

Mikko Pusa

Tulevan työalueen suunnitelmien katselmus ja asennustöiden yhteensovitus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK) -tutkinto

Rakennusalan työnjohto, LVI

Opinnäytetyö

28.11.2012

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Mikko Pusa Tulevan työalueen suunnitelmien katselmus ja asennustöiden yhteensovitus 26 sivua + 4 liitettä 28.11.2012
Tutkinto	rakennusmestari (AMK)
Koulutusohjelma	rakennusalan työnjohto
Suuntautumisvaihtoehto	LVI-tekniikka
Ohjaajat	yksikönjohtaja Tapani Nousiainen lehtori Erkki Sainio
<p>Lopputyön aiheeksi valittiin tulevan työalueen suunnitelmien katselmukset ja asennustöiden yhteensovitukset. Työ on tehty SRV Rakennus Oy:lle.</p> <p>Työssä käsitellään tärkeimpiä vaiheita, jotka liittyvät tulevan työalueen suunnitelmien toteutuskelpoisiksi saattamiseen työmaalla. Aihe kiinnosti minua, koska LVI-alan valvonta-tehtävissä työskennellessä olen huomannut tasopiirustusten käytäntöön soveltamisen olevan yksi haastavimpia tekijöitä työmaalla, koska nykyaikana projektimuotoisessa rakentamisessa kaikkien osa-alueiden hiomiseen ei ole aikaa samaan tapaan kuin aikaisemmin.</p> <p>Työn tarkoitus on antaa yleispätevä katsaus talotekniikkasuunnitelmien katselmointiin ja asennustöiden yhteensovittamiseen. Tämä on tärkeä osa rakentamisprojektia kokonaisuutena, koska talotekniikan osuus budjetissa on kasvanut koko ajan viime vuosikymmeninä, ja kehitys tuskin pysähtyy nykytilanteeseen.</p> <p>Työn yhteydessä on myös esitetty muutamia esimerkkejä tarkastuslistoista, joilla voidaan seurata talotekniikka-asennusten edistymistä ja hallita talotekniikan kenttää kokonaisuutena.</p>	
Avainsanat	LVIS, laadunvarmistus, valvonta, työnjohto

Author Title	Mikko Pusa Review and coordination of an upcoming work site
Number of Pages Date	26 pages + 4 appendices 28 November 2012
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Programme	Construction Site Management
Specialisation option	HVAC Engineering
Instructors	Tapani Nousiainen, Head of Department Erkki Sainio, Senior Lecturer
<p>The main goal of this final year project was to study and introduce the typical HVAC-related coordination issues usually faced at a modern construction site. The thesis emphasizes commercial construction since the experience was gathered in that field. Also, the purpose of the thesis was to give an overall picture about how to control the tasks an HVAC supervisor has to carry out when moving to a new work site.</p> <p>As work method, participation in coordination meetings and memo writing were used. In addition, careful study of all the factors that could cause coordination issues was the key to the results. Also, an important issue was to study how tight schedules, typical in today's construction, affect the quality of plans and assembly.</p> <p>As a result, the thesis showed which coordination issues an HVAC supervisor should pay attention to. Unexpectedly, the thesis sprang some new ideas which could be good choices for a final year project topic in the near future.</p>	
Keywords	HVAC, supervising

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Työn näkökulma	2
2.1	Kirjoittajan suhde aiheeseen	2
2.2	Uudis- ja korjausrakentaminen	3
2.2.1	Määritelmä	3
2.2.2	Talotekniikan uudisrakentaminen	3
2.2.3	Talotekniikan korjausrakentaminen	4
2.3	Talotekniset väistötyöt	4
3	Katselmukset ja asennustöiden yhteensovitukset	6
3.1	Katselmukset	6
3.1.1	Katselmuksen määritelmä	6
3.1.2	Projektin hankintojen suunnittelu	7
3.1.3	Katselmus uudisrakentamisessa	8
3.1.4	Katselmus korjausrakentamisessa	9
3.2	Talotekniset yhteensovitukset	10
3.2.1	Yhteensovituksen määritelmä	10
3.2.2	Asennusten aikataulut, järjestys ja sijoittelu	11
3.2.3	Tekniikan törmäilyt	12
3.2.4	Keinoja välttää tekniikan törmäilyt	14
3.3	Malliasennukset	15
3.3.1	Malliasennukset yleisesti	15
3.3.2	Talotekniikan malliasennukset	15
3.4	Valvojan rooli katselmoinnissa ja yhteensovituksessa	16
3.5	Pääsuunnittelijan vastuut suhteessa talotekniikkaurakkaan	16
4	Alaslasketun katon ja yläpuolinen tekniikka	18
4.1	Alaslasketut katot ja talotekniikka	18
4.2	Alaslasketut katot uudisrakentamisessa	20
4.3	Alaslasketut katot korjausrakentamisessa	20
5	Tekniikkakuilut	22
5.1	Kuilut yleisesti	22

5.2	Kuilut uudis- ja korjausrakentamisessa	22
6	Suunnitelmapuutteet ja niiden vaikutus yhteensovittamiseen	24
6.1	Suunnitelmapuute	24
6.2	Suunnitelmapuutteiden syitä ja seurauksia	24
6.3	Toiminta puutteellisten suunnitelmien kanssa	25
7	Tulevaisuuden näkymiä	26
7.1	Vaatimusten kasvu	26
7.2	Yhteenveto	26
	Lähteet	27
	Kuvat	28
	Liitteet	
	Liite 1. Vinjettiaikataulu	
	Liite 2. Alakaton yläpuolisen tekniikan tarkastuskortti	
	Liite 3. Huonekortti	
	Liite 4. Kuiluasennusten tarkastuskortti	

1 Johdanto

Talotekniikan määrä rakennuksissa ja osuus rakentamisprojektin kustannuksista on viime vuosikymmenien aikana kasvanut merkittävästi. Samoin vaatimukset talotekniikalta ovat ohessa kasvaneet; onhan talotekniikan ensisijaisena tavoitteena luoda miellyttävä työskentely- tai oleskeluympäristö. Talotekniikan kasvanut määrä ja uudentyyppisten järjestelmien käyttöönotto luovat aina omat haasteensa kohdistuen koko projektiin osallistuvaan henkilöstöön.

Tämä työ käsittelee aihetta LVI-valvojan näkökulmasta. Työn tarkoituksena on antaa yleispätevä kokonaiskuva rakennusprojektin talotekniikkaurakan hallinnasta, joten tämä työ käsittää putki, ilmastointi, sprinkleri- ja automaatioalat. Lisäksi sähköjärjestelmät sivuavat työn aihealuetta. Työ perustuu liike- ja toimitilarakentamisesta saatuihin kokemuksiin.

Tulevan työalueen suunnitelmien katselmoinnissa ja asennustöiden yhteensovituksessa kohdataan aina haasteita, koska projektit ja projektiorganisaatiot ovat aina erilaisia. Lisäksi mahdolliset kuilut tiedonsiirrossa, kun alalta siirtyy osajia pois työelämästä, tuovat oman haasteensa. Järjestelmät tulee yhteen sovittaa aikataulullisesti ja käytävissä olevan asennustilan vaatimukset ja rajoitteet huomioiden. Projektityöskentely on luonteestaan johtuen syklistä, joten rakentamisessa myös helposti törmätään samoihin yksittäisiin ongelmiin, joihin on vastaavissa kohteissa törmätty aikaisemminkin, mutta juuri kuluvan projektin alussa ei ole osattu varautua.

Mestarityön tavoitteena on kehittää toimintoja, joiden avulla talotekniset suunnitelmat katselmoidaan ja asennustyöt yhteensovitetaan työmaalla. Aina olisi hyvä pysähtyä miettimään kuinka omia ja muiden vallitsevia toimintatapoja voisi kehittää, huolimatta siitä, että rakentamisessa usein vallitsee toimintatapoja, joita on vain totuttu käyttämään vuosikymmenet.

Tavoitteena on myös saada työssä esitetyt katselmoinnin ja asennustöiden yhteensovituksen kehittämiseen suunnitellut menetelmät osaksi työn tilanteen SRV:n talotekniikan laatujärjestelmää tulevissa työkohteissa ja näin ennakoida ja ehkäistä ongelmia, jotka liittyvät talotekniikan yhteensovittamiseen liike- ja toimitilarakentamisessa.

2 Työn näkökulma

2.1 Kirjoittajan suhde aiheeseen

Olen työskennellyt työn tilanteen SRV Oy:n palveluksessa vuodesta 2011 lähtien LVI-valvoja-harjoittelijana. Työ on kirjoitettu rakennusprojektin pääurakoitsijan näkökulmasta. Aloihin, jotka ovat kuuluneet omaan työnkuvaani tätä työtä tehdessä, ovat putki, ilmanvaihto, sprinkleri ja rakennusautomaatio. Edellä mainitun joukon kahdesta jälkimmäisestä alasta olen oppinut pääasiassa käytännön kautta, koska nämä alat eivät sellaisenaan kuulu koulutusohjelmani opetuksen sisältöön.

