

Roope Nyqvist

# Pääurakoitsijan talotekniikkatöiden hallinta- ja johtamismenetelmät rakennushankkeessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Mestarityö

20.11.2015

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Roope Nyqvist Pääurakoitsijan talotekniikkatöiden hallinta- ja johtamismenetelmät rakennushankkeessa 56 sivua 20.11.2015
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennusalan työnjohto
Suuntautumisvaihtoehto	Talonrakennustekniikka
Ohjaaja(t)	Lehtori Niilo Kemppainen
<p>Mestarityössä tutkittiin pääurakoitsijan talotekniikkatöiden hallinta- ja johtamismenetelmiä rakennushankkeen toteutuksen kannalta. Erityisesti tavoitteena oli luoda näkemys useiden osapuolien välisestä toiminnasta, ongelmista ja toimivista menetelmistä. Työssä huomioitiin johtamisen vaikutusta urakoitsijoiden kustannuksien, aikataulujen ja työn laadun toteutumiseen. Keskeisiä sivu- ja aliurakoitsijoiden johtamiseen liittyviä tekijöitä ovat esimerkiksi aikataulujen visualisointi, läpikäynti ja valvonta, yhteiset laadukkaat tietojärjestelmät ja käyttäjätuki, toimitusketjujen purkaminen ja osapuolten sitouttaminen.</p> <p>Työssä on hyödynnetty laajasti kirjallisuuslähteitä, Internetiä, asiantuntijahaastatteluja sekä työmaiden kustannus- ja aikataulutietoja. Toimintatapojen ja johtamisen analysointi ja oikeanlainen kyseenalaistaminen on tärkeä osa jokaisen yrityksen kehitystä. Mittaamalla pystytään osoittamaan, mitkä tekijät vaikuttavat rakentamisen kokonaiskustannuksiin ja ajankäyttöön, mutta on tärkeää myös huomioida toiminnan arvoja, kuten johtamisen ja ihmisten roolia rakentamisessa.</p> <p>Tutkimuksen tuloksena huomattiin, että ihmisten väliseen toimintaan vaikuttaa laaja valikoima tekijöitä. Osapuolten toiminnassa on paljon yksityiskohtia, jotka vaikuttavat kokonaisuuteen. Tutkimuksessa käsiteltiin myös laajasti tietokantojen ja tietojärjestelmien sekä mobiilisovelluksien hyödyntämistä rakentamisessa, ja on huomattu, että niiden kehitys tulee muuttamaan rakennusalan toimintaa tulevaisuudessa. Jotta pääurakoitsija saa vedettyä hankkeen läpi, pitäen hallinnassa myös talotekniikkaurakoitsijoiden työn, tulee huolehtia ammattitaitoisten urakoitsijoiden valinnasta, suunnittelun ja rakentamisen yhteensovittamisesta, hyvästä projektinjohdosta, ylläpitää tavoitteellisuutta rakentamisessa, käyttöönottaa hyödyllisimmät tietojärjestelmät ja mobiilisovellukset, motivoida ihmisiä ja ylläpitää ammattiympeyttä sekä erinomaista keskustelusuhdetta asiakkaisiin. Kantamalla ammattiympeyttä, vastuuntuntoa ja kiinnostusta toiminnan kehittämiseksi jokainen osapuoli voi saavuttaa laadullisesti, taloudellisesti ja aikataulullisesti erinomaisen lopputuloksen.</p>	
Avainsanat	Johtaminen, urakointi, projektihallinto, aliurakoitsija, talotekniikka, tietomallinnus, mobiilisovellukset

Author(s) Title Number of Pages Date	Roope Nyqvist Managing Collaboration Between HVAC Engineering and Building Construction 56 pages 20.November.2015
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Programme	Construction Site Management
Specialisation option	Construction Engineering
Instructor(s)	Niilo Kemppainen, Senior Lecturer
<p>The Bachelor's thesis studies the main contractor's building services management and work management techniques, from the projects point of view of the project's implementation. In particular, the aim was to create a vision of activities, problems and methods of operating between several parties. The work takes into account the impact of management achievement of contractors, costs, schedules and quality of work. The main ideas and factors are related to the management of subcontractors, such as visualizing schedules, implementation of the project and control, high-quality common information systems and user support, the dismantling of the supply chain and the commitment of the parties.</p> <p>The work has widely used topic-related literature sources, such as the Internet, interviews, as well as the cost calculation data of building sites and schedule information. Analyzing policies and management, and the right kind of questioning are an important part of the development of every company. By measuring you will be able to show what factors affect the overall construction costs and schedules, but it is also important to note, the values of the operations such as the role of leadership and people in construction.</p> <p>As a result of this research project, it was discovered that a wide range of factors affect the human interaction between the different parties. The behavior of the parties consists of a lot of details that affect the whole. The study also discusses extensively the use of databases and information systems as well as mobile applications in construction and it has been noted that their development will change the construction activities in the future. For the main contractor to be able to pull a trough a project, while keeping control of the building services contactors, the following issues should be paid attention to: the selection of planning and good project management, maintaining a goal-oriented vision, using the best information systems and mobile applications, motivating people and maintaining professional pride, as well as having an excellent relationship with customers. Carrying professional pride, a sense of responsibility and interest in the development of activities, each party can achieve high quality, economical success and follow the schedules with positive results.</p>	
Keywords	Leadership, contactor, project management, subcontractor, HVAC, BIM, mobile applications

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Rakennushankkeen tuotannonhallinta	2
2.1	Rakennusjohtamisen historia	2
2.2	Rakentamistalouden teoria	4
2.2.1	Rakentamisen toimialat ja osapuolet	5
2.2.2	Urakkamuodot ja urakoitsijoiden väliset suhteet	6
2.2.3	Projektin vaiheistus	7
2.2.4	Suunnittelu	9
2.2.5	Projektin aikataulut ja tahdistaminen	11
2.2.6	Rakentamisen määräykset ja sopimukset	14
2.3	Talotekniikka	18
2.3.1	LVIST-työt	19
2.3.2	LVIST-töiden kipukohdat rakennushankkeessa	19
3	Talotekniikkatöiden johtamisen työkalupakki pääurakoitsijalle	21
3.1	Tiedonvälitys	25
3.2	Suunnittelun ohjaus	27
3.2.1	Aikataulusuunnittelu ja valvonta	29
3.2.2	Kustannushallinta ja hankintojen yhtenäistäminen	31
3.2.3	Tekniset ristiriidat taloteknisissä töissä	33
3.3	Hankinnat ja logistiikka	34
3.4	Rakentamisen laadunhallinta	37
3.4.1	Laadunhallinnan merkitys asiakkaille	38
3.4.2	Viranomaisvalvonta	38
3.4.3	Työmaakohtainen laadunhallinta	39
3.4.4	Yksittäisen tehtävän laadunvarmistus	40
3.5	Työturvallisuus	41
3.6	Mobiilisovellukset ja tietotekniikka	44
4	Tulevaisuuden kehitysaskeleet rakentamisessa	46
4.1	Tietomallinnus, ohjelmistot ja tietokannat rakentamisessa	47
4.2	Tulevaisuuden vaatimukseen vastaaminen	49
5	Yhteenveto ja johtopäätökset	50



## 1 Johdanto

Nykyrakentaminen on yhä voimakkaammin myös talotekniikkatöiden hallintaa. Voidaankin sanoa, että jopa puolet nykyrakentamisesta liittyy talotekniikan osa-alueisiin, mutta on tyypillistä, että pääurakoitsija kohauttaa olkapäitä, kun tulee puhe talotekniikasta.

Pahimmillaan rakennushankkeessa ei aktiivisesti johdeta hankkeen talotekniikkatöitä, vaan työ on lähes täysin erillisen talotekniikkaurakoitsijan käsissä. Työmailta löytyy paljon rakennusmestareita, jotka hallitsevat betonirakentamisen ja elementtirakentamisen menetelmät, mutta harva hallitsee hankkeen kokonaisuutta.

Onkin keskeistä kehittää menetelmiä ja ymmärrystä siitä, miten koko hanke voidaan toteuttaa hallitusti. Lankoja ei saa päästä käsistään eri rakentamisen osa-alueiden kohdalla. Eri osapuolten yhteensovittaminen ja johtaminen vaikuttaa suunnittelun, rakentamisen ja rakennuksen käytön kautta koko rakentamisen elinkaareen.

Monet rakentamisen ongelmista pystyttäisiin karsimaan, panostamalla hankkeiden läpivientiin ja soveltamalla hyviä toimintatapoja. Tulevaisuuden rakentamisessa voidaan ehkäistä epäselviä vastuukuvioita, kustannusriitoja, laatuongelmia, aikatauluongelmia sekä rakennuksen elinikään liittyviä ongelmia parantamalla yhteistoimintaa.

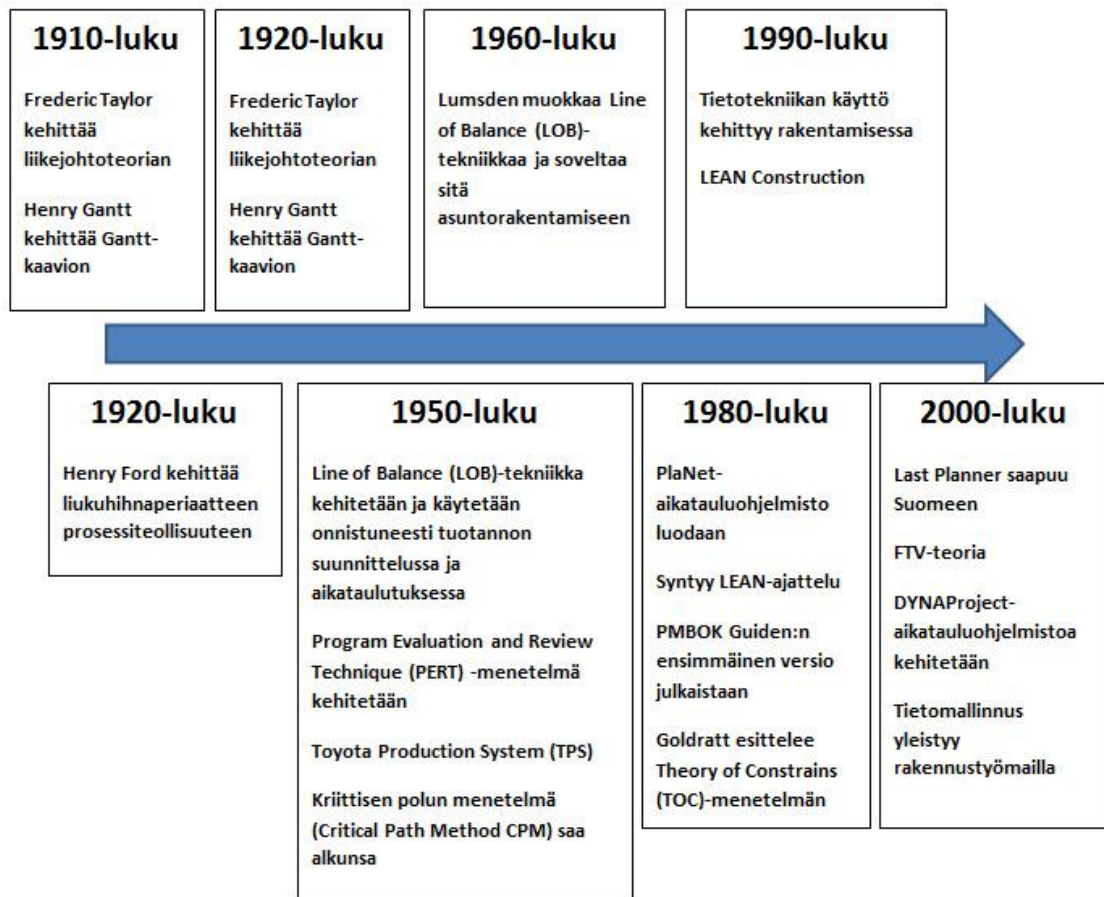
Tämän mestarityön tarkoituksena on varmistaa pääurakoitsijan tarkoituksenmukainen ja oikea-aikainen tuotannosuunnittelu koko työmaan läpivientiä ajatellen. Mestarityössä kiinnitetään huomiota hankkeen osapuolten toiminnan suunnitteluun ja ilmiöihin, jotka vaikuttavat rakentamiseen. Tarkoituksena on löytää tärkeimmät tuotannonhallinnan keinot, joilla varmistetaan rakennushankkeen läpivienti, yllä lueteltujen ongelmien purkamiseksi.

## 2 Rakennushankkeen tuotannonhallinta

### 2.1 Rakennusjohtamisen historia

Vaikka johtaminen itsessään on yhtä vanha kuin ihminen itse, ei johtamisen ja organisoinnin tutkimus, nykymuotoisena tieteenä, ulotu kuitenkaan varsin kauas. Nykyajan johtamisen teorialat kumpuavat teollisen vallankumouksen seurauksista 1800-luvulta. Verrattuna luonnontieteisiin johtamista pidetään varsin pehmeänä aihepiirinä, epätarkasti mitattavana, jopa hankalana määritellä. Johtamisen historian elinkaari on havainnoitu kuvassa 1.

Rakentamisen historiassa ensimmäinen iso muutos on ollut siirtyä tilapäisistä asumuksista asumaan kiinteisiin asumuksiin. Ihmisten siirryttyä metsästäjä-keräilijäyhteiskunnasta maatalouden harjoittamiseen on voitu rakentaa pysyviä asumuksia ja aloittaa rakentamiskulttuurin kehitys uudella tavalla. Suurempia ja monimutkaisempia rakenteita varten tarvitaan useampia yksilöitä apuun. Mitä suurempi ja monimutkaisempi projekti, sitä tärkeämpää on yhteen sovittaa ja ohjata kokonaisuutta.



Kuva 1 Rakennushankkeen ajallisen suunnittelun ja ohjauksen kehitys [1, s. 5]

1910-luvulla Frederick Taylor kehitti johtamismenettelmänsä, jota kutsutaan taylorismiksi. Taylorismi on yksi keskeinen johtamisen paradigma, jonka perusteena toimii ajatus työn mittaamisesta ja työtehtävien tarkasta määrittelystä. Taylorin johtamisessa korostuu työn tuottavuuden mittaaminen aikayksikössä, eli työsuoritteiden kellottaminen ja niiden tarkka määrittely. Taylorismia näkee rakennustyömaalla laajasti hyödynnettävänä yksittäisten työtehtävien keston kellottamisessa, jolla luodaan eri työtehtäville aikatauluihin vietäviä menekkejä. Työn menekit ja niiden luomat resurssiedellytykset toimivat onnistuneen aikataulun perustana yhä nykyrakentamisessa. Tietokoneiden avustuksella pystytään hyödyntämään laajoja töiden menekkitietoja ja tahdistamaan mitattujen keskiarvojen mukaan aikataulua. [2.]

Henry Fordin kehittämä liukuhihnatuotanto mullisti aikansa autoteollisuuden ja oli alkua prosessiteollisuuden kehittymiselle. Fordin mullistettua oman teollisuudenalansa



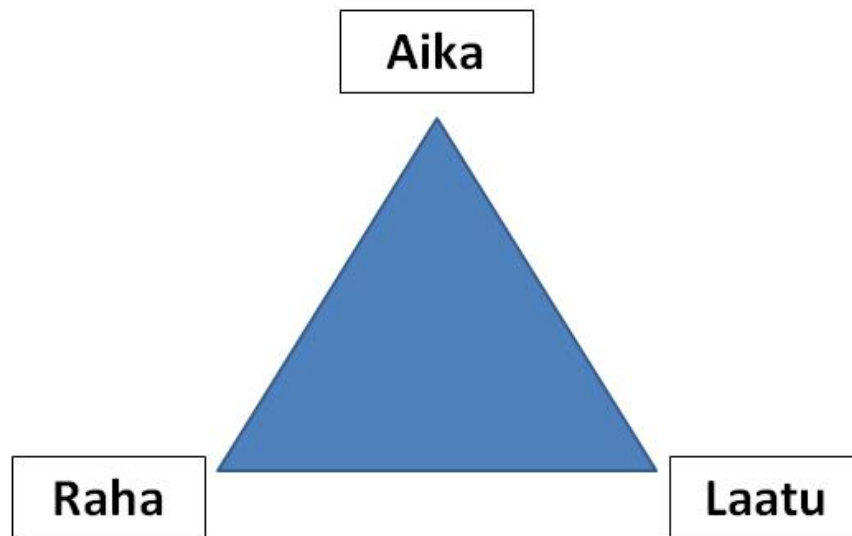
tuotannon menetelmät ovat levinneet myös muille teollisuusaloille, mukaan lukien rakennustuoteteollisuuteen. Fordin menetelmistä hiottuja versioita ovat line of balance–tekniikka, sekä Toytoan kehittämä Toyota Production System, joilla on pyritty muodostamaan tehokkaita prosessiketjuja erilaisten tuotteiden valmistamiseksi. Keskeinen periaate eri prosessituotannon teorioissa on hallita muuttujia, määritellen niille kestoja, laatua ja hintaa. Rakentamisen kannalta on tärkeää ymmärtää pilkkoa prosessi mitattavan kokoiisiin osiin, valvonta ja oikea-aikainen poikkeamiin puuttuminen.

Tuotannon hallinta ja rakennuskohteen pilkkominen työkohtaisesti aikatauluun tarkoittaa samoja asioita, kuin Taylor, Ford ja Toyota ovat aikanaan hahmotelleet tehdastuotannossa, ainoalla erotuksella että rakennustyömaa on projektina yksilöllinen ja sen tuotannossa tulee ottaa huomioon kyseisen työmaan edellytykset.

