

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Talotekniikka

Opinnäytetyö

Jussi Järvenpää

## **TALOTEKNIIKAN RAKENNUTTAMINEN JA VALVONTA**

Työn ohjaaja  
Työn teettäjä

Tampere 2008

Yliopettaja tekniikan lisensiaatti Pirkko Harsia  
Rakennuttajatoimisto A-Rakennuttajat Oy, talotekniikka yksikkö,  
talotekniikkayksikön päällikkö Jukka Roto

## TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Talotekniikka

Järvenpää, Jussi

Tutkintotyö

Työn ohjaaja

Työn teettäjä

Talotekniikan rakennuttaminen ja valvontamateriaalin kehittäminen

54 sivua + 5 liitesivua

Yliopettaja tekniikan lisensiaatti Pirkko Harsia

Rakennuttajatoimisto A-Rakennuttajat Oy, talotekniikka yksikkö  
talotekniikkayksikön päällikkö Jukka Roto

Huhtikuu 2008

Hakusanat

Rakennuttaminen, valvonta, sähkötekniikka, talotekniikka

### TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön lähtökohtana oli tutustua talotekniikan rakennuttajien ja valvojen työtehtäviin ja sitä kautta kehittää valvontamateriaalia. Kehittämisen tavoitteena on ollut luoda työtehtäviä helpottavia apuvälineitä talotekniikan valvojen ja rakennuttajien käyttöön.

Ensimmäisenä tavoitteena valvontamateriaalin kehittämisessä oli luoda sähkövalvoille tarkastuslistoja asennustapatarkastuksiin. Toisena tavoitteena oli tehdä ohjelma, jonka avulla voitaisiin hallita talotekniikan rakennuttajien ja valvojen työssään tarvitsemia dokumentteja.

Tuloksena saatiin tarkastuslistoja koko talotekniikan asennustapatarkastuksiin. Tarkastuslistat kattavat sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmät sekä sähkötekniset tietojärjestelmät. Tiedostojenhallintaan tehtiin web-pohjainen ohjelma, joka helpottaa dokumenttien hallintaa. Ohjelmaan tuotiin luotujen tarkastuslistojen lisäksi muuta materiaalia, jota oli sillä hetkellä valvojen käytössä.

Tämän projektin myötä oli tarkoituksena saada liikkeelle jatkuva materiaalin ja työmenetelmien kehittäminen. Hyvien tulosten aikaansaaminen edellyttää materiaalin käytön valvontaa ja ohjausta sekä palautteen järjestelmällistä keräystä.

TAMPERE UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Electrical Engineering

Building Services Engineering

Järvenpää, Jussi Talotekniikan rakennuttaminen ja valvontamateriaalin kehittäminen

Engineering Thesis 54 pages + 5 appendix

Thesis Supervisor Licentiate of Science in technology, Pirkko Harsia

Commissioning Company A-Rakennuttajat Oy, project and construction management services

April 2008

Keywords Construction management, Supervision, Electrical engineering

## **ABSTRACT**

Subject for this work has been construction management in electrical and all hepac installations and development of supervision material. Starting point for a study was to get to know construction management and supervision work tasks. Aim for development of supervision material, has been to develop material which optimize working methods.

First task for supervision material development was to create check lists for installation method inspections. Second task was to create program for documentation control and management.

The products of work were check lists for installation method inspections and program for documentation control. Continuous development of created material is the key to reach good results of using it.

## ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Rakennuttajatoimisto A-Rakennuttajien talotekniikka yksikön pyynnöstä.

Haluan kiittää työn tekemisessä apuna toiminutta työryhmää, johon kuuluivat A-Rakennuttajien talotekniikka yksikön päällikkö Jukka Roto sekä sähköasiantuntijat Kari Mäkivaara, Sakari Tapiola ja Raimo Valkki. Lisäksi haluan kiittää työni valvojaa tekniikan lisensiaatti Pirkko Harsiaa Tampereen ammattikorkeakoulusta.

Oma työkokemukseni koostuu pääasiassa sähköurakoinnista, asennustöistä ja työnjohdon apuna toimimisesta. Käytännön työkokemuksesta oli suurta hyötyä tätä työtä tehdessä, koska asennustapatarkastuksissa tarkastetaan asennustyön lopputulosta.

Kangasalla 18. huhtikuuta 2008

Jussi Järvenpää

## SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

## SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO .....	7
1.1 Tausta ja lähtökohdat .....	7
1.2 Tutkintotyön sisältö .....	8
1.3 Tavoitteet .....	8
1.4 Yritys .....	9
2 TALOTEKNIikka RAKENNUSHANKKEESSA .....	12
2.1 Rakennushanke .....	12
2.1.1 Sähkönimikkeistö S2000 .....	13
2.2 Rakennuttajan tehtävät .....	15
2.3 Rakennushankkeen vaiheet.....	17
2.3.1 Tarveselvitys.....	18
2.3.2 Hankesuunnittelu .....	18
2.3.3 Toteutusmuodon valinta .....	20
2.3.4 Suunnittelu.....	25
2.3.4 Rakentamisen valmistelu.....	28
2.3.5 Rakentamisvaihe.....	30
2.3.6 Vastaanotto .....	32
3 SÄHKÖTÖIDEN VALVONTA .....	34
3.1 Sähkötöiden valvonta .....	34
3.2 Valvojan pätevyys .....	35
3.3 Valvojan tehtävät .....	36
3.4 Valvonnan vaikutus vastuuseen .....	38
4 VALVONTAMATERIAALIN KEHITTÄMINEN.....	39
4.1 Tarkastuslistojen kehittäminen .....	39
4.1.1 Työn vaiheet .....	39
4.1.2 Rajaukset .....	40
4.1.3 Tarkastuslistojen tekeminen .....	40
4.1.4 Tarkastuslistojen sisältö.....	41
4.1.5 Tarkastuslistojen ulkoasu .....	42
4.1.6 Muut tarkastuslistat.....	43
4.1.7 Listojen käyttö .....	44
4.2 Tiedostojenhallintaohjelman kehittäminen.....	44
4.2.1 Ohjelman rakenne.....	45
4.2.2 Ohjelmointi.....	46
4.2.3 Ohjelman hallinta .....	46
4.2.4 Muu tarvittava materiaali.....	46
4.2.5 Ohjeet .....	46
4.2.6 Ohjelman käyttö .....	48

4.3 Saavutetut tulokset.....	49
4.4 Materiaalin käyttöönotto .....	49
4.5 Jatkokehitys .....	50
5 YHTEENVETO .....	51
5.1 Työn kulku.....	51
5.2 Johtopäätökset .....	52

## LÄHDELUETTELO

## LIITTEET

- 1 Asennustapatarkastus, H1 Asennusreitit
- 2 Asennustapatarkastus, J3 Merkinantojärjestelmät

## 1 JOHDANTO

### 1.1 Tausta ja lähtökohdat

Työn lähtökohtana oli kehittää valvojen ja rakennuttajien työskentelyä työmaalla asennustapatarkastuksissa. Tarkoitus oli miettiä myös yleisesti kehitettäviä asioita, jotka liittyvät sähköisen talotekniikan rakennuttamiseen ja valvontaan. Työ lähti liikkeelle yrityksen talotekniikkayksikön päällikön ajatuksesta kehittää sähkövalvojen ja -rakennuttajien käyttöön materiaalia, joka toimisi apuna valvontatyöhön kuuluvissa asennustapatarkastuksissa. Lisäksi toiveena oli tehdä tiedostojenhallintaan työkalu, jolla sähköisten dokumenttien hallinta helpottuu. Ennen työn aloittamista piti tutustua valvojan ja rakennuttajan työtehtäviin, jotta olisi mahdollista tehdä työ siten, että siitä olisi mahdollisimman paljon hyötyä varsinaisia työtehtäviä suoritettaessa.

Monista asennustapatarkastuksiin liittyvistä asennustehtävistä löytyi omakohtaisia kokemuksia, jonka avulla löydettiin ne kriittiset kohdat, joihin tarkastuksessa tulee kiinnittää erityistä huomiota.

Työ koostui kolmesta vaiheesta, jotka limittyvät toisiinsa. Ensimmäinen vaihe oli tutustua talotekniikkarakennuttajan ja -valvojan työtehtäviin rakennushankkeen aikana. Toinen vaihe oli tehdä rakennuttajien ja valvojen käyttöön tarkastuslistoja ja muuta materiaalia. Kolmas vaihe oli tehdä kehitetyn materiaalin käytön tehostamiseksi dokumenttienhallintaohjelma, jonka avulla voitaisiin hallita myös muita dokumentteja. Dokumenttienhallintaohjelmaan tuoduilla asiakirjoilla on tarkoitus lisätä talotekniikka-asiat jo hankesuunnitteluvaiheessa pääsuunnittelijan tueksi.

Koska yleinen kehityssuunta rakennusalalla on kasvava kiire, tulee myös rakennuttajatoimistojen kehittää työskentelytapojaan jatkuvasti. Yleensä kiireestä kärsii ensisijaisesti laatu, mikä näkyy muun muassa viimeaikoina lisääntyneinä

rakennusvirheinä. Tämä lisää valvojen työtä muun kiireen ohessa, joten valvojan ajankäytön hallinta on tärkeässä asemassa. Tavoitteena oli, että tarkastuslistojen avulla tarkastuksen valmisteluun käytettävää ja tarkastuksen jälkeistä ajankäyttöä saataisiin vähennettyä. Materiaalin kehittämisen ensisijainen tavoite on toimintojen tehostaminen ja valvontatyön laadun parantaminen. Hyvän tukimateriaalin avulla valvoja saa tarkastukseen selkeän rungon, jonka avulla asiat tulee tarkastettua koko hankkeen aikana systemaattisesti edeten oikeassa ajankohdassa. Eri tarkistus- ja varmennusvaiheet tukevat toinen toistaan.

## 1.2 Tutkintotyön sisältö

Tutkintotyön sisältö koostuu talotekniikan rakennuttamisen käsittelystä yleisellä tasolla, sähkövalvonnasta ja valvontamateriaalin kehittämisprosessista. Talotekniikan rakennuttaminen on käsitelty rakennushankkeen ajallisten vaiheiden mukaisessa järjestyksessä. Sähkövalvontaa on käsitelty tarkemmin, koska sen tehtävät liittyvät oleellisesti kehitettävään materiaaliin. Tarkastuslistojen ja tiedostojenhallinta-ohjelman kehittämisestä on kuvattu prosessi, jolla materiaali tuotettiin sekä esitelty aikaansaadut tulokset.

## 1.3 Tavoitteet

Työn tavoitteena oli saada kehitettyä sähköisen talotekniikan valvonnan ja rakennuttamisen käytössä olevia työkaluja ja materiaaleja. Tavoitteena ei ollut muuttaa nykyisiä työmenetelmiä, vaan ainoastaan saada tehostettua niitä. Tarkoituksena oli myös selvittää, millaisia apuvälineitä valvojat ja rakennuttajat työssään tarvitsisivat ja saada näihin liittyviä kehitysehdotuksia. Yrityksen toiminnanohjausjärjestelmässä on määritelty yhdeksi kehitettävien asioiden lähtökohdaksi toiminnassa todetut tehostamis- ja parantamistarpeet. Tämän työn tavoitteena oli luoda materiaalia, jonka avulla toimintaa saataisiin kehitettyä.

Konkreettisena tavoitteena oli tehdä asennustapatarkastuksiin tarkastuslistat kaikkiin sähkötekniisiin järjestelmiin, joihin valvojat ja rakennuttajat työssään törmäävät. Toinen

tavoite oli saada luotua ohjelma tiedostojen hallintaan ja koota siihen tarvittava tukimateriaali helposti käytettäväksi. Yrityksellä on olemassa vastaavia listoja ja projektinhallintatyökalu LVI-tekniikan käytössä, mutta ne eivät palvele sähköisen talotekniikan tarpeita ja LVI-tekniikan käyttökin on jäänyt vähälle. Näin ollen myös listojen käytön tehostamiseen tuli kiinnittää erityistä huomiota.

Tavoitteena oli tehdä listoista tiiviitä, jotta niiden käyttö olisi vaivatonta. Tarkastuslistojen käytön tulisi tehostaa tarkastuksia ja vähentää inhimillisten virheiden mahdollisuutta tarkastusten yhteydessä. Listojen käyttö tulisi ottaa tavaksi kaikissa asennustapatarkastuksissa ja käyttökokemusten myötä kehittää listojen sisältöä ja rakennetta entisestään.

#### 1.4 Yritys

Tutkintotyö tehtiin Rakennuttajatoimisto A-Rakennuttajien talotekniikkayksikölle. A-Rakennuttajat on osa A-Insinöörit-yhtiöryhmää. Yhtiöryhmän toimialoina ovat **rakennuttamispalvelut**, rakennesuunnittelu, tie- ja liikennesuunnittelu sekä sillansuunnittelu. A-Insinöörit yhtiöryhmän (kuva 1) muodostavat Rakennuttajatoimisto A-Rakennuttajat Oy, Insinööritoimisto A-Insinöörit Oy sekä Insinööritoimisto Geotesti Oy.



Kuva 1 Organisaatiokaavio (A-Insinöörit Oy)

Rakennuttajatoimisto A-Rakennuttajat Oy on yksi Suomen johtavista rakennuttajatoimistoista. Yritys avustaa asiakkaitaan rakentamiseen ja kiinteistönpitoon liittyvissä tehtävissä.

A-Rakennuttajien tarjoamia palveluita ovat:

#### PROJEKTINJOHTO- JA RAKENNUTTAMISPALVELUT

- Hankesuunnittelu
- Suunnittelijoiden valinta
- Suunnittelun ohjaus
- Urakkakilpailun järjestäminen
- Rakentamisen ohjaus
- Kustannusseuranta
- Raportointi
- Vastaanotto
- Takuuajan tarkastukset

#### KUSTANNUSSUUNNITTELU

- Kustannusarviot ja -vertailut

#### SUUNNITTELUPALVELUT

- Kokonaissuunnittelupalvelut
- Arkkitehti- ja erikoissuunnittelu

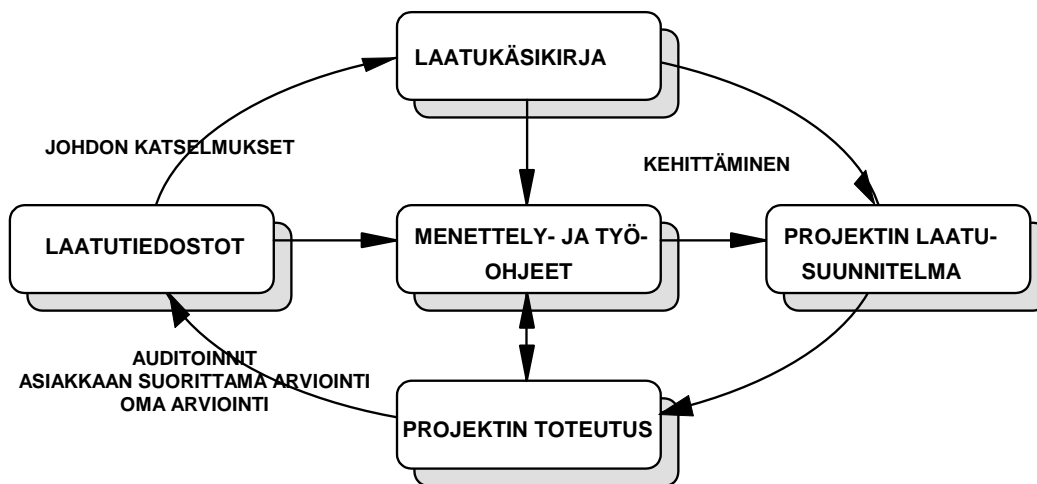
#### VALVONTAPALVELUT

- Rakennustekninen valvonta
- Talotekninen valvonta

#### KIINTEISTÖNPIDON ASIANTUNTIJAPALVELUT

- Kiinteistöjen kehitys- ja tarveselvitykset
- Kuntoarviot ja -tutkimukset
- Huoltokirjat.

Viime aikoina yrityksen merkittävimpiä valvontakohteita on ollut Tampereen yliopistollisen sairaalan uudisrakennus Radius, jonka rakennuspinta-ala oli 17 700 bruttoneliometriä. Tällä hetkellä talotekniikkayksikön merkittävin rakennuttamis- ja valvontakohde on Ylöjärvelle rakennettava Elovainion kauppakeskus, jossa vuokrattavaa liiketilaa on noin 24 500 neliometriä.