Sähköala, joka on nykyaikaisten järjestelmien myötä erittäin tärkeä osa talotekniikkaa, ei suoraan kuulu omien työtehtävieni kenttään. Tästä huolimatta sähköjärjestelmien vaatimukset suunnitelmien yhteen sovittamisessa ovat huomattavat sekä töiden suorituksen että aikatauluttamisen kanssa.

Tulevan työalueen suunnitelmien katselmointiin ja asennustöiden yhteensovitukseen liittyvät asiat ovat merkittävimmissä osassa työssä aina siirryttäessä uusille työalueille jatkuen aina kohteen valmistumiseen saakka. Varsinaiseen rakentamistaikaan ja suorittamiseen liittyvien asioiden lisäksi rakennusprojektissa tulisi myös huomioida rakennuksen huollettavuuteen liittyvät asiat, joten myös valmistumisen jälkeisellä ajalla on merkitystä tässä suhteessa. Rakennuksen on oltava myös käytännössä toimiva ja kohtuullisella työmäärällä huollettava unohtamatta pitemmällä aikavälillä myös muunneltavuutta vaihtuvien käyttäjien tarpeisiin.

Tätä työtä varten hankittu aineisto ja kokemus ovat peräisin liike- ja toimitilarakentamisesta aikavälillä toukokuu 2011 - kesäkuu 2012 Kaisa-talon työmaalta Helsingin keskustassa. Kyseinen työmaa käsitti yliopistorakennuksen maanalaisen osan laajamittaisen saneerauksen ja maanpäällisen osan uudisrakentamisen. Kesäkuusta 2012 eteenpäin hankittu aineisto on peräisin vanhalta nimeltään Itäkeskuksena tunnetun kauppakeskuksen saneerauksesta.

Tekstissä uudis- ja korjausrakentamiselle on osassa kappaleita selkeyden vuoksi jaettu omat osionsa. Lisäksi uudis- ja korjausrakentamiseen liittyy omat erityispiirteensä, jotka tulisi ottaa huomioon aihetta tarkastellessa. Kuitenkin projektit ovat aina yksilöllisiä,

joten edempänä esitettyjen asioiden ei voida aina olettaa mustavalkoisesti kuuluvan vain toiseen luokkaan. Tässä kohtaa on otettava myös huomioon, että on olemassa myös kohteita, jotka käsittävät sekä uudis- että korjausrakentamista, esimerkiksi liisasiipien tai rakentaminen uusien kerrostasojen rakentaminen on esimerkki tällaisesta. Tällaisessa rakentamisessa on otettava huomioon myös kahden osan rajapinnalla tapahtuva toiminta.

2.2 Uudis- ja korjausrakentaminen

2.2.1 Määritelmä

Kaikki rakentaminen myös talotekniikan osalta voidaan karkeasti jakaa uudis- ja korjausrakentamiseen. Uudisrakentamisella tarkoitetaan kaikkea sellaista luvanvaraista rakentamista, jonka tuloksena syntyy uusi rakennus tai uutta tilaa jo olemassa olevan rakennuksen yhteyteen [1]. Tällaisessa rakentamisessa koko rakennuksen talotekniset järjestelmät ovat uusia ja toteutetaan uusimpien määräysten mukaan.

Korjausrakentamisella tai saneerauksella tarkoitetaan toimintaa, jolla olemassa olevan rakennuksen tai sen osien kuntoa pyritään parantamaan. Korjausrakentaminen voidaan vielä erikseen jakaa laajamittaisempaan perusparannukseen tai suppeampaan kunnostukseen [2]. Yleisesti ottaen uusia innovaatioita tai käytäntöjä voidaan helpommin soveltaa uudisrakentamisessa, koska vanhat järjestelmät eivät tuo omaa rajoitettua, sekä käytännön että kustannusten osalta.

2.2.2 Talotekniikan uudisrakentaminen

Uudisrakentamisessa varsinaisten rakennusosien lisäksi talotekniikka on täysin uutta. Käytettävät materiaalit, laitteet ja sijainnit ovat näin mahdollista toteuttaa puhtaalta pöydältä. Toteutus tapahtuu uusimpien määräysten ja suositusten mukaan. Tällaisia kokoelmia ovat muun muassa Suomen rakentamismääräyskokoelman D-osat ja Rakennustieto Oy:n TalotekniikkaRYL 2002.

Kuten edellisessä osiossa mainittiin, yleisesti ottaen voidaan sanoa, että uudenlaisia järjestelmiä, työmenetelmiä tai töiden yhteensovittamismalleja on helpompi kokeilla ja toteuttaa uudiskohteessa kuin saneerauskohteessa. Tämä tietenkin tuo oman haasteensa erityisesti projektien loppupäähän, sillä nykyaikana toimintakokeet vaativat ai-

kaa ja resursseja. Pelkät järjestelmät eivät voi kehittyä yksinään, vaan tarvitaan myös henkilöstön kehittämistä ja sitoutumista oppimaan uusia asioita.

2.2.3 Talotekniikan korjausrakentaminen

Talotekniikan korjausrakentaminen eroaa uudisrakentamisesta esimerkiksi sillä, että vanhassa rakennuksessa on jo olemassa vanhat, joko käytössä olevat tai käytöstä poistetut talotekniset järjestelmät. Uudistettavan talotekniikan määrä on riippuvainen vanhan järjestelmän muunneltavuudesta ja kunnosta. Hyväkuntoista vanhaa järjestelmää hyödynnetään, mikäli siihen liittyminen on järkevää tai mahdollista. Liian huonokuntoinen vanha järjestelmä puretaan uuden esimerkiksi energiatehokkuudeltaan paremman järjestelmän tieltä.

Talotekniikan korjausrakentamisessa uusi järjestelmä tehdään korjausajankohdan määräyksiä vastaavaksi, kun työn laajuus sitä edellyttää. Käyttöön jäävää vanhaa järjestelmää ei kuitenkaan tarvitse vaihtaa vain siksi, ettei se täytä korjausajankohdan mukaisia vaatimuksia [3]. Järjestelmän vaihdosta voidaan tehdä esimerkiksi kannattavuuslaskelmat, joilla osoitetaan järjestelmän vaihtoon liittyvät kustannukset ja sijoituksen takaisinmaksuun kuuluva aika. Esimerkiksi lämmitysjärjestelmän tai valaistusohjauksen vaihto on yksi tyypillisimpiä esimerkkejä tällaisesta.

Uusien järjestelmien ja työmenetelmien mahdollisuudet ovat korjausrakentamisessa rajallisemmat kuin uudisrakentamisessa, mikäli saneerauksen laajuus ei käsitä koko talotekniikan kenttää ja käytössä olevia järjestelmiä uusitaan vain osittain. Näin korjausrakentaminen pääsääntöisesti käytännön syistä etenee aikaisempien järjestelmien ja työmenetelmien pohjalta. Myös budjetilla ja käsityksillä kohtuullisesta urakka-ajasta on merkitystä. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, ettei kehitystä voisi tälläkin suunnalla tapahtua.

2.3 Talotekniset väistötyöt

Väistötyöt voidaan lukea omaksi alueekseen, jotka eivät ole selkeästi joko uudis- tai korjausrakentamista. Näin ollen väistötyötä ei ole myöskään ennen projektia toimitetuissa urakkalaskentapiirustuksissa vaan ne luetaan urakan ulkopuoliseksi osaksi. Väistötyötä tehdään esimerkiksi käytössä olevan rakennuksen osittaisessa perusparannuk-

sessä. Väistötöiden tarkoitus on turvata rajapinnalla olevien tai rajapinnan läpi kulkevien järjestelmien toiminta myös rakennusaikana.

Väistötyöt ajoittuvat yleensä purkuvaiheeseen ja saattavat aiheuttaa katkoksia esimerkiksi vedenjakeluun tai lämmitykseen. Tässä suhteessa väistötyöt ovat lähempänä korjausrakentamista, koska olennaista katkoksien pituuden ja töiden yhteensovituksen suhteen on vanhan järjestelmän muunneltavuus. Esimerkiksi putkitöissä sulkujen sijoittelutiheys ja vaikutusalue on olennainen asia.

3 Katselmukset ja asennustöiden yhteensovitukset

3.1 Katselmukset

3.1.1 Katselmuksen määritelmä

Rakentamisessa katselmuksella tarkoitetaan tilaisuutta, jossa asianosaiset urakoitsijoiden ja projektinjohto-organisaation jäsenet ja mahdollisesti suunnittelija tai suunnittelijat kokoontuvat paikan päälle tulevalle työalueelle tutustumaan vallitseviin olosuhteisiin ja teknisen toteutuksen kannalta oleellisiin riskitekijöihin, jotka on tunnistettava ennen työn aloittamista. Näin jokaisella katselmukseen osallistuvalla on mahdollisuus esittää näkemyksiä tulevien asennusten toteutuksesta ja toimista, mitä työn hallittu eteneminen edellyttää muilta urakoitsijoilta.

