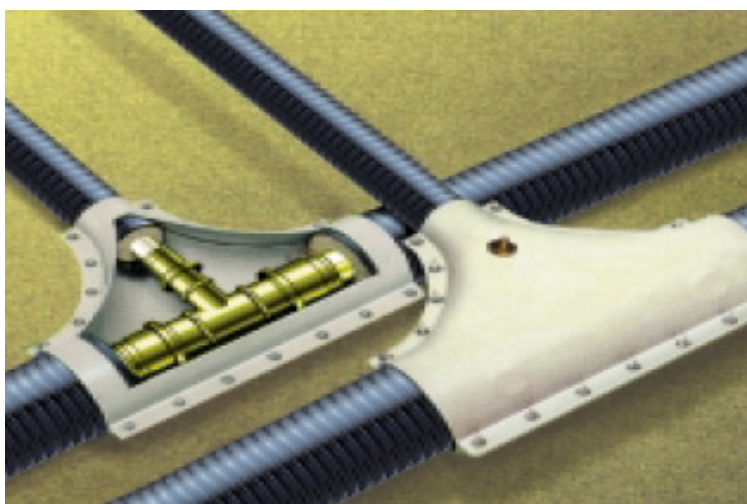
5 ALUEVERKOSTON PUTKISTOVERTAILU

5.1 Putkitusratkaisumallit

Alueverkoston toteuttamisessa vertaillaan kolmea erilaista putkitusratkaisumallia. Kaikki kolme tapaa ovat mahdollisia tehdä vertailussa olevien valmistajien tarjoamilla tarvikkeilla. Kaikissa putkistoratkaisuissa kaivannossa kulkee kaksi lämpöjohtoa, kylmä- ja lämminkäyttövesi sekä lämpimänkäyttövedenkiertojohto.

Tapa 1: Liitospakkaus

Ensimmäisessä vaihtoehdossa lämmitys- ja käyttövesiverkoston haaroitukset tehdään maan alla ja suojataan erityisin liitospakkauksin. Liitospakkaus on esitetty kuvassa 9.



Kuva 9. Brugg-pema liitospakkaus.

Menetelmän hyvänä puolena on, että liitosten tekemiseen on reilusti tilaa ja putkia pystyy vapaasti liikkuttelemaan. Näiden seikkojen ansiosta liitostyö on nopeaa ja helppoa. Tapa on myös kohtuullisen edullinen. Haittapuolena on, että tällöin kaikki liitospaikat ovat maan alla ja niitä ei pääse tarkastamaan ilman mittavia kaivaustöitä. Liitokset ovat putkistojärjestelmän kriittisimpiä kohtia vuodon suhteen. As Oy Toukotalojen verkostoihin tulisi noin 116 liitospaikkaa. Tällöin mahdollisen vuodon paikallistaminen ja korjaustyö tulisi erittäin kalliiksi. Tapa 1 on esitetty liitteessä 1.

Tapa 2: Haaroituskaivo

Toisessa vaihtoehdossa kaikki maanalaiset liitokset tehtäisiin tarkoitukseen suunnitelluissa haaroituskaivoissa. Kaivoihin sijoitetut liitokset olisi tällöin helposti huollettavissa sekä vian etsintä helpottuisi huomattavasti. Putkiston reititys voidaan tehdä samalla tavalla kummassakin edellämainitussa vaihtoehdossa. Haaroituskaivo kuvassa 10.



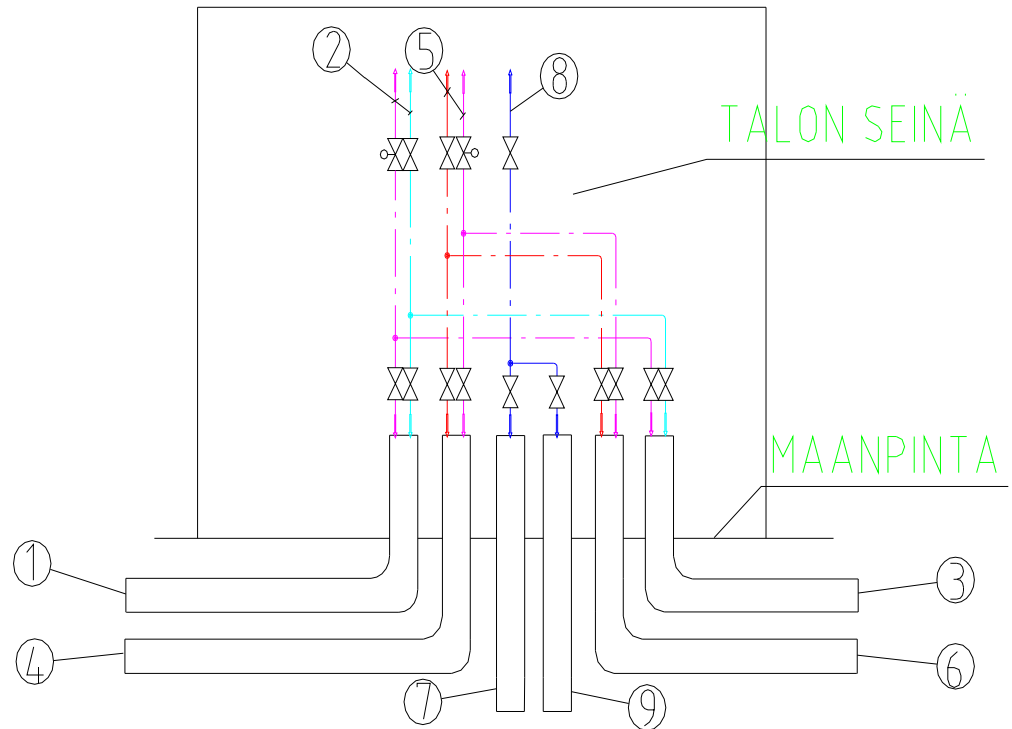
Kuva 10. Uponor haaroituskaivo

As Oy Toukotalojen verkostossa yhteen haaroituskaivoon tulisi todennäköisesti useimmissa tapauksissa kahdeksan liitosta kaivoa kohti. Tällöin putkien liittäminen on erittäin työlästä, koska kaivoon tulisi hyvin monta liitosta ja kaivon fyysiset mitat ovat rajalliset. Paksu muoviputki on suhteellisen pienessä kaivossa varsin vaikea taivutettava. Kaivoilla toteutettu vaihtoehto on kalliimpi verrattuna ensimmäiseen menetelmään. Kustannuksia vertaillessa täytyy kuitenkin huomioida, että kaivoa käytettäessä ei liitospakkauksia tarvitse käyttää, mikä osaltaan laskee menetelmän hintaa. Kaivoratkaisu vähentää myös huomattavasti työtunteja mahdollisten vuotojen paikallistamisessa ja korjaamisessa. Kaivoja alueelle jouduttaisiin asentamaan noin 16 kappaletta. Tapa 2 esitetty liitteessä 2.

Tapa 3: Linkitys

Kolmas tapa on linkittää talot toisiinsa ja jakaa alueen talot kolmeen erilliseen lämmitys- ja käyttövesipiiriin. Liitokset tehtäisiin talon seinustalla, jolloin maanalaisia liitoskohtia ei tulisi kuin kaksi ja ne toteutettaisiin haaroituskaivoilla. Lämmitys- ja käyttövesiputket nousisivat talon seinän vierestä ylös. Seinällä putket haaroitettaisiin ta-

loon meneviin putkiin ja putkiin, jotka lähtevät maan alle ja seuraavan talon seinustalle. Tämä haaroitustapa on esitetty kuvassa 11.



Kuva 11. Talon seinällä tapahtuva haaroitus. 1. Talon seinustalle tuleva runko-lämpölinja. 2. Taloon menevät lämpöjohdot. 3. Seuraavaan rakennuksen seinustalle menevä runkolämpölinja. 4. Talon seinustalle tuleva lämpimän käyttöveden ja lämpimän käyttöveden kierron runkolinja. 5. Taloon menevät lämmin- ja kiertovesijohto. 6. Seuraavaan talon seinustalle menevä lämpimän käyttöveden ja lämpimän käyttöveden kierron runkolinja. 7. Talon seinustalle johdettava kylmävesi runkolinja. 8. Taloon menevä kylmävesijohto. 9. Seuraavaan taloon menevä kylmävesi runkolinja.

Rakenne on asennuksen kannalta helpoin ja nopein kaikista edellämmainituista ratkaisuista. Putkiston päälle täytyy rakentaa kotelo ja eristää se hyvin, koska eristettyjä putkistoja ei voida haaroittaa. Kotelon koko leveysuunnassa tulisi kasvamaan kaksinkertaiseksi kahteen edelliseen ratkaisuun verrattuna, koska haaroitus tapahtuu rakennuksen seinällä. Tämä ratkaisumalli on myös hinnaltaan edullinen, koska liitospakkauksia tai haaroituskaivoja ei tarvita ja asennus on nopeaa.

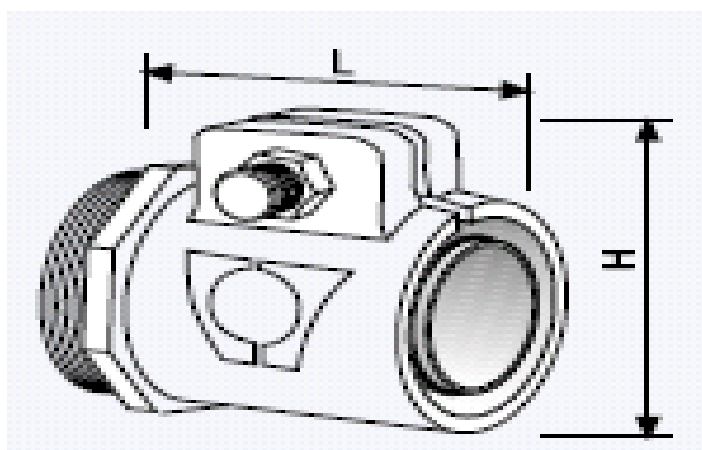
5.2 Eristettyjen putkien esittely ja vertailu

Alueverkoston putkistovertailussa on kolmen eri valmistajan eristetyt putkivaihtoehdot. Uponor Oy:n Ecoflex, jonka virtausputki on valmistettu Ruotsissa ja eristetty

Suomessa, saksalainen Bruggpema Calpex ja Talokaivo Oy:n edustama Microfex. Kaikkien valmistajien lämpöjohdoissa virtausputket ovat muovisia ja kestävät 95 °C jatkuvaa lämpötilaa. Teräksestä ja ruostumattomasta teräksestä tehdyt virtausputket kestävät yli 100 °C. Teräksiset putkistot ovat kalliimpia ja kyseisessä aluelämpöverkostossa ei ylitetä 95 °C lämpötilaa, joten ei ole kustannustehokasta käyttää teräsputkistoa. Lisäksi muoviputken taivuttaminen on helpompaa.

5.2.1 Uponor Ecoflex

Ecoflex on eristetty muoviputkijärjestelmä kylmän ja lämpimän käyttöden ja lämmitysveden siirtoon. Putket toimitetaan maksimissaan 200 metrin kiepeissä. Putkistoissa ei ole korroosiolle alttiita osia, eikä niiden asentamiseen tarvita erikoistyökaluja. Virtausputket ovat ristosilloitettua HD-polyeteeniä, PEX-putkea. Eriste on umpisoluista vaahtomuovia. Putken tekniset ominaisuudet on esitetty kohdassa 5.2.4. Liittimet ovat puserrusliittimiä ja niihin kuuluvia kierreosia käytetään Ecoflex-putkistojen virtausputkien liittämiseen. Liittimien materiaaleina ovat punametalli ja messinki, joita voi käyttää myös käyttövesiverkostoissa. Liitin on kuvattu kuvassa 12. Ecoflex-putkistoille Uponor Oy antaa 5 vuoden takuun. (<http://www.uponor.fi/ifs/files/>).



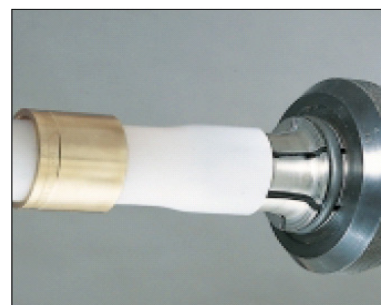
Kuva 12. Uponor-puserrusliitin ulkokierteellä.

5.2.2 *Bruggpema Calpex*

Calpex-putkistoissa virtausputket ovat verkkosidoksista polyeteeniä PEX-a, jolloin se on korroosion kestävä. Putken lämpöeristys on joustavaa polyuretaania. Liitokset tehdään puserrusliittimin tavallisilla työkaluilla tai vaihtoehtoisesti liukuholkkiliittimillä, jolloin liittämiseen tarvitaan erikoistyökalut. Liukuholkkiliittimen asennus esitetty kuvassa 13. Lisää Calpex-putkiston ominaisuuksia löytyy kohdasta 5.2.4. (http://www.bruggpema.fi/tuotesivut/Yleiset/calpex_6s.pdf, 28.11.2006)



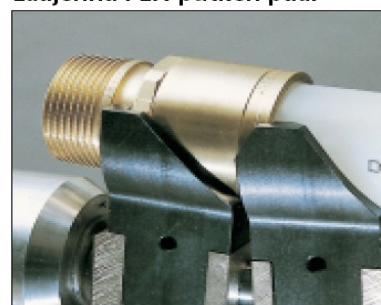
Vedä liukuholkki PEX-putken päälle.



Laajenna PEX-putken pää.



Asenna liitin laajennuskohtaan.

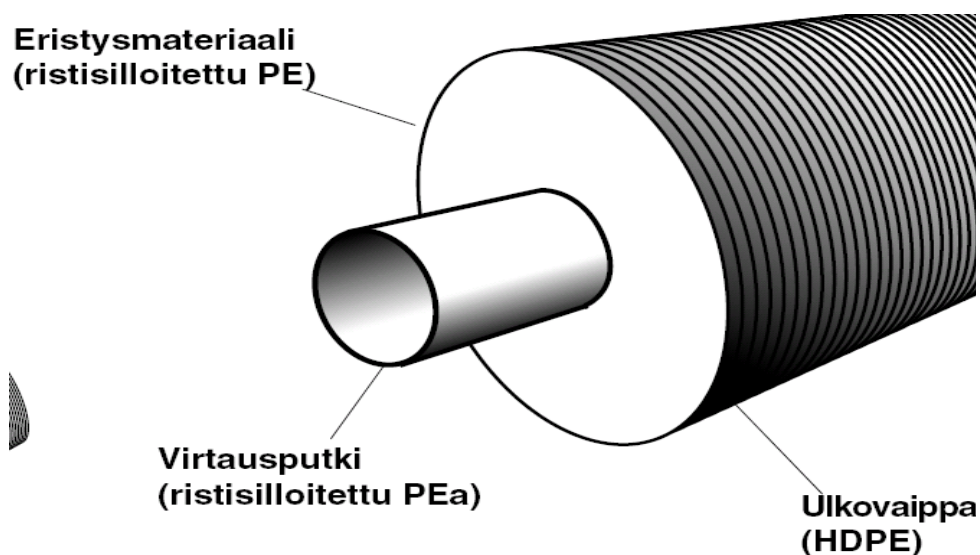


Puserra kiinni.

Kuva 13. Liukuholkkiliittimen asennus erikoistyökaluilla.

5.2.3 *Microflex*

Microflex-virtausputket ovat valmistettu ristosilloitetusta polyeteenistä PEX-a. Putket soveltuvat sekä käyttövesi- että lämmityskohteisiin. Putket ovat täysin korroosion kestäviä. Microflexiä on saatavilla yksi-, kaksi- tai neliputkisina elementteinä. Putkea toimitetaan pisimmillään 100 metrin kiepissä. Eristysmateriaali muodostuu ristosilloitetusta mikrosoluisesta polyeteenivaahdomuovista. Microflex Uno lämmityspotken poikkeileikkaus on havainnollistettuna kuvassa 14. Valmistaja antaa putkistoille 10 vuoden takuuaian mikäli asennuksessa on käytetty valmistajan hyväksymiä liittimiä ja alkuperäisiä lisäosia. (<http://www.talokaivo.fi/pdf/fin/Microflex%20asennusohje.pdf>, 28.11.2006). Kohdassa 5.2.4 on esitetty putkiston tekniset tiedot.



Kuva 14. Microflex Uno putken poikkileikkaus.

5.2.4 Tekninen vertailu

Putkien teknisessä vertailussa on taulukoitu aluelämpöputkien teknisiä tietoja. Taulukkoon on pyritty kokoamaan asennukseen ja energiatehokkuuteen liittyviä keskeisimpiä arvoja.

Taulukko 3. Aluelämpöputkien tekniset tiedot. Lämpöhäviötä käytön aikana laskettaessa on käytetty maan lämmönjohtavuutena 1,2 W/mK, maan lämpötilana -3 °C, peittosyvyytenä 0,6 metriä, menoveden lämpötilana 70 °C ja paluu lämpötilana 40 °C.

	Yksikkö	Uponor Eco- fex Twin	Microfex Duo	Bruggpema Calpex Duo
Pex-putki	(mm)	2*40	2*40	2*40
Ulko halkaisija	(mm)	175	160	128
Taivutussäde	(mm)	800	400	1000
Maksimilämpötila	(°C)	95	95	95
Lämpöhäviö käytön aikana	(W/m)	18	11	14
Eristeen lämmönjohtavuus (λ)	(W/mK)	0.04	0.0345	0.025
Maksimipaine	(bar)	6	6	6
Paino	(kg/m)	2.6	2.4	2.48

Taulukosta nähdään, että taipuisin vertailuista putkista on Microfex. Taipuisuudesta on apua asennettaessa, koska tällöin putkella on mahdollista tehdä tiukkaa käännöksiä. Erityisesti taipuisuudesta on hyötyä linkitysratkaisussa, koska rakennusten seinustalle nousu on jyrkkä. Bruggpema Calpex on ulkohalkaisijaltaan vertailun pienin, mutta taivutussäde on kuitenkin kaikista suurin. Lämpöhäviö putkilla vaihtelee 11-18 W/m. Esimerkiksi, jos 2*40 millimetrin putkea on 1000 metriä on lämpöhäviötä Uponor Ecoflexillä 18 kW, Microflexillä 11 kW ja Bruggpema Calpexilla 14 kW.

6 HANKKEEN KUSTANNUSARVIO

6.1 Yleistä

Hankkeen kustannusarvio sisältää kokonaisvaltaisesti urakasta aiheutuvat kustannukset. Kustannusarvioon on laskettu rakennusten sisäisistä putkisaneerauksista, alueputkiverkoston saneerauksesta ja maanrakennustöistä koituvat kustannukset. Lisäksi vertailaan kolmen eri alueverkoston putkistoratkaisun vaikutusta alueverkoston kustannuksiin. Kaikki esitetyt hinnat sisältävät arvonlisäveron 22%.

6.2 Talon sisäiset saneerauskustannukset

Talon sisäisissä muutoksissa kustannukset kertyvät putkimateriaaleista, putkitustyöstä ja talon rakenteellisista muutoksista. Esimerkkirakennuksesta on laadittu lämmitys- ja käyttövesiputkituksista luonnossuunnitelmat MagiCad-suunnitteluohjelmalla, jonka perusteella on saatu arvioitua saneerauksessa tarvittavat putkiosat ja putken menekki. Putkien ja putkiosien hinnat on saatu vähentämällä valmistajan ohjehinnasta putkiliikkeiden arvioima alennusprosentti. Tarvittavien putkien ja putkiosien määrät on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Talon sisäisessä putkistosaneerauksessa arvioidut tarvikkeiden menekit.

Tuote	Koko (mm)	Kpl tai m	Hinta yhteensä (€)
Putki	16	120	340
Putki	20	20	75
Kulma 90°	16	52	400
Kulma 90°	20	12	95
T-haara	16-16-16	10	90
T-haara	16-20-16	2	20
Patteriventtiili	10	10	100
Sulkuyhdistäjä	10	10	40
Termostaattiosa		10	140
Arvioidut pien- tarvikkeet			400
	Osat yhteensä		1700

Työn osuutta arvioitaessa on käytetty tuntiveloituksena 40 euroa. Putkitöihin on arvioitu kuluvan noin 50 tuntia rakennusta kohden ja rakennustöihin noin 16 tuntia. Tällöin työn osuudeksi tulisi 2640 euroa. Lisäksi sisäisissä muutoksissa rakennustarvikkeisiin on arvioitu kuluvan 150 euroa. Rakennuksen sisäiseen muutokseen tulisi tällöin kuluaan 4340 euroa. Alueella on 25 asuinrakennusta, joten kokonaiskustannukset olisivat noin 110000 euroa.

6.3 Alueputkiston kustannusarvio

Eri valmistajien aluelämpö- ja käyttövesiputkistojen kokonaishintojen vertailu on hankalaa, koska valmiita työsuunnitelmia ei ole. Tästä johtuen ei tarkasti tiedetä alueputkiston reititystä, putkitusratkaisua, putkikokoja ja liittimien tarkkoja kokoja. Näin ollen valmistajilta on erittäin vaikea saada tarjouksia, jotka olisivat teknisesti vertailukelpoiset.

Putkiston kustannusten arviointi suoritetaan yhden valmistajan antamalla putki- ja tarvikearviolla sekä heidän antamalla tarjouksella. Tarjous on tukkuhinnoiteltu, joten siihen on lisätty putkiliikkeen arvioima kateprosentti sekä arvonlisävero 22%. Hinnat ovat vuoden 2006 mukaiset, joten ne tulevat nousemaan noin 10% vuodenvaihteessa 2007. Lisäksi arvioidaan kustannuseroja kolmen toisistaan eroavan putkitusratkaisun välillä.

Tapa 1: Liitospakkaus

Esitetty kohdassa 5.1 putkitusratkaisumallit sekä liitteessä 1. Putkistoa tulisi tällöin noin 2000 metriä, haaroituspakkauksia noin 49 kappaletta ja haaroituskaivoja 4 kappaletta. Valmistajalta saatu hinta-arvio on 50000 euroa.

Tapa 2: Haaroituskaivo

Esitetty kohdassa 5.1 putkistoratkaisumallit sekä liitteessä 2. Putkiston määrä pysyy samana kuin edellisessä tapauksessa, mutta haaroituspakkauksien tilalle tulee haaroituskaivot. Tässä ratkaisussa ei haaroituspakkauksia tarvita, mutta kaivojen lukumäärä tulee

nousemaan 16 kaivoon. Kustannusarvioksi muodostuu tässä vaihtoehdossa 49000 euroa.

Tapa 3: Linkitys

Esitetty kohdassa 5.1 Putkistoratkaisumallit sekä liitteessä 3. Luonnossuunnitelmasta laskettuna putkiston pituus on noin 2000 metriä. Haaroituspakkauksia ei tarvita, koska putkien kytkeminen tapahtuu talon seinustalla. Haaroituskaivoja tarvitaan ainoastaan 2 kappaletta. Putkiston hinnaksi tulee tällöin noin 41000 euroa.

6.4 Maanrakennuskustannukset

Maanrakennuskustannukset ovat Satakunnan Maa- ja viherrakennus Ky:n arvoin mukaan 36 €/m. Hinta sisältää putkien maahan asennuksen, tarvittavan massan vaihdon sekä kaivannon salaojituksen. Kaivantoa tulee alueelle noin 670 metriä eli maanrakennuskustannukset ovat yhteensä noin 25000 euroa.

6.5 Kustannukset yhteensä

Kaikki yhteenlasketut kustannukset ovat noin 176000-185000 euroa putkistoratkaisusta riippuen. Liitospakkaus- ja haaroituskaivoratkaisu ovat hinnaltaan erittäin lähellä toisiaan. Linkitysratkaisu on kustannuksiltaan noin 9000 euroa halvempi. Kustannukset jakautuvat rakennusten sisäisten muutosten ja alueputkistosta aiheutuvien kulujen kesken. Sisäisten muutosten arviotu hinta on 110000 euroa ja alueputkiston hinta-arvio on 75000 euroa.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyö tehtiin As Oy Toukotalolle. Työn tarkoituksena oli selvittää kyseiseen kohteeseen taloudellinen ja toimiva ratkaisu alueputkiverkoston ja talon sisäisiin putkituksiin. Alueputkistoksi valittiin eristetty muoviputki ja sisäisiin verkostoihin komposiittiputkisto. Lisäksi reitityksistä laadittiin luonnossuunnitelmat.

Putkistojen nykytilan kartoituksessa ilmeni alueputkiverkoston ja talon sisäisten putkistojen tarvitsevan kiireellistä saneerausta. Alueen lämmitystehontarve selvitettiin vuosien 2001-2005 kulutustietojen mukaan. Tämän jälkeen laskettiin esimerkkirakennuksen teoreettinen tehontarve mitoitusolosuhteissa. Ennen laskemista selvitettiin rakennuksen ikkunoiden, seinien, lattioiden ja katon rakenne, jotta laskelmista saataisiin mahdollisimman tarkat. Näiden laskelmien jälkeen saatiin selville, että vanha aluelämmitysverkosto luovuttaa maaperään noin 30 kW mitoitusolosuhteissa. Uudella lämmitysverkostolla arvioidaan säästettävän noin 15 kW verrattuna vanhaan, joka riittäisi noin kahden esimerkkirakennuksen lämmittämiseen. Laskelmilla saatiin lähtöarvot varsinaisiin putkimitoituksiin.

Alueen putkistosaneerauksista laadittiin kustannusarvio, joka oli noin 185000 euroa. Arvio kattoi rakennustenen sisäiset putkitukset, alueverkoston putkistot ja maanrakennus-työt. Arviossa on pyritty kokonaisvaltaisesti ottamaan huomioon saneerauksesta aiheutuvat kustannukset.

LÄHDELUETTELO

Brugg-Pema Oy 2005. Viitattu, 28.11.2006.

http://www.bruggpema.fi/tuotesivut/Yleiset/calpex_6s.pdf

Seppänen, O. & Seppänen, M. 1997. Rakennusten sisäilmasto ja LVI-tekniikka. Helsinki: Sisäilmayhdistys ry

Seppänen, O. 2001. Rakennusten lämmitys. Helsinki: Suomen LVI-liitto ry

Suomen rakentamismääräyskokoelma (RakMk), osa D5. 1984. Rakennusten lämmityksentehon- ja energiantarpeen laskenta. Helsinki: Ympäristöministeriö

Talokaivo Oy 2004. Viitattu 28.11.2006.

<http://www.talokaivo.fi/pdf/fin/Microflex%20asennusohje.pdf>

Uponor Oy 2004. Viitattu , 28.11.2006.

http://www.uponor.fi/ifs/files/Uponor/fin/Presentation/Website/Brochures/HSE3_20FI12_04_suunnittelu.pdf



TOUKOLANTIE
Liite 1.

RAKENNUSTEN LATTIATASO
+ 2.70
LÄMPÖKESKUS + 2.40

TAMPEREENTIEPUISTO III

RUISHALME

SAMMONTIE

LEIKKIALUE

