

Eetu Niemelä

**OULUN YLIOPISTOLLISEN SAIRAALAN TALOTEKNIIKAN KÄYTTÖÖNOTTO-  
SUUNNITELMA**

# OULUN YLIOPISTOLLISEN SAIRAALAN TALOTEKNIIKAN KÄYTTÖÖNOTTO- SUUNNITELMA

Eetu Niemelä  
Opinnäytetyö  
Kevät 2021  
Talotekniikan tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Talotekniikan tutkinto-ohjelma

---

Tekijä: Eetu Niemelä

Opinnäytetyön nimi suomeksi: Oulun yliopistollisen sairaalan talotekniikan käyttöönottosuunnitelma

Opinnäytetyön nimi englanniksi: Deployment Plan of HVAC Systems in the Oulu University Hospital

Työn ohjaaja: Martti Rautiainen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2021

Sivumäärä: 70 + 3 liitettä

---

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli koota yhteen vaiheet, joita LVI-puolen käyttöönottosuunnitelman toteutus edellyttää Tulevaisuuden sairaala 2030 projektin ensimmäisessä vaiheessa. Tässä vaiheessa talotekniikan pääurakoitsijana toimii Aro Systems Oy, joka on tämän työn tilaaja. Työssä selvitettiin ja koottiin ohjeet taloteknisten laitteiden käyttöönottoon saattamiseksi.

Nykykaiseen LVI-puolen sairaalatekniikkaan kuuluu mm. juomavesihygienia\* (GF piping systems, Hycleen), RO-laitteisto\* (Hyxo, käänteisosmoosi ja UV-laitteisto), kostutinlaitteisto\* (Hedtec, Carel-höyrykostuttimet), kylmäteknikka\* (Koja, veden- ja nesteenjähdyttimet), (Chiller, puhallin-konvektorit ja vakioilmastointikoneet), lämmitystekniikka (Gebwell, lämmönjakokeskukset), (Lindab, säteilijät), lämmöntalteenotto (Koja, ilmanvaihdon LTO-laitteisto) ja talotekniikan pumput (Kolmeks). \*-merkinnällä merkityt tekniikan osa-alueet ovat pääaiheita, joihin perehdytään tarkemmin

Opinnäytetyössä hyödynnettiin lähteinä A-allianssin yhteisiä toimintasuunnitelmia, ajantasaisia määräyksiä sekä laitevalmistajien asennus- ja käyttöohjeita. Työn aikana laitevalmistajien ja allianssin muiden osapuolien kanssa käytiin aktiivista neuvottelua, jonka avulla voitiin varmistua ohjeiden ajantasaisuudesta.

Lopputuloksena työssä tuli esiteltä tärkeimpien taloteknisten laitteistojen toiminta- ja asennustavat perusteellisesti. Työtä pystytään hyödyntämään tukena taloteknisissä asennuksissa projektin edetessä sekä siirryttäessä kohti onnistunutta luovutusvaihetta. Asennustavat ja menetelmät kehittyvät jatkuvasti työn edetessä, täten suunnitelmaakin pitää päivittää kehityksen mukana.

---

Asiasanat: talotekniikka, laadunvarmistus, käyttöönotto, sairaalarakentaminen

# SISÄLLYS

	TIIVISTELMÄ.....	3
	SISÄLLYS.....	4
1	JOHDANTO.....	7
2	SAIRAALAN JUOMAVESIHYGIENIA.....	9
2.1	Hycleen-juomavesihygienia.....	9
2.2	Laitteen rakenne ja toiminta.....	9
2.2.1	Säiliöt.....	11
2.2.2	Elektrolyysikammio.....	12
2.3	Järjestelmän kuljetus.....	13
2.4	Laitteen asennus.....	13
2.5	Laitteen käyttöönotto.....	14
3	RO-LAITTEISTO.....	16
3.1	RO-laitteiston sisältö.....	16
3.1.1	Käänteisosmoosilaitte.....	16
3.1.2	UV-laitteisto.....	18
3.2	Laitteen asennus.....	19
3.3	Laitteen käyttöönotto.....	20
4	ILMANVAIHDON KOSTUTTIMET.....	21
4.1	Carel HeaterStream -höyrykostuttimet.....	21
4.2	Erilaiset höyrykostuttimet.....	22
4.2.1	UR060HL104.....	23
4.2.2	UR053HL104.....	23
4.2.3	UR040HL104.....	23
4.2.4	UR027HL104.....	23
4.3	Höyryn muodostumien.....	24
4.4	Kostuttimien asennus.....	26
4.5	Höyrynjakotukit ja asennus.....	27
4.6	Kostuttimien käyttöönotto.....	30
5	SAIRAALAN KYLMÄTEKNIikka.....	31
5.1	Jäähdytyslaitteisto.....	31
5.1.1	T-kerros jäähdytyskonehuone.....	31

5.1.2	4. kerroksen ilmanvaihtokonehuone .....	32
5.1.3	Nesteenjäähdyttimet vesikatolla.....	33
5.2	Vedenjäähdyttimien asennus .....	34
5.2.1	VJK 401.1 & VJK 401.2 ensiöpuoli .....	36
5.2.2	VJK 401.1 & VJK 401.2 toisiopuoli.....	39
5.2.3	VJK 402 .....	41
5.2.4	VJK 403 .....	41
5.3	Nesteenjäähdyttimien asennus .....	42
5.3.1	A-401 nesteenjäähdyttimet .....	42
5.3.2	A-402 nesteenjäähdyttimet .....	43
5.3.3	A-403 nesteenjäähdyttimet .....	43
5.4	Veden- ja nesteenjäähdyttimien käyttöönotto.....	43
6	PUHALLINKONVEKTORIT JA VAKIOILMASTOINTIKONEET .....	45
6.1	Puhallinkonvektorit .....	45
6.1.1	Kattoasenteiset puhallinkonvektorit.....	45
6.1.2	Jalustalle asennettavat puhallinkonvektorit .....	47
6.2	Vakioilmastointikoneet.....	48
7	SÄTEILIJÄT .....	50
7.1	Säteilijäpaneelien asennus.....	50
7.2	Säteilijäpaneelien käyttöönotto.....	53
8	ILMANVAIHDON LÄMMÖNTALTEENOTTO.....	54
8.1	Lämmöntalteenoton asennus .....	54
8.2	Lämmöntalteenoton käyttöönotto .....	55
9	SAIRAALAN LÄMMITYSTEKNIikka.....	56
9.1	Lämmönjakokeskukset.....	56
9.1.1	T-kerros lämmönjakohuone .....	56
9.1.2	4. kerroksen konehuone.....	58
9.2	Lämmönjakokeskusten käyttöönotto.....	59
10	PUMPPUJEN KÄYTTÖÖNOTTO .....	60
10.1	Lämmityksessä käytetyt pumput .....	61
10.2	Jäähdytyksessä käytetyt pumput.....	61
10.3	Käyttövedessä käytetyt pumput.....	61
10.4	Pumppujen käyttöönotto.....	62
11	TEKNIIKAN LUOVUTUSTOIMENPITEET .....	63

11.1	Rakennusaikainen laadunhallinta.....	63
11.2	Luovutusvaiheen jälkeinen laadunhallinta .....	66
12	YHTEENVETO .....	67
	LÄHTEET.....	68
	LIITTEET	
	Liite 1 Ilmanvaihdon höyrykostuttimet	
	Liite 2 Puhallinkonvektorit ja vakioilmastointikoneet	
	Liite 3 LVI-pumput	

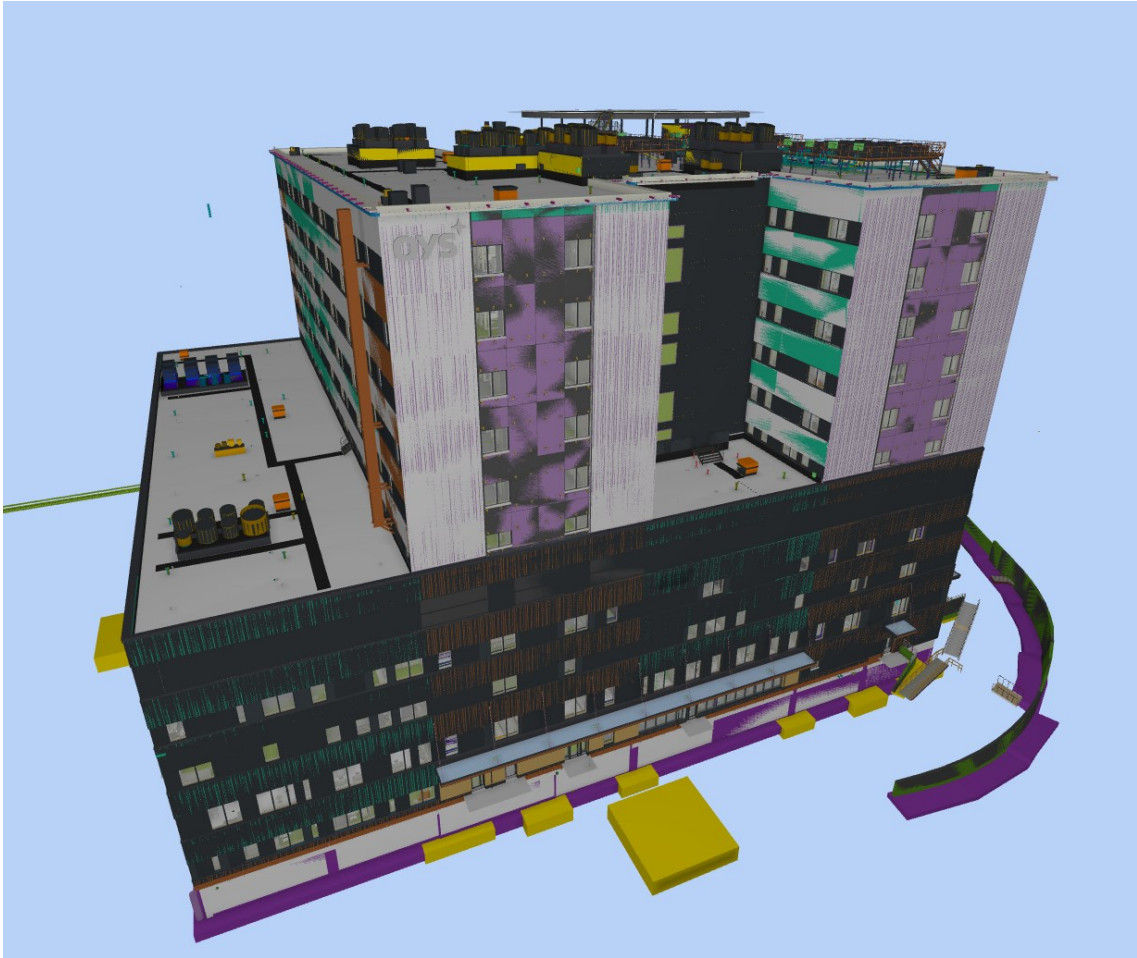
# 1 JOHDANTO

Ouluun rakennetaan uutta yliopistollista sairaalaa vanhan yliopistollisen sairaalan tilalle. Vanha yliopistollinen sairaala on rakennettu vuosina 1968–1974, joten sen elinkaari alkaa olemaan tiensä päässä, eivätkä tilat enää vastaa nykyaikaisen hoidon vaatimuksia. Tulevaisuuden sairaala 2030-uudistamisohjelma on aloitettu vuonna 2012. Sairaalan on tarkoitus nimensä mukaisesti olla maailman älykkäin sairaala valmistuessaan vuonna 2030. (1.)

Uudessa sairaalassa on valmistuessaan uusinta teknologiaa, modernit tilat ja ajantasainen henkilökunnan osaaminen, joilla taataan maailman paras hoito. Sairaalan uudistamisohjelman kokonaiskustannukset ovat n. 1,6 miljardia euroa. Uusi sairaala rakennetaan korvaamaan vanha sairaala ja se rakennetaan vanhan sairaalan kanssa samalle tontille. Vanhaa sairaalaa puretaan sitä mukaan kuin uutta sairaalaa otetaan vaiheittain käyttöön. Uuden sairaalan ensimmäisen vaiheen toteutus on aloitettu alkuvuonna 2019. Tavoitteena on, että ensimmäiset uudet tilat saadaan käyttöön vuoden 2023 aikana. Koko uudisohjelman olisi määrä olla valmis vuoteen 2030 mennessä. (1.)

Sairaalan rakennuksen 1.vaihe jakaantuu kahteen eri rakennukseen A ja B. Tämän työn tarkoituksena on koota yhteen vaiheet, joita onnistunut käyttöönotto edellyttää A-rakennuksen LVI-tekniikalle. Onnistunut käyttöönotto vaatii huolellisen suunnittelun, laitteistojen suunnitelmien mukaisen asennuksen, työn aikaisen laadunvalvonnan sekä oikein tehdyn dokumentoinnin. A-rakennuksen urakan laajuus on noin 58 560 brm<sup>2</sup>. Sen kokonaiskustannukset ovat noin 208 miljoonaa euroa, josta Aro Systemsin talotekniikan osuus on noin 58 miljoonaa euroa (2). (Kuva 1.)

Työn tilaajana on Aro Systems Oy, joka toimii A-allianssissa talotekniikan pääurakoitsijana. Aro Systems Oy on suomalainen talotekniikka-alan perheyrittäjä, joka on aloittanut toimimaan talotekniikka-alalla vuodesta 1954. Vuonna 2019 Aro Systemsin liikevaihto oli noin 74 miljoonaa euroa ja sen palveluksessa työskenteli noin 400 työntekijää. Aro Systemsillä on toimipaikkoja Helsingissä, Tampereella ja Oulussa. (3.)



KUVA 1. Tulevaisuuden sairaala 2030 A-rakennus tietomallissa (4)



## 2 SAIRAALAN JUOMAVESIHYGIENIA

Sairaalaolosuhteissa vaatimukset käyttöveden puhtaudelle ovat tärkeässä roolissa. Vaikka talousvesi Suomessa onkin varsin hyvälaatuista, sen laatu ei riitä esim. instrumenttien viimeisiin huuhteluihin sairaalaolosuhteissa. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus kertoo seuraavasti ”Talousvedessä ei saa olla pieneliöitä, loisia tai mitään aineita sellaisina määrinä tai pitoisuuksina, joista voi aiheutua terveyshaittaa ihmisille” (5, 4. §).

Tämän lisäksi sairaalaolosuhteissa on erityisen tärkeää poistaa kaikki ylimääräiset riskit infektioille, joita käyttöveden välityksellä voi levitä. Veden puhtauden varmistamiseksi käyttövesi pehmennetään ja desinfioidaan kalvoelektrolyysimenetelmällä heti rakennukseen tullessaan. Käyttövettä voidaan vielä jatkokäsitellä käyttötarpeen mukaan. Esim. höyrykostuttimille menevä vesi pehmennetään vielä uudelleen ja käsitellään käänteisosmoosimenetelmällä ja UV-valolla ennen sen päätymistä höyryksi ilmanvaihtokanavaan.

### 2.1 Hycleen-juomavesihygienia

GF Piping Systems Hycleen Des 30 industry on juomaveden desinfiointilaitteisto. Laitteisto koostuu vedenpehmentimestä, desinfiointilaitteesta ja annostelupumpusta. Laitteistolla tuotetaan kalvoelektrolyysimenetelmällä sähköisesti aktivoituvaa desinfiointiliuosta. Kalvoelektrolyysimenetelmässä käytetään pehmennettyä vettä ja ultrapuhdasta suolaa natriumhypokloriittia sisältävän desinfiointiliuoksen tuottamiseen. Laite annostelee annostelupumpulla valmista tuottamaansa desinfiointiliuosta vesijohtoputkistoon, jossa se tappaa putkistosta ja vedestä bakteerit, biofilmit sekä mikrobit.

### 2.2 Laitteen rakenne ja toiminta

Desinfiointiliuoksen valmistuksessa käytetään hyödyksi elektrolyysiteknologiaan perustuvaa kalvoelektrolyysia. Menetelmässä puoliläpäisevä kalvo erottaa tuotantosäiliössä anodin ja katodin puoleiset osat toisistaan. Tällä erottelulla mahdollistetaan säiliön osien välisen ioninvaihdon ja nestei-

den erottaminen toisistaan. Laitteistolla pystytään tuottamaan tuotantotilan mukaan samanaikaisesti sekä anolyyttiä että katolyyttiä tai pelkästään neutraalia anolyyttiä. Anolyytti on hapan desinfiointiliuos, jonka pH arvo on  $\leq 3$ . Anolyytillä on korkea energiapotentiaalinen (ORP)  $\geq +1,100$  mV (6, s14).

Desinfiointilaitteistolle tulee olla varattuna seinätilaa vähintään 3 m leveyttä ja 2 m korkeutta lattiapinnasta. Tilan johon laitteisto asennetaan, tulee olla varustettu tarpeellisella ilmanvaihdolla (20 %/h), sillä laitteesta voi käytön aikana erittyä pieniä määriä vety- ja kloorihöyryjä (6, s. 3.). (Kuva 2.)

Prosessille tulevan veden tulee olla kovuusluokaltaan alle 2 °dH. Kanta-Oulun alueella vesi on keskiarvoisesti 4,2 °dH, joten sitä tulee pehmentää entisestään vedenpehmentimellä (7).



#### Oheislaitteet

1	Virtalähde 230 VAC, 50 Hz
2	Järjestelmän sulkuventtiili
3	Veden pehennysyksikkö (ioninvaihdin)
4	Esisuodatin [5 µm]
5	Virtausmittari pulssilähtettimeillä
6	Hycleen Des 30 Standard-versio
7	Ilmanvaihto ulkoilmaan
8	Sulkuventtiilillä ja paluuvirtauksen estolla varustettu annosteluysikkö
9	Anolyytin annostelupumppu
10	Tyhjennysaukko
11	Seuranta ja valvonta: esim. vapaan kloorin pitoisuuden tai muiden juomavesiparametrien seuranta [ORP-arvo, pH-arvo, sähkönjohtavuus tai kokonaisklooripitoisuus]

KUVA 2. Hycleen Des 30 -periaatekuva (6, s.5)

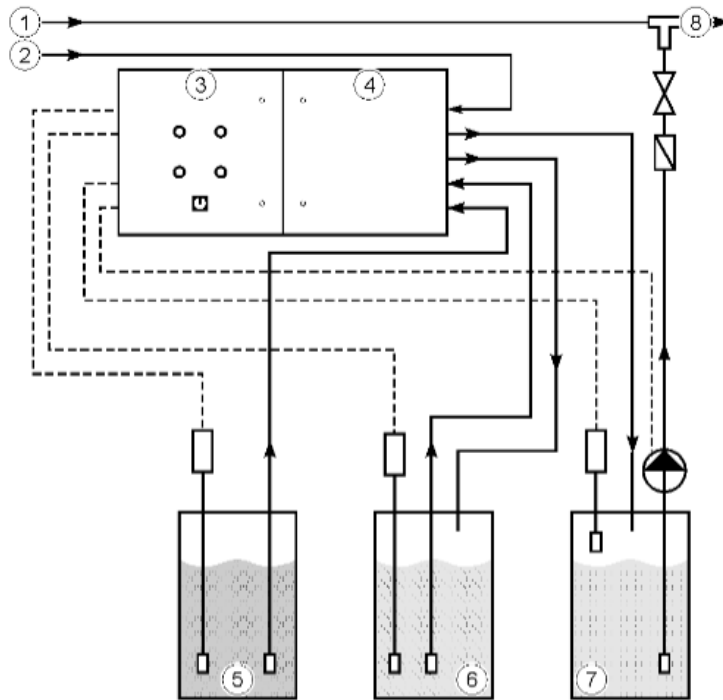
### 2.2.1 Säiliöt

Prosessikaapin alapuolella on kolme erilaista säiliötä, joista prosessi käyttää/tuottaa aineita. Ensimmäinen prosessissa käytettävä säiliö on puhdistusainetta varten eli järjestelmän orgaanista happoseosta varten (Calzid-Ex). Säiliön tilavuus on 60 l. Säiliöön kytketään uimurikytkintyyppisesti toimiva tasoanturi sekä imusuodattimella varustettu  $\varnothing 6$  mm:n imuletku (PE-LD), jotka yhdistetään prosessikaappiin.

Keskimmäisessä 100 l:n Salisol-säiliössä on ultrapuhdasta suolaa ja pehmenettyä vettä, josta muodostuu suolaliuosta. Salisol-säiliöön kytketään tasoanturi prosessikaapilta, suodattimella varustettu  $\varnothing 6$  mm:n ulostuloletku (PE-LD) prosessikaapilta ja  $\varnothing 8$  mm:n letku (PE-LD) prosessikaapilta säiliön vesiliitäntään. Säiliöön voidaan haluttaessa kytkeä ylimääräinen  $\varnothing 12$  mm:n ylivuotosuojausletku. Ylivuotosuojausletku kytketään säiliön sivussa sijaitsevasta letkuliitimestä jäteviemäriin.

Kolmannessa 120 l:n anolyytti/katolyytti-säiliössä on prosessin tuotantotilan mukaan joko anolyytin ja katolyytin seosta tai neutraalia katolyyttia. Anolyytti/Katolyytti-säiliöön kytketään kaasunpoistoputki,  $\varnothing 8$  mm:n anolyytin syöttöliitäntäletku (PVDF) prosessikaappiin,  $\varnothing 8$  mm:n anolyytin ulostuloletku (PVDF) annostelupumpun syöttöliitäntään. Säiliön ylivirtausventtiilistä voidaan tarvittaessa kytkeä  $\varnothing 8$  mm:n ylivirtausletku annostelupumpun ylivirtausventtiilille. (6, s. 13.) (Kuva 3.)

Asennuskaavio



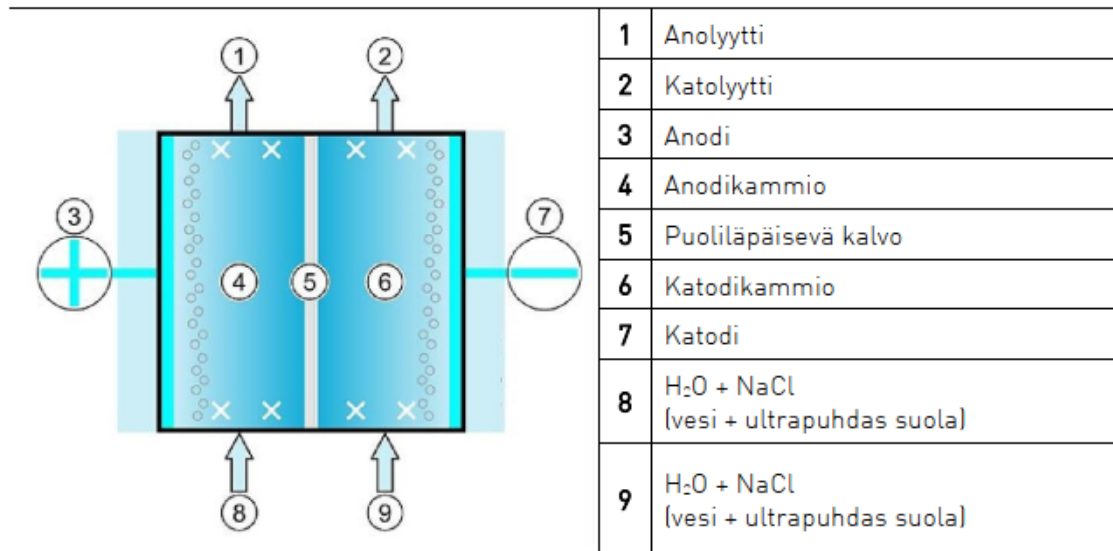
1	Vesijohtovesi
2	Veden pehennysyksiköstä (ioninvaihdin) tuleva pehennetty vesi (<2 °dH)
3	Ohjaukskaappi
4	Prosessikaappi
5	Säiliö Calzid-Ex
6	Säiliö Salisol
7	Säiliö anolyytti- / neutraali anolyytti
8	Sulkuventtiilillä ja paluuvirtauksen estolla varustettu annosteluyksikkö

KUVA 3. Hycleen des 30 -asennuskaavio (6, s.11)

## 2.2.2 Elektrolyysikammio

Elektrolyysikammion sisällä suolaliuoksen negatiivisella varauksella latautuneet ionit kerääntyvät anodin luo, jossa niistä vapautuu elektroneja. Tämän kemiallisen reaktion aikana syntyy hypokloorihapoketta (HClO) sekä muita korkeasti reaktiivisia oksidantteja. Reaktion aikana kehittyy myös lukemattomia määriä mikrokuplia, jotka aiheuttavat desinfiointivaikutuksen ja tuhoavat täten bakteerien ja ameebojen solukalvot. Näiden tekijöiden vuorovaikutuksesta syntyy hyvin vahva desinfiointivaikutus. Positiivisella varauksella latautuneet ionit siirtyvät katodiin ottaakseen siellä vastaan

elektroneja. Tämän siirtymän aikana syntyy emäksistä liuosta, joka koostuu laimennetusta kaustisesta soodasta. Emäksistä liuosta voidaan käyttää esimerkiksi puhdistusaineena. (6, s. 14.) (Kuva 4.)



