



TALOTEKNIKKAVALVONNAN JA VASTAAN-
OTTOMENETTELYN KEHITTÄMINEN

Kari Äärinen

Opinnäytetyö
Marraskuu 2012
Rakennustekniikka

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen Ammattikorkeakoulu, ylempi AMK-tutkinto
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Tekijä	Kari Äärinen
Työn nimi	Talotekniikkavalvonnan ja vastaanottomenettelyn kehittäminen
Sivumäärä	67
Valmistumisaika	12/2012
Työn ohjaaja	TkL Jouko Lähteenmäki TkL Olli Saarinen
Työn tilaaja	Tamvent Oy

Talotekniikan tekniset järjestelmät ovat viime vuosina kehittyneet nopeasti. Hyvän sisäilman ja optimaalisen energiatehokkuuden vaatimukset ohjaavat jo tämän päivän suunnittelua. Vastaanoton vaatimukset kasvavat ja tekniseltä henkilökunnalta edellytetään yhä laajempaa osaamista. Valvonnan ja vastaanoton merkitys korostuu ja talotekniikkavalvojien tulee olla yhä monitaitoisempia alan ammattilaisia. LVIAJS - tekniikan eri osa-alueille lämmityksen, ilmanvaihdon, jäähdytyksen, automatiikan, sähkön ja vesi- ja viemäritekniikan osalta on asetettu yhä suuremmat vaatimukset energia- ja elinkaari-tavoitteiden kehittämisessä. Uudet määräykset ja kehittyneet talotekniikkajärjestelmät asettavat talotekniikan valvonnalle ja vastaanoton kehittämiselle suuret haasteet.

Tämän kehittämistehtävän tavoite oli tunnistaa talotekniikkaprojektissa mukana olevien sidosryhmien keskeiset tavoitteet, valvonnan vaatimukset ja samalla luoda talotekniikan valvojille ja valvontatehtäviin hakeutuville yleiskuva valvonnan toimenpiteistä ja tulevien toimenpiteiden suunnittelusta.

Tavoitteena oli myös, että kehittyvällä valvontamenettelyllä saavuttaisimme rakentamiselle asetetut toiminnalliset ja taloudelliset tavoitteet ja valvonnan toimin minimoisimme käytönaikaiset häiriötekijät.

Kehittämistehtävä rajattiin LVIAJS - valvontaan ja valvonnan kehittämiseen kohdistuviin toimenpiteisiin.

Hakusanat: valvonta, talotekniikan valvonta, tarkastaja

ABSTRACT

TAMK University of Applied Sciences, Master's Degree
Construction Engineering

Writer	Kari Äärinen
Thesis	The construction management, hepac installation and development of the supervision material.
Pages	67
Graduation time	12/2012
Thesis Supervisor	Licentiate of Technology Jouko Lähteenmäki Licentiate of Technology Olli Saarinen
Co-operating Company	Tamvent Ltd

Technical systems in building services have developed considerably during last few years. Demands for good indoor air quality and optimal energy efficiency are already guiding designing process. Acceptation demands are getting higher and technical staff is required to have ever broader knowledge. Importance of supervising and acceptance is getting more and more important, which leads to situation where building services supervisors are required to be skilled in broad field of activities. For HVAC technology fields of heating, ventilation, cooling, automation, electricity, water and sewer technologies there has been set high demands in terms of energy consumption and lifespan longevity. New regulations and advanced building services systems set challenges to develop supervising and acceptance processes of these systems.

The goal of this development task was to recognize goals of involved stakeholders and demands for supervision. Task was also to give overview for experieced and new building services supervisors of supervising tasks and planning of future actions.

Another goal was by developing supervising to reach operational and financial targets and also minimize amount of after acceptance failures by developing survising methods.

This development task was restricted to HVAC- supervising and actions considering developing supervising process.

Key words: construction management, supervision

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	9
1.1	Tausta ja lähtökohdat	9
1.2	Tutkintotyön sisältö	9
1.3	Tutkintotyön tavoite.....	9
1.4	Tutkintotyön rajaus	9
2	TEEMAHAASTATTELU JA TULOKSET	10
2.1	Teemahaastattelu tutkimusmenetelmänä	10
2.2	Teemahaastattelun toteutus	10
2.3	Teemahaastattelun tulokset.....	11
2.3.1	Rakennuttajan palaute	13
2.3.2	Suunnittelijan palaute.....	14
2.3.3	Valvojan palaute.....	14
2.3.4	Urakoitsijan palaute	14
2.3.5	Käyttäjän palaute.....	15
3	TALOTEKNIKKAVALVONNAN JA VASTAANOTON VALMISTELU.....	16
3.1	Laitteiden ja materiaalien ennakkohyväksynnät.....	16
3.2	Urakoitsijoiden mallisuoritukset.....	16
3.3	Laite- ja asennustapatarkastus	16
3.4	Oman urakkasuorituksen tarkastus ja itselle luovutus	16
4	URAKOITSIJOIDEN KESKINÄISET TOIMINTATARKASTUKSET	17
4.1	Rakennustekniset työt	17
4.2	LV- tekniset työt	18
4.3	Ilmanvaihtotyöt	19
4.4	Sähkötyöt	20
4.5	Varavoimajärjestelmä	21
4.5.1	Laitteiden ja materiaalien ennakkohyväksynnät	21
4.5.2	Toimintakokeet	22
4.5.3	Varavoimakoneen asetukset, mittaukset ja viritykset	23
4.5.4	Vastaanoton dokumentointi ja luovutusasiakirjat	24
4.5.5	Käyttö- ja huolto-ohjeet	25
4.6	Sähkötekniset tietojärjestelmätyöt	25
4.7	Rakennusautomaatiotyöt.....	27
4.8	Sprinklerityöt	28
4.9	Paloilmoitintyöt	29
4.10	Paloteknisten laitteiden tarkastuslista	30
4.11	Paloteknisten laitteiden yhteiskoekäyttöjen vähimmäisvaatimukset.....	32

4.12	Toimintakoe	32
4.13	Säädöt, mittaukset ja viritykset	33
4.14	Tarkastusmittaukset	33
4.15	Taloteknisten järjestelmien koekäytöt ja yhteiskoekäyttö	33
4.16	Viranomaistarkastukset	35
4.17	Vastaanoton ennakkotarkastus	36
5	TALOTEKNIIKAN VASTAANOTTO	37
5.1	Luovutusasiakirjat	37
5.2	Käyttö- ja hoito- ja kunnossapitosuunnitelma	38
5.3	Takuuajan toimenpiteet	38
6	TALOTEKNIIKAN SUUNNITTELUTAVOITTEET	39
6.1	Tarveselvitys	39
6.2	Hankesuunnittelu	39
6.3	Talotekniset tavoitteet	40
6.3.1	Elinkaaritavoitteet	41
6.3.2	Energiatehokkuustavoitteet	42
6.3.3	Sisäilmataavoitteet	43
6.3.4	Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokkatavoitteet	44
6.3.5	Materiaaliluokitustavoitteet	45
6.3.6	Taloautomaation tavoitteet	46
6.4	Taloteknisen valvonnan suunnittelu	47
6.4.1	Teknisen valvonnan suunnittelu	47
6.4.2	Ajallisen valvonnan suunnittelu	47
6.4.3	Taloudellisen valvonnan suunnittelu	47
6.4.4	Käytönopastuksen valvonta	48
6.4.5	Vastaanottomenettelyn valvonta	48
6.4.6	Takuuajan valvonta	48
6.5	Taloteknisen valvonnan ohjaus	49
6.5.1	Materiaali ja komponenttihyväksynät	49
6.5.2	Tuote- ja järjestelmätarkastukset	49
6.5.3	Asennustarkastukset	49
6.5.4	Toimintatarkastukset	50
7	TALOTEKNIIKAN VASTAANOTON KEHITTÄMINEN	51
7.1	Toiminnalliset tavoitteet	51
7.2	Käytettävyyden tavoitteet	52
7.3	Huollon ja kunnossapidon tavoitteet	52
7.4	Taloudelliset tavoitteet	53
7.5	Ympäristön kehitystavoitteet	53
7.6	Järjestelmien takuuaikaiset toimintatarkastukset	54

7.7	Talotekniikan kulutustarkastukset	54
7.8	Toimintojen käytettävyydestarkastelut	54
8	KEHITTÄMISTEHTÄVÄN ARVIOINTI JA JATKOKEHITTÄMISEN POHDINTA.....	55
8.1	Tekniset haasteet	55
8.2	Toiminnalliset haasteet	56
8.3	Taloudelliset haasteet.....	56
	LÄHTEET	58
	LIITTEET	60
	Liite 1. Teemahaastattelun runko	60
	Liite 2. Talotekniikkatehtävien valvontaluettelo	60

ERITYISSANASTO

KÄSITTEET

Laitteiden ja materiaalien ennakkohyväksyntä

Urakoitsijat hyväksyttävät rakennuttajalla kaikki ne laitteet, materiaalit ja asennustavat, joita ei ole yksilöity tuotteina suunnitelma-asiakirjoissa.

Urakoitsijoiden mallisuoritukset

Malliasennuksilla varmistetaan pääurakoitsijan johdolla ja valvonnassa, että asennustyöt vastaavat kaikilta osin hyväksyttävää suoritusta.

Laite- ja asennustapatarkastus

Rakennuttaja valvoo työn aikana, että rakennustarvikkeet, rakennusosat, laitteet, materiaalit, työmenetelmät ovat suunnitelma-asiakirjojen ja ennakkohyväksyntöjen mukaiset. Kun laitteet ovat asennettu pidetään järjestelmälle asennustapatarkastus.

Oman urakkasuorituksen tarkastus ja itselle luovutus

Urakoitsija tekee oman työn tarkastuksen omien töiden osalta ja toimittaa siitä kirjallisen dokumentin tilaajalle.

Urakoitsijoiden keskinäiset toimintatarkastukset

Urakoitsijoiden toimintatarkastuksissa tarkastetaan talotekniikkalaitteisiin ja järjestelmiin liittyvät toiminnot suunnitelmien mukaisissa käyttötilanteissa.

Toimintakoe

Toimintakokeet ovat osa rakennuttajan ja urakoitsijan yhteistä laadunvarmistusta. Toimintakokeet pidetään urakoitsijoiden toimintatarkastusten jälkeen urakoitsijoiden yhteisesti ehdottamana ajankohtana.

Säädöt, mittaukset ja viritykset

Hyväksytyjen toimintakokeiden jälkeen urakoitsijat tekevät asentamiinsa laitteisiin tarvittavat järjestelmäsäädöt.

Tarkastusmittaukset

Tarkastusmittauksissa tarkastetaan urakoitsijoiden säätö- ja mittaustulokset sekä säätöpöytäkirjan kirjaukset.

Taloteknisten järjestelmien yhteiskoeikäyttö

Taloteknisten järjestelmien yhteiskoeikäytössä testataan ja varmistutaan, että kaikki järjestelmät toimivat yhdessä suunnitelmien edellyttämällä tavalla eri käyttötilanteissa.

Viranomaistarkastukset

Urakoitsijat huolehtivat oma-aloitteisesti, että kaikki viranomaisten edellyttämät tarkastukset pidetään ajallaan ja viranomaisten edellyttämässä laajuudessa.

Vastaanottotarkastus

Vastaanoton ennakkotarkastuksessa tarkastetaan, että urakkasuoritukset, testaukset ja dokumentoinnit ovat vastaanottosuunnitelman edellyttämässä kunnossa.

Varsinainen vastaanottotarkastus pidetään YSE 01 mukaisesti. Pääurakoitsija on velvollinen huolehtimaan siitä, että vastaanottotarkastusaikataulussa on varattu tarvittava aika urakoitsijoiden oman työn tarkastukselle ja viranomaistarkastuksille.

Vastaanoton dokumentointi

Urakoitsijat laativat kaikista vastaanottomenettelyyn sisältyvistä tarkastuksista, mittauksista, testauksista ja järjestelmäkokeista pöytäkirjat.

Luovutusasiakirjat

Rakennuttaja laadituttaa huoltokirjakonsultilla kohteesta käyttö- ja huoltosuunnitelman, josta selviää suunnittelijoiden antamien huoltokirjaohjeiden mukaiset tiedot.

Käytönopastus

Urakoitsijat ja laitetoimittajat järjestävät käyttäjän kanssa sovittavana ajankohtana ja pääurakoitsijan johdolla käyttöhenkilökunnalle eri järjestelmien ja laitteiden käyttöä koskevat koulutustilaisuudet.

1 JOHDANTO

1.1 Tausta ja lähtökohdat

Talotekniikan valvonnan merkitys on talotekniikkajärjestelmien ja energiatalouden toteutumisen kannalta keskeinen. Jos rakentamisessa tapahtuu virheitä, energia- ja käyttökustannukset saattavat muodostua suunniteltua korkeammaksi. Rakennuksen energiatalouteen vaikuttavat tekijät ilmenevät tarkemmin vasta rakennuksen käytön aikana. Talotekniikkatöiden valvonta on pistokoeluontaista ja tarkastukset keskittyvät järjestelmien toimintatarkastuksiin projektiasennusten edetessä. Järjestelmien yhteiskoekäyttöihin ja vastaanottomenettelyyn varattu aika on osoittautunut hyvin lyhyeksi ja tarkastukset jäävät pinnalliseksi. Kesä- ja talvikäytön toiminnot edellyttäisivät eriaikaisia toimintatarkastuksia ja vastaanottomenettelyn porrastamista.

1.2 Tutkintotyön sisältö

Kehitystehtävän sisältö muodostuu rakennustyön kannalta keskeisten taloteknisten valvontatöiden tunnistamisesta, niiden valvonnasta ja toimenpiteiden jaksottamisesta. Tutkintotyön yhteydessä tehdyistä teemahaastatteluista koottiin ajatuksia rakennusprojektin eri vaiheista ja niiden vaikutuksesta rakennusprojektin aikana. Käsitellyistä teemoista ja saaduista vastauksista nostettiin esille valvonnan ja vastaanottomenettelyn kehittämisen kannalta keskeiset tekijät.

1.3 Tutkintotyön tavoite

Kehitystehtävän keskeisenä tavoitteena on muodostaa johdonmukainen valvonnan tarkastustapa, joka edistää järjestelmätarkastuksia ja nopeuttaa vastaanottotarkastuksia. Järjestelmätarkastukset on sovitettavissa rakennusprojektin eri vaiheisiin ja tarkastukset etenevät tiiviissä yhteistyössä rakennusprojektin aikataulun kanssa.

1.4 Tutkintotyön rajaus

Kehitystehtävässä on keskitytty taloteknisten lämpö-, vesi-, ilmastointi-, automatiikka, sähkö- ja paloilmoitinlaitteiden tarkastukseen, valvontaan ja vastaanottomenettelyn kehittämiseen.

2 TEEMAHAASTATTELU JA TULOKSET

2.1 Teemahaastattelu tutkimusmenetelmänä

Teemahaastattelu on yksi yleisimmistä laadullisen tutkimuksen menetelmistä, joissa aineistonkeruumenetelmänä ovat haastattelut, havainnointit, kyselyt ja erilaisiin dokumentteihin perustuvat tiedonkeruumenetelmät. Havaintoja voidaan käyttää rinnan tai yhdistettynä eri tavoin tutkittavan asian mukaan. Mitä vapaampi tutkimusasetelma on, sitä luontevampaa on käyttää havainnointia ja keskustelua aineiston hankinnassa. (Tuomi ja Sarajärvi 2003)

Kehittämistehtävässä käytettiin teemahaastatteluja, jossa etsittiin haastateltavilta enemmän merkityksellisiä vastauksia tutkimuksen tarkoituksen ja ongelma-asettelun mukaisesti. Haastattelututkimuksen isona plussana oli joustavuus. Kysymysten käsittely ja vastausten painotus oli nopeasti tarkennettavissa, jolloin tulkinta ei aiheuttanut vastauksista poikkeavaa hämmennystä tai mahdollisia väärinkäsityksiä.

Haastatteluteemat oli kohdistettu rakennusprojektin eri taloteknisiin vaiheisiin, joissa talotekniikalla ja tehdyillä valinnoilla on suuri merkitys. Haastattelut etenivät kysymysteknisesti samassa järjestyksessä ja vastaajat painottivat itselle tuttuja aihealueita ja kertoivat myös mielipiteensä heille vieraimmistakin aiheista. Vastaukset kirjattiin ja aihepainotukset huomioitiin kirjauksissa.