Kuvasta 1 näkee, miten vuosituhannen vaihteessa pääpaino johtamisteorioissa kääntyy prosessiteollisuuden teorioista erilaisiin tietokoneille ja ohjelmistoihin. Tietokoneiden yleistyminen kotikäytössä ja internetin yleistyminen on tuonut runsaasti uusia työvälineitä ja menetelmiä käytettäväksi. Tietokoneella pystytään laskemaan monimutkaisia kokonaisuuksia ja jäsentelemään tietoa, jota aikaisemmin ei ole järkevästi pystynyt hallitsemaan. Selkeä muutos on tapahtunut myös rakentamisessa, missä pystytään hyödyntämään projektinjohto-ohjelmistoja sekä aikatauluttamaan ja kilpailuttamaan laajasti hankkeen osia.

## 2.2 Rakentamistalouden teoria

Rakentamistalouden tarkoituksena on löytää hankkeelle laadullisesti, ajallisesti ja taloudellisesti paras mahdollinen toteutustapa, sekä ylläpitää laadukasta ja kustannustehokasta toteutusta rakentamisen aikana. Kustannuksien, ajan ja laadun suhdetta voidaan kuvata kuten kuvassa 2.



Kuva 2. Havainnointi ajan, rahan ja laadun suhteesta projektissa.

Peruseriaatteena kuvan 2 mukaisessa kuviossa on havainnoida tasapainoa ajan, rahan ja laadun välillä. Mikäli halutaan panostaa johonkin osaan, tulee ottaa huomioon että se on sidoksissa myös kahteen muuhun rakentamisen pääosa-alueeseen. Esimerkiksi laatua saadaan kasvatettua vain lisäämällä projektiin rahaa ja aikaa ja rahasta ei saada tingittyä, ilman että aikataulut ja rakentamisen laatu kärsii.

### 2.2.1 Rakentamisen toimialat ja osapuolet

Rakentaminen on jakautunut useisiin toimialoihin. On tärkeää ymmärtää eri osapuolten nivoutuminen kokonaisuuden muodostumisessa, jotta voidaan päästä hyvään lopputuloksen. Voidaankin sanoa, että hyvällä johtamisella kokonaisuus on enemmän kuin osiensa summa.

Rakennustuoteteollisuus, kiinteistöala, yhteiset toiminnot, talonrakentaminen, talotekniikkaurakointi ja infrarakentaminen muodostavat kokonaisuuden, joka muovaa yhteistä elinympäristöä. Yhdessä rakennukset muodostavat suuren osan suomalaisten kansallisvarallisuudesta ja toimialojen vaikutus kansalliseen työllisyyteen ja talouteen on merkittävä. [3.]

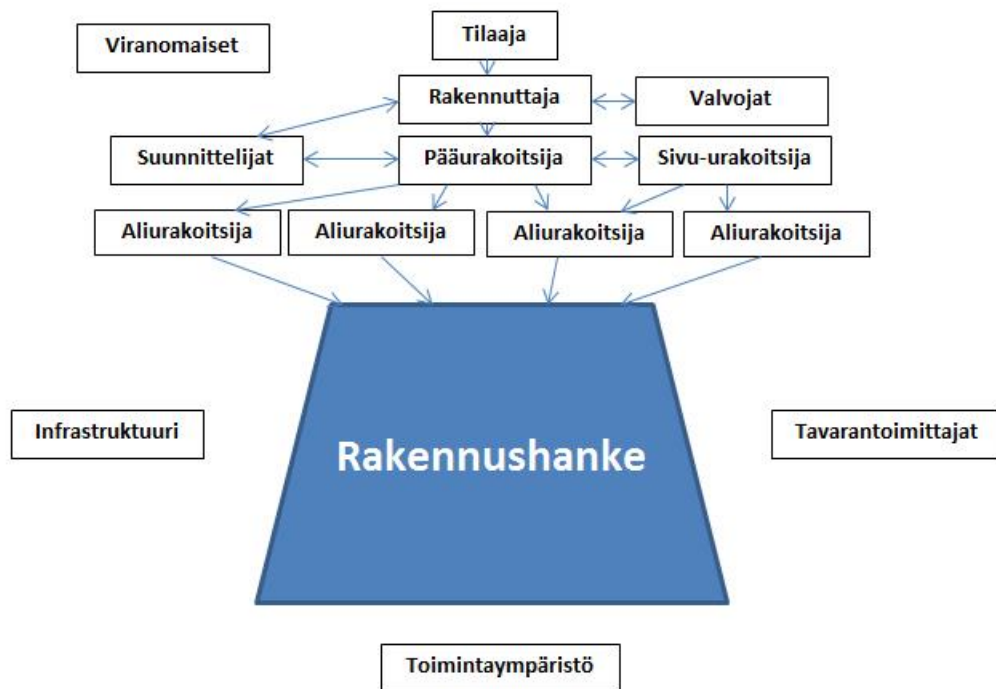
Talonrakentaminen edellyttää toimivaa rakennustuoteteollisuutta, joka osaltaan mahdollistaa materiaalit rakennusten tekemiseen. Ilman toimivaa infrastruktuuria rakennustuoteteollisuus ei saa resurssitoimittajilta tarvittavia materiaaleja. Talotekniikkaurakointi tukee talonrakentamista ja kiinteistöalaa, muodostamalla ihmisille tärkeitä hyödykkeitä, lämmön, veden, ilmanvaihdon, sähkön ja automaation.

Kun rakennus valmistuu, urakoitsijoiden rooli vähenee. Talonrakentamisen, talotekniikkaurakoinnin, infran ja rakennustuoteteollisuuden muodostamasta lopputuotteesta huolehtii kiinteistöalan ammattilaiset. He huolehtivat rakennusten ylläpidosta sekä käytöstä asiakkaan toiveiden mukaisesti.

### 2.2.2 Urakkamuodot ja urakoitsijoiden väliset suhteet

Urakkamuodolla tarkoitetaan rakennushankkeessa eri osapuolten välisen vastuun määrittelyä. Urakkamuotoja ovat kokonaishintaurakka, kokonaisvastuurakentaminen, tavoitehintaurakka, laskutyöurakka, projektinjohtourakka ja elinkaarihankkeet. Myös muita urakkamuotoja on olemassa, ja lopulta vastuut ja velvollisuudet määritellään erikseen sopimuksissa hankekohtaisesti.

Urakkamuodot jaetaan urakoitsijan suoritusvelvollisuuden, urakoitsijoiden välisten suhteiden ja maksuperusteen mukaan [4, s. 12–20]. Perinteisen rakennushankkeen eri osapuolia ja heidän sidoksia toisiinsa voidaan havainnoida esimerkiksi kuten kuvassa 3.



Kuva 3. Erimerkki rakennushankkeen ympärillä toimivista osapuolista ja heidän sidoksistaan.

Urakoitsijoiden välisillä suhteilla tarkoitetaan suoritusvelvollisuuksien muodostumista eri osapuolten välillä. Urakoitsijoiden välisiä suhteita kuvataan termein pääurakka, aliurakka ja alistettu sivu-urakka. Pääurakoitsija on vastuussa suhteessa rakennuttajaan hankinnoista, työmaan johtamisesta sekä rakennustöistä. Aliurakoitsijalla tarkoitetaan pääurakoitsijaan sopimussuhteessa olevaa urakoitsijaa. Alistettu sivu-urakoitsija tai vain sivu-urakoitsija on aikataulun osalta pääurakoitsijan alle alistettu urakoitsija, joka toimii kuitenkin urakkasopimussuhteessa rakennuttajaan.

Tyypillinen rakennushankkeen alistettu sivu-urakoitsija on talotekniikka-alan urakoitsija.

### 2.2.3 Projektin vaiheistus

Rakennushankkeessa on erilaisia aikatauluja moneen tarkoitukseen. Hankeaikataululla tilaaja asettaa reunaehdot projektille. Yleisaikataulu toimii tilaajan ja päätoteuttajan sopimusperusteena ja antaa raamit rakentamisen tarkemmille aikatauluille. Työaikataulu on urakoitsijoiden töiden sopimusperuste.

Rakennushankkeen elinkaari, tyypillisessä projektissa, alkaa tarveselvitysvaiheesta jonka tilaaja suorittaa yhdessä mahdollisen rakennuttajan edustajan kanssa. Tarveselvitysvaiheen lopputuloksena on hankepääätös, jonka pohjalta siirrytään hankesuunnitteluvaiheeseen. Hankesuunnitteluvaiheessa määritellään tilaohjelma ja tilapohjainen kustannusarvio. Hankesuunnitteluvaiheen arvioiden jälkeen tilaaja muodostaa investointipäätöksen ja siirtyy rakentamisvaiheeseen.

Rakentamisvaiheen alussa tehdään ehdotukset, luonnokset ja luodaan pääpiirustukset joiden pohjalta haetaan rakennuslupaa. Pääpiirustuksien lisäksi tehdään työpiirustukset, joiden pohjalta tehdään tarjouspyynnöt eri urakoitsijoilta. Lopulta rakentamisvaihe huipentuu siihen, että tehdään rakentamispäätös, jolloin varsinainen rakentaminen voidaan aloittaa. Kun rakennus valmistuu alkaa käyttöönottovaihe. Käyttöönottovaiheessa tulee tilaajan kannalta esille käyttäjän vaatimuksiin liittyvät muutokset, sekä takuutarkastukset käyttöönoton jälkeen. Kun rakennus on tehty ja luovutettu tilaajalle, suoritetaan hankkeesta taloudelliset loppuselvitykset.

Rakennushankkeen elinkaarta voidaan havainnoida esimerkiksi kuvan 4 mukaisella tavalla, jossa projekti etenee nuolien osoittamassa järjestyksessä. Jokaisella vaiheella on omat erityisvaatimukset ja vaikutukset hankkeen läpivientiin.



Kuva 4. Hankkeen vaiheet visualisoituna. Laatikoissa normaalin rakennusprojektin vaiheet, ylhäältä alaspäin, laatikon alla vaiheen tulos tai sen sitä seuraava toiminto.

#### 2.2.4 Suunnittelu

Suunnittelun ja suunnitelmien rooli on merkittävä rakennushankkeen läpiviemisen kannalta. Suunnitelmia on koko hankkeen elinkaaren ajan. Merkittävimmät suunnitelmat talotekniikkatöiden johtamisen kannalta ovat työ- ja pääpiirustusten ohella tuotannon suunnitelmat, sekä urakoitsijoiden väliset hankinta- ja logistiikkasuunnitelmat.

Suunnittelusta vastaavat suunnittelulajista riippuen eri henkilöt. Työmaan teknisiä piirustuksia laativat kulloiseenkin suunnittelulajiin erikoistuneet suunnittelijat. Rakennesuunnittelija, arkkitehti ja talotekniikkasuunnittelija ovat henkilöitä, joille kuuluu piirustusten laatiminen, mutta rakennustyössä suunnittelua on myös tuotannon

puolella. Työn toteutuksen suunnittelua, kuten aikataulusuunnittelua, suorittaa muun muassa urakoitsijat.

Tyypillisessä rakennushankkeessa tilaaja on vastuussa suunnittelun ohjauksesta ja pääurakoitsijalle kuuluu rakentamiseen liittyvän tuotannonohjauksen vastuu.

Suunnittelunohjaustilanne voi olla esimerkiksi hankkeenaikainen kokous. Työmaan aikana järjestetään erityyppisiä kokouksia. Esimerkiksi suunnittelukokous, hankintakokous, työmaakokous sekä urakoitsijapalaverit ovat erinomaisia suunnittelutyön ohjaamiseen käytettäviä välineitä.

Tärkeintä aikatauluille ja projektin vaiheistukselle on aikataulujen realistisuus ja toteutuskelpoisuus, aikatauluissa tulee olla huomioituna myös mahdolliset häiriöt. Häiriöiden torjuminen ennalta, aikataulujen valvominen ja poikkeamiin puutuminen ovat hankkeen aktiivista ohjausta.

Rakennuttaja laatii projektiaikataulun koko hankkeesta. Projektiaikataululla pidetään huolta ja tarkistetaan, että projekti on toteutettavissa normaalissa rakentamisajassa. Hankkeaikatauluun eli projektiaikatauluun vaikuttaa merkittävästi valittu urakkamuoto. Projektimuotoa ja työn rakennetta suunniteltaessa tulee ottaa huomioon aktiivisesti talotekniikkatöiden suhde rakennusteknisiin töihin.

Suunnittelukokouksella tarkoitetaan tilaajan järjestämää suunnittelijoiden, urakoitsijoiden sekä valvojien välistä kokousta. Suunnittelukokouksessa käsitellään rakennushankkeen suunnitelmatilanne. Tilaajan tai pääsuunnittelijan toimiessa puheenjohtajana käydään suunnitelmatilanteeseen liittyen läpi erityisesti suunnittelu-aikataulun tilanne ja tarvittavat suunnitelmapuutteet, sekä työmaan piirustuksiin liittyvät kysymykset. Urakoitsijoiden tulee valmistella huolella kokoukseen osallistuminen, jotta pääurakoitsijan ja sivu-urakoitsijoiden tarpeet tulevat esille.

Hankintakokouksessa urakoitsija seuraa hankinta-aikataulun toteutumaa ja tekee havaintoja kulujen toteutumisista. Hankintakokouksella pyritään saamaan kokonaiskuvaa työmaan hankintojen etenemisestä, sekä selvittämään ongelmakohtia. Hankintakokouksia voidaan pitää yrityksen sisäisesti, mutta myös eri urakoitsijoiden välillä. Erityisesti koskien työmaan eri osapuolten yhteistyötä vaativien hankintojen ja kokonaisuuksien suorittamista on syytä järjestää erillisiä hankintakokouksia.

Työmaakokous on urakoitsijan ja tilaajan välinen kokous. Työmaakokouksessa käsitellään työmaan yleistilanne, aikataulut, kustannustavoitteet sekä tehdään tarvittavat päätökset tilaajan ja urakoitsijan välillä projektin eteenpäin viemiseksi.

Urakoitsijapalaveri on pääurakoitsijan järjestämä kokous sivu- ja aliurakoitsijoiden töiden tahdistamiseksi. Urakoitsijakokouksessa käydään läpi työmaan tilanne ja tilanteeseen liittyvät kysymykset. Urakoitsijapalaveri on usein työmaan sujuvuuden kannalta tärkein tilaisuus.

### 2.2.5 Projektin aikataulut ja tahdistaminen

Tavallisemmin rakentamishankkeessa on käytössä jana-aikataulut, paikka-aikakaaviot sekä vinjetit. Muita aikataulumuotoja ovat tuotantoaikakaavio, toimintaverkot sekä lukujärjestykset.

Ajallisesti työmaan aikataulut voidaan jakaa alustavaan suunnitteluun, yleissuunnitteluun, vaihesuunnitteluun, tehtäväsuunnitteluun sekä viikkosuunnitteluun. Joka vaiheessa suunnittelun tarkkuustaso kasvaa, alustavan suunnittelun ollessa suuripiirteisintä ja yksittäisen tehtäväsuunnittelu ollessa kaikkein tarkinta. Kullekin projektille, sen vaiheelle ja työlle tulee valita siihen soveltuva suunnittelun taso ja aikataulutyyppi. Aikataulujen ja tahdistamisen laiminlyönti johtaa tyhjäkäyntiin työmaalla. [1, s. 39–42.]

Tärkeää aikataulutuksen ja työn tahdistuksen kannalta on määritellä hankkeen kesto, hankkeen aloitus- ja päättymisajankohdat, välitavoitteet, hankkeen tehtävät, tehtävien ajoittumiset sekä tehtävien väliset suoritusjärjestykset, riippuvuudet, limitykset ja tehtävien tuotantonopeus. [1, s. 39–42.]

Jana-aikataulu on rakentamisessa käytetty aikataulumuoto. Jana-aikataulun etuihin lukeutuu sen yksinkertainen rakenne. Jana-aikataulun isoin ongelma on kaiken tarvittavan tiedon esittäminen järkevällä tavalla. Kuvassa 5 on esimerkki jana-aikataulun rakenteesta. Jana-aikataulu tukee heikosti tehtävien etenemisen mittaamista ajan ja paikan suhteen, jolloin tehtävien osittelu osakohteisiin on vaikea suorittaa.



Tehtävä	Määrä	Resurssi	Aloitus	Lopetus	Maaliskuu	Huhtikuu						
Laatoitus	50 m2	2 RAM	8.2.2015	10.3.2015	■	■	■					
Oviasennus	12 kpl	1 RAM	4.3.2015	22.3.2015		■	■	■				
Maalaus	120 m2	4 RM	4.3.2015	1.4.2015		■	■	■	■			
Muuraus	120 m2	2 RAM	7.4.2015	22.5.2015							■	■
Alakatot	200 m2	6 RAM	16.2.2015	22.2.2015								
Asfaltointi	1200 m2	au	4.3.2015	22.3.2015	■	■	■					
Kivetystyöt	200 m2	au	4.3.2015	1.4.2015	■	■	■	■				

Kuva 5. Esimerkki jana-aikataulun rakenteesta. Janaviivoilla hahmotellaan työvaiheiden sijoittumista toisiinsa.

