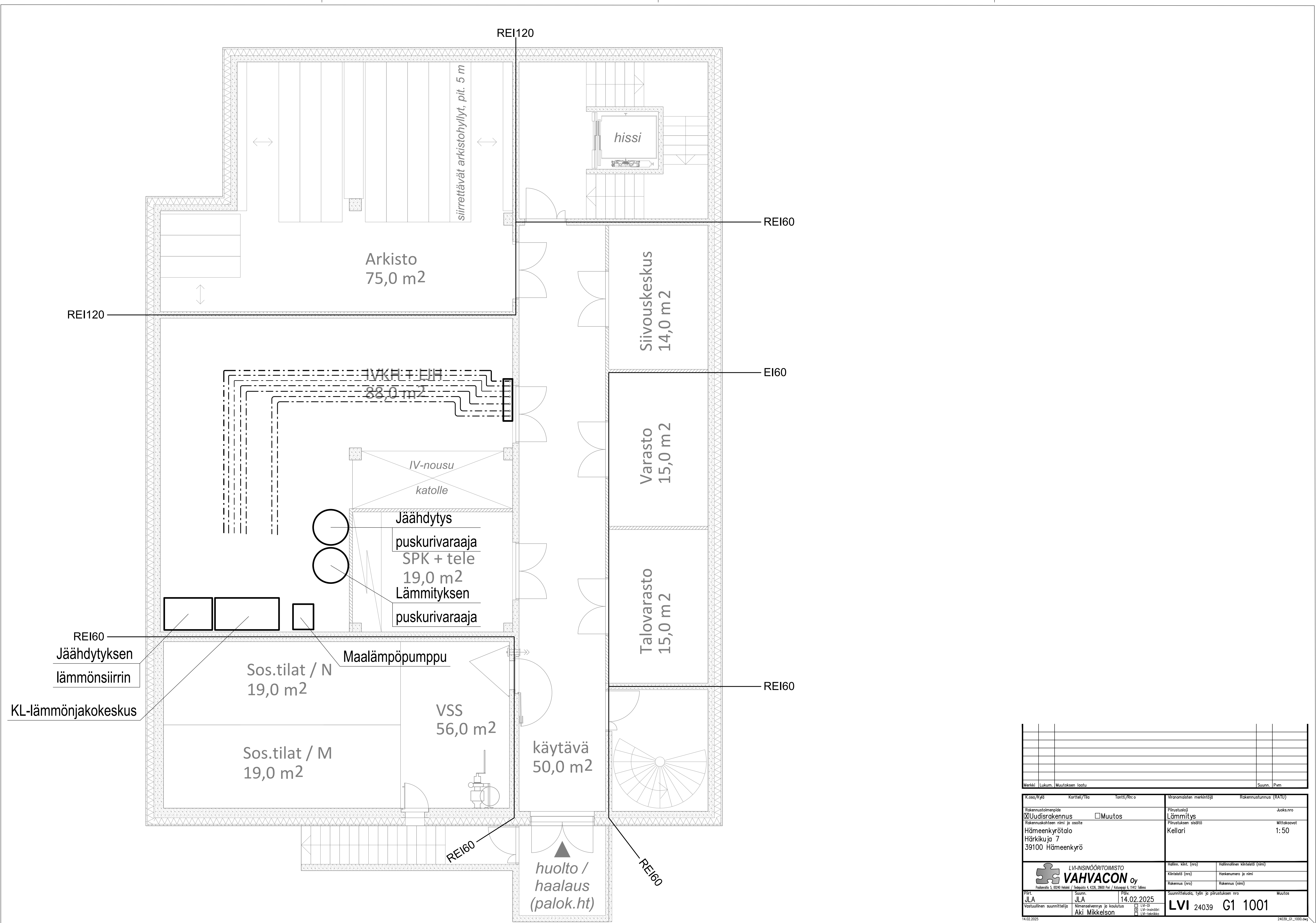
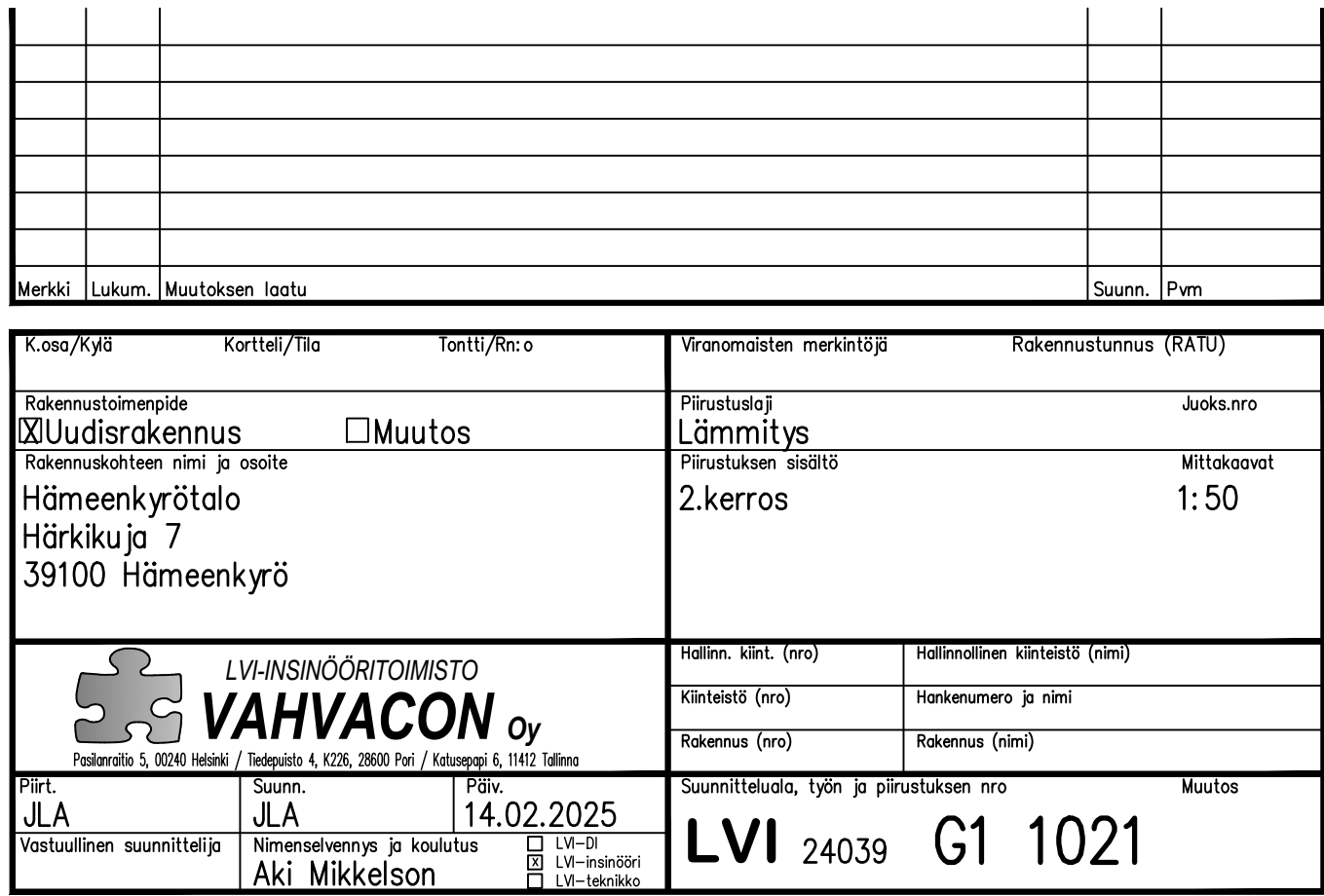


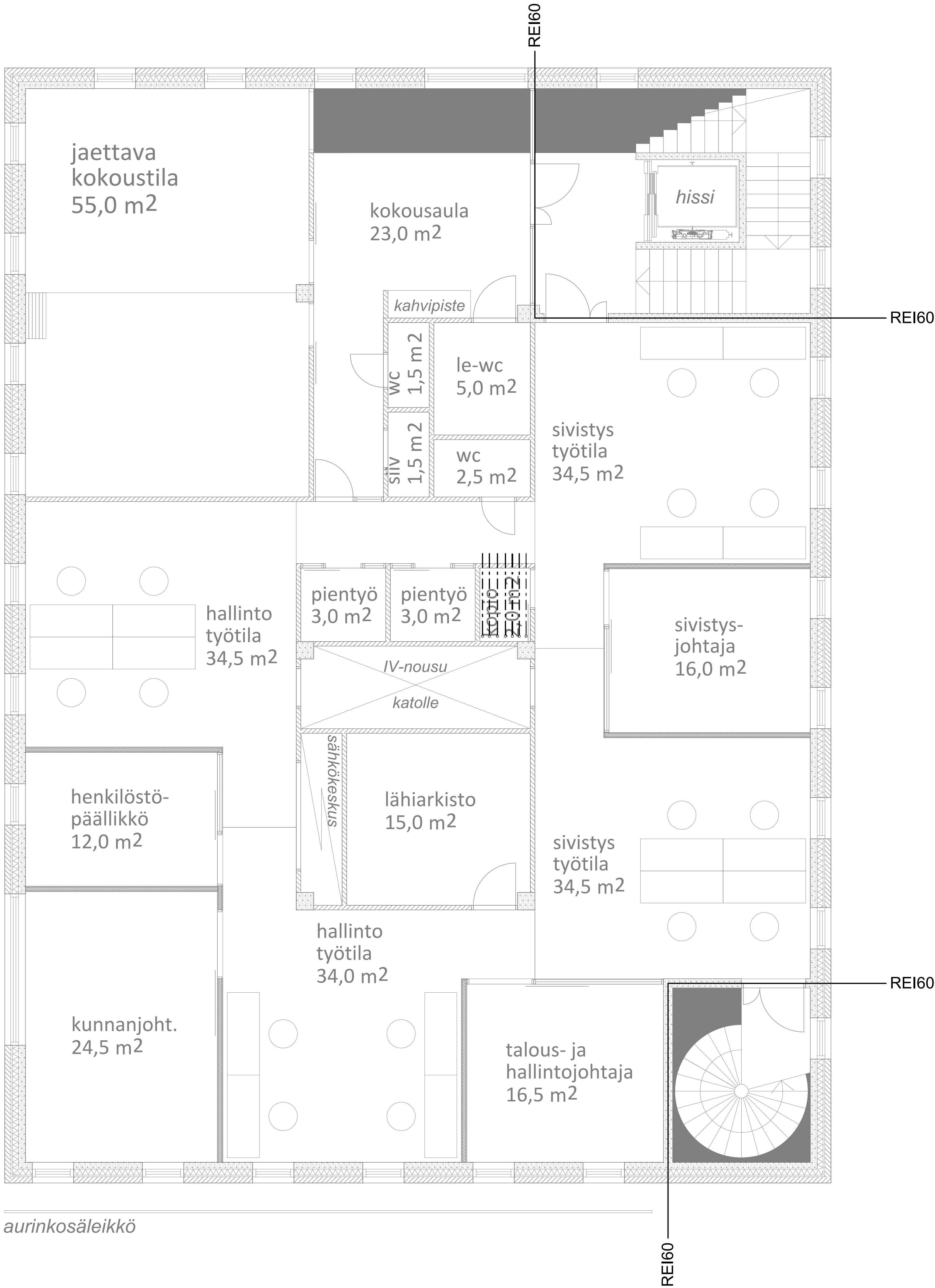
[illegible]

[illegible]