2.2 Teemahaastattelun toteutus

Teemahaastattelu tutkimusmenetelmänä oli kohdistettu alustavasti valittujen teemojen syvempään tarkasteluun. Teemoissa on painotettu taloteknisten tuotteiden ja järjestelmien valvontaa ja niihin liittyviä toimintoja. Haastattelun aiheet oli koottu aikaisemmissa tutkimuksissa tutkittuja asioita ja yhdistetty valvonnan yleisiin teemoihin. Haastateltavaksi oli valittu rakennusprojektin eri osa-alueiden ammattilaisia, joilla oli pitkä ja monipuolinen kokemus jo useamman vuosikymmenen takaa. Haastattelu kohdennettiin tutkittavien henkilöiden omakohtaisiin kokemuksiin, jossa kartoitettiin ajatuksia, tunteuksia ja kokemuksia haastateltavan omasta näkökulmasta tarkasteltuna. Teemahaastattelussa pyrittiin löytämään asioita, joita ei yleensä ole hyvin tunnistettu. Haastateltavaksi oli valittu rakennuttajakonsultti, talotekniikan suunnittelujohtaja, Ivi-suunnittelija,

talotekniikan valvoja, kiinteistöpäällikkö, talotekniikan johtava asiantuntija ja kiinteistön loppukäyttäjä. Haastatteluteemat oli kohdistettu rakennusprojektin eri taloteknisiin vaiheisiin, joissa talotekniikalla ja tehdyillä valinnoilla on suuri merkitys. Haastattelut etenivät kysymysteknisesti samassa järjestyksessä ja vastaajat painottivat itselle tuttuja aihealueita ja kertoivat myös mielipiteensä heille vieraimmistakin aiheista. Vastaukset kirjattiin ja aihepainotukset huomioitiin kirjauksissa.

2.3 Teemahaastattelun tulokset

Teemahaastattelussa koottu aineisto purettiin sisältöanalyysina. Menetelmän avulla teimme päätelmiä haastatteluaineistosta ja vastausten sisällöstä. Teemahaastattelun tavoitteena oli nostaa esille talotekniikkavalvonnan ja vastaanoton onnistumisen kannalta keskeiset tekijät ja niihin vaikuttavat toimenpiteet.

Haastatteluaineisto kirjoitettiin auki ja haastattelussa esille nousseet asiat ryhmiteltiin eri teemojen alle. Tällä analyysimenetelmällä sain tutkittavasta aiheesta selkeän kuvan, joka on koottu tiivistetyssä muodossa taulukko 1 johtopäätöksiä varten.

TAULUKKO 1. Rakennuttajan aiheet ja haastattelun palaute

1	Elinkaaritavoitteet	<ul style="list-style-type: none"> - alhaiset käyttökustannukset - pienet huoltokustannukset - helppo käytettävyys
2	Energiatehokkuustavoitteet	<ul style="list-style-type: none"> - hyvän hyötysuhteen järjestelmät - kehittyntä tekniikkaa - testatut järjestelmät
3	Sisäilmatavoitteet	<ul style="list-style-type: none"> - tasainen lämpötila - alhainen hiilidioksiidipitoisuus - raikas ilmanlaatu
4	Puhtausluokitustavoitteet	<ul style="list-style-type: none"> - hyvä talo - projektityöskentely - kuivat rakennusmateriaalit - puhtaat materiaalit
5	Materiaaliluokitustavoitteet	<ul style="list-style-type: none"> - ei myrkyllisiä rakennusaineita - kestävät pinnoitteet - pitkä ja turvallinen käyttöikä

TAULUKKO 2. Suunnittelijan tavoitteet ja haastattelun palaute

1	LV-tekniikan tuotteet ja järjestelmät	<ul style="list-style-type: none"> - tyyppihyväksytyt tuotteet - testatut laitemitoitukset - toimivat käyttöreferenssit
2	IV-tekniikan tuotteet ja järjestelmät	<ul style="list-style-type: none"> - tyyppihyväksytyt tuotteet - testatut laitemitoitukset - monipuoliset käyttöreferenssit
3	Jäähdytys tuotteet ja järjestelmät	<ul style="list-style-type: none"> - tyyppihyväksytyt tuotteet - hyväksytyt jäähdytysaineet - toiminnan luetettavuus
4	Automatiikan tuotteet ja järjestelmät	<ul style="list-style-type: none"> - tyyppihyväksytyt tuotteet - huollon toimivuus - tuotteiden luotettavuus

TAULUKKO 3. Talotekniikkavalvojan tavoitteet ja palautusten painotus

1	Tuote- ja järjestelmätarkastukset	<ul style="list-style-type: none"> - testatut tuotteet - hyväksytyt järjestelmät - turvalliset materiaalit
2	Asennustapatarkastukset	<ul style="list-style-type: none"> - hyvät asennusohjeet - helppo asennettavuus - tunnetut toimittajat
3	Koestukset ja koekäytöt	<ul style="list-style-type: none"> - hyväksytyt mittaustulokset - luotettavat osatoimittajat - pitkä käyttöikä
4	Järjestelmien toimintatarkastukset	<ul style="list-style-type: none"> - käyttövarma toiminta - luotettavat osatoimittajat - luotettavat esitestaukset
5	Järjestelmien yhteiskoekäytöt	<ul style="list-style-type: none"> - luotettavat järjestelmätestaukset - hyvät referenssikohteet - toimivat yhteiskäytöt

TAULUKKO 4. Urakoitsijan tavoitteet ja palautusten painotus

1	Asennustarkastukset	- nopea asennus - edulliset hankintahinnat - hyväksytyt komponentit
2	Ulkoinen laadunvarmistus	- luotettavat testaustiedot - hyväksytyt komponentit - pitkäikäiset materiaalit
3	Itselle luovutus ja oman työn tarkastus	- hyväksytyt tuotteet - luotettavat mittaustiedot - tasalaatuiset järjestelmät

TAULUKKO 5. Kiinteistön käyttäjän tavoitteet ja palautusten painotus

1	Järjestelmien koekäytöt	- helppo käytettävyys - yksinkertaiset ohjaukset - hyvä dokumentointi
2	Järjestelmien yhteiskäytöt	- monipuoliset testaukset - yksityiskohtaiset vertailuarvot - selkeät ohjeet
3	Olosuhdetestaukset	- talvikäyttö, lämmitystestit - kesäkäyttö, jäähdytystestit - käytön muunneltavuus

2.3.1 Rakennuttajan palaute

Rakennuttajat ovat keskittyneet hankesuunnittelussa enemmän tilakohtaisten vaihtoehtojen tarkasteluun. Rakennus - ja talotekniset tavoitteet on kohdennettu suunnittelijoiden tehtäväksi. Taloteknisistä tavoitteista yleisemmin käytetty ja laajemmin tunnettu on sisäilmaluokitukset ja materiaaliluokitukset. Rakennuttajaorganisaation tehtävänä on vesi- ja kaukoliittymäsopimusten valmistelu ja sopimusten teko yhdessä tilaajan edustajan kanssa.

2.3.2 Suunnittelijan palaute

Suunnittelijat ovat keskittyneet omien erikoisalueidensa suunnitteluun. Suunnittelussa keskustellaan enemmän tuotteiden ja järjestelmien toiminnasta ja laitekohtaisista vaihtoehtoista. Sisäilma- ja energiatehokkuustavoitteet on annettu suunnittelijoiden tehtäväksi. Taloteknisistä tavoitteissa yleisemmin käytetty ja laajemmin tunnettu on sisäilmaluokitukset ja elinkaarikustannustarkastelut. Talotekniikan suunnittelijat valmistele- vat vesihuollon liittämäsopimukset ja hankkivat tarvittavat liitosluvat yhdessä tilaajan edustajan kanssa. Suunnittelijat auttavat osaltaan tilaajaa sopimusten valmistelussa ja toimituslaajuuden määrittelyssä. Keskeinen tehtävä on vaihtoehtojärjestelmien tekninen tarkastelu ja taloudellisuuden vertailu.

2.3.3 Valvojan palaute

Talotekniikan valvonta on keskittynyt enemmän määräystenmukaisen toteutuksen valvontaan. Ohjaavina tekijöinä ovat rakennusmääräyskokoelma ja hyvän rakentamisen ohjeet. Suuri osa valvonnasta tehdään urakoitsijoiden toimesta, oman laatu järjestelmän ohjeistuksen kautta tapahtuvana itselle luovutuksena. Tavoitteena on varmistaa, että käytetyt materiaalit, laitevalinnat ja asennusmenetelmät tehdään suunnitellun mukaisesti. Taloteknisistä tavoitteissa käytetyin on suunnitelmanmukaisuuden valvonta. Valvoji- en toivomuksena onkin valvonnan painopisteen siirtäminen enemmän projektin alkuun. Hyvänä tapana pidettiin osallistumista hankesuunnitteluun ja suunnitelmatarkastuksiin. Tarkastuksien yhteydessä on mahdollisuus verrata esitettyjen ratkaisujen tasoa asetet- tuihin tavoitteisiin.

2.3.4 Urakoitsijan palaute

Urakoitsijat ovat enemmän keskittyneet asennukseen ja toteutuksen tarkasteluun. Laite- ja järjestelmäasennuksissa on keskitytty enemmän kustannustehokkaan asentamisen valmisteluun. Asennustapojen suunnittelussa ohjaavana tekijänä ovat asennusnopeus ja kustannusten minimointi. Talotekniikkatavoitteiden valmistelu on jätetty suunnittelijoi- den tehtäväksi. Taloteknisistä tavoitteissa yleisemmin käytetty ja laajemmin tunnettu on sisäilma- ja puhtausluokitus. (Sisäilmayhdistys 2008)

2.3.5 Käyttäjän palaute

Käyttäjät ovat keskittyneet vastaanoton suunnittelussa laitoksen toimintatarkasteluun ja järjestelmän luotettavuuden varmistamiseen eri käyttötilanteissa. Käytettävyyden tavoitteet ovat ohjaavina tekijöinä vastaanotossa ja vastaanoton takuutarkastuksissa. Taloteknisistä tavoitteista yleisemmin käytetty ja laajemmin tunnettu on sisäilmaluokituksen mukaiset puhtaustarkastukset ja järjestelmien toimintatarkastukset.

3 TALOTEKNIikkaVALVONNAN JA VASTAANOTON VALMISTELU

3.1 Laitteiden ja materiaalien ennakkohyväksynät

Urakoitsijoiden on hyväksyttävä rakennuttajalla kaikki laitteet, materiaalit ja asennustavat, joita ei ole yksilöity tuotteina suunnitelma-asiakirjoissa.

Ennakkohyväksynnällä varmistetaan, että toimitettavat laitteet ja materiaalit täyttävät suunnitelma-asiakirjojen laatuvaatimukset.

3.2 Urakoitsijoiden mallisuoritukset

LVIAS -urakkaa koskevat mallisuoritukset on esitetty kunkin alan työselityksessä. Näiden lisäksi tehdään mallisuoritukset läpimenojen ja aukkojen tiivistys- ja liityntämallit seinä-, lattia-, välipohja-, ja yläpohjarakenteissa.

3.3 Laite- ja asennustapatarkastus

Rakennuttaja valvoo työn aikana, että tarvikkeet, rakennusosat, laitteet, materiaalit, työmenetelmät ovat suunnitelma-asiakirjojen ja ennakkohyväksyntöjen mukaisia.

Asennusvirheitä pyritään ehkäisemään ennakoivasti huolellisella suunnittelulla, tarkoilla asennuspiirustuksilla ja vaiheittaisten asennustapatarkastusten avulla.

3.4 Oman urakkasuorituksen tarkastus ja itselle luovutus

Laadunvarmistukseen liittyen urakoitsijat huolehtivat ja varmistavat sopimusasiakirjoissa määrättyjen vaatimusten toteutumisen, sekä LVIAJS -järjestelmien ja laitteiden suunnitelmien mukaisen toiminnan koko rakentamisen ajan. Oman laadunvarmistuksen tulokset kirjataan tarkastus- ja katselmuspöytäkirjoihin, jotka tallennetaan urakoitsijan laadunvarmistuskansioon.

4 URAKOITSIJOIDEN KESKINÄISET TOIMINTATARKASTUKSET

4.1 Rakennustekniset työt



KUVA 1. Parkkiluola P - Hämppi

Urakoitsijoiden toimintatarkastukset ovat osa laadunvarmistusta. Toimintatarkastuksissa tarkastetaan, että talotekniset laiteasennukset ja järjestelmät on tehty siten, että laitteistot toimivat suunnitelmien mukaisesti kaikissa käyttötilanteissa.

Urakoitsijoiden keskinäisissä toimintakokeissa varmistutaan, että olosuhteet toimintakokeiden pitämiseksi ja yhteiskoeikäytön aloittamiseksi ovat olemassa. Rakennustöiden osalta varmistutaan, että rakennustekniset työt ovat pääsääntöisesti tehty ja voimakkaasti pölyäviä työvaiheita ei enää toimintakokeiden yhteydessä tehdä.

Rakennusteknisten tilojen valmiusaste katselmoidaan ennen toimintatarkastusten käynnistämistä seuraavasti:

- tekniset tilat ovat rakennustöiden osalta valmiit, siivottu ja pölypuhtaat
- muut rakenteet ovat valmiit ja pinnat pölypuhtaat, että toimintakokeet ja säätötyöt voidaan aloittaa
- alustava loppusiivous on tehty ja koekäyttövalmius luotu

4.2 LV- tekniset työt



KUVA 2. Lämmönvaihdin

LV- urakoitsijoiden osalta varmistetaan asennustöiden valmiusasteesta osa-alueittain seuraavasti:

- putkistot, pumput ja laitteet on asennettu ja putkistot kytketty
- asennustapatarkastukset on pidetty ja puutelistat korjattu
- verkostot on huuhdeltu, painekokeet pidetty ja venttiilit esisäädetty
- putkistokuvaukset on tehty, vesinäytteet otettu ja tulokset analysoitu
- mittarit on asennettu ja kenttälaitteet kytketty
- laitteet on merkitty ja tunnuskilvet asennettu
- putkistomerkinnot on tehty ja putket eristetty

(LVIA-työselitys Saanio & Riekkola 2007)

4.3 Ilmanvaihtotyöt



KUVA 3. Tulo- / Poistoilmakone lämmöntalteenottolaitteella varustettuna

IV- urakoitsijoiden osalta varmistetaan asennustöiden valmiusasteesta osa-alueittain seuraavasti:

- ilmanvaihtokoneet, kammiot ja kanavat on asennettu ja kytketty
- asennustapatarkastukset on pidetty ja puutelista korjattu
- koneet, kanavat ja kammiot on puhdistettu ja laitteet esisäädetty
- tarvittavat painekokeet on pidetty ja mittauspöytäkirjat laadittu
- kanavatarkastukset on tehty, pölynäytteet otettu ja pinnat puhdistettu
- mittalaitteet, anturit ja liittimet on asennettu ja kytketty
- laitteet, kanavat ja virtausmerkinnät on tehty ja tunnuskilvet asennettu
- kanava- ja kammioeristykset on tehty

(LVIA-työselitys Saanio & Riekkola 2007)

4.4 Sähkötyöt



KUVA 4. Sähköpääkeskus

Sähkötilat ja niihin liittyvät komponentit ovat pölynarkoja, jonka johdosta tilojen pölypuhtaus tarkastetaan huolellisesti. Samalla tulee varmistua, ettei tilojen läpi ole kululiikennettä ja ovet tulee olla suljettavissa. Katselmoinnissa varmistutaan seuraavien asioiden tarkastuksesta:

- sähkötilojen rakennusosat ovat valmiit ja siivottu
- rakennusautomaatio-, sähkö- ja paloilmointisuunnitelmien yhteensopivuus on tarkistettu
- sähkökeskukset ja johdotukset on asennettu laitteiden lopullista kytkentää varten
- erillispisteiden johdotukset on kaapeloitu ja johdot kytketty
- sähkökeskukset ja automaatio-osat on tarkastettu, valaistuksen ohjausyksiköt ja sähköenergiamittarit virtamuuntajineen on asennettu ja johdotukset kytketty
- keskuksen erillispisteet automaatiojärjestelmään on kytketty, 2-osainen yleiskaapelointipiste on kytketty ja mitattu

- valaisimet on asennettu, kytketty ja toiminnassa
 - moottoreiden pyörimissuunnat ja lähtöjen pakkokytkenät on tarkastettu
 - lämpösuojat on alustavasti säädetty ja hälytykset kokeiltu
 - keskukset, keskuskojeet ja kaapelit on merkitty
 - verkostomittaukset ja koestukset on tehty ja laitteet viritetty toimintakuntoon
 - laitteiden sähkösyötöt varmistuksineen ovat toimintakunnossa
- (Sähkötyöselitys Insinööritoimisto Nissinen 2007)

4.5 Varavoimajärjestelmä

4.5.1 Laitteiden ja materiaalien ennakkohyväksynät

Urakoitsija hyväksyttää varavoimakoneen siihen liittyvine tarvikkeineen ennen laitteen tilausta ja toimitusta tilaajalla. Ennen toimitusta tarkastetaan varavoimakoneen asennusympäristö ja varmistetaan, että asennuksessa on huomioitu kaikki sähkö- ja lvi-tekniisille laitteille asetetut määräykset. Valmistaja koekäyttää varavoimakoneen suunnitelman mukaisilla koestusarvoilla kuormitettuna ja laatii koekäytöstä pöytäkirjan.

