



Pekka Taimi

# LVI-suunnittelijoiden kehityshanke kokeneille suunnittelijoille

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (YAMK)

Talotekniikka

Opinnäytetyö

20.4.2023

# Tiivistelmä

Tekijä:	Pekka Taimi
Otsikko:	LVI-suunnittelijoiden kehityshanke kokeneille suunnittelijoille
Sivumäärä:	49 sivua + 3 liitettä
Aika:	20.04.2023
Tutkinto:	insinööri (YAMK)
Tutkinto-ohjelma:	talotekniikka
Ammatillinen pääaine:	LVI-tekniikka
Ohjaajat:	yliopettaja Aki Valkeapää suunnittelujohtaja Ilkka Kiiski

---

Taloteknisessä suunnittelussa kokeneiden lvi-suunnittelijoiden jatkuva ammattitaidon kehittäminen ja valmentaminen on tärkeä ammatillisen kehityksen tehtävä. Sitä voidaan toteuttaa tälle ammattiryhmälle suunnatulla koulutusohjelmilla, joissa keskitytään eri suunnittelualojen ja yrityksen eri osastojen välisen tiedontarpeen ymmärtämiseen ja havainnointiin suunnittelussa, sekä tiedonkulun parantamiseen ja henkilöiden ammattiosaamisen kehittämiseen.

Projektien tulokselliseen ja menestykselliseen läpivientiin liittyy keskeisesti eri suunnittelualojen ja -osastojen välinen oikea-aikainen tiedonkulku. Suunnittelun ja sen eri osa-alojen kehittämiseksi tämän työn pohjalta voidaan luoda erilliset koulutusmoduulit, jotka voivat edellisen lisäksi sisältää myös suunnittelualojen omia kehitysaiheita tai suunnitteluun liittyviä uusia suunnittelumääräyksiä, ohjelmistoja ja päivityksiä.

Koulutusprosessi sisältää koulutuksen suunnittelun, toteutuksen, seurannan ja palkitsemisen vaiheet. Koulutuksen sisältöjä ovat esimerkiksi arkkitehti- ja lvi-suunnittelu, rakenne- ja lvi-suunnittelu, sähkö- ja lvi-suunnittelu, automaatio- ja lvi-suunnittelu, palo, sprinkleri ja lvi-suunnittelu, energia- ja lvi-suunnittelu sekä projektitoiminta ja sopimusasiat suunnittelussa. Koulutuksen sisällöt voidaan valita yrityksen tavoitetilan ja strategisten tavoitteiden mukaisesti.

Avainsanat: Talotekninen suunnittelu, koulutusohjelma, koulutusmoduuli, oikea-aikainen tiedonkulku

## Abstract

Author: Pekka Taimi  
Title: HVAC Training Program for Senior Engineers  
Number of Pages: 49 pages + 3 appendices  
Date: 20.april.2023

Degree: Master of Engineering  
Degree Programme: Building Services engineering  
Professional Major: HVAC Engineering  
Supervisors: Ilkka Kiiski, (Project Manager)  
Aki Valkeapää, (Principal Lecturer)

---

The final year project aimed at establishing how to develop the knowledge and skills of senior level HVAC engineers. The project analysed the knowledge and skills on the basis of the working instructions and standards in the field of building engineering services, and then interpreted them in real life settings.

The thesis identified a body of information which can serve as a basis of developing the knowledge and skills of HVAC engineers working in building engineering services projects. Furthermore, the importance of sharing information and knowledge between various departments and professionals working in building services engineering was identified. Knowledge sharing can include for instance architectural, structural, electrical, automation, fire, sprinkler and energy design, and project management, combined with HVAC design.

The results of the final year project can be used to create focused training programs which combine several design domains of the various departments of the company, integrating the need for knowledge transfer and the development of individuals. The process of the training programs can include planning, implementation, follow-up, and reward phases. The contents of the training modules can be adjusted on the needs and strategic goals of the company.

Keywords: HVAC, training program, knowledge

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Koulutusohjelma suunnittelijoille	2
2.1	Suunnitteluvaihe	3
2.2	Koulutuksen tavoitteet	4
2.3	Koulutusmenetelmät	4
2.4	Koulutuksen sisältö	5
2.5	Koulutuksen seuranta	7
2.6	Palkitseminen	7
3	Arkkitehtisuunnittelu	7
3.1	Arkkitehti- ja lvi-suunnittelun yhteistyön kehittäminen	8
3.2	Arkkitehtisuunnittelun tehtävät ja tehtäväluettelo	8
3.3	Arkkitehti- ja lvi-suunnittelussa huomioitavat asiat	11
3.4	Lähtötietojen varmistaminen oman suunnittelualansa osalta	12
3.5	Suunnittelun eteneminen arkkitehti- ja lvi-suunnittelussa	12
3.6	Sisustusarkkitehti ja erikoissuunnittelu	13
4	Rakennesuunnittelu	14
4.1	Rakennesuunnittelun tehtävät ja tehtäväluettelo RAK18	14
4.2	Lvi- ja rakennesuunnittelussa huomioitavat asiat	17
4.3	Suunnittelun oikea-aikainen eteneminen rakenne- ja lvi-suunnittelussa	18
5	Sähkösuunnittelu	19
5.1	Sähkösuunnittelun tehtävät ja tehtäväluettelo TATE18	19
5.2	Sähkö- ja lvi-suunnittelussa huomioitavat asiat	22
5.3	Suunnittelun oikea-aikainen eteneminen sähkö- ja lvi-suunnittelussa	23
6	Rakennusautomaatio-suunnittelu	24
6.1	Rakennusautomaation yleiset määritelmät	24
6.2	Rakennusautomaatiosuunnittelun tehtävät ja tehtäväluettelo	24
6.3	Rakennusautomaatiojärjestelmän yleinen rakenne	28

6.4	Rakennusautomaatio- ja lvi-suunnittelussa huomioitavia asioita	29
6.5	Suunnittelun oikea-aikainen eteneminen automaatio- ja lvi-suunnittelussa	30
7	Palo- ja sprinklerisuunnittelu	31
7.1	Paloteknisen suunnittelun tehtävät ja tehtäväluettelo	31
7.2	Paloteknisen suunnittelun määritelmät ja lähtökohdat	31
7.3	Paloturvallisuussuunnittelija	33
7.4	Paloteknisen suunnittelun osa-alueet	33
7.5	Suunnittelun oikea-aikainen eteneminen palo- ja lvi-suunnittelussa	35
7.6	Sprinklerisuunnittelun lähtökohdat ja määräykset	35
7.7	Sprinklerisuunnittelun tehtävät ja osa-alueet	36
7.8	Sprinkleri- ja lvi-suunnittelussa huomioitavat asiat	37
7.9	Suunnittelun oikea-aikainen eteneminen sprinkleri- ja lvi-suunnittelussa	39
8	Energiasuunnittelu	39
8.1	Rakennuksen energiasuunnittelun lähtökohdat lvi-suunnittelussa	39
8.2	Rakennuksen rakennuslupa-vaikuttavat energianlaskennat	41
8.3	Energia- ja lvi-suunnittelussa huomioitavia asioita	42
9	Projektitoiminta suunnittelussa	43
9.1	Menestykäs toiminta projektissa	43
9.2	Projektiliiketoiminta ja riskienhallinta suunnitteluyrityksessä	44
9.3	Sopimusasiat suunnittelussa	46
10	Yhteenveto	47
	Lähteet	48

## Liitteet

Liite 1: Kyselytutkimus suunnittelijoille ja esimiehille

Liite 2 : Kyselytutkimus aihealueista suunnittelijoille

Liite 3 : Koulutusmoduli Palotekninen suunnittelu

## **Lyhenteet**

ARK18: Arkkitehtisuunnittelun tehtäväluettelo ARK18

SIS12: Sisustussuunnittelun tehtäväluettelo SIS12

RAK18: Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK18

TATE 18: Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18

ELINK18 Elinkaariasiantuntijan tehtäväluettelo ELINK18

## 1 Johdanto

Taloteknisessä suunnittelussa ja konsultoinnissa on tarpeellista ylläpitää henkilöstön osaamista työuran kaikissa vaiheissa. Suunnittelutarpeiden ja menetelmien muuttuessa yhteiskunnan ja tietojärjestelmien kehityksen mukana pitää suunnitteluyritysten huolehtia henkilöstön riittävästä tiedonsaannista. Tämä koskee erityisesti ylemmän tason suunnittelijoita unohtamatta niitä, jotka toimivat organisaation eri tasoilla.

Säilyttääkseen asemansa merkittävänä suunnittelutoimistona, tai kehittyäkseen kilpailukykyiseksi nykyisillä ja tulevilla markkinoilla yrityksen pitää panostaa suunnittelijoiden koulutukseen hankkimalla yrityksen ulkopuolelta tai itse järjestää suunnittelijoille koulutusta, joka vastaa ajanmukaisia suunnitteluun liittyviä vaatimuksia ja uusien tehokkaampien menetelmien käyttöönottoa. Laajemmin tämä näyttäytyy elinikäisenä tai työuran pituisena henkilön, suunnittelijan oppimistapahtumana.

Koulutusta on lähtökohtaisesti riittävästi tarjolla nuoremmille suunnittelijoille, kun he tulevat oppilaitoksestaan työmarkkinoille ja ovat työuransa alussa. Yritykset haluavat toki panostaa myös hieman vanhempien kokeneempien suunnittelijoiden koulutukseen ja sen rakenteeseen, johon tällä työllä pyritään hakemaan vastauksia.

Ehdotettu koulutus muodostuu seitsemästä eri koulutusmoduulista, jotka luodaan erikseen teoriakokonaisuuksien pohjalta, ajankohtaisten kehityshankkeiden ja viimeisimpien lvi-alan tuote ja ohjelmistokehitysten mukaan. Pääpaino on yrityksen teknisen henkilöstön koulutuksessa, kehityksessä eri osastojen ja suunnittelualojen välillä talotekniikan toimialalla. Koulutuksen päätavoitteena on myös luoda toimintamalleja ja antaa suuntaviivoja tulevaan koulutukseen ja eri suunnittelualojen yhteistyöhön projektin menestyksekkääseen läpivientiin. Kokeneille suunnittelijoille tarkoitetut lyhytkurssit järjestetään ehdotuksen mukaan yrityksen koulutuspäivien yhteydessä tai tarpeen mukaan, noin yhden vuoden



pituisen jakson kuluessa. Koulutusmenetelmässä huomioidaan nousujohteisesti kunkin koulutettavan henkilökohtainen osaaminen ja sen taso sekä oppimistapa ja edellytykset kehittyä. Kunkin suunnittelijan asiantuntijuutta tuetaan koulutuksen aikana soveltuvien tavoin.

## **2 Koulutusohjelma suunnittelijoille**

Asiantuntijoiden koulutuksen suunnittelu on koulutusohjelman ensimmäinen ja yksi tärkeimmistä vaiheista. Talotekniikan LVI -suunnittelussa pitää huomioida ja tunnistaa yrityksen strategiaan pohjautuvat koulutuksen tavoitteet ja painopistealueet, joihin koulutus suunnataan, sekä yrityksen asiantuntijoiden nykyinen osaamistaso, koulutukseen ja oppimiseen soveltuvat menetelmät ja oppimisen seuranta. Osaava, sitoutunut henkilöstö on nähty yritysten merkittävänä resursina, menestymisen ehtona ja keinona pärjätä globaalissa kilpailussa (1).

Koulutuksen runko toteutetaan kulloinkin ajankohtaisen ja tarpeellisen sisällön mukaan.

Koulutusohjelman sisältö perustuu dynaamisesti päivittyvään yhteistyökumppaneiden ja yrityksen asiantuntijoiden tuottamaan ajankohtaiseen sisältöön, jota koulutuksen pohjatietoa tarkastellaan yrityksen johdon antamien suuntaviivojen mukaan vuosittain ja tarpeen vaatiessa useamminkin suunnitteluohjelmistojen ja talotekniikan kehittymisen myötä.

Koulutuksen ja oppimisen onnistumista arvioidaan suunnittelijoille ja heidän esimiehilleen suunnatun kyselykartoituksen avulla (2). Koulutukseen osallistumista motivoidaan myös erilaisin palkitsemiskeinoin.

Organisaation osaaminen muodostuu useista kokonaisuuksista, joita voidaan kuvata esimerkiksi kuvan 1 mukaisesti.



Kuva 1. Organisaation osaaminen (Ojala L. 2008, muokattu)

## 2.1 Suunnitteluvaihe

Suunnitteluvaiheessa selvitetään yrityksen tavoitetila LVI-asiantuntijoiden osaamisen kehittämiseksi kyselytutkimuksella (2). Lisäksi tavoitetila määritellään suhteessa koulutuksen sisältöihin.

Tämän lisäksi selvitetään asiantuntijoiden nykyisen osaamisen taso itsearviointin kautta. Kukin lvi-asiantuntija tunnistaa kyselytutkimuksessa aihealueesta (liite 2) oman osaamistasonsa asteikolla 1 (ei tarvetta kehittämiseen) – 5 (tarvetta kehittämiseen).

Koulutusmenetelmien suunnittelussa huomioidaan yrityksen käytössä olevien laitteiden, menetelmien ja ohjelmatyökalujen käytön soveltuvuus suhteessa käytettävissä olevaan sisältöön.

Koulutuksen sisällöt valikoidaan yrityksen tavoitetilan ja strategisten tavoitteiden mukaan. Sisällöistä voidaan muodostaa suunnittelu, osaamisalueittain tai laite-toimittajien kautta suoritettavia koulutusmoduuleja kouluttajan määrittelemien osa-aluein ja tavoittein.

Tavoitteena on saada mahdollisimman moni vanhempi suunnittelija suorittamaan koulutusohjelman moduulit. Mikäli tavoitteena on tietyn ohjelmiston tai työmenetelmän oppiminen vain tiettyjen osaamistasojen kehittämiseksi nimetyille asiantuntijoille, koulutus suunnitellaan erikseen yksityiskohtaisesti sen tarpeen mukaan.

## 2.2 Koulutuksen tavoitteet

Koulutuksen tavoitteena on saavuttaa yrityksessä sen toimintaan suhteutettu korkealaatuinen, riittävä osaamisen taso ja kehittää yhteistyötä eri suunnittelualojen ja osastojen välillä, jolla yritys voi osoittaa kyvyn suorittaa ja suoriutua vaativista talotekniikan suunnittelutehtävistä ja mahdollistaa projektien onnistuneen läpiviennin kaikkien projektin osapuolten välillä tuottaen jatkuvuutta myös tuleviin.