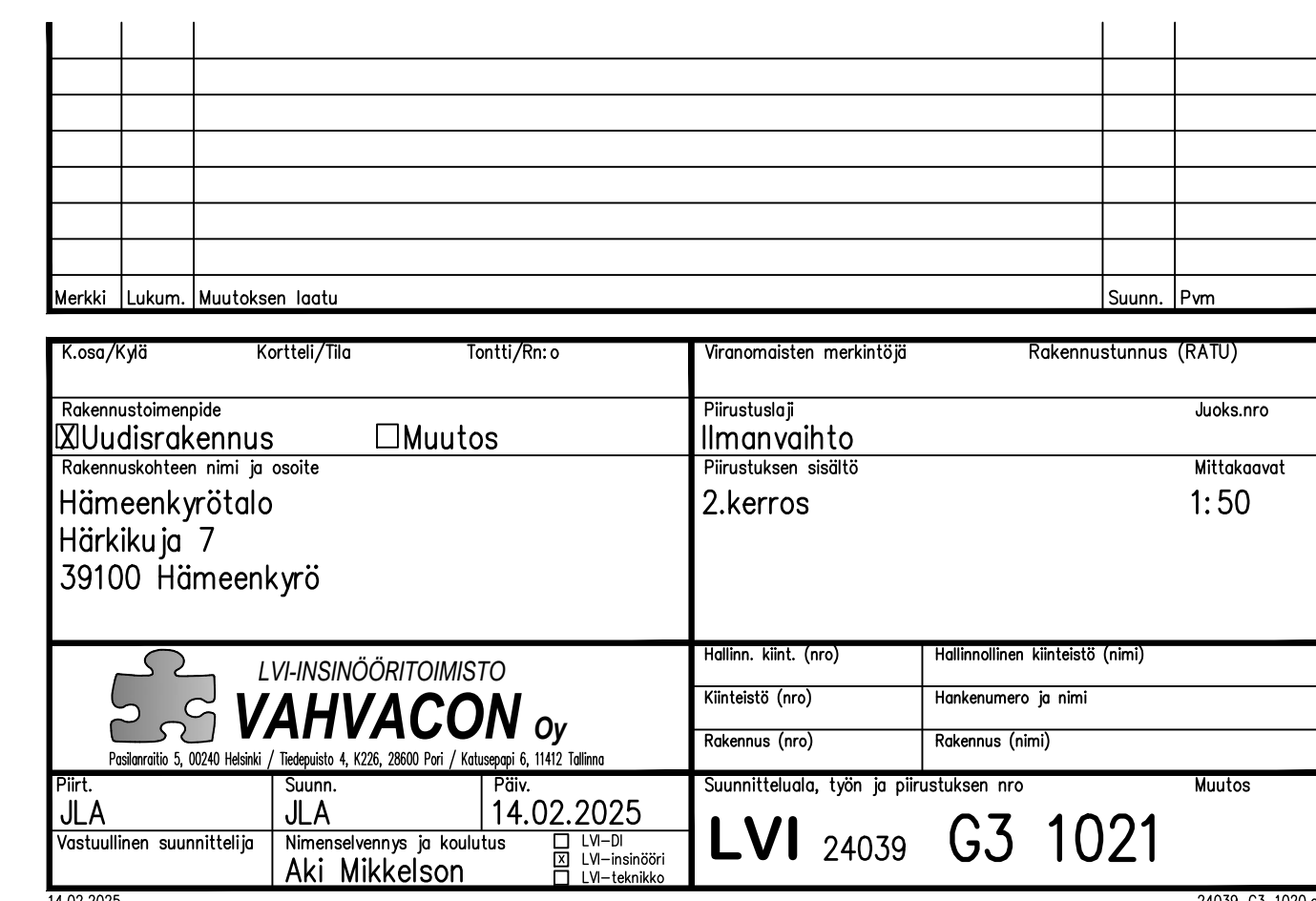


K.oso/Kylä		Kortti/Iila		Tontti/Km. o		Viranomaisen merkintä		Rakennustunnus (RATU)	
Rakennustoimiperiode		Pirustuslaj		Lämmitys		Juoks.nro			
☒ Uudisrakennus		☐ Muutos		Rakennuskohteen nimi ja osoite		Pirustuksen sisältö		Mittakaavat	
Hämeenkyrötalo		Härkikuja 7		39100 Hämeenkyrö		1.kerros		1: 50	
Rakennus (nro)		Rakennus (nimi)		Hollinn. kiint. (nro)		Hallinnollinen kiinteistö (nimi)			
Pirt.		Suunn.		Päiv.		Suunnittelija, työn ja piirustuksen nro		Muutos	
JLA		JLA		14.02.2025		LVI 24039 G1 1011			
Vastuullinen suunnittelija		Nimiselvennyys ja koulutus		LVI-Di		LVI-Di			
Aki Mikkelsen				LVI-määrä		LVI-taustikko			





K.oso/Kylä		Kortti/Iila		Tontti/Km. o		Viranomaisen merkintä		Rakennustunnus (RATU)	
Rakennustoimikode		Pirustulaj		Lämmitys		Juoks.nro			
Rakennuskohteen nimi ja osoite		Pirustuksen sisältö		Mittakaavat		1:50			
Hämeenkyrö		3.kerros							
39100 Hämeenkyrö									
LVI-INSINÖÖRITOIMISTO		Hollin. kiint. (nro)		Hallinnollinen kiinteistö (nimi)					
VAHVACON oy		Kiinteistö (nro)		Hankenumero ja nimi					
Pohjakuva 5, 00240 Helsinki / Tiedustelu 4, K226, 28600 Pori / Katsaus 6, 11422 Tammela		Rakennus (nro)		Rakennus (nimi)					
Pirt.		Suunn.		Päiv.		Suunnittelija, työn ja piirustuksen nro		Muutos	
JLA		JLA		14.02.2025		LVI 24039 G1 1031			
Vastuullinen suunnittelija		Nimennekijä ja koulutus		LVI-Di					
Aki Mikkelsen		LVI-määrä		LVI-tarkistus					



[illegible]

24039 Hämeenkyrötalo

Käsittelijä
Aki Mikkelsen

Päivämäärä
28.01.2025

1(14)

LVI-tekniinen suunnittelutoimisto

Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen Liitto **SKOL** ry:n jäsen

Hämeenkyrötalo

Lämmöntuotantojärjestelmät
Toteutustapavaihtoehdot ja elinkaarikustannukset

1 Yleistä

1.1 Rakennuksen tiedot

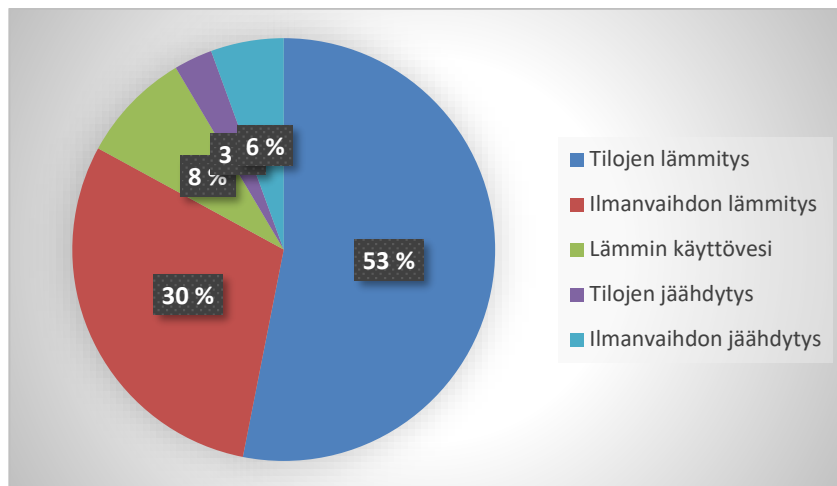
Rakennuskohde käsittää Hämeenkyrötilan rakentamisen. Lämmitetty netto-ala on 1844 m².

Rakennuspaikka sijaitsee Hämeenkyrössä.

1.2 Alustavat energiantarpeet

Energiankulutus

Tilojen lämmitys 37,2 kWh / m², 68 500 kWh/a
Ilmanvaihdon lämmitys 20,9 kWh / m², 38 500 kWh/a
Lämmin käyttövesi 6,0 kWh / m², 11 000 kWh/a
Tilojen jäähdytys 2,1 kWh / m², 3 800 kWh/a
Ilmanvaihdon jäähdytys 3,8 kWh / m², 7 200 kWh/a



Kaavio 1: energiankulutuksen jakauma

1.3 Lämmön ja jäähdytyksen jakelujärjestelmä

Kaikissa järjestelmissä on sama lämmön ja jäähdytyksen jakelujärjestelmä. Kohteessa käytetään säteilypaneelijärjestelmää, jonka investointikustannus noin 200 000 € alv 0%. Tämä ei näy laskelmissa, koska se on kaikille lämmöntuotantojärjestelmille sama kustannus.

1.4 Lämmön ja jäähdytyksen tuotantojärjestelmät

Laskelmissa vertailtu seuraavat järjestelmät:

- Pelkkä kaukolämpökeskus (vain investointikustannus ja käyttökustannus yhdelle vuodelle)
- Ilmavesilämpöpumppu lämmitykseen ja jäähdytykseen ja kaukolämpö toissijaisena lämmönlähteenä, esimerkkikone Swegon Titan SKY Hi HP R0 SLN 8.1 / EC,

ilmavesilämpöpumpun kylmäaine R290 propaani. Kaukolämmöllä lämmitetään käyttövesi.

- Kaukolämpö lämmöntuotantojärjestelmänä ja sisäasenteinen vedenjäähdytin ja nestejäähdytin ulkona jäähdytyksen tuotantoon, esimerkkilaite Swegon Sigma Sky FC NG 9.2, vedenjäähdyttimen kylmäaine R32.
- Maalämpöpumppu lämmitykseen ja jäähdytykseen täysitehoisena, sähköiset käyttövesivaraajat käyttöveden lämmitykseen, esimerkkilaite Gebwell G-Eco Pro 120, lämpöpumpun kylmäaine R290 propaani.
- Maalämpöpumppu lämmitykseen ja jäähdytykseen osatehoisena, kaukolämpö toissijaisena lämmönlähteenä, esimerkkilaite Gebwell Gemini Inverter, lämpöpumpun kylmäaine R410A (toteutussuunnittelun yhteydessä tarkastettava löytyykö sopiva luonnollisella kylmäaineella varustettu kone). Kaukolämmöllä lämmitetään käyttövesi.
- Maalämpöpumppu lämmitykseen ja jäähdytykseen osatehoisena, sähkökattila toissijaisena lämmönlähteenä, esimerkkilaite Gebwell Gemini Inverter, lämpöpumpun kylmäaine R410A (toteutussuunnittelun yhteydessä tarkastettava löytyykö sopiva luonnollisella kylmäaineella varustettu kone).

1.5 Kaukolämmön ja sähkön hinta

Leppäkosken lämmön kaukolämpöhinnasto 1.1.2025 Hämeenkyrössä määrittelee energiamaksuksi kesäkaudelle 1.5.–30.9. 78,68 €/MWh ja talvikaudelle 1.10.–30.4. 85,83 €/MWh. Kuukausittaisella energiankulutuksella laskettuna kaukolämmön vuotuiseksi keskihinnaksi tulee 85 €/MWh, alv 0%. Laskelmissa on lisäksi eritelty perusmaksu, joka on laskettu kaukolämpöhinnastossa annetun kaavan mukaisesti, sopimusvesivirta 1,23 m³/h huomioiden.

Sähkön hintana on käytetty tammi-huhtikuun 2022 <https://omavoima.fi/spot-sahkon-hinta-historia/> sivuilta poimittua pörssisähkön keskihintaa 88,3 €/MWh. Tähän on arvioitu lisäksi perusmaksun osuudeksi 15 €/MWh ja siirtohinnan osuudeksi 45 €/MWh. Tästä tulee 148,30 €/MWh, joka on pyöristetty ylöspäin tasalukuun 150 €/MWh.

2 Kaukolämpökeskus

2.1 Investointikustannukset

Investointi	€, alv 0%
KL-alajakokeskus asennettuna	15 000
KL-liittymä	5 000
Yhteensä	20 000

Taulukko 1: kaukolämmön investointikustannukset

2.2 Käyttökustannukset

Kaukolämmön hinta	85 €/MWh, alv 0%
Lämmitysenergian tarve (IV+L+LKV)	118 MWh/a

Taulukko 2: kaukolämmön käyttökustannusten lähtötiedot

Perusmaksu	3 000 €/a, alv 0%
Energiamaksu	10 030 €/a, alv 0%

Taulukko 3: kaukolämmön käyttökustannukset

3 Ilmavesilämpöpumppu ensisijaisena ja kaukolämpö toissijaisena lämmönlähteenä

3.1 Investointikustannukset

Investointi	€, alv 0%
KL-alajakokeskus asennettuna	15 000
KL-liittymä	5 000
Ilmavesilämpöpumppu lämmitykseen ja jäähdytykseen	65 000
Varaajat, pumpput, siirtimet	15 000
Yhteensä	100 000

Taulukko 4: ilmavesilämpöpumpun ja kaukolämmön investointikustannukset

3.2 Käyttökustannukset

Kaukolämmön hinta	85 €/MWh
Sähkön hinta	150 €/MWh
Lämmitysenergiantarve (IV+L)	107 MWh/a
Käyttöveden lämmityksen energiantarve	11 MWh/a
Jäähdytysenergiantarve	11 MWh/a
KL osuus lämmityksen ja käyttöveden lämmityksen energiatarpeesta	22 MWh/a
IVLP osuus lämmityksen energiatarpeesta	96 MWh/a
IVLP osuus jäähdytyksen energiatarpeesta	11 MWh/a

Taulukko 5: ilmavesilämpöpumpun ja kaukolämmön käyttökustannusten lähtötiedot

Perusmaksu	3 000 €/a
Energiamaksu	1 870 €/a

Taulukko 6: kaukolämmön käyttökustannukset toissijaisena lämmitysmuotona

Ilmavesilämpöpumpun sähkönkulutus lämmityksessä	35 MWh/a
Ilmavesilämpöpumpun sähkökulut	5 250 €/a

Taulukko 7: ilmavesilämpöpumpun käyttökustannukset lämmityksessä

Ilmavesilämpöpumpun sähkönkulutus jäähdytyksessä	4,2 MWh/a
Ilmavesilämpöpumpun sähkökulut	630 €/a

Taulukko 8: ilmavesilämpöpumpun käyttökustannukset jäähdytyksessä

4 Kaukolämpö lämmöntuotantojärjestelmänä ja sisäasenteinen vedenjäähdytin ja nestejäähdytin ulkona jäähdytyksen tuotantoon

4.1 Investointikustannukset

Investointi	€, alv 0%
KL-alajakokeskus asennettuna	15 000
KL-liittymä	5 000
Vedenjäähdytin jäähdytykseen	35 000
Nestejäähdytin ja putkitus	13 000
Atex-puhallin ja kanavointi	2 000
Varaajat, pumpput, siirtimet	10 000
Yhteensä	80 000

Taulukko 9: vedenjäähdyttimen ja kaukolämmön investointikustannukset

4.2 Käyttökustannukset

Kaukolämmön hinta	85 €/MWh
Sähkön hinta	150 €/MWh
Lämmitysenergiantarve (IV+L)	107 MWh/a
Käyttöveden lämmityksen energiantarve	11 MWh/a
Jäähdytysenergiantarve	11 MWh/a
KL osuus lämmityksen ja käyttöveden lämmityksen energiantarpeesta	118 MWh/a
Vedenjäähdyttimen osuus jäähdytyksen energiantarpeesta	11 MWh/a

