

Marko Mikkola

JÄÄHDYTETYN TOIMISTORAKENNUKSEN LVI-SUUNNITTELU

JÄÄHDYTETYN TOIMISTORAKENNUKSEN LVI-SUUNNITTELU

Marko Mikkola
Opinnäytetyö
Kevät 2022
Talotekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Talotekniikan tutkinto-ohjelma

Tekijä: Marko Mikkola

Opinnäytetyön nimi: Jäähdytetyn toimistorakennuksen LVI-suunnittelu

Työn ohjaaja: Tomi Jäävirta

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2022

Sivumäärä: 39

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä Ouluun Valikkokujalle rakentuvaan toimistorakennukseen LVI-suunnitelmat. Opinnäytetyö tehtiin suunnittelutoimisto TaitoPlan Oy:lle.

Kaikkien järjestelmien suunnittelussa käytettiin CADMATIC-ohjelmaa. Lisäksi suunniteltavasta kohteesta tehtiin IFC-malli, jota käytettiin dynaamisessa olosuhdesimuloinnissa. Dynaaminen olosuhdesimulointi tehtiin IDA ICE -ohjelmalla.

Toimistoihin, neuvotteluhuoneisiin ja auloihin suunniteltiin kohdejäähdytys käyttämällä ilmastointipalkkeja. Ilmanvaihtokoneisiin suunniteltiin jäähdytyspatterit, joilla tuloilman lämpötila saatiin pidettyä haluttuna ja vähennettyä huonelaitteelta vaadittavaa jäähdytystehoja. Jäähdytysvesi tuotettiin vedenjäähdytyskoneella. Kohteen jäähdytyksen suunnittelussa noudatettiin ympäristöministeriön asetuksen 1010/2017 §29 vaatimusta huoneen kesäajan lämpötilalle, jonka mukaan huoneen lämpötila ei saa kesäkuukausina ylittää 25 °C:ta enemmän kuin 150 astetuntia.

Suunnittelussa pyrittiin energiatehokkaisiin ratkaisuihin ja järjestelmiin, joilla saadaan toimiston käyttäjille mukavat ja viihtyisät olot vuodenajasta riippumatta.

Asiasanat LVI-suunnittelu, toimistorakennus, vesi- ja viemärijärjestelmät, lämmitysjärjestelmät, ilmanvaihtojärjestelmät, jäähdytysjärjestelmät.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	KÄYTTÖVESI JA VIEMÄRIJÄRJESTELMÄT	6
2.1	Käyttövesi.....	6
2.2	Lämpimän käyttöveden kierto.....	8
2.3	LVK-pumppu ja mitoitus	8
3	LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT	10
3.1	Lämpöhäviöt.....	10
3.2	Dynaaminen simulointi	11
3.3	Lämmitysjärjestelmien suunnittelu.....	14
3.3.1	Kiertovesipumput	15
3.3.2	Paisuntasäiliön ja varoventtiilin mitoitus	17
4	JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄT	19
4.1	Jäähdytystehontarpeen laskenta	20
4.2	Vedenjäähdytys.....	23
4.3	Ilmastointipalkkiipiiri	23
4.4	Laittevalinnat	25
4.5	IV-jäähdytysverkosto	27
4.6	3-tieventtiilit	27
4.7	Kiertovesipumput.....	29
5	ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄT	32
5.1	Ilmamäärät	33
5.2	Ilmanvaihtokoneet ja huippuimurit	33
5.3	Päätelaitteet	34
5.4	Kanaviston suunnittelu	37
6	YHTEENVETO	38
	LÄHTEET.....	39

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on jäähdytetyn toimistorakennuksen lvi-suunnittelu. Suunniteltava kohde on osa kahden toimistorakennuksen kokonaisuutta. Toinen rakennuksista on jo valmis. Suunnitelmissa tarkasteltiin jäähdytys- ja lämmitysjärjestelmien toimivuutta dynaamisella simuloinnilla.

Kohteena oleva toimistorakennus on kaksikerroksinen ja sisältää 74 työpistettä. Rakennuksen kerrosala on n. 1100 m². Toimistoihin, neuvottelutiloihin ja aulatiloihin suunnitellaan jäähdytysjärjestelmä. Rakennuksen suunnittelussa tulee ottaa huomioon työntekijöiden viihtyvyys ja taata heille hyvät sisäilmaolosuhteet vuodenajasta riippumatta.

Kohteeseen suunnitellaan koneellinen ilmanvaihto jäähdytyksellä, vesi- ja viemärlaitteistot sosiaalitaloja varten sekä lämmitysjärjestelmä. Rakennuksen jäähdytys toteutetaan ilmastointipalkeilla ja tuloilmaa jäähdyttämällä. Jäähdytysvesi tuotetaan vedenjäähdytyskoneella.

Aiemmin tontille rakennetun toimistorakennuksen suunnittelun yhteydessä on tehty KVV-asema-kuva, josta saadaan rakennukseen tulevien viemäri-, vesijohto ja kaukolämpöliitoksien sijainti.

Rakennus suunnitellaan täyttämään Suomen rakentamismääräyskokoelman vähimmäisvaatimukset. Suunnittelun työkaluina käytetään CADMATIC-suunnitteluohjelmaa, IDA ICE -simulointiohjelmaa ja eri valmistajien mitoitusohjelmia.

2 KÄYTTÖVESI JA VIEMÄRIJÄRJESTELMÄT

Käyttövesi- ja viemärijärjestelmä suunniteltiin käyttämällä ympäristöministeriön vuonna 2018 julkaisemaa asetusta 1047/2017 vesi- ja viemärlaitteistoista (1). Vesi- ja viemärlaitteistojen suunnittelutyö tehtiin CADMATIC-suunnitteluohjelmalla.

2.1 Käyttövesi

Käyttövesiverkosto toteutetaan ensimmäisessä kerroksessa alajakoisesti muoviputkella ja toisessa kerroksessa yläjakoisesti kupariputkella. Kalusteiden kytkennät tehdään hanakulmarasioilla. Kohteeseen tulee yhteensä neljä pikapalopostia, kaksi kumpaankin kerrokseen. Nämä liitetään kylmävesiputkistoon. Alakertaan tulee kaksi käyttövesijakotukkaa, joiden syöttöputket ovat kuparia ja jotka tuodaan yläjakoisesti jakotukille. Jakotukeilta vesikalusteille kulkevat putket ovat 15 mm pex-putkea suojaputkessa. Kylmävesiputket asennetaan alempaan lämpöeristekerrokseen ja lämminvesiputket ylempään lämpöeristekerrokseen. Putkien mitoituksessa noudatetaan ympäristöministeriön asetuksen mitoitusohjeita. Virtausnopeus saa olla jakojohdoissa maksimissaan 2,0 m/s ja kytkentäjohdoissa 3,0 m/s. Kalusteelta saatava virtaama saa olla 70–150 % kalusteen normivirtaamasta. (2.)

Asetuksen (1047/2017 § 6) mukaan kylmän veden lämpötila saa olla laitteistossa enintään 20 °C. Vähintään 8 tunnin käyttämättömän ajanjakson jälkeen veden lämpötila saa olla enintään 24 °C. (1.) Tässä kohteessa yläjakoiset kylmävesiputket eristetään, jotta vältetään veden lämpiämiseltä. Alajakoiset kylmävesiputket kulkevat alemmassa lämmöneristeessä lähellä alapohjaa missä lämpötila ei pääse nousemaan.

Lämpimän veden tulee olla asetuksen 1047/2017 mukaan kalusteella minimissään 55 °C ja maksimissaan 65 °C. 55-asteista vettä tulee saada kalusteelta 20 sekunnin odotuksen aikana. (1.)

Kohteen pikapaloposteihin asennetaan asetuksen 1047/2017 vaatimalla tavalla takaiskuventtiilit (1). Käyttövesiverkoston mitoituksessa tulee ottaa huomioon pikapalopostien normivirtaama. Kohteeseen suunniteltiin pikapalopostit 20 mm:n letkulla. Pikapalopostien normivirtaamaksi tuli tästä syystä 1,7 dm³/s (taulukko 1).

TAULUKKO 1. Pienin nimellisvirtaama kylmävesijohdossa, johon liittyy pikapaloposti (2, s. 38)

Letkun sisähalkaisijan nimellismitta d (mm)	Virtaama yhdelle pikapalopostille q (dm ³ /s)	Yhteisvirtaama useammalle pikapalopostille q (dm ³ /s)
20	0,85	1,70
25	1,70	3,40

Putkikokojen valintaan ja verkoston tasapainottamiseen käytettiin CADMATIC-ohjelmaa. Ohjelmasta saadaan tietoa verkostosta ja sen toimivuudesta. Verkoston tasapainotuksesta saadaan taulukkotietoa, josta nähdään verkoston painehäviö, suurin odotusaika ja virtaamat kalusteille (taulukko 2).

TAULUKKO 2. Käyttövesiverkoston tasapainotuksen tulos

1: KV/LV ()

KV/LV:	
Käytettävissä oleva painetaso vesimittarin jälkeen	335 kPa
Jakolinjan mitoitusvirtaama	1.70 l/s
Kalusteiden normivirtaamien summa KV/LV	3.80/1.90 l/s
Kalusteiden mitoitusvirtaama KV/LV	0.58/0.45 l/s
Pienin kalustevirtaama	88%
Suurin kalustevirtaama	147%
Suurin LV odotusaika	16.4 s
LVK:	
LVK-verkoston virtaus	1128 l/h
LVK-verkoston kokonaispainehäviö	19 kPa
LVK-verkoston putkien yhteispituus (sis LV)	74 m
LVK-patterien yhteisteho	0 W
PPP:	
PPP-verkoston virtaus	1.70 l/s

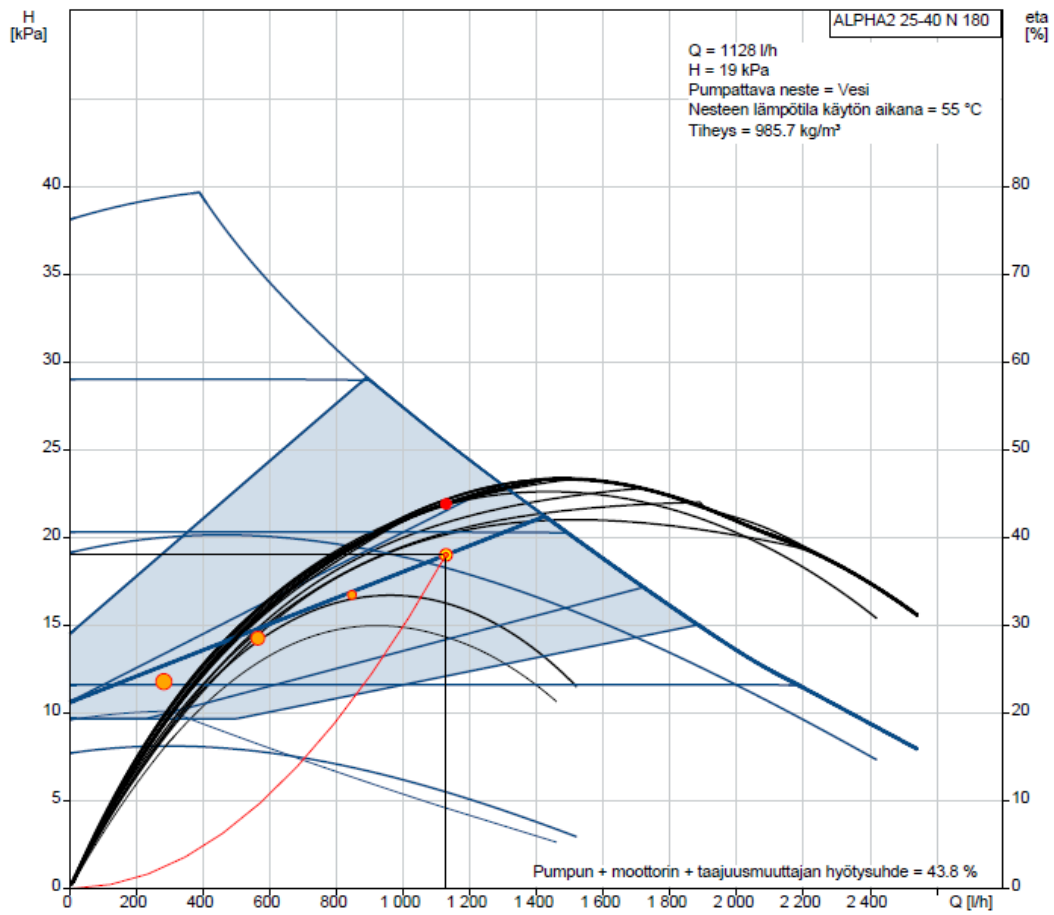
2.2 Lämpimän käyttöveden kierto

Lämpimän käyttöveden kierrolla pidetään huolta siitä, että lämpimän veden lämpötila ei pääse laskemaan alle 55 °C:n ja lämpimän käyttöveden odotusaika ei kasva liian suureksi (2). Normaalisti käytetään kierron lämpötilana 58 °C:ta.

