



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Niko Ainetdin

LVI-suunnittelun ohjauksen ohjeet

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

20.3.2019

Tekijä Otsikko	Niko Ainetdin LVI-suunnittelun ohjauksen ohjeet
Sivumäärä Aika	33 sivua 20.3.2019
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-tekniikka
Ohjaajat	lehtori Hanna Sulamäki talotekniikkajohtaja Timo Kekkonen
<p>Tämän insinööriyön aiheena on selvittää LVI-suunnittelun ohjauksen prosessi rakennuttajan näkökannalta sekä luoda tarkastuslista työkaluksi suunnittelun ohjausta tukemaan. Tarkastuslista auttaa mallikerrosten sekä urakkalaskentakuvien tarkastamisprosessissa.</p> <p>Urakkalaskentakuvien tarkastaminen vie kohteesta riippuen 2–4 työpäivää. Tarkastuslista helpottaa tarkastusprosessia, koska suurin osa tarkastuskohteista on valmiiksi avattu, ja näin saadaan säästettyä aikaa sekä virheiden määrä vähenee. Suunnittelun ohjauksessa toimiva henkilö toimii myös eri kohteiden valvojana, jolloin tarkastukseen käytetty työaika on pois valvontakohteista.</p> <p>Tarkastuslistaa tehdessäni olen pyrkinyt käyttämään mahdollisimman paljon omaa suunnittelukokemustani sekä valvontatehtävistä saamiani oppeja. Kummastakin osaamisesta on hyötyä suunnittelun ohjauksessa, sillä näin ymmärtää niin suunnittelijan, urakoitsijan kuin työmaankin näkökantoja.</p> <p>Vaikka jokainen projekti on erilainen, esiintyy niissä samoja piirteitä. Tarkastuslistaa voidaan hyödyntää kaikissa asuntokohteissa. Sijoittajalle tehtävissä kohteissa tulee huomioida myös sen omat järjestelmä kuvauksensa ja viedä sen vaatimat asiat suunnitelmiin. Tämän insinööriyön sekä tarkastuslistan avulla uskon tämän onnistuvan, ja virheiden määrä suunnitelmissa pienenee.</p>	
Avainsanat	tarkastuslista, LVI, suunnitteluprosessi, suunnittelun ohjaus

Author Title	Niko Ainetdin Design management in HVAC
Number of Pages Date	33 pages 20 March 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	HVAC engineering
Instructors	Hanna Sulamäki, Senior Lecturer Timo Kekkonen, HVAC Director
<p>The aim of this Bachelor's thesis was describe a design management project in HVAC step-by-step. In addition, an aim was to create a checklist that could be used at the various phases of a project to help and to speed out the process. The checklist was based on experience of HVAC design collected from people working in the field.</p> <p>Since it takes up to four working days to check the plans for a contract negotiation, and up to three weeks, depending on the size of the project, to implement all comments, the final year project assumed a checklist would be a good tool to speed the process, minimize mistakes and save time.</p> <p>Although each project is different, they still include the same phases and same formulas. Therefore, the checklist can be used in every project. The checklist can also be implemented in projects done for investors who have their own system description.</p>	
Keywords	HVAC, checklist, design management

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Suunnittelunohjaus	2
2.1	Suunnittelunohjaus asuntopuolella	2
2.2	Suunnittelukokoukset	4
3	Energiaselvitys	5
3.1	Energiaselvitys	5
3.2	Energiatodistus	5
3.3	Energiatodistukseen tarvittavat dokumentit	6
3.4	Astetuntiraportti	8
3.4.1	Kesäajan huonelämpötilan hallinta	8
3.4.2	Astetuntiraportti SRV Rakennus Oy:n kohteissa	9
4	TATE-järjestelmäkuvaus ja tasoluokitus	11
4.1	TATE-järjestelmäkuvaus	11
4.2	Tasoluokitus	12
5	Kattokonehuone-prosessi	13
5.1	Yleistä	13
5.2	Prosessin aloitus	13
5.3	Prosessin lopetus	14
6	Mallikerros ja urakkalaskentasarjat	16
6.1	Mallikerros	16
6.2	Urakkalaskentasarjat	17
6.2.1	Lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät	18
6.2.2	Vesi- ja viemärijärjestelmät	20
6.2.3	Ilmanvaihtojärjestelmät	21
6.2.4	Rakennusautomaatio	23

6.2.5	LVI-työselostus	26
6.2.6	LVIAS-suunnitelmien ristiintarkastuspalaveri	27
7	TATE-hankintarajaus	28
8	Urakan hinnoittelu	28
9	Urakkaneuvottelut	29
9.1	Valmistautuminen urakkaneuvotteluihin	29
9.2	Urakkaneuvottelu	30
9.3	Maksuerätaulukko	31
10	Yhteenveto	33
	Lähteet	34

Lyhenteet

astetunti	Kesäajan huonelämpötila ei saa ylittää 150 astetuntia jäähdytyskaudella. Jäähdytyskausi 1.6. –31.8.
E-luku	rakennusten energialuokitus, joka pohjautuu laskettuun energiatehokkuuden vertailulukuun
g-arvo	aurinkosäteilyn kokonaisläpäisykerroin
gryndi	perustajaurakoitsija, kovan rahan hanke
LVIS	lämpö, vesi, ilma, sähkö
RAU	rakennusautomaatio
SFP-luku	ominaissähköteho, ilmoitetaan muodossa kW/m ³ /s
TATE	talotekniikka

1 Johdanto

Tämän insinööriyön on tilannut SRV Rakennus Oy:n pääkaupunkiseudun asuntotuotannon talotekniikkaosasto, ja sen tavoitteena on luoda ohjeet LVI-suunnittelun ohjaukseen asuntotuotantoon. Tarkoituksena on avata koko suunnittelun ohjauksen prosessi vaihe vaiheelta. Tämä työ tukee etenkin uusia työntekijöitä, jotka alkavat tehdä suunnittelun ohjausta asuntopuolella.

SRV Rakennus Oy on vuonna 1987 perustettu pörssiyhtiö, jolla on toimintaa Suomessa, Venäjällä sekä Virossa. SRV:n liikevaihto vuonna 2018 oli yli 1,1 miljardia euroa ja, se työllistää noin 1 000 henkilöä. SRV:n talotekniikka-osastolla työntekijöiden määrä on noin 90. SRV on Suomen johtava projektinjohtourakoitsija, joka kehittää ja rakentaa logistiikka- ja infrarakentamista, asuntoja sekä toimi- ja liiketiloja. (4)

Osana opinnäytetyössä luotuja ohjeita on excel-pohjainen työkalu SRV Rakennus Oy:n sekä eri suunnittelutoimistojen käyttöön. Työkalun avulla pyritään minimoimaan ristiriidat ja saamaan itse suunnittelu sekä suunnittelun ohjaus projektin alusta alkaen samalle viivalle eri tahojen kanssa. Tarkastuslista auttaa suunnittelun ohjausta tekevää henkilöä tarkastamaan suunnitelmat järjestelmällisesti ja huolellisesti. Nykypäivän työtahti on kiireinen, minkä vuoksi asioita voi jäädä vahingossa huomioimatta niin suunnittelijalta kuin suunnittelun ohjausta tekevältä henkilöltä. Kun lähtötiedot ovat alusta alkaen tiedossa, säästyvät suunnittelijoiden sekä suunnittelun ohjausta tekevän henkilön työaika turhalta selvittämiseltä.

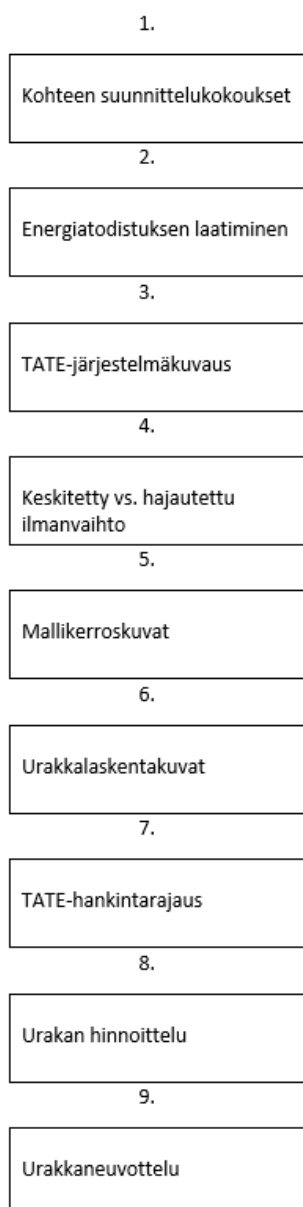
Aihe sopii hyvin tämän hetkiseen tilanteeseen SRV:llä, sillä uusia työntekijöitä aloittaa suunnitteluohjauksen parissa paljon. SRV:n tavoitteena asuntopuolella on, että suunnittelun ohjausta tekevä henkilö toimisi myös työmaa-aikaisena valvojana samassa kohteessa. Näin valvojan työ helpottuisi, sillä kohde olisi entuudestaan tuttu.

2 Suunnittelunohjaus

2.1 Suunnittelunohjaus asuntopuolella

Suunnittelun ohjauksen tehtäviä LVI-puolella on osallistuminen suunnittelukokouksiin, mallikerrosten kommentoiminen, urakkalaskentasarjojen kommentoiminen sekä muita tehtäviä, joita on lueteltu insinööriyössäni sekä kuvassa 1.

Suunnittelunohjauksen prosessi



Kuva 1. Suunnittelunohjauksen prosessin kuvaus.

Suunnittelunohjauksessa on tarkoitus löytää toimivat ja kustannustehokkaat ratkaisut jokaiseen kohteeseen. Suunnitelmia käytetään päätöksenteon tukena, urakkakyselyissä sekä rakentamisen aikana.