Katselmuksessa käsiteltyjä asioita on ehdottoman tärkeä kirjata joko erilliseen muistiin tai urakoitsijan omaan työmaapäiväkirjaan, koska yhteistyön jatkuvuuden ja varsinaisen toteutuksen saumattoman etenemisen kannalta kirjallisena sovittu on aina helpompaa näyttää toteen jälkeenpäin, mikäli konfliktitilanteisiin ajaututaan.

Ennen katselmusta jokaisen tulisi kuitenkin tutustua suunnitelmiin huolellisesti. Liian usein ajallisia resursseja hukkaavia konfliktitilanteita syntyy, kun ilmenee että suunnitelmiin on tutustuttu hyvin pintapuolisesti tai ei ollenkaan. Tämä johtaa siihen, että suunnitelmissa esitetyn tulkinta tapahtuu vasta työmaalla, jossa kuitenkin pitäisi ajatus toteutusta varten olla jo valmiiksi esitettyinä. Tällaisissa tilanteissa projektinjohtourakoitsijan on syytä varata itselleen puheoikeus aikatauluasioissa, mikäli suunnitelmiin tutustumista ennen kokousta tai kokousvälillä ei ole tapahtunut.

Katselmuksen ajankohdaksi paras mahdollinen hetki on siinä vaiheessa kun kohteen rakennustekniset työt ovat riittävässä valmiudessa ja vastaavat niitä olosuhteita, joissa talotekniikan työt tullaan aikanaan suorittamaan. Uudis- ja korjausrakentamiseen liittyvien katselmusten erityispiirteitä on selvennetty jäljempänä. Ennen katselmusta jokaisen asianosaisen tulisi tutustua huolellisesti käytössä oleviin suunnitelmiin, koska ajankäytön kannalta suunnitelmiin tutustuminen paikan päällä on hidasta ja ajallisia resursseja kuluttavaa toimintaa. Tämä edellyttää myös, että pätevät suunnitelmat ovat käytet-

tävissä, sillä niiden puuttuminen on usein teknisen ja aikataulullisen yhteensovittamisen hidasteena.

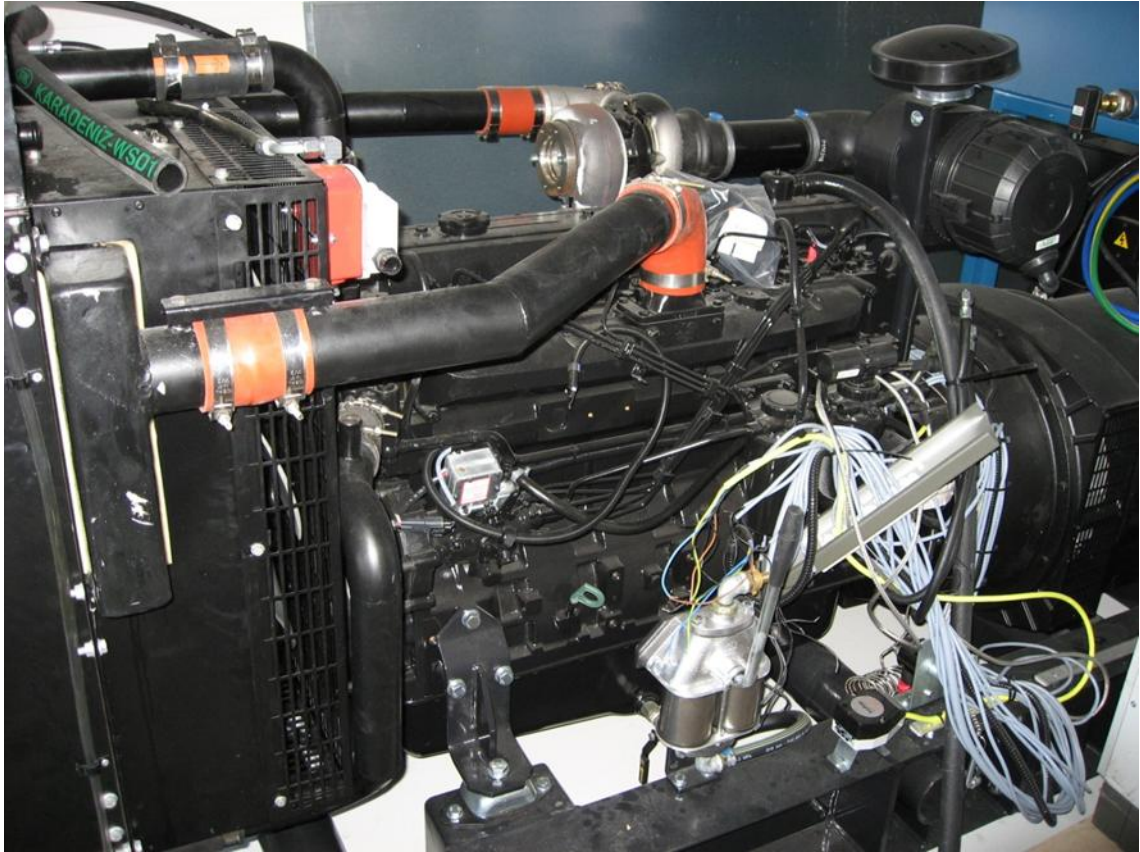
Olemassa oleviin suunnitelmiin tutustuminen huolellisesti on tärkeää sekä uudis- että korjausrakentamisessa. Aikatauluissa suunnitelmiin tutustumiselle varattu pelivara on joka tapauksessa nykyrakentamisessa niukka ja virheellisten tai puutteellisten suunnitelmien korjaaminen tai oikaisu kestää monesti luultua enemmän viestin kulkiessa koko ketjun läpi suunnittelijalta urakoitsijalle. Luonnollisesti nykyaikaisessa CAD-pohjaisessa suunnittelussa ketju on edelleen pitkä sisältäen muun muassa tiedostojen muokkauksen, mahdollisen uudelleensuunnittelutyön, tiedostojen talletuksen projektipankkiin ja varsinaisten paperisuunnitelmien toimituksen työmaalle.

3.1.2 Projektin hankintojen suunnittelu

Myös tulevaan työalueeseen liittyviä hankintoja olisi syytä miettiä tässä vaiheessa. Yleisesti ottaen kaikki projektin hankinnat ovat tärkeitä, sillä yllättävän pienilläkin asioilla on merkitystä erityisesti lähellä kohteen valmistumista tai luovutuksen jälkeisiä virheitä ja puutteita korjattaessa, mutta talotekniikkaan kuuluu myös hankintoja, jotka on syytä käsitellä erikseen yhteistyössä talotekniikkaurakoitsijan ja projektin pääurakoitsijan välillä.

Hankinnat, joille voidaan ennustaa pitkää toimitusaikaa, tulee huomioida työn suunnittelussa. Myös isokokoiset ja painavat koneet, joiden paikoilleen haalaus on haastavaa, pitäisi ottaa huomioon ja mahdollisesti haalata paikoilleen, ellei toimitus haittaa muita alueella suoritettavia töitä. Tällaisia voivat olla muun muassa ilmankäsittelykojeet, pakettina toimitettavat lämmönjakokeskukset tai varavoimalaitokset (kuva 1).

Edellä mainitun kaltaisten laitteistojen siirtoon liittyy toimitusaikoihin liittyvien riskien lisäksi myös työturvallisuusriskejä, jotka olisi syytä selvittää siirtoon osallistuvien osapuolten kesken.



Kuva 1. Kalliit ja logistisesti haastavat hankinnat tulisi huomioida riittävän varhaisessa vaiheessa. Kuvassa varavoimakone, jolla turvataan esimerkiksi koneellisen savunpoiston toiminta.

Hankinta-aikataulun liian vähälle huomiolle jättäminen alkuvaiheessa saattaa myöhemmin kostautua ja hidastuttaa koko kohteen etenemistä. Nykyisin rakennuksen käyttöönottoon liittyvät toimintakokeet ja muut tarkastukset vievät projektin loppupäässä huomattavan paljon aikaa ja resursseja, joten toimintakokeita vaativat laitteet tulisi painotetusti huomioida hankintoja suunnitellessa.

