

SAVONIA

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

LVIA-YHDISTELMÄKAAVIO

TEKIJÄ: Niko Simonen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä Niko Simonen	
Työn nimi LVIA-yhdistelmäkaavio	
Päiväys 31.5.2022	Sivumäärä/Liitteet 36
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Granlund Oy	
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön aiheena oli yhdistää kahden eri suunnittelualan, LVI:n ja rakennusautomaation lämmitysjärjestelmän säätökaaviot yhdeksi LVIA-kaavioksi, sekä suunnitella ilmanvaihtokoneen RAU-säätökaavio vähemmän AutoCAD-työtä vaativaksi. Työn tavoitteina oli tehdä lämmitysjärjestelmästä ja IV-koneesta mallikaaviot sekä niiden suunnitteluprosessien kuvaus, eli suunnittelijoiden vastuut eri vaiheissa. Työtä tehdessä oli tarkoitus tutkia asioita niin sanotusti laatikon ulkopuolelta, eikä miettiä liikaa, miten asiat on ennen tehty.</p> <p>Opinnäytetyö alkoi perehtymällä kaavioiden suunnitteluprosessiin, jonka jälkeen tutkittiin tapoja tehdä nykyisistä mallikaavioista selkeämpiä. Säätökaavioita lähdettiin toteuttamaan alkuperäisen suunnitelman mukaisesti AutoCAD-työskentelyn minimointia silmällä pitäen. Lämmitysjärjestelmälle ja IV-koneelle oli tarpeen myös suunnitella kytkentäkaaviot kaapeloinnin osalta. Näiden lisäksi LVI- sekä RAU-suunnittelijoille valmistettiin ohjeistukset molempien kaavioiden suunnitteluprosessin osalta.</p> <p>Työn tuloksena saatiin uudet, vähemmän CAD-työtä vaativat mallikaaviot sekä IV-koneelle että lämmitysjärjestelmälle ja näille suunnitteluprosessin kuvaukset. Lämmitysjärjestelmälle ja IV-koneelle tehtiin myös omat kytkentäkaaviot. Haasteita tuotti lämpölaitosten vaatimukset lämmitysjärjestelmän säätökaavion osalta.</p>	
Avainsanat Rakennusautomaatio, Lämmitysjärjestelmä, Ilmanvaihtokone, Säätökaavio, AutoCAD-suunnittelu	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Electrical and Automation Engineering	
Author Niko Simonen	
Title of Thesis HVACA Combination Schematic Diagram	
Date 31 May 2022	Pages/Appendices 36
Client Organisation /Partners Granlund Oy	
<p>Abstract</p> <p>The subject of this thesis was to combine two different fields of designing, HVAC and building automation heating system schematic diagrams to one HVACA schematic diagram and create a new HVAC machine schematic diagram which requires less AutoCAD working. The objective of this thesis was to create model schematic diagrams from the heating system and HVAC machines and plan the description for their design process. The idea was to create a new way to design schematic diagrams despite how they have been designed before.</p> <p>The thesis began by getting acquainted with the present schematic diagram designing process which led the way to create new schematic diagram models. New schematic diagrams were started to make with the intention of keeping the AutoCAD work minimized. Both systems also needed their own diagrams for electrical coupling based on the new schematic diagram models. HVAC and building automation designers needed design process instructions for the new diagrams.</p> <p>As a result of this thesis, new schematic diagram models were successfully made with less CAD working for the heating system and HVAC machines. Circuit diagrams were made for both systems. Instructions for the HVAC and building automation designers about the new schematic diagram process were made. Requirements on heating plants limited the development of the heating system diagram in this thesis.</p>	
<p>Keywords Building automation, Heating system, HVAC machine, Schematic diagram, AutoCAD designing</p>	

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	6
2	RAKENNUSAUTOMAATIO	7
2.1	Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne	7
2.1.1	Hallintotaso	8
2.1.2	Automaatiotaso.....	9
2.1.3	Kenttätaso.....	9
2.2	Rakennusautomaation suunnittelu.....	9
2.2.1	Rakennusautomaation suunnittelun vaiheet.....	10
2.2.2	Teknisen osan suunnitelmat	10
3	GRANLUND DESIGNER.....	16
4	LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ.....	21
4.1	Lähtötilanne	21
4.2	Toteutus	22
4.3	Tulokset.....	23
5	ILMANVAIHTOKONE	26
5.1	Lähtötilanne	26
5.2	Toteutus	30
5.3	Tulokset.....	30
6	YHTEENVETO.....	35
	LÄHTEET	36

KUVALUETTELO

KUVA 1. Rakennusautomaatiojärjestelmän hierarkkinen rakenne (ST-käsikirja 17).....	8
KUVA 2. RAU-suunnittelun tehtäviä (ST-käsikirja 17).....	10
KUVA 3. Mallipiirustusluettelo (ST-käsikirja 17).....	11
KUVA 4. Esimerkki järjestelmäkaaviosta (ST-käsikirja 17)	12
KUVA 5. Esimerkki IV-koneen säätökaaviosta (ST-käsikirja 17).....	13
KUVA 6. Esimerkki lämmitysjärjestelmän säätökaaviosta (ST-käsikirja 17)	14
KUVA 7. Lämmitysjärjestelmän toimintaselostus (ST-käsikirja 17).....	14
KUVA 8. Esimerkki RAU-tasopiirustuksesta (ST-käsikirja 17).....	15
KUVA 9. Designer laitetiedot näkymä	16
KUVA 10. Osajärjestelmien kytkeminen kaaviosta designeriin.....	17
KUVA 11. Synkronointitoiminnon aloitussivu (Granlund Oy).....	18
KUVA 12. Synkronoitavat tiedot (Granlund Oy).....	19
KUVA 13. Piste- ja laiteluettelo	20
Kuva 14. Lämmitysjärjestelmä mallikaavio	22
Kuva 15. Lämmitysverkostojen laitteet designerissa	23
Kuva 16. Lämmitysjärjestelmä uusi mallikaavio.....	24
KUVA 17. Lämmitysverkostojen sähköistyskaavio.....	24
KUVA 18. Kaapelointiohje piste- ja laiteluettelossa	25
KUVA 19. Periaatekaavio.....	26
KUVA 20. IV-koneen mallikaavio pyörivä LTO	27
KUVA 21. IV-koneen toimintaselostus.....	27
KUVA 22. IV-koneen mallikaavio nestekiertoinen LTO.....	28
KUVA 23. Toimintaselostus	28
KUVA 24. IV-koneen mallikaavio levy LTO.....	29
KUVA 25. Toimintaselostus	29
KUVA 26. Uusi mallikaavio 301 TK	30
KUVA 27. IV-koneen laitteet designerissa.....	31
KUVA 28. 301 TK sähköistys.....	31
KUVA 29. Kaapelointiohje	32
KUVA 30. Uusi mallikaavio 302 TK	32
KUVA 31. Uusi mallikaavio 303 TK	33
KUVA 32. 302 TK sähköistys.....	33
KUVA 33. 303 TK sähköistys.....	34

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantaja, Granlund Oy on vuonna 1960 perustettu suomalainen kokonaan työntekijöidensä omistama kiinteistö- ja rakennusalan konserni. Yhtiön toimialoja ovat talotekninen suunnittelu, kiinteistöjohtamisen palvelut ja ohjelmistot, energia-, ympäristö- ja kiinteistöalan konsultointi, rakennuttaminen ja valvonta sekä isännöinti. Konserni koostuu emoyhtiö Granlund Oy:stä ja muista tytäryhtiöistä ympäri Suomen. Lisäksi yhtiöllä on kansainvälistä liiketoimintaa muissa Pohjoismaissa, Aasiassa, Lähi-idässä, Baltiassa ja Iso-Britanniassa. Granlund työllistää noin 1200 työntekijää. (Granlund Oy, 2022)

Tämän opinnäytetyön päätavoitteena on yhdistää kahden eri suunnittelualan kaaviot yhtenäisiksi. Opinnäytetyössä on tarkoitus yhdistää LVI:n ja rakennusautomaation lämmitysjärjestelmän säätökaaviot yhdeksi LVIA-kaavioksi, sekä suunnitella ilmavaihtokoneen nykyisestä säätökaaviosta yksinkertaisempi, vähemmän AutoCAD-työskentelyä vaativa säätökaavio samalla periaatteella kuin lämmitysjärjestelmäkaavio.

Rakennusautomaatiosuunnittelu on suurimmaksi osaksi AutoCADilla piirtämistä, jota halutaan vähentää suunnittelutyön yksinkertaistamiseksi. Lämmitysjärjestelmien säätökaavioiden suunnittelu Granlundilla toteutetaan niin, että ensin LVI-suunnittelija piirtää lämmitysjärjestelmästä säätökaavion putkistoineen ja laitteineen, jonka perusteella rakennusautomaatiosuunnittelija tekee omaan RAU-kaavioon johdotukset, toimintaselostukset ja muut lisäykset. Uusista kaavioista tulisi mahdollisimman yksinkertaisia ja helposti toteutettavia. Samalla tutkitaan myös kaavioiden suunnitteluprosessia, eli mikä suunnittelualue tekee mitäkin prosessin eri vaiheissa. Tuloksena olisi aikaa ja virheitä säästävä säätökaavio lämmitysjärjestelmästä ja ilmanvaihtokoneesta sekä ohjeistus eri alan suunnittelijoille suunnitteluprosessin aikana.

Opinnäytetyössä esitellään rakennusautomaatiota ja sen toimintaa, sekä RAU-suunnittelua yleisesti. Teoriaosuuden jälkeen käydään läpi Granlundin käyttämää Granlund Designer-järjestelmää, jonka jälkeen käydään läpi LVIA-kaavion toteutus sekä suunnitteluprosessi ja lopputulokset.

2 RAKENNUSAUTOMAATIO

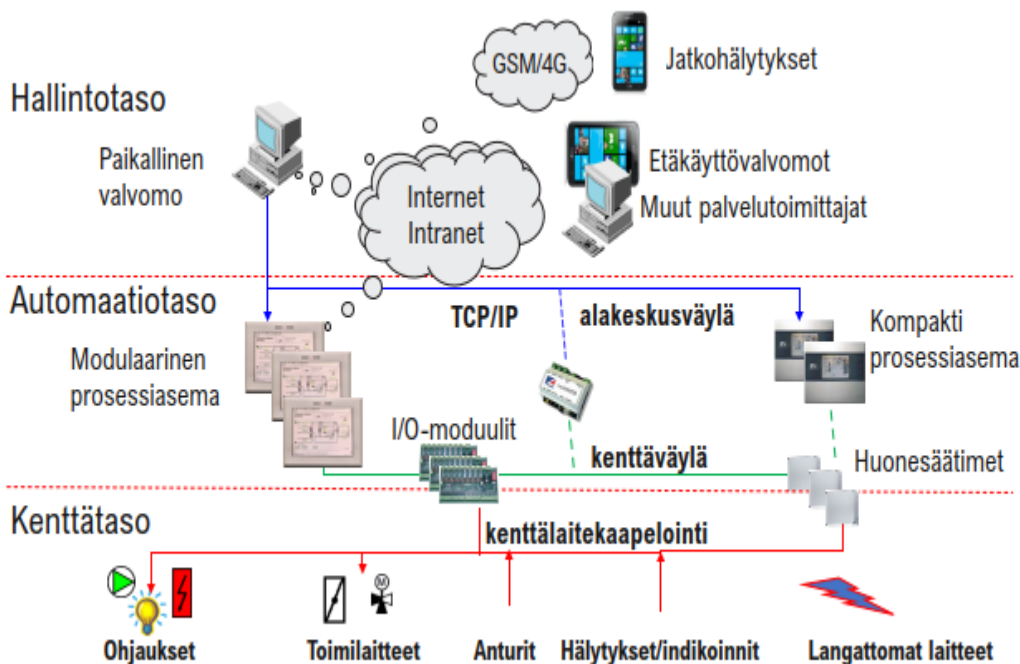
Tässä osiossa käsitellään yleisiä tietoja rakennusautomaatiosta, sen rakenteesta sekä suunnittelusta. Rakennusautomaatiolla tarkoitetaan rakennuksen eri toimintojen automatisointia. Rakennusautomaation päätehtävä on säädellä kiinteistön lämmitystä ja ilmanvaihtoa, eli se säätelee käyttöveden, lämmitysverkoston, sekä ilmastoinnin lämpötilaa ja ilmanlaatua. Rakennusautomaatiolla säädellään myös esimerkiksi valaistuksen toimintaa sekä ovien lukituksia. Rakennusautomaatiolla luodaan käyttäjälle viihtyisät ja turvalliset olot sisätiloissa. (DDC-Tekniikka, ei pvm)

Rakennusautomaatiolla pystytään vaikuttamaan rakennuksen energiankulutukseen. Olosuhteiden, laitteiden kunnan sekä häiriö- ja vikatilanteiden tietojen oikeellisuuden perusteella pystytään ylläpitämään rakennuksen hyvä energiatehokkuus. Rakennusautomaatiolla pyritään varmistamaan sisäolosuhteiden pitäminen halutulla tasolla turhaa energian käyttöä välttäen. Nykyaikaisella säätö- ja valvontajärjestelmällä saadaan oikeaa tietoa rakennuksen tilasta sekä olosuhteista. Haasteelliset järjestelmät voidaan oikeilla laitteilla, sopivilla ohjelmistoilla sekä perehtyneen käyttäjän valvomana pitää optimialueillaan ja näin ollen ylläpitää haluttua energiatehokkuutta, sisäolosuhteita ja turvallisuutta. (ST-käsikirja 17. Rakennusautomaatio järjestelmät, 2018)

Rakennusautomaation keskeisimpinä tavoitteina on toteuttaa suunnitelmien perusteella prosessien ohjaukset ja säädöt, taloteknisten toimintojen valvonta hälytysten ja mittauksen avulla sekä tuottaa materiaalia rakennuksen energiatehokkuudesta, kulutuksesta ja olosuhteista, jotta energiatehokkuus ja toiminnallisuus toteutuu. Myös selkeästi ymmärrettävä rakennusautomaatiojärjestelmän käyttöliittymä on tarpeellinen käyttäjälle sekä ylläpitäjälle. (ST-käsikirja 17. Rakennusautomaatio järjestelmät, 2018)

2.1 Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne

Rakennusautomaatiojärjestelmä koostuu yleensä valvomosta, ala-aseamista, kenttälaitteista ja kentällä olevista itsenäisistä säätimistä. Lisäksi järjestelmään kuuluvat tiedonsiirtolaitteet ja kaapelointi, joilla järjestelmän eri osat kommunikoivat keskenään. Rakennusautomaation hierarkkinen rakenne kehitettiin keskitettyjen järjestelmien aikana, ja sen rajat ovat häiventyneet älyn hajauduttua yhä laajemmin eri laitteisiin. Hierarkia muodostuu kolmesta päätasosta (kuva 1). Hallintotasoon kuuluvat paikallisvalvomot ja etävalvomot. Automaatiotasoon kuuluvat alakeskukset I/O-moduuleineen. Kentätasoon kuuluvat kenttälaitteet, kuten anturit ja toimilaitteet, sekä itsenäiset säätimet, kuten huonesäätimet ja joihinkin laitteisiin integroidut säätimet. (ST-käsikirja 17. Rakennusautomaatio järjestelmät, 2018)



KUVA 1. Rakennusautomaatiojärjestelmän hierarkkinen rakenne (ST-käsikirja 17)

2.1.1 Hallintotaso

Hallintotason tehtävänä on toimia käyttäjärajapintana järjestelmään päin. Käytännön tasolla se tarkoittaa PC-valvomoita, joita voi olla yksi tai useampi automatisoitavan kiinteistön sisällä tai etävalvonnassa, johon on keskitetty usean kiinteistön valvonta. Käyttäjä saa valvomoon tiedot eri hälytyksistä, voi katsoa graafisia prosessikuvia ja tehdä haluttuja muutoksia esimerkiksi lämpötilojen asetusarvoihin ja aikaohjelmiin. Myös erilaiset raportointiin ja kunnossapitoon liittyvät lisäohjelmat kuuluvat tyypillisesti hallintotason toimintoihin. (ST-käsikirja 17. Rakennusautomaatio järjestelmät, 2018)

Kommunikaatio hallintotasolla perustuu paikallisesti yleensä Ethernet-väylään, ja etävalvonnassa käytetään laajakaistatekniikkaan pohjautuvia internetyhteyksiä. LAN- ja internetyhteydet pohjautuvat TCP-IP-protokollaan, joka tarjoaa nopean ja luotettavan yhteyden. Avoimet tiedonsiirtoratkaisut tuovat joustavuutta etähallintaan, mutta mahdollistavat vastaavasti tietoturva-asteita. Tiedonsiirto-ongelmia on vähän, ja lisäksi niiden vaikutus rajautuu pääosin valvomoon. (ST-käsikirja 17. Rakennusautomaatio järjestelmät, 2018)

2.1.2 Automaatiotaso

Automaatiotasossa on alakeskukset ja niihin liittyvät I/O-moduulit. Alakeskus voi olla myös kiinteään I/O-pistemäärän sisältävä kokonaisuus. Alakeskus sisältää ohjelmat, jotka ohjaavat I/O-pisteisiin liitettyjen kenttälaitteiden välityksellä itse prosesseja. Automaatiotasoon kommunikaatio perustuu yleensä LAN-verkkoon ja TCP-IP-protokollaan. Yleensä paikallisverkko perustuu Ethernet-verkkoon, jossa käytetään standardin CAT 6 mukaista kaapelointia. Pidemmät verkkokaapeloinnit tehdään käyttäen optisia kuituja. Myös WLAN-verkkoa käytetään etenkin mobiilien käyttölaitteiden yhteydessä. Alakeskusten keskinäistä tiedonsiirtotarvetta tai käyttäjää valvomossa palvelee verkossa liikkuva tieto. Esimerkiksi ulkokosteus voi olla yksittäinen mittausta, jota useammat ala-asetat käyttävät. (ST-käsikirja 17. Rakennusautomaatio järjestelmät, 2018)

2.1.3 Kenttätaso

Kenttätasosta puhuttaessa tarkoitetaan toimilaitteita ja antureita. Prosessien tilasta ja olosuhteista saadaan antureilla reaaliaikaista tietoa. Alakeskuksen ohjelmistot vertaavat anturien tietoa automaatiosuunnitelman ja käyttäjän asettamiin arvoihin ja ohjaavat toimilaitteita niin, että nuo arvot saavutetaan. Alakeskuksen väylän kautta kommunikoivat I/O-moduulit ovat hajautettua I/O:ta. Kentällä voi olla myös esimerkiksi IV-koneissa ja lämmönvaihtimissa itsenäisiä säätimiä. (ST-käsikirja 17. Rakennusautomaatio järjestelmät, 2018)

Pumppuja ja puhaltimia ohjaavat, oman ohjauslogiikkansa sisältävät taajuusmuuttajat kommunikoivat alakeskuksen kanssa. Kommunikaatio hajautetun I/O:n, säätimien ja alakeskuksen välillä toimii yleensä kenttäväylän avulla. Kenttäväylystä tunnetuimpia ovat ModBus, M-bus, KNX ja BACnet. Väylä valitaan laitteiden, asiakkaan valinnan, urakoitsijan tarjoamien vaihtoehtojen ja sovelluksen perusteella. (ST-käsikirja 17. Rakennusautomaatio järjestelmät, 2018)