2.2 Suunnittelukokoukset

Suunnittelukokous on palaveri, jossa käydään läpi suunnittelun edistymistä. Tarkoituksena ei ole ratkaista asioita suunnittelukokouksissa, vaan näissä voidaan nostaa esille isoimmat ongelmakohdat, joilla voi olla vaikutusta muiden suunnittelijoiden piirustuksiin. Kokouksien välillä on tarkoitus ratkaista ongelmakohtia ja saada suunnitelmia vietyä eteenpäin.

Suunnittelukokouksia pidetään 3–4 viikon välein ja kokouksista toimitetaan pöytäkirja. Pöytäkirjan tekee joko projektin rakennuttajapäällikkö tai erikseen nimetty sihteeri. Tavallinen kokoonpano SRV:n gryndikohteiden kokouksissa on seuraavanlainen:

- rakennuttajapäällikkö
- työpäällikkö
- vastaava mestari
- arkkitehti
- rakennesuunnittelija
- LVI-suunnittelija
- sähkösuunnittelija
- geo-suunnittelija
- piha-suunnittelija
- palosuunnittelija/palokonsultti
- SRV:n suunnittelun ohjauksen henkilöt LVIS:n puolelta.

Ensimmäisten palaverien yhteydessä on tarkoitus päättää kohteen ilmanvaihdon toteutustapa sekä käyttövesinousuputkien sijainnit eli päättää, tehdäänkö käyttövesiputkinousut keskitetysti porrashuoneissa vai asuntolinjakohtaisesti käyttövesiputkinousut. Päätös joudutaan tekemään alkuvaiheessa, jotta suunnittelijat pystyvät aloittamaan tarvittavien tilavarausten suunnittelun. Esimerkiksi keskitetyssä ilmanvaihtoratkaisussa hormien tilantarve on suurempi kuin hajautetussa ilmanvaihdossa.

Projektin aikataulu käydään läpi ensimmäisen suunnittelukokouksen yhteydessä. Aikataulusta näkee, milloin mallikerrosten ja urakkalaskentasarjojen on oltava kommentteilla SRV:llä. Myös kohteen arvioitu rakentamisen aloitus näkyy aikataulussa.

Suunnittelukokouksien välissä pidetään myös ristiintarkastuspalavereja. Ensimmäinen kokous pidetään, kun mallikerrokset on saatu suunniteltua ja toinen, kun suunnitelmat ovat valmiita. Arkkitehti tekee yhdistelmämallin, jossa kaikki suunnitelmat ovat saman tiedoston alla. Yhdistelmämallia voi tarkastella Solibri Model Viewerin tai Solibri Model Checkerin avulla. Nämä ovat yleisimmin käytössä SRV:llä, ja Solibri Viewer -malli on ilmainen.

3 Energiaselvitys

3.1 Energiaselvitys

Uuden rakennuksen energiaselvitys ei ole sama asia kuin energiatodistus, vaikka laskentamenetelmä on samanlainen kumpaakin laadittaessa ja energiatodistus sisältyy energiaselvitykseen. Energiaselvitys sisältää myös muita selvityksiä ja laskelmia. Energiatodistuksen perusteella rakennuksen energiatehokkuuden vaatimusta ei ratkaista, vaan vaatimusten täyttäminen on osoitettava esim. E-luvun laskennalla ja tasauslaskennalla rakennusvalvonnalle. Energiatodistus on vain yksi osa rakennuslupa-asiakirjoista ja tämän olemassa olon toteaa rakennusvalvonta. Energiatodistuksen laatii pätevätoimintainen laskija, ja todistuksen tulee olla sähköisesti allekirjoitettuna rakennuslupahakemuksen liitteenä. (12, s. 16.)

3.2 Energiatodistus

Rakennuksen energiatehokkuutta kuvaava virallinen dokumentti on energiatodistus, joka on myös laissa määrätty. Energiatodistuksen tavoitteena on rakennusten energiatehokkuuden ja uusiutuvien energioiden käytön edistäminen sekä rakennusten energiakulu-

tuksen ja hiilidioksidipäästöjen pienentäminen. Energiatodistuksen avulla pystytään vertailemaan kohteiden energiatehokkuutta, millä on vaikutusta myynti- ja vuokraustilanteissa. (1, s. 1.)

Rakennusten energialuokitus määritellään laskennallisin menetelmin, energiatehokkuuden vertailulukuun eli E-lukuun. E-luku muodostuu eri energiamuotojen kertoimilla, jotka on painotettu rakennuksen vakioituun käyttöön perustuva vuotuinen ostoenergiankulutus lämmitettyä nettoalaa kohden. (1, s. 1.)

Rakennukset jaetaan ryhmiin eri käyttöluokituksen mukaan, kullakin ryhmällä on oma asteikko, jonka arvioidaan kirjaimilla A–G. A-kirjaimella arvioitu rakennus kuluttaa energiaa vähiten, kun taas G-kirjaimen saanut rakennuksen kulutus on suurinta. (1, s. 2.)

Energiatodistuksella osoitetaan rakennuksen arvioitu energiatehokkuus. Energiatodistus pitää olla mukana, kun rakennusvalvonnasta haetaan *maankäyttö- ja rakennuslain 125§:n* mukaista rakennuslupaa. Ennen rakennuksen käyttöönottoa energiatodistus on korvatta tarkennetulla todistuksella, jos tiedot ovat olleet puutteellisia tai tarkentuneet hankkeen edetessä. (1, s. 2.)

3.3 Energiatodistukseen tarvittavat dokumentit

SRV Rakennus Oy:llä on vuosisopimus energiatodistuksia tekevän suunnittelutoimiston kanssa, joka laatii SRV:n asuntokohteisiin energiatodistuksen sekä asetuntiraportin. Tämä yritys kerää tarvittavat lähtötiedot eri suunnittelijoilta energiatodistuksen sekä asetuntiraportin laadintaa varten. Alla on kuvattu, mitä lähtötietoja kunkin suunnittelualan pitää toimittaa energiatodistuksen tekijälle.

Arkkitehti toimittaa energiatodistuksen laatijalle mm. seuraavat lähtötiedot:

- kohteen leikkaus- ja julkisivukuvat
- kohteen kerrossuunnitelmat
- asemakuva, josta selviävät rakennuksen ilmansuunnat
- tieto siitä, varustetaanko ikkunat sälekaihtimilla

- kohteen kaikkien ikkunoiden g-arvo.

Rakennesuunnittelija toimittaa energiatodistuksen laatijalle mm. seuraavat lähtötiedot:

- kohteen ilmanvuotoluku, jos tämä on tiedossa. Yleensä käytetään suunnittelun alkuvaiheessa ilmanvuotolukuna (q_{50}) arvoa $2,0 [m^3/(hm^2)]$
- rakennusten U-arvot
 - (a) YP on yläpohja
 - (b) AP on alapohja
 - (c) US on ulkoseinä
 - (d) ikkunat ja ovet.

LVI-suunnittelija toimittaa energiatodistuksen laatijalle mm. seuraavat lähtötiedot:

- lämmitysjärjestelmä
 - (a) tieto siitä, onko rakennus liitetty kaukolämpöverkkoon
 - (b) tieto huoneistojen lämmitystavasta (patteri-, lattialämmitys)
 - (c) tieto märkätilojen lämmitystavasta (vesikiertoinen vai sähköinen lattialämmitys)
- käyttövesi
 - (a) lämpimän käyttöveden kierron- ja jakojohdon pituudet. Tämän voi energiatodistuksen laskija myös arvioida nettoalasta.
 - (b) lämpimän käyttöveden kierron- ja jakojohdon eristyspaksuuden.
 - (c) kiertopumpun ottoteho.
- ilmavaihto
 - (a) kohteen ilmanvaihtoratkaisu. Toteutetaanko hajautettu vai keskitetty ilmavaihto?
 - (b) tieto siitä, onko hajautetussa/keskitetyssä ilmanvaihdossa jälkilämmityspatteri nesteellä vai sähköllä toimiva.
 - (c) IV-koneiden asetusarvo, johon tuloilma vähintään lämmitetään.
 - (d) porrashuoneiden ilmavaihto
 - (e) lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde
 - (f) koneiden SFP-luku
 - (g) asuntojen ilmamäärät.

3.4 Asetuntiraportti

3.4.1 Kesäajan huonelämpötilan hallinta

Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että tilat eivät lämpene haitallisesti. Tilojen yllämpenemisen estämiseksi käytetään ensisijaisesti rakenteellisia ja muita passiivisia keinoja sekä yöllä tehostettua ilmanvaihtoa, luku 2.2.1 (2, s. 9).

Huonelämpötilat lämmitykselle ja jäähdytykselle on esitetty Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D3.

Taulukko 2. Energialaskennassa käytettävät huonelämpötilan asetusarvot ja käyttöajan ilmanvaihtomäärät. Ilmavirrat on annettu lämmitettyä nettoalaa kohti.

Käyttötarkoitusluokka	Ulkoilmavirta dm ³ /(s m ²)	Lämmitysraja °C	Jäähdytysraja °C
Erillinen pientalo sekä rivi- ja ketjutalo	0,4	21	27
Asuinkerrostalo	0,5	21	27
Toimistorakennus	2	21	25
Liikerakennus	2	18	25
Majoitusliikerakennus	2	21	25
Opetusrakennus ja päiväkot	3	21	25
Liikuntahalli	2	18	25
Sairaala	4	22	25

Kuva 2. Rakentamismääräyskokoelman osan D3 taulukko 2 (2).