3.1.3 Katselmus uudisrakentamisessa

Uudisrakentamiskohteessa talotekniikan osalta katselmus tapahtuu korjausrakentamisen tapaan rakennusteknisten töiden ollessa riittävässä valmiudessa. Katselmukseen on kutsuttava asianosaisten talotekniikkaurakoitsijoiden edustajat, joilla on tulevia työvaiheita katselmuksen kohteena olevalla alueella. Mahdollisuuksien ja tarpeen mukaan kutsutaan myös ne rakennusurakoitsijoiden edustajat, joiden alueella jatkuviin tai alueelle tuleviin työvaiheisiin talotekniikan työt vaikuttavat. Tämä riippuu pääosin tilan tyyppistä ja käyttötarkoituksesta.

Katselmuksissa on kiinnitettävä huomiota asennustilan luomiin rajoitteisiin sekä taloteknisten töiden keskinäiseen asennusjärjestykseen. Erityisesti kahden urakoitsijan yhteistoimintaa vaativat osat on tarpeellista kirjata ylös. Tällaista asennuksien yhteensovituksessa ilmenevää ongelmaa kutsutaan alan puhekielessä risteilyksi tai törmäilyksi.

3.1.4 Katselmus korjausrakentamisessa

Korjausrakentaminen eroaa uudisrakentamisesta sillä, että vanhaa järjestelmää puretaan kappaleessa 2 esitellyn mukaisella tavalla. Vanhojen suunnitelmien pohjalta laaditaan erilliset purkus suunnitelmat, joiden pohjalta purettava osuus on merkittävä riittävän selkeästi. Merkitsemisessä on SRV:n työmailla käytetty muun muassa värikoodeja: vihreä väri tarkoittaa, että osan voi merkityltä matkalta purkaa ja punainen väri tarkoittaa, ettei osaa saa purkaa.

Vanhojen suunnitelmien osalta suunnittelijan tulisi tarkastaa, että vanhat suunnitelmat pitävät paikkansa. Hyvin usein vanhoista asennuksista löytyy osia, joita ei ole viety alkuperäisenä valmistumisajankohtana loppupiirustuksiin ja näin ollen vanhan järjestelmän laajentaminen ja järjestelmään liittyminen ei onnistu kuten oli suunniteltu. Suunnitelmista puuttuvia asennuksia voivat myös olla aikaisemman käyttäjän aikana tehdyt asennukset.

Urakoitsijoidenkin pitäisi perehtyä vanhojen suunnitelmien paikkansapitävyyteen. Tässä vaiheessa urakoitsijoiden tulee olla erittäin huolellisia, koska väärin perustein purettu osat aiheuttavat ylimääräistä hämmennystä sekä kerrannaisvaikutuksena lisäkustannuksia ja viivettä.

Uutta järjestelmää asennetaan riippuen vanhan järjestelmän muunneltavuudesta sekä kunnosta. Lisäksi eri aloilla on erilaisia vaatimuksia. Esimerkiksi vettä kantavien putkistojen saneerauksessa olennainen asia on sulkuventtiilien sijoittelun tiheys. Mitä lähempää uusittavaksi tarkoitettua osa sulkuventtiili sijaitsee, sitä vähemmän tarvitsee verkostoa tyhjentää purkutyön suorittamista varten. Sen sijaan ilmanvaihtotöissä tällaista rajoitetta ei tarvitse huomioida. Asia on kuitenkin myös kustannuskysymys ja osittain myös mielipidekysymys.

3.2 Talotekniset yhteensovitukset

3.2.1 Yhteensovituksen määritelmä

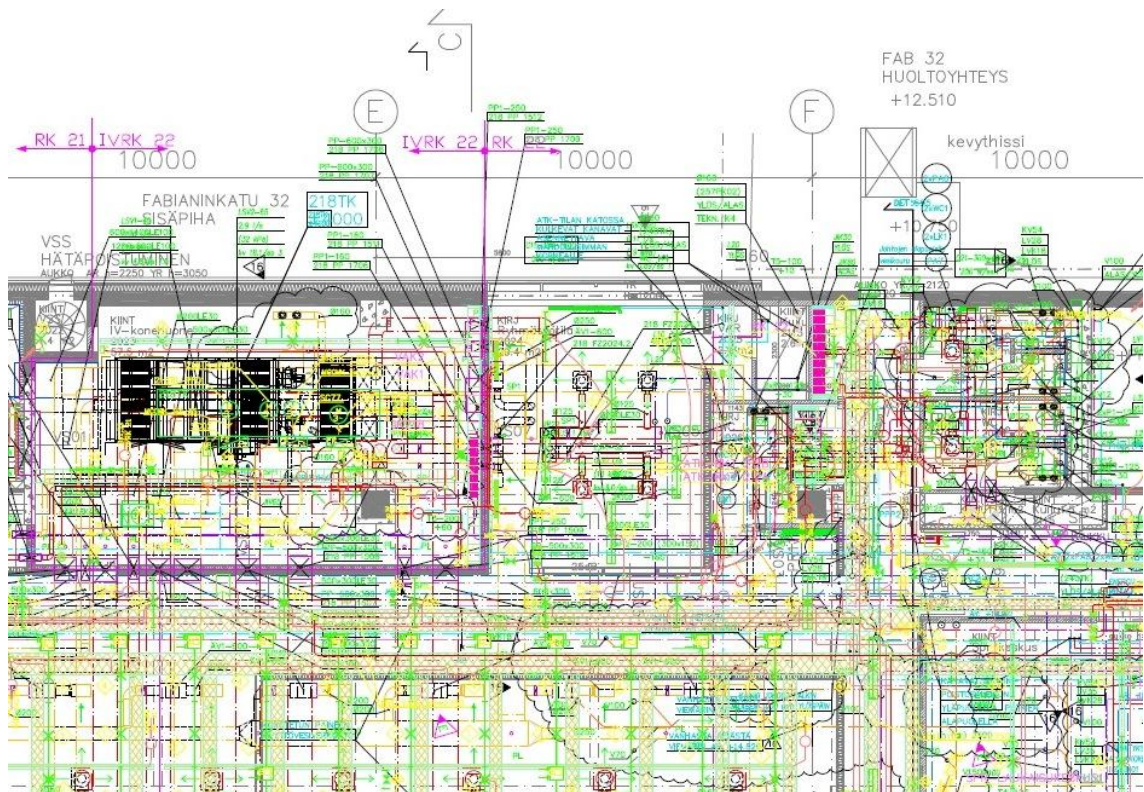
Talotekniikan yhteensovittamisen tarkoituksena on aikaansaada järjestelmä, joka on kestävä, toiminnallisesti moitteeton sekä helposti huollettavissa. Tämä vaatii, että järjestelmät ovat asennettu keskenään järkevässä järjestyksessä. Lisäksi tulisi huolehtia esimerkiksi siitä, että vesiputkistojen venttiileille ja ilmakelloille sekä ilmanvaihdon säätimille (kuva 2) on esteetön pääsy. Myös toteutuksen visuaalisella puolella on merkitystä erityisesti jätettäessä talotekniikkaa näkyviin.



Kuva 2. Suunnittelussa myös esteetön pääsy kuvassa esitetyille mittareille ja säätimille tulisi huomioida.

Talotekniikan määrä ja vaatimukset ovat viime vuosikymmeninä kasvaneet huomattavasti samaan aikaan kun aikatauluja on kiristetty nopeampaa työskentelytahtia vaativaksi. Tämä muodostaa erityisen haasteen yllä mainittujen taloteknisten asennustöiden yhteensovittamiseksi rakennusprojektissa. Vaikka koko talotekniikka voidaan esittää

yhden värillisen yhdistelmäpiirustuksen (kuva 3) avulla, vaatii piirroksen ymmärtäminen ja käytäntöön soveltaminen pitkää kokemusta.



Kuva 3. Kuvassa esitetyn värillisen LVIS-yhdistelmäpiirroksen avulla talotekniikkaa voidaan tarkastella yhtenä kokonaisuutena.

3.2.2 Asennusten aikataulut, järjestys ja sijoittelu

Urakan etenemisen kannalta oleellista on, että asennusjärjestys on oikea sekä aikataulut ovat huolellisesti laadittuja. Sovituista aikatauluista kiinni pitäminen on myös ehdottoman tärkeää sekä rakentamisen alku- että loppuvaiheessa, sillä viiveet aiheuttavat usein töiden kasautumista ja johtavat siihen, ettei kaikkia työvaiheita pystytä suorittamaan. Nykyaikana talotekniikassa aikatauluista kiinni pitäminen on tärkeää myös siksi, että etenkin liike- ja toimitiloissa toimintakokeet vievät paljon aikaa urakan loppuvaiheessa.

Aikatauluja laadittaessa on tärkeää, että työt on jaettu esimerkiksi lohkoittain [4, s. 44]. Varsinaisen yleisaikataulun ohella voidaan käyttää myös muun tyyppisiä aikatauluja asennusten ajalliseen etenemiseen sekä mestojen vapautumiseen. Liitteissä on esitet-

tynä matriisimuotoinen vinjetiaikataulu (liite 1). Vinjetin peruslähtökohtana on lohkojako sekä viikoittainen tarkastusväli eri työvaiheille.