2.2 Rakennusautomaation suunnittelu

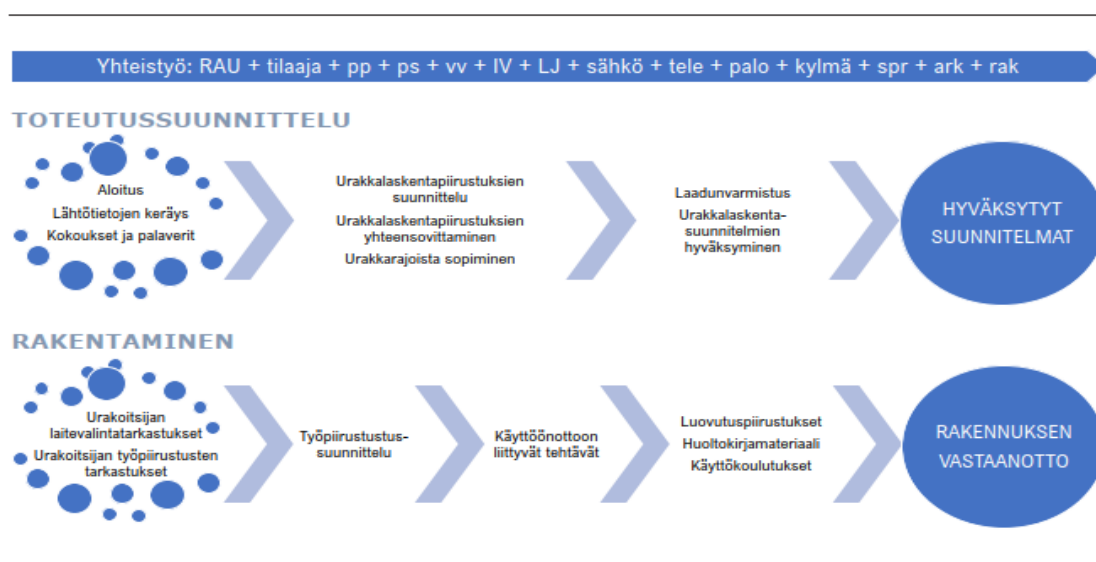
Rakennusautomaatiosuunnittelu, eli RAU-suunnittelu on tyypillisesti osana LVI-suunnittelua. RAU-suunnittelussa on huomioitava myös muut talotekniikan suunnittelualat, esimerkiksi sähkö-, palo-, ja arkkitehti- sekä rakennesuunnittelu. RAU-suunnittelussa on tärkeää tehdä tiivistä yhteistyötä laitevalmistajien sekä järjestelmätoimittajien kanssa, jotta osataan suunnitella järjestelmien tekniset yksityiskohdat. Eri suunnittelualojen suunnittelijoiden on tehtävä tiivistä yhteistyötä, jotta saavutetaan paras mahdollinen lopputulos. (ST-käsikirja 17. Rakennusautomaatio järjestelmät, 2018)

RAU-suunnittelun tavoitteena on suunnitella turvallinen, kustannus- ja energiatehokas, toimiva, helppokäyttöinen ja laajennettava rakennusautomaatiojärjestelmä asiakkaan kiinteistöön. Laadukkaat suunnitelmat sujuvoittavat rakentamisvaiheessa urakointia ja kiinteistön käyttöönottoa. Nykyaikaiset pilvipalvelut mahdollistavat kiinteistön omistajille, käyttäjille ja ylläpitäjille sopivia työvälineitä, jotka esittävät kiinteistön tiedot ymmärrettävässä muodossa. (ST-käsikirja 17. Rakennusautomaatio järjestelmät, 2018)

RAU-suunnitelmien tavoitteena on määritellä järjestelmälle asetettavat tekniset ja toiminnalliset vaatimukset ja antaa yksiselitteiset tiedot rakennuttajalle ja urakoitsijalle tarjouksen laskentaa sekä urakkasopimusta varten. On myös annettava riittävät tiedot toteutussuunnittelua, laitehankintoja, asennusta ja käyttöönottoa varten. RAU-suunnitelmien on lisäksi toimittava käytön ja ylläpidon loppudokumentointina. Suunnitelmien tulisi täyttää muutamia vaatimuksia. Esimerkiksi suunnitelmien tulee soveltua CAD-suunnitteluun, koska piirustuksia voidaan helposti hyödyntää loppukuvina. Monikäsitteisyyttä tulee välttää, eli kaavioiden ja luetteloiden käyttöä tulee suosia mahdollisesti monitulkintaisten selostusten sijaan. Myös esitystavan tulee olla johdonmukainen ristiriitaisuuksien välttämiseksi. (ST-käsikirja 17. Rakennusautomaatio järjestelmät, 2018)

2.2.1 Rakennusautomaation suunnittelun vaiheet

RAU-suunnittelu alkaa yleisesti ehdotussuunnitteluvaiheessa, mutta joskus vasta toteutussuunnitteluvaiheessa. Toteutussuunnitteluvaiheen tehtäviä ovat projektin aloitus, aloituspalaverit ja kokoukset, lähtötietojen selvitys, urakkalaskentapiirustuksien suunnittelu ja niiden yhteensovitus, urakkarajoista sopiminen, sekä laadunvarmistus ja urakkalaskentasuunnitelmien hyväksyntä. Suunnittelun tehtäviä nähtävissä kuvassa 2. (ST-käsikirja 17. Rakennusautomaatio järjestelmät, 2018)



KUVA 2. RAU-suunnittelun tehtäviä (ST-käsikirja 17)

Rakennusvaiheen tehtäviä RAU-suunnittelijalla on urakoitsijan laitevalinta- ja työpiirustusten tarkastukset, työpiirustussuunnittelu, käyttöönottoon liittyvät tehtävät, luovutuspiirustukset, huoltokirjamateriaali, käyttökoulutukset ja rakennuksen vastaanotto. Tekemisen käytäntö vaihtelee suunnittelutoimistosta riippuen. (ST-käsikirja 17. Rakennusautomaatio järjestelmät, 2018)

2.2.2 Teknisen osan suunnitelmat

Teknisen osan suunnitelmassa määritetään rakennusautomaatiojärjestelmän tekniset ja toiminnalliset ominaisuudet ja vaatimukset, joita edellytetään kohteessa tarvittavan laatu- ja toimintatason saavuttamiseksi. Tekniset dokumentit sisältävät myös yksiselitteiset tiedot kustannusarvioiden laadintaa varten. Tällöin on erityisen tärkeää, että laitteita on oikea määrä ja niiden pisteet on laskettu. Nämä dokumentit antavat myös täydelliset tiedot käyttöönoton suunnittelua, asennusta ja käyttöön-

ottoa varten. Kohteen valmistuttua tekniset dokumentit toimivat dokumentaationa käyttö- ja ylläpito-toiminnassa. Tekniseen osaan sisältyy monia asiakirjoja ja piirustuksia. Näitä ovat piirustusluettelo, työselostus, järjestelmäkaavio, säätökaaviot, piste- ja laiteluettelo, ohjelmaluettelo sekä RAU-sijaintipiirustukset. (ST-käsikirja 17. Rakennusautomaatio järjestelmät, 2018)

Piirustusluettelo on lista kaikista RAU-sijaintipiirustuksista, -kaavioista ja -luetteloista. Piirustusluettelossa esitetään esimerkiksi projektin vaihe ja -tunnus, asiakirjan tunnus ja -revisio, päivämäärä ja tekijät. (ST-käsikirja 17. Rakennusautomaatio järjestelmät, 2018)

Kuvassa 3 nähdään mallipiirustusluettelo, jossa listattu edellä mainittuja asiakirjoja.

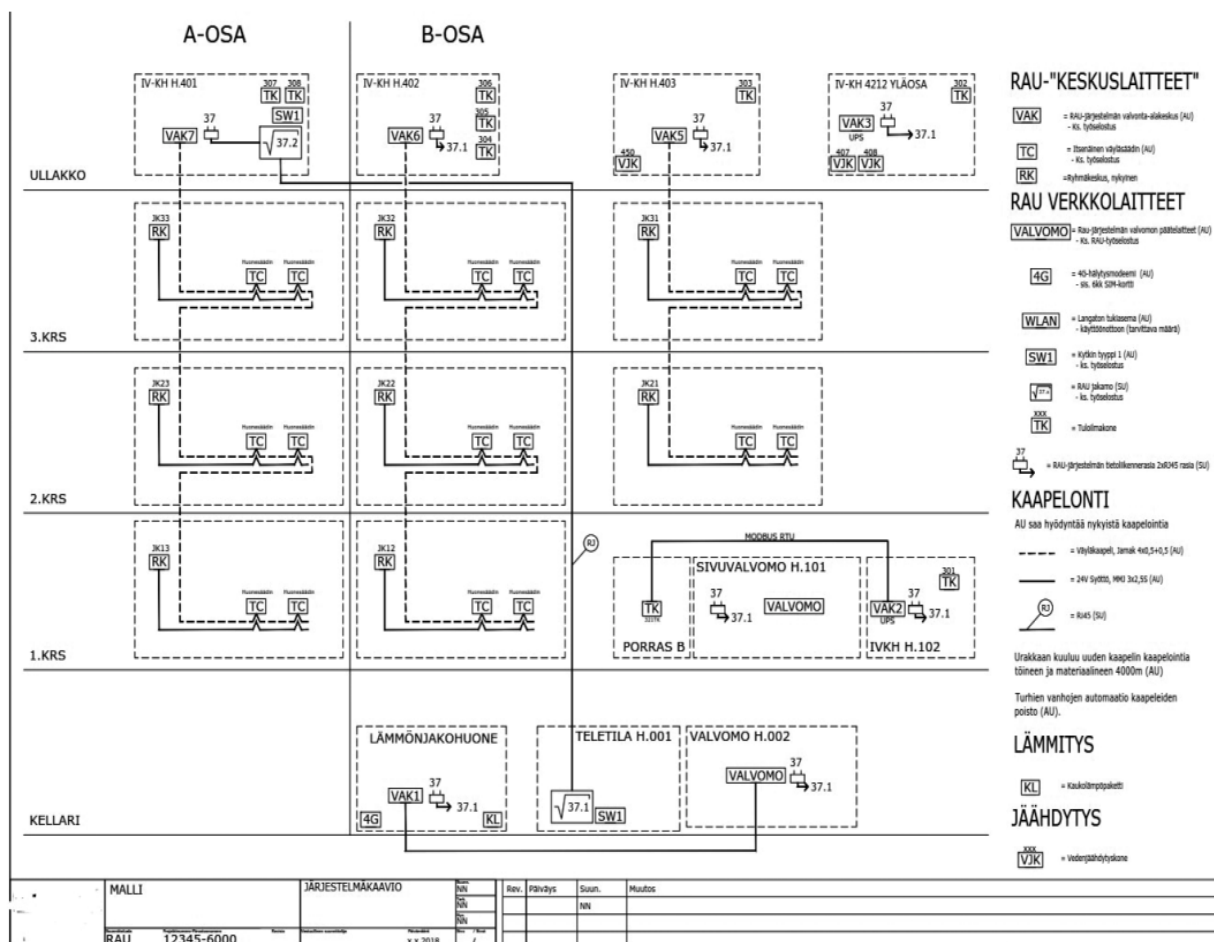
SUUNNITTELU-TOIMISTO			<<PROJEKTIN NIMI>> <<PROJEKTIN NIMI 2>> <<Katuosoite>> <<Postinumero>>		RAU-PIIRUSTUSLUETTELO		Suunnitteluala: RAU		Rev		
			MALLIA VARTEN		Suunnittelutiedosto		Pirustusnumero		Muutos		
					Työnro		RAU-PL		pp.kk.vvvv		
					12345				pp.kk.vvvv		
Piiir.no	Päiväykset		Rev	Piiirustuksen sisältö	Suunnittelutiedosto	Tulostiedosto	Tulost.mittak.	Urakoitsijajakelut			
	Julkaisu	Muutos						PU	TU	SPR	AU
YLEISET 000											
RAU-PL	xx.xx.2017			RAU-piirustusluettelo	12345-RAU-PL	12345-RAU-PL	A4	x	x	x	x
		lunkin muutostyökalun mukana	revisio	RAU-muutosluettelo	12345-RAU-ML	12345-RAU-ML	A4	x	x	x	x
RAU-TYS	xx.xx.2017			RAU työselostus	12345-RAU-TYS	12345-RAU-TYS	A4				
RAKENNUSAUTOMAATIO 600											
601-00	xx.xx.2017	päivätään	revisio	1. kerros, koostepiirustus	12345-601	12345-601-00	1:100			x	x
601-01	xx.xx.2017			1. kerros, osa 1	12345-601	12345-601-01	1:50			x	x
601-02	xx.xx.2017			1. kerros, osa 2	12345-601	12345-601-02	1:50			x	x
YLEISET RAU-PIIRUSTUKSET											
6000	xx.xx.2017			Rakennusautomaatiojärjestelmä	12345-6000	12345-6000				x	x
6001	xx.xx.2017			Hankintarajakaavio	12345-6001	12345-6001		x	x	x	x
6010	xx.xx.2017			Sähköpiisheet RAU-järjestelmässä	12345-6010	12345-6010	A4			x	x
6011	xx.xx.2017			Paloilmoitinpiisheet RAU-järjestelmässä	12345-6011	12345-6011	A4			x	x
6020	xx.xx.2017			Energiankulutuksen mittarointijärjestelmä	12345-6020	12345-6020	x			x	x
6030	xx.xx.2017			Palopeltijärjestelmä	12345-6030	12345-6030		x		x	x
6040	xx.xx.2017			Paineuuhieniden seuranta-järjestelmä	12345-6040	12345-6040	x			x	x
KYTKENTÄ- JA SÄÄTÖKAAVIOT (lämmitys)											
6100	xx.xx.2017			Kaukolämmitys-järjestelmä/Naaläm-pöijärjestelmä	12345-6100	12345-6100		x		x	x
SÄÄTÖKAAVIOT (vesi ja viemäri)											
6201	xx.xx.2017			Jätevesipumppaamo 201JVP, vaikutusalue	12345-6201	12345-6201	A4	x	x	x	x
6202	xx.xx.2017			Perusvesipumppaamo 202PVP, vaikutusalue	12345-6202	12345-6202	A4	x		x	x
6203	xx.xx.2017			Sadevesipumppaamo 203SVP, vaikutusalue	12345-6203	12345-6203	A4	x		x	x
6211	xx.xx.2017			Rasvanerotin 211REK, vaikutusalue	12345-6211	12345-6211	A4	x		x	x
6212	xx.xx.2017			Hiekaneerotin 212HEK, vaikutusalue	12345-6212	12345-6212	A4	x		x	x
6213	xx.xx.2017			Polttonesteenerotin 213PEK, vaikutusalue	12345-6213	12345-6213	A4	x		x	x
6221	xx.xx.2017			Paineenkorotusasema 221PKA, vaikutusalue	12345-6221	12345-6221	A4	x		x	x
6231	xx.xx.2017			Vesivoivaltovantajärjestelmä 231, vaikutusalue	12345-6231	12345-6231	A4	x		x	x
SÄÄTÖKAAVIOT (ilmanvaihto)											
Koteloidut iv-koneet											
6301	xx.xx.2017			Ilmanvaihtokone 301TK, vaikutusalue	12345-6301	12345-6301	A4	x	x	x	x
IV-pakettikoneet											
6351	xx.xx.2017			Ilmanvaihtokone 351TK, vaikutusalue (pakettikone)	12345-6351	12345-6351	A4	x	x	x	x
Tulo- ja poistolmikonset											
6361	xx.xx.2017			Tuloilmakone 361TK, vaikutusalue (puodatin+ patterit+ puhallin paketti, esim. VEKA)	12345-6361	12345-6361	A4	x	x	x	x
Puhalin- ja poistolmapuhaltimet											
6371	xx.xx.2017			Poistolmapuhallin 371PF, porrashuone(et)	12345-6371	12345-6371	A4	x		x	x
Savunpoisto											
6381	xx.xx.2017			Savunpoistopuhaltimet SPF381, vaikutusalue	12345-6381	12345-6381				x	x
KYTKENTÄ- JA SÄÄTÖKAAVIOT (jäähdytys)											
6400	xx.xx.2017			Kaukojäähdytysjärjestelmä/Vedenjäähdytyskoneiot	12345-6400	12345-6400		x		x	x
6403	xx.xx.2017			Split-laitte 403, vaikutusalue	12345-6403	12345-6403	A4	x		x	x
SÄÄTÖKAAVIOT (huonelaitteet)											
6601	xx.xx.2017			Ilmanlämmittehostukset (3x1M5/3x1F2/3x1V5), vaikutusalue	12345-6601	12345-6601	A4	x		x	x
6611	xx.xx.2017			Oviverhoilukoneet 611OVK, vaikutusalue	12345-6611	12345-6611	A4	x		x	x
6612	xx.xx.2017			Kiertolmälmmittimet 612KSK, vaikutusalue	12345-6612	12345-6612	A4	x		x	x
6621	xx.xx.2017			Puhallinkonvektorit 621PKN, vaikutusalue	12345-6621	12345-6621	A4	x		x	x
6631	xx.xx.2017			Palikin 631PAL, vaikutusalue	12345-6631	12345-6631	A4	x		x	x
6641	xx.xx.2017			Paneelit 641PAT, vaikutusalue	12345-6641	12345-6641	A4	x		x	x
6651	xx.xx.2017			Lattiat 651LAT, vaikutusalue	12345-6651	12345-6651	A4	x		x	x
6661	xx.xx.2017			Väkiilmalmmittimikonset 661VIK, vaikutusalue (pakettikone)	12345-6661	12345-6661	A4	x	x	x	x
KYTKENTÄ- JA SÄÄTÖKAAVIOT (Erikoisjärjestelmät)											
6701	xx.xx.2017			Sprinklerijärjestelmä 701, vaikutusalue	12345-6701	12345-6701				x	x

KUVA 3. Mallipiirustusluettelo (ST-käsikirja 17)

RAU-työselostus on RAU-järjestelmän yleiskuvaus. Siinä määritellään järjestelmän toimintaan liittyviä toiminnallisia ja laadullisia vaatimuksia. Työselostuksessa esitetään muun muassa järjestelmän yleiskuvaus, järjestelmän toimintaan liittyvät vaatimukset, järjestelmän tekniset vaatimukset, suunnitellun ja dokumentointiin liittyvät vaatimukset sekä järjestelmän asentamiseen liittyvät vaatimukset. (ST-käsikirja 17. Rakennusautomaatio järjestelmät, 2018)

Rakennusautomaatiojärjestelmäkaaviossa esitetään järjestelmän rakenne sellaisessa laajuudessa, että siinä tulevat esiin väylärunkoverkon jakamoiden ja aktiivilaitteiden lukumäärä, sijainti ja tunnukset, alakeskusten lukumäärät ja sijainnit rakennuksessa, hajautetut kenttäkotelot, pää-LVI-järjestelmien sijainnit rakennuksessa sekä tiedonsiirtoverkon rakenne ja yhteysmuodot järjestelmän eri osien välillä. RAU-järjestelmäkaavion on hyvä olla riittävän selkeä ja iso piirustus, koska sen tehtävä on

kuvata RAU-järjestelmän kokonaisuutta yhdellä silmäyksellä. Ison ja monimutkaisen järjestelmäkaavion pilkkomista monelle erilliselle A4-paperille tulee välttää. (ST-käsikirja 17. Rakennusautomaatio järjestelmät, 2018). RAU-järjestelmäkaaviosta esimerkki kuvassa 4.