Kesäajan huonelämpötila ei saa ylittää D3:n kohdan 3.2.1 taulukon 2 jäähdytysrajan arvoa enemmän kuin 150 astetuntia 1. kesäkuuta ja 31. elokuuta välisenä aikana. Asetunnit lasketaan kohdan 3.1 säätiedoilla, taulukon 3 sisäisillä lämpökuormilla ja suunnitelluilla ilmamäärillä (2, s. 9).

Taulukko 3. Rakennusten standardikäyttö ja energialaskennassa käytettävät sisäiset lämpökuormat lämmitettyä nettoalaa kohti. Käyttöaika esittää kuinka monta tuntia vuorokaudessa ja päivää viikossa rakennusta käytetään. Käyttöaste on keskimääräinen valaistuksen ja kuluttajalaitteiden käyttöaste sekä ihmisten läsnäolo rakennuksen käyttöajan aikana.

Käyttötarkoitukseluokka	Kellonaika ^d	Käyttöaika		Käyttöaste	Valaistus W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Ihmiset ^a W/m ²
		h/24h	d/7d				
Erillinen pientalo sekä rivi- ja ketjutalo	00:00-24:00	24	7	0,6	8 ^{b,c}	3	2
Asuinkeuhkotalo	00:00-24:00	24	7	0,6	11 ^{b,c}	4	3
Toimistorakennus	07:00-18:00	11	5	0,65	12 ^c	12	5
Liikerakennus	08:00-21:00	13	6	1	19 ^c	1	2
Majoitusliikerakennus	00:00-24:00	24	7	0,3	14 ^c	4	4
Opetusrakennus ja päiväkot	08:00-16:00	8	5	0,6	18 ^c	8	14
Liikuntahalli	08:00-22:00	14	7	0,5	12 ^c	0	5
Sairaala	00:00-24:00	24	7	0,6	9 ^c	9	8

a ei sisällä kosteuteen sitoutunutta lämpöä, kokonaislämmönluovutus saadaan jakamalla kertoimella 0,6

b asuinrakennusten valaistuksen käyttöaste on 0,1

c ohjearvo uudisrakennuksille ellei tarkempaa tietoa ole käytettävissä, pienempää valaistuksen tehoa voi käyttää, mikäli valaistustaso säilyy ja siitä esitetään erilliselvitys kohtien 3.3.3 ja 3.3.4 mukaisesti.

d ilmanvaihdon käyntiaika kohdan 3.3.7 mukaisesti

Kuva 3. Rakentamismääräyskokoelman osan D3 taulukko numero 3, jossa esitetty rakennuksen standardikäyttö ja sisäiset lämpökuormat. (2)

Kesäajan huonelämpötilan lämpötilalaskelmat tehdään kohteen tilatyypeille, joissa esiintyy eniten lämpökuormia. Tällaisia tilatyyppejä esiintyy etelä- ja länsijulkisivuilla eniten, esimerkiksi pienet asunnot, suurilla lasipinnoilla varustetut tilat, tai tilat, joissa on suuri laitekuorma. Asuntokohteissa harvoin tai juuri koskaan on tiloja, joissa olisi suuri laitekuorma. (2, s. 10.)

3.4.2 Asetuntiraportti SRV Rakennus Oy:n kohteissa

Asetuntiraportti tehdään IDA ICE -simulointiohjelmalla saatujen lähtötietojen pohjalta.

Vaikuttavia tekijöitä laskentatulokseen ovat

- LVI-suunnittelijan antamat ilmamäärät asunnoissa
- ilmanvaihdon toteutustapa (keskitetty vai hajautettu ilmanvaihto)
- porrashuoneiden ilmanvaihto, toteutetaanko erillisellä ilmanvaihtokoneella vai vesikatolla sijaitsevalla huippuimurilla
- arkkitehdin taso- ja leikkauspiirustukset
- rakennetyypit ja U-arvot.

Astetuntiraporttia laadittaessa on lähtökohtana se, että astetunnit pysyisivät sallituissa arvoissa. Asetuntien määrää voidaan minimoida parannettaessa esimerkiksi ikkunoiden g-arvoa, ikkunoiden pinta-alan pienentämisellä, ikkunapintojen laadulla sekä suuntauksella, rakenteellisilla varjostuksilla tai muilla suojauskeinoilla. Jos jollain edellä mainituista menetelmillä saadaan asetuntien yhteismäärä määrätyltä ajanjaksolta pysymään alle 150 °C:n, ilmanvaihtoa ei tarvitsisi jäähdyttää kesäaikaan. Tilaajat voivat halutesaan varustaa ilmanvaihto-/ilmanvaihtokoneet jäähdytyksellä, vaikka astetunnit pysyisivät määräyksien mukaisissa arvoissa.

Simulointi lähtee liikkeelle tutkimalla, mitkä asunnot lämpenevät eniten kesäaikaan. Lähtökohtana ikkunat varustetaan sälekaihtimilla, jotka sijoitetaan ikkunoiden väliin. Parvekkeen ovissa sälekaihtimet sijoitetaan sisäpuolelle. Laskelmissa otetaan huomioon myös varjostavat tekijät sekä ilmansuunnat.

Simulointituloksen perusteella pystytään havaitsemaan, mitkä asunnot, missä kerroksissa ja missä ilmansuunnassa lämpenevät eniten. Näihin asuntoihin suoritetaan huoneistokohtainen lämpötilatarkastelu.

Jos kohteessa toteutetaan asuntojen ilmanvaihto hajautetulla menetelmällä, tällä on huomattava merkitys simuloinnin tulokseen. Asukkaalla on mahdollisuus itse tehostaa ilmanvaihtoa asunnossa liesikuvun tai erillisen ohjauspaneelin kautta; tällä tavalla ilmanvaihtoa ei välttämättä tarvitse jäähdyttää. Keskitetyssä ilmanvaihdossa asukkaalla ei ole mahdollisuutta itse tehostaa ilmanvaihtoa. Tämä voi johtaa siihen, että ilmanvaihtokone joudutaan varustamaan jäähdytyspatterilla. Yleinen tapa on toteuttaa ilmanvaihdon jäähdytys vesikatolle sijoitettavalla vedenjäähdytyskoneella, jossa kiertää glykolipiiri. Jäähdytys toimii rakennusautomaation takaa ja saa käyntiluvan sinne asetelluista arvoista. Esimerkiksi kesäkaudella, kun ulkolämpötila on +14 astetta, jäähdytyspuolen toiminnot lähtevät päälle.

4 TATE-järjestelmäkuvaus ja tasoluokitus

4.1 TATE-järjestelmäkuvaus

TATE-järjestelmäkuvaus on dokumentti, joka toimii suunnittelijoiden sekä suunnittelun ohjauksessa olevan henkilön apuna suunnittelu- ja tarkastusvaiheessa. Järjestelmäkuvauksessa on kuvattu kohteen lämmitys-, vesi- ja viemäri-, ilmanvaihto- sekä sähköteutusratkaisut. SRV Rakennus Oy:llä on valmiiksi luotu järjestelmäkuvaus, jota käytetään omassa tuotannossa.

Kohteen ilmanvaihtoratkaisu tulee miettiä aina kohdekohtaisesti, toteutetaanko hajautetulla vai keskitetyllä ilmanvaihtoratkaisulla. Järjestelmäkuvauksessa on annettu ohjeistus sille, milloin keskitettyä ilmanvaihtoratkaisua kannattaa miettiä. Keskitetty ilmanvaihtojärjestelmä on halvempi kuin hajautettu ilmanvaihto, kun asuntoja on tietty lukumäärä koneen takana. Tätä ei kuitenkaan aina voida käyttää hyväksi riippuen luvan määräyksestä. Joskus on luvassa määritelty, ettei konehuonetta saa sijoittaa vesikatolle, vaikka se olisikin rakennusliikkeen kannalta edullisempi ratkaisu, vaan ilmanvaihto joudutaan toteuttamaan hajautetulla järjestelmällä.

Sijoittajan kohteessa käydään järjestelmäkuvaus sen kanssa läpi erillisessä palaverissa. Sijoittajan puolelta tulleet päivitykset järjestelmäkuvaukseen lähetetään LVI-suunnittelijalle, joka ottaa nämä huomioon suunnitelmissansa. On erittäin tärkeää, että tieto liikkuu meiltä suunnittelijalle, koska tietojen puuttumien työpiirustuksista aiheuttaa SRV:lle lisäkustannuksia. Yleisimpiä muutoksia, joita sijoittajat haluavat, on palopeltien liittäminen rakennusautomaatiojärjestelmään, se, että asuntojen vesimittarit ovat etäluettavia vesimittareita tai että päävesimittarin mittaus/kaukolämmön energiamittaus liitetään rakennusautomaatiojärjestelmään.

Jos suunnittelun ohjausta tekevä henkilö ei ole toteutuspuolen valvonnassa mukana, on hänen hyvä informoida kohteen valvojaa, jos erillisiä mittauksia tulee lämmönjakohuoneeseen. Vesi- ja kaukolämpösopimuksia tehdessä pitää olla tiedossa, tilataanko vesi-

laitokselta mekaaninen vai impulssinen päävesimittari. Kaukolämpöä tilatessa pitää tiedottaa kaukolämmönmyyjää siitä, tuleeko kaukolämmönmittaus rakennusautomaation taakse.

Järjestelmäkuvausta päivitetään aina tarpeen vaatiessa. Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D2 päivittyi 2017/2018 vuodenvaihteessa, jolloin järjestelmäkuvaukseen jouduttiin määrittelemään, kuinka tuloilmantehostus tulee suunnitella asuntokohteissa.