Asennusten sijoittelusta TalotekniikkaRYL osan 1 kappaleen G06.11 määräys [5, s.44] esittää seuraavaa:

Työn suoritukseen vaikuttavien rakennusalueella, ulkona tai sisällä, olevien putkien, kanavien ja kaapelien täsmällinen sijainti selvitetään ennen asennustyön aloittamista.

Kappaleen ohjeessa esitetään myös, että tilojen käyttö ja asennusjärjestys on sovittava urakoitsijoiden kesken. Asennusjärjestys ja sijoittelu on suunniteltava siten, että asennukset, erityisesti näkyviin jäävät, ovat suorassa toisiinsa ja rakenneosiin nähden. Lisäksi kannakoinnista on TalotekniikkaRYL:ssä annettu määräyksiä ja ohjeita, joiden mukaisesti kannakointi on pystyttävä toteuttamaan. Lisäksi huoltoa vaativat kohteet tulee ottaa huomioon asennusjärjestyksessä.

Asennusjärjestystä päätettäessä on otettava huomioon eri järjestelmien erilainen tilantarve sekä toiminnalliset ominaisuudet. Esimerkiksi vaakatasossa kulkevissa asennuksissa sprinkleriverkosto voidaan sijoittaa ylimmäksi hyvin suoraviivaisen muotonsa ja toisaalta myös kahteen eri asennuskorkoon sijoitettavien suuttimien vuoksi. Ilmastointikanavien sijoittelussa tulee ottaa huomioon esimerkiksi paineenalennuslaatikoiden vaatima tila, joka voi ahtaassa alakattotilassa olla haastavaa. Alakatottomassa tilassa usein LVI-asennusten järjestyksessä määräävä tekijä ovat alimmaksi jäävät valaisinkiskot.

3.2.3 Tekniikan törmäilyt

Taloteknisten järjestelmien törmäilyt toisiinsa ovat puutteellisesta suunnittelusta tai suunnittelijoiden välisen yhteistyön puutteesta seuraava asia, joka kohdataan työmaalla lähes aina, oli sitten kyseessä joko uudis- tai korjausrakennuskohde. Tekstissä käytetään jatkossa edellä mainittua ilmaisua, koska kyseinen ilmaisu on alan ammattislangista vakiinnuttanut paikkansa myös muistioihin, pöytäkirjoihin ja sähköpostikieleen.

Teknisessä törmäilytilanteessa kaksi tai useampi järjestelmää on suunniteltu samaan paikkaan, eikä niitä voi työmaalla ilman erillistä uudelleensuunnittelua saada kulke-

maan järkevästi toisiinsa nähden esimerkiksi samassa alakattotilassa. Koska aikataulut ovat nykypäivänä melko vähän todellista pelivaraa jättäviä ja rakennusta ja sen sisältämiä järjestelmiä suunnitellaan hyvin paljon vielä rakentamisaikana ja jopa vastaanotomenettelyiden jo alettua joko käyttäjämuutoksina tai suunnitelmapuutteina, usein poikkeavat ratkaisut viedään vasta jälkeenkäin rakennuksen loppupiirustuksiin.

Syitä risteävien järjestelmien törmäämiseen on monia. Kyse voi olla suunnitteluvirheestä, sillä ihmiset tekevät edelleen virheitä vaikka suunnitteluohjelmistot ovatkin kehittyneet ja mahdollistaneet esimerkiksi kolmiulotteisen suunnittelun. Nykypäivänä suunnitelmien tarkastamiseen ja vertaamiseen keskenään ei ole välttämättä aikaa, vaikka ohjelmistot sen mahdollistaisivatkin.

Erityisen haastavia ovat tiettyä käyttötarkoitusta palvelevat tilat, esimerkiksi kapeat käytävät, palo-osastojen rajapinnat tai tiukkoihin desibelirajoihin asettuvat alueet, koska tilaa reittimuutoksille ei välttämättä ole.

Putkiurakan sekä ilmastointiurakan toteutuspiirustuksissa usein eristys jää liian vähälle huomiolle. Eristys kasvattaa putkistojen ja kanavistojen läpimittaa jopa moninkertaiseksi ja tämä tulisi huomioida suunniteltaessa läpivientejä joko kiinteisiin rakenteisiin tai esimerkiksi väliseiniin. Eristepaksuudet ja tyypit esitetään aina LVI-työselostuksessa, mutta usein tasopiirustuksissa eristyksiä ei esitetä. Eristysten esittäminen tasopiirustusten nimiö-osan yläpuolella sijaitsevassa piirrosmerkkien ja lyhenteiden selitteille varulla sivulla voisi säästää monelta vaivalta.

Eristyksen lisäksi myös kannakointi jää usein huomioimatta asennuksia yhteensovitettaessa. Putkistojen ja kanavien kannakointiin liittyvät vaatimukset ja ohjeet on esitetty TalotekniikkaRYL 2002:n LVI-kortissa LVI-12-10370. Syynä kannakoinnin vähälle huomiolle jäämiseen saattaa olla muun muassa, ettei kunnollisia leikkauskuvia ole tehty tai leikkauskuvat ovat hyvin suurpiirteiset. Mikäli työmaalla tehdään talotekniikan malliasennus, saattaa puutteellinen kannakoinnin suunnittelu paljastua tässä yhteydessä. Myös kannakointiin liittyvät asennuskorot puuttuvat luvattoman usein suunnitelmista, vaikka asennuskorkeus on yksi tärkeimpiä tietoja liittyen leikkaustason yläpuolella tehtäviin asennuksiin.

Mikäli malliasennusta ei kohteessa tehdä, eikä kannakointia ole huomioitu katselmuksen yhteydessä, saattaa tämä johtaa kannakoinnin törmäilyyn sekä kannakoinnista

johtuviin muihin ongelmiin, esimerkiksi alkuperäisen alakattokoron laskemiseen, mikäli mitään ei ole enää tehtävissä. Lievempiä tapauksia ovat puutteellisesti tai vinoon asennetut kannakkeet, mitä usein varsinkin alakatottomissa tiloissa joudutaan suorittamaan.

3.2.4 Keinoja välttää tekniikan törmäilyt

Törmäilyjen välttäminen tulisi olla jo suunnittelussa lähtökohtana. Näin ei todellisuudessa aina ole ja työmaalla on tärkeä rooli suunnitelmien yhteensovittamisessa. Tässä korostuu eri urakoitsijoiden välinen vuorovaikutus, kokemus ja valmius tehdä suunnitelmista poikkeavia ratkaisuja. Usein ratkaisut jäävät työmaan toteutettavaksi [6]. Tässä kohtaa on oleellista, että urakoitsijat ja heidän omat asennusryhmänsä osaavat toimia yhteistyössä myös kiireestä tai toisen viiveistä huolimatta. Eikä siitäkään ole haittaa, että eri urakoitsijat ymmärtäisivät enemmän myös oman alansa ulkopuolelta.

Ennustettavuuden kannalta urakoitsijoiden edustajien olisi syytä esimerkiksi pitää erillinen kokous törmäilyjen välttämiseksi, jossa myös eri alojen suunnittelijat ovat paikalla. Sopiva ajankohta tälle on esimerkiksi ennen uudelle kerrostasolle siirtymistä. Tämän työn esimerkikohteina toimineiden Kaisa-talon ja Itäkeskuksen työmailla on toimittu esimerkiksi seuraavin tavoin.

- Kaisa-talon työmaalla, joka oli melko suoraviivaisesti alhaalta ylöspäin etenevä liike- ja toimitilarakennus, suunnitelmien vertaaminen tapahtui siirryttäessä seuraavalle kerrostasolle. Lisäksi omia katselmuksiaan järjestettiin esimerkiksi liittymistä viereisiin rakennuksiin, joistakin teknisistä tiloista, mallihuoneista sekä tuulikaapeista.
- Itäkeskuksessa, joka on käynnissä tätä kirjoitettaessa, urakka on jaettu useisiin toisistaan huomattavasti poikkeaviin osakohteisiin. Näin ollen katselmusten järjestäminen on ajoitettu ennen purkutöiden aloittamista sekä purkutöiden jälkeiseen aikaan.

Kokouksissa verrataan suunnitelmia keskenään sekä esitetään omat näkemykset alueen mahdollisista ongelmakohtista sekä asennusjärjestyksestä. Pääasiat kirjataan erilliseen muistioon. Hyvin laaditun muistion tulisi sisältää kuvaukset hankalimmista reiteistä, koska näiden yhteensovittamisessa joka tapauksessa tullaan käyttämään eniten aikaa ja selkeiden pelisääntöjen puutteessa työt voivat pysähtyä. Myös suunnitel-

missä ilmenevät puutteet tulisi huomioida ensi tilassa ja kirjoittaa muistioon, koska puutteelliset suunnitelmat ovat yksi yleisimpiä viiveiden syitä.