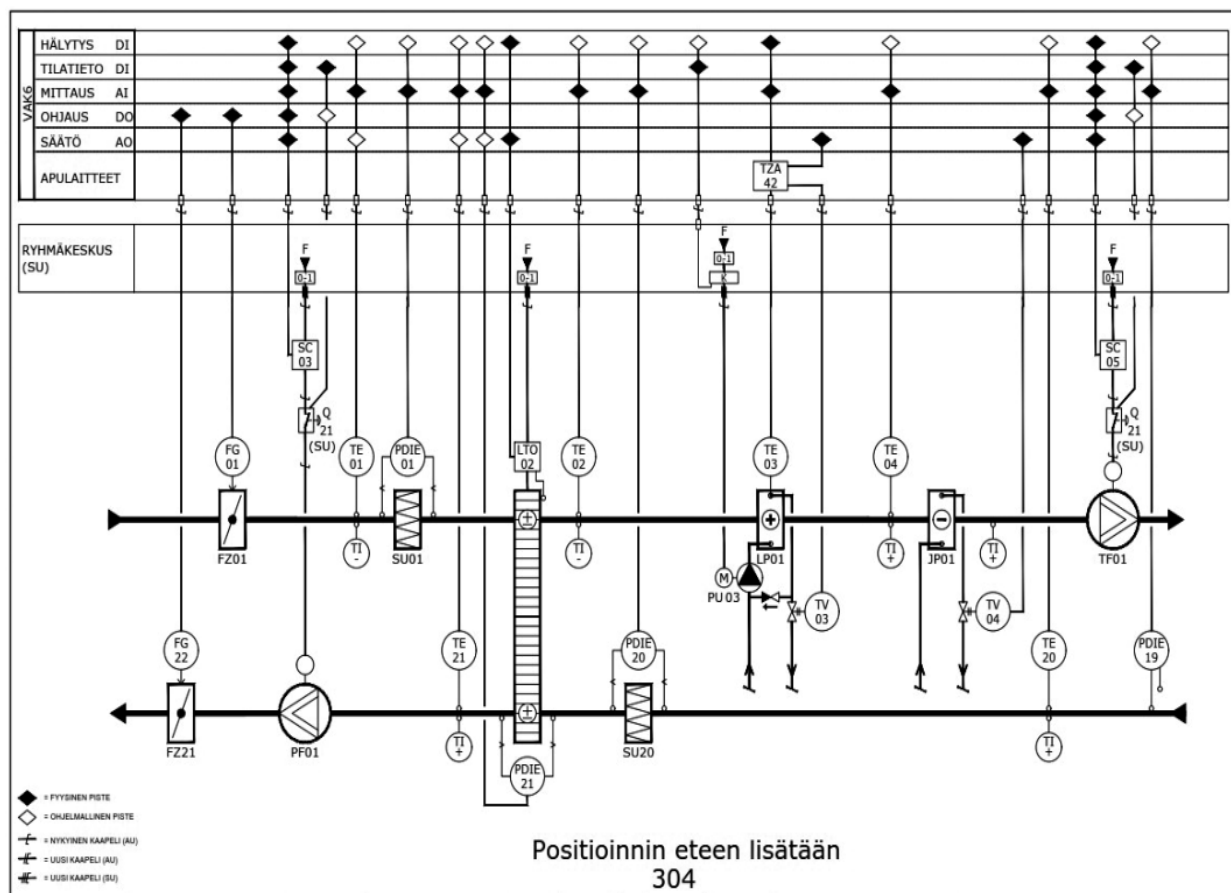


KUVA 4. Esimerkki järjestelmäkaaviosta (ST-käsikirja 17)

Säätölaitekirjassa kuvataan järjestelmään liitetyjä prosesseja ja annetaan perustiedot yksityiskohtaista rakennusautomaation toteutusta varten. Säätökaaviointiin liittyvissä toimintaselostuksissa kuvataan ne kytkentä-, laite- ja järjestelmäkohtaiset toiminnot, joita ei yksiselitteisesti voi kuvata piirrosmerkein. Kytkentä- ja säätökaavion ollessa yhteispiirustus LVI- ja RAU-suunnittelijoilta yhteensovittaminen on helpompaa, eikä urakoitsijoiden tarvitse tulkita useita piirustuksia samasta asiasta. Säätökaaviota tehtäessä on tärkeää antaa laitteille oikeat laitenumerot ja laitekoodit, eli laitepositiot. Kun kaikilla laitteilla on vakiomuotoinen laitepositio, voidaan laitteen vikaantuessa laiteposition perusteella päätellä laitteen fyysinen sijainti helposti. (ST-käsikirja 17. Rakennusautomaatio järjestelmät, 2018)

Säätökaavio voi olla niin sanottu DDC-säätökaavio (kuva 5), jossa on esitetty alakeskuksen eli VAKin pisteet. Nämä pisteet voivat olla ohjelmallisia tai fyysisiä pisteitä. Alakeskuksessa olevat pisteet ovat hälytys, käyntitila, mittaus, ohjaus ja säätö. Lisäksi alakeskukseen kuuluvat myös apulaitteet, kuten jäätymissuoja (TZA) ja väyläkortit. Säätökaaviossa esitetään myös se ryhmäkeskus, johon laitteet liittyvät. Käytettävät kaapelit on myös ilmoitettu säätökaaviossa tai erillisessä suunnitelmassa. Säätökaavioon on merkitty hankintarajat rakennusautomaatiourakan laitteille ja mahdollisesti myös muille

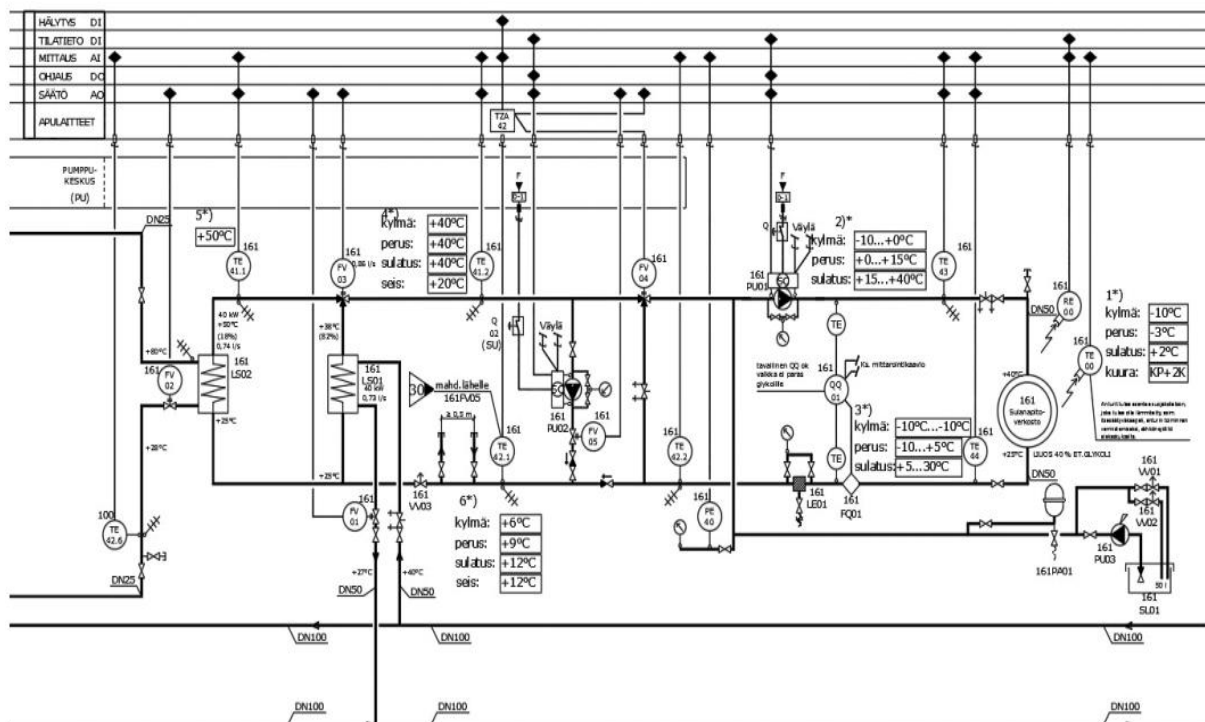
laitteille, elleivät niiden urakkarajat selviä muista dokumenteista, kuten urakkarajaliitteestä tai LVI-laiteluettelosta.



KUVA 5. Esimerkki IV-koneen säätökaaviosta (ST-käsikirja 17)

Säätökaavio voi olla A4-kokoinen nippu, jossa eri säätökaavion prosessi, toimintaselostus, laiteluettelo ja hälytysluettelo on jaettu eri lehdille. Säätökaavio voi olla tehty myös isompaan paperikokoon, jossa kaikki kentät on sijoitettu samaan näkymään. Isompia papereita käytetään esimerkiksi kaukolämmön, kaukojäähdytyksen, maalämpökoneiden ja vedenjäähdytyskoneiden säätökaavioissa, jossa koko prosessin luettavuus on tärkeässä roolissa. Säätökaaviot kannattaa piirtää siinä muodossa kuin niiden halutaan olevan valvomografiikassa, koska RAU-urakoitsijat tekevät tyypillisesti valvomografiikan säätökaavioesityksen mukaan. Monimutkaisista ja laajoista järjestelmistä suunnittelijan kannattaa tehdä yksinkertaistettu järjestelmäkuvan tyyppinen valvomografiikkasuunnitelma. (ST-käsikirja 17. Rakennusautomaatio järjestelmät, 2018)

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan nimenomaan näitä lämmitys-/jäähdytysjärjestelmän säätökaavioita, sekä ilmanvaihtokaaviota.



KUVA 6. Esimerkki lämmitysjärjestelmän säätökaaviosta (ST-käsikirja 17)

Kuvassa 6 on esitetty hybridilämmitysjärjestelmän säätökaavio nykyaikaisen ja energiatehokkaan piha-alueen sulanapitojärjestelmästä, jossa on yhdistetty kaukolämpö ja maalämpö. Kuvassa 7 on tämän järjestelmän toimintaselostus.

SULANAPITOVERKOSTO (161)

Yleisesti

(+2°C) - (-8°C) ulkolämpöillä sulatus-säätöohjelma sulattaa satavan lumen ja kuuranesto-säätöohjelma estää kostean pinnan jäämisen liukkaaksi. Alle -8°C ulkolämpötilassa satavaa kuivaa pakkaslunta ei sulateta eikä kuuraa poisteta.

Toiminta siirtyy olosuhteiden vaatimusten mukaisesti eritilanteiden välillä. Tilanteiden määrittämisellä pyritään minimoimaan sulatusalueen lämmittämistä siirtymällä SEIS-tilanteeseen aina pintalämpötilan ollessa haluttu, eli pysäyttämällä lämmitysjärjestelmä kokonaan.

Toiminnot

Lämpötilan säädöt

1*) Säätöohjelma pitää maan pintalämpötilan 161TE00 asetusravossa (tilanteet) ohjaamalla kaskadisatona 161TE43 asetusravoa välillä (min)...(max).

2*) Säätöohjelma pitää sulatuspiirin menon 161TE43 asetusravossa (tilanteet) ohjaamalla 161FV04. Säätö vintetään niin hitaaksi että venttiilin aukkeaminen täysin auki kestää vähintään 10min, jotta jäätymissuojasäätöohjelma (6*) on joka käyttötilanteessa nopeampi.

3*) Säätöohjelma pitää sulatuspiirin paluun 161TE44 asetusravossa (= 161TE43 asetusravo (-10°C)), ei kuitenkaan alle (-10°C) ohjaamalla

pumpun 161PU01 kierrosnopeutta (min 20% - (max 100%). Lämpötilan laskessa lisätään pumpun kierroksia.

4*) Säätöohjelma pitää siirtimen jälkeen 161TE41.2 asetusravossa (tilanteet) ohjaamalla

1. 161FV01
1. 161FV03.

5*) Kun porras 2 tulee käyttöön, säätöohjelma pitää ki-siirtimen jälkeen 161TE41.1 asetusravossa (+50°C) ohjaamalla säätöventtiiliä 161FV02

6*) Säätöohjelma pitää siirtimelle palaavan 161TE42.1 asetusravossa (tilanteet) ohjaamalla:

1. Pumppu 161PU02 käynnistyy miniminopeudelle
2. Venttiili 161FV05 avautuu suhteellisesti
3. Pumpun 161PU02 pyörimisnopeutta nostetaan suhteellisesti.

Säätö vintetään melko nopeaksi jotta jäätymissuoratermostaatti 161TZA42 ei laukea.

Säätötilanteet (asetusravojen määritys)

SEIS-tilanne (ei lämmitystarvetta)
Seis-tilanne on voimassa kun mikään muu tilanne ei ole voimassa. Pumppu 161PU01 on seis ja 161FV04 on kiinni.

MUUT-tilanteet pumppu 161PU01 käy ohjelman (3*) mukaisesti ja 161FV04 säätö ohjelman (2*) mukaisesti.

PERUSLÄMPÖ-tilanne (Sulatusalueen pinta pidetään -3°C:ssa)
Perus-tilanne on voimassa:
- ulkolämpötilan ollessa (-8°C) ... (+2°C) JA
- 161TE00 on alle (-3°C) (1°C hystereesi) JA

- 161RE00 ei tunnista sadetta

SULATUS-tilanne (Sulatusalueen pinta pidetään +2°C:ssa)

Sulatus-tilanne on voimassa:
- ulkolämpötilan ollessa (-8°C) ... (+2°C) JA
- 161TE00 on alle (+2°C) (1°C hystereesi) JA
- 161RE00 on tunnistanut sadetta
Jälkisolatusviive ((30min) + sadeanturin jatkuvan laskennan arvo (= (2) * (tunnistettujen sateenpitoisuus minuuttienä)). Tällä arvioidaan sulatusarpeen pituus. Lyhyt sateen jakso ei nollaa jälkisolatus-aikaa, vaan eri jaksojen jälkisolatusajat lasketaan yhteen. Jälkisolatusaika nollataan kun 161TE00 nousee yli (+4°C) (10min).

Sulatustilanteen voi aktivoida valvomosta (12h) ajaksi ulkolämpötilasta riippumatta.

KUURANESTO-tilanne (Sulatusalueen pinta pidetään ilman kastepistelämpötilaa + 2K, muut as.arvot kuten perus-tilanteessa)
- ulkolämpötilan ollessa (-8°C) ... (+2°C) JA
- 161TE00 on alle (+2°C) ja alle lasketun kastepistelämpötilan (ulkolämpötila/kosteus)

KYLMÄ-tilanne (Sulatusalueen pinta pidetään -10°C:ssa)

Kylmä-tilanne on voimassa:
- ulkolämpötilan ollessa alle (-8°C) JA
- 161TE00 on alle (-10°C)

VAROITOIMINNOT

Jäätymissuoratermostaatti 161TZA42 laukeaa lämpötilan 161TE42.1 laskessa alle hälytysrajan (+0°C). Jäätymissuoratermostaatti 161TZA42

laukessa pumppu 161PU01 pysähtyy ja venttiili 161FV04 sulkeutuu.

Mikäli sulanapitoverkoston kaukolämpöventtiili 161FV02 jumutuu auki asentoon ja sulanapitoverkoston suuntipiirin menoliuos 161TE43 nousee yli (+55°C) estetään muoviputkiston lämpötilan nousu vaaralliselle tasolle pysäyttämällä pumput 161PU01 ja 161PU02. Kuitaus valvomosta.

**) lisäselite

Siirtimen jälkeen menoliuksen lämpötilan 161TE41.2 asetusravo on tilanteissa (perus, sulatus ja kylmä) +40 ja seis tilanteessa +20. Tarkoitus on että kun 3-tieventtiili aukeaa on valmiina riittävän lämmintä liuosta sekoittaa kylmän piiriin. myöskin kun maasta paluu on kylmää -10...-5, siihen pitää sekoittaa +40 jotta siirtimelle paluu ei mene liian lähelle jäätörajaa (+0). Lämpötila on pieni ko.putkimetkällä lämpöpakissa. Tärkeintä on että lämpöä ei tuhata maapiiriin. Koko prosessissa eri säätimet toimivat esenässä jolloin ohjelmointi selkeää.

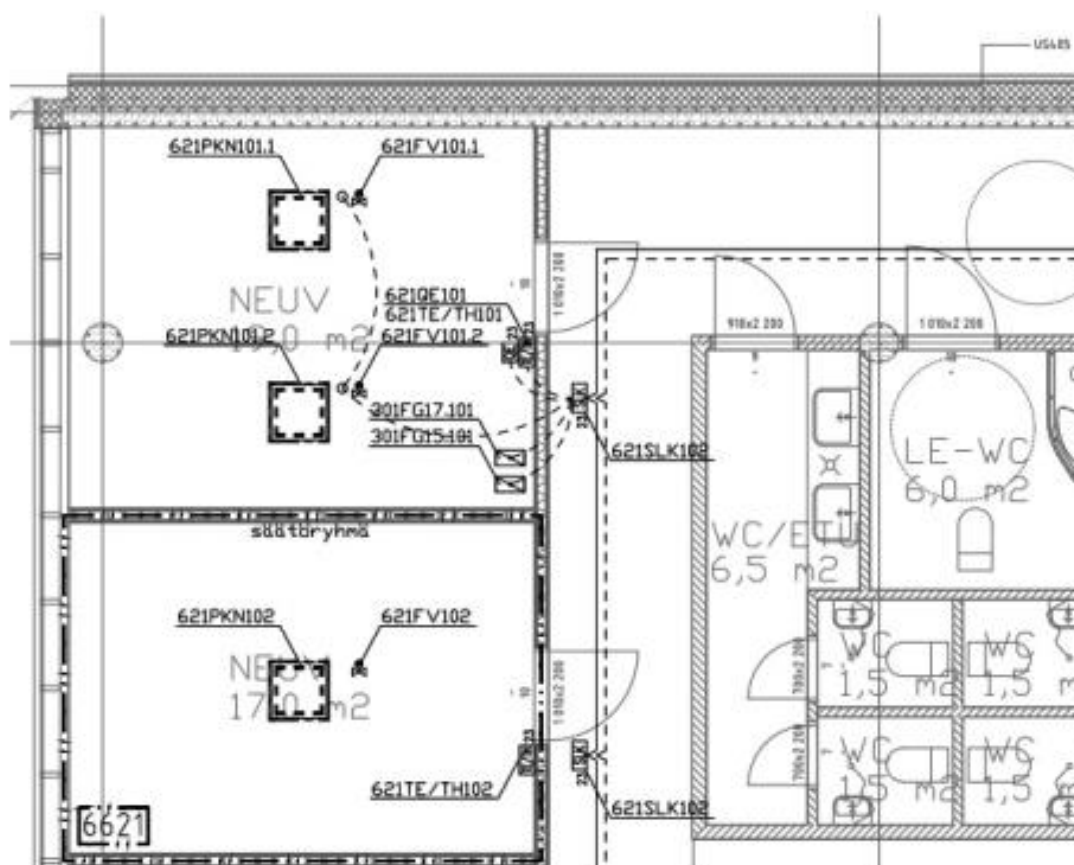
Käikkie säätimillä kannattaa olla säätöluipa aina päällä jolloin säätimet laskevat asetusravoa ja säätöporataltaan jatkuvasti ja ovat tilannemuutostilanteissa "valmiina".