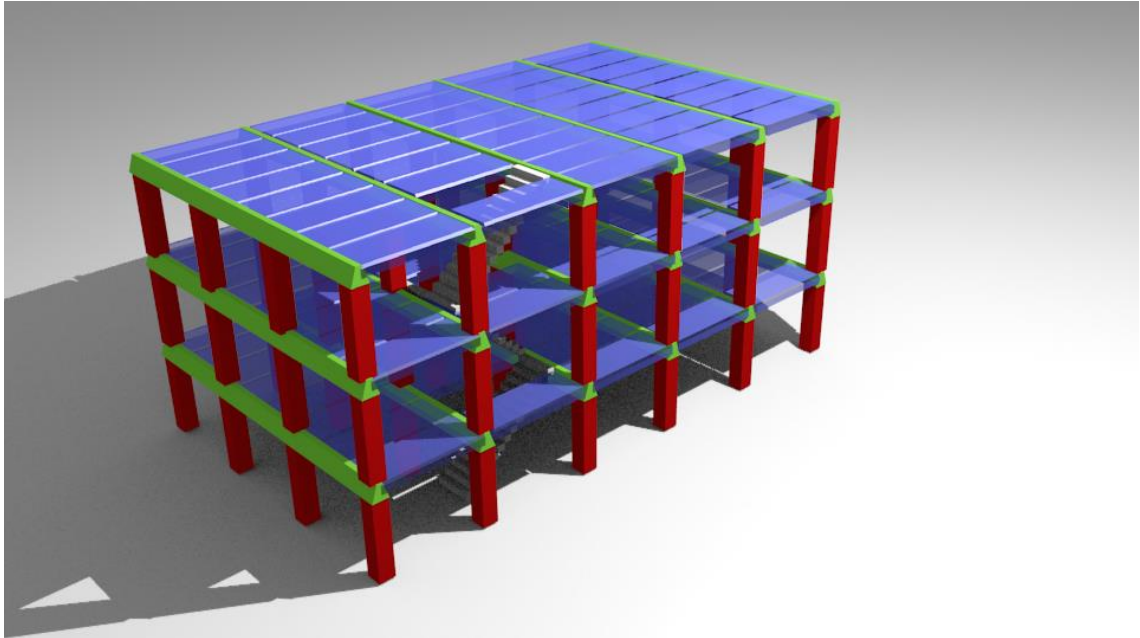
Jana-aikataulua paremmin työvaiheiden sijoittumista toisiinsa pystytään kuvaamaan vinoviiva-aikataululla. Suomessa käytettäviä vinoviiva-aikatauluja on paikka-aikakaavio ja tuotantokaavio. Vinoviiva-aikataulut pohjautuu Line of Balance ja Flowline-tekniikoihin.

Rakennustyömailla paikka-aikakaavio on osoittautunut hyväksi vaihtoehdoksi janamuotoiselle aikataululle, koska se siihen pystytään sisällyttämään ajan lisäksi myös työn suorituspaikka työmaan sisällä.

Paikka-aikakaaviot voidaan luoda esimerkiksi aikatauluohjelmistoilla. Aikatauluun voidaan lisätä työvaiheiden riippuvuuksia, työjärjestyksiä, seuranta töiden edistymisestä osakohteittain ja työryhmiä. Esimerkiksi merkitsemällä käytettävät resurssit värein voidaan kätevästi ohjata aikataululla työryhmittäistä työnjakoa. Aikataulujen ymmärtämisen helpottamiseen voidaan käyttää aikatauluun sidottuja tietomalleja ja työn edistymistä kuvaavia visualisointeja. Esimerkki visualisoinnista löytyy kuvasta 6.

Aikataulujen seurannalla tarkoitetaan työn suorituksen aikana tapahtuvaa valvontaa aikataulun toteutumisesta. Helppo ja yleinen menetelmä edistymisen esittämiseen on merkitä alkuperäiseen aikatauluun nykytilanne katkoviivoin. Katkoviivoista on helppo seurata aikataulupoikkeamia ja vastata niihin työmaalla. Aikataulun valvonnassa tulee huomioida resurssien sijoittamiseen liittyvä kysymys, eli kulloisellekin työporukalle tai

urakoitsijalle tulee osoittaa seuraava työkohde ja tehtävä katkoksien ja tuottamattoman työn vähentämiseksi. Tyhjäkäynnin minimointi työntekijäkohtaisesti parantaa työmaan tuottavuutta.



Kuva 6. Mallinnuksen hyödyntäminen työsuunnittelussa. Aikataulutuksen ja työsuunnittelun kehittämisessä luettavuus on tärkeässä osassa.

Talotekniikkatöiden ja rakennusteknisten töiden yhteensovittamisen näkökulmasta aikataulusuunnittelu edellyttää urakoitsijoiden välistä aikataulujen ristiin ajamista. Aikatauluissa tulee käydä läpi eri osapuolten työvaiheet ja niiden sidonnaisuudet toisiinsa. Talotekniikkatöiden aikatauluista voidaan luoda esimerkiksi asiakirja, johon on merkitty eri työvaiheiden aloitusmahdollisuudet työvaiheiden valmistumisen perusteella. Aikataulusuunnittelu rakenneteknisten töiden ja talotekniikkatöiden rakenneteknisten detaljien niveltämiskohdissa liittyy myös työmaan rakennussuunnitteluun. Tarkkaa suunnittelua edellyttävät nivel- ja risteyskohdat tulee ottaa huomioon, niin rakennesuunnittelussa kuin toteutusta suunniteltaessa. Yhteistyö rakennesuunnittelijoiden, talotekniikkasuunnittelijoiden ja urakoitsijoiden välillä aikatauluja ja työjärjestyksiä muodostettaessa on tärkeää.

Työn valvontaan ja aikataulutukseen on käytössä myös valvontavinjetti. Valvontavinjettiin merkitään työn eteneminen työvaiheittain ja mahdollisesti kohteittain

jaettuna. Erityisesti linjasaneerauskohteissa valvontavinjetin käyttö on osoittautunut hyödylliseksi työkaluksi.

Aikataulujen ja suunnitelmien luettavuutta helpottaa selkeä visuaalinen ilme. Monimutkaisen näköiset aikataulut ja suunnitelmat itsessään eivät palvele ketään muuta kuin niiden laatijaa. Aikataululla on tärkeä tehtävä toimia tekijälleen työvälineenä, mutta aikataulut ovat myös tärkeä tiedotusväline projektin eri osapuolten suuntaan. Hyvin laaditusta ja ajantasaisesta aikataulusta jokainen projektin osapuoli voi seurata työn etenemistä ja suunnitella päivittäistä työtään sen ympärille.

### 2.2.6 Rakentamisen määräykset ja sopimukset

Rakennusala säätelee lukuisat lait ja määräykset, jotka perustuvat Suomessa maankäyttö- ja rakennuslain sekä maankäyttö- ja rakennusasetusten pohjalle. Lakien, asetusten, sääntöjen ja ohjeistusten pätevyysjärjestys on havainnoitu alapuolella kuvassa 7.



Kuva 7. Lakien ja määräyksien oikeusjärjestys. [4.]

Oikeusjärjestyksessä ylimpänä on Euroopan unionin (EU) säätämät lait ja asetukset, jonka pohjalta kansallinen säädäntö muodostetaan. Rakennusalan kannalta Euroopan unionin vaikutus näkyy muun muassa rakennustuotteiden tuotehyväksyntäasioissa, rakennusten ympäristövaikutuksien säädännössä sekä rakennusten ja rakennustuotteiden energiatehokkuuksissa. Taloteknisten järjestelmien kannalta on oleellista tarkistaa järjestelmien asianmukainen hyväksyntä ja niiden energiavaikutukset rakennukseen. EU:n ympäristölainsäädännön alapuolelle sijoittuvat kotimaiset lait, jotka säädetään eduskunnassa. [6.]

Suomen rakennusalaan koskevat lait löytyvät pääasiallisesti maankäyttö- ja rakennuslaista, jonka asiat kuuluvat valtioneuvostossa ympäristöministeriön alle. Lakien ja asetusten pohjalta on luotu kansalliset määräykset rakentamisen laadusta ja hyvästä rakennustavasta. Kun työmaalla rikotaan säädettyjä määräyksiä tai ohjeistusta, on viranomaisella velvollisuus puuttua hyvän rakennustavan vastaiseen rakentamiseen. Lainsäädäntö ja määräykset antavat myös tarkat turvallisuussäädökset rakentamiselle nimenomaan työntekijöiden turvallisuuden suojaksi. Turvallisuussäädösten rikkomisesta on merkittävät henkilökohtaiset sanktiot työnantajaosapuolen edustajille, työmaaorganisaatiosta ylimpään johtoon asti. [6.]

Rakennusprojektin urakoitsijoiden hallinnassa on keskeistä muodostaa sopimussuhteita toimijoiden välille. Rakennusurakoiden sopimisen helpottamiseksi on luotu Rakennusurakan yleiset sopimusehdot (YSE). Yleisten sopimusehtojen pohjalta saadaan yhtenäistettyä sopimuskäytäntöjä rakennushankkeissa. Muita yleisesti käytettyjä vakio sopimusehtopohjia ovat Rakennustuotteiden yleiset hankinta- ja toimitusehdot (RYHT), Rakennusalan työtä koskevat yleiset kuluttajasopimusehdot (REYS-9), Rakennusalan erikoistöitä koskevat yleiset kuluttajasopimusehdot (REYS-8), Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot (KSE) sekä kiinteistöpalveluita koskevat Isännöintipalveluiden yleiset sopimusehdot (ISE) ja Kiinteistöpalvelualan yleiset sopimusehdot (KP).

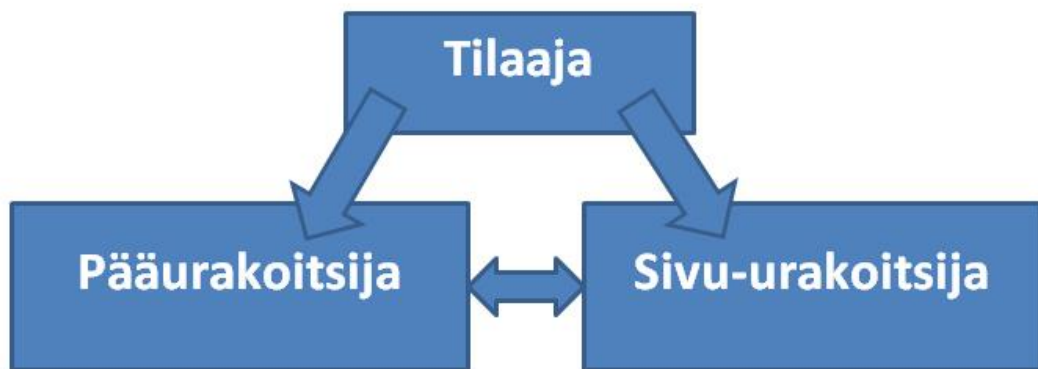
Yleisiä sopimusehtoja käyttämällä pyritään osapuolten väliseen yhtäläiseen ymmärrykseen tehtävästä työstä. Sopimuksilla pyritään jäsentelemään osapuolten vastuita, velvollisuuksia ja oikeuksia työtä tehdessä. Esimerkkinä tyypillisistä sopimuksista rakennustyömaalla ovat urakkasopimukset, työsopimukset ja materiaalitoimittajalta tehtävät tilaukset. Hyvät sopimuskäytännöt, osapuolten

yhteisymmärrys tehtävästä työstä ja sopimuksenlukutaito ovat edellytyksiä osapuolten välisen toiminnan onnistumiselle.

Tyypillinen ongelma rakennustyömaalla syntyy, kun ali- tai sivu-urakoitsija ei ole perehtynyt yhteisiin sopimuksiin ja aiheuttaa ristiriitatilanteen ollessaan epätietoinen sopimuksessa määritellyistä käytännöistä.

Sopimuksien tulee olla realistisia ja tavoitehakuksia. Sopimuksin pyritään ohjaamaan työtä ja motivoimaan tekijöitä esimerkiksi sisällyttämällä tulospalkkioita ja sanktioita sopimuksen mukaisen työn onnistumisen mukaan.

Mikäli tilaaja on kilpailuttanut talotekniikan erillisenä sivu-urakkana, pääurakoitsijan sopimussuhde talotekniikkaurakoitsijaan saattaa olla etäinen ja taloudelliset sidossuhteet ovat molemmilla osapuolilla tilaajaan. Tilaajan, pääurakoitsijan ja sivu-urakoitsijan suhde on kuvattu kuvassa 8. Rakennusaikana on kuitenkin hyvä muodostaa käytäntöjen mukaan sopimuksia osapuolten välille, yhteisestä toiminnasta ja tavoitteesta. Osapuolten toimiessa yhteisesti kokonaisuus toimii paremmin.

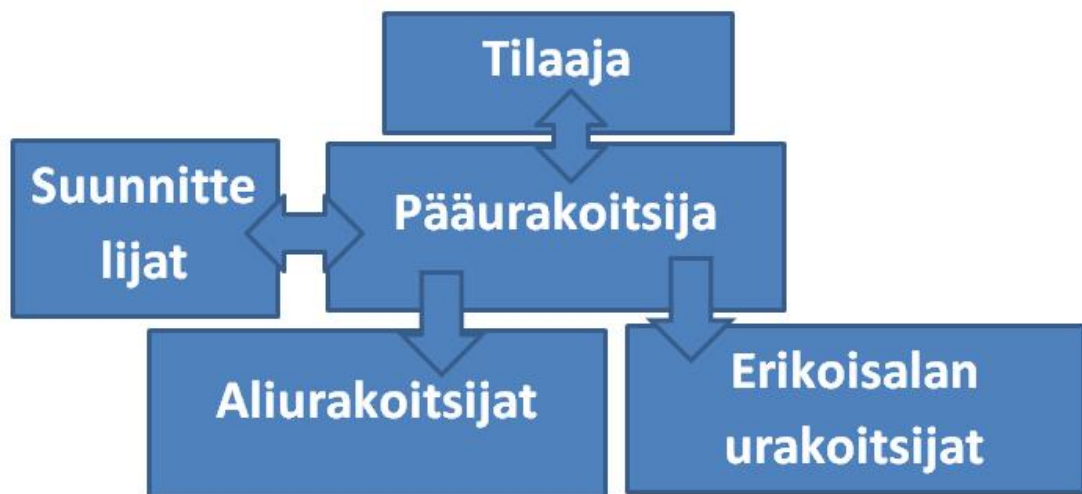


Kuva 8. Urakoitsijoiden väliset sopimussuhteet.

Huolellisesti laadituilla kannustavilla sopimussuhteilla pystytään parantamaan projektin tulosta ja saavuttamaan asiakkaalle parempaa vastinetta urakkasummalle. Yhtenä ratkaisuna yhteistyöhön sitouttamiselle on alistaa sivu-urakoitsijat pääurakoitsijalle

myös taloudellisesti. Laajempi kokonaisvastuu pääurakoitsijoilta edellyttää kuitenkin toimivia markkinoita, joissa on useita riittävän isoja rakennusurakointiin sekä talotekniikkatöiden hallintaan erikoistuneita yrityksiä. Suunnittelu on toinen tyypillinen tilaajan erillisenä hankintana teettämä työ, johon pääurakoitsijan on vaikea vaikuttaa, ja on ennustettavissa, että kokonaisvastuu urakointi tulee kasvattamaan osuuttaan rakennusalalla. [7, s. 18.]

Kokonaisvastuu-urakointi tarkoittaa käytännössä sitä, että yksi osapuoli hoitaa kaikki urakointi ja suunnittelutyöt hankkeessa, jolloin tilaajan vastuulle käy tahtotilan määrittäminen, työn valvominen ja maksuerien vahvistaminen. Esimerkkikaavio kokonaisvastuusopimuksen vastuurakenteesta löytyy kuvasta 9.

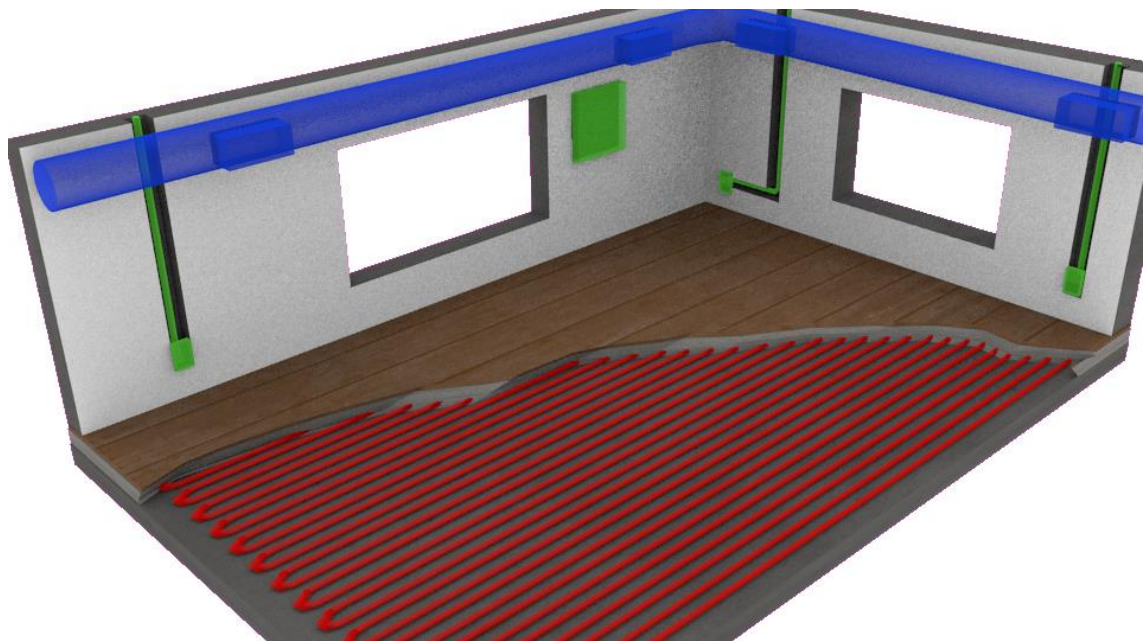


Kuva 9. Pääurakoitsijan vastuun kasvattaminen urakan kokonaishallinnassa.