Asennustapatarkastuksessa varmistutaan, että varavoimakoneen asennus on tapahtunut sovitun suunnitelman ja asennukselle asetettujen vaatimusten mukaisesti. Tarkastuksissa tulee olla mukana varavoimakoneen asennusurakoitsija, sähköurakoitsija ja tilaajan asettama valvoja. Tarkastuksessa varmistutaan mm. seuraavista asioista:

- rakenteiden tulee olla ääni- ja värinäeristävyydeltään, sekä palonkestoltaan tilan osastointia vastaava
- tilan valaistus ja pistorasioiden syöttö otetaan dieselvarmistetusta sähköpisteestä
- tilaan asennetaan akulla ja verkkovaraajalla varustettu kannettava varavalaisin
- käytön, huollon ja korjausten vaatimat tilat ovat suunnitelmien mukaiset
- järjestelmien kaasunpoisto, paisunta, varolaitteet, nesteiden täyttö ja tyhjennys on tehty määräysten mukaisesti
- värinän ja lämpöliikkeiden vaatimat joustavat liitososat on huomioitu suunnitelmien mukaisesti

- pakoputken lämpöeristykset, kannatukset, läpiviennit ja kosketussuojat ovat asennettu määräysten mukaisesti
- liittimien kiinnitykset ja kytkentöjen maadoitus on tarkastettu
- laitetilan lämmitys, jäähdytys, ilmanvaihto, valaistus ja pistorasioiden toiminta on tarkastettu
- laitteiden käyttö- ja huolto- ja kunnossapito-ohjeet on laadittu
- huoltotarvikkeet, varaosat ja tarvittavat työkalut on toimitettu
- urakoitsija on tehnyt omasta työsuorituksestaan itselle luovutus tarkastuksen ja tarkastuspöytäkirjan liitettäväksi luovutusaineistoon

(Varavoimakoneen hankinta, Insinööritoimisto Nissinen 2007)

4.5.2 Toimintakokeet

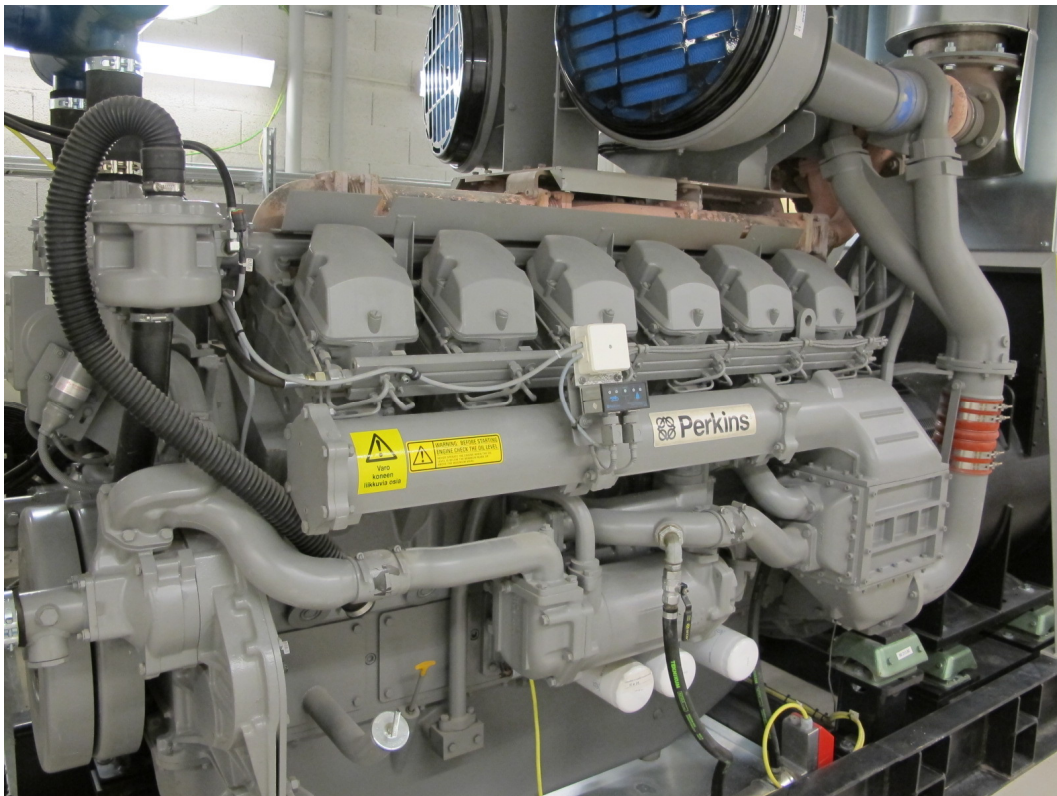
Urakoitsija velvoitetaan osallistumaan yhteiskoeikäyttöön ja poikkeustilanteiden toimintojen laadunvarmistukseen.

Vastaanottotarkastus ja koekäyttö suoritetaan sen jälkeen, kun varavoimalaitos siihen olennaisesti liittyvine järjestelmineen on urakoitsijan toimesta säädetty ja käyttövalmius on testattu. Toimintakokeissa varmistutaan, että varavoimalaitoksen toiminnot ja suoritusarvot ovat sopimusasiakirjojen mukaiset. Toimintakokeissa varmistetaan seuraavat asiat:

- varavoimakoneen käynnistys käsiohjauksella on tarkastettu
- varavoimakoneen pysäytys käsiohjauksella on tarkastettu
- generaattorin ja verkon pääkytkimen automaattiohjaus on tarkastettu
- hätäpysäytys käsiohjauksella ja automaattipysäytyksellä on koestettu
- suojaus- ja hälytyspiirien toimintatarkastus on pidetty
- voiteluöljynpaineen painetestausta on tarkastettu
- generaattorin ylivirta-, ylivirtasuojan, oikosulkusuojan ja käynnistyshäiriön tarkastus on pidetty
- mittariston, merkkilamppujen ja akkujen latausjännitteen testaus on tehty
- apujärjestelmien energia ja sähköinstallaatioiden tarkastus ja mahdollisten kaukoilmoitusohjausten tarkastus on tehty

- suoritusarvojen tarkastus käynnistyksessä ja koekäytön aikana eri kuormitustilanteissa on tehty
(Sähkötyöselitys Insinööritoimisto Nissinen 2007)

4.5.3 Varavoimakoneen asetukset, mittaukset ja viritykset



KUVA 5. Varavoimakone

Varavoimakoneen käyttöönottovalmistelut edellyttävät hyvin monipuolisia testauksia ja testausten mukaan tapahtuvia mittauksia. Varavoimakoneen koekäytön valmistelussa huomioidaan ennen varsinaista koekäyttöä tapahtuvien osatarkastusten tekeminen. Osatarkastuksissa varmistetaan varavoimakoneen polttoainesyötöstä ja koneikon jäähdytyksestä.

Ennen varsinaista vastaanottoa katselmoidaan varavoimakoneen toiminnot ja tarkastetaan seuraavat asiat:

- käynnistymisaika ja kuormanottokyvyn tarkastus on pidetty
- jatkuvan tehonottokyvyn tarkastus on tehty
- sähkön laadunvarmistus on tehty
- miehittämättömän toiminta-ajan varmistus on tehty
- sähköverkon käyttövarmuuden tarkastaminen on tehty
- varavoimakoneen suoritusarvojen tarkastusmittaukset pidetään siinä tapauksessa, että koekäytön yhteydessä on todettu korjausta vaativia toimenpiteitä ja tarkastusmittaukset pidetään tehtyjen korjausten jälkeen
- varavoimakoneen osakuormakäytöt varmistetaan tarvittaessa yhteiskoekäytön yhteydessä
- varavoimakoneen käyttö poikkeustilanteissa varmistetaan tarvittaessa yhteiskoekäytön yhteydessä

(Sähkötyöselitys Insinööritoimisto Nissinen 2007)

4.5.4 Vastaanoton dokumentointi ja luovutusasiakirjat

Laitteiden ja järjestelmien luovutukseen liittyy hyvin laaja ja monipuolinen määrä luovutusasiakirjoja. Pääurakoitsija on yleisesti velvoitettu huolehtimaan luovutusmateriaalien koordinoinnista. Vähimmäisvaatimuksena voidaan pitää seuraavien dokumenttien kokoamista:

- huoltokirjamateriaalin laadinta ja tietojen kokoajana toimii usein erillinen ohjelmistokonsultti
- suunnittelijat täyttävät oman suunnittelualueen tekniset tietonsa ohjelmaan tai toimittavat tiedot koordinaattorille
- kohteen koestus- ja tarkastuspöytäkirjat, laitteiden konekortit ja takuutodistukset
- käyttö-, hoito- ja kunnossapito-ohjeet
- alihankkija ja tavarantoimittajaluettelo
- muut sopimukseen liittyvät talotekniikkavalvojan tehtävät, jotka on lueteltu sopimusasiakirjaliitteissä.

4.5.5 Käyttö- ja huolto-ohjeet

Käyttö- ja huolto-ohjelmien valmisteluun liittyy paljon valmistelevaa työtä. Materiaalin kokoaminen tulee aloittaa heti projektin käynnistyessä. Koekäytöistä ja tehdyistä tarkastuksista tehdyt tarkastusraportit liitetään käyttö- ja huolto-ohjeisiin.

Käyttö- ja huolto-ohjeisiin liitettävien materiaalien tulee sisältää ainakin seuraavat asiakirjat:

- ohjeet sisältävät tekniset tiedot järjestelmästä
- järjestelmäkuvaukset ja käyttöohjeet
- konekortit, säätöarvotaulukot ja turvaohjeet
- käyttö-, hoito- ja kunnossapito-ohjeet
- alihankkija ja tavarantoimittajaluettelo
- sähkö- ja laitepiirustukset

4.6 Sähkötekniset tietojärjestelmät



KUVA 6. Valaistuksen ohjaus

Sähkötekniset tietojärjestelmät ovat jakautuneet useaan erillisjärjestelmään. Urakoitsijoita on paljon ja liitännäspintoja muihin urakoitsijoihin on useita.

Sähkötyöt sijaitsevat sähkö- ja teletilojen yhteydessä ja asennuskatselmuksissa tarkastetaan seuraavat asiat:

- UPS – jakelujärjestelmät, tele – ja turvajärjestelmien sähkönsyöttö ja tiloihin asennetut sähkötekniset laitteistot
- yleisvalaistusjärjestelmä, jota ohjataan pääosin rakennusautomaatiojärjestelmän aikaohjelmilla ja niiden ulkopuolisina aikoina painikkeilla
- ohjausjärjestelmällä ohjataan yleisvalaistusta. Kaikki järjestelmään liittyvät valaisimet varustetaan ohjaukseen tarkoitetulla liitännälaitteella valaisinluettelomerkintöjen mukaisesti
- tiloihin asennettavaa tehostusvalaistusjärjestelmää ohjataan erillisellä ao. järjestelmään kuuluvalla ohjelmalla
- muiden valaistusjärjestelmien sijainti, sähkösyötöt ja ohjausperiaatteet tehdään ryhmäpiirustuksien ja kaavioiden mukaan
- erillisjärjestelmät kiinnitetään ja kaapeloidaan valaistus- ja kamerajärjestelmiin
- turvalaistusjärjestelmän tiloihin asennetaan osoitteellinen poistumis- ja turvalaistusjärjestelmä, joka osoittaa poistumistiet
- sähköautojen latauspisteille asennetaan putkitukset, syöttö- ja ohjauskaapelit, sekä yleiskaapelointipisteet suunnitelmien mukaan
- sähkövastuksilla tehdyt putkituksien lämmityskaapeloinnit, sisäänajoluiskien kourut, viemäriputket ja pystysalaojat varustetaan tarvittavilla sähkölämmitysjärjestelmällä
- erillinen puhelinsisäjohtoverkko ja puhelinliikenteen yleiskaapelointijärjestelmä
- yhteisantennijärjestelmä, kohde liitetään paikalliseen kaapeli tv operaattorin kaapeli-tv verkkoon
- ULA – radioantennijärjestelmä, FM – radiolähetysten välittämiseksi ajoneuvoihin kohteeseen asennetaan ULA - radioantennijärjestelmä

4.7 Rakennusautomaatiotyöt



KUVA 7. Rakennusautomaation kenttälaitteet

Rakennusautomaation järjestelmä- ja kenttälaitteet sijaitsevat useissa eri tiloissa ja muiden laiteasennusten yhteydessä. Katselmoinnissa tarkastetaan seuraavat asiat:

- tekniset automaatiotilat ovat rakennustöiden osalta valmiit ja pinnat siivottu
- rakennusautomaatio- ja sähkösuunnitelmien yhteensopivuus on tarkastettu
- automaatiolaitteet on asennettu ja kytketty
- automatiikkapisteet valaistukseen ohjausryhmään on tehty, säädöt esiviritetty ja asetusrivot asetettu
- ryhmäkeskusten automaatio-osien 2-osaiset yleiskaapelointipisteet on käyttöön otettu niin, että automaatioväylä kokonaisuudessaan on toimintakuntoinen
- valvomon ohjelmisto on asennettu ja yhteys etävalvomoon on toiminnassa ja ohjelmatoiminnot tarkastettu

- valvomo-ohjelmiston grafiikkatoiminnot toimivat ja hälytykset on tarkastettu
- ohjaukset, pakkokytkenät ja aikaohjelmien toiminta on tarkistettu
- laitteet on asennettu ja virta tulee lopullista kytkentää myöten

4.8 Sprinklerityöt



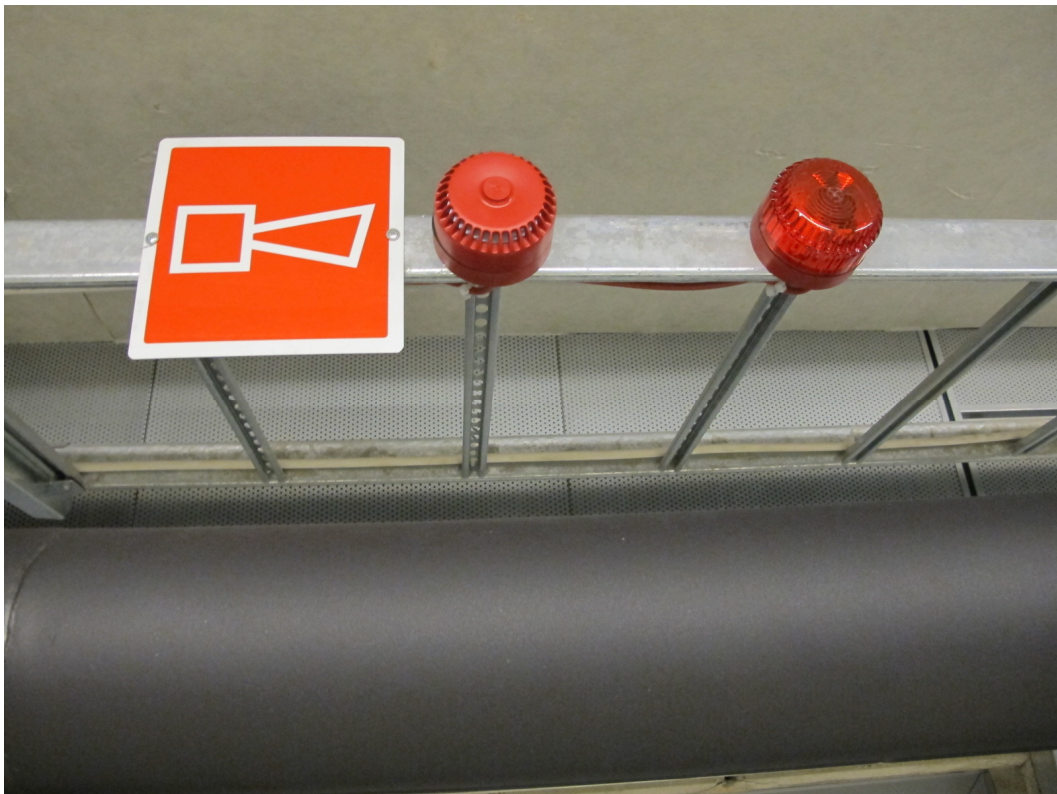
KUVA 8. Sprinklauskeskus ja varolaitteet

Palosuojaukseen keskeinen aihe on sprinklausjärjestelmät ja sen laite-asennukset. Järjestelmä kuuluu kolmannen osapuolen tarkastustoiminnan piiriin. Oman työn tarkastuksen lisäksi ulkopuolinen tarkastuslaitos tulee tarkastamaan järjestelmän määräystenmukaisuuden ja laatii siitä erillisen tarkastustodistuksen.