4.2 Tasoluokitus

Omassa asuntotuotannossaan SRV:n kohteet toteutetaan erillisten tasoluokitusten mukaisesti. Tasoluokkia ovat ARA/HITAS, HYVÄ, PAREMPI, PARAS. Jokaisessa tasoluokituksessa on omat vesikalusteet ja liesikuvut. Liesikuvut on vielä erikseen määritelty hajautetulle ja keskitetylle ilmanvaihdolle. Suunnittelun alkuvaiheessa tasoluokitusdokumentti tulee toimittaa LVI-suunnittelijalle, jotta hän osaa heti projektin alkuvaiheessa tyyppittää oikeat LVI-kalusteet tasokuvaan.

Toteutusvaiheessa asunnonostajalla on mahdollisuus päivittää vesikalusteita ja liesikuvua paremmaksi. Näitä muutoksia ei tapahdu suunnitteluvaiheessa. Muutoksia käsittelee toteutusvaiheessa oma yksikkö SRV:ltä, kalustemuutoksia viedään suunnitelmiin sitä mukaa kuin niitä varmistuu.

Tasoluokitusdokumenttia päivitetään aina tarpeen vaatiessa. Tasoluokituksen ylläpitämiseen on nimetty erillinen henkilö, jonka vastuulla on, että tasoluokitus on ajan tasalla.

5 Kattokonehuone-prosessi

5.1 Yleistä

Kattokonehuoneprosessi on SRV Rakennus Oy:n tuottama prosessi, joka tehdään yhteistyössä kattokonehuonetoimittajan kanssa. Kattokonehuone on valmis pakettiratkaisu, joka tehdään valmiiksi tehtaalla, josta se kuljetetaan SRV:n asuntokohteeseen ja nostetaan vesikatolle.

Valmista kattokonehuonetta käytetään keskitetyssä ilmanvaihtoratkaisussa ja on yleensä erillisen tilaajan toive, jos kohde menee sijoittajalle. SRV:n omissa gryndihankkeissa keskitettyä ja hajautettua ilmanvaihtoa tarkastellaan aina tapauskohtaisesti.

Kattokonehuoneprosessi koostuu 12:sta eri vaiheesta, jotka etenevät järjestelmällisesti eteenpäin suunnittelun edetessä.

5.2 Prosessin aloitus

Kattokonehuoneen edustaja kutsutaan kohteen LVI-suunnitteluohjauksessa olevan henkilön toimesta hankkeen alkuvaiheessa suunnittelukokoukseen mukaan. Normaalikäytäntö on pyytää edustaja 2. tai 3. suunnittelukokouksessa mukaan, näin saadaan suunnittelua heti ohjattua oikeille raiteille. Palaverin yhteydessä sovitaan päivämäärä, jolloin LVI-suunnittelija toimittaa ilmamäärät konesuunnittelijalle, jotta hän pääsee luonnostelemaan konehuonetta sekä ilmanvaihtokonetta.

Luonnosteltu konehuone toimitetaan arkkitehdille ja LVI-suunnittelijalle, jotka yhteensovittavat tämän heidän suunnitelmiinsa. On tärkeää, että arkkitehti tuo esille kulkeutuvan konehuoneeseen; tämä vaihtelee paikkakunnittain. Esimerkiksi Kirkkonummella kulku konehuoneeseen on sallittua toteuttaa savunpoistoluukun kautta, joka avautuu vesikatolle, jonka kautta päästään konehuoneeseen. Vantaalla taas kulku konehuoneeseen pitää järjestää sisäkautta, mikä aiheuttaa konehuoneen pituuden/leveyden kasvua sen verran, että saadaan rakennettua portaikko ylimmästä kerroksesta konehuoneeseen.

Tämä konehuoneen neliöiden kasvu näkyy heti hankintahinnassa. Rakennesuunnittelija tarkastaa konehuoneen kuormat ja tekee vaadittavat lisäykset suunnitelmiinsa tämän pohjalta.

Arkkitehti, rakenne- ja LVI-suunnittelija tarkastavat, ettei hissien rakenteita sijoitu konehuoneen alle.

5.3 Prosessin lopetus

Arkkitehdin, rakenne- ja LVI-suunnittelijan yhteensovituksen jälkeen LVI-suunnittelija toimittaa konehuoneen toimittajalle sovitun aikataulun mukaisesti

- varmistuneet ilmamäärät
- kanaviston painetiedot
- äänivaatimukset
- hyötysuhteen
- vesikaton ilmanvaihtosuunnitelmat
- konehuoneen sisäiset suunnitelmat, joissa on mietitty valmiiksi kanavoinnit.

Sähkösuunnittelija toimittaa konesuunnittelijalle sovitun aikataulun mukaisesti

- sähköselostuksen
- vesikattokuvan
- maadoitus- ja nousujohtokaavion
- ohjaus- ja hälytysrunkokaavion
- valaisinluettelon
- jakokeskuksen hankinta- ja toteutusohjeet
- IV-keskuksen piirikaaviomallin, joka on SRV:n mallipohjan mukainen.

Näiden pohjalta tehdään ilmanvaihtokonehuoneen osalta toteutuskuvat, ja arvioitu kesto on 2 viikkoa. Toteutuskuvien valmistuttua pidetään erillinen ristiintarkastuspalaveri arkitehdin, kattokonehuonevalmistajan, rakenne- ja LVI-suunnittelijan kanssa. Palaverista tehdään pöytäkirja ja mahdolliset urakkarajamuutokset tarkennetaan muihin asiakirjoihin. SRV:n TATE-henkilö ja LVI-suunnittelija katsovat myös, että koneajo vastaa luonnossuunnitteluvaiheessa ollutta koneajoa. Koneajosta tarkistetaan kaikki tiedot, esimerkiksi koneen fyysiset mitat, mitoitusarvot ja äänitasot.

Luvan mukaisesti määräytyy konttikonehuoneen julkisivu; se voi olla esimerkiksi lämpörapattu tai pellitetty. Jos julkisivu on lämpörapattu, ilmanvaihtokoneen raitisilmasäleikön asennus tapahtuu työmaalla. Normaalisti raitisilmasäleikkö on asennettu tehtaalla paikalleen, jos julkisivu on pellitetty. Tämä on hyvä esimerkki urakkarajamuutoksesta, joka on syytä kirjata omiin muistiinpanoihin. Asia otetaan esille urakoitsijan kanssa urakka-neuvotteluissa, jotta se huomioi tämän tarjouksen sisällössä.

Toisena esimerkkinä osa kohteen hormeista sijoittuu konttikonehuoneen sisään tilantarpeesta riippuen. Työmaalle jää urakoitsijan puolelta ilmanvaihtokonehuoneessa hormista nousevien kanavien ja runkokanavien välisten liitosten kytkeminen mukaan lukien erillisten peltien hankinta ja asennus. Jos hormoneissa kulkee jäte- tai sadevesiviemäreitä, näidenkin asennus ja hankinta kuuluu putkiurakoitsijalle.

Ristiintarkastuspalaverin jälkeen jokainen suunnittelija päivittää omat suunnitelmansa vastamaan kattokonehuoneen toteutuskuvaa. Tämän jälkeen voidaan pyytää tarjous konttikonehuoneen osalta; tarjouskyselyssä on mainittava mahdollinen alustava aikataulu. Laaditusta yleisaikataulusta näkee, milloin vesikattotyöt olisi suunniteltu aloitettavaksi.

Tarjouksen saavuttua tarkastetaan vielä kertaalleen SRV-TATE-henkilön toimesta, että koneajo on samanlainen kuin LVI-suunnittelijan kanssa jo aikaisemmin tarkastettu koneajo. Tilauksen toimitus on 12–14 viikkoa, mikä pitää ottaa huomioon koko kattokonehuoneprosessissa, jotta konttikonehuone saadaan toimitettua ajallaan. Toimituksen viivästyminen korreloi suoraan vesikattotöiden viivästymisen kanssa

Tehtaalla suoritetaan IV-konehuoneen luovutuskatselmus ennen konehuoneen luovutusta. SRV:ltä tähän osallistuvat LVIS-puolen valvojat sekä vastaava mestari. Jos kohde menee sijoittajalle, osallistuvat sen puolelta myös tilaajan puolen LVIS-valvojat.

6 Mallikerros ja urakkalaskentasarjat

6.1 Mallikerros

Mallikerrosten toimituksen ajankohdasta on sovittu suunnittelukokouksessa sovittun aikataulun mukaisesti. LVI-suunnittelija tallentaa projektipankkiin sovittun mallikerroksen lämpö-, vesi- ja viemäri- ja ilmanvaihtosuunnitelmat. Mallikerrokset voi katsoa joko paperisena, jolloin pyydetään suunnittelijaa toimittamaan paperikuvat konttorille, tai tietokoneen näytöltä. Toimintamalli on vapaa.

Mallikerroksia kommentoidessa pitää tarkastaa lämmitys- ja jäähdytysuunnitelmista ainakin seuraavat asiat:

- pattereiden sijoitukset ja näiden korkeudet, huomioidaan myös pattereiden tilantarpeet.
- kylpyhuoneiden lattialämmitysputket, jos ne tehdään vesikiertoisella järjestelmällä.
- hajautetun ilmanvaihdon kanava-asenteiset jäähdytyspatterit näkyvät suunnitelmissa. Tämä vain, jos kohteeseen tulee jäähdytys.

Vesi- ja viemärijärjestelmistä tarkastetaan seuraavat asiat:

- Vesikalusteet ovat tasoluokituksen mukaiset.
- Vesikalusteissa on oikeat LVI-koodit.
- Asuntojen kalusteet vastaavat kalusteluettelossa esitettyjä kalusteita.
- Asuntojen kylpyhuoneissa on yksi tai kaksi lattiakaivoa. Sovittu erikseen suunnittelukokouksessa.
- Saunat on varustettu lattiakaivoilla, jos näin on sovittu suunnittelukokouksessa.