KUVA 4. Elektrolyysikammion sisältö (6, s.14)

### 2.3 Järjestelmän kuljetus

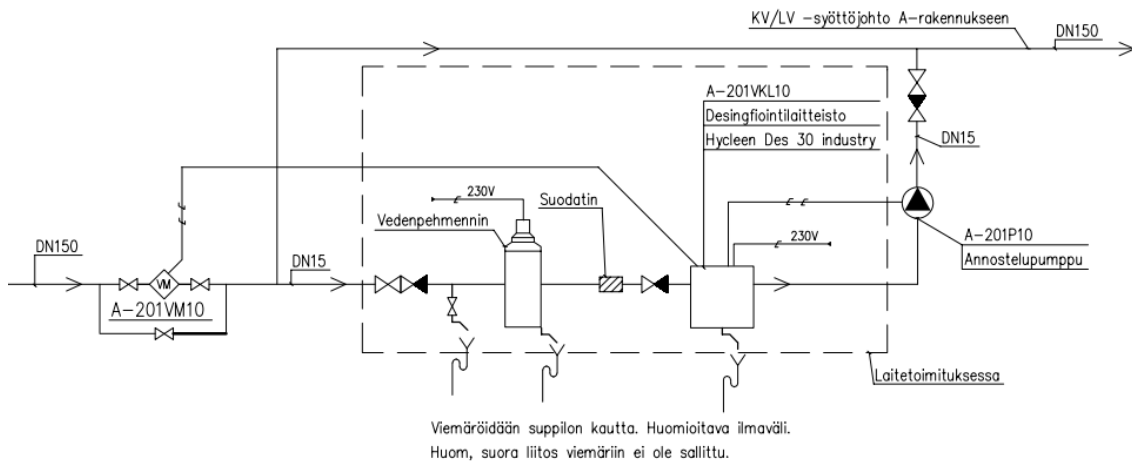
Laitteistoa kuljetettaessa ja liikuteltaessa tulee noudattaa erityistä huolellisuutta. Laitteiston saatua työmaalle tulee huolehtia, ettei sitä kuljeteta tai varastoida alle +5 °C:n lämpötilassa. (6, s. 4.)

### 2.4 Laitteen asennus

Desinfiointilaitteisto kytketään osaksi rakennuksen kylmän veden syöttöjohtoa. Ennen vesimittaria A-201VM10 otetaan DN 150 RFe -rungosta laitteen syöttöhaara koossa DN 15, jotta desinfiointilaitteistolle tuleva tieto desinfioitavan veden määrästä on mahdollisimman tarkka. Tämän jälkeen kytkeydytään järjestelmän sulkuventtiilille. Sulkuventtiilin jälkeen järjestelmään kytketään takaiskulla varustettu tyhjennys, josta tyhjennykselle tehdään viemärointi lattiakaivoon. Tyhjennyksen jälkeen kytkeydytään vedenpehmentimelle kytkentäletkuilla. Vedenpehmentimeltä lähdetään kytkentäjohtolla suodattimelle, joka tulee varustaa molemminpuolisilla sulkuventtiileillä, jotta suodatinta on vaihdettavissa. Pehmennetty ja suodatettu vesi tuodaan prosessikaapille DN 15 -Cu-putkella ja

kytketään kaapin ½":n sisäkierrelitöntään. Prosessikaapilta tuodaan Calzid-Ex, Salisol- ja anolyytti/katolyttisäiliöille syöttö-/imuputket, sekä tasoantureiden johdot. (Ks. kohta 3.2.1 Säiliöt.)

Desinfiointilaitteiston prosessikaapissa tuottama desinfiointiliuos siirretään tarkoitukseen tarkoitetulla Grundfosin annostelupumpulla anolyytti/katolyttisäiliöstä annosteluyskikölle suojaputkessa. Annosteluyskikkö on varustettu sulkuventtiilillä ja paluuvirtauksen estävällä yksisuuntaventtiilillä. Annosteluyskiköllä kytkeydytään takaisin kylmänveden syöttöjohtoon. Annosteluyskikössä on muovinen ½":n ulkokierre. DN 150 RFe -runkoon hitsataan ½":n sisäkierremuhvi vesimittarin jälkeen, johon annosteluputki kytetään. Annosteluputki tulee lyhentää oikean mittaiseksi putkileikkurilla ja poistaa katkaisusta aiheutuvat jäysteet huolellisesti. Annosteluputken kärjen tulee ulottua noin kolmannekseen kytkeydyttävän putken sisähalkaisijasta. (Kuva 5.)



KUVA 5. Hycleen-järjestelmän kytkennän periaatekaavio (8)

## 2.5 Laitteen käyttöönotto

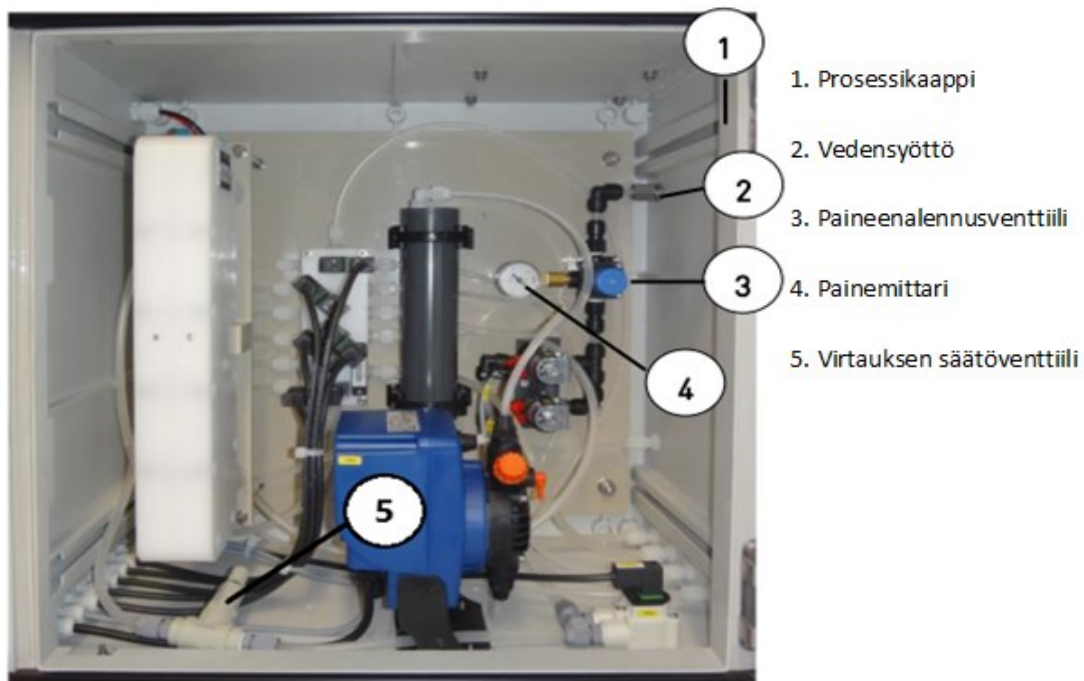
Kun kaikki edellä mainitut vaiheet on tehty huolellisesti sekä sähköasentaja on käynyt kytkemässä kaikki sähkökytkennät, joita laitteisto tarvitsee toimiakseen, voidaan aloittaa itse laitteen käyttöönotto. Kaikki putki- ja letkuliitokset tulee tarkistaa vuotojen varalta ja vuodon ilmaantuaessa korjata ennen laitteeseen virran kytkemistä.

Tässä vaiheessa GF Piping Systemsin edustaja tulee mukaan ja laitteeseen kytketään virta. Prosessikaapissa sijaitsevasta painemittarista tarkastetaan ja säädetään painetta paineenalennusventtiilistä, niin että järjestelmän paine on tasan 1,8 bar. Tämän jälkeen ohjaustaulusta käännetään

ECA-valintakytkin Anolyte & Catholyte-asentoon ja Production-valintakytkin Start-asentoon. Vihreä merkkivalo tulisi nyt syttyä Operation-statuksen alle valintataulussa. PLC-ohjausyksikön näytöstä seurataan, että tuotantoarvot ovat tasaantuneet. Virtauksen tulisi olla 40 l/h ja sähkövirta 12–13 A. Virtausta pystytään säätämään prosessikaapissa sijaitsevasta säätöventtiilistä. (Kuva 6.)

Kun järjestelmän virrankulutus ja virtauksen arvot ovat tasaantuneet ja pysyvät vakaasti tällä tasolla on liuoksen tuotto mitattava. Anolyytin ja katolyytin ulostuloletkut laitetaan tilavuuksiltaan samankokoisiin mitta-astioihin samanaikaisesti ja liuoksia kerätään talteen vähintään 2 minuutin ajan. Tarkka liuoksien keräysaika tulee merkitä muistiin, jotta liuosmääriä voidaan vertailla. Tuotantomäärä saadaan tietoon jakamalla tuotantomäärä sen tuottamiseen kuluneella ajalla. Tuotantomäärät saavat poiketa toisistaan enintään  $\pm 10\%$ . (6, s. 49.)

Kun laitteisto toimii oikein, se säädetään tässä tapauksessa tuottamaan ainoastaan neutraalia anolyyttia 30 l/h. Säädetty neutraalin anolyytin määrä riittää desinfioimaan 30 m<sup>3</sup>/h juomavettä. (6, s. 52.)



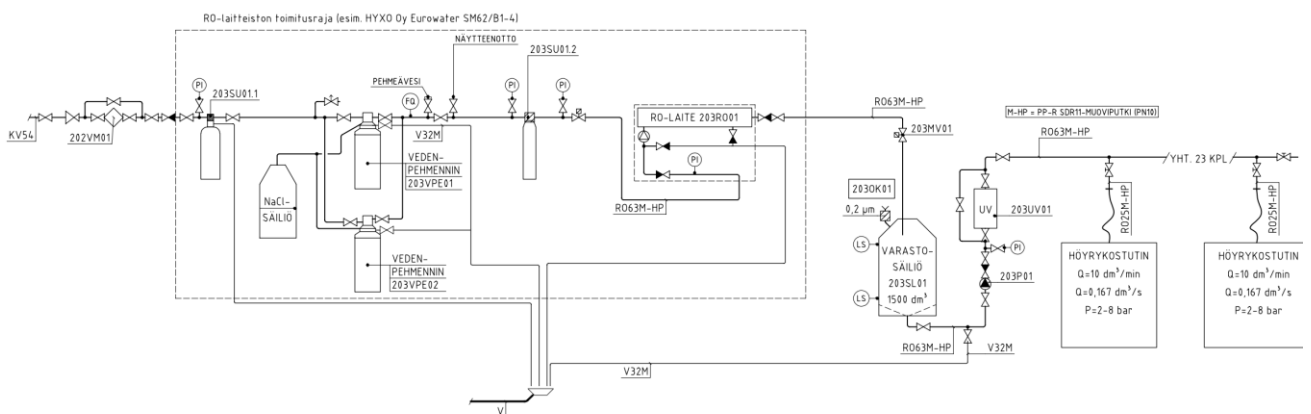
KUVA 6. Prosessikaapin sisältö (6, s.47)

### 3 RO-LAITTEISTO

HyXo Oy:n toimittama RO-laitteisto puhdistaa käänteisosmoosimenetelmää sekä UV-valoa hyödyntäen höyrykostuttimille menevän veden tappaen siitä bakteerit ja taudinaiheuttajat. RO-laitteisto palvelee yhteensä 23 höyrykostuttimen höyrystettävän veden tarvetta.

#### 3.1 RO-laitteiston sisältö

Laitteisto pitää sisällään vedenpehmentimet, suolasäiliön, suodattimet, käänteisosmoosilaitteen, puhdistetun veden varastosäiliön sekä UV-lampun. Kuvassa 7 on esitetty laitteiston kytkentäkaavio.



KUVA 7. RO-laitteiston kytkentäkaavio (9)

#### 3.1.1 Käänteisosmoosilaite

Hyxo Oy:n toimittama Eurowater SM62/b1-4 on valmiiksi kasattu paketti, joka sisältää käänteisosmoosilaitteen vaatimat esikäsittelylaitteet mm. vedenpehmentimet, suodattimet, suolasäiliön, anturit ja automaation (kuva 8). Veden pehennys ja suodatus tapahtuu ennen veden kulkeutumista käänteisosmoosilaitteelle. Paketti kytketään osaksi kylmän veden syöttöjohtoa. Laitteen jälkeen käänteisosmoosin läpi käynyt vesi varastoidaan varastosäiliöön. Varastosäiliöltä puhdistettu vesi jatkaa matkaansa UV-laitteiston lävitse höyrykostuttimille.





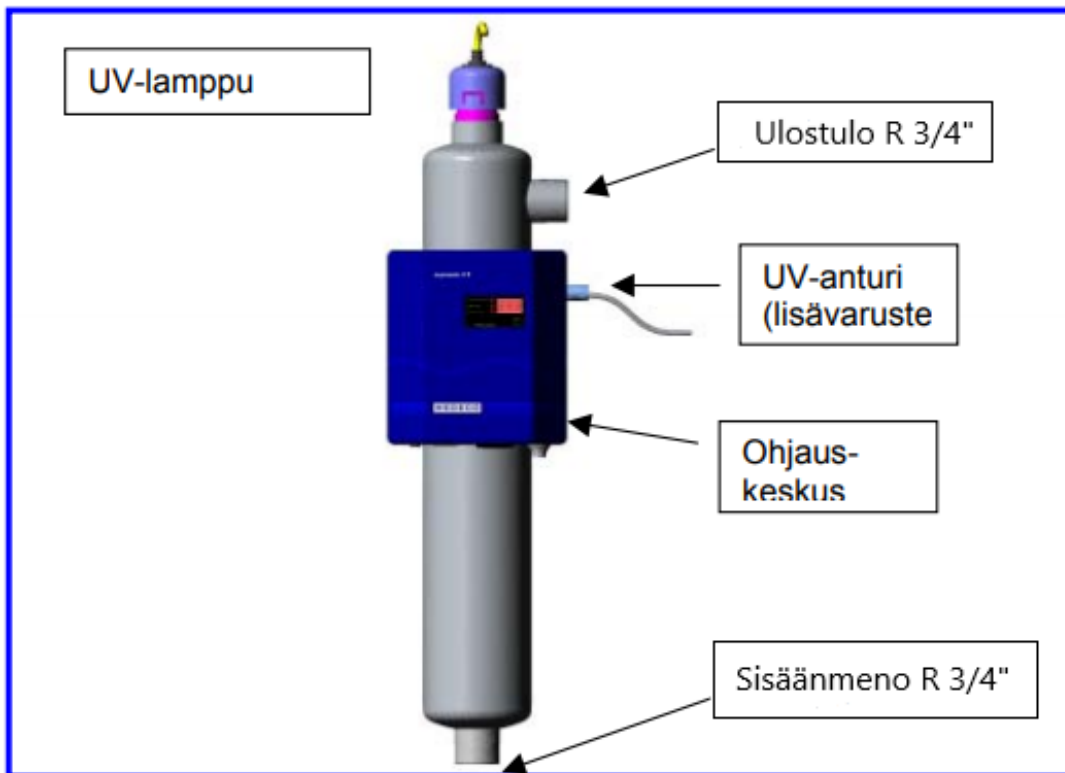
*KUVA 8. Eurowater SM62/b1-4 -paketti työmaalla*

### 3.1.2 UV-laitteisto

Höyrykostuttimille höyrystettäväksi menevää vettä puhdistetaan käänteisosmoosimenetelmän jälkeen Hyxo Oy:n toimittamalla UV-laitteella. Laitteen malli on Wedeco Aquada 4 Maxima.

Veden UV-desinfiointi on turvallinen ja tehokas desinfiointimenetelmä, johon ei tarvita lainkaan kemikaaleja, eikä se aiheuta desinfioidulle vedelle ei-toivottuja haju-, väri- tai makuhaittoja. UV-valolla tarkoitetaan ultraviolettivaloa, joka on silmälle näkymätöntä läpitunkeutuvaa UV-C-säteilyä. UV-reaktorissa tuotettua säteilyä ohjataan puhdistettavaan veteen, jossa se läpäisee taudinaiheuttajan samalla sotkien sen DNA-ketjun. Kun taudinaiheuttajan DNA-ketju on sotkeutunut, se ei voi enää lisääntyä eikä monistua vaan kuolee ja muuttuu täten ihmiselle vaarattomaksi. (10, s. 3)

UV-järjestelmän desinfiointiteho perustuu siihen, että reaktorin jokaisessa kohdassa puhdistettava vesi saa tarvittavan määrän UV-C-säteilyä. Tämän varmistamiseksi laitteen säteilykenttä ja hydraulikkaominaisuudet on optimaalisesti sovitettu toisiinsa. Desinfiointitarkoituksessa käytetyn UV-C-säteilyn aallonpituus on 254 nm (10, s.3). (Kuva 9.)



KUVA 9. UV-laite 203UV01 Aquada UV Maxima 4 (10, s.7)

### 3.2 Laitteen asennus

Laitteisto kytetään osaksi ilmanvaihdon höyrykostuttimille menevää kylmänveden syöttöjohtoa. Kylmän veden syöttöjohto on halkaisijaltaan 63 mm olevaa GF Piping Systemin valmistamaa JRG sanipex -komposiittia. Syöttöjohdolta kytkeydytään vesimittarille 202VM01 ja mittarin jälkeen linjaan asennetaan takaiskulla varustettu sulkuventtiili. Takaiskuventtiilin jälkeen kytkeydytään Eurowater:n paketille 3/4":n ulkokierteellä.

Käänteisosmoosilaitteiston jälkeen vesi on puhdistettua, ja se johdetaan 1500 l:n varastosäiliöön. Laitteiston jälkeen tulee putkisto olla valmistettu puhdistetun veden kestävästä materiaalista. Näitä materiaaleja ovat mm. PVC-U-muoviputket ja -osat sekä haponkestävästä teräksestä valmistetut putket ja osat.

Käänteisosmoosilaitteelta jatketaan linjaa varastointisäiliölle käyttäen halkaisijaltaan 20 mm:n PVC-U-muoviputkea. Säiliöön asennetaan pinnankorkeusanturit, joiden perusteella käänteisosmoosilaitteen automaatio säätää puhdistetun veden tarpeen. Säiliöltä lähdetään 63 mm:n halkaisijaltaan olevalla PVC-U-putkella, johon asennetaan sulku. Sulun jälkeen tehdään viemäröinti latitiakaivoon, jotta järjestelmä saadaan tarvittaessa tyhjennettyä. Viemäröinnin jälkeen linjaan laiteaan vielä sulku ennen kytkeytymistä pumpulle 203P01.

Pumpulle kytkeydytään 2":n ulkokierteellä. Pumpun jälkeen linjaa jatketaan 63 mm:n PVC-U T-haaralle. Haara mahdollistaa linjaan seuraavaksi tulevan UV-lampun kierron. Haaralta kytkeydytään UV-lampulle 3/4":n ulkokierteellä. Lampulta lähdetään 3/4":n ulkokierteellä, jonka jälkeen palataan 63 mm:n PVC-U putkelle ja kytetään T-haaralla UV-lampun sululla varustettu ohikierto takaisin linjaan. Tämän jälkeen RO-puhdistettu vesi jatkaa matkaansa höyrykostuttimille.

Linjaa tehtäessä tulee ottaa huomioon, että PVC-U-materiaali tehdään liimaamalla tai käyttäen kierreosia. Osia liimattaessa tulee huolehtia tarvittavasta ilmanvaihtuvuudesta ja hengityssuojauksesta, sillä liima on haitallista suurissa määrin hengiteltynä.

### **3.3 Laitteen käyttöönotto**

Kun kaikki edellä mainitut vaiheet on tehty huolellisesti sekä sähköasentaja on käynyt kytkemässä kaikki sähkökytkennät, joita laitteisto tarvitsee toimiakseen, voidaan aloittaa itse laitteen käyttöönotto. Kaikki putki- ja letkuliitokset tulee tarkistaa vuotojen varalta ja vuodon ilmaantuessa korjata, ennen laitteeseen virran kytkemistä. Laitteistoa käynnistämään ja koekäyttämään tulee laitevalmistaja Hyxon puolesta asian osaava henkilö, joka pitää myös käytönopastuksen.

## 4 ILMANVAIHDON KOSTUTTIMET

Suunniteltaessa ja rakennettaessa uutta rakennusta tulee ottaa huomioon rakennuksen sisäilmaa ja ilmanvaihtoa koskevat standardit ja asetukset. Ilmanvaihdon tarkoitus on ylläpitää rakennuksessa terveellinen ja viihtyisä sisäilma. Sisäilmanlaatuun vaikuttaa oleellisesti sisäilman suhteellinen kosteus. Olosuhteisiin pystytään siis vaikuttamaan oikeilla ja määräystenmukaisilla ilman kosteuspitoisuuksilla. Sisäilman kostutusta tarvitaan erityisesti talvella koska ulkoilma on talvisin hyvin kuivaa. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta sanoo seuraavasti ”Sisäilman kosteuden on pysyttävä tilojen suunnitellun käyttötarkoituksen mukaisissa arvoissa sisäilman kosteudesta aiheutuvia kosteusvaurioita, mikrobien kasvua tai terveydellistä haittaa välttämällä” (11, 6. §).

Tässä tapauksessa ilmanvaihtoa kostutetaan sairaalolosuhteissa leikkaussalien, toimenpidehuoneiden ja potilashuoneiden sisäilman parantamiseksi. Sairaaloiden leikkaussalien ilmanvaihdolle on työn alla yleiseurooppalainen ilmanvaihdon suunnitteluohje. Standardointiryhmä on työskennellyt suunnitteluohjeen parissa kuuden vuoden ajan. Tällä hetkellä yhteistä suunnitteluohjetta ei ole, vaan erimaissa leikkaussalien ilmanvaihtoa on suunniteltu eri tavoin. (12.) Uuden Oulun yliopistolaisen sairaalan ilmanvaihdon on suunnitellut Granlund Oy. Ilmanvaihdon kostutus toteutetaan kohteessa Carel HeaterStream -höyrykostuttimilla.

### 4.1 Carel HeaterStream -höyrykostuttimet

Hedtec toimittaa sairaalalle Carel HeaterStream -vastustoimiset höyrykostuttimet. Höyrykostuttimilla kostutetaan ilmanvaihtokoneelta lähtevää tuloilmaa, joka johdetaan leikkaussaleihin, toimenpidehuoneisiin ja potilashuoneisiin kostuttamaan ilmaa. Ilmankosteutta tarkastellaan huonetilan antureilla, jotka ilmoittavat pyynnin ohjausyksikölle. Ohjausyksikön äly määrittelee tarpeen vaatiman höyrykostutuksen määrän, jotta asetetuissa arvoissa pysytään. Höyrykostuttimille tuleva vesi on pehmennetty ja puhdistettu bakteereista RO-laitteistolla. Kostutusyksiköllä laitteisto höyrystää vatsuksien avulla RO-veden höyryksi. Kostutusyksiköltä lähtevä höyry ohjataan ilmanvaihtokanavaan. Ilmanvaihtokanavan sisälle asennetaan höyrynjakotukki/tukit, jotka sumuttavat höyryä kostuttamaan tuloilmaa asetetun tarpeen mukaan. (Kuva 10.)