Urakoitsijat pitävät omaan laatujärjestelmään liittyvät oman työn tarkastukset. Tämän lisäksi talotekniikan valvojat tekevät sprinklertöiden asennustapatarkastukset, jossa varmistutaan seuraavista asioista:

- putkistot ja laitteet on asennettu, venttiilit johdotettu ja kytketty
- pumppupetit, putkien kannatus ja pintakäsittelyt on tehty määräysten mukaisesti
- verkostot on huuhdeltu ja painekokeet pidetty
- pumppujen automatiikkatoiminnot on kytketty, asetusarvot asetettu ja pumput koekäytetty
- hälytykset on testattu ja laitekilvet asennettu

4.9 Paloilmoitintyöt



KUVA 9. Palohälytys ja hälytysvalot

Paloilmoitinjärjestelmä- ja kenttälaiteet sijaitsevat useassa eri tilassa ja muiden laiteasennusten yhteydessä. Paloilmoitinjärjestelmä ohjaa savunpoistojärjestelmän toimintaa ja järjestelmän toiminta on hyvin tärkeässä roolissa pidettäessä pelastuslaitoksen toimintatarkastuksia.

Paloilmoitintöiden katselmoinnissa tarkastetaan seuraavat asiat:

- tekniset tilat ovat rakennustöiden osalta valmiit ja siivottu
- paloilmoitinkeskukset, paloilmaisimet, paloilmaisinkaapelit ja käyttölaitteet on asennettu
- paloilmoitin-, rakennusautomaatio- ja sähkösuunnitelmien yhteensopivuus on tarkistettu
- paloilmoitinpisteet, lämpöilmaisinkaapelit ja savunpoistojärjestelmään liittyvät pisteet on asennettu ja kytketty
- paloilmoitintoiminnot ja savunpoistojärjestelmän toiminnot on ohjelmoitu
- kiinteistöliittymien paloilmoitinjärjestelmien hälytyspisteet on tehty yhdessä paloilmoitinjärjestelmätoimittajan kanssa
- valvomo-ohjelmisto on asennettu ja toiminnot tarkistettu
- valvomo-ohjelmiston grafiikkatoiminnot ovat toiminnassa
- ohjaukset ja kytkennät on tarkistettu ja hälytykset testattu
- yhteys hätäkeskukseen on toiminnassa ja kokeiltu

4.10 Paloteknisten laitteiden tarkastuslista



KUVA 10. Palohälytin

Hälyttimet ja ensipelastuslaitteet sijaitsevat eri tiloihin hajautettuna. Hälyttimen kautta ohjataan savunpoisto- ja pelastusjärjestelmän toimintaa. Järjestelmän toiminta on hyvin tärkeässä roolissa pidettäessä pelastuslaitoksen toimintatarkastuksia. Katselmoinnissa tarkastetaan seuraavat asiat:

- sammutusjärjestelmästä laaditaan määrittelyasiakirja, joka toimitetaan pelastusviranomaisille
- paloilmoitinjärjestelmästä laaditaan toteutuspöytäkirja, joka hyväksytetään pelastusviranomaisilla ennen toteutusta
- paloilmainsinkaapelin hyväksyttämismenettely ja suunnitteluperusteet hyväksytetään erikseen toteutuspöytäkirjan yhteydessä
- paloilmoittimien varmennustarkastus tehdään ennen yhteiskoekäyttöä
- paloilmoittimien ohjaukset palopelleille ja ilmanvaihdon pysäytys testataan ja testauksesta laaditaan pöytäkirja
- paloilmoittimien ohjaukset hisseille testataan ja testauksesta laaditaan pöytäkirja
- palomieshissin ohjaukset, virranvarmistus ja toiminta testataan ja testauksesta laaditaan pöytäkirja
- turva- ja merkkivalojen toteutussuunnitelma hyväksytetään pelastusviranomaisella ennen toteutusta
- turvavalojen käyttöönottopöytäkirja laaditaan ennen yhteiskoekäyttöä. Käyttöönoton yhteydessä testataan myös akkujen kesto
- savunpoiston toimintakokeet tarkastetaan ja dokumentoidaan jokaisen savulohkon osalta. Samalla varmistetaan, että kaikki suunnitellut ohjaukset ja laitteet toimivat oikein. Testeistä laaditaan pöytäkirja.
- savunpoiston toteutuneet ilmamäärät mitataan jokaisesta savulohkosta erikseen ja puhaltimien testauksesta laaditaan pöytäkirja. Mittauspöytäkirjasta tulee ilmetä kullekin savulohkolle suunnitellut ilmamäärät ja poikkeama siitä.
- ylipaineistettujen uloskäytävien toteutuneet paine-erot ja ilmavirtaukset avoimissa aukoissa mitataan jokaisessa ylipaineistetussa tilassa erikseen ja testauksesta laaditaan pöytäkirja. Järjestelmän toiminta ja tilan painetaso testataan siten, että kukin ylipaineistettu tila on suljettuna ja yksi ovi avattuna
- sulkemisjärjestelmällä varustetut palo-ovet ja savusulut testataan ja testauksesta laaditaan pöytäkirja

- VIRVE- verkon signaalin vahvuudesta laaditaan mittauspöytäkirja. Erillisverkot Oy:n antaa hyväksyntä järjestelmän liittämistä valtakunnalliseen VIRVE-verkkoon ennen yhteiskoekäyttöä
- liikenteenhallinnan järjestelmistä laaditaan erillinen testauspöytäkirja
- palovesilinjat huuhdellaan ennen käyttöönottoa. Huuhtelusta laaditaan huuhtelupöytäkirja
- palovesilinjan virtaama mitataan ja mittauksista laaditaan pöytäkirja
- pikapalopostien virtaama mitataan ja mittauksista laaditaan pöytäkirja

4.11 Paloteknisten laitteiden yhteiskoekäyttöjen vähimmäisvaatimukset

Pääurakoitsijan tulee tehdä paloteknisille järjestelmille koekäytöt ja yhteiskoekäytöt riittävässä laajuudessa siten, että urakoitsija varmistaa kaikkien järjestelmien oikeasta yhteistoiminnasta ennen viranomaistarkastuksia ja ennen pelastuslaitoksen mahdollisia toimintaharjoituksia kohteessa. (Sähkölaitteiden testaus, Insinööritoimisto Nissinen Oy 2008)

TAULUKKO 6.

1	Testipalo 1, paloilmottimien laukaisu lämmittämällä palonilmaisukaapelia.
2	Testipalo 2, luiskassa puolivälissä, josta paloilmottimus lähimmästä painonapista.
3	Testipalo 3, ylipaineistetussa uloskäytävässä. Paloilmottimus kahdesta erillisestä savuilmaisimesta.

Pääurakoitsija laatii paloteknisten laitteiden yhteiskoekäyttösuunnitelman, jossa esitetään testauksen organisointi, toteutettavat toimenpiteet ja kirjattavat asiat.

4.12 Toimintakoe

Toimintakokeet ovat osa rakennuttajan ja urakoitsijoiden laadunvarmistusta. Toimintakokeet pidetään urakoitsijoiden toimintatarkastusten jälkeen urakoitsijoiden

yhteisesti ehdottomana ajankohtana kun urakoitsijat ovat todenneet, että kaikkien urakoiden osalta on valmius toimintakokeiden aloittamiseen.

Toimintakokeita ei aloiteta tai ne keskeytetään, mikäli urakkasuoritukseen liittyvät velvoitteet todetaan puutteelliseksi. Toimintakokeiden tarkoituksena on osoittaa, että laitteet ja järjestelmät toimivat suunnitellulla tavalla kaikissa käyttö- ja poikkeustilanteissa.

4.13 Säädot, mittaukset ja viritykset

Hyväksytyjen toimintakokeiden jälkeen urakoitsijat tekevät asentamiinsa laitteisiin tarvittavat hienosäädot ja viritykset. Mitattavissa tiloissa tulee rakennustöiden olla niin valmiit, että tarvittavat toimenpiteet voidaan asianmukaisesti tehdä.

Urakoitsijat tekevät mittaukset urakkaohjelmassa, urakkarajaliitteessä, työselityksessä tai vastaanottosuunnitelmassa mainituista seikoista ja laativat mittauksista pöytäkirjat.

4.14 Tarkastusmittaukset

Tarkastusmittauksissa tarkastetaan urakoitsijoiden säätö- ja mittausvaiheessa laatimat säätö- ja mittauspöytäkirjat pistokokein.

Urakoitsijat tekevät tarkastusmittaukset rakennuttajan edustajan läsnä ollessa. Urakoitsijat huolehtivat siitä, että tarkastusmittaustilanne vastaa säätötilannetta. Tarkastusmittauksen dokumentoinnista vastaa urakoitsija.

4.15 Taloteknisten järjestelmien koekäytöt ja yhteiskoekäyttö

Koekäytöissä tutkitaan laitteiden ja järjestelmien toimintaa eri olosuhteissa. Urakoitsijan tulee pyytää koekäytön pitämistä saatuaan laitteiden asennustyöt valmiiksi sekä toimintakokeen jälkeiset säätö- ja viritystoimet tehdyksi. Koekäytöt pidetään koekäyttöohjelman tai työselityksessä esitetyn suunnitelman mukaan.

Eri osapuolten velvoitteet ja koekäytön tekniset suoritustapavaatimukset sovitaan viimeistään urakoitsijoiden yhteisesti laatiman tarkastus- ja vastaanottosuunnitelman laatimisen yhteydessä. Koekäyttösuunnitelmat on hyväksyttävä tilaajalla viimeistään 2 viikkoa ennen koekäytön aloittamista. Osa mittauksista voidaan jakaa vuodenaikojen mukaan kahteen osaan. Lämmöntarvemittaukset tehdään talvella ja jäähdystestehomittaukset kesällä. Mittaukset tekee urakoitsija, joka vastaa myös mittausten dokumentoinnista.

Varavoimalaitokselta edellytetään, että se toimii luotettavasti kaikissa olosuhteissa. Ta-voitteena on ylläpitää vaadittu käyttövarmuustaso suunnitelmallisella huollolla osana kiinteistön ylläpitosuunnitelmaa.

Käytönopastuksessa varmistutaan, että käyttöhenkilöstö tuntee laitteiston ja sen toiminnan eri käyttötilanteessa ja pystyy ylläpitämään tarvittavat toimenpiteet poikkeustilan-teissa.

Koekäytöt ovat tärkeä osa tulevaa yhteiskoekäyttöä. Urakkasuoritusten rajapinnat tarkastetaan ja järjestelmien koekäytöissä noudatetaan seuraavia urakkarajoja:

- jäähdytysjärjestelmien koekäytöissä tarvittavien lämpökuormien järjestämisestä vastaa pääurakoitsija
- lämmitysjärjestelmien koekäytöissä tarvittavista lämmityskustannuksista vastaa pääurakoitsija
- vesi ja sähkö otetaan olemassa olevista verkoista, vesi- ja sähkökustannuksista vastaa pääurakoitsija
- erikoislaitteiden ja järjestelmien vastaanotossa tulee olla mukana laitetoimittajan edustus
- kukin urakoitsija tekee asentamiensa laitteidensa mittaukset, säädöt ja tarvittavat korjaukset
- takuuajan koekäytöt järjestää ja maksaa rakennuttaja, elleivät ne aiheudu urakkaan kuuluvan laitteen virheellisistä säädöistä tai asennusvirheestä
- kaikki tarvittavat mittalaitteet toimittaa ao. järjestelmän toteutuksesta päävas- tuussa oleva urakoitsija

Ainakin seuraavat järjestelmät koekäytetään:

- lämmitys- ja lämmönjakojärjestelmät
- tulo- ja poistoilmajärjestelmät, erillispoistojärjestelmät
- säätö- ja valvontajärjestelmät
- sähkötekniset järjestelmät
- sprinklerin varavesijärjestelmä
- savunpoistojärjestelmät
- varavoimajärjestelmät
- turvallisuusjärjestelmät

Kun kaikki koekäytöt on hyväksytysti tehty, pidetään kaikkien taloteknisten järjestelmien yhteiskoekäyttö. Taloteknisten järjestelmien yhteiskoekäyttö pidetään urakoitsijoiden toimesta yhdessä rakennuttajan kanssa. Yhteiskoekäytön dokumentoinnista vastaa rakennuttaja. Vastuullinen toimija on rakennusautomaatiourakoitsija, joka ohjeistaa muiden urakoitsijoiden toiminnot.

4.16 Viranomaistarkastukset

Urakoitsijat ovat velvollisia oma-aloitteisesti huolehtimaan, että kaikki viranomaisten edellyttämät katselmukset ja tarkastukset pidetään ajallaan. Urakoitsijoiden tulee informoida tulevista tarkastuksista riittävä ajoissa rakennuttajan edustajia.

Suunnitelmien ennakkotarkastukset, ilmoitukset, rakentamisaikaiset tarkastukset sekä käyttöönottotarkastukset on pidettävä siinä laajuudessa kuin määräykset ja suunnitelma-asiakirjat edellyttävät.

Urakoitsijat vastaavat omalta osaltaan viranomaisten tekemien tai edellyttämien tarkastusten aiheuttamista kustannuksista, lukuun ottamatta niitä tarkastuksia, jotka sisältyvät rakennusvalvontamaksuun.

Mikäli viranomaisten valvontatoimenpiteistä aiheutuu työ aikana suunnitelmamuutoksia, on urakoitsijan ennen työn aloittamista ilmoitettava muuttuneet asiat rakennuttajalle käyttäen tarvittaessa muutostyötarjousmenettelyä.

4.17 Vastaanoton ennakkotarkastus

Vastaanoton ennakkotarkastus pidetään sen jälkeen, kun talotekniset järjestelmät on säädetty ja koeajettu. Pidetyt tarkastukset ja kokeet merkitään pöytäkirjaan. Mahdollisista puutteista ja korjausvaatimuksista tehdään merkinnät pöytäkirjaan.

Osa tarkastuksista ja tehdyistä kokeista voidaan vaihtoehtoisesti tehdä jo tehtaalla. Menettelystä on erikseen sovittava tilaajan ja toimittajan kanssa.

Hyväksytyjen koe- ja yhteiskoekäyttöjen jälkeen varmistetaan, että tarvittavat polttonesteet, voiteluöljyt ja akkunesteet ovat täysimääräisenä käyttökunnossa. Samalla tarkastetaan, että laitteistot jäävät täyteen toimintavalmiuteen.

Vastaanoton ennakkotarkastus pidetään kaksi viikkoa ennen vastaanottotarkastusta. Ennakkotarkastuksessa varmistetaan seuraavista tehdyistä toimenpiteistä:

- urakkasuoritukset ovat vastaanottosuunnitelman edellyttämässä kunnossa
- urakkasopimusten ja laatusuunnitelman mukaiset tarkastukset on pidetty
- tarkastuksissa todetut viat ja puutteet on poistettu
- koekäytöt ja taloteknisten järjestelmien yhteiskoekäyttö on hyväksytysti pidetty
- koekäyttökoulutus on annettu
- luovutusasiakirjat on koottu ja tarkastettu

5 TALOTEKNIIKAN VASTAANOTTO

Talotekniikan vastaanotossa varmistutaan, että talotekniset järjestelmät toimivat sopimuspapereiden ja suunnitelmien mukaisesti. Vastaanottotarkastus pidetään YSE 98 mukaisesti. Pääurakoitsija on velvollinen huolehtimaan siitä, että vastaanottotarkastusaikataulussa on varattu kaikille toimituksille tarkastusaikaa.

Jos vastaanottotarkastuksessa todetaan niin paljon puutteita, ettei rakennuttaja ota vastaan urakkasuorituksia tai järjestelmiä, pidetään uusi vastaanottotarkastus vikojen ja puutteiden poistumisen jälkeen erikseen sovittavana ajankohtana.

Takuuajan alkamisen edellytyksenä on, että rakennuksen järjestelmät ovat toimintakuntoiset, mitatut, säädetyt ja hyväksytysti koekäytetyt niin, että suunnitellut toiminta-arvot on saavutettu.

5.1 Luovutusasiakirjat

Luovutusasiakirjoista tulee löytyä kaikki talotekniikan häiriöttömän käytön varmistamiseksi tarvittavat asiakirjat. Urakoitsijat luovuttavat suunnitelma-aikataulun mukaan rakennuttajalle seuraavat asiakirjat:

- valvojan hyväksymät tarkepiirustukset ja lopullisia asennuksia vastaavat asennuspiirustukset
- viranomaisten leimoilla varustetut lupapiirustukset ja niihin liittyvät luvat
- viranomaisten tarkastuspöytäkirjat ja kohteen oman työn tarkastuspöytäkirjat
- käyttö-, hoito- ja huolto-ohjeet
- pumppujen ja puhaltimien toimintapisteet ominaiskäyrästöineen
- taloteknisten järjestelmien mittaus- ja säätöpöytäkirjat

Luovutusasiakirjojen kokoamisesta vastaa pääurakoitsija siten, että kukin urakoitsija laatii oman urakkalaajuutensa asiakirjat.