Kuva 2 Laatusilmukka (A-Rakennuttajat, toiminnanohjausjärjestelmä)

A-Rakennuttajilla on käytössä toiminnanohjausjärjestelmä (kuva 2), jonka toiminta perustuu laatusilmukkaan. Silmukassa esitetyistä asioista löytyvät ohjetiedostot, jotka kattavat koko yrityksen toiminnan. Kuten silmukasta voidaan nähdä, jatkuva kehittäminen kuuluu olennaisena osana yrityksen toimintajärjestelmään.

Lähtökohtana tälle työlle oli yrityksen toiminnan kehittäminen.

## **2 TALOTEKNIikka RAKENNUSHANKKEESSA**

### **2.1 Rakennushanke /1/**

Lähtökohtana rakennushankkeelle on käyttäjän tilantarve. Tilantarpeen syntymiseen voi olla useita syitä, kuten kasvanut liiketoiminta tai esimerkiksi kunnan tarve uudelle laitokselle. Rakennushanke voi myös saada alkunsa kiinteistösijoittajan aloitteesta. Tilantarve voidaan tyydyttää monilla eri keinoilla, joita ovat rakentaminen omalle tontille, nykyisten tilojen käytön tehostaminen, tilan hankkiminen ostamalla tai vuokraaminen. Mikäli päädytään uuden tilan rakentamiseen tai vanhan korjaamiseen, käynnistyy rakennushanke. Hankkeesta muodostuu projekti, joka käsittää seuraavat vaiheet:

- Tarveselvitys
- Hankesuunnittelu
- Rakennussuunnittelu
- Rakentaminen
- Käyttöönotto.

Rakennushankkeen toteutukseen osallistuu useita eri osapuolia hankkeen eri vaiheissa. Näitä ovat omistaja, käyttäjä, tilaaja, rakennuttaja, suunnittelijat, urakoitsijat, tuote- ja materiaalitoimittajat sekä viranomaiset. Joissakin projekteissa sama organisaatio voi edustaa monta edellä luetelluista osapuolista.

### 2.1.1 Sähkönimikkeistö S2000 /9/

#### **H SÄHKÖENERGIAN JAKELU- JA KÄYTTÖJÄRJESTELMÄT**

- H0 Kohdekohtaiset suoritusohjeet
- H1 Asennusreitit
- H2 Sähkön pääjakelujärjestelmät
- H3 Laitteistojen sähköistys
- H4 Sähkönliitännäsjärjestelmät
- H5 Valaistusjärjestelmät
- H6 Sähkölämmitysjärjestelmät ja -laitteet
- H7 Muut järjestelmät

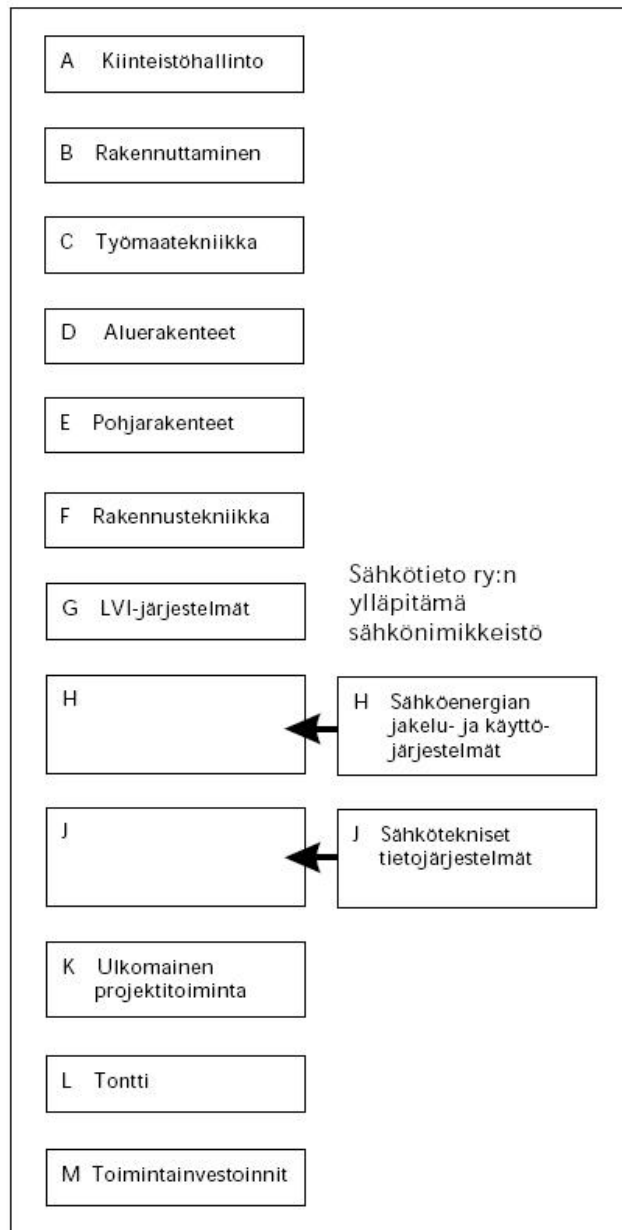
#### **J SÄHKÖTEKNISET TIETOJÄRJESTELMÄT**

- J0 Kohdekohtaiset suoritusohjeet
- J1 Puhelinjärjestelmät
- J2 Viestintäjärjestelmät
- J3 Merkinantojärjestelmät
- J4 Turvallisuusjärjestelmät
- J5 Tietoverkkojärjestelmät
- J6 Integroidut järjestelmät
- J7 Automaatiojärjestelmät

Kuva 3 Sähkönimikkeistö S2000 pääkohdat

Sähkönimikkeistö S2000 (kuva 3) on sähköalalla käytettävä nimikkeistöjärjestelmä, jonka tarkoituksena on soveltua mahdollisimman laajasti rakennuttamisen, suunnittelun, sähköurakoinnin sekä kunnossapito- ja käyttöhenkilöstön eri tiedonsiirtotehtäviin. S2000-sähkönimikkeistöä käytetään muistilistana järjestelmäkokonaisuuksista, joita rakennuksista tyypillisesti löytyy. Nimikkeistö soveltuu siten asuinrakentamisen, julkisen rakentamisen, liikerakentamisen sekä rakentamisen osalta myös teollisuusrakentamisen tarpeisiin. Sähkönimikkeistön jaottelu on laadittu siten, että eri järjestelmien väliset rajaukset ja liittymispinnat ovat tarkoituksenmukaiset ja selkeät, sekä niiden määrä on minimoitu. (ST 70.10) Uusien järjestelmien lisääminen on myös helppoa, koska uudet järjestelmänimikkeen voidaan sijoittaa omiin, tarkoituksen mukaisiin

ryhmiin. Nimikkeistö toimii hyvin myös yhdessä rakennusalan TALO 90 -nimikkeistön rinnalla (kuva 4).



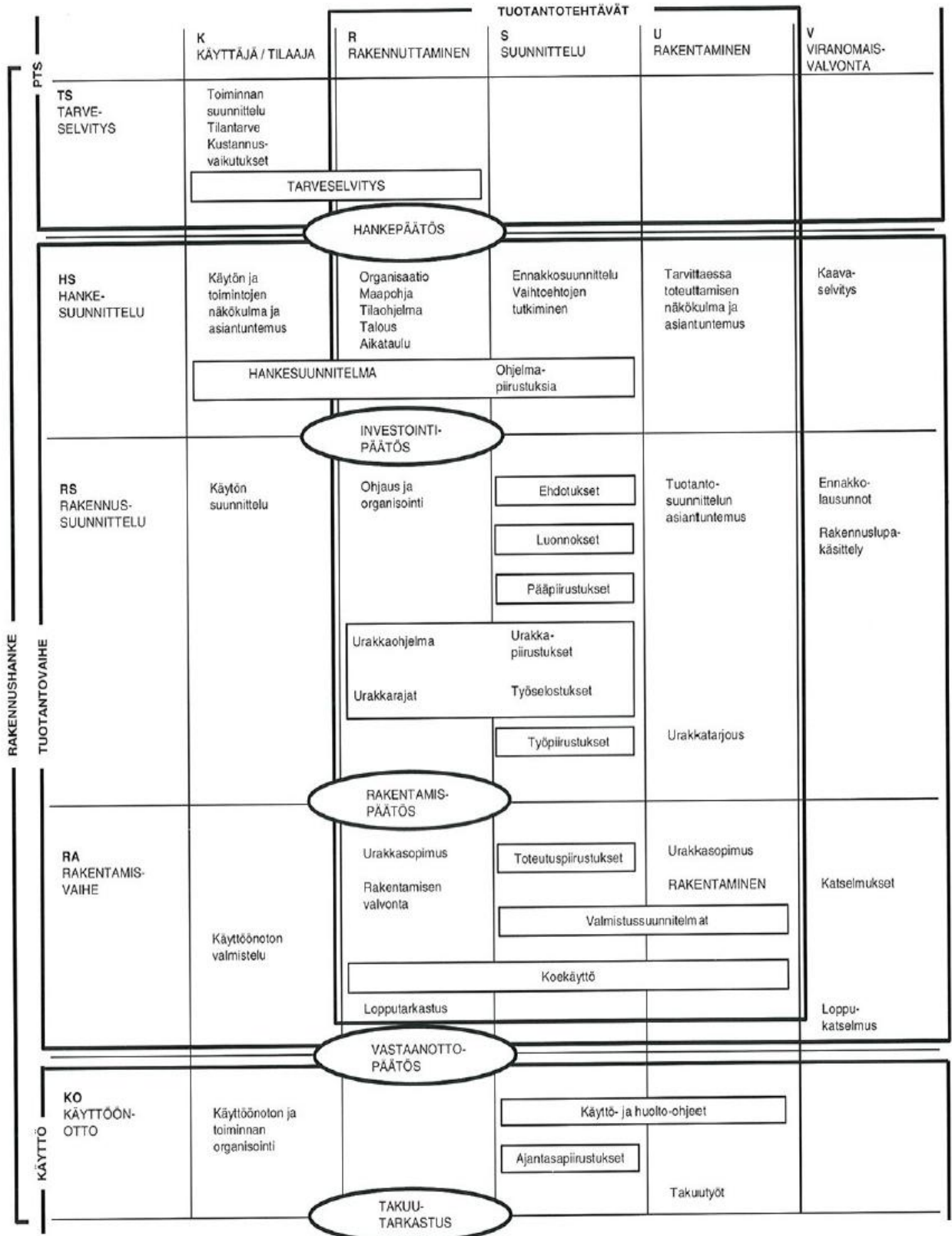
Kuva 4 Sähkönimikkeistön liittyminen TALO 90 -nimikkeistöön

## 2.2 Rakennuttajan tehtävät /4/

Rakennuttajan tehtäviin kuuluu toimia koko hankkeen ajan toimeenpanevana osapuolena, joka hoitaa projektin toteuttamisen. Rakennuttaja vastaa siitä, että tilaajan tarpeet täytetään asetettujen vaatimusten mukaisesti. Rakennuttaja osallistuu tilaajan aloitteesta hankkeen tavoitteiden asettamiseen, koko rakennushankkeen suunnitteluun sekä valitsee suunnittelijat ja teettää tarvittavat suunnitelmat, huolehtii rakentamiseen liittyvästä päätöksenteosta ja organisoinnista yhdessä tilaajan kanssa sekä vastaa hankkeen kustannusohjauksesta ja kustannuksien seurannasta (kuva 5).

Rakennuttamistehtäviin kuuluu mm.

- asettaa hankkeen laatu-, laajuus-, aika- ja kustannustavoitteet sekä valvoa niiden toteutumista
- valita hankkeeseen suunnittelijat ja tehdä tarvittavat suunnittelusopimukset
- seurata kustannusten kehittymistä tai hankkia ulkopuolisen kustannusasiantuntijan
- tehdä tarvittavat päätökset yhdessä tilaajan kanssa ja hankkia rakennustöiden vaatimat luvat
- määritellä urakointimenettelyt, järjestää urakkakilpailut ja tehdä urakkasopimukset
- valvoa työn suoritusta
- huolehtia rakennuksen käyttöönotosta ja takuuajaisista velvoitteista.

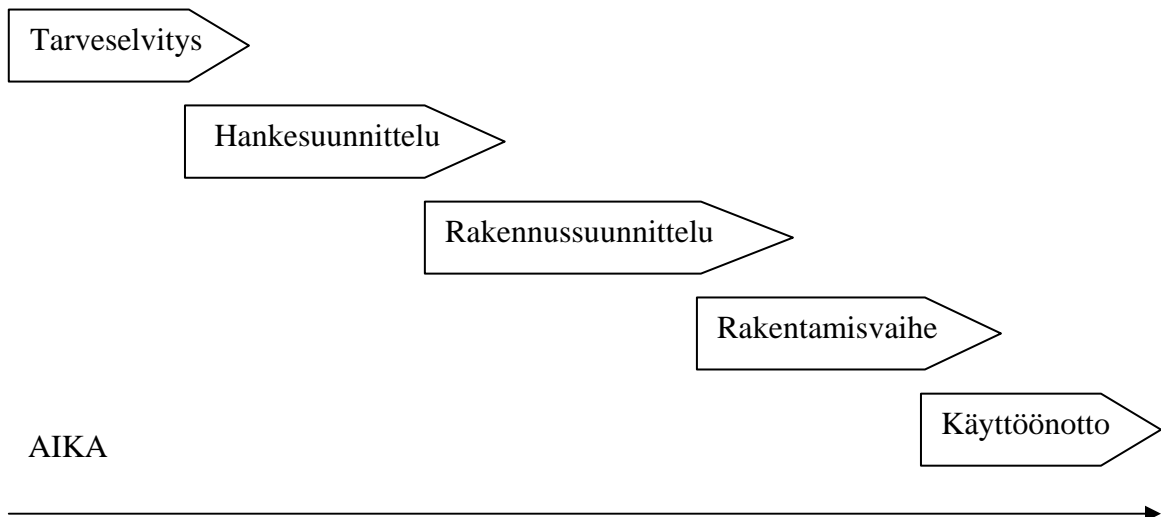


Kuva 5 Talonrakennushankkeen kulku: rakennuttajan tehtävät rakennushankkeen alusta loppuun. (RT 10-10387, Pelander, M.,2005.)

Tilaaajaorganisaation vastuhenkilö tai -henkilöt valvovat hankkeelle asetettujen tavoitteiden toteutumista ja hyväksyvät rakennuttajakonsultin tekemät raportit ja suunnitelmat. Rakennuttajakonsultti vastaa tehtävien suorittamisesta ja päätösten valmistelusta tilaajalle, joka tekee lopulliset päätökset. Rakennuttamistehtävät on lueteltu rakennuttamisen tehtäväluettelossa (RAP 95), jonka mukaan rakennuttaja hankkeessa toimii.

### 2.3 Rakennushankkeen vaiheet

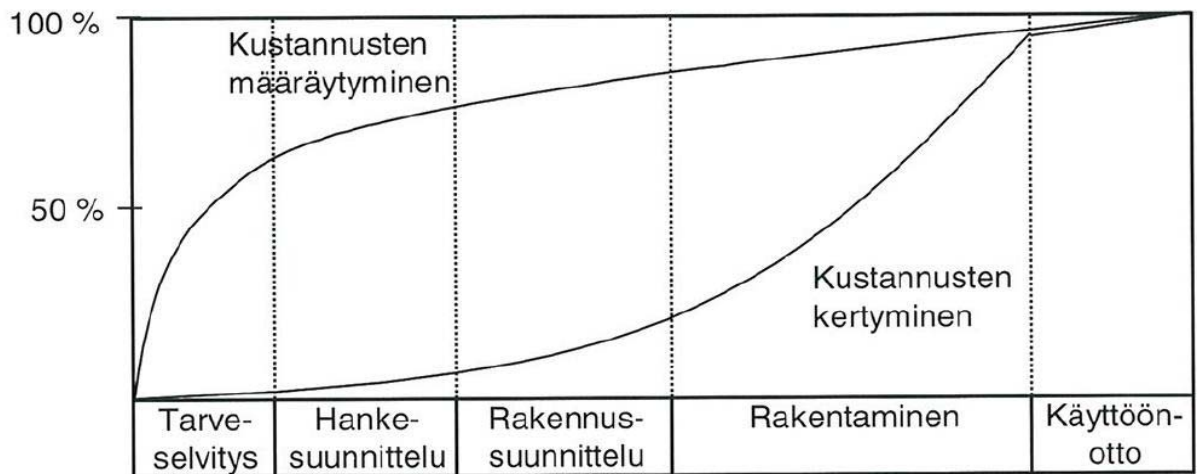
Talonrakennusprojektin ajalliset vaiheet (kuva 6) ovat tarveselvitys, hankesuunnittelu, rakennussuunnittelu, rakentamisvaihe ja käyttöönotto. Kaikki projektin vaiheet kuitenkin limittyvät osittain toisiinsa, joten niiden ajallinen hahmottaminen voi olla vaikeaa. Projektin vaiheiden sijoittuminen ajallisesti peräkkäin tai rinnakkain perustuu projektin toteutusmuotoon.