## heaterSteam titaani - sovellukset

Ei rajoituksia: heaterSteam titaani on luonnollisin ratkaisu vaativimpiin sovelluksiin



KUVA 10. Carel HeaterStream -höyrykostutin (13, s.10)

### 4.2 Erilaiset höyrykostuttimet

Höyrykostuttimelle tulevan veden tulee olla riittävän puhdasta, jotta höyrystimellä taataan maksimaalinen hygienia. Käytettäessä riittävän puhdasta vettä ei siitä synny kalkkisaostumia sylinteriin ja lämmittimeen. Kostuttimille tuleva vesi on puhdistettu käänteisosmoosimenetelmää ja UV-valoa hyödyntäen RO-laitteistolla. Kostutuksen tarpeen ja liitännän mahdollistavan kanavakoon mukaisesti höyrykostuttimia on erilaisia. Kostuttimet sijaitsevat ilmanvaihdon konehuoneissa kerroksissa 4 ja 6 kytkettyinä ilmanvaihtokoneisiin. (Liite 1.) (Kuva 11.)

#### **4.2.1 UR060HL104**

Leikkaussaleja palvelevien kostuttimia on yhteensä 18 kpl. Niiden malli on UR060HL104, nimellinen höyryntuotto 60 kg/h. Höyrystysvastuksien lukumäärä höyrystystilassa on näissä kostuttimissa 9 kpl.

#### **4.2.2 UR053HL104**

UR053HL104-mallinen kostutin palvelee 3. kerroksen yleisiä tiloja, se kytketään osaksi ilmanvaihtokonetta A G3 326. Kostuttimen nimellinen höyryntuotto 53 kg/h. Höyrystysvastuksien lukumäärä höyrystystilassa on näissä kostuttimissa 6 kpl.

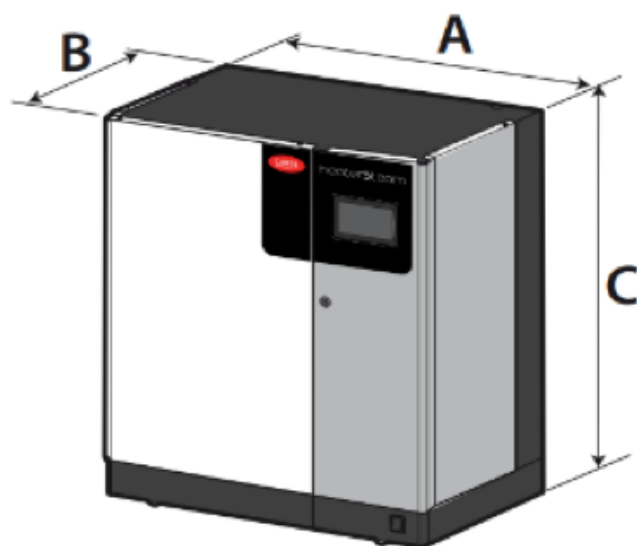
#### **4.2.3 UR040HL104**

UR040HL104-mallisia kostuttimia on yhteensä kaksi. Ne palvelevat 3. kerroksen yleisiä tiloja ja 1. kerroksen IVF-laboratoriota. 3. kerroksen yleisiä tiloja palveleva kostutin kytketään osaksi ilmanvaihtokonetta A G3 328. 1. kerroksen IVF-laboratoriota palveleva kostutin kytketään osaksi ilmanvaihtokonetta A G3 319. Kostuttimien nimellinen höyryntuotto 40 kg/h. Höyrystysvastuksien lukumäärä höyrystystilassa on näissä kostuttimissa 6 kpl.

#### **4.2.4 UR027HL104**

UR027HL104 palvelee 6. kerroksen potilashuoneita. Kostutin kytketään osaksi ilmanvaihtokonetta A G3 364. Ilmanvaihtokone sijaitsee muihin kostuttimiin verrattuna 6. kerroksen ilmanvaihtokonehuoneessa. Kostuttimen nimellinen höyryntuotto 27 kg/h. Höyrystysvastuksien lukumäärä höyrystystilassa on näissä kostuttimissa 3 kpl. (Liite 1.) (Kuva 11.)

### Mallit UR020–UR080



		UR002–13	UR020–40	UR053–80
Koko mm (in)	A	365 (14,37)	690 (27,16)	876 (34,48)
	B	275 (10,82)	445 (17,51)	445 (17,51)
	C	712 (28,03)	888 (34,96)	888 (34,96)

		UR002–13	UR020–40	UR053–80
Painot kg (lb)	pakattu	31 (68,3)	73 (160,9)	98 (216,0)
	tyhjä	26 (57,3)	63 (138,8)	87 (191,8)
	asennettu*	35 (77,1)	97 (213,8)	155 (341,7)

KUVA 11. Kostuttimien koot (14, s.7)

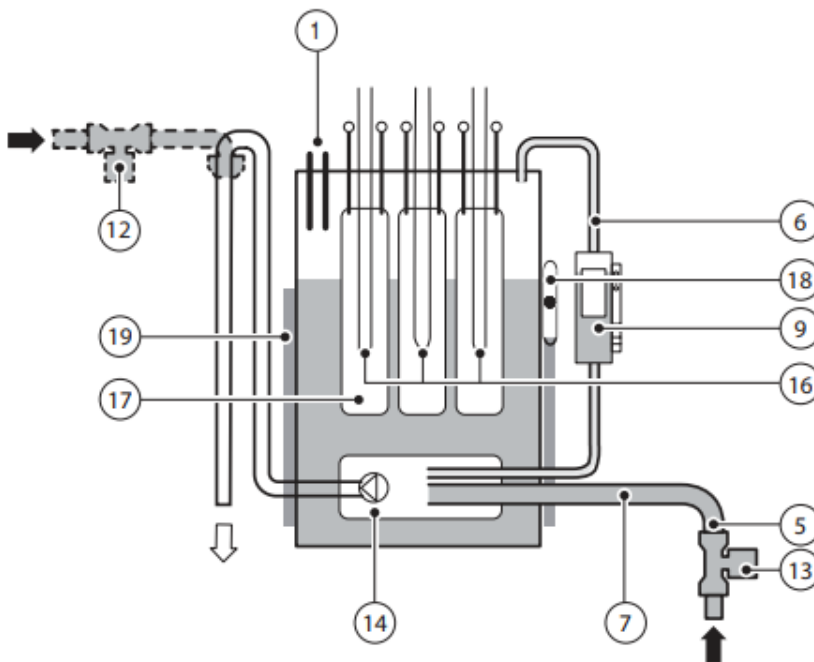
### 4.3 Höyryn muodostumien

Prosessin alkuvaiheessa, kostuttimelle tullessaan RO-puhdistettu vesi on nestemäisessä muodossa. Kostuttimen säiliön sisällä oleva vesi lämmitetään veteen upotetuilla titaanivastuksilla (17). Vastusten lämmönsäätö tapahtuu portaattomasti vedessä, jolloin höyryn tuottoa pystytään ohjaamaan erittäin tarkasti. Titaanisissa lämmitysvastuksissa on sisäänrakennettu PTC-anturi (16), joka suojaa anturia ylikuumentumiselta. Säiliön yläosaan syntyvä höyry kulkeutuu höyrynjakotukille höyryputkessa vaahdonestoanturin (1) kautta. (Kuva 12.)



Tuotetun höyryn lämpötila on noin 100 °C ja sen ylipaine on minimaalinen (paineistamaton höyry). Laitteisto tuottaa höyryä jatkuvasti, jotta kostutusprosessiin käytettävä höyry on mahdollisimman puhdasta. Jatkuvuuden takia syntyy ylimääräistä höyryä. Ylimääräinen höyry johdetaan laitteelta jäähdytysvesialtaaseen, jossa se muuttaa olomuotonsa takaisin vedeksi. Jäähtynyt vesi viemäriin normaalisti lähimpään lattiakaivoon. Höyry tuotetaan prosessissa hyödyntäen RO-puhdistettua ja pehmennettä vettä, joten se on käytännössä täysin mineraaliton ja puhdasta. (14, s. 19.)

Mallit UR020–UR080



Kuva 1.n

1	Vaahdonestoanturi	11	Tyhjennyksen lämmönsäätöputki (*)
2	Ylitäytön estokalvo	12	Tyhjennyksen lämmönsäätöventtiili (*)
3	Täyttökälvö	13	Tuloventtiili
4	Syöttösäiliö	14	Tyhjennyspumppu
5	Elektrodit johtavuusmittaukseen	15	Tarttumaton kalvo (**)
6	Tasausputki	16	Vastuslämpöanturit (PTC)
7	Syöttöputki	17	Lämmittimet
8	Täyttöputki	18	Veden lämpötila-anturi (NTC) (**)
9	Tasoanturi	19	Lämpöeriste
10	Ylivuotoputki/tyhjennys		

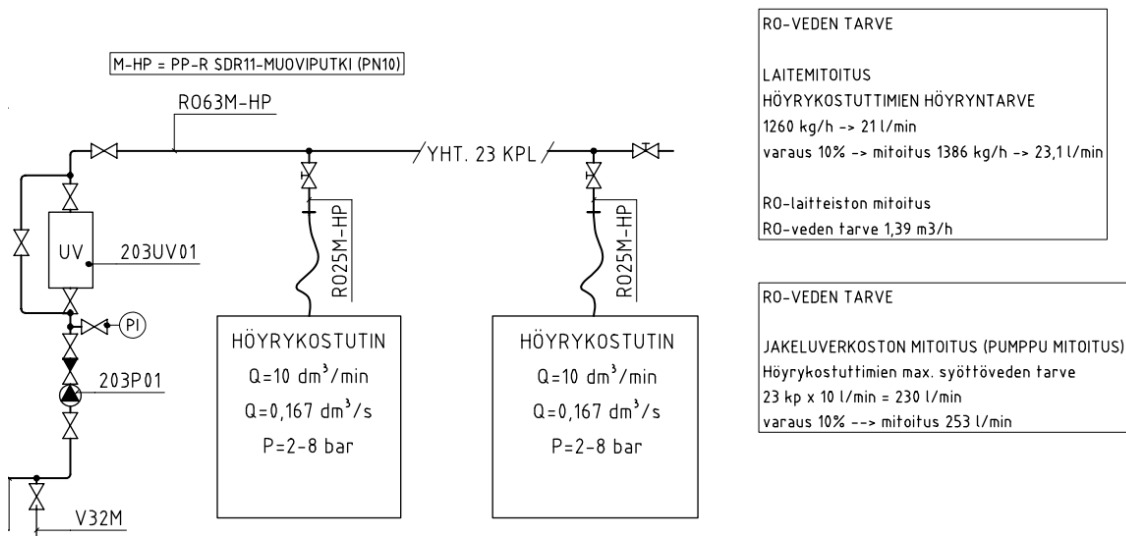
(\*) jos varusteena laitteessa

(\*\*) vain täysin varustetuissa yksiköissä

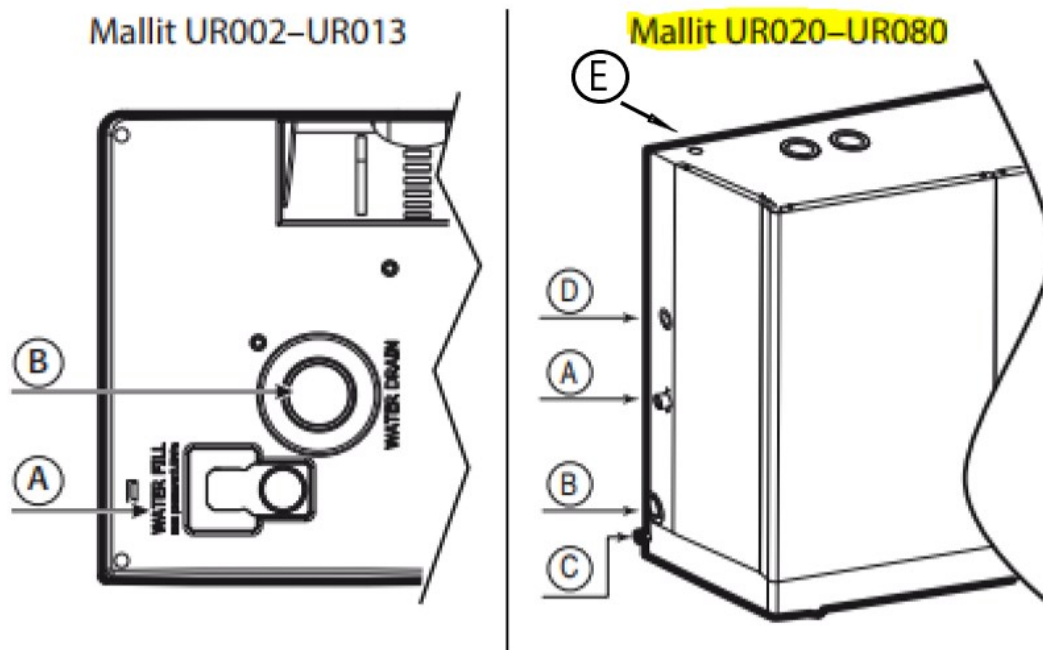
KUVA 12. Kostutין laitteiston sisältö URO20-URO80 (14, s.9)

#### 4.4 Kostuttimien asennus

Kuvassa 13 on esitetty höyrykostuttimien kytkentä RO-verkoston. Yksittäisille kostutinyksiköille tuodaan RO-laitteiston läpikäynyttä puhdistettua vettä 25 mm:n halkaisijaltaan olevalla GF Piping Systemsin valmistamalla PVC-U-putkella. 25 mm:n PVC-U-putkelle tulee olla sulku ennen sen liittämistä Carelin kytkentäjohtoon FWHDCV0003. Kytkentäjohtossa on takaiskuventtiili ja sulku. Tämän jälkeen liitytään kostuttimen syöttöliitäntään A. Kostuttimen kyljestä otetaan viemäröinti jäähdytysvesialtalle lähdistä B ja C, joissa kuuma lauhdevesi jäähtyy ennen sen johtamista lattiakaivoon. Viemäröinti toteutetaan 50 mm:n HFE-viemärillä ja jäähdytysaltaalle kytkeydytään muhvilla. Jäähdytysaltaalta jatketaan viemäröinti lähimpään lattiakaivoon. (Kuva 14.)



KUVA 13. Höyrykostuttimien kytkentäkaavio (9)



#### Selitykset:

A	Syöttöveden sisääntulo (myös tyhjennyksen lämmönsäätötulo malleille UR002-UR013)
B	Tyhjennysveden ulostulo
C	Pohjasäiliön tyhjennysveden ulostulo (vain mallit UR020-UR080)
D	Tyhjennyksen lämmönsäätötulo

KUVA 14. URO20-URO80-kostuttimen vesiliitännät (14 s.12)

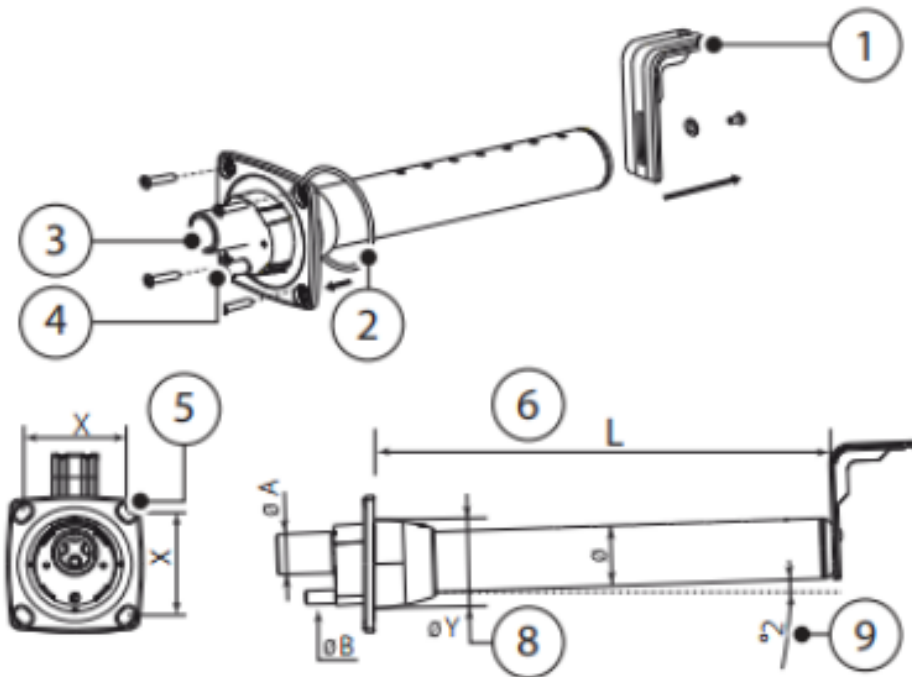
#### 4.5 Höyrynjakotukit ja asennus

Höyry johdetaan höyrynjakotukille, joka levittää höyryn tuloilman sekaan samalla kosteuttaen sen. Kohteeseen tulee kahdenlaisia höyryjakotukkeja: DP105D40R0 40 kpl, DP85D40R0 1 kpl. Molempien tukkien halkaisija on sama, mutta pituus muuttuu. Jakotukit levittävät höyryä tasaisesti kokopituudeltaan tuloilman sekaan.

Asennettaessa höyrynjakotukia ilmanvaihtokanavaan tulee ottaa huomioon laitteen varoetäisyydet, jottei sen toiminta häiriinny. Vähimmäisetäisyys mahdollisista häiriötekijöistä (haarat, mutkat, putkiliitokset, ritilät, suodattimet, puhaltimet jne.) on 1–1,5 m (14, s. 14).

Jakajan mukana toimitetun porausmallin avulla merkataan reiänpaikat kanavan kylkeen niin, että jakajassa olevat höyryn ulostuloaukot ovat ylöspäin. Kanavan kylkeen porataan merkityt reiät ja

kiinnitetään jakaja/jakajat neljällä ruuvilla. Jakajan tulisi olla noin 2 °:n kulmassa kanavassa, jotta lauhteen poisto toimii suunnitellusti. Höyrynjakajan pää kiinnitetään kanavaan asennuskannattimella 1 (kuva 15).



#### Selitykset:

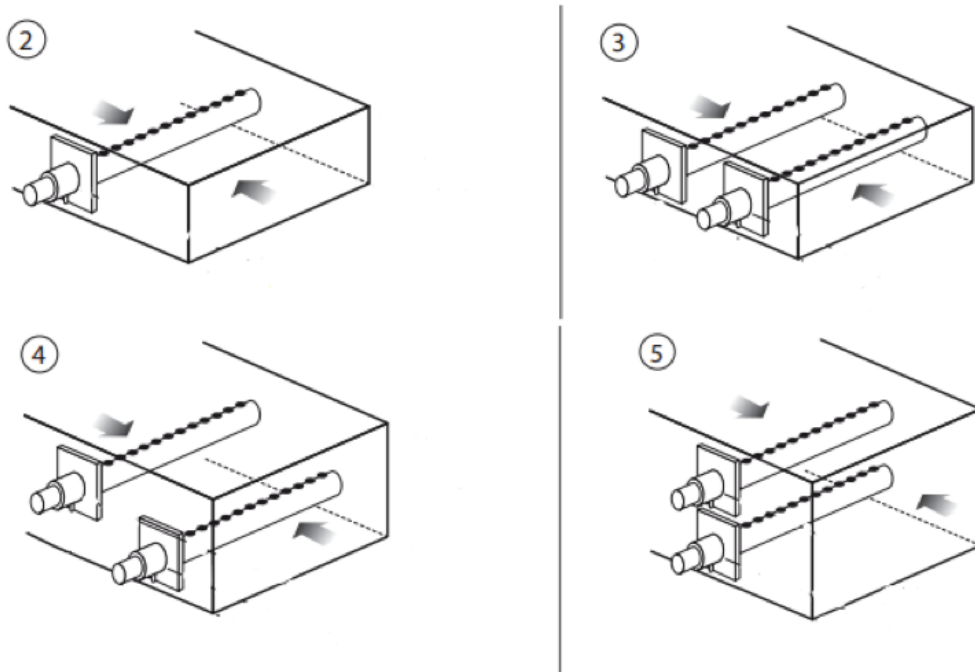
1. L-muotoinen asennuskannatin (tarvittaessa)
2. laipan tiiviste
3. höyryn sisääntulo ( $\varnothing A$ )
4. lauhteen poisto ( $\varnothing B$ )
5. laipan ruuvi (katso jakajan mukana toimitettuja ohjeita)
6. L = pituus (jakajan mallista riippuen, katso Lineaarijakajat)
7. lauhteen poiston kallistuskulma (noin 2°)
8. seinässä olevan reiän halkaisija ( $\varnothing Y$ )

#### Koko mm (in)

	CAREL-lineaarijakajat		
	DP***D22R0	DP***D30R0	DP***D40R0
$\varnothing A$	22 (0,9)	30 (1,2)	40 (1,6)
$\varnothing B$	10 (0,4)	10 (0,4)	10 (0,4)
$\varnothing Y$	58 (2,3)	68 (2,7)	89 (3,5)
$\varnothing$	35 (1,4)	45 (1,8)	60 (2,4)
X	68 (2,7)	77 (3,0)	99 (3,9)

KUVA 15. Höyrynjakotukin osat (14, s.15)

Höyrynjakotukkeja tulee höyryntarpeen mukaan yksi tai kaksi kpl/kanava. Malleissa URO20-URO40 on yksi 40 mm:n jakotukki ja malleissa URO53-URO60 40 mm:n höyrynjakotukkeja on 2 kpl. Kuvassa 16 on esitetty höyrynjakotukkien kanavaan sijoittaminen.



KUVA 16. Höyrynjakotukin asennus kanavaan (14, s.83)

Jakotukeille tuodaan kostutinyksiköltä höyry käyttäen 40 mm:n höyryputkea. Höyryputki liitetään kostutinyksikköön ja jakotukkiin käyttäen siihen soveltuvaa pantaliitosta. Mikäli kostutinyksikön ja jakotukin välimatka on yli 2 m, täytyy linjaa jatkaa samankokoisella haponkestävällä putkella.

Kostuttimen toiminnan aikana osa höyrystä saattaa tiivistyä ja aiheuttaa tehohäviötä kostutusprosessissa. Tämän takia höyrynjakotukilta tuodaan kostutinyksikölle lauhteenpoistoputki, jota pitkin tiivistynyt lauhde palaa takaisin kostuttimelle. Lauhteenpoistoputki kytketään höyrynjakajan alareunan liitäntään 4 (kuva 15).

Lauhdeputki tulee laskea kostutinyksiköillepäin vähintään 5°:n kulmassa. Lauhdeputken tulee tehdä vesilukkona toimiva kieppi, joka estää hajujen siirtymisen. Vesilukkokieppiä tehtäessä tulee huomioida, että letkuun ei saa tehdä kieppiä, jonka halkaisija on alle 200 mm. Kytkeydyttäessä takaisin kostutinyksikölle tulee linjassa välttää jyrkkiä mutkia, joiden halkaisija on alle 300 mm. Pa-luuputki kytketään kostutinyksikön päälle liitäntään E (kuva 14).