Ilmanvaihtosuunnitelmista tulee tarkastaa ainakin seuraavat asiat:

- Liesikupu on tasoluokituksen mukainen.
- Jokainen tila on varustettu ilmanvaihdolla.
- Kanavat, päätelaitteet, eristykset, äänenvaimentimet on merkitty suunnitelmiin.
- Hajautetussa ilmanvaihtojärjestelmässä suositetaan seinäpuhallusta. Raitis- ja jäteilmalaitteiden tarvittavien etäisyyksien tarkastaminen uuden asetuksen määräyksien mukaan.

Tarkemmat tarkastuksen osa-alueet on esitetty Excel-työkalussa, joka tehdään SRV:n käyttöön.

Mallikerroksien kommentit lähetetään suunnittelijalle suunnitelmien päivittämiseksi. Korjausten jälkeen suunnitelmat tarkastetaan uudelleen, ja jos suunnitelmat ovat kunnossa, voi suunnittelija lähteä kopioimaan mallikerroksen ratkaisuja muihin kerroksiin.

Mallikerrokset lähetetään tilaajan kohteissa myös tilaajalle kommentoitavaksi, ja jos mallikerrokset ovat kunnossa ja tilaaja nämä hyväksyvät, suunnitelmia voidaan lähteä jaloittamaan pidemmälle. Mallikerrosten hyväksymisestä pitää aina saada kirjallinen kuittaus.

6.2 Urakkalaskentasarjat

Urakkalaskentasarjalla kysellään kohteen urakkahinta. Kuvat lähetetään urakoitsijoille laskettavaksi, ja laskennan kesto on kohteesta riippuen 3–4 viikkoa. Suunnitelmat tulee kuitenkin tarkastaa, ennen kuin ne lähetetään urakoitsijoille, jottei urakkaneuvotteluissa tarvitse käydä suuria määriä muutoksia läpi.

Urakkalaskentakuvien toimituksen ajankohta on sovittu suunnittelukokouksessa sovitun aikataulun mukaisesti. LVI-suunnittelija pankittaa suunnitelmat projektipankkiin ja lähettää paperisarjat konttorille suunnitelmien tarkastusta varten.

Laskenta-aineiston vaatimukset suunnittelijan osalta ovat

- työselostus, suunnittelualan työselostus
- laiteluettelot (tunnetaan nimellä myös kojeluettelo), joissa ilmenevät laitteistojen tekniset tiedot.
- erillinen vesikaluste- ja ilmanvaihtolaitteistojen luettelo, jos suunnittelutoimisto tekee erilliset dokumentit näistä.
- tasopiirustukset
- RAU-asiakirjat, säätökaaviot ja pisteluettelot. (9, s. 4.)

Urakkalaskentakuvien tarkastamiseen on hyvä varata 2–4 työpäivää riippuen kohteen laajuudesta. Suunnittelija korjaa mahdolliset kommentit ja suunnitelmat tarkastetaan uudelleen. Tätä prosessia tehdään niin kauan, että suunnitelmat ovat siinä kunnossa, että voidaan lähteä kyselemään urakkahintaa. Sijoittajalle menevän kohteet kuvat toimitetaan samalle henkilölle kuin mallikerrosten kuvat. Hyväksytyistä suunnitelmista pyydetään kirjallinen kuittaus.

Kun suunnitelmat ovat kunnossa, ne siirretään hankintakansioon projektipankissa. Tämän jälkeen urakkalaskentakuvat voidaan lähettää urakoitsijoille. Kuvat urakoitsijoille lähetetään kohteeseen nimetty hankkija.

6.2.1 Lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät

SRV:n asuntokohteissa lämmöntuotantotapa on kaukolämmitys kaikissa kohteissa, jotka sijoittuvat pääkaupunkiseudulle.

Lämmitys- ja jäähdytysuunnitelmien tarkastaminen menee samalla tavalla kuin mallikerroksen tarkastaminen. Erillisessä tarkastusluettelossa on listattu kohtia, joihin tulee kiinnittää huomiota. Kommentit lähetetään kohteen suunnittelijalle. Päivityksien ja uudeen tarkastuksen jälkeen suunnitelmat tallennetaan hankinta-kansioon projektipankissa ja tästä annetaan tieto kohteessa olevalle hankkijalle.

Omissa gryndikohteissa asuntojen lämmitys toteutetaan pattereilla, jotka sijoitetaan ikkunoiden alle. Kylpyhuoneissa on sähköinen mukavuuslattialämmitys sekä märkätiloihin

soveltuvat patterit. Kaikkiin märkätiloihin tulee patterit ylempiin kerroksiin, näin tehdään syystä, että saadaan katettua asunnon lämpöhäviöt. Välikerroksissa patterit sijoitetaan kylpyhuoneisiin, jotka sijaitsevat ulkovyöhykkeellä. Sijoittajakohteissa kylpyhuoneiden lattialämmitys voi olla vesikiertoinen, jolloin tälle on oma verkostonsa ja oma siirrin lämmönjakohuoneessa.

Lämmitys- ja jäähdytys suunnitelmissa pitää ottaa huomioon ilmanvaihdon suunnitelmat, säätökaaviot, kojeluettelo ja koneajot. Koneajoissa on esitetty esimerkiksi ilmanvaihtokoneen jäähdytys- tai lämmityspatterin teho ja painehäviö. Näiden tietojen avulla saadaan mitoitettua patterille menevien putkien koko sekä pumpun tuottama teho, kun tiedetään koko verkoston painehäviö. Ilmanvaihtosuunnitelmista pitää myös katsoa porrashuoneiden ilmanvaihdon toteutustapa; onko se ilmanvaihtokoneen takana vai vesikatolla sijaitsevalla huippumurilla. Jos jälkimmäisellä vaihtoehdolla on toteutettu ilmanvaihto, lämmitys- ja jäähdytys suunnitelmissa pitää ottaa huomioon korvausilman lämmityksen tarve. Tämä on sellainen asia, jonka suunnittelija mitä todennäköisimmin on unohtanut tarkastaa. Seurauksena porrashuoneiden patterien koot kasvavat, kun tarvitaankin 1–1,5 kW lisää tehoa lämmitykseen. Suunnitelmissa pitää olla esitetty myös riittävä määrä linjasäätöventtiileitä runkoputkissa, jotta saadaan säätötyöt tehtyä työmaalla.

Tuloilman jäähdytys voidaan hoitaa hajautetussa ilmanvaihdossa kanava-asenteisilla jäähdytyspattereilla. Kanava-asenteiset jäähdytyspatterit pitää mitoittaa laitevalmistajan ohjeiden mukaan, normaalisti laitevalmistajan sivulla on mitoitusohjelmia näitä varten. Mitoituksista saatujen tehojen, virtaamien ja painehäviöiden avulla saadaan laskettua jäähdytysverkoston putkikoot sekä pumpun nostokorkeus. Tarkastettaessa on hyvä tehdä pistokoeluontomaisia laskelmia, että suunnitelmissa ei ole käynyt kömmähdyksiä, jotka aiheuttavat päänvaivaa työmaalle.

Jäähdytysverkostolle pitää olla oma piiri. Yksi jäähdytyksen tuotantomuoto voi olla kaukokylmä, jonka ensiöpuolen lämpötilat ovat 8/16 °C. Keskitetyssä ilmanvaihdossa jäähdytys voidaan toteuttaa esimerkiksi kylmävesiasemalla tai suorajäähdytyspatterilla. Näihin on SRV:llä valmiit säätökaaviot toimintaselostuksineen.

Suomen rakentamismääräyskokoelmien osia D3 ja D5 voi käyttää apuna lämmityssuunnitelmien tarkastamiseen kohteissa, joiden rakennuslupa on jätetty ennen vuotta 2018. Kaikki tarvittavat laskukaavat ovat näissä.

6.2.2 Vesi- ja viemärijärjestelmät

Vesi- ja viemärisuunnitelmiin liittyvät myös ilmanvaihto- sekä lämmitys- ja jäähdytys-suunnitelmat. Ilmanvaihtokoneet voivat tarvita kondenssiviemärointiä, jonka pitää olla esitetty vesi- ja viemärisuunnitelmissa samoissa paikoissa, joissa ilmanvaihtokoneet sijaitsevat. Lämmitys- ja jäähdytys-suunnitelmissa voi olla jäähdytyspattereita, jotka tarvitsevat myös kondenssiviemärointiä. Näidenkin pitää olla esitetty vesi- ja viemärisuunnitelmissa samoissa paikoissa kuin itse laitteet sijaitsevat lämmitys- ja jäähdytys-suunnitelmissa.

Vesi- ja viemärisuunnitelmien tarkastamisessa apuna voidaan käyttää

- Suomen rakentamismääräyskokoelman osaa D1, jos rakennuslupa on haettu ennen vuotta 2018.
- Talotekniikkainfon Vesi- ja viemärlaitteisto-opasta, jos rakennuslupa on haettu vuonna 2018.
- Uponorin Kiinteistöviemärointi-käsikirjaa
- eri LVI-kortteja
- uutta ympäristöministeriön asetusta rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista kohteissa, joiden rakennuslupaa on haettu vuonna 2018.

Suunnitelmia tarkastettaessa on osattava myös tulkita kohteen rakennuskuvia tai pikemminkin rakennetyyppejä. Vaikeat paikat, kuten vesikatto, jossa sijaitsee saunaosaston terassi, on voitu toteuttaa rakennusteknisesti eri tavoin. Rakennetyypeistä pitää katsoa, missä vedeneristys kulkee terassilla ja vesikatolla sadevesiviemärointiä varten. Helpoin tapa on viedä terassin viemärointi vesikatkon puolelle, mutta aina se ei onnistu vedeneristuksen sijainnin vuoksi. Vedeneristys voi sijaita eri paikassa terassin kohdalla kuin vesikatkon kohdalla.