KUVA 7. Lämmitysjärjestelmän toimintaselostus (ST-käsikirja 17)

RAU-sijaintipiirustukset antavat informaatiota kohteiden suhteellisesta tai todellisesta sijainnista. Suomessa sijaintipiirustusta kutsutaan yleisesti tasopiirustukseksi. Tasopiirustuksien tekeminen ja kaituu kahteen vaiheeseen, hankintoja palveleviin piirustuksiin ja rakentamista palveleviin piirustuk-

siin. Nämä tasopiirustukset luodaan ennalta sovittuun mittakaavaan (yleensä 1:50), ja niiden pohjana käytetään arkkitehtisuunnitelmia. Jokaisesta kerroksesta laaditaan oma piirustus ja tarvittaessa jaetaan kerros useaan eri piirustukseen. (ST-käsikirja 17. Rakennusautomaatio järjestelmät, 2018)

RAU-laitteiden osalta tasopiirustuksissa (kuva 8) esitetään RAU-keskuslaitteet, eli VAKit, moduuli, I/O laite- ja säätölaitetekotelot, riviliitinkotelot ja taajuusmuuttajat. Tasokuvissa esitetään myös RAU-verkkolaitteet sekä RAU-kenttälaitteet, joihin kuuluu tila- ja huoneanturit, tila- ja huonesäätimet, ohjaustaulut, käsipainikkeet, ovikytkimet, läsnäolotunnistimet, kanava-anturit ja putkianturit. Tasokuviiin määritetään myös RAU-säätöalueet, RAU-keskusrajaukset, sekä RAU-kenttälaitekaapelointi. RAU-tasopiirustuksissa on esillä myös muitakin kuin pelkästään RAU-laitteita. Näitä ovat esimerkiksi venttiilit, puhallinkonvektorit, säteilijälaitteet, ilmamääräsäätimet, IV-koneet, palopellit sekä sähkökeskukset. (ST-käsikirja 17. Rakennusautomaatio järjestelmät, 2018)



KUVA 8. Esimerkki RAU-tasopiirustuksesta (ST-käsikirja 17)

3 GRANLUND DESIGNER

Granlund Designer on Granlundin sisäinen pilvipohjainen selaimessa toimiva laiteluettelo-ohjelmisto talotekniikan tiedonhallintaan. Sovelluksella rakennetaan kiinteistökohtaisia laiteluetteloita. Laiteluetteloihin tallennettujen tietojen pohjalta voidaan asiakkaiden käyttöön tuottaa eri sisältöisiä ja muotoisia asiakirjoja. Laiteluetteloja voidaan luoda ja päivittää milloin tahansa suunnittelun, rakentamisen ja ylläpidon aikana. Designer selkeyttää viestintää tukien samalla rakennuttajien, valvojen ja kiinteistönomistajien arkea. Kiinteistökohtaiset laiteluettelot ja erilliset valaisinluettelot ovat tallessa yhdessä paikassa, josta tarvittavat laitetiedot on näkyvillä tarvittaessa. (Granlund Oy, ei pvm)

Kun projekti on luotu, tuodaan se designeriin laiteluetteloja ja datan hallintaa varten. Laiteluetteloon lisätään projektissa käytettävät osajärjestelmät sekä keskukset, joihin RAU-laitteet liitetään.

The screenshot shows the Granlund Designer web interface. The top navigation bar includes 'Laitteet', 'Tulostus', 'Asetukset', and a user profile for 'Niko Simonen'. The main content area is titled 'Laitetiedot' and shows details for a device '100 TE 00 Lämpötila-anturi'. On the left, a tree view shows the project structure under 'Kiinteistö' > 'Rakennus' > 'RAU' > 'Alakeskukset' > 'RAU-osajärjestelmät' > '100 Kaukolämpö' > '100 TE 00 Lämpötila-anturi'. The main panel displays the following information:

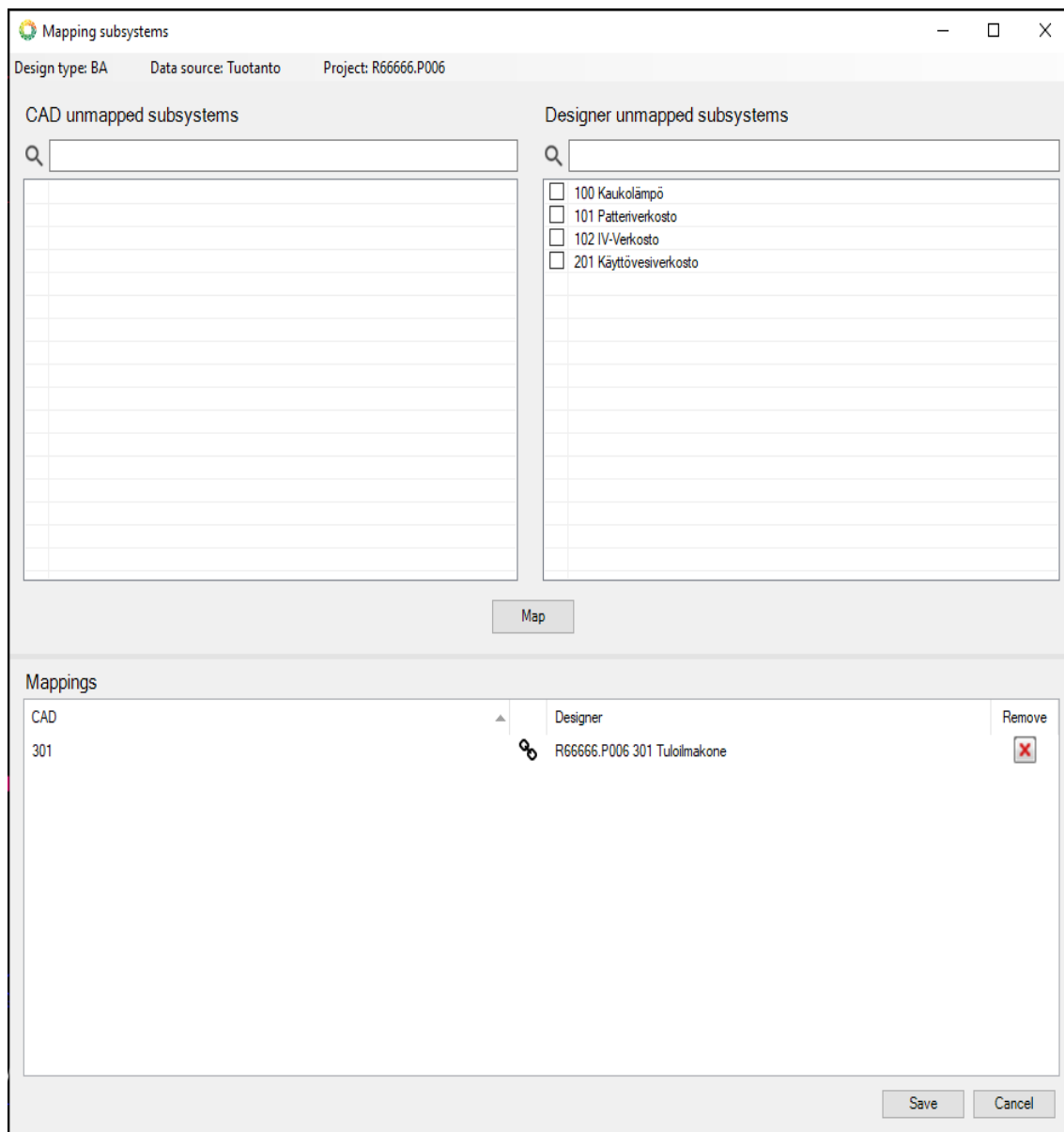
- Käyttötapa:** Ulkoilma
- Huomautukset:** Muokkaa
- Attribuutit:** A table with columns 'Nimi', 'Arvo', and 'Tarkenne'.

Nimi	Arvo	Tarkenne
Toimittaa		
Asentaa		
Sijainti	Valitse	
Alakeskus	VAK 1 Alakeskus	
Liittyy RAU-asiakirjaan n:o		
Kuvaus		
Mallityyppi		
[DO] Ohjaus		
[DI] K-tila		
[DIA] Hälytys		
[AO] Saato		
[AI] Mittaus	1	
[oo] Väyläpisteet		
Väyläprotokolla		
Vanha laite	<input type="radio"/> Kyllä <input checked="" type="radio"/> Ei	Tyhjennä
Varaus	<input type="radio"/> Kyllä <input type="radio"/> Ei	Tyhjennä
Laatu		
Hälytysluokka		
Lukumäärä	kpl	
Lisätiedot		

KUVA 9. Designer laitetiedot näkymä

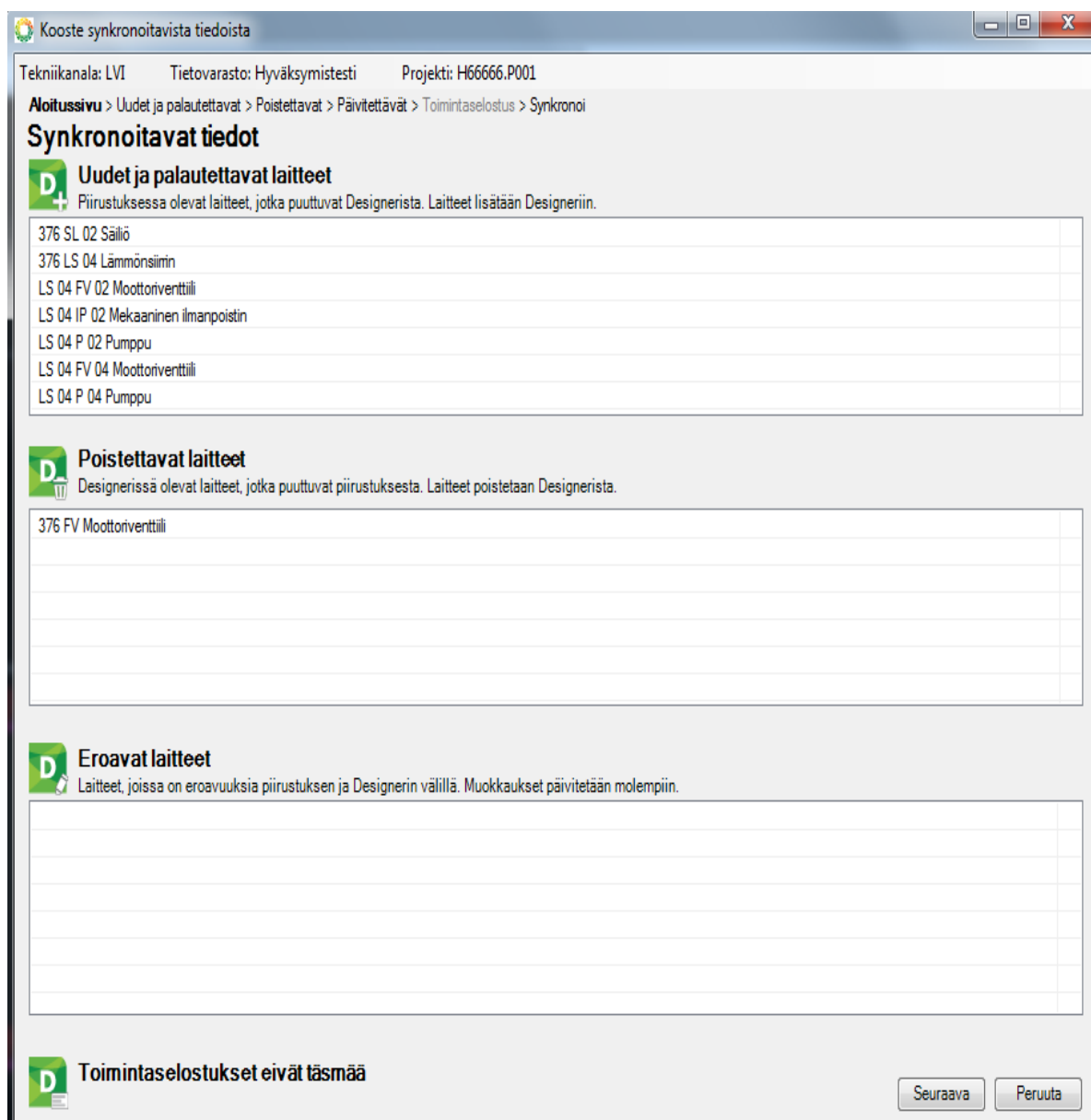
Laitetiedot koostuvat kuvassa 9 vasemmassa reunassa näkyvästä laitepuusta, sekä laitteen tiedoista. Sääntökaavion laitteiden kytkeminen Designerin osajärjestelmiin tapahtuu AutoCAD:in kautta. Myös keskusten liittäminen tapahtuu AutoCAD:in puolelta. Suunnittelija pystyy synkronoimaan kerralla kaikki laitteet attribuutteineen suoraan sääntökaaviosta designeriin, mikä nopeuttaa prosessia sekä poistaa samalla virheiden mahdollisuudet, koska laitteita ei tarvitse lisätä designeriin manuaalisesti yksi laite kerrallaan. Attribuutteja voi myös muokata designerissa.

AutoCAD:in järjestelmien kytkentätoiminnolla kytketään designeriin luotu osajärjestelmä säätökaavion osajärjestelmän kanssa. Kuvassa 10 on liitetty tässä opinnäytetyössä tutkittavan ilmanvaihtokoneen osajärjestelmät kaavion ja designerin välillä. Tämän ilmanvaihtokoneen osajärjestelmä on 301, joten se kytketään designerin 301 osajärjestelmään.



KUVA 10. Osajärjestelmien kytkeminen kaaviosta designeriin

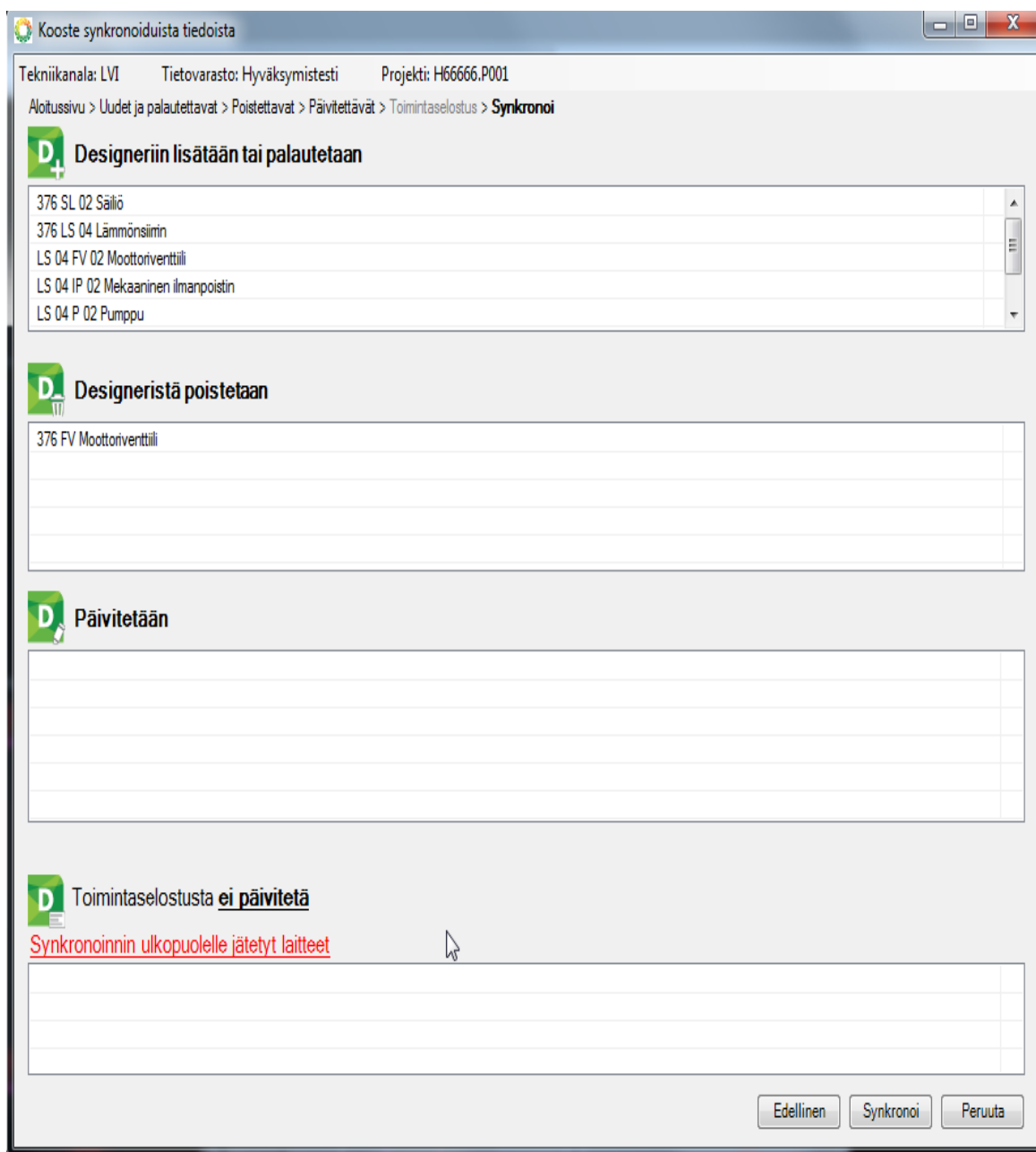
AutoCAD:in laitetietojen synkronointi ominaisuudella siirretään designerin ja säätökaavion välillä kytettyjen osajärjestelmien laitteet säätökaaviosta designeriin.



KUVA 11. Synkronointitoiminnon aloitussivu (Granlund Oy)

Synkronointi etenee vaiheissa alkaen aloitussivusta, jossa esitetään yhteenveto. Kuvassa 11 on esitetty aloitusikkuna, jossa näkyy designeriin lisättävät laitteet. Jos designeriin on aiemmin synkronoitu laitteita, jotka on sittemmin poistettu säätökaaviosta, voidaan ne samalla poistaa designerista. Seuraavissa vaiheissa käydään läpi laitteet, mitkä halutaan lisätä ja mitkä poistaa, päivitettäviä attribuutteja sekä toimintaselostus.