Yritys kuvaa talotekniikan LVI-asiantuntijoidensa kehittämisen tavoitteet omissa suunnitelmissaan.

## 2.3 Koulutusmenetelmät

Koulutusmenetelmiä ovat esimerkiksi

- itse oppiminen (ohjelmistojen käytön opiskelua itsenäisesti testiprojektien

avulla, sisällön tuottamisella ja tutustumalla mm. uusimpaan alan kirjallisuuteen)

- yksilöohjaus (sparrauskeskustelut)
- ryhmäohjaus (luokkahuone/Teams -keskustelut ja yleiset kyselytunnit)
- koulutustilaisuudet (kouluttajan pitämä tilaisuus tai yhteyskeskustelut mm. Teamsin välityksellä)
- tai yllä kuvattujen yhdistelmällä esim. koulutuslustoille luotujen oppimispolkujen avulla
- kutakin menetelmää käytetään soveltuvasti aineiston sisällön, koulutustarpeen ja koulutettavien lukumäärän sekä tila-, laite- ja ohjelmistomahdollisuuksien mukaan.

## 2.4 Koulutuksen sisältö

Koulutuksen sisällöt lyhyesti ovat:

- Arkkitehti- ja lvi-suunnittelu
- Rakenne- ja lvi-suunnittelu
- Sähkö- ja lvi-suunnittelu
- Automaatio- ja lvi-suunnittelu
- Palo ja sprinkler ja lvi-suunnittelu
- Energia- ja lvi-suunnittelu
- projektitoiminta ja sopimusasiat suunnittelussa.

sekä näihin liittyvät kouluttajan ja yrityksen kehitysosaston kulloinkin tärkeäksi näkemät kehityskohteet, suunnitteluasiat ja mahdolliset ohjelmistopäivitykset.

Alla olevassa kuvassa 2 havainnollistetaan suunnittelun osa-alueiden kytkeytyminen toisiinsa ja yleisen suunnittelun eteneminen vaihe vaiheelta. Suunnittelu-projektin johdossa arkkitehtisuunnittelu koordinoi kaikkea taloteknistä sisältöä ja on vuorovaikutuksessa suunnittelun eri osa-alueiden kanssa. Vastaavasti muut osa-alueet ovat yhteydessä toisiinsa parhaan lopputuloksen saavuttamiseksi. Vuorovaikutus on yksi tärkeimmistä tekijöistä eri suunnittelualojen välillä hankkeen onnistuneeseen lopputulokseen saattamisessa. Tässä työssä tutustutaan myös eri suunnittelualojen työnkuvaan eri osa-alueisiin ja suunnittelun rytmitykseen. Näin mahdollistetaan eri suunnittelualojen saumaton yhteistyö ja hankkeen koordinoitu läpivienti.

HANKKEEN VAIHEISTUS JA OSA-ALUEET											
HANKKEEN OSAPUOLET JA TEHTÄVÄALUEET		Tarveselvitys	Hankesuunnittelu	Ehdotussuunnittelu	Yleissuunnittelu	Rakennuslupa-ehdot	Toteutussuunnittelu	Rakentamisenvalmistelu	Rakentaminen	Käyttöönotto	Takuuaika
	Arkkitehtisuunnittelu ARK 18	Vastaa	Vastaa	osallistuu	Vastaa	Vastaa	Vastaa	Vastaa	osallistuu	osallistuu	osallistuu
	Rakennesuunnittelu RAK 18	Avustaa tarvittaessa	Hyödyntää	osallistuu	osallistuu	osallistuu	osallistuu	osallistuu	osallistuu	osallistuu	osallistuu
	Sähkösuunnittelu TATE18	Avustaa tarvittaessa	Hyödyntää	osallistuu	osallistuu	osallistuu	osallistuu	osallistuu	osallistuu	osallistuu	osallistuu
	Automaatiosuunnittelu TATE18	osallistuu tarvittaessa	osallistuu tarvittaessa	osallistuu	osallistuu	osallistuu	osallistuu	osallistuu	osallistuu	osallistuu	osallistuu
	Lvi-suunnittelu TATE18	osallistuu tarvittaessa	osallistuu tarvittaessa	osallistuu	osallistuu	osallistuu	osallistuu	osallistuu	osallistuu	osallistuu	osallistuu
	Palotekninen suunnittelu		osallistuu tarvittaessa	osallistuu	osallistuu	osallistuu	osallistuu	osallistuu	osallistuu	osallistuu	osallistuu
	Sprinklersuunnittelu		osallistuu tarvittaessa	osallistuu	osallistuu	osallistuu	osallistuu	osallistuu	osallistuu	osallistuu	osallistuu
	Energiasuunnittelu ELINK18	osallistuu	Avustaa	osallistuu	osallistuu	osallistuu	osallistuu tarvittaessa	osallistuu tarvittaessa	osallistuu tarvittaessa	osallistuu tarvittaessa	osallistuu tarvittaessa

Kuva 2. Taloteknisen suunnitteluhankkeen osa-alueiden suunnittelun kytkeytyminen vaiheittain toisiinsa.

## 2.5 Koulutuksen seuranta

Koulutuksen seurannassa arvioidaan koulutuksen toteutumista ja oppimisen tapahtumista. Koulutusten toteutumista voitaisiin seurata liittämällä koulutuksiin osallistujat erilliseen seurantarekisteriin. Koulutuksen kehittämisen ja toteutumisen seuranta varten voitaisiin todentaa suorittamalla osaamisen kartoittamiseksi laadittu vastaavanlainen kyselykartoitus asiantuntijoille esimerkiksi koulutusohjelman päätteeksi ja tarvittaessa myös vuosittain.

## 2.6 Palkitseminen

Palkitsemisen keinot suunnitellaan siten, että koulutukselle asetetut tavoitteet tulevat mahdollisimman hyvin täytetyiksi. Mikäli tavoitteena on saada mahdollisimman moni suunnittelija suorittamaan kaikki koulutusohjelman moduulit, myönnetään palkitseminen suoritettujen moduulien määrän mukaisesti. Mikäli tavoitteena on tietyn ohjelmiston, työmenetelmän tai kehityshankkeen tietojen omaksuminen ja oppiminen vain tiettyjen osaamistasojen kehittämiseksi nimetyille asiantuntijoille, määräytyy palkitseminen tämän tavoitteen saavuttamisen kautta. Palkitsemisen keinot ovat linjassa henkilöstöhallinnon asettamien peruslinjausten kanssa.

## 3 Arkkitehtisuunnittelu

Arkkitehtisuunnittelu on rakennussuunnittelun osa-alue, joka pitää sisällään rakennuksen yleissuunnittelun kuten sijoittelun, ulkoasun, muodon ja tilojen suunnittelun. Arkkitehtisuunnittelun tavoitteena on erikoissuunnittelijoiden tukena yhdistää tilaajan tavoitteet rakennuksen vaatimuksiin. (3)

### 3.1 Arkkitehti- ja lvi-suunnittelun yhteistyön kehittäminen

Voidakseen tehdä sujuvaa yhteistyötä arkkitehtisuunnittelijoiden kanssa myös kokeneemman lvi-suunnittelijan täytyy tuntea arkkitehtisuunnittelun pääkohdat ja työnkuva, jotka voivat jäädä pitkänkin suunnittelukokemuksen omaavan lvi-suunnittelijan oman työnkuvan vuoksi hieman tuntemattomaksi. Lvi-suunnittelu voi edetä projektin kannalta menestyksekkäästi ja tehokkaasti ainoastaan tunteamalla kunkin suunnittelualan ja projektin työjärjestyksen ja tehtäväluettelon eli mitkä osa-alueet kuuluvat ja missä järjestyksessä projektissa edetään, näin saadaan suunnitteluprojekti etenemään tilaajan ja muiden osapuolien kannalta parhaalla mahdollisella tavalla ja päästä hyvään tulokseen ja yhteistyöhön myös kaikkien suunnittelualojen kanssa.

### 3.2 Arkkitehtisuunnittelun tehtävät ja tehtäväluettelo

Arkkitehtisuunnittelun tehtäväluettelo ja hankkeen yleinen etenemisjärjestys havainnollistettuna ARK18:n (3) mukaan on selvitetty seuraavassa osiossa.

#### Tarveselvitys

Tarveselvityksessä perustellaan tilahankinnan tarpeellisuus ja olemassa olevan tilan tarve muutoksiin, kuvataan alustavasti tarvittavat tilat ja niille asetetut tarvittavat vaatimukset. Tämän pohjalta vahvistuu ja varmistuu hankepäätös. Tarveselvitysvaiheessa muut suunnittelualat tukevat arkkitehtiä tarvittavalla laajuudella selvityksen valmistelussa. (3)

#### Hankesuunnittelu

Hankesuunnittelussa asetetaan rakennushankkeelle täsmälliset laajuutta, toimivuutta, laatua, kustannuksia, ajoitusta, ja ylläpitoa koskevia tavoitteita. Tuloksena tästä syntyy investointipäätös. Hankesuunnittelu vaiheessa muut suunnittelualat tukevat arkkitehtiä hankesuunnittelussa tarvittavalla laajuudella. (3)

## Luonnossuunnittelu

Luonnossuunnitteluvaiheessa laaditaan vaihtoehtoiset suunnitteluratkaisut asetettujen vaihtoehtojen ja ratkaisujen täyttämiseksi. Tämän perusteella valitaan hyväksytty luonnossuunnitelma.

Luonnossuunnitteluvaiheessa lvi-suunnittelija toimittaa arkkitehdille tarvittavat lähtötiedot tilavarauksista kuten teknisistä tiloista, konehuoneista, kuiluista, ilmanvaihdon ulkosäleiköistä ja julkisivuun vaikuttavista taloteknisistä ratkaisuista.

## Yleissuunnittelu

Luonnossuunnittelua kehitetään ja päivitetään toteutuskelpoiseksi yleissuunnitteluksi. Yleissuunnittelu voi pitää sisällään erilaisia vaihtoehtoja tilaratkaisuiksi.

## Rakennuslupatehtävät

Rakennuslupatehtävissä selvitetään hankkeen edellyttämät lupamenettelyt, varmistetaan suunnittelijoiden kelpoisuus, pääpiirustusten hyväksyttävyys, sekä laaditaan lupahakemus tarvittavine asiakirjoineen. Lvi-suunnittelija toimittaa hankkeen projektinjohdolle pätevyyskelpoisuuden osoittamiseksi vahvistuksen pätevyystään tähän hankkeeseen. Hankkeessa voidaan tarvita myös suunnittelijan turvaluokitusta, joka pitää olla hyväksyttynä suunnittelun mahdollistamiseksi.

## Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnittelussa arkkitehdin yleissuunnittelua kehitetään rakentamisen ja hankinnan edellyttämiseksi suunnitelmiksi ja määrittelyiksi. Lvi-suunnittelija kehittää omaa yleissuunnitteluaan yhdessä arkkitehdin kanssa toteutuskelpoiseksi suunnitelmiksi.



## Rakentamisen valmistelu

Rakentamisen valmisteluvaiheessa organisoidaan rakentaminen, kilpailutetaan rakentamistehtävät, käydään sopimusneuvottelut ja tehdään urakka ja hankintasopimukset. Kohteen ja projektin luonteesta riippuen myös lvi-suunnittelija ja muut suunnittelualat osallistuvat mukaan valmisteluun ja sopimusneuvotteluihin.

## Rakennusaikaiset tehtävät

Rakentamisessa varmistetaan sopimuksenmukainen toteutus, tavoitteet täytävä lopputulos sekä tarvittavat käyttö- ja ylläpitovalmiudet. Rakentamisen aikana lvi-suunnittelija käy aktiivisesti arkkitehdin kanssa työmaalla varmistaen suunnittelun oikean toteutuksen. Työmaa-aikaisten muutosten hallinta on tässä vaiheessa erittäin tärkeää, työmaan sujuva etenemisen kannalta siten, että hankkeen aikataulutukseen ei tule muutoksia. (3)

## Käytönaikaiset tehtävät

Käyttöönotossa varmistetaan järjestelmien toiminta ja annetaan käytön opastus. Lvi-suunnittelija on mukana käyttöönototarkastuksissa varmistaen myös osallistuaan järjestelmien käyttöönoton hyväksymisen ja osallistuu tarvittaessa käytön opastukseen.

## Takuuaika

Takuuaikana seurataan rakennuksen toimivuutta, tehdään takuuajan säädöt, pidetään tarvittavat tarkastukset ja korjataan mahdolliset puutteet (3). Takuuaikana lvi-suunnittelusta vastaava saattaa joutua vastaamaan käyttäjän takuuvaimuksiin järjestelmien toiminnasta ja siihen liittyvistä ongelmista. Esimerkiksi

jos ilman kosteus tiivistyy rakennuksessa haitallisesti, joudutaan tällöin yhdessä muiden suunnittelualojen kanssa tarkastelemaan ongelmaa ja selvittämään ke-  
nen suunnittelualaan se kohdentuu ja kuka vastaa ongelman ratkaisemisesta.

### 3.3 Arkkitehti- ja lvi-suunnittelussa huomioitavat asiat

Arkkitehtisuunnittelun tietotarpeet lvi-suunnittelijan osalta nivoutuvat tehtävä-  
luettelon mukaisesti ja arkkitehtisuunnittelun edetessä. Arkkitehdin saatua val-  
miiksi alustavat kuvapohjat, pääsee muu suunnitteluryhmä etenemään myös  
luonnossuunnitteluvaiheeseen. Luonnossuunnitteluvaiheessa rakennuksen kui-  
lujen, konehuoneiden ja putki- ja kanavareitityksien tilantarpeet muodostuvat  
yhdeksi tärkeimmäksi kokonaisuudeksi lvi-suunnittelijan tehtävissä toimitetta-  
vaksi arkkitehdille.