Asemapiirustuksessa on esitetty tarkastuskaivoja jäte- ja sadevesiviemäreille. Poikkeustapauksissa joudutaan joskus jäte- ja sadevesiviemärit pumppaamaan, jolloin pumppaamo sijoitetaan pihalle tai rakennuksen sisäpuolelle. Kaikkien tarkastuskaivojen ja pumppaamoiden pitää näkyä kaivokuvassa, ja ne on nimetty samalla tavalla kuin asemakuvassa. Pumppaamot tarvitsevat sähköä, joten ristiintarkastuspalaverissa katsotaan, että sähkösuunnittelija on suunnitellut putkitukset pumppaamolle/pumppaamoille.

Vesi- ja viemärisuunnitelmia tarkastetaan samalla tavalla kuin mallikerroksen suunnitelmaa. Kommentit lähetetään suunnittelijalle, päivityksien ja uudelleen tarkastuksien jälkeen suunnitelmat tallennetaan hankinta-kansioon projektipankissa ja tästä annetaan tieto hankkijalle, kun suunnitelmat ovat kunnossa ja pankitettu.

6.2.3 Ilmanvaihtojärjestelmät

Ilmanvaihdolla tarkoitetaan tapahtumaa, jossa tilaan tulee sekä poistuu ilmaa. Ilmanvaihdon mitoitusaulukot saadaan Suomen rakentamismääräyskokoelman osasta D2 sekä uudesta ilmanvaihtoasetuksesta. Näissä asiakirjoissa on täsmennetty tilojen tulo- ja poistoilmavirtoja. Ilmanvaihdon tarkoituksena on ylläpitää sopivaa ilman laatua kyseisessä tilassa. Ilmanvaihto tapahtuu koneellisesti SRV:n kohteissa, joko hajautetulla tai keskitetyllä ilmanvaihtoratkaisulla. (5, s. 263.)

Tarkastettaessa ilmanvaihtosuunnitelmia pitää huomioida muut tähän liittyvät suunnitelmat, kuten kojeluettelo sekä erilaiset säätökaaviot, esimerkiksi palopeltiluettelo tai ilmanvaihtokoneen säätökaavio. Suunnitelmien tarkastamisen apuna voidaan käyttää seuraavia dokumentteja, jos kohteen rakennuslupa on haettu ennen vuotta 2018:

- Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D2
- Suomen rakentamismääräyskokoelman osat E1 & E7
- eri LVI-kortit.

Jos kohteen rakennuslupa on haettu vuonna 2018, määräykset ja asetukset menevät seuraavien dokumenttien mukaan:

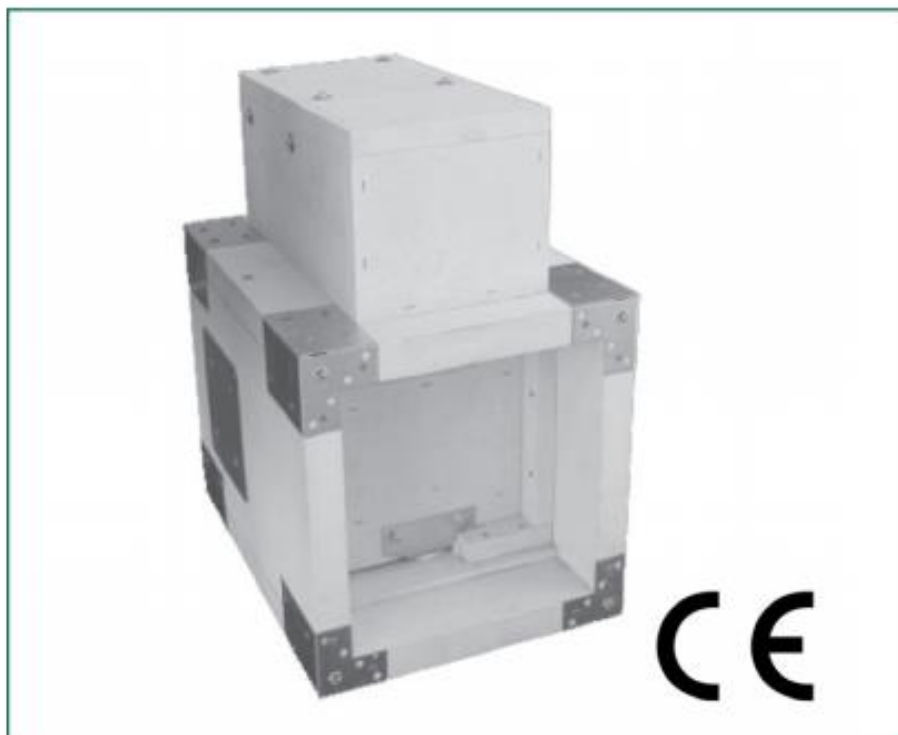
- ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1009/2017
- Talotekniikkainfo: Sisäilmasto ja ilmanvaihto-opas
- Talotekniikkainfo: Ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuusopas
- eri LVI-kortit.

Tärkeä erillinen suunnitelma on palosuunnitelma. Siitä näkee osastoivien seinien rajat sekä savunpoistosuunnittelun toteutustavan. Savunpoisto voi olla painovoimainen tai koneellinen. Savunpoistossa on huomioitava, palveleeko savunpoistokanava yhtä vai useampaa savunpoisto-osastoa. Yhtä palvelevaa savunpoistoa osastoa varten on olemassa erilaisia tyyppihyväksytyjä savunhallintapeltejä. Yhtä palo-osastoa palveleva savunhallinpelti on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. ESAS-savunhallintapelti, joka palvelee yhtä savunpoistolohkoa. (10, s. 2).

Useampaa savunpoisto-osastoa varten on olemassa tähän soveltuvia peltejä. Savunpoistossa tulee aina käyttää savunpoistoon soveltua laitteita ja kanavaosia. Useamman lohkon savunhallintapelti on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. Savunhallintapelti, joka palvelee useampaa palo-osastoa (11, s. 1).

Ilmavaihtosuunnitelmia tarkastetaan samalla menetelmällä kuin mallikerroksen suunnitelmaa. Kommentit kerätään ja annetaan LVI-suunnittelijalle, joka päivittää suunnitelmansa. Erillisellä tiedostolla on kerrottu tarkemmin, mihin pitää kiinnittää huomiota ilmavaihtosuunnitelmia tarkastettaessa.

6.2.4 Rakennusautomaatio

Automaatiolla tarkoitetaan itsestään tapahtuvaa, itsestään säätävää. Vielä 70-luvulla talonmies säätö patterin menoveden lämpötilaa sopivaksi kääntämällä kolmitieventtiiliä ja mahdollinen ylitämpi tuuletettiin ulos. Nykypäivänä säätimet ovat digitaalisia, ja johdotus

toimii kahteen suuntaan siten, että kiinteistöstä saadaan tietoa keskusvalvomoon. Lämpötila-arvoja voidaan lukea valvomon näytöltä, ja ne ovat myös muutettavissa reaaliajassa. (7, s. 11.)

SRV:llä on valmiita mallipohjia asuntotuotannon automaatiota varten, ja ne ovat myös suunnittelijalla käytössä. Mallikaavioissa on toimintaselostukset valmiiksi luotuna. Mallikaavioita on esimerkiksi keskitetystä ilmanvaihdosta ilman jäähdytystä ja jäähdytyksen kanssa, porrashuoneiden poistosta, alapohjan tuuleuksesta ja lämmönjakokeskuksesta. Kaikista ratkaisuista mallikaavioita ei kuitenkaan ole, vaan nämä joudutaan tekemään kohdekohtaisesti tai muokkaamaan mallikaavioista.

Sijoittajakohteissa mallikaavioita pitää muokata tilaajan vaatimusten mukaisiksi. Muutoksia mallikaavioihin voi olla päävesimittarin liittäminen rakennusautomaatiojärjestelmään tai palopelleistä otetaan tilatieto, jolloin tehdään erillinen palopeltisäätökaavio.

Automaatiikan säätökaavioita verrataan tasokuvaan ja kojeluetteloon. Jokaisessa suunnitelmassa, joissa esiintyy jokin laite pitää olla samalla tavalla nimettynä. Esimerkiksi porrashuoneen poistopuhallin on tyypitetty PF01. Samaisen PF01-tunnuksen pitää näkyä porrashuoneenpoiston säätökaaviossa, kojeluettelossa sekä ilmanvaihtosuunnitelmissa. Poistopuhaltimen valmistaja pitää olla myös tyypitetty kojeluetteloon.

Automaatiourakoitsijana toimii SRV:n asuntokohteissa sama urakoitsija. Urakkalaskenta vaiheessa säätökaaviot tulee vastata mallikaavioita, koska automaatiourakoitsijan tarjoukset perustuvat näihin. Ei-mallikaavioiden hinta perustuu sopimuksessa määrättyihin erillishintoihin. Erillishintoja on mm.

- säätökaavion pistehinnoille
 - ohjauspiste
 - säätöpiste
 - mittauspiste
 - hälytys/indikointipiste
- venttiileille
- antureille

- paine-eromittareille
- kaapeloinnille.

Säätökaavioihin ei merkitä urakkarajoja, vaan nämä tulevat TATE-hankintarajaus dokumenttiin. Hankintarajauskaavioon pitää kirjata selkeästi, mikä osa-alue kuuluu kenenkin hankintaan ja kuka tämän asentaa. Hankinnat, jotka normaalisti eivät kuulu normaalitoimitukseen, on hyvä ottaa esille urakkaneuvotteluissa.