Nykyaikana koko talotekniikka voidaan myös katselmoida 3D-mallinnuksena, mikä oikein käytettynä mahdollistaa hankalien reittien kartoituksen jo ennen varsinaiselle työalueelle siirtymistä. Tähän mennessä eniten 3D-mallinnuksia on käytetty arkkitehtimallien tekoon, mutta myös talotekniikassa tämä on yleistynyt [7]. Etuna 3D-mallinnuksella yhteensovittamiseen liittyviä ratkaisuja tehdessä on, että 3D-mallinnuksella saadaan myös konkreettisia havaintoja esille. Tasopiirustusten perusteella tehty yhteensovittaminen kun joka tapauksessa perustuu mielikuviin tilasta.

3.3 Malliasennukset

3.3.1 Malliasennukset yleisesti

3D-mallinnusta perinteisempi tapa havainnollistaa kohteen talotekniikka on malliasennus. Nämä eivät kuitenkaan ole suoraan toistensa vastineita, sillä malliasennuksilla on muitakin tavoitteita. Rakennustekniikassa malliasennuksia on esimerkiksi tehty, jotta suunnitelmissa esitettyjen tuotteiden, esimerkiksi pintamateriaalien, tason voidaan todeta vastaavan valmistajan lupauksia. Lisäksi tuotteiden tulee myös vastata pääsuunnittelijan tai tilaajan käsityksiä lopullisesta tasosta.

3.3.2 Talotekniikan malliasennukset

Myös talotekniikassa voidaan malliasennusten avulla katselmoida esimerkiksi märkätilojen LVI-kalustusta, käytävätilojen päätelaitteita tai näkyviin jääviä eristyspinnoitteita. Asennustöiden yhteensovituksen kannalta kuitenkin malliasennus, jossa on esitettyinä muun muassa lämmitys- ja jäähdytysrungot, vesijohdot, ilmastointikanavat, sprinklerirungot sekä sähköhylyt. Tällaisessa asennuksessa tulisi myös esittää käytettävät eristysmateriaalit sekä kannakointi, koska nämä jäävät liian usein suunnitelmissa huomiomatta.

Oikeanlaiseen paikkaan, esimerkiksi käytävän kattoon rakennetun malliasennuksen avulla voidaan usein sopia paitsi työn tavoiteltava laatutaso, myös tarkentaa asennusjärjestystä, eri järjestelmien mahdollisuuksia tehdä alituksia tai ylityksiä joko toisiinsa tai

rakenteisiin nähden. Myös asennuskorkoja voidaan tällaisen malliasennuksen avulla tarkentaa.

3.4 Valvojan rooli katselmoinnissa ja yhteensovituksessa

LVI-valvojan yksi tärkeimmistä tehtävistä on taata ja ylläpitää niitä edellytyksiä, joita eri talotekniikkaurakoitsijoiden yhteistyö vaatii. Tilaajan valitseman ja projektinjohtourakoitsijan palveluksessa työskentelevän valvojan tehtäväkenttä ja vastualueet eroavat jonkin verran toisistaan, mutta yhteisenä piirteenä on hyvän tilaajan edun valvonta hyvää rakennustapaa noudattaen kuitenkin objektiivisuus ratkaisuissa säilyttäen.

Tämä työ on kirjoitettu projektinjohtourakoitsijan palveluksessa työskentelevän valvojan näkökulmasta. Lisäksi eri yrityksillä on erilaisia käytäntöjä talotekniseen valvontaan liittyen, kuten myös yrityksen sisällä eri työmailla. Lisäksi valvojan henkilökohtaiset toimintatavat ja käytännöt vaihtelevat. Kattavin luettelo talotekniikkatöiden valvontaan liittyvistä tehtävistä on esitetty RT-kortiston osassa LVI-0310323.

Valvojan tulisi kuitenkin olla aina läsnä kokouksissa, jotka käsittelevät tulevaa työaluetta tai tekniikan yhteensovitusta. Koska talotekniikkaurakoitsijoita on useita, erityisen tärkeä asia on pitää langat kasassa eri alojen välillä ja turvata yhteistyö. Samoin tulisi huolehtia, että urakoitsijoilla on käytössään toteutuskelpoiset suunnitelmat, sillä suunnitelmapuutteet erityisesti nykyrakentamisessa haittaavat taloteknisten töiden etenemistä oikeassa aikataulussa.

Koska samat asiat jollakin tapaa toistuvat projektista toiseen, työvälineenä olisi hyvä käyttää esimerkiksi tarkastuslistoja. Mitään yleispätevää muotoa tarkastuslistoille ei ole, mutta peruslähtökohtana pitäisi olla talotekniikan jakaminen osiin. Tarkastuslistoja olisi hyvä tehdä sekä omaan käyttöön sekä yleisesti urakoitsijoiden kautta kierrätettäviksi. Tarkastuslistojen käytössä tosin on myös haasteena se, että tämä vaatii myös sitä, että urakoitsijat pitää saada tekemään myös hieman ylimääräistä työtä mikä on edellytys että listojen kierrätys toimii. Työn liitteissä on esiteltyä joitakin malleja tarkastuslistoista.

3.5 Pääsuunnittelijan vastuut suhteessa talotekniikkaurakkaan

Maankäyttö- ja rakennuslain 120 § 1 ja 2 momentit sanovat pääsuunnittelijan vastuusta seuraavaa:

Rakennuksen suunnittelussa tulee olla suunnittelun kokonaisuudesta ja sen laadusta vastaava pätevä henkilö, joka huolehtii siitä, että rakennussuunnitelma ja erityissuunnitelmat muodostavat kokonaisuuden, joka täyttää sille asetetut vaatimukset (pääsuunnittelija).

Myös pääsuunnittelijalla on oma vastuunsa taloteknisten suunnitelmien yhteensovituksista, sillä pääsuunnittelijan tehtäviin kuuluu jo Rakentamismääräyskokoelman A2-osan mukaisesti huolehtia eri alojen suunnittelijoiden yhteistyöstä [8, s. 8]. Tämä käytännössä vaatii, että myös pääsuunnittelija on mukana kokouksissa, jotka käsittelevät talotekniikan yhteensovittamista. Talotekniikka-alojen suunnittelijoiden tulee pystyä toimimaan yhteistyössä, kuten myös talotekniikan tulee toimia yhteistyössä rakennustekniikan kanssa ja pääsuunnittelija on tästä kokonaisvastuussa.

4 Alaslasketun katon ja yläpuolinen tekniikka

4.1 Alaslasketut katot ja talotekniikka

Yksi merkittävimpiä haasteita työmaalla on usein alaslasketujen kattojen yläpuolelle piiloon jäävä talotekniikka. Alaslasketun katon tarkoituksena on talotekniikan näkökulmasta tarkastellen peittää välipohjien alapuolella kulkevat talotekniset asennukset. Näkyviin alakaton pinnan tasolle jäävät esimerkiksi sprinklerisuuttimet, ilmanvaihdon päätelaitteet tai puhallinkonvektorin säleiköt (kuva 4). Huoltoa varten alakattoon olisi hyvä merkitä sulku- tai säätöventtiilien sijainnit esimerkiksi kyltillä tai tarralla.



Kuva 4. Puhallinkonvektori ja ilmanvaihdon päätelaite sovitettuna ruudutettuun alakattoon. Asennustilaa on runsaasti, mikä ei kaikissa tiloissa ole aina itsestäänselvyys.

Alaslaskettuja kattoja käytetään sekä umpirakenteisina sekä avattavina, niin sanottuina tekniikkakattoina. LVI-laitteiden sijainnin päättää usein arkkitehti, mutta sijoitukset voidaan myös jättää LVI-suunnittelijan tehtäväksi. Ruudutetussa alakatossa sijainti vara-

taan sekä toiminnan että ulkonäön kannalta käytännöllisimmistä ruudusta. Kahta laitetta ei tällaisessa alakatossa tule sijoittaa samaan ruutuun (kuva 5).



Kuva 5. Sprinklerisuutin ja päätelaite samassa ruudussa ja liian lähellä toisiaan.

Talotekniikan yhteensovittaminen on aina haastavaa alakatolisissa tiloissa. Usein tarjottu asennustila on niukka ja johtaa hyvin usein alkuperäisen koron laskemiseen. Tässä vaiheessa korostuu jälleen suunnitelmien keskenään vertaamisen merkitys. Jo suunnitteluvaiheessa tulisi myös huomioida huollettavuus.