#### **4.6 Kostuttimien käyttöönotto**

Kun kaikki edellä mainitut vaiheet on tehty huolellisesti sekä automaatio/sähköasentaja on käynyt kytkemässä kaikki sähkökytkennät, joita laitteisto tarvitsee toimiakseen, voidaan aloittaa itse laitteen käyttöönotto. Kaikki putki-, höyry- ja letkuliitokset tulee tarkistaa vuotojen varalta ja vuodon ilmaantuessa korjata ennen laitteeseen virran kytkemistä. Laitteistoa käynnistämään ja koekäyttämään tulee laitetoimittaja Hedtecin puolesta asiaan perehtynyt henkilö, joka pitää myös käytöno-  
pastuksen.

## 5 SAIRAALAN KYLMÄTEKNIikka

Nykyaikainen sairaalatekniikka vaatii toimiakseen toimivan kylmätekniikan. Jäähdytyksen tarve on ympärivuotista ja lämpökuormat ovat suuret. Lämpökuormien kumoamiseen tarvitaan jäähdytysteho mm. laite- ja muuntamotiloihin pitämään laitteiston tuottama lämpöenergia kurissa, ilmanvaihtokoneiden pattereihin kuivaamaan tuloilmaa sekä hygieniavaatimusten ja viihtyvyyden kannalta sairaalan tiloihin.

### 5.1 Jäähdytyslaitteisto

Koja Oy toimittaa sairaalalle veden- ja nesteenjähdyttimet. Jäähdyttimien on tarkoitus tuottaa ja syöttää jäähdytystehoa/viilennystä tiloihin, joissa sitä tarvitaan. Jäähdyttimillä jäähdytetään rakennuksen säteilijä-, puhallinkonvektori- ja IV-verkostoa. Tiloista lämpöenergian talteen ottanut fluidi palaa jäähdytyskoneelle, jossa lämmönsiirtimessä lämpöenergia siirretään ensiöpuolelle. Vastavasti kylmäkoneen tuottama ensiöpuolen kylmäteho siirretään lämmönsiirtimen välityksellä toisipuolelle kiertämään ja viilentämään.

Ensiöpuolen lämmennyt fluidi johdetaan rakennuksen katolle nesteenjähdyttimille, missä fluidi luovuttaa sitomansa lämpöenergian ja samalla jäähtyy. Rakennuksen katolla nesteenjähdyttimillä jäähtynyt fluidi palaa takaisin kylmäprosessiin 3-tieventtiin kautta.

Ulkolämpötilojen ollessa riittävän alhaiset käytetään nestejäähdyttimiä vapaajäähdytyksen hyödyntämiseen. Vapaajäähdytystä hyödynnettäessä 3-tieventtiilillä ohjataan nestejäähdyttimillä jäähtynyt fluidi vapaajäähdytyslämmönsiirtimelle. Vapaajäähdytyksen aikana fluidi ei kierrä vedenjäähdyttimien kautta. Järjestelmään kytketty kylmävesivaraaja pitää yllä verkoston tasapainoa, jolloin vedenjäähdytyskoneenkaan ei tarvitse käydä koko aikaa. (15, s. 16.)

#### 5.1.1 T-kerros jäähdytyskonehuone

T-kerroksen jäähdytyskonehuoneessa sijaitsevat sisäasenteiset vedenjäähdytyskoneet: VJK 401.1, VJK 401.2 ja VJK 403. Koneet ovat nestelauhdutteisia vedenjäähdyttimiä.

Koneet 401.1 ja 401.2 ovat malliltaan RHOSS TCHVBZ31631HE TM 516A. Koneissa on kolme ruuvikompressia, kolme erillistä piiriä ja portaaton tehonsäätö 17 %:sta eteenpäin. Kylmäaineena näissä koneissa toimii R513A. Koneet pitävät yllä jäähdytystuotantoa säteilijä- ja puhallinkonvektoriverkostolle. Normaalitylanteessa jäähdytettyä vettä tuotetaan kesällä koneellisesti ja talvella käytetään hyödyksi vapaajäähdytystä.

Jäähdytyspiirin 401 ensimmäisenä jäähdytysportaana otetaan jäähdytysenergia jäähdytyspiiristä 403, lämmönsiirtimen 403LS10 avulla. Toisena portaana käytetään joko konejäähdytystä tai vapaajäähdytystä ulkolämpötilan asettamien ehtojen mukaisesti. Koneiden 401.1 ja 401.2 jäähdytysteho on 1730 kW/kone. Lauhdutinliuoksena koneissa kiertää 40-prosenttinen vesi-glykoliseos ja liuoksen virtaama on 92 dm<sup>3</sup>/s.

Vedenjäähdytyskoneiden 401.1 ja 401.2 kylmäaineena toimiva R513A on uuden sukupolven kylmäaine, joka korvaa vanhan R134a-kylmäaineen. R513A:n GWP on 631, mikä on noin 56 % pienempi kuin R134a:n GWP-arvo. Mitä matalampi GWP-arvo kylmäaineella on, sitä ympäristöystävällisempi ja energiatehokkaampi aine on. (16.)

Kone VJK403 on RHOSS TCHEBY 4290LT RC100. Vedenjäähdytyskoneessa on neljä kierukka-kompressoria, kaksi erillistä piiriä ja neljä eri tehoporrasta. Kylmäaineena koneessa on R410. Kone pitää yllä jäähdytystuotantoa T-10 kerroksien teknistentilojen jäähdytyslaitteille. Koneen jäähdytysteho on 294,6 kW. Lauhdutinliuoksena koneessa kiertää 40-prosenttinen vesi-glykoliseos ja liuoksen virtaama on 15,78 dm<sup>3</sup>/s. Vedenjäähdytyskoneen lauhdelämpö hyödynnetään lämpimän käyttöveden ja T- 3 kerroksen lämmitysverkoston lämmityksessä. (17, s. 2.)

#### **5.1.2 4. kerroksen ilmanvaihtokonehuone**

4. kerroksen IV-konehuoneessa on VJK 402, joka on malliltaan RHOSS TCHVBZ31521HE TM 513A. Kone on sisäasenteinen nestelauhdutteinen vedenjäähdytin. Jäähdyttimessä on kaksi ruuvikompressoria, 2 erillistä piiriä ja portaaton tehonsäätö 25 %:sta eteenpäin. Kylmäaineena koneessa toimii R513A. Järjestelmä tuottaa ja syöttää jäähdytettyä vettä Ilmanvaihtokoneiden jääh-



dytyspattereille, joilla kuivataan tuloilmaa. Koneen jäähdytysteho on 1333,2 kW. Lauhdutinliuoksena koneessa kiertää 40-prosenttinen vesi-glykoliseos ja liuoksen virtaama on 73,1 dm<sup>3</sup>/s. Vedenjäähdytyskoneen lauhdelämpö hyödynnetään ilmanvaihdon jälkilämmitysverkostossa. (17, s. 2.)

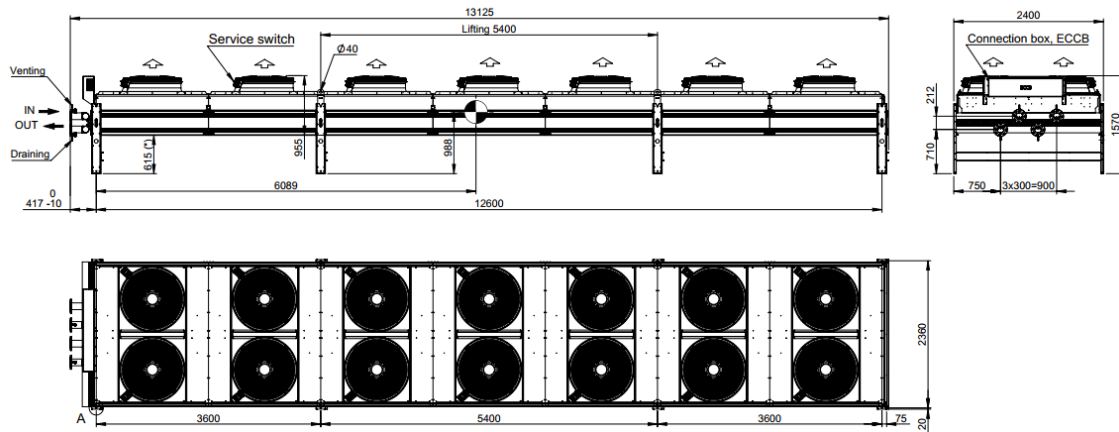
### 5.1.3 Nesteenjähdyttimet vesikatolla

Vesikatolla ovat nesteenjähdyttimet koneille VJK401.1, VJK401.2, VJK402 ja VJK403. Nesteenjähdyttimet ovat malliltaan Alfa-laval EC-puhaltimilla. Nesteenjähdyttimillä kiertää vedenjäähdytyskoneilta lämpöenergian talteen ottanut 40-prosenttinen vesi-glykoliseos. Nesteenjähdyttimet toimivat vapaajäähdytyskäytännöllä/taajuusmuuttajakäytöllä.

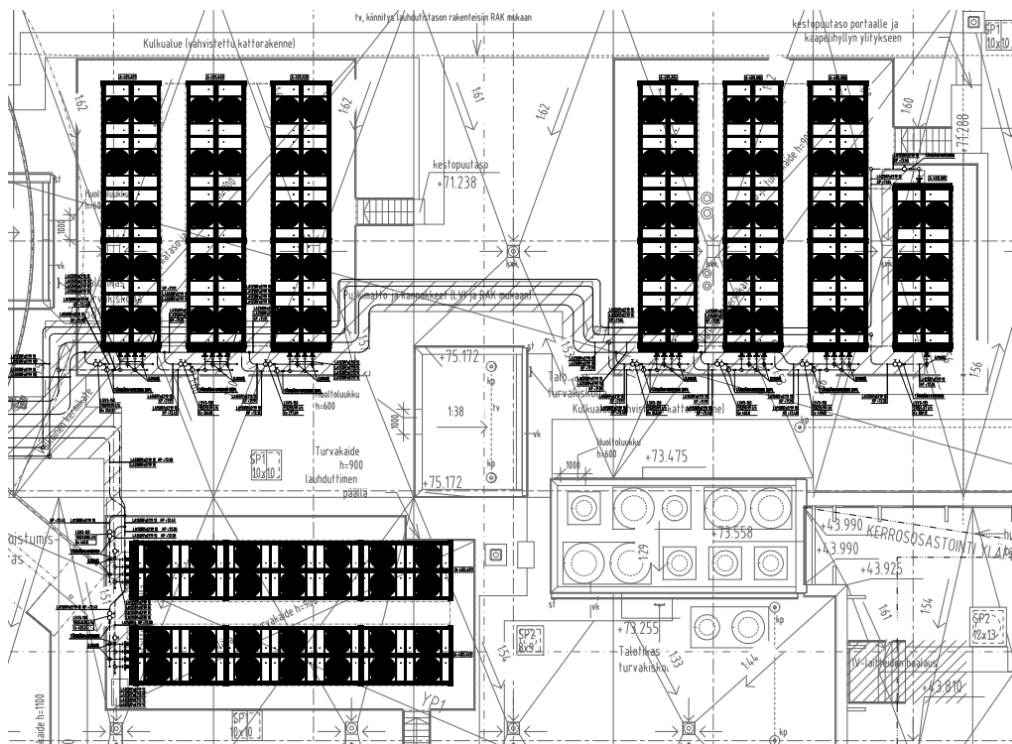
Vedenjäähdytyskoneisiin 401.1, 401.2 kytkettyjä nesteenjähdyttimiä vesikatolla on yhteensä kuusi kappaletta. Nesteenjähdyttimet 401 LA 01, -LA 02, -LA 03, -LA 04, -LA 05 ja -LA 06 ovat identtisiä. Kesätilanteen mitoituksella näiden nesteenjähdyttimien jäähdytysteho on 715,14 kW. Jäähdyttimille tulevan seoksen lämpötila on 42 °C ja palaavan 36,3 °C. Nesteenjähdyttimien päällä on yhteensä 14 kpl 914 mm halkaisijaltaan olevia EC-puhaltimia.

Vedenjäähdytyskoneeseen 402 kytkettyjä nesteenjähdyttimiä on vesikatolla kaksi kappaletta. Nesteenjähdyttimet 402 LA 01 ja 402 LA 02 ovat identtisiä. Kesätilanteen mitoituksella näiden nesteenjähdyttimien jäähdytysteho on 841,1 kW. Jäähdyttimille tulevan seoksen lämpötila on 42 °C ja palaavan 36,2 °C. Nesteenjähdyttimien päällä on yhteensä 14 kpl 914 mm halkaisijaltaan olevia EC-puhaltimia.

Vedenjäähdytyskoneeseen 403 on kytketty vesikatolla sijaitseva nesteenjähdytin 403 LA01. Kesätilanteen mitoituksella jäähdyttimen jäähdytysteho on 365 kW. Jäähdyttimelle tulevan seoksen lämpötila on 42 °C ja palaavan 36 °C. Nesteenjähdyttimen päällä on yhteensä kuusi kappaletta 914 mm halkaisijaltaan olevia EC-puhaltimia. (Kuvat 17 & 18.)



KUVA 17. Alfa Laval EC-puhaltimilla (18)



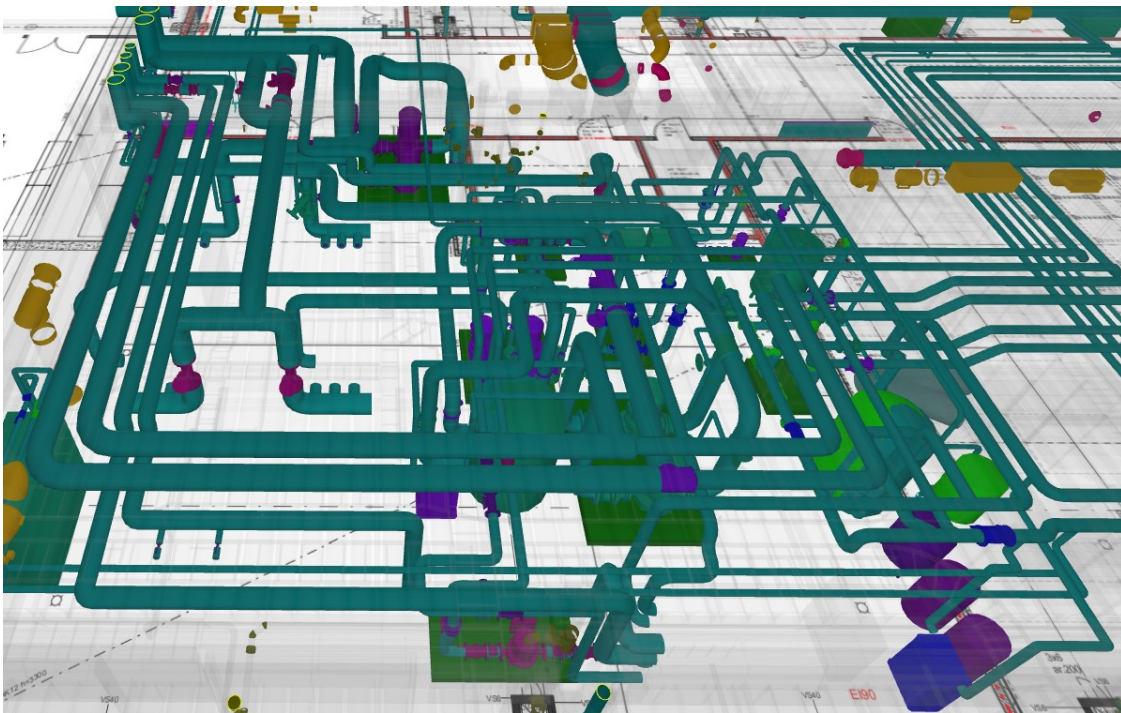
Kuva 18. Nesteenjäähdyttimet vesikaton pohjakuvassa (19)

## 5.2 Vedenjäähdyttimien asennus

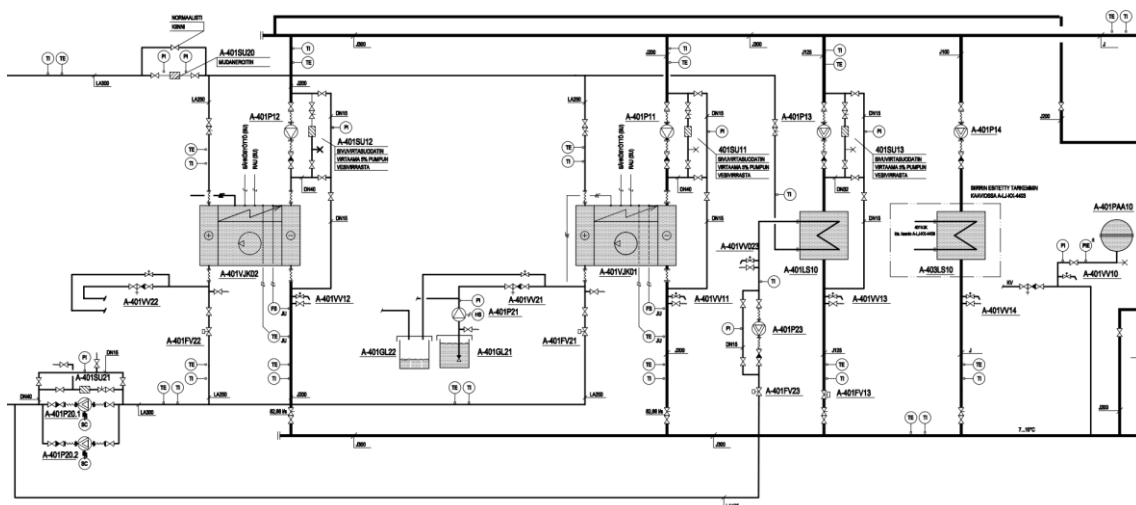
Aloitettaessa vedenjäähdyttimien asennus ja linjastojen teko on ensiarvoisen tärkeää, että jäähdytinkoneisto sijoitetaan oikealle paikalleen. Koneiden mukana tulee omat värinän vaimentavat jalat,

joiden avulla koneet voidaan asentaa suoraan betonilattialle. Jalkojen asennuksessa on huomioitava jalkojen suunnitellut kuormat ja painonjakaumat. Kun koneet on saatu oikeille paikoilleen, aloitetaan koneiden kytkentä osaksi rakennuksen jäähdytysverkostoa 3D-mallin ja jäähdytyskaavion mukaisesti. (Kuvat 19 & 20.)

Jäähdytysverkostossa materiaalina käytetään RFe-teräsputkia kokoluokassa DN 15 – DN 300, saumat TIG-hitsataan ja verkoston laitteet liitetään käyttäen laippaliitoksia.



KUVA 19. T-kerroksen jäähdytyskonehuone 3D-mallissa (4.)



KUVA 20. Jäähdytyskaavio VJK 401, T-kerros jäähdytyskonehuone (20)

## 5.2.1 VJK 401.1 & VJK 401.2 ensiöpuoli

Koneiden ensiöpuolella oleva fluidi kiertää VJK 401.1 ja VJK 401.2, lämmönsiirtimen A-401LS10 ja vesikatolla sijaisevien nesteenjäähdyskoneiden välillä. (20.)

Vedenjäähdyskoneella VJK 401.1 lämmennyt fluidi lähtee jäähdyskoneelta laippaliitoksella DN 250 RFe-putkella. DN 250 -linjasta otetaan DN 25 -haara glykolin täyttöastioille A-401GL21 ja A401-GL22. Täyttöastioiden linjasta tulee ensiksi haara varoventtiilille A-401VV21, josta varoventtiin varolinja jatketaan glykolisäiliölle GL22. Varoventtiilihaaran jälkeen linjaa jatketaan yksisuuntaventtiilin kautta pumpulle A-401P21, jonka imuputki on glykolisäiliössä GL21. Ennen pumppua linjaan laitetaan DN 15 -lähtö painemittarille. Pumpun ja imuputken väliin laitetaan DN 15 -haara tyhjennykselle.

Glykolin täyttöastioille lähtevän haaran jälkeen DN 250 -linjasta otetaan DN 15 -tyhjennysyhde ja DN 250 -sulku ennen moottoriventtiiliä A-401FV21. Moottoriventtiin jälkeen linjaan asennetaan DN 15 -lähdöt lämpötila-antureille. Lämpötila-antureiden jälkeen linjaan yhdistyy vedenjäähdyskone VJK 401.2.

Vedenjäähdyskoneelta 401.2 lähdetään laippaliitoksella DN 250 RFe-putkella. DN 250 putkesta otetaan haara, johon tulee varoventtiili A-401VV22 sekä takaiskulla varustettu täyttöyhde. Haaran jälkeen DN 250 -linjaan asennetaan DN 15 -tyhjennysyhde ja DN 250 -sulku ennen moottoriventtiiliä A-401FV22. Moottoriventtiin jälkeen ennen yhdistymistä VJK 401.1 tulevaan linjaan, tulee vedenjäähdyskoneen 401.2-linjaan asentaa DN 15 -lähdöt lämpötila-antureille.

VJK 401.1 DN 250 RFe ja VJK 401.2 DN250 RFe putki yhdistetään yhdeksi DN 300 RFe-linjaksi, jonka jälkeen se jatkaa matkaansa pumppuille A-401P20.1 ja A-401P20.2. Ennen pumppuja linjasta otetaan DN 40 -ohitushaara. Ohitushaarasta haaroitetaan vielä DN 15 -ohitus, joka varustetaan sululla, DN 15 -tyhjennyksellä ja DN 15 -lähdöllä paineanturille. DN 40 -ohitus kulkee täyttöyhteen lävitse suodattimelle A-401SU21, jonka jälkeen linjaan tulee DN 15 -tyhjennysyhde. Ohituksella palataan DN 300 -linjaan sulun kautta pumppujen A-401P20.1 ja A-401P20.2 jälkeen.

Pumppuille A-401P20.1 ja A-401P20.2 kytkeydyttäessä DN 300 RFe-linja haaroitetaan kahteen DN 250:een. Pumppuille kytkeydytään sulkuventtiin ja joustavan laippaliitoksen avulla. Pumppuilta jat-

ketaan joustavilla laippaliitoksilla ja DN 250 -takaiskuventtiileillä, minkä jälkeen molemmilta pumputilta tulevat linjat yhdistetään yhdeksi DN 300 RFe -putkeksi ja siihen yhdistetään DN 40 -ohikierto. Tämän jälkeen linjaan yhdistetään lämmönsiirtimeltä A-401LS10 tuleva DN 125 RFe -linja.

Lähdettäessä lämmönsiirtimeltä A-401LS10 laippaliitoksin, DN125 RFe -linjaan tulee seuraavassa järjestyksessä DN 15 -lähdöt varoventtiilille A-401VV023, tyhjennykselle, lämpötila-anturille ja pumpun ohikierron mahdollistava DN 15 -haara. Ohikiertoon otetaan painemittarille DN 15 -lähtö ja sulut molemmin puolin painemittaria.

Ohikiertohaaran jälkeen linjaan tulee pumppu A-401P23. Ennen pumppua linja varustetaan sulkuventtiilillä ja pumpun jälkeen yksisuuntaventtiilillä. Pumpulle kytkeydytään joustavilla laippaliitoksilla. Pumpun jälkeen DN 15 -ohikierto kytetään takaisin DN 125 -linjaan ja jatketaan moottoriventtiilille A-401FV23. Tämän jälkeen linja yhdistetään vesikatlon nesteenjähdyttimille menevään lauhteen menoputkeen.

DN300 lauhteenmenoputki nostetaan T-kerroksen jäähdytyskonehuoneesta nousukuilussa vesikatolle. Lähdettäessä T-kerroksesta tulee nousun pohjaan DN 15 -tyhjennysyhde. 4. kerroksessa lauhteenmenoputkesta otetaan DN 15 -lähdöt paine-eromittarille ja kahdelle lämpötila-anturille. Paineeromittarin toinen pää yhdistetään vesikatolta palaavaan DN 300 -lauhteenpaluuputkeen. 4-kerroksen kohdalla DN 300 -lauhteputkesta otetaan myös DN 250 -haara, joka yhdistetään vesikatolta tulevaan lauhteenpaluuputkeen linjasäätöventtiilin ja moottoriohjatun 3-tieventtiilin A-401FV20.2 kautta. Jatkettaessa 4. kerroksesta DN 250 -haaran jälkeen vesikatolle, linjastoon asennetaan yksisuuntaventtiili ja DN 15 -tyhjennys. Yksisuuntaventtiili estää paluuvirtauksen jäähdytyskonehuoneen suuntaan. Vesikatolle kytetään nesteenjähdyttimet, joista kerrotaan lisää kohdassa 5.3.