Kuva 6 Talonrakennusprojektin ajalliset vaiheet

### 2.3.1 Tarveselvitys

Tarveselvitysvaiheessa määritellään tavoitteet rakennushankkeelle. Näihin tavoitteisiin kuvataan valittu toimintavaihtoehto ja toiminnot, joiden mukaan hanketta lähdetään viemään eteenpäin. Rakennuttaja tekee yhdessä tilaajan kanssa suunnitelman siitä, minkälaisen tilan käyttäjän tarve vaatii. Tällöin määritellään toimintaa koskevat vaatimukset ja sijaintia koskevat rajoitukset. Näiden tietojen perusteella voidaan asettaa hankkeelle taloudelliset tavoitteet, joiden mukaisesti toimitaan. Tässä vaiheessa vertaillaan eri vaihtoehtoja, joilla käyttäjän vaatima tilantarve saataisiin katettua. Vertailtavina asioina käytetään hankkeen laatua, laajuutta ja kustannuksia.



Kuva 7 Kustannusten määräytyminen ja kertyminen rakennusprojektin eri vaiheissa /1, s.42/

### 2.3.2 Hankesuunnittelu /2, s.52/

Hankesuunnitteluvaihe on rakennushankkeen vaihe, jossa ensimmäinen alustava rakentamispäätös on tehty ja jonka alussa rakennushanketta suunnitteleva ryhmä pääsääntöisesti kootaan yhteen ja sitoutetaan hankkeeseen. Hankesuunnittelu on rakennushankkeen perusteiden ja tarpeiden yksityiskohtaista selvittämistä ja

arviointia. Hankesuunnittelussa asetetaan tavoitteet rakennushankkeen laajuudelle, laadulle, kustannuksille, ajoitukselle ja valmistuneen rakennuksen ylläpidolle, määrittellen rakennuspaikka ja hankkeen toteutustapa.

Hankesuunnitteluvaiheessa laaditaan rakennuksen arkkitehtonista ja teknistä suunnittelua varten ohje, jonka perusteella suunnittelijat pystyvät laatimaan tavoitteiden mukaiset suunnitelmat. Hankesuunnitteluvaiheessa määräytyy rakennuksen budjetti, jota on tämän jälkeen enää vaikea muuttaa (kuva 7).

Kustannuksien kannalta tämä on siis rakennusprojektin kriittisin vaihe.

Hankesuunnitteluun osallistuvat yleensä rakennuksen omistaja ja käyttäjä, rakennuttaja ja suunnittelijat. Rakennuttajan tehtävänä on toimia hankkeen sisällön ja sen toteuttamisen sekä rakennustoiminnan asiantuntijana. Suurissa hankkeissa taloteknistä rakennuttamista hoitavat LVI- ja sähköalojen ammattilaiset. Jos rakennuttajana on esimerkiksi rakennusliike, jolla ei ole omaa talotekniikan osaamista, saatetaan käyttää ulkopuolisia rakennuttajakonsultteja.

Sähkötekniikan osalta määritetään kohteeseen sähköteknisillä järjestelmillä toteutettavat toiminnot ja niiden ominaisuudet, tarvittavat liittymät ja niiden alustavat mitoitus, yleisvalaistuksen taso sekä sähköistyksen taso. Huonekorttien avulla voidaan määrittää hyvinkin tarkasti suunnittelulle asetettavat vaatimukset ja niiden aiheuttamat kustannukset. Lopullisia valintoja tai teknisiä ratkaisuja ei vielä tehdä. Rakennuspaikan olosuhteista ja liittymien tulosuunnista pyydetään selvitys viranomaisilta eri jakeluverkkoyhtiöiltä ja tietoverkkopalvelujen toimittajilta.

Hankesuunnitteluvaiheessa tehdään tilaohjelma, johon luetteloidaan kaikki tilat, jotka sisältyvät rakennushankkeeseen. Tilaohjelman laadinnan yhteydessä määritetään toiminnan vaatimukset sekä rakenteiden ulko- ja sisäpuoliset ominaisuudet. Arkkitehti määrittelee tilaohjelmassa talotekniikan järjestelmille tilat, joiden kokojen riittävyys tarkistetaan luonnossuunnitteluvaiheessa yhdessä sähkö- ja LVI-suunnittelijoiden kanssa.

Tilaohjelman ja rakennuspaikan selvityksen perusteella laaditaan kohteen kustannusarvio, joka muodostaa hankkeen taloudelliset puitteet. Hankkeen

kustannusarvio muodostuu tilojen pinta-alojen, tilojen kalleusluokkien ja alueellisen kalleusluokan yksikköhinnan tulona. Kustannusarviota tarvitaan aiempien kannattavuusarvioiden tarkistamista varten, budjetointia ja suunnittelusopimuksia varten sekä suunnitelmien taloudellisuustavoitteiden asettamiseksi. Kustannusarviot tehdään nykyisin kustannuslaskentaohjelmilla, kuten Haahtela- ja Tocoman-ohjelmistoilla, joiden käytöstä vastaavat niihin erikoistuneet henkilöt. Talotekniikan rakennuttajan on kuitenkin hyvä tarkistaa kustannusarviot asiantuntijana talotekniikan osalta ja verrata niitä toteutuneiden kohteiden kustannuksiin.

Hankevaiheen tuloksena on hankesuunnitelma eli hankeohjelma sekä päätös suunnittelun aloittamisesta.

Hankesuunnitelma sisältää /1, s. 22/

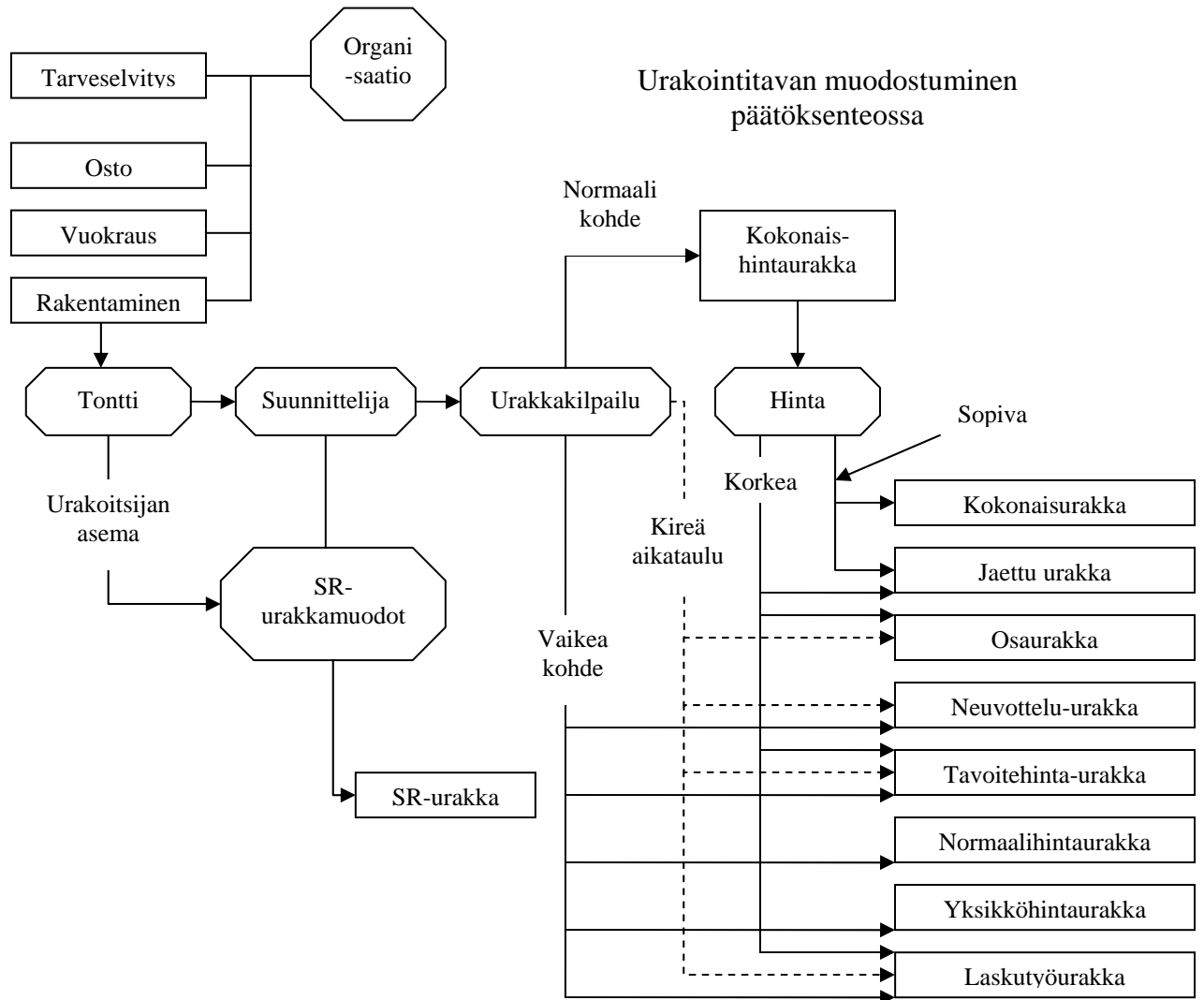
- tilaohjelman ja tilojen ominaisuuksia koskevat vaatimukset
- korjausrakentamisessa korjausohjelman
- selvityksen rakennuspaikasta
- hankkeen budjetti- ja rahoitussuunnitelman
- suunnittelu- ja rakentamisaikataulun.

### 2.3.3 Toteutusmuodon valinta

Valittu toteutusmuoto määrää tilaajan kannalta rakennuksen ja siihen liittyvien rakennuttamis-, suunnittelu- ja rakentamispalveluiden hankintatavan. Tilaaja tekee valinnan hankkeessa käytettävästä toteutusmuodosta yleensä hankepäätyksen jälkeen, ja tämä päätös vaikuttaa keskeisesti koko hankkeen kulkuun.

Toteutusmuodon vaihtaminen kesken projektin ei ole järkevää, koska se aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia ja viivytyksiä aikatauluun. Toteutusmuotoa valittaessa on tilaajan ensin päätettävä, mitkä rakennushankkeen tehtävät se suorittaa itse ja mitkä hankkii ulkopuolisena palveluna, esimerkiksi hoitaako tilaaja itse rakennuttamistehtävät vai hankkiiko ulkopuolisen asiantuntijan. Tämän jälkeen

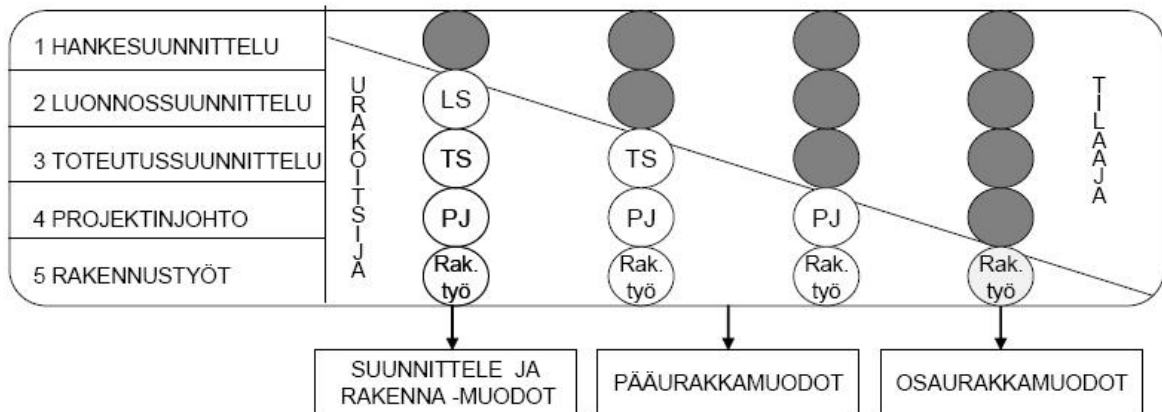
päätetään, millaisina kokonaisuuksina tarvittavat ulkopuoliset palvelut hankitaan, hankitaanko suunnittelu ja rakentaminen yhdessä vai erikseen, hankitaanko rakennustyöt yhtenä kokonaisuutena vai useampana urakkana jne. (kuva 8)



Kuva 8 Urakointitavan muodostuminen päätöksenteossa (Teknillinen korkeakoulu, rakentamistalouden laboratorio)

Suunnitelmat ja tuotanto voidaan hankkia erikseen tai eri tavoin yhdistettynä. Tilaaja voi hankkia suunnittelun suoraan suunnittelijalta tai joko kokonaan tai osittain urakoitsijalta. Urakoitsijalta hankittavat suunnittelu ja rakennustyö vaikuttavat urakoitsijan suoritusvelvollisuuden laajuuteen. Urakkamuodot ryhmitellään suoritusvelvollisuuden perusteella (kuva 9) pääurakkamuotoihin,

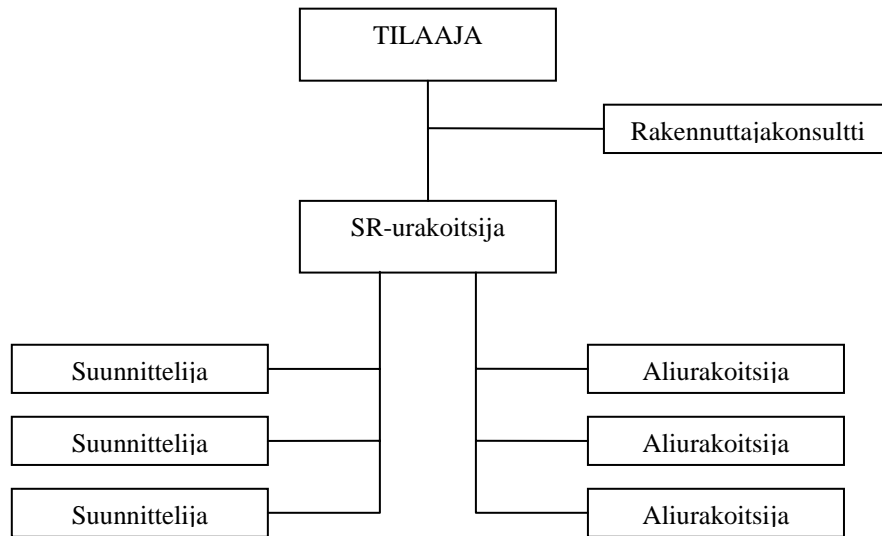
osaurakkamuotoihin ja suunnittele ja rakenna (SR) -muotoihin. Näistä päätyypeistä on olemassa useita erilaisia sovelluksia tilaajan tarpeen ja palveluntarjoajan mukaan. Lisäksi joissakin muodoissa urakoitsijan tehtäviin kuuluu myös hankkeen rahoitus sekä vastuu kohteen ylläpidosta ja huollosta.



Kuva 9 Suoritusvelvollisuuden laajuus eri urakkamuodoissa (Peltonen & Kiiras (1998) Rakennuttajan riskit eri urakkamuodoissa, s. 13).

#### Suunnittelun sisältävät urakkamuodot

Suunnittelun sisältävissä urakkamuodoissa rakennussuunnitelmat ja erikoissuunnitelmat, kuten sähkö ja LVIA kuuluvat urakkasuoritukseen. SR -urakkatarjoukset voidaan pyytää jo hankesuunnitteluvaiheen jälkeen, kun on määritelty rakennuskohteen vaatimukset ja laadittu materiaali, jonka perusteella voidaan antaa tarjoukset projektin toteuttamisesta. Tilaaja tekee sopimuksen vain suunnittelusta ja toteutuksesta vastaavan urakoitsijan kanssa (kuva 10). Hankkeen toteutuksesta vastaavan ryhmän muodostajana ja vetäjänä voi olla joko suunnittelu- tai urakointiyritys. Suunnittelun ja rakentamisen sisältävissä urakkamuodoissa on eri sovelluksia sen mukaan, onko kilpailun tai neuvottelun tavoite löytää hankkeelle suunnitteluratkaisuksi laadultaan, hinnaltaan vai kokonaistaloudellisuudeltaan paras vaihtoehto. SR -muodon erityisenä etuna voidaan pitää urakkakilpailussa tarjottujen yleisratkaisujen suurta määrää.