Yleinen ongelma työmailla on johtaa työtä tunteella ja mielipiteillä eikä määräyksien ja sopimusten avulla. Vaikka tunne ja maalaisjärki saattaa joskus olla ohjekirjaa parempi ongelmanratkaisussa, tulee osapuolten välillä olla objektiivinen tapa tarkastella kokonaisuutta. Mahdollisten riita tilanteiden syntyessä on pystyttävä osoittamaan päätöksien ja sopimuksien pitävyys tuomioistuimessa. Ratkaisu sopimusten laadinnan puutteisiin on panostaa henkilöstön koulutukseen ja edellyttää perehtymistä kulloisenkin työn säädäntöön ja sopimuksiin ennen urakan aloittamista.

## 2.3 Talotekniikka

Talotekniikka käsitteenä pitävät sisällään rakennuksen tekniset järjestelmät, kuten lämmityksen, veden, viemärit, ilmastoinnin, jäähdytyksen, automaation, sähköt ja erikoislaitteistot. Esimerkkikuva talotekniikasta huoneessa näkee visualisoituna kuvassa 10, jossa on yksinkertaistettuna esitetty väreillä tyypillisiä taloteknisiä järjestelmiä huonetilassa. Talotekniikan osuus rakennusalan liikevaihdosta on jatkuvasti kasvussa ja useissa hankkeissa käsittää jo yhtä suuren osan kuin rakennustekniset työt. Asumisen muuttuvat edellytykset ja tietotekniikan sisällyttäminen asumiseen ja työskentelyyn tuo myös talotekniikalle uusia ongelmia ratkaistavaksi. Talotekniikan määrän lisääntyminen ja laitteistojen monimutkaistuminen tuo myös rakennusalan koulutukselle uusia aihealueita pureskeltavaksi.



Kuva 10. Rakennukset ovat täynnä tekniikkaa, joilla parannetaan ihmisten elinmukavuutta ja tilojen käytettävyyttä.

Pääurakoitsijan panostus taloteknisten järjestelmien hallintaan ja eri osapuolten yhteistoiminnan kehittäminen palkitsee parantamalla paitsi työn sujuvuutta, mutta myös tuo asiakkaalle lisäarvoa ja lopputuotteen kautta parantaa yrityksen katteita.

### 2.3.1 LVIST-työt

Rakennuksen LVIST-töillä tarkoitetaan lämmitysjärjestelmiä, vesi- ja viemärijärjestelmiä, ilmastointijärjestelmää, jäähdytysjärjestelmää, kiinteistöautomaatiojärjestelmää, sähköistysjärjestelmää, heikkovirtajärjestelmiä sekä erityislaitteistoja [8, s. 201].

LVIST-töillä pyritään kattamaan rakentamisen käyttöön ja toimintaan liittyvien edellytysten toteutuminen. Laitteistojen toiminta, niitä koskeva säädäntö ja ominaisuudet asettavat vaatimuksia myös rakennustöiden suorittamiselle. Talotekniikkaurakointiin edellytetään siihen erikoistunutta ja pätevöitynyttä ammattilaista. Suurimman osan laiteasennuksista suorittaa hyväksytyt alan erikoisliikkeet. [8, s. 201.]

Eri talotekniset järjestelmät poikkeavat toisistaan merkittävästi ja edellyttävät yksityiskohtaista suunnittelua, valvontaa ja asiantuntevaa asennustyötä. LVIST-töiden toteutus voidaan tehdä tilaajan tarpeiden mukaan joko erillisenä sivu-urakkana, yhdistämällä hankintavastuu kokonaisuudessaan pääurakoitsijalle tai yhteistyömallina, jossa sivu- ja pääurakoitsijan yhteistyötä ja riippuvuuksia voidaan säädellä hankekohtaisella osapuolten välisellä sopimuksella.

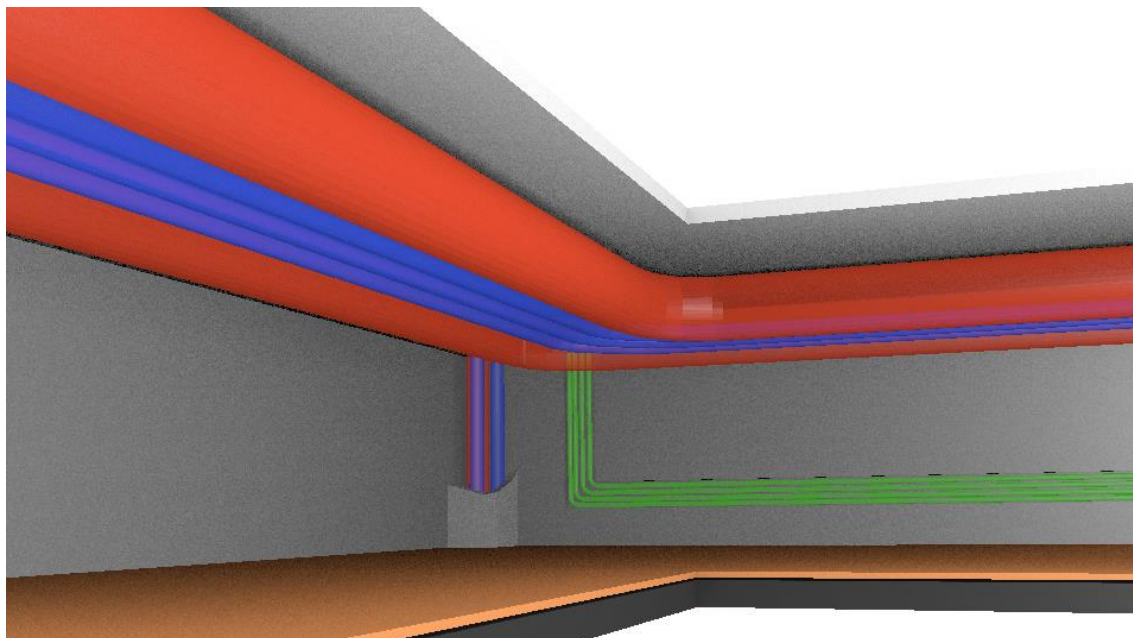
### 2.3.2 LVIST-töiden kipukohtat rakennushankkeessa

Talotekniikan kehitys tuo jatkuvasti uusia vaatimuksia rakennuksille. Rakentajalle uudistukset tuovat lisävaatimuksia suunnitteluun ja toteutukseen. Talotekniikan lisääntyminen tuo ongelmia työmaalle, ja esimerkiksi talotekniikkatarvikkeet tarvitsevat entistä enemmän tilaa rakennuksissa. Lisääntynyt tilantarve on otettava huomioon huolellisella reitityksen suunnittelulla. Esimerkki tilantarpeen vaatimuksista on havainnoitavissa kuvasta 11. [9, s. 2.]

Työmaalla talotekniikan kehittyminen ja suurentunut tilantarve laitteille ja kanaville tarkoittaa vaatimusta tarkempaan tuotannon suunnitteluun, kehittämiseen ja parantamiseen. Talotekniset työt tulee mitoittaa ja aikatauluttaa yhdessä rakennusteknisten töiden kanssa. [9, s. 2–3.]



Tuotannosuunnittelun kannalta LVIST-töiden työmenekkitiedot ovat osin puutteellisia ja aikataululaadinta on hankalaa. Yrityksillä on omia yrityskohtaisia työmenekkitietoja ja tapoja mitoittaa työtä. [9, s. 3.]



Kuva 11. Talotekniikan määrän lisääntyminen edellyttää tarkkojen suunnitteluvastuiden määrittelyä ja täsmällistä tuotannosuunnittelua.

Korjausrakentamisessa putkijohdojen reitityksien suunnittelu korostuu, mitä monimuotoisemmasta rakennuksesta ja vaativammasta taloteknisestä järjestelmästä on kyse. Ratkaisukeinona reittien suunnittelulle ja toteutukselle toimii reittisuunnitelmat. Suunnitellun reitin katselmointi työmaalla ja toteutuksen aikana lisätöiden katselmointi tulee tehdä, kun tarvitaan ylimääräisiä reikiä ja reittejä laitteistoille, joita ei ollut huomioitu alkuperäissuunnitelmissa. Korjausrakennustyömaan talotekniikan edellyttämien reittien suunnitteluun tulee osallistua pääurakoitsijan ja talotekniikkaurakoitsijan lisäksi myös tarpeen tullen rakennesuunnittelija sekä arkkitehti. Läpivientien poraaminen kantaviin rakenteisiin saattaa muuttaa rakennuksen kantavuuksia.

Talotekniset työt tekevät usein tiettyyn talotekniikan osa-alueeseen erikoistuneet urakoitsijat. Kun LVIST-järjestelmiä on kohteessa lukuisia kasvaa erillisten urakoitsijoiden määrä. Tyypillisimpiä ongelmia urakoitsijoiden määrän lisääntyessä ovat projektin valmistelun puutteet, työn rajaaminen, työmaahan sitoutuminen, erikoisalan

urakoitsijan osapäiväisyys, näkemuserot, väärät henkilövalinnat, epärealistiset aikataulut, puutteelliset aikataulut ja tiedonvälitys.

### **3 Talotekniikkatöiden johtamisen työkalupakki pääurakoitsijalle**

Talotekniikkatyöt ovat monen osapuolen yhteistoiminnan tuloksena syntyvä kokonaisuus, jonka osuus rakentamisesta on merkittävä.

Talotekniikkatöiden johtamisen ongelmat voidaan jakaa neljään pääkohtaan:

1. tiedonvälityksen ongelmat
2. logistiset ongelmat
3. rakenteelliset suunnittelun ja toteutuksen ongelmat
4. taloudellisten riippuvuuksien ja tavoitteiden asettaminen.

Tiedonvälityksen ongelmilla tarkoitetaan kommunikaatiota ja tiedonkulkua hankkeessa. Periaatteena toimivassa tiedonvälityksessä tulee olla oikean tiedon antaminen oikealle henkilölle. Työmaalla tulee eteen lukuisia ongelmia ratkaistavaksi ja työskentely on jatkuvaa yhteistoimintaa muiden urakoitsijoiden ja työntekijöiden kanssa. Näiden ongelmien ja yhteistoiminnan keskiössä toimii tiedonvälitys ja tiedon hallinnointi. Tyypillisiä tiedonvälityksellisiä ongelmia voivat olla esimerkiksi vanhojen piirustusrevisioiden käyttö rakentamisessa, aikataulumuutosten tietämättömyys ja työkohteiden työjärjestyksen muutokset.

Vahvasti tiedonvälitykseen liittyy myös toinen ongelmien pääkohta, logistiset ongelmat. Hankinnat ja logistiikka tahdistaa rakentamista, ja rakennustyömaalla harvoin on tilaa säilyttää ja suorittaa töitä täysin haluamassaan järjestyksessä, vaan työssä tulee huomioida yhteistoiminnan edellyttämät vaatimukset. Logistiikan kannalta tyypillinen ongelma rakennustyömaalla on esimerkiksi toimitusten ajoittaminen työmaan nostimien ja siirtoreittien kannalta, varsinkin vanhoissa kiinteistöissä taloteknisten järjestelmien siirtäminen uusiin konehuonetiloihin rakennusten ullakoille on useasti osoittautunut paljon suunnittelua ja resursseja vaativaksi työvaiheeksi.

Rakenteelliset suunnittelun ja toteutuksen ongelmat ovat se tyypillisin asia, mikä tulee mieleen, kun on puhe talotekniikkatöiden johtamisesta. Käytännössä suunnitteluvirheet tarkoittavat sitä, että laitteet ja talotekniikan asennukset eivät mahdu niille suunniteltuun tilaan tai ei ole muuten otettu huomioon rakenteita. Esimerkiksi korjausrakentamisessa talotekniikan mahduttaminen edellyttää tarkkaa rakenteiden tuntemista, mikä ei aina onnistu alkuperäisten piirustusten ollessa vain suuntaa-antavia rakennuksen todellisten mittojen suhteen. Teknisiä ongelmia syntyy myös paljon läpivientien ja kantavien rakenteiden kanssa.

Yksi tärkeimmistä ongelmakohdista rakentamisessa on yleisestikin taloudellisten riippuvuuksien ja tavoitteiden asettaminen. Harva rakentaa rakkaudesta lajiin, vaan tekijöitä motivoi vahvasti raha, joten myös rakennustyömaalla työtä ja urakoitsijoiden yhteistoimintaa suunniteltaessa on syytä ottaa taloudelliset tavoitteet ja motivointi tavoitteiden saavuttamisesta saaduilla tulospalkkioilla. Talotekniikkaurakoitsijoiden kohdalla tyypillinen taloudellisen riippuvuuden ongelma syntyy siitä, kun pää- ja sivu-urakoitsija ovat molemmat erikseen taloudellisessa sopimussuhteessa tilaajaan, jolloin sivu-urakoitsija ei saa suoraan rahaa pääurakoitsijalta, joka voi edellyttää työvaiheiden etenemistä. Tässä tilanteessa on tärkeää, että pääurakoitsijalla ja tilaajalla on vahva yhteistoiminta ja yhteisymmärrys töiden etenemisestä ja talotekniikkasivu-urakoitsijan tilanteesta ja töistä.

Viisi keskeistä tekijää, joiden tulee olla kunnossa rakentamisen tuottavuuden parantamiseksi ja yllä lueteltujen ongelmien ratkaisemiseksi:

1. sitoutuneet johtajat
2. keskittyminen asiakkaaseen
3. tiimin muodostaminen
4. laatutietoinen asenne
5. ihmisten sitoutuminen [7, s. 42].

Toiminnan parantamisen ensimmäinen kohta on sitoutuneet johtajat. Tällä tarkoitetaan kautta linjan organisaatiossa toimivan vastuussa olevan henkilöstön ja ihmisten

sitouttamista hankkeeseen. Työn onnistuminen lähtee siitä, että tekijöillä on mahdollisuudet suorittaa tehtävänsä, ja tämän mahdollistaa vain tehtävänsä sitoutunut johto. Käytännössä sitoutuneella johdolla tarkoitetaan paitsi yritysjohtoa myös työmaaorganisaatiota, jossa työnjohtajat, projektinhoitajat ja nokkamiehet ovat motivoituneet ja sitoutuneet saavuttamaan tuloksellisesti hyvän lopputuloksen.

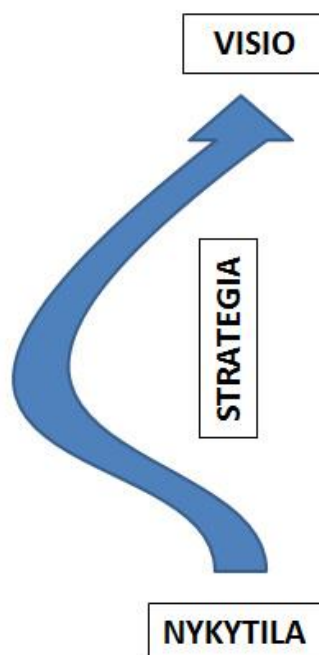
Asiakaskeskeisyys tulee liian vähän esille rakennustyömailla, vaikka se on elinehtona yritykselle ja työmaan etenemiselle, että työ saadaan lopulta myytyä asiakkaalle. Asiakaskeskeisyydellä ei tarkoiteta asiakkaiden teennäistä miellyttämistä, vaan erityisesti heidän tarpeidensa huomioimista rakentamisessa ja asennetta, jossa huomioidaan, että paremmin tekemällä saadaan asiakkaalle lisäarvoa, joka näkyy myös lopulta ammattikunnan arvostuksessa ja alan yleisessä kasvussa eli tekijän palkkapussissa.

Laatutietoinen asenne tarkoittaa paitsi tietoa siitä mitä ollaan tekemässä, mutta myös tiedon viemistä käytäntöön. Laatu on laaja käsite, ja sitä puretaan myös tässä mestarityössä. Keskeinen asia laatutietoisuudessa syntyy siinä, että edellytetään jokaiselta projektiin osallistuvalla kiinnostusta ja ammattimaisuutta tekemänsä asian suhteen. Laatutietoisuus on parasta esimerkiksi silloin, kun työmaalla vastaava työnjohtaja arvostaa sivu-urakoitsijan ammattitaitoa ja osaamista, osoittaa kiinnostusta ja tukee hyvälaatuisen työn edistymistä toiminnallaan.

Sitoutuminen toistuu jatkuvasti, ja sen tärkeys nousee esille myös ongelmien ratkaisukeinona, sekä toiminnan kehittämisesä. Työstä tulee saada työn mukainen palkkio ja ihmisille tulee antaa arvostusta työnsä mukaisesti, jolloin hyvin tehdystä työstä ja erinomaisista suorituksista tekijä saa asiaankuuluvan ja tuntuvan palautteen. Erityisesti toiminnan kehittämiseen motivoivana tekijänä erilaiset innovaatiopalkinnot toimivat erinomaisesti. Esimerkkinä innovaatiopalkinnosta eräs suuri suomalainen konepajayhtiö antoi vuoden palkan työntekijälle, joka kehitti prosessiin parannuksen, joka lopulta käyttöön otettiin yrityksen toimipisteissä läpi maailman. Yritykselle innovaatio toi miljoonien euroja säästöt vuodessa ja työntekijälle merkittävän taloudellisen palkinnon.