5.2 Käyttö- ja hoito- ja kunnossapitosuunnitelma

Käyttö-, hoito- ja kunnossapitosuunnitelman laatiminen on tärkeä osa järjestelmien toimintavalmiuksien ylläpitoa ja vähintään yhtä tärkeää on huoltosuunnitelman säännöllinen päivittäminen. Käyttö-, hoito- ja kunnossapitosuunnitelman laadinnassa on huolehdittava ainakin seuraavista tehtävistä:

- rakennuttaja laadituttaa huoltokonsultilla kohteesta käyttö- ja huoltosuunnitelman (huoltokirjan). Huoltokirjan laadinnassa noudatetaan huoltokirjasta annettuja viranomaismääräyksiä ja rakennuttajan ohjeita seuraavasti:
- pääurakoitsijalla on urakoiden osalta huoltokirjamateriaalien toimitusten koordinointi.
- huoltokirjamateriaalin laatiminen ja tietojen kokoajana toimii erillinen ohjelmistokonsultti
- suunnittelijan täyttävän oman suunnittelualueen tietonsa ko. ohjelmaan tai toimittavat tiedot koordinaattorille
- kohteen tarkastuspöytäkirjat
- käyttö-, hoito- ja kunnossapito-ohjeet
- laitteiden takuutodistukset.
- alihankkija- ja tavarantoimittajaluettelo
- laitteiden konekortit
- muut RT 18 - 10713 mukaiset tiedot
- muut suunnittelijoiden antamat huoltokirjaohjeet

Huoltokirja on voitava ottaa käyttöön rakennuksen vastaanottovaiheessa. Käyttö-, kunnossapito-, huolto- ja hoito-ohjeiden sisältö ja esitystapa on tarkemmin määritelty kunkin alan työselostuksissa.

5.3 Takuuajan toimenpiteet

Kuhunkin urakkaan kuuluvat takuuajan huoltotoimenpiteet on mainittu ao. erikoistyöselostuksessa. Tehdyt huoltotoimet ja käytetyt varaosat merkitään huoltokirjaan. Tehdyistä huoltotoimenpiteistä on saatava käyttöhenkilökunnan merkintä ja hyväksyntä kirjallisena.

6 TALOTEKNIIKAN SUUNNITTELUTAVOITTEET

6.1 Tarveselvitys

Rakennusprojektin tarveselvityksessä on taustalla tarve, jossa selvitetään tulevat tilantarvelisäykset tai vähennykset, tai sitten tarvittava tila on erilaista kuin käytössä oleva. Tarvekartoituksessa voidaan myös arvioida kiinteistön korjaamista tai kehittämistä.

Tarveselvityksessä käsiteltäviä asioita ovat:

- käyttäjän tilantarve
- omistajan liiketoiminnan tarve
- tilanhankinnan tavoitteet
- hankepäättöksen valmistelu

Tuloksena tarveselvityksestä on hankepäättös hankesuunnittelun pohjaksi.

Tarveselvityksen määrittelyistä muodostuu myös huomioitavia asioita taloteknisen valvonnan osalta, jossa selvitetään toimintojen mitoitusperusteita ja arvioidaan eri taloteknisiä vaihtoehtoja.

6.2 Hankesuunnittelu

Hankesuunnitelma tarkentaa tarveselvityksessä yksilöityjä vaihtoehtoja. Hankesuunnitelma on päätöksentekopohjana käytettävä asiakirja, joka toimii myös suunnitteluohjelmalla jatktoa varten. Hankesuunnitelmassa tarkennetaan tavoitteita ja otetaan kantaa kustannus- ja aikataulutavoitteisiin. Hankesuunnitteluun voi myös sisältyä ensimmäiset versiot luonnossuunnittelusta.

Hankesuunnittelussa käsiteltäviä asioita ovat:

- rakennuttamisorganisaation muodostaminen
- rakentamismahdollisuuksien selvittäminen
- rakennuspaikan lupamenettelyt

- hankkeen suunnittelulle asetettavat tavoitteet
- omistajan asettamat tavoitteet
- kiinteistöpidon asettamat tavoitteet
- tilaohjelma ja tilojen vaatimukset

Tuloksena hankesuunnittelusta on hankeohjelma, jossa käsitellään seuraavia asioita:

- hankkeen läpiviennille asetettavat tavoitteet
- toteutustapa ja aikataulu
- kustannukset
- rahoitus ja budjetti

Tuloksena hankeohjelmasta on projektiohjelma, jossa valmistellaan tuleva investointipäätös. Toimeksiantajan tehtyä investointipäätöksen valmistellaan muut erityistehtävät, laaditaan ilmoitukset ja käynnistetään toiminnot projektiohjelman mukaisesti.

Valvontasuunnitelma on keskeinen osa rakennusprojektia. Valvontatoimet muodostuvat projektille asetettujen tavoitteiden kautta. Tarvittavat talotekniset tarkastukset kohdennetaan toimintojen mukaan yksilöidyssä valvontasuunnitelmassa.

6.3 Talotekniset tavoitteet

Rakenne- ja järjestelmäsuunnittelussa päätetään jopa yli 80 % tulevan rakennuksen kustannuksista. Rakennesuunnittelun laatu ja tavoitteet muodostuvat visuaalisesta, informatiivisesta ja toiminnallisesta laadusta.

Visuaalisella laadulla tarkoitetaan suunnitelmien havainnollisuutta, miten asiat ovat esitetty suunnitelmissa ja miltä suunnitelmat näyttävät tarkastelijasta.

Tiedottamisen laadulla tarkastellaan tiedon määrää ja muotoa, kuinka asiat ovat esitetty. Samalla arvioidaan tiedon riittävyttä ja mahdollista lisäselvityksen tarvetta.

Toiminnallisessa laadussa arvioidaan tehtyjä tuote- ja järjestelmävalintoja ja niiden vaikutusta tilakäytössä ja huollon helppoudessa.

Taloteknisenä tulostavoitteena voidaan myös asettaa taloudellinen vaatimus, että talotekniikan parannuksiensa kautta kustannusarvio ei saa ylittää hyväksytyjä enimmäiskustannuksia 25 prosenttia enempää.

6.3.1 Elinkaaritavoitteet

Elinkaaripalveluiden valintaan ja talotekniseen suunnitteluun vaikuttaa keskeisesti elinkaarikustannukset. Vertailulaskelmien tekeminen, suunnitteluratkaisujen valinta ja tarjousten yksiselitteinen vertailu on ollut vaikeaa laskentakäytäntöjen kirjavuuden takia.

Elinkaari on rakennetun kohteen tai kohteen osan peräkkäiset tai vuorovaikutteiset vaiheet raaka-aineiden hankinnasta tai tuottamisesta loppukäsittelyyn.

TAULUKKO 7. Elinkaari-informaation tarve (VTT.fi elinkaari-informaatio 2008)

	Osapuolet					
	Käyttäjä	Laitevalmistaja	Suunnittelija	Urakoitsija	Huolto	Tilaaaja
Laittevalinta	määrittää	määrittää	määrittää	määrittää	tarvitsee	tarvitsee
	tilavaatimus	laitteenhinta	laittevalinta	urakkahinta	huollontarve	investointikustannus
Laitteen käyttöikä		määrittää	tarvitsee	tarvitsee	tarvitsee	tarvitsee
		laitteen käyttöikä	laittevalinta	urakkakustannukset	huollontarve	investointikustannus
Laitteen käyttöaika	määrittää	tarvitsee	tarvitsee	tarvitsee	tarvitsee	tarvitsee
	tilavaatimus		laittevalinta	käyttökustannus		käyttökustannus
Energiankulutus	määrittää	määrittää		tarvitsee		tarvitsee
	käyttöikä	laitteenkulutus		käyttökustannus	huoltokustannus	käyttökustannus
Hoitokustannus	määrittää			tarvitsee	määrittää	tarvitsee
		huoltoväli				
Kunnossapitokustannus	määrittää	määrittää		tarvitsee	määrittää	tarvitsee
	laatuvaatimus	laitteen laatu		käyttökustannus	kunnossapitokustannus	käyttökustannus

Näiden kvalitatiivisten seikkojen lisäksi laskelmissa tulisi huomioida lähtöarvojen epävarmuus ja valittavien ratkaisujen muuntojoustavuus. Elinkaarikustannukset muodostuvat seuraavista osista:

- hankintakustannus
- rahoituskustannus
- huoltokustannus
- kunnossapitokustannus
- lämpöenergia- ja sähköenergian kustannus
- ympäristökustannus
- jäännösarvo
- laskentajakson pituus
- laskentakorko

Suunnittelijoille ja käyttäjille elinkaarikustannusinformaatio tarjoaa perusteluja uudelle tavalle tarkastella investointeja. Toteutusvaiheessa elinkaarikustannusten ymmärtäminen motivoi elinkaarilaadukkaampien järjestelmien hankintaan. Talotekniikan käyttäjille elinkaarikustannusten ymmärtäminen luo perustan jatkuvalla prosessien kehittämiseksi. Laadukkaalla kunnossapidolla ja prosessien jatkuvalla parantamisella saavutetaan parempi energiatehokkuus ja pienemmät käyttökustannukset. (VTT Talotekniikan elinkaarikustannukset, Mika Vuolle 2012)

6.3.2 Energiatehokkuustavoitteet

Rakennus- ja kiinteistöalan toimintaympäristö muuttuu nopeasti. Tilojen toiminnalliset ominaisuudet ovat yhä keskeisempiä tekijöitä arvonmuodostuksen tarkastelussa. Talotekniikka on kiinteistön ja siihen liittyvien teknisten palvelujen, järjestelmien ja laitteiden muodostama tärkeä kokonaisuus.

Energiatehokkuus käsitteenä tarkoittaa rakennusten standardoituun käyttöön, kuten lämmitykseen, jäähdytykseen, ilmanvaihtoon ja valaistukseen kulutettu tai tarvittavaksi arvioitu energiamäärä. Lukuarvo voidaan ilmaista yhtenä tai useampana lukuna. Energiatehokkuusvaatimus asetetaan kansallisten rakentamismääräysten perusteella, ja uudisrakentamisessa se perustuu energian kokonaistehokkuuden laskentaan. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten energiatehokkuudesta 765 / 2007).

6.3.3 Sisäilmatavoitteet

Ihmiset viettävät jopa 90 % ajastaan sisätiloissa, mistä johtuen sisäympäristön vaikutuksiin ihmisissä kiinnitetään yhä enemmän huomiota. Tutkimuksissa on todettu, hyvän sisäilma vaikutus työssä viihtyvyyteen, Fisk 2000, että hyvä sisäilman laatu parantaa työntekijöiden tuottavuutta ja vähentää poissaoloja. Yksi merkittävä tutkimushanke oli tuottava toimisto 2005-projekti. Tutkimus osoitti, että olosuhteisiin kannattaa panostaa sitä enemmän mitä korkeampi on työn hinta. Energiankulutuksella on suhteellisen vähäiset kustannusvaikutukset kokonaisuutta arvioitaessa. (Olli Seppänen 2004)

Sisäilmaluokitus sisältää sisäilmaston tavoitearvot, suunnittelu-, ja toteutusohjeet sekä vaatimukset rakennustuotteille. Luokitus tukee suunnittelijoiden lisäksi myös rakennuttajien laitevalmistajien, urakoitsijoiden ja käyttöhenkilöstön työtä rakennusprojektin eri vaiheissa.

TAULUKKO 8. Sisäilmaluokitus ja keskeiset pitoisuudet (Sisäilmayhdistys 2008)

Sisäilmaluokka	S1	S2	S3
Lämpötila (kesällä)	$\pm 23 - 24$ °C	$23 - 26$ °C	$22 - 27$ °C
Ilman liikenopeus $T_{\text{ilma}} = \text{kesällä}$	$< 0,20$ m / s	$< 0,25$ m / s	$< 0,3$ m / s
Hiididioksiidipitoisuus	< 750 ppm	< 900 ppm	< 1200 ppm
Radonpitoisuus	< 100 Bq / m ³	< 100 Bq / m ³	< 200 Bq / m ³
Formaldehydi	30 µg / m ³	50 µg / m ³	100 µg / m ³
Suodatusluokka	F8	F7	F6
Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokka	P1	P1	P2

6.3.4 Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokkatavoitteet

Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokkavaatimusten tavoitteena on varmistaa uuden ilmanvaihtojärjestelmän läpi virtaavan tuloilman hyvä laatu. Hyvälaatuisessa tuloilmassa ei saa olla ilmanvaihtojärjestelmästä peräisin olevia terveydelle tai viihtyvyydelle haitallisia aineita.

Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokka P1 vaatimukset:

- tuloilmakanavat ja kanavaosat on tehty puhtausluokitellusta ilmanvaihtotuotteista tai työmaalla vastaavaan tasoon puhdistetuista muista tuotteista
- tiivistämateriaalina käytetään rakennusmateriaalien päästöluokkaan M1 tai M2 luokiteltuja tai muuten emisioiltaan alhaiseksi tunnettuja materiaaleja
- luovutusvalmiin ilmanvaihtojärjestelmän sisäpinnan pölykertymän keskiarvo saa olla enintään $0,7 \text{ g/m}^2$, mitattuna suodatusmenetelmällä (Pasanen 1999 tai visuaalisesti arvioituna, Narvanne 2001)
- laitoksessa ei käytetä palautusilmaa lukuun ottamatta vain yhtä tilaa tai asuntoa palvelevia ilmanvaihtokoneita
- tuloilmassa ei saa käyttää hajusteita
- ilmanvaihtokoneiden tulopuolelle asennetaan kaksipuolainen suodatus, jonka erotusaste vastaa sisäilmataulukon vaatimuksia

Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokka P2 vaatimukset:

- tuloilmakanavat on tehty puhtausluokitellusta ilmanvaihtotuotteista tai työmaalla vastaavaan tasoon puhdistetuista muista tuotteista
- luovutusvalmiin ilmanvaihtojärjestelmän sisäpinnan pölykertymän keskiarvo saa olla enintään $2,5 \text{ g/m}^2$, mitattuna suodatusmenetelmällä (Pasanen 1999 tai visuaalisesti arvioituna, Narvanne 2001)
- laitoksessa saa käyttää puhtaudeltaan samanarvoisten tilojen palautusilmaa lukuun ottamatta vain yhtä tilaa tai asuntoa palvelevia ilmanvaihtokoneita.
- tuloilmassa ei saa käyttää hajusteita.
- ilmanvaihtokoneiden tulopuolelle asennetaan kaksipuolainen suodatus, jonka erotusaste vastaa sisäilmataulukon vaatimuksia.

6.3.5 Materiaaliluokitustavoitteet

Rakennus- ja sisustusmateriaaleista vapautuu huoneilmaan erilaisia kemikaaleja. Ne voivat olla peräisin käytetyistä raaka-aineista, valmistusprosessin virheistä, tai materiaalien vanhenemisesta. Rakennusmateriaalien päästöluokitus esittää vaatimukset tavantomaisissa työ- ja asuintiloissa käytettäville materiaaleille hyvän sisäilman laadun kannalta. Tavoitteena on käyttää vähäpäästöisiä tuotteita, etteivät materiaalit lisää ilmanvaihdon tarvetta.

Luokan M1 vaatimukset ovat:

- haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaisemissio (TVOC on alle 0,2 mg/m²h. Yhdisteistä on tunnettava vähintään 70 %.
- formaldehydin (H₂CO) emissio on alle 0,05 mg/m²h.
- ammoniakkin (NH₃) emissio on alle 0,03 mg²h.
- IARC:n luokittelun mukaisten luokkaan 1 kuuluvien karsinogeenisten aineiden (WHO 1987) emissio on alle 0,005 mg/m²h.
- materiaali ei haise, hajun hyväksyttävyyys paneelilla arvioituna on > 0,1.
- laastit, tasoitteet ja silotteet eivät saa sisältää kaseiinia.

Luokan M2 vaatimukset ovat:

- haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaisemissio (TVOC on alle 0,4 mg/m²h. Yhdisteistä on tunnettava vähintään 70 %.
- formaldehydin (H₂CO) emissio on alle 0,125 mg/m²h.
- ammoniakkin (NH₃) emissio on alle 0,06 mg²h.
- IARC:n luokittelun mukaisten luokkaan 1 kuuluvien karsinogeenisten aineiden (WHO 1987) emissio on alle 0,005 mg/m²h.
- materiaali ei haise, hajun hyväksyttävyyys kouluttamattomalla paneelilla arvioituna on 0,1.
- laastit, tasoitteet ja siloitteet eivät saa sisältää kaseiinia.