Nykyinen tietomallisuunnittelu mahdollistaa erittäin tarkan talotekniikan suunnit-  
telun ja mallintamisen. Tietomalleja käytettäessä on muodostunut mahdollisuu-  
deksi havainnoida ja käyttää kaikki vapaana oleva tila hyödyksi jopa liiankin tar-  
kasti, jolloin tilantarpeet asennuksille voivat jäädä liian ahtaiksi. Talotekniikan  
yhteensovituskokouksissa voidaan jopa keskustella muutaman kymmenen mil-  
lin siirroista tekniikkaan. Varsinkin saneerauskohteissa pitäisi asennustolerans-  
sit huomioida ja jättää asennuksille tarvittava tila. Yleiset tietomallivaatimukset  
olisi myös sovittava projektin aloituskokouksissa. Luonnosvaiheessa lvi-suunnit-  
telijan pitää tämä tiedostaa ja varautua tilantarpeissa jatkossa muuttuviin arkki-  
tehdin suunnitelmiin. Arkkitehtisuunnittelun ja tilanjaon muuttuessa, muuttuvat  
myös talotekniikan lähtötiedot, esimerkiksi ilmamäärät suunnittelussa saattavat  
muuttua paljonkin. Tästä aiheutuu ilmanvaihtokoneiden, kanavistojen ja ilman-  
vaihdonkuilujen muutoksia. Rakennuksen suunnittelussa nämä on voitu jo lukita  
hyvin tarkasti, eikä näihin voida tehdä enää muutoksia. Luonnosvaiheessa tämä  
pitäisi huomioida tarpeellisen suurina varauksina, jolloin välttyään edellä maini-  
tuilta ongelmilta.

Lvi-suunnittelijan on varmistettava, esimerkiksi ovatko tilantarpeet riittävät suun-  
nittelun jatkamiseen.

Suunnittelussa huomioitavat asioita kootusti:

- oikea-aikaiset lähtötiedot ja tilantarpeet
- huomioitava riittävän kokoiset varaukset, joissa huomioituna arkkitehtisuunnitelmien kehittyminen
- kuvapohjien "lukitseminen"-missä vaiheessa todetaan suunnitelmien riittävä valmiusaste
- arkkitehdin muutoksien hallinta-sopimusteknisesti sähköpostikuittauksin.

### 3.4 Lähtötietojen varmistaminen oman suunnittelualansa osalta

Lähtötietojen kartoittamiseen kuuluu mm. hankesuunnitelman läpikäynti ja asukkaiden toiveiden kartoitus, muutos ja laajennuskohteissa lähtötietoihin liittyy olevan talon tai tilan mittaaminen ja inventointi, sisäilmaston tavoitearvojen huomiointi, viranomaisohjeiden ja määräysten huomioonottaminen, pohjatutkimusten läpikäynti ja lupamenettelyn selvittäminen.

### 3.5 Suunnittelun eteneminen arkkitehti- ja lvi-suunnittelussa

Suunnittelun edetessä on tarpeen sopia milloin uudet arkkitehtikuvapohjat ovat saatavilla ja toimitetaanko ne muille suunnittelijoille valikoituna ajankohtana.

Tällöin suunnittelijat voivat koordinoitusti ottaa ne omaan tarkasteluun, näin myös kaikki niihin tulleet muutokset voidaan huomioida parhaiten.

Arkkitehdin tulisi myös tehdä muutosten revisiointimerkinnät kuviin, näin pysytään selvillä muutoksista ja mahdollisista lisätöistä suunnittelun loppuvaiheessa. Voidaan sopia myös ns. "lukitut arkkitehtikuva pohjat", jolloin voidaan katsoa

suunnittelun valmistuneen tiettyyn pisteeseen valmiiksi ja tämän jälkeen tulleet muutokset tarkastellaan erikseen. Arkkitehtisuunnitelmien jatkuva päivittäminen aiheuttaa lisätyötä ja aikatauluviivettä hankkeelle ja suunnittelijoille, kun joudutaan suunnittelemaan useaan otteeseen uudelleen, tästä aiheutuneet aikataulun viiveet ja lisätyöt muutoksineen olisi sovittava hyvissä ajoin suunnittelun kuluessa.

### 3.6 Sisustusarkkitehti ja erikoissuunnittelu

Hankekohtaisesti voidaan projektiin liittää myös sisustusarkkitehtejä, jotka noudattavat hankkeen edetessä sisustussuunnittelijan tehtäväluettelo (4) ja erikoissuunnittelijoita, jotka vastaavat oman erikoissuunnittelun alastaan. Sisustussuunnittelija vastaa hankekohtaisesti rakennuksen sisätilojen sisustuselementeistä kuten huoneiden, käytävien, aulatilojen, saniteettitilojen ja vesikalusteiden suunnittelusta (4). Lvi-suunnittelijan täytyy lähtötietoina huomioida sisustajan muuttuvat suunnitelmat ja selvittää projektin suunnittelurajat ja kuinka arkkitehti/sisustusarkkitehdin suunnittelun lähtötietoja kulloinkin noudatetaan. Erikoissuunnittelijoiden ja arkkitehdin suunnitelmat eivät ole aina samanaikaisesti yhteensovitettuja, esimerkiksi keittiösuunnittelun lattiakaivojen sijainnit saattavat erota arkkitehtisuunnittelusta, tällöin lvi-suunnittelijalla pitää olla selvillä kumpaa lähtötietoa kulloinkin noudatetaan.

Äänitekniset mitoitukset ovat korostuneet entisestään suunnittelussa, ja hankkeesta riippuen voidaan projektiin kiinnittää äänitekniinen suunnittelija (akustikko). Lähtötietoina akustikko tarvitsee lvi-suunnittelijalta koneiden ja laitteiden äänitekniset tiedot mitoitukseen. Suunnitteluohjelmien kehittyessä, äänitekniinen suunnittelun mallinnus on mahdollistanut äänitasojen vaikutuksen todentamisen paremmin. Äänitekniset mitoitukset ovat suunnittelussa hyvin hallitsevassa roolissa. Tämä voi johtaa lvi-suunnittelussa vaihtoehtoisten ratkaisujen tutkimiseen ilmanvaihto, lämpö, jäähdytys ja vesiviemäri suunnittelussa. Kanavistojen ja viemäreiden äänitekniisen toiminnan kannalta, voi tulla tarvetta lisäeristää ne ääniteknisesti tilaa vievillä ratkaisuilla, viemäreissä ahtaissa alakatoissa esimerkiksi

ääntä rajoittavilla raskasmatoilla. Näillä ratkaisulla voi olla myös huomattavia lisäkustannuksia hankkeelle.

## 4 Rakennesuunnittelu

Rakennesuunnittelu kuuluu rakennussuunnittelun osa-alueeseen ja se käsittää rakennuksen rakennetekniikan suunnitteluun. Tehtävänä on tuottaa rakennesuunnitelmat, jolla voidaan toteuttaa ja ylläpitää rakennus tai rakenne.

### 4.1 Rakennesuunnittelun tehtävät ja tehtäväluettelo RAK18

Tehtäväluettelo on tarkoitettu talonrakennusta koskevan rakennesuunnittelun tehtävien sisällön ja laajuuden määrittelyyn. Luettelo mahdollistaa myös hankekohtaisen rakennesuunnittelun tehtävien suorittajien valinnan (5). Tehtäväluetteloa käytetään suunnittelijan tehtävälaajuuden määrittelyssä, suunnittelukokouksien hallinnassa sekä se on osa suunnittelun laadunvarmistusta. Tehtäväluettelo sisältää tavanomaisen talonrakennushankkeen rakennesuunnittelun tehtävät ja niiden tulokset. Tarvittavat tehtävät ja niiden suorittajat määritellään myös hankekohtaisesti. Tehtävät on luokiteltu suunnittelun hankinnan kannalta luonteviin kokonaisuuksiin, joita voidaan tarvittaessa täydentää asiantuntijatehtäväluettelossa määritellyillä tehtävillä. Tehtävän rajaus muuhun rakennesuunnitteluun perustuu vastaaviin tehtäväluetteloihin ARK18, GEO18, SIS18 ja TATE18 (5). Tehtäväluettelossa myös määritellään hankekohtaisesti, mitkä osa-alueet sisältyvät kyseessä olevaan toimeksiantoon.

Rakennesuunnittelu noudattaa hankkeen edetessä rakennesuunnittelun tehtäväluetteloa RAK18 (5) ja se jakautuu alla mainittuihin pääkohtiin.

Tarveselvityksessä perustellaan tilahankinnan tarpeellisuus tai olemassa olevan tilan muutostarve, kuvataan alustavasti tarvittavat tilat ja niille asetetut vaati-

mukset. Rakennesuunnittelijan tehtävät ovat tässä vaiheessa tyypiltään avustavia tehtäviä, jotka liittyvät erilaisiin rakennejärjestelmien alustaviin selvityksiin (5). Lvi-suunnittelijan tehtäväkenttään kuuluvia toimitettavia lähtötietotarpeita ei välttämättä ole tässä vaiheessa rakennesuunnittelijalle, vaan ne ovat pääsääntöisesti omia erillistehtäviä.

Hankesuunnittelussa laaditaan projektiohjelma, jossa esitetään hankkeen läpiviennille asetetut tavoitteet. Hankesuunnittelun tehtävät ovat rakennesuunnittelussa aina erillistehtäviä (5). Lvi-suunnittelijan tehtäväkenttään kuuluvia rakennesuunnittelijalle toimitettavia lähtötietotarpeita ei välttämättä ole tässä vaiheessa, vaan ne ovat pääsääntöisesti omia erillistehtäviä.

Suunnittelun valmistelussa organisoidaan suunnittelu, pidetään mahdolliset suunnittelukilpailut, käydään tarvittavat neuvottelut, valitaan suunnittelijat ja tehdään suunnittelusopimukset. (5)

Ehdotussuunnittelussa rakennesuunnittelija laatii vaihtoehtoisia ehdotussuunnitelmia suunnittelun ratkaisemiksi (5). Lvi-suunnittelija käy yhdessä rakennesuunnittelijan kanssa vaihtoehtoisten suunnitelmien toteutusvaihtoehdot yhteisesti läpi. Ehdotussuunnittelun aikana voi lvi-suunnittelija yhdessä rakennesuunnittelun kanssa käydä läpi esimerkiksi alustavat putki- ja kanavareitityksien sekä kuilujen sijainnit, siten että tulevat sijainnit ovat mahdollista toteuttaa.

Yleissuunnitteluvaiheessa rakennesuunnittelija kehittää ehdotussuunnittelua toteutuskelpoiseksi yleissuunnitteluksi. Yleissuunnittelu kohdistuu sekä rakennuksen kiinteään perusosaan, että saneerauskohteissa muuntuvien tila-alueiden suunnitteluun. Yleissuunnittelu voi myös sisältää erilaisia vaihtoehtoja tilaratkaisuiksi (5). Lvi-suunnittelun tehtäväkenttään lähtötiedoiksi rakennesuunnittelijalle muodostuu talotekniikan kuilujen koko ja sijainnit, putki, kanava ja viemäreitityksien mahdollistaminen, reikävarauksien toimittaminen ja päivitykset sekä ilmanvaihdon ulkosäleikköjen ja päätelaitteiden kattoläpivientien sijaintien mahdollistaminen. Reikävarauskierrosta sovitaan yhdessä rakennesuunnittelijan

kanssa hankekohtaisesti, kuinka ja missä muodossa ne toimitetaan. Rakennesuunnittelija toimittaa lvi-suunnittelijalle lähtötietoina myös tiedot palokatkoista rakenteissa, ja mahdolliset putkien ja kanavistojen palokatkojen detaljit, jotta suunnittelussa osataan edetä myös tämän osalta ja osataan huomioida esimerkiksi kerrosten välisten kuilujen läpivientien toteutus ja niiden vaatima tila.

Rakennuslupatehtävissä selvitetään hankkeen edellyttämät lupamenettelyt, varmistetaan suunnittelijoiden kelpoisuus ja piirustusten hyväksyttävyyys sekä laadittan lupahakemus tarvittavine asiakirjoinen. Tämän vaiheen tuloksena muodostuu rakennuslupa-asiakirjat. (5)

Toteutussuunnittelussa yleissuunnitelmia kehitetään rakentamisen ja hankinnan edellyttämiksi mitoitetuiksi suunnitelmiksi ja tuotemäärittelyiksi. Toteutussuunnitteluun sisältyy rakennesuunnittelijalla tuote- ja järjestelmäosasuunnittelu (5). Lvi-suunnittelija kehittää edelleen yleissuunnitelmiaan yhdessä rakennesuunnittelijan kanssa toteutuskelpoisiksi suunnitelmiksi vaihtaen tietoa säännöllisesti rakennesuunnittelijan kanssa. Rakennesuunnittelijan olisi myös aktiivisesti toimitettava lvi-suunnittelijalle suunnittelun edetessä ja päivittyessä tiedot muutoksista suunnittelussa ja rakenteissa, jotta lvi-suunnittelija ja muut suunnittelualat voivat ne ottaa huomioon omassa suunnittelussaan. Ilman tätä jatkuvaa tiedon vaihtoa voidaan joutua ongelmiin suunnittelussa ja joutua suunnittelemaan esimerkiksi talotekniikan reitityksiä uudelleen.

Rakentamisen valmistelussa organisoidaan rakentaminen, kilpailutetaan rakentamistehtävät, käydään sopimusneuvottelut ja tehdään urakka- ja hankintasopimukset. Vaiheen tuloksena syntyy rakentamispäätös ja urakoitsijavalinnat (5). Lvi-suunnittelija osallistuu tarvittaessa yhdessä rakennesuunnittelijan kanssa hankkeessa kilpailutettavien urakoitsijoiden valintaan.

Rakentamisessa varmistetaan sopimuksen mukainen toteutus, tavoitteet täytävä lopputulos sekä tarvittavat käyttö- ja ylläpitovalmiudet. Rakentamisen valmistuminen todetaan vastaanotossa. Vaiheen tuloksena syntyy vastaanottopää-

tös ja urakan vastaanotto (5). Lvi-suunnittelija osallistuu myös rakenteiden kannalta oleellisiin lvi-suunnitelmiin vaikuttaviin suunnitelmakatselmuksiin työmaalla rakentamisen edetessä.

Käyttöönotossa varmistetaan järjestelmien toiminta ja annetaan käytönopastus. Vaiheen tuloksena rakennus on valmistunut ja otetaan käyttöön (5).