Lämpimän käyttövedenkiertojohdot suunniteltiin yläjakoisena. Ensimmäisessä kerroksessa vain kauimmaiselle jakotukille tarvitsi kierron. Lisäksi toiseen kerrokseen vietiin kiertojohto käyttövesilinjan päähän. Kiertojohdon mitoitusperusteena käytettiin nopeutta, joka ei saa ylittää 0,5 m:ä/s (2). Kiertojohdon jatkuvan virtauksen takia suurempi nopeus aiheuttaisi kupariputken kulumista.

2.3 LVK-pumppu ja mitoitus

Kun käyttövesiverkosto on valmis, suunnitteluohjelma antaa mitoitus tulokset, joista käy ilmi LVK-verkoston kokonaispainehäviö ja virtaama (taulukko 2). Näillä tiedoilla voidaan valita verkostoon pumppu. Pumpun valinnassa käytettiin Grundfosin omaa valintaohjelmaa. Pumpuksi valittiin Grundfos Alpha2 25–40 N 180. Kuvassa 1 on esitetty pumpun toimintapiste verkostossa.



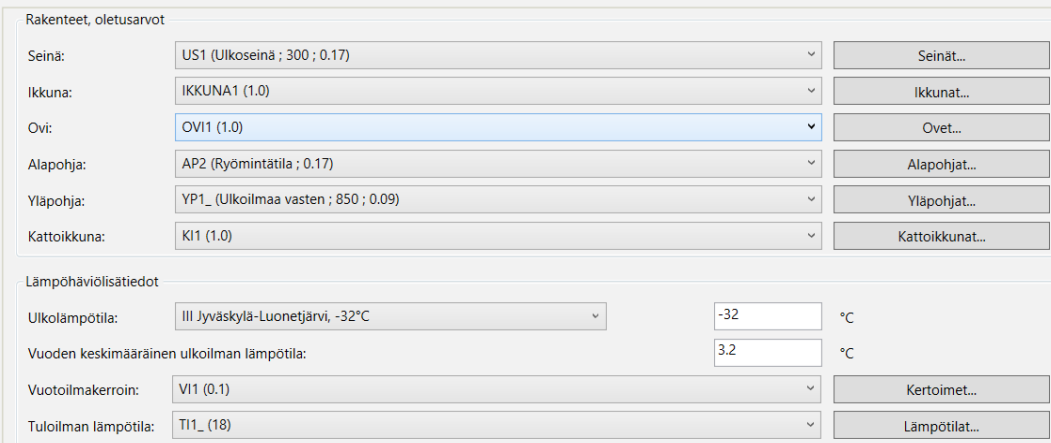
KUVA 1. LVK-pumpun toimintapiste

3 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT

Kohteen lämmitys tuotetaan kaukolämmöllä ja sähköllä. Lämmönjako toteutetaan lattialämmityksellä ja sähköpattereilla. Kohteeseen tehtiin dynaaminen simulointi IDA ICE -simulointiohjelmalla. Kohteen kahteen ilmanvaihtokoneeseen tulee lämmityspatterit. Lattialämmitys suunnitellaan lämpötilaerolla 35/30 ja iv-lämmitys 50/30. Lattialämmitys suunnitellaan vain jakotukeille asti, josta ti-laajan valitsema lattialämmityksen toimittaja suunnittelee eteenpäin.

3.1 Lämpöhäviöt

Lämmitystehontarve laskettiin käyttämällä CADMATIC-ohjelmaa ja tarkasteltiin dynaamisella simuloinnilla. CADMATIC-ohjelmaan annetaan kohteen projektitiedot (kuva 2).



Rakenteet, oletusarvot		
Seinä:	US1 (Ulkoseinä ; 300 ; 0.17)	Seinät...
Ikkuna:	IKKUNA1 (1.0)	Ikkunat...
Ovi:	OVI1 (1.0)	Ovet...
Alapohja:	AP2 (Ryömintätäila ; 0.17)	Alapohjat...
Yläpohja:	YP1_ (Ulkoilmaa vasten ; 850 ; 0.09)	Yläpohjat...
Kattoikkuna:	KI1 (1.0)	Kattoikkunat...

Lämpöhäviölisätiedot		
Ulkolämpötila:	III Jyväskylä-Luonetjärvi, -32°C	-32 °C
Vuoden keskimääräinen ulkoilman lämpötila:		3.2 °C
Vuotoilmakerroin:	V11 (0.1)	Kertoimet...
Tuloilman lämpötila:	TI1_ (18)	Lämpötilat...

KUVA 2. Projektitietojen syöttö

Projektitietoina suunniteltavassa kohteessa käytettiin asetuksen mukaista mitoitusulkolämpötilaa -32°C vyöhykkeelle 3 (kuva 3) (3). Tuloilman lämpötilana käytettiin 18°C :ta. Rakenteiden u-arvot saatiin arkkitehdiltä. U-arvoina käytettiin seuraavia arvoja:

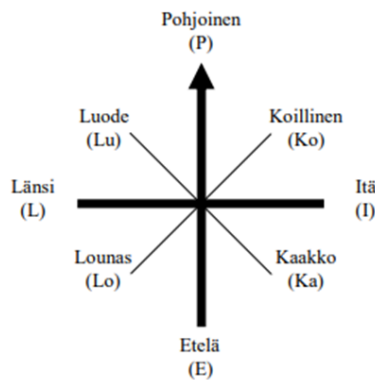
- alapohja $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$
- yläpohja $0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ulkoseinät $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$

- ikkunat 1,00 W/m²K
- ovet 1,00 W/m²K.

Rakennuksen lämpöhäviöiksi saatiin keskimäärin 31 W/m² ja kokonaislämpöhäviöiksi 33,1 kW.

Selostus

Testivuoden tunnitaiset säätiedot eri säävyöhykkeille on saatavissa esimerkiksi ympäristöministeriön www-sivuilta.



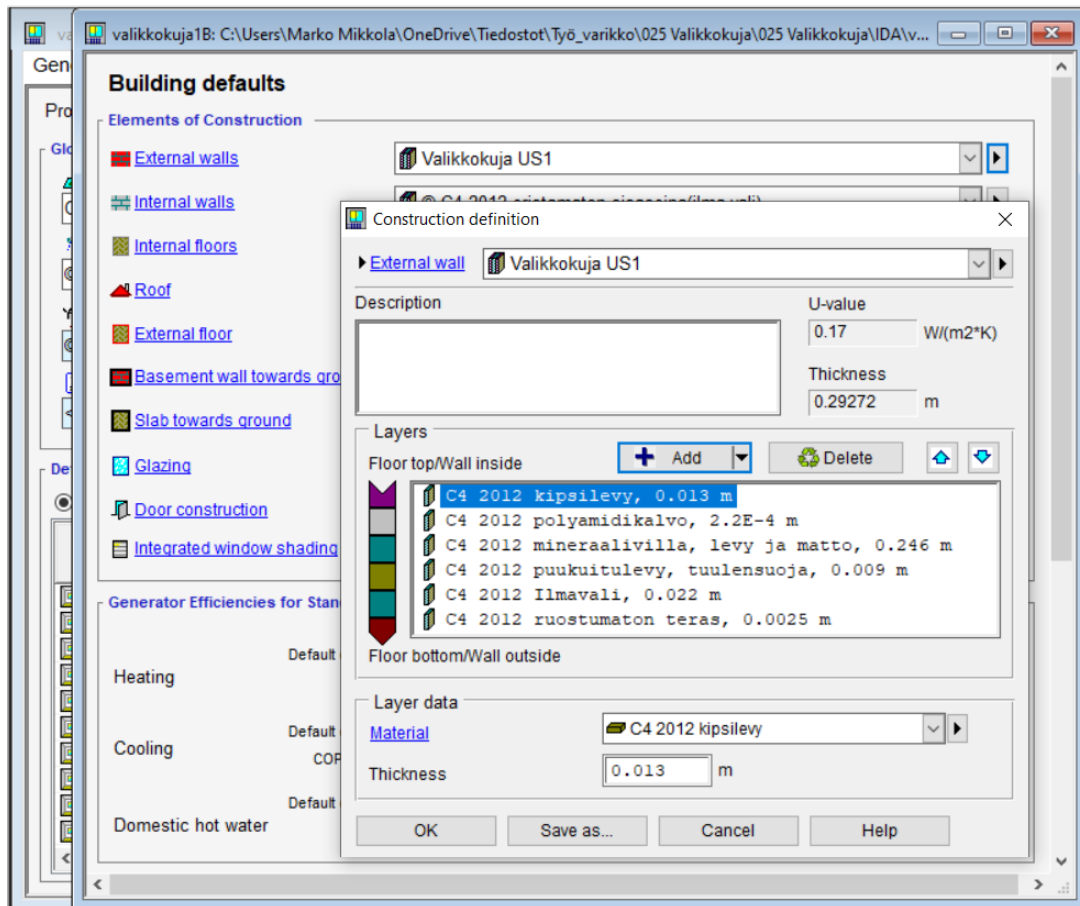
Kuva L2.1. Säävyöhykkeet.

<i>Taulukko L2.1. Mitoittavat ja keskimääräiset ulkoilman lämpötilat eri säävyöhykkeillä.</i>		
Säävyöhyke	Mitoittava ulkoilman lämpötila, °C	Vuoden keskimääräinen ulkoilman lämpötila, °C
I	-26	5,3
II	-29	4,6
III	-32	3,2
IV	-38	-0,4

KUVA 3. Mitoittavat ulkolämpötilat (3, s. 11).