Kuva 10 Sopimussuhteet suunnittelun sisältävissä urakkamuodoissa (Peltonen & Kiiras (1998): Rakennuttajan riskit eri urakkamuodoissa)

#### Pääurakkamuodot

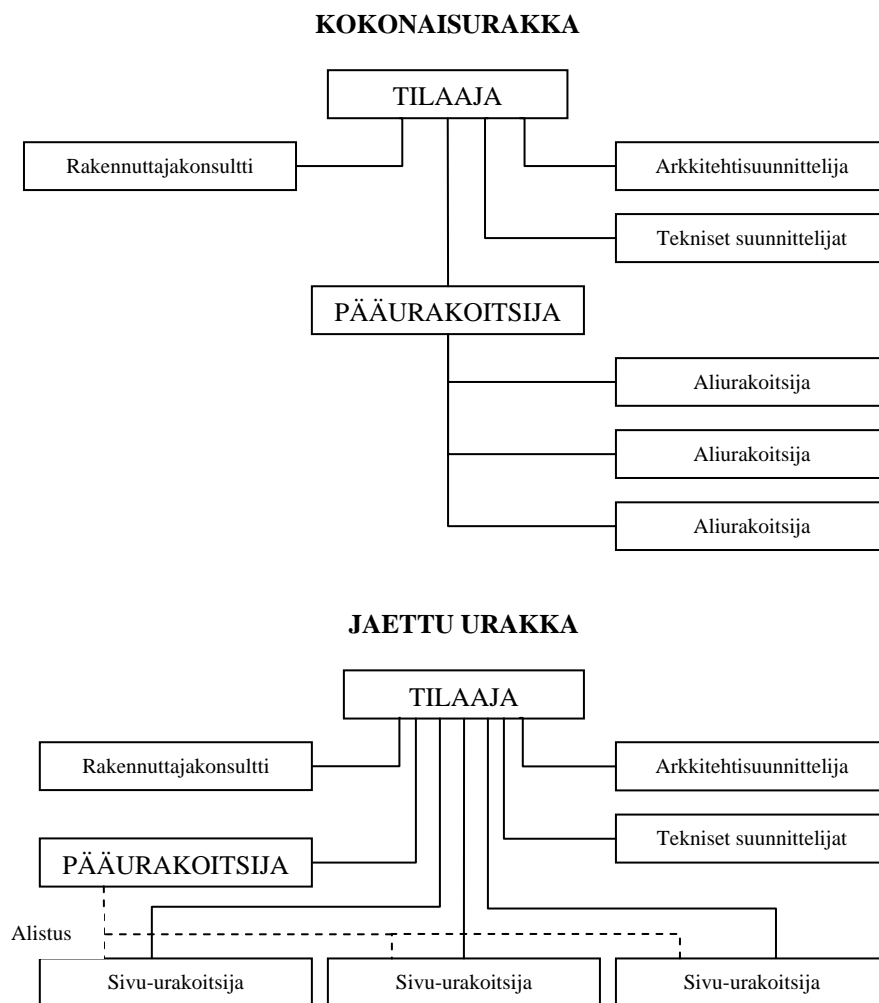
Pääurakkamuodoissa urakoitsijalla on vastuu hankinnoista, työmaan johtamisesta ja rakennustyöstä. Suomessa rakennushankkeet on totuttu toteuttamaan pääurakkamuodoilla, mutta kaikki merkittävät hankkeet on jo vuosia toteutettu projektinjohtourakoilla.

Pääurakkamuodot sisältävät tyypillisesti kolme vaihetta:

- Tilaaja valitsee arkkitehdin ja tarvittavat tekniset suunnittelijat laatimaan hankkeen suunnitelmat
- Suunnitelmien valmistuttua järjestetään rakennustöistä urakkakilpailu, jonka jälkeen urakoitsija valitaan yleensä kokonaistaloudellisesti edullisimman tarjouksen perusteella.
- Tilaaja solmii urakkasopimuksen urakoitsijan kanssa.

Pääurakkamuodoissa on erilaisia sovelluksia siitä, miten erikoisurakat teetetään. Yleensä käytetään joko kokonaisurakkaa tai jaettua urakkaa. Kokonaisurakassa

tilaaja tekee urakoitsijan kanssa yhden urakkasopimuksen, joka sisältää kaikki erikoisurakat. Jaetussa urakassa tilaaja tekee erikoisurakkasopimukset, mutta erikoisurakoiden yhteensovitus ja koordinoitivelvollisuus alistetaan alistamissopimuksella pääurakoitsijalle (kuva 11). Kokonaisurakassa tilaaja voi menettää erillishankinnoista mahdollisesti saatavia säästöjä, mutta välttyy jaetun urakan useiden sopimussuhteiden yhteensovittamisesta.



Kuva 11 Sopimussuhteet kokonaisurakassa ja jaetussa urakassa /1, s. 29/

### Osaurakkamuodot

Osaurakkamuodoissa rakennustyö on pilkottu osasuorituksiin, joiden hankinnasta päättää tilaaja vaikka näihin liitettäviä tehtäviä hoitaisikin rakennuttajakonsultti tai

urakoitsija. Erilaisia osaurakkamuotoja kutsutaan projektinjohtorakentamiseksi. Osaurakkamuodoissa rakennustyö jaetaan urakka- ja hankintakokonaisuuksiin. Pääurakoitsijan rooli on korvattu hankekohtaisella projektinjohto-organisaatiolla, joka teettää rakennustyöt osurakoina ja toimituksina. Tilaajalla on kuitenkin aina lopullinen päätösvalta suunnitelmiin ja hankintoihin. Projektinjohtorakentamista käytetään pääasiassa erittäin suurissa rakennuskohteissa.

Projektinjohtorakentaminen voidaan jakaa kolmeen päämuotoon, jotka ovat

- Projektinjohtorakennuttaminen
- Projektinjohtopalvelu
- Projektinjohtourakointi.

#### 2.3.4 Suunnittelu

Rakennushankkeen suunnitelmien tilaajana on valitusta hankkeen toteutusmuodosta riippuen joko tilaaja, urakoitsija tai rakennuttajakonsultti. Suunnittelutavoitteet ja -ohjeet, jotka asetetaan pääosin hankesuunnitteluvaiheessa, ovat suunnittelijoiden työn lähtökohtana. Asetettujen tavoitteiden avulla tilaaja määrittelee tehtävät joko yksin tai yhdessä suunnittelijoiden kanssa. Useimmiten talonrakennushankkeessa suunnitteluun osallistuvat ainakin arkkitehti, rakenne- ja geosuunnittelijat sekä talotekniset suunnittelijat, kuten LVIA-, sprinkleri, sähkö- ja tietojärjestelmäsuunnittelijat. Suunnittelun organisoinnin kannalta on keskeistä saada kuhunkin osatehtävään ammattitaitoinen henkilöstö ja varmistaa suunnittelun yhteensopivuus /1/. Tämän vuoksi suunnitteluryhmälle on kehitetty erilaisia toimintamalleja eri suunnittelijoiden yhteistoiminnan järjestämiseksi. Esimerkiksi talotekniikkapuolella eri suunnittelijoiden tulisi pitää muun muassa palaveri, jossa selvitetään LVI- ja sähköreittien risteilyt ja yhteensopivuus.

Kohteen mukaan voidaan talotekniikkasuunnitteluun käyttää joko rakennuttajan, suunnitteluyrityksen tai tilaajan toimintamallia. Suurilla julkisilla tai yksityisillä tilaajilla voi olla myös omia toimintamalleja. Julkisissa hankkeissa, jotka toteuttaa Senaatti-kiinteistöt, käytetään Senaatti-kiinteistöjen omaa toimintamallia. Monet

rakennuttajien ja suunnittelijoiden toimintamallit on tehty Senaatti-kiinteistöjen toimintamallin pohjalta, koska se on valtakunnallisesti merkittävin yksittäinen tilaaja, joten sen käyttö alalla on hyvin yleistä.

Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan /8/ talonrakennushankkeessa on oltava pääsuunnittelija, jonka tehtävänä on huolehtia suunnitelmien laadusta ja laajuudesta niin, että suunnitelmien avulla voidaan saavuttaa rakennukselle asetetut vaatimukset. Pääsuunnittelijana toimii yleensä arkkitehti. Laadullisesti hyvä lopputulos edellyttää asiantuntevia suunnittelijoita. Suunnittelijan valinnan perusteita ovat muun muassa pätevyys, referenssit, toimituskyky, yhteistyökyky ja kustannukset /3, s. 41-42/.

Suunnittelutehtävät määritellään ensisijaisesti suunnittelun tarjouspyynnön yhteydessä. Tehtävän määrittelyn helpottamiseksi RT-ohjekortteina on julkaistu yleiset tehtäväluettelot (esim. TATE 95) /7/, joita käytetään suunnittelijan tehtävälaajuuden määrittelyssä, suunnittelukokonaisuuden hallinnassa sekä osana laadunvarmistusta.

Rakennussuunnittelun vaiheet ovat /7/

- ehdotussuunnittelu
- luonnossuunnittelu
- toteutussuunnittelu
- täydentävä suunnittelu (tuotantosuunnittelu).

Ehdotussuunnitteluvaiheen tarkoituksena on tuottaa hankkeelle asetettujen tavoitteiden mukainen kohteen yleisratkaisu. Ehdotussuunnitelmien avulla tutkitaan ja vertaillaan erilaisia toimintamalleja sekä vertaillaan vaihtoehtoisia toteutusratkaisuja. Vaiheen aikana esitetään tekninen yleisratkaisu, alueen kunnallistekninen valmiusaste ja liittymistiedot sekä kustannusarvio.

Luonnossuunnitelmissa esitetään samat asiat kuin ehdotussuunnitelmissa mutta tarkemmin. LVIA- ja sähkötekniisten järjestelmien suunnittelijat esittävät luonnosvaiheessa vaihtoehdot tilojen teknisistä järjestelmistä sekä niiden ohjaus- ja valvontajärjestelmistä. Luonnossuunnitelmissa esitetään yleisratkaisun tasolla talotekniset järjestelmät, tekniset tilat, pääkanavat, kaapelihylly-, nousukaapeli- ja putkireitit.

Toteutussuunnitelmavaiheessa laadittavat asiakirjat sisältävät työpiirustuksia ja sellaisia teknisiä suunnitelmia, joiden avulla voidaan määrittellä yksiselitteisesti hankkeen määrä ja laatu urakkatarjouksen antamista varten. Toteutussuunnitteluvaiheessa on tärkeää selvittää tilaajan yksityiskohtaiset tarpeet ja varmistaa, ovatko ratkaisut tavoitteiden mukaisia. Urakoitsijoille tulee antaa laatutavoitteet työlle ja sen viimeistelylle. Osa suunnitelmista tarvitsee myös viranomaisten hyväksynnän, kuten palotekniset- ja turvavalaistussuunnitelmat. Tässä vaiheessa tulee myös varmistaa, että eri osa-alueiden suunnitelmat sopivat yhteen eikä niistä löydy päällekkäisyyksiä tai puutteita, jotka vaikeuttaisivat urakkasuoritusta. Toteutussuunnitteluvaiheessa tulisi järjestää palaveri, jossa arkkitehti, LVIA- ja sähkösuunnittelijat tarkastavat yhdessä, mahtuuko tekniikka kulkemaan sille varatussa tilassa ja onko eri suunnitelmissa päällekkäisyyksiä reittien osalta. Asennustyön sujuvuuden kannalta on tärkeää selvittää tässä vaiheessa mahdolliset ongelmakohdat, jolloin eri suunnitelmia on vielä helppo muokata. Jos päällekkäisyydet huomataan vasta työmaalla niiden muuttaminen saattaa tulla kalliiksi ja syödä aikatauluresursseja. /3, s. 66-67/

Täydentävällä suunnittelulla tarkoitetaan rakentamisen valmistelun ja rakentamisen aikana laadittuja hankkeen toteuttamiseksi tarvittavia piirustuksia ja selostuksia. Korjausrakentamishankkeissa tämä osuus korostuu, koska monet asiat tulevat esiin vasta rakennushankkeen aikana. Esimerkiksi voi käydä niin, että jos osa suunnitelluista uppoasennuksista joudutaankin tekemään pinta-asennuksia tai rakenteellisista syistä reitityksiä joudutaan muuttamaan.

### 2.3.4 Rakentamisen valmistelu

Rakennusalan urakkakilpailun yleisistä periaatteista on tehty RT-kortti 16-10182, jossa esitetyt periaatteet tulisi noudattaa osapuolten keskinäisen luottamuksen lisäämiseksi. Ensimmäinen asia rakentamisen valmistelussa on urakkamuodon valinta. Urakkamuotojen valinnassa päätetään millaisin ehdoin urakoitsijan kanssa toimitaan. Urakkamuodot vaihtelevat urakan laajuuden ja urakkahinnan maksuperusteen mukaan. Lisäksi eri urakkamuodoissa vaihtelevat urakoitsijoiden väliset suhteet, jotka on jaoteltu pää-, sivu-, ali- ja erillisurakoihin. Tärkeimmät urakkamuotoa määrittelevistä ehdoista koskevat urakoitsijan suoritusvelvollisuuden laajuutta, urakoitsijalle maksettavan korvauksen maksuperustetta, tarjousten hankintatapaa ja suunnitelma-asiakirjojen valmiutta.

### Urakkakilpailu

Suunnitelmien ja urakka-asiakirjojen valmistuttua on järjestettävä urakkakilpailu, jonka tilaaja voi järjestää itse tai antaa rakennuttajakonsultin järjestettäväksi. Urakkakilpailu voi olla avoin tai rajoitettu. Avoimessa urakkakilpailussa kuka tahansa urakoitsija voi tehdä tarjouksen. Rajoitetussa urakkakilpailussa tilaaja valitsee itse urakoitsijat, joilta haluaa pyytää tarjouksen. Urakoitsijat valitaan yleensä hankkeen laajuuden ja vaativuuden sekä urakoitsijoiden referenssien perusteella.

Urakkakilpailua ei ole tarpeen järjestää, jos kyseessä on pieni työ, jonka hinta voidaan muulla tavalla arvioida tai ei ole muuten tarpeellista käyttää urakkakilpailua. Myöskään hätätyössä tai kiireellisesti toteutettavissa töissä ei voida käyttää urakkakilpailua, koska sen järjestäminen on aikaa vievää.

Urakkaehtojen tulee olla tasapuoliset kaikille urakoitsijoille. Urakkaan ei tule sisällyttää kohtuuttomia ehtoja tai piiloriskejä. Hyvän urakkakäytännön mukaista ei ole, että tilaaja ja urakoitsija neuvottelevat urakkakilpailussa keskenään tarjoushinnan muuttamisesta.

Urakoitsijat valitaan yleensä joko hinnaltaan halvimman tai kokonaistaloudellisesti edullisimman tarjouksen perusteella. Suunnittelun sisältävissä urakkamuodoissa myös suunnitelmien laatu ja suunnitteluratkaisu vaikuttavat. Julkisissa hankkeissa kokonaistaloudellisesti edullisinta tarjousta käsiteltäessä tulee pisteyttää urakka eri osatekijöihin ja antaa osatekijöille omat painoarvot, joilla edullisuutta arvostellaan. Tarjouksia käsiteltäessä laaditaan yleensä taulukko, josta selviävät mm. urakoitsijoiden hinnat, muutokset tarjousasiakirjoista ja yksikköhintaerittelyt. Tällaisen taulukon perusteella tarjousten vertailu selkiytyy ja eri tarjousten sisällöistä saadaan hyvä kokonaiskuva. Kokonaistaloudellisesti edullisinta tarjousta haettaessa tulee tilaajan ilmoittaa tarjouspyyntöasiakirjoissa, millä perusteilla eri tarjouksia vertaillaan.