Takuuaikana seurataan rakennuksen toimivuutta, tehdään takuuajan säädöt, pidetään tarvittavat tarkastukset ja korjataan mahdolliset puutteet. Takuuaikana myös suoritetaan järjestelmien toiminnallisuuden arviointikäyntejä analysointitehtäviä ja raportointeja. (5)

#### 4.2 Lvi- ja rakennesuunnittelussa huomioitavat asiat

Lvi-suunnittelijan tehtävä on oman suunnittelunsa ohessa seurata ja olla tietoinen hankkeessa rakennesuunnittelijan tehtävänjaosta ja suunnittelun etenemisestä sekä tahdistumisesta. Ainoastaan näin voidaan varmistaa oikea aikainen oman suunnittelun onnistuminen. Rakennesuunnittelijalla on myös yhtäläinen vastuu tiedonjaosta ja projektin etenemisestä muiden suunnittelijoiden kesken. Aina ei voida olettaa, että lvi-suunnittelija tiedostaa juuri oikealla hetkellä rakennesuunnittelijan työvaiheen ja tiedon tarpeen. Tästä syytä jatkuva yhteydenpito ja tiedon vaihto on oleellista.

Lvi-suunnittelijan, varsinkin saneerauskohteissa, pitää varmistaa yhdessä rakennesuunnittelijan kanssa talotekniikan reitityksien ja kuilujen mahdollistaminen. Reititykset ja reikävarauskierron käytännöt tulee olla varmistettuna suunnittelun alkuvaiheessa, jolloin työn eteneminen on sujuvaa, eikä isompia suunnittelun muutoksia ole tarvetta tehdä myöhemmin.

Saneerauskohteissa on kohteen luonteen johdosta rakennesuunnittelijan tutkittava rakenteet riittävän hyvin, jotta lähtötiedot ovat tarvittavalla tarkkuudella lvi-suunnittelijan käytössä. Saneerauskohteiden vanhojen rakenteiden purku usein



viivästyy hankkeessa ja yleensä vasta rakenteiden purun jälkeen voidaan havainnoida riittävästi talotekniikan reitityksien onnistuminen. Suunnittelussa voidaan olla jo silloin hyvin pitkällä hankkeen aikataulutuksien ja lomittumisen johdosta, tästä aiheutuu usein lvi-suunnittelijalle paljon lisätyötä, tämä pitää ottaa huomioon jo suunnittelu sopimuksissa ja suunnittelun aikana varmistaa sopimusteknisesti mahdollinen lisätyö ja hankkeen viivästyminen rakennepurkujen viivästymisen johdosta. Rakennesuunnittelulta pitäisi voida edellyttää myös ns. lukittuja rakennekuvia ja ratkaisuja siten, että lvi-suunnittelu voi edetä johdonmukaisesti, eikä tarvetta uudelleen suunnittelulle tulisi.

Huomioitavat asiat kootusti:

Suuremmissa saneeraus- ja tietomallikohteissa on lvi-suunnittelijan ja rakennesuunnittelijan yhdessä tarpeen tehdä alustava tarkastelu putkireitityksiin ja reikävarauksiin luonnosvaiheessa. Näin voidaan varmistaa lvi-suunnittelijalle mahdolliset putki- ja kanavareititykset, jotka ovat myös mahdollista kohteessa toteuttaa.

Saneerauskohteissa ei aina voida täysin noudattaa olemassa olevia putki- ja kanavareitityksiä, kun uusittava tekniikka nykymääräysten mukaan vie moninkertaisesti tilaa vanhaan tekniikkaan nähden. Tästä johtuen uudet reititykset vaativat tarkkaa varmistusta, jotta tarvittavat lähtötiedot varmentuvat.

#### 4.3 Suunnittelun oikea-aikainen eteneminen rakenne ja lvi- suunnittelussa

Lvi -suunnittelussa on myös hyvä varmistaa rakennesuunnittelijan käyttämät suunnitteluohjelmistot reikävarauskierrossa, jotta varausmallien yhdistäminen käy ongelmitta. Rakennesuunnittelija on vastuussa oman ohjelmistonsa sopivuudesta, tämä on hyvä käydä myös läpi sovittaessa reikävarauskierron toimintatavoista.

Tietomallikohteissa on yleistä, että rakennesuunnittelun ja arkkitehtisuunnittelun tietomallit eivät kohtaa ja voivat olla projektin kuluessa vielä pitkäänkin puutteelliset, mistä aiheutuu lvi-suunnitteluun ylimääräistä yhteensovitusta. Lvi-suunnittelulta voidaan kuitenkin vaatia täydellistä yhteensovitusta, rakennemallin ollessa vielä puutteellinen. Lvi-suunnitteluun aiheutuu tästä paljon lisätyötä, tämä on hyvä ottaa lvi-suunnittelussa jo hyvissä ajoin huomioon ja reklamoida tietomallien puutteet projektin johdolle, jottei lisätyökustannuksia ja aikatauluviiveitä ei kohdisteta lvi-suunnittelun vastuulle.

## **5 Sähkösuunnittelu**

### **5.1 Sähkösuunnittelun tehtävät ja tehtäväluettelo TATE18**

Sähkösuunnittelun prosessi noudattaa yleensä samaa hankkeen kokonaisprosessia kuin rakennushanke ja etenee taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelon TATE18 (6) mukaisesti, johon on hankekohtaisesti ja suunnittelusopimuksen mukaan sovittuna ja merkittynä tehtävien laajuus.

Hankesuunnitteluvaiheessa sähkösuunnittelijan tehtävät ovat tyypillisesti avustavia tehtäviä, jotka liittyvät taloteknisten suunnittelutavoitteiden määrittelyyn ja sovittamiseen (6).

Luonnossuunnitteluvaiheessa sähkösuunnittelija selvittää teknisten tilojen sijainnin ja tilantarpeet pääjohtoreiteille sekä varaukset keskuksille. Tietomallikohdteessa olisi sähkösuunnittelijan mallinnettava myös sähkökeskukset, jolloin tilantarpeet havaitaan paremmin myös muiden suunnittelijoiden toimesta (6). Luonnossuunnitteluvaiheessa sähkösuunnittelija dokumentoi valitut ehdotussuunnitelmavaihtoehdot. Muuntuvien tila-alueiden maksimiominaisuuksien perusteella määritetään ehdotusvaihtoehdot kiinteille perusjärjestelmille kuten pääjakelu ja tele- ja turvajärjestelmien keskuslaitteille (6). Lvi-suunnittelija käy yhteistyössä sähkösuunnittelijan kanssa tilavaraukset läpi siten, että teknisissä tiloissa tilantarpeet riittävät kaikille suunnittelualan laitteistoille, eikä yhteensovitusongelmia pääse syntymään toteutusvaiheessa.

Yleissuunnitteluvaiheessa sähkösuunnittelija kehittää ehdotussuunnittelua toteutuskelpoiseksi yleissuunnitelmaksi. Yleissuunnitelma kohdistuu sekä rakennuksen kiinteään perusosaan, sekä saneerauskohteissa muuntuvien tila-alueiden suunnitteluun. Yleissuunnitelma voi sisältää erilaisia vaihtoehtoja tila- ja laiteratkaisuiksi. Yleissuunnitteluvaiheessa sovitaan yhdessä muiden talotekniikkasuunnittelijoiden kanssa pääreitit ja niiden yhteensovitus sekä saadaan tyyppitilojen ja kerrosten talotekniikan ratkaisut jatkosuunnitteluun.

Tyypillinen projektin eteneminen ja selvitettävät asiat yleissuunnitteluvaiheen sähkösuunnittelussa ja sähkö-, tele- ja turvajärjestelmäsuunnittelussa ovat tila- ja suojausluokitukset, valaistusratkaisut tyyppitiloille, ryhmitys- ja mittausalueet, maadoitus- ja potentiaalitasausjärjestelyt, jakelujärjestelmät, varmennetut ja keskeytymättömät jakelut, ohjaustarpeet ja tele- ja turvajärjestelmien kaaviot (7).

Rakennuslupatehtävissä selvitetään hankkeen edellyttämät lupamenettelyt, varmistetaan suunnittelijoiden kelpoisuus ja piirustusten hyväksyttävyyys sekä laadittan lupahakemus tarvittavine asiakirjoinen. Sähkösuunnittelija laatii tarvittavat rakennuslupaan liittyvät valaistuksen käyttöselvitykset ja täydentää arkkitehdin lupakuviin poistumisvalaistusratkaisut sekä julkisivuihin vaikuttavat tiedot. (6)

Toteutussuunnittelussa yleissuunnitelmia kehitetään rakentamisen ja hankinnan edellyttämiksi mitoitetuiksi suunnitelmiksi ja tuotemäärittelyiksi. Sähkösuunnittelija sopii yhdessä pääsuunnittelijan ja muiden talotekniikka-suunnittelijoiden kanssa johtoreitit ja niiden yhteensovittamisen. Sähkösuunnittelija käy myös läpi yhdessä käyttäjän, sisustussuunnittelijan, arkkitehdin ja muiden suunnittelijoiden kanssa päätelaitteiden, pisteiden ja kenttälaitteiden sijoituksen varmentamisen ja tietojen toimittamisen alakattosuunnitelmaa varten. Sähkö-, tele- ja turvajärjestelmien pistesijoitussuunnitelman toimivuus eri kalustusvaihtoehtojen ja ratkaisujen kanssa tarkastetaan. Hyväksytyt pistesijoituspiirustukset muodostuvat tämän perusteella jatkosuunnittelua varten. (6)

Rakentamisen valmistelussa organisoidaan rakentaminen, kilpailutetaan rakentamistehtävät, käydään sopimusneuvottelut ja tehdään urakka- ja hankintasopimukset. Tämän vaiheen tuloksena syntyy rakentamispäätös ja urakoitsijavalinnat. Sähkösuunnittelija osallistuu tarvittaessa muiden suunnittelijoiden kanssa rakentamista valmisteleviin kokouksiin ja hankkii omille rakentamiseen tarkoitetuille suunnitelmille kirjallisen hyväksynnän. (6)

Rakentamisen aikana varmistetaan sopimuksen mukainen toteutus, tavoitteet täyttävä lopputulos sekä tarvittavat käyttö- ja ylläpitovalmiudet. Rakentamisen aikana lvi-suunnittelija käy aktiivisesti sähkösuunnittelijan kanssa työmaalla ja osallistuu urakoitsijakokouksiin varmistaen suunnittelun oikean toteutuksen. Sähkösuunnittelija tarkastaa ja kommentoi urakoitsijoiden esitykset järjestelmä- ja laiteratkaisuksi ja hankkii rakentamisen aikaisille tehtäville kirjallisen hyväksynnän. Suunnittelija myös osallistuu urakkasuorituksen ja toimintakokeiden tarkastuksiin.

Käyttöönotossa varmistetaan järjestelmien toiminta ja annetaan käytönopastus. Sähkösuunnittelija tarkastaa myös urakoitsijoiden laatimat luovutuspiirustukset ja niiden tiedostot. Sähkösuunnittelija osallistuu myös tarvittaessa energiatehokkuuslaskelmien päivittämiseen rakentamisaikaisilla tiedoilla. Vaiheen tuloksena rakennus otetaan käyttöön (6).

Takuuaikana seurataan rakennuksen toimivuutta, tehdään takuuajan säädöt, pidetään tarvittavat tarkastukset ja korjataan mahdolliset puutteet. Takuuajan tehtävät ovat sähkösuunnittelijalla suunnittelun täydentäviä tehtäviä, joilla varmistetaan järjestelmien oikea toiminta. (6)

## 5.2 Sähkö- ja lvi-suunnittelussa huomioitavat asiat

Sähkösuunnittelussa pyritään mahdollisimman energiatehokkaisiin ratkaisuihin. Energiasäästöihin pyrittäessä on yleensä suunnittelussa painotus valaistus- ja lämmitysratkaisuilla. Lvi-suunnittelijan pitäisi tuntea eri suunnittelualan suunnitteluvaiheet pääpiirteittäin, jotta yhteistyö ja sähkösuunnittelijalle toimitettavat lähtötiedot on mahdollista toimittaa oikea-aikaisesti. Usein vanhemmat lvi-suunnittelijatkaan eivät ole täysin tietoisia sähkösuunnittelijan työnkuvasta. Lähtötietojen aikatauluttamisessa avuksi on myös projektin aloituskokous, mutta ilman tarvittavia seurantakokouksia voi yhteydenpito sähkösuunnittelijan kanssa jäädä tiukkojen lvi-suunnittelu-aikataulujen vuoksi vähäiseksi. Tästä syystäkin on hyvä tiedostaa sähkösuunnittelijan työnkuva. Sähkösuunnittelijan tarvitsemat lähtötiedot voivat vaihdella myös projektikohtaisesti.

Tietomallikohteissa korostuu tilankäytön maksimointi, kun tietomallista voidaan havaita käytössä oleva tila hyvin tarkasti. Sähkösuunnittelija yleensä mallintaa ainoastaan sähköhylyt sähköjohtimille, joiden tilantarvetta ei voida aina havaita hyllyn yläpuolella. Ahtaissa käytävätiloissa on kaikki tila alakattorakenteissa käytettävissä talotekniikalle, mutta riippuen johdinmäärästä voi tila käydä ahtaaksi. Myös reititys käytävän sähköhylyiltä keskuksille pitää huomioida, niin että ne pystytään toteuttamaan asennusvaiheessa. Tämä on hyvä huomioida myös lvi-suunnittelijan toimesta. Lvi-suunnittelijan on myös havainnointava sähkösuunnittelijan sijoittamat rasiat ja kytkimet seinissä, ettei näiden kohdille sijoit-

teta mitään muuta talotekniikkaa, näitä kun ei voida havaita yleensä tietomallista. Lvi-suunnittelijan on myös huomioitava ja käytävä sähkösuunnittelijan kanssa läpi alueet, johon on tarvetta suunnitella sähköinen lämmitys. Rakenteellisten seikkojen johdosta ei aina ole mahdollista hyödyntää vesikiertoista lattialämmitystä vaan tällöin lämmitys on suunniteltava sähköiseksi.