Johtamisen tarkoitus on mahdollistaa muille tiettyyn päämäärän pääseminen. Kuvasta 12 näkee, millainen on yksinkertaistettu polku nykytilasta vision saavuttamiseen strategian avulla. Päämäärää voidaan kutsua visioksi, suunnitelma jolla päämäärään

päästään on strategia ja johtamista on määrittää sekä mahdollistaa hankkeessa oleville ihmisille tämän kokonaisuuden toteutuminen.



Kuva 12. Strategia on suunnitelma, jolla nykytilasta pyritään visioon. Kuvan käyrä viiva muistuttaa siitä, että päämäärään pääseminen ei tapahdu aina suorinta tietä.

Rakennushankkeet ovat tyypillisesti projekteja. Projektin luonne tarkoittaa kertaluonteista työtä, joka tehdään tietyssä ajassa, tietyllä organisaatiolla, tietyn tuloksen aikaansaamiseksi. Projektiorganisaatio rakennetaan aina tehtävää silmällä pitäen.

Tärkeä projektijohtamisen keino on tavoitella tiettyä tulosta. Tulosperusteinen johtaminen ruokkii tavoitteellisuutta, toiminta keskittyy tuloksen aikaansaamiseen. Lopulta lopputulos määrittää suuressa määrin projektin onnistuneisuuden. Pääurakoitsijan tulostavoitteet tulee saada osaksi talotekniikkaurakoitsijan tavoitteita, jolloin molemmat osapuolet puhaltavat samaan hiileen.

Epäselvät ja eriävät näkemykset tavoitteellisuudesta muodostavat ristiriitoja rakennushankkeen sisällä. Tuleekin aina pyrkiä muodostamaan yhteinen päämäärä eri osapuolten välillä ja saada osapuolet ymmärtämään, että kaikki työskentelevät saman projektin äärellä, eikä kukaan voi työskennellä erillisessä kuplassa.

Hyvänä työkaluna vision, tai tavoitteen, määrittelylle rakennusprojektissa on keskustella säännöllisesti projektin etenemisestä, sekä eri osapuolten näkemyksistä. Parhaana tapana jakaa tietoa on huolella valmistellut kokoukset, joita tuetaan visualisoinneilla ja numerotavoitteilla.

Esimerkkinä tavoitteiden käsittelystä on aikataulun tilannekatsaus urakoitsijalaverissa. Urakoitsijalaverissa tulee käsitellä myös kaikkien osapuolten näkemykset. Hyvä johtaminen edellyttää selkeää johtajaa, mutta myös monipuolista toiminnan kyseenalaistamista. Ilman toimintatapojen kyseenalaistamista ei tapahdu kehitystä.

Tässä osiossa mestarityötä käsitellään perus työkalupakkia, jolla hallita projekteja, rakentamista ja johtamista, keskittyen erityisesti rakennushankkeessa toimivan pääurakoitsijan alaisten talotekniikkaurakoitsijoiden hallintamenetelmiin.

### 3.1 Tiedonvälitys

Tiedonvälityksellä tarkoitetaan eri henkilöiden ja osapuolten välistä kommunikaatiota. Käytännössä tiedonvälitystä on esimerkiksi puhelinsoitto urakoitsijalle, tai sähköpostin lähettäminen. Tiedonvälityksen tapa tulee valita tilanteen mukaisesti, välitettävän tiedon sekä kohteen mukaan. Kaikkea tietoa ei tule välittää kaikille, vaan oikea tieto on järjestettävä oikealle henkilöille.

Tietotekniikan käyttö apuvälineenä tiedonvälityksessä mahdollistaa erilaiset tietokannat sekä etäyhteydet. Rakennushankkeessa on hyvä olla oma tietokanta, johon tallennetaan projektin tärkeimmät asiakirjat eri osapuolten nähtäväksi. Projektipankissa eli sähköisessä projektitietokannassa voidaan pitää esimerkiksi piirustukset, kokous- ja katselmuspöytäkirjat, aikataulut ja selvitykset.

Voi olla jopa hyödyllistä ylläpitää julkista kustannusseurantaa projektipankissa, mutta tyypillisesti järjestelmän käyttäjille on määriteltävissä erilaisia oikeuksia tarkastella eri projektin asiakirjoja, jolloin kaikki tieto ei ole julkista kaikille osapuolille.

On tärkeää luoda vuorovaikutusta pää- ja sivu-urakoitsijoiden välille; tietokantojen käyttämisellä voidaan tukea tätä. Aktiivinen keskustelusuhde tietokannan sisällöstä ja sen laadusta ylläpitää ja kehittää ajantasaista ja laadukasta tietokantajärjestelmän ylläpitämistä. Tietokantaa koskevien puutteiden kommentit tulee välittää myös suunnittelijoille, tietokantaa tarjoavalle yritykselle ja muille asianomaisille tahoille. Tieto jota ei kerrota oikealle henkilölle, on arvotonta kehityksen kannalta.

Usein rakentamisen tietojärjestelmiä käytetään vain lakisääteisten asiakirjojen säilyttämiseen hankkeen aikana, esimerkiksi piirustusten sekä katselmusasiakirjojen varastointipaikkana. Huolella järjestetyllä tietokantajärjestelmällä eri osapuolet pystyvät keskustelemaan ja välittämään ajantasaisia aikataulu- ja työnsuunnitteluasiakirjoja toisilleen. Suuri ongelma rakennushankkeissa on nimenomaan tiedonkulun jähmeys, ja erityisesti tämä näkyy yritysten ja toimialojen välisessä yhteistyössä. Kun vasen käsi ei tiedä mitä oikea tekee, lääkkeenä toimii aktiivisesti päivitettävä yhteinen järjestelmä, myös rakentamisvaiheen aikana.

Rakentamisen osapuolet käyttävät tietokantoihin tallennettua tietoa oman työnsuunnittelun ja toteutuksen muodostamiseen. Huolellisesti ylläpidetty tietokanta mahdollistaa erityisesti sivu- ja aliorakoitsijoille tilaisuuden suunnitella työtä ja hankintoja, rakennushankkeen edellytyksien mukaisesti. Huolellisesti suunniteltu työ johtaa hyvään lopputulokseen ja on edellytyksenä menestykselle.

Talotekniikkaurakoitsijan ja pääurakoitsijan välisessä tiedonvälityksessä tietokannan käyttö tarkoittaa esimerkiksi suunnitelmaristiriitojen merkintää omaan tietokannan osaluueeseen, erillisten osakohteiden aikataulujen julkaisemista, työkonttien ja sivu-urakoitsijan aliorakoitsijoiden yhteystietojen jakamista tai muiden hankekohtaisten tietojen jakamista. Tietokantaan tallennettuja tietoja voidaan käyttää suoraan pohjana urakoitsijakokouksissa ja työmaan sisäisissä katselmuksissa. Onkin suositeltavaa, että työmaan toiminnot keskitetään yhteen urakoitsijoidenväliseen järjestelmään, jonka käyttöä edellytetään kaikilta osapuolilta.

Yksi ongelma tietotekniikan käyttämisessä on käyttäjien kyvyt ja taidot järjestelmien käyttöön. Hienoinakaan tietotekninen järjestelmä ei ole hyödyllinen, mikäli sitä ei osata hyödyntää oikein. Jokainen työkalu ja menetelmä vaatii oman ammattiosaamisen oikein hyödynnettäväksi. Koulutusta ja opastusta oppimiseksi ei välttämättä ole järjestetty tai järjestettävissä kaikille. On jopa tiettyä muutosvastarintaa rakennusalan

toimijoiden keskuudessa, kun puhutaan siirtymisestä tietojärjestelmien käyttämiseen isompana osana rakentamista.

Vaikka tietojärjestelmät ja ohjelmistot eivät pysty korvaamaan käytännön työmaalla toteutuvaa jalkatyötä, toimivat ne hyvänä työkaluna johtamisen, tiedonvälityksen, työnsuunnittelun ja visualisoinnin edistämiseksi.

Hyvä esimerkki rakennushankkeen tiedotuksesta on talotekniikkaurakoitsijoiden kanssa käytävä viikkopalaveri. Vastaava työnjohtaja laatii palaverille esityslistan, joka muodostetaan työmaan tarpeiden mukaan. Kohdat käsiteltävien asioiden listalla voivat olla esimerkiksi suunnitelmapuutteet, reikäpuutteet, hankintapuutteet, työmaan aikataulu ja töiden niveltäminen muiden urakoitsijoiden kanssa. Kokouksen jälkeen pöytäkirja laitetaan työmaan kesken jakeluun ja päätöksiä sitoudutaan yleisesti noudattamaan.

Kun työmaalla on ajantasainen keskustelu- ja tiedotussuhde, pystyvät osapuolet reagoimaan riittävän nopeasti ongelmiin.

### 3.2 Suunnittelun ohjaus

Suunnittelulla ohjataan ja hahmotellaan rakentamisen jokaista osa-aluetta. Suunnittelulla tarkoitetaan erityisesti rakenteiden ja talotekniikan suunnittelua, mutta myös tuotannon suunnittelua.

Suunnittelun näkökulmasta nimenomaan pääurakoitsijan rakennekuvien ja talotekniikkakuvien yhdistäminen on ongelmakohta suunnittelun ohjauksessa. Ristiriidat suunnitelmissa aiheuttavat laajalti ylimääräisiä kustannuksia projektille.

Suunnittelunohjauksesta vastavat pääsuunnittelija sekä projektinjohtaja. Työmaalla toteutuksesta vastaa vastaava työnjohtaja, tai siihen erikseen nimetty henkilö. Suunnitteluohjauksen kannalta on keskeistä pitää riittävästi suunnittelupalavereja, kirjata puutteet ja katselmoida tilanteen mukaisesti.

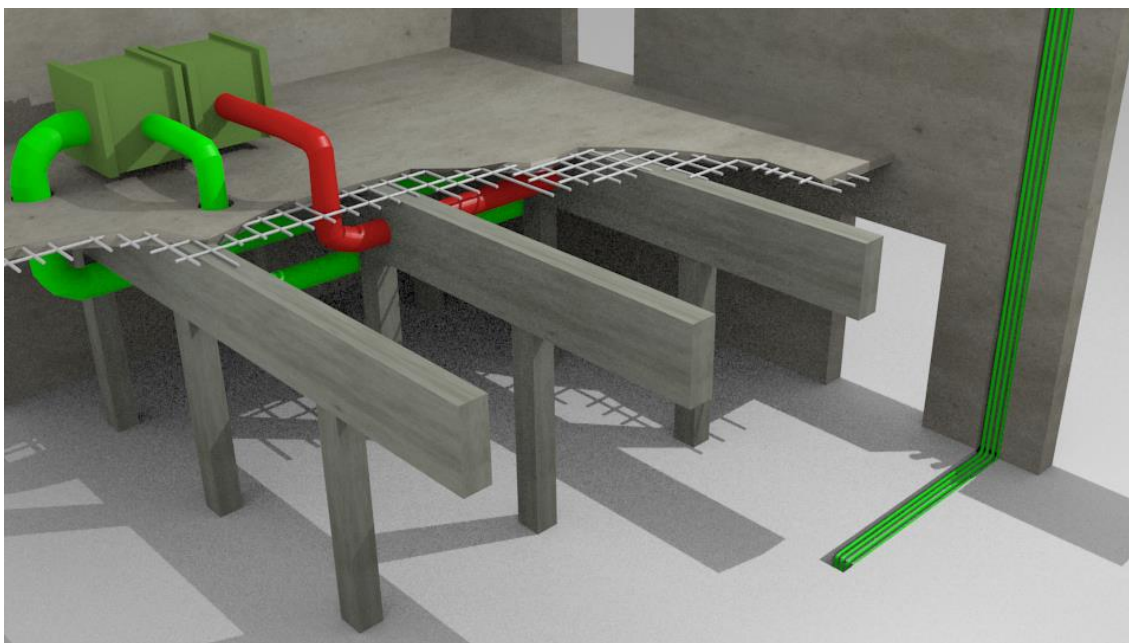
Rakennusprojektin eri suunnittelu- ja toteutusosapuolten ristikkäinen tarkastelu on tärkeää, erityisesti vaativissa rakennuskohteissa. Ristikkäisellä tarkastelulla



tarkoitetaan esimerkiksi talotekniikkapuolen suunnittelijoiden sekä rakennesuunnittelijoiden yhteistä suunnitelmakatselmusta, jossa huomioidaan suunnittelun vaatimuksia toimijoiden kesken.

Tyypillinen ongelma ristikkäisessä suunnittelussa on läpivientien ja linjavetojen suunnittelu korjausrakentamisessa. Suunnitelmien tarkastamista auttaa tietomallinnuksien tekeminen rakenteista, jolloin visualisoinnin avulla, kuten kuvassa 13 on havainnoitu, pystytään tarkastelemaan rakenteiden ja talotekniikan yhteensovittamista.

Ongelma tietomallinnuksen kanssa on kuitenkin menetelmän nuori ikä. Tietomallinnusohjelmistot eivät sovellu kaikkeen rakentamiseen. Osaavia tietomallinnuksen tekijöitä ja käyttäjiä on vaikea löytää.



Kuva 13. Esimerkki miten visualisoinnilla voidaan edesauttaa suunnittelutöitä.

Talotekniset työt esitetään yleisaikataulussa, mutta ne on syytä esittää myös omana aikataulunaan. Aikataulujen suunnittelun ja sen ohjauksen kannalta on keskeistä eri osapuolten avoimuus osapuolten väliseen yhteistyöhön. Osaamisresursseja ja eri tahojen ajatuksia voidaan jakaa vain, jos kaikki osapuolten henkilöt sitoutuvat yhteistoimintaan.

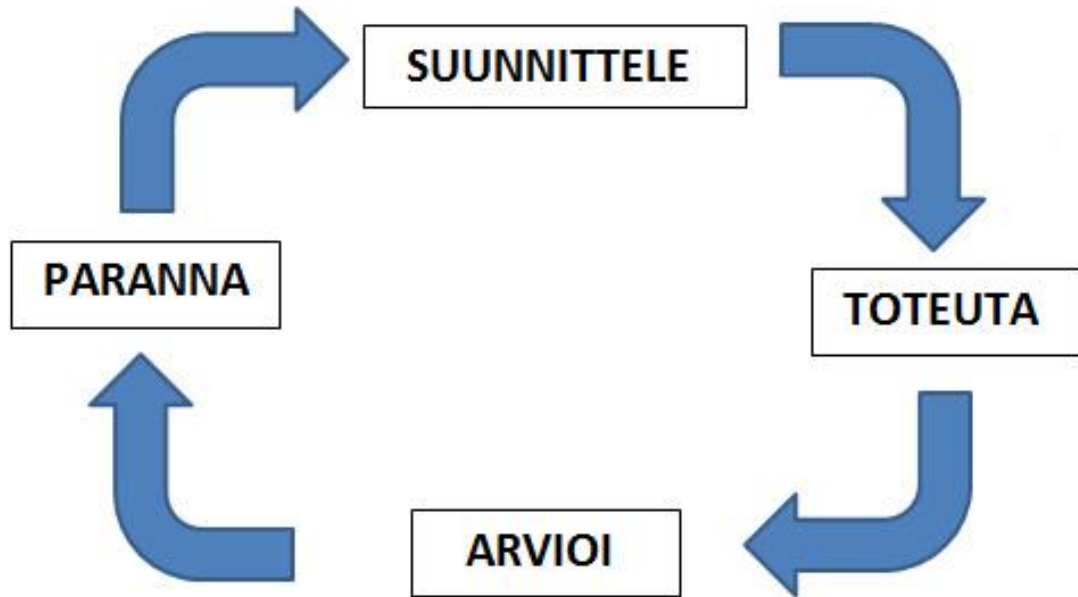
Suunnittelunohjauksesta tulee laatia suunnitelma-aikataulu, ja sen toteutumista on ohjattava. Suunnitelma-aikataulu on sidottava yleisaikatauluun. Suunnittelun ohjauksessa on tärkeää yhteistyön tekeminen urakoitsijoiden kanssa.

Tyypillisesti pääurakoitsija laatii työmaan suunnitelmat ja urakoitsijat kommentoivat. Suunnitelmien nimikkeet laaditaan kohdekohtaisesti ja käytössä oleviin resursseihin perustuen. Tehtävänjako rakennustyömaalla muodostetaan joko sopimuskokonaisuuksien mukaan tai talotekniikkajärjestelmittäin.

Suunnittelunohjauksessa tulee huomioida myös suunnittelun yhteneväisyys, esimerkiksi pääurakoitsijan on syytä muodostaa yhtenäinen lohko- ja työkohdeajattelu mukaan suunnittelun pohjalla toimivaan mitoitukseen.