## Urakkasopimus

Urakkasopimus syntyy annetusta tarjouksesta ja siihen annetusta hyväksytystä vastauksesta. Tässä vaiheessa tilaaja ei saa enää lisätä lisäehtoja urakkaan tai muuten tämä käsitetään tilaajan tekemäksi vastatarjoukseksi, mikä edellyttää urakoitsijan valinnan hyväksyntää.

Urakkasopimus syntyy silloin, kun tilaajan hyväksyvä vastaus saapuu urakoitsijalle, jollei tarjouspyynnössä ole muutoin määritelty. Kun sopimus on syntynyt, on molempien osapuolien täytettävä sopimuksessa määritellyt velvollisuutensa.

Urakkasopimus muodostuu allekirjoitetusta sopimuksesta ja siinä noudatettavaksi määräytyistä liiteasiakirjoista. Urakkasopimuksessa kuvataan urakan tulos ja urakkahinta sekä osapuolten urakkasopimukseen kuuluvat oikeudet, velvollisuudet ja vastuut sekä asioiden hoidossa noudatettava menettely. Asiakirjat jaetaan teknisiin ja kaupallisiin asiakirjoihin ja nämä edelleen pienempiin osiin tarpeen mukaan. Rakennusalan urakkasopimukset tehdään yleensä eri osapuolia edustavien järjestöjen yhteisesti laatimien ja hyväksymien vakioasiakirjojen,

urakkasopimuslomakkeiden ja rakennusurakan yleisten sopimusehtojen (YSE 1998) avulla.

Urakkasopimuksen liiteasiakirjoja /5, § 13/:

Kaupalliset asiakirjat:

- urakkasopimus
- urakkaneuvottelupöytäkirja
- rakennusurakan yleiset sopimusehdot (YSE 1998)
- tarjouspyyntö ja ennen tarjouksen antamista annetut kirjalliset lisäselvitykset
- urakkaohjelma tai muut sopimuskohtaiset urakkaehdot
- urakkarajaliite
- tarjous
- määrä- ja mittaluettelot
- muutostöiden yksikköhintaluettelo.

Teknisiä asiakirjoja ovat työn sisältöä, laatua ja suoritusta kuvaavat asiakirjat. Teknisiä asiakirjoja ovat esimerkiksi työpiirustukset ja suunnitelmat. Urakka-asiakirjoissa saattaa olla ristiriitaisuuksia, joten ne on hyvä asettaa keskinäiseen pätevyysjärjestykseen. Järjestys voi olla yleisten sopimusehtojen mukainen tai sopimuskohtaisesti määritelty.

### 2.3.5 Rakentamisvaihe

Rakennusvaiheessa rakennuttajan tehtävät ovat pääasiassa eri asioiden valvontaa ja mahdollisten ongelmien ratkointaa. Rakentamisen ohjauksella ja valvonnalla varmistetaan sopimuksenmukainen toteutus, laatuavoitteet täyttävä lopputulos ja tarvittavat käyttö- ja ylläpitovalmiudet. Rakentamisvaihe päättyy vastaanottopäätökseen.

Rakennuttajan tehtäväluettelon /4/ mukaan, rakennuttajan toimenpitein luodaan edellytykset rakennuskohteen rakentamiselle ja teetetään täydentävät sekä tarvittavat muutostyösuunnitelmat. Aikatauluvalvonnalla varmistetaan kohteen valmistuminen sovitussa aikataulussa. Rakennuttaja huolehtii maksuliikenteen hoitamisesta ja rakentamisen edistymisen valvonnasta sekä tekee tarvittavat rakentamista koskevat päätökset hankkien suorituksilleen sovitusta vaiheista toimeksiantajan hyväksynnän.

Yhteistyön lähtökohtana on, että kaikki osapuolet noudattavat ns. hyvää rakentamis- ja urakointitapaa. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot on laadittu siten, että ne edistävät osapuolten välistä yhteistyötä. Yleisissä sopimusehdoissa on kuvattu osapuolten vastuut ja velvollisuudet sekä keinot, joilla yhteistyötä tehdään. Yhteistoimintaa on mm. päivittäinen kanssakäyminen, sopimuksessa määrättyihin kokouksiin osallistuminen, katselmusten, tarkastusten ja neuvottelujen pitäminen sekä niistä dokumenttien laatiminen.

Tärkeimpiä tilaajan velvollisuuksista ovat lähtötietojen antaminen, tavoitteiden asettaminen, ratkaisuvaihtoehtoista päättäminen sekä urakkahinnan maksaminen urakoitsijalle. Sopimukseen perustuvat laskut on maksettava, kun vastaava työvaihe on tehty. Valvoja tarkastaa laskun sopimuksenmukaisuuden ja tehdyn työn, mutta laskun hyväksyy tilaaja tai tämän valtuuttama edustaja.

Yleiset sopimusehdot /5/ määrittää lisätyöt urakoitsijan suoritukseksi, joka ei urakkasopimuksen mukaan alun perin urakoitsijalle kuulu. Muutostyöt on määritelty urakoitsijan suorituksen muuttumiseksi./5, § 43 1. momentti/ ”Urakoitsija on velvollinen toteuttamaan tilaajan vaatimat muutostyöt, elleivät ne oleellisesti muuta urakkasuoritusta toisen luonteiseksi”. Lisätyöt on määritelty siten, että ne ovat muita kuin YSE 98 43 § 1. momentin mukaisia lisäyksiä ja niistä on sovittava kirjallisesti ennen niihin ryhtymistä. Lisä- ja muutostöiden määrä on täysin riippuvainen siitä, millä tasolla ja kuinka hyvin suunnitelmat on tehty. Mitä keskeneräisemmät suunnitelmat menevät urakkalaskentaan sitä enemmän on syytä varautua lisä- ja muutostöihin. Myös monissa projekteissa on yleistynyt käytäntö että suunnittelua teetetään vielä rakentamisvaiheen aikana, jolloin lisä- ja

muutostyöt ovat lisääntyneet. Lisä- ja muutostöistä tulee tehdä kirjallinen sopimus eikä työtä saa aloittaa ennen kuin sen sisällöstä ja vaikutuksista urakkaan on sovittu. Poikkeuksena ovat pienet ja kiireelliset muutostyöt, joiden sisältö merkitään työmaapäiväkirjaan ja sen vaikutuksista urakkaan tulee sopia niin pian kuin se on mahdollista.

Rakennuttaja laatii maksu- ja rahoitusaikataulun urakoitsijan maksuerätaulukon perusteella, jonka mukaan maksetaan urakoitsijalle työn suorittamisesta. Rakennuttaja seuraa myös, että pysytään budjetissa mahdollisista lisätöistä huolimatta. Jos näyttää siltä että, lisätöiden takia budjetti ylittyy, rakennuttajan tulee ilmoittaa asiasta tilaajalle hyvissä ajoin ja yhdessä tilaajan kanssa järjestää lisärahoitusta projektiin tai karsia muita kuluja. Urakoitsijoiden lähettämät laskut menevät rakennuttajalle, joka tarkastaa onko kyseinen suoritus tehty hyväksytysti ja hyväksyy laskun. /4, s. 12, 6.3/

Joitain hankintoja saatetaan jättää rakennuttajan tehtäväksi, jotta säästettäisiin kustannuksissa ja päästäisiin vaikuttamaan paremmin laatuun ja toimitusaikatauluihin. Tällaisissa tapauksissa rakennuttajan tulee huolehtia kyseisten tuotteiden tilauksista ja niiden sovittamisesta rakennushankkeen aikatauluun. Tyypillisiä talotekniikkaan liittyviä rakennuttajan hankintoja ovat sähkö- ja teleliittymät. /4, s. 12, 6.5/

Rakentamisen aikana tapahtuu monia asioita, joihin rakennuttajan on otettava kantaa. Tällaisia ovat mm. riitaisuudet, konkurssiasiat, poikkeamat työmaalla ja yleensä asiat, joita ei ole voitu ennakoida. Erimielisyydet pyritään ratkaisemaan käyttäen neuvottelumenettelyä, jonka ratkaisuperusteena toimivat sopimusasiakirjat.

### 2.3.6 Vastaanotto

Kohteen luovutustarkastus voi olla YSE 1998 /5, s.14/ mukaan joko urakasuorituksen tarkastus tai vastaanottotarkastus. Näiden erona on se, että rakennuskohteen vastaanottotarkastuksen kohteena on koko rakennus, mutta

urakkasuorituksen kohteena vain yhden urakoitsijan urakkasuoritus.

Rakennuskohteen vastaanottotarkastuksen yhteydessä tarkistetaan ja todetaan, että molemmat osapuolet ovat täyttäneet sopimuksien mukaiset velvoitteet. Kun tämä todetaan, osapuolten velvollisuudet päättyvät urakkasopimuksen osalta ja takuu-aika voi alkaa.

Vastaanottotarkastuksen tehtävänä on selvittää, onko urakoitsija suorittanut työt sovitulla tavalla ja onko aikaansaatu työtulos sopimusasiakirjojen mukainen.

Vähäiset viimeistelytyöiden puutteet eivät ole esteenä kohteen käyttöönotolle.

Kiinteistön käyttöönotto edellyttää myös viranomaisten myöntämää käyttö lupaa.

Vastaanottotarkastuksesta tehdään pöytäkirja, johon merkitään havaitut puutteet ja virheelliset suoritukset. Pöytäkirja toimii todisteena siitä, mitä vastaanottotarkastuksessa on havaittu. Näitä havaittuja asioita koskevat velvoitteet sisällytetään urakoitsijan rakennusajan velvoitteisiin.

Loppuselvityksen tarkoituksena on tehdä selvitys urakoitsijoiden ja tilaajan välillä kaikista urakkaan liittyvistä asioista. Urakoitsijan tulee lähettää selvitystä varten yksilöity lopputilitys, josta selviää kaikki sopijaosapuolia koskevat epäselvät asiat. Rakennuttaja toimii tilaajan apuna asiantuntijana loppuselvityksessä.

Taloudellisesta loppuselvityksestä järjestetään YSE 1998:n mukainen kokous /5, s.15, § 73/, jossa käsitellään urakkasumman tilitys, epäselvien lisä- ja muutostyötyöiden hyväksyminen sekä urakan myöhästymisestä aiheutuneet sakot. Taloudelliset loppuselvitykset voivat olla hyvinkin erilaisia riippuen siitä, kuinka kohteen toteutuksessa on onnistuttu. Ongelmallisissa kohteissa, taloudelliset loppuselvitykset voivat olla hankalia ja työläitä.

Kun kiinteistö on vastaanotettu ja urakoitsijan velvollisuudet päättyneet takuovelvoitteita lukuun ottamatta, voidaan kiinteistö ottaa käyttöön. Käyttöönoton yhteydessä tilaajalle tai kiinteistön omistajalle luovutetaan huoltokirja, johon on koottu hankkeen aikana kaikki kiinteistön käyttöä ja huoltoa koskevat ohjeet ja muut asiakirjat. Huoltokirjan avulla huolto voidaan järjestää suunnitelmallisesti ja kiinteistöön tehtyjen huoltotoimenpiteiden seuraaminen ja dokumentointi on helpottuu.

Takuuaika on aika, jolloin urakoitsija sopimuksen mukaan vastaa työntuloksessa ilmenneiden virheiden korjauksesta. Takuuajan pituus on kaksi vuotta, ellei urakkasopimuksessa ole muuta määrätty. Urakoitsija on kustannuksellaan velvollinen korjaamaan urakkasuorituksessa takuuajana ilmenneet virheet, joihin urakoitsija ei voi osoittaa syytä, joka olisi siitä riippumaton. Takuuajan jälkeen urakoitsija voi joutua vastuuseen, jos tilaaja pystyy osoittamaan virheen aiheutuneen urakoitsijan törkeästä virheestä. /5/

### **3 SÄHKÖTÖIDEN VALVONTA**

#### **3.1 Sähkötöiden valvonta**

Hyvään lopputulokseen päästäkseen on jokaiseen rakennushankkeeseen luotava toimiva valvontaorganisaatio /1/. Valvontatyön tekemisestä tulee laatia kohdekohtainen valvontasuunnitelma. Valvontasuunnitelmasta selviää hanketiedot, valvonnan organisointi, valvonnan tehtävät, kokoukset ja katselmukset sekä dokumentointi, vastaanoton ja käyttöönoton valvonta, takuuajan valvonta sekä arkistointi. Rakennushankkeen tilaaja voi tehdä valvonnan itse tai käyttää ulkopuolista konsulttiyritystä. Valvonnan tarkoituksena on varmistaa, että urakoitsijat tekevät työn suunnitelmien, määräysten ja hyvän asennustavan mukaan. Antamalla suunnitelmia täsmentäviä ohjeita, voidaan ennalta ehkäistä virheitä ja ongelmia. Valvojan oikeuksiin ei kuulu määrätä urakkaan muutoksia, vaan sopia tarpeellisista muutoksista yhdessä tilaajan ja urakoitsijan kanssa. Tilaajan asettaman valvojan valvontaa täydentää suunnittelijan tekemä valvonta. Suunnittelija valvoo työn toteutuksen suunnitelmien mukaisuutta ja antaa ohjeita työn tekemiseen /6/.

Valvonta on kohtalaisen uusi rakentamiseen liittyvä toimiala. Yleisten sopimusehtojen uudistuttua 1998 ja maankäyttö- ja rakennuslain uudistuminen vuonna 1999 lisäsivät tilaajan vastuuta rakennushankkeessa. Näiden muutosten

takia tilaajat, joilla ei ollut ammattitaitoa rakentamisesta, eivät voineet ryhtyä rakennushankkeeseen ilman rakennuttajakonsultin apua. Rakennuslupapäätöksessä voidaan vaatia valvontaa rakennuskohteeseen, mutta tämä koskee vain rakentamista. Talotekniikan monimutkaistuminen, uudet järjestelmät ja vaatimukset ovat lisänneet tarvetta talotekniikan rakennuttajille ja valvojille. Rakennusliikkeet joilla on omaa tuotantoa, mutta ei talotekniikka osaamista ovat alkaneet käyttää rakennuttajakonsulttien apua talotekniikan suunnittelun, rakentamisen ja valvonnan järjestämisessä.

Valvontatyöstä tehdään tilaajalle yleensä tuntityötarjouksia, esimerkiksi tietty määrä tunteja viikossa. Tilaajan halutessa voidaan myös antaa kokonaistyötarjouksia. Tuntiveloitushinnat voivat määräytyä esimerkiksi projektiin osallistuvien henkilöiden SKOL-luokitusten perusteella. Luokitus määräytyy henkilön kokemuksen, aikaisempien kohteiden ja pätevyysien perusteella. Tarjouksia annettaessa tarjouksen mukaan voidaan liittää projektiin valittujen henkilöiden referenssiluettelot. Näiden luetteloiden avulla tilaaja saa hyvän käsityksen henkilöstöstä ja tarjouksen vertaaminen muihin tarjouksiin helpottuu. Jokaisella yrityksellä on omat laskutusperusteet ja hinnastot, joten hinnoitteluun on myös muita perusteita käytössä.

### **3.2 Valvojan pätevyys**

Valvojalle ei ole laissa eikä säädöksissä määritelty pätevyysvaatimuksia, mutta rakennusurakan yleiset sopimusehdot edellyttävät, että hänellä tulee olla tehtävään tarvittava ammatillinen koulutus ja kokemus sekä yleisten sopimusehtojen ja viranomaismääräysten tuntemus. Sähköalalla säädösten ja standardien tuntemus on erityisen tärkeää, koska se vaikuttaa suoraan sähköasennusten turvallisuuteen. Tärkeimpinä määräyksinä voidaan pitää sähköturvallisuuden liittyviä standardeja ja määräyksiä. Tärkeää on myös tuntea rakennusurakan yleiset sopimusehdot (YSE 1998) ja talotekniikkatöiden valvonnan tehtäväluettelo (RT 16-10747) sekä konsulttien sopimusehdot (KSE 95) ja talotekniikan suunnittelun tehtäväluettelo (TATE 95).

### 3.3 Valvojan tehtävät /6/

Valvojan tulee perehtyä urakka-asiakirjoihin saadakseen selkeän käsityksen halutusta työn lopputuloksesta. Valvojan toiminnan tulee olla työmaalla yhteistyötä edistävää ja tavoitteena on pyrkiä luomaan hyvä yhteishenki hankkeen eri osapuolten välille. Havaituista virheistä ja puutteista tulee ilmoittaa ajoissa urakoitsijalle virheiden minimoimiseksi ja ennalta ehkäisemiseksi. Havaittuihin asioihin tulee pyrkiä puuttumaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Talotekniikan valvonnan tehtäväluettelo on esitetty RT-kortissa RT 16-10747 /6/. Siinä valvojan tehtävät on jaoteltu seuraaviin osiin:

#### Yleisvalvonta

Yleistöimenpiteistä tärkeimpänä on pitää yhteyttä rakennuttajan, muiden valvojen, suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden kesken.