6.3.6 Taloautomaation tavoitteet

Rakennusautomaatio tarjoaa tarpeenmukaisia ohjausmahdollisuuksia automaatio-, valvonta, lämmitys-, ilmanvaihto-, jäähdytys- ja valaistuslaitteiden käyttöön jotka kasvattavat toiminnan energiatehokkuutta. Monimutkaiset ja integroidut energiasäästötoiminnot voidaan liittää rakennuksen automaatio-ohjaukseen.

Standardi SFS-EN 15232 Rakennusten energiatehokkuuden kasvavien tavoitteiden kautta voimme parantaa rakennusautomaation, säätötekniikan ja kiinteistöhoitoon avulla tehtävää laitteiden tarpeenmukaista ohjausta. Kiinteistön rakennusautomaatiotavoitteet voidaan jakaa neljään teholuokkaan. Paras on A-luokka, sitten B, C ja D-luokka.

TAULUKKO 9. Ympäristöministeriön julkaisu 02.03.2012. Rakennusten automaation vaikutus energiatehokkuuteen.

A	Luokka A ohjaa korkean energiatehokkuuden mahdollistavan automaatio- ja hallintojärjestelmän käyttöön. Rakennuksen automaatio on usein toteutettu monella järjestelmällä, jotka sisältävät kiinteistöhoitoon liittyvät keskeiset toiminnot. Laitteistot kykenevät tarpeenmukaiseen ohjaukseen ja hyödyntävät laajasti toistensa tuottamaa informaatiota.
B	Luokka B vastaa edistyneen rakennuksen automaatiota, jossa on erikseen mainittuja hallintotoimintoja. Rakennuksen automaatiojärjestelmään voidaan optimoida rakennusten eri järjestelmien toimintoja.
C	Luokka C vastaa tavanomaista toteutustasoa, jossa laitteilla on automaattinen ohjaus- ja säätömahdollisuus.
D	Luokka D vastaa tehotonta rakennusautomaatiota manuaalisella käytöllä. Luokka D ratkaisut ovat tyypillisesti käsikäyttöisiä, jossa venttiilien ja kytkimien ohjaus tehdään mekaanisesti.

6.4 Taloteknisen valvonnan suunnittelu

Taloteknisen valvonnan keskeinen tekijä on projektin laadunvarmistus. Laadunvarmistuksella tarkoitetaan kaikkia niitä toimenpiteitä, joita tarvitaan asetettujen tavoitteiden täyttämiseksi.

Tavoitteiden määrittelyn yhteydessä laaditaan myös valvonta- ja vastaanottosuunnitelma, jossa on nimetty yksilöidyt toimenpiteet eri osapuolille. Laadunvarmistustehtäviin kuuluvat myös toimintakokeet, järjestelmien mittaus ja säätö, sekä itselle luovutus.

6.4.1 Teknisen valvonnan suunnittelu

Taloteknisten tuotteiden ja järjestelmien valvontasuunnitelman tehtävärunkona käytetään yleensä RT 16 -10747 ohjetiedostoa. Ohjetiedostossa on määritelty talotekniikkatöiden valvonnan tehtäväluettelo. Talotekniikkatöillä tarkoitetaan rakennuksen lämmitystä, vesihuoltoa, ilmanvaihtoa, sähköistystä, automaatioita, tele- ja tietoliikennettä, turvallisuusjärjestelmiä ja muita laitejärjestelmiä koskevia töitä. Teknisessä valvonnassa varmistetaan tehdyt laitevalinnat ja tarkastetaan urakoitsijoiden tekemä asennustyö.

6.4.2 Ajallisen valvonnan suunnittelu

Asennusten etenemistä ja mahdollisten välitavoitteiden toteutumista seurataan aikatauluvalvonnassa. Aikataulun toteutumista seurataan säännöllisesti pidettävissä urakoitsija- ja työmaakokouksissa. Valvojat ylläpitävät aikatauluvalvontaa viikoittain ja informoivat asennustöiden etenemisestä urakoitsijoita ja raportoivat aikataulupoikkeamista projektijohdolle.

6.4.3 Taloudellisen valvonnan suunnittelu

Projektin etenemistä, maksuerien kirjautumista ja kustannusten muodostumista seurataan valvojan toimesta säännöllisesti. Työn etenemistä, välitavoitteiden toteutumista ja maksuerien maksatusta verrataan maksueräsuunnitelmiin viikoittain. Töiden valmiusastetta ja eri asennusvaiheiden sovitusta tarkastellaan yhteisissä urakoitsijakokouksissa.

6.4.4 Käytönopastuksen valvonta

Laiteasennusten valmistuessa ja yhteiskoeikäyttöjen edetessä on hyvä ottaa tarkastuksiin mukaan käyttöhenkilökunnan edustaja. Käytäntö ei ole vielä laajasti yleistynyt, mutta siitä on hyviä kokemuksia. Laite- ja järjestelmätestausten edetessä ja yhteiskoeikäyttöjen varmistuessa käyttöhenkilökunnan edustajat pääsevät näkemään laitteiden toiminnallisuudet ja mahdolliset häiriötekijät eri käyttötilanteissa.

Teemahaastattelussa tuli korostetusti esille koeikäyttövaiheen porrastamisen tärkeys. Vastaanottajat pitivät hyvin tärkeänä, että koeikäytön porrastuksessa testataan järjestelmiä erilaisissa käyttötilanteissa. Tarkoituksena on varmistaa laitteiden toiminta talvi- ja kesäolosuhteissa.

6.4.5 Vastaanottomenettelyn valvonta

Vastaanoton valvonnan tulee olla ennakoivaa ja ennalta ohjaavaa. Valvonta kohdistetaan merkitykseltään keskeisten toimintojen tarkastamiseen ja dokumentointiin. Eri urakoitsijoiden mittaus- ja säätötoimenpiteet tarkastetaan pistokokein ja samalla varmistetaan, että eri järjestelmät toimivat kokonaisuutena suunnitellulla tavalla. Vastaanottomenettelyn yhteydessä tehtävissä yhteiskäyttökokeissa varmistetaan suunnitteluarvojen toteutumisesta ja tavoitearvojen saavuttamisesta. Tarkistetaan laaditut dokumentit koeikäytöistä, mittauspöytäkirjoista ja järjestelmäkohtaisista testauksista.

6.4.6 Takuuajan valvonta

Hyväksytyyn vastaanoton jälkeen taloteknistenjärjestelmien käyttövastuu siirtyy käyttöhenkilöstölle. Takuuajana voi edelleenkin olla huoltotoimenpiteitä, joista vastaavat projektin toteuttaneet urakoitsijat. Takuuajaiseen käyttöön kohdistuu myös laitoksen käyttöön liittyvät järjestelmien hienosäätö ja huoltotoimet, joista vastaavat urakoitsijat. Takuuajaiset huolto- ja säätötoimet on kirjattu urakkaohjelmaan ja erityistyöselityksiin. Tehdyt toimenpiteet dokumentoidaan ja kirjataan huoltokirjaan. Takuuajaiset korjaustoimet kirjataan vastaavalla tavalla huoltokirjaan. Takuuajakaisten korjausten ja vaihdettujen komponenttien yhteydessä on huomioitava mahdollinen takuuajan pidentäminen.

6.5 Taloteknisen valvonnan ohjaus

Talotekninen valvontasuunnitelma on rakennuttajan laatima hankekohtainen asiakirja, jossa on esitetty kaikki valvontaan oleellisesti liittyvät toimenpiteet. Talotekniikan valvontasuunnitelma ja tehtäväluettelo laaditaan RT 16-10747 ohjetiedoston runkoa noudattaen. Valvonnan tarkoituksena on ennaltaehkäistä virheitä tai mahdollisia ongelmia. Valvonnalla ja valvonnan ohjauksella varmistetaan, että työt valmistuvat sovitussa laajuudessa, aikataulun ja kustannusarvion mukaisesti.

6.5.1 Materiaali ja komponenttihyväksynät

Projektissa käytettävien materiaalien tulee täyttää yleisesti hyväksytyt laatu- ja turvallisuusvaatimukset. Käytettävien komponenttien tulee olla tyyppihyväksytyjä ja kyseiseen käyttöön soveltuvia. Suunnitelmista poikkeavien komponenttien vastaavuus tulee urakoitsijan todentaa suunnittelijalle ja hyväksyttää tilaajan edustajalla. Hyväksynät dokumentoidaan ja kirjataan vastaanottomateriaaleihin.

6.5.2 Tuote- ja järjestelmätarkastukset

Käytettäville tuotteille ja tuotteista muodostuville järjestelmille pidetään mitoitus- ja toimintatarkastuksia tarvittavin osin. Tuotteille ja järjestelmille järjestettävät kuormituskokeet ja koetulokset dokumentoidaan ja liitetään yhdessä valmistajan laatimien teknisten mittaustulosten kanssa kohteen luovutusaineistoon. Tarvittavat testausjärjestelyt tehdään urakoitsijan toimesta ja valvojan läsnä ollessa.

6.5.3 Asennustarkastukset

Tuotteiden asennustapatarkastuksia kohdistetaan ydinkomponenttien ja merkitykseltään vaativien asennusten tarkastukseen. Vastaavalla tavalla tarkastetaan rakenteiden sisään ja piiloon jäävien laitteiden ja järjestelmien kunto. Asennustapatarkastuksissa pyritään ennakoimaan mahdollisia häiriötekijöitä ja varmistumaan asennusten soveltuvuudesta osaksi toimivaa kokonaisuutta.

6.5.4 Toimintatarkastukset

Toimintakokeiden suunnittelu ja koordinointi tehdään talotekniikkaurakoitsijoiden toimesta yhdessä valvojan kanssa. Toimintatarkastuksessa ja yhteiskoekäytöissä testaan järjestelmien toiminnot ja mahdolliset häiriöt. Yhteiskoekäytöstä laaditaan tarkastuspöytäkirja ja poikkeamat kirjataan pöytäkirjaan.

Teemahaastattelussa järjestelmien toimintatarkastus herätti keskustelua. Toimintatarkastusten ajankohta kohdistuu projektin loppuun ja kiire vaikuttaa testauksia häiritsevästi. Aikataulussa on yleensä varattu erillinen aika toimintatarkastuksiin. Useasti on huomattu, että työmaan viimeistelytyöt ovat myöhässä, jolloin viimeistelytyöt häiritsevät yhteiskäyttöjä ja toimintatarkastuksia.

Laajasti hyväksytyksi ratkaisumalliksi ehdotettiin kaksiportaista toimintatarkastusta, jossa talotekniset toiminnot jaetaan järjestelmäkohtaisesti talvi- ja kesätoimintojen toimintatarkastuksiin. Kaksiportaisen toimintatarkastuksen uskottiin tehostavan järjestelmien toimintatarkastuksia, käyttöhenkilöstön koulutusta ja nopeuttavan uusien asioiden omaksumista.

7 TALOTEKNIIKAN VASTAANOTON KEHITTÄMINEN

7.1 Toiminnalliset tavoitteet

Teemahaastattelussa toiminnalliset tavoitteet nousivat korostetusti esille suunnittelijoiden ja rakennuttajien vastauksissa. Viranomaiset edellyttivät enemmän vaatimusmukaisuustarkastelujen toteutumista määräysten mukaisesti. Toiminnallisia testauksia toivottiin lisäävän ja poikkeustilanteiden hallintaa toivottiin korostettavan. Yhteiskoekäyttöön haluttiin varattavan enemmän aikaa, ja monipuolisempia testauksia, joissa varmistetaan laitteiden toiminnasta eri olosuhteissa.

Toiminnallisiin tavoitteisiin liittyy rakennusten energiatehokkuuden tarkastelu. Rakennustekniikassa yksi kehittyneimmistä osa-alueista on rakennusten tiiveys. Tiiveystarkasteluun on kehitetty uusia menetelmiä ja valvontaa liittyviä työtapoja. Ilmatiiveyden vuotomittaus on yleistynyt pientalorakentamisessa ja tulee yleistymään myös suuremmissä kohteissa. Vuototiiveyden mittausmenetelmät ovat yleistyneet ja lukuarvojen merkitys tunnetaan jo paremmin. Ilmatiiveyden valvontaan on tullut tarkasteluja helpottavia työmenetelmiä esimerkiksi lämpökamerakuvausten yleistyessä. Lämpökamerakuvaus paljastaa pienemmätkin vuotopaikat ja kuvat on nopeasti työmaaolosuhteissa tarkastettavissa.

Yksi suurimmista lämmönhukkaajista on ollut ilmanvaihto yhdessä vuotavien rakenteiden kanssa. Rakenteiden tiiveyden parantuessa on ilmanvaihdon lämmön talteenottolaitteiden vaikutus huomioitu tarkemmin. Aiemmin keskusteltiin yksittäisten taloteknisten laitteiden hyötysuhteista ja nyt tarkastellaan taloteknisten järjestelmien vuosihyötysuhdetta ja sen vaikutusta elinkaarikustannuksiin. Uudet lämpöpumppuratkaisut mahdollistavat lämmön talteenoton poistoilmasta korkealla hyötysuhteella. Lämpöpumppujen hinnat ovat laskeneet ja investoinnin takaisinmaksuaika on nopeutunut. Nykytekniikalla päästään jo investoinnin 8-10 vuoden takaisinmaksuaikaan, jolloin investointia pidetään taloudellisesti kiinnostavana.

7.2 Käytettävyyden tavoitteet

Käytettävyyden tavoitteena on varmistua järjestelmien toiminnasta eri käyttötilanteissa. Haastattelun vastauksissa rakennuttajat toivoivat yksinkertaisia ja automaattisesti toimivia järjestelmiä. Toiminnan tehostuksia toivottiin voitavan käyttää eri kuormitustilanteissa eri vuodenaikoina. Lämmitysjärjestelmien ja automatiikkaohjausten testaukset tulee ajoittaa talviaikaan. Jäähdytysjärjestelmän testaukset tulee tehdä kesällä ja eri lämpökuormilla.

Energiatalojen luokittelu on yhdistänyt käytettävyydestavoitteita ja terminologia on täsmentynyt seuraavasti.

Matalaenergiatalo: Energiatehokas talo, joka kuluttaa energiaa puolet vähemmän kuin rakennusmääräysten minimivaatimukset täyttävä talo. Rajoiksi voidaan määritellä 60 kWh / m² Etelä-Suomessa ja 90 kWh / m² Pohjois-Suomessa.

Passiivienergiatalo ei tarvitse lainkaan lämmitys- tai jäähdytysenergiaa. Käytännön rajoiksi voidaan määritellä 20 kWh / m² Etelä-Suomessa ja 30 kWh / m² Pohjois-Suomessa.

Nollaenergiatalo tuottaa uusiutuvaa energiaa vähintään yhtä paljon kuin käyttää uusiutumaton energiaa. Plusenergiatalo tuottaa vuodessa energiaa enemmän kuin käyttää sitä.

MERA (Multi-Storey building) on VTT:ssä kehitetty passiivitalokonsepti kerrostaloille, joissa energiakulutus on vain 25 % tavallisesta passiivitalosta. Ostettua energiaa tarvitaan vain kolmen kuukauden ajan vuodessa. (Holopainen & al 2008)

7.3 Huollon ja kunnossapidon tavoitteet

Kiinteistön huoltohenkilöstö toivoi opastuksen ja koulutuksen porrastamista. Varsinaiset takuuajaiset huolto- ja säätötoiminnot tulee tehdä asiantuntevien henkilöiden toimesta. Huoltohenkilöiden tulee osallistua takuuajaisiin tarkastuksiin ja mahdollisiin huoltotoimiin. Samalla varmistutaan laitteiden oikeasta toiminnasta ja ennakoidaan tulevia huolto- ja korjaustoimenpiteitä.

Huolto- ja ylläpitotarkastuksilla seurataan järjestelmien toimintaa eri käyttötilanteissa ja erilaisissa kuormitustilanteissa. Taloteknisten asetusarvojen ja käyttöaikojen muuttaminen kannattaa tehdä vakiintuneiden käyttötilanteiden mukaan.

Kiinteistöt muodostavat kansallisvarallisuudestamme jopa yli 70 %. Kiinteistön ammattimainen ylläpito ja hoito koetaan keskeiseksi tekijäksi kiinteistön elinkaaritarkastelussa. Ammattitaitoisella ja ennakoivalla kiinteistöjen huoltotoiminnalla parannetaan rakennusten käytettävyyttä sekä pidennetään kiinteistön käyttöikää. (Myyryläinen 2008)

7.4 Taloudelliset tavoitteet

Käyttöhenkilökunnan edustajat ja kiinteistöjen omistajat toivoivat järjestelmien energiatehokkuuden parantamista ja elinkaarikustannusten optimointiin. Samalla he kuitenkin totesivat, että pääpaino taloudellisessa tarkastelussa on investointikustannuksissa. Elinkaarikustannusten tarkasteluun kiinnitettiin huomiota vasta tarkentavien kysymysten vastauksissa. Samoin vastauksissa todettiin, ettei tavoitemäärittelyssä ole kiinnitetty käyttökustannuksiin riittävästi huomiota. Energiatehokkuuden käsite tunnetaan paremmin suunnittelijoiden keskuudessa ja sen vaikutus käyttökustannuksiin pitemmällä aikaa tunnettiin heikosti. Yhä useammin taloudelliset tavoitteet on sidottu lukuarvoina käyttökustannuksiin ja pitemmälle ajalle elinkaarikustannuksiin sidottuna.