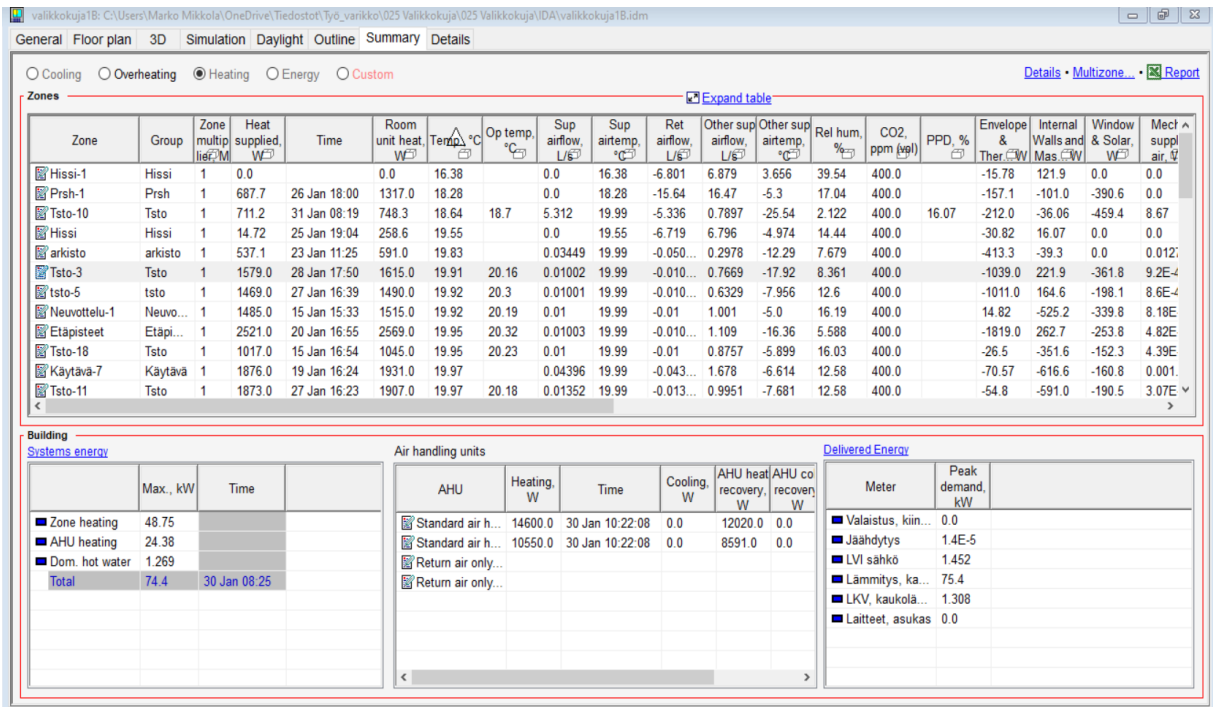
3.2 Dynaaminen simulointi

Kohteen lämmitysjärjestelmä testattiin simuloinnilla IDA ICE -ohjelmassa. Ohjelmaan syötetään rakennuksen IFC-malli ja rakennetiedot (kuva 4). Lisäksi jokaiseen tilaan annetaan tieto lämmitysjärjestelmästä ja sisäisistä kuormista.

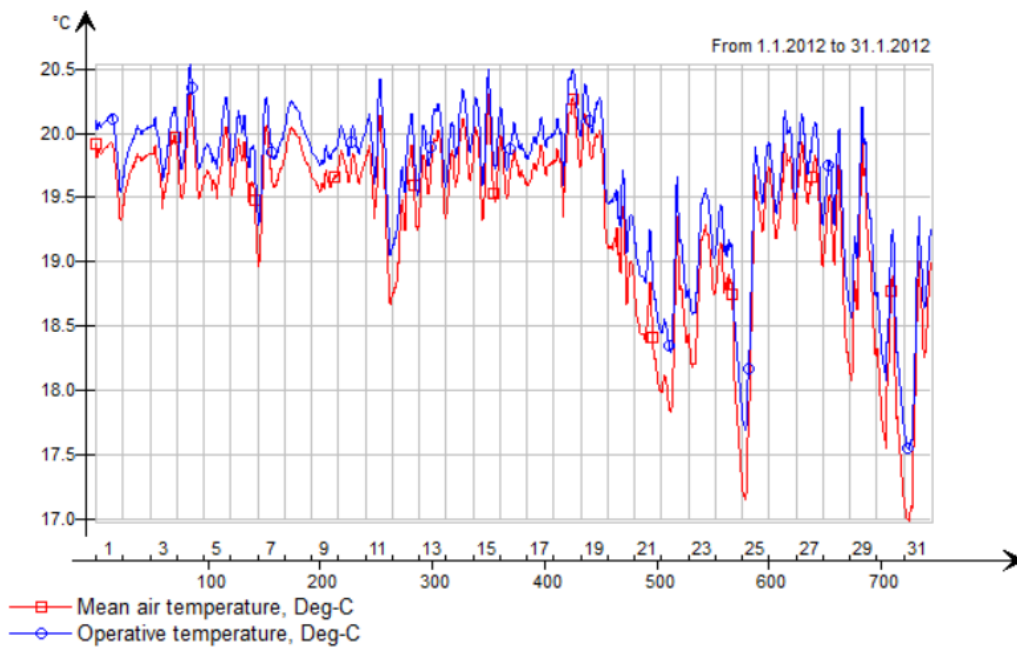


KUVA 4. Rakennetietojen syöttö IDA ICE: en

Ohjelma käy läpi testivuoden jokaisen päivän olosuhteen ja laskee lämpötilan huoneissa sekä tarvittavan lämmitysenergian. Saaduista tiedoista voidaan tulkita, tarvitseeko tilaan enemmän tai vähemmän lämmitystä tai mikä on yksittäisen huoneen lämpötila kylmimpänä päivänä (kuva 5 ja 6).

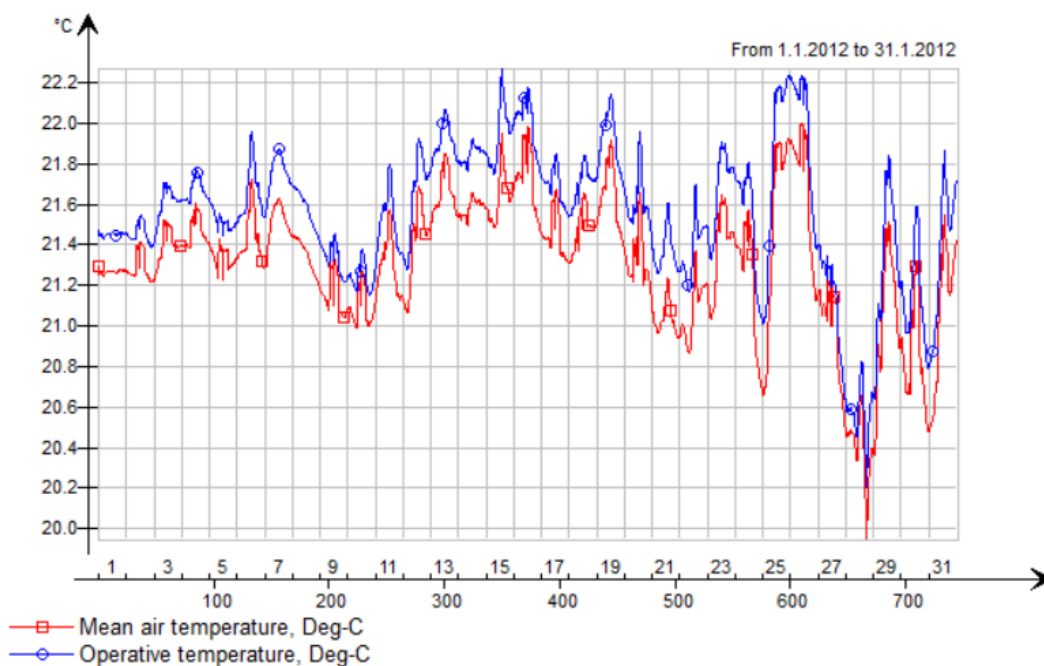


KUVA 5. Lämmitysjärjestelmän simuloinnin tuloksia



KUVA 6. Nurkkatoimiston lämpötila tammikuussa

Suunniteltavassa kohteessa ongelmaksi muodostui lattialämmitys ja sen lämmönluovutuskyky. Rakennuksen nurkkatoimistoissa, jotka ovat pinta-alaltaan n. 10 m², lattialämmityksellä ei saada selkeää tehoa, että se kattaisi koko huoneen lämmitystarpeen kylmimpinä aikoina (kuva 6). Suunnittelussa lattialämmityksen lämmönluovutustehon raja-arvona käytettiin 50 W/m². Ratkaisuksi valittiin sähköpatterit kattamaan puuttuva lämmitysteho, koska tiloja oli vain muutamia ja puuttuva teho ei ollut kovinkaan suuri. Tämä lämpötila on vuoden kylmimpänä aikana ja vain hetkittäinen. Patterilla saatiin lämpötila pysymään yli 20 °C (kuva 7).



KUVA 7. Lämpötila, kun tilassa on patteri ja lattialämmitys.

3.3 Lämmitysjärjestelmien suunnittelu

Lämmitysjärjestelmä suunnitellaan tässä tapauksessa vain jakotukeille asti. Lattialämmityksen toimittaja suunnittelee loput lämmitysjärjestelmästä. Suunnittelu aloitettiin valitsemalla jakotukeille paikat. Jakotukit pyrittiin sijoittamaan tasaisesti kumpaankin kerrokseen, jotta lattialämmitys put-

kisto olisi mahdollisimman helppo tehdä. Jakotukkien paikoissa otettiin huomioon myös huoletta-
vuus ja näkyvyys. Osa jakotukeista suunniteltiin seinään upotettavilla jakotukkikaapeilla ja osa
suunniteltiin näkyville teknisiin tiloihin.

Lämpöhäviöt jaettiin tasaisesti jakotukkien välillä. Jakotukkien syöttöjohdot suunniteltiin ensimmäi-
sessä kerroksessa alajakoisena muoviputkella ja toisessa kerroksessa siten, että syötöt vietiin en-
simmäisessä kerroksessa yläjakoisena jakotukin kohdalle ja nostettiin toiseen kerrokseen jakotuk-
kien vierestä välipohjan läpi. Näin säästettiin materiaalikuluissa ja turhissa putkivedoissa.

Iv-lämmityspattereiden putket suunniteltiin yläjakoisesti. Iv-pattereiden tehot saatiin ilmanvaihtoko-
neen valmistajan mitoituksista. Molempien verkostojen mitoitus ja tasapainotus tehtiin CADMA-
TIC-suunnitteluohjelmistolla. Ohjelmisto antaa verkostojen kokonaispainehäviön ja virtaaman (tau-
lukko 3).

TAULUKKO 3. Lämmitysjärjestelmien mitoitustulokset

3: LL (L1)

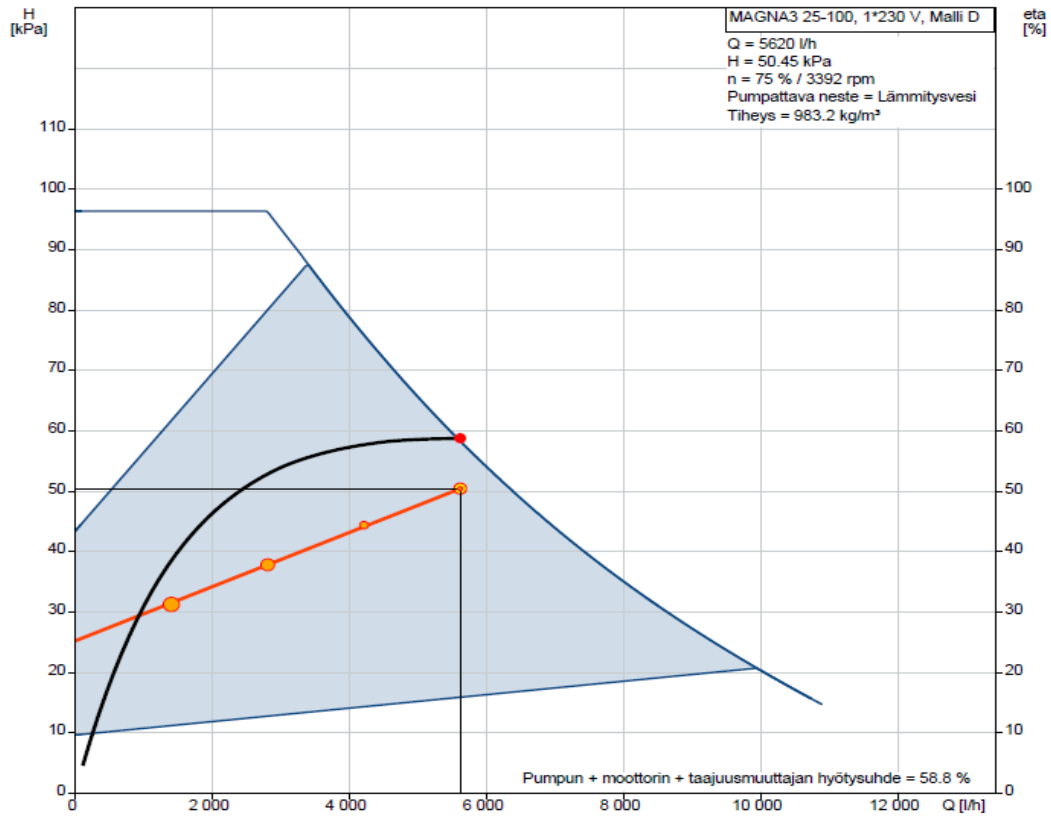
Kokonaisvirtaus:	5620 l/h
Kokonaispainehäviö (siirrin mukana):	50.45 kPa
Siirtimen painehäviö:	20.00 kPa
Verkoston neste:	Vesi
Nesteen mitoituslämpötilat:	35/30 °C

4: L_IV (L2)

Kokonaisvirtaus:	2695 l/h
Virtauspäiden yhteisteho:	61710 W
Kokonaispainehäviö (siirrin mukana):	48.12 kPa
Siirtimen painehäviö:	20.00 kPa
Verkoston neste:	Vesi
Nesteen mitoituslämpötilat:	50/30 °C

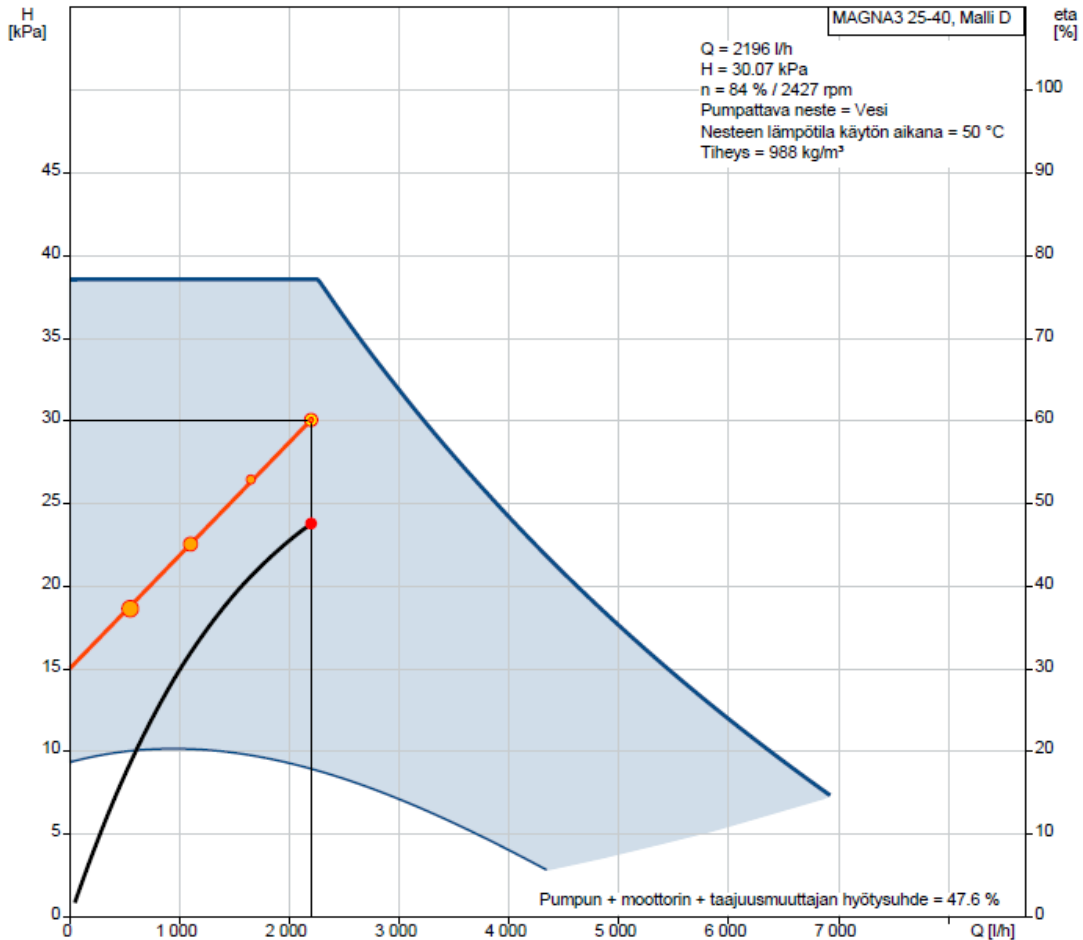
3.3.1 Kiertovesipumput

Lattialämmitysjärjestelmän pumppu valitaan suunnitteluohjelmasta saatujen kokonaispainehäviön
ja virtaaman perusteella. Pumpun mitoitus tehtiin Grundfosin mitoitusohjelmalla. LL-verkoston pai-
nehäviöksi saatiin 50,45kPa ja virtaamaksi 5620 l/h. Pumpuksi valittiin Grundfos Magna 3 25–100.
Kuvassa 8 on esitetty pumpun toimintapiste verkostossa.



KUVA 8. Lattialämmitysjärjestelmän kiertovesipumppu

Iv-verkoston pumpun mitoituksessa käytettiin samaa Grundfosin mitoitusohjelmaa. Suunnitteluohjelmasta saatiin iv-verkoston painehäviöksi 46 kPa ja virtaamaksi 2695 l/h, pumpuksi näillä tiedoilla valittiin Grundfos Magna 25–40. Kuvassa 9 on esitetty pumpun toimintapiste verkostossa.



KUVA 9. Iv-verkoston kiertovesipumppu

3.3.2 Paisuntasäiliön ja varoventtiilin mitoitus

Lämmitysjärjestelmien paisuntasäiliöt mitoitettiin LVI-kortin 11–10472 mukaan (4). Lattialämmitysverkoston tilavuus arvioitiin, koska tarkkaa tietoa lattialämmitysputkista ei tässä vaiheessa ollut. Putkiston tilavuuden arvioinnissa käytettiin 16 mm putkea ja putkipituutta 5 m/m². Tilavuudeksi arvioitiin 1230 l. Paisuntasäiliön nimellistilavuudeksi saatiin 50 l (kuva 10). Paisuntasäiliön mitoitus tulee tarkistaa, kun lattialämmityssuunnitelmat ovat valmiit. Ilmanvaihdon lämmitysjärjestelmän tilavuudeksi saatiin 220 l ja paisuntasäiliön nimellistilavuudeksi 25 l (kuva 10). Molempien järjestelmien varoventtiileiksi valittiin DN20 -venttiili avautumispaineella 3,0 bar.

LÄMMITYS_LL					
Vedelle tiheydellä 1000 kg/m ³		VO	1230 l		
		VL	7,749 l		
hverkosto	2,8 m	PE	0,62 bar(g)	YP	
Pylipainevarmuus	0,35 bar	Pmin	1,12 bar(g)	YP	
a (laajenemiskerroin)	0,63 %	Pmax	1,9 bar(g)	YP	
Psv	3,0 bar	PE	1,62 bar(a)	ABS	
Δpmin	0,5 bar	Pmin	2,12 bar(a)	ABS	
Δpmax	1,15 bar	Pmax	2,9 bar(a)	ABS	
ΔPalarajahälytys	0,2 bar	PSV	4,0 bar(a)	ABS	
ΔPylärajahälytys	0,2 bar	Palarajahälytys	0,82 bar(g)	YP	
		Pylärajahälytys	2,80 bar(g)	YP	
		V	39,8 l	Valitaan N50	
Hyötysuhde normaalipaineilla pitää olla alle 0,5		HTN=Hbru	0,43		
Hyötysuhde varoventtiilin paineella pitää olla alle 0,6		HT	0,59		
Säiliön vesitilavuus verkoston minimipaineella		VV	9,4 l		
LÄMMITYS_IV					
Vedelle tiheydellä 1000 kg/m ³		VO	220 l		
		VL	2,662 l		
hverkosto	4,5 m	PE	0,79 bar(g)	YP	
Pylipainevarmuus	0,35 bar	Pmin	1,29 bar(g)	YP	
a (laajenemiskerroin)	1,21 %	Pmax	1,9 bar(g)	YP	
Psv	3,0 bar	PE	1,79 bar(a)	ABS	
Δpmin	0,5 bar	Pmin	2,29 bar(a)	ABS	
Δpmax	1,15 bar	Pmax	2,9 bar(a)	ABS	
ΔPalarajahälytys	0,2 bar	PSV	4,0 bar(a)	ABS	
ΔPylärajahälytys	0,2 bar	Palarajahälytys	0,99 bar(g)	YP	
		Pylärajahälytys	2,80 bar(g)	YP	
		V	17,4 l	Valitaan N25	
Hyötysuhde normaalipaineilla pitää olla alle 0,5		HTN=Hbru	0,37		
Hyötysuhde varoventtiilin paineella pitää olla alle 0,6		HT	0,55		
Säiliön vesitilavuus verkoston minimipaineella		VV	3,8 l		

KUVA 10. Paisuntasäiliön mitoitus

4 JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄT

Kohteeseen suunniteltiin jäähdytys käyttäen ilmastointipalkkeja ja tuloilman jäähdytystä. Ilmastointipalkit suunniteltiin toimisto ja neuvottelutiloihin sekä tiloihin missä oleillaan. Ilmanvaihtokoneisiin suunniteltiin nestekiertoiset jäähdytyspatterit.

Kohteen jäähdytyksen suunnittelussa noudatettiin ympäristöministeriön asetuksen 1010/2017 §29 vaatimusta huoneen kesäajan lämpötilalle. Asetuksen mukaan huoneen lämpötila ei saa ylittää 25°C:ta käyttötarkoitukseluokissa 3–8 (taulukko 4) enemmän kuin 150 astetuntia kesäkuun 1. päivän ja elokuun 31. päivän välillä suunnitteluilma-tiloilla. Tämä on pystyttävä osoittamaan eri tilatyyppien lämpötilalaskennalla. (3.)

Asetuksen 1010/2017 mukaan rakennuksen kesäajan huonelämpötilan vaatimuksenmukaisuus on osoitettava lämpötilalaskennalla (3). Suunniteltavassa kohteessa tämä osoitettiin dynaamisen simuloinnin avulla. Tähän käytettiin IDA ICE -simulointiohjelmaa.

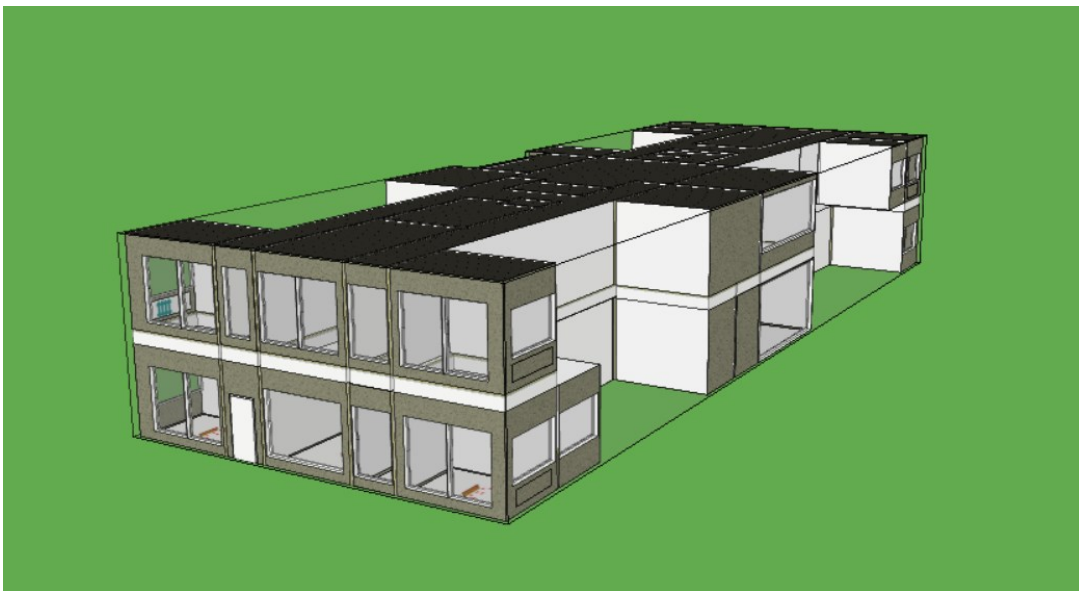
TAULUKKO 4. Rakennusten käyttötarkoitukseluokat (3, s. 3).

Käyttötarkoitukseluokka	E-luvun raja-arvo kWh _E /(m ² a)
Luokka 1) Pienet asuinrakennukset: a) Erillinen pientalo ja ketjutalon osana oleva rakennus, joiden lämmitetty nettoala (A_{netto}) on 50–150 m ² b) Erillinen pientalo ja ketjutalon osana oleva rakennus, joiden lämmitetty nettoala (A_{netto}) on enemmän kuin 150 m ² kuitenkin enintään 600 m ² c) Erillinen pientalo ja ketjutalon osana oleva rakennus, joiden lämmitetty nettoala (A_{netto}) on enemmän kuin 600 m ² d) Rivitalo ja asuinkerrostalo, jossa on asuinkerroksia enintään kahdessa kerroksessa	200–0,6 A_{netto} 116–0,04 A_{netto} 92 105
Luokka 2) Asuinkerrostalo, jossa on asuinkerroksia vähintään kolmessa kerroksessa	90
Luokka 3) Toimistorakennus, terveyskeskus	100
Luokka 4) Liikerakennus, tavaratalo, kauppakeskus, myymälärakennus lukuun ottamatta päivittäistavarakaupan alle 2000 m ² yksikköä, myymälähalli, teatteri, ooppera-, konsertti- ja kongressitalo, elokuvateatteri, kirjasto, arkisto, museo, taidegalleria, näyttelyhalli	135
Luokka 5) Majoitusliikeyrakennus, hotelli, asuntola, palvelutalo, vanhainkoti, hoitolaitos	160
Luokka 6) Opetusrakennus ja päiväkotit	100

4.1 Jäähdytystehontarpeen laskenta

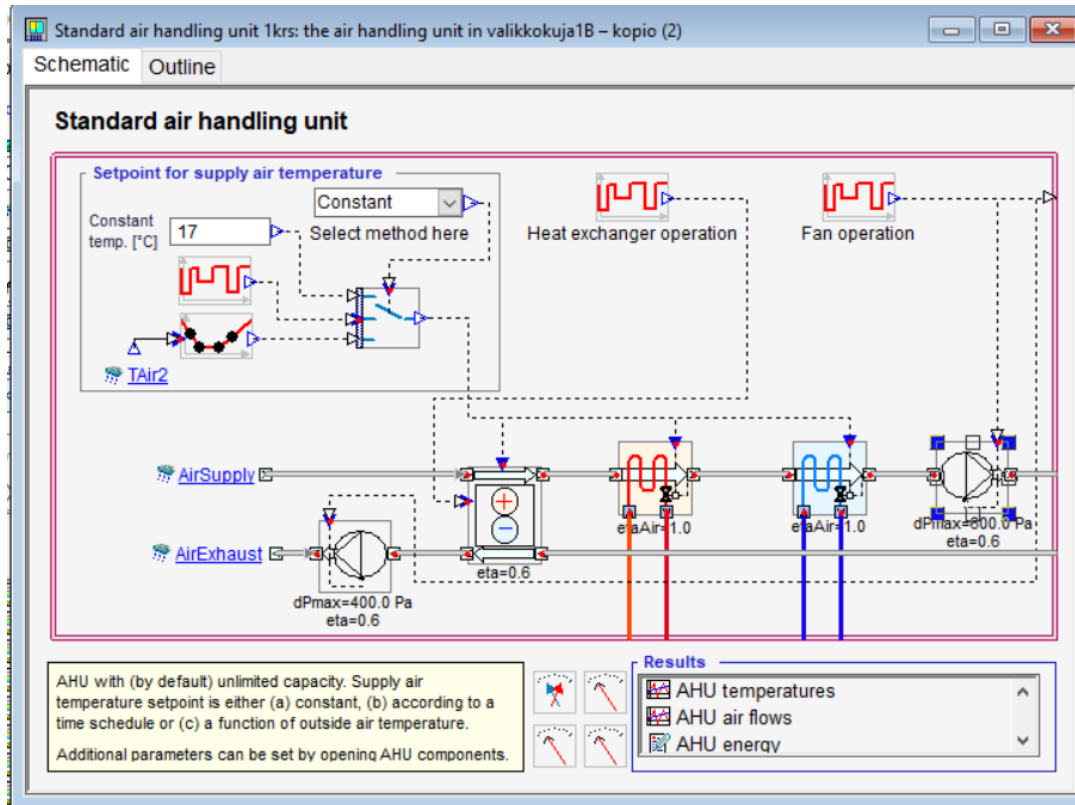
Jäähdytystehontarpeen laskennassa otetaan huomioon auringon, ulkoilman ja huoneen sisäisien kuormien vaikutus huoneen lämpötilaan. Kaikki lämpökuormat lasketaan yhteen ja saadaan jäähdytystehon tarve. Simulointiohjelmaa käytettäessä ohjelma huomioi nämä kaikki, kunhan lähtötiedot on syötetty oikein.

Suunniteltavan kohteen jäähdytystehon tarve tarkasteltiin käyttämällä IDA ICE -simulointisovellusta. Sovellukseen tuodaan kohteen IFC-malli ja tämä malli sijoitetaan oikeaan ilmastoon ja oikeaan ilmansuuntaan päin (kuva 11). Rakennukselle annettiin oikeat rakennetiedot, jotka saatiin arkkitehdiltä. Rakennuksen ikkunoiden g-arvona käytettiin 0,38 ja niihin lisättiin sälekaihtimet uloimpien lasien väliin. Sälekaihtimet laitettiin yllimmämmön tarkastelussa asentoon aina kiinni. Tämä ei ehkä ole se tilanne mikä vastaisi todellisuutta, mutta tällä saadaan helposti ja kustannustehokkaasti vähennettyä huoneeseen tulevaa aurinkokuormaa. Asiakasta on hyvä informoida asiasta, että laskennassa on käytetty tällaista arvoa. Ikkunat sisennettiin 10 cm, tällä vähennetään myös huoneeseen tulevaa aurinkokuormaa. Rakennuksen sisäisinä kuormina käytettiin ympäristöministeriön asetuksen asetusarvoja (3).



KUVA 11. Simuloitavien tilojen 3D-malli

Malliin luotiin ilmanvaihtokoneet ja jokaiseen tilaan laitettiin tieto suunnitteluilmavirrasta. Tuloilmalle annettiin lämpötila 17 °C ja lämpötilan nousu puhaltimessa 1 °C. Koneisiin lisättiin jäähdytyspatterit pitämään tuloilma halutun lämpöisenä (kuva 12).



KUVA 12. IV-koneen asetus IDA ICE:ssä

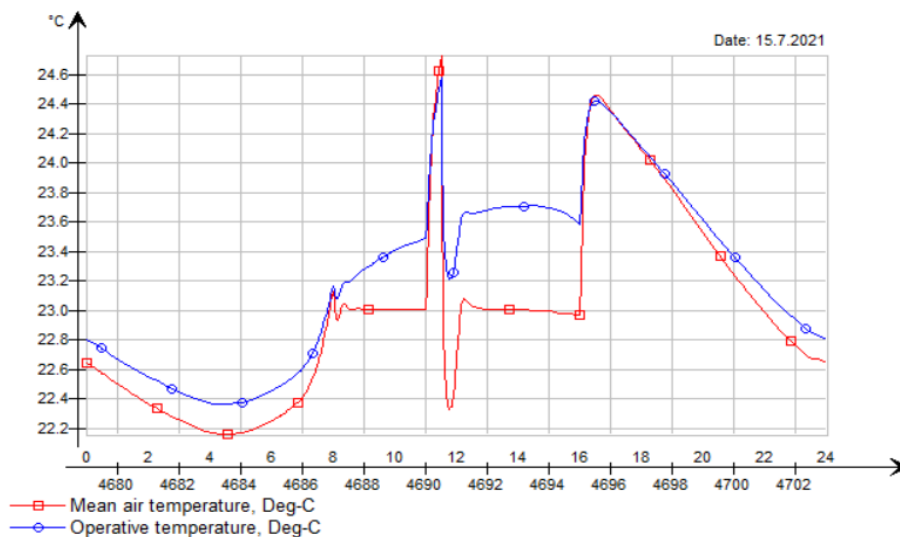
Kun kaikki asetusarvot on syötetty, ohjelmalla ajetaan ensimmäinen yllämpöä tarkasteleva simulaatio, jolla saadaan selville tilat, jotka tarvitsevat jäähdytystä. Kohteessa haastavimmiksi tiloiksi muodostuivat yllämmön kannalta nurkkatoimistot, joissa on seinä pinta-alaan nähden paljon ikkunapinta-ala. Nämä tilat lämpenivät ilman jäähdytystä yli sallitun 25 °C. Myös suuret tilat, joissa on ikkunapinta-ala paljon, lämpenivät yli sallitun.

Tiloihin, jotka lämpenivät liikaa, lisättiin jäähdytyslaitteita. Jäähdytyslaitteille annettiin kokemus peräin jäähdytysteho ja simuloitiin yllämpö uudestaan. Muutaman yrityksen jälkeen saatiin jäähdytystehot sellaisiksi, että astetuntisumma pysyi kaikissa tiloissa alle 150 ja tilojen lämpötilat olivat asetuksen mukaiset (kuva 13 ja 14). Kuvassa 13 on esitetty vain suurimpien astetuntisummien tilat.