- Suunnitelmien tarkastaminen toteutuksen kannalta
- Viranomaishyväksyntöjen ja liittymissopimusten varmistaminen
- Urakoitsijoiden omavalvonnan varmistaminen
- Kokouksiin osallistuminen
- Liittymäasioiden hoitaminen

#### Ajallinen valvonta

- Aikataulujen tarkastaminen ja aikatauluseuranta
- Tiedonkulun ja sen oikea-aikaisuuden tarkastaminen
- Asennustarkastukset ja toimintakokeet

#### Tekninen valvonta

- Laatusuunnitelmien tarkastaminen
- Laite- ja materiaalihyväksynät
- Asennus- ja työpiirustusten tarkastaminen
- Asennustapatarkastukset

#### Taloudellinen valvonta

- Maksuerät
- Lisä- ja muutostyölaskut
- Avustaminen taloudellisessa loppuselvityksessä

#### Vastaanottomenettely

- Toimintakokeiden, koekäyttöjen ja kuormituskokeiden valvonta
- Mittauksien ja säätöjen valvonta
- Käytönopastuksen valvonta
- Loppudokumenttien ja muun luovutusaineiston laadinta
- Vastaanottotarkastukset ja vastaanotto

#### Muut tehtävät

- Huoltokirjan toimituksen valvonta
- Sopimukseen kirjattujen laatuvaatimusten toteutumisen valvonta
- Urakkaneuvotteluihin osallistuminen
- Työturvallisuusasioiden valvonta.

Urakkarajaliitteessä on määritelty vastaanottomenettelyn sisältö ja vaatimukset. Vastaanottomenettelystä tulisi laatia aikataulu, josta selviää aikataulut eri vaiheille ja mitkä vaiheista ovat sakollisia. Edellytyksenä vastaanottotarkastuksen

pitämiselle on, että kaikki laitteet ja johdotukset ovat suunnitelmien mukaisilla paikoilla sekä laitteet ja kaapelit on merkitty.

Vastaanottotarkastuksessa todetaan, onko työtulos suunnitelmia vastaava. Vähäiset viimeistelytöiden puutteet eivät aiheuta estettä vastaanottotarkastukselle, jos kohde on muuten siinä kunnossa että se voidaan ottaa käyttöön. Kaikki virheet on kirjattava ja niiden korjaamisesta on sovittava ja laadittava aikataulu, koska virheet tulee olla korjattuna ennen lopullista luovutusta. Virheiden ja puutteiden vuoksi pidettävät urakkahinnat määritellään ja sopijaosapuolten toisiaan koskevat vaatimukset kirjataan taloudellista loppuselvitystä varten. Taloudellisessa loppuselvityksessä selvitetään kaikki urakkahintaan liittyvät epäselvät asiat.

Lisäksi valvojan tehtäviin kuuluu valvoa alihankintoja sekä ottaa kantaa erikoistapauksissa. Alihankintojen valvonta on lähinnä sitä, että tarkastetaan ja hyväksytään urakoitsijoiden esittämät alihankkijat sekä laite- ja tuotevalinnat. Lisäksi valvotaan, että tuotteet kuten valaisimet ja keskuksat saadaan työmaalle riittävän ajoissa, ettei se aiheuta viivästyksiä työn tekemiseen.

### **3.4 Valvonnan vaikutus vastuuseen /6/**

Tilaajan puolelta tapahtuva valvonta ei vaikuta urakoitsijan vastuuseen, jollei tilaaja ole laiminlyönyt velvollisuuttaan huomauttaa vakavasta virheestä kirjallisesti. Todistamisvelvollisuus vastuun siirtymisestä valvojalle on kuitenkin urakoitsijalla. Havaitessaan virheen tulee valvojan huomauttaa asiasta urakoitsijalle ja urakoitsijan on korjattava virhe viipymättä.

## 4 VALVONTAMATERIAALIN KEHITTÄMINEN

### 4.1 Tarkastuslistojen kehittäminen

Tavoitteena oli luoda tarkastuslistoja, joista on apua tarkastettaessa niin suunnitelmia kuin asennuksiakin. Pääpaino oli asennustapatarkastuksissa ja vastaanottotarkastuksessa /5, s. 14-15, § 71/, mutta listoja voidaan soveltaa myös eri valmiusasteella olevien suunnitelmien tarkastukseen. Lisäksi tavoitteena oli luoda tietokanta, josta löytyy luotujen tarkastuslistojen lisäksi muuta tarpeellista materiaalia, mitä talotekniikan rakennuttaja tai valvoja työssään tarvitsee.

Tarkastuslistojen käyttökohteita ovat mm. kiinteistön varmennustarkastukset, eri järjestelmien asennustapatarkastukset, toimintakokeet ja vastaanottotarkastus sekä muistilistoina toimiminen eri tilanteissa.

#### 4.1.1 Työn vaiheet

Työ aloitettiin kokoamalla projektin ympärille ohjausryhmä ja työlle asetettiin tavoitteet. Ohjausryhmä koostui sähkövalvojista ja talotekniikan rakennuttajista. Projektin kuluessa pidettiin ohjausryhmäpalavereita, joissa seurattiin työn edistymistä, annettiin välitavoitteita ja ohjattiin tuotettavan materiaalin sisältöä haluttuun suuntaan. Tarkastuslistojen sisältö oli työn tärkein yksittäinen osa-alue. Sen kehittämiseen käytettiin suhteessa eniten aikaa, jotta listoista saataisiin mahdollisimman käyttökelpoisia.

Rakennuttajan ja valvojan tulee olla hyvin perillä kaikista rakennusprojektin vaiheista ja heidän tulee havaita mahdolliset ongelmat hyvissä ajoin. Tämä edellyttää kuitenkin, että rakennuttaja hallitsee hyvin kaikki sähkötekniset järjestelmät ja tietää niiden ongelmakohdat. Rakennuttajan tulee myös seurata tiiviisti hankkeen aikataulua ja asennustöiden edistymistä, koska talotekniikkaurakoitsijoilla on yleensä vain vähän kokemusta aikataulujen

laadinnasta ja niiden seurannasta. Käytännössä on mahdotonta, että rakennuttaja hallitsisi kaikkien kiinteistön sähkötekniisten järjestelmien asennuksen ja suunnittelun valvonnan pelkän yleistiedon ja oman kokemuksen avulla. Tähän rakennuttaja tai valvoja tarvitsee hyvää tukimateriaalia, josta on helppo tarkistaa, mitä asioita eri järjestelmistä tarkastetaan. Tätä tarkoitusta varten ryhdyttiin tekemään tarkastuslistoja, jotka toimivat apuna rakennuttajien ja valvojen suorittamissa tarkastuksissa. Myös käynnit eri työkohteissa, mukana olo työmaakokouksissa ja urakoitsijapalaverissa on auttanut saamaan käsityksen valvojan ja rakennuttajan työkentästä ja työtehtävistä.

#### 4.1.2 Rajaukset

Tarkastuslistat on kohdistettu palvelemaan asennustapatarkastuksia. Ne ovat käyttökelpoisia myös suunnitelmien tarkastuksissa ja luovutusasiakirjojen tarkastuksissa, mutta listojen sisältö ja luonne on laadittu nimenomaan asennustapatarkastuksia silmälläpitäen. Suunnitelmien tarkastuksiin kohdistettujen tarkastuslistojen teko päätettiin siirtää myöhemmin kehitettäväksi asiaksi.

Tiedostojenhallintaohjelman tekeminen päätettiin rajata tässä vaiheessa palvelemaan sähkötekniikan rakennuttamiseen ja valvontaan. Tulevaisuudessa on mahdollista liittää siihen myös LVIA-tekniikkaa palvelevaa materiaalia.

Tutkintotyöhön liittyvä kehitystyö rajattiin ajallisesti kestämään maaliskuun 2008 loppuun, jonka jälkeen kyseessä olevaa materiaalia on tarkoitus kehittää ja ylläpitää yrityksen omin voimin.

#### 4.1.3 Tarkastuslistojen tekeminen

Yrityksessä on ollut aikaisemmin käytössä tarkastuslistoja LVIA-tekniikan asennustapatarkastuksiin. Listat eivät kuitenkaan ole kattaneet kaikkia LVIA-valvontaan liittyviä osa-alueita, mutta niiden käytöstä on ollut hyviä kokemuksia.

Sähkötekniikan rakennuttamista palvelemaan päätettiin tehdä samanlaisia listoja, jotka kattaisivat kaikki sähköasennustekniikan osa-alueet.

Listoissa käytetty rakenne on tehty sähkönimikkeistö S2000 mukaan, joka sisältää rakennuksen sähköistyksen jaoteltuna toiminnallisiin järjestelmäkokonaisuuksiin. Toisena vaihtoehtona olisi ollut koota tarkastuslista tarkastettavista asioista siinä järjestyksessä kuin rakentaminen edistyy. Esimerkiksi siten, että listan alkupäähän tulisi kaapelihyllyjen asennuksen tarkastus ja loppupäähän merkintöjen tarkastus. S2000-nimikkeistön käyttöön päädyttiin, koska se toimii hyvin monissa eri tehtävissä ja sen avulla päästään käyttämään yhtenäistä nimikkeistöä muun sähköalan kanssa.

#### 4.1.4 Tarkastuslistojen sisältö

Yrityksen valvontakohteiden koot vaihtelevat pienistä noin parin sadan neliön kohteista hyvinkin suuriin kohteisiin. Tavoitteena on kuitenkin käyttää samoja tarkastuslistoja kaikkien kohteiden tarkastuksessa. Perustekniikaltaan isot ja pienet kohteet eivät juuri eroa toisistaan, suurimpana eroa voidaan pitää sitä, että suuressa kohteessa on enemmän yksittäisiä järjestelmiä, joita tulee tarkastaa. Näin ollen pienen kohteen tarkastuslistoista karsitaan pois ylimääräiset järjestelmät tai järjestelmien osat.

Tavoitteena oli tehdä listoista mahdollisimman kattavia, jotta niiden avulla voitaisiin valvoa suuriakin rakennuskohteita. S2000-Sähkönimikkeistö antaa tähän hyvän pohjan, koska siihen on koottu laajasti eri järjestelmäkokonaisuudet. Kaikissa järjestelmissä on omat erityispiirteensä, mutta myös jotkin tietyt asiat ovat samoja kaikilla järjestelmillä. Näitä perusasioita ovat muun muassa kaapelointi, dokumentointi ja merkinnät, jotka kaikki tulisi olla kunnossa, kun työ on huolella tehty.

Tarkastuslistojen sisältöä alettiin koota sähkönimikkeistön ympärille vanhojen projektien vikalistojen, sähkötyöselitysten sekä alan kirjallisuuden mukaan. Myös yrityksen henkilökunnan mielipiteitä listojen sisällöstä kuunneltiin ja listoja

kehitettiin siihen suuntaan mikä todettiin toimivimmaksi ratkaisuksi. Suurena apuna olivat yrityksen sähköalan osaajien ammattitaito ja työkokemus, jonka avulla löydettiin ne tärkeimmät kohdat, joihin tulee kiinnittää huomiota tarkastuksia tehtäessä. Haasteena oli tehdä listoista tarpeeksi kattavia valvonnan tarpeisiin, mutta ei kuitenkaan liian yksityiskohtaisia. Valvonnan tarkoituksena ei ole takertua yksityiskohtiin, jotka eivät vaikuta työn lopputulokseen. Huomiota tulisi sen sijaan kiinnittää asioihin, jotka ovat käytön, huollon ja laitteiston toimivuuden kannalta olennaisia.

Järjestelmien teknisiä yksityiskohtia ei pidetty tärkeänä, koska niiden määrittely on pääasiassa suunnittelijan vastuulla. Listoissa on enimmäkseen painotettu asennustyön laadullisia tekijöitä, merkintöjä sekä tarpeellisten tarkastus- ja mittauspöytäkirjojen löytymistä. Listoja tarkasteltiin kriittisesti koko työryhmän voimin ja pohdittiin mitkä asiat olivat olennaisia ja mitkä piti karsia pois.

#### 4.1.5 Tarkastuslistojen ulkoasu

Tarkastuslistojen ulkoasuun (kuva 12) kiinnitettiin erityistä huomiota, koska niiden tuli olla helppokäyttöisiä ja selkeitä. Listoja käytetään pääasiassa paperiversioina, joten jokaisen järjestelmän listaan jätettiin tilaa huomautuksia varten. Listojen täyttötapana on entuudestaan hyväksi havaittu rasti ruutuun menetelmä, jonka avulla säästytään ylimääräiseltä kirjoittamiselta. Listojen on oltava ulkoasultaan lyhyitä ja yksiselitteisiä, jotta ne palvelisivat käyttötarkoitustaan tarkastuslistoina.



ASENNUSTAPATARKASTUS  
H1 Asennusreitit

1(2)

18.4.2008

		OK	EI OK
1	<b>H101 Kaapelihyllyt</b>		
2	Kaapelihyllyjen tyyppi		
3	Kaapelihyllyjen sijainti		
4	Kaapelihyllyjen ripustus ja kannatus		
5	Kaapelihyllyjen kannatusväli		
6	Kaapelihyllyjen kiinnitys kannakkeisiin		
7	Kaapelihyllyjen lämpölaajenemistilat		
8	Pystyhyllyjen suojaus mekaaniselta vaurioitumiselta		
9	Kaapelihyllyjen merkinnät		
10	Kaapelihyllyjen potentiaalintasaus		
11	Kaapelihyllyn katkaisu palokatkon kohdalta		
12	Kaapelihyllyn seinäläpiviennit (ehjänä vai katkaistu)		
13			
14	<b>H102 Johtokanavat</b>		
15	Johtokanavien kiinnitys		
16	Johtokanavien kannatinosat ja peitesäleet		
17	Johtokanavassa käytetyt asennuskalusteet ja niiden lukitus		
18	Johtokanavien pääty- ja liitoskappaleet		
19	Johtokanavien läpivientikaulukset		
20	Asennuksen siisteys (esim. sahausjälki)		
21	Johtokanavien potentiaalintasaus (lääkintätiloissa)		
22	Johtokanavien sisäpuolen äänieristys		
23	Johtokanavien seinäläpiviennit (ehjänä vai katkaistu)		
24	Johtokanavien korkeudet kalustekuvien suhteen		
25			
26	<b>H1023 Sähköasennuslistat</b>		
27	Asennuslistojen kiinnitys (tarra vai ruuvi)		
28	Asennuksen siisteys		
29			

Kuva 12 Esimerkki tarkastuslistan ulkoasusta

#### 4.1.6 Muut tarkastuslistat

Suunnitelmien tarkastuksessa voidaan käyttää samoja listoja muistilistoina, joiden avulla tarkastetaan, että kaikista projektiin liittyvistä järjestelmistä on toimitettu kuvat ja niihin on merkattu asennustyön ja urakkalaskennan kannalta oleelliset asiat. Tarkoituksena on myös tehdä oma tarkastuslista pelkästään suunnittelijoiden toimittamien suunnitelmien tarkistukseen. Tällaisia asioita on mm. suunnittelutavoitteiden täytyminen, kustannusarviossa pysyminen ja kaikkien tarvittavien kuvien olemassaolo. Muihin rakennusprojektin vaiheisiin on tarkoitus myöhemmässä vaiheessa kehittää tarkastuslistoja eri asioiden tarkastuksiin. Rakennuttajan tehtäviin kuuluu huolehtia monista eri rakentamiseen liittyvistä asioista ja tällaiset listat helpottavat työtä ja vähentävät unohdusten mahdollisuutta.

Joitain tarkastuslistoja on ollut käytössä jo aiemmin, kuten mm liittymätilausten tarkistuslista.

#### 4.1.7 Listojen käyttö

Projektin alkaessa käydään listoista läpi, mitä järjestelmiä kyseisestä kohteesta löytyy ja tämän jälkeen poistetaan ylimääräiset. Muokatut listat tallennetaan projektin kansioon, josta niitä on projektin edistyessä helppo käyttää ja täyttää sitä mukaa kun eri järjestelmille tehdään asennustatarkastuksia. Listat on suunniteltu siten, että niitä olisi helppo käyttää paperiversiona, mutta niitä pystyy käyttämään myös suoraan tietokoneelta.

## 4.2 Tiedostojenhallintaohjelman kehittäminen

Toinen vaihe työssä oli tehdä html-pohjainen ohjelma, jonka avulla voidaan hallita ja käyttää kaikkia rakennuttamis- ja valvontatyössä apuna käytettäviä tiedostoja. Tähän asti ongelmana on ollut se, että jokainen työntekijä on pitänyt omista dokumenttipohjista tietokantaa, joka on kertynyt eri projektien myötä. Tämän työvaiheen tarkoituksena oli kerätä kaikki valmiit dokumenttipohjat yhteen, josta ne olisivat kaikkien työntekijöiden käytettävissä. Koska dokumenttien määrä on suuri, oli tarpeellista tehdä ohjelma, jonka avulla niiden hallinta olisi helppoa. Käytettävyyden helpottamiseksi piti ohjelmaan luoda mahdollisimman käyttäjäystävällinen rakenne.

Yrityksessä on ollut aiemmin käytössä Tatemanager projektinhallinnan työkaluohjelma, joka on tarkoitettu talotekniikan rakennuttamiseen ja valvontaan rakennusprojektin eri vaiheissa. Ohjelma sisältää talotekniikan systemaattisen rakennuttamisen vaiheet ja vaiheisiin liittyviä ohjeellisia tarkastuslistoja, ohjelmia ja kuvauksia. Ohjelma on kehitetty pääasiassa palvelemaan LVIA-tekniikan tarpeita, joten sen sähkötekniikan sisältö on hyvin suppea. Tatemanager ohjelma on tehty Kiinteistöalan koulutuskeskuksen toimesta.

#### 4.2.1 Ohjelman rakenne

Tavoitteena oli tehdä ohjelma, jonka avulla voidaan käyttää tarvittavia listoja, ohjeita ja muistioita rakennusprojektin eri vaiheista. Jaotteluna on käytetty rakennuttamisen tehtäväluettelon (RAP 95) /4/ mukaista rakennetta, jossa rakennusprojekti on jaoteltu ajallisesti rakennuttajan kannalta järkeviin kokonaisuuksiin. Lisänä on kiinteistön huolto- ja ylläpito, joiden hoitaminen kuuluu myös oleellisesti rakennuksen elinkaareen ja rakennuttajan tehtäviin. Tärkeimpien ohjeiden ja määräysten käytön tehostamiseksi on luotu ohjeet kansio, johon pyritään lisäämään tarvittavia viranomaismääräyksiä ja tärkeimpiä st-kortteja, joita tarvitaan työssä usein.

- Suunnitteluvaihe
  - Hankesuunnittelu
  - Valmistelu
  - Luonnossuunnittelu
  - Toteutussuunnittelu
  
- Rakentamisvaihe
  - Rakentamisen valmistelu
  - Rakentaminen
  
- Takuuvaihe
  
- Kiinteistön huolto- ja ylläpito
  
- Ohjeet

Jokainen vaihe sisältää kohtia, jotka kuuluvat rakennuttajan tai valvojan tehtäviin. Eri vaiheista on linkkejä joihinkin samoihin tiedostoihin, koska kyseistä dokumenttia voidaan käyttää rakennusprojektin eri vaiheissa tai eri tehtävissä. Ohjelmasta ei pyritty tekemään graafisesti näyttävää vaan tavoitteena oli tehdä rakenteellisesti yksinkertainen, selkeä ja helppokäyttöinen, jotta ohjelman käyttöä

ei tarvitsisi erikseen opetella. Ohjelma tulee kuitenkin esitellä työntekijöille ja samalla kertoa siitä miten ohjelmaa on ajateltu käytettävän, jotta vältetään väärinymmärryksiä.

#### 4.2.2 Ohjelmointi

Html-ohjelmointi tehtiin käyttäen apuna Adobe Dreamweaver-ohjelmistoa, jolloin varsinainen html-koodin kirjoittaminen jää pois ja pystytään tekemään ohjelma suoraan sen näköiseksi kuin se tulee olemaan.

#### 4.2.3 Ohjelman hallinta

Tiedostokokoelman hallinta tapahtuu vain yhdeltä tietokoneelta ja sen muokkaamiseen tulee olla kirjautunut järjestelmään tietyllä tunnuksella. Tietokannan hallinta annetaan yhden henkilön tehtäväksi, jolle opetetaan kuinka saadaan tehtyä muutoksia ja päivityksiä. Kaikista järjestelmän käyttöönoton jälkeen tehdyistä päivityksistä ja muutoksista sovittiin pidettävän taulukkoa, johon merkitään, mitä ja milloin on muutettu.

#### 4.2.4 Muu tarvittava materiaali

Muuta materiaalia koottiin jo valmistuneista projekteista ja työntekijöiden omista tietokannoista. Yrityksen toiminnan kehittyessä luodaan jatkuvasti uutta materiaalia, joka tullaan lisäämään ohjelmaan.

#### 4.2.5 Ohjeet

Erääksi ongelmaksi koettiin ohjeiden, määräysten ja standardien hakeminen eri viranomaisten ja muiden tahojen omilta kotisivuilta. Näin ollen päädyttiin tekemään tiedostojen hallintaohjelmaan Ohjeet-kansio, josta löytyvät tärkeimmät työssä tarvittavat määräykset, standardit ja ohjeet. Yhtenä ongelmana tällaisessa

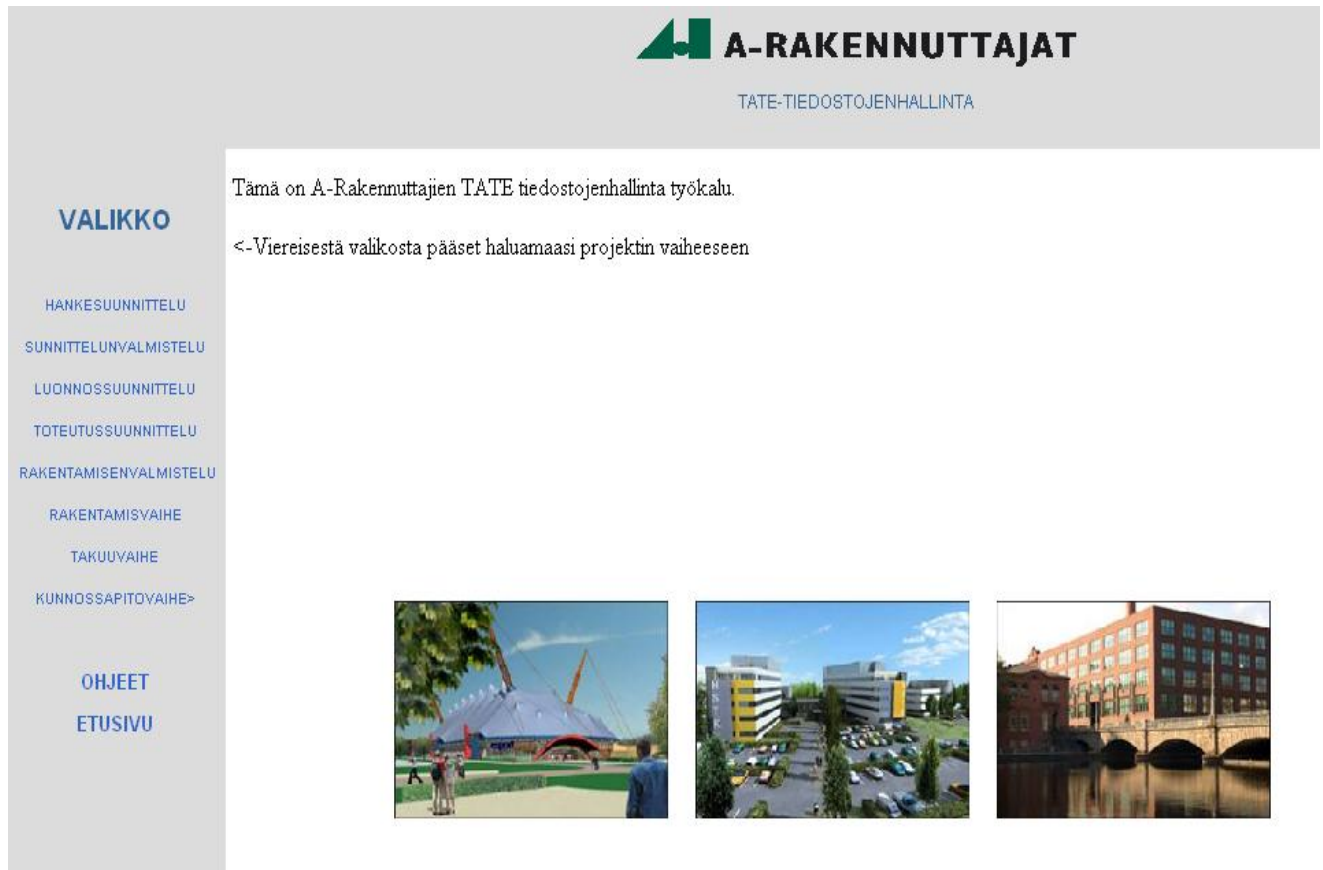
järjestelmässä on ohjeiden päivittäminen, mutta asia päätettiin ratkaista siten, että yksi henkilö hoitaa päivittämisen ja tarkastaa määräajoin mitä uudistuksia ja päivityksiä on tullut. Selvitetään myös mahdollisuutta onko muilla tahoilla kuin Tukesilla järjestelmää, joka ilmoittaa uusista ohjeiden ja direktiivien päivityksistä. Ohjeiden määrä pyrittiin pitämään pienenä jo senkin takia, että niiden päivittäminen ei kasvaisi liian suureksi työksi.

Ohjeet-kansioon on koottu materiaali

- Tukesin ohjeet ja määräykset
- Viestintäviraston määräykset ja niiden soveltamisohjeet
- Tietoa EMC-direktiivistä ja sen soveltamisesta
- Tietoa ATEX-direktiivistä ja sen soveltamisesta
- Paloilmoittimien suunnittelu- ja asennusohje
- Sopimusehtoja (mm. YSE 98, KSE 95)
- Tehtäväluetteloita (RAP 95, RT 16-10747).

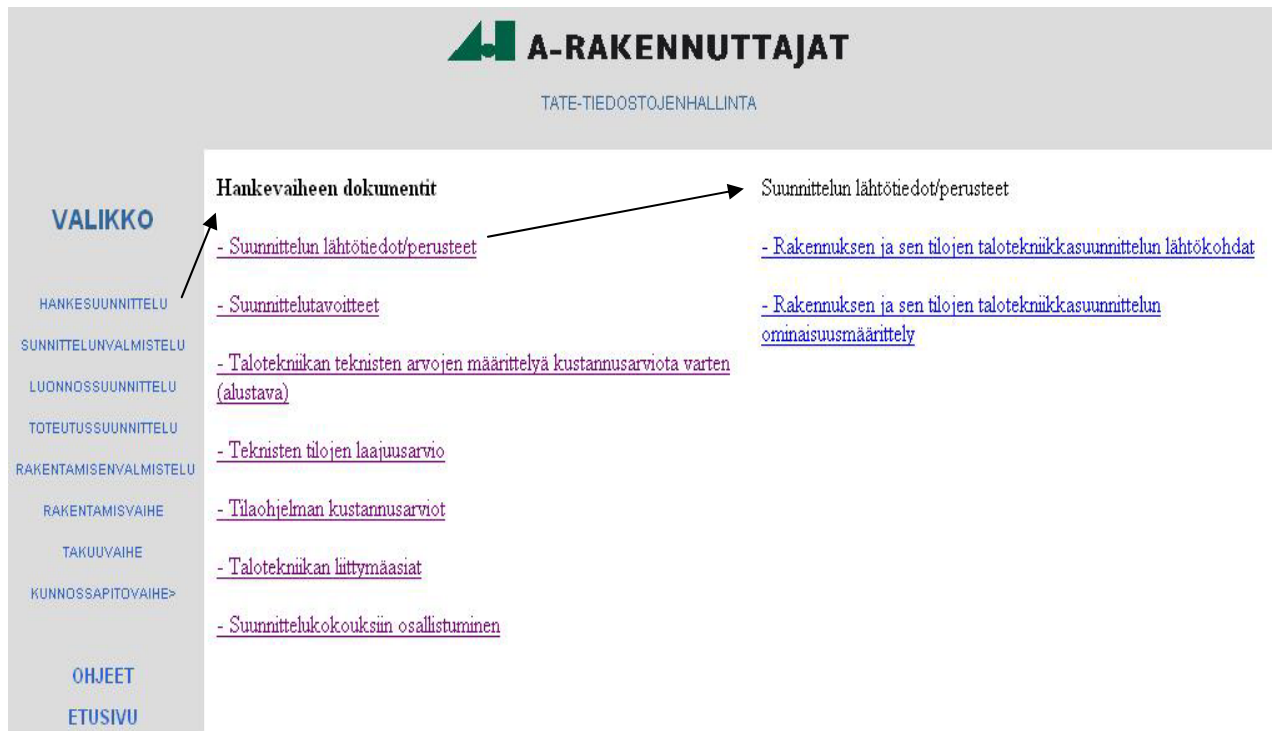
Sähköasennusten osalta tärkeimpiä ovat niiden turvallisuutta koskevat määräykset ja niiden päivittäminen uusimpaan versioon. Tärkeimpiä urakoitsijoita ja suunnittelijoita velvoittavia määräyksiä ovat Tukes ohjeessa S10-2007 luetteloidut standardit, joista tärkeimpänä voidaan pitää standardisarjaa SFS 6000 (2007).

#### 4.2.6 Ohjelman käyttö



Kuva 13 Tiedostojen hallintaohjelman käyttöikkuna

Ohjelmaa on tarkoitus käyttää internet-selaimella. Työasemien internet-selaimen Suosikit-kansioon lisätään linkki, josta tiedostojenhallintaohjelma aukeaa, ohjelman käyttämiseksi on mahdollista luoda myös sitä varten oma pikakuvake työpöydälle. Ohjelman käyttö tapahtuu siten että (kuva 13), valitaan ensin valikosta rakennusprojektin vaiheista se, mitä ollaan sillä hetkellä tekemässä. Tämän jälkeen aukeaa pääikkunaan lista tehtävistä (kuva 14), joita kyseisessä projektin vaiheessa yleensä suoritetaan. Halutun työtehtävän linkkiä painettaessa, aukeaa pääikkunaan toinen valikko, josta löytyy kyseisen työvaiheen tiedostot. Tiedoston linkkiä painettaessa, kyseinen tiedosto aukeaa ohjelmalla, jolla sitä tarkoitettu käytettävän. Tiedoston avaamisen jälkeen tiedostoa muokataan halutulla tavalla ja tallennetaan se projektin omaan kansioon.



VALIKKO PÄÄIKKUNA

PÄÄIKKUNAN TOINEN OSA

Kuva 14 Ohjelman rakenne

### 4.3 Saavutetut tulokset

Työn alussa asetetut tavoitteet saatiin täytettyä, koska asennustarkastuslistat ja tiedostojenhallintaohjelma saatiin tehtyä. Kehitysprojekti kuitenkin jatkuu vielä koekäyttöjen ja jatkokehittämisen myötä. Käyttökokemuksia tehdyistä tarkastuslistoista ei ole vielä saatu, mutta listat on tarkoitus ottaa koekäyttöön jo seuraavissa alkavissa projekteissa. Koekäyttökokemusten perusteella pohditaan miten listoja lähdetään kehittämään. Tiedostojenhallintaohjelma saatiin valmiiksi sinne lisättävää materiaalia varten. Ohjelmaan lisättiin tarkastuslistat sekä kaikki muu materiaali mitä siinä vaiheessa oli löydettävissä ja järkevää käyttää. Tutustumista varten ohjelma on käytettävissä kaikkien sitä tarvitsevien työpisteillä.

### 4.4 Materiaalin käyttöönotto

Materiaali on otettu koekäyttöön, mutta sitä ei ole vielä päästy testaamaan kokonaisuudessaan projektissa. Tarkoituksena olisi koekäyttää listoja joidenkin

kohteiden tarkastuksissa, jonka jälkeen listoihin tehdään vielä lopulliset viimeistelyt ja muutokset. Varsinaiseen käyttöön ottoon tulee panostaa erityisesti, sillä työntekijöille on muodostunut omat työskentely rutiinit ja uuden työtavan omaksuminen vaatii työtä ja perusteluita. Perehdytysvaiheessa tulee erityisesti kertoa tarkastuslistojen edelleen kehittämistä ja niiden käytön tuomista eduista.