### 5.3 Suunnittelun oikea-aikainen eteneminen sähkö- ja LVI-suunnittelussa

Tyypillisimmillään lvi -suunnittelija toimittaa sähkösuunnittelijalle toteutusvaiheessa kone- ja laiteluettelon, josta löytyvät sähkösuunnittelijan tarvitsemat laitteet, jotka mahdollistavat sähkösuunnittelun etenemisen toteutukseen. Lvi -suunnittelijan pitää tiedostaa ja ottaa huomioon sähkösuunnittelijalle myös luonnosvaiheessa tilavaraukset lämmönjako- ja iv-konehuoneissa sähkökeskuksille. Nykyisin konehuoneet suunnitellaan tietomallikohteissa yleensä kaikki tilantarpeet hyödyntäen, joten on hyvä tiedostaa ja tarkistaa ajoissa myös sähkösuunnittelun tarvitsemat tilat. Lvi-suunnittelija tarvitsee lähtötietoina sähkösuunnittelijalta myös laitekohtaiset lämpökuormat IT-tiloista ja sähköpääkeskuksesta, jotta tilojen jäähdytysmitoituksessa voidaan edetä. Laitetiedot voivat myös täydentyä myöhemmin suunnittelun edetessä, joka olisi mitoituksen suunnittelussa hyvä huomioida.

## 6 Rakennusautomaatio-suunnittelu

### 6.1 Rakennusautomaation yleiset määritelmät

Rakennusautomaatiolla hallitaan kiinteistön energiajärjestelmiä, käyttöä ja luodaan rakennukseen hyvät sisäilmaolosuhteet lämmityksen, ilmanvaihdon ja jäähdytysjärjestelmien ohjauksella.

### 6.2 Rakennusautomaatiosuunnittelun tehtävät ja tehtäväluettelo

Rakennusautomaatio-suunnittelu noudattaa myös hankkeen edetessä Taloteknisen suunnittelun tehtävä luettelo TATE18, ja se jakautuu seuraaviin pääkohtiin:

Tarveselvityksessä perustellaan tilahankinnan tarpeellisuus tai olemassa olevan tilan muutostarve, kuvataan alustavasti tarvittavat tilat ja niille asetetut vaatimukset. Rakennusautomaatiosuunnittelijan tehtävät ovat tyypiltään avustavia tehtäviä, jotka liittyvät erilaisiin rakennejärjestelmien alustaviin selvityksiin. Talotekniikan ja automaatiosuunnittelijan osuus on hankkeen investointi- ja ylläpito-kustannuksista yleensä huomattava, olosuhde- ja toiminnallisuusvaatimusten huomioonottamien jo tarveselvitysvaiheessa tarkentaa hankkeen kustannustavoitteita. Tarveselvityksessä automaatiosuunnittelija laatii selostuksen, jossa määritellään vaatimukset ja perusratkaisut talotekniikalle (6). Tarveselvitysvaiheessa lvi-suunnittelija tukee tarvittaessa tarvittavalla laajuudella automaatiosuunnittelijaa selvityksen valmistelussa.

Hankesuunnitteluvaiheessa asetetaan rakennushankkeelle ja automaatiosuunnittelulle täsmälliset laajuutta, toimivuutta, laatua, kustannuksia, ajoitusta, ja ylläpitoa koskevat tavoitteet. Tuloksena tästä on yleinen investointipäätös. Rakennusautomaatiosuunnittelijan osallistuminen hankesuunnitelmavaiheeseen koostuu lähinnä tässä vaiheessa avustavista tehtävistä, jotka voivat koostua lähinnä taloteknisten suunnittelutavoitteiden määrittelemisestä. Talotekniikan

osuus hankkeen investointikustannuksista on yleensä huomattava, olosuhde- ja toiminnallisuus- sekä turvallisuusvaatimusten huomioonottaminen jo hankesuunnitteluvaiheessa tarkentaa hankkeen kustannustavoitteita (6). Automaatiosuunnittelija laatii myös selostuksen taloteknisistä tavoitteista ja laatusomäärittelyistä omalta osaltaan hankesuunnitelmaa varten. Tässä vaiheessa selvitetään myös saneerauskohteissa olemassa olevan talotekniikan liittymisen mahdollisuudesta ja laajennettavuudesta. Automaatiosuunnittelija selvittää myös tekniset vaihtoehtoratkaisut, jotka tulevat sitten pohjaksi luonnossuunnitteluun.

Suunnittelun valmistelussa organisoidaan suunnittelu, pidetään mahdolliset suunnittelukilpailut, käydään tarvittavat neuvottelut, valitaan suunnittelijat ja tehdään suunnittelu sopimukset (6). Automaatiosuunnittelijan tehtäväkenttään kuuluu tässä vaiheessa suunnittelijan omaan tarjoukseen liittyvät tehtävät, lähtötietojen selvittäminen, suunnittelutehtävän laajuus, vaativuuden selvittäminen ja toimeksiannon suunnittelua sekä suunnittelutavoitteiden määrittäminen. Tähän kuuluu myös olennaisena osana suunnittelun vastualueiden ja rajojen määrittäminen suunnittelutehtäville, joiden suorittamien edellyttää useamman suunnittelualan yhteistyötä. Tämä mahdollistaa myös suunnitteluun tarvittavan työmäärän, resurssin ja kustannusten arviointia. Tässä vaiheessa selvitetään myös järjestelmälaajuudet pääkäyttötarkoituksen mukaisesti projektissa sovituin tavoin joko rakennustyyppikohtaisesti tai projektikohtaisen laajuuden mukaan erillisellä liitteellä. Automaatiosuunnittelija osallistuu myös projektissa sovituin tavoin yhteisen CAD- ja tietomallinnusohjeen laatimiseen ja määrittämiseen.

Ehdotussuunnittelussa automaatiosuunnittelija laatii vaihtoehtoisia ehdotussuunnitelmia suunnittelun ratkaisemiksi. Vaihtoehtoisten suunnitelmien dokumentoinnille ei välttämättä aseteta vaatimuksia, kunhan se täyttää riittävästi annetut annetut ratkaisut (6). Automaatiosuunnittelija määrittää ja laatii laitetunusjärjestelmän ja hyväksyytään sen hankkeessa. Lvi-suunnittelija käy yhdessä automaatiosuunnittelun ja suunnitteluryhmän kanssa vaihtoehtoisten suunnitteluratkaisujen toteutusvaihtoehdot läpi. Teknisissä ratkaisuissa automaatiosuunnittelija kirjaa ja dokumentoi rakennusautomaatiojärjestelmän ja säätöjärjestelmän toteutukselle, sekä paloturvallisuuteen liittyvät automaatiojärjestelmän



vaihtoehdot ja laatii alustavat ehdotussuunnitelman periaatekaaviot valituille ratkaisuille (6). Lvi-suunnittelijalle pitäisi olla jo ehdotussuunnitteluvaiheessa tiedossa käytettävät laitetunnusten kooditus, siten että niitä voidaan hyödyntää jo suunnittelun alkuvaiheessa

Yleissuunnitteluvaiheessa automaatio-suunnittelija kehittää ehdotussuunnittelua toteutuskelpoiseksi yleissuunnitelmaksi. Yleissuunnitteluvaiheessa automaatio-suunnittelija varmistaa, että ehdotussuunnitteluvaiheessa laadittu tiedonvaihtokataulu on relevantti ja voimassa sellaisille tehtäville, jotka edellyttävät muilta saatuja lähtötietoja. Automaatio-suunnittelija esittää myös tekniset ratkaisut liittymisestä olemassa oleviin järjestelmiin. Automaatio-suunnittelija määrittää järjestelmän integraatiotarpeet jatkosuunnittelua varten. Yleissuunnittelun asiakirjoiksi automaatio-suunnittelija toteuttaa ja dokumentoi automaatiojärjestelmän kaaviot, sekä huonekohtaiset säätöjärjestelmien kaaviot toimintaperiaatteineen (6). Automaatio-suunnittelija osallistuu myös tarvittaessa investointikustannuslaskentaan hankekohtaisesti sovittuun tila- ja järjestelmäpohjaiseen investointilaskentaan.

Rakennuslupatehtävissä selvitetään hankkeen edellyttämät lupamenettelyt, varmistetaan automaatio-suunnittelijoiden kelpoisuus ja piirustusten hyväksyttävyyys sekä laaditaan lupahakemus tarvittavine asiakirjoineen. Automaatio-suunnittelija osallistuu myös tarvittaessa viranomais- ja suunnittelukokouksiin.

Toteutussuunnittelussa automaatio-suunnittelija kehittää yleissuunnitelmia rakentamisen ja hankinnan edellyttämiksi mitoitetuiksi suunnitelmiksi ja tuotemäärittelyiksi. Toteutussuunnitelma jakautuu kahdeksi vaiheeksi, jonka tuloksena on hankintoja palvelevat suunnitelmat ja toteutusta palvelevat suunnitelmat. Automaatio-suunnittelija yhteensovittaa kerrosten talotekniset ratkaisujen mm. huonekohtaiset säätölaitteiden sijoitukset ja toteuttaa sijoituspiirustukset jatkosuunnitteluun ja toimittaa arkkitehdille alakattoon mahdollisesti asennettavien laitteiden sijoitukset. Lvi-suunnittelija toimittaa automaatio-suunnittelijalle toteutuneet

laitteistotiedot ja projektista riippuen mahdollisen lämmityksen/jäähdytyksen järjestelmäkaavion sovittu oman osuutensa lähtötiedoiksi siten että automaatio-suunnittelija pääsee etenemään oman suunnittelunsa osalta.

Rakentamisen valmistelussa organisoidaan rakentaminen, kilpailutetaan rakentamistehtävät, käydään sopimusneuvottelut ja tehdään urakka- ja hankintasopimukset. Rakentamisen valmisteluvaiheen tehtävät ovat automaatio-suunnittelijalta suunnittelua täydentäviä tehtäviä, jossa hyväksytetään suunnitelmat viranomaisilla, täydennetään erillisen valvojan laatima talotekniikan valvontasuunnitelma oman suunnittelualueen osalta ja hankitaan rakentamiseen tarkoitetulle suunnitelmille kirjallinen hyväksyntä. Vaiheen tuloksena syntyy rakentamispäätös ja urakoitsijavalinnat. (6)

Rakentamisen aikana varmistetaan sopimuksenmukainen toteutus, tavoitteet täyttävä lopputulos sekä tarvittavat käyttö- ja ylläpito valmiudet. Rakentamisen aikana automaatio-suunnittelija osallistuu hankkeessa sovituin tavoin työmaa- ja urakoitsijakokouksiin ja valvontaan ja yhdessä automaatiourakoitsijaan kanssa yhteistyössä järjestelmien toiminnan varmistamiseen, oman suunnittelualueensa osalta näin varmistuen suunnittelun oikean toteutuksen (6). Automaatio-suunnittelijan tehtäväkenttään tässä kuuluu myös omalta osaltaan tarkastaa ja kommentoida urakoitsijan esitykset järjestelmä- ja laiteratkaisuiksi ja hyväksyttää ne hankkeessa. Automaatio-suunnittelija osallistuu myös sovittaessa urakkasuoritusten valmistuttua vastaanottotarkastuksiin ja laadunvalvontaan.

Käytönajan tehtävät ovat automaatio-suunnittelijalla suunnittelua täydentäviä tehtäviä. Käytönottovaiheessa automaatio-suunnittelija varmistaa omalta osaltaan järjestelmien toiminnan ja antaa käytönopastuksen. Automaatio-suunnittelija tarkastaa myös urakoitsijoiden laatimat luovutus piirustukset, punakynäpiirrokset ja niiden tiedostot sekä laaditaan luovutuspiirustukset. Vaiheen tuloksena rakennus otetaan käyttöön. (6).

Takuuajana automaatio-suunnittelija seuraa rakennuksen toimivuutta, tekee mahdolliset takuuajan säädöt, pitää tarvittavat tarkastukset ja korjaa mahdolliset

puutteet. Takuuajan tehtävät ovat automaatio suunnittelijalla suunnittelun täydentäviä tehtäviä, joilla varmistetaan järjestelmien oikea toiminta. Takuuajana suoritetaan sovitut takuutarkastuskäynnit, jossa todetaan takuuajakaisten huoltojen ja tarkastuksien tilanne ja mahdolliset havaitut virheet ja puutteet. (6)

### 6.3 Rakennusautomaatiojärjestelmän yleinen rakenne

Automaatiojärjestelmä voi olla yksittäinen ohjelmoitava laite tai suuremman kokonaisuuden esimerkiksi tuotantolaitoksen toiminnan ohjaukseen tarkoitettu järjestelmä. Tuotantolaitoksen tai isompien kiinteistön tuotannollista toimintaa ohjaaman automaatiojärjestelmän keskusyksikkönä toimii valvomoasema, joka rakentuu standardin mukaisesta laitteistosta ja siihen kytketyistä i/o yksiköistä kuvan 3 esitetyllä tavalla.

Hallintatasoon sisältyy:

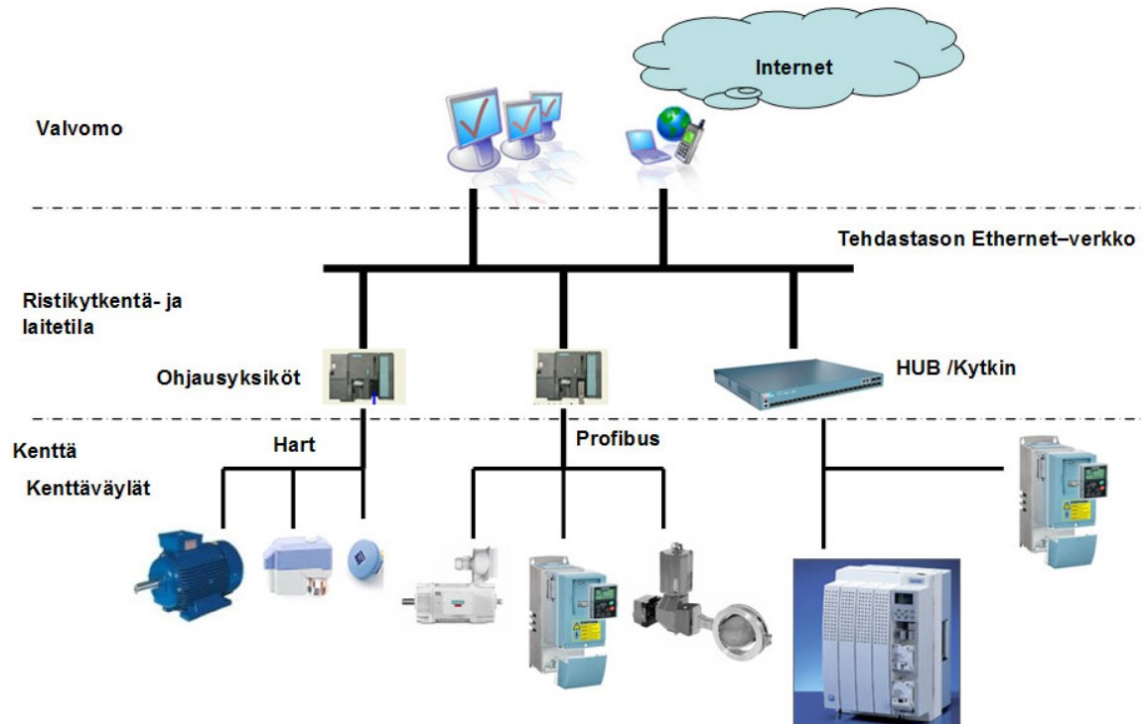
- Valvomo-keskusyksikkö PC tai pilvivalvomo

Automaatiotasoon sisältyy:

- prosessiyksiköt, i/o moduulit, ohjausyksiköt HUB kytkimet

Kenttälaitetasoon sisältyy:

- Anturit, toimilaitteet, kenttäväylät



Kuva 3. Tyypillisen automaatiojärjestelmän rakenne. (Verkkojulkaisu edu.fi)

#### 6.4 Rakennusautomaatio- ja lvi-suunnittelussa huomioitavia asioita

Lvi-suunnittelija toimittaa automaatio suunnittelijalle tarvittavat lähtötiedot projektin ehdotus- ja yleissuunnitteluvaiheessa sovitussa järjestyksessä, siten että automaatio suunnittelija pystyy etenemään sovitusti hankkeen aikataulutuksen mukaisesti.

