



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Joona Suominen

LVI-tekniset valinnat Nuottaniemen omakotitalossa

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Rakennusmestari, LVI (AMK)
Rakennusalan työnjohto
Opinnäytetyö
7.4.2020

Tekijä Otsikko	Joona Suominen LVI-tekniset valinnat Nuottaniemen omakotitalossa
Sivumäärä Aika	22 sivua + 4 liitettä 7.4.2020
Tutkinto	rakennusmestari, LVI (AMK)
Tutkinto-ohjelma	rakennusalan työnjohto
Ammatillinen pääaine	LVI-tekniikka
Ohjaajat	lehtori Jyrki Viranko
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on käydä läpi omakotitalon rakennuttajan LVI-teknisiä valintoja rakennusprojektissa ja miettiä niiden vaikutuksia kokonaisuuteen. Opinnäytetyön kohteena oli Nuottaniemeen kesällä 2019 valmistunut omakotitalo. Opinnäytetyön aiheen idea syntyi kun sain mahdollisuuden päästä seuraamaan Nuottaniemeen rakentuvan omakotitalon valmistumista.</p> <p>Työ tehtiin vierailemalla rakennustyömaalla eri LVI-toteutuksien aikana. Projektin aikana kerättiin tietoa kohteesta, haastateltiin ja perehdyttiin kohteen LVI-teknisiin ratkaisuihin. Apuna käytettiin myös useita alan kirjoja ja internetsivustoja. Opinnäytetyön tarkoituksena on olla avuksi tulevaisuudessa uuden pientalon rakentajalle.</p> <p>Nuottaniemen omakotitalon tontti on 500-neliöinen, ja se on ostettu keväällä 2018. Urakkasopimus rakentamisesta tehtiin myös keväällä 2018. Tontille rakennettiin 164-neliöinen kaksikerroksinen Lammi-kivitalo kesällä 2019.</p>	
Avainsanat	LVI, toteutus, omakotitalo

Author Title	Joona Suominen Technical HVAC Choices in Detached House
Number of Pages Date	22 pages + 4 appendices 7 April 2020
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Programme	Construction Site Management
Professional Major	HVAC Engineering
Instructor	Jyrki Viranko, Senior Lecturer
<p>The objective of this thesis was to demonstrate the technical HVAC solutions chosen by a constructor for a two-storied, 164 square-meter detached house on a 500 square-meter plot, and to evaluate the comprehensive impacts of the choices on the studied building project in Nuottaniemi, Espoo.</p> <p>The final year project was conducted by observing the daily work at the construction site, and by interviewing people involved in and responsible for the HVAC solutions of the house. Furthermore, the on-site observations were compared to data presented in professional literature and articles fetched from various internet sources.</p> <p>The results of the final year project contribute to the existing knowledge about the subject, and help constructors to implement their HVAC solutions.</p>	
Keywords	HVAC, implementation, detached house

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Rakennusmateriaalin valinta	1
3	Lämmitysjärjestelmän valinta pientaloissa	2
3.1	Sähkölämmitys	3
3.2	Kaukolämmitys	4
3.3	Maalämpö	5
3.4	Lämmitysjärjestelmän valinta Nuottaniemeen	7
3.5	Lämpökaivon poraus Nuottaniemeen	7
3.6	Maalämpöpumpun valinta	7
3.7	Lämmönjakotapa	9
3.8	Lämmönjakotavan valinta Nuottaniemeen	10
3.9	Maaviileä	11
3.10	Viilennyksen valinta kohteessa Nuottaniemi	12
4	Ilmanvaihtojärjestelmä	13
4.1	Säätölaitteet	14
4.2	Ilmanvaihtojärjestelmän valinta Nuottaniemeen	14
5	Radon	16
6	Vesi ja viemäri	17
6.1	Salaojaputket ja sadevesiputket	17
6.2	Vesi- ja viemäriputket	18
6.3	Vesikalusteet	19
6.4	Lämpöjohdot	19
7	Pohdinta	20
	Lähteet	22

Liitteet

Liite 1. Nuottaniemen vesi- ja vesikalusteet

Liite 2. Nuottaniemen ilmanvaihdon mittaus- ja säätöpöytäkirjat

Liite 3. Nuottaniemen porausraportti

Liite 4. Nuottaniemen radonraportti

Lyhenteet

E-luku	Rakennuksen laskennallinen energiatehokkuuden vertailuluku
EPS	EPS-eristeet ovat paisutettua polystyreeniä.
IV	Ilmanvaihto
kWh	Kilowattitunti
LVI	Lämpö, vesi ja ilma
radon	Mauton, hajuton ja väritön radioaktiivinen kaasu
TWS	TWS-tekniikalla vesi lämpenee lämminvesivaraajassa spiraalin avulla, joka on sijoitettu keskelle varaajaa.
U-arvo	Lämmönläpäisykerroin

1 Johdanto

Suomessa on tällä hetkellä noin miljoonaa omakotitaloa ja niiden osuus asuntokannasta on noin 40 %. Vuosittain Suomeen rakennetaan noin 8 000 uutta omakotitaloa. Uuden kodin LVI-suunnitelmien laatiminen on merkittävä osa rakennusprojektia. LVI-tekniikka on pääosin piilossa, mutta sen toteutuksella on keskeinen merkitys asumisen viihtyvyyteen, kustannuksiin ja turvallisuuteen. LVI-tekniikka vaikuttaa merkittävästi myös rakennuksen huolto- ja ylläpitokustannuksiin. LVI-tekniikan järjestelmien valintaprosessiin kannattaa käyttää aikaa ja panostaa mahdollisimman hyvin yhteensopiviin ja laadukkaisiin tuotteisiin, sillä järjestelmien korjaus myöhemmin on kallista. Pieni lisäpanostus alkumetreillä tuo paljon säästöä vuosien varrella.

Energiatehokkaan talon rakentaminen on taloudellisesti järkevää. Energiatehokkuusinvestoinnit maksavat yleensä itsensä takaisin suhteellisen lyhyessä ajassa ja parantavat myös talon jälleenmyyntiarvoa. Energiatehokkuus voidaan saavuttaa rakenteellisin ja teknisin keinoin. Pientaloa rakentaessa tulee kuitenkin ensisijaisesti ottaa huomioon asukkaiden tulevat tarpeet ja talon muunneltavuus.

2 Rakennusmateriaalin valinta

Rakennuksen rakenteiden ilmatiiviys ja lämmöneristävyys ovat tärkeä osa energiatehokkaan rakennuksen toteutusta. Suomen ilmasto altistaa rakenteet hyvin vaativille ja vaihteleville sääolosuhteille. Talvisin on kylmä, tästä johtuen lämmöneristävyys tulee olla hyvin toteutettu. Kesällä taas on kuuma, joten rakennus tulee saada tehokkaasti viilennettyä, jotta asumismukavuus ei kärsi.

Rakennuksen lämmöneristyksen suunnittelussa kannattaa miettiä energiatehokkaita ratkaisuja. Hyvä lämmöneristys on tehokas ja edullinen tapa vaikuttaa rakennuksen energiatehokkuuteen rakennusvaiheessa. Lämmöneristyskykyä taas mitataan lämmönläpäisykertoimella eli U-arvolla. [1]

Nuottaniemen omakotitalon suunnitteluvaiheessa oli päädytty kivitaloon asukkaiden toiveesta. Vertailuun otettiin kolme eri kivitalo valmistajaa, Jämerä-talon karkaistu kevyt-betoniharkko (Siporex), Lakan betonin eristeharkko ja Lammin lämpökiviharkko. Vertailun jälkeen kohteen harkkotoimittajaksi valittiin Lammi-kivitalo. Lammin lämpökivivalikoimasta sopivammaksi vaihtoehdoksi valikoitui lämpökivi LL400.