7.5 Ympäristön kehitystavoitteet

Kiinteistöjen omistajat toivoivat järjestelmien energiatehokkuuden parantavan myös järjestelmien ympäristöystävällisyyttä. Näin on myös tapahtunut ja rakennus- ja taloteknisille tuotteille on laadittu ympäristömerkkejä. Samalla kuitenkin on todettu, etteivät ympäristöystävälliset valinnat saa kohottaa investointikustannuksissa. Ympäristöystävällisen rakennustavan vaihtoehdot tunnetaan paremmin suunnittelijoiden keskuudessa, joskin sen vaikutus kustannuksiin tunnettiin heikosti.

Rakennusten ja rakennushankkeiden ympäristöluokitusten avulla voimme vertailla kiinteistöjen energiatehokkuutta ja ympäristövaikutuksia yhteneväisin menetelmin. Luokitusten avulla rakennusten toimintaympäristöön perustuva suorituskyky voidaan osoittaa yhteisesti tunnetuin menetelmin. Ympäristöluokitusten kautta on pystytty osoittamaan,

että rakennusten arvo, sijoitetun pääoman tuotto ja kiinteistöjen käyttöaste ovat nousseet useita prosenttiyksiköitä.

Suomessa käytetyimpiä rakennusten ympäristöluokituksia ovat kotimaassa laadittu PromisE sekä kansainvälisesti käytössä olevat BREEAM ja LEED. Näiden lisäksi maailmalla on runsaasti alueellisia luokitusjärjestelmiä. PromisEssa rakennusten ympäristöominaisuuksia tarkastellaan neljässä pääluokassa, joita ovat ihmisten terveys, luonnonvarojen käyttö, ekologiset seuraukset ja ympäristöriskien hallinta. www.promiseweb.net

7.6 Järjestelmien takuuaikaiset toimintatarkastukset

Takuuaikana tapahtuvat toimintatarkastukset dokumentoidaan ja laitteiden toiminta arvioidaan takuuajan päättyessä. Jos laitteille on jouduttu tekemään komponenttivaihtoja, takuuaikaa pidennetään vastaavalla tavalla. Järjestelmien toimintatarkastuksiin takuuajana tulee osallistua järjestelmätoimittajat, valvojat ja käyttöhenkilöstön edustajat.

7.7 Talotekniikan kulutustarkastukset

Energia- ja elinkaarikustannusten toteutumista seurataan säännöllisillä kulutustarkastuksilla. Toteutuneita kulutuslukemia verrataan vastaaviin tiloihin ja poikkeamista laaditaan seurantaraportit. Seurantaraporttien perusteella tehdään tarvittavia asetusmuutoksia ja korjaavia toimenpiteitä järjestelmäasetuksiin.

7.8 Toimintojen käytettävyydestarkastelut

Käytettävyydestarkasteluissa kiinnitetään huomio järjestelmän toimintaan ja verrataan sitä asetettuihin tavoitteisiin. Nykytekniikka mahdollistaa käytettävyyden simuloinnin esimerkiksi olosuhdesimuloinnin avulla. Olosuhdesimulointi tuottaa huonelämpötilat annetussa mitoitusolosuhteissa eri vuorokauden aikana. Simuloinnin tuloksista voidaan tarkastella tilan lämpöviihtyvyyttä, hiilidioksiidipitoisuutta ja lämpöolosuhteita.

(Energia- ja ekologiakäsikirja, suunnittelu ja rakentaminen, Markku Lappalainen 2010)

8 KEHITTÄMISTEHTÄVÄN ARVIOINTI JA JATKOKEHITTÄMISEN POHDINTA

8.1 Tekniset haasteet

Rakennustekniset vaatimukset ja siihen liittyvät talotekniset muutokset etenevät nopeasti. Hankesuunnitteluun liittyvät laite- ja järjestelmämääritykset tulevat korostumaan. Energian hinta tulee kallistumaan ja energiatehokkuuden parantamiseen kehitetään uusia ratkaisuja. Energiatehokkaassa suunnittelussa pyritään hyödyntämään niitä ratkaisuja, jotka mahdollistavat asumismukavuuden ylläpitämisen myös korkeiden energiakustannusten aikoina. Uusiutuvien energialähteiden käyttö yleistyy ja käytettävä tekniikka monipuolistuu. Tämän seurauksena talotekniikan valvontatehtävät edellyttävät yhä monipuolisempaa ammattitaitoa.

TAULUKKO 9. Eri tekijöiden vaikutus toimistorakennusten energiatehokkuuteen.

(Ins. tsto Granlund 2009)

Herkkyyksianalyysi eri tekijöiden vaikutuksesta energiatehokkuuteen			
Suure	Suureen vertailuluku	Suureen muutettu arvo	ET-luvun muutos %
Rakennuksen käyttöaika	9 h/d	16 h/d	38,1
LTO:n hyötysuhde	60 %	40 %	35,1
Sisäisten kuormien aikataulu	9 h/d	16 h/d	30,5
Ilmanvaihdon aikataulu	11 h/d	18 h/d	18,8
Sisäisten kuormien muutos	45 W/m ²	30 W/m ²	- 16,5
Ikkunapinta-ala	15 % lattia-m ²	20 % lattia-m ²	14,9
Lämmityksen asetusarvo	21 °C	23 °C	11,7
Tuloilmavirta	2 dm ³ /sm ²	1,5 dm ³ /sm ²	- 5,3
Jäähdytyksen asetusarvo	23 °C	26 °C	- 5,2
Tuloilman lämpötila	17 °C	19 °C	4,0
Ikkunoiden U-arvon muutos	1,4 W/m ² K	1,1 W/m ² K	- 2,0
Rakenteiden U-arvon muutos	0,24 W/m ² K	0,2 W/m ² K	- 1,2
Ikkunoiden g-arvon muutos	60 %	30 %	0,5

8.2 Toiminnalliset haasteet

Toiminnallisuuden kehittämisessä ja toimenpiteiden yksilöinnissä käyttöhenkilökunnan vaatimukset kasvavat. Järjestelmien tulee olla yksinkertainen ja teknisesti toimivia. Käyttökustannukset pyritään huomiomaan ja ylläpitokustannukset minimoimaan. Maankäyttö- ja rakennusasetus (895/1999) edellyttää, että uusille rakennuksille tehdään huoltokirja. Huoltokirja on tehtävä myös, jos pysyvään asumiseen tai työskentelyyn tarkoitettussa kiinteistössä tehdään rakennusluvanvaraisia muutoksia. Huoltokirjassa on esitetty huoltokohteet ja ohjeet, sekä laitteiden ja järjestelmien tavoitteelliset käyttöiät. Huoltokirjan aktiivinen käyttö ohjaa tulevia toimia ja toimii hyvänä apuna päätettäessä järjestelmien uusiutumisajankohdasta.

8.3 Taloudelliset haasteet

Energiakustannusten kallistuminen tuo omat haasteet energiatehokkuuden kehittämisessä. Uudet rakentamismääräykset vahvistavat kehitystä ja nopeuttavat toimenpiteitä.

Taloudellisiin haasteisiin ja niihin liittyvien toimintojen kehittämiseen liittyy hyvin oleellisesti suunnitteluhenkilöstö ja pääsuunnittelijan osaaminen. Rakennuttajan apuna toimivilta erikois-suunnittelijoilta edellytetään teknisen osaamisen lisäksi monipuolisia vuorovaikutustaitoja.

Uudisrakennuksissa pääsuunnittelija on usein koulutukseltaan arkkitehti ja keskittynyt enemmän rakennusteknisten muotojen ja mallien käsittelyyn. Erikois-suunnittelijoiden vastuu kasvaa tilanteissa, joissa taloteknisten järjestelmäkuvausten kautta etsimme toimivia ja kustannustehokkaita järjestelmiä koko elinkaaren ajalle.

Saneerauskohteissa talotekniikan rooli korostuu ja hyvin usein pääsuunnittelijan rooli on annettu talotekniikan erikois-suunnittelijalle. Talotekniikan puolelta tarkasteltuna tämä kehityssuunta on ollut myönteinen ja tuonut mukanaan hyvin toimivia, kustannustehokkaasti toteutettuja ja elinkaarikustannuksiltaan kilpailukykyisiä järjestelmiä kiinteistön koko elinkaarelle. Rakennusosien ja taloteknisten järjestelmien kehittämispohdintaan liittyy oleellisesti erilaisten rakenteiden vaikutus ja vertailu perustasoon liittyen. Hyvin nopeasti on havaittavissa, että kustannusvaikutus eri rakennusosien välillä on hyvin pieni, jolloin suurempi huomio kohdistuu toteutuksen suunnitteluun ja valvon-

nan tehostamiseen. Joka tuo tullessaan rakentamisen parantuneen laadun, täsmällisemmän aikataulun ja tyytyväisemmät käyttäjät.

TAULUKKO 10. Eri energialuokittelua vastaavien rakentamiskustannuserojen vertailu rakentamismääräyskokoelman mukaiseen rakennukseen (RIL - 249-2009).

	Matalaenergiarakennus	Passiivirakennus
Kulutustaso kWh / as ^m ²/a	50	15
(nykyarvo)	Kustannusero €/ m ²	Kustannusero €/ m ²
Rakentamiskustannus	+ 40	+ 135
Vaipan tiiveys ja eristystaso	+ 30	+ 105
Ikkunat ja parvekeovet	+ 25	+ 30
Ilmanvaihto-osat	+ 20	+ 35
Lämmitysosat	- 35	- 35
Huolto- ja kunnossapitoero	+ 5	+ 20
Takaisinmaksuaika / a	13	21
Rakennuskustannuslisä	+ 2...+3	+ 9...+12

Energiatehokkuuden parantamisen tarve on tunnistettu ja nyt etsitään uusia teknisiä ratkaisuja, jotka ovat myös kustannustehokkaasti toteutettavissa.

Talotekniikan valvonnalle ja vastaanottomenettelyn kehittämiseksi tulevaisuus tuo suuria haasteita. Rakentamisen uudet määräykset, kehittyvät tekniset järjestelmät, ulkomaisten työntekijöiden voimakas mukaantulo ja yhä tiukentuvat ympäristömääräykset aiheuttavat nopean muutoksen rakentamisen kulttuurissa. Tähän voimme valmistua olemalla aktiivisesti mukana alan kehityksessä ja uusien asioiden valmistelussa.

LÄHTEET

Asikainen Vesa & Susanna Peltola. Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen 2010.

Brunnila Juha, LVI-tarkastaja. Tampereen Tilakeskus. Haastattelu toukokuu 2012.

D1 SUOMEN RAKENTAMISMÄÄRÄYSKOKOELMA, Kiinteistöjen vesi- ja viemärilaitteistot. Määräys ja ohjeet 2007.

D2 SUOMEN RAKENTAMISMÄÄRÄYSKOKOELMA, Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräys ja ohjeet 2010.

Ekman Janne, Projektipäällikkö, Consi Talotekniikka Oy. Haastattelu toukokuu 2012.

Haasto Jussi, Suunnittelijavalvojan toiminnan kehittäminen. Metropolia Insinööriyö 2010.

Hongisto Valter ja Häggblom Henna. Toimistojen mallinnettu ja koettu sisäympäristö-MAKSI-hankkeen loppuraportti 2009.

Ins.tsto Granlund Oy, Herkkyysanalyysi eri tekijöiden vaikutuksesta energiatehokkuuteen 2009

Korvenpää Raimo, Projektipäällikkö Ins.tsto Tampereen Granlund Oy. Haastattelu toukokuu 2012.

Lipsanen Erkki, DI Ivia-asiantuntija. Insinööritoimisto Väänänen Oy. Haastattelu toukokuu 2012.

Mälkönen Timo, johtava talotekniikka-asiantuntija. Suomen yliopistokiinteistöt. Haastattelu toukokuu 2012.

Nevalainen Pasi, Kiinteistöpäällikkö. Finnpark. Haastattelu toukokuu 2012.

Puhakka Eija & Jukka Kääriäinen RAKENTAMISEN TAVOITTEENA PUHDAS SISÄILMA 1993

RIL 249-2009, Eri energialuokittelua vastaavien rakentamiskustannuserojen vertailu rakentamismääräyskokoelman mukaiseen rakennukseen 2009.

RT 16-10747 Talotekniikkatöiden valvontaluettelo 2001

Salonen Jarmo, Toimitusjohtaja, Ins.tsto Sätek Oy. Haastattelu toukokuu 2012.

SISÄILMASTOLUOKITUS 2008, Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. RT 07-10946.

Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohje 2009

TERVEEN TALON TOTEUTUKSEN KRITEERIT, Kriteerit ja ohjeet toimitilarakentamisessa. RT 07-10805 ohjetiedosto.

Uotila Juha, DI, johtaja. A-insinöörit Rakennuttaminen Oy. Haastattelu toukokuu 2012.

Viilonen Jani, LVIA-asiantuntija. A-insinöörit Rakennuttaminen Oy. Haastattelu toukokuu 2012.

Ympäristöministeriön julkaisu 02.03.2012 Rakennusten automaation vaikutus energiatehokkuuteen. Luettu 15.6.2012.

LIITTEET

Liite 1. Teemahaastattelun runko

Liite 2. Talotekniikkatehtävien valvontaluettelo

Teemahaastattelu / Kari Äärinen, opinnäytetyö YAMK-tutkinto 2011-2012

1 JOHDANTO

Teemahaastattelua käytetään kehitystehtävän tietojen keräämisessä. Haastattelussa on keskitytty kokemuseräisen ja hiljaisen tiedon keräämiseen koko rakennusprosessin osalta. Vastaajiksi suunnitellut henkilöt edustavat eri osa-alueiden ammattilaisia, joilla on laaja kokemus rakennusprosessin eri vaiheista.

2 TEEMAHAASTATTELUN TARKOITUS

Teemahaastattelun tarkoituksena on selvittää rakennusprosessin eri vaiheissa esiintyvät kipukohtat ja miten siihen voidaan vaikuttaa valvonnan keinoin.

2.1. Mikä on rakennuttajan odotukset valvonnasta ja vastaanoton kehittämisessä?

Elinkaaritavoitteet, tuotteiden ja järjestelmien käyttöikä

Energiatehokkuusluokitus ET - luku

Sisäilmaluokitus, SI, S2, S3

Puhtausluokitus P1, P2, P3

Materiaaliluokitus M1, M2, M3

2.2. Mitkä ovat suunnittelijan odotukset valvonnan toteutuksessa ja vastaanoton kehittämisessä?

Järjestelmä- ja tuotevalinnat LV-tekniikassa

Järjestelmä- ja tuotevalinnat IV-tekniikassa

Järjestelmä- ja tuotevalinnat jäähdytyksessä

Järjestelmä- ja tuotevalinnat automatiikassa

2.3. Mitkä ovat valvojan odotukset toteutuksen valvonnassa ja vastaanoton kehittämisessä?

Järjestelmä- ja tuotetarkastukset

Asennustapatarkastukset

Koestukset ja koekäytöt

Järjestelmän toimintatarkastukset

Järjestelmien yhteiskoekäytöt

2.4. Mitkä ovat urakoitsijoiden odotukset valvonnasta ja vastaanoton kehittämisessä?

Asennustarkastukset

Sisäinen laadunvalvonta

Itselle luovutus

2.5. Mikä on käyttöhenkilön odotukset käyttöönotosta ja käyttöönoton kehittämisestä?

Järjestelmien käyttöönototarkastukset

Järjestelmätestaukset eri olosuhteissa

3 TEEMAHAASTATTELU TUTKIMUSMENETELMÄNÄ

Teemahaastattelulle on ominaista, että joitakin haastattelun näkökohta on lyöty lukkoon, mutta ei kuitenkaan kaikkia. Teemahaastattelussa haastattelu kohdennetaan taloteknisiin aiheisiin. Teemahaastateltaviksi on valittu eri osa-alueiden ammattilaisia, joilla on aiheesta omakohtaisia kokemuksia. Haastattelua kohdennetaan siis tutkittavien henkilöiden subjektiivisiin kokemuksiin. Teemahaastattelulla on pyritty kartoittamaan yksilön ajatuksia, tunteita ja kokemuksia. Teemahaastattelulla on pyritty löytämään asioita ja niiden rajapintoja, joita ei ole yleensä hyvin tiedostettu.