### 3.2.1 Aikataulusuunnittelu ja valvonta

Aikataulun laadinnan vaiheet ovat aikataulun kireyden tarkistus ja häiriöihin varautuminen, kohteen jakaminen osakohteiksi, osakohteiden suoritusjärjestyksen valinta, tehtävälueellon laadinta (tehtävien määritys, määrämittaus, riippuvuudet), tehtävien mitoitus resurssipohjaisesti, tehtävien sijoittaminen aikatauluun; tahdistus ja rytmitys sekä työryhmien määrittäminen ja aikataulun toteuttamiskelpoisuuden ja tavoitteiden mukainen tarkistus. Aikataulusuunnittelu ja aikataulujen laadunvalvonta on tärkeimpiä tekijöitä rakennushankkeen onnistumisen ja taloteknisten sivu-urakoitsijoiden hallitseminen menetelmä. Aikataulujen ja työn toteutuksen laatua pystytään parantamaan työmaan aikana ja yrityksen tasolla alla olevan kuvan 14 mukaisesti.



Kuva 14. Laatuympyrä suomennettuna. Kyseinen laatuympyrä perustuu PDCA-kehäoppimisen malliin.

Kuvan 14 esittämä Plan (Suunnittele) – Do (Toteuta) – Control (Arvioi) – Analyse (Paranna)-malli eli PDCA-malli on klassinen ongelmaratkaisun malli jota kutsutaan usein myös Demingin tai Shewhartin kehittämissympyräksi [12, s. 8]. Aikataulujen kehittämisen kannalta PDCA-mallin soveltaminen tarkoittaa aikataulusuunnittelua yhdessä hankkeen urakoitsijoiden kanssa. Kun aikataulusuunnittelu on saatu toteutetuksi, siirrytään suorittamaan työtä, jonka aikana aikataulun ja työn suhdetta arvioidaan ja tehdään aktiivisesti parannuksia alkuperäiseen suunnitelmaan, jota taas toteutetaan, arvioidaan ja parannetaan.

Paljonko rakentamiseen voidaan oikeasti käyttää aikaa, on kysymys joka tulee kysyä ensimmäisenä aikataulusuunnittelua tehdessä, suunnitelmia tarkastettaessa sekä toteutumista valvottaessa. Realistista rakentamisaikaa voidaan hahmotella rakentamalla työlle realistinen toteutusmalli. Toteutusmallin kautta asetetaan tavoitteet hankkeelle ja yksittäisille työtehtäville. Toteutusmallin tavoitteiden tulee koskea tehtävien aloittamista ja päättämistä, aikataulua, sekä työvoiman käyttöä. Aikataulun tavoitteiden tulee olla realistisia ja mitattavissa. Aikataulussa tulee olla huomioonotettuna urakoitsijoiden väliset riippuvaisuudet. Urakoitsijoiden välisten riippuvaisuuksien hallinnassa korostuu yhteistyön rooli projektissa, ilman yhteistyötä

työssä ei voida onnistua. Tulevaisuuden rakentamisessa nousee esiin taloteknisten töiden osuus rakentamisesta, ja se tuo mukanaan erikoisalojen osaamisen yhdistämiseen liittyviä töitä.

Kun aikatauluun on merkitty työvoimaresursseja, tulee osoitetun työvoiman käytön olla tavoitearvion kokonaistyömenekin mukainen. Työn suunnittelun ja valvonnan tueksi tulee määrittää hankkeelle toteutukseen tarvittavat kokonaistuntimäärät. Kokonaistuntimäärät voidaan määrittää käyttämällä esimerkiksi hankkeen tavoitearviota ja työmenekkien tunnuslukuja. Resurssipohjaisen aikataulun valvontaa voidaan täydentää edellyttämällä työvoimaresurssien seuranta urakoitsijoilta. Vertaamalla työvoimaresurssien toteutumista eli työntekijöiden määrää työmaalla suunnitelmiin voidaan todentaa suunnitelmien toteutuminen kohteessa. Valvonnassa havaittuihin muutoksiin tulee puuttua muuttamalla resursseja edellytyksiä vastaavaan muotoon eli pyrkimällä lisäämään tai vähentämään toteutuneita työtunteja kohteessa.

Aikataulusuunnittelua ja valvontaa tulee edellyttää kaikilta hankkeen osapuolilta, ja myös suunnittelun ja valvonnan toteutumista tulee valvoa.

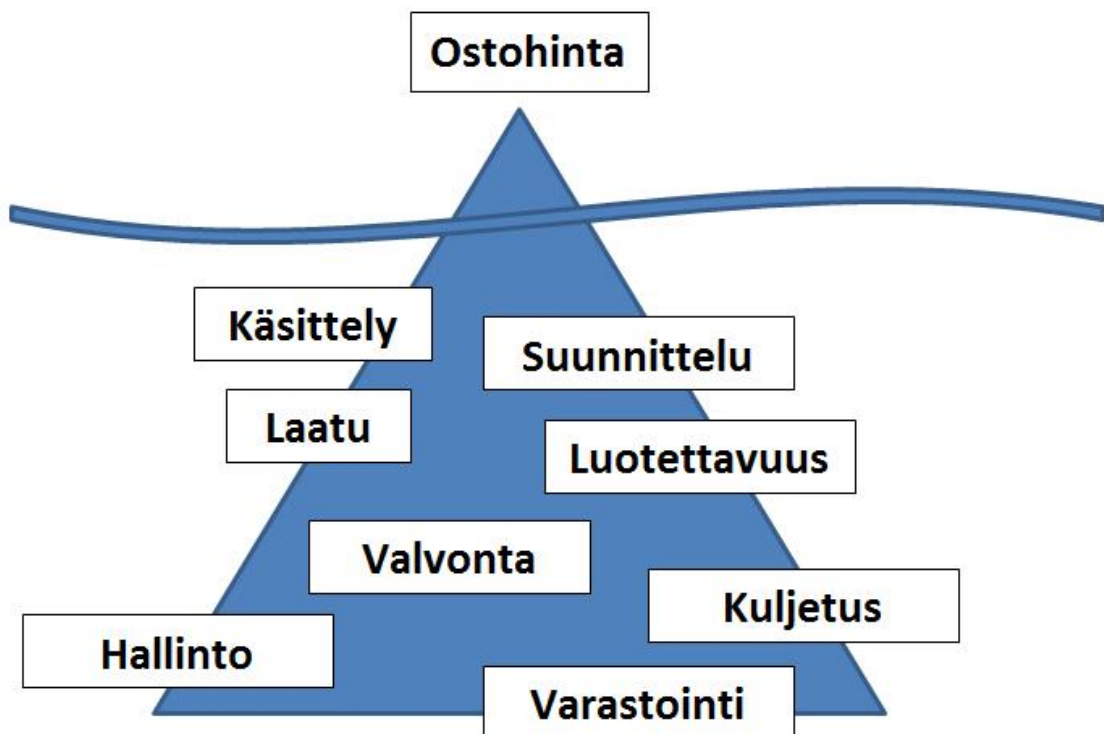
Hyvä työkalu aikataulusuunnittelun valvontaan on edellyttää urakoitsijoilta kolmeviikkoisikataulua, jonka urakoitsija laatii pääurakoitsijan laatimien aikataulujen pohjalta. Kolmeviikkoisikataulut käydään läpi urakoitsijapalaverissa ja sommitellaan yhteensopiviksi keskenään.

### 3.2.2 Kustannushallinta ja hankintojen yhtenäistäminen

Pääurakoitsija vastaa siitä, että rakennuspaikalla varataan muille urakoitsijoille ja hankkijoille riittävästi työn suorittamisen edellyttämiä lukittavia, lämpimiä työ-, varasto-, sosiaali- ja toimistotiloja. Pääurakoitsijalle voi kuulua myös kalustuksen, kuten työpöytien, hyllyjen, pukukaappien ja penkkien hankinta urakoitsijalle varattuihin tiloihin. Varastoinnin mahdollistaminen kuuluu myös urakoitsijoiden välillä pääurakoitsijan vastuulle ja ohjata sitä kautta hankintojen toimittamista työmaalle. Koska talotekniikkaurakoitsijalla ja pääurakoitsijalla on paljon hankintoja ja toimintoja, jotka limittyvät, on tärkeää yhtenäistää kustannushallintaa ja hankintoja urakoitsijoiden välillä.

Taloteknisillä järjestelmillä ja laitteilla on toisinaan pitkä toimitusaika, joka saattaa muodostua ongelmalliseksi tekijäksi rakennushankkeissa. Urakkasopimuksen synnyttyä urakoitsijat alkavat tekemään hankintoja ja tietyt erikoisjärjestelmät edellyttävät pitkiä toimitusaikoja, jolloin aikaisessa vaiheessa asennettavat järjestelmät muodostavat ongelmakohdan työmaan etenemiseen. [8, s. 206].

Ostotoiminnasta voidaan muodostaa jäävuorimallin, kuten kuvassa 15 on havainnointu. Jäävuorimalli havainnoi euromääräisen ostohinnan lisäksi ostamiseen liittyviä tekijöitä. Kokematon pääurakoitsijan hankintahenkilö osaa tehdä tarjouspyynnön mukaisen halvimman tarjouksen antaneen urakoitsijan, tai tuotetoimittajan valinnan, mutta ei osaa ottaa huomioon tuotteen elinkaarikustannuksia, tuotteen saattamisen ajalta, ostohetkestä aina asiakkaan käyttö- ja huoltotarpeet kattavaksi tuotteeksi, tai palveluksi.



Kuva 15. Ostohinnan määrittelyn yhteydessä tulee sopimuksin säätää mahdollisimman tarkasti, mistä hinta muodostuu. Hankinnan kokonaiskustannuksia ei pysty määrittelemään pelkästä ostohinnasta.

Hankintojen moniportaisuus aiheuttaa Forrester-efektin, joka kasvattaa varastoinnin tarvetta ja heijastuu kustannuksiin.

Forrester-ilmiö näkyy käytännössä esimerkiksi, kun pääurakoitsija tarvitsee automaatiojärjestelmään uuden osan. Pääurakoitsijalle on tässä esimerkissä alistettu sivu-urakoitsija, jonka tehtävä on hoitaa automaatiohankinnat. Automaatioyritys tekee tilauksen sen aliurakoitsijalta. Automaatioyrityksen aliurakoitsija tekee hankinnan tavarantoimittajalta, joka ostaa kuljetuspalvelun toiselta yritykseltä. Lopputulema on se, että pahimmillaan tavarantoimittaja saa tuotteen maahantuojan varastosta ja siirtää sen automaatioyrityksen aliurakoitsijan varastolle. Automaatioyritys saa tuotteen toimitettuna omalle varastolleen, josta tuote siirretään lopulliseen sijoituspaikkaansa pääurakoitsijan varastolle tai suoraan työmaalle. Tässä edellä mainitussa ketjussa sama automaatio-osa on matkustanut monimutkaisen toimitusketjun läpi ja tuotteen loppuhinta on pahimmillaan moninkertaistunut.

Esimerkissä käydyn ilmiön purkamiseksi on tärkeää hankkeeseen ryhtyvien yritysten kesken käydä läpi keskitetty hankinta- ja logistiikkajärjestelmä, jolla pyritään siihen, että vähennetään toimittajien ketjuttamista ja päästään osapuolten välillä kokonaistaloudellisesti parhaaseen ratkaisuun. Tavaroiden varastointi ja logistiikka on iso osa rakentamista ja lopulta tyhjäkäyntiä, jota karsimalla pystytään kasvattamaan katteita ja siten parantamaan kilpailuasetelmaa rakennusalalla.

Toimiva työkalu työmaa-aikaisen hankintajärjestelmän muodostamiseen on laittaa työmaatoimiston seinälle tarveluettelo urakoitsijoiden hankinnoista. Työmaainsinööri voi koota urakoitsijoiden merkinnöistä hankintasuunnitelman, jolla yhtenäistetään urakoitsijoiden hankinnat.

### 3.2.3 Tekniset ristiriidat taloteknisissä töissä

Rakennustyömaalla toimii useita urakoitsijoita ja hankkeen suunnittelutyössä hyödynnetään useita omaan alaansa erikoistuneita suunnittelijoita. Suunnittelijoiden työn yhteensovitus ja käytäntöön vieminen edellyttää projektin osapuolten tiivistä yhteistyötä ja huolellisuutta. Ristiriitoja rakenneteknisten ja talotekniikkatöiden välillä kuitenkin syntyy jokaisessa rakennushankkeessa, ja on tärkeää tiedostaa tyypillisimmät riskit ja ongelmakohdat, jotta näitä voidaan vähentää ja niitä voidaan ratkaista tehokkaammin.

Talotekniikkatöitä on yleisesti koko rakennusvaiheen ajan ja järjestelmiin liittyviä säätötöitä tehdään vielä säädösten ja asiakkaan tarpeiden edellyttämällä tavalla käyttöönoton jälkeenkin. Rakennushankkeen alkupuolella tehtäviä LVIST-töitä ovat esimerkiksi ulkoviemärit, putkistot ja kaivot, jotka tehdään maansiirtotöiden yhteydessä ja loppupuolella automaatiojärjestelmät. [8, s. 201.]

Järjestelmien asennukseen on usein päästävä aikaisessa vaiheessa rakennushanketta, jolloin pääurakoitsijan kannalta on keskeistä saada talotekniikkatöitä tahdistavat tekniset tilat valmiiksi mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Teknisten tilojen mitoitus ja suunnittelu edellyttää kaikkien talotekniikka alan suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden yhteistyötä. Varsinkin vaativissa korjausrakennuskohteissa konehuoneiden kokorajoitukset saattavat aiheuttaa merkittäviä teknisiä ristiriitoja toteutukselle. [8, s. 201.]

### 3.3 Hankinnat ja logistiikka

Talotekniikkaurakoitsija saavuttaa etua, kun se pystyy suorittamaan useita samantyyllisiä töitä vastaavanlaisissa projekteissa, jolloin se pystyy keskittymään tiettyyn osa-alueeseen, kuten kouluihin, asuintaloihin tai lähetystöihin. Keskittyessään tiettyihin projekteihin ja rakennustyyppeihin saavuttaa urakoitsija etua oppiessaan tekemään työn tuottavasti. Toiminnan keskittäminen toimialan sisällä auttaa talotekniikkaurakoitsijaa kehittämään sen projekteihin soveltuvia työmenetelmiä ja tapoja, sekä uudistamaan toimintamenetelmiä. Ihmiset oppivat ja samalla kehittävät organisaatiota. Oppimisen ja yhtenäisten työporukoiden käyttäminen onkin yksi tärkeä osa-alue onnistuneiden rakennusprojektien läpiviennin kannalta. [7, s. 34.]

Rakennushankkeen kustannusarviot ja todellisten kustannuksien muodostuminen synty lukuisista tekijöistä, joita ovat muun muassa seuraavat:

- rakennustyyppi
- keskimääräiset rakennuskustannukset, elementtien hinnat ja toimialan hintataso
- rakentamisen kustannusindeksit, myyntihinnat ja kustannustaso

- ennusteet rakentamisen kustannuksista ja hintatrendeistä
- paikalliset ja alueelliset muuttujat, alueelliset hintaindeksit
- keskimääräiset katteet rakennusurakoissa ja aliurakoitsijoiden katteiden suuruus
- yritysten kustannusjakaumat ja taloudenhoito
- rakentamisen tilastoinnit, markkinaraportit, tilauskannat ja valmistuvien kohteiden määrät
- rakentamisen indikaattorit, keskimääräiset myyntihinnat ja lainakorot
- työn hinta ja palkkakustannusten muodostuminen.

Kustannuksien muodostumiseen liittyvien tekijöiden tiedostamista ei voida vähätellä projektin hankintojen ja logistiikan järjestämisessä. Talotekniikkaurakoinnin lisääminen pääurakoitsijan hankintojen vastuualueeseen edellyttää myös kyseisen erikoistuneen sivu-urakoitsijan vaatimusten ja kyseisen toimialan huomioimista päätöksissä ja suunnittelussa. [7, s.18.]

Kustannusjakaumilla tarkoitetaan yrityksessä muodostuvien kustannusten muodostumista eri osa-alueille. Tyypillinen talotekniikkaurakan kustannusjakauma voi muodostua esimerkiksi palkkakuluista, materiaalihankinnoista ja yrityksen kiinteistä kustannuksista. Kustannusjakauman tiedostamisella on merkittävä vaikutus kokonaiskuluja muodostumiseen. Jos hankkeen yleiskulut ja yritysten urakkaan liittymättömät kulut rasittavat hanketta tarpeettoman paljon, voivat vaikutukset olla projektin kokonaiskannattavuutta laskevat. Peruseriaatteena on hyvä pitää, että rakennushankkeen osapuolet pystyvät toteuttamaan urakan myös taloudellisesti kannattavasti. Tällä periaatteella säästetään osittain työmaa-aikaisilta urakoitsijaongelmilta.

Hankinnat hoidetaan perinteisesti yrityskohtaisesti, ja rakennusaikaiset työmaan sisällä tehtävät hankinnat kohdentuvat kulloisenkin aliurakoitsijan vastuulle. Hankintojen ja logistiikan hoitamista voidaan parantaa keskittämällä hankintatyötä yhtenäiselle

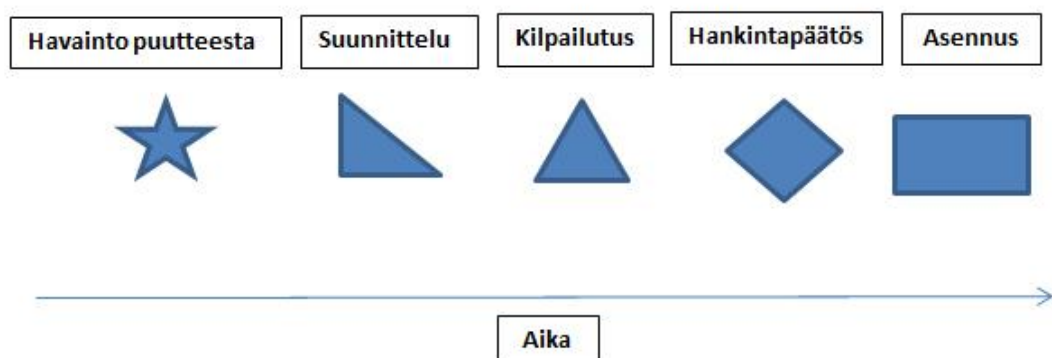


osapuolelle, jonka vastuulla on koota eri urakoitsijoiden hankintatiedot ja järjestää logistiikka työmaan yleisaikataulun ja työvaihe aikataulujen pohjalta niin, että hankinnat ja toimitukset ottavat huomioon kyseisen työmaan vaatimukset.