Taulukko 10: vedenjäähdyttimen ja kaukolämmön käyttökustannusten lähtötiedot

Perusmaksu	3 000 €/a
Energiamaksu	10 030 €/a

Taulukko 11: kaukolämmön käyttökustannukset toissijaisena lämmitysmuotona

vedenjäähdyttimen sähkönkulutus jäähdytyksessä	2,8 MWh/a
vedenjäähdyttimen sähkökulut	420 €/a

Taulukko 12: vedenjäähdyttimen käyttökustannukset jäähdytyksessä

5 Maalämpöpumppu lämmitykseen ja jäähdytykseen täysitehoisena, sähköiset käyttö-vesivaraajat käyttöveden lämmitykseen

5.1 Investointikustannukset

Investointi	€, alv 0%
Maalämpöpumppu lämmitykseen ja jäähdytykseen	45 000
Varaajat, pumpput, siirtimet	20 000
Energiakaivokenttä 10 kaivoa sisältäen TRT-mittauksen	100 000
Kaivojen vaakaputkitus	30 000
Atex-puhallin ja kanavointi	2 000
Lämpimän käyttöveden sähkövaraajat	3 000
Yhteensä	200 000

Taulukko 13: maalämpöpumpun ja kaukolämmön investointikustannukset

5.2 Käyttökustannukset

Sähkön hinta	150 €/MWh
Lämmitysenergian tarve (IV+L)	107 MWh/a
Käyttöveden lämmityksen energiantarve	11 MWh/a
Jäähdytysenergian tarve	11 MWh/a
Sähkövaraajien osuus käyttöveden lämmityksen energiantarpeesta	11 MWh/a
Maalämpöpumpun osuus lämmityksen energiantarpeesta	107 MWh/a
Maalämpöpumpun osuus jäähdytyksen energiantarpeesta	11 MWh/a

Taulukko 14: maalämpöpumpun ja sähkövaraajien käyttökustannusten lähtötiedot

Sähkövaraajien sähkönkulutus	11 MWh/a
Sähkövaraajien sähkökulut	1 650 €/a

Taulukko 15: sähkövaraajien käyttökustannukset lämmityksessä

Maalämpöpumpun sähkönkulutus lämmityksessä	27 MWh/a
Maalämpöpumpun sähkökulut	4 050 €/a

Taulukko 16: maalämpöpumpun käyttökustannukset lämmityksessä

Maalämpöpumpun sähkönkulutus jäähdytyksessä	2,8 MWh/a
Maalämpöpumpun sähkökulut	420 €/a

Taulukko 17: maalämpöpumpun käyttökustannukset jäähdytyksessä

6 Maalämpöpumppu lämmitykseen ja jäähdytykseen osatehoisena, kaukolämpö toissijaisena lämmitysmuotona

6.1 Investointikustannukset

Investointi	€, alv 0%
Maalämpöpumppu lämmitykseen ja jäähdytykseen	30 000
Varaajat, pumpput, siirtimet	20 000
Energiakaivokenttä 7 kaivoa sisältäen TRT-mittauksen	77 000
Kaivojen vaakaputkitus	21 000
KL-alajakokeskus asennettuna	15 000
KL-liittymä	5 000
Yhteensä	168 000

Taulukko 18: maalämpöpumpun ja kaukolämmön investointikustannukset

6.2 Käyttökustannukset

Kaukolämmön hinta	85 €/MWh
Sähkön hinta	150 €/MWh
Lämmitysenergiantarve (IV+L)	107 MWh/a
Käyttöveden lämmityksen energiantarve	11 MWh/a
Jäähdytysenergiantarve	11 MWh/a
Kaukolämmön osuus käyttöveden lämmityksen energiantarpeesta	11 MWh/a
Kaukolämmön osuus lämmityksen energiantarpeesta	3 MWh/a
Maalämpöpumpun osuus lämmityksen energiantarpeesta	104 MWh/a
Maalämpöpumpun osuus jäähdytyksen energiantarpeesta	11 MWh/a

Taulukko 19: maalämpöpumpun ja kaukolämmön käyttökustannusten lähtötiedot

Perusmaksu	3 000 €/a
Energiamaksu	1 190 €/a

Taulukko 20: kaukolämmön käyttökustannukset toissijaisena lämmitysmuotona

Maalämpöpumpun sähkönkulutus lämmityksessä	22 MWh/a
Maalämpöpumpun sähkökulut	3 300 €/a

Taulukko 21: maalämpöpumpun käyttökustannukset lämmityksessä

Maalämpöpumpun sähkönkulutus jäähdytyksessä	2,8 MWh/a
Maalämpöpumpun sähkökulut	420 €/a

Taulukko 22: maalämpöpumpun käyttökustannukset jäähdytyksessä

7 Maalämpöpumppu lämmitykseen ja jäähdytykseen osatehoisena, sähkökattila toissijaisena lämmitysmuotona

7.1 Investointikustannukset

Investointi	€, alv 0%
Maalämpöpumppu lämmitykseen ja jäähdytykseen	30 000
Varaajat, pumpput, siirtimet	20 000
Energiakaivokenttä 7 kaivoa sisältäen TRT-mittauksen	77 000
Kaivojen vaakaputkitus	21 000
Sähkökattila	5 000
Sähkökeskus	1 000
Yhteensä	154 000

Taulukko 23: maalämpöpumpun ja kaukolämmön investointikustannukset

7.2 Käyttökustannukset

Kaukolämmön hinta	85 €/MWh
Sähkön hinta	150 €/MWh
Lämmitysenergian tarve (IV+L)	107 MWh/a
Käyttöveden läm. energiantarve	11 MWh/a
Jäähdytysenergian tarve	11 MWh/a
Sähkökattilan osuus käyttöveden lämmityksen energiantarpeesta	11 MWh/a
Sähkökat. os. läm. energiantarpeesta	3 MWh/a
Maalämpöpumpun osuus lämmityksen energiantarpeesta	104 MWh/a
Maalämpöpumpun osuus jäähdytyksen energiantarpeesta	11 MWh/a

Taulukko 24: maalämpöpumpun ja kaukolämmön käyttökustannusten lähtötiedot

Sähkölitiymän perusmaksun erotus (korotus 100 A liittymään)	1 200 €/a
Sähkökattilan sähk6nkulutus	14 MWh/a
Sähkökattilan sähk6kulut	2 100 €/a

Taulukko 25: sähkökattilan käyttökustannukset toissijaisena lämmitysmuotona

Maalämpöpumpun sähk6nkulutus lämmityksessä	22 MWh/a
Maalämpöpumpun sähk6kulut	3 300 €/a

Taulukko 26: maalämpöpumpun käyttökustannukset lämmityksessä

Maalämpöpumpun sähk6nkulutus jäähdytyksessä	2,8 MWh/a
Maalämpöpumpun sähk6kulut	420 €/a

Taulukko 27: maalämpöpumpun käyttökustannukset jäähdytyksessä

8 Lämmitysmuotojen elinkaaren kustannusvertailu

8.1 Lämmitysmuotojen kustannusvertailu

Ensimmäisen vuoden kustannukset on laskettu siten että ensimmäisen vuoden käyttökustannukset ja investointikustannus lasketaan yhteen. Seuraavina vuosina lisätään vain käyttökustannukset aiemman vuoden lukuun. Tästä saadaan lämmityksen kokonaiskustannukset elinkaaren aikana. Lämpöpumppu ja kaukolämpömuodon vertailussa vaikuttaa suuresti kaukolämmön ja sähkön odotettu hinnan nousu tulevaisuudessa. Kaavio 2:n perusteena olevassa laskelmassa on käytetty 2 %:n vuosittaista korotusta sekä kaukolämmön että sähkön hintaan. Todellisuudessa hintojen nousuvauhti voi vaihdella, ja hinnat voivat nousta eri tahdissa. Kaaviossa 3 ja 4 tätä on tarkasteltu siten että kaaviossa 3 on käytetty sähkön hinnan vuosittaista korotusta 2 % ja kaukolämmön hinnan vuosittaista korotusta 5 % ja kaaviossa 3 on käytetty sähkön hinnan vuosittaista korotusta 5 % ja kaukolämmön hinnan vuosittaista korotusta 2 %.

Jos sähkön hinta nousee nopeammin, sillä on takaisinmaksuaikaa heikentävä vaikutus sähköä käyttäviin maalämpöpumppuihin ja ilma-vesilämpöpumppuun. Maalämpöpumpun COP on korkeampi ja se pysyy ilmalämpöpumppua tasaisempana riippuen energiakaivoista saatavan nesteen lämpötilasta. Ilma-vesilämpöpumpun kustannukset voivat nousta enemmän, koska sen COP on alhaisempi etenkin kylminä kausina.

Täystehoisen maalämmön ja osatehoisten maalämpöpumppujärjestelmien välillä erot jäävät pieniksi koska investointikustannukset ovat lähellä toisiaan. Maalämpöpumppujärjestelmästä pitää jokatapauksessa tehdä riittävän iso, jotta se kattaa myös jäähdytystehon tarpeen ilman että investoidaan järjestelmiin joilla katettaisiin lisäjäähdytystehontarve.

Jos kaukolämmön hinta nousee merkittävästi nopeammin, maalämpöpumppu täysitehoisena on paras vaihtoehto, koska se ei ole riippuvainen kaukolämmöstä.

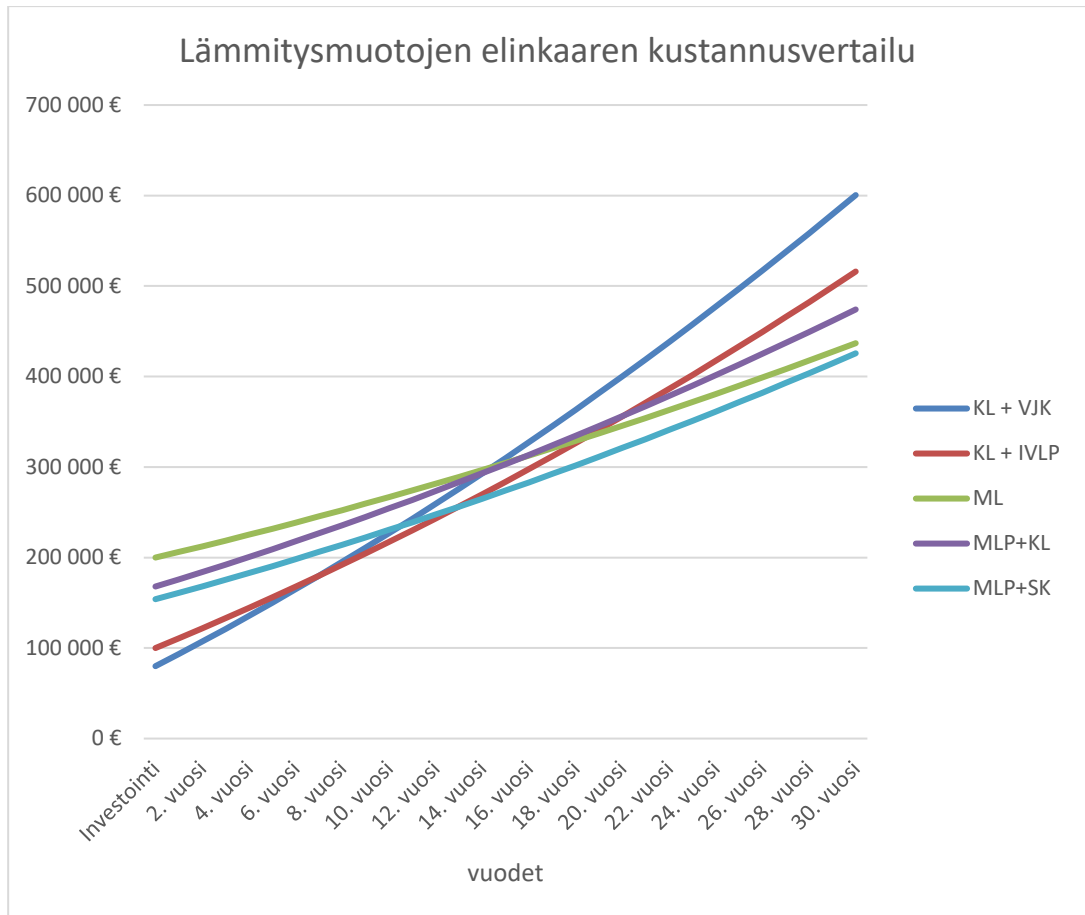
Sininen: Kaukolämpö lämmöntuotantojärjestelmänä ja sisäasenteinen vedenjäähdytin ja nestejäähdytin ulkona jäähdytyksen tuotantoon.