LL400-lämpökiven etuja ovat, että se pysyy kesällä viileänä ja talvella lämpimänä. LL400-lämpökivellä on hyvä lämmöneristävyys, tiiveys sekä lämmönvarauskyky. Lämpöharkon energiatehokkuus saavutetaan käyttämällä ekotehokasta grafiitti-EPS-eristettä. Sen hyvä eristyskyky perustuu eristeen sisältämään grafiittiin, jonka ansiosta suuri osa lämpösäteilyä heijastuu takaisin sisälle eikä pääse seinän läpi. Muottiharkoista on myös helppo rakentaa, sillä esimerkiksi erilaiset kaapeloinnit, putkitukset ja rasiat on kivien valuonteloiden ansiosta vaivatonta upottaa seinien sisään. LL400-lämpökivien U-arvo on 0,17 W/m². [1]

Lämmöneristävyys on grafiitti-EPS-eristeessä noin 20 % parempi kuin vastaavan EPS:n ilman grafiittihiukkasia. Samaan lämmöneristävyteen pääsemiseksi voidaan eristepaksuutta siis pienentää perinteiseen EPS:ään verrattuna. Käytetyn raaka-aineen määrää voidaan näin vähentää ja pienentää tuotteen ympäristövaikutusta. [1]

3 Lämmitysjärjestelmän valinta pientaloissa

Lämmitysjärjestelmän valinta on omakotitalon rakentajalle yksi tärkeimmistä päätöksistä. Lämmitysjärjestelmä vaikuttaa keskeisesti asumisen mukavuuteen ja käyttökustannuksiin. Tarjolla on monia vaihtoehtoja, ja on mahdotonta sanoa, mikä ratkaisu on paras tulevien vuosikymmenien aikana. Valinta kannattaakin tehdä harkiten ja miettiä vaihtoehtojen hankinta- ja käyttökustannusten lisäksi ympäristöystävällisyyttä, käytön vaivatomuutta sekä energiakustannuksia nyt ja tulevaisuudessa. Valinta tehdään yleensä talon koon, sijainnin ja asukkaiden tarpeiden mukaisesti.

Energianhinta on ollut kovassa nousussa viime aikoina ja tulee todennäköisesti nousemaan vielä lisää rakennuksen elinkaaren aikana. Rakennuksen lämmitystarpeen pienentämiseen tähtäävät investoinnit tulevat sen vuoksi kannattavammiksi takaisinmaksuaikojen lyhentyessä.

Suurimmat muutokset lämmitystapojen kehityksessä ovat olleet öljylämmityksen nopea väheneminen ja maalämpöpumppujen suosion voimakas kasvu. Lisäksi jopa puolet uudisrakentajista valitsee jäädytysmahdollisuudella varustetun lämmitysjärjestelmän ja neljännes lämmityksen etäohjauksen. [2]

Lämmityslaitteiden tarkoitus on pitää rakennuksen huonetilat lämpiminä ja tuottaa rakennuksen lämmin käyttövesi sekä lämmittävän ilmanvaihtokojeen kautta puhdas huoneilma.

Valittaessa lämmitysmuotoa Nuottaniemen omakotitaloon oli valintavaihtoehtoja kolme: sähkölämmitys, kaukolämmitys ja maalämmitys.

3.1 Sähkölämmitys

Sähkölämmitys on edelleen yksi suosituimmista lämmitysmuodoista pientaloissa. Sen suurimpia vahvuuksia ovat edullinen alkuinvestointikustannus, pitkäikäisyys, helppo käyttöisyys ja toimintavarmuus. [3]

Sähkön hinta on kuitenkin noussut paljon viimeisten vuosikymmenten aikana, mikä on heikentänyt sähkölämmityksen suosiota roimasti. Uudiskohteissa usein valitaan sähkölämmitys, kun kyseessä on pienehkö kiinteistö, jossa on hyvä lämmöneristys. Näissä tapauksissa saadaan kiinteistön lämmityskustannukset niin alhaisiksi, että muut lämmitysmuodot tulevat aloitusinvestointien kautta usein suhteessa kalliiksi saavutettuun säästöön nähden. Sähkölämmityksen etuja on myös vähäinen tilantarve, jolla vapautetaan arvokkaita lisäneliöitä muuhun käyttöön. [3]

Sähkölämmitteisiin taloihin, joissa on suora lämmönjakotapa, hankitaan vain käyttövedenlämmitin, ja taloihin joissa on vesikiertoinen sähkölämmitys, vain sähkökattila-vedenlämmitynyhdistelmä [3].

Sähkö lämmitysmuotona on nykyään myös epäedullisessa asemassa rakennuksen kokonaisenergiankulutuksen laskennassa, sillä sähkön energiamuotokerroin on suurin, mikä vaikuttaa merkittävästi näillä kertoimilla laskettuun painotettuun E-lukuun. Energiatodistusta käytetään talojen vuokraamisen ja myynnin yhteydessä, jolloin todistus toimii ostajan vertailutyökaluna. [3]

Sähkölämmitys voi olla joko suora tai varaava. Suorassa sähkölämmityksessä lämpö tuotetaan huonetiloihin sijoitetussa sähköpattereissa tai lattian tai katon rakenteisiin asennetuilla lämmityskaapeleissa, jotka mahdollistavat tarkan huonekohtaisen lämpötilan säädön. Suora sähkölämmitys on käyttäjän kannalta vaivattomin lämmitysvaihtoehto. Sen asennuskulut ovat edulliset, eikä se vaadi juuri lainkaan huoltoa eikä silmälläpitoa. [4]

Varaavassa sähkölämmityksessä lämpöä varataan joko lämpöeristettyyn vesisäiliöön tai betoniseen lattiaalaattaan, josta se vapautuu vähitellen käyttöön. Varaavan sähkölämmityksen investointikustannukset ovat suoraa sähkölämmitystä korkeammat, mutta se antaa mahdollisuuden hyödyntää yösähköenergian huokeampaa hintaa ja alentaa näin lämmityskustannuksia. Yö- ja päiväenergioiden hintaero on tosin viime vuosina nopeasti pienentynyt. [4]

Sähkölämmitys voidaan toteuttaa joko vesikiertoisena sähkölämmityksenä, ilmalämmityksenä tai huonekohtaisena sähkölämmityksenä patterien tai lämmityskaapeleiden avulla, jolloin erillinen vesivaraaja tarvitaan käyttöveden lämmitykseen.

3.2 Kaukolämmitys

Kaukolämpö on Suomessa erittäin suosittu taajama-alueiden lämmitysmuoto. Kaukolämmön osuus uusissa omakotitaloissa on kasvanut hieman huolimatta siitä, että sitä ei ole joka paikassa saatavilla. Taajama-alueilla rakennuksen lämmitysjärjestelmä voidaan usein liittää alueen kaukolämpöverkkoon, eikä omaa lämmöntuotantoa silloin tarvita. Kaukolämpöä tuotetaan lämmön ja sähkön yhteistuotantolaitoksissa tai lämpökeskuksissa paikkakuntaakohtaisesti edullisimmilla polttoaineilla. Suurten laitosten hyötysuhde on paljon talokohtaisten keskuslämmityslaitteiden hyötysuhdetta korkeampi, ja tarkasti

valvottujen laitosten päästöt ovat huomattavasti talokohtaisten laitteiden päästöjä pienemmät.

Kaukolämpölaitoksen putkiverkostossa kiertää kuuma vesi (tuloveden lämpötila on 65–115 °C), ja rakennuksen omat lämmönsiirtimet ottavat tästä vedestä lämpöenergian lämmitykseen ja lämmitysverkoston kiertoveteen. Kaukolämpöyhtiö perii käyttäjältä kiinteää perusmaksua ja lisäksi käyttömaksua lämmön kulutusmäärän mukaan. Kuluttajan kannalta kaukolämpö on helppo, huoleton ja siisti lämmitysvaihtoehto. Rakennukseen on kuitenkin varattava kaukolämmön alakeskusta varten noin 1–2 m²:n suuruinen tila. Kiinteistön kaukolämpölaitteita hoitamaan ja valvomaan nimetään vastuuhenkilö, joka omakotitaloissa on useimmiten kiinteistön omistaja. [4]

Huono puoli kaukolämmössä on, että asukas on täysin sidoksissa paikallisen kaukolämmön hinnanvaihteluihin [4].

3.3 Maalämpö

Maalämmön suosio on kasvanut vuosi vuodelta yhä suosituimmaksi lämmitysmuodoksi, sillä sen käyttökustannukset ovat huomattavasti pienemmät kilpailijoihin verrattuna. Maalämmön hankinta on porauksineen suhteellisen suuri investointi, mutta sen energiansäästöpotentiaali on lämpöpumpuista suurin ja järjestelmä tarjoaa mahdollisuuden myös viilentämiseen. Asennettuna omakotitaloon maalämpöjärjestelmä maksaa noin 12 000–35 000 euroa riippuen omakotitalon energiatarpeesta, toteutustavasta ja tekijästä. Mitä suurempi lämmitysenergian tarve on, sitä isompi lämpöpumppu ja pidempi maalämmön keruuputkisto tarvitaan. Maalämpöjärjestelmän tavanomainen takaisinmaksuaika on noin 6–10 vuotta. Maalämpö on sitä kannattavampi ratkaisu, mitä enemmän energiaa lämmitykseen kuluu.

Saneerauskohteissa maalämpöön siirtyessä voi kaikkien työvaiheiden työkustannuksista hakea kotitalousvähennystä. Vähennyskelpoisia töitä ovat niin lämpökaivon poraaminen, maansiirtotyöt ja vanhan lämmitysjärjestelmän purkaminen kuin maalämpölaitteiston asennustyötkin. [5; 6.]

Maalämpö on luonnon oma lämmönvarasto. Maapallon ytimen kuumuus ja auringon säteily lämmittävät maaperää ja peruskalliota. Tämä lämpö kerätään talteen lämmönkeruuputkistolla ja maalämpöpumpulla. Lämpö jaetaan rakennukseen vesikiertoisten patterien tai vesikiertoisen lattialämmityksen avulla. [5]

Lämmönkeräysputkissa kiertävä ja maasta lämpöenergiaa keräävä neste on veden ja bioetanolin seosta, joka ei jäädy pakkasellakaan. Lämpöenergia kulkeutuu tämän nesteen mukana kompressorikoneiston kylmäaineeseen. Kompressorin kasvattaa kylmäaineen painetta, jolloin aine samalla kuumenee ja lämpöenergia voidaan siirtää lämmitysverkostoon ja käyttöveden lämmitykseen.

Useimmiten lämmönkeruuputkisto asennetaan syvään maaperään porattuun lämpökaivoon. Suuremmilla tonteilla voidaan putkisto asentaa vaakatasoon tontille routarajan alapuolelle reilun metrin syvyyteen. Kiinteistön sijaitessa veden äärellä voidaan putkisto joissain tapauksissa sijoittaa vesistöön. [5]

Maalämpölaitteiston energiahyötysuhde on erittäin hyvä, se tuottaa rakennuksen kompressorikoneiston kuluttamaan energiamäärän verrattuna keskimäärin kolminkertaisen määrän lämpöenergiaa. Energiakulut ovat siten vain noin kolmasosa suoran sähkölämmityksen energiakulutuksesta. Maalämpö on myös vaivaton lämmitysmuoto, joka ei juurikaan vaadi huoltoa. Maalämpölaitteiden kestoikäkin on myös verraten pitkä, koska laitteissa on vain vähän kuluvia osia. [4]

Kunnan rakennusviranomaiset myöntävät maalämpökaivon poraukseen tarvittavan toimenpideluvan. Maalämpöurakoitsijat hakevat toimenpideluvat asiakkaalle. Lämpökaivo ei likaa pohjavettä, ja tämän vuoksi yleensä myös pohjavesialueille saa porata lämpökaivon. Poikkeustapauksissa, esimerkiksi tontin sijaitessa kunnallisen vedenottamon suojavyöhykkeellä, on lämpökaivon poraaminen kielletty. Lämpökaivon poraamisen voivat estää myös kohteen alla sijaitsevat tunnelit ja tunnelivaraukset. [5]

3.4 Lämmitysjärjestelmän valinta Nuottaniemeen

Lämmitystapaa valittaessa kohteeseen oli valintavaihtoehtoja kolme, sähkölämmitys, kaukolämmitys tai maalämmitys. Nuottaniemen omakotitalon lämmitysmuodoksi valittiin harkinnan jälkeen maalämmitys.

Huolimatta maalämmön suuresta alkuinvestoinnista on sen takaisinmaksuajan jälkeinen käyttökustannus hyvin edullinen. Yleisesti ekologinen lämmitysmuoto nostaa talon jälleenmyyntiarvoa. Kesäisin maalämmön samaa järjestelmää voi käyttää myös viilennykseen ja näin nostaa asumisen viihtyvyyttä kesän kuumimpina kuukausina. Lämmitysmuodoksi haluttiin valita mahdollisimman ympäristöystävällinen vaihtoehto.

3.5 Lämpökaivon poraus Nuottaniemeen

Nuottaniemeen lämpökaivon syvyys mitoitettiin laskennallisen lämmitysenergian kulutuksen ja tehon perusteella. Energiakaivosta tehtiin 120 metriä syvä ja halkaisija on 115 millimetriä. Keruuputkiston tiiviys tarkistettiin painekokeella ennen lämpöpumpun käynnistystä 3 baarin paineella tunnin ajan.

3.6 Maalämpöpumpun valinta

Maalämpöpumpun mitoitus ja valinta on tärkeä osa talon maalämpöjärjestelmän suunnittelua. Valinta riippuu talon asukkaiden tarpeista, käyttösuhteista ja maalämpöpumpun sijoituspaikasta. Maalämpöpumppua valittaessa on otettava huomioon asunnon lämmitystehon ja lämmitysenergian tarve, sekä talon lämmönjakojärjestelmä. Koska maalämpöpumpulla hoidetaan myös lämpimän käyttöveden lämmitys, maalämpöpumpun mitoitukseen vaikuttaa myös tarvittavan lämpimän käyttöveden määrä. Hyvin yleinen ratkaisu on pumppuun integroitu varaaja, jonka tilavuus on 165–190 litraa. Veden lämpötilan ollessa yli 50 °C riittää tämä noin viiteen 40 °C:n lämpöiseen alle 5 minuutin suihkuun, jonka aikana pumppu ehtii lämmittämään kuudennen. Suurempi varaaja tarvitaan, jos samanaikaisesti asunnossa on käytössä kylpy- tai poreamme. [7]

Maalämpöpumppujen välillä on eroja hyötysuhteessa. Tähän on syytä kiinnittää huomiota, sillä hyötysuhde ratkaisee talon lämmityskustannuksissa saavutettavat säästöt. Myös maalämpöpumpun käyntiäänellä voi olla suuri merkitys. [7]

Maalämpöpumppujen valmistajia on useita ja myös niiden mallivalikoima ovat hyvin kattava. Markkinoilla oleva laaja valikoima voi tuoda haasteita juuri kohteeseen sopivimman mallin valintaan. Nuottaniemen valintakilpailu käytiin Thermian ja Nibenin pumppujen välillä. Maalämpöpumpuksi valikoitui lopulta Thermian Diplomat Optimum (kuva 1).

Diplomatien isoimpia etuja ovat minimaalinen energiakulutus ja kierroslukuohjatut kiertopumput. Kierroslukuohjattujen kiertopumppujen avulla Thermia Diplomat Optimum pystyy säätämään lämmitysveden kiertoa automaattisesti vallitsevien olosuhteiden ja tarpeiden mukaan. Sisäänrakennetun TWS-tekniikan ansiosta lämminvesivaraaja täyttyy lyhemässä ajassa lämpimämmällä vedellä kuin perinteisellä tekniikalla. Thermian Diplomat-lämpöpumpun alhainen äänitaso puolsi myös valintaan. [8]

Diplomatissa on 180 litrainen lämminvesivaraaja, jonka oletettiin riittävän asukkaiden tarpeisiin. LVI-suunnitelmassa oli kuitenkin ammevaraus, joka myös toteutui. Siinä yhteydessä käytiin keskustelua varaajan tilavuuden riittävydestä. Lopulta päädyttiin kuitenkin pysyä 180-litraisessa lämminvesivaraajassa, sillä ammeen todettiin olevan hyvin pienellä käytöllä ja asunnossa asuu vakituisesti vain kaksi henkilöä.



Kuva 1. Thermian Diplomat Optimum -maalämpöpumppu

3.7 Lämmönjakotapa

Lämmönjakojärjestelmä huolehtii tuotetun lämmön jakamisesta tasaisesti eri huonetiloihin. Lämmönjakojärjestelmä siirtää lämmön lämmöntuottolaitteelta varsinaiseen käyttökohteeseen. Lämmönjakojärjestelmään kuuluvat siirtoputkistot ja kanavat sekä huoneilojen ja tuloilman lämmityslaitteet. [9]

Yleisimmät lämmönjakotapoja ovat vesikiertoinen lattia- tai patterilämmitys, huonekohmainen sähkölämmitys sekä ilmalämmitys [9].

Asumisviihtyvyyden ja lattialämmityksen vaivattomuuden kannalta lämmönjaon suunnittelu, mitoitus ja laitteiden valinta nousevat keskeisiksi tekijöiksi. Avainasioita ovat huonekohtaisen lämmöntarpeen laskenta, lämmönjaon mitoittaminen tarvetta vastaavaksi sekä lämmönjaon säädön suunnittelu. [9]

Yhä useimmissa uusissa pientaloissa on lattia- tai ilmanvaihtolämmityksen kaltainen matalalämpötilainen lämmönjakojärjestelmä. Se tehostaa lämmönjaon tasaisuutta ja viihtyisyyttä sekä antaa paremmat edellytykset hyödyntää maasta ja auringosta saatavaa uusiutuvaa energiaa. [9]

3.8 Lämmönjakotavan valinta Nuottaniemeen

Nuottaniemen omakotitaloon lämmönjakotavaksi valittiin Umenin vesikiertoinen lattialämmitys (kuva 2). Maalämpölaitteisto soveltuu erinomaisesti käytettäväksi vesikiertoisen lattialämmityksen kanssa. Kiertoveden lämpötila voi olla alempi kuin patteriverkostossa, ja näin saavutetaan korkeampi hyötysuhde.

Lattialämmitys on miellyttävää siitä syystä, että lämpö on vedotonta ja tasaista. Lämpimällä lattialla on mukava liikkua myös paljain jaloin. Vastaavasti lämpimänä vuodenaikana lattia ja sitä kautta myös huoneilma saadaan järjestelmän avulla mukavan viileäksi. Mukavuuden lisäksi vesikiertoinen lattialämmitys on myös energiaa ja lompakkoa säästävää ratkaisu. Toisin kun voisi kuvitella, on vesikiertoinen lattialämmitys edullisempia toteuttaa kuin vesikiertoinen keskuslämmityksen patteriverkosto. [10; 11.]

Lattialämmitysjärjestelmä on huomaamaton, eikä sitä tarvitse ottaa huomioon sisustusta suunniteltaessa, koska järjestelmä jää piiloon lattiarakenteiden sisään. Järjestelmä antaa vapauden myös ikkunakorkeuksien suunnittelussa. [10; 11.]



Kuva 2. Nuottaniemen yläkerran lattialämmitysputkisto

3.9 Maaviileä

Lämpökaivo mahdollistaa myös rakennuksen jäähdytyksen kesäisin maaviileän avulla. Jäähdyttäminen tapahtuu puhallinkonvektorilla, jossa on puhallin ja lämmönsiirrin. [5]

Puhallin kierrättää huoneilman lämmönsiirtimen läpi. Lämmönsiirtimen kautta kulkee myös maaperästä tuleva viileä lämmönkeruuneste, joka kerää lämmön huoneilmasta ja kuljettaa sen maaperään. Lämmönkeruunesteen kierrosta huolehtii erillinen kiertovesipumppu. Seuraavalla lämmityskaudella maaperään kertynyttä lämpöä voi hyödyntää jälleen lämmityksessä. [5]

Maalämpöjärjestelmällä viilennys on erittäin edullista, sillä sähköä tarvitaan vain puhallinkonvektorin ja kiertovesipumpun toimintaan. Viilennyksestä maaviileän avulla käytetäänkin myös nimitystä vapaajäähdytys, koska itse jäähdytys tapahtuu suoraan viileän kallioperän avulla ilman erillistä jäähdytyskonetta. [5]

3.10 Viilennyksen valinta kohteessa Nuottaniemi

Nuottaniemeen valittiin Chillerin Grand -puhallinkonvektori (kuva 3). Sen avulla yläkerran makuuhuone saadaan kesäisin viileäksi edullisesti ja tehokkaasti. Chilleriä voi kätevästi ohjata Varipro-huonesäätimen avulla (kuva 4). Säätimen näytöltä näkyy, mihin suuntaan ilmastointilaitte ohjaa lämpötilaa uuden asetusarvon saavuttamiseksi ja uuden asetusarvon saavuttamiseen kuluva aika. Säädin näyttää sekä vallitsevan lämpötilan että uuden asetusarvon, jotka ovat käyttäjän kannalta tärkeimmät parametrit.

Jälkikäteen ajatellen, kohteen ilmanvaihtokoneeseen olisi kannattanut asentaa jäähdytyspatteri, jonka avulla koko talo olisi saatu jäähdytettyä tehokkaammin. Chiller puhallinkonvektori riittää viilentämään yläkerran makuuhuoneen, mutta sen viilennysteho ei ylety talon muihin huoneisiin.



Kuva 3. Chillerin Grand-puhallinkonvektori



Kuva 4. Varipro-huonesäädin

4 Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihdon tarkoituksena on luoda asumisviihtyvyyttä ja samalla suojata rakenteita. Asumisessa syntyy väistämättä epäpuhtauksia ja kosteutta, jotka on poistettava rakennuksesta. Pääperiaatteena on, että käytetty ilma poistetaan niin sanotuista likaisista tiloista ja raikas korvausilma tuodaan muihin tiloihin. [12]

Käytännössä jokaiseen uuteen pientaloon tulee koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, joka on varustettu lämmöntalteenotolla. Hyvässä talossa on oikein mitoitettu ilmanvaihto, joka takaa hyvän sisäilman laadun. [13]

Ilmanvaihtolaitteiden on pidettävä ilman laatu riittävän hyvänä kaikissa huonetiloissa. Ilmanvaihdon tarve vaihtelee käyttötilanteiden mukaan. Perusilmanvaihdoksi riittää, jos asunnon ilma vaihtuu 0,5 kertaa tunnissa. Tällöin ihmisten hengityksen tuottama hiilidioksidi sekä rakenteista ja sisustusmateriaaleista syntyvät päästöt poistuvat sisäilmasta riittävän nopeasti, ja ilma tuntuu raikkaalta. [4]

4.1 Säätolaitteet

LVI-suunnittelija mitoittaa kanavat ja laitteet määräysten mukaisesti ja hyväksyyttää ilmanvaihtosuunnitelman yhdessä vesi- ja viemärisuunnitelmien kanssa rakennusvalvontavirastossa ennen rakennustöiden aloittamista [4].

Ilmanvaihtokojeeissa on valmiina lämmön ja ilmamäärän säätolaitteet. Kaukosäätö on mahdollista erillisellä kytkimellä. Ilmanvaihtojärjestelmä on aina säädettävä ilmanvaihtosuunnitelman mukaisesti, jotta se toimii toivotulla tavalla. Oikein tehdyllä säädöllä varmistetaan paitsi jokaisen huoneen tarkoituksenmukainen ilmanvaihto, myös oikea tulo- ja poistoilmavirtojen suhde. Ylipaine rakennuksessa työntää huonekosteutta ulkovaipan rakenteisiin, ja liian suuri alipaine voi haitata tulipesien vetoa ja vuotoilma voi tuoda epäpuhtauksia ulkoa tai seinärakenteista. Pahimmassa tapauksessa nämä epäpuhtaudet voivat olla terveydelle haitallisia. [14]

Huonetilojen tuloilmaventtiilit säädetään asennuksen yhteydessä niin, että ne antavat suunnittelun ilmamäärän huonetiloihin, ja säädön jälkeen venttiilit lukitaan. Ilmanvaihtokone imee omalla puhaltimella poistoilman wc-, pesu- ja saunatiloista iv-koneen lämmöntalteenottolaitteen kautta ulos, jolloin imuvaikutus synnyttää näihin tiloihin pienen alipaineen. Tämä alipaine estää hajuja leviämästä muuhun huoneistoon. Nämä tilat saavat korvausilmaa muista huonetiloista ovien alareunan alle jäävistä noin 1–2 cm korkeista raoista. Myös huoneisiin, joista poistetaan ilmaa, jätetään noin 1 cm:n korkeat raot ovien alle. Keittiössä ruuankäryt poistetaan lieden päälle asennetulla liesikuvulla. [4]

4.2 Ilmanvaihtojärjestelmän valinta Nuottaniemeen

Opinnäytetyön kohteessa ilmanvaihtokoneeksi valittiin Vallox 145 MV (kuva 5). Vallox 145 MV mitoitettiin sopivan hyvin asunnon tarpeisiin, ja sen hinta sopi hyvin myös budjettiin. Kohteeseen haluttiin myös ilmanvaihtokone, jonka ilmanvaihdon tehoa voitaisiin ajastaa ja säätää myös etäohjauksella kännykällä. Vallox 145 MV -malli on varustettu värinäytöllisellä MyVallox Control -ohjaimella, mutta sitä voi ohjata myös kotiverkon tai

pilvipalvelun kautta kodin ulkopuolelta. Etäohjauksella voidaan esimerkiksi säätää ilmanvaihtoa pienemmälle, silloin ollaan pois kotoa, säästään näin energiaa. Kojeessa on myös poiskytkentä, jonka pystyy kytkemään päälle esimerkiksi pitkän loman ajaksi.

VTT on myöntänyt MyVallox-ilmanvaihtokoneille markkinoiden parhaan A+ -energiamerkin. MyVallox-ilmanvaihtokoneet pystyvät hyödyntämään tehokkaasti poistoilman lämmön, ja niiden lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde onkin yli 75 %. Myös sisäänrakennettu kosteusanturi säästää energiaa. Se lisää ilmankosteuden noustessa ilmanvaihdon tehoa, ja palautuu normaalitasolle automaattisesti. Samalla se suojelee talon rakenteita liiallisen kosteuden aiheuttamilta ongelmilta.

Ilmanvaihtokoneeseen saa myös kytkettyä takkatoiminnon päälle. Tämän avulla taloon syntyy hetkellinen ylipaine, joka helpottaa takan sytyttämistä. Toiminnolla voi määrittää, kuinka kauan toiminto on päällä ja sen jälkeen ilmanvaihto palaa automaattisesti Kotona-tilaan. Kohteen liesituulettimeksi valittiin Elica Galaxy Island. Liesituulettimen ja huippuimurin väliin asennettiin Savon PEK-1 -paine-erokytkin. Paine-erokytkin tuo ilmanvaihtokoneelle sähköisenä relekärkitiedon sisäilman ja liesituulettimen poistoilmahormin paine-erosta liesituulettimesta mitattuna. Liesituuletinta käyttäessä Vallox145 MV -ilmanvaihtokone tehostaa ilmanvaihtoa ja näin alipainetta ei pääse syntymään asuntoon. [15]



Kuva 5. Vallox 145 MV

5 Radon

Radon on mauton, hajuton ja väritön radioaktiivinen kaasu, jota voi päästä rakennukseen sisään perustuksissa olevien rakojen kautta. Pitkäaikainen oleskelu korkeassa radonipitoisuudessa voi lisätä huomattomasti riskiä sairastua keuhkosityöpään. Radonia esiintyy koko Suomessa, ja mitä karkeampi ja läpäisevämpi maa on, sitä suurempi yleisesti radonpitoisuus on.

Radonia sisäilmassa ei voi mitenkään aistia, joten sen pitoisuus selviää ainoastaan mittaamalla. Pitkäaikaismittaus on ainoa keino saada selville asunnon todellinen radonpitoisuus. Radonmittaukset voidaan suorittaa pientaloissa radonmittareilla tai radonmittauspurkeilla, jotka asetetaan asunnon eri huoneisiin tai kerrokseen. Radonmittauspurkeilla mittausajaksi suositellaan vähintään kahta kuukautta marraskuun ja huhtikuun välisenä aikana, sillä radonpitoisuus on yleensä sitä suurempi, mitä kylmempi sää ulkona on.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen ionisoivasta säteilystä mukaan radonpitoisuus ei saa olla yli 400 Bq/m³. Uudet asunnot tuleekin suunnitella ja rakentaa niin, että radonpitoisuus ei ylitä arvoa 200 Bq/m³. Radonin torjunta kannattaa toteuttaa jo rakennusvaiheessa, sillä se tulee huomattomasti edullisemmaksi kuin talon korjaaminen jälkikäteen pitoisuuden alentamiseksi. [16; 17.]

Usein pienissä radonpitoisuuden ylityksissä ilmanvaihdon tehostaminen ja alapohjantiiveystyöt riittävät, mutta suuremmissa ylityksissä tarvitaan radonpoistojärjestelmän asennuksia [17].

Sisäilman korkeaa radonpitoisuutta pystytään pienentämään tehokkaasti radontorjuntajärjestelmällä. Säteilyturvakeskuksen selvityksen mukaan radonputkistoon asennettavan huippuimurin käyttöönotto on tehokkain radonkorjausmenetelmä. Se alentaa keskimäärin radonpitoisuutta 75–94 prosenttia ja parhaimmillaan yli 99 prosenttia. [18]

Nuottaniemen omakotitaloon radonintorjunta otettiin huomioon kahdella tavalla. Rakennuksen alapohjan saumat ja putkiläpiviennit sekä maavastaiset seinät tiivistettiin mahdollisimman hyvin. Lisäksi pohjalaatan alle asennettiin tuuletusputkisto radonia varten. Koska uudisrakennus sijaitsee kallioperäisellä alueella, putkistoon lisättiin myös pienitehoinen huippuimuri varmistamaan tavoitearvoihin pääsemisen. Kohteessa päästiin todella alhaisin radonin pitoisuuksiin mittauksissa. Kuukauden aikana mitatut arvot olivat 5–17 Bq/m³.

6 Vesi ja viemäri

6.1 Salaojaputket ja sadevesiputket

Laadukkaalla salaoja- ja sadevesijärjestelmällä estetään rakenteiden home-, kosteus- ja routavauriot. Järjestelmä estää myös jäätiköt kulkuväylillä, lammikot pihalla ja tulvat kellarissa. Talon kuivatusputkisto sisältää salaojaputkiston salaojakaivoineen, sadevesiputkiston ja rännikaivot sekä perusvesikaivon, joka kokoaa kaikki vedet yhteen. [19]

Salaoja- ja sadevedet johdetaan omia, samassa kaivannossa olevia putkia myöten perusvesikaivoon, josta ne johdetaan kunnalliseen sadevesiviemäriin. Talon jokaiseen nurkkaan asennetaan salaojakaivo, joka toimii salaojaputkiston tarkastus- ja huoltokäivona. [19]

6.2 Vesi- ja viemäriputket

Taajama-alueilla omakotitalon vesijohdot ja viemärit liitetään kunnalliseen vesi- ja viemäriverkostoon. Verkostoon liittymisestä peritään liittymismaksu, ja sen lisäksi käytetystä puhtaasta vedestä ja viemäriin lasketusta likavedestä peritään maksua kulutuksen mukaan. [4]

Kunnalliseen viemäriverkkoon ja sadevesiviemäriverkkoon liitytään samalla kerralla kuin vesijohtoverkkoonkin. Jätevesi- ja sadevesiviemärien putket kunnallisiin liitospisteisiin saakka kuuluvat yleensä putkiurakkaan. Kaikki putkistot talosta liitospaikkoihin saakka tulee hyväksyttävä rakennusvalvontaviranomaisilla ennen putkien peittämistä. Jos putket asennetaan alle 1,5 metrin syvyyteen maanpinnasta, ne on lämpöeristettävä tai varustettava saattolämmityksellä jäätyksen estämiseksi. [4]

Viemärijohdot ovat pääasiassa muovia harmaille vesille, viemäriverkkoille ja sadevesille. Valurautaputkia on myös mahdollista käyttää, ja silloin liitokset on tehtävä ruostumattomilla tai haponkestävillä pannoilla. Rakennuksen pohjalaatan viemärit on tarkastettava ennen täyttöä ja pohjalaatan valua. Jos mahdollista, ulkopuolen ja sisäpuolen putkistot tarkastetaan samalla kerralla. [4]

Vesijohtojen asennusmateriaalina voi käyttää kupari-, muovi- ja komposiittiputkea. Putkistot asennetaan näkyville, uppoasennuksena rakenteeseen tai helposti avattaviin kohteisiin. [4]

Muoviputkien uppoasennuksessa käytetään suojaputkia. Suojaputket tulee olla yhtenäisiä jakotukkikaapista hanalle asti. Hanojen ja putkien liittymiin asennetaan paineenkestävät hanakulmarasiat. Jakotukkikaapit sijoitetaan tiloihin, joissa mahdollinen vuoto pys-

tytään nopeasti havaitsemaan. Vesijohtoputket ovat vaihdettavissa, ja mahdollinen vuotovesi voi vuotaa vain jakotukkikaappiin. Näkyvät putkistot on kannakoitava riittävän tiheästi äänien ja kolinan ehkäisemiseksi sekä siksi, että putket pysyisivät suorassa. [20]

6.3 Vesikalusteet

Rakentaja voi yhdessä LVI-suunnittelijan kanssa valita rakennukseen tulevien vesikalusteiden mallit omien tarpeidensa mukaisesti. Kalusteiden tulee olla vesilaitosten kunnalliseen vesijohtoverkostoon liitettäväksi hyväksytyjä. Ns piraattituotteita ei saa käyttää, niitä vesilaitokset eivät hyväksy. LVI-suunnittelija on selvillä hyväksytyistä tuotteista. Pesualtisiin ja muihinkin kohteisiin on nykyisin saatavissa automaattisia valokennolla ohjattavia vesikalusteita. Turvallisista kalusteista ei tule liian kuumaa vettä, ja lisäksi ne säästävät vettä. [4]

Vesikalusteiden, hanojen lukumäärä ja paikat tulee harkita tarkasti jo suunnitteluvaiheessa, jolloin kalusteita voi vielä helposti lisätä asennukseen. Myöhemmin putkituksen valmistuttua lisäkalusteiden asentamisen on erittäin vaikeaa ja kallista. [4]

Märkätiloihin, pesuhuoneeseen, saunaan, kodinhoitohuoneeseen ja mahdollisesti wc-tiloihin tulee asentaa riittävästi lattiakaivoja, jotta lattiat pysyvät kuivina. Siivous helpottuu, kun lattiat voidaan pestä ja vesi valuu lattialta suoraan lattiakaivoihin. Jos autotalissa halutaan pestä autoa, sen lattiaan tulee asentaa hiekan- ja öljynerotuskaivo, jonka kautta pesuvesi johdetaan viemäriin. Kylmässä tallissa vesihana on asennettava jäätymättömään paikkaan, esimerkiksi sähköpatterilla varustettuun komeroon. [4]

6.4 Lämpöjohdot

Lämmitysputkistot on perinteisesti tehty ja tehdään nykyisinkin huokeasta mustasta teräsputkesta, joka kestää hyvin lämpöjohtona. Lämmitysverkoston putkistot tehdään kuitenkin usein myös muovi-, kupari- ja komposiittiputkista. Lämmitysputkien asennustapoja ovat pinta-asennus, piiloasennus ja jalkalista-asennus. [4]

Putkipatterit tehdään teräs- ja kupariputkista. Perinteinen musta teräsputkisto on halpa ja kestävä materiaali. Teräsputket DN 10-40 ovat saumallisia putkia, jotka liitetään kierre-, hitsaus- tai laippaliitoksien. Teräsputket, jotka ovat suurempia kuin DN 50, ovat saumattomia putkia, jotka liitetään hitsaus- tai laippaliitoksien. [21]

Kupariputkien liitokset tehdään juottamalla tai valmiilla puserrus- ja puristusosilla. Kupariputkisto on osilla tehtynä kalliimpaa, koska messinkiosat ovat kalliimpia kuin juottamalla tehtynä. [4]

Komposiittiputkijärjestelmä, joka on nopea ja siisti asentaa, sopii erityisesti saneerauskohteisiin, sillä liitosten teossa vältetään tulitöitä. Saneeraus vie asuntoa kohden vain muutaman päivän, ja asukkaat pystyvät asumaan kodeissaan koko saneerauksen ajan. Asennusta nopeuttaa myös se, ettei putkia tarvitse pintakäsittellä. [22]

Lämpöjohtoverkoston voi tehdä myös muoviputkista, joissa on diffuusiosuojaus. Diffuusiosuojattujen muoviputkien lämpötilankesto on +70 °C ja hetkellisesti +95 °C. Diffuusiosuojatut muoviputket sopivat etenkin lattialämmityksen tekemiseen. Lattialämmityspotket asennetaan lattiarakenteeseen tasavälein yhtenäisenä putkilenkinä ilman lattiaan jääviä liitoksia. Betonilattiassa putket kiinnitetään kiinnityssiteillä tai kiinnityskannakkeilla tiukasti betonilattian raudoitukseen tai käytetään asennusalustana tehdasvalmisteisia asennuselementtejä, joihin putkisto asennetaan ilman kiinnityssiteitä valmistajan ohjeen mukaan. Muoviputket voidaan asentaa perinteisesti näkyviin, mutta kannakkeita tarvitaan paljon, jotta putket pysyvät suorina. Lämmön vaikutuksesta ne pyrkivät taipumaan mutkille, joten asennus koteloon on siistimpi vaihtoehto. [21; 4.]

7 Pohdinta

Päätavoitteena tässä opinnäytetyössä oli selvittää nykypäivän LVI-tekniisiä valintoja pientaloissa ja miettiä niiden vaikutuksia kokonaisuuteen. Opinnäytetyön kohteena oli Nuottaniemeen valmistunut omakotitalo.

Tärkeintä oman talon rakentaessa on se, että siellä tulee viihtymään myös tulevaisuudessa. LVI-tekniikka vaikuttaakin monella eri tavalla asuinmukavuuteen. Tämän takia

talo kannattaakin suunnitella ja rakentaa harkitusti sekä tehdä siitä omannäköinen. Rakennuttajan kannattaa myös miettiä LVI-tekniisten ratkaisuiden takaisinmaksuaikaa ja paljonko on valmis investoimaan kohteeseen. Kiinteistön koko ja energiankulutus vaikuttavat merkittävästi investointien kannattavuuteen. Isommassa talossa on yleisesti enemmän säästömahdollisuuksia. Talon LVI-tekniisissä hankinnoissa kannattaa pitää mielessä, että jälkikäteiset asennukset tulevat aina kalliimmiksi.

Nuottaniemen kohteen LVI-tekniiset työt onnistuivat kohtuullisen hyvin ilman suurempia ongelmia. Asunnon tilaajia jäi kuitenkin harmittamaan tietyt LVI-tekniiset ratkaisut, jotka tehtiin rakennushankkeen aikana. Jäähdytyspatteri jätettiin asentamatta ilmanvaihtokoneeseen. Tämän avulla koko talo olisi saatu kesäisin jäähdytettyä. Chiller puhallinkonvektorin jäähdytysteho riittää jäähdyttämään yläkerran makuuhuoneen, mutta ei juurikaan ylety muualle. Myös vesivaraaja olisi mahdollisesti voinut olla hieman suurempi, jotta kylpyammetta voitaisiin käyttää ilman tarvetta miettiä, loppuuko lämmin vesi kesken.

Opinnäytetyöhön käytettävän tiedon etsimiseen kesti arvioitua enemmän aikaa, sillä tietoa kerättiin useista kirjoista ja internetsivuilta. Työssä myös haastateltiin rakennuttajia ja projektin työnjohtoa.

Lähteet

- 1 Lämpökivet. Verkkoaineisto. Lammi Betoni Oy. <https://www.lammi.fi/harkko/tuotteet/lampokivet/ll400/>. Luettu 2.12.2019.
- 2 Pientalon lämmitysjärjestelmät. Verkkoaineisto. Rakennustutkimus RTS Oy. <https://www.suomirakentaa.fi/omakotirakentaja/laemmitys/laemmityksen-valinta>. Luettu 31.11.2019.
- 3 Sähkölämmitys. Verkkoaineisto. Kaukora Oy. <https://jaspi.fi/sahkolammitys/>. Luettu 30.12.2019.
- 4 Päärni Kalle. 2013. Talotekniikan pientalon LVI-työt. Karisto Oy.
- 5 Maalämpö. Verkkoaineisto. Tom Allen Senera Oy. <https://www.tomallensenera.fi/maalampo>. Luettu 28.12.2019.
- 6 Maalämmön hinta. Verkkoaineisto. Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy. <https://www.lampoassa.fi/maalampo/maalampo-hinta/>. Luettu 16.1.2020.
- 7 Maalämmön hinta. Verkkoaineisto. Urakkamaailma.fi. <https://www.urakkamaailma.fi/maalampo-hinta>. Luettu 12.12.2019.
- 8 Diplomat Optimum.. Verkkoaineisto. Thermia Finland Oy. <https://www.thermia.fi/lampopumput/maalampopumput/diplomat-optimum-maalampopumppu/>. Luettu 12.12.2019.
- 9 Lämmitysjärjestelmät. (Sivut 8-10). Verkkoaineisto. Motiva Oy. <http://www.motiva.fi/files/4970/PientalonLammitysjarjestelmat.pdf>. Luettu 28.12.2019.
- 10 Lattialämmitys. Verkkoaineisto. Kodikaslämpö Oy. <https://www.umen.fi/lammitysratkaisut/lattialammitys/>. Luettu 10.12.2019.
- 11 Lattialämmitys. Verkkoaineisto. Uponor Oy. https://www.uponor.fi/tuotejarjestelmat/lattialammitys_viilennys?gclid=EAlalQob-ChMlrdDNyuan5wIVF6WaCh3WygkEAYAAEgLtGvD_BwE. Luettu 15.1.2020.
- 12 Ilmanvaihdon suunnittelu. Verkkoaineisto. Rakennustutkimus RTS Oy. <https://www.suomirakentaa.fi/omakotirakentaja/ilmanvaihto/ilmanvaihdon-suunnittelu>. Luettu 31.1.2020.

- 13 Ilmanvaihto. Verkkoaineisto. Energiatehokas koti. https://www.energiatehokas-koti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/ilmanvaihto. Luettu 27.12.2019.
- 14 Ilmanvaihtojärjestelmän mittaus ja säätö. Verkkoaineisto. Vallox Oy. https://www.vallox.com/tietoa_ilmanvaihdosta/ilmanvaihtojarjestelman_mittaus_ja_saato.html. Luettu 27.12.2019.
- 15 Verkkoaineisto. Vallox Oy. <https://www.vallox.com/myvallox>. Luettu 12.10.2019.
- 16 Radonjärjestelmät. Verkkoaineisto. Uponor Oy. <https://www.uponor.fi/tuotejarjestelmat/radon>. Luettu 28.12.2019.
- 17 Radon uudisrakentamisessa. Verkkoaineisto. STUK. <https://www.stuk.fi/aiheet/radon/radon-uudisrakentamisessa>. Luettu 31.11.2020.
- 18 Verkkoaineisto. STUK. <https://www.stuk.fi/-/stukin-radonkorjauskoulutus-kouvolassa-5-2-2019>. Luettu 31.1.2020.
- 19 Sadevesi- ja salaojajärjestelmät rakennuksille. Verkkoaineisto. Uponor Oy. <https://www.uponor.fi/tuotejarjestelmat/salaojitus/rakennusten-kuivatus>. Luettu 12.2.2020.
- 20 LVI- sähkö- ja teleasennusten reitit ja asennustilat korjaushankkeessa. 2008. RT-90-00402. Sivut 10. Rakennustieto Oy.
- 21 Putkistojen asennus. 2004. RT-20-10348. Sivut 1-5. Rakennustieto Oy
- 22 Komposiitti kestää syöpymättä. Verkkoaineisto. Omataloyhtiö.fi. https://www.omataloyhtio.fi/artikkelit/13227/komposiittiputki_kestaa_syopymatta.htm. Julkaistu 15.2.2016. Luettu 31.1.2020.

Nuottaniemen vesi- ja viemärikalusteet

VESI- JA VIEMÄRIKALUSTEET										
TUNNUS	KPL	NIMITYS	OSAT	LVI-NUMERO	KV	LV	V	l/s	kPa	
1	1	Kelttishana	Oras Cubista 2839F M6 15x2,5 / R1/2", Q&E Kulma 1/2"x10 + sulku	6216410 2072073 2071998		15	15	75	0,2/0,6	300
2	1	Pesualashana	Oras Cubista 2812 Bidetto-käsisuihkulla M6 15x2,5 / R1/2", Q&E Kulma 1/2"x10 + sulku	6118770 2072073 2071998		15	15	75	0,1/0,3	140
3	1	Seinä-WC	IDO GLOW seinä WC-istuin Gaberl DuoFix Signe Seinä- wc- elementti, korkeus 1120 mm M6 15x2,5 / R1/2", Q&E Kulma 1/2"x10 + sulku	5650131 5756011 2072073 2071998		15		110	0,1/1,8	195
						15		110	0,1/1,8	110
4	1	Suihkuhana	Oras Optima 7192 Sadesuihkuhana M6 15x2,5 / R1/2", Q&E Suora istin suihun 1/2"x3/4"	6310754 2072073 2072000		15	15		0,2/0	160
5	1	KH-hana	Oras Vega 1839F M6 15x2,5 / R1/2", Q&E Kulma 1/2"x10 + sulku	6215012 2072073 2071998		15	15	75	0,2/0,6	210
			RST-allas+vesilukko							
6	1	Vesipostiventtiili	Oras Vesipostiventtiili 431515 Eriäinen kahvallinen sulkuvent.	2934137		15			0,2/0	160
7	1	Ammehana	Oras Optima 7193 Sadesuihkuhana M6 18x2,5 / R1/2", Q&E Suora istin suihun 1/2"x3/4"	6310775 2072075 2072000		18	18		0,3/0	250
			Kylpyamme							
LK1	1	Lattialaivo	Vieser One -vaskalaivo 75 3x32/40 valutulla	3315931			75	0/0,6		
LK2	1	Kuivalaivo	Vieser One -kuivalaivo 32/40 valutulla	3315949 3315936			40	0/0		

VESI- JA VIEMÄRIKALUSTEET										
TUNNUS	KPL	NIMITYS	OSAT	LVI-NUMERO	KV	LV	V	l/s	kPa	
1		Kelttishana	Oras Cubista 2839F M6 15x2,5 / R1/2", Q&E Kulma 1/2"x10 + sulku	6216410 2072073 2071998		15	15	75	0,2/0,6	300
2		Pesualashana	Oras Cubista 2812 Bidetto-käsisuihkulla M6 15x2,5 / R1/2", Q&E Kulma 1/2"x10 + sulku	6118770 2072073 2071998		15	15	75	0,1/0,3	140
3		Seinä-WC	IDO GLOW seinä WC-istuin	5650131		15		110	0,1/1,8	195
		Seinä-WC	Gaberl DuoFix Signe Seinä- wc- elementti, korkeus 1120 mm M6 15x2,5 / R1/2", Q&E Kulma 1/2"x10 + sulku	5756011 2072073 2071998		15		110	0,1/1,8	110
4		Suihkuhana	Oras Optima 7192 Sadesuihkuhana M6 15x2,5 / R1/2", Q&E Suora istin suihun 1/2"x3/4"	6310754 2072073 2072000		15	15		0,2/0	160
5		KH-hana	Oras Vega 1839F M6 15x2,5 / R1/2", Q&E Kulma 1/2"x10 + sulku	6215012 2072073 2071998		15	15	75	0,2/0,6	210
			RST-allas+vesilukko							
6		Vesipostiventtiili	Oras Vesipostiventtiili 431515 Eriäinen kahvallinen sulkuvent.	2934137		15			0,2/0	160
7		Suihku- ja ammahana	Oras Optima 7193 Sadesuihkuhana M6 18x2,5 / R1/2", Q&E Suora istin suihun 1/2"x3/4"	6310775 2072075 2072000		18	18		0,3/0	250
			Kylpyamme							
8		WC-istuin	IDO WC Glow 63 M6 15x2,5 / R1/2", Q&E Kulma 1/2"x10 + sulku	5650143 2072073 2071998		15		110	0,1/1,8	195
9		Pesukoneventtiili	Oras 180 M6 15x2,5 / R1/2", Q&E Suora istin suihun 1/2"x3/4"	6219530 2072073 2072000		15			0,2/0	75
		Viemäröntäyttö	Oras 173	6219500			32	0/0		
LK1		Lattialaivo	Vieser One -vaskalaivo 75 3x32/40 valutulla	3315931			75	0/0,6		
LK2		Kuivalaivo	Vieser One -kuivalaivo 32/40 valutulla	3315949 3315936			40	0/0		

Nuottaniemen ilmanvaihdon mittaus- ja säätöpöytäkirjat

KERROS 1

Huone n:o tai tila	Sisäänpuhallus							Poistolima							DBA	Huom	
	Puhalluselin	Koko	Asetus	Kpl	Vaadittu l/s	Mitattu l/s	p Pa	Poistoelin	Koko	Asetus	kpl	Vaadittu l/s	Mitattu l/s	p Pa			
101 ARKI-oh	CLIK	100	7		+12	+12.31	42.0										
102 MH	CLIK	100	9		+10	+9.63	47.3										
103 UVAR	KTS	100	2		+5	+5.26	22.9	KSO	100	-12		-5	-5.19	-28.1			
104 KHT								RWOi	125	7		-12	-12.07	-25.7			
105 VH								RWOi	100	4		-6	-6.28	-12.4			
107 WC								RWOi	100	4		-8	-7.90	-15.5			
108 VAR								KSO	100	-10		-5	-4.90	-13.0			
109 PKT	RWO	100	4		+9	+9.19	33.4										
110 KPH								RWOi	125	3		-12	-12.05	-10.1			
111 S	RiNAs	100	1		+8	+7.91	30.1	KSO	100	+10		-8	-8.01	-5.0			
112 MH	CLIK	100	7		+10	+10.33	29.5										

KERROS 2

Huone n:o tai tila	Sisäänpuhallus							Poistolima							DBA	Huom	
	Puhalluselin	Koko	Asetus	Kpl	Vaadittu l/s	Mitattu l/s	p Pa	Poistoelin	Koko	Asetus	kpl	Vaadittu l/s	Mitattu l/s	p Pa			
201 HALLI								RWOi	100	0		-10	-9.62	-7.6			
202 MH	RiNO	100	1		+8	+8.39	8.6										
203 VH								RWOi	100	3		-6	-5.69	-7.1			
204 KPH								RWOi	125	2		-12	-11.81	-8.1			
205 MH	FiNO	160	0		+18	+17.42	8.5										
206 RT	CLIK	125	6		+12	+12.06	30.1										
207 OH	CLIK	125	7		+12	+12.13	40.8										
208 K								RWOi	125	0		-15	-15.03	-9.4			
209 WC								RWOi	100	2		-10	-9.94	-15.5			
YHT ²⁰ GENSA					+104	+104.63						-109	-108.49				

Nuottaniemen porausraportti

Energiakaivo: Kaivon halkaisija: 115

Kaivon vesimäärä: Kuiva Vähän Paljon Todella paljon

Kaivon poraus asteet: 0 Vedenpinta maan pinnasta: m

Tilattu syvyys: 120 m Toimitettu syvyys: 120 m

Suoja putki: 3 m Suojaputken ulkomitta ja paksuus: 139,7/5 mm

Porausjätteen poisvientä: Vaakaputkitus: asenn m

Läpiviennit pannuhuoneeseen: Suojakaivo:

Lämmönsiirtoaine: **Naturet maalämpöneste, Etanoli 29%**

Maalämpö nestemäärä: 101 L Kokonaisneste määräsekoitettu vedellä: 202 L

Keruuputkiston tiiveys tarkistettu ennen lämpöpumpun käynnistämistä:
KOEPAINE 60 min: 3 bar
Maalämpökollektoreissa käytetty PE-putki on: PE-putki 40x2,4 PE100 PN10 SDR17
Järjestelmä asennettu niin, että mahdollinen vuoto on havaittavissa:

Lisätyöt / Lisätietoja: _____

Nuottaniemen radonraportti

Measured radon concentration

Measurement started	Measurement ended	⁽¹⁾ Measured value radon conc.
2019-Oct-13 Sun 9:15 ap.	2019-Nov-06 Wed 12:15 ip.	11 Bq/m ³ (±6 Bq/m ³)
24 days 3 hours measurement duration		

⁽¹⁾The measured value is given as the measured radon concentration ± an estimated measurement uncertainty (one standard deviation).

Comments

I certify that the measurement is done as per the recommendations of Corentium AS. Please check the information from the Radiation Protection Authority to learn more about the action level in your country. The World Health Organization provides a fact sheet on Radon at <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs291/en/>

Place Date Signature