Kun nesteenjähdyttimet on kytketty vesikatolle kohdan 6.3 mukaisesti, vesikatolla viilentynyt fluidi palaa takaisin kylmäprosessiin DN 300 RFe -lauhteenpaluuputkella. 4. kerroksessa paluulinjaan kytetään DN 15 -lähdöt kahdelle lämpötila-anturille ja tyhjennykselle. DN 15 -lähtöjen jälkeen linjaan tulee DN300 -sulkuventtiili, jonka jälkeen moottoriohjatulta 3-tieventtiililtä A-401FV20.2 tuleva DN300 -linja yhdistetään vesikatolta tulevaan lauhteenpaluuputkeen. Yhdistymisen jälkeen linjaan tulee moottoriventtiili A-401FV20.1, jonka jälkeen linja yhdistetään 3-tieventtiilin A-401FV20.2 virtaamattomalle puolelle.

Lauhteenpaluuputki jatkaa 3-tieventtiin haaran jälkeen 4. kerroksessa paisunta-astialle A-401PAA20. Ennen paisunta-astian DN 50 -haaraa, linjaan asennetaan DN15 -lähdöt kahdelle lämpötila-anturille. DN 50 paisunta-astialle menevä linjasta otetaan haara varoventtiilille A-401VV20, josta varovesi ohjataan nestesäiliöön. Ennen paisunta-astiaa DN 50 -linjasta otetaan DN 15 -lähtö painemittarille, sulku ja toinen DN 15 -lähtö painemittarille. Paisunta-astian jälkeen linjaan asennetaan sulku, josta linjaa jatketaan samaan nestesäiliöön kuin varoventtiililtä A-401VV20.

Paisunta-astian haaran jälkeen DN 300 -lauhteenpaluulinjaan tulee sulku, jonka jälkeen otetaan DN 20 -lähtö ilmanpoistolaitteistolle A-401IPL20. Ilmanpoistolaitteisto kytketään DN 20 -laippaliitoksien avulla osaksi DN 300 -lauhteenpaluulinjaa. Ilmanpoistolaitteen molemmin puolin asennetaan DN 20 -sulut. 4. kerroksessa sijaitsevan ilmanpoistolaitteiston jälkeen, lauhteenpaluulinja jatkaa matkaansa nousukuilussa T-kerroksen jäähdytyskonehuoneeseen.

Jäähdytyskonehuoneessa DN 300 -lauhteenpaluulinjaan asennetaan DN 15 -lähdöt kahdelle lämpötila-anturille. Antureiden jälkeen linja jatkuu mudanerottimelle A-401SU20. Ennen mudanerotinta linjasta otetaan DN 300 -sululla varustettu mudanerottimen ohitus. Ohituksen jälkeen linjaan tulee seuraavassa järjestyksessä DN 300 -sulkuventtiili, DN 15 -lähtö painemittarille, mudanerotin A-401SU20, DN 15 -lähtö painemittarille ja DN 300 -sulkuventtiili. Sulkuventtiilin jälkeen DN 300 -lauhteenpaluulinjaan yhdistetään takaisin mudanerottimen ohitukselta tuleva linja.

Mudanerotin jälkeen lauhteenpaluulinjasta otetaan DN 125 -haara lämmönsiirtimelle A-401LS10. Ennen lämmönsiirtimeen yhdistymistä DN 125 -linjaan tulee linjasäätöventtiili ja DN 15 -lähtö lämpötila-anturille. Lämmönsiirtimelle kytkeydytään laippaliitoksella.

Lämmönsiirtimeen DN 125 -haaran jälkeen lauhteenpaluulinja haaroitetaan kahdeksi DN 250 RFe -putkeksi ja yhdistetään vedenjäähdytyskoneisiin A-401VJK02 ja A-401VJK01. Ennen vedenjäähdyttimiä linjoihin tulee DN 250- linjasäätöventtiilit ja kahdet DN 15 -lähdöt lämpötila-antureille. Antureiden jälkeen vedenjäähdytyskoneille kytkeydytään laippaliitoksilla.

## 5.2.2 VJK 401.1 & VJK 401.2 toisiopuoli

Koneet palvelevat jäähdytystuotantoa IV- ja tilajäähdytysverkostossa. T-kerroksen jäähdytyskonehuoneessa vedenjäähdytyskoneilla jäähdytetty fluidi lähtee vedenjäähdytyskoneilta 200 RFe -putkella. Molempien koneiden jälkeen tulee laippaliitoksin linjasäätöventtiilit. Venttiilien jälkeen linja yhdistetään yhdeksi DN 300 RFe -putkeksi. Seuraavaksi linjasta otetaan kaksi DN 125 -haaraa lämmönsiirtimille A-401LS10 ja A-403LS10. (20.)

Ennen kytkeytymistä lämmönsiirtimelle A-401LS10 tulee linjaan asentaa linjasäätöventtiili, moottoriventtiili A-401FV13, DN 15 -lähdöt lämpötila-antureille, DN 15 -tyhjennysyhde, varoventtiili A-401VV13 ja lämmönsiirtimen ohikierron mahdollistava DN 15. Lämmönsiirtimelle kytkeydytään laippaliitoksella.

Ennen kytkeytymistä lämmönsiirtimelle A-403LS10 tulee linjaan asentaa linjasäätöventtiili, DN 15 -lähdöt lämpötila-antureille, DN 15 -tyhjennysyhde, varoventtiili A-401VV14. Lämmönsiirtimelle kytkeydytään laippaliitoksella.

Haarojen jälkeen linjaa jatketaan, kunnes linjasta otetaan DN200 haara A-401SL01 säiliölle. Ennen säiliötä linjaan asennetaan sulku. Säiliöön kytkeydytään laippaliitoksella. Säiliön haaran jälkeen ennen pumppuja 401P01.1 ja 401P01.2 otetaan pumppujen ohikierron mahdollistava DN 40 -haara, johon sijoitetaan linjasäätöventtiili, suodatin 401SU21, tyhjennysyhde ja DN 40 -sulkuventtiili. Ohikierron mahdollistavan haaran jälkeen linja kahdennetaan kahdeksi DN 250, joilla kytkeydytään pumppuille 401P01.1 ja 401P01.2. Pumput kytketään joustoliitoksilla omille pumppupedeilleen ja varustetaan molemminpuolisilla suluilla. Pumppujen jälkeen linjaan sijoitetaan DN 15 -lähdöt lämpötila-antureille. Antureiden jälkeen linja yhdistetään osaksi IV- ja tilajäähdytysverkoston meno verkostoa.

IV- ja tilajäähdytysverkostolta palattaessa jäähdytystehon luovuttanut fluidi palaa takaisin vedenjäähdyttimille DN300 koossa. Paluuprosessin alkuvaiheessa linjasta otetaan DN 20 -haara ilmanpoistajalle A-401IPL01. Ilmanpoistaja varustetaan molemmin puolin suluilla, minkä jälkeen kytkeydytään takaisin DN 300 -paluurunkoon. Paluuputkeen kytketään mudanerotin A-401SU01. Mudanerottimen molemmin puolin tulee DN 15 -lähdöt paineenosoittaville antureille, DN300 lähdöt ohikierrolle sekä sulut.

Eroittimelta jatkettaessa linjasta otetaan DN 15 -lähdet lämpötila-antureille. Antureiden jälkeen linjasta otetaan ensiksi DN 100 -haara pumpulle A-401P14. Pumpulle kytkeydyttäessä linjaan tulee ensiksi sulku ja sen jälkeen kytkeydytään pumppuun joustoliitoksella. Pumpulta jatketaan joustoliitoksella, säätöventtiilillä ja yksisuuntaventtiilillä lämmönsiirtimelle A-403LS10, johon kytkeydytään laippaliitoksella.

Tämän jälkeen paluulinjasta otetaan DN 125 -haara pumpulle A-401P13. Pumpulle kytkeydyttäessä linjaan tulee ensiksi DN 15 -lähdet lämpötila-antureille, pumpun ja lämmönsiirtimen A-401LS10 ohikierron mahdollistava DN 40 -haara. Ohikierto haarasta otetaan erillinen ohikierto pumpulle DN 40, josta haaroitetaan vielä erillinen DN 15 -ohikierto lämmönsiirtimelle. Lämmönsiirtimen ohikiertoon lisätään DN 15 -lähtö painemittarille. Pumpun DN 40 -ohikiertoon tulee sivuvirtaussuodatin 401SU13, jota ennen tulee linjasäätöventtiili ja suodattimen jälkeen sulku. Ohikierron mahdollistavan haaran jälkeen kytkeydytään pumppuun joustoliitoksella. Pumpun jälkeen jatketaan linjaa joustoliitoksella, säätöventtiilillä ja yksisuuntaventtiilillä. Ennen lämmönsiirintä A-401LS10 linjaan kytketään takaisin pumpun ohikierto. Lämmönsiirtimelle kytkeydytään laippaliitoksella.

DN125 haaran jälkeen paluulinjasta otetaan DN 200 -haara pumpulle A-401P11. Pumpulle kytkeydyttäessä linjaan tulee ensiksi DN 15 -lähdet lämpötila-antureille, pumpun ja vedenjäähdytyskoneen A-401VJK01 ohikierron mahdollistava DN 40 -haara. Ohikierto haarasta otetaan erillinen DN40 ohikierto pumpulle, josta haaroitetaan vielä erillinen DN 15 -ohikierto vedenjäähdyttimelle. Vedenjäähdytyskoneen ohikiertoon lisätään DN 15 -lähtö painemittarille. Pumpun DN 40 -ohikiertoon tulee sivuvirtaussuodatin 401SU11, jota ennen tulee linjasäätöventtiili ja suodattimen jälkeen sulku. Ohikierron mahdollistavan haaran jälkeen kytkeydytään pumppuun joustoliitoksella. Ennen joustoliitosta tulee linjassa olla sulku. Pumpun jälkeen jatketaan linjaa joustoliitoksella, säätöventtiilillä ja yksisuuntaventtiilillä. Ennen vedenjäähdytyskonetta A-401VJK01 linjaan kytketään takaisin DN 40 -pumpunohikierto. Vedenjäähdytyskoneelle kytkeydytään laippaliitoksella.

DN 200 -haaran jälkeen paluulinjasta otetaan DN 200 -haara pumpulle A-401P12. Pumpulle kytkeydyttäessä linjaan tulee ensiksi DN 15 -lähdet lämpötila-antureille, pumpun ja vedenjäähdytyskoneen A-401VJK02 ohikierron mahdollistava DN 40 -haara. Ohikiertohaarasta otetaan erillinen DN 40 -ohikierto pumpulle, josta haaroitetaan vielä erillinen DN 15 -ohikierto vedenjäähdyttimelle. Vedenjäähdytyskoneen ohikiertoon lisätään DN15 -lähtö painemittarille. Pumpun DN 40 -ohikiertoon tulee sivuvirtaussuodatin A-401SU12, jota ennen tulee linjasäätöventtiili ja suodattimen jälkeen sulku. Ohikierron mahdollistavan haaran jälkeen kytkeydytään pumppuun joustoliitoksella.



Ennen joustoliitosta tulee linjassa olla sulku. Pumpun jälkeen jatketaan linjaa joustoliitoksella, säätöventtiilillä ja yksisuuntaventtiilillä. Ennen vedenjäähdytyskonetta A-401VJK02 linjaan kytketään takaisin pumpun ohikierto. Vedenjäähdytyskoneelle kytkeydytään laippaliitoksella.

Paluulinjan päästä vedenjäähdytyskoneiden haarojen jälkeen linja jatketaan sulun kautta DN 200 - kokoisena säiliölle A-401SL01. Säiliö toimii jäähdytyspiirin kylmänvedenvaraajana tasapainottaen järjestelmän jäähdytysvedentarpeen piikkejä, jolloin vedenjäähdytyskoneenkaan ei tarvitse käydä koko aikaa. Säiliölle kytkeydytään laippaliitoksella.

### **5.2.3 VJK 402**

4. kerroksen IV-konehuoneessa sijaitseva vedenjäähdytyskone 402 pitää yllä jäähdytystuotantoa Ilmanvaihtokoneiden jäähdytyspattereille, joilla kuivataan tuloilmaa. Kone on malliltaan RHOSS TCHVBZ31521HE TM 513A. Lauhdutinliuoksena koneessa kiertää 40-prosenttinen vesi-glykoliseos ja liuoksen virtaama on 73,1 dm<sup>3</sup>/s. Kuten VJK 401 verkosto, 402 koneen verkoston materiaalina käytetään RFe-terasputkia ja saumat TIG-hitsataan. Verkoston laitteet liitetään käyttäen laippaliitoksia. Jäähdytysverkosto asennetaan 3D-mallin ja jäähdytyskaavion VJK 403 mukaisesti, hyvää asennustapaa noudattaen. (17, s. 2.)

### **5.2.4 VJK 403**

Vedenjäähdytyskone 403 pitää yllä jäähdytystuotantoa kerroksien T-10 teknistentilojen jäähdytyslaitteistolle. Kone on RHOSS TCHEBY 4290LT RC100 ja lauhdutinliuoksena koneessa kiertää 40-prosenttinen vesi-glykoliseos. Jäähdytysverkostossa materiaalina käytetään RFe-terasputkia, saumat TIG-hitsataan ja verkoston laitteet liitetään käyttäen laippaliitoksia, kuten VJK 401 ja VJK 402. Jäähdytysverkosto asennetaan 3D-mallin ja jäähdytyskaavion VJK 403 mukaisesti hyvää asennustapaa noudattaen. (17, s. 2.)

### 5.3 Nesteenjähdyttimien asennus

Nesteenjähdyttimet asennetaan 10. kerroksen vesikatolle. Tuttavallisemmin nesteenjähdyttimet tunnetaan lauhduttimina. Lauhduttimessa tapahtuu nimensä mukaisesti nesteen lauhtuminen eli jäähtyminen. Tässä tapauksessa vedenjäähdytysprosessissa lämmennyt fluidi tulee lauhduttimelle, jossa siitä vapautetaan lämpöenergiaa ympäristöön. Lämmennyt fluidi kuljetetaan lamellityyppisen kennon lävitse, jonka läpi puhalletaan puhaltimella ilmaa. Puhaltimella tuotettu ilmavirta kulkeutuu kennon lävitse samalla jäähdyttäen kennon sisällä lamelleissa kulkevan fluidin. (Kuva 17.)

#### 5.3.1 A-401 nesteenjähdyttimet

Vedenjäähdytyskoneilla A-401VJK01, A-401VJK02 ja lämmönsiirtimessä A-401LS10 lämmennyt fluidi tulee 10. kerroksen vesikatolle DN300 RFe-putkella. Vesikatolle tultuaan linjaan asennetaan kaksi DN15 lähtöä lämpötila-antureille. Lämpötila-antureiden jälkeen, linjasta haaroitetaan DN150 haara lauhduttimelle A-401L01. Ennen lauhdutinta linjaan asennetaan sulkuventtiili. Lauhduttimelle nousee alempana sijaitsevasta rungosta T-haaralla, jonka yläpäähän asennetaan DN15 sululla varustettu ilmaus. Lauhduttimelle kytkeydytään joustavilla laippaliitoksilla. (19.)

Lauhduttimelle A-401LA01 otetun DN 150 -haaran jälkeen, tuodaan samaista asennustapaa noudattaen DN 150 -lähdöt DN 300 -rungosta myös lauhduttimille A-401LA02, A-401LA03, A-401LA04, A-401LA05 ja A-401LA06. Lauhduttimille tullessaan fluidin kesäajan mitoitettu lämpötila on 42 °C. Lauhduttimilta palataan DN 300 RFe lauhteenpaluuputkeen. Lauhduttimien jälkeen fluidin kesäajan mitoitettu lämpötila on 36,3 °C. Lauhduttimilta lähdetään joustavilla laippaliitoksilla, joiden jälkeen paluulinjoihin asennetaan kahdet DN 15 -lähdöt lämpötila-antureille. Antureiden jälkeen paluulinjoihin asennetaan linjasäätöventtiilit. Linjasäätöventtiilien jälkeen lauhduttimilta palaavat linjat yhdistetään yhdeksi DN 300 RFe -linjaksi. Linjaan asennetaan kahdet DN 15 -lähdöt lämpötila-antureille vesikaton puolelle, jonka jälkeen linjaa jatketaan nousukuilussa 4. kerroksen konehuoneeseen (Ks. kohta 5.2.1).

### **5.3.2 A-402 nesteenjähdyttimet**

Vedenjähdytyskoneelta A-402VJK lämmennyt fluidi tulee 10. kerroksen vesikatolle DN 200 RFe-putkella. Nesteenjähdyttimiä on vesikatolla kaksi kappaletta. Nesteenjähdyttimet 402 LA 01 ja 402 LA 02 ovat identtisiä. Kesätilanteen mitoituksella näiden nesteenjähdyttimien jäähdytysteho on 841,1 kW. Jähdyttimille tulevan seoksen lämpötila on 42 °C ja palaavan 36,2 °C. Nesteenjähdyttimien päällä on yhteensä 14 kpl 914 mm halkaisijaltaan olevia EC-puhaltimia. Nesteenjähdyttimet kytketään vastaavasti, kuin vedenjähdytyskoneen 401 nesteenjähdyttimetkin. Asennukset toteutetaan 3D-mallin ja jäähdytyskaavion A-LJ-DX-4402 mukaisesti. (19.)

### **5.3.3 A-403 nesteenjähdyttimet**

Vedenjähdytyskoneelta A-403VJK lämmennyt fluidi tulee 10. kerroksen vesikatolle DN 125 RFe-putkella. Vesikatolla kytkeydytään nesteenjähdyttimelle 403 LA01. Kesätilanteen mitoituksella jäähdyttimen jäähdytysteho on 365 kW. Jähdyttimelle tulevan seoksen lämpötila on 42 °C ja palaavan 36 °C. Nesteenjähdyttimen päällä on yhteensä kuusi kappaletta 914 mm halkaisijaltaan olevia EC-puhaltimia. Nesteenjähdytin kytketään vastaavasti, kuin vedenjähdytyskoneiden 401 ja 402 nesteenjähdyttimetkin. Asennukset toteutetaan 3D-mallin ja jäähdytyskaavion A-LJ-DX-4403 mukaisesti. (19)

## **5.4 Veden- ja nesteenjähdyttimien käyttöönotto**

Veden- ja nesteenjähdyttimien asennuksen jälkeen aloitetaan laitteen valmistelu käyttöönottoon. Linjastot ja järjestelmä koe paineistetaan 8 bar:n vesipaineella vuotojen varalta. Koepaineistuksen jälkeen tulee linjasto huuhdella huolellisesti asennuksen aikana syntyvästä karstasta ja epäpuhtauksista. Huolellisen huuhtelun jälkeen järjestelmän piirit täytetään ja ilmataan.

Kun kaikki edellä mainitut vaiheet on tehty huolellisesti sekä sähkö-/automaatioasentaja on käynyt kytkemässä kaikki sähkökytkennät, joita laitteisto tarvitsee toimiakseen, voidaan aloittaa itse laitteen käyttöönotto. Kaikki putki- ja letkuliitokset tulee tarkistaa vuotojen varalta ja vuodon ilmaantu-

essa korjata, ennen laitteeseen virran kytkemistä. Laitteistoa käynnistämään ja koekäyttämään tulee laitevalmistaja Kojan puolesta laitteistoon perehtynyt henkilö, joka pitää myös erillisen käyttöopastuksen.

## 6 PUHALLINKONVEKTORIT JA VAKIOILMASTOINTIKONEET

Chiller Oy toimittaa sairaalalle puhallinkonvektorit ja vakioilmastointikoneet. Laitteet pitävät huolen tilojen ilmastoinnista, muuttuvien tarpeiden mukaisesti. Kylmätehon puhallinkonvektorit ja vakioilmastointikoneet saavat vedenjäähdytyskoneilla tuotetusta kylmätehosta. Vedenjäähdytyskoneilla viilennetty fluidi tuodaan konvektoreille ja vakioilmastointikoneille RFe- ja Cu-putkistolla. Lämmitystehon konvektorit saavat puolestaan rakennuksen lämmitysverkostosta. Liitteessä 2 on eritelty sairaalan puhallinkonvektorit ja vakioilmastointikoneet.

### 6.1 Puhallinkonvektorit

Puhallinkonvektoreita sijoitetaan tiloihin, joissa ilmanvaihdon tarve on suhteellisen pieni sekä jäähdytys- ja lämmitystehton tarve suuri. Puhallinkonvektoreita on sekä kattoasenteisia sekä lattialle omalle jalustalleen asennettavia malleja. Toimintaperiaate on molemmilla malleilla sama, mutta omalle jalustalleen asennettavat mallit ovat lähtökohtaisesti isompia ja tehokkaampia. Kattoasenteiset konvektorit asennetaan alas lasketun katon jakoon ja tasoon käyväksi, omalla asennuskehysellään. Konvektoreissa on sisäänrakennettu puhallin, joka puhaltaa jäähtyneen tai vaihtoehtoisesti lämmitetyn ilman huonetilaan. Konvektoreissa on myös oma kondenssivesipumppu, joka pumppaa prosessin aikana kondensoituvan kondenssiveden viemäriin.

#### 6.1.1 Kattoasenteiset puhallinkonvektorit

Kattoasenteiset konvektorit ovat malliltaan Chiller VariPro-60 (kuva 21). Kattoasenteisistä konvektoreista on sairaalalla käytössä neljää eri versiota, H-4, H-21, M-4 ja M-21. Keskeisimmät erot versioilla on sen ominaisuudet. Versioissa H-4 ja M-2 on vain jäähdytysominaisuus ja versioissa H-21 ja M-21 jäähdytys-, sekä lämmitysominaisuus. Konvektori on rakennettu siten, että sen keskiosaan sijoitettu puhallin imee huoneilmaa laitteen sisään patterien lävitse samalla jäähdyttäen/lämmittäen sen, tilan tarpeen mukaan. Puhaltimen muotoilu mahdollistaa myös ilman ulospuhalluksen neljälle eri sivulle.



*KUVA 21. Chiller Vari Pro 60 (21)*

Laitteiden asennus alkaa laitteen kiinnittämisellä tukevasti kattorakenteeseen. Kattorakenteeseen kiinnitettäessä on otettava huomioon alakattorungon jako ja varmistettava että laite on suorassa. Laitteen tulee osua alakattorungon 600 x 600 säleikön sisälle, jotta asennuskehys saadaan asennettua siististi paikoilleen. Kun laite on tukevasti paikoillaan, tehdään putkikytkennät laitteen toimilaitteventtiileille ja kondenssiviemäröinnille. Toimilaitteventtiileille kytkeydytään yhdistäjillä 3D-mallin ja pohjapiirustuksen mukaisesti. Putkikytkentöjä tehtäessä tulee huomioida, ettei laitteen huolto hankaloidu. Laitteen kondenssiviemäriä tehtäessä tulee huomioida, että kondenssiviemärissä on kaltevuutta. Kondenssiviemäriin kytkeydytään laitetoimituksessa mukana tulevalla viemärötiosalla.

Ennen laitteen käyttöönottoa on seuraavat toimenpiteet oltava suoritettu: Laitteen putki- ja sähköliitännät on tehty huolellisesti, laite on täytetty ja linjoista on poistettu ilma. Laitetta käynnistämään ja käyttöönottamaan tulee laitetoimittajan laitteistoihin perehtynyt henkilö. Laitetoimittaja pitää samalla käytönopastuksen.