Ennen synkronointia viimeisessä kohdassa näkyy vielä yhteenveto laitteista. Kuvan 12 ikkunassa näkyy synkronoi painike, jota painamalla säätökaavion laitteet siirtyvät designeriin.



KUVA 12. Synkronoitavat tiedot (Granlund Oy)

RAU-suunnittelija pystyy Designerissa tulostamaan piste- ja laiteluettelon, jossa on määritelty projektissa käytettävät laitteet sekä laitteiden kytkentäpisteet VAK:iin. Piste- ja laiteluettelon voi myös tulostaa osajärjestelmä kohtaisesti, eli esimerkiksi vaikka pelkän tuloilmakoneen piste- ja laiteluettelon. Kuvassa 13 on esitetty tämän opinnäytetyön projektista piste- ja laiteluettelon osa, jossa näkyy lämmitysjärjestelmän kaukolämpöverkoston, patteriverkoston, IV-verkoston ja käyttövesiverkoston RAU-laitteita ja pisteitä.

R66666.P006 RAU TAU001

1(5)

Muuutos		Laitteen tunnus		Laitteen nimi ja käyttötapa		Liittyy RAU-asiakirjaan n:o		Alakeskus		[DO] Ohjaus	[DI] K-tila	[DIA] Häilytys	[AO] Säätö	[AJ] Mittaus	[x-x] Väyläpisteet	Väyläprotokolla	Varaus	Vanha laite	Lukumäärä kpl	Toimittaa
100 Kaukolämpö																				
	100 TE 00	Lämpötila-anturi, Käyttötapa: Ulkoilma	6100(oppari)	VAK 1 Alakeskus										1						
	100 TE 41	Lämpötila-anturi, Käyttötapa: Putki Meno	6100(oppari)	VAK 1 Alakeskus										1						
	100 TE 42	Lämpötila-anturi, Käyttötapa: Putki Paluu	6100(oppari)	VAK 1 Alakeskus										1						
101 Patteriverkosto																				
	101 FV 01	Venttiilimoottori, Käyttötapa: Säätö	6100(oppari)	VAK 1 Alakeskus									1							AU
	101 PDE 01	Paine-eroanturi, Käyttötapa: Verkosto	6100(oppari)	VAK 1 Alakeskus										1						
	101 SC 01	Kierrosrokuohjaus	6100(oppari)	VAK 1 Alakeskus	1	1	1	1	1	1										
	101 TE 41	Lämpötila-anturi, Käyttötapa: Putki Meno	6100(oppari)	VAK 1 Alakeskus										1						
	101 PE 42	Paineanturi, Käyttötapa: Verkosto	6100(oppari)	VAK 1 Alakeskus										1						
	101 TE 42	Lämpötila-anturi, Käyttötapa: Putki Paluu	6100(oppari)	VAK 1 Alakeskus										1						
	101 P 01.01	Pumppu, Käyttötapa: Integroitu taajuusmuuttaja	6100(oppari)	VAK 1 Alakeskus																
	101 P 01.02	Pumppu, Käyttötapa: Vakionopeuspumppu	6100(oppari)	VAK 1 Alakeskus	1	1														
102 IV-Verkosto																				
	102 PDE 01	Paine-eroanturi, Käyttötapa: Verkosto	6100(oppari)	VAK 1 Alakeskus										1						
	102 SC 01	Kierrosrokuohjaus	6100(oppari)	VAK 1 Alakeskus	1	1	1	1	1	1										
	102 TE 41	Lämpötila-anturi, Käyttötapa: Putki Meno	6100(oppari)	VAK 1 Alakeskus										1						
	102 PE 42	Paineanturi, Käyttötapa: Verkosto	6100(oppari)	VAK 1 Alakeskus										1						
	102 TE 42	Lämpötila-anturi, Käyttötapa: Putki Paluu	6100(oppari)	VAK 1 Alakeskus										1						
	102 P 01.01	Pumppu, Käyttötapa: Integroitu taajuusmuuttaja	6100(oppari)	VAK 1 Alakeskus																
	102 P 01.02	Pumppu, Käyttötapa: Vakionopeuspumppu	6100(oppari)	VAK 1 Alakeskus	1	1														
	102 FV 01.1	Venttiilimoottori, Käyttötapa: Säätö	6100(oppari)	VAK 1 Alakeskus									1							AU
	102 FV 01.2	Venttiilimoottori, Käyttötapa: Säätö	6100(oppari)	VAK 1 Alakeskus									1							AU
201 Käyttövesiverkosto																				
	201 FQ 01	Vesimäärälaskuri, Käyttötapa: Vesi	6100(oppari)	VAK 1 Alakeskus					1											
	201 SCP 01	Kierrosrokuohjaus	6100(oppari)	VAK 1 Alakeskus	1	1	1	1	1	1										
	201 TE 31	Lämpötila-anturi, Käyttötapa: Putki Meno	6100(oppari)	VAK 1 Alakeskus										1						
	201 TE 32	Lämpötila-anturi, Käyttötapa: Putki Meno	6100(oppari)	VAK 1 Alakeskus										1						
	201 P 01.01	Pumppu, Käyttötapa: Integroitu taajuusmuuttaja	6100(oppari)	VAK 1 Alakeskus																
	201 FV 01.1	Venttiilimoottori, Käyttötapa: Säätö	6100(oppari)	VAK 1 Alakeskus									1							AU
	201 FV 01.2	Venttiilimoottori, Käyttötapa: Säätö	6100(oppari)	VAK 1 Alakeskus									1							AU

Kuva 13. Piste- ja laiteluettelo

4 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ

Lämmönjakojärjestelmän tehtävänä on siirtää lämpöenergia huoneistossa sinne missä sitä tarvitaan. Lämmönjakojärjestelmään kuuluvat putkistot ja -kanavistot sekä tuloilman ja tilojen lämmityslaitteet. Lämmönjakojärjestelmiä ovat esimerkiksi vesikiertoinen patteriverkosto, lattialämmityspotkisto ja ilmakanaavat. Sääto- ja ohjauslaitteet pitävät huolen siitä, että lämpöä tuotetaan sopiva määrä, jolloin sisätilat ovat viihtyisät. Sääto- ja ohjauslaitteita ovat esimerkiksi termostaatit ja venttiilit. (Motiva Oy, 2019)

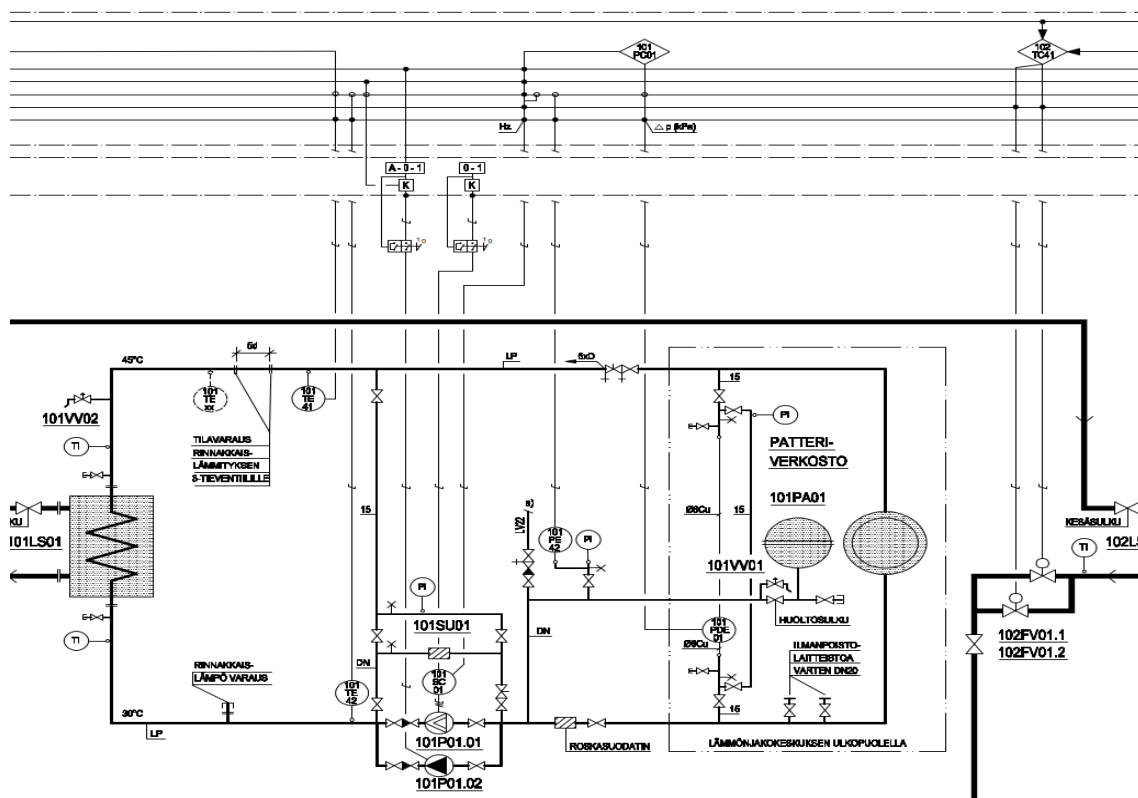
Nykyään yleisimpiä lämmitysjärjestelmiä ovat kaukolämpö ja maalämpö. Kaukolämmöllä lämmitettävät rakennukset suunnitellaan siten, että kohteen lämmitys jaetaan lämmönsiirtimiin. Lämmönsiirtimillä siirretään lämpöenergiaa kaukolämpöverkosta rakennuksen lämmitysverkostoihin. Jokainen lämmönsiirrin hoitaa yhden lämmityksen osa-alueen, eli piirin. Yleensä järjestelmässä on kolme piiriä, lämminkäyttövesi, lämmitysverkosto ja ilmanvaihtoverkosto. Pienemmissä kohteissa riittää usein kaksi piiriä.

Tässä opinnäytetyössä keskitytään kaukolämpöjärjestelmään. Tavoitteena on yhdistää kahden suunnittelualan, LVI:n ja RAU:n säätökaaviot yhtenäiseksi yhdeksi LVIA-kaavioksi sekä vähentää CAD-työskentelyn määrää.

4.1 Lähtötilanne

Lämmitysjärjestelmäkaavion suunnitteluprosessi menee Granlundilla niin, että LVI-suunnittelija piirtää ensin verkostot laitteineen. Laitteet ja anturit LVI-suunnittelija lisää kaavioon pelkkänä tekstinä. Tämän jälkeen RAU-suunnittelija tekee LVI-kaaviosta oman kaavion, johon lisää toimintaselostuksen, RAU-laitteiden attribuuttiblokit ja kaapeloinnit.

Nykyinen lämmitysjärjestelmäkaaviomalli näkyy kuvassa 14. Kaaviossa on esitetty kaukolämpöjärjestelmästä patteriverkosto, jolla tuotetaan lämmin vesi esimerkiksi lattialämmitykselle ja pattereille, jotka pitävät rakennuksen peruslämpöä yllä. Käyttövesiverkostolla tuotetaan tarvittava lämmin käyttövesi kohteeseen ja IV-verkostolla tuotetaan lämmin vesi ilmanvaihtokoneiden lämmityspattereille. Järjestelmässä on myös mittauskeskus, josta mitataan veden virtaus sekä lämpöenergia. Kuvan 14 yläosassa on niin sanottu nuottiviivasto, eli VAKin liityntäpisteet, joihin laitteet ja anturit kytketään.



Kuva 14. Lämmitysjärjestelmä mallikaavio

Toimintaselostus lämmitysjärjestelmän osalta on sijoitettu prosessin viereen näkyen samassa tulosteessa prosessin kanssa. Lämmitysjärjestelmän toimintaselostuksessa kerrotaan jokaisen verkoston tehtävät, niiden lämpötilojen säädöt, ohjaukset sekä varotoiminnot ja hälytykset. Tulostuskoko on lämmitysjärjestelmissä yleensä iso, koska on tarpeen saada koko prosessin kuvaus ja selostus yhdelle tulostepaperille, joka sijoitetaan lämmönjakohuoneeseen esimerkiksi huoltotöitä varten.

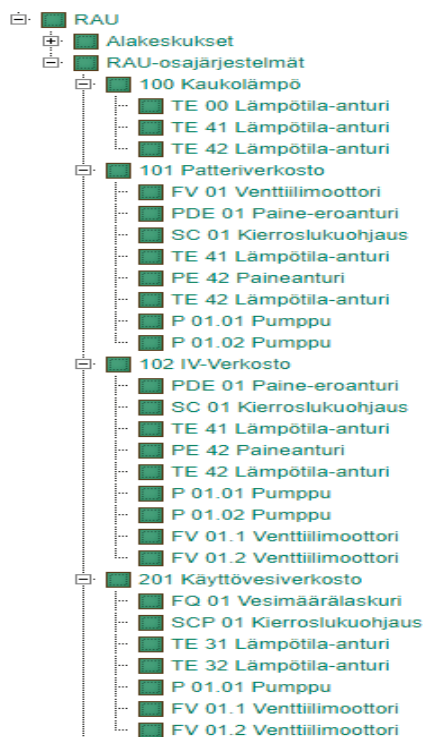
4.2 Toteutus

Opinnäytetyön tavoitteena on saada nykyinen lämmitysjärjestelmäkaavio yksinkertaisemmaksi CAD-työskentelyn sekä suunnitteluprosessin osalta ja lopputuloksena saataisiin uusi aikaa ja virheitä säästävä säätökaavio sekä LVI- että RAU-urakkaan.

Uuden mallikaavion toteuttaminen lähtee liikkeelle siitä, että poistetaan nykyisestä kaaviosta kokonaan nuottiviivasto sekä kaapelointi niin, että kaavioon jää pelkästään putkistot ja laitteet. RAU-laitteet ja anturit ovat nykyään kaaviossa LVI-suunnittelijan asettamat, jotka ovat pelkässä tekstimuodossa ilman attribuutteja. Laitteiden viemistä designeriin ja piste- ja laiteluettelon tulostusta varten täytyy anturit ja laitteet saada kaavioon CAD blokkeina, joissa on attribuuttitiedot. Lämmitysjärjestelmäkaaviopohjalla on eri mittasuhte, kun mihin CAD blokit on tällä hetkellä suunniteltu, joten jokaisen säätökaaviossa olevan laitteen ja anturin blokit on skaalattava mallikaavioon sopiviksi. Jakokeskukselta syötön saavien laitteiden osalta tehdään oma sähköistyskaavio, jonka perusteella kytkennät tehdään.

Toimintaselostusta ei ole tarpeen tehdä erilliseen asiakirjaan, vaan se pysyy kaavion mukana tulosteessa. Tämä perustuu aikaisemmin mainittuun lämmönjakohuoneessa olevaan säätökaaviotulostukseen, jossa toimintaselostus on esitetty.

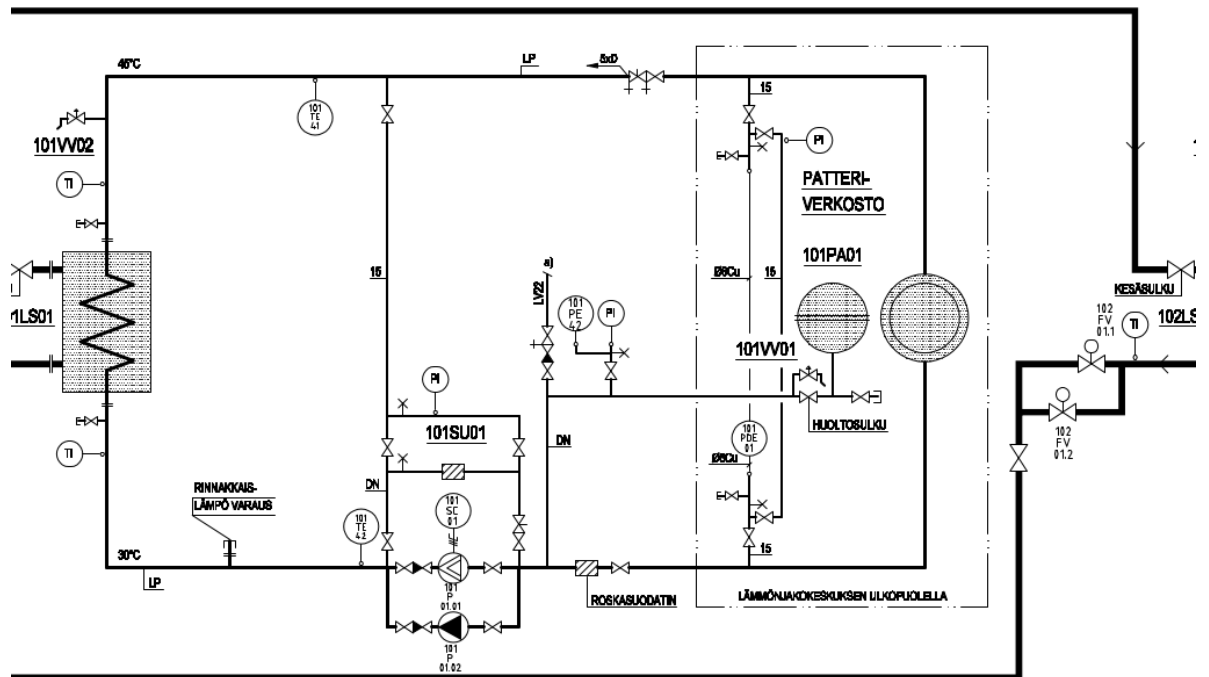
Uuden kaavion ollessa CAD-työskentelyn osalta valmis, tehdään designeriin osajärjestelmät laitteiden synkronointia varten. Jokaisella verkostolla on oma osajärjestelmä laitteineen, jonka perusteella ne kytketään designerissa tehtyihin osajärjestelmiin. Säätökaaviosta synkronoidut laitteet listautuvat designeriin kuvan 15 mukaisesti.