Ruskea: Ilma-vesilämpöpumppu ensisijaisena ja kaukolämpö toissijaisena lämmönlähteenä

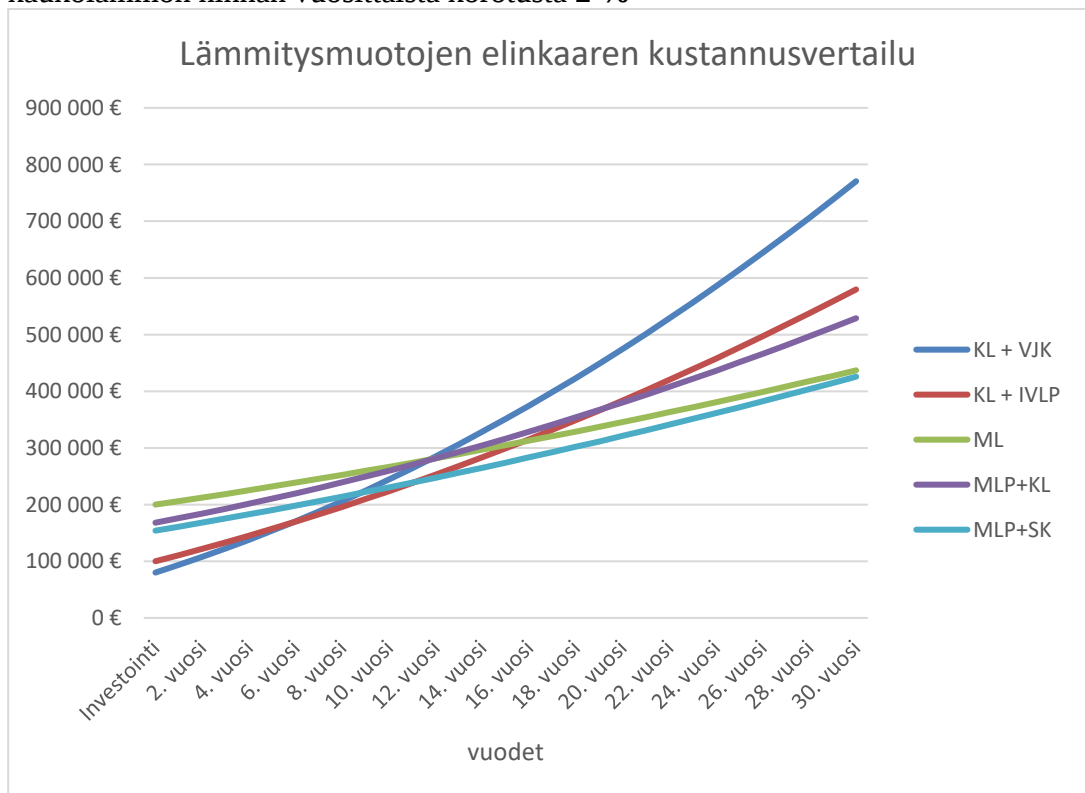
Vihreä: Maalämpöpumppu lämmitykseen ja jäähdytykseen täysitehoisena, sähköiset käyttövesivaraajat käyttöveden lämmitykseen.

Violetti: Maalämpöpumppu lämmitykseen ja jäähdytykseen osatehoisena, kaukolämpö toissijaisena lämmitysmuotona

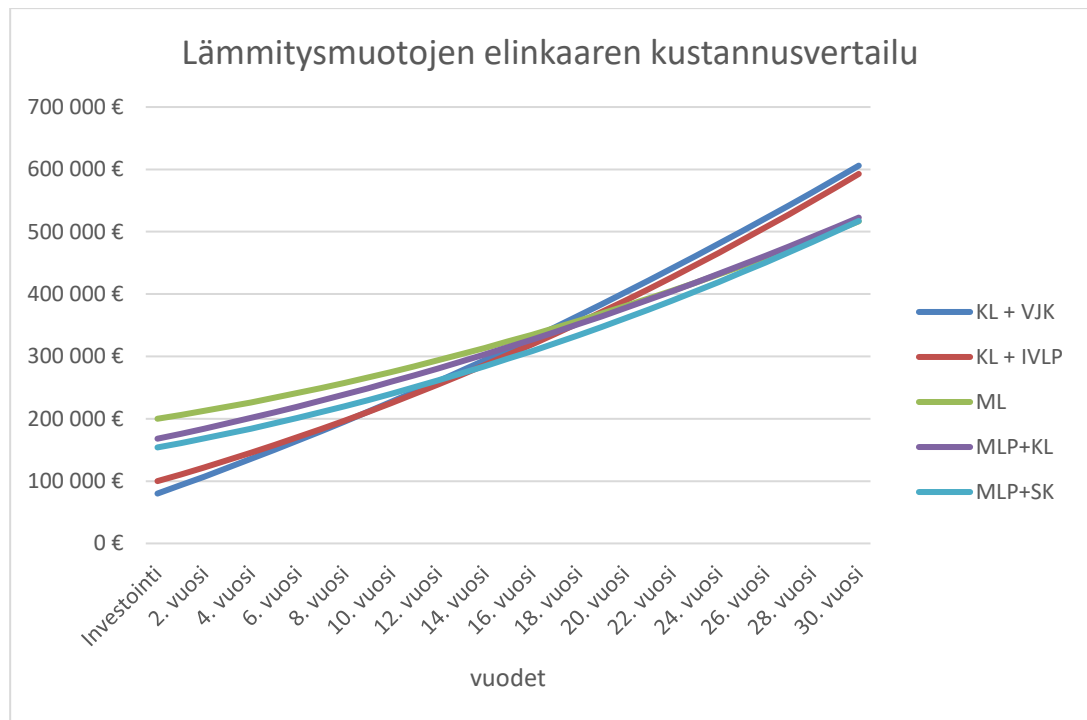
Turkoosi: Maalämpöpumppu lämmitykseen ja jäähdytykseen osatehoisena, sähkökattila toissijaisena lämmitysmuotona



Kaavio 2: Lämmitysmuotojen elinkaaren kustannusvertailussa on käytetty sekä sähkön että kaukolämmön hinnan vuosittaista korotusta 2 %



Kaavio 3: Lämmitysmuotojen elinkaaren kustannusvertailussa on käytetty sähkön hinnan vuosittaista korotusta 2 % ja kaukolämmön hinnan vuosittaista korotusta 5 %



Kaavio 4: Lämmitysmuotojen elinkaaren kustannusvertailussa on käytetty sähkön hinnan vuosittaista korotusta 5 % ja kaukolämmön hinnan vuosittaista korotusta 2 %

6.2 Aurinkosähköjärjestelmä

Kohteeseen on mahdollista asentaa 24 kWp:n aurinkosähköjärjestelmä. Laskennallinen vuotuinen sähkön tuotto on 21 MWh. Aurinkosähkäteho kuluu pääosin vakiosähkätehon tarpeisiin, kuten ilmanvaihdon puhaltimien, valaistuksen ja laitteiden sähkönkulutuksen kattamiseen, joten sitä ei voida laskea lämpöpumppujen ja sähköisten lämmitysjärjestelmien hyödyksi.

6.3 Huoltokulut

Huoltokuluja ei ole huomioitu, koska niiden erot järjestelmien välillä ovat vähäisiä. Kaikissa järjestelmissä huollot tehdään takuuaikana ja sen jälkeen tarvittaessa. Maalämpöpumpun huoltoväli saattaa olla pidempi kuin ilma-vesilämpöpumpun, koska se on vähemmän altis sääolosuhteille. Vedenjäähdyttimen käyttö on vähäisempää, joten myös huollon tarve on vähäinen.

Joka tapauksessa kaavioissa tarkastellun 30 vuoden jakson aikana huoltojen lisäksi sekä lämpöpumppujen että vedenjäähdyttimien kompressorit tuleaan uusimaan. Arviolta lämpöpumpuissa kompressorit kestävät 10–15 vuotta ja vedenjäähdyttimissä 15–20 vuotta, jolloin kaikissa tapauksissa kompressorit uusitaan ainakin kerran 30 vuoden tarkastelujaksolla.

6.4 Yhteenveto

Pelkkä kaukolämpökeskus:

Investointikustannukset: 20 000 €

Käyttökustannukset: 13 030 €/a

Alhaiset alkuinvestoinnit, mutta korkeat käyttökustannukset. Pelkkä kaukolämpö ei tule kysymykseen, koska rakennus vaatii myös tilajäähdytystä.

Ilmavesilämpöpumppu ensisijaisena, kaukolämpö toissijaisena:

Investointikustannukset: 100 000 €

Käyttökustannukset: 10 750 €/a (sisältää sekä sähkön että kaukolämmön kulut).

Ilmavesilämpöpumppu kattaa sekä lämmityksen että jäähdytyksen. Alkuinvestointi on korkeaampi, mutta käyttökustannukset ovat maltilliset. Käyttökustannukset jäävät kuitenkin korkeammiksi kuin maalämpöpumppujärjestelmissä.

Kaukolämpö liittymästä jatkuvat kulut, mutta mikäli talvet ovat leutoja eikä kaukolämmön huipputeho tällöin nouse kovin suureksi, liittymän perusmaksua voi mahdollisesti alentaa sopimusvesivirran pienentämisellä.

Kaukolämpö lämmöntuotantoon ja vedenjäähdytin jäähdytyksen tuotantoon:

Investointikustannukset: 80 000 €

Käyttökustannukset: 13 450 €/a (sisältää sekä sähkön että kaukolämmön kulut).

Ratkaisussa on vähän huoltotarpeita ja maltilliset alkuinvestoinnit, mutta korkeat käyttökustannukset.

Maalämpöpumppu täysitehoisena:

Investointikustannukset: 200 000 €

Käyttökustannukset: 6 120 €/a (yhteensä sähkönkulutus ja sähkövaraajat).

Korkeimmat alkuinvestoinnit, mutta selvästi alhaisimmat käyttökustannukset.

Takaisinmaksuajan ollessa pitkä on epävarmaa, kuinka huolto- ja korjauskustannukset pidentävät takaisinmaksuaikaa entisestään verrattuna muihin järjestelmiin.

Täysitehoisessa järjestelmässä ei ole varalämmitysjärjestelmää.

Maalämmön toteutuksessa huomioitava myös, että energiakenttä vaatii paljon tonttitilaa ja kaivojen toteutukseen vaikuttaa maaperän koostumus ja kyky varastoida ja luovuttaa lämpöä, mahdollisen hiekkaperäisen maaperän putkitustarve ja pohjaveden taso.

Maalämpöpumppu osatehoisena, kaukolämpö toissijaisena lämmöntuotantojärjestelmänä:

Investointikustannukset: 168 000 €

Käyttökustannukset: 7 910 €/a (sisältää sähkönkulutuksen ja kaukolämmön kulut).

Korkea alkuinvestointi, mutta alhaiset käyttökustannukset. Osatehoisen järjestelmän tehonpeitto on 65 % ja energianpeitto 98 %.

Kaukolämpö liittymästä jatkuvat kulut, mutta mikäli talvet ovat leutoja eikä kaukolämmön huipputeho tällöin nouse kovin suureksi, liittymän perusmaksua voi mahdollisesti alentaa sopimusvesivirran pienentämisellä.

Kohteen osatehoisen järjestelmän tehonpeitto muodostuu suureksi, koska maalämpöpumpun mitoituksessa tulee huomioida myös jäähdytystehon tarpeen kattaminen lämpöpumpulla. Maalämpökaivojen toteutuksessa on huomioitava tonttitilan riittävyys, maaperän koostumus, energiakentän lämmön varastointi- ja luovutuskyky sekä mahdollinen hiekkaperäisen maaperän putkitustarve ja pohjaveden taso.

Maalämpöpumppu osatehoisena, sähkökattilat toissijaisena lämmöntuotantojärjestelmänä:

Investointikustannukset: 154 000 €

Käyttökustannukset: 7 020 €/a (sisältää sähkönkulutuksen ja sähköliittymän perusmaksun erotuksen).

Alkuinvestointi on alhaisempi kuin täysitehoisessa maalämpöratkaisussa, mutta käyttökustannukset pysyvät silti maltillisina. Osatehoisen järjestelmän tehonpeitto on 65 % ja energianpeitto 98 %. Sähkökattilan käyttö nostaa perusmaksuja, mutta toisaalta mahdollistaa pienemmän investoinnin verrattuna täysitehoiseen maalämpöpumppuun.

Sähkökattila ei kata huipputehoa, kuten kaukolämpöön perustuva toissijainen järjestelmä, joten varalämmitysjärjestelmää ei ole.

Kohteen osatehoisen järjestelmän tehonpeitto muodostuu suureksi, koska maalämpöpumpun mitoituksessa tulee huomioida myös jäähdytystehon tarpeen kattaminen lämpöpumpulla. Maalämpökaivojen toteutuksessa tulee ottaa huomioon samat seikat kuin muissa maalämpöratkaisuisissa (tonttitila, maaperä ja pohjavesi).