## 6.1.2 Jalustalle asennettavat puhallinkonvektorit

Sairaalalle käyttöön asennettavat suurtehokonvektorit ovat malliltaan Chiller Giant Vari (kuva 22). Konemallista on sairaalalla käytössä kahta eri kokoluokkaa ja kätisyyttä: Chiller Giant Vari 700 ja 1300. Konvektorit asennetaan tiloihin, joissa jäähdytystehon tarve on suuri ja äänitekniisiä vaatimuksia ei ole. Laitteet on suunniteltu erityisesti ICT- ja laitetilojen jäähdytykseen. Laitteisto imee huoneilman yläreunassa sijaitsevan imusäleikön kautta patterin lävitse. Patterilla jäähtynyt ilma puhalletaan huonetilaan koneen alareunassa sijaitsevasta puhalluskammioista.



KUVA 22. Chiller Giant Vari suurtehokonvektori (22)

Laitteiden asennus alkaa laitteen kiinnittämisellä tukevasti omalle jalustalleen. Jalustan korkeus tulee olla vähintään 200 mm, jotta viilennetyn ilman kulku tilaan ei esty. Kun laite on tukevasti paikoillaan, tehdään putkikytkennät laitteen toimilaitteventtiilille ja kondenssiviemäröinnille. Toimilaitteventtiilille kytkeydytään yhdistäjillä 3D-mallin ja pohjapiirustuksen mukaisesti. Putkikytkentöjä tehtäessä tulee huomioida, ettei laitteen huolto hankaloidu. Kondenssiviemäröinti pumpuilta toteutetaan viemäröimällä kondenssivesi lattiakaivoon 32 mm muoviviemärillä.

Ennen laitteen käyttöönottoa on seuraavat toimenpiteet oltava suoritettu: laitteen putki- ja sähköliitännät on tehty huolellisesti, laite on täytetty ja linjoista on poistettu ilma. Laitetta käynnistämään ja käyttöönottamaan tulee laitetoimittajan puolesta, laitteistoihin perehtynyt henkilö. Laitetoimittaja pitää samalla käytönopastuksen.

## **6.2 Vakioilmastointikoneet**

Vakioilmastointikoneen tehtävä on pitää huoneolosuhteet halutuissa arvoissa. Vakioilmastointikoneen oma säädin tarkkailee huonetilan ja poistoilman lämpötilaa sekä suhteellista kosteutta, jonka mukaan se säätelee ilmastoinnin tarvetta. Vakioilmastointikoneita käytetään tiloissa, joissa yleisilmastoinnilla ei saavuteta tarpeeksi tarkkoja huoneolosuhteita. Sairaalalla vakioilmastointikoneita asennetaan mm. laite-, muuntamo- ja varavoimatiloihin.

Vakioilmastointikoneista on sairaalalla käytössä kolme erilaista mallia, L-CWS-35-1, L-CWS-80-2 ja XL-CWS-200-2. Mallien väliset erot ovat jäähdytystehoissa ja ominaisuuksissa. CWS-merkinän jälkeiset numerot 35, 80 ja 200 merkitsevät koneen jäähdytystehoa tehon noustessa numeron mukaisesti. L-sarjan koneet on tarkoitettu tiloihin, joissa esiintyy merkittävää kosteuskuormaa. Vastaavasti XL-sarjan koneet tiloihin, joissa kosteuskuormaa ei esiinny merkittävästi. (Kuva 23.)





*KUVA 23. Jalustalle asennettava Chiller Smart Vari -vakioilmastointikone (23)*

Laitteiden asennus alkaa laitteen kiinnittämisellä tukevasti omalle jalustalleen. Jalustan korkeus tulee olla vähintään 200 mm, jotta viilennetyn ilman kulku tilaan ei esty. Kun laite on tukevasti paikoillaan, tehdään putkikytkennät laitteen toimilaitteventtiilille ja kondenssiviemäröinnille. Toimilaitteventtiilille kytkeydytään yhdistäjillä 3D-mallin ja pohjapiirustuksen mukaisesti. Putkikytkentöjä tehdessä tulee huomioida, että laitteen ympärille jää tarvittava tila huollolle. Kondenssiviemäröinti pumpuilta toteutetaan viemärimällä kondenssivesi lattiakaivoon 32 mm muoviviemärillä.

Ennen laitteen käyttöönottoa on seuraavat toimenpiteet oltava suoritettu: laite on tukevasti jalustallaan, laitteen putki- ja sähköliitännät on tehty huolellisesti, laite on täytetty ja linjat ilmattu. Laitetta käynnistämään ja käyttöönottamaan tulee laitetoimittajan puolesta, laitteistoihin perehtynyt henkilö. Laitetoimittaja pitää samalla käytönopastuksen.

## 7 SÄTEILIJÄT

Lindab toimittaa sairaalalle lämmitys- ja jäähdytyspaneelit. Paneelit ovat malliltaan Lindab Atrium Plana -säteilijäpaneeleita (kuva 24). Paneeleilla pidetään yllä rakennuksen peruslämpöä yhdessä pattereiden ja konvektorien kanssa. Lämmitysenergiansa paneelit saavat lämmitysverkostosta ja vastaavasti jäähdytysenergian jäähdytysverkostosta. Säteilijöiden kytkentäperiaatteet vaihtelevat, sen käyttötarkoituksen mukaisesti. Käyttötarkoituksen mukaisesti, säteilijöitä on lämmitys/jäähdytysominaisuudella sekä vain lämmitysominaisuudella. Paneelien pituus vaihtelee välillä 1800–3600 mm.



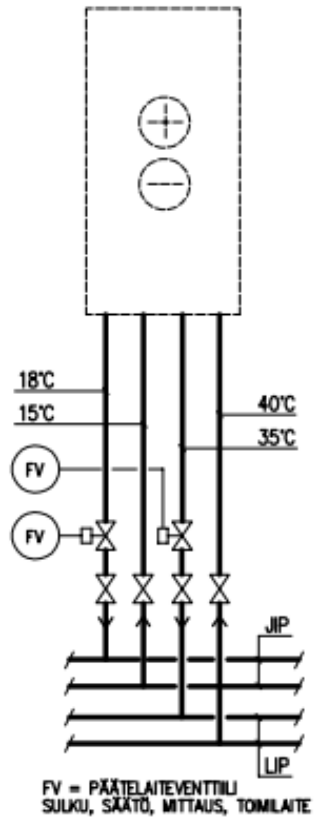
*Kuva 24. Lindab Atrium Plana -säteilijäpaneeli (24)*

### 7.1 Säteilijäpaneelien asennus

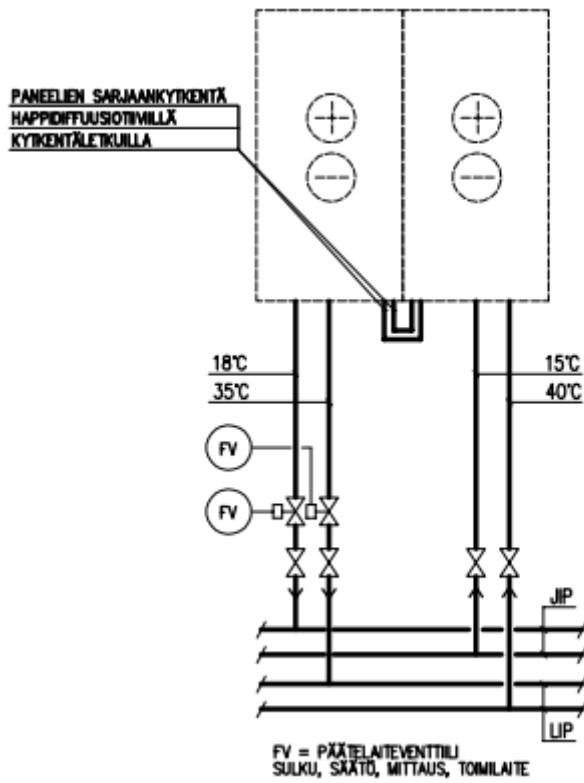
Paneelit asennetaan alakattorunkoon käyväksi. Niiden putkikytkennät jäävät alakaton yläpuoliseen tilaan näkymättömiin. Alakaton yläpuoliseen kattoon kiinnitetään kiinnityspisteet, joista vaijereilla lasketaan paneelit alakattorungon korkoon. Paneelit nostetaan kattoon asennusnostinta hyödyntäen.

Kun paneelit on kiinnitetty tukevasti kattoon, tehdään tarvittavat putkikytkennät 3D-mallin ja pohjapiirustuksen mukaisesti, hyvää asennustapaa noudattaen. Toimilaiteventtiilien ja paneelien väliset

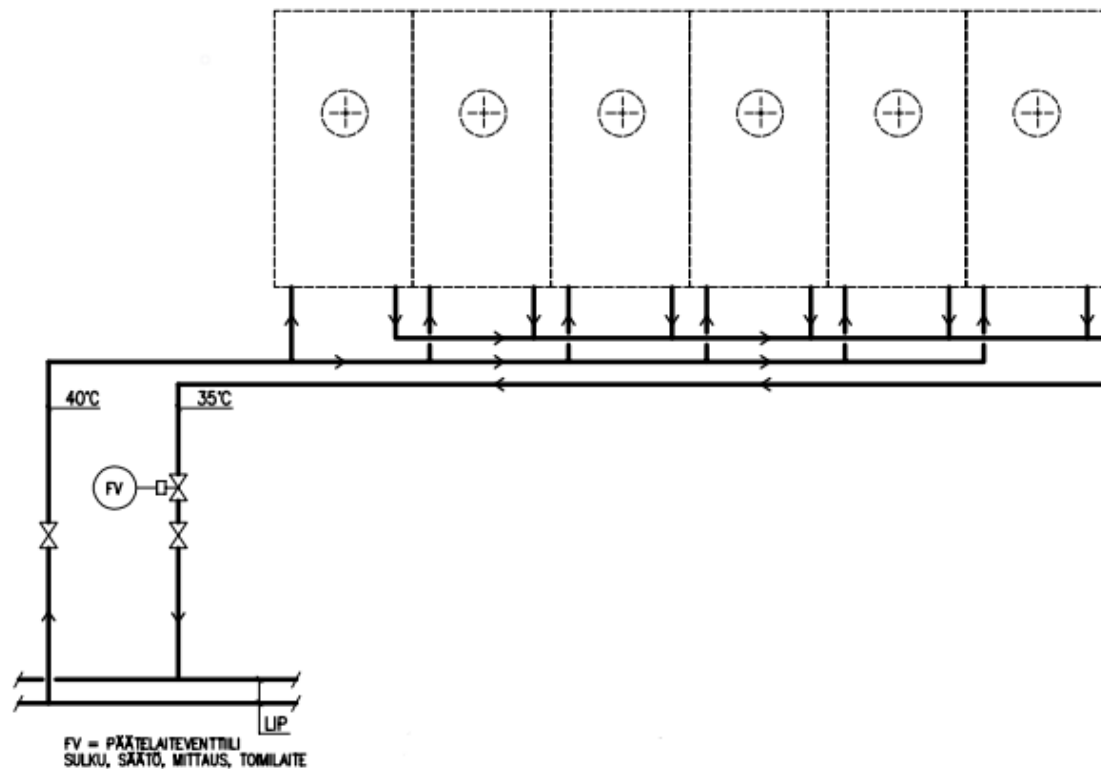
kytkennät tehdään happidiffuusiosuojatulla PEX-putkella. Putkikytkentöjä tehdessä tulee huomioida, ettei linjoihin tehdä ilmapusseja. Kuvissa 25, 26 ja 27 on esitetty kytkentäperiaatteet säteilijä asennuksille.



KUVA 25. Yksittäisen lämmitys-/jäähdytyspaneelin kytkentäperiaate (25)



KUVA 26. Lämmitys-/jäähdytyspaneelin sarjakytkentäperiaate (25)



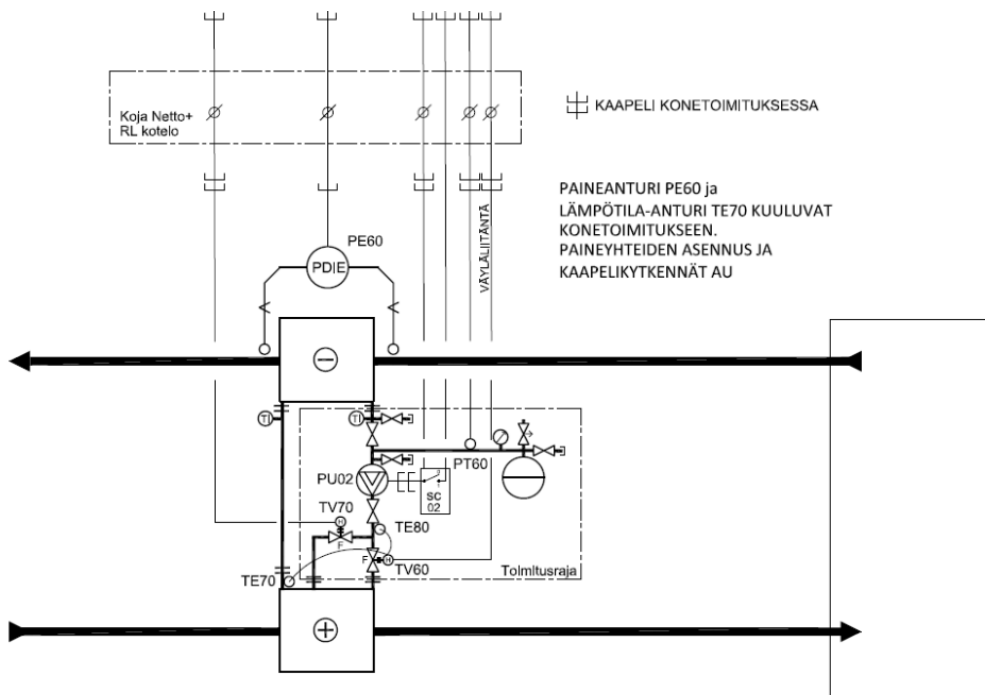
KUVA 27. 1-piiristen lämmityspaneelien kytkentäperiaate (25)

## **7.2 Säteilijäpaneelien käyttöönotto**

Ennen paneelien käyttöönottoa tulee varmistaa, että paneelit on kiinnitetty rakenteisiin tarpeeksi tukevasti, putkiliitännät ovat pitäviä ja järjestelmästä on poistettu ilma. Edellä mainittujen toimenpiteiden jälkeen säteilijäpaneelien sulut voidaan avata osaksi lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmää.

## 8 ILMANVAIHDON LÄMMÖNTALTEENOTTO

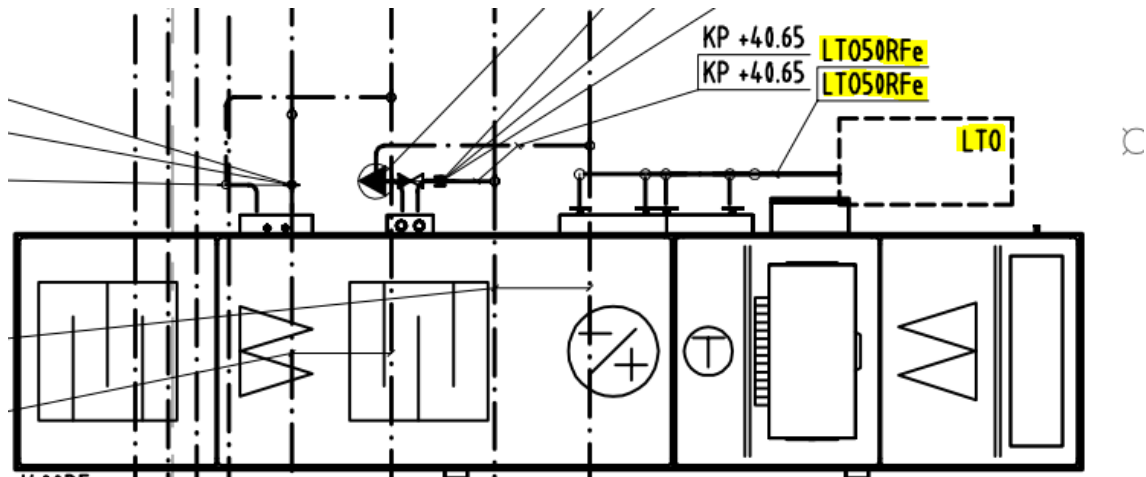
Sairaalan ilmanvaihtokoneiden lämmöntalteenotto toteutetaan Koja Oy:n toimittamalla Koja Netto+ LTO-laitteistolla. Netto+ on nestekiertoinen LTO-säätöjärjestelmä, joka mahdollistaa maksimaalisen lämpötilahyötysuhteen ulkoilman lämpötilasta riippumatta. Järjestelmä toimii omana piirinään kytkettynä ilmanvaihtokoneen tulo- ja poistoilmapattereihin. Järjestelmä sisältää pumpun, taajuusmuuttajan, säätöventtiilit, täyttöryhmän ja tarvittavat lämpötila- ja paineanturit. Netto+ ryhmän komponentit on valmiiksi tehtaalla kytketty ja kasattu konealustan päälle. (Kuva 28.)



KUVA 28. Koja Netto+ toimintakaavio ja toimitussisältö (26, s.3)

### 8.1 Lämmöntalteenoton asennus

Kun Netto+ ryhmät on sijoitettu sille varatulle paikalle, tehdään tarvittavat putkiliitokset. Järjestelmä kytketään ilmanvaihtokoneiden tulo- ja poistoilmapatteihin RFe-putkistolla laippaliitoksien avulla. RFe-putkisto tehdään TIG-hitsaamalla 3D-mallin ja pohjakuvan mukaisesti, hyvää asennustapaa noudattaen (kuva 29). Putkiston kytkemisen jälkeen huuhdellaan linjat asennusaikana syntyvistä epäpuhtauksista ja sen tiiveys todetaan painekokeella. Näiden toimenpiteiden jälkeen linjasto täytetään 40-prosenttisellä tehdassekoitetulla etyleeniglykoliilla ja ilmataan huolellisesti.



KUVA 29. LTO-kytkentä lämmitys/jäähdytys pohjakuvassa (27)

## 8.2 Lämmöntalteenoton käyttöönotto

Kun kaikki edellä mainitut vaiheet on tehty huolellisesti sekä sähkö/automaatioasentaja on käynyt kytkemässä kaikki sähkökytkennät, joita laitteisto tarvitsee toimiakseen, voidaan aloittaa itse laitteen käyttöönotto. Laitteistoa käynnistämään ja koekäyttämään tulee laitevalmistaja Kojan puolesta laitteistoon perehtynyt henkilö, joka pitää myös erillisen käytönopastuksen.

## 9 SAIRAALAN LÄMMITYSTEKNIikka

Sairaalalle tarvittava lämpöenergia otetaan kaukolämmöstä. Kaukolämpöyhtiö tuo kaukolämmön ensiöpuolen rakennuksen T-kerroksen lämmönjakohuoneeseen. Rakennukseen tuleva kaukolämpö kulkee KL-mittauskeskuksen kautta. Mittauskeskuksen jälkeen kaukolämmön ensiöpuolen lämpöenergia siirretään lämmönjakokeskuksilla toisiopuolelle sairaalan tarpeisiin. Lämpöenergiaa tarvitaan sairaalle käyttöveden lämmittämiseen sekä säteilijöille, puhallinkonvektoreille ja pattereille, jotka ylläpitävät rakennuksen peruslämmön.

### 9.1 Lämmönjakokeskukset

Gebwell toimittaa sairaalalle lämmönjakokeskukset ja ne sijaitsevat T- ja 4. kerroksessa. T-kerroksen lämmönjakokeskus sijaitsee lämmönjakohuoneessa. Keskus palvelee T- ja 3. kerroksen lämpöenergian tarvetta. Toinen lämmönjakokeskus sijaitsee 4. kerroksen konehuoneessa. Keskus palvelee lämpöenergian tarvetta 4–10 kerroksissa.

Energiateollisuus ry:n julkaisu K1/2020 määrittää ensiöpuolen putki ja liitostavoista seuraavasti ”Teräsputkina käytetään SFS-EN 10216-2 mukaisesti valmistettuja saumattomia teräsputkia (DIN 2448/17175) tai SFS-EN 10217-1, SFS-EN 10217-2 ja SFS-EN 10217-5 mukaisesti valmistettuja pituus- tai kierresaumahitsattuja teräsputkia.” ja ”Teräsputkille käytetään SFS-EN standardin mukaisia hitsaus- ja laippaliitoksia. Teräslaippoina käytetään standardin SFS-EN 1092-1 mukaisia laippoja.” (28, s. 20.)

#### 9.1.1 T-kerros lämmönjakohuone

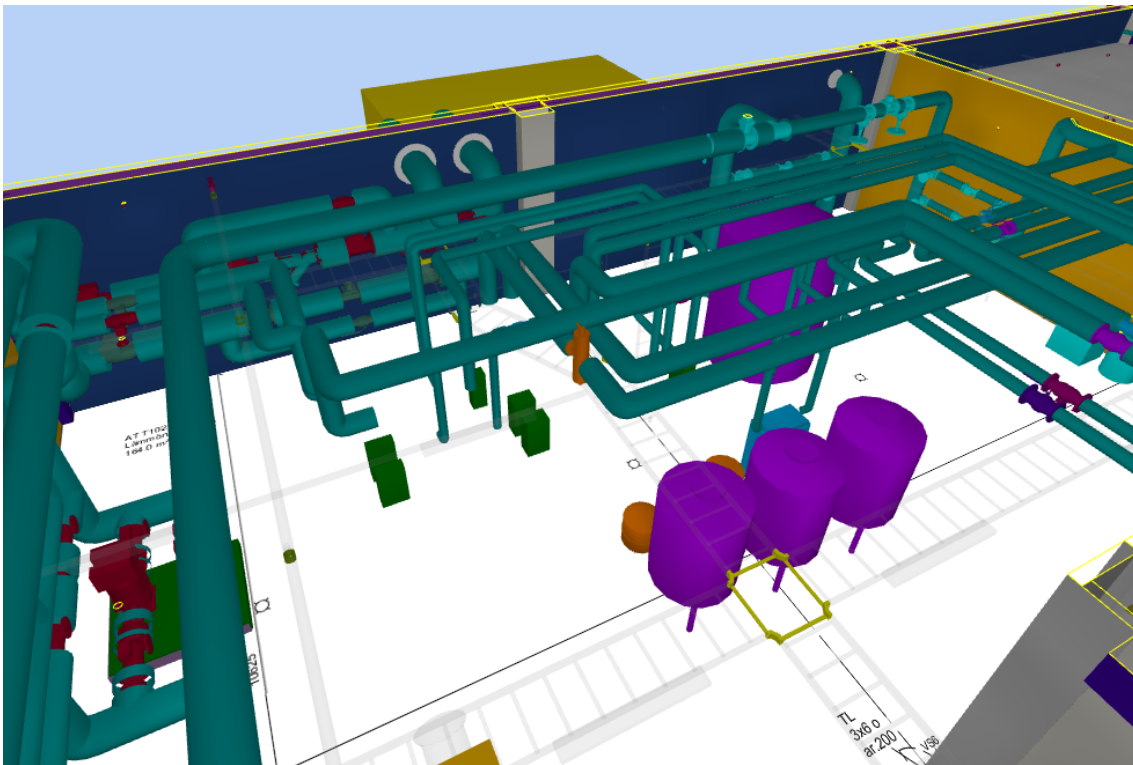
Lämmönjakokeskus sijoitetaan lattialle omille säätöjaloilleen. Keskuksen ympärille tulee jättää riittävä asennus- ja huoltotila. Keskuksen kytkennät tehdään ensiöpuolelle kohdassa 10.1 mainittujen määräysten mukaisesti. Ensiöpuolen kytkennät tehdään lämmönjakokeskukseen, DN65 kokoisena. Toisiopuolen kytkennät tehdään hitsaamalla ja laitteille kytkeydytään kierre- ja laippaliitoksilla. Kytkennät tehdään kytkentäkaavion, 3D-mallin ja pohjakuvan mukaisesti, hyvää asennustapaa noudattaen.