Kuva 15. Lämmitysverkostojen laitteet designerissa

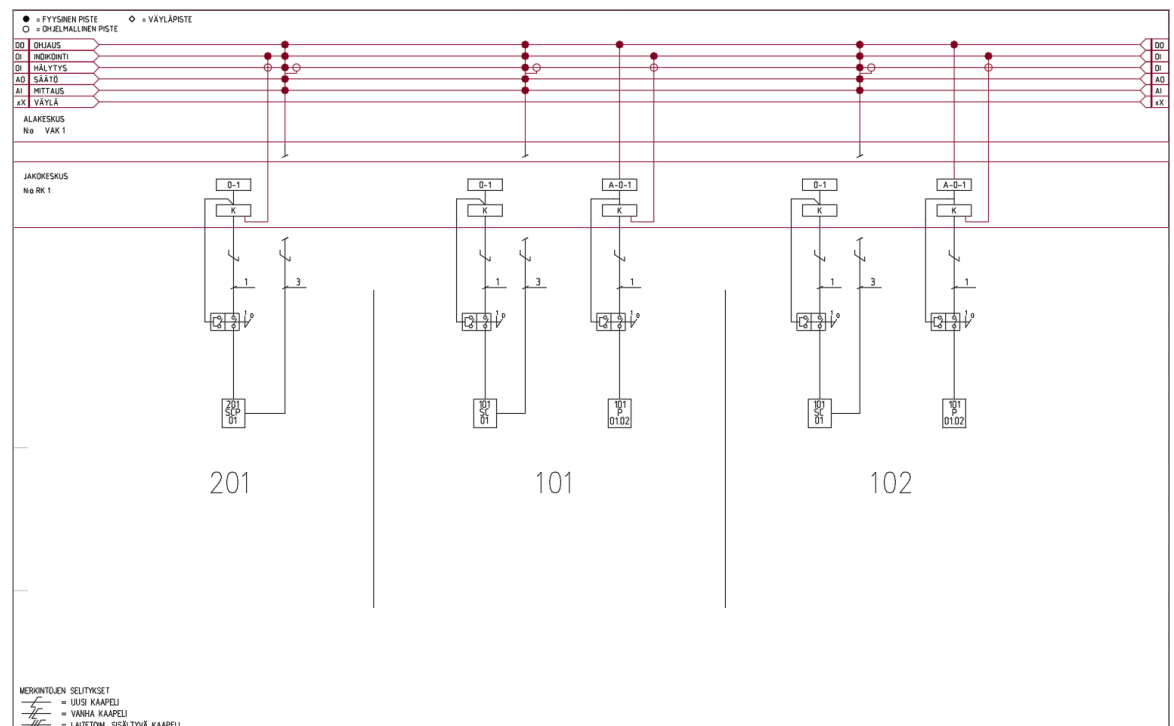
4.3 Tulokset

Kuvassa 16 on esitetty lämmitysjärjestelmän uusi mallikaavio. Kaikki laitteet ja putkistot ovat ennallaan ja prosessin toimintaperiaate pysyy samana kuin nykyisessä mallikaaviossa. Nuottiviivaston ja kaapeloinnin pois jättäminen kaaviosta minimoi CAD-työskentelyn määrää sekä nopeuttaa suunnitteluprosessin etenemistä. Virheiden syntymistä pyritään estämään attribuutillisten CAD blokkien lisäämisellä kaaviioon. Tämä perustuu siihen, ettei laitetietoja tarvitse kirjoittaa designeriin käsin, vaan ne ajetaan sinne kaaviosta suoraan.



Kuva 16. Lämmitysjärjestelmä uusi mallikaavio

Sähköistystä varten on tehty oma kaavio (kuva 17), joka on tehty uuden mallikaavion laitteilla. Sähköistyskaavion perusteella kytkennät tehdään jakokeskuksesta syötön saaville laitteille, esimerkiksi taajuusmuuttajille ja vakionopeuspumpuille. Muut laitteet ja anturit kytketään VAK:iin designerista tulostettavan piste- ja laiteluettelon perusteella. Kaavioon on jaoteltu jokaisen verkoston laitteet niiden osajärjestelmillä selkeyden vuoksi.



KUVA 17. Lämmitysverkoston sähköistyskaavio

Lämmitysjärjestelmän sähköistykseen osalta on kaapelointiohje esitetty piste- ja laiteluettelossa (kuva 18). Kaapeleita vastaavat merkinnät näkyvät sähköistyskaaviossa.

	RAU Piste- ja laiteluettelo		Lämmitysjärj. sähköistys kts. kaavio 6100-S IV-koneiden sähköistys kts. kaavio 630X-S TOIMILAITTEKAPELOINNIT NOMAK 2*2*0,5+0,5 ELLEI TOISIN MAINITA 1 = MCCMK xx 2 = JAMAK-C 2x(2+1)x0,5 3 = JAMAK-C 4x(2+1)x0,5
	Opinnäytetyö		
	Asiakirja n:o RAU TAU001 Projekti n:o R66666.P006 Viim. muutos Laadittu 16.5.2022	Laatiija/tark. Laatiija/tark. NSI	

KUVA 18. Kaapelointiohje piste- ja laiteluettelossa

Lämpölaitokset kuitenkin vaativat, että lämmitysjärjestelmäkaavioissa esitetään myös kaapelointi VAK-pisteineen, joten tässä vaiheessa on vielä syytä pitää ne CAD-ohjelmassa omassa tasossaan. Nuottiviivaston ja kaapelointi kokonaisuudessaan on laitettu omaan tasoon, joka voidaan tarpeen vaatiessa aktivoida päälle tai pois niin, että ne joko näkyvät kaaviossa tai eivät näy.

Suunnitteluprosessi lämmitysjärjestelmän CAD-työskentelyn osalta menisi jatkossa niin, että LVI-suunnittelija piirtää putkistot ja RAU-laitteet sekä anturit, kuten tähänkin asti, mutta laitteiden ja anturien osalta LVI-suunnittelija laittaa kaavioon aiemmin mainitut attribuutilliset blokit. Tälle perusteluna se, että LVI-suunnittelija joka tapauksessa piirtää prosessin osalta säätökaavion laitteineen ja putkistoineen, joten ajan säästämisen ja yksinkertaisuuden vuoksi olisi tämä vastuu LVI-suunnittelijalla. RAU-suunnittelija tarpeen vaatiessa positioidisi laitteita. Näin saataisiin yksi tuloste sekä LVI- että automaatiourakkaan, eikä erilaisuuksia kaavioiden välillä pääsisi muodostumaan.

RAU-suunnittelijan vastuulle jäisi sähköistyskaavion (kuva 17) tekeminen LVI-suunnittelijan tekemän lämmitysjärjestelmäkaavion perusteella, laitteiden synkronointi designeriin sekä piste- ja laiteluettelon tulostus.

5 ILMANVAIHTOKONE

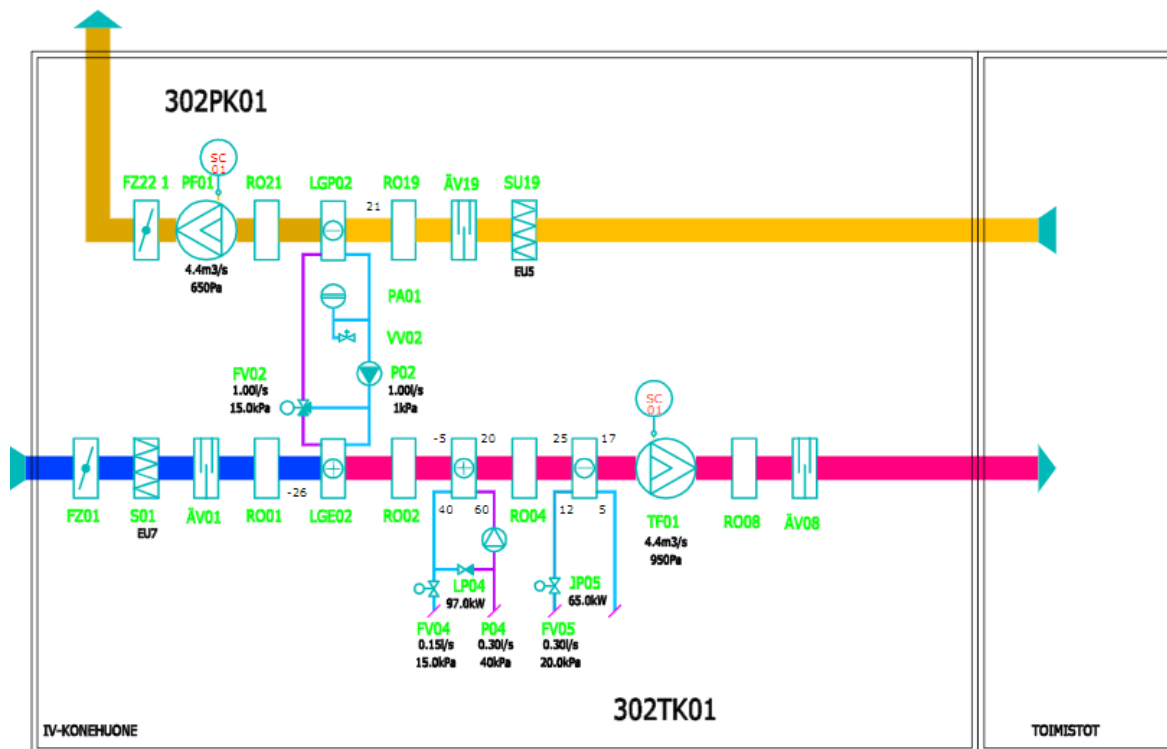
Kun rakennuksen sisätiloihin tuodaan puhdasta sisäilmaa poistaen sieltä samalla jäteilmaa, puhutaan ilmanvaihdosta. Ilmanvaihdon toiminta perustuu paine-eroihin. Paine-ero toteutetaan puhaltimilla ja tällöin puhutaan tulo- ja poistoilmanvaihdosta. Jos tuloilmaa kostutetaan tai jäähdytetään, puhutaan ilmastoinnista. Koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdon etuna on mahdollisuus tuloilman suodattamiseen ja lämmöntalteenottoon poistoilmasta. Ilmanvaihtoa tarvitaan varsinkin silloin, kun rakennuksen käyttäjät ovat paikalla. Muuten ilmanvaihdon käyttö on suunniteltava siten, että ilman laatu on hyvää tilan käyttäjien saapuessa. Esimerkiksi toimistorakennuksissa ja muissa, joissa rakennuksen käyttö ei ole jatkuvaa, ilmanvaihtoa voidaan käyttää jatkuvasti tai jaksottaisesti ottaen huomioon rakennuksen ja ilmanvaihtojärjestelmän ominaisuudet. Riittävä sisäilmantasot käyttäjien ollessa rakennuksessa on tärkeintä. (Sisäilmayhdistys ry. ei pvm)

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan, miten IV-koneen nykyisen säätökaavion saisi yksinkertaisempaan muotoon.

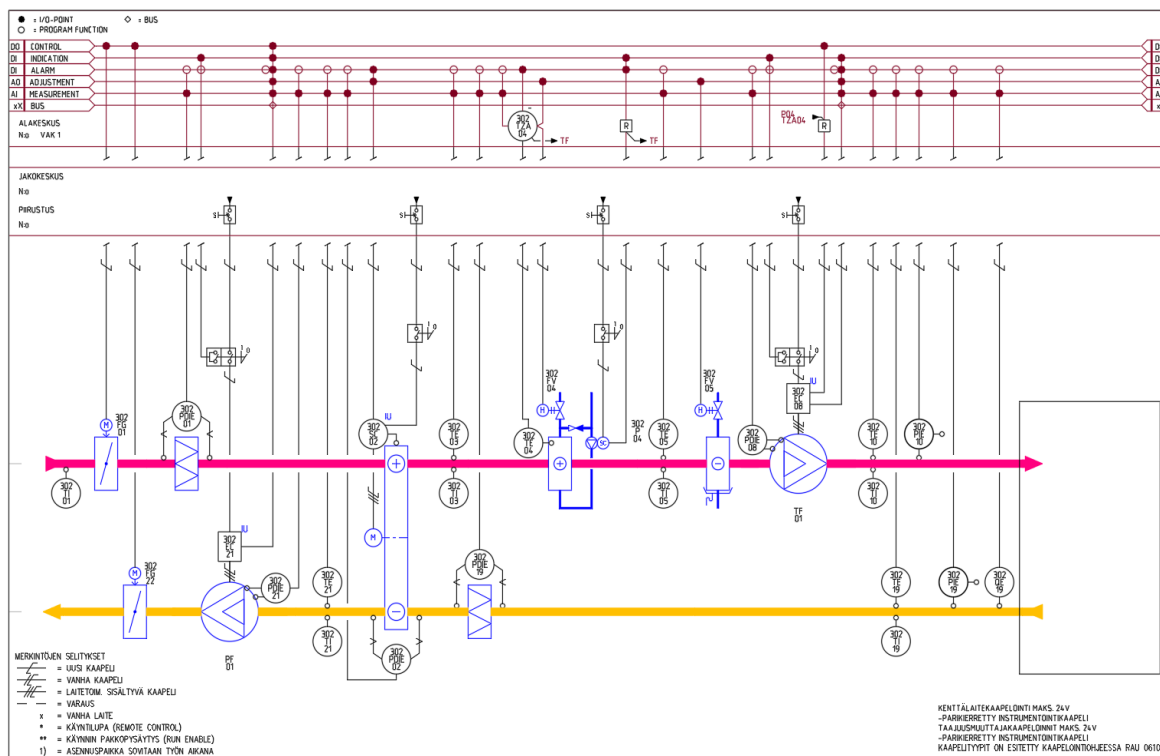
5.1 Lähtötilanne

Tässä osiossa käydään läpi kolme erilaista IV-koneen mallikaaviota, joiden perusteella on tehty opinnäytetyössä tutkittavat uudet säätökaaviomallit.

IV-koneen suunnittelu alkaa siitä, että LVI-suunnittelija tekee IV-koneesta kuvan 19 mukaisen periaatekaavion, jonka perusteella RAU-suunnittelija tekee lopullisen RAU-säätökaavion. Joissakin tapauksissa RAU-suunnittelija tekee säätökaavion myös laitevalmistajan oman laitekohtaisen säätökaavion perusteella.



KUVA 19. Periaatekaavio



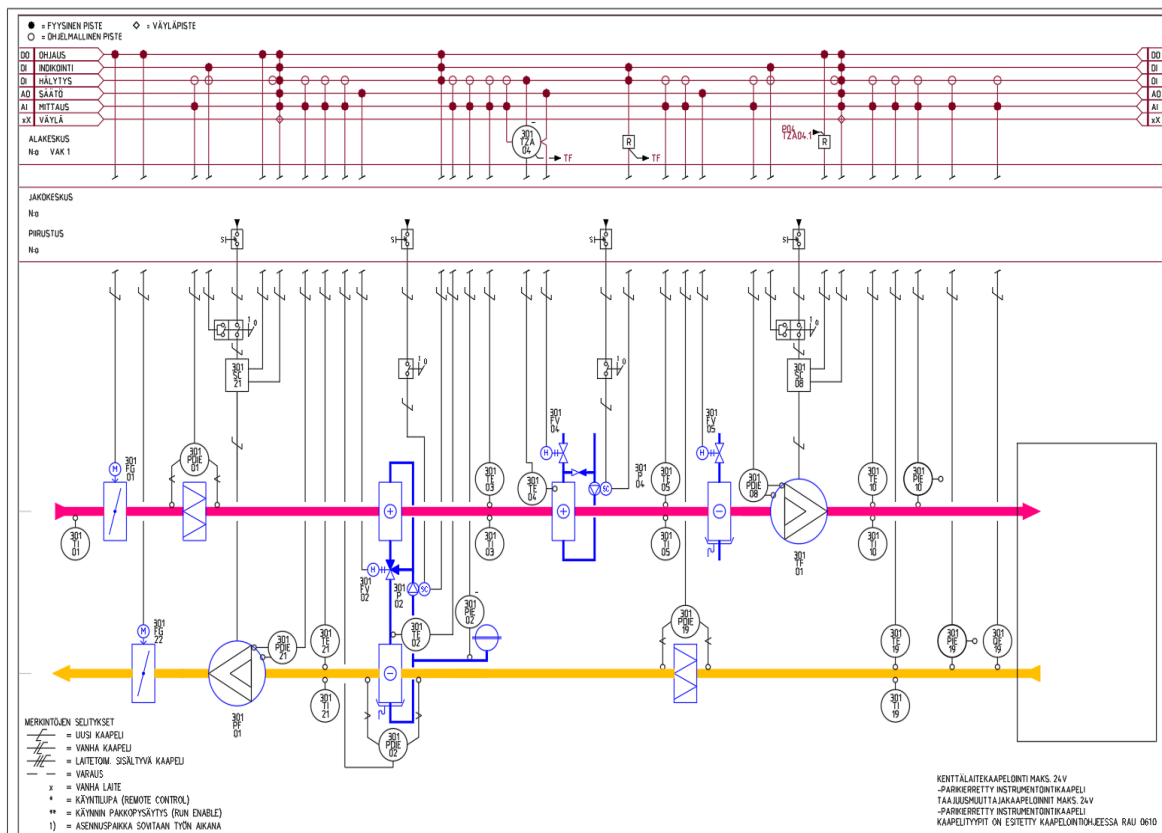
KUVA 20. IV-koneen mallikaavio pyörivä LTO

IV-koneen nykyinen säätökaavio näkyy kuvassa 20. Kyseessä on yhdistetty tulo- ja poistoilmakone laitteineen, jossa on pyörivä lämmöntalteenotto. Lämmöntalteenotto eli LTO, tarkoittaa poistoilmaan muodostuneen lämmön ohjaamista tuloilmaan. Pyörivässä lämmönsiirtimessä on pyörivä moottori, joka pyörimisliikkeen avulla ohjaa poistoilmasta saadun lämmön tuloilmaan. IV-koneessa on myös jäähdytyspatteri, jonka avulla tuloilmakoneen palvelualueen ilmaa pystyy jäähdyttämään. Tulo- ja poistoilmapuhaltimia ohjataan pyörimisnopeudensäätimillä. Säätökaavion yläosassa näkyy nuottiviivasto ja VAKin liityntäpisteet. Kuvassa 21 on tämän IV-koneen toimintaselostuksesta osa, joka kirjoitetaan säätökaavion perään. Tulosteesta näkyy IV-koneen prosessi sekä koneen toimintaselostus eri sivuilla.