Hankintoihin liittyy voimakkaasti rakentamisen keskimääräiset myyntihinnat ja lainakorot. Rakentamisen kustannuksia ja korkoja havainnoidaan rakentamisen indikaattoreilla, jotka kertovat osaltaan alan hintakehityksen suunnasta. Korkeassa suhdanteessa rakentamisen kustannukset tyypillisesti nousevat ja hankinnoissa on varauduttava alan suhdanteen vaikutuksiin.

Esimerkki korkeasuhdanteessa kun tilauskannat ovat hyviä, on huomioitava työmaalla, että erikoistuneilla ja pätevöityneillä talotekniikkaurakoitsijoilla saattaa olla pitkiksi ajanjaksoiksi työtä. Korkeasuhdanteessa urakkaan liittyvät muutoksien suunnittelut ja hankinnat tulee ajoittaa normaalia aikaisempaan vaiheeseen.

Esimerkkitalanteessa havainnoidaan miten hankintaketju toimii talonrakennushankkeessa työmaan näkökulmasta, kuvan 16 mukaisella tavalla. Työ on edennyt runkotyövaiheeseen, ja huomataan jäähdytyslaitetoimittajan puuttuvan. Jäähdytyslaitteistoissa on myös mahdollisesti suunnitelmapuutteita, joista ilmoitetaan suunnittelijoille. Työmaalla havaitusta jäähdytyslaitetoimittajan puutteesta ilmoitetaan hankinta-ostolle, joka kilpailuttaa hankinnan ja tekee hankintapäätöksen. Lopulta jäähdytyslaitteurakoitsija tulee työmaalle. Hankinnan käydessä pitkän ketjun läpi saattaa kulua useita viikkoja tai kuukausia.



Kuva 16. Hankintaketju puutehavainnoista asennushetkeen.

Työmaan kannalta on aiheen huomioida talotekniikkaurakoitsijoiden töihin liittyvien hankintojen kestot, jotta ne ovat toteutettavissa yleisaikataulun puitteissa. Käytännössä tällä havainnoidaan sitä, että mitä tänään tarvitaan, olisi pitänyt jo tilata hyvissä ajoin.

#### 3.4 Rakentamisen laadunhallinta

Laadulla on monta määritelmää ja ulottuvuutta. Laatu ymmärretään nykyään myös tuotteen virheettömyyden sijasta kokonaisvaltaiseksi johtamisen osa-alueeksi. Yksi tapa määritellä laatua on jakaa se tuotteen tai palvelun eli tuotannon laatuun. Laatu on myös kilpailutekijä, sillä saavutetaan asiakkaan kiinnostus ja kilpailuetu. [10, s. 10–12].

Laatu on yritykselle ja työmaalle keskeinen menestystekijä, ja sitä on myös johdettava. Yrityksen johdon rooli laadun varmistamisessa ja sen kehittämisessä on keskeinen. Johdon on selvitettävä toteutettavan laadun periaatteet koko organisaatiolle, ohjattava prosessia ja annettava palautetta toteutuksesta. Laadun kehittäminen on pitkäaikainen prosessi, ja se etenee jatkuvasti. Laadun saavuttaminen edellyttää laatujohtamisen periaatteiden ja käytäntöjen ymmärtämistä, sisäistämistä ja lopulta niiden perinpohjaista hallitsemista. Vastuu toiminnan kehittämisestä kuuluu myös koko henkilöstölle; rakennustyömaalla tämä näkyy siinä, että yritystasolta tuodaan vaatimukset joihin koko työmaahenkilökunta ammattimiehiä myöden tulee sitouttaa. [10, s. 10–12].

Laatujohtaminen perustuu koko organisaation ihmisten mukanaoloon ja tähtää pitkäjänteisesti menestykseen. Kyse on ajattelutavasta, jossa asiakkaan vaatimusten, tarpeiden ja ongelmien kartoittaminen sekä niihin ratkaisujen tuominen on etusijalla palveluiden tarjoamisessa. Tässä mestarityössä käsitellään vaiheittain eri rakennustyömaan laadunhallinnan osa-alueiden tärkeyttä ja perustavanlaatuisia keinoja hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi.

Hyvistä suorituksista pitää myös palkita, pelkkä puheilla ja teorialla sitouttaminen ei tee tarvittavaa muutosta.

Hyvä väline palkitsemiseen, sopimukseen sisällytettävän palkkiomenettelyn lisäksi, on tarjota urakan päätteeksi kakkukahvit työporukalle hyvin suoritetusta työstä. Pienellä

huomionosoituksella ja ammattitaidon arvostuksella saavutetaan monesti tulosta, jota ei suurellakaan rahasummalla saada.

#### 3.4.1 Laadunhallinnan merkitys asiakkaille

Rakentamisen laatu on vahvasti sidoksissa elinkaarikustannuksiin ja se on kokonaisuutena tärkeä aihe käsiteltäväksi myös tässä mestarityössä. Rakennusalan kannalta on tärkeää tiedostaa, että elinkaarikustannusten huomioiminen rakentamisessa linkittyy tarjottavaan palveluun ja tuotteisiin, joita rakennusliikkeet myyvät. Tarjoamalla parempaa vastinetta rahoilleen voidaan saavuttaa kilpailuetua ja lisäarvoa asiakkaille ja näin kasvattaa rakennusalan kannattavuutta ja arvostusta.

Elinkaarikustannusten muodostumiseen vaikuttaa niin suunnittelu, toteutus kuin kiinteistön ylläpito. Esimerkkinä elinkaarikustannusten vaikutuksesta rakennusalaan on koko alan luottamusta ja arvostusta koettelevat homekoulujen heikon rakennuslaadun ja kustannusvaikutusten esiin tuleminen mediassa. Rakentamisen huono laatu ruokkii itseään ja lopputulos on usein se, että alussa tehdyt virheet kertautuvat käytössä.

Rakentamisen laadussa tulee pitää nyrkkisääntönä ajatusta, että jokainen rakentaa kuin rakentaisi itselleen. Laatu on pitkälti myös asennekysymys ja laadunhallinta siten vahvasti johtamista, jolla pyritään paitsi tekniseen erinomaisuuteen myös tekijöiden motivoimiseen.

#### 3.4.2 Viranomaisvalvonta

Viranomaisvalvonta rakentuu Suomessa maankäyttö- ja rakennuslain sekä maankäyttö- ja rakennusasetusten nojalle. Ympäristöministeriö on luonut määräykset ja ohjeet rakennustöiden valvonnasta, ja ne löytyvät Suomen rakentamismääräyskokoelmasta. Viranomaismääräysten täyttymistä valvoo aluehallintovirasto, sekä kuntien rakennusvirastot.

Maankäyttö- ja rakennuslain tavoitteena on järjestää alueiden käyttö ja rakentaminen niin, että siinä luodaan edellytykset hyvälle elinympäristölle sekä edistetään ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävä kehitystä. Tavoitteena on myös turvata jokaisen osallistumismahdollisuus asioiden valmisteluun,

suunnittelun laatuun ja vuorovaikutteisuus sekä avoin tiedottaminen käsiteltävissä asioissa. [11.]

Rakentamisen yleinen ohjaus perustuu lain, asetusten ja rakentamismääräysten tasoiisiin säännöksiin. Laissa ja asetuksessa ovat rakentamista koskevat vaatimukset, joiden tarkoitus on varmistaa talonrakentamiselta edellytetty vähimmäistaso. Suomen rakentamismääräyskokoelmassa ovat näitä koskevat tarkemmat määräykset. [12, s. 2.]

Rakennustyön viranomaisvalvonnassa kiinnitetään erityistä huomiota ohjaus- ja neuvontatyöhön sekä tekniseen tarkastukseen, johon kuuluvat erityissuunnitelmat ja työn suorituksen valvonta. Viranomaisvalvonta painottuu ammattirakentajan ja kertarakentajan kohdalla eri tavalla. [12, s. 2.]

Yksi työkalu projektien laadunhallintaan on laatujärjestelmä, johon sitoutetaan projektin osapuolet. Laatujärjestelmä koostuu laatukäsikirjasta, jolla luodaan hankkeelle tai yritykselle visio toiminnasta, keskeiset laadun osat ja se miten kokonaisuus saadaan nivottua yhteen. Todellisuudessa yhteneväistä laadun suunnittelua ja koordinoitua tapahtuu työmailla ja yritysten välillä heikosti, mutta muutaman tunnin uhraaminen laadusta keskusteluun viikossa ei olisi lainkaan pahaksi kokonaisuutta ajatellen. Laatu muodostaa ajan ja rahan ohella yhden merkittävän osa-alueen rakennusprojektissa, ja kaikkien osapuolien tulee olla sitoutuneita sen vaatimusten toteuttamiseen.

### 3.4.3 Työmaakohtainen laadunhallinta

Työmaakohtaisena laadunhallintana rakennusosalalla kuuluvat oleellisena osana hankekohtaiset laatusuunnitelmat. Ne laaditaan rakennushankkeen ja työmaan laatujohtamisen käytännön työvälineeksi, johon eri osapuolten tulee sitoutua. Onnistuneiden laadunhallinnan suunnitelmien onnistumiseksi tulee ottaa huomioon hankkeen yksilöllisyys, riskit, erityispiirteet, organisaatio ja se miten suunnitelma saadaan vietyä käytäntöön.

Laatujärjestelmän käytön tuloksena syntyy työmaasta dokumentit, jotka muodostavat laatutiedostot. Laatutiedostoja käytetään osoittamaan että on toimittu yhteisesti sovittujen ja suunniteltujen laatuvaatimusten mukaisesti ja toiminta on ollut edellytettävällä tasolla. Tyypillinen esimerkki laadunvalvonnasta ja hallinnasta on vaatimukset rakennusmateriaalien, tuotteiden ja toimittajien tietojen kirjaamisesta, jotta

voidaan todentaa kunkin rakennuksen osan materiaalien ja työmenetelmien olleen oikeita [13, s. 10–15].

Rakentamisen laatu varmistetaan korostamalla rakennushankkeessa mukana olevien vastuita, käyttämällä hyväksi rakennusalan kehittämiä laatu-, turvallisuus- ja ympäristöjärjestelmiä, edellyttämällä eri tehtävissä vaadittavaa kelpoisuuden osoittamista sekä rakentamiseen kohdistuvalla ja hyvää laatua tukevalla valvonnalla [12, s. 2].

Johtajuuden lisäksi työmaalla tarvitaan laatutekniikkaa ja -työkaluja, joiden avulla voidaan varmistaa työn laadukkuus. Hyvä laatu syntyy, kun osapuolet toimivat yhdessä, vastuuta suunnittelusta ja toteutuksesta annetaan oikeille henkilöille, varmistetaan että työt tehdään parhaita tunnettuja menettelytapoja noudattaen ja toimintaa kehitetään jatkuvasti. Hyviä laadunhallinnan ohjeita löytyy rakennustiedon julkaisemista kirjoista, valmistajien ohjeista, viranomaismääräyksistä ja oppikirjoista.

#### 3.4.4 Yksittäisen tehtävän laadunvarmistus

Laatu syntyy henkilöstön ymmärryksestä ja toimintaan sitoutumisesta. Laadun tulee olla jokaisen tuotantoon osallistuvan korvien välissä, asenteena jolla pyritään huipputulokseen. Yksittäisen tehtävän kohdalla laadunhallinnan menetelmät ja linjaukset täsmentyvät varsinaiseen työsuoritukseen. Työn suorittajan tulee kokea tavoitteet omakseen. Ongelma syntyy, kun työmaalla tuotanto on pilkottu lukuisiin osiin ja yhteinen laatujohtaminen halutaan viedä jokaisen osapuolen toimintaan.

Rakennushankkeen laadun kannalta on keskeistä painottaa asetettujen vaatimusten ja tavoitteiden saavuttamista ns. kerralla oikein -periaatteella. Kun työ tehdään kerralla kunnolla ja oikein, säästytään turhalta korjaustyöltä, joka hidastaa ja rasittaa projektia. Alusta asti selkeästi ajettu laatujohtaminen yksittäiseen työsuoritukseen asti edellyttää järjestelmällisyyttä ja on työläs aloittaa, mutta kun tietty laatu on saatu ajettua sisään yrityskulttuuriin ja työskentelytapoihin, kokonaisuus pyörii jatkossa paljon jouhevammin.

Yksittäisen tehtävän laadunvarmistuksessa tärkeitä välineitä ovat aloituspalaveri, mallitöiden tekeminen, työnaikainen valvonta ja vastaanottotarkastus. Yksittäisen tehtävän kohdalla onkin tärkeää, että laatuvaatimukset selvitetään ennen työn aloitusta ja ne käydään huolella läpi työntekijän kanssa. Työn aikana suoritusta seurataan ja

ohjataan varmistuen lopputuloksen laadusta. Mitattua tietoa ja työn etenemisestä saatuja havaintoja käytetään jo työn aikana seuraavien töiden laadun parantamiseksi ja kehitetään laatujärjestelmää seuraavia töitä ja hankkeita silmälläpitäen. Yksittäisen tehtävän jälkeen työ vielä käydään läpi tekijöiden kanssa, todetaan laatu ja työsuorituksen lopputulos ennen seuraavaa työtehtävää.

Talotekniikkatöiden johtamisen kannalta yksittäisen työtehtävän laadunvarmistus tarkoittaa käytännössä erikoisalan suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden kanssa käytäviä katselmuksia ja huolellista varmistusta siitä, että myös talotekniikkaurakointi suoritetaan yrityksen ja hankkeen yhteisen laadunhallintalinjan mukaisesti. Varsinaista poikkeusta ei talotekniikkatöiden ja rakennusteknisten töiden välillä tule sallia työn toteutuksessa, vaan työmaalla tulee edellyttää yhteneväisyyttä.

Yksittäisen tehtävän laadunvarmistus voi esimerkiksi kerrostalotyömaan talotekniikka-asennuksessa kulkea niin, että ensin pidetään urakoitsijan ja työporukan kanssa palaveri työmaatoimistolla. Palaverissa käydään läpi työ ja sen vaatimukset, kuten suorituksen aikataulu ja se millaista jälkeä tekijöiltä odotetaan. Aloituspalaverin jälkeen kävellään työkohteelle ja käydään jälleen vaatimukset läpi, sekä käsitellään urakoitsijoiden tarpeet. Työn suoritusta valvotaan toteutuksen aikana. Kun työ valmistuu, käydään urakka läpi sovittujen kriteerien kautta ja vaihdetaan palautetta onnistumisesta. Epäonnistumiset ja puutteet kirjataan, pyritään löytämään syy ja ratkaisu yhteisesti urakoitsijoiden välillä.

Kun osapuolet tunnistavat yksittäisen työn edellytykset ja sen, miten urakan suorittaminen etenee työmaalla, voidaan päästä erinomaiseen lopputulokseen ja hyödyntää myös muita mestarityössä käsiteltyjä tarkempia yhteistyön menettelyjä, toiminnan parantamiseksi.

### 3.5 Työturvallisuus

Työturvallisuuden varmistaminen ja vastuun kantaminen työntekijöiden hyvinvoinnista on noussut merkittäväksi osaksi rakennusalan arkea. Vastuu siitä että jokainen pääsee töistä kotiin, kuuluu hankkeen johtajalle, mutta myös jokaiselle urakoitsijalle ja aina jokaiselle projektin ääressä työskentelevälle.

Suomessa laki velvoittaa yritykset ja työmaat huolehtimaan toimintansa turvallisuudesta. Rakentamista koskevat määräykset löytyvät mm. valtioneuvoston asetuksesta (205/2009) rakennustyön turvallisuudesta. [8, s. 6.]

Turvallisuus on osa työhyvinvointia ja vaikuttaa myönteisesti henkilöstön sitoutumiseen, työilmapiiriin sekä työn laatuun. Turvallisuus lähtee yritykseen ja työmaan johdosta. Yrityksien ja työmaiden tulee olla sitoutuneita siihen, että työturvallisuus on osa organisaatioiden ja työmaiden normaalia toimintaa. Hyvät nyrkkisäännöt tapaturmien ehkäisemiseksi ovat seuraavat:

1. Johdo sitoutuu turvallisuuden hoitamiseen.
2. Turvallisuuteen suhtaudutaan ammattimaisesti.
3. Turvallista toimintaa suunnitellaan ja sitä valvotaan.
4. Turvallisuuteen liittyvää koulutusta järjestetään aktiivisesti.
5. Työntekijät osallistetaan tekemään havaintoja ja antamaan palautetta.
6. Turvallisuutta mitataan ja hyvästä työstä palkitaan.
7. Kaikilla on oltava samat säännöt.
8. Vaaratilanteet raportoidaan ja tutkitaan.
9. Päihteitä ei sallita.