Kohteissa, joissa joudutaan tekemään uusia säätökaavioita, on hyvä varmistaa laitevalmistajalta tai suunnittelijalta, onko mahdollista ohjelmoida toimintaselostuksessa esitetyjä toimintoja ilman lisävarusteita. Jos esimerkiksi pienen paketti-ilmanvaihtokoneen halutaan ohjautuvan osateholle toimintaselostuksen mukaan, tätä varten voidaan tarvita erillinen ohjaussäädin. Jos ohjaussäädintä ei ole toimitettu, työmaa-aikana selvitykseen menee oma aika siihen, kuinka saadaan aikaohjaus toimimaan. Yleensä näistä pienistä pakettikoneista otetaan hälytys ja tarvittaessa ohjauspisteet VAK:een.

VAK (kuva 6) on valvontajärjestelmän alakeskus. Sen toimintalohkoja ovat ohjaus, hälytys, näyttö, mittaus ja säätö. Eriväriset vinosuunnikkaat kuvaavat alakeskuksen ja kentälaitteiden toiminnallisia liittymiä. Valkoiset vinosuunnikkaat ovat ohjelmallisia liityntöjä ja mustat osoittavat, mihin liityntäkortteihin johtimet liitetään, vaikka johtimia ei PI-kaaviossa kuvatakaan. (6, s. 63.)



Kuva 6. Esimerkkikuva pienestä VAK:sta. (7)

6.2.5 LVI-työselostus

SRV:llä on käytössä valmiiksi luotu työselostuspohja asuntotuotantoon, jota muokataan kohdekohtaisesti. Työselostusta päivitetään aina tarpeen vaatiessa. Urakkalaskenta-asiakirjojen yhteydessä LVI-suunnittelija toimittaa työselostuksen, joka pitää lukea läpi ja mahdollisesti muokata vastaamaan kyseistä kohdetta. LVI-työselostus on osa urakkalaskentamateriaalia.

LVI-työselostus on tekninen asiakirja, jolla yksilöidään rakennuskohteen LVI-tekninen laatu. LVI-selostuksen tulee olla muodoltaan sellainen, että

- se muodostaa urakkarajaliitteen ja muiden LVI-asiakirjojen kanssa yhteensopivan kokonaisuuden
- LVI-järjestelmät on kuvattu kattavasti ja selostusta voidaan käyttää
 - määrä- ja kustannuslaskennassa
 - LVI-asennustyön ohjeena

- rakennuttajan valvonta-asiakirjana. (8, s. 2.)

Rakennusurakan yleisissä sopimusehdoissa YSE 1998 (LVI 03- 10277, RT 16-10660) on esitetty hankkeen asiakirjojen pätevyysjärjestys. Pätevyysjärjestyksessä LVI-työselostus on suunnitelmien edellä (YSE 1998, 13 §). Säädökset; lait, asetukset, ministeriöiden asetukset, Suomen rakentamismääräyskokoelman määräykset ja velvoittavat standardit ovat aina voimassa ilman eri viittausta, jos ne koskevat hanketta. Ministeriöiden ohjeet, Suomen rakentamismääräyskokoelman ohjeet, TalotekniikkaRYL 2002, SFS-standardit tms. astuvat voimaan, kun niihin viitataan LVI-selostuksessa. (8, s. 2.)

6.2.6 LVIAS-suunnitelmien ristiintarkastuspalaveri

Ristiintarkastuspalaveri suoritetaan sähkösuunnitteluohjauksessa olevan henkilön kanssa. Tarkoituksena on katsoa LVIAS-suunnitelmat läpi ja tarkastaa, että samat asiat löytyvät sähkösuunnitelmista. Palaveri minimoi ristiriitaisuuksia, joita syntyisi työmaa-aikana.

Ensimmäinen automaatiokuva on melkein aina kojeluettelo. Kojeluettelosta tarkastetaan, että kaikki koneiden tunnuksot ovat yhteneväiset sähkösuunnitelmissa ja koneiden sijainnit vastaavat ilmanvaihtosuunnitelmia. Kojeluettelossa tulee näkyä myös kaikkien laitteiden sähkötehot.

Tarkastus etenee piirustusluettelon mukaisessa järjestyksessä. Palaverista tehdään pöytäkirja, joka lähetetään sähkö- ja LVI-suunnittelijalle. Päivitetyt suunnitelmat tarkastetaan uudestaan, jotta kaikki korjaukset on varmasti tehty.

Tässä kohtaa on vielä hyvä tarkastaa, että sijoittajalle menevä kohde on suunniteltu heidän järjestelmäkuvauksen mukaan. Suunnitelmat laitetaan myös sijoittajalle kommentille ja sijoittajalta on saatava kuittaus kirjallisesti suunnitelmien hyväksymisestä.

7 TATE-hankintarajaus

TATE-hankintarajaus on asiakirja, jonka suunnitteluohjauksessa oleva henkilö tekee urakkaneuvotteluja varten. Kohteessa oleva hankkija lähettää tämän laskentakuvien mukana eri urakoitsijoille. Hankintarajauskaavio kannattaa tehdä urakkalaskentakuvien tarkastamisen yhteydessä, jolloin suunnitelmaratkaisut ovat tuoreessa muistissa. Asiakirjaa tehdessä on tärkeää ymmärtää kohteen suunnitteluratkaisut ja osata tiedostaa mahdolliset ongelmakohdat, joita voi esiintyä kohteen rakennusvaiheessa. SRV:llä on olemassa valmis mallipohja hankintarajaukseen, mutta sitä joudutaan tietenkin aina muokkaamaan kohdekohtaisesti.

Asiakirjassa esitetään LVIAS-urakoitsijoille urakkaan kuuluva työ ja toimitus. Tavarantoimitus voi tulla toiselta urakoitsijalta ja asennus toiselta, esimerkiksi toimilaitteelliset säätöventtiilit toimittaa putkiurakoitsija ja asennus kuuluu automaatiourakoitsijalle tai vesikatton kattokaivot toimittaa rakennusliike ja näiden kytkentä sadevesiviemäriin kuuluu putkiurakoitsijalle.

Kohteissa, joissa tulee vastaan jotain uutta, on tärkeää selvittää perinpohjaisesti kaikki, mitä kuuluu kyseisen järjestelmän tai laitteen asennukseen. Jos jää jokin asia selvittämättä, asia tulee esille viimeistään siinä vaiheessa, kun pitäisi asentaa kyseessä olevaa laitetta. Yleisimmin käy niin, ettei asennus kuulu kenellekään ja kustannukset kaatuvat SRV:lle.

Monesti hankintarajauskaaviota tehdessä kannattaa kysyä mielipiteitä joidenkin laitteiden asennuksiin kohteen työpäälliköltä ja vastaavalta mestarilta. Aina välttämättä edellinen toimintamalli ei ole todettu hyväksi toisen puolesta.

8 Urakan hinnoittelu

Jokaisen kohteen LVIA-urakat lasketaan excel-pohjaisella työkalulla. Saatuja tuloksia verrataan kyselyvaiheessa urakoitsijoiden esittämiin urakkahintoihin. Urakkahinnat tulee laskea maanrakennus-, automaatio-, LVI- ja sprinkleritöistä. Arvioidut urakkahinnat olisi

hyvä saada mahdollisimman oikein, koska saatu laskelmia käytetään hyödyksi kohteiden neliöhintojen arvioimiseen sekä budjettiin.

Työkalua on helppo käyttää. Sinne on syötetty valmiiksi hintoja erilaisista ratkaisuista, esimerkiksi jos kohde tehdään kylpyhuone-elementteinä ja huoneistokohtaisella ilmanvaihdolla tai kylpyhuone-elementtinä ja keskitetyllä ilmanvaihdolla. Valitaan aina se kohta, joka toteutuu kohteessa ja muutetaan sarakkeeseen numero 1. Näin laskuri ottaa tämän huomioon. Valmiiksi syötettyjä hintoja joudutaan muuttamaan, ja kun kaikki kallistuu, materiaalit kallistuvat indeksikorotuksilla. Isomman kohteen neliöhinta on pienempi kuin pienemmän kohteen neliöhinta. Mitä suurempi on massa, sitä pienempi neliöhinta saadaan. Jos kohde toteutetaan konttikonehuoneella, niin tämä syötetään omana tietonaan laskentataulukkaan, konttikoneen hinta on esitetty konttikonetoimittajan lähettämässä tarjouksessa tai jos sitä on etukäteen tiedusteltu. Tarjouksen ja etukäteen kysytyn hinnassa ei ole suurta eroa, normaalisti n. +/- 5 000€.

Laskentaa varten tarvitaan tieto kohteen asuntojen lukumäärästä sekä erillistä wc-ti-loista, jotka sijaitsevat asunnoissa. Tämän avulla laskentatyökalu kertoo toteutuneet ratkaisut asuntojen lukumäärällä. Urakan hintaan vaikuttavat totta kai LVIA-ratkaisut, joten kun urakkahinnoittelua tehdään, tulee suunnitelmien olla miltei valmiit.

Lasketut hinnat kootaan erilliselle taulukolle, jonne myös lisätään sähköurakan hinta. Samaiseen dokumenttiin arvioidaan budjetit toimintakokeille ja vastaanotolle, asennus- ja aikatauluvalvonnalle sekä suunnittelun ohjaukselle. Dokumentti tallennetaan omaan kansioon ja käydään vielä läpi esimiehen kanssa, jos hän näkee tämän tarpeelliseksi.

9 Urakkaneuvottelut

9.1 Valmistautuminen urakkaneuvotteluihin

Suunnitelmien hyvä sisäistäminen ja ymmärrys antavat hyvät valmiudet urakkaneuvotteluihin. Urakkalaskentasuunnitelmia tarkastettaessa on hyvä kirjata itselleen muistiin kohtia, jotka on hyvä ottaa esille urakoitsijan kanssa neuvotteluissa.