Lähtötietotarpeissa on kiinnitettävä huomioita oikea aikaisuuteen projektin etenemisen kannalta ja on hyvä sopia jo hankkeen aloituskokouksessa aikataulu- tus lähtötietojen toimituksille, milloin viimeistään lähtötiedot ovat saatavilla. Projektissa voidaan myös sopia, että lvi-suunnittelija vastaa taloteknisen laitteiston koodaamisesta rakennusautomaation käyttöön, tällöin lvi-suunnittelija tarvitsee lähtötiedoiksi automaatio suunnittelijalta hyvissä ajoin projektissa käytettävät laite- koodaukset. Isoissa suunnittelukohteissa voi koodattavia laitteistoja olla sa- toja. Jos koodaukset eivät ole halutunlaisia, tai muuttuvat tilakoodausten joh- dosta, tulee tästä ongelmia automaation ohjelmoinnissa.

Automaatiojärjestelmät lisääntyvät kaikessa talotekniikassa enenemässä määrin vuosi vuodelta ja isoja haasteita voi tulla esille järjestelmän säädössä ja käyttöönotossa. Käyttöönottovaihe on yksi kriittisin vaihe, kun automaatiolle kerrotaan mitä siltä odotetaan. Kun järjestelmien osien monimutkaisuus kasvaa, vaatii se huolellisen käyttöönoton lisäksi huolellista seurantaa.

Käyttäjän asia on määrittää olosuhteet, joita talotekniikalta edellytetään, kokonaisuuden optimointi vaatii ymmärrystä osatekijöiden vaikutuksista toisiinsa.

## 6.5 Suunnittelun oikea-aikainen eteneminen automaatio- ja lvi-suunnittelussa

Muutoksien hallinta on olennaista projektin edetessä. Tilajärjestelyt saattavat muuttua siten, että taloteknisiä laitteistoja joudutaan päivittämään uudelleen.

Muuttuneet lähtötiedot pitää pystyä toimittamaan nopeutetusti muille suunnittelijoille, niin että projektin aikataulut ei vaarannu. Jos tästä aiheutuu aikatauluviiveitä projektiin, on tämä osattava reklamoida oikea-aikaisesti projektista vastaavalle taholle.

## 7 Palo- ja sprinklerisuunnittelu

### 7.1 Paloteknisen suunnittelun tehtävät ja tehtäväluettelo

Paloteknisen suunnittelun toteutus noudattaa taloteknisen suunnittelun yleistä linjaa, varsinaista TATE18 (6) tehtäväluetteloa vastaa luetteloa ei suoraan ole käytettävissä, mutta suunnittelu jakautuu yleisesti seuraaviin osa-alueisiin hankkeen yleisen vaiheistuksen ja projektin aikataulutuksen mukaisesti:

- hankesuunnittelu
- luonnossuunnittelu
- toteutussuunnittelu.

### 7.2 Paloteknisen suunnittelun määritelmät ja lähtökohdat

Palotekninen suunnittelu pohjautuu Suomessa rakentamislainsäädäntöön, ja on määriteltynä maankäyttö ja rakennuslain osassa 117b. (8) Ympäristöministeriön asetuksessa rakennusten paloturvallisuudesta (9) on palotekniset vaatimukset määriteltynä yksityiskohtaisesti. Palotekninen suunnittelu muodostaa hankkeen osapuolia palvelevan lähtöaineiston, joka liitetään myös rakennuslupaun.

Paloteknisesti rakennuksen tilat jaetaan paloluokan, palovaarallisuusluokan ja suojaustason luokituksen mukaisiin tasoihin (10).

Rakennukset jaetaan neljään paloluokkaan P0, P1, P2 ja P3, jotka määräytyvät rakennuksen käyttötarkoituksen, rakennuksessa työskentelevän henkilömäärän ja koon (kerros, korkeus, kerrosala) mukaisesti. Paloluokkia on käytettävä, kun rakennus suunnitellaan asetuksen mukaisten luokkien mukaan. Rakennuksen osat voivat kuulua eri paloluokkiin, edellyttäen että palon leviäminen on rakennusosasta toiseen estetty palomurein (10). Ilmanvaihdon paloturvallisuusop-

paan mukaan paloluokkaa P0 on käytettävä, kun rakennus suunnitellaan oleellisilta osin tai kokonaan käyttäen oletettuun palonkehitykseen perustuvaa menetelyä (10).

Rakennusosien paloluokitus jaetaan luokkiin sen perusteella, miten ne kestävät paloa. Luokituksessa R tarkoittaa kantavuutta, luokka E tiiveyttä ja I eristävyyttä. Merkkiyhdistelmien jälkeen ilmoitetaan palonkestävyysaika minuutteina luvuilla 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180 ja 240.(10)

Tuotanto ja varastotilat kuuluvat palovaarallisuusluokkaan 1 tai 2 ja ne on jaettu kolmeen luokkaan (10).

Suojaustasoluokassa 1 rakennus tulee varustaa tavallisella alkusammutuslaitteistolla sekä tarpeen mukaa tehostetulla alkusammutuslaitteistolla (10).

Suojaustasoluokassa 2 rakennuksessa tulee olla paikallisesti ja hätäkeskukseen automaattisesti ilmoittava paloilmoitin sekä suojaustason 1 vaatima alkusammutuskalusto. Rakennukseen voidaan asentaa automaattinen paloilmoitin, mikäli tiedetään riittävän ajoissa tehdyn ja luotettavan hätäilmoituksen johtavan nopeisiin jatkotoimenpiteisiin. Tehokas sammutustyö pitää aloittaa 10 minuutin kuluessa ilmoituksen saapumisesta, mikäli ehdot eivät täyty, täytyy kohteessa olla oma koulutettu sammutusryhmä tai se tulee luokitella tasoon 3.(10)

Suojaustasoluokassa 3 rakennus on varustettava automaattisella sammutuskalustolla, sekä suojaustason 1 mukaisella alkusammutuskalustolla.

Lvi-suunnittelijan on huomioitava nämä lähtötietoina heti suunnittelun alkuvaiheessa ja tarvittaessa pyydettävä palosuunnittelijalta tähän tarkennuksia, mikäli paloalueissa on tulkinnanvaraa.

### 7.3 Paloturvallisuussuunnittelija

Paloturvallisuussuunnittelijan pätevyysvaatimukset on esitetty maankäyttö- ja rakennuslaissa ja sitä täydentävissä asetuksissa ja ympäristöministerin ohjeiden ja periaatteiden mukaisesti alan tarvelähtöisenä pätevyytinä. Laki ei suoraan esitä paloturvallisuuden erityisalaa, mutta lain erityismenettelyä koskevassa kohdassa se mainitaan kohdassa 150§. (8) Paloturvallisuus suunnittelija voi hakea pätevyysluokitusta ja pätevyuden arviointia Fise Oy:ltä, joka myöntää pätevyysluokan ja ylläpitää pätevyysrekisteriä.

### 7.4 Paloteknisen suunnittelun osa-alueet

Palotekniseen suunnitteluun kuuluu palotekninen selvitysosa, joka sisältää määrittelyt rakennuksen paloluokasta, osastoivien ja kantavien rakenteiden luokista, poistumisjärjestelmistä, paloteknisistä laitteista ja operatiivisen toiminnan järjestelyistä. Paloteknisen suunnittelijan tehtäväkenttään kuuluvat yleisesti seuraavat osa-alueet:

Palotekniset liitekuvat

Alkusammutuskalustosuunnitelmat

Paloturvallisuus suunnittelu

Palontorjuntajärjestelmien suunnittelu

Paloriskin arviointi, palosuojelustrategioiden suunnittelu

Rakenteellinen palosuunnittelu, palokatkot, ja savunpoisto

Palo-osastointi: pinta-ala osastointi, kerros ja käyttötapaosastointi. (11)



Palotekninen suunnittelija tekee hankkeessa toimeksiannon mukaisesti simuloinnin, joka sisältää tulen, savun ja lämmön sekä poistumisteiden sijaintien ja näiden vaikutusten arvioinnin. Tällä tavoin voidaan välttyä projektissa yhteensovitusongelmilta. Palotekninen suunnittelija laatii myös projektikohtaiset turvallisuusasiakirjat ja palotekniset lausunnot viranomaistarpeisiin.

Poistumistievaatimukset ovat suunnittelussa ehdottomia leveyden suhteen ja ahtaissa konehuoneissa voi tulla lvi-suunnittelussa haasteita laitteiden sijoittamisen suhteen, kun poistumistie sijoitetaankin suunnittelun kehittyessä kulkemaan konehuoneen lävitse. Lvi-suunnittelussa huomioon otettavia palotekniseen suunnitteluun liittyviä asioita on käyty läpi seuraavissa kappaleissa.

Palon ja savun leviäminen osastoista toiseen voidaan estää kanavien yhdistämisrajoituksilla, palopelleillä, savunrajoittimilla nousu ja palonkestävillä kanavilla (10). Lvi-suunnittelijan tulee ottaa heti suunnittelun alkuvaiheessa huomioon rakennuspiirustuksiin merkityt paloalueet ja varmistaa paloteknisen suunnittelun kaikki osa-alueet palosuunnittelijalta. Erityisesti ilmanvaihtosuunnittelijan on tämä huomioitava. Paloalueet tulee paloteknisesti eristää toisistaan palopellein ja kanavat tapauskohtaisesti rajoittavin paloeristein, tällä on yleensä huomattava vaikutus tilantarpeisiin suunnittelussa.

Koneellisen savunpoiston alueet ja poistettavan savun määrä sekä savunpoistoluukkujen sijainnit saadaan palotekniseltä suunnittelijalta, paloteknisestä suunnitelmasta ja palodokumentista, joihin palosuunnittelija on merkinnyt paloalueet, koneellisen savunpoiston rajaukset, paloluukut, sprinklerin syöttöputken sijainnin kuivanousuun ja mahdolliset kerrosliittimien sijainnit ja venttiilien koot.

Paloteknisen suunnittelun pohjalta voi poistettava savumäärä koneellisesti olla huomattavan iso, jolloin myös kanaviston tilantarpeet muodostuvat suureksi. Mikäli savunpoistokanavistoa suunnitellaan vasta projektin loppuvaiheessa, voi kanaviston sijoittaminen ahtaaseen saneerauskohteeseen olla käytännössä mahdotonta.

Mallinnusvaatimuksista on tietomallikohteissa sovittu jo projektin alkupalaverissa ja näin kanaviston ja nousukuilujen sijainnit voidaan suunnitella huolella, mallinnuksessa on syytä ottaa huomioon jo suunnittelun alkuvaiheessa runkkanavien lähdöt huoneistoihin nousukuiluista, mihin palopellit voidaan sijoittaa ja missä ne ovat huollettavissa (palopeltien huoltoluukut). Esimerkiksi suihkutiloihin ja saunatiloihin ei aina voida asentaa huoltoluukkuja, vaan kanavat ja palopellit on sijoitettava muihin tiloihin. Palopeltien sijoittelussa on tärkeää huomioida palopellin malli ja sijoitus rakenteeseen. Ahtaissa kuilulähdöissä huoneistoihin pitää huomioida riittävä tila palopellin ja nousukanavan väliin, silloin kun palopelti sijoittuu rakenteen sisään. Mikäli tähän on varauduttu hyvissä ajoin, ei aiheuteta jatkosuunnittelussa ongelmia yhteensovituksissa muihin suunnittelu- aloihin.

## 7.5 Suunnittelun oikea-aikainen eteneminen palo- ja lvi-suunnittelussa

Lvi-suunnittelija huomioi hyvissä ajoin suunnittelun alkuvaiheessa paloteknisen suunnittelun ja ottaa selvää paloalueista ja rajoituksista palotekniseltä suunnittelijalta. Suunnittelun aikana on hyvä tarkentaa ja käydä tilannetta läpi paloteknisen suunnittelijan kanssa säännöllisesti, mikäli arkkitehti- ja palotekniseen suunnitteluun on tullut muutoksia.

## 7.6 Sprinklerisuunnittelun lähtökohdat ja määräykset

Rakennushankkeessa on huolehdittava, että rakennus täyttää sille määritellyt vaatimukset paloturvallisuudesta. Suomessa lait ja asetukset säätelevät automaattisia sammutuslaitteistojen suunnittelua ja asennuksia. Ympäristöministeriön asetuksen rakennuksen paloturvallisuudesta 39§ mukaan tarkoitukseen so- piva hätäkeskukseen kytketty automaattinen palosammutusjärjestelmä on ol- tava P2 paloluokan yli 2-kerroksisissa rakennuksissa, useampaa kuin yhtä pois-

tumisaluetta palvelevassa uloskäytävässä P2-paloluokan yli 2-kerroksisissa rakennuksissa ja yli 3-kerroksisissa P1 paloluokan rakennuksissa, joiden korkeus on yli 56 m. (9)

Sprinklerilaitteisto on rakennukseen tai kohteeseen kiinteästi asennettu automaattinen vedellä toimiva sammutusjärjestelmä. Laitteiston tarkoituksena on havaita palo ja rajoittaa sitä. Tällöin tiloista poistuminen on mahdollista ja paloa on aikaa sammuttaa myös muilla tavoin. Tärkein tavoite on pelastaa ihmisiä, mutta välttyä myös materiaalivahingoilta paloa rajoittamalla (12).

Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan sprinklerisuunnittelu on erityissuunnittelua, mikä määrittelee erityissuunnittelijan pätevyysvaatimukset (8).

## 7.7 Sprinklerisuunnittelun tehtävät ja osa-alueet

Sprinklerisuunnittelu jakautuu projektin yleisen suunnittelun mukaisesti hanke-, luonnos- ja toteutussuunnitteluvaiheisiin. Kun asuntospinkleri laitteiston asentamista tai laitteiston muuttamista tai laajentamista harkitaan uusiin tai olemassa oleviin rakennuksiin, tulee jo suunnittelun alkuvaiheessa sprinklerisuunnittelijan olla yhteydessä seuraaviin tahoihin:

- a) vesihuoltolaitos
- b) pelastusviranomaisen
- c) rakennusvalvonta
- d) yksi tai useampi vakuutusyhtiö, jos asuintalo on vakuutettu. (13)

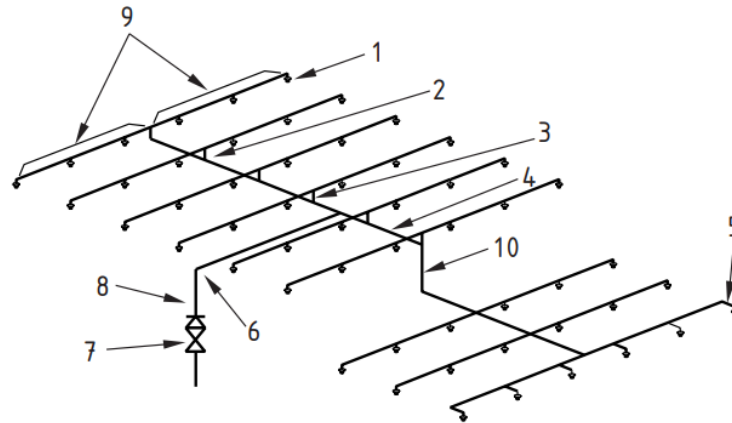
Sprinklerisuunnittelijan tulisi sisällyttää suunnitelmiinsa seuraavat tiedot:

- a) laitteistotyypit
- b) pohjakaaviot ja leikkauskuvat

- c) sprinklerityyppien tarkat tekniset tiedot
- d) asennusventtiilien tyyppi ja sijoitus
- e) mahdollisten virtauskytkimien sijainnit ja koot.
- f) jatkoventtiilien sijainnit ja koot.
- g) koeventtiilien sijainnit
- h) hälytyksen vastaanottavan yksikön sijainti
- i) piiloon asennettavien putkistojen sijainnit
- j) käytettyjen piirrosmerkkien selitykset. (13)

## 7.8 Sprinkleri- ja lvi-suunnittelussa huomioon otavat asiat

Sprinklerilaitteisto koostuu vesilähteestä, asennusventtiililaitteistosta sekä putki-verkostosta ja suuttimista. Suuttimet asennetaan yleensä kattoon tai alakattoon, ja tarvittaessa telineistöihin, keittiöissä huuviin, kuivureihin tai uuneihin.



**Selite**

1	Sprinkleri	6	Pääjakojohto
2	Nousuputki	7	Asennusventtiili
3	Taulukkomitoituspiste	8	Nousuputki
4	Alajakojohto	9	Haarajohdot
5	Sovitusputki	10	Laskujohto

Kuva 4. Tyypillisen sprinklerijärjestelmän rakenne (14).

Sprinklerilaitteistot jakautuvat neljään perusmenetelmään, jotka ovat märkä- ja kuiva-asennus, sekä ennakko- ja ryhmälaukaisumenetelmä. Sprinklerikeskuk- sen tilantarpeet ja sprinklerikoestuksen viemäröinti on huomioitava yhdessä sprinklerisuunnittelijan kanssa ja sovittava koestusviemärin koko ja sijainti sprinklerilaitteistoon sopivaksi. Sprinklerisuunnittelu on erityissuunnittelua, joka voi edetä hieman eri tahtisesti kuin muu talotekninen suunnittelu, joten suunnit- telun yhteistyöhön kiinnitettävä tämän johdosta erityistä huomiota.

Tietomallikohteissa voi suunnittelu- ja mallinnusvaatimukset tulla koskemaan myös sprinkleri putkiston kytkentäjohtoja. Suunnitteluohjelmistot eivät yleensä osaa mallintaa näitä oikein, vaan ne ovat tietomallissa yleensä suorita putkistoja, käytännössä joustavia teräsvahvistettuja kytkentäletkuja. Yhteensovituksessa voi tällöin tulla ongelmia alakattosovituksissa, tämä pitää olla sovittuna jo pro- jektin alussa tietomallikokouksissa.

## 7.9 Suunnittelun oikea-aikainen eteneminen sprinkleri- ja lvi-suunnittelussa

Taloteknisen suunnittelun yhteensovituksessa on yleistä, että sprinklerisuunnittelun yhteensovitus on tehty suunnittelun loppuvaiheessa, jolloin sprinkleriputkistojen ja suuttimien mahdolluttaminen muun talotekniikan joukkoon on ollut vaativaa suunnittelutyötä. Sprinkleriputkiston runkoputket asennetaan yleensä rakennuksissa ensimmäiseksi lähelle kattopintaa, ja tämä tila pitäisi olla suunnittelussa varattuna runkoputkistoille. Rakennusvaiheessa asennusjärjestys alakoissa putkiasennuksissa voi alkaa yleisesti sprinkleriasennuksilla, jolloin suunnittelun pitkittyessä suuremmissa suunnittelukohteissa yhteensovituksien kiireellisyys ja toteutuksen järjestys suunnittelussa korostuu. Sprinkleriputkiston yhteensovitus muun talotekniikan kanssa pitäisi olla valmiina rakennusvaiheen alkaessa.

## 8 Energiasuunnittelu

### 8.1 Rakennuksen energiasuunnittelun lähtökohdat lvi-suunnittelussa

Yrityksen energia ja elinkaari asioita hoitava osasto yleensä vastaa taloteknisissä projekteissa lämpö- ja jäähdytystehontarpeiden, energiankulutuksen ja erilaisten elinkaarisimulointien toteutuksesta ja laskennasta. Lvi-suunnittelijan pitää tehdä tiivistä yhteistyötä siten, että laskentojen sujuva eteneminen on mahdollista. Olisi myös hyvä tuntea erilaisten simuloinnissa käytettävien ohjelmistojen toimintaa sen verran, että laskennan saatavia tuloksia pystytään hyödyntämään parhaalla mahdollisella tavalla ja oikein.

Rakennuksen energiasuunnittelu muodostaa pohjan rakennuksen talotekniseen suunnitteluun. Energiaselvitystä ja energiatodistusta tarvitaan rakennushankkeen lupamenettelyssä. Energiasuunnittelijalle lvi-suunnittelija toimittaa lähtötiedoiksi tilaajalta saadut hankkeen perustiedot ja tavoitteet sisäilmastovaatimuksesta, lämpöhäviölaskentaan rakennesuunnittelijalta rakenteiden U-arvot ja projektin dwg- kuvat, joista ilmenee huonetyypitykset pinta-aloineen, jolloin alustava energiasuunnittelu kohteeseen voidaan aloittaa.

Suunnittelun valmisteluvaiheessa kartoitetaan ja määritetään talotekniset tavoitteet, jotka energianlaskennassa muodostuvat sisäolosuhteista ja energiankulutuksen laskennasta. Suunnittelun valmisteluvaiheessa voidaan myös määrittellä tavoitteet maksimi ja minimi ominaisuuksille muuntuville tila-alueille ja kiinteiden perusjärjestelmien energiankulutuksille (15).

Luonnossuunnittelu vaiheessa suoritetaan projektikohtaisesti energian tavoitekulutuksen laskenta vuositasolla. Luonnosvaiheessa suoritetaan myös projektikohtaisesti sisäilmaolosuhteiden simulointi rakentamismääräysten ja rakennusvalvonnan ohjeen mukaisesti. Tästä tulokseksi saadaan tyyppitilakohtaiset mitoituslaskennat ja huonelämpötilat kuukausikeskiarvoin. Hankekohtaisesti voidaan myös suorittaa olosuhdesimulointia tilatyyppikohtaisesti vuorokausitasolla, tulokseksi saadaan kesäajan huonelämpötilojen vaatimuksenmukaisuustarkastelu. (15)

Energialaskija voi projektikohtaisesti suorittaa elinkaarikustannuslaskentaa ja vertailua. Tämän tarkastelun tavoitteena on tuoda esiin saman lopputuloksen tuottavista vaihtoehdoista elinkaaren aikana syntyvät kustannukset saada näkemys vaihtoehtoisten suunnitteluratkaisujen vaikutuksista energiankulutukseen ja elinkaarikustannuksiin. Tarkastelun pohjalta hyväksytetään energia- ja elinkaarikustannus selvitykset tilaajalta. (15)

Tilaaja voi tehdä myös kohteesta riippuen erillishankintana virtaussimulointia CFD-ohjelmistolla, esimerkiksi ilmastoinnin kannalta erittäin vaativissa tiloissa, konesaleissa ja korkeissa aulatiloissa (15). Virtaussimuloinnit ovat vielä melko

pitkäkestoisia ja raskaita simulointiprosesseja, joka pitää simulointia tilattaessa ottaa hankkeen aikataulutuksessa huomioon.

## 8.2 Rakennuksen rakennuslupaan vaikuttavat energianlaskennat

Uudisrakennushankkeessa rakennuksen rakennuslupaa varten joudutaan suorittamaan energialaskentaa ja toimittamaan lupaviranomaisille rakennuksen energianselvityksen, joka sisältää energiatodistuksen, laskennallisen energiankulutuksen E-lukulaskelman, lämmitystehon, jäähdytettävissä rakennuksissa jäähdytystehon, sekä kesäajan huonelämpötilojen tarkastelun suuremmissa rakennuksissa.



### 8.3 Energia- ja lvi-suunnittelussa huomioitavia asioita

Suunnittelussa ja laskennassa on varmistettava ja hyväksyttävä tilaajalta kohteen sisäilmavaatimukset, sekä muut energiaselvitykseen ja laskentaan vaikuttavat tiedot ja saatava näistä pitävät kuittaukset ja varmistukset, jotta annetuilla tiedoilla voidaan laskenta käynnistää ja välttyään päällekkäiseltä työsuoritukselta.

Suunnittelun edetessä nämä tiedot voivat toki vielä muuttua, tilamuutoksista tai tilaajatahon tai arkkitehdin päivittäessä tilojen käyttötarkoitusta, jolloin laskentaa joudutaan tekemään kuitenkin uudelleen. Tällä voi olla suuriakin muutoksia kaikkeen talotekniseen suunnitteluun, kun lähtötiedot ja laskentatehot muuttuvat ja nämä muutokset on otettava huomioon projektin päivityksissä, hallinnassa, aikataulutuksessa ja laskutuksessa lisätyönä.

Suunnitteluohjelmistojen ja simuloinnin kehittyessä voi energian, lämmön ja jäähdytystarpeen laskenta mennä hyvinkin tarkaksi. Laskettaessa lämmöntarpeita hyvin tarkasti ja energiatehokkuus hyvin tarkasti etusijalla, niin voi olla, että ei aina osata huomioida esimerkiksi saneerauskohteissa tarvittavia toleransseja häviölaskennassa (vrt. u-arvojen selvitys rakennekohtaisesti).

Lvi-suunnittelijan on osattava hyödyntää saamansa energia- ja lämpöhäviölaskennan tulokset ja ottaa oma vastuunsa laskennan käytöstä omassa suunnittelussaan.

## 9 Projektitoiminta suunnittelussa

### 9.1 Menestykäs toiminta projektissa

Projektinhallinta on avainasemassa menestyksekkäässä projektinläpiviennissä. Tämän mahdollistaa projektin laadukas johtaminen ja osa-alueiden tunteminen, projektisuunnitelman tekeminen ja sen noudattaminen. (16)

Menestyksekkäässä projektin läpiviennissä on ratkaisevan tärkeää tuntea oman projektinsa projektisuunnitelma, projektintehtävät ja rakenne projektin sujuvan läpiviennin mahdollistamiseksi. Projektipäällikkö on ratkaisevassa asemassa projektin onnistumisessa ja mahdollistaa projektin etenemisen, siten että sopimuksessa olevat velvoitteet täyttyvät ja on myös johtavassa asemassa koordinoimassa projektin etenemistä. Projektityöryhmän jäsenenä myös suunnittelijan on oltava tietoinen projektiin kuuluvista osa-alueista sujuvan etenemisen mahdollistamiseksi. Projektipäällikkö kuitenkin vastaa projektin tiedonvälityksestä suunnittelijoille ja koordinoi koko työryhmän työskentelyä projektisuunnitelman mukaisesti.

Oikea aikainen tiedonkulku on ehdoton edellytys onnistuneen projektin läpiviennissä ja tämän mahdollistamiseksi noudatetaan projektisuunnitelmaa, joka pitää sisällään projektin kuvauksen, siinä on määriteltynä projektikokoukset, projektiin nimetyt henkilöt, miten ja milloin tiedotetaan muita osapuolia, projektin välitavoitteet, resurssit ja toteutuksen työsuunnitelma. Tärkeää on myös, että projektissa edetään sovittujen työskentelymuotojen mukaisesti. (16)

Menestyksekkään projektin lopputuloksena saadaan toimeksiannon toteutus asiakasta tyydyttävällä tavalla, hyvän asiakassuhteen ylläpito ja jatkuvuuden toteuttaminen haastavissa projekteissa, siten että molemminpuolinen taloudellinenkin tavoite toteutuu.