Muissa tiloissa astetuntisumma oli nolla. Kuvassa 14 esiintyvät piikit lämpötilassa liittyvät toimiston käyttöaikoihin ja siihen miten työntekijöiden oletetaan toimivan toimistossa.

Jäähdytysajan astetuntis	Loc_Fi_T op1	Loc_Fi_T op2	Loc_Fi_T op3	Zone
110.3				Prsh
110.3				Prsh-1
50.1				Aula
21.6				LJH/SPK
18.6				Aula-1
17.3				Neuvottelu-1
11.7				Tsto-23
9.4				Tsto-12
5.7				Tsto-11
4.4				IVKH
4.1				IVKH-1
3.3				Etäpisteet
1.8				Tsto-24
1.7				Tsto-18
1.5				Puhelin-2
1.3				Tsto-17
1.0				Käytävä-7
0.8				arkisto
0.4				KÄYTÄVÄ
0.4				Käytävä-2
0.1				Tsto-9
0.0				neuvottelu
0.0				Tsto-1
0.0				Tsto-3

KUVA 13. Simuloinnin tuloksia IDA ICE:stä. Vasemmalla astetuntisumma.



KUVA 14. Nurkkatoimiston lämpötila kuumimpana päivänä

4.2 Vedenjäähdytys

Vedenjäähdytys suunniteltiin ulkoasenteisella vedenjäähdytyskoneella. Ulkoasenteisen vedenjäähdytyskoneen etuna on, että rakennuksen sisälle ei tule suuria koneita ja voidaan käyttää niiden vaatima tila muuhun. Suunniteltavassa kohteessa konehuoneet olivat suhteellisen pieniä ja niiden vaatima tila voidaan käyttää muulle tekniikalle. Näillä perusteilla päädyttiin ulkoasenteiseen vedenjäähdyttimeen. Valmistajaksi valittiin Chiller ja tuotteeksi Chiller Midipack-1 (kuva 15). Mitoitus koneelle tilattiin Chilleriltä. Mitoitus sisälsi kaiken aina tasaajasäiliöön asti. Kone mitoitettiin jäähdytysteholle 39 kW, joka saatiin kaikkien jäähdytyslaitteiden yhteen lasketusta tehosta. Veden lämpötilaerona käytettiin 7/12.

MIDIPACK-I



Pieniin jäähdytystarpeisiin

Ulkoasenteinen Rhoss MidiPACK-I (TCAITY) on portaattomasti säätävä ulkoasenteinen vedenjäähdytin. Soveltuu erityisesti pieniin jäähdytystarpeisiin tai järjestelmän laajennuksiin.

- Helposti asennettava laite integroidulla pumpulla ja valinnaisella säiliöllä
- Valinnaiset EC-puhaltimet ja pumpun ohjaus taajuusmuuttajalla
- Sisäänrakennettu master/slave-ohjaus

Kylmäaineena laitteessa toimii R410A. Laitte on saatavilla myös kylmäaineella R32, kysy lisää myyjiltämme.

Kylmäaine

R410A
R32

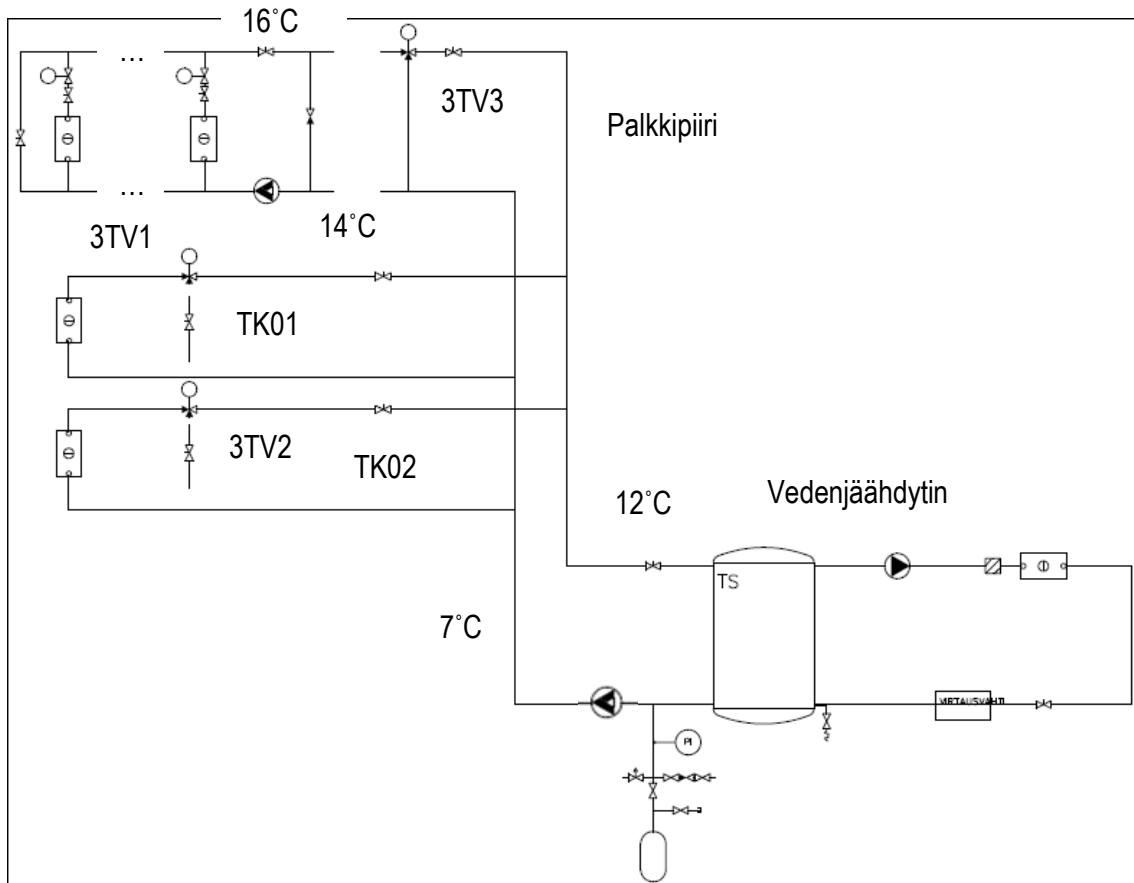
Tehoalue

Jäähdytys 20-60 kW

KUVA 15. Chiller Midipack-1 (5)

4.3 Ilmastointipalkkiipiiri

Rakennukseen suunniteltiin ilmastointipalkkijärjestelmä käyttäen vettä lämpötilaerolla 14/16. Haltonin ohjeessa kyseiselle palkille annettiin suotuisaksi menoveden lämpötilaksi 14–16°C (6). Palkkiipiirin jäähdytysvesi otetaan samasta järjestelmästä kuin ilmanvaihtokoneiden jäähdytyspatterit. Tämä vesi sekoitetaan 3-tieventtiilillä oikean lämpöiseksi (kuva 16).



KUVA 16. Järjestelmän periaatekuva

Palkkipiiri suunniteltiin yläjakoisena ja mitoitus tehtiin CADMATIC-suunnitteluohjelmistolla. Ilmas-
tointipalkkeihin suunniteltiin IMI Hydronic Engingeerin TBV-CM venttiilit (kuva 17). Kyseiseen vent-
tiiliin saatavalla toimilaitteella palkkeja voidaan ohjata huonelämpötilan mukaan.

TBV-CM



Maksimirajoitus- ja säätöventtiilit pienille päätelaitteille

Moduloivaan säätöön

KUVA 17. IMI TBV-CM venttiili (7)

Palkkipiirin kokonaisvirtaamaksi saatiin 12621 l/h ja painehäviöksi 45 kPa (taulukko 5).

TAULUKKO 5. Jäähdytysjärjestelmän mitoitustulokset

5: Jäähdytys_1 (J1)

Kokonaisvirtaus:	5472 l/h
Kokonaispainehäviö (siirrin mukana):	24.74 kPa
Siirtimen painehäviö:	20.00 kPa
Verkoston neste:	Vesi
Nesteen mitoitustilapötilat:	7/12 °C

1: Jäähdytys_palkit (J2)

Kokonaisvirtaus:	12621 l/h
Virtauspöiden yhteisteho:	0 W
Kokonaispainehäviö (siirrin mukana):	45.22 kPa
3TV Painehäviö	10.00 kPa
Verkoston neste:	Vesi
Nesteen mitoitustilapötilat:	14/16 °C

4.4 Laitevalinnat

Ilmastointipalkit valittiin Haltonin valikoimasta. Palkkien mitoittaminen tehtiin Haltonin sivuilta löytyvällä Halton HIT-sovelluksella. Tällä pystyttiin helposti valitsemaan juuri oikean kokoinen palkki jokaisen tilaan (kuva 18). Palkin koon valinnassa pyrittiin yhdenmukaisuuteen, eli valittiin mahdollisimman vähän erikokoisia palkkeja. Suunnitteleamalla vain muutaman kokoista palkkia rakennukseen, helpotetaan urakoitsijan työtä.

Jäähdytys		CBD/B-L1N-2000-1800		2005.10
Huone: 1 TSTO		Tuloilmavirta:	16 l/s	
Huoneen mitat:	2.7 x 3.7 x 2.8 m		1.6 l/(sm ²)	
Oleskeluvyöhyke:	h=1.8 m / dw=0.5 m	Tuloilman lämpötila:	19.0 °C	
Huoneilma:	23.0 °C / 50 %	Chamber pressure drop:	81 Pa	
Lämpökuormat:	-	Kokonaispainehäviö:	85 Pa	
Asennuskorkeus:	2.80 m	Laitteen äänenpainetaso:	< 20 dB(A) 10m ² sab	
Menoveden lämpötila:	14.0 °C	Kokonais äänenpainetaso:	< 20 dB(A)	
Paluueden lämpötila:	16.0 °C	Ilmateho:	77 W	
Vesivirta:	0.046 kg/s	Kokonaisjäähdytysteho:	464 W	
Vesiteho:	387 W		258 W/m, 46 W/m ²	
	215 W/m	Kastepistelämpötila:	12.0 °C	
Veden painehäviö:	1.6 kPa	Nopeudenrajoitin:	-	
		Säätöpellin avaus:	-	
		L _d :	-	
Nopeuspiste				
Suutinsuihku				
Suutinsuihku, isoterminen				
dt (suutinsuihkuhuone)				
Lämpölähteet ja niiden paikat voivat vaikuttaa suihkun nopeuteen sekä suuntaan.				
vlim = 0.20 m/s				

KUVA 18. Esimerkki ilmastointipalkin mitoitus tuloksesta

Palkit tulevat vain jäähdytyskäyttöön ja on tarkoitus asentaa alakattoon. Palkiksi valittiin Halton CBD-ilmastointipalkki, joka sopii hyvin tiloihin, joissa tarvitaan jäähdytystehoa paljon ja ilmavirrat ovat pieniä, kuten toimistot (kuva 19). Suunniteltavan kohteen ilmastointipalkkien yhteenlaskettu jäähdytysteho oli 14 kW.

Halton CBD – Ilmastointipalkki

Huomaamaton lopputulos käytettäessä Halton CBD:tä.

- Yhdistetty jäähdytys-, lämmitys- ja tuloilmalaite alakattoasennukseen.
- Vaihtoehtoisia kanava- ja vesiputkiliitäntöjä.



© Halton

KUVA 19. Halton CBD-ilmastointipalkki (6)

4.5 IV-jäähdytysverkosto

Ilmanvaihtokoneisiin suunniteltiin jäähdytyspatterit lämpötilaerolla 7/12. Jäähdytyspattereilla saadaan vähennettyä huoneisiin tulevaa lämpökuormaa ja huonelaitteilta vaadittavaa jäähdytystehoä. Ilmanvaihtokoneiden jäähdytysteho saatiin ilmanvaihtokoneen mitoitukselta. Ilmanvaihtokoneiden jäähdytystehoksi tuli yhteensä 24,5 kW. IV-koneiden jäähdytyspatterit liitettiin jäähdytysverkostoon ennen palkkipiiriin 3-tieventtiiliä (kuva 16).

4.6 3-tieventtiilit

Jäähdytysjärjestelmän 3-tieventtiilit valittiin Belimon valikoimasta. Venttiilit mitoitettiin Belimon verkkosivuilta löytyvällä venttiilinvalintaohjelmalla. 3-tieventtiilin mitoituksen laskukaavat on esitetty kaavoissa 1 ja 2.

KAAVA 1. Tavoite Kvs-arvon laskenta

$$Kvs_{3TV,tavoite} = \frac{q_v \left[\frac{m^3}{h} \right]}{\sqrt{\Delta p [bar]}}$$

$q_v = \text{tilavuusvirta (m}^3/\text{h)}$

$\Delta p = \text{Putkiston painehäviö (bar)}$

Valitaan Kvs-arvo läheltä saatua tavoite Kvs-arvoa

KAAVA 2. Valitun venttiilin painehäviö

$$\Delta p_{3tv} = \left(\frac{q_v \left[\frac{l}{s} \right] * 3,6}{Kvs} \right)^2 * 100 \text{ kPa}$$

Valitun venttiilin painehäviö lisätään verkoston painehäviöön ja lasketaan venttiilin auktoriteetti (kaava 3).

KAAVA 3. Venttiilin auktoriteetti.

$$\beta_{\Delta H} = \frac{\Delta p_{3TV} [kPa]}{\Delta p_{putkisto + \Delta p_{3TV}} [kPa]}$$

Δp_{3TV} = 3TV:n painehäviö (kPa)

$\Delta p_{putkisto}$ = Putkiston painehäviö (kPa)

Ilmanvaihtokoneiden 3-tieventtiileiden (3TV1 ja 3TV2) painehäviöksi valittiin jäähdytyspatterin painehäviötä lähellä oleva paine. Tällöin venttiilille saadaan hyvä auktoriteetti ja venttiili pystyy toimimaan verkostossa säätävän venttiilinä. Jäähdytyspatterin painehäviö saatiin iv-koneajosta. Alakeran ilmanvaihtokoneen jäähdytyspatterin painehäviö oli 8 kPa ja virtaama 0,59 l/s. Yläkerran ilmanvaihtokoneen jäähdytyspatterin painehäviö oli 6,4 kPa ja virtaama 0,52 l/s. Molempien ilmanvaihtokoneiden 3-tieventtiiliksi valittiin Belimo R3025-6P3-S2, Kvs-arvo 6,3 (kuva 20).



R3025-6P3-S2

Säätöpalloventtiili, 3-tie, DN 25, Sisäkierre, Rp 1", PN 40, ps 1600 kPa, kvs 6.3 m³/h, Väliaineen lämpötila -10...120°C

Listahinta 193,00 €

- 1 +

Lisää ostoskoriin

Lisää
projektiluetteloon

Jaa

KUVA 20. Ilmanvaihtokoneiden 3-tieventtiili (8)

Ilmastointipalkkiipiirin 3-tieventtiiliksi (3TV3) valittiin venttiili, jolla olisi auktoriteettia vaikeimpaan ja helpoimpaan palkkiin. Palkkiipiirin painehäviö oli 35,2 kPa ja virtaama 3,5 l/s. Näillä arvoilla venttiiliksi valittiin Belimo R3050-40-S4 Kvs-arvo 40 (kuva 21). Venttiilin painehäviöksi tuli 10 kPa ja auktoriteetti vaikeimpaan palkkiin 0,22 ja helpoimpaan 0,28.



R3050-40-S4

Säätöpalloventtiili, 3-tie, DN 50, Sisäkierte, Rp 2", PN 25, ps 1600 kPa, kvs 40 m³/h, Väliaineen lämpötila -10...120°C

Listahinta 543,00 €

- 1 +

Lisää ostoskoriin

Lisää
projektiluetteloon

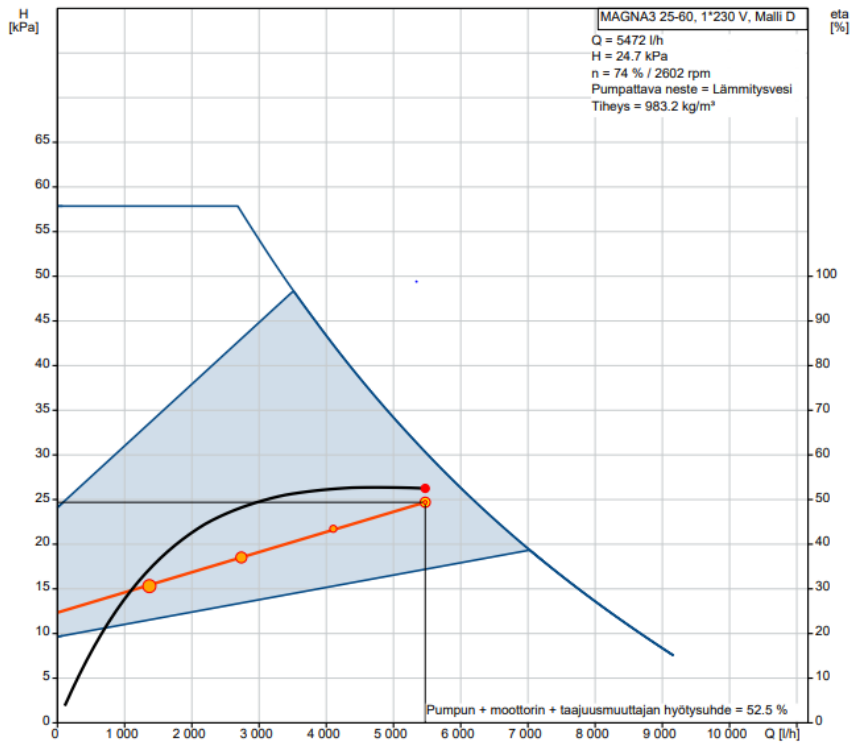
← Jaa

KUVA 21. Ilmastointipalkkipiirin 3-tieventtiili (8)

4.7 Kiertovesipumput

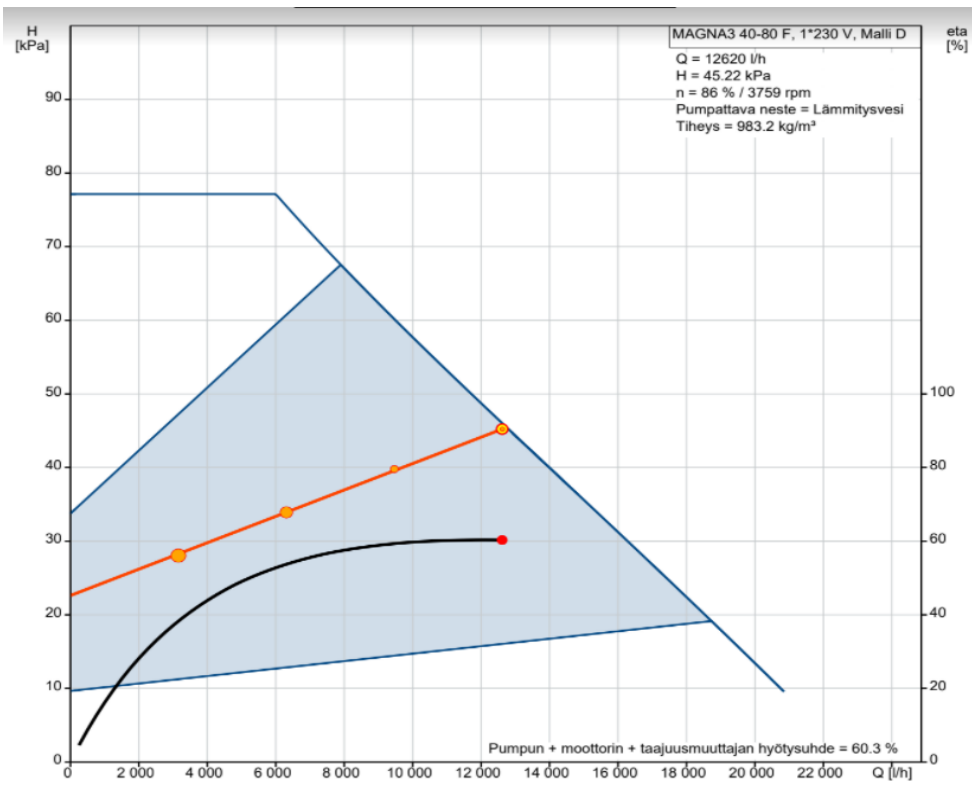
Jäähdytysjärjestelmän pumput valittiin käyttämällä Grundfosin mitoitusohjelmaa. Verkostoon tulee kaksi pumppua, joista toinen kierrättää vettä ilmanvaihtokoneiden jäähdytyspattereilla ja palkkipiirin 3-tieventtiilillä. Palkkipiirille tulee oma piiskapumppu.

Ensimmäisen pumpun virtaamaksi saatiin 5472 l/h ja painehäviöksi 24,7 kPa. Pumpuksi valittiin Grundfos MAGNA 3 25-60. Kuvassa 22 esitetty pumpun toimintapiste verkostossa.



KUVA 22. Grundfos MAGNA3 25-60 toimintapiste

Toisen pumpun virtaamaksi saatiin 12621 l/h ja nostokorkeudeksi 45 kPa. Pumpuksi valittiin Grundfos MAGNA3 40-80 F. Kuvassa 23 esitetty pumpun toimintapiste verkostossa.



KUVA 23. Grundfos MAGNA3 40-80 F toimintapiste

5 ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄT

Ilmanvaihdon suunnittelu tehtiin Ympäristöministeriön asetuksen 1009/2017 ja Finvacin oppaan (Opas ilmanvaihdon mitoittamiseen muissa kuin asuinrakennuksissa) mukaisesti (9;10). Kohteen suunnitelmat tehtiin CADMATIC-ohjelmistolla.

Kohteen ilmanvaihto toteutettiin kahdella ilmanvaihtokoneella ja kolmella huippuimurilla. Kumpikin ilmanvaihtokone palvelevat omaa palvelualueetta. Palvelualueet on jaettu kerroksittain. Ilmanvaihtokoneet sijaitsevat molemmat omissa IV-konehuoneissaan. Huippuimureilla toteutettiin hissikuilun, porrashuoneen ja alapohjan poistoilma.

Kohteessa on tiloja, joiden käyttö on epäsäännöllistä. Näihin tiloihin suunniteltiin muuttuvilmavirtainen järjestelmä, jossa ilmamäärää tilaan ohjataan säätöpelleillä. Säätöpeltejä ohjataan huoneen hiilidioksidipitoisuuden perusteella.

Koko toimistorakennus kuuluu yhteen palo-osastoon lukuun ottamatta teknisiä tiloja, yläpohjaa ja porrashuonetta, jotka ovat omaa palo-osastoaan. Kaikkiin palo-osaston lävistäviin kanaviin, jotka aukeavat eri palo-osastoon suunniteltiin palokatko. Palokatkona käytettiin joko palopeltiä tai palopeltiventtiiliä. Palo-osastosta toiseen kulkevat kanavat, jotka eivät avaudu palo-osastoon, suunniteltiin paloeristys.

Suunniteltavassa kohteessa panostettiin ääniteknisiin ratkaisuihin siinä määrin, että jokainen toimisto- ja neuvotteluhuone varustettiin desibeliovilla. Desibelioven tarkoitus on eristää ääntä ja on tästä syystä täysin tiivis, eikä tilaan saada siirtoilmaa. Tämä ratkaistiin tuomalla tulo- ja poistoilmaa jokaiseen desibeliovella varustettuun tilaan. Poistoilmakanaviin suunniteltiin äänenvaimentimet jokaiseen toimisto- ja neuvotteluhuoneeseen. Näillä äänenvaimentimilla pyritään estämään äänen kulkeutuminen tilasta toiseen. Kaikissa muuttuvilmavirtaisissa tiloissa ilmamääräsäätimen jälkeen suunniteltiin äänenvaimennin minimoimaan ilmamääräsäätimen aiheuttaman äänen kulkeutumisen tilaan.

5.1 Ilmamäärät

Ilmamäärien mitoituksessa käytettiin Ympäristöministeriön asetusta 1009/2017 ja Finvacin opasta (Opas ilmanvaihdon mitoitukseen muissa kuin asuinrakennuksissa) (9;10). Ilmamäärät mitoitettiin pääsääntöisesti neliöperusteisesti. Sosiaalityötiloissa käytettiin henkilöperusteista mitoitusta.

Rakennuksen tuloilmamääräksi tuli mitoituksessa 1483 dm³/s ja poistoilmamääräksi 1510 dm³/s. Kokonaisilmamääriin on laskettu mukaan rakennuksen kaikki ilmamäärät lukuun ottamatta alapohjan poistoilmaa. Rakennus suunniteltiin hieman alipaineiseksi. Mitoituksessa alipaineisuus oli 2 %.

Huippuimurilla varustettuihin tiloihin tuotiin tuloilmaa hyödyntämällä siirtoilmaa. Hissikuiluun suunniteltiin korvausilmäsäleikkö ensimmäiseen kerrokseen. Porrashuoneen korvausilma hoidettiin tuomalla ulkoa ilmaa, joka lämmitetään kanavapatterilla.

Rakennuksen alapohjaan oli suunniteltu ryömintätila, joka täytyy tuulettaa. Tämä hoidettiin huippuimurilla. Korvausilman alapohja ottaisi rakennuksen perustuksiin tehtävillä korvausilmareiteillä, jotka suunnittelee rakennesuunnittelija.

5.2 Ilmanvaihtokoneet ja huippuimurit

Kohteeseen suunniteltiin kaksi ilmanvaihtokonetta, jotka sijaitsevat omissa konehuoneissaan. Koneet valittiin Kairin valikoimasta ja mitoitus tehtiin heidän verkkosivuiltaan löytyvällä mitoitusohjelmalla. Molemmiksi ilmanvaihtokoneiksi valittiin Kair EcoCounter 3285 vastavirta LTO:lla. Koneiden SFP-luvut olivat 1,66 kW/(m³/s) ja 1,82 kW/(m³/s). LTO:n lämpötilahyötysuhteet olivat 82,1 % ja 81,6 %.

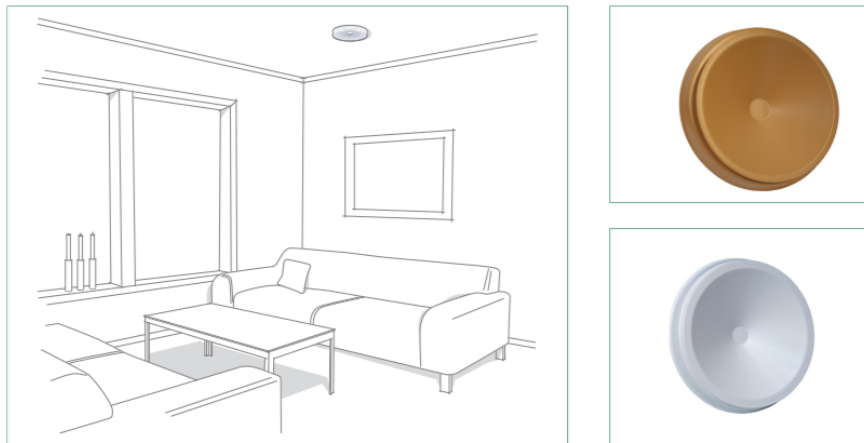
Kohteeseen suunniteltiin kolme huippuimuria, joilla hoidetaan hissikuilun, porrashuoneen ja alapohjan ilmanvaihto. Porrashuoneen ilmanvaihtoa ei voitu yhdistää muuhun ilmanvaihtoon palo-osaston takia. Huippuimureiksi valittiin Vilpe Eco125P/700 Flow hissikuiluun ja porrashuoneeseen ja Eco160P/700 Flow alapohjan ilmanvaihtoon.

5.3 Päätelaitteet

Päätelaitteet valittiin Haltonin ja Flaktwoodsien valikoimasta. Haltonilta valittiin ilmastointipalkit, jotka toimivat myös tuloilman päätelaitteena. Flaktwoodsilta valittiin tulo- ja poistoilmaventtiilejä. Päätelaittevalinnassa pidettiin mielessä päätelaitteen aiheuttama melu ja sen vaikutus työympäristöön. Päätelaitteet valittiin siten, että melutaso oli alhainen ja heittokuvio tilaan sopiva.

Tuloilmaventtiileinä käytettiin KTS-venttiilejä (kuva 24) ja DYBH-suutinhajotinta ATTD-tasauslaatikolla (kuva 25). Poistoilmaventtiileinä käytettiin KSO-venttiilejä (kuva 26), RHOH-suutinhajotinta ATTS-tasauslaatikolla (kuva 27), sekä muutamassa paloseinän lävistävässä kanavassa KSOF-palopeltiventtiiliä (kuva 28).

KTS ja KTSS Tuloilmaventtiilit



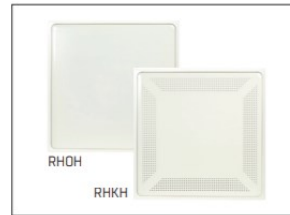
KUVA 24. KTS-Tuloilmaventtiili (11)



KUVA 25. Suutinhajotin DYBH + Tasauslaatikko ATTD (11)



KUVA 26. KSO-poistoilmaventtiili (11)



KUVA 27. Poistoilmahajotin RHOH + Tasauslaatikko ATTS (11)



KUVA 28. Sulkeutuva palopeltiventtiili KSOF (11)

5.4 Kanaviston suunnittelu

Ilmanvaihtokanavisto suunniteltiin asennettavaksi alaslaskuun kaiken muun tekniikan kanssa. Haasteena tässä oli kanavakoon sovitus sellaiseksi, että muukin tekniikka mahtuu samaan tilaan. Lisäksi kanavien risteilyä vältettiin suuremmilla kanavilla. Runkokanavia pyrittiin jakamaan pienempiin kanaviin mahdollisimman pian konehuoneen jälkeen. Kaikki runkokanavat suunniteltiin kulkevaksi käytävissä ja vältettiin kulkemasta suuren ilmamäärän kanavilla tilojen läpi, joissa mahdollista äänihaittaa ei haluttu.

Ilman virtauksen ja sen synnyttämän äänen takia kanavistossa käytettiin maksimi painehäviönä 1Pa/m ja virtausnopeutena runkokanavissa 6 m/s. Kanavisto pyrittiin suunnittelemaan niin, että suurempi ilmavirta haarakohdassa kulkee suoraan ja pienempi ilmavirta aina haaralla runkokanavasta.

6 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli suunnitella Ouluun rakennettavaan toimistorakennukseen toteutuskelpoiset LVI-suunnitelmat. Työssä kerrottiin suunnittelun eri vaiheista ja miten erilaisiin ratkaisuihin päädyttiin. Suunnitelmissa pyrittiin toteuttamaan toimiston tuleville käyttäjille mukavat ja viihtyisät työolosuhteet.

Rakennukseen tehdyllä dynaamisella olosuhdesimuloinnilla voitiin tarkastella suunniteltujen jäähdytys-, lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmien toimivuutta. Haastavaksi kyseisessä rakennuksessa muodostui kulmatoimistot ja niiden lämmitys sekä jäähdytys. Toimistot olivat pieniä pinta-alaltaan ja tästä syystä lattialämmitys ei riittänyt tilan lämmittämiseen. Kulmatoimistoissa oli myös paljon ikkunapinta-alaa, joka lisäsi huoneeseen tulevaa aurinkokuormaa ja tästä syystä tilat lämpenivät huomattavasti muita tiloja enemmän. Lämmityksen ongelmassa päädyttiin yksinkertaiseen ratkaisuun ja suunniteltiin tiloihin sähköpatterit. Jäähdytykseen liittyneet ongelmat oli helppo ratkaista suuremmilla ilmastointipalkeilla.

LÄHTEET

1. Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistosta 1047/2017. Hakupäivä 8.1.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171047>
2. Ympäristöministeriön asetus kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistoista D1/2007. Hakupäivä 9.1.2022. https://www.finlex.fi/data/normit/28208-D1_2007.pdf
3. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017. Hakupäivä 9.1.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171010>
4. LVI 11-10472. Paisuntajärjestelmän valinta ja mitoitus ohjeet. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 9.1.2022. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/LVI%2011-10472>(vaatii käyttäjälisenssin)
5. Chiller. Tuotteet. kylmävesiasemat. Hakupäivä 23.1.2022. <https://www.chiller.eu/fi/tuotteet/kylmavesiasemat-ulkoasenteiset/midipack-i-tcaity/>
6. Halton. Tuotteet. Ilmastointipalkit. Hakupäivä 23.1.2022. https://www.halton.com/fi/products/cbd-fi_fi/
7. IMI Hydronic. Tuotteet. säätöventtiilit. Hakupäivä 23.1.2022. <https://www2.imi-hydronic.com/fi/tuotteet-ja-ratkaisut/ta-balancing-and-control/saatoventtiilit/maksimirajoitus-ja-saatoventtiilit/tbv-cm/>
8. Belimo. Venttiilin mitoitus ja valinta. Hakupäivä 15.1.2022. https://www.belimo.com/fi/shop/fi_FI/sizing-and-selection
9. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1009/2017. Hakupäivä 8.1.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171009#Pidm45237815128832>
10. Finvac Ry. Opas ilmanvaihdon mitoitukseen muissa kuin asuinrakennuksissa. Hakupäivä 15.1.2022. https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Opas-ilmanvaihdon-mitoitukseen-muissa-kuin-asuinrakennuksissa_2019b-D9B578DC_66D4_44BC_B1AE_DCAB875D5907-144726.pdf/9f1ca28e-57de-3fa4-5388-a00f4d973afb/Opas-ilmanvaihdon-mitoitukseen-muissa-kuin-asuinrakennuksissa_2019b-D9B578DC_66D4_44BC_B1AE_DCAB875D5907-144726.pdf?t=1603260098252
11. FläktGroup. Ilman hallinta ja huonelaitteet. Hakupäivä 15.1.2022. <https://www.flaktgroup.com/fi/products/ilman-hallinta-ja-huonelaitteet/ilmanvaihtoventtiilit/>