Neuvotteluihin valmistautuminen vaatii myös tarjouksen sisäistämisen. Tarjouksissa voi olla esitetty kohtia, jossa jokin osa-alue ei sisälly urakkaan tai että jossa ilmanvaihtokoneet on huomioitu urakassa toisen valmistajan koneilla. SRV:llä urakoitsijalla ei ole mahdollista vaihtaa suunnitelman mukaisia tuotteita.

9.2 Urakkaneuvottelu

Urakkaneuvottelut pidetään aina urakoitsija kohtaisesti. Neuvottelussa täsmennetään teknisiä- ja sopimusasioita. Neuvottelut käydään esityslistan mukaan, joka jaetaan ennen neuvotteluita ja se käydään järjestyksessä läpi. Esityslista perustuu YSE 1998:n mukaiseen pohjaan. (3, s. 14, § 63.)

Urakkaneuvotteluita pidetään kohteesta riippuen 1–3 eri urakoitsijan kanssa. SRV:llä urakkaneuvottelut järjestää kohteeseen nimetty hankkija. Hän myös pitää pöytäkirjaa ja laatii muistion neuvotteluista. Paikalla urakkaneuvotteluissa on urakoitsijan edustaja, SRV:ltä hankkija, työpäällikkö, vastaava mestari sekä suunnittelun ohjauksessa ollut LVI-puolen henkilö. SRV:n TATE-henkilö osallistuu LVI- ja sprinkleriurakkaneuvotteluihin sekä tarvittaessa maanrakennusurakkaneuvotteluihin.

Neuvotteluissa TATE-henkilö käy läpi työn teknisen sisällön. Tässä kohtaa kerrotaan kaikki asiat, jotka pitää olla huomioituna urakassa, ja voidaan sopia joitakin asioita keskenään urakoitsijan kanssa. Myös vastaavalla mestarilla on yleensä omat toiveet tietyissä toimintatavoissa. Kaikki käydyt asiat kirjataan muistioon, joka lähetetään vielä urakoitsijalle tarkastettavaksi. Jos laskenta-aikana on tullut muutoksia suunnitelmiin, muutokset tulee toimittaa urakkaneuvottelujen yhteydessä urakoitsijalle. Urakkahinta voi muuttua kumpaakin suuntaan muutoksista johtuen. Kaikki muutoksien päivämäärät pitää kirjata urakkaneuvottelumuistioon.

Lisä- ja muutostöiden periaate käydään myös läpi neuvotteluissa. Urakoitsijalle lähetetään hankkijan toimesta lisä- ja muutostyö-dokumentti, jonka urakoitsija täyttää ennen neuvotteluita. Urakoitsija täyttää dokumenttiin

- normituntikertoimen, joka on voimassa olevan talotekniikka-alan työehtosopimuksen mukainen
- sosiaalikulustannuskertoimen. Tähän urakoitsija määrittelee kertoimen.
- ateriakorvauksen, joka on voimassa olevan talotekniikka-alan työehtosopimuksen mukainen
- työnjohtokulut, normaalisti 5 %
- haittalisän. Haittalisä ei koske ilmanvaihtotöitä.
- matkakulut, jotka ovat voimassa olevan talotekniikka-alan työehtosopimuksen mukaisia.
- yleiskustannuslisän, 12 %

Näiden tietojen pohjalta saadaan työkerroin lisä- ja muutostyölle, joka kerrotaan työpalkalla. Kuvassa 7 on työkertoimen muodostumisesta esimerkkilaskenta, joka pätee vain putkiurakoitsijan kanssa. Ilmanvaihtourakoitsija ei ole oikeutettu saamaan haittalisää, jolloin hänen normikertoimensa olisi tässä tapauksessa pienempi.

Työpalkka (NH)	16,13	16,13
Sos.kustannukset	50 %	8,07
Ateriakorvaus	10,25/8	1,28
Työnjohtokulu	5 %	1,21
Haittalisä	7 %	1,69
matkakulut	6.euro	0,75
yleiskustannuslisä	12 %	3,50
yhteensä		32,63
Työkerroin NH:lle		2,02

Kuva 7. Esimerkkilaskenta työkertoimen muodostumisesta.

9.3 Maksuerätaulukko

Urakoitsija toimittaa maksuerätaulukon hyväksyttäväksi. Maksuerätaulukko liitetään sopimuksen yhteyteen. Ilman hyväksyttyä maksuerätaulukkoa sopimusta ei allekirjoiteta. Maksuerätaulukko koostuu maksueristä, joissa on määritetty jokaiselle erälle oma

summa. Summat muodostuvat urakan laajuudesta ja maksuerin määrästä. TATE-henkilön on tarkastettava maksuerätaulukko ja pyrittävä huomioimaan kaikki mahdolliset työvaiheet, joita työmaa-aikana ilmenee. Hyvänä esimerkkinä maksuerän lisäyksestä urakoitsijan esittämään pohjaan on toimintakokeiden valmius ja näiden suorittaminen hyväksytysti. Hyvin useasti tätä ei ole huomioitu maksuerissä mitenkään, vaikka nykyaikana toimintakokeiden valmius on iso tekijä kohteen luovutuksen kannalta.

SRV:llä on maksuerätaulukon aihealueisiin mallipohja, jota päivitetään tarpeen vaatiessa.

10 Yhteenveto

Insinööriytyössäni selvennetään LVI-suunnitteluohjauksen prosessi rakennusliikkeen näkökulmasta. Suunnitteluohjauksen prosessit kirjoitettiin auki uusia työntekijöitä varten, jotta prosessin sisäistäminen tapahtuisi nopeammin. Työn tuotoksena tuotettiin myös tarkastuslista suunnittelun ohjauksessa työskentelevien henkilöiden tueksi. Vaikka SRV Rakennus Oy:llä on valmiiksi erilaisia mallipohjia, työselostuksia, järjestelmäkuvausta ym., kuitenkin aina suunnitelmista löydetään puutteita. Välillä puutteita on paljon. Tämä riippuu lähtökohtaisesti siitä, onko jo entuudestaan tuttu suunnittelija ollut kohteessa mukana vai onko mukana ollut uusi suunnittelija.

Tärkeintä on saada tarkastettua suunnitelmat riittävän hyvin urakkalaskentavaiheessa, jottei tarvitse tehdä muutoksia urakkaneuvotteluiden jälkeen. Näillä on kustannusvaikutuksia rakennuttajalle sekä suunnittelutoimistolle. Tarkastuslistalla yritetään saada mahdollisimman monet puutteet korjattua. Näin kysymyksiä jää työmaalle vähemmän, mikä jouhevoittaa rakentamista kaikkien näkökannalta. Turhat kysymykset ja selvitystyöt vievät aikaa muista projekteista.

Insinööriytyölleni asetetut tavoitteet täyttyivät, prosessi saatiin avattua sekä tarkastuslista laadittua. Olen saanut paljon hyötyä insinööriytyön tekemisestä. Suunnitteluohjauksen prosessi on tullut vahvemmin sisäistettyä ja matkan varrella on tullut opittua paljon liittyen suunnitelmin tarkastamiseen. Insinööriytyön ohessa tilattu tarkastuslista saatiin valmiiksi, josta SRV:n suunnittelun ohjauksessa toimivat henkilöt saavat hyvät edellytykset suunnitelmien tarkastamiseen. Tarkastuslistaa joutuu ja pitääkin tarkentaa aina uusien ongelmakohtien tultua esille, jotta tulevaisuudessa osataan näiltä välttää.

Lähteet

- 1 Energiatodistus. 2018. LVI 02-10622. Rakennustieto Oy.
- 2 Rakennuksen energiatehokkuus. 2012. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D3. Helsinki: ympäristöministeriö.
- 3 Rakennusalan yleiset sopimusehdot. 1998. Ratu 417-T. Rakennustieto Oy.
- 4 SRV Rakennus Oy. 2018. Verkkoaineisto. <<https://www.srv.fi/srv-yhtiona/>>. Luettu 14.11.2018.
- 5 Seppänen, Olli; Seppänen, Matti. 1996. Rakennusten sisäilmasto ja LVI-tekniikka., uudistettu painos. Helsinki: Suomen LVI-liitto ry.
- 6 Harju, Pentti. 2004. Talotekniikan automaatio – oppilaan kirja: automatiikka, mitaus, säätö., uudistettu painos. Kouvola: Penan tieto-opus.
- 7 VAK. 2015. Verkkoaineisto. Ouman. <http://ouman.fi/documentbank/Ouman_Keskukset_brochure_fi.pdf>. Luettu 15.11.2018.
- 8 LVI-selostusohje. 2003. LVI 03-10360. Rakennustieto Oy.
- 9 Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 4. Talotekninen suunnittelu. LVI 03-10569. Rakennustieto Oy.
- 10 Savunhallintapelti ESAS. 2018. Verkkoaineisto. Fläktwoods. <<http://resources.flaktwoods.com/Perfion/File.aspx?id=c2826699-051a-4d7a-96c9-054267d52fdf>>. Luettu 1.11.2018.
- 11 Savunhallintapelti ESAM. 2014. Verkkoaineisto. Fläktwoods. <<http://resources.flaktwoods.com/Perfion/File.aspx?id=2843618d-b6c8-4089-b5cc-8bfb5f57b6e7>>. Luettu 1.11.2018.
- 12 Energiatodistusopas 2018. 2018. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <http://energiatodistus.motiva.fi/midcom-serveattachmentguid-1e8ea8b7adc2802ea8b11e89b1a77278a7d4c494c49/energiatodistus-opas_2018_varsinainen_opas.pdf>. Luettu 6.1.2019.