Johdon sitoutuminen turvallisuuteen tarkoittaa kunkin rakennushankkeessa toimivan urakoitsijan, mukaan lukien sivu- ja aliurakoitsijoiden linjaorganisaatioiden ja yritysjohton sitoutumista turvallisuusmääräyksiin ja tavoitteisiin. Laki edellyttää tiettyä minimitasoa turvallisuudessa, mutta yrityksillä voi ja on syytä olla yrityskohtaisia linjauksia turvallisuuden hoitamisesta. Yrityskohtaisilla linjauksilla pyritään ylittämään lain edellytykset ja parantamaan toimintaa turvallisempaan suuntaan. Työmaaorganisaation kannalta turvallisuusvaatimusten täyttäminen on mahdotonta

ilman, että turvallisuus on otettu huomioon jo hankkeen sopimus- ja suunnitteluvaiheessa.

Ammattimaisuus rytmittää koko mestarityön sisältöä ja pitää sisällään osapuolten koulutuksen, kokemuksen, mutta myös ammattitaidon ja asenteen. Iso osa ongelmista voidaan ratkaista terveellä maalaisjärjellä ja yhteisesti sopimalla, mutta erityisesti turvallisuuteen liittyvät ongelmat ja vahingot voivat sellaisia, jotka aiheuttavat pysyviä vammoja ihmisille, eikä niitä enää jälkikäteen pysty parantamaan sopimalla.

Suunnittelulla ja valvonnalla mahdollistetaan turvallisuuden ja asenteiden toteutuminen käytännössä. Hyvin suunnitellun, sopimukseen ja suunnitelmiin sisällytetyn turvallisuustoiminnan valvonta ei vaadi työmaaorganisaatiolta ja urakoitsijoilta isoa panostusta hyötyensä nähden, mutta palkitsee ja tuo kehitysehdotuksia toiminnalle.

Koulutus ja osaaminen kulkevat käsi kädessä ammattimaisuuden ja asenteen kanssa. Turvallisuussäädäntö ja toiminta kehittyvät jatkuvasti rakennusalan ja työmaiden toiminnan edistyessä, jolloin tietotaitoa on hyvä uudistaa ja päivittää nykypäivään. Suuri ongelma rakennustyömailla ei ole, etteikö haluttaisi tehdä työtä hyvin ja turvallisesti, vaan ajantasainen tieto ei ehkä saavuta rakennustyömaan suorittavaa organisaatiota tarpeeksi aikaisin, tai ei ollenkaan. Järjestämällä laadukkaita koulutuksia ja valmennusta työssä voidaan edistää osapuolten tietotaitoa myös turvallisuustekijöissä. Tähän tarpeeseen vastaa Työturvallisuuskortti-järjestelmä jossa jokaisen alalla toimivan on päivitettävä työturvallisuuskorttiaan ja sitä osataan vaatia laajasti työmailla. Turvallisuuskorttien opetuksen laatu on kuitenkin kyseenalaista työmaiden kokonaisuuden johtamisen kannalta, koska kurssit ovat suppeita.

Osallistamalla henkilöstöä rakennustyömaalla saadaan turvallisuusasenteet juurrutettua jokaiseen. Paitsi että turvallisuusrikkeistä on olemassa sanktioita, tulee hyvistä käytännöistä palkita.

Turvallisuus vaatii laaja-alaista asennetta ja toimintaa, joten toteutuminen edellyttää sitä, että työmaalla lait, säädökset ja yhdessä sovitut asiat koskettavat kaikkea muurarista yrityksen toimitusjohtajaan. Kaikki vaaratilanteet tulee myös tutkia tasapuolisesti ja kirjata ylös. Turvallisuuden valvonta on turhaa, jos siitä ei pidetä kirjaa ja seurauksia tutkita korjaten samalla puutteellista toimintaa.



Päihteet eivät kuulu nykypäivän rakentamiseen ja aiheuttavat paitsi vaaratekijöitä henkilölle itselleen, myös muille työpaikalla oleville. Päihteidenkäytöstä on työnantajille omat ohjeistukset, ja työntekijät tulee ohjata kuntoutumaan eikä missään nimessä sallia käyttöä.

Turvallisuuden vastuut tulee jakaa ja jokainen osapuoli vastuuttaa tehtävän edellytyksien mukaisen turvallisuuden varmistamiseen. Turvallisuusrikkeistä tulee luoda sopimukset, joissa on rahallinen sanktio sopimusrikkeestä. Menettely turvallisuusriketilanteessa voi olla esimerkiksi työntekijän poistaminen työmaalta ja 500 euron rikemaksu asianomaiselle urakoitsijalle ensimmäisestä rikkeestä, toisesta rikkeestä työntekijä poistetaan pysyvästi työmaalta ja määrätään 2000 euron rikemaksu. Kun yhteisesti sovittujen turvallisuussäädösten noudattaminen saadaan sitoutettua osaksi urakoitsijoiden toimintaa, voidaan varmistaa, että toiminta täyttää lakien ja määräysten vaatimukset työlle.

Hyvin johdetulla rakennustyömaalla lain asettamien minimivaatimusten täyttäminen ei riitä vaan työssä pyritään olemaan edelläkävijöitä ja luomaan turvallisuudesta kilpailuvalltia suhteessa muihin alan toimijoihin. Tämän ajattelun iskostaminen laadukkaana rakennusyrityksen imagotekijänä työmaalla toimiviin aliurakoitsijoihin saattaa edesauttaa alan yleisten asenteiden ja toiminnan paranemista.

### 3.6 Mobiilisovellukset ja tietotekniikka

Mobiilisovellukset ovat henkilön mukana kannettavia ohjelmistoja, joita pyöritetään esimerkiksi puhelimen tai tabletin avulla. Mobiilisovellukset ovat usein kytkettynä internetin kautta palvelimelle, jotta ohjelmisto pystyy lähettämään ja vastaanottamaan tietoa.

Mobiilisovelluksia on alalla lukuisia ja eri käyttötarkoituksiin soveltuvia. Esimerkkikäyttö mobiilisovelluksesta rakennustyömaalla on työmaaraporttien ja tarkistusten tekeminen suoraan sähköisesti, jolloin kerättävää tietoa ja havaintoja ei tarvitse siirtää paperiversiosta sähköiseksi. Ohjelmiston avulla tieto välittyy suoraan oikeassa muodossa käytettäväksi.

Tietokantojen hyödyntäminen sovellusten kautta auttaa myös löytämään ja jäsentämään tietoa. Työvaiheen edetessä kannettavalta laitteelta pystyy esimerkiksi tarkistamaan laatuvaatimuksia, kohteeseen liittyviä piirustuksia ja ottamaan yhteyttä asianomaisiin tahoihin asian selvittämiseksi. Kattavalla yhtenäisellä mobiilisovellusten käytöllä urakoitsijat pystyvät keskustelemaan työn etenemisestä ja välittämään tietoja. Esimerkiksi välittämällä dokumentointeja keskitettyyn tietokantaan, josta toinen osapuoli pystyy sen saamaan.

Mobiilisovellusten ja projektinohjausjärjestelmien yhteinen ongelma on käytettävyys ja kattavuus. Rakennustyömaan toiminta ja hallinta edellyttää yhteneväisyyttä osapuolten välillä ja oikean tiedon välittämistä osapuolille. Yksittäisten henkilöiden käyttämät ohjelmistot ja järjestelmät eivät tee suurta muutosta kokonaisuuteen, vaikka ovatkin tärkeä askel oikeaan suuntaan.

Hyvin toimivia nykyisiä mobiilisovelluksia ovat puhelinten ja tablettien perustoiminnot. Esimerkkejä paljon käytetyistä mobiilisovelluksista on valokuvatoimintojen käyttäminen osana viestejä, puhelinten sähköpostiohjelmistot ja piirustusten lukemiseen käytettävät lukuohjelmat, joilla pystytään avaamaan joko puhelimelle tallennettuja tai projektipankista erikseen avattavia tiedostoja.

Tablettien ja puhelinten sovellusten käyttäminen on kasvava trendi rakentamisessa ja toimii erinomaisena apuvälineenä. Sovelluksia kehitellään alalla laajasti.

Jatkossa mobiilisovelluksilta voidaan odottaa tietomallinnusta, aikatauluja sekä kustannuksien seuraamista helpottavia sovelluksia. Tietotekniikan sovellusten kehittyminen ja yleistyminen laajalti rakennusalalla on yhtenä edellytyksenä rakentamisen laadun, turvallisuuden sekä kustannusten kehittymiselle.

Kasvava talotekniikan osuus ja erityisesti automaatiojärjestelmien kehittymisen odotukset luo erityistä painetta löytää sovelluksille käyttötapoja, jotka tukevat eri rakentamisen osa-alueiden ammattilaisten vuorovaikutusta ja työskentelyä. Rakennusalan asiantuntijoiden luottamus tietoteknisten sovelluksien kykyyn helpottaa työskentelyä on hyvä.

Hyvälläkään järjestelmällä ei tee mitään, jos sitä ei osata käyttää. Menetelmien käyttöönottoon liittyvän koulutuksen, ohjeistuksen ja käyttäjäkentän monimuotoisuuden ongelmat tulevat olemaan jatkossa esillä järjestelmien yleistyessä.

Sanotaan että vanha koira ei opi uusia temppuja, joten jotta rakentaminen ei laahaisi kehityksen jäljessä, tarvitaan laajalti myönteistä asennetta muutoksen hyödyntämiseen. Kehittyvillä mobiilisovelluksilla ja ohjelmistojen tuella rakennusala tulee kehittymään ja yleinen tuottavuus tulee parantumaan. Hyvällä ammattitaidolla ja järjestelmien kehitymisellä saadaan alan yleistä luottamusta kohotettua. Kehityksestä hyötyvät niin asiakkaat kuin alan ammattilaisetkin, aina talotekniikka-alan erikoisalaosaajia myöden.

#### **4 Tulevaisuuden kehitysaskeleet rakentamisessa**

Vaikka rakennusala pidetään hitaasti muuttavana ja perinteisenä, elää maailma jatkuvassa muutoksessa ja se näkyy myös työmaiden arjessa. Johtaminen kulkee käsi kädessä alan muiden muutosten ja trendien kanssa. Rakennusprojektin läpiviemisen kannalta tulee vähintään avainhenkilöillä olla kattava yleiskuva ympäröivästä maailmasta ja alan toiminnasta. Tämä osuus mestarityöstä käsittelee, miten yleiset megatrendit ja odotettu maailman muutos tulee näkymään rakennusalalla, miten tähän voisi ehkä vastata ja miten se näkyy tuotannonjohtamisen arjessa.

Tulevaisuudessa rakennukset tulevat liittymään vahvemmin ympäristöönsä. Suomessa asuminen tiivistyy Helsingin alueelle, ja uusien asuinalueiden muodostumisen myötä ihmisen tarpeisiin pitää vastata rakennuksien ja rakentamisen liittyessä ympäristöön. Paljon hankkeista toteutetaan yhdessä kaupungin, valtion ja eri yhteisöjen kanssa, jolloin ympäristön vaikutus hankkeen etenemiseen tulee olemaan suuri. [14.]

Rakennuksen elinkaaren aikaiseen energiankulutukseen otetaan entistä enemmän kantaa. Halutaan entistä enemmän olla tietoisia rakennusmateriaalien kehityksestä, asumisen ja rakentamisen hiilijalanjäljen muodostumiseen. [14.]

Rakennuksista halutaan käyttäjän elämäntavan ja identiteetin mukaisia, käyttötarkoitukseltaan muunneltavia ekologisia yksiköitä. Energiajärjestelmän muuttuminen tuo vaatimuksia myös rakentamiselle. Väestönmuutokset Suomessa kasvattavat ikääntyneiden osuutta. Maahanmuutto tulee olemaan merkittävä osa

väestönkasvusta ja edellyttää rakennuksilta monikulttuuristen tarpeiden huomioimista. Työvoiman liikkuvuus ja globaalisuus mahdollistaa tuotannon ja toiminnan maailmanlaajuisen kilpailun. Rakennusallalla tulee jatkossakin olemaan ulkomaalaisia työntekijöitä, mutta jatkossa mahdollisesti myös vahvemmin ulkomaalaisia yrityksiä ja pääomaa. [14.]

Digitalisaatio tuo rakentamisen ja rakennukset entistä voimakkaammin ihmisten käsille. Tulevaisuuden asiakas haluaa seurata hankkeen edistymistä tarkasti ja tästä voi tulla jopa kilpailuedellytys hankkeissa. [14.]

Elintason nousu tarkoittaa, että ei enää haluta aina vain suurempia asuntoja, vaan ihmiset haluavat panostaa elämyksiin ja elämisen laatuun. Elämysyhteiskunnan nouseminen tuo tarpeita myös rakentamiselle ja varsinkin käyttöpäalveluitä ja mukavuutta tarjoavalle talotekniikalle. [14.]

Työkoneiden ja uusien menetelmien käyttäminen valmiiksi suunniteltujen ja yhteen sovitettujen rakennustuotteiden asentamiseen tulee yleistymään rakentamisessa. Hallituissa oloissa valmistettujen ja koneellisesti työkohteessa asennettujen tuotteiden vaikutus kustannushyötyjen, tuottavuuden ja laadun parantumiseen on merkittävä ja tulee elementtiteollisuuden tavoin kasvamaan rakennusallalla vielä yleisemmäksi toimintatavaksi.

#### 4.1 Tietomallinnus, ohjelmistot ja tietokannat rakentamisessa

Nykypäivänä ei enää vaihdeta osapuolten välillä vain kaksiulotteisia kuvia paperilla tilaajien, suunnittelijoiden, urakoitsijoiden ja konsulttien välillä, vaan mukana on kolmiulotteiset virtuaaliset mallinnukset, joihin on sisällytetty paljon tarvittavaa tietoa.

Virtuaalimaailman mallintaminen työmaakäyttöön mahdollistaa tiedon käsittelyn uudella tavalla. Ei ole odotettavissa mitään vallankumousta, joka muuttaisi kaikkien alan ammattilaisten toimintatavat kertarysäyksellä, mutta tietomallinnus on yleistymässä ja sen rooli kasvaa jatkuvasti.

Suomalaisessa yritysallentässä tietomallinnusta hyödyntävät pääasiassa suuret urakointiin, suunnitteluun ja konsultointiin erikoistuneet yritykset, ammattitaitoisen

työvoiman saatavuus on yhä hankalaa. Kun alan yleinen koulutus alkaa vastaamaan tietomallinnuksen tuomiin osaamistarpeisiin paremmin menetelmiä, tullaan käyttöönottamaan laajemmin.

Tietomallinnusosaamisen hyödyntäminen projekteissa tulee olemaan mahdollinen kilpailuvaltti, varsinkin julkisten kohteiden ylläpitoon kehitettyjen elinkaarimallien sopeutuessa tietomallien käyttöön.

Tietomallinnuksen käytön yleistyessä osaamisen ja ohjelmistojen edistyessä tulee olemaan mahdollista liittää malliin muotoja ja teknisiä tietoja tarkemmin riippuvuuksia. Tietomalliparametrien pohjalta ohjelmisto osaa lukea tehtyä suunnitelmaa. Esimerkiksi tietomalliohjelmisto pystyy laskemaan käytettyjen eristeiden lämpöarvoja ja huomioimaan rakentamiselle esitettyjen säädösten vaatimuksia.

Esimerkiksi esteettömyyden ja paloturvallisuuden säädökset voidaan siirtää suoraan tietomalliohjelmiston lataaman tiedon kautta suoraan suunnitelmiin ilman, että suunnittelijalta vaaditaan säädösten tarkkaa opiskelua. Ohjelmiston luomat suunnitelmat voidaan virhe tarkastaa jälkikäteen säästäten suunnittelu-aikaa ja parantaen suunnitelmien laatua.

Tietomallinnuksella on mahdollisuus huomioida rakennuksen mahdollinen sijainti, materiaalit ja rakennustyyppi. Vertaamalla näitä tietokantoihin kerättyyn tietoon ohjelmisto voi luoda mallin rakennuksen kustannuksista, toteutuksesta ja käytöstä.

Paitsi että tietomalliin voi lisätä enemmän tietoa ja sen havainnointi on parempaa kuin normaalissa kaksiulotteisissa piirustuksissa, voi älykäs tietomallijärjestelmä huomioida rakennuksen suunnittelijan työssä poikkeamia ja avustaa rakentamisessa. Suunnittelun jälkeen tietomallit voivat mahdollistaa myös esimerkiksi talotekniikkaurakoinnin ongelmien ratkaisemisen ehdottamalla ratkaisumalleja muista tietokantaan syötetyistä hankkeista.

Esimerkiksi tulevaisuuden tietomallissa pystyy määrittämään jälkiasenteisten sprinkleri-järjestelmien tarpeet vanhalle rakennukselle. Ohjelmisto selvittää läpivientien aiheuttamien kantavuuksien ja paloturvallisuuden muutokset rakenteisiin ja tuo urakoitsijalle ehdotuksen toteutuksesta. Kattavalla tietokantojen automatisoinnilla voidaan jopa yhdistää sprinklerituotteiden hinnastot tietomalliin palvelimen kautta.

Kun rakennus on valmis, tietomallia voidaan hyödyntää käyttöönoton jälkeisten toimintojen järjestämiseen ja hallintaan. Taloteknisten järjestelmien säädöt ja vaatimukset voidaan laskea tietomalliin lisätyistä tiedosta.

Esimerkiksi huoltovälit voidaan säätää tilojen käyