OULUN AMMATTIKORKEAKOULU

Ilkka Katainen

OMAKOTITALON JA TALOUSRAKENNUKSEN LVI-SUUNNITTELU

OMAKOTITALON JA TALOUSRAKENNUKSEN LVI-SUUNNIT-TELU

Ilkka Katainen
Opinnäytetyö
Kevät 2018
Talotekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutusohjelma

Tekijä: Ilkka Katainen
Opinnäytetyön nimi: Omakotitalon ja talousrakennuksen LVI-suunnittelu
Työn ohjaaja: Rauno Holopainen
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2018 Sivumäärä: 33 + 7 liitettä

Tässä työssä toteutettiin LVI-suunnitelmat omakotitaloon ja talousrakennukseen. Rakennusten tekeminen aloitetaan keväällä 2018. Tavoitteena oli tehdä LVI-suunnitelmat, joiden pohjalta voidaan rakentaa kustannustehokkaat, käyttökustannuksiltaan edulliset ja pitkäikäiset LVI-järjestelmät. Työssä tehtiin lämmönlähdevertailu 20v ajalle, jonka pohjalta valittiin edullisin lämmönlähde. LVI-suunnitelmat tehtiin CADS-ohjelmiston Hepac Pro -sovelluksella. Suunnitelmissa noudatettiin ympäristöministeriön voimassaolevia asetuksia. Laitevalinnoissa huomioitiin kustannustehokkuus ja pitkä käyttöikä.

Työn tulos oli toteutuskelpoiset LVI-suunnitelmat. Lämmönlähdevertailussa verrattiin maalämpöpumpun, kaukolämmön ja suoran sähkölämmityksen hankinta-, huolto- ja käyttökustannuksia ensimmäisen kahdenkymmenen vuoden ajalla. Kustannustehokkaimmaksi osoittautui maalämpö ja se valittiin lämmönlähteeksi.

Asiasanat: LVI-suunnittelu, ilmanvaihto, vesi- ja viemärijärjestelmät, maalämpö

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ 3
SISÄLLYS 4
1 JOHDANTO 6
2 LÄMMÖNLÄHTEEN VERTAILU 7
2.1 Lähtötiedot 7
2.2 Ostettavan energian laskenta 9
2.3 Huoltokulut 10
2.4 Vertailun tulos 11
2.5 Hiilidioksidipäästöt 13
3 KÄYTTÖVESI- JA VIEMÄRILAITTEISTON SUUNNITTELU 14
3.1 Käyttövesiputkistot 15
3.2 Lämpimän veden kierto 16
3.3 Viemärijärjestelmän suunnittelu 16
3.4 Tuuletusviemäri 17
3.5 Öljynerotuskaivo 18
3.6 Sade- ja salaojajärjestelmät 18
4 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU 19
4.1 Lämmitys 19
4.2 Lattialämmityksen suunnittelu 19
4.3 Maalämpökaivon mitoitus ja pumpun valinta 20
4.4 Kiertovesipumpun toimintapiste 21
4.5 Paisunta-astian ja varoventtiilin mitoitus 22
4.6 Eristykset 22
5 ILMANVAIHDON SUUNNITTELU 25
5.1 Ilmavirtojen mitoitus 25
5.2 Ilmanvaihtolaitteet 27
5.3 Kanaviston asennus ja eristäminen 30
6 YHTEENVETO 31
7 LÄHTEET 32

1 JOHDANTO

Tässä työssä suunnitellaan omakotitaloon ja talousrakennukseen LVI-järjestelmät, valitaan kohteeseen sopivat tuotteet ja laitteet sekä lasketaan kahdenkymmenen vuoden tarkastelujaksolla edullinen lämmönlähde. Työn tilaajana toimii Kari ja Annariina Tuhkanen, jotka aloittavat rakentamaan kyseiset rakennukset keväällä 2018 Kuopion Haminalahteen.

Omakotitalo on yksikerroksinen ja sen huoneistoala on 206 m^2. Omakotitalossa on erillinen saunarakennus saman katon alla. Rakennusten välissä on terassi, josta kuljetaan rakennuksiin. Talousrakennuksessa on 100 m^2:n lämmin halli sekä kaksi katosta. Molempiin rakennuksiin suunnitellaan käyttövesi-, viemäri- ja ilmanvaihtojärjestelmät. Lämmitysmuodoksi suunnitellaan vesikiertoinen lattialämmitys. Laitteistojen valinnassa lähtökohtana ovat edulliset käyttökustannukset ja pitkä käyttöikä.

2 LÄMMÖNLÄHTEEN VERTAILU

Kohteeseen valitaan käyttökustannuksiltaan edullinen lämmönlähde mutta valinnassa huomioidaan kuitenkin laitteiston investointikustannukset ja takaisinmaksuaika. Lämmönlähteen tulee kyetä lämmittämään omakotitalo ja talousrakennus Kuopion mitoitusulkolämpötilassa –32 °C sekä tuottamaan omakotitalon lämmin käyttövesi. Vertailtavaksi otetaan sähkökattila, kaukolämpöjärjestelmä ja maalämpöpumppu. Lämmönjakotapana on vesikiertoinen lattialämmitys.

2.1 Lähtötiedot

Järjestelmien hankintakustannuksena käytetään Taloon Yhtiöt Oy:n verkkokaupassa olevia hintoja. Hinnat sisältävät lämmityslaitteen tarvikkeineen. Sähkökattilajärjestelmän hinta on 2 400 €, kaukolämpöjärjestelmä 6 319 € ja maalämpöjärjestelmän 15 739 €. Lämmönjakotapa on kaikissa vesikiertoinen lattialämmitys, joten siitä ei synny kustannuseroja järjestelmien välille. Sähköliittymän liittymis- ja perusmaksuja ei oteta laskennassa huomioon, koska kohteen pääsulakekoko on kaikissa järjestelmissä sama. (1.)

Vertailuun tarvitaan rakennusten vuotuiset lämmityksen ja lämpimän käyttöveden energiankulutukset. Tässä työssä energiankulutus saatiin energiatodistuksen laskelmasta (2.) Laskelma ei kerro todellista kulutusta mutta on riittävän tarkka tähän vertailuun. Lämmitysenergian tarve koostuu rakennusten lämmittämiseen tarvittavasta energiasta ja käyttöveden lämmittämiseen tarvittavasta energiasta.

Tässä kohteessa omakotitalon vuotuinen lämmitysenergian tarve on 12 659 kWh ja käyttöveden energiantarve 4 200 kWh. (2.) Talousrakennuksen vuotuinen lämmitysenergiantarve on noin 7 843 kWh ja lämpökanaalin häviöistä syntyvä energiantarve on noin 2 600 kWh vuodessa. Omakotitalon ja talousrakennuksen yhteiseksi kokonaisenergiankulutukseksi saadaan 27 302 kWh vuodessa, jota käytetään vertailuarvona. Sähköenergian hintana käytettiin arvoa 12 snt/kWh. (3.)

Maalämpöpumppu mitoitettiin täysitehoiseksi, eli se ei tarvitse erillistä lisälämmitystä. Maalämpöpumpun energialaskentaan käytetään Lämpöpumppujen energialaskentaopasta. (4.) Tässä maalämpöpumpun suhteellinen lämpöenergia ($Q_{LP}/Q_{Lämmitys,tilat,LKV}$) on täystehomitoituksen perusteella 1. Lasketaan lämmityksen ja käyttöveden energioiden suhde ($Q_{lämmitys,tilat}/Q_{LämmitysLKV}$), joka on 3,4. Rakennuksissa on yhteensä lämmitettävää tilaa on niin paljon, että suhde on iso, joten tässä käytetään taulukon suurinta arvoa 4.(4, taulukko 1.) Lisäksi tarvitaan maalämpöpumpun hyötysuhde eli SPF-luku ostoenergian laskentaa varten. Hyötysuhteeseen vaikuttavat lämmönjakopiirin ja maalämpönesteen lämpötilat. Lattialämmityksen menoveden lämpötila on 35°C. SPF-luvut saadaan Lämpöpumppujen energialaskentaoppaasta. (4, taulukko 6.) Keruupiirin paluunesteen keskilämpötilana käytetään -3 °C, joten käyttöveden SPF-luvuksi saatiin 2,3 ja lämmityksen SPF-luvuksi saatiin keskiarvoluku 3,2. (4, taulukko 6.) Taulukossa 1 esitetään järjestelmien lähtötiedot.

TAULUKKO 1. Lämmitysjärjestelmien lähtötiedot

	$Q_{LP}/Q_{Lämmitys,tilat,LKV}$	$Q_{lämmitys,tilat}/Q_{LämmitysLKV}$	SPF_{LKV}	SPF_{TILAT}
Maalämpöpumppu	1	3,4	2,3	3,2
Kaukolämpö	1	-	1	1
Sähkökattila	1	-	1	1

2.2 Ostettavan energian laskenta

Maalämpöpumpun tarvitsema energia saadaan laskettua SPF-lukujen, pumpun tuottaman kokonaisenergian ja kulutuksen avulla. (kaava 1).

$$W_{LP} = \frac{Q_{LP,lämmitys,tilat}}{SPF_{TILAT}} + \frac{Q_{LP,lämmitys,LKV}}{SPF_{LKV}} \qquad \textit{KAAVA 1}$$

$W_{LP,lämmitys}$=maalämpöpumpun käyttämä kokonaisenergia, kWh

$Q_{LP,lämmitys,tilat}$=maalämpöpumpun tuottama tilojen lämmitysenergia, kWh

$Q_{LP,lämmitys,LKV}$=maalämpöpumpun tuottama käyttöveden lämmitysenergia, kWh

SPF_{TILAT}=lämpöpumpun SPF-luku tilojen lämmityksessä

SPF_{LKV}=maalämpöpumpun SPF-luku käyttöveden lämmityksessä

Taulukossa 2 on laskettuna lämmönlähteiden energiamäärät. Maalämpöpumpun osto- ja ilmaisenergiat on laskettu taulukossa 1 olevien hyötysuhteiden kautta. Osto- ja ilmaisenergian suhteella lasketaan takaisinmaksuaikaa.

TAULUKKO 2. Lämmönlähteiden osto- ja ilmaisenergiat.

	MLP	Kaukolämpö	Sähkökattila
Laitteen tuottama lämmitysenergia	27 302 kWh/v	27 302 kWh/v	27 302 kWh/v
Ostoenergia lämmitys	7 219 kWh/v	23 102 kWh/v	23 102 kWh/v
Ostoenergia LKV	1 826 kWh/v	4 200 kWh/v	4 200 kWh/v
Ostoenergiat yhteensä	9 045 kWh/v	27 302 kWh/v	27 302 kWh/v
Ilmaisenergia	18 257 kWh/v	0 kWh/v	0 kWh/v

2.3 Huoltokulut

Vertailussa arvioidaan ensimmäisen kahdenkymmenen vuoden huoltokustannuksia eri järjestelmille. Maalämpöpumpun huoltokuluksi ajateltiin, että kompressori joudutaan vaihtamaan vertailujakson aikana kerran. Kompressorin kestoa on vaikea arvioida mutta yleensä se joudutaan vaihtamaan 10–20 vuoden välein. Kompressorin vaihdon yhteydessä vaihdetaan kylmäaineet ja maalämpönesteet. Maalämmön huoltokuluiksi arvioidaan 5 000 € tarkastelujakson aikana. Pienet huoltohommat käyttäjä pystyy itse hoitamaan, joten niihin ei lasketa kuluja. Huoltoyhtiön pienetkin käynnit saattavat tulla todella kalliiksi, ja vika on monesti hyvin pieni.

Kaukolämpöjärjestelmässä toimintavarmuus on todella hyvä. Kaukolämmön toimittaja vastaa siitä, että kaukolämpöä on saatavilla jakeluverkosta ympäri vuoden. Kaukolämpöyhtiön vastuu päättyy ennen talon kaukolämpösiirrintä, ja siirtimestä vastaa asiakas. Kaukolämmön perusmaksuun sisältyy yleensä huoltopalvelu. Tämä palvelu kattaa yleensä pienimuotoiset huoltokäynnit mutta jos joudutaan vaihtamaan osia, ne maksaa asiakas. Siirtimen käyttöikä on 15–30 v ja tässä vertailussa ajatellaan, että siirtimeen vaihdetaan säätölaitteet, moottoriventtiilit ja toimilaitteet kerran tarkastelujakson aikana. Huoltokustannusten arvioidaan olevan 2 000 €.

Sähkölämmitysjärjestelmä on hyvin toimintavarma ja pienet huoltotyöt osaa asiakas hoitaa itse. Sähkölämmitykselle ei lasketa huoltokustannuksia tarkastelujakson ajalle.

2.4 Vertailun tulos

Lämmitysjärjestelmien hankintahinnat eroavat suuresti toisistaan. Halvin hankintakustannus tulee sähkökattilajärjestelmälle ja kallein maalämpöjärjestelmälle. Maalämmössä porakaivon poraaminen nostaa hankintakustannuksia huomattavasti muihin verrattuna, mutta maasta saatava ilmaisenergian osuus on kuitenkin puhdasta säästöä.

Lämmityskustannusvertailuun lasketaan vuotuiset lämmityskustannukset eri järjestelmille. Maalämpöpumpun ilmaisenergia huomioidaan säästönä muihin järjestelmiin verrattuna. Sähkökattila on hankintahinnaltaan edullisin lämmityslaite, joten muita lämmönlähteitä verrataan siihen.

Sähkökattilan hankintakustannus on 2 400 €, maalämpöpumpun 15 739 €, josta porakaivon osuus on 8 680 € ja kaukolämmön 6019 €, josta liittymämaksu on 3 300 €. Kaukolämmön energian hinta laskettiin keskiarvona talvi-, kevät- ja syksyhinnoista ja siitä saatiin 58 snt/kWh. Kaukolämmön vuosimaksu määräytyy rakennustilavuuden mukaan, joten tässä kohteessa perusmaksuksi saatiin 531 €/vuodessa. Hinnat otettiin Kuopion Energian nettisivuilta. (5.) (Taulukko 3.)

TAULUKKO 3. Lämmönlähteiden kustannukset ensimmäisen 20 vuoden ajalla

	MLP	Kaukolämpö	Sähkökattila
Hankintakustannusten ero halvimpaan	13 339 €	3919 €	0 €
Energian hinta	0,12 €/kWh	0,058 €/kWh	0,12 €/kWh
Perusmaksu	0 €/v	531 €/v	0 €/v
Ostoenergia lämmitys vuodessa	7 219 kWh/v	23 102 kWh/v	23 102 kWh/v
Ostoenergia LKV vuodessa	1 826 kWh/v	4 200 kWh/v	4 200 kWh/v
Ostoenergiat yhteensä	9 045 kWh/v	27 302 kWh/v	27 302 kWh/v
Ostoenergian hinta (20v)	21 708 €	42 290 €	65 524 €
Huoltokulut (20v)	5 000 €	2 000 €	0 €
Kokonaiskustannus (20v)	40 047 €	48 209 €	65 524 €

Kahdenkymmenen ensimmäisen vuoden kustannusten perusteella maalämpö on halvin, kaukolämpö tulee toiseksi hieman maalämpöä kalliimpana ja sitten selvästi kallein on sähkölämmitysjärjestelmä. Maalämmön hankintahintaa nosti porakaivon poraaminen, joka maksaakin enemmän kuin itse maalämpöpumppu. Maalämpöjärjestelmän hankintahintaan on laskettu maalämpöpumppu ja porakaivojen poraaminen. Lämmönlähteeksi valitaan maalämpöjärjestelmä, koska

kaukolämpöverkkoa ei ole alueelle saatavilla. Kaukolämpö otettiin vertailun vuoksi laskentaan mukaan.

2.5 Hiilidioksidipäästöt

Lämmitysjärjestelmille laskettiin myös hiilidioksidipäästöt, jotta tässä kohteessa voidaan vertailla eri lämmitysjärjestelmien hiilijalanjälkeä. Laskenta ei ota huomioon tuotteiden valmistuksessa tai asennuksessa syntyviä päästöjä vaan pelkästään energiantuotannon hiilidioksidipäästöjä.

Laskennassa käytettiin apuna Motivan CO_2-laskentaohjetta. (6.) Ohjeesta saatiin Kuopion kaukolämmön päästökertoimeksi 0,161 kgCO_2/kWh. (6, s.5.) Tilastokeskuksen mukaan suomen keskimääräinen sähköntuotannon CO_2- päästökerroin laskettuna viiden vuoden liukuvana keskiarvona on 0,181 kgCO_2/kWh. (7.)

TAULUKKO 4. Lämmönlähteiden hiilidioksidipäästöt

	Maalämmön ostoenergia	Kaukolämpö	Suorasähkö
Päästökerroin	0,181 kgCO_2/kWh	0,161 kgCO_2/kWh	0,181 kgCO_2/kWh
Energiantarve	9 045 kWh/v	27 302 kWh/v	27 302 kWh/v
Hiilidioksidipäästöt vuodessa	1 637 kgCO_2/v	4 396 kgCO_2/v	4 942 kgCO_2/v

Maalämpöjärjestelmän hiilidioksidipäästöt ovat reilusti pienemmät, vain noin 20 % kaukolämmön ja sähkön päästölukemista. Ero johtuu siitä, kun maalämmössä maasta saatavalla ilmaisenergialla ei ole hiilidioksidipäästöjä. Kaukolämmön ja sähkön päästökertoimet ovat lähelle samoja, koska monesti energiaa tuotetaan yhteislaitoksissa, josta saadaan sekä sähköä että kaukolämmitystä.

3 KÄYTTÖVESI- JA VIEMÄRILAITTEISTON SUUNNITTELU

Tässä luvussa suunnitellaan rakennusten käyttövesi- ja viemärilaitteistot ja esitellään niiden toimintaperiaatteet. Suunnittelua ohjaa 2018 vuoden alusta voimaantullut ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärilaitteistoista. (8.) Tämä asetus on korvannut aiemman vesi- ja viemärilaitteistoa koskevan Suomen rakentamismääräyskokoelma (myöh. RakMk) osa D1:n, mutta työssä käytettiin tiettyjä taulukoita vanhasta D1:tä, koska uusi asetus ei sisällä ollenkaan mitoitusohjeita vaan pelkästään määräyksiä.

Asetuksesta on tehty luonnosvaiheen opas (9.), joka koostuu opastavista teksteistä, jotka on tehty yhteistyössä alan toimijoiden kanssa ympäristöministeriön rakennusten vesi- ja viemärilaitteistot -asetuksen tueksi. Opastavat tekstit eivät ole velvoittavia, ja ne on kirjoitettu yleisellä tasolla niin, että niitä noudattamalla voidaan toteuttaa asetuksessa esitetyt määräykset ja vaatimukset. (9, s.1.)

Alla on esitetty uuden asetuksen vaatimukset rakennuksen vesi- ja viemärilaitteistojen suunnitteluun:

> *Pääsuunnittelijan, erityissuunnittelijan ja rakennussuunnittelijan on tehtävänsä mukaisesti huolehdittava rakennuksen suunnittelussa siitä, että rakennus täyttää käyttötarkoituksen mukaisesti vesi- ja viemärilaitteistojen turvallisuuteen, terveellisyyteen, käyttövarmuuteen, kestävyyteen ja energiatehokkuuteen vaikuttavat vaatimukset. Suunnitelmasta on käytävä ilmi vesi- ja viemärilaitteistoissa käytettävät osat, tuotteet ja materiaalit. (8, s. 3.)*

Kohteen lvi-suunnitelmat suunniteltiin ja mitoitettiin Kymdata Oy:n CADS-ohjelmiston Hepac Pro -sovelluksella. Käyttövesi- ja viemärilaitteistot suunniteltiin ja mitoitettiin siten, että ne täyttävät turvallisuuteen, terveellisyyteen, käyttövarmuuteen, kestävyyteen ja energiatehokkuuteen vaikuttavat vaatimukset.

Rakennukseen vesi saadaan Haminalahden vesihuolto-osuuskunnalta. Tontti-johto on 40mm:n PEH-10-putkea.

3.1 Käyttövesiputkistot

Käyttövesijärjestelmä toteutetaan muoviputkilla lukuun ottamatta teknisen tilan kytkentöjä, jotka tehdään kupariputkella pinta-asenteisena ja liitostapana käytetään puristusosia. Kylmävesijohdot sijoitetaan alapohjan täyttöhiekkaan; näin varmistetaan veden pysyminen viileänä. Asetuksessa on määrätty, että kylmän veden lämpötila pitää olla alle 20 °C mikrobikasvun ehkäisemiseksi; näin saadaan vesi pysymään raikkaana. Vähintään kahdeksan tunnin käyttämättömän jakson jälkeen veden lämpötila saa olla enintään 24 °C. (8, s. 3.)

Legionellabakteerit ovat luonnon bakteereja, jotka pystyvät lisääntymään haitallisiin pitoisuuksiin asti lämpimässä käyttövedessa, jos veden lämpötila ei ole riittävän korkea. Legionellat lisääntyvät veden lämpötilan ollessa 20–45 °C. Legionellat voivat aiheuttaa haittaa ihmisen terveydelle, jos niitä pääsee suihkussa hengitetyn vesihöyryn mukana keuhkoihin. (8, s. 3.)

Lämminvesijohdot sijoitetaan lattiaeristeeseen betonivalun alle. Asetuksessa on määrätty, että lämpimän käyttöveden lämpötila tulee olla vähintään 55 °C ja sitä on saatava vesikalusteesta 20 sekunnin kuluessa. (8, s. 3.)

Rakenteissa olevat putkistot asennetaan suojaputkeen, jotta ne ovat tulevaisuudessa vaihdettavissa ja mahdollisten vuotojen pääsy rakenteisiin estetään. Putkistot asennetaan lattian alle edellä kuvatulla tavalla ja tuodaan seinärakenteen sisässä ylös ja siellä seinän pintaan hanakulmarasioilla. Vesikalusteiden kytkentäputket yhdistetään kulmasuluilla hanakulmarasioihin. Suojaputken ja hanakulmarasioiden ansiosta mahdollinen vuotovesi tulee avoimesta suojaputkesta ulos tekniseen tilaan; näin mahdollisen vuodon pääsy rakenteeseen estyy ja vuoto saadaan mahdollisimman nopeasti havaituksi.

3.2 Lämpimän veden kierto

Omakotitalo ja talousrakennus sijaitsevat sen verran etäällä toisistaan, että niihin rakennetaan omat käyttövesijärjestelmät. Samaan järjestelmään tehtäessä lämpimän veden johtaminen talousrakennukseen vaatisi lämpimän veden kiertojohdon. Talousrakennuksessa lämpimän käyttöveden tarve on niin vähäistä, että sen lämmin käyttövesi tehdään omalla pienellä sähkövaraajalla; näin vältetään kiertojohdon tekeminen rakennusten välille. Talousrakennukseen johdetaan kylmä käyttövesi omakotitalon vesimittarin kautta. Omakotitalossa pisin lämpimän veden odotusaika on 16 sekuntia ja se täyttää asetuksen arvon, joka on maksimissaan 20 sekuntia. (8, s. 3.)

3.3 Viemärijärjestelmän suunnittelu

Viemärijärjestelmä suunnitellaan uuden ympäristöministeriön rakennusten vesi- ja viemärilaitteistot- asetuksen mukaisesti, jossa määrätään jätevesilaitteistosta seuraavasti:

> *Rakennuksen jätevesilaitteistosta ei saa aiheutua terveydellistä vaaraa, hajuhaittaa, viemäritulvia, melua eikä ympäristöhaittaa. Jätevesi on johdettava vesihuoltolaitoksen viemäriin tai kiinteistökohtaisesti puhdistettavaksi taikka umpisäiliöön. Viemärin putkikoko ei saa pienentyä virtaussuunnassa. (8, s. 7.)*

Rakennettava kohde sijaitsee haja-asutusalueella ja siellä ei ole yleistä viemäriverkostoa, joten kohteeseen suunniteltiin maaimeyttämö jätevesille. Maaimeytämöksi valittiin SAKO-3 Tripla -imeytysjärjestelmä. Se on tarkoitettu asuinrakennusten jätevesien käsittelyyn ja järjestelmä sopii hyvin 6–10 henkilön talouksille. Kolmiosastoinen saostussäiliö mahdollistaa kotitalouksien kaikkien jätevesien käsittelyn. Järjestelmä sisältää jakokaivon ja imeytysputkiston. SAKO-3 Tripla imeytysjärjestelmä on asennusvalmis paketti. Asemapiirroksessa on esitelty mitta- ja detaljipiirros imeytysjärjestelmästä. (liite 1.)

Viemäripisteen tulee kyetä viemäröimään 1,5-kertaisesti siihen johdetut vesipisteiden virtaamat. WC-istuinten kytkentäviemärin koko on aina DN100. Maahan asennettavat viemäriputket ovat vähintään DN70-kokoisia. Vaakakokoojaviemärin minimikaltevuus on 2 % ja kytkentäviemärin 1 %. Korot tarkistetaan työmaalla ja tonttiviemärin kaadot pyritään saamaan mahdollisimman hyvälle kaltevuudelle, mielellään 2 %. Astianpesukone viemäröidään WC-tilan lattiakaivon sivuliitäntään, koska allas ja astianpesukone sijaitsevat eri puolella keittiötä. Kodinhoitohuoneessa ja eteisessä sijaitsevat kura-altaat viemäröidään niiden pohjalle tulevan lattiakaivon kautta. (Liite 2.) Kura-altaat tehdään lattiavalun yhteydessä.

Viemäriputkistot asennetaan maahan sekä alapohjan täyttöhiekkaan. Putkiston materiaalina käytetään muovia. Omakotitalon normivirtaamien summa on 12 l/s, joka muutetaan mitoitusvirtaamaksi kaavan 2 avulla. (10, s. 48.)

$$q = 0{,}585 * Q^{0,45} \qquad \textit{KAAVA 2}$$

q= viemärin mitoitusvirtaama, l/s

Q= viemärin normivirtaamien summa, l/s

Mitoitusvirtaamaksi saadaan 1,78 l/s mutta mitoitusvirtaama ei saa alittaa siihen sisältyvää suurinta normivirtaamaa. Tässä suurin normivirtaama on 1,8 l/s, joka on WC-istuimella. Omakotitalon tonttiviemärin mitoitusvirtaamaksi valitaan silloin 1,8 l/s.

3.4 Tuuletusviemäri

Rakennukseen tehdään vähintään yksi ulkoilmaan johtava tuuletusviemäri (8, luku 28.) Tässä kohteessa tuuletusviemäri viedään saunaosaston varaston nurkassa ylös katolle. Pystyosalle asennetaan puhdistusyhde. Tuuletusviemärin koko on DN100, kun normivirtaamien summa on yli 5 l/s. (9, liite 4, taulukko 4.) Tuuletusviemäri lämpöeristetään kondenssitiiviisti kylmässä tilassa esimerkiksi 50mm villalla, jossa on tiivis alumiinipinnoite. Villan saumat teipataan tiiveyden saavuttamiseksi. (9, luku 28.)

3.5 Öljynerotuskaivo

Talousrakennukseen tulee laittaa öljyn- ja hiekanerotuskaivo. Jätevesilaitteisto tehdään niin, että erottumista tapahtuu vain erottimessa. Erottimen on täytettävä tuotestandardin SFS-EN 1825-1 vaatimukset. Erottimen poistoviemäri tehdään niin, ettei erotin pääse tyhjenemään painovoimaisesti lappoperiaatteella. (9, luku 33.)

Talousrakennukseen suunniteltiin öljyn- ja hiekanerotuskaivo 110 l:n erotustilavuudella. Yhden autopaikan erotustilavuus tulee olla 20 l mutta autosuojalla vähintään 40 l. (10, liite 6, taulukko 4.) Tähän valittiin 110 l:n erotuksella oleva kaivo, joten se on hieman ylimitoitettu.

3.6 Sade- ja salaojajärjestelmät

Hulevesilaitteiston mitoituksen on oltava sellainen, että viemäriin johdettava mitoitussadetta vastaava virtaama ei aiheuta viemärin tulvimista (8, s. 9). Sadevesiviemärit mitoitetaan kattopinta-alan ja mitoitusademäärän mukaan. Mitoitussademääränä käytettiin 0,015 (l/s) /m2. Sadevesiviemärit mitoitettiin Hepac Pro -sovelluksella ja mitoitusvirtaamaksi saatiin omakotitalossa 8,4 l/s ja talousrakennuksessa 4,4 l/s, joten kokonaisvirtaama sadevesistä on 12,8 l/s. Sadevesiputkien koko on DN100, minimikaltevuudet ovat omakotitalon ja talousrakennuksen sadevesiviemäreissä mitoitusohjelman mukaan 1,1 %. Sadevesiviemärin purkuputken putkikoko on DN100 ja minimikaltevuus 2,4 %. Salaoja- ja sadevedet imeytetään maastoon tontilla, koska yhteistä sadevesiverkostoa ei alueella ole.

4 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU

Tässä luvussa suunnitellaan omakotitalon ja talousrakennuksen lämmitys ja mitoitetaan lämmityslaitteisto. Kumpaankin rakennukseen tehdään vesikiertoinen lattialämmitys.

4.1 Lämmitys

Maalämpöpumpusta saadaan lämpö molempiin rakennuksiin. Lattialämmityksen syöttö talousrakennukseen ja saunalle viedään eristetyllä kanaaliputkella, joka kaivetaan noin 1 m syvyyteen maahan. Kanaaliputken lämpöhäviöt vaihtelevat valmistajien ja eristysmateriaalin mukaan. Esimerkiksi Rauhetin PexFlex-Plus -putken lämpöhäviö on vain 5,8 W/m, kun putken eristysmateriaalina on polyuretaani. Laskennassa käytettiin varmuuden vuoksi arvoa 10 W/m lämpöhäviön laskemiseen.

Rakennuksen kaikkiin tiloihin laskettiin lämpöhäviöt Hepac Pro -sovelluksella. Laskenta ottaa huomioon kaikki lämmittämiseen tarvittavan energian. Ohjelmaan syötettiin kohteen rakenteiden u-arvot ja jokaiseen tilaan lisättiin niiden ovet, ikkunat ja tuloilman määrä. Ohjelmalla saadaan riittävän tarkat lämpöhäviöt tiloittain ja sen perustella voidaan suunnitella sopivat lattialämmityspiirit jokaiseen tilaan.

4.2 Lattialämmityksen suunnittelu

Lattialämmityspiirit mitoitettiin Hepac Pro -sovelluksella. Mitoitus tehdään jokaiseen tilaan lämpöhäviöiden perusteella ja näin saadaan säädettävät putkipiirit jokaiseen tilaan. Virtaus putkipiirissä suunnitellaan turbulenttiseksi. Mitoitusohjelma herjaa, jos virtaus menee laminaariseksi. Laminaarisessa virtauksessa lämmönluovutusteho romahtaa verrattuna turbulenttiseen virtaukseen.

Putkipiirit suunniteltiin spiraalin muotoisina, jotta saadaan mahdollisimman tasainen lattian ja oleskeluvyöhykkeen lämpötila. Tilojen reuna-alueilla käytettiin

tarpeen mukaan tiheämpää putkitusta lämpöhäviöiden tasaamiseksi, esimerkiksi nurkkahuoneissa tai isojen ikkunoiden edessä. Omakotitalo suunniteltiin kolmella jakotukilla. Saunarakennus on omalla jakotukilla, jotta kesällä saadaan kosteiden tilojen lattiat paremmin kuivumaan. Jakotukit varustetaan linjasäätöventtiileillä, joilla järjestelmä voidaan tasapainottaa. Jakotukeissa on jokaiselle tilalle säätöventtiili, ja niiden avulla tilojen putkipiirit säädetään tasapainoon mitoitusohjelman antamilla esisäätöarvoilla.

4.3 Maalämpökaivon mitoitus ja pumpun valinta

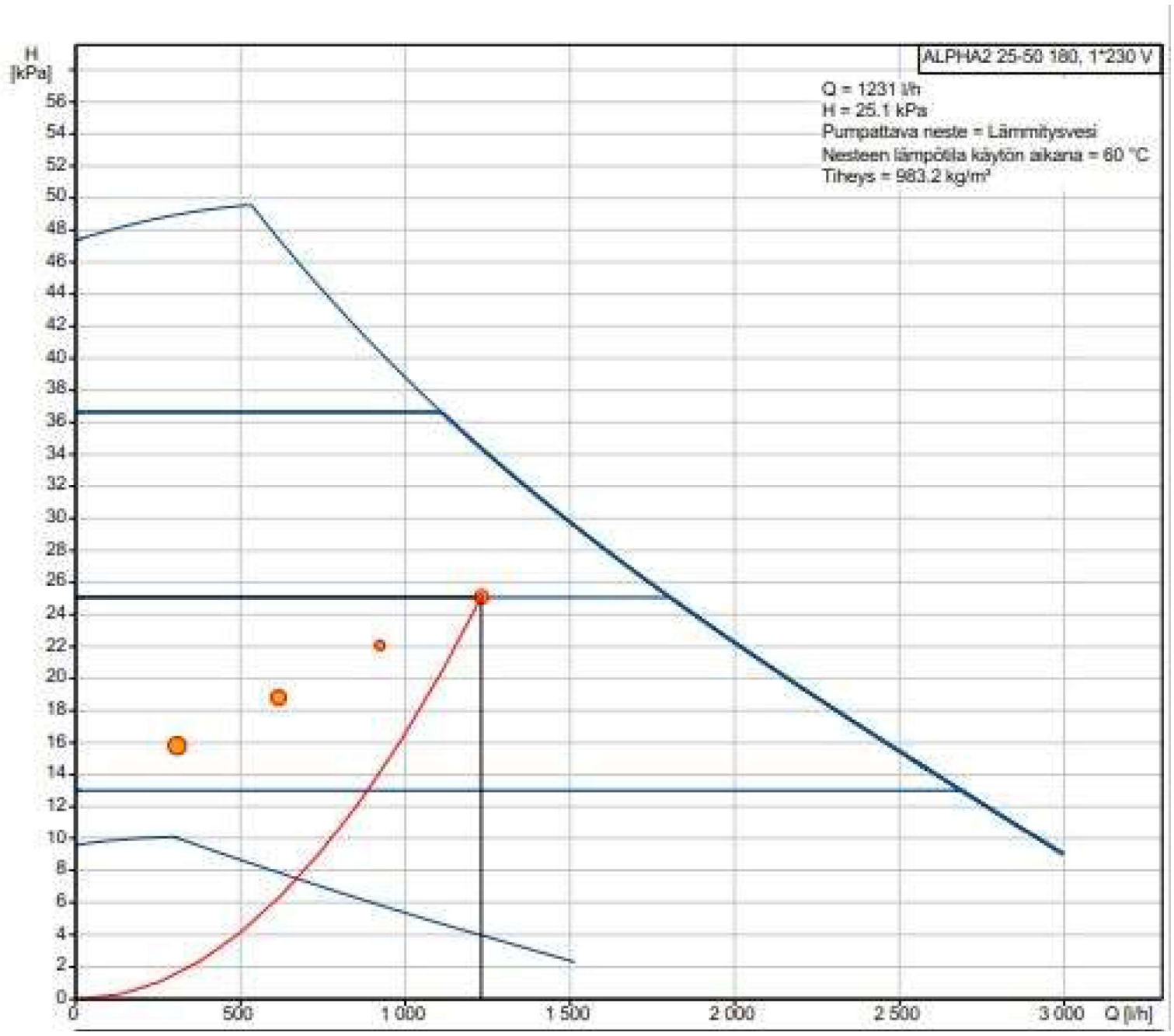
Maalämpökaivo mitoitettiin Niben mitoitusohjelmalla. Maasta otettavan energian määrä on 26 741 kWh. Energiakaivon aktiiviseksi poraussyvyydeksi saatiin 311 m, kun kallion lambdana käytettiin arvoa 3,0 W/mK ja tulevan keruuliouksen keskilämpötilana 0,5 °C. Niben maalämpöpumppu -oppaan mukaan suurin sallittu putkipiirin pituus on 400 m eli kaivon syvyytenä 200 m. (11, s. 4.) Kaivon syvyys on liian suuri yhden kaivon poraukseen, joten energiakaivoja joudutaan poraamaan kaksi kappaletta esimerkiksi 2 x 160 m. (Liite 9.)

Maalämpöpumpun tehoksi mitoituksessa saatiin 12 kW. Niben mitoitusohjelma valitsi maalämpöpumpuksi F1245-12 mallin. (Liite 9). Tässä mallissa on integroituna lämminvesivaraaja, sähkövastus, kiertovesipumppu ja säätöjärjestelmä. Pumpussa on valmiudet erilaisten tuotteiden ja lisävarusteiden, esim. veden-lämmittimen, ilmaiskylmän, poistoilman lämmöntalteenoton, allaslämmityksen ja muiden lämmitysjärjestelmien liittämiseen.

Keittiö- ja olohuonetiloihin suunnitellaan jäähdytyskonvektori, jossa kiertää maalämpökaivon liuosneste. Jäähdytyskonvektorilla saadaan hillittyä kesällä sisäilman lämpötilaa, koska tässä tilassa on suuret ikkunapinta-alat. Jäähdytyksen hankintakustannukset ovat alhaiset; sähköä järjestelmässä kuluttavat vain kiertovesipumput ja konvektorin puhallin. Konvektori nostaa myös maaliuoksen lämpötilaa jäähdytystoiminnolla ja se saadaan hyödynnettyä pumpussa.

4.4 Kiertovesipumpun toimintapiste

Lattialämmitysjärjestelmän kiertovesipumppu mitoitetaan verkoston kokonaispainehäviön ja virtaaman mukaan. Painehäviö- ja virtaamatiedot saatiin mitoitusohjelmasta. Tässä kohteessa verkoston painehäviöksi saatiin 25,1 kPa ja virtaamaksi 1 231 l/h. Kiertovesipumppu mitoitettiin Grundfosin kotisivuilla olevalla mitoitusohjelmalla ja pumpuksi valittiin Alpha 2 25-50. (kuva 1).



KUVA 1. Lattialämmitysjärjestelmän kiertovesipumpun toimintapiste

4.5 Paisunta-astian ja varoventtiilin mitoitus

Lämmitysjärjestelmälle mitoitettiin paisunta-astia tasaamaan verkoston lämpötilasta johtuvaa tilavuuden muutosta. Paisunta-astia mitoitettiin LVI-kortin 11-10472 mukaan. (12.) Mitoituksessa nimellistilavuudeksi saatiin 4,5 l ja valittiin tätä lähinnä oleva suurempi astia, joka on 8 l. (taulukko 5).

TAULUKKO 5. Paisunta-astian mitoitustiedot

PAISUNTA-ASTIAN MITOITUS
LVI 11-10472

p_{VV}	2,5	Bar	$p_E = p_{ST} + 1mvp$	p_{VV}	varoventtiilin absoluuttinen avautumispaine
V_0	210	L		V_0	verkoston tilavuus
p_{ST}	2	mvp	$p_{MIN} = p_E + 50\ kPa$	p_{ST}	verkoston staattinen korkeus
p_E	0,3	Bar		p_E	paisunta-astian absoluuttinen esipaine
p_{MIN}	0,8	Bar	$p_{MAX} = p_{VV} - 50\ kPa$	p_{MIN}	absoluuttinen vähimmäiskäyttöpaine
p_{MAX}	2	Bar		p_{MAX}	absoluuttinen enimmäiskäyttöpaine
H_{brutto}	0,57		$H_{brutto} = 1 - \frac{P_E}{P_{MAX}}$	H_{brutto}	kalvopaisunta-astian bruttonestetilavuus, [suhdeluku]
H_{vara}	0,28			H_{vara}	kalvopaisunta-astian vuotovara nestetilavuus, [suhdeluku]
H_{netto}	0,29		$H_{vara} = 1 - \frac{P_E}{P_{MIN}}$	H_{netto}	kalvopaisunta-astian nettonestetilavuus, [suhdeluku]
K_{mit}	3,46			K_{mit}	paisunta-astian mitoituskerroin
a	0,615 %		$H_{netto} = H_{brutto} - H_{vara}$	a	nesteen lämpölaajenemiskerroin
V	4,5	L		V	kalvopaisunta-astian tilavuus
			$K_{mit} = \frac{1}{H_{netto}}$		
			$V = a \times K_{mit} \times V_0$		

Varoventtiiliksi valittiin DN15-venttiili, jonka avautumispaine on 2,5 baaria. Valmistajan tuote-esitteen mukaan lämmönlähteen suurin sallittu teho kyseiselle varoventtiilille on 36 kW. Se riittää siis tässä kohteessa hyvin.

4.6 Eristykset

Taloteknisten eristeiden eristyspaksuudet ja materiaalit on esitetty kahdessa LVI-kortissa, jotka ovat LVI 50-10345 ja LVI 50-10344. Teknisen tilan pinta-asenteiset putkitukset ja alas laskettuun kattoon asennettavat jäähdytysputkistot

eristetään. Apuna eristeiden mitoituksessa käytettiin Parocin talotekniikan eristykset -asennusopasta, joka perustuu näihin kahteen LVI-korttiin. (13.) Eristykset toteutetaan taulukon 3 ja 4 mukaisesti.

TAULUKKO 3. Putkistoeristeiden sarjat ja paksuudet eri järjestelmissä (13, s. 5.)

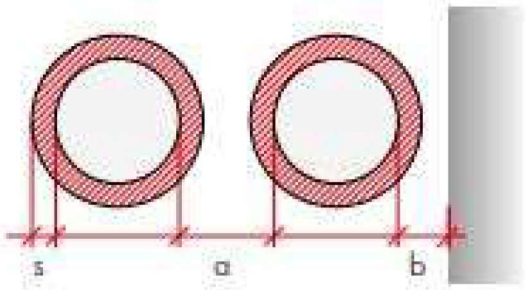
PUTKISTOERISTEEN SARJA TAI PAKSUUS

Eriste	Putkisto/putkiston osa	Sarja tai paksuus *)	Huom.
PAROC Hvac Combi AluCoat T PAROC Hvac Section AluCoat T PAROC Hvac Section GreyCoat T	Lämpöputki, ensiöpiiri	25	Nousukuilussa sarja 23
	Lämpöputki, toisiopiiri	24	Nousukuilussa sarja 22
	Lämmin käyttövesi- ja kiertoputki	25	Nousukuilussa sarja 23
	Kylmä käyttövesiputki	21	K, ei näkyvä sarja 22
	Jätevesiviemäri	25	K
	Sadevesiviemäri	25	K
	Tuuletusviemäri	25	K
	Höyryputkisto	26	
	Lauhdevesiputkisto	24	
	Uima-allasputket	23	K, kylmässä tilassa
	Keskussiivousjärjestelmäputkisto	24	K, kylmässä tilassa
	Varavoimakoneen jäähdytysputkisto	21	
PAROC Hvac Combi AluCoat T PAROC Hvac Section AluCoat T PAROC Hvac Section GreyCoat T	Jäähdytysvesiputkisto	21	K
	Lauhdutusvesiputkisto	21	K
PAROC Pro Section 100 PAROC Pro Section 140 PAROC Pro Wired Mat 100 PAROC Pro Wired Mat 100 AL1	Pakoputket Pakoputkien äänenvaimentimet	26	

K = Höyrynsulku

*) Lämpimissä ja puolilämpimissä tiloissa ulkohalkaisijaltaan enintään 22 mm putkien eristepaksuus on sarjan 22 mukainen. Kylmissä tiloissa ja yläpohjarakenteessa kaikkien putkien eristepaksuus on sarjan 25 mukainen

TAULUKKO 4. Eristepaksuudet ja asennusvälit putkikokojen mukaan (13, s. 6.)



s = Eristepaksuus

a = Kahden eristettävän putken väli. Eristettyjen putkien väli on 50–60 mm.

b = Eristettävän putken ja kiinteän rakenteen väli. Eristetyn putken ja kiinteän rakenteen väli on putkikoosta riippuen 30–50 mm.

ERISTEPAKSUUS JA ASENNUSVÄLIT

Putken ulkohalkaisija	Eristepaksuus mm								
	Sarja 21			Sarja 22			Sarja 23		
d_a mm	s mm	a mm	b mm	s mm	a mm	b mm	s mm	a mm	b mm
10...49	20	90	60	30	110	70	40	130	80
50...89	30	110	70	40	130	80	50	150	90
90...168	40	130	80	50	150	90	60	170	100
170...324	50	150	90	60	170	100	80	210	120
325...714	60	170	100	80	210	120	100	260	140
	Sarja 24			Sarja 25			Sarja 26		
10...49	50	150	90	60	170	100	80	210	120
50...89	60	170	100	80	210	120	100	260	140
90...168	80	210	120	100	260	140	120	300	170
170...324	100	260	140	120	300	170	140	340	190
325...714	120	300	170	140	340	190	160	380	210

5 ILMANVAIHDON SUUNNITTELU

Suomen rakentamismääräyskokoelma osa D2:n kumosi vuoden alusta 2018 voimaantullut ympäristöministeriön asetus rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta (14.) Tässä kohteessa ilmanvaihto suunnitellaan uuden asetuksen mukaisesti.

> *Ilmanvaihdon on toteutettava terveellinen, turvallinen ja viihtyisä sisäilman laatu oleskelutiloissa. Ilmanvaihtojärjestelmän on tuotava rakennukseen riittävä ulkoilmavirta ja poistettava sisäilmasta terveydelle haitallisia aineita, liiallista kosteutta, viihtyisyyttä haittaavia hajuja sekä ihmisistä, rakennustuotteista ja toiminnasta sisäilmaan aiheutuvia epäpuhtauksia. (14.)*

Rakennuksen ulkoilmavirta tulee olla vähintään 0,35 (l/s)/m^2 lattian pinta-alaa kohden suunniteltuna käyttöaikana. Asuinhuoneiston ilmavirtojen ohjaus on suunniteltava niin, että tulo- ja poistoilmavirtoja voi ohjata joko rakennus- tai asuntokohtaisesti siten, että niitä voidaan tehostaa 30 % käyttöajan ilmavirroista. Käyttöajan ulkopuolinen ulkoilmavirta voi olla 60 % suunnitelluista käyttöajan ilmavirroista pienempi. (14, s. 4.)

Huonelämpötilan lämmityskauden suunnitteluarvona käytetään 21 °C:ta. Huonelämpötilan hallinnan suunnittelussa huonelämpötila voi vaihdella 20–25 °C lämmityskaudella ja välillä 20–27 °C lämmityskauden ulkopuolella. (14, s. 3.) Ilmanvaihtojärjestelmän suunnittelussa käytetään apuna Finvac ry:en tekemää ohjetta, joka on yksi tulkinta uudesta ympäristöministeriön asetuksesta.

5.1 Ilmavirtojen mitoitus

Rakennuksen ilmavirrat mitoitetaan siten, että rakennus ei ole miltään osin jatkuvasti ylipaineinen ja että paine-ero vaipan yli ei ylitä 5 Pa:a tavanomaisissa sääolosuhteissa. Tilojen ilmavirrat mitoitettiin Finvacin ohjeen mukaan. (15.) Omakotitalon ulkoilmavirroiksi saatiin käyttötilanteessa 90 l/s.

TAULUKKO 5. Ilmavirrat tiloittain

TILA	ULKOILMA-VIRTA [l/s]	POISTOILMA-VIRTA [l/s]
Makuuhuone 17.5 m^2	+12	
Makuuhuone 8.5 m^2	+8	
Makuuhuone 9.5 m^2	+8	
Työhuone 6.0 m^2	+8	
Työhuone 8.0 m^2	+8	
Olohuone/keittiö	+24	-15
WC 2.0 m^2		-8
WC 3.5 m^2		-15
Et+tekn.		-15
Kodinhoitohuone		-15
Takkahuone	+10	
Kylpyhuone		-10
Sauna	+6	-6
Varasto	+6	-6
Yhteensä	+90	-90

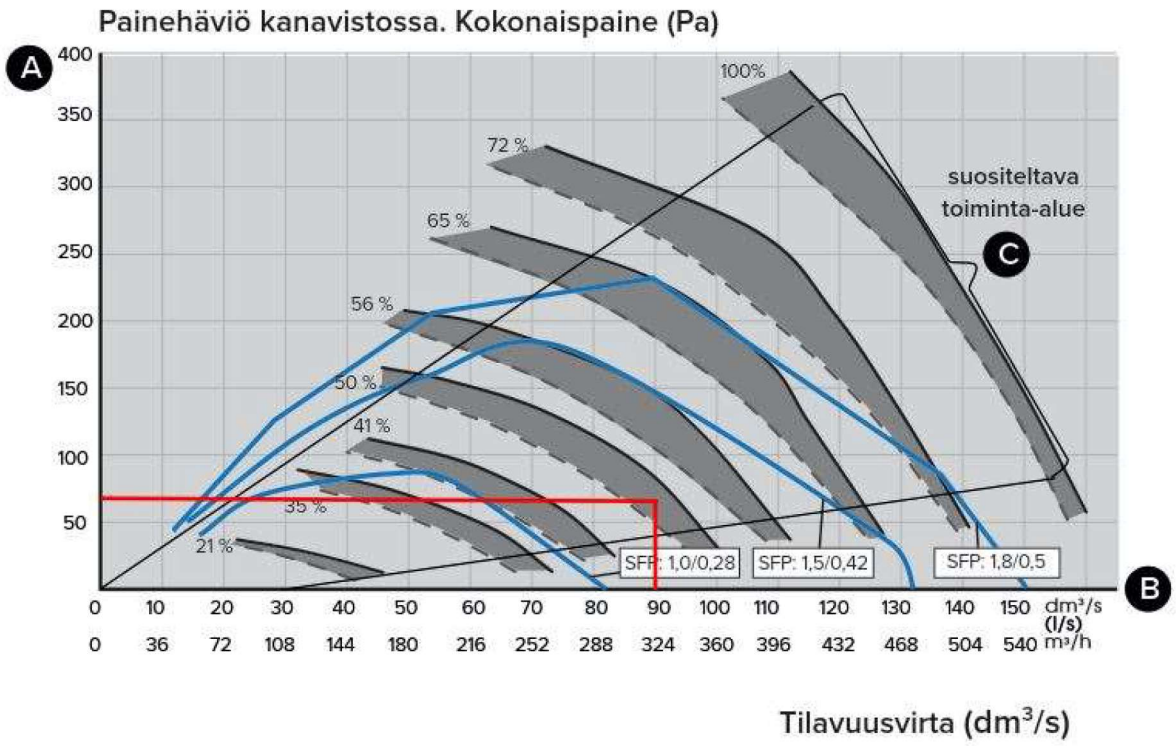
Omakotitalon huoneistoala on 206 m^2 ja asetuksen mukainen 0,35 (l/s)/m^2 minimi ulkoilmavirta olisi tässä 72 l/s, joten ulkoilmavirran mitoitus täyttää asetuksen vaatimuksen (14, s. 4.) Taulukossa 6 on mitoitettu ilmavirrat tehostuksella ja käyttöajan ulkopuolella.

TAULUKKO 6. Ilmavirrat käyttötilanteen mukaan

ILMAVIRRAT [l/s]	POISSA (0,4xKOTONA)	KOTONA	TEHOSTUS (30%)
TULOILMA	+36	+90	+117
POISTOILMA	-36	-90	-117

5.2 Ilmanvaihtolaitteet

Ilmanvaihtokoneeksi valittiin Valloxin 145 MV. Koneessa on ristivastavirtalämmöntalteenotto ja valmistaja ilmoittaa sen vuosihyötysuhteeksi 75 %. Lämmöntalteenoton kautta ulko- ja ulospuhallusilmat eivät pääse sekoittumaan keskenään. Ilmanvaihtokanavien kokonaispainehäviön ja ilmavirran perusteella saadaan ilmastointikoneen toimintapiste. (kuva 2). Kanaviston kokonaispaine saatiin mitoitusohjelmasta järjestelmän mitoituksen ja tasapainotuksen jälkeen.



KUVA 2. Ilmastointikoneen toimintapiste

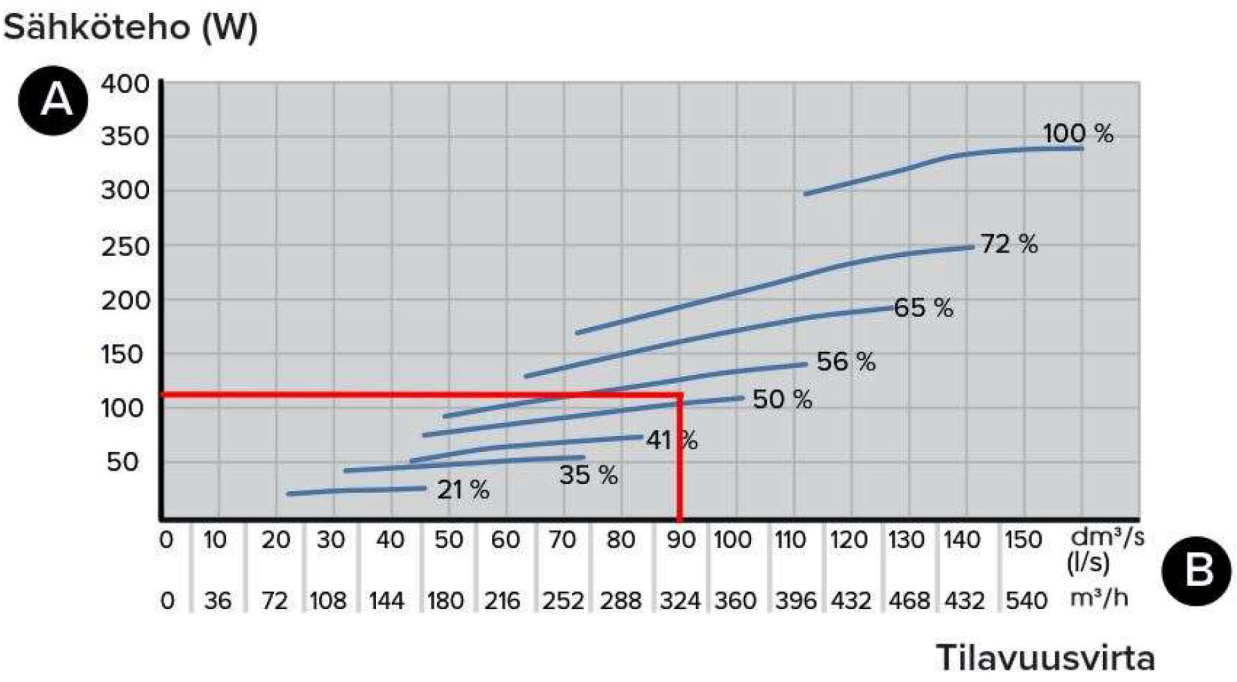
Ilmanvaihtokoneen SFP-luvuksi saatiin 1,25 kW/(m^3/s). Se laskettiin kaavalla 3.

$$SFP = \frac{Pe_{tot}}{q_{v,max}} \qquad \textit{KAAVA 3}$$

$P_{e,tot}$= tulo- ja poistoilmapuhaltimien ottoteho yhteensä, W

$q_{v,max}$= ilmavirta (max), l/s

Puhaltimien sähköteho saatiin valmistajan ohjeesta. (16, s. 78.)



KUVA 3. Ilmastointikoneen puhaltimien ottama sähköteho

Keittiöön asennetaan liesituuletin, jonka poistoilmavirta on –25 l/s. Liesituulettimen korvausilma hoidetaan ilmanvaihtokoneen avulla. Liesituulettimelta viedään kärkitieto ilmanvaihtokoneen automatiikalle ja liesituulettimelle luodaan oma profiili. johon määritellään puhallinnopeudet, jotta tarvittava korvausilma saadaan toteutettua. Tässä toiminnossa on vaarana lämmöntalteenottokennon jäätyminen pakkasjaksolla ja tämä aiheuttaa yleensä ylimääräisen sulatusjakson ilmanvaihtokoneelle. (17.) Lämmöntalteenottokennon jäätymisen ehkäisemiseksi voidaan korvausilma tuoda rakennukseen pakkasjaksolla myös esimerkiksi avaamalla ikkuna. Ilmanvaihtokoneen tuloilmapuhallin ohjataan tehostustilaan ja ilmastointikoneen poistoilmavirta pidetään käyttöajan tasolla valmistajan ohjeen mukaisesti. (16, s. 21.)

Tulisijan korvausilma johdetaan viemäriputkella ulkoa alapohjan täyttöhiekassa. Korvausilmaputken koko on DN160. Korvausilmaputken materiaali täytyy tarkastaa tulisijatoimittajan ohjeen mukaiseksi. Korvausilma tuodaan suoraan tulisijaan jolloin sillä ei ole vaikutusta huoneiston ilmanlaatuun, sitä saadaan oikea määrä tulisijan tarpeisiin ja ylimääräistä ulkoilmaa ei pääse huoneistoon, joten ikkunoita ei tarvitse avata eikä vedon tunnetta pääse syntymään. Ulos tulevan putken päähän asennetaan hyönteis- ja eläinverkko. Korvausilmaputkeen voi halutessaan asentaa myös sulkupellin.

Päätelaitteina käytetään Fläktwoodsin venttiileitä. Venttiilien tarkemmat mallit näkyvät ilmanvaihtosuunnitelmasta. (Liite 4; Liite 7.) Ilmastointikoneen ja keittiön liesituulettimen ulospuhallusilmat johdetaan yläpohjan kautta katolle. Ulospuhallushajoittimina käytetään Vilpe 160P/ER/700 -ulopuhallusputkia. Ulkoilmasäleiköksi valittiin Fläktwoodsin Risd 250 -säleikkö. Säleiköstä irrotetaan mahdollinen tiheä hyönteisverkko säleikön tukkeutumisen estämiseksi.

Hepac Pro -sovelluksella laskettiin huoneiden äänenpainetasot ja sen pohjalta valittiin oikeat äänenvaimentimet, jotta päästään sallittuihin äänitasoihin huonetilassa. Huonetilan yhteisäänitasoksi asetettiin maksimiksi 28 dB(A). WC-tiloissa, kodinhoitohuoneessa ja pesutiloissa yhteisäänitason maksimiksi asetettiin 33 dB(A).

Äänenvaimentimiksi tulo- ja poistoilmakanavaan valittiin Fläktwoodsin BDER-71-020-120 -äänenvaimentimet ja lisäksi toiseen tuloilmakanavan haaraan lisättiin BDER-71-016-090 -äänenvaimennin, jotta päästiin haluttuihin äänenpainetasoihin huonetilassa. Äänenvaimentimen malli BDER-71 on kantikas vaimennin pyöreillä kanavalähdöillä, vaimennusmateriaalina on polyesterikuitu 100 mm ja joka on M1 -puhtausluokiteltu. Näillä tuotevalinnoilla jokaisessa huonetilassa päästiin asetusarvoihin.

5.3 Kanaviston asennus ja eristäminen

Kanavistona käytetään kuumasinkittyä teräskanavaa ja tiivisteellisiä ilmanvaihto-osia. Kanavien ja osien tulee olla tyyppihyväksyttyjä. Kanavistot asennetaan alas lasketun katon sisään. Alas lasketut katot näkyvät talon pohjakuvassa. Saunatiloihin menevät kanavat nostetaan työhuoneessa ylös yläpohjaan ja viedään siellä saunan puolelle. (liite 4.) Kanavien eristykset toteutetaan taulukon 7 mukaisesti.

TAULUKKO 7. Ilmastointikanavien eristyspaksuudet

KANAVISTON ERISTYS TOTEUTETAAN SEURAAVAN TAULUKON MUKAAN ESIM. PAROC ALUCOAT ILMASTOINTIMATTO		
IV-KANAVA	SIJOITUS	
	LÄMPIMÄSSÄ TILASSA	KYLMÄSSÄ TILASSA
TULOILMAKANAVA	Ei eristystä	IV-eriste 50 mm+50 mm tai 50 mm+puhallusvilla
POISTOILMAKANAVA	Ei eristystä	IV-eriste 50 mm+50 mm tai 50 mm+puhallusvilla
ULOSPUHALLUSKANAVA	Solukumi 19 mm tai villa 50 mm + höyrynsulku	IV-eriste 50 mm+50 mm tai 50 mm+puhallusvilla
RAITISILMAKANAVA	Solukumi 19 mm tai villa 50 mm + höyrynsulku	IV-eriste 50 mm+50 mm tai 50 mm+puhallusvilla
TULOILMAKANAVA JÄÄHDYTETTY	Solukumi 19 mm tai villa 50 mm + höyrynsulku	IV-eriste 50 mm+50 mm
LIESIKANAVA	Ei eristystä	Paloeristys EI30 + villa 50 mm tai paloeristys EI30 + puhallusvilla

Tässä taulukossa kylmällä tilalla tarkoitetaan ullakkotilaa, jossa lämpötila on lähes ulkoilman lämpötila.

6 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli suunnitella sekä piirtää omakotitaloon ja talousrakennukseen toteutuskelpoiset LVI-suunnitelmat ja lisäksi selvitettiin käyttökustannuksiltaan edullisin lämmitysjärjestelmä. Työn tuloksena saatiin LVI-kuvat, joiden mukaan suoritetaan LVI-asennukset kohteessa sekä valittiin käyttökustannuksiltaan halvin lämmitysjärjestelmä.

Lämmityslaitteeksi valittiin maalämpöpumppu. Laskelmien perustella maalämpö oli edullisin vaihtoehto, vaikka huoltokustannuksiin laskettiin mukaan kompressorin vaihto. Kaukolämpökin olisi hyvä vaihtoehto, sen toimintavarmuuden vuoksi, eikä sen kustannuksetkaan olleet maalämpöön verrattuna kuin 8 162 € pienemmät. Rakennettava kohde ei sijaitse kaukolämpöverkoston alueella, joten maalämpö on järkevin vaihtoehto lämmityslaitteeksi. Lämmitettävää tilaa on noin 950 m^3, joten maalämmön ilmaisenergian ansiosta käyttökustannukset ovat suhteellisen pienet verrattuna sähkölämmitykseen.

Kohteen rakentaminen alkaa keväällä 2018, kun lumet ovat sulaneet tontilta. Suunnitelmien laatimisessa joutui paljon selvittämään uusien asetuksien vaatimuksia. Suunnitelmia tehtäessä mietittiin tarkasti niiden sopivuutta kohteeseen, järjestelmien helppoa asennettavuutta ja pitkää käyttöikää.

7 LÄHTEET

1. Katainen, Riku 2018. Sähkötyöjohtaja, Lehto Asunnot Oy. WhatsApp-keskustelu 19.3.2018.

2. Energiaselvitys OKT Tuhkanen.2018. Saatavissa: Tuhkanen, Kari. Rajoitettu saatavuus.

3. Sähkön hinta kuluttajatyypeittäin. 2017. Tilastokeskus. Saatavissa: https://www.tilastokeskus.fi/til/ehi/2017/04/ehi_2017_04_2018-03-13_kuv_005_fi.html. Hakupäivä 19.3.2018.

4. Lämpöpumppujen energialaskentaopas. 2012. Ympäristöministeriö. Saatavissa: http://www.ym.fi/download/noname/%7B10A732A6-EA2F-45F9-869C-6F909138CB26%7D/30757. Hakupäivä 19.3.2018.

5. Kaukolämmön tuotteet ja hinnasto. 2018. Kuopion Energia Oy. Saatavissa: https://www.kuopionenergia.fi/kaukolampo/tietoa-lammostamme/tuotteet-ja-hinnastot/. Hakupaivä 22.3.2018.

6. Yksittäisen kohteen CO_2- päästöjen laskentaohje. 12/2012. Motiva. Saatavissa: https://www.motiva.fi/files/8886/CO2-laskentaohje_Yksittainen_kohde.pdf. Hakupäivä 19.3.2018.

7. CO_2- päästökertoimet. Motiva. Saatavissa: https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiankaytto_suomessa/co2-laskentaohje_energiankulutuksen_hiilidioksidipaastojen_laskentaan/co2-paastokertoimet. Hakupäivä 19.3.2018.

8. 1047/2017 Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärilaitteisoista. 22.12.2017. Ympäristöministeriö. Saatavissa: http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171047. Hakupäivä 19.3.2018.

9. Kiinteistöjen vesi- ja viemärilaitteistot -opas. 2018. Saatavissa: https://www.talotekniikkainfo.fi/kommenttiluonnos-kiinteistojen-vesi-ja-viemarilaitteistot-opas. Hakupäivä 19.3.2018.

10. D1 (2007). 2007. Kiinteistöjen vesi- ja viemärilaitteistot. Määräykset ja ohjeet 2007. D1 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/28208/D1_2007.pdf. Hakupäivä 27.4.2018.

11. Pientalojen maalämpöpumppu opas. 2014. Nibe Oy. Saatavissa: https://www.nibe.fi/upload/haato/Ohjeet/NIBE%20MLP%20OPAS%201335-6.pdf. Hakupäivä 6.4.2018.

12. LVI 11-10472. 2011. Paisuntajärjestelmän valinta ja mitoitus. Rakennustieto Oy. Saatavissa: https://www.rakennustietokauppa.fi/paisuntajarjestelman-valinta-ja-mitoitus/104528/dp. Hakupäivä 7.4.2018.

13. Talotekniikan eristykset asennusopas. Helmikuu 2018. Paroc Oy Ab. Saatavissa: http://www.paroc.fi/-/media/files/guidelines/finland/hvac-installation-guide-paroc-fi.ashx. Hakupäivä 19.3.2018.

14. 1009/2017 Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta. 27.12.2017. Ympäristöministeriö. Saatavissa: http://www.ym.fi/download/noname/%7BAAD7DB92-F571-4766-A3F1-BFF63383191B%7D/133875. Hakupäivä 19.3.2018.

15. Opas asuinrakennusten ilmanvaihdon mitoitukseen.30.11.2017. Saatavissa: https://www.sulvi.fi/wp-content/uploads/2018/01/Opas-asuinrakennusten-ilmanvaihdon-mitoitukseen_2017-11-30.pdf. Hakupäivä 18.3.2018.

16. Käyttöohjekirja MyVallox. 14.2.2018. Vallox Oy. Saatavissa: https://www.vallox.com/files/2087/Manual_Vallox_MV_FIN_20180214.pdf. Hakupäivä 7.4.2018.

17. Iloviita, Taina. Aluepäällikkö, Vallox Oy. Puhelinkeskustelu 4.4.2018.

LIITTEET

Liite 1 LVI-asemapiirros

Liite 2 Omakotitalon vesi- ja viemärisuunnitelma

Liite 3 Omakotitalon ilmanvaihtosuunnitelma

Liite 4 Talousrakennuksen vesi- ja viemärisuunnitelma

Liite 5 Talousrakennuksen ilmanvaihtosuunnitelma

Liite 6 Lattialämmityssuunnitelma

Liite 7 Nibe maalämpöpumpun valintaohjelman mitoitustiedot