3.1 Kokemus tutkimuksen kohteena

Kokemuksella voidaan selittää myös oppimista. Kokemuksella kuvataan myös aistihavaintoa ja sen kautta syntyvää tietoa. Kokemus on näkemystä asioista ja valmiutta hallita käytännön tilanteita, ja sen sanotaan karttuvan ajan myötä. Kaikesta huolimatta tutkimustyö on aina tutkijan tulkintaa, siis subjektiivista.

3.2 Haastattelu ja sen eri muodot

Haastattelu on sosiaalinen puhetilanne. Se on kahden henkilön välinen vuorovaikutustilanne, joka perustuu kielen käyttöön. Haastattelijan tutkimuksen kohteena on haastateltavan puheen sisältö. Haastateltavan vastaus heijastaa aina myös haastattelijan läsnäoloa ja vaikutusta tilanteeseen.

3.3 Haastattelun teema-alueet

On muokattu rakennusprosessin eri vaiheissa työskentelevien sidosryhmien perusteella. Teema-alueet on kerätty LVI - valvonnan tehtäväluetteloista. Teemoissa on käytetty aikaisemmissa tutkimuksissa tutkittuja asioita ja yhdistetty valvonnan yleisiin teemoihin. Yksityiskohtaista kysymysluettelo ei käytetä, vaan keskitytään laajempiin teemoihin. Teema-alueiden pohjalta haastattelua syvennetään niin pitkälle kuin asiaa teemoista löytyy ja haastattelijan kiinnostus sallii.

3.4 Teemahaastattelun toteutus ja käytännön järjestelyt

Haastattelun ajankohta on sovittu haastateltavan kanssa etukäteen, riittävän ajoissa. Samalla on sovittu paikka ja arvioitu mahdollinen kesto. Joskin samalla todettiin, että haastattelu-aika voi vaihdella suurestikin.

3.5 Haastattelijan rooli haastattelutilanteessa

Olennaista on, että haastatteliija tuntee aihepiirin ja tietää haastattelun tarkoituksen. Hän on ilmaisultaan selkeä ja esittää yksinkertaisia kysymyksiä. Haastattelijan tulee pysyä neutraalina haastattelutilanteessa, vaikka hän voi joutua kohtaamaan voimakkaita tunteita tai mielipiteitä haastateltavien taholta. Haastattelijan ominaisuudessa emme käytä haastattelussa liian ohjaavia kysymyksiä, koska se voi siirtää vastausten painopisteen tutkittavan omista ajatuksista tutkijan näkemyksiin.

3.6 Haastattelun purku

Aineiston purkaminen tehdään teema-alueittain.

3.7 Haastatteluaineiston analyysi

Laadullisessa tutkimuksessa aineistoa tarkastellaan mahdollisimman avoimesti esimerkiksi kysymällä aineistolta, mitä se kertoo tutkittavasta ilmiöstä. Aineiston analyysin tarkoituksena on aineiston tiivistäminen ja vastausten muuttaminen objektiiviseksi kuvaukseksi valvonnan kehitystarpeista projektin eri vaiheissa.

3.7.1 Sisältöanalyysi

Haastattelukuvauksissa pyritään kuvailemaan teorialähtöisenä tarkasteluna siten, että koottaan valvonnan eri vaiheiden ilmiöitä ja syntyneitä kokemuksia. Sen avulla aineiston eri osia voidaan tarvittaessa vertailla ja yhteenvedoja pelkistää. Analysoitavat kohteet valitaan aineistosta, mutta aikaisempi tieto ohjaa enemmän kuin teoria. Teoria antaa pikemminkin uusia ajatuksia. Tässä analysointimuodossa yhdistyvät käytännöstä saatu kokemusperäinen tieto ja teoria. Samaa haastattelutekstiä voidaan siis tulkita useilla eri tavoilla ja eri näkökulmista.

3.8 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimuksen tarkoituksena on tuottaa mahdollisimman luotettavaa tietoa.

Vastausten arvioinnissa tulee huomioida muun muassa seuraavia asioita: tutkimuksen kohde ja tarkoitus, eli mitä ollaan tutkimassa ja miksi. Analysoinnissa korostuu yhteys aineiston ja tulosten välillä. Sisällönanalyysin haasteena on, miten pystyy pelkistämään aineiston niin, että se kuvaa mahdollisimman luotettavasti tutkittavaa ilmiötä.

4 TULOKSET

4.1. Haastateltavat edustivat oman alansa asiantuntijoita rakennuttamisessa, suunnittelussa, valvonnassa, urakoinnissa ja kiinteistöjen käyttöönotossa. Vastaukset huomioidaan valvontatarpeiden painotusta määriteltäessä, vastaanottomenettelyn kehittämisessä ja käyttöönoton koulutuksessa.

Liite 2. Talotekniikan valvontaluettelo

TALOTEKNIikkaVALVONNAN TEHTÄVÄLUETTELO

TEHTÄVÄLUETTELON KÄYTTÖ

Tämä luettelo sisältää keskeiset rakennuskohteen laitejärjestelmiin liittyvät valvontatehtävät kohteissa, joissa laitetöiden määrä tai vaativuus edellyttää erikoisvalvontaa. Laitetöiden työmaavalvonnan tarkoituksena on rakennusten laitejärjestelmien laadun ja toimivuuden varmistaminen työmaalla. Tämän tehtäväluettelon yhtenä tarkoituksena on laitetöiden valvonnan suorituskäytännön tehostaminen ja yhtenäistäminen. Luetteloa voidaan käyttää tehtäväluettelona rakennuttajan ja työmaavalvonnan välisessä sopimuksessa.

VALVONTATYÖN SUORITUSTAPA

Valvonnassa tulee noudattaa YSE 98 59 - 62 §:iä. Valvontatyön tulee olla suunnitelmallista, virheitä ennalta ehkäisevää ja työsuoritusta edistävää. Kohteen valvontasuunnitelmassa määritellään, miten ja kenen toimesta laitetöiden valvonta suoritetaan. Valvojalla on valtuuksien mukaisessa laajuudessa oikeus antaa sopimusasiakirjojen perusteella ja niiden selventämiseksi määräyksiä ja ohjeita, joita urakoitsijoiden tulee noudattaa. Valvoja vastaa antamistaan ohjeista ja määräyksistä rakennuttajalle. Valvojalla ei asemansa puolesta ole oikeutta määrätä tai sopia muutoksista urakkasuoritukseen. Valvojalla on oikeus merkitä työmaapäiväkirjaan työnsuoritukseen liittyviä huomautuksia tai muita asioita. Rakennuttajan tulee kirjallisesti ilmoittaa rakennuttajan edustajina laitetöiden valvontaa suorittavat henkilöt, heidän valtuutensa sekä heidän asemansa rakennustöiden valvontaan ja suunnittelijoihin nähden. Samalla määritellään ja ilmoitetaan urakoitsijoille valvojan oikeudet lisä- ja muutostyötilausten tekemi-

seen. Yleensä rakennustöiden valvoja ohjaa ja koordinoi eri töiden valvontaa. Työnjako sovi- taan kussakin tapauksessa erikseen. Suunnittelijat suorittavat sopimuslaajuuteensa sisältyvää valvontaa laitetöiden valvojan johdolla.

LAIETÖIDEN VALVOJAN PÄTEVYYS

Valvojan tulee omata tehtävään tarvittava ammatillinen koulutus ja kokemus sekä yleisten sopimusehtojen ja viranomaismääräysten tuntemus.

1 YLEISTOIMENPITEET

Yleistoimenpiteinä laitetöiden valvonnan tehtäviin kuuluu:

1.1 valvontasuunnitelman laatiminen ja täydentäminen

1.2 perehtyä suunnitelma-asiakirjoihin ja urak- kasopimusasiapapereihin ennen työmaan käynnistymistä sekä jatkuvasti työn aikana

1.3 varmistaa, että suunnitelmat ovat viran- omaisten hyväksymät ja tarvittavat luvat ovat olemassa

1.4 varmistaa, että kunnallistekniset liittymä- sopimukset on tehty ja että liittymät saadaan aikataulun mukaisesti

1.5 hankkia työn suorituksen kannalta tarpeelli- set tiedot ja päätökset rakennuttajalta ja suunnit- telijoilta sekä tarkistaa käytettävien suunnitel- ma-asiakirjojen sopimuksenmukaisuus

1.6 pitää yhteyttä rakennuttajan, muiden valvo- jien, suunnittelijoiden, urakoitsijoiden, viran- omaisten sekä käyttäjien kesken

1.7 seurata vastaavan työnjohtajan pitämää työmaapäiväkirjaa ja tarkastusasiakirjaa sekä tehdä osaltaan tarvittavat merkinnät niihin

1.8 osallistua rakentamista koskeviin kokouksiin ja neuvotteluihin sekä osaltaan valmistella niissä käsiteltävät asiat ja varmistaa päätösten toteu- tuminen

1.9 seurata viranomaistarkastusten pitämistä

1.10 seurata suunnittelusopimuksissa suunnittelijoiden tehtäväksi määrättyjä valvontatoimenpiteitä

1.11 kiinnittää huomiota palo- ja työturvallisuuteen

2 AJALLINEN VALVONTA

Aikatauluvalvontaan kuuluu:

2.1 seurata toteutuspiirustusten toimitusaikataulun noudattamista

2.2 tarkastaa urakoitsijoiden laatimat aikataulut ja seurata niiden ylläpitoa sekä sovitun työaikataulun noudattamista

2.3 tarkastaa urakoitsijoiden keskinäinen työjärjestys sekä työvaiheiden riittävät työajat

2.4 hyväksyä urakoitsijan hankinnat tai hyväksyttää ne rakennuttajalla riittävän ajoissa

2.5 koordinoita rakennuttajan erillishankinnat ja varmistaa niiden toteutuminen

2.6 varmistaa vastaanottomenettelyn osatarkastuksille, toimintakokeille ja koekäytölle varatut ajat

2.7 huolehtia käyttöönottoon sekä käytön opastukseen liittyvistä toimenpiteistä

3 TEKNINEN VALVONTA

Tekniseen valvontaan kuuluu:

3.1 varmistaa, että urakoitsijan toteutettavaksi sovittu laadunvalvonta toimii

3.2 varmistaa, että työmenetelmissä ja työolosuhteissa noudatetaan sopimusasiakirjoja, hyvää rakentamistapaa ja valmistajan antamia erityisohjeita

3.3 selvittää ehdotettujen alihankkijoiden tekninen osaaminen ja osaltaan hyväksyä alihankkijat

3.4 verrata urakoitsijan esittämiä laitteita ja varustetyyppejä sopimusten edellyttämiin tyypeihin ja osaltaan hyväksyä ne

3.5 tarkastaa käytettävät rakennusosat mahdollisuuksien mukaan ennen asentamista

sekä niiden valmistus tehtaalla erikseen sovittavassa laajuudessa

3.6 teettää työmalluja ja koeasennuksia tarvittaessa eri työvaiheista sekä varmistaa, että erikoistyöt ja suurta ammattitaitoa vaativat työsuoritukset on huolella valmisteltu

3.7 tehdä asennustapatarkastukset

3.8 huolehtia siitä, että piiloon jäävät laitteet ja asennukset tarkastetaan ennen niiden peittämistä

3.9 huomauttaa välittömästi vääristä materiaaleista ja työtavoista virheellisen työn estämiseksi

3.10 kiinnittää rakennuttajan sekä urakoitsijoiden

huomiota rakennuksen teknisten ratkaisujen toimivuuden ja kunnossapidon kannalta tärkeisiin asioihin

3.11 tehdä itse sekä välittää urakoitsijan tekemiä muutosesityksiä työn suorituksen edistämiseksi, lopputuloksen parantamiseksi tai kustannusten alentamiseksi

3.12 suorittaa ennakkotarkastuksia työntuloksen vastaanottokelpoisuuden määrittelemiseksi

3.13 huolehtia siitä, että suunnittelijat selvittävät sovittujen muutosten vaikutuksen suunnitelmiin

4 TALOUDELLINEN VALVONTA

Taloudelliseen valvontaan kuuluu:

4.1 todeta laiteurakoihin liittyvien laskujen maksukelpoisuus ja seurata maksukertymää

4.2 tarkastaa lisä- ja muutostyötarjoukset

4.3 tarkastaa vakuutusten ja vakuuksien sopimuksenmukaisuus

4.4 tarkastaa indeksi- ja valuuttamuutosten ym. hinnanmuutosten laskutus

4.5 osallistua viivästyssakkoja, arvonalennuksia, konkurssia ja sopimuksen purkamisasiota koskeviin selvityksiin

4.6 seurata kustannuspohjaisissa urakoissa hankintamenettelyä ja resurssien käyttöä sekä tarkastaa laskutus

- 4.7 seurata työhäiriöitä ja niiden kustannuksia sekä tehdä esityksiä kustannusten minimoimiseksi
- 4.8 osallistua taloudelliseen loppuselvitykseen

5 DOKUMENTOINTI

Dokumentointiin kuuluu:

- 5.1 kirjata sopimuksesta poikkeamiset ja selvittää niiden vaikutukset
- 5.2 työn valmistuttua vastaanottaa, tarkastaa, arkistoida ja edelleen luovuttaa rakennuttajalle luovutettavat asiakirjat rakennuttajan määräämällä tavalla
- 5.3 laatia ja arkistoida laitejärjestelmien kokousten, tarkastusten ja muiden rakennustyön vaatimien kokousten pöytäkirjat
- 5.4 kirjata työmaatilanne ja työtä koskevat huomautukset työmaapäiväkirjaan, tarkastusasiakirjaan tai muuhun asiakirjaan
- 5.5 ottaa kokeita, näytteitä tai kuvia tärkeistä rakennusvaiheista sekä varmentaa asennus- ja käyttöohjeiden tallentaminen
- 5.6 huolehtia, että urakoitsija vie tarkepiirustuksiin tekemänsä muutokset luovutussuunnitelmiin
- 5.7 laatia virheluettelot tarkastuksissa tarvittaessa ennakolta

6 KÄYTÖNOPASTUKSEN VALVONTA

Käytönopastukseen kuuluu:

- 6.1 tehdä ehdotus riittävän teknisen perustietämyksen omaavan käyttöhenkilökunnan oikea-aikaisesta hankkimisesta
- 6.2 huolehtia, että käyttöhenkilökunta osallistuu riittävässä määrin toimintakokeisiin, koekäyttöön ja urakan vastaanottoon
- 6.3 huolehtia, että eri järjestelmien koulutusohjelmat laaditaan ja koulutus toteutetaan ja kirjataan
- 6.4 varmistaa, että sovitut käyttö- ja hoito-ohjeet saadaan ennen koulutusta ja, että koulutuk-

sen yhteydessä testataan niiden toimivuus ja käyttökelpoisuus

6.5 varmistaa, että viranomaisten edellyttämät käyttövastuuhenkilöt nimetään

7 VASTAANOTTOMENETTELY

Vastaanottomenettelyyn kuuluu:

- 7.1 kirjata vesi-, lämpö- ja sähkömittareiden lukemat vastaanottotilaisuudessa
- 7.2 vastaanottaa, tarkastaa ja hyväksyä luovutusmateriaali
- 7.3 järjestää urakoitsijan toimitettavaksi sovittujen varaosien, erillislaitteiden tms. vastaanottomenettely ja rakennuttajan haltuun siirtäminen
- 7.4 valvoa ja ohjata toimintakoe- ja koekäyttöohjelmia
- 7.5 valvoa ja hyväksyä urakoitsijan suorittamat tarkastukset, mittaukset ja säädöt
- 7.6 tehdä tai teettää tarvittavat kokeet mittaukset ja tarkistukset erikseen sovitulla tavalla
- 7.7 tarkastaa ja hyväksyä mittaus- ja tarkastuspöytäkirjat
- 7.8 huolehtia, että takuuajan huolto-ohjelma on tehty ja luovutettu käyttäjälle
- 7.9 tehdä virhelistat ja valvoa virheiden poistaminen sekä pitää jälkitarkastukset
- 7.10 osallistua viranomaisten suorittamiin tarkastuksiin ja katselmuksiin

8 MUUT TEHTÄVÄT

Tällaisiin tehtäviin kuuluu mm.:

- 8.1 varmistaa, että takuuajan huollot ja muut takuuajaksi sovitut työt on tehty
- 8.2 tehdä takuuajan tarkastuksiin liittyvät ennakkoselvitykset
- 8.3 osallistua takuuajan tarkastuksiin
- 8.4 opastaa käyttäjiä erikseen sovittavassa laajuudessa
- 8.5 tarkastaa käyttö- ja huoltosuunnitelma sekä huoltokirjaan tehdyt merkinnät