Huollettavuus vaikeutuu erityisesti alakatolisissa tiloissa, mikäli tekniikan yhteensovittamisessa ei ole huomioitu esimerkiksi sulkuventtiileille, mittausyhteille tai muille huoltopisteille pääsyä. Osittain tästä syystä alakattopiirustusta kannattaa harkita LVIS-yhdistelmäpiirustuksen pohjaksi arkkitehtipohjan sijasta (kuva 6).



Kuva 6. Myös alakattopiirustusta voidaan käyttää yhdistelmäpiirustuksen pohjana kuten kuvassa.

4.2 Alaslasketut katot uudisrakentamisessa

Uudisrakentamisessa talotekniikkaurakoitsijoiden tulee tehdä asennuksensa alakatolisten tilojen yläpuolella pisteeseen, joka mahdollistaa alakattorungon valmiiksi tekemisen. Alakaton alapuolelle jäävät osat, kuten ilmanvaihdon päätelaitteet tai sprinklerisuuttimet asennetaan lopuksi kun alakaton levytys on valmis. Tilan niukkuus on joskus ongelma riippuen tekniikan määrästä suhteessa alakattomaailman tilaan. Yleensä tämä ei kuitenkaan ole yhtä ongelmallista kuin korjausrakentamisessa.

4.3 Alaslasketut katot korjausrakentamisessa

Korjausrakentamisessa usein tilanahtaus tulee ongelmaksi vanhoja rakennuksia uudistettaessa. Talotekniikan määrä on kasvamassa ja silloin erilaiset putkistot eristyksineen vievät entistä enemmän tilaa suhteessa vanhoihin asennuksiin. Joskus alkuperäistä alakaton korkoa joudutaan laskemaan, kuten uudisrakentamisessa, ja isommat runkolinjat vaativat joskus läpivientejä olemassa oleviin kantaviin rakenteisiin.

Kokonaisuutena alakattojen yläpuolinen talotekniikka on yksi tärkeimpiä osa-alueita talotekniikan yhteensovittamisessa, sillä alakattotyöt ovat usein työmaan yleisaikatau-

lussa pysymiseen merkittävästi vaikuttava osa. Talotekniikka-alan tuotekehitys on esitellyt joitakin innovaatioita helpottamaan osien sovitusta alakattoon. Tästä esimerkkinä on taipuisa sprinklerijohto (kuva 7).

Alakattojen yläpuolisten asennusten seurantaan on tämän työn lopussa esitetty erillinen tarkastuskortti, jota voidaan täydentää joko omaan käyttöön tai urakoitsijoiden kautta kierrättäen (liite 2). Kyseinen tarkastuskortti on kehitetty käytettäväksi pinta-alaltaan isoissa tiloissa, joissa toimitilarakentamisessa usein käytetään puoliläpinäkyviä verkkotyypisiä alakattoja. Kiinteitä tai akustolevyin ruudutettuja alakattoja varten syytä käyttää erityyppistä tarkastuskorttia (liite 3). Liiketilojen toimistot tai WC-tilat ovat esimerkiksi tiloja, joissa tällaisia voidaan käyttää.



Kuva 7. Taipuisalla sprinklerijohdolla voidaan merkittävästi helpottaa suuttimen alakattoon sovitusta.

5 Tekniikkakuilut

5.1 Kuilut yleisesti

Piiloon jääviä pystysuuntaisia talotekniikka-asennuksia voidaan kuljettaa myös joko suljetuissa tai huoltoluukulla varustetuissa kuiluissa. Kuilurakenteilla on myös tilan käyttötarkoituksesta riippuen enemmän tai vähemmän ääniteknistä merkitystä. Kuten alakattoihin, myös kuiluihin liittyy tekniikan yhteensovittamisongelmia, joskin erityyppisiä. Sähköjärjestelmät kulkevat alakatoista poiketen omissa kuiluissaan muusta talotekniikasta erillään.

Yhtälailta kuiluasennuksissa tulisi huomioida samat häiriötekijät kuin muissa talotekniikka-asennuksissa. Isojen runkolinjojen asennus vie aikaa, koska jo putkistojen massa vaikeuttaa asennustyötä. Samoin eristepaksuudet tulisi huomioida ja muistaa aika-aulujen vähäinen pelivara eristystöille.

Usein jossain vaiheessa rakennusprojektia kuiluihin asennettava talotekniikka aiheuttaa kokonaisuuden kannalta merkittäviä viiveitä. Koska yleisesti käytäntönä on, että betoniin tai muurattuihin rakenteisiin tehtävistä läpivienneistä vastaa projektin pääura-koitsija, tässä kohtaa jo voi syntyä tiedonsiirron katkoksia. Läpivienneistä, eristyspaksuudet huomioiden, tulisi aina sopia yhteisesti.

Kuiluihin tehtävät muutokset rakennuksen tiloja uudistettaessa tai käyttötarkoituksen vaihtuessa kokonaan ovat monesti jopa haastavampia kuin uudisrakennukseen tehtävät kuilut. Perussy on sama kuin alaslaskettujen kattojen yläpuolisen tekniikan muutoksissa: tila, joka on mitoitettu alkuperäisille järjestelmille, ei välttämättä vastaa nyky-päivän tai uuden järjestelmän asettamia vaatimuksia.

5.2 Kuilut uudis- ja korjausrakentamisessa

Uudisrakennuksessa uudet tekniikkakuilut voidaan suunnitteluvaiheessa mitoitaa tulevaa tekniikkaa varten. Myös huollettavuusnäkökulma tulisi huomioida suunniteltaessa esimerkiksi huoltoluukkujen sijaintia. Korjausrakentamisessa on muun talotekniikan korjausrakentamisen tapaan huomioitava alkuperäisen tai säilytettävän tekniikan muo-

dostamat rajoitteet sekä reiteille käytössä oleva tila. Myös rakennusteknisten osien, esimerkiksi huoltoluukkujen tuleva sijainti on syytä selvittää (kuva 8).



Kuva 8. Kuva kuilun sisäpuolelta. Ilmastointikanavat ovat osittain jäämässä tulevan oven eteen.

Korjausrakentamisessa, mikäli rakennuksen käyttötapa oleellisesti muuttuu, aiheuttavat kuiluasennukset merkittäviä projektin alkuvaiheen kustannuksia. Riippuen rakennuksen iästä, alkuperäisiä nousukuiluja ei ole aina suunniteltu mitoiltaan nykyisiä järjestelmiä vastaaviksi. Luvussa 3 mainittiin tarkemmin eristyksen ja kannakoinnin aiheuttavan usein yhteensovitusongelmia. Näin tapahtuu usein myös kuiluasennusten yhteydessä. Koska tasokuvissa harvoin otetaan kantaa eristykseen ja kannakointiin, jäävät ratkaisut usein työmaalle.

Lopussa olevassa tarkastuskortissa (liite 4) kuiluasennukset on ryhmitelty, sekä kannakoinnille ja eristykselle on oma ruutunsa. Tällaisen tarkastuskortin käyttö sopii esimerkiksi kohteisiin, joissa on paljon identtisiä kerroksia.

6 Suunnitelmapuutteet ja niiden vaikutus yhteensovittamiseen

6.1 Suunnitelmapuute

Suunnitelmapuutteilla tarkoitetaan nimensä mukaisesti joko kokonaan puuttuvia suunnitelmia tai suunnitelmista puuttuvia osa-alueita tai pieniä yksityiskohtia. Pienetkin suunnitelmapuutteet voivat hidastaa koko projektin etenemistä, mikäli niihin ei oteta kantaa ajoissa eikä suhtauduta riittävällä vakavuudella.

Laajuudeltaan suunnitelmapuutteet voivat koskea vain yksittäisiä talotekniikka-asennusten osia tai kokonaisia alueita. Kuitenkin suunnitelmapuutteiden korjaamiseen kuuluu aina aikaa, vaikka kyseessä olisi pienikin puute. Joskus vastuu siirtyy työmaalle, kun akuutisti tarvitaan tieto oikeasta toteutustavasta, vaikka tämän ei kuuluisi olla lähtökohtana projektityöskentelyssä. Suunnitelmien päivitys hyvin usein jatkuu rakennusajan loppuun saakka.

Suunnitelmapuutteet voivat muun muassa koskea luvussa 4 mainittua alakaton yläpuolista tekniikkaa. Asennusten sovitusta keskenään alakaton yläpuoliseen ilmatilaan ei esimerkiksi käytössä olevilla suunnitelmilla onnistu tai alakaton alapuolelle näkyviin jääviä asennuksia ei ole huomioitu ruutujaossa.

6.2 Suunnitelmapuutteiden syitä ja seurauksia

Usein syynä suunnitelmapuutteisiin on tarjousten pyytäminen alustavien suunnitelmien perusteella. Piirustuksen nimiö-osassa tällaiset kuvat merkitään tekstillä ”urakkalaskentaa varten”. Suunnitteluratkaisut ja näin ollen myös määrälliset ja laadulliset ratkaisut saattavat muuttua suunnittelun edetessä [9, s. 2].