<p>TOIMINTAKUVAUS</p> <p>Tuloilmakone tuottaa vaikutusalueensa lämmitetyn / jäähdytetyn tuloilman ylläpitäen tavoitteensa mukaista ilmanlaatua</p>	<p>KONEEN OLLESSA SEIS</p> <p>Ulkoilmapeltilä FG01 on kiinni, kun rakennusautomaatiojärjestelmässä ei ole puhaltimen TF01 kontaktorilta tai taajuusmuuttajalta SC08 käy-tieto.</p> <p>Jäteilmapeltilä FG22 on kiinni, kun rakennusautomaatiojärjestelmässä ei ole puhaltimen PF01 kontaktorilta tai taajuusmuuttajalta SC21 käy-tieto.</p> <p>Taajuusmuuttajan SC08 / SC21 käy-tiedon poisuttua järjestelmän säätöviesti ko. taajuusmuuttajalle on 0 %.</p> <p>Säätöohjelma TC04 pitää lämmityspatterin paluuveden asetusarvossaan (esim. +20 °C) ohjaamalla lämmitysventtiiliä FV04.</p> <p>LTO-kiekon moottori SC02 on seis.</p> <p>Jäähdytyspatterin venttiili FV05 on kiinni.</p>
<p>YLEISTÄ</p> <p>Kaikki toimintaselostuksessa mainitut asetettavat arvot ovat käyttäjän muutettavissa sekä valvomografialta että alakeskuspäätteeltä.</p>	<p>KONEEN KÄYDESSÄ</p> <p>Ulkoilmapeltilä FG01 on auki, kun rakennusautomaatiojärjestelmässä on puhaltimen TF01 kontaktorilta tai taajuusmuuttajalta SC08 käy-tieto.</p> <p>Jäteilmapeltilä FG22 on auki, kun rakennusautomaatiojärjestelmässä on puhaltimen PF01 kontaktorilta tai taajuusmuuttajalta SC21 käy-tieto.</p>
<p>OHJAUKSET</p> <p>Tulo- ja poistoilmapuhaltimien TF01 ja PF01 käyntiä ohjataan rakennusautomaatiojärjestelmän aika- ja tapahtumajärjestelmillä. Poistoilmapuhallin PF01 käy rinnan tuloilmapuhaltimen TF01 kanssa.</p> <p>Puhaltimia TF01, PF01 käynnistettäessä taajuusmuuttajat SC08, SC21 säätävät puhaltimien pyörimisnopeuden kiihdytysajan (vähintään 60 s) kuluttua säädön mukaiselle nopeudelle.</p> <p>Lämmityspatterin pumppu P04 käy jatkuvasti.</p>	<p>Lämpötilan säätö (poistoilmakompensointi)</p> <p>Säätöohjelma TC10 ohjaa sarjassa lämmityspatterin moottoriventtiiliä FV04, LTO-kiekon SC02 pyörimisnopeutta ja jäähdytyspatterin moottoriventtiiliä FV05 siten, että tuloilman asetusarvo saavutetaan anturin TE10 kohdalla (ks. kuva 1). Tuloilman lämpötilalle lasketaan peruskäyrästä omat lämmityksen ja jäähdytyksen asetusarvot. Ne muuttuvat poistoilman lämpötilamittausten TE19 mukaisesti. Em. asetusarvojen väliin jää ns. nolaaenergia-alue (ks. kuva 2).</p> <p>Jäähdytyspatterin venttiili FV05 voi avautua vain, jos ulkolämpötila on yli asetusarvon (esim. +15 °C).</p>
<p>LUKITUKSET</p> <p>Tuloilmapuhallin TF01 voi käydä, kun seuraavat ehdot toteutuvat:</p> <ul style="list-style-type: none"> - lämmityspatterin kiertopumppu P04 käy - jäätymissuojatemostaatti TZA04 ei hälytä - IV-pysäytys ei ole voimassa - turva-/huoltokytin on kiinni <p>Poistoilmapuhallin PF01 voi käydä, kun seuraavat ehdot toteutuvat:</p> <ul style="list-style-type: none"> - IV-pysäytys ei ole voimassa - turva-/huoltokytin on kiinni 	<p>Poisto- /huoneilman hiilidioksidin CO₂-säätö:</p> <p>Poistoilman hiilidioksidipitoisuuden QE19/QE16.x kasvaessa, lisätään tulo- ja</p>

KUVA 21. IV-koneen toimintaselostus

Toinen tarkasteltava mallikaavio näkyy kuvassa 22. Muuten prosessi on samanlainen, mutta tässä puhaltimia ohjataan taajuusmuuttajilla ja LTO on toteutettu nestekiertoisesti, eli lämpö siirtyy nesteen avulla poistoilmasta tuloilmaan. IV-koneen toimintaselostus on esitetty kuvassa 23.

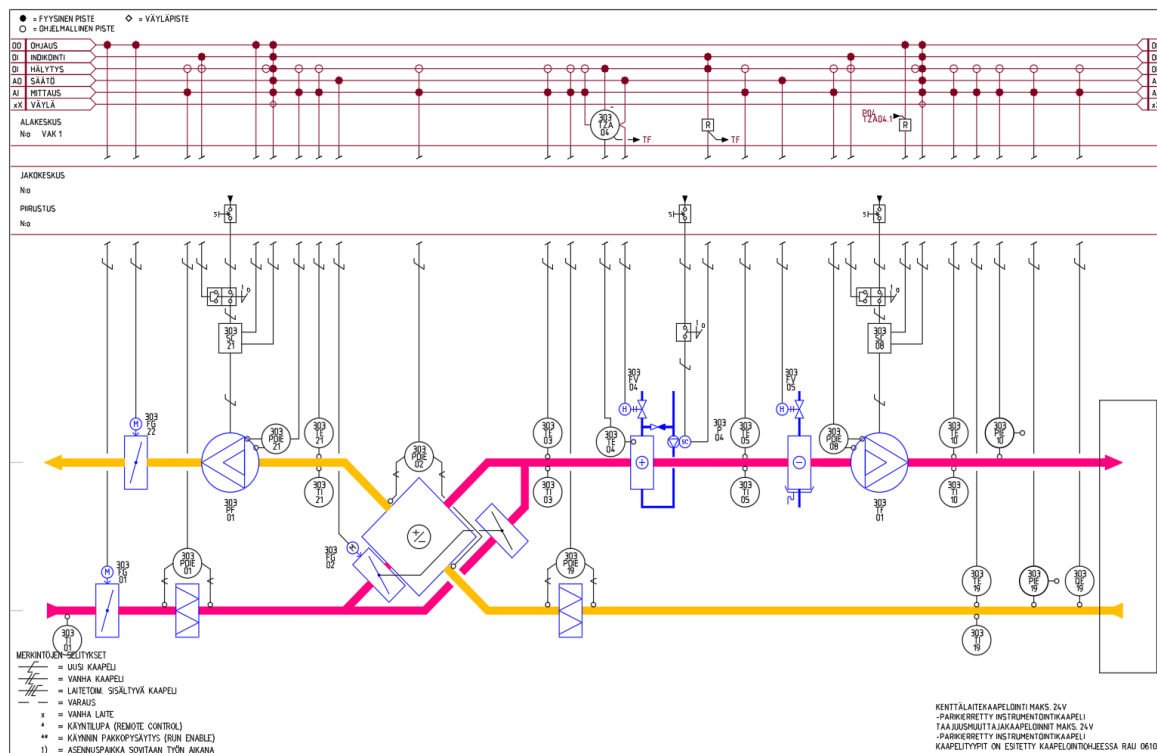


KUVA 22. IV-koneen mallikaavio nestekiertoinen LTO

<p>TOIMINTAKUVAUS</p> <p>Tuloilmakone tuottaa vaikutusalueensa lämmitetyn / jäähdytetyn tuloilman ylläpitäen tavoitteensa mukaista ilmanlaatua.</p>	<p>KONEEN OLLESSA SEIS</p> <p>Ulkoilmapelti FG01 on kiinni, kun rakennusautomaatiojärjestelmässä ei ole puhaltimen TF01 kontaktorilta tai taajuusmuuttajalta SC08 käy-tietoa.</p> <p>Jäteilmapelti FG22 on kiinni, kun rakennusautomaatiojärjestelmässä ei ole puhaltimen PF01 kontaktorilta tai taajuusmuuttajalta SC21 käy-tietoa.</p> <p>Taajuusmuuttajien SC08 / SC21 käy-tiedon poistuttua järjestelmän säätöviesti ko. taajuusmuuttajalle on 0 %.</p> <p>Säätöohjelma TC04 pitää lämmityspatterin paluuveden asetusarvossaan (esim. +20 °C) ohjaamalla lämmitysventtiiliä FV04.</p> <p>LTO-venttiiliin FV02 säätöviesti on 100 % ja LTO-pumppu P02 on seis.</p> <p>Jäähdytyspatterin venttiili FV05 on kiinni.</p>
<p>YLEISTÄ</p> <p>Kaikki toimintaselostuksessa mainitut aseteltavat arvot ovat käyttäjän muutettavissa sekä valvomografiikalta että alakeskuspäätteeltä.</p>	<p>KONEEN KÄYDESSÄ</p> <p>Ulkoilmapelti FG01 on auki, kun rakennusautomaatiojärjestelmässä on puhaltimen TF01 kontaktorilta tai taajuusmuuttajalta SC08 käy-tietoa.</p> <p>Jäteilmapelti FG22 on auki, kun rakennusautomaatiojärjestelmässä on puhaltimen PF01 kontaktorilta tai taajuusmuuttajalta SC21 käy-tieto.</p>
<p>OHJAUKSET</p> <p>Tulo- ja poistoilmapuhaltimien TF01 ja PF01 käyntiä ohjataan rakennusautomaatiojärjestelmän aika- ja tapahtumaohjelmilla. Poistoilmapuhallin PF01 käy rinnan tuloilmapuhaltimen TF01 kanssa.</p> <p>Puhaltimia TF01, PF01 käynnistettäessä taajuusmuuttajat SC08, SC21 säätävät puhaltimien pyörimisnopeuden kiihdytysajan (vähintään 60 s) kuluttua säädön mukaisesti nopeudelle.</p> <p>Lämmityspatterin pumppu P04 käy jatkuvasti.</p>	<p>Lämpötilan säätö (poistoilmakompensointi)</p> <p>Säätöohjelma TC10 ohjaa sarjassa lämmityspatterin moottoriventtiiliä FV04, LTO-patterin moottoriventtiiliä FV02 ja jäähdytyspatterin moottoriventtiiliä FV05 siten, että tuloilman asetusarvo saavutetaan anturin TE10 kohdalla (ks. kuva 1). Tuloilman lämpötilalle lasketaan peruskäyrästä omat lämmityksen ja jäähdytyksen asetusarvot. Ne muuttuvat poistoilman lämpötilamittauksen TE19 mukaisesti. Em. asetusarvojen välin jää ns. nollaanergia-alue (ks. kuva 2).</p> <p>LTO-pumppu P02 käy, jos säätöohjelma TC10 on ohjannut LTO-venttiiliä FV02 yli 5 % auki. LTO-pumppu P02 pysähtyy asetellun ajan kuluttua (esim. 5 min) siitä, kun säätöohjelma on ohjannut LTO-venttiiliin alle 1 % auki.</p> <p>Jäähdytyspatterin venttiili FV05 voi avautua vain, jos ulkolämpötila on yli asetusarvon (esim. +15 °C).</p>
<p>LUKITUKSET</p> <p>Tuloilmapuhallin TF01 voi käydä, kun seuraavat ehdot toteutuvat:</p> <ul style="list-style-type: none"> - lämmityspatterin kiertopumppu P04 käy - jäätymissuojatermostaatti TZA04 ei hälytä - IV-pysäytys ei ole voimassa - turva-/huoltokytkin on kiinni <p>Poistoilmapuhallin PF01 voi käydä, kun seuraavat ehdot toteutuvat:</p> <ul style="list-style-type: none"> - IV-pysäytys ei ole voimassa - turva-/huoltokytkin on kiinni 	

KUVA 23. Toimintaselostus

Kolmannessa mallikaaviossa on levylämmöntalteenotto. Lämpimän poistoilman lämpö lämmittää levylämmönsiirtimen levyjä lämmittäen siten kylmän tuloilman. Levylämmönsiirtimen vierellä on ohitusmahdollisuus. Tässäkin prosessi on muuten samanlainen kuin edellisissä kaavioissa ja puhaltimia ohjataan taajuusmuuttajilla.



KUVA 24. IV-koneen mallikaavio levy LTO

Kuvassa 24 on esitetty levylämmöntalteenoton mallisäätökaavio ja kuvassa 25 sen toimintaselostuksesta osa.

<p>TOIMINTAKUVAUS</p> <p>Tuloilmakone tuottaa vaikutusalueensa lämmitetyn / jäähdytetyn tuloilman ylläpitäen tavoitteensa mukaista ilmanlaatua.</p> <p>YLEISTÄ</p> <p>Kaikki toimintaselostuksessa mainitut asetellavat arvot ovat käyttäjän muutettavissa sekä valvomografialta että alakeskuspääteeltä.</p> <p>OHJAUKSET</p> <p>Tulo- ja poistoilmapuhaltimien TF01 ja PF01 käyntiä ohjataan rakennusautomaatiojärjestelmän aika- ja tapahtumaohjelmilla. Poistoilmapuhallin PF01 käy rinnan tuloilmapuhaltimen TF01 kanssa.</p> <p>Puhaltimia TF01, PF01 käynnistettäessä taajuusmuuttajat SC08, SC21 säättävät puhaltimien pyörimisnopeuden kiihdytysajan (vähintään 60 s) kuluttua säädön mukaiselle nopeudelle.</p> <p>Lämmityspatterin pumppu P04 käy jatkuvasti.</p> <p>LUKITUKSET</p> <p>Tuloilmapuhallin TF01 voi käydä, kun seuraavat ehdot toteutuvat:</p> <ul style="list-style-type: none"> - lämmityspatterin kiertopumppu P04 käy - jäätymissuojatermostaatti TZA04 ei hälytä - IV-pysäytys ei ole voimassa - turva-/huoltokytin on kiinni <p>Poistoilmapuhallin PF01 voi käydä, kun seuraavat ehdot toteutuvat:</p> <ul style="list-style-type: none"> - IV-pysäytys ei ole voimassa - turva-/huoltokytin on kiinni 	<p>KONEEN OLLESSA SEIS</p> <p>Ulkoilmapelti FG01 on kiinni, kun rakennusautomaatiojärjestelmässä ei ole puhaltimen TF01 kontaktorilta tai taajuusmuuttajalta SC08 käy-tietoa.</p> <p>Jäteilmapelti FG22 on kiinni, kun rakennusautomaatiojärjestelmässä ei ole puhaltimen PF01 kontaktorilta tai taajuusmuuttajalta SC21 käy-tietoa.</p> <p>Taajuusmuuttajan SC08 / SC21 käy-tiedon poistuttua järjestelmän säätöviesti ko. taajuusmuuttajalle on 0 %.</p> <p>Säätöohjelma TC04 pitää lämmityspatterin paluuveden asetusarvossaan (esim. +20 °C) ohjaamalla lämmitysventtiiliä FV04..</p> <p>Jäähdytyspatterin venttiili FV05 on kiinni.</p> <p>KONEEN KÄYDESSÄ</p> <p>Ulkoilmapelti FG01 on auki, kun rakennusautomaatiojärjestelmässä on puhaltimen TF01 kontaktorilta tai taajuusmuuttajalta SC08 käy-tieto.</p> <p>Jäteilmapelti FG22 on auki, kun rakennusautomaatiojärjestelmässä on puhaltimen PF01 kontaktorilta tai taajuusmuuttajalta SC21 käy-tieto.</p> <p>Lämpötilan säätö (poistoilmakompensointi)</p> <p>Säätöohjelma TC10 ohjaa sarjassa lämmityspatterin moottoriventtiiliä FV04, LTO-peltejä FG02 ta ja jäähdytyspatterin moottoriventtiiliä FV05 siten, että tuloilman asetusarvo saavutetaan anturin TE10 kohdalla (ks. kuva 1). Tuloilman lämpötilalle lasketaan peruskäyrästä omat lämmityksen ja jäähdytyksen asetusarvot. Ne muuttuvat poistoilman lämpötilamittauksen TE19 mukaisesti. Em. asetusarvojen väliin jää ns. nollaanergia-alue (ks. kuva 2).</p> <p>Jäähdytyspatterin venttiili FV05 voi avautua vain, jos ulkolämpötila on yli asetusarvon (esim. +15 °C).</p> <p>Poisto- /huoneilman hiilidioksidin CO₂-säätö:</p> <p>Poistoilman hiilidioksidipitoisuuden QE19/QE16.x kasvaessa, lisätään tulo- ja poistoilmamäärää nostamalla asetusarvoja (PDC08, PDC21) (kts. kuva 3).</p>
--	--

KUVA 25. Toimintaselostus

5.2 Toteutus

Opinnäytetyössä tuloksena pitäisi saada yksinkertaisempi, vähemmän CAD piirrostyötä vaativa säätökaavio. Suunnitteluprosessin miettiminen on myös osa tämän opinnäytetyön kokonaisuutta.

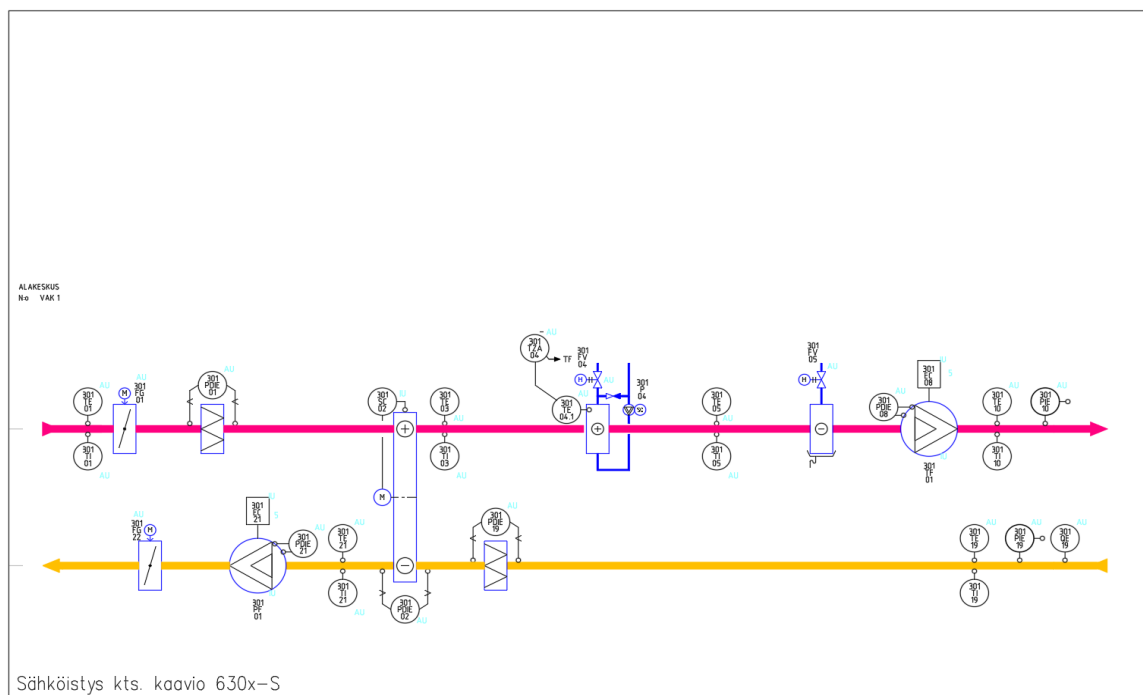
Tarkoitus olisi poistaa säätökaaviosta nuottiviivasto ja kaapelointi kokonaan, niin että kaavioon jäisi vain tulo- ja poistokanavat sekä laitteet. Näin ollen kaavion teko olisi AutoCAD:in puolella joutuisampaa. Kaapeloinnin ja sähkönsyöttöjen osalta on vielä tässä vaiheessa syytä tehdä erillinen sähköistyskaavio, josta nähdään syötöt jakokeskuksesta esimerkiksi taajuusmuuttajille tai pyörimisnopeusäätimille. VAK-pisteet on nähtävissä piste- ja laiteluettelossa

Uuden mallikaavion teko lähtee liikkeelle siitä, että poistetaan alkuperäisestä mallikaaviosta kaapelointi, nuottiviivasto pisteineen, sekä jakokeskuksesta tulevat syötöt niin, että toimintaperiaate pysyy samana. Kaavioon jää ainoastaan IV-kanavat sekä RAU-toimilaitteet ja anturit osajärjestelmineen ja positiointineen. CAD-työskentelyn vähentämiseksi IV-konekohtaiset toimintaselostukset tehdään Wordiin, niin ettei se näy enää kaavio tulosteessa. Kun kaavio saadaan lopulliseen muotoon CAD:in osalta, tehdään designeriin projektille IV-koneen osajärjestelmä, jonka alle laitteet vietään. Tämän jälkeen CAD:in puolelta liitetään kaavio designerin osajärjestelmään ja synkronoidaan laitteet designeriin.