## 9.2 Projektiliiketoiminta ja riskienhallinta suunnitteluyrityksessä

Suunnittelu- ja konsulttitoiminnan liiketoiminta perustuu hyvin ja menestyksellä hoidettuihin projekteihin asiakkaan ja suunnittelutoimiston välillä, siten että asiakastytyväisyys toteutuu, molempien osapuolten taloudelliset intressit onnistuvat ja mahdollistavat siten myös kestävän ja jatkuvan pitkäkestoisen asiakassuhteen. Lvi-suunnittelijan pitää tiedostaa projektin tavoitteet ja velvoitteet, mutta myös projektin taloudellinen vaikutus hankkeen osapuoliin ja mikä vaikutus oman työn osuudella on yrityksen laskutukseen, työn tuottoon ja katteeseen. Näin myös lvi-suunnittelija tulee tiedostamaan oman työnsä merkityksen yrityksen taloudellisen hyvinvoinnin jatkumolle. Konsulttiyrityksen kassavirran, tuloksen ja myös lopulta suunnittelijan palkkio saadaan lopulta työn suorituksen perusteella asiakkaalta. Konsulttiyrityksen veloitus voi olla joko palkkio- tai hintaperustainen ja voi perustua seuraaviin palkkiomuotoihin:

**Kokonaispalkkio:** Palkkio käsittää etukäteen sovitun kokonaispalkkion toimeksiannon suorittamisesta.

**Yksikköpalkkio:** Palkkio määritetään työsuoriteyksiköistä

**Aikapalkkio henkilöryhmittäin:** Palkkio veloitetaan käyttäen henkilöryhmittäin sovittuja tunti tai muita aikaveloitussyksiköitä.

**Aikapalkkio konsultin kustannusten mukaan:** palkkio perustuu konsultin omiin kustannuksiin aikayksikköä kohden.

**Tavoitepalkkio:** Suunnittelutyölle sovitaan tavoitepalkkio

**Muu sovittu palkkio:** Toimeksiannossa voidaan käyttää muita tai yhdistettyjä palkkiomuotoja. (16)

Lvi-suunnittelijan tulisi projektin aloitusvaiheessa projektipäällikön ohjeistamana tutustua hankkeen sopimukseen, hinnoittelu- ja laskutusperusteihin, palkkiomuotoihin ja hankkeessa sovittuun työsuoritukseen, omaan työsuoritukseen

liittyvään laskutusmuotoon ja hankkeessa käytettävään tuntimäärään. Ainoastaan näin saadaan käsitys hankkeen taloudellisesta rakenteesta ja voidaan edetä tulokselliseen hyvään lopputulokseen projektissa. Lvi-suunnittelija voi myös luoda tässä yhteydessä hankkeelle omat välitavoitteet käytettäville tuntimäärälle, välitavoitteille ja seurannalle. Tämä ehdollistaa myös työn suorittajan seuraamaan oman työn tuottavuutta.

### 9.3 Sopimusasiat suunnittelussa

Lvi-suunnittelussa on hektisen suunnitteluvaiheen aikana harvoin aikaa perehtyä hankkeen sopimusteknisiin asioihin, mutta lvi-suunnittelijan olisi hyvä myös olla selvillä hankkeen sopimuksista ja pääkohdista, täten voidaan välttää hankkeen edetessä ja loppuvaiheen taloudellisessa loppuselvityksessä mahdollisesti uhkaavat sopimustekniset ongelmat. Lvi-suunnittelussa on kyse konsulttitoiminnasta, joka pohjautuu tilaajan ja suunnittelutoimiston väliseen konsulttisopimukseen. Konsulttisopimukset liittyvät sopimusehtoihin, jotka pohjautuvat konsulttitoiminnan yleisiin sopimusehtoihin KSE2013 (17). Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehtojen pääkohdat ovat

- tilaajan velvoitteet ja vastuut
- konsultin velvoitteet ja vastuut
- keskinäinen yhteydenpito
- veloitusperusteet
- sopimukseen kuuluva aineisto
- sopimukset aikataulusta, viivästymisestä ja töiden keskeyttämisestä
- sopimuksen purkaminen ja siirtäminen
- sopimusasiakirjojen keskinäinen järjestys
- erimielisyydet ja niiden ratkaiseminen. (17)

Tuntemalla hankkeeseen pohjautuvien sopimuksien sisällön pääpiirteittäin suunnittelija kykenee tiedostamaan myös omaan työhönsä liittyvät juridiset perusteet.

## 10 Yhteenveto

Työn tavoitteena oli luoda runko yrityksen talotekniseen lvi-koulutukseen aihepiireittäin ja koulutusmoduulein. Samalla voidaan luoda mahdollisuuksia yhteistyön kehittämiseen eri suunnittelualojen välillä projektien sujuvampaan toteutukseen. Konsulttiyrityksen kulmakivi on projektien jatkuvuuden mahdollistaminen ja hyvien asiakassuhteiden ylläpito, siten että projektien läpivienti onnistuneesti yrityksen ja asiakkaan välillä takaa molemminpuolisen tyydyttävän lopputuloksen.

Tähän antaa oivallisen pohjan ja ratkaisun henkilöstön jatkuva koulutus ja kehittäminen, mikä mahdollistaa taloteknistä lvi-suunnittelua tarjoavan yrityksen aallonharjalla pysymisen toimialallaan. Yhteiset koulutustapahtumat eri osastojen välillä luovat hyvää yhteishenkeä, relevanttia tietämystä eri alojen tietotarpeista ja antavat mahdollisuuden rakentavalle vuoropuhelulle yrityksen sisällä.

Yhteenvetona voidaan todeta tämän koulutusrunгон antavan hyvän pohjan henkilöstön koulutuksen kehittämiseen ja projektien onnistuneeseen läpivientiin sekä yrityksen menestykseen taloteknisen lvi-suunnittelun tarjoajana.

## Lähteet

- 1 Toivonen, Minna. & Leppänen, Anneli. Osaamisen kehittäminen työorganisaatioissa. Verkkoaineisto. <https://journal.fi/tyoelamantutkimus/article/view/87295/46190> .Luettu 20.2.2023
- 2 Tutkimusmenetelmien verkkokäsikirja. Verkkoaineisto. Tampereen yliopisto <https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kyselylomake/laatiminen.html> Luettu 23.2.2023
- 3 Arkkitehtisuunnittelun tehtäväluettelo ARK18. 2020. RT 103253 Rakennustieto Oy.
- 4 Sisustussuunnittelun tehtäväluettelo SIS12. 2020. RT 10-11192. Rakennustieto Oy.
- 5 Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK18. 2019. RT 103087. Rakennustieto Oy.
- 6 Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18. 2017. RT 10-11290. Rakennustieto Oy.
- 7 Harsia, Pirkko. 2004. Sähkösuunnittelun käsikirja. Espoo. Sähköinfo
- 8 Maankäyttö- ja rakennuslaki. 1999. 5.2.132/1999.
- 9 Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvavallisuudesta. 848/2017.ympäristöministeriö.
- 10 Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuusopas. 2022. Verkkoaineisto. Talotekniikkainfo. <https://talotekniikkainfo.fi/ilmanvaihtolaitosten-paloturvallisuus-opas/91>. Luettu 20.3.2023
- 11 Palotekninen suunnittelu. 2017. Verkkoaineisto. <https://www.paloff.com/palotekniikka/palotekninen-suunnittelu/>. Luettu 21.3.2023
- 12 Sprinklerilaitteistot. 2010. RT 63-10990 Rakennustieto Oy.
- 13 SFS-EN 12845 + AC [901] 2015. Standardi. Kiinteät palonsammutusjärjestelmät. Automaattiset sprinklerilaitteistot. Suunnittelu, asennus ja huolto. SUOMEN STANDARDISOIMISLIITTO SFS.

- 14 Sprinklerilaitteistot suunnittelu ja asentaminen CAE 4001:2007-06. Paris Comité Europeen des Assurances.
- 15 Elinkaarisuunnittelijan tehtäväluettelo ELINK18. 2017. RT 10-1129 Rakennustieto Oy.
- 16 Lööw, Monica. 2002 Onnistunut Projekti. Projektijohtamisen ja -suunnittelun käsikirja. Helsinki: Tietosanoma.
- 17 Konsulttitoiminnan Yleiset Sopimusehdot KSE2013. 2014. RT 13-11143. Rakennustieto Oy.



KYSELUTUTKIMUS SUUNNITTELIJOILLE JA ESIMIEHILLE:

1. Millaista osaamista yrityksessä/suunnittelu osastolla tarvitaan tällä hetkellä / mitä osaamista yrityksessä/osastolla tulisi olla tulevaisuudessa?
  
2. Mitkä osaamisalueet, projektimenetelmät, suunnitteluohjelmistot ja taidot mielestäsi voivat korostua tulevaisuudessa?
  
3. Mitä tietoa ja milloin tarvitsisit muilta suunnitteluryhmiltä tai osastolta voitaksesi suorittaa omat tehtäväsi onnistuneesti?
  
4. Millaisella aikataululla kehittämistä voisi mielestäsi tapahtua?
  
5. Millaisia osaamisen kehittämisen keinoja käyttäisit itse / suunnitteluryhmässä osaamisen lisäämiseksi?
  
6. Miten osaamiskartoitusta ja sen tuomia tuloksia on hyödynnetty tai voidaan hyödyntää osaamisen kehittämisessä?

## KYSELYTUTKIMUS AIHEALUEISTA SUUNNITTELIJOILLE:

merkitse oheisen taulukon mukaan asteikolla 1 (ei tarvetta kehittämiseen) – 5 (tarvetta kehittää) koetko tarvitsevasi kyseisen aihealueen koulutusta ja tarvetta tällä hetkellä työssäsi.

Arkkitehti ja lvi suunnittelu	1	2	3	4	5
tarvetta kehittää	0	0	0	0	0
Rakenne ja lvi suunnittelu					
tarvetta kehittää	0	0	0	0	0
Sähkö ja lvi-suunnittelussa					
tarvetta kehittää	0	0	0	0	0
Automaatio ja lvi-suunnittelu					
tarvetta kehittää	0	0	0	0	0
Palo, sprinkler ja lvi-suunnittelu					
tarvetta kehittää	0	0	0	0	0
Energia ja lvi-suunnittelu					
tarvetta kehittää	0	0	0	0	0
projektitoiminta ja sopimusasiat suunnittelussa					
tarvetta kehittää	0	0	0	0	0

## Palotekninen suunnittelu

### Suunnittelulle asetetut vaatimukset

- Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 määrittelee rakentamiselle asetetut vaatimukset ja edellyttää että rakennushankkeeseen ryhtyvä huolehtii siitä, että rakennus suunnitellaan sen käyttötarkoituksen edellyttävällä tavalla paloturvalliseksi
- Pelastuslaissa (379/2011) edellytetään, että rakennuksen omistajan ja haltijan on osaltaan huolehdittava siitä, että rakennus, rakennelma ja sen ympäristö pidetään sellaisessa kunnossa, että paloturvallisuus toteutuu.

## Palotekninen suunnittelija

Kuka voi toimia paloteknisenä suunnittelijana?

Palotekninen suunnittelijan pätevyysvaatimukset on esitetty Maankäyttö- ja rakennuslaissa ja sitä täydentävissä asetuksissa ja ympäristöministeriön ohjeiden ja periaatteiden mukaisesti alan pätevyytenä.

- Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999
- Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta (YMa848/2017)

3

## Paloteknisen suunnittelun määritelmät ja lähtökohdat

Paloteknisen suunnittelun lähtökohdat:

- Palotekninen suunnittelu pohjautuu Suomessa rakentamislainsäädäntöön, ja on määriteltyä Maankäyttö ja rakennuslaissa, Ympäristöministerin asetuksessa rakennuksen paloturvallisuudesta, sekä näihin liittyvissä standardeissa.
- Paloteknisessä suunnitelmassa esitetään kohteen paloturvallisuusratkaisut, jotka edellytetään rakennuslupavaiheessa.
- Palotekninen suunnitelmaa tarvitaan hankkeen alkuvaiheessa, koska se toimii lähtötietona hankkeen suunnittelijoille, viranomaisille ja muille projektin osapuolille.
- Oikea aikaisella palosuunnittelulla varmistetaan muiden suunnittelualojen suunnittelun johdonmukainen eteneminen.

4

## Paloteknisen suunnittelun osa-alueet

Paloteknisen suunnittelun tehtäväkenttään kuuluvia suunnittelun osa-alueita ovat:

- Rakenteellinen palosuunnittelu, savunpoistosuunnitelmat, palokatkosuunnitelmat
- Alkusammutuskalustosuunnitelmat
- Paloturvallisuussuunnittelu
- Palontorjuntalaitteiston suunnittelu
- Paloriskien arviointi ja Palosuojastrategioiden suunnittelu
- Palo-osastointi, kerros ja käyttötapaosastointi.

5

## Paloteknisen suunnittelun osa-alueet ja dokumentointi

Paloteknisen suunnittelun dokumentaatio ja rakennusluvan liitteet

- Palotekniset liitekuvat ja palotekninen selvitysosa:
- Palotekniset liitekuvat ja palotekninen selvitysosa:  
Suunnittelija toteuttaa paloteknisen dokumentaation rakennuslupamenettelyä ja muita suunnittelualoja varten.  
sisältäen määrittelyt rakennuksen paloluokasta, osastoivien rakenteiden luokasta poistumisjärjestelyistä, paloteknisistä laitteista ja operatiivisen toiminnan järjestelyistä

6

## Palo –ja lvi suunnittelussa huomioitavia asioita

- Lvi-suunnittelussa päähuomio on paloteknisen suunnittelijan toteuttamissa palodukomenteista löytyvistä paloaluerajauksista sekä savunpoisto alueista ja menetelmistä
- Paloalue rajaukset P0,P1,P2 ja luokan P3 mukaisesti
- Savunpoistot: koneellinen – savunpoistoluukuin
- Palopellit kanavistoissa paloaluerajoille:huomioitava palopeltien malli ja sijoitus oikein rakenteeseen, siten että kanavaliitokset mahdollistuvat.
- Palopeltien sijoitus myös niin, että huolto(huoltoluukut) on mahdollista sijoittaa oikein (vältettävä mm.suihkutilojen kattoja)
- Savunpoistokanaviston suunnittelu hankkeen alkuvaiheessa-savunpoistokanavistot yleensä suurikokoisia-tilaavieviä kanavia joiden mahdollittaminen muun tekniikan sekaan suunnittelun loppuvaiheessa vaikeaa.