Tästä seurauksena on paljon revisioita, joka johtaa viiveisiin ja suunnitelmien vertaamatta jättämiseen. [9, s.2]. Taloteknisten suunnitelmien vertaaminen keskenään tulisi tehdä aina huolellisesti, jotta työmaa-aikainen yhteensovitus mahdollisine ongelmineen on helpommin hallittavissa.

6.3 Toiminta puutteellisten suunnitelmien kanssa

Suunnitelmapuutteisiin tulisi ottaa kantaa hyvissä ajoin, mieluiten siinä vaiheessa kun suunnitelmapuutteita ilmenee. Pätevien suunnitelmien puuttuminen on myös yksi urakoitsijoiden yleisimpiä perusteluita työnaikaisille viiveille ja näin ollen tällaisen mahdollisuuden välttäminen on yksi tärkeimpiä osia talotekniikkaurakan hallinnassa. Myös yhteydenpito suunnittelijoihin ja suunnittelijoiden saaminen työmaalle isompiin kokonaisuuksiin liittyvissä suunnitelmapuutteissa on tärkeää.

7 Tulevaisuuden näkymiä

7.1 Vaatimusten kasvu

Vaikka talotekniikan määrä on ollut viime vuosikymmenet kasvussa, aikataulut eivät ole väljentyneet vastaamaan muuttunutta tilannetta. Päinvastoin, aikatauluja on nykyaikana kustannuksellisista syistä tiukennettu. Koska edelleen työt tulevat tästä huolimatta valmiiksi, tämä saattaa tilaajan näkökulmasta luoda harhan siitä, että asiat etenisivät aina entistä paremmin ja nopeammin [5]. Tämä on vaarallinen tilanne pitempää aikaväliä ajatellen, koska kiireellä ei yleensä saada aikaan hyvää lopputulosta.

Lähitulevaisuudessa aikatauluja hyvin epätodennäköisesti enää muutetaan väljempään suuntaan, koska nykyaika on sähköisten viestimien ja erilaisten päivittäistä elämää alun perin helpottamaan tehtyjen järjestelmien myötä hyvin hektistä. Näin ollen taloteknisissä yhteensovituksissa myös tuotekehitykseltä odotetaan sopeutumista tilanteeseen. Esimerkiksi elementtinä asennettavat asennusseinät, joita on markkinoilla muutamalta valmistajalta. Tällaiset elementit voidaan valmistaa työpajalla valmiiksi ja asentaa kokonaisuutena työmaalla [10].

7.2 Yhteenveto

Talotekniikkaurakan yhteensovittaminen kaikilta osiltaan ei ole helppo tehtävä, eikä siihen ole olemassa yhtä oikeaa ratkaisua, joka toimisi kaikissa kohteissa. Lisäksi projektinjohtourakoitsijana toimivien yritysten toimintakulttuureissa on eroavaisuuksia. Lisättäessä tähän yhtälöön vielä varsinaiset aliurakoitsijan asemassa toimivat talotekniikkaurakoitsijat omine käytäntöineen ja toimintatapoineen, päästään eräisiin projektityökentelyn peruseräisiin, joissa muuttujina ovat aika, taloudelliset resurssit sekä laatu [11]. Paremman laadun tavoittelu aiheuttaa yleensä sen, että kustannukset nousevat ja aika pitenee.

Talotekniikan alalla suoritettavalla katselmoinnilla ja huolellisella töiden yhteensovittamisella voidaan kuitenkin selvittää ajallisesti ja rahallisesti määritellyissä rajoissa. Asioihin tutustuminen huolellisesti etukäteen ja yhteistyössä tapahtuva työn suunnittelu ovat kuitenkin ainoat laajemmat tehtäväkokonaisuudet, joiden avulla tilannetta pystytään hallitsemaan ja ennen kaikkea ennustamaan.

Lähteet

- 1 Uudisrakentaminen. 2012. Verkkodokumentti. Tilastokeskus.
<<http://www.stat.fi/meta/kas/uudisrakentamin.html>>. Luettu 31.8.2012
- 2 Käsitteet ja määritelmät. 2012. Verkkodokumentti. Tilastokeskus.
<<http://www.stat.fi/til/kora/kas.html>>. Luettu 31.8.2012
- 3 Pesonen, Risto. 2012. Verkkodokumentti.
<<http://www.kiinteistolehti.fi/lehti/lehti/energiamaaraykset-pian-korjausrakentamiseenkin>>. 26.6.2012. Luettu 5.9.2012
- 4 Koskenvesa, Anssi; Sahlstedt, Satu. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 5 TalotekniikkaRYL2002. 2003. Helsinki: Rakennustieto Oy
- 6 Työn suola: Aina väärässä. 2009. Verkkodokumentti. Talotekniikka.
<http://www.talotekniikka-lehti.fi/www/fi/liitetiedostot/asiansa_osaava/hento_kai.php>. 22.5.2009. Luettu 27.7.2012
- 7 Törmänen, Eeva. 2005. Verkkodokumentti. Tekniikka & talous
<<https://www.tekniikkatalous.fi/rakennus/3dmallinnus+uudelle+tasolle/a36731>>. 10.11.2005. Luettu 1.11.2012
- 8 Lukkarinen, Pekka. 2002. Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat. Verkkodokumentti. Ympäristöministeriö. <<http://www.finlex.fi/pdf/normit/10970-a2.pdf>>. 8.5.2002. Luettu 1.11.2012
- 9 Kankainen, Jouko. 2012. Suunnitelmapuutteet ja viiveet. Verkkodokumentti.
<http://www.joka-konsultit.fi/suunnittelupuutteet_ja_viiveet.pdf>. Luettu 27.7.2012
- 10 Geberit asennusjärjestelmä GIS. 2012. Verkkodokumentti. Geberit Oy.
<<http://www.geberit.fi/web/app/fi/wcmsfi.nsf/pages/prod-inst-gis-1>>. Luettu 1.11.2012
- 11 Smolander, Kari. 2007. Projektinhallinta Osa 3: laatu, riskit ja projektin seuranta. Verkkodokumentti. Lappeenrannan teknillisen yliopiston kurssimateriaali 2006-2007. <<http://www2.it.lut.fi/kurssit/06-07/Ti5214400/luennot/osa3.pdf>>. 11.1.2007. Luettu 1.11.2012

Kuvat

Kuva 1, Mikko Pusa kuva 26.7.2011, Helsinki

Kuva 2, Mikko Pusa kuva 17.10.2012, Helsinki

Kuva 3, Mikko Pusa kuva 31.8.2012, Helsinki

Kuva 4, Mikko Pusa kuva 11.7.2012, Helsinki

Kuva 5, Mikko Pusa kuva 11.7.2012, Helsinki

Kuva 6, Mikko Pusa kuva 31.8.2012, Helsinki

Kuva 7, Mikko Pusa kuva 8.8.2012, Helsinki

Kuva 8, Mikko Pusa kuva 12.10.2012, Helsinki

Vinjetiaikataulu



TEHTÄVÄN AJALLINEN VALVONTA

Alaosan työt, tilanne 5.7.2011

työ aloittamatta, numero= aloitusviikko, numero= aloitus myöhässä

työ aloitettu,

lopetus myöhässä

työ pääosin valmis

Työvaihe	Urakoitsija	2. krs			1. krs			K1			K2			K3			K4		HUOM!
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
Seinien muuraus			16	0		8	17	0	0	0	50			1					*muuraus valmis vko 26 A1 mantelointi valmis vko 26
Kipsilevyseinien asennus																			
IV-kuilujen seinät																			kuitut D6 ja F1 valmiit vko 25
Tasointu- ja pohjamaalaus																			
Sprinkleriasennus (runko)		5	6	17	13	15	17	19	21	23	2	3	50	1	48	45	47	52	
IV-kanavien asennus (runko)		5	7	16	14	16	18	20	22	24	2	4	51	2	49	46	48	52	
Lämmitysputkien asennus (runko)		10	12	17	15	17	19	21	23	25	5	8	1	5	50	46	48	3	K1/1-2 valmis vko 27
Jäähdytysputkien asennus (runko)		12	14	17	15	17	19	21	23	25	8	10	3*	7			51		*muutos, valmis vko 26 K1/1-2 valmis vko 27
Vesiputkien asennus (runko)		8	10	17	16	18	20	22	24	26	5	7	2	5	52	49	50	3	K1/1-2 valmis vko 27
Viemäriputkien asennus		8	17	17	16	18	20	22	24	26	5	16	16*	5	52	49	49	3	*muutos, valmis vko 26 K1/1-2 valmis vko 27
Johtoteiden asennus		18	18	18	17	19	21	23	25	27	3**	4	50	2	48	45	46	1	**K2/1 rostorin jälkityöt