LVI-insinööritoimisto Vahvacon Oy
Aki Mikkelsen

24039 Hämeenkyrötalo

Käsittelijä
Aki Mikkelsen

Päivämäärä
14.02.2025

1(23)

LVI-tekniinen suunnittelutoimisto

Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen Liitto **SKOL** ry:n jäsen

Hämeenkyrötalo

Härkikuja
39100 Hämeenkyrö

LVI AJ-RAKENNUSTAPASELOSTUS

24039 G0 0003

Sisällysluettelo

1. HANKKEEN TIEDOT	4
1.1 Rakennuksen tiedot.....	4
1.2 Rakennuksen tiedot.....	4
1.3 Järjestelmävalinnat ja suunnitteluperiaatteet	4
1.4 Olosuhteiden hallinta ja energian mittaus.....	4
1.5 Puhtausvaatimukset	4
1.6 Tilaajan edustajat	4
1.7 Projektinjohto ja rakennuttaminen.....	5
1.8 Arkkitehti ja rakennesuunnittelija.....	5
1.9 LVIAS-suunnittelijat.....	5
2. LIITTYMISTIEDOT	5
2.1 Vesi ja viemäri.....	5
2.1.1 Vesiliittymä.....	5
2.1.2 Jätevesiviemäriiliittymä.....	6
2.1.3 Hulevesiliittymä.....	6
2.2 Kaukolämpöjärjestelmä	6
3. LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ.....	6
3.1 Lämmöntuotantojärjestelmä	6
3.1.1 Yleistä	6
3.1.2 Tehontarpeet ja energiankulutus.....	6
3.1.2 Maalämpöjärjestelmä	7
3.1.3 Kaukolämpöjärjestelmä	8
3.2 Tilojen lämmitys	8
4. VESI- JA VIEMÄRIJÄRJESTELMÄ.....	8
4.1 Yleistä.....	8
4.2 Vesi- ja viemäriputket	9
4.3 Kalusteet	9
5. ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄ.....	10
5.1 Sisäilman tavoitearvot	10
5.1.1 Sisäilmaluokkavaatimukset	10
5.2 Ilmanvaihtokoneet	12
5.2.1 Elinkeino- ja työllisyyspalvelut (TK1)	13
5.2.2 WC- ja siivoustilat (TK2)	14
5.2.3 Kahvila (TK3).....	14
5.2.4 Hallinto (TK4).....	14
5.2.5 Elinympäristö (TK5)	15
5.2.6 Väestönsuoja (TK6).....	15
5.2.7 Arkisto (TK7)	15
5.2.8 Porrashuone 1 (TK8).....	16
5.2.9 Porrashuone 2 (TK9).....	16
5.2.10 Varastot (TK10).....	16

5.2.11 Maalämpöpumpun ATEX-puhallin (PK1)	17
5.3 Ilmanvaihdon palvelualueet ja kokonaisilmamäärät	17
5.4 Ilmanvaihtokoneiden toimintaosat	17
5.5 Kanavamitoitus	17
5.5 Kanavamateriaalit	17
5.7 Ilmamäärät ja ilmanvaihtolaitteet	18
5.7.1 Tilojen ilmamäärät	18
5.7.2 Ilmanjako	18
5.7.3 Käyttöaikainen ja käyttöajan ulkopuolinen ilmanvaihto	18
5.8 Savunpoisto	18
6. JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄ	19
6.1 Yleistä	19
6.2 Jäähdytysenergiantuotanto	19
6.3 Materiaalit	19
6.4 Erillisjäähdytykset	19
6.5 Kondenssiemärit	19
7. ERISTYKSET	19
8. RAKENNUSAUTOMAATIO	20
8.1. Yleistä	20
8.2. Rakennusautomaatiojärjestelmän toiminnot	20
8.3. Mittaukset ja käyttäjien säätömahdollisuus	20
8.4. Erikseen korostettavia asioita	21
8.4.1. Suunnittelijayhteistyö	21
8.4.2. Toimintakoevaiheen merkitys	21
8.4.3. Aloitus- ja ohjelmistoneuvottelu sekä laatutaso	21
8.4.4. Vasteajat	22
8.4.5. Hälytysten selkeys	22
8.4.6. Säättöpiirien viritys	22
8.4.7. Muita erityisvaatimuksia	22
8.5. Kiinteistöihin hankittavat rakennusautomaatiojärjestelmät	22
8.6. LVI-suunnittelussa huomioitavia asioita	22

1. HANKKEEN TIEDOT

1.1 Rakennuksen tiedot

Rakennuskohde on Hämeenkyrötalo, Hämeenkyrön uusi virastotalo. Rakennuspaikka sijaitsee osoitteessa Härkikuja, 39100 Hämeenkyrö.

1.2 Rakennuksen tiedot

Kohde on toimistokiinteistö, jonka kokonaispinta-ala on noin 1 727–2 070 brm² lopullisesta laajuusvalinnasta riippuen. Tämä järjestelmäkuvaus esittelee kohteen LVIA-järjestelmät sekä niiden laatutason, toiminnallisuuden ja toteutusperiaatteet. Tehontarpeet on arvioitu laajimman laajuustason mukaan, mutta muutoin järjestelmät ovat pääosin samat.

1.3 Järjestelmävalinnat ja suunnitteluperiaatteet

Järjestelmävalinnoissa painotetaan toiminnallisuutta, tehokkuutta, muuntojoustavuutta ja innovatiivisuutta. Ilmanvaihdon palvelualueet jaetaan toimintojen perusteella, mikä mahdollistaa tilaryhmäkohtaisen ohjauksen ja edistää joustavaa tilankäyttöä.

LVIAJ-järjestelmien tulee olla ylläpitokustannuksiltaan edullisia ja muodostaa teknisesti korkealaatuinen kokonaisratkaisu. Suunnittelussa huomioidaan kestävän kehityksen periaatteet, kuten joustavuus, muunneltavuus ja energiatehokkuus.

Suunnitteluratkaisujen on taattava käyttäjille puhdas ja terveellinen sisäilma kaikissa käyttötilanteissa, unohtamatta ekologisuutta ja ympäristöarvoja. Ilmastoinnin, lämmityksen, jäähdytyksen ja sähköenergian osalta energiankulutus optimoidaan taloteknisin ratkaisuin. Lisäksi suunnittelussa huomioidaan tilojen pitkäaikainen joustavuus.

1.4 Olosuhteiden hallinta ja energian mittaus

Rakennuksen LVIA-toteutuksessa varmistetaan kattavat olosuhteiden seuranta- ja säätömahdollisuudet, kuten lämpötilan, CO₂-pitoisuuden ja paine-erojen seuranta rakenteiden yli. Erityisesti tilajäähdytyksellä varustetuissa tiloissa huomioidaan myös kosteustasojen hallinta. Energian kulutusta mitataan järjestelmällisesti.

1.5 Puhtausvaatimukset

Rakennustöiden ja ilmanvaihtotöiden puhtausluokkavaatimus on P1, ja materiaalien puhtausluokkavaatimus on M1.

1.6 Tilaajan edustajat

Kohteen ehdotus- ja hankesuunnitteluvaiheen tilaajat:

Elinympäristöjohtaja
Ritva Asula-Myllynen

Tilapalvelupäällikkö
Harri Jääskeläinen

Kaavoituspäällikkö

Leena Lahtinen

Kunnanjohtaja
Johanna Rannanjärvi

1.7 Projektinjohto ja rakennuttaminen

Kohteen ehdotus- ja hankesuunnitteluvaiheen asiantuntijat:

AFRY Finland Oy
Hannes Timlin
Janne Koivisto

1.8 Arkkitehti ja rakennesuunnittelija

Kohteen ehdotus- ja hankesuunnitteluvaiheen suunnittelijat:

Pää- ja arkkitehtisuunnittelu:
3Design Oy
Teemu Palomäki

Rakennesuunnittelu
IdeaStructura Oy
Joni Soisalo

1.9 LVIAS-suunnittelijat

Kohteen ehdotus- ja hankesuunnitteluvaiheen suunnittelijat:

LVIAS-suunnittelu:
LVI-insinööritoimisto Vahvacon Oy
Aki Mikkelsen
Jan-Erik Lahti

Sähkösuunnittelu:
Sähkösuunnittelu Karawatski Oy
Mikael Heinilä

2. LIITTYMISTIEDOT

2.1 Vesi ja viemäri

2.1.1 Vesiliittymä

Uusi vesiliittymä tehdään Härkikujan johdosta tai hyödynnetään nykyisen kunnantalon viemäriä. Kunnan vesihuoltolaitos tuo vesijohdon kiinteistön tontin rajalle.

2.1.2 Jätevesiviemäriliittymä

Uusi jätevesiliitos tehdään nykyisen kunnantalon tai teknisen toimiston viemäriverkostosta. Kellarikerroksen jätevedet pumpataan ylempiin kerroksiin, ja liitetään sitten niiden viemäreihin.

2.71.3 Hulevesiliittymä

Hulevesiliitos tehdään joko nykyisen kunnantalon viemäriverkostosta tai uusi liitos Härkikujan reunasta. Kohteen hulevesiä ei viivytetä eikä imeytetä tontilla.

2.2 Kaukolämpöjärjestelmä

Rakennus liitetään Leppäkosken lämmön kaukolämpöverkostoon. Uusi liittymä tehdään Härkikujalta.

3. LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ

3.1 Lämmöntuotantojärjestelmä

3.1.1 Yleistä

Rakennuksen lämmöntuotantojärjestelmistä vertailtiin kaukolämpökeskus ilman muita hybridijärjestelmiä, ilmavesilämpöpumppu lämmitykseen ja jäähdytykseen ja kaukolämpö toissijaisena lämmönlähteenä, kaukolämpö lämmöntuotantojärjestelmänä ja sisäasenteinen vedenjäähdytin ja nestejäähdytin ulkona jäähdytyksen tuotantoon, maalämpöpumppu lämmitykseen ja jäähdytykseen täysitehoisena, maalämpöpumppu lämmitykseen ja jäähdytykseen osatehoisena, kaukolämpö toissijaisena lämmönlähteenä, maalämpöpumppu lämmitykseen ja jäähdytykseen osatehoisena, sähkökattila toissijaisena lämmönlähteenä.

Näistä on valittu lämmöntuotantojärjestelmäksi maalämpöjärjestelmä lämmitykseen ja jäähdytykseen osatehoisena ja kaukolämpö toissijaisena lämmönlähteenä. Maalämpöpumppu, lämmityksen varaaja, jäähdytyksen varaaja, jäähdytyksen siirrin sekä kaukolämmön lämmönjakokeskus sijoitetaan kellariin tekniseen tilaan.

Thermal Response Test (TRT) -mittaus suoritetaan maaperän lämpöteknisten ominaisuuksien määrittämiseksi tontilla. Mittauksen avulla saadaan tarkkaa tietoa maaperän lämmönjohtavuudesta ja lämpövastuksesta, mikä auttaa optimoimaan maalämpöjärjestelmän mitoitusta. Koekaivo voidaan jättää käyttöön.

Mikäli TRT-mittaus osoittaisi, että maalämpöjärjestelmä ei sovellu kohteeseen valitaan tällöin ensisijaiseksi lämmöntuotantojärjestelmäksi ilmavesilämpöpumppu lämmitykseen ja jäähdytykseen ja kaukolämpö toissijaiseksi lämmönlähteeksi. Tällöin ilmavesilämpöpumppu sijoitetaan vesikatolle raitisilmakammiolle ja ulospuhallushajottajille varattuun kuilun torniin ja ympyröidään säleiköillä.

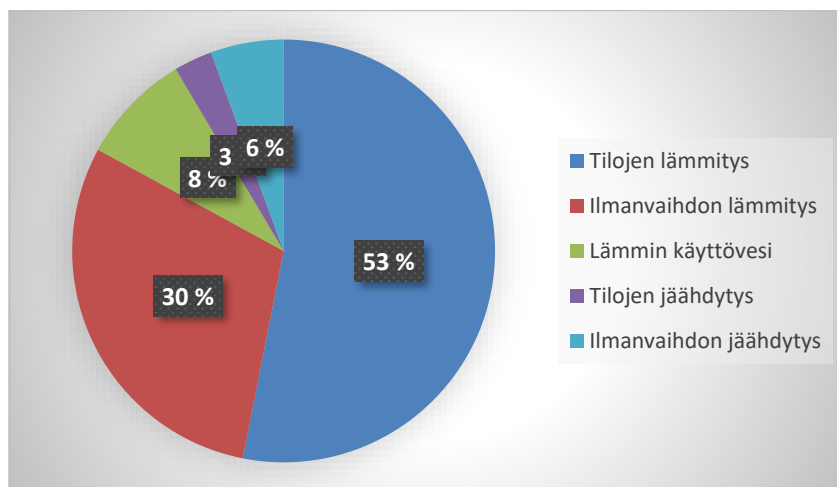
3.1.2 Tehontarpeet ja energiankulutus

Rakennuksen alustavat lämpö- ja jäähdytystehontarpeet ja verkostojen lämpötilat

- Säteilijälämmitysverkosto 30,0 kW, +45 °C / +40 °C
- Lattialämmitysverkosto 10,0 kW, +35 °C / +30 °C
- Ilmanvaihdon lämmitysverkosto 39,6 kW, +35 °C / +30 °C
- Ilmanvaihdon jäähdytysverkosto 55,0 kW, +7 °C / +12 °C
- Säteilijäähdytysverkosto 10,0 kW, + 14 °C / +17 °C

Rakennuksen lämmityksen ja jäähdytyksen energiankulutukset

- Tilalämmitys 68,5 MWh/a
- Ilmanvaihdon lämmitys 38,5 MWh/a
- Lämmin käyttövesi 11,0 MWh/a
- Tilojen jäähdytys 3,80 MWh/a
- Ilmanvaihdon jäähdytys 7,20 MWh/a



Kaavio 1: energiankulutuksen jakauma

Tarkemmat laskelmat tuotetaan dynaamisella laskentatyökalulla lämmitys- ja jäähdytystehontarpeen sekä tavoite-energiankulutuksen osalta toteutussuunnitteluvaiheessa. Ilmanvaihdon lämmitysverkostolla lämmitetään myös oviverhokoneet, mutta niiden yhtäaikaista tehontarvetta ei huomioida täysimääräisesti ilmanvaihdon lämmönsiirtimien mitoituksessa.

3.1.2 Maalämpöjärjestelmä

Maalämpöjärjestelmä mitoitetaan lämmityksen osalta osatehoiseksi. Lämmityksen tehonpeittoas-
tetta valittaessa on huomioitava, että järjestelmän on kyettävä tuottamaan jäähdytysjärjestelmän
tarvitsema teho täysitehoisena. Alustavan mitoituksen mukaan maalämpöjärjestelmän osuus läm-
mityksen huipputehontarpeesta on noin 65 %.

Maalämpöpumpussa käytettävä kylmäaine on propaani (R290). Kylmäainevuotojen estämiseksi
maalämpöpumpun kotelosta on toteutettava ATEX-kanavointi ulos.

Kohteen tontille suunnitellaan seitsemän kappaletta noin 280 metriä syviä maalämpökaivoja.
Näistä porataan kuusi, ja seitsemäs toimii tilavarauksena siltä varalta, että jokin kaivonporauksista
epäonnistuu. Myös TRT-mittausta varten tehtyä kaivoa voidaan käyttää lopullisena kaivona. Kai-
vojen etäisyydet rajoista, rakennuksista ja toisista maalämpökaivoista on huomioitava.

3.1.3 Kaukolämpöjärjestelmä

Rakennus liitetään Leppäkosken Lämmön kaukolämpöverkostoon. Lämmönjakokeskus sijoitetaan kellarin tekniseen tilaan. Lämmönjakokeskuksessa on omat lämmönsiirtimet säteilijöiden, käyttöveden ja ilmanvaihdon lämmitykselle sekä kellarikerroksen lattialämmitykselle. Lämmönsiirtimet mitoitetaan täysitehoisina, lukuunottamatta ilmanvaihdon lämmityksen lämmönsiirrintä, jossa ei huomioida oviverhokoneiden yhtäaikaista lämmitystehontarvetta täysimääräisenä.

Lattialämmitysverkoston lämpötilan rajoitus varmistetaan automatiikalla, joka pysäyttää kiertovesipumpun, mikäli lämpötila ylittää sallitun raja-arvon.

Vaikka maalämpölaitteisto toimii ensisijaisena lämmöntuotantojärjestelmänä, kaukolämpö huolehtii aina vähintään lämpimän käyttöveden kierron osuudesta, jotta kaukolämpöliittymä pysyy toiminnassa. Maalämmön varaajan kierukassa lämmitettävä käyttövesi voidaan sekoittaa kaukolämmöllä lämmitettyyn veteen niin, että lämpimän käyttöveden kierron osuus tulee aina kaukolämmöstä. Näin varmistetaan, että vaikka maalämmön varaajan kierukka pystyy lämmittämään veden lähes tavoitelämpötilaan, kierron osuus tuotetaan kuitenkin kaukolämmöllä.

3.2 Tilojen lämmitys

Kellarikerroksen tiloissa ensisijainen lämmönjakojärjestelmä on vesikiertoinen lattialämmitys. Myös väestönsuojana toimivissa sosiaalityloissa käytetään vesikiertoista lattialämmitystä.

Ylemmissä kerroksissa ensisijainen lämmönjakojärjestelmä on vesikiertoinen säteilijälämmitys, ja säteilypaneeleja käytetään myös kesäaikana jäähdytykseen.

Sisäänkäynnit varustetaan oviverhokoneilla, ja lämpötilan asetusarvojen muutokset toteutetaan alakeskuksesta käsin. Oviverhokoneet kytketään ilmanvaihdon lämmitysverkostoon.

Lämpöjohdot toteutetaan teräsputkista, jotka liitetään hitsausliitoksiin tai kierrelitiitoksiin, tai sähkösinkityistä teräsputkista puristusliitoksiin. Putkistojen kannatus toteutetaan RT-kortin 103447 mukaisesti.

Lämpöjohtojen runkolinjat eristetään mineraalivillakourulla, ja näkyvillä osilla käytetään pellitystä. Kellarissa pellityksen sijaan käytetään isogenopak-tyyppistä PVC-pinnoitetta, joka valitaan arkistotehtävän päätöksen mukaan joko harmaana tai valkoisena.

Kaikki avoimet eristepäät maalataan kuitujen irtoamisen estämiseksi ja viimeistellään pääteheiloilla.

4. VESI- JA VIEMÄRIJÄRJESTELMÄ

4.1 Yleistä

Rakennukseen suunnitellaan uusi vesiliittymä, ja päävesimittarit sijoitetaan rakennuksen sisälle heti vesijohdon tulokohdan jälkeen. Käyttöveden vesimittarista kerätään mittaustiedot rakennusautomaation väylään tai pulssimittauksena.

Mikäli kylmän veden kulutuksessa ei esiinny yöaikana (esimerkiksi klo 01-05) kulutuksetonta jaksoa (esim. 30 minuuttia), järjestelmä antaa vuotovesihälytyksen. Lisäksi, jos normaalin käyttöajan

ulkopuolella mitattu kulutus kahden peräkkäisen vuorokauden aikana ylittää normaalin käyttöajan kulutuksen 20 %, saadaan myös vuotohälytys.

Piha-alueen ja katon sadevedet johdetaan hulevesiverkostoon. Sadevesi- ja tarkastuskaivojen materiaalina käytetään muovia, ja kannet ovat valurautaa. Sadevesikaivot varustetaan jäätymisenesto-elementeillä ja hiekanerotusaltaalla. Salaojat liitetään perusvesikaivojen kautta hulevesiverkostoon.

Kellarin jätevedet pumpataan ja liitetään ylemmistä kerroksista tulevaan viemäriin ennen liitospaikkaa kaupungin viemäriverkostoon.

4.2 Vesi- ja viemäriputket

Vesijohdot valmistetaan komposiitista tai muovista. Runkojohdot toteutetaan komposiittiputkilla, ja ainakin yleisessä käytössä olevien WC-tilojen vesijohdot rakennetaan jakotukeilta jaettavin, suojaputkeen asennetuin PEX-vesijohdoin. Väestönsuojan sosiaali-tilojen vesijohdot tehdään kromatun värisestä komposiittiputkesta ja asennetaan pinta-asennuksena. Toissijaisten tilojen vesijohdot tehdään valkoisista komposiittiputkista, myös pinta-asennettuna.

Komposiittiputkien valintaan on kiinnitettävä erityistä huomiota. Putkien tulee olla pitkään markkinoilla olleita malleja, joiden saatavuus on taattu myös pitkälle tulevaisuuteen. Urakan yhteydessä on myös varattava muutokappaleita kaikille komposiittiputkille mahdollisia myöhempiä kupariputkiliitoksia varten, jotta vesijohdoissa voidaan tarvittaessa tehdä muutoksia tulevaisuudessa muilla materiaaleilla tai toisen valmistajan komposiittiputkilla.

Sisäpuolisissa viemäreissä käytetään polypropeeniputkia, joissa otetaan huomioon palo- ja äänitekniiikan vaatimukset. Viemärit rakennetaan desibeliviemäreistä ja äänieristetään. Ulkopuolisina jäte- ja sadevesiviemäreinä käytetään joko polypropeen- tai PVC-putkea. Perusmuurin ulkopuolelle maahan asennettavien viemäreiden vähimmäiskoko on DN110.

Pohjalaatan alle asennettavat jätevesiviemärit tehdään PVC- tai HTP-polypropeeniputkista. Liitokset toteutetaan järjestelmään kuuluvilla kumirengasliitososilla.

Sisätiloihin ei asenneta sadevesiviemäreitä, vaan katolla on kourut, joista vesi johdetaan ulos syöksytorvia pitkin. Kattosadevedet johdetaan sadevesiviemäreillä sadevesiverkostoon rännikaiden kautta. Kattokaivot ja rännit varustetaan sähkösulatuksella, jota ohjataan ulkolämpötilan mukaan rakennusautomaatiojärjestelmästä.

Putkien kannakoinnissa noudatetaan putkien valmistajien kannakointiohjeita sekä LVI-ohjekortteja.

4.3 Kalusteet

Käsienpesualtaiden vesikalusteina (WC-tilat, sosiaali-tilat ja siivoustilat) käytetään mekaanisia yksiotetehanoja, joissa on termostaatti ja lämpötilanrajoitin. Tarpeen mukaan käytetään myös valokennohanoja, mikä määritetään tarkemmin suunnitteluvaiheessa.

Vesikalusteiden tulee olla ensiluokkaista laatua ja ulkoasultaan yhdenmukaisia. Kaikki kalusteet varustetaan kuulasulkuventtiileillä.

Erilliset WC:t varustetaan bide-hanalla, joka asennetaan riittävän lähelle WC-istuinta tai tarvittaessa omaan pieneen altaaseen. WC-tiloihin asennetaan lattiakaivot, ja siivoustiloihin hiekanerotuksella varustetut ritiläkaivot.

Saniteettikalusteet valmistetaan pääosin posliinista. Siivoustiloissa käytetään RST-altaita. Lattia-kaivot ovat pääasiassa muovia ja varustettu HFe-kannella, kun taas siivoustiloissa käytetään HFe-kaivoja ja -kansia.

5. ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄ

5.1 Sisäilman tavoitearvot

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän mitoituksessa käytetään **Sisäilmastoluokitus 2018** -standardin luokan S2 ilmamääriä. Huoneiden ilmanvaihtomäärät mitoitetaan maksimihenkilömäärän mukaisesti.

5.1.1 Sisäilmaluokkavaatimukset

Tilojen sisäilman laatu, lämpöolot, valaistus ja ääniolosuhteet täyttävät **maankäyttö- ja rakennuslain** sekä **terveydensuojelulain** nojalla asetetut vähimmäisvaatimukset.

Tila	Lattia-ala (m ² /hlö)	S1-luokka (dm ³ /s, hlö)	S1-luokka (dm ³ /s, m ²)	S2-luokka (dm ³ /s, hlö)	S2-luokka (dm ³ /s, m ²)	S3-luokka (dm ³ /s, hlö)	S3-luokka (dm ³ /s, m ²)
Toimitila, norm. tilatehokkuus	10–12	16	1,5	11	1,0	6	1,0
Toimitila, suuri tilatehokkuus	6–8	14	2,0	9	1,5	6	1,5
Neuvotteluhuone	3	12	4,0	8	3,5	6	3,0
Taukotila, kahvio	1,5	11	5,0	8	4,0	6	2,0
Hotellihuone	-	10	-	8	-	6	-
Opetustila tai muu oleskelutila	-	10	5,5	8	4,0	6	3,0
Luentosali	-	10	-	8	-	6	-
Päiväkodin ryhmätilat	3	12	4,0	8	3,0	6	3,0
Käytävä ja porrasalue	-	1,0	-	0,5	-	0,5	-
Käytävä, aula	-	1,5	-	1,0	-	1,0	-
Ruokala ja kahvila	2	11	5,5	8	4,0	6	3,0
Kuumennus- ja jakelukeittiö	-	10	-	10	-	5–10	-
Valmistuskeittiö	-	15–40	-	15–40	-	15–25	-
Astianpesuhuone	-	12–20	-	10–15	-	10	-

Tila	Lattia-ala (m ² /hlö)	S1-luokka (dm ³ /s, hlö)	S1-luokka (dm ³ /s, m ²)	S2-luokka (dm ³ /s, hlö)	S2-luokka (dm ³ /s, m ²)	S3-luokka (dm ³ /s, hlö)	S3-luokka (dm ³ /s, m ²)
Liiketila, myymälä	-	10	1–3	8	1–3	6	1–3
Näyttelytila	-	3	-	3	-	2	-
Kirjasto	-	3	-	2	-	2	-
Salit	-	10	-	8	-	6	-
Lämpö	-	5	-	5	-	5	-
Kuntosali	-	6	-	6	-	6	-
Liikuntahalli, urheilijat	-	2,5	-	2	-	2	-
Liikuntahalli, katsojat	-	10	-	8	-	6	-
Potilashuone	15	3,5	12	3	10	2,5	
Varasto, arkisto (poisto)	-	0,5	-	0,5	-	0,35	-

Taulukko 1: Ulkoilmavirtojen normaalin käyttötilanteen mitoitusarvot

	S1	S2	S3
Operatiivinen lämpötila t_{op} [°C]			
$t_u \leq 0$ °C	21,5)	21,5	21
$0 < t_u \leq 20$ °C	$21,5 + 0,15 \times t_u$)	$21,5 + 0,2 \times t_u$	-
$t_u > 20$ °C	24,5)	25,5	-
Lämpötilan sallittu vaihteluväli [°C] poikkeama ylöspäin			
$t_u \leq 0$ °C	< 22,5	< 23	-
$0 < t_u \leq 15$ °C	$< 22,5 + 0,166 \times t_u$	$< 23 + 0,2 \times t_u$	-
$t_u > 15$ °C	< 25	< 26	-
Lämpötilan sallittu vaihteluväli [°C] poikkeama alaspäin			
$t_u \leq 0$ °C	> 20,5	> 20,5	-
$0 < t_u \leq 20$ °C	$> 20,5 + 0,075 \times t_u$	$> 20,5 + 0,025 \times t_u$	-
$t_u > 20$ °C	> 22	> 21	-
Operatiivisen lämpötilan enimmäisarvo [°C]			
$t_u \leq 0$ °C	< 23	< 23	-

	S1	S2	S3
$0 < t_u \leq 20 \text{ °C}$	$< 23 + 0,2 \times t_u$	$< 23 + 0,2 \times t_u$	-
$t_u > 15 \text{ °C}$	< 27	< 27	-
$t_u > 10 \text{ °C}$	-	-	< 25 (26))
Operatiivisen lämpötilan vähimmäisarvo [°C]	> 20	> 20	> 20 (18))
Olosuhteiden pysyvyys [% käyttöajasta]			
Toimi- ja opetustilat	90 %	90 %	-
Asunnot	90 %	90 %	80 %

Taulukko 2: operatiivisen lämpötilan tavoitearvot eri sisäilmaluokissa

Ulkolämpötilalla (T_u) tarkoitetaan ulkoilman 24 tunnin liukuvaa keskiarvoa lähimmällä säähavaintopaikalla.

	S1	S2	S3
Vetoa aistivien osuus, draft rate (DR) [%]	10	15	-
Ilman liikenopeus [m/s]			
$t_{\text{ilma}} = 21 \text{ °C}$	$< 0,15$	$< 0,15$	0,2 (talvi)
$t_{\text{ilma}} = 23 \text{ °C}$	$< 0,15$	$< 0,20$	-
$t_{\text{ilma}} = 25 \text{ °C}$	$< 0,20^*$	$< 0,25^*$	0,3 (kesä)

Taulukko 3: ilman liikenopeuden tavoitearvot

5.2 Ilmanvaihtokoneet

Ilmanvaihtokoneet jaetaan käyttötarkoituksen mukaisesti tilaryhmiin, joissa päivittäinen käyttöaika on suurin piirtein sama. Lämmöntalteenotona käytetään parasta mahdollista teknistä ratkaisua, huomioiden ilmanvaihdon palvelualueen poistoilmaluokka.

Ilmanvaihtokoneiden tulee olla Eurovent-sertifioituja.

Huoltoa varten kojeisiin asennetaan toimintaosakohtaiset huoltoluukut tai -osat, jotka ovat sara-noituja ja helposti avattavissa lukituskahvoilla.

Ilmanvaihtokoneet sijoitetaan kellariin rakennettavaan yhteiseen ilmanvaihtokonehuoneeseen.

Ilmanvaihtokoneet suunnitellaan palvelualueittain seuraavasti:

- **TK1:** Elinkeino- ja työllisyyspalvelut
- **TK2:** WC- ja siivoustilat
- **TK3:** Kahvila
- **TK4:** Hallinto

- **TK5:** Elinympäristö
- **TK6:** Väestönsuoja
- **TK7:** Arkisto
- **TK8:** Porrashuone 1
- **TK9:** Porrashuone 2
- **TK10:** Varastot
- **PK1:** Maalämpöpumpun ATEX-puhallin

Kaikki ilmanvaihtokoneet toteutetaan tehtaalla automaatiovarusteltuina. Automaatio liitetään valvonta-alakeskukseen väylän kautta.

Ilmanvaihtolaitteiden materiaaleina käytetään sinkittyä terästä ja alumiinia.

Radonpoistojärjestelmä

Tarvittaessa rakennus varustetaan radonpoistojärjestelmällä. Järjestelmä koostuu alapohjaan asennettavasta radonputkituksesta ja nousukanavista. Huippuimurit sijoitetaan vesikatolle.

Väestösuojan ilmanvaihtolaitteet

Väestösuoja varustetaan määräysten mukaisilla ilmanvaihtolaitteilla. Ilmanvaihto toteutetaan ulkoseinän läpiviennin kautta, ja ilmanotto tapahtuu piha-alueelta. Väestösuojan ilmanvaihdesta vastaa VSS-puhallin. Kanavat ovat kierresaumaputkea, ja venttiilit ovat tehdasvalmisteisia VSS-venttiileitä.

Kahvilan keittiön ilmanvaihto

Tarvittaessa kahvilan keittiö varustetaan huuvalalla, ja ilmanvaihtokanavisto johdetaan vesikatolle huippuimurille. Korvausilma huomioidaan kahvilan tuloilmassa vyöhykepellin ja vakiopaineohjauksen avulla.

Lämmöntalteenotto ja talotekniikan uusittavuus

Lämmöntalteenottojärjestelmät suunnitellaan tilakohtaisesti poistoilmaluokan mukaisesti. Rakennukseen suunnitellaan haalausreitit, joilla varmistetaan taloteknisten laitteiden helppo uusittavuus.

5.2.1 Elinkeino- ja työllisyyspalvelut (TK1)

Ilmanvaihtokone asennetaan kellarin tekniseen tilaan vaakamallista konetta käyttäen.

Toiminnalliset osat:

- Sulkupellit
- Tuloilman suodatus: ePM1 55% (F7)
- Poistoilman suodatus: ePM10 50% (M5)
- Pyörivälämmöntalteenotto
- Lämmityspatteri
- Jäähdytyspatteri
- Ilmamäärämittarit
- Valaistus
- Huoltoluukut
- Tarkastusikkunat
- Tulo- ja poistoilmapuhaltimet EC-moottorilla
- Äänenvaimentimet
- IV-koneen sähkönkulutuksen mittaukset

5.2.2 WC- ja siivoustilat (TK2)

Ilmanvaihtokone asennetaan kellarin tekniseen tilaan vaakamallista konetta käyttäen.

Toiminnalliset osat:

- Sulkupellit
- Tuloilman suodatus: ePM1 55% (F7)
- Poistoilman suodatus: ePM10 50% (M5)
- Vastavirtalämmöntalteenotto
- Lämmityspatteri
- Ilmamäärämittarit
- Valaistus
- Huoltoluukut
- Tarkastusikkunat
- Tulo- ja poistoilmapuhaltimet EC-moottorilla
- Äänenvaimentimet
- IV-koneen sähkönkulutuksen mittaukset

5.2.3 Kahvila (TK3)

Ilmanvaihtokone asennetaan kellarin tekniseen tilaan vaakamallista konetta käyttäen.

Toiminnalliset osat:

- Sulkupellit
- Tuloilman suodatus: ePM1 55% (F7)
- Poistoilman suodatus: ePM10 50% (M5)
- Pyörivälämmöntalteenotto
- Lämmityspatteri
- Jäähdytyspatteri
- Ilmamäärämittarit
- Valaistus
- Huoltoluukut
- Tarkastusikkunat
- Tulo- ja poistoilmapuhaltimet EC-moottorilla
- Äänenvaimentimet
- IV-koneen sähkönkulutuksen mittaukset

5.2.4 Hallinto (TK4)

Ilmanvaihtokone asennetaan kellarin tekniseen tilaan vaakamallista konetta käyttäen.

Toiminnalliset osat:

- Sulkupellit
- Tuloilman suodatus: ePM1 55% (F7)
- Poistoilman suodatus: ePM10 50% (M5)
- Pyörivälämmöntalteenotto
- Lämmityspatteri

- Jäähdytyspatteri
- Ilmamäärämittarit
- Valaistus
- Huoltoluukut
- Tarkastusikkunat
- Tulo- ja poistoilmapuhaltimet EC-moottorilla
- Äänenvaimentimet
- IV-koneen sähkönkulutuksen mittaukset

5.2.5 Elinympäristö (TK5)

Ilmanvaihtokone asennetaan kellarin tekniseen tilaan vaakamallista konetta käyttäen.

Toiminnalliset osat:

- Sulkupellit
- Tuloilman suodatus: ePM1 55% (F7)
- Poistoilman suodatus: ePM10 50% (M5)
- Pyörivälämmöntalteenotto
- Lämmityspatteri
- Jäähdytyspatteri
- Ilmamäärämittarit
- Valaistus
- Huoltoluukut
- Tarkastusikkunat
- Tulo- ja poistoilmapuhaltimet EC-moottorilla
- Äänenvaimentimet
- IV-koneen sähkönkulutuksen mittaukset

5.2.6 Väestönsuoja (TK6)

Ilmanvaihtokone asennetaan sosiaalitilojen sisälle väestönsuojaan seinälle.

Toiminnalliset osat:

- Sulkupellit
- Tuloilman suodatus: ePM1 55% (F7)
- Poistoilman suodatus: ePM10 50% (M5)
- Vastavirtalämmöntalteenotto
- Lämmityspatteri
- Huoltoluukut
- Tulo- ja poistoilmapuhaltimet EC-moottorilla
- Äänenvaimentimet

5.2.7 Arkisto (TK7)

Ilmanvaihtokone asennetaan porrashuoneeseen koteloituun paloeristettyyn kaappiin.

Toiminnalliset osat:

- Sulkupellit
- Tuloilman suodatus: ePM1 55% (F7)
- Poistoilman suodatus: ePM10 50% (M5)

- Pyörivälämmöntalteenotto
- Lämmityspatteri
- Huoltoluukut
- Tulo- ja poistoilmapuhaltimet EC-moottorilla
- Äänenvaimentimet
- Palopellit arkiston seinään

5.2.8 Porrashuone 1 (TK8)

Ilmanvaihtokone asennetaan porrashuoneeseen seinälle.

Toiminnalliset osat:

- Sulkupellit
- Tuloilman suodatus: ePM1 55% (F7)
- Poistoilman suodatus: ePM10 50% (M5)
- Pyörivälämmöntalteenotto
- Lämmityspatteri
- Huoltoluukut
- Tulo- ja poistoilmapuhaltimet EC-moottorilla
- Äänenvaimentimet

5.2.9 Porrashuone 2 (TK9)

Ilmanvaihtokone asennetaan porrashuoneeseen seinälle.

Toiminnalliset osat:

- Sulkupellit
- Tuloilman suodatus: ePM1 55% (F7)
- Poistoilman suodatus: ePM10 50% (M5)
- Pyörivälämmöntalteenotto
- Lämmityspatteri
- Huoltoluukut
- Tulo- ja poistoilmapuhaltimet EC-moottorilla
- Äänenvaimentimet

5.2.10 Varastot (TK10)

Ilmanvaihtokone asennetaan varaston seinälle.

Toiminnalliset osat:

- Sulkupellit
- Tuloilman suodatus: ePM1 55% (F7)
- Poistoilman suodatus: ePM10 50% (M5)
- Pyörivälämmöntalteenotto
- Lämmityspatteri
- Huoltoluukut
- Tulo- ja poistoilmapuhaltimet EC-moottorilla
- Äänenvaimentimet

5.2.11 Maalämpöpumpun ATEX-puhallin (PK1)

- Asennetaan maalämpöpumpusta lähtevään kanavaan lähelle seinäpintaa.

5.3 Ilmanvaihdon palvelualueet ja kokonaisilmamäärät

Ilmanvaihdon palvelualueet on ryhmitelty rakennusosien ja kerrosten mukaan, vastaten tilojen ja kerrosten käyttötarkoituksia ja -aikoja.

5.4 Ilmanvaihtokoneiden toimintaosat

Ilmanvaihtokoneissa käytetään seuraavia lämmöntalteenottotyyppejä:

- Pyörivä lämmöntalteenottokiekko
- Vastavirtalämmöntalteenotto

Lämmöntalteenoton hyötysuhde vähintään **73 %**

Puhaltimet ovat sekä tulo- että poistokoneissa EC-kammiopuhaltimia.

Suodatus:

- Ulkoilma: suodatinluokka ePM1 55-60 %
 - Poistoilma (lämmöntalteenotolla varustetut koneet): suodatinluokka PM10 50 %
- Tuloilmakoneiden lämmityspattereiden mitoituslämpötila on +50 °C / +30 °C.

5.5 Kanavamitoitus

Kanavisto mitoitetaan siten, että saavutetaan alhaiset ilmannopeudet ja painehäviöt.

Ilmanvaihtokoneiden sähkötehokkuusluku suunnitellaan Ekosuunnitteludirektiivin 2018 mukaisesti.

Kanaviston maksimivirtausnopeudet (m/s):

Kanavaosa	Kokoojakanavat	Runkokanavat	Haarakanavat	Liityntäkanavat
Kanavistot yleisesti	5	4...5	3	2...3

Taulukko 4: Kanaviston maksimivirtausnopeudet (m/s)

5.5 Kanavamateriaalit

Kanavat valmistetaan pääosin SFS 3282- ja SFS 3541 -standardien mukaisista tyyppihyväksytyistä sinkityistä kierresauma- ja suorakaidekanavista. Materiaalina käytetään sinkittyä teräspeltiä.

Tilanteissa, joissa tilanpuutteen vuoksi pyöreitä kanavia ei voida käyttää, käytetään suorakaiteen muotoisia SFS 3281- ja SFS 5436 -standardien mukaisia kanavia ja kanavaosia. Liitokset toteutetaan työntölistaliitoksien.

Kanavat varustetaan tarvittaessa äänenvaimentimin, säätö- ja sulkupellein.

Kanavien kannatus toteutetaan RT-kortin 103447 mukaisesti.

Eristysvahvuudet:

- **L100:** Raitisilmakanavat sekä kylmissä tiloissa kulkevat kanavat

- **L50:** Jäteilmakanavat
- **L30:** Jäähdytetyt tuloilmakanavat

Paloturvallisuus:

- Paloalueiden rajalle asennettavat palopellit varustetaan moottorilla.
- Palopellit liitetään joko palopeltien ohjauskeskuksiin tai suoraan rakennusautomaatiojärjestelmään.

Ulkoilmasäleiköt ja raitisilmakammio:

- Käytetään säleiköitä, jotka omaavat hyvän veden- ja lumeneristyskyvyn.
- Ulkoilmasäleiköt asennetaan raitisilmakammion yläosaan kanavakuilutornin yläosassa.
- Raitisilmakammioon pääsy ullakolta.
- Raitisilmakammion pohja ja kaivo sähkölämmitetään.
- Kanavaliitokset toteutetaan niin, että säleiköstä ei pääse muodostumaan pistemäistä nopeaa ilmavirtaa, eikä kanaviin pääse lunta tai vettä raitisilmakammion pohjan kautta.

Jäteilmalaitteet:

- Käytetään ulospuhallushajottimia, jotka asennetaan vesikatolle raitisilmakammion taakse säleikköaitaukseen.

5.7 Ilmamäärät ja ilmanvaihtolaitteet

5.7.1 Tilojen ilmamäärät

Ilmanvaihtokoneiden mitoituksessa käytetään sisäilmaluokan 2 ilmamääriä, perustuen hankesuunnitteluvaiheessa saatavilla oleviin tietoihin.

5.7.2 Ilmanjako

- **Toimistotiloissa, auloissa, käytävillä:** tuloilmahajottimet tuloilmalle, poistoilmaventtiilit tai poistoilmasäleiköt poistoilmalle.
- **WC-tiloissa, kellarissa, arkistossa, porrashuoneissa ja likaisissa tiloissa:** tulo- ja poistoilmaventtiilit.

5.7.3 Käyttöaikainen ja käyttöajan ulkopuolinen ilmanvaihto

Ilmanvaihtokoneiden ohjaus käyttöajan ulkopuolisen tilan käyntitilasta siirtyy käyttöajan ilmanvaihdon tilaan CO₂- ja lämpötilaohjauksen avulla. Mikäli missä tahansa mitattavassa tilassa CO₂-pitoisuus tai lämpötila nousee asetusarvon yläpuolelle, ilmanvaihtokone siirtyy automaattisesti käyttöajan ilmanvaihdon tilaan.

Ilmanvaihdon säätämisessä on kiinnitettävä erityistä huomiota painesuhteiden säilymiseen kaikissa käyttötilanteissa.

5.8 Savunpoisto

Savunpoisto toteutetaan painovoimaisena luukuin ja avattavin ikkunoin

6. JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄ

6.1 Yleistä

Ilmanvaihtokoneiden TK1, TK3, TK4 ja TK5 tuloilma viilennetään. Toimistotilojen tilajäähdytys toteutetaan säteilypaneeleilla.

6.2 Jäähdytysenergiantuotanto

Jäähdytykseen tarvittava energia tuotetaan ensisijaisesti maalämpöpumpun maapiirin jäähdytyksellä (ns. ilmaiskylmänä) ja toissijaisesti maalämpöpumpun aktiivijäähdytyksellä. Tekniseen tilaan sijoitetaan jäähdytyksen puskurivaraaja sekä maapiirin ja jäähdytysverkon välinen lämmönsiirrin. Siirtimen toisiopuolella ilmanvaihdon +7 °C / +12 °C jäähdytysvesiverkostosta shuntataan säteilijäpiirin +14 °C / +17 °C jäähdytysvesiverkosto.

6.3 Materiaalit

Jäähdytysvesiputket valmistetaan teräsputkista, jotka liitetään hitsaus- tai kierrelitoksiin, sähkösinkityistä teräsputkista puristusliitoksiin, kupariputkista juotos- tai puristusliitoksiin tai ohutseinäisistä RST-putkista hitsausliitoksiin.

Putkistojen kannatus toteutetaan RT-kortin 103447 mukaisesti.

Jäähdytys- ja maapiirin putket eristetään solukumikourulla. Eristetyyppi valitaan tilakohtaisesti, ja käytäville, kuiluihin sekä poistumisteille asennettavien solukumikourujen tulee täyttää tilojen paloluokkavaatimukset (esimerkiksi Armacell Armaflex Ultima).

6.4 Erillisjäähdytykset

Mikäli suunnitteluvaiheessa ilmenee tarve jäähdyttää erikseen sähkö-, tele- tai ICT-tiloja, niiden jäähdytys toteutetaan split-yksiköillä. Tarkat tilakohtaiset jäähdytystehontarvelaskelmat laaditaan dynaamisella laskentatyökalulla toteutussuunnitteluvaiheessa.

6.5 Kondenssiviemärit

Kondensoivat laitteet viemäroidään jätevesiviemäriverkostoon. Kondenssivesiviemäreinä käytetään kupariputkea.

7. ERISTYKSET

Eristykset toteutetaan ohjekortin **LVI 50-10345 "Taloteknisten eristysten mitoitus ja käyttö"** mukaisesti:

- Viemärien tuuletusputket eristetään ullakkotilassa ja varustetaan vesikaton yläpuolella lämpösuoja-palla.
- Jäähdytysristeenä käytetään solukumieristettä, jonka saumat liimataan diffuusiotiiviisti.
- Solukumieristeissä tyypeissä on huomioitava, että käytäville, kuiluihin sekä poistumisteille asennettavat solukumieristeet tulee olla paloluokaltaan niihin tiloihin sopivia (esimerkiksi tyyppiä Armacell Armaflex Ultima).

- Paloeristykset pinnoitetaan peltilevyllä villakuitujen leviämisen estämiseksi.
- Lämpöeristeiden eristepäät maalataan kuitujen irtoamisen estämiseksi ja viimeistellään päätteheiloilla.
- Putkieristykset tehdään alumiinipaperipäälysteisellä mineraalivillakourulla, pois lukien jäähdytys- ja maapiirinputkistot. Näkyvissä asennuksissa eriste pellitetään kerroksien osalta ja päälystetään PVC-pinnoitteella kellarin osalta. Lisäksi mekaanisen vaurioitumisen estämiseksi eriste päälystetään pellillä alueilla, joissa se on alttiina vaurioille.
- Ilmakanavien paloeristysten eristyspaksuudet määritellään YM:n tyyppihyväksyntäpäätöksen mukaisesti.

8. RAKENNUSAUTOMAATIO

8.1. Yleistä

Rakennukseen toteutetaan moderni, avoimen lähdekoodin rakennusautomaatiojärjestelmä, jota voidaan muokata myös tulevaisuudessa eri urakoitsijoiden ja yhteistyökumppanien toimesta.

Rakennuksen sähköpääkeskustilan yhteyteen asennetaan valvonta-alakeskus. Kerrosten tilaohjausjärjestelmiä varten asennetaan pienemmät modulikotelot kerrokseen sähkönousutilojen yhteyteen.

8.2. Rakennusautomaatiojärjestelmän toiminnot

Rakennusautomaatiojärjestelmän keskeisiin toimintoihin kuuluvat:

- Rakennuksen ja käytettävien tilojen energiatehokkuuden optimointi
- Rakennuksen suunnitellun mukainen toiminta ja säätö
- Mittarointi
- Laitehuoltovälit
- Laitevikojen ja hälytysten paikallistaminen
- Vuotohälytykset
- Kulutustietojen seurantadatan taltiointi
- Tilojen hiilidioksidipitoisuuden ja lämpötilojen hallinta

8.3. Mittaukset ja käyttäjien säätömahdollisuus

Tilat varustetaan lämpötilamittauksilla käyttäjä- tai säätöaluekohtainen mahdollisuus sisälämpötilan säätämiseen. Säätöalueen poikkeutus esimerkiksi $\pm 1-2$ °C. Rakennusautomaatiojärjestelmään on asetettu rajoitukset käyttäjäkohtaiselle säädettävyydelle, kuten lämpötilan ala- ja ylärajat.

Rakennuksiin asennetaan kiinteistön energiamittaukset, ja merkittävät tekniset järjestelmät varustetaan jatkuvalla automaattisella tehokkuusseurannalla. Kaikki energiankäytön mittaukset kootaan kohteessa, ja näistä saadaan päivittäistä, viikoittaista ja kuukausittaista seurantatietoa.

Kohteessa seurataan rakennusautomaatioon liitetyillä mittareilla ainakin seuraavia kulutuksia:

- Kylmä käyttövesi
- Lämmin käyttövesi
- Sähköenergia
- Sähköenergia, valaistus
- Lämpöenergian kulutus
- Maalämmön lämmöntuotanto, pumpun energian kulutus ja varaajien vastusten energiankulutus
- Aurinkopaneelien energiantuotto
- Merkittävät sulatukset

Seurannassa olevia järjestelmiä:

- Lämpöpumppujen COP
- Lämmönkulutus (kWh/d) ja päivän keskilämpötila
- Energiantuotantojärjestelmien seuranta
- Käyttövesijärjestelmän painemittausjärjestelmän seuranta
- Rakennuksen ja ulkoilman paine-eromittausten seuranta

8.4. Erikseen korostettavia asioita

8.4.1. Suunnittelijayhteistyö

Suunnittelu toteutetaan tiiviissä yhteistyössä. Suunnittelun alussa järjestetään tarvittaessa aloituspalaveri ja suunnitelmien valmistuttua suunnitelmakatselmus.

8.4.2. Toimintakoevaiheen merkitys

Valmistumisvaiheessa urakoitsijan on tehtävä omatarkastukset ja itselleluovutukset sekä kuitattava nämä tarkastuslistoille. Listat on toimitettava allekirjoitettuina ennen rakennuttajan toimintakokeiden aloitusta.

Toimintakokeet toteutetaan kaksivaiheisinä:

- Ensimmäisessä vaiheessa tarkastus tehdään kannettavan tietokoneen grafiikkakuvista kohteessa.
- Toisessa vaiheessa, hyväksytyjen toimintakokeiden, säätöjen ja viritysten jälkeen, suoritetaan ohjelmistotarkastus päävalvomossa.

Ohjelmistotarkastuksessa varmistetaan:

- Grafiikkakaaviot
- Pistetekstit
- Työselityksen mukaiset raportit ja tulostukset
- Jatkohälytysten ja muiden toimintojen toimivuus
- Järjestelmän käyttäjätunnukset ja käyttöoikeudet
- Järjestelmän toiminta poikkeustilanteissa (esim. jännitekatkon aikana)

8.4.3. Aloitus- ja ohjelmistoneuvottelu sekä laatutaso

RAU-urakan alkuvaiheessa pidetään aloitusneuvottelu RAU-työselityksen mukaisesti. Ennen ohjelmoinnin aloittamista järjestetään ohjelmistopalaveri, jossa käsitellään grafiikkakuvien periaatteet, raportointi ja trendiseurantamääritykset. Grafiikkakuvista tulee laatia selkeä malli, ja järjestelmän käyttöä tukevia kaavioita on oltava riittävästi.

Rakennusautomaatiojärjestelmälle vaaditaan korkeaa laatutasoa.

8.4.4. Vasteajat

Rakennusautomaatiojärjestelmän vasteaikojen on oltava riittävän nopeat. Suunnitelmassa on esitettävä vasteaikojen vähimmäisarvot.

8.4.5. Hälytysten selkeys

Rakennusautomaatiojärjestelmän hälytystekstien (valvomoon tms.) on yksiselitteisesti ilmoitettava:

- Hälyttävä laite tai ilmiö
- Kiinteistötunnus
- Järjestelmän nimi
- Hälyttävän laitteen sijainnin huonenumero ja huonetilatyypin (esim. toimisto)

8.4.6. Säästöpiirien viritys

Säästöpiirit viritetään urakoitsijan toimesta. Hienovirityksen edellytyksenä on:

- Hyväksytysti suoritettavat toimintakokeet
- Lopullisesti säädetyt ilmamäärät ja vesivirrat

Hienovirityksen jälkeen jokaisen säästöpiirin toimintaa seurataan trendiseurantaohjelmalla. Urakoitsija liittää säästöpiirit kone- tai järjestelmäkohtaisesti ohjelmaan ja toimittaa trendiajot suunnittelijan tarkistettavaksi ja hyväksyttäväksi.

8.4.7. Muita erityisvaatimuksia

- Kaikkiin IV-koneisiin ohjelmoidaan aikaohjelmat, käyttöajanulkopuoliset jaksotuskäytöt sekä ilmanvaihdon puolitukset varaukseksi.
- Mittausviesti taajuusmuuttajilta automaatioon.
- 0-1-kytkin taajuusmuuttajapuhaltimille.
- Automaatiourakan vastuurajojen selkeä määrittely (esim. hankintarajakaavioilla).
- Järjestelmän käytönopastukselle on varattava riittävästi tunteja.
- Rakennusautomaatioon liitettävien kulutusmittarien väyläohjelmointi ja grafiikan sekä raportoinnin laadinta kuuluu automaatiourakkaan.

8.5. Kiinteistöihin hankittavat rakennusautomaatiojärjestelmät

Rakennusautomaatiojärjestelmien on oltava mikroprosessoripohjaisia ja vapaasti ohjelmoitavia. Järjestelmärakenne ja kapasiteetti on kuvattava yksityiskohtaisesti järjestelmäkaaviossa. Kaikissa uudisrakennus- ja saneerauskohteissa hankitaan alakeskus tai useita alakeskuksia, jotka huolehtivat kiinteistön talotekniikan mittauksista, ohjauksista, valvonnoista ja säädöistä.

8.6. LVI-suunnittelussa huomioitavia asioita

LVI-laitteiden koodauksessa on noudatettava säätö- ja valvontajärjestelmän positiointiohjeita, jos sellainen on käytettävissä. IV-koneisiin tulee suunnitella huoltoluukulla varustettu väliosa, johon voidaan asentaa keskiarvoanturi LTO:n hyötysuhdelaskentaa varten. Kaikkiin verkostoihin tulee suunnitella osoittavalla näytöllä varustetut paineanturit. Kulutusta mittaavat laitteet on varustettava väyläkortilla, josta tiedot voidaan lukea rakennusautomaatiojärjestelmään.

Pumppaamojen ja muiden vastaavien laitteiden ohjauskeskuksiin on varattava potentiaalivapaa hälytyskosketin vikahälytystä varten.

LVI-insinööritoimisto Vahvacon Oy

Aki Mikkelson