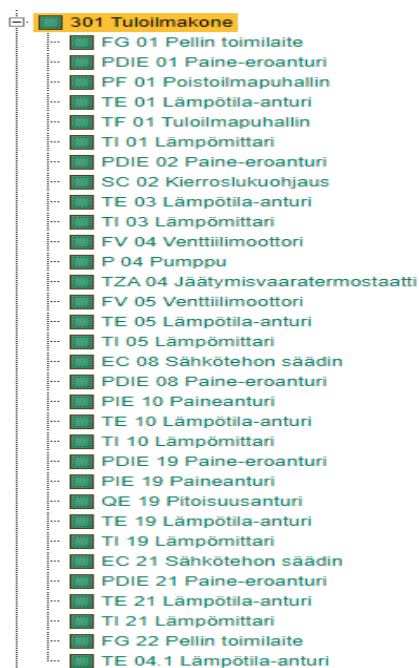
5.3 Tulokset

Kuvassa 26 nähdään uusi mallikaavio 301 tuloilmakoneesta, jolla on sama toimintaprosessi kuin kuvan 20 mallikaaviossa. Uudesta kaaviosta voidaan todeta, että se on paljon yksinkertaisemmän näköinen ilman kaapelointia ja nuottiviivastoa. Kaikki laitteet ovat samoilla paikoilla kuin aiemminkin, paitsi jäätymisvaaratermostaatti on siirretty lämmityspatterin lämpötilaa mittaavan anturin viereen.

Kun IV-koneen osajärjestelmä on luotu designeriin, synkronoidaan sinne laitteet uudesta mallikaaviosta (kuva 27).

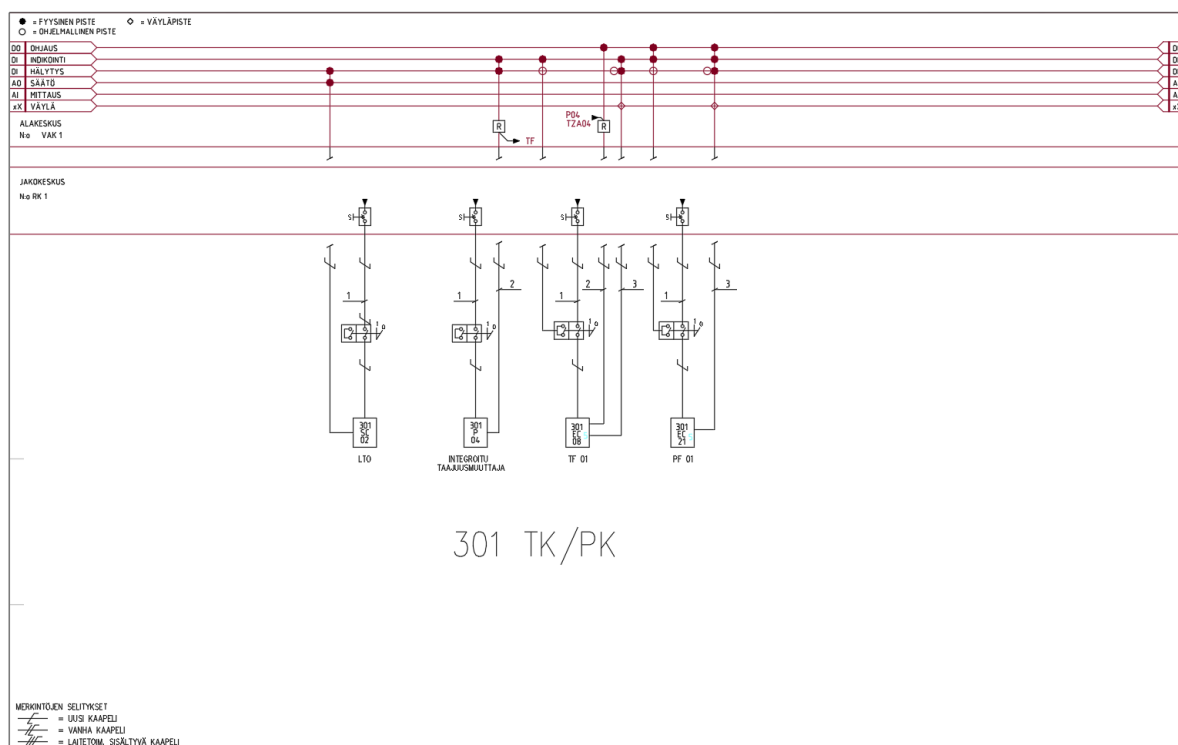


KUVA 26. Uusi mallikaavio 301 TK

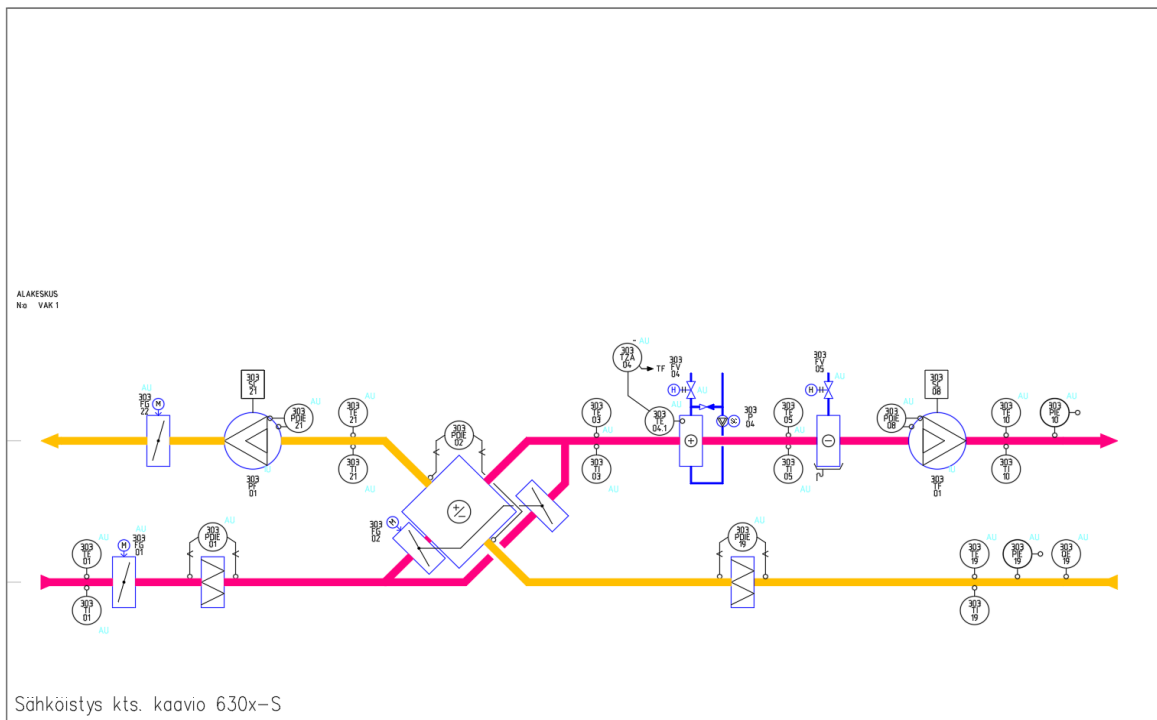


KUVA 27. IV-koneen laitteet designerissa

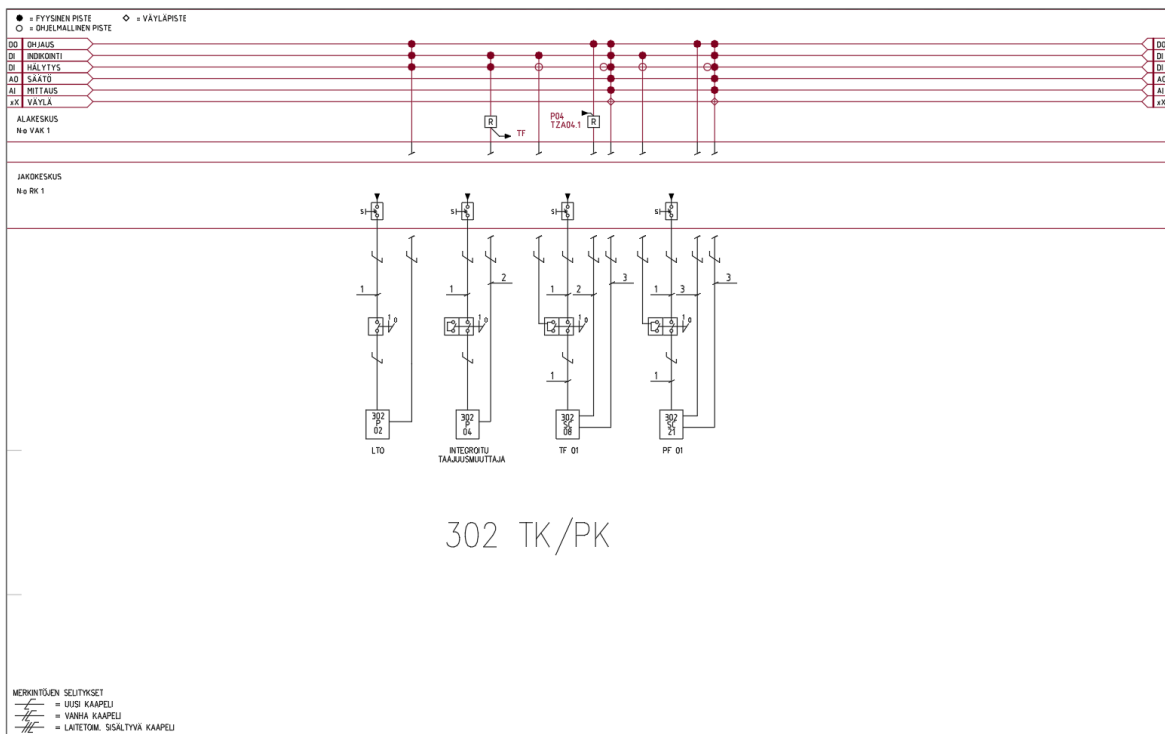
Sähkönsyöttöjen ja kaapeloinnin periaatteet esitetään erillisessä asiakirjassa. Uuden mallikaavion vasemmassa alareunassa on kerrottu, mistä asiakirjasta kaapelointiin ja sähköistykseen liittyvät kytkennät voi tarkastaa. Asiakirja 630x-S on malliesimerkki sähköistyksestä tässä opinnäytetyössä tutkittavien IV-koneiden osalta. Kaikkien kolmen IV-koneen kaapelointi on esitetty yhdessä asiakirjassa omilla sivuillaan. Jokaiselle IV-koneelle voisi tehdä oman sähköistysasiakirjan, mutta tällöin asiakirjoja olisi paljon enemmän, mikä ei vastaa haluttua opinnäytetyön lopputulosta. Tarkoituksena on kuitenkin minimoida turhaa työskentelyä ja pitää suunnittelutyö yksinkertaisena.



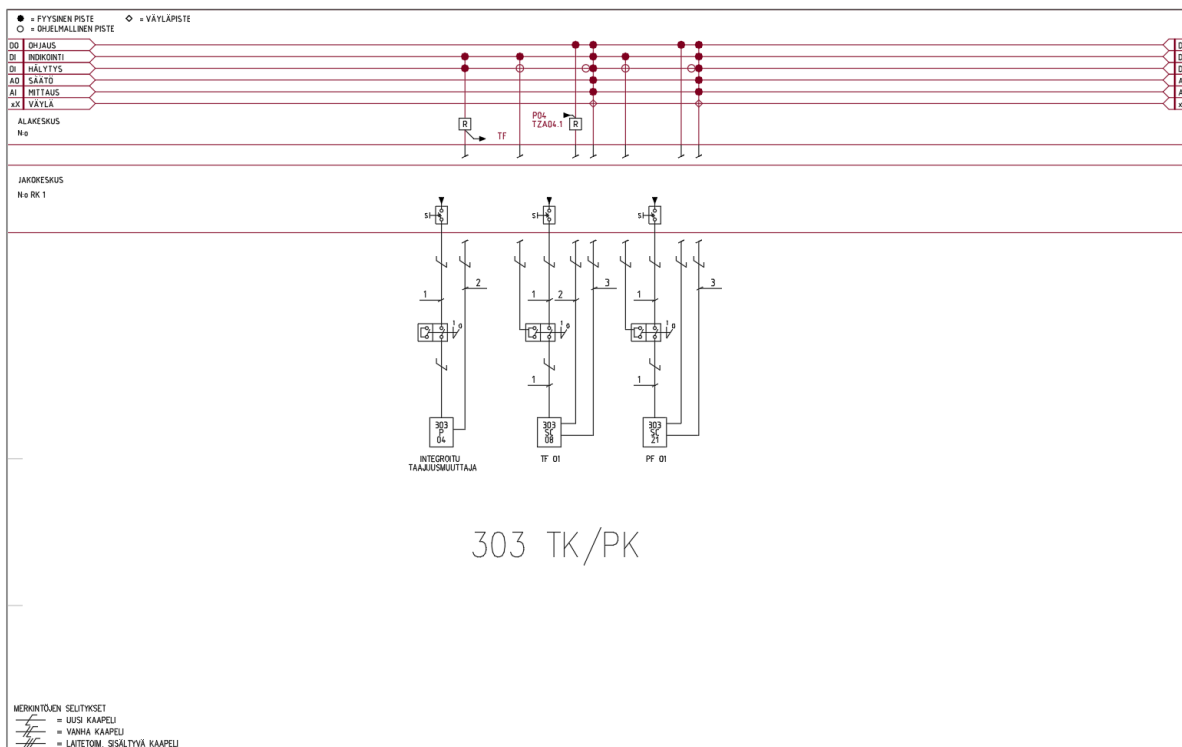
KUVA 28. 301 TK sähköistys



KUVA 31. Uusi mallikaavio 303 TK



KUVA 32. 302 TK sähköistys



KUVA 33. 303 TK sähköistys

IV-koneen suunnitteluprosessi etenee nykyään kohdassa 5.1 kerrotulla tavalla. LVI-suunnittelijalla on pienempi osuus IV-koneiden suunnittelussa CAD-työskentelyn osalta kuin RAU-suunnittelijalla. IV-koneiden säätökaavioiden suunnitteluprosessi menee jatkossakin niin, että CAD-työskentely jää RAU-suunnittelijan vastuulle niin säätökaavion kuin sähköistyskaavionkin osalta. Perusteluna tälle se, että joissain urakoissa kohteen LVI-suunnittelua ei toteuta Granlund, vaan jokin toinen yritys.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyötä lähdettiin tekemään Granlundilla toukokuussa 2021 pidetyn aloituspalaverin mukaisesti. Pää tavoite oli yhdistää LVI:n ja RAU:n lämmitysjärjestelmäkaaviot yhtenäiseksi LVIA-kaavioksi, sekä saada IV-koneen säätökaaviosta yksinkertaisempi. Molempien opinnäytetyössä tutkittavien kaavioiden osalta oli tarkoitus tulevaisuutta ajatellen vähentää CAD-työskentelyn määrää, pitäen samalla asiakirjojen määrä vähäisenä. Kaavioiden alakohtaisen suunnitteluprosessin miettiminen kuului myös opinnäytetyöhön.

Granlund Oy:lle tehdyssä opinnäytetyössä kehitettiin uudet säätökaaviot lämmitysjärjestelmän sekä ilmanvaihtokoneen osalta. Työtä toteutettaessa oli tarkoitus tutkittavia asioita tarkastella niin sanotusti laatikon ulkopuolelta, eikä niinkään pitää mielessä sitä, miten asiat on ennen tehty. Lämmitysjärjestelmän osalta saatiin selkeämpi kokonaisuus aikaiseksi varsinkin suunnitteluprosessin puolesta. Kaavion suunnittelussa vastuu olisi kokonaan LVI-suunnittelijalla. RAU-suunnittelija auditoi ja positiivisesti tarpeen vaatiessa. Uusi kaavio on nopeampi toteuttaa ja se palvelee sekä LVI- että RAU-urakoissa. Työssä suunniteltiin lämmitysjärjestelmälle RAU-suunnittelijan vastuulla oleva sähköistysmallikaavio. Haasteena kehityksen etenemiselle tuottaa lämpölaitosten vaatimukset kaavioissa esitettyjen tietojen osalta. Kaavioon jouduttiin jättämään nuottiviivasto ja kaapelointi CADiin omalle tasolle, josta sen saa tarpeen mukaan pois tai näkyviin.

IV-koneen säätökaaviosta saatiin vähemmän CAD-työtä vaativa, yksinkertaisempi malli. Myös IV-koneen säätökaavion kaapelointia varten tehtiin sähköistysmallikaavio, jossa näkyy nuottiviivasto sekä jakokeskukselta syötön saavat laitteet kaapeleineen. Laitteiden VAK:iin liittyvät pisteet nähdään piste- ja laiteluettelosta, josta kaapelointiohjekin löytyy. Jokaisen IV-koneen toimintaselostukset on esitetty omissa Word-dokumenteissaan.

Tulevaisuuden kannalta kehityksen tarpeessa olisi lämmitysjärjestelmäkaavion osalta hyvä saada CADissä laitteiden attribuuttiblokit kaapelittomiksi ja valmiiksi skaalattuina kaavioon, ettei niitä tarvitsi itse muokata oikean kokoisiksi. Samoin IV-koneiden osalta olisi syytä muokata CAD-blokkeja RAU-laitteiden osalta, ettei niitä valittaessa tulisi kaapelointia mukaan. Tulevaisuudessa myös designerista tulostettavaa piste- ja laiteluetteloa voisi muokata uusien mallien mukaisesti ja selkeämmäksi. Tämän työn pohjalta olisi tarpeen myös lähteä kysymään urakoitsijoiden mielipidettä uusiin kaavioihin liittyen, jotta kehitystä saataisiin eteenpäin.

LÄHTEET

Granlund. (2022) *Meistä*. Viitattu 24.3.2022 osoitteesta: <https://www.granlund.fi/meista/>

DDC-Tekniikka. (ei pvm). *Rakennusautomaatio*. Viitattu 5.4.2022 osoitteesta: <https://ddc-tekniikka.fi/rakennusautomaatio/>

ST 17. (2018) *Rakennusautomaatiojärjestelmät*. Sähkötieto Ry, Espoo. Viitattu 5.4.2022

Granlund. (ei pvm). *Laitetiedon hallinta*. Viitattu 3.5.2022 osoitteesta: <https://www.granlund.fi/palvelut/laitetiedon-hallinta/>

Motiva. (28.2.2019) *Lämmitysjärjestelmän valinta*. Viitattu 4.5.2022 osoitteesta: https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta

Sisäilmayhdistys. (ei pvm). *Ilmanvaihdon perusteet*. Viitattu 12.5.2022 osoitteesta: <https://www.sisailmayhdistys.fi/Perustietoa-sisailmasta/Ilmanvaihdon-perusteet>