4. kerroksen kaukolämmön ensiöpuoli haaroitetaan T-kerroksen lämmönjakohuoneessa, rakennukseen tulevista kaukolämpöyhtiön putkista. T-kerroksesta putket lähtevät KL-paineenkorotuspumppujen kautta kaukolämmön nousukuilussa 4. kerrokseen DN 150 -kokoisena.

Kun kaikki kytkennät on tehty, tulee järjestelmä koeponnistaa tiiveyden varmistamiseksi. Koeponnistuksen jälkeen linjat tyhjennetään, jotta asennusaikana syntyvät epäpuhtaudet ja karstat saadaan järjestelmästä pois. Tämän jälkeen linjat täytetään ja ilmataan huolellisesti.

Lopuksi ensiöpuolen KL-putket eristetään eristyssarjan 25 mukaisesti. Eristyksen lisäksi KL-putket pellitetään 2 m lattiapinnasta. (Kuva 30.)

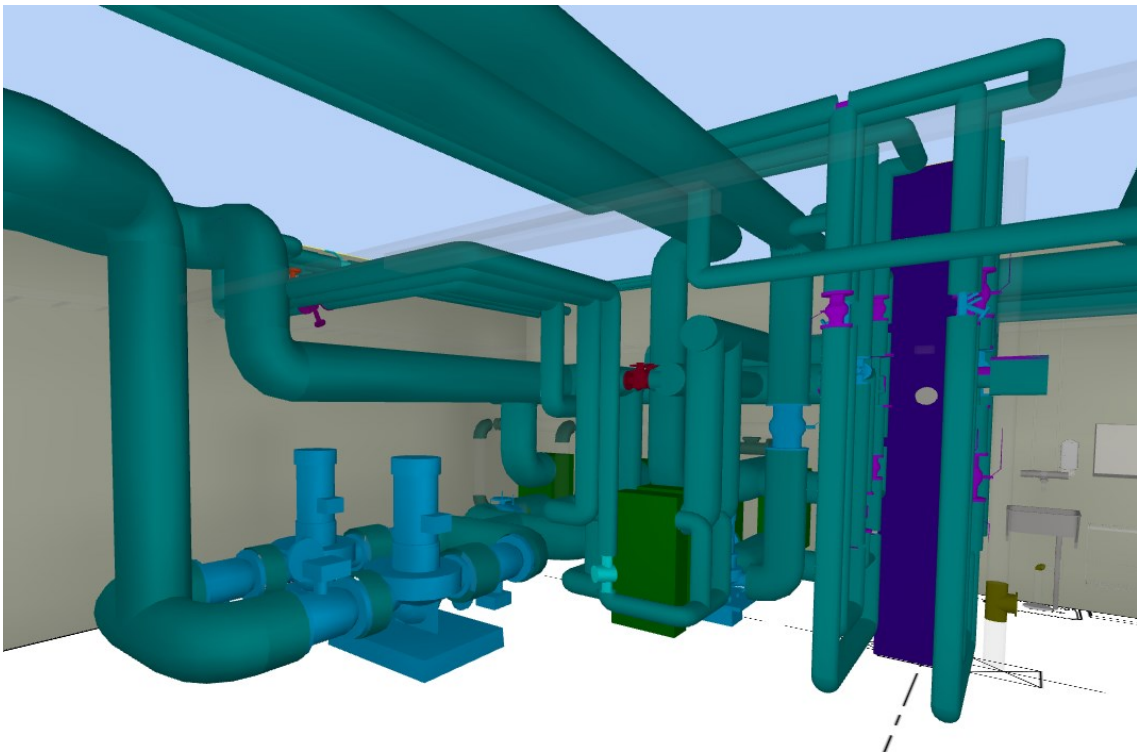


KUVA 30. T-kerroksen lämmönjakokeskus 3D-mallissa (4)

### 9.1.2 4. kerroksen konehuone

Lämmönjakokeskus sijoitetaan lattialle omille säätöjaloilleen. Keskuksen ympärille tulee jättää riittävä asennus- ja huoltotila. Nousukuilusta neljänteen kerrokseen tulevat kaukolämpöputket yhdistetään lämmönjakokeskukseen. Lämmönjakokeskuksen kytkennät tehdään ensiöpuolelle kohdassa 9.1 mainittujen määräysten mukaisesti. Ensiöpuolen kytkennät tehdään lämmönjakokeskukseen DN 150 -putkikoossa. Toisiopuolen kytkennät tehdään kytkentäkaavion, 3D-mallin ja pohjakuvan mukaisesti, hyvää asennustapaa noudattaen (kuva 31).

Lopuksi ensiöpuolen KL-putket eristetään eristysarjan 25 mukaisesti. Eristyksen lisäksi KL-putket pellitetään 2 m lattiapinnasta. Kun kaikki kytkennät ovat tehty tulee järjestelmä koeponnistaa, tiiveyden varmistamiseksi. Koeponnistuksen jälkeen linjat tyhjennetään, jotta asennusaikana syntyvät epäpuhtaudet ja karstat saadaan järjestelmästä pois. Tämän jälkeen linjat täytetään ja ilmataan huolellisesti.



KUVA 31. 4-kerroksen lämmönjakokeskus 3D-mallissa (4)

## 9.2 Lämmönjakokeskusten käyttöönotto

Kun kaikki edellä mainitut toimenpiteet on tehty sekä sähkö-/automaatioasentaja on kytkenyt kes-  
kusten tarvitsemat liitokset, voidaan aloittaa järjestelmän käyttöönotto. Laitteistoa käynnistämään  
ja koekäyttämään tulee laitevalmistaja Gebwell:n puolesta asiaan perehtynyt henkilö, joka pitää  
myös käytönopastuksen.

## 10 PUMPPUJEN KÄYTTÖÖNOTTO

Sairaalan lämmitystekniikka, jäähdytystekniikka sekä käyttövesi tarvitsevat toimiakseen pumppuja. Pumput sairaalalle toimittaa Kolmeks Oy. Pumppujen mallit vaihtelevat käyttötarkoituksen mukaan. AL- ja L-sarjan pumput ovat laippaliitoksellisia. AE- ja ALP-sarjan pumput ovat kierrelitoksilla liitettäviä pienempiä pumppuja. Yli 15 kW:n pumput asennetaan omille pumppupedeilleen. Pumppujen ääntä ja värinää vaimennetaan kumeilla, jotka asennetaan pumppupetien sekä pumppujen alle. (Kuva 32.) (Liite 3.)



KUVA 32. Kolmeks- laippaliitoksellinen ja kierrelitoksinen pumppu (29, s.1)

## **10.1 Lämmityksessä käytetyt pumput**

Lämmityksen ensiöpuolella pumput ovat laippaliitoksellisia Kolmeks L-100S/4. Pumput ovat taajuusmuuttajaohjattuja ja tuottavat painetta kaukolämpöverkoston. Toisiopuolella olevat lämmityksen pääpumput ovat laippaliitoksellisia Kolmeks AL-1202/4. Pumput ovat taajuusmuuttajaohjattuja ja tuottavat painetta lämmitysverkoston 4–10-kerroksiin. Lämmityspiiriin tulee myös pienempiä kierrelitoksellisia Kolmeks- AE-sarjan kerroskohtaisia kiertovesipumppuja. (Kuva 32.)

## **10.2 Jäähdytyksessä käytetyt pumput**

Jäähdytyksen pumput tuottavat painetta jäähdytysverkoston. Vedenjäähdytyskoneiden yhteydessä olevat pumput ovat laippaliitoksellisia Kolmeks- AL-1102/4, AL-1129/4, AL-1154/4, AL-1202/4, AL-1250/4 sekä L-100/4 ja L-150S/4. AL- ja L-sarjan pumput ovat ulkoisesti vastaavan näköisiä kuin kuvassa 32 vasemmalla esiintyvä laippaliitoksinen pumppu. Jäähdytyspiiriin tulee myös pienempiä Kolmeks- L-sarjan kerroskohtaisia kiertovesipumppuja. Erot pumppujen välillä on niiden tehoissa, liitoksissa ja ohjauksessa. (Liite 3.)

## **10.3 Käyttövedessä käytetyt pumput**

Käyttövedessä käytetään paineenkorotusasemaa ja kiertovesipumppuja lämpimän veden kierrossa. Kiertopumput ovat malliltaan kierrelitoksellisia ALP- 1066/4. Paineenkorotusasemaa käytetään, jotta käyttöveden paine riittää aina vesikatolle asti. Asema kytketään 4. kerrokseen se pitää huolta talon käyttöveden paineesta torniosuudella. Asema on malliltaan Kolmeks BM1-MVVSF15/3BI B-versio. B-version asema sisältää imupuolen jakotukin, kuivakäyntisuojan ja imupuolen sulkuventtiilin (kuva 33).



*Kuva 33. Paineenkorotusasema BM1-MVVSF15/3BI B-versio (30)*

#### **10.4 Pumppujen käyttöönotto**

Ennen pumppujen ensikäyttöä tulee tarkistaa seuraavat asiat: pumput ovat tukevasti alustallaan ja kiinnitettynä jalustastaan, sähkö- ja automaatiokytkennät on tehty, pumput on kytketty virtaussuunnassa oikeinpäin, putkiliitokset on todettu painekokeella tiiviiksi, verkosto on täytetty ja ilmatu. Käynnistyksen jälkeen tarkistetaan, ettei pumpuista kuulu ylimääräisiä ääniä, eikä vuotoja esiinny.

## 11 TEKNIKAN LUOVUTUSTOIMENPITEET

Projektin ja luovutusvaiheen onnistumisen kannalta suoritetaan laadunvalvontaa läpi työmaan rakennusajan. Rakennusajan jälkeen kiinteistö luovutetaan tilaajalle, mistä alkaa takuu-aika. Rakennusaikana tehdään erinäisiä katselmoituksia ja tarkistuksia, jotka dokumentoidaan. Dokumentit ja pöytäkirjat lisätään projektipankkiin. Mikäli tarkastuksilla huomataan jotain poikkeuksellista ja korjausta vaativaa, kirjataan havainto Congrid -laadun- ja turvallisuudenhallintaohjelmaan. Dokumentit arkistoidaan ja lisätään luovutusaineistoon, joka toimitetaan luovutuksen yhteydessä koottuna tilaajalle.

### 11.1 Rakennusaikainen laadunhallinta

Ennen varsinaista asennustyötä pidetään työsuunnittelupalavereita. Palavereissa varmistetaan, että järjestelmät, laitteet ja materiaalit täyttävät suunnitelma-asiakirjojen laatuvaatimukset. Suunnitelmat ja järjestelmät sekä niiden laatu materiaaleineen määritetään TVD-pajoissa, joihin myös tilaajan henkilöstö on kutsuttu. Suunnittelupalavereihin osallistuvat tilaajan hankintaryhmä, suunnittelijat ja urakoitsijat. Urakoitsija kutsuu tilaajan hankintaryhmän, suunnittelijat ja muut urakoitsijat suunnittelupalavereihin.

Aloitettaessa uuden laitteiston asennustyö tehdään malliasennus. Mallityö hyväksytetään tilaajan valtuuttamilla valvojilla. Valvoja tekee työstä raportin, johon kirjataan ylös keskeisimmät asiat työstä. Mikäli malliasennuksessa on jotain korjattavaa, valvoja tekee korjauspyynnön vastuuryitykselle Congrid-ohjelmaan. Malliasennus hyväksytään, kun korjaus on tehty vastuuryityksen toimesta ja kuitattu ohjelmaan. Hyväksytyt malliasennuksen jälkeen voidaan loput malliasennusta vastaavat laitteistoasennukset tehdä. Malliasennukseen osallistuvat tilaajan edustajat ja urakoitsijat. Urakoitsija kutsuu tilaajan edustajat malliasennukseen.

Malliasennuksen hyväksymisen jälkeen pidetään työnaikaisia laite- ja asennustapataarkastuksia. Näillä tarkastuksilla varmennetaan työvaiheen aikainen laadunvalvonta ja varmistetaan esimerkiksi piilonjäävien asennuksien laadusta. Tilaaajan edustajat tekevät tarkastuksista pöytäkirjat ja toimitta-

vat ne projektipankkiin. Mahdolliset korjaustyöt kirjataan Congrid-ohjelmaan malliasennuksen tapaan. Laite- ja asennustapatarkastuksiin osallistuvat valvojat, tilaajan asiantuntijat ja urakoitsijat. Urakoitsija kutsuu valvojat ja tilaajan asiantuntijat tarkastukseen.

Kun kaikki edellä mainitut tarkastukset on tehty, tehdään Rakennusautomaatio-ohjelmiston toimivuustarkastus. Tilaajan edustajat tekevät tarkastuksista pöytäkirjat ja toimittavat ne projektipankkiin. Mahdolliset korjaustyöt kirjataan Congrid-ohjelmaan. Tarkastuksiin osallistuvat urakoitsijat, valvojat ja tilaajan asiantuntijat. Urakoitsijat kutsuvat valvojat ja tilaajan asiantuntijat tarkastukseen.

Rakennusautomaatio-ohjelmisto tarkastuksen jälkeen suoritetaan urakoitsijoiden omat toimintatarkastukset. Tarkastuksissa tarkastetaan huolellisesti laitteistojen ja automaation yhteistoiminta erilaisissa toimintatiloissa mm. hälytykset ja niiden mahdolliset jatkohälytykset, varo- ja turvalaitteiden toiminnot sekä pakko-ohjaukset ja lukitukset. Toimintatarkastuksista tehdään pöytäkirjat, jotka toimitetaan projektipankkiin. Mahdolliset korjaustyöt kirjataan Congrid-ohjelmaan. Tarkastuksiin osallistuvat urakoitsijat, valvojat ja tilaajan asiantuntijat. Urakoitsijat kutsuvat valvojat ja tilaajan asiantuntijat tarkastukseen.

Onnistuneiden urakoitsijoiden omien toimintakokeiden jälkeen ilmoitetaan tilaajalle valmius varsinaisiin toimintakokeisiin. Toimintakokeen järjestää tilaajan edustaja. Tarkastuksessa todetaan, että urakoitsijoiden suorittamat toimintakokeet on tehty huolella sekä varmistetaan järjestelmien ja laitteiden toimimisesta suunnitellulla tavalla kaikissa käyttö- ja poikkeustilanteissa. Toimintakokeisiin osallistuvat kaikki kyseiseen hankintaan liittyvät urakoitsijat, valvojat sekä tilaajan edustajat ja asiantuntijat. Toimintakokeista tehdään pöytäkirjat, jotka toimitetaan projektipankkiin. Mahdolliset korjaustyöt kirjataan Congrid-ohjelmaan. Tilaaja kutsuu toimintakokeeseen kaikki hankintaan liittyvät tahot.

Taloteknisten laitteiden mittaus- ja säätötyöt tekee urakoitsija. Työ tehdään toimintakokeiden jälkeen tai tilojen valmiusasteen niin salliessa. Mittaustulokset dokumentoidaan järjestelmittäin mittauspöytäkirjoihin ja niistä tulee ilmetä suunnitellut ja mitatut arvot. Urakoitsija toimittaa dokumentit projektipankkiin. Urakoitsija ilmoittaa tilaajan asiantuntijoille ja valvojille työn aloituksesta.

Järjestelmien mittaus- ja säätötyöiden jälkeen tilaajan asiantuntijat ja valvojat tarkastavat tehdyn työn pistokokein. Tarkastuksen tarkoitus on todeta, että urakoitsijan tekemien mittaus- ja säätötyöiden suoritus on tehty huolella ja riittäväällä tarkkuudella. Tulokset dokumentoidaan urakoitsijoiden



mittauspöytäkirjoihin urakoitsijoiden mittausarvojen rinnalle. Virheelliseksi todetut mittaukset ja säädöt hylätään ja niille sovitaan uusintatarkastus. Hyväksytyt tilaajan edustajan tarkastusmittaukset toimitetaan projektipankkiin. Tilaajan edustajat ja valvojat kutsuvat urakoitsijat tarkastukseen.

Talotekniikan mittauksien ja säätöjen jälkeen urakoitsija tekee rakennusautomaatiikan säätö- ja viritystyöt. Asetusarvot asetetaan luovutusta varten suunnitelmien mukaan. Asetusarvoja seurataan, muutetaan tai asetetaan halutuiksi ensimmäisen käyttövuoden aikana. Muutoksista tehdään punakynäversiot ja ne toimitetaan tilaajalle. Kuvat päivitetään 1 takuuvuoden aikana, jonka loppuun toimitetaan lopulliset kuvat.

Tilaajan johtama talotekniikan koekäyttö ja kuormituskokeet tehdään automaatiikan säätöjen jälkeen. Kokeilla varmistetaan laitteiden oikeista ja suunnitteluasiakirjoissa esitettyjen suoritusarvojen täyttymisestä. Laajuus sovitaan yhdessä urakoitsijoiden, valvojen ja tilaajan edustajien kanssa. Koekäytöistä tehdään raportit, jotka toimitetaan projektipankkiin. Tilaaja kutsuu koekäyttöön ja toimintakokeeseen kaikki hankintaan liittyvät tahot.

Taloteknisten järjestelmien yhteiskoeikäyttö ja varavoimajärjestelmän testaus suoritetaan käyttäjien toimesta ja urakoitsijan valvonnan alaisuudessa. Yhteiskoeikäyttö on koulutustilaisuus käyttäjille ja kiinteistön huoltohenkilökunnalle. Yhteiskoeikäytössä todetaan kaikkien LVI-, sähkö- ja rakennusautomaatiojärjestelmän toiminta normaalissa käyttötilanteessa suunnitelluilla asetus- ja ohjausarvoilla. Yhteiskoeikäytötesti päätetään ns. BLACKOUT-testiin, jossa testataan kiinteistön varavoimajärjestelmä. Testissä rakennuksen sähkökatkaistaan pääkytkimestä ja varmistetaan että varavoimaan kytketyt järjestelmät toimivat. Sähköjen palautuksen jälkeen varmistetaan myös, että kaikki tekniikka palautuu toimintakuntoon ja säätöihin. Tarkastuksesta tehdään pöytäkirjat projektipankkiin. Käyttäjä kutsuu urakoitsijat tarkastukseen.

Kaikki paikallisten määräysten ja viranomaisten tarkastukset olla suoritettu. Näitä tarkastuksia ovat mm. kaupungin rakennusvalvonnan tarkastukset, paloviranomaistarkastukset, vesi- ja kaukolämpölaitoksen liittymistarkastukset. Urakoitsijoiden tulee ilmoittaa niistä ajoissa tilaajan edustajille ja suunnittelijoille. Viranomaistarkastuksista täytetään tarkastusasiakirja, joka toimitetaan projektipankkiin. Urakoitsija kutsuu viranomaistarkastuksiin viranomaiset ja tilaajan asiantuntijat sekä valvojat.

Ennen rakennuksen luovutustarkastusta, tulee edellä mainitut ennakkotarkistukset olla suoritettu ja puutteet korjattu. Luovutustarkastuksessa tilaaja tarkistaa, että kohteen työsuoritukset ja veloitteet on suoritettu suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti. Tilaaja arvioi allianssin suorituksen asetettuihin tavoitteisiin nähden ja tekee päätöksen kohteen vastaanottamisesta. (31.)

## **11.2 Luovutusvaiheen jälkeinen laadunhallinta**

Muuton aikana automaatiojärjestelmään tehdään tarvittavia muutoksia esimerkiksi käyttäjän toiveesta ilmavirtojen suuntauksia sekä lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien tasapainotuksia. Rakennuksen luovutuksen ja vastaanoton jälkeen siirtyy kohteen ylläpito käyttö- ja huoltotöineen rakennuttajalle. Takuu-aika alkaa kohteen luovuttamisen ja vastaanottamisen jälkeen. Takuu-aikana urakoitsijan on velvollisuus suorittaa suunnitelma-asiakirjoissa esitetyt takuuajan huollot sekä korjata takuu-aikana ilmenevät viat.

Rakennuttaja seuraa kiinteistön taloteknisen järjestelmän toimivuutta ja energiataloudellisuutta takuu-aikana. Mikäli epäkohtia havaitaan, niihin puututaan ja ryhdytään tarvittaviin toimenpiteisiin epäkohtien korjaamiseksi. (31.)

## 12 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli koota yhteen vaiheet, joita käyttöönottosuunnitelman onnistunut toteutus edellyttää Tulevaisuuden sairaala 2030 -projektin ensimmäiselle vaiheelle. Työn luonteen kannalta aihealueita jouduttiin rajaamaan, jotta työ pysyi yhtenä kokonaisuutena ja palvelisi projekteja mahdollisimman hyvin.

Työssä koottiin yhteen ohjeet sairaalan LVI-tekniisten laitteistojen käyttöönotolle. Laitteistoon kuului juomavesihygienia, RO-laitteisto, kostutinlaitteisto, kylmätekniikka, lämmitystekniikka, ilmanvaihdon lämmöntalteenotto sekä talotekniikan pumput. Sairaalatekniikka poikkeaa tavanomaisista työkohteista vaativuuden, laitteiston määrän ja laitteiston koon puolesta. Käyttöönottovaiheen onnistuminen edellyttää hankkeen alusta asti tiivistä yhteistyötä suunnittelijoiden, urakoitsijoiden, laite-toimittajien, valvojen ja tilaajan edustajien välillä.

Opinnäytetyön lähteinä käytettiin allianssin yhteisiä toimintasuunnitelmia, ajantasaisia määräyksiä sekä laitevalmistajien asennus- ja käyttöohjeita. Allianssin yhteisiä toimintasuunnitelmia läpi käydessä, aiheutti hankaluuksia keskeneräiset suunnitelmat. Toimintasuunnitelmia päivitetään ja kehitetään työryhmissä projektin aikana, joten ajan tasalla oleminen on hankalaa. Erilaisia sairaalarakentamisen määräyksiä oli hankala löytää. Määräyksiä ja vaatimuksia selvitettiin projektin talotekniikkasuunnittelusta vastaavalta yritykseltä. Yhteistyössä suunnittelun kanssa ongelmat ratkesivat. Laitevalmistajien asennus- ja käyttöohjeisiin tutustuessa tuli esille ohjeiden käännösvirheiden tuomat hankaluudet. Laitevalmistajiin oltiin yhteydessä ja hankaluuksia aiheuttaneet kohdat ratkaistiin yhteistyössä.

Lopputuloksena työssä tuli esiteltyä tärkeimpien talotekniisten laitteistojen toiminta- ja asennustavat perusteellisesti. Oppimisen kannalta työ oli erittäin hyvä, sillä työn aikana päästiin tutustumaan täysin uuteen tekniikkaan erityisen vaativassa kohteessa. Työ kehitti tilaajan sekä itseni tietämystä sairaalatekniikasta.