Käyttö ja ylläpito tulisi asettaa selkeästi jonkun organisaatiossa työskentelevän henkilön vastuualueeseen, jolloin saadaan varmistettua materiaalin kehittäminen ja päivitysten tekeminen. Eniten työtä alkuvaiheessa teettää lisämateriaalin tuominen tiedostojenhallintaohjelmaan. Jatkossa kuitenkin suurimmaksi ylläpitäjän tehtäväksi tulee olemassa olevan materiaalin päivittäminen ja sen ajantasaisuudesta huolehtiminen.

#### **4.5 Jatkokehitys**

Jatkokehittämisessä kriittisimpänä asiana on se, kuinka tällaisen materiaalin käyttö saadaan perusteltua työtä suorittaville henkilöille. Uusien projektien myötä kertyy erilaisia ohjeita, dokumenttipohjia, kustannustietoa ja muita dokumentteja, joita voidaan hyödyntää seuraavissa projekteissa. Tällaiset tiedostot on tarkoitus lisätä tiedostojenhallintaohjelmaan, jotta ne olisivat kaikkien työntekijöiden käytettävissä. Tavoitteena on että, työntekijät huomaisivat mitä hyötyjä ohjelmasta saadaan ja alkaisivat myös itse kehittää sen sisältämää materiaalia.

Tiedostojenhallintaohjelma sisältää tällä hetkellä sähkötekniikkaa palvelevaa materiaalia, mutta se on valmis käytettäväksi myös LVI- ja rakennusautomaatiotekniikassa kunhan sinne lisätään näitä aloja koskevaa materiaalia. Tiedostojenhallinta ohjelmassa voidaan käyttää samaa runkoa, mutta sitä ennen tulee miettiä miten eri aloja palvelevat dokumentit ja yhteiset dokumentit saadaan jaoteltua selkeisiin kokonaisuuksiin. Dokumenttien määrän kasvaessa tulee ohjelman ylläpito suunnitella ja järjestää siten, että uusimman versiot on aina saatavilla suoraan ohjelman kautta.

Yrityksessä alkaa lähitulevaisuudessa uuden projektienhallintaohjelman kehittäminen, joka tullaan toteuttamaan myös html-pohjaisesti. Tarkoituksena on luoda Senaatti-kiinteistöjen kanssa yhteensopiva rakenne projektienhallintajärjestelmään ja saada sen käyttöä tehostettua web-pohjaisuuden avulla.

## **5 YHTEENVETO**

### **5.1 Työn kulku**

Työ eteni suunnitellussa aikataulussa ja suunnitelluin vaihein pääasiassa hyvin. Ensimmäisten palautteiden mukaan tarkastuslistojen ja tiedostojen hallintaohjelman kehittämisessä on päästy asetettuihin tavoitteisiin. Työ tuotti yritykselle käyttökelpoisia sähköasennusten asennustapatarkastuslistoja (kuva 15) sekä sähköpuolen dokumenttipohjille niiden hallintaohjelman (kuvat 13 ja 14). Liitteenä löytyy asennustapatarkastuslistoista esimerkit sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmistä (liite 1) sekä sähköteknisistä tietojärjestelmistä (liite 2). Työn kehittämiseksi tehty tutkimus tuotti yritykselle myös parannusehdotuksia ja kritiikkiä valvojien ja rakennuttajien työskentelytapoihin. Todellinen hyöty tarkastuslistoista ja tiedostojenhallintaohjelmasta pystytään kuitenkin vasta arvioimaan pidemmällä aikavälillä ja tulevan palautteen perusteella. Rajaukset tiedostojenhallintaohjelmaan olivat jossain määrin puutteellisia ja tämän takia sinne koottavan materiaalin määrä ei täysin vastannut odotuksia. Sen sijaan tavoite tarkastuslistojen laatimisesta oli selkeä ja listat saatiinkin hyvissä ajoin valmiiksi.

H1 Asennusreitit H2 Sähkön pääjakelujärjestelmät H3 Laitteistojen sähköistys H4 Sähkönliitännäjärjestelmät H5 Valaistusjärjestelmät H6 Sähkölämmitysjärjestelmät H7 Muut järjestelmät	J1 Puhelinjärjestelmät J2 Viestintäjärjestelmät J3 Merkinantojärjestelmät J4 Turvallisuusjärjestelmät J5 Tietoverkkojärjestelmät J6 Integroidut järjestelmät J7 Automaatiojärjestelmät
---	--

Kuva 15 Aikaansaadut asennustapatarkastuslistat

Listojen koekäyttöä todellisessa kohteessa ei ehditty toteuttaa, koska sopivaa tarkastuskohdetta ei ollut siihen aikaan saatavana. Koekäytön sijaan listoja kierrätettiin asiantuntijoilla useaan otteeseen ja keskusteltiin yhdessä ohjausryhmän kanssa listojen sisällöstä ja niiden käytettävyydestä. Suurimpana apuna tarkastuslistojen tekemisessä toimi ohjausryhmältä tulleet tarkennukset, jotka koskivat tarkastusprosessiin liittyviä asioita. Tarkennukset helpottivat listojen sisällön kartoitusta, eivätkä aiheuttaneet ylimääräistä työtä.

Tiedostojenhallintaohjelman tekeminen Adobe Dreamweaver ohjelmalla onnistui hyvin, vaikka aikaisempaa kokemusta ohjelman käyttämisestä ei ollut. Uuden ohjelman käytön opettelu vie kuitenkin aina paljon aikaa, jonka takia tässä työvaiheessa kului suhteellisen paljon aikaa verrattuna kokonaistyömäärään.

## 5.2 Johtopäätökset

Yleisellä tasolla huomattiin että talotekniikan valvonta ja rakennuttaminen ovat vielä niin uusia asioita, ettei niiden käyttöön ole kehitetty erityisesti talotekniikkaa palvelevaa materiaalia. Rakennuttamista ja valvontaa käsittelevät ohjeet ja määräykset on pääasiassa luotu palvelemaan rakentamista yleisesti ja ne ovat pääasiassa RT-kortteja. Talotekniikan kehittyessä tulisi myös sen rakennuttamista ja valvontaa käsittelevän materiaalin kehittyä. Tämä projekti aloitti yrityksessä

kehitystyön, jonka tavoitteena on tuottaa laajaa tukimateriaalia yrityksen omaan käyttöön talotekniikan valvontaan ja rakennuttamiseen.

Apuvälineinä toimiville tarkastuslistoille ja tiedostojenhallintaohjelmalle nähtiin olevan tarvetta. Toimivien listojen ja ohjelman edellytyksenä on kuitenkin jatkuva kehittäminen, palaute sekä käytön ohjaaminen. Työn aikana keskusteltiin myös muiden tarkastuslistojen kehittämisestä. Muita kehitettäviä tarkastuslistoja voisivat olla suunnitelmien tarkastuslista, loppudokumenttien tarkastuslista, jonka yhtenä osana mittauspöytäkirjojen tarkastuslista. Materiaalin kehittämistä tulevaisuudessa tulee kuitenkin koordinoita hallitusti. Yhtenä vaihtoehtona voisi olla määräajoin pidettävät kehityspalaverit, joissa sovittaisiin mitä asioita halutaan lähteä kehittämään ja tehdä suunnitelmat kehitysehdotusten pohjalta.

## LÄHDELUETTELO

- 1 Kankainen & Junnonen. Rakennuttaminen. Rakennustieto Oy. Helsinki. 2000.
- 2 Vurorela, Urpola & Kankainen. Johdatus rakentamistalouteen. Jasur Oy. 2001
- 3 Neuvottelevat Sähkösuunnittelijat NSS ry, Suomen Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry. Sähkösuunnittelun käsikirja. Sähköinfo Oy. Espoo. 2004.
- 4 Rakennuttamisen tehtäväluettelo RAP 95. RT 10-10575. Rakennustieto Oy 1995.
- 5 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. RT 16-10660. Rakennustieto Oy 1998.
- 6 Talotekniikkatöiden valvonnan tehtäväluettelo. RT 16-10747. Rakennustieto Oy 2001.
- 7 Talotekniikan suunnittelun tehtäväluettelo TATE 95. RT 10-10579. Rakennustieto Oy 1995.
- 8 Rakentamisen valvonta ja tekninen tarkastus A1. Rakentamismääräyskokoelma 2006.
- 9 S2000-Sähkönimikkeistö. ST 70.10. Sähköinfo Oy 1999.

		OK	EI OK
1	<b>H101 Kaapelihyllyt</b>		
2	Kaapelihyllyjen tyyppi		
3	Kaapelihyllyjen sijainti		
4	Kaapelihyllyjen ripustus ja kannatus		
5	Kaapelihyllyjen kannatusväli		
6	Kaapelihyllyjen kiinnitys kannakkeisiin		
7	Kaapelihyllyjen lämpölaajenemistilat		
8	Pystyhyllyjen suojaus mekaaniselta vaurioitumiselta		
9	Kaapelihyllyjen merkinnät		
10	Kaapelihyllyjen potentiaalintasaus		
11	Kaapelihyllyn katkaisu palokatkon kohdalta		
12	Kaapelihyllyn seinäläpiviennit (ehjänä vai katkaistu)		
13			
14	<b>H102 Johtokanavat</b>		
15	Johtokanavien kiinnitys		
16	Johtokanavien kannatinosat ja peitesäleet		
17	Johtokanavassa käytetyt asennuskalusteet ja niiden lukitus		
18	Johtokanavien pääty- ja liitoskappaleet		
19	Johtokanavien läpivientikaulukset		
20	Asennuksen siisteys (esim. sahausjälki)		
21	Johtokanavien potentiaalintasaus (lääkintätiloissa)		
22	Johtokanavien sisäpuolen äänieristys		
23	Johtokanavien seinäläpiviennit (ehjänä vai katkaistu)		
24	Johtokanavien korkeudet kalustekuvien suhteen		
25			
26	<b>H1023 Sähköasennuslistat</b>		
27	Asennuslistojen kiinnitys (tarra vai ruuvi)		
28	Asennuksen siisteys		
29			
30	<b>H103 Lattiakanavajärjestelmät</b>		
31	<b>Rakennusaineiset lattiakanavat</b>		
32	Kansilevyjen materiaali ja vahvuus		
33	Kansilevyjen päällystemateriaali		
34	Kansilevyjen irroitettavuus (ruuvit/nostoreiät)		
35	Kaapeleiden ulosotto (tarvitaanko ja missä?)		
36	Kaapalikanaalin syvyys		
37	<b>Asennuslattiat</b>		
38	Asennuslattaian avattavuus (ruuvit/nostoreiät)		
39	Asennuslattian runkomateriaali		
40	Asennuslattian pintamateriaali		
41	Asennuslattian syvyys		
42	<b>Tehdasvalmisteiset lattiarasiat</b>		
43	Rasioiden kansiosien päällystemateriaali		
44	Rasioiden koko (leveys x korkeus x syvyys)		
45	Rasioiden oikea taso lattiaan verrattuna		
46	Sähkövarustus (mahtuuko kansi kiinni kun tulpat paikallaan)		



		OK	EI OK
1	<b>J301 Ovikellojärjestelmä</b>		
2	Onko järjestelmästä kaavio		
3	Työaikaiset suojaukset		
4	Ovikojeen sijainti/kiinnitys		
5	Pistorasian sijainti/kytkentä		
6	Kaapelointi		
7	Merkinnät (kaapelit ja laitteet)		
8	Jännitelähteen sijainti(kiinnitys/merkintä)		
9	Testaus/käyttöönottotarkastus		
10	Onko loppukuviin viety tarkennukset ja toteutetut laitemerkit		
11			
12	<b>J302 Sisäänpyyntöjärjestelmä (ns. koputuskoje)</b>		
13	Onko järjestelmästä kaavio		
14	Työaikaiset suojaukset		
15	Ovikojeen sijainti/kiinnitys		
16	Pistorasian sijainti/kytkentä		
17	Kaapelointi		
18	Merkinnät (kaapelit ja laitteet)		
19	Liityntä puhelinjärjestelmään		
20	Työpisteen painonappikoje		
21	Testaus/käyttöönottotarkastus		
22	Onko loppukuviin viety tarkennukset ja toteutetut laitemerkit		
23			
24	<b>J303 Hoitajakutsujärjestelmä</b>		
25	Onko järjestelmän toimittaja hyväksytetty		
26	Onko järjestelmästä kaavio		
27	Työaikaiset suojaukset		
28	Keskusyksikön sijoitus ja kiinnitys		
29	Kaapelointi		
30	Merkinnät (kaapelit ja laitteet)		
31	Potilaspaneelien sijainti/kiinnitys/korkeus		
32	Potilaspaneelien kytkennät/24v jännitesyöttö		
33	Testaus/käyttöönottotarkastus		
34	Onko loppukuviin viety tarkennukset ja toteutetut laitemerkit		
35	Radio- ja TV-äänien liittynät (mahd. digiboxit ja antennipisteet)		
36	Liittynät muihin järjestelmiin		
37	Viihdekanavat ja niiden kaapelointi		
38	Näyttötaulujen sijainti/kiinnitys		
39	Kansliakojeen sijainti/kiinnitys		
40	Merkkivalojen sijainti/korkeus/kiinnitys		
41	Kytkenäkoteloiden sijainti/kiinnitys/kytkentä		
42	Potilaskojeiden kiinnitys		
43	Potilaskojeiden kiinnitystelineet/asennus		
44	Sähköpielipistorasioiden kytkentä/sijainti		
45	WC-hälytysten liittäminen (kattorastian sijainti ja tukeva kiinnitys)		
46			

**47 J304 Varattu- ja pääsykielletty-valojärjestelmä**

48	Onko järjestelmästä kaavio		
49	Työaikaiset suojaukset		
50	Järjestelmän jännitesyötöt		
51	Kaapelointi		
52	Merkinnät (kaapelit/laitteet)		
53	Varattuvalojen tyypit/merkinnät		
54	Pääsykiellettyvalojen tyypit/merkinnät		
55	Onko loppukuviin viety tarkennukset ja toteutetut laitemerkit		

**57 J305 Ajannäyttöjärjestelmä (aikakellojärjestelmä)**

58	Onko järjestelmän toimittaja hyväksytetty		
59	Onko järjestelmästä kaavio		
60	Työaikaiset suojaukset		
61	Kellojen sijainti/kiinnitys		
62	Kaapelointi		
63	Merkinnät (kaapelit ja laitteet)		
64	Keskuskellon sijainti/kiinnitys/merkintä		
65	Onko ULA-tahdistus		
66	Testaus/käyttönottotarkastus		
67	Onko loppukuviin viety tarkennukset ja toteutetut laitemerkit		
68	Minuutti- ja sekuntipulssin toistajat		
69	Kellojen aikaan tahdistus		
70	Antenni- /ATK-piste		

**72 J306 Palvelukutsujärjestelmä (vuoronumerojärjestelmä)**

73	Onko järjestelmän toimittaja hyväksytetty		
74	Onko järjestelmästä kaavio		
75	Työaikaiset suojaukset		
76	Lippuautomaattien sijoitus		
77	Näyttöjen sijoitus/kiinnitys		
78	Kaapelointi		
79	Merkinnät (kaapelit/laitteet)		
80	Kutsunappien sijoitus		
81	Kellon sijainti/kiinnitys		
82	Testaus/käyttönottotarkastus		
83	Onko loppukuviin viety tarkennukset ja toteutetut laitemerkit		
84	Ristikytkenät sijoitus/merkinnät		
85	Virtalähteen sijoitus/merkinnät		
86	Liityntä ATK-verkkoon		

**88 J307 Opastevalojärjestelmä**

89	Onko järjestelmästä kaavio		
90	Työaikaiset suojaukset		
91	Opastevalojen liityntä (pistorasia ym.)		
92	Kaapelointi		
93	Merkinnät (kaapelit/laitteet)		
94	Ohjaustapa (taloautomaatio/aika/hämärä)		
95	Opastevalojen tyyppi/sijoitus/kiinnitys		
96	Testaus/käyttönottotarkastus		
97	Onko loppukuviin viety tarkennukset ja toteutetut laitemerkit		

98