## LÄHTEET

1. Älykäs sairaala. PPSHP. Saatavissa: <https://oys2030.fi/alykas-sairaala>. Hakupäivä 11.12.2020.
2. Tulevaisuuden sairaala 2030. Aro Systems. Saatavissa: <https://www.arosystems.fi/koh-teen/tulevaisuuden-sairaala-2030/>. Hakupäivä 11.12.2020.
3. Yrityksemme. Aro Systems. Saatavissa: <https://www.arosystems.fi/yrityksemme/>. Hakupäivä 11.12.2020.
4. 1352/2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2015/20151352>. Hakupäivä 1.2.2021.
5. Tulevaisuuden sairaala 2030. Yhdistelmämalli, ifc tiedosto. Saatavissa: <https://build.dalux.com/client/11301/location/default>. (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 4.2.2021.
6. Hycleen Des 30 käyttöohjekirja. 2015, Sveitsi: Georg Fischer JRG AG.
7. Oulun Vesi liikelaitos, 2020, Talousveden laatu kuukausittain. Saatavissa: <https://www.oulunvesi.fi/talousveden-laatu-kuukausittain>. Hakupäivä 26.11.2020.
8. Hycleen -järjestelmä periaatekaavio. Granlund. Saatavissa: <https://secure.webforum.com/ppshproject/documentviewer/DocumentViewer.aspx?refID=36667624>. (vaatii käyttäjälisenssin) Hakupäivä 1.12.2020.
9. RO-Vesijärjestelmä, periaatekaavio A-LV-DX-2400. Granlund. Sisäinen lähde.
10. Wedeco UV-laitteisto asennus- ja huolto-ohjeet. Hyxo. Sisäinen lähde.
11. 1009/2017. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171009%23Pidp446795120>. Hakupäivä 28.12.2020.
12. Lagus, A, 2019. Leikkaussalien ilmanvaihtoon tulossa suunnitteluohje. Saatavissa: <https://www.projektuutiset.fi/leikkaussalien-ilmanvaihtoon-tulossa-suunnitteluohje/>. Hakupäivä 28.12.2020.
13. Carel HeaterStream UR- 104 esite. Hedtec. Sisäinen lähde.
14. Carel HeaterStream 4. UR ohjekirja. Carel. Sisäinen lähde.
15. Säätkäavio A-SA-KX-401. Granlund. Saatavissa: <https://secure.webforum.com/ppshproject/documentviewer/DocumentViewer.aspx?refID=32594529>. (vaatii käyttäjälisenssin) Hakupäivä 27.1.2021
16. R513A. Darment. Saatavissa: <https://darment.fi/kylmaaine/r513a/>. Hakupäivä 28.1.2021

17. Rakennus A TVD 2 Vedenjäähdytyskoneet ja nestejäähdyttimet muistio. PPSHP. Saatavissa: <https://secure.webforum.com/ppshproject/documentviewer/DocumentViewer.aspx?refID=33319476>. (vaatii käyttäjälisenssin) Hakupäivä 27.1.2021.
18. Nestejäähdyttimen mittakuva 94602009153.Alfa. Sisäinen lähde
19. Pohjapiirustus A-LL-PV. Granlund. Saatavissa: <https://secure.webforum.com/ppshproject/documentviewer/DocumentViewer.aspx?refID=16207165>. (vaatii käyttäjälisenssin) Hakupäivä 6.2.2021.
20. Jäähdytyskaavio VJK 401 A-LJ-DX-4401. Granlund. Saatavissa: <https://secure.webforum.com/ppshproject/documentviewer/DocumentViewer.aspx?refID=30926954>. (vaatii käyttäjälisenssin) Hakupäivä 6.2.2021.
21. Chiller, 2020, Box Vari & Vari Pro Asennus-, käyttö- ja huolto-opas. Saatavissa: [https://www.chiller.eu/wp-content/uploads/2020/06/BOX\\_Installation\\_Operation\\_Maintenance\\_Manual\\_FI\\_5\\_2020.pdf](https://www.chiller.eu/wp-content/uploads/2020/06/BOX_Installation_Operation_Maintenance_Manual_FI_5_2020.pdf). Hakupäivä 8.2.2021.
22. Giant suurtehokonvektorit. 2020. Chiller. Saatavissa: <https://www.chiller.eu/fi/tuotteet/puhallinkonvektorit/giant-puhallinkonvektori/>. Hakupäivä 8.2.2021.
23. Vakioilmastointikoneet. 2020. Chiller Saatavissa: <https://www.chiller.eu/fi/tuotteet/vakioilmastointikoneet/smart/>. Hakupäivä 8.2.2021.
24. Lämmitys- ja jäähdytyspaneelit. 2020. Lindab Saatavissa: <http://www.lindab.com/fi/pro/products/Pages/Atrium-Plana.aspx>. Hakupäivä 22.2.2021.
25. Säteilijöiden kytkentäperiaatteet A-LL-KX-1433. Granlund. Saatavissa: <https://secure.webforum.com/ppshproject/documentviewer/DocumentViewer.aspx?refID=26564817>. Hakupäivä 13.2.2021.
26. Koja Netto+ Tekninen ohje. Koja. Sisäinen lähde
27. Pohjakuva A-LL-P4. Granlund. Saatavissa: <https://secure.webforum.com/ppshproject/documentviewer/DocumentViewer.aspx?refID=28787650>. (vaatii käyttäjälisenssin) Hakupäivä 13.2.2021.
28. K1/2020. Rakennusten kaukolämmitys määräykset ja ohjeet. Energiateollisuus ry. Saatavissa: [https://energia.fi/files/5423/JulkaisuK1\\_2020\\_Energiateollisuus\\_ry\\_%28paiv.\\_20201119%29.pdf](https://energia.fi/files/5423/JulkaisuK1_2020_Energiateollisuus_ry_%28paiv._20201119%29.pdf). Hakupäivä 13.2.2021.
29. Vakionopeuspumput. 2015. Kolmeks Saatavissa: <https://www.kolmeks.fi/materiaalipankki/tuoteluettelot/vakionopeuspumput>. Hakupäivä 20.2.2021.
30. Kylmän veden paineenkorotus- ja kastelujärjestelmät. 2021. Kolmeks Saatavissa: <https://www.kolmeks.fi/tuotteet/pumput-ja-paineenkorotusasemat/kylman-veden-paineenkorotus-ja-kastelujarjestelmat>. Hakupäivä 20.2.2021.

31. Taloteknisten järjestelmien vastaanottomenettely ja käyttöönotto. PPSHP. Saatavissa:  
<https://secure.webforum.com/ppshproject/documentviewer/DocumentViewer.aspx?refID=36471809>. (vaatii käyttäjälisenssin) Hakupäivä 21.2.2021.



Aro Systems Oy

**Toimitus**

NCC työmaa/Aro Systems Oy  
Kajaanintie 50  
90220 OULU

Rivi	Nimike	Määrä	Lähtö pvm			
2	UR040HL104 Vastuskostutin 40 kg/h, pGDX,Ti A G3 319 IVF-laboratorio (1.krs)	1 Kpl	17.8.2020	0,00	Kpl	0,00
3	UR060HL104 Vastuskostutin 60 kg/h, pGDX,Ti A G3 340 Leikkaussali 1 päivystys (3.krs)	1 Kpl	17.8.2020	0,00	Kpl	0,00
4	UR060HL104 Vastuskostutin 60 kg/h, pGDX,Ti A G3 341 Leikkaussali 2 urologia (3.krs)	1 Kpl	17.8.2020	0,00	Kpl	0,00
5	UR060HL104 Vastuskostutin 60 kg/h, pGDX,Ti A G3 342 Leikkaussali 3 urologia (3.krs)	1 Kpl	17.8.2020	0,00	Kpl	0,00
6	UR060HL104 Vastuskostutin 60 kg/h, pGDX,Ti A G3 345 Leikkaussali 6 päivystys (3.krs)	1 Kpl	17.8.2020	0,00	Kpl	0,00
7	UR060HL104 Vastuskostutin 60 kg/h, pGDX,Ti A G3 352 Leikkaussali 13 lapset (3.krs),	1 Kpl	17.8.2020	0,00	Kpl	0,00
8	UR060HL104 Vastuskostutin 60 kg/h, pGDX,Ti A G3 353 Leikkaussali 14 lapset (3.krs),	1 Kpl	17.8.2020	0,00	Kpl	0,00
9	UR060HL104 Vastuskostutin 60 kg/h, pGDX,Ti A G3 357 Toimenpide lapset (3.krs), A G3	1 Kpl	17.8.2020	0,00	Kpl	0,00
10	1312368AXX Kondenssivesiletku D10mm,1312368AXX	16 m	17.8.2020	0,00	m	0,00

Oy Hedtec Ab  
Lauttasaarentie 50  
00200 HELSINKI  
Finland

VAT 1509376-4  
Puh. 0207 638 000  
www.hedtec.fi  
hedtec@hedtec.fi



Rivi Nimike	Toim.vkMäärä	Lähtö pvm				
11 DP105D40R0 DP105D40R0 Höyrytukki	40 Kpl	17.8.2020	0,00	Kpl		0,00
12 DP085D40R0 DP085D40R0, Höyrytukki A G3 364 Potilashuoneet, syöpä (6krs) Viite: 430021/6000	1 Kpl	17.8.2020	0,00	Kpl		0,00
14 9000020 Yhteishinta	1 Kpl	17.8.2020				
15 1312387AXX Höyryletku d40mm, 1312387AXX	82 m	17.8.2020	0,00	m		0,00
16 9000020 Yhteishinta	1 Kpl	21.9.2020				
17 UR060HL104 Vastuskostutin 60 kg/h, pGDX,Ti A G3 343 Leikkaussali 4 robotti (3.krs),	1 Kpl	21.9.2020	0,00	Kpl		0,00
18 UR060HL104 Vastuskostutin 60 kg/h, pGDX,Ti A G3 344 Leikkaussali 5 robotti (3.krs),	1 Kpl	21.9.2020	0,00	Kpl		0,00
19 UR060HL104 Vastuskostutin 60 kg/h, pGDX,Ti A G3 346 Leikkaussali 7 päivitys (3.krs)	1 Kpl	21.9.2020	0,00	Kpl		0,00
20 UR060HL104 Vastuskostutin 60 kg/h, pGDX,Ti A G3 347 Leikkaussali 8 gastro (3.krs),	1 Kpl	21.9.2020	0,00	Kpl		0,00
21 UR060HL104 Vastuskostutin 60 kg/h, pGDX,Ti A G3 348 Leikkaussali 9 gastro (3.krs),	1 Kpl	21.9.2020	0,00	Kpl		0,00
22 UR060HL104 Vastuskostutin 60 kg/h, pGDX,Ti A G3 349 Leikkaussali 10 gyne (3.krs), A	1 Kpl	21.9.2020	0,00	Kpl		0,00
23 UR060HL104 Vastuskostutin 60 kg/h, pGDX,Ti A G3 350 Leikkaussali 11 gastro (3.krs),	1 Kpl	21.9.2020	0,00	Kpl		0,00
24 UR060HL104 Vastuskostutin 60 kg/h, pGDX,Ti A G3 351 Leikkaussali 12 gastro (3.krs),	1 Kpl	21.9.2020	0,00	Kpl		0,00
25 1312388AXX Kondenssivesiletku D10mm,1312388AXX	18 m	21.9.2020	0,00	m		0,00
26 9000020 Yhteishinta	1 Kpl	19.10.2020				

Oy Hedtec Ab  
Lauttasaarentie 50  
00200 HELSINKI  
Finland

VAT 1509378-4  
Puh. 0207 638 000  
www.hedtec.fi  
hedtec@hedtec.fi





Rivi Nimike	Toim.vkMäärä	Lähtö pvm			
27 UR080HL104 Vastuskostutin 60 kg/h, pGDX,Ti A G3 354 Leikkaussali 15 sektio (3.krs),	1 Kpl	19.10.2020	0,00	Kpl	0,00
28 UR080HL104 Vastuskostutin 60 kg/h, pGDX,Ti A G3 355 Leikkaussali 16 sektio (3.krs),	1 Kpl	19.10.2020	0,00	Kpl	0,00
29 UR080HL104 Vastuskostutin 60 kg/h, pGDX,Ti A G3 356 Leikkaussali 17 gyne (3.krs), A	1 Kpl	19.10.2020	0,00	Kpl	0,00
30 UR027HL104 Vastuskostutin 27 kg/h, pGDX,Ti A G3 364 Potilashuoneet, syöpä (6.krs), Viite: 430021/6000	1 Kpl	19.10.2020	0,00	Kpl	0,00
31 UR053HL104 Vastuskostutin 53 kg/h, pGDX,Ti A G3 328 Yleis 2 (3.krs)	1 Kpl	19.10.2020	0,00	Kpl	0,00
32 UR040HL104 Vastuskostutin 40 kg/h, pGDX,Ti A G3 328 Yleis 2 (3.krs)	1 Kpl	19.10.2020	0,00	Kpl	0,00
33 1312368AXX Kondenssivesiletku D10mm,1312368AXX	12 m	19.10.2020	0,00	m	0,00

*Tilausvahvistuksessa ilmoitetut toimitusajat ovat alustavia.*

## PUHALLINKONVEKTORIT JA VAKIOILMASTOINTIKONEET

LIITE 2/1

## OYS Tulevaisuuden sairaala

Laitepositio	Laite	Valinta	Kätsisyys	MÄÄRÄ
A A-401 PKN 16.00042.1	Chiller VariPro-60-M-21			1
A A-401 PKN 16.00035.1	Chiller VariPro-60-H-21			1
A A-401 PKN 16.00035.2	Chiller VariPro-60-H-4			1
A A-401 PKN 16.00033	Chiller VariPro-60-H-21			1
A A-401 PKN 16.00048.1	Chiller VariPro-60-M-21			1
A A-401 PKN 16.00047.1	Chiller VariPro-60-M-21			1
A A-401 PKN 16.00047.2	Chiller VariPro-60-M-2			1
A A-401 PKN 16.00043.1	Chiller VariPro-60-M-21			1
A A-401 PKN 16.00049.1	Chiller VariPro-60-M-21			1
A A-401 PKN 16.00049.2	Chiller VariPro-60-M-2			1
A A-401 PKN 16.00051.1	Chiller VariPro-60-M-21			1
A A-401 PKN 16.00051.2	Chiller VariPro-60-M-2			1
A A-401 PKN 16.00077	Chiller VariPro-60-M-2			1
A A-401 PKN 16.00088	Chiller VariPro-60-M-21			1
A A-401 PKN 16.00026.1	Chiller VariPro-60-M-21			1
A A-401 PKN 16.00026.2	Chiller VariPro-60-M-2			1
A A-401 PKN 16.00009	Chiller VariPro-60-H-4			1
A A-401 PKN 16.00001.1	Chiller VariPro-60-H-4			1
A A-401 PKN 16.00001.2	Chiller VariPro-60-H-4			1
A A-401 PKN 16.00001.3	Chiller VariPro-60-H-4			1
A A-401 PKN 16.00001.4	Chiller VariPro-60-H-4			1
A A-401 PKN 16.00016.1	Chiller VariPro-60-M-21			1
A A-401 PKN 16.00016.2	Chiller VariPro-60-M-2			1
A A-401 PKN 16.00017.1	Chiller VariPro-60-H-21			1
A A-401 PKN 16.00017.2	Chiller VariPro-60-H-4			1
A A-401 PKN 16.00T121	Chiller Giant Vari-700-M-8	O		1
A A-401 PKN 16.00T124	Chiller Giant Vari-700-M-8	V		1
A A-401 PKN 16.00T39	Chiller Giant Vari-700-M-8	V		1
A A-401 PKN 16.00T120	Chiller Giant Vari-1300-M-8	O		1
A A-401 PKN 16.00T117	Chiller Giant Vari-1300-M-8	V		1
A A-401 PKN 16.00T113	Chiller Giant Vari-1300-M-8	V		1
A A-401 PKN 16.00T109	Chiller Smart Vari-L-CWS-80-2	imu ylhäältä, puhallus rungosta edestä alhaalta	O	1
A A-401 PKN 16.00T111	Chiller Smart Vari-XL-CWS-200-2	imu ylhäältä, puhallus rungosta edestä alhaalta	O	1
A A-401 PKN 16.00T116	Chiller Smart Vari-L-CWS-80-2	imu ylhäältä, puhallus rungosta edestä alhaalta	O	1
A A-403 PKN 16.00T121	Chiller Giant Vari-700-M-8	V		1
A A-403 PKN 16.00T124	Chiller Giant Vari-700-M-8	O		1
A A-403 PKN 16.00T39	Chiller Giant Vari-700-M-8	O		1
A A-403 PKN 16.00T120	Chiller Giant Vari-1300-M-8	V		1
A A-403 PKN 16.00T117	Chiller Giant Vari-1300-M-8	O		1
A A-403 PKN 16.00T113	Chiller Giant Vari-1300-M-8	O		1
A A-403 PKN 16.00T109	Chiller Smart Vari-L-CWS-80-2	imu ylhäältä, puhallus edestä alhaalta rungosta	O	1
A A-403 PKN 16.00T111	Chiller Smart Vari-XL-CWS-200-2	imu ylhäältä, puhallus edestä alhaalta rungosta	O	1
A A-403 PKN 16.00T116	Chiller Smart Vari-L-CWS-80-2	imu ylhäältä, puhallus edestä alhaalta rungosta	O	1
A A-403 PKN 16.00T132.2	Chiller VariPro-60-H-4			1
A A-403 PKN 16.00T132.1	Chiller VariPro-60-H-4			1
A A-403 PKN 16.00T135	Chiller Smart Vari-L-CWS-35-1	imu ylhäältä, puhallus edestä alhaalta rungosta	O	1
			YHTEENSÄ	46

## PUHALLINKONVEKTORIT JA VAKIOILMASTOINTIKONEET

LIITE 2/2

Laitepositio	Laite	Valinta	Kätsisyys	MÄÄRÄ
A A-401 PKN 16.01157	Chiller VariPro-60-M-21			1
A A-401 PKN 16.01160	Chiller VariPro-60-M-21			1
A A-401 PKN 16.01214	Chiller VariPro-60-M-21			1
A A-401 PKN 16.01208	Chiller VariPro-60-M-21			1
A A-401 PKN 16.01207	Chiller VariPro-60-M-21			1
A A-401 PKN 16.01084.1	Chiller VariPro-60-M-21			1
A A-401 PKN 16.01084.2	Chiller VariPro-60-M-2			1
A A-401 PKN 16.01044.1	Chiller VariPro-60-H-21			1
A A-401 PKN 16.01044.2	Chiller VariPro-60-H-21			1
A A-401 PKN 16.01092	Chiller VariPro-60-M-2			1
A A-401 PKN 16.01099.1	Chiller VariPro-60-M-21			1
A A-401 PKN 16.01099.2	Chiller VariPro-60-M-2			1
A A-401 PKN 16.01100.1	Chiller VariPro-60-M-21			1
A A-401 PKN 16.01100.2	Chiller VariPro-60-M-2			1
A A-401 PKN 16.01091	Chiller VariPro-60-M-21			1
A A-401 PKN 16.01077	Chiller VariPro-60-M-21			1
A A-401 PKN 16.01T33	Chiller Giant Vari-700-M-8		V	1
A A-401 PKN 16.01T31	Chiller Giant Vari-700-M-8		V	1
A A-403 PKN 16.01T33	Chiller Giant Vari-700-M-8		O	1
A A-403 PKN 16.01T31	Chiller Giant Vari-700-M-8		O	1
				YHTEENSÄ 20

Posike	Tunnus	Pumppu kg/l	Tyyppi	Litranä	l/s	kPa	JPØ mm	nimin	kW	A	PAINO a Kg	Huomi
1	KL-ajajakok. T krs	1	L-80A/4 VSG	DN80	6,60	65	188	600-1500	1,5	4,00	57	Integroitu lasijuurmuutaja
2	KL-ajajakok. T krs	1	L-80N/4 VSG	DN80	6,60	65	186	600-1500	1,5	4,00	57	Integroitu lasijuurmuutaja
3	Sulanapilo	1	AE-33/4 VSG	G1 1/4"	2,00	56	135	600-1800	0,37	0,90	28	Integroitu lasijuurmuutaja
4	LVK T krs	1	ALP-1066/4 VSA	DN65	4,30	65	188	600-1800	1,5	4,00	41	Integroitu lasijuurmuutaja
5	krs.shurtti L	1	AE-33/4 VSG	G1 1/4"	2,80	60	135	600-1800	0,37	0,90	28	Integroitu lasijuurmuutaja
6	krs.shurtti L	1	AE-33/4 VSG	G1 1/4"	2,80	60	135	600-1800	0,37	0,90	28	Integroitu lasijuurmuutaja
7	krs.shurtti L	1	AE-33/4 VSG	G1 1/4"	2,80	60	135	600-1800	0,37	0,90	28	Integroitu lasijuurmuutaja
8	krs.shurtti L	1	AE-33/4 VSG	G1 1/4"	2,80	60	135	600-1800	0,37	0,90	28	Integroitu lasijuurmuutaja
9	krs.shurtti L	1	AE-33/4 VSG	G1 1/4"	2,80	60	135	600-1800	0,37	0,90	28	Integroitu lasijuurmuutaja
10	krs.shurtti L	1	AE-33/4 VSG	G1 1/4"	2,80	60	135	600-1800	0,37	0,90	28	Integroitu lasijuurmuutaja
11	krs.shurtti L	1	AE-33/4 VSG	G1 1/4"	2,80	60	135	600-1800	0,37	0,90	28	Integroitu lasijuurmuutaja
12	krs.shurtti L	1	AE-33/4 VSG	G1 1/4"	2,80	60	135	600-1800	0,37	0,90	28	Integroitu lasijuurmuutaja
13	krs.shurtti L	1	AE-33/4 VSG	G1 1/4"	2,80	60	135	600-1800	0,37	0,90	28	Integroitu lasijuurmuutaja
14	krs.shurtti L	1	AE-33/4 VSG	G1 1/4"	2,80	60	135	600-1800	0,37	0,90	28	Integroitu lasijuurmuutaja
15	krs.shurtti L	1	AE-33/4 VSG	G1 1/4"	2,80	60	135	600-1800	0,37	0,90	28	Integroitu lasijuurmuutaja
16	KL-ajajakok. 4 krs	1	AL-1202/6 SD VSG	200	78,00	60	282	400-1000	7,5	21,00	340	Integroitu lasijuurmuutaja
17	KL-ajajakok. 4 krs	1	AL-1202/6 SD VSG	200	78,00	60	282	400-1000	7,5	21,00	340	Integroitu lasijuurmuutaja
18	LVK 4 krs	1	ALP-1066/4 VSA	DN65	4,30	65	188	600-1800	1,5	4,00	41	Integroitu lasijuurmuutaja
19	krs.shurtti J	1	L-65A/4 VSG	DN65	4,85	65	172	600-2100	1,5	4,00	54	Integroitu lasijuurmuutaja
20	krs.shurtti J	1	L-65A/4 VSG	DN65	4,85	65	172	600-2100	1,5	4,00	54	Integroitu lasijuurmuutaja
21	krs.shurtti J	1	L-65A/4 VSG	DN65	4,80	65	172	600-2100	1,5	4,00	54	Integroitu lasijuurmuutaja
22	krs.shurtti J	1	L-65A/4 VSG	DN65	4,80	65	172	600-2100	1,5	4,00	54	Integroitu lasijuurmuutaja
23	krs.shurtti J	1	L-65A/4 VSG	DN65	4,80	65	172	600-2100	1,5	4,00	54	Integroitu lasijuurmuutaja
24	krs.shurtti J	1	L-65A/4 VSG	DN65	4,80	65	172	600-2100	1,5	4,00	54	Integroitu lasijuurmuutaja
25	krs.shurtti J	1	L-65A/4 VSG	DN65	4,80	65	172	600-2100	1,5	4,00	54	Integroitu lasijuurmuutaja
26	krs.shurtti J	1	L-65A/4 VSG	DN65	4,80	65	172	600-2100	1,5	4,00	54	Integroitu lasijuurmuutaja
27	krs.shurtti J	1	L-65A/4 VSG	DN65	4,80	65	172	600-2100	1,5	4,00	54	Integroitu lasijuurmuutaja
28	krs.shurtti J	1	L-65A/4 VSG	DN65	4,80	65	172	600-2100	1,5	4,00	54	Integroitu lasijuurmuutaja
29	krs.shurtti J	1	L-65A/4 VSG	DN65	4,80	65	172	600-2100	1,5	4,00	54	Integroitu lasijuurmuutaja
30	VJK 401,1	1	AL-1202/4 SD VSG	DN200	100,00	120	255	600-1500	18,5	37,00	435	Integroitu lasijuurmuutaja
31	VJK 401,1,2	1	AL-1202/4 SD VSG	DN200	100,00	120	255	600-1500	18,5	37,00	435	Integroitu lasijuurmuutaja



KOLMEKS  
TILAAJALLE LAIETTUUN



PUMPUERITTELY

Suomalaisia Pumppuja - Suomessa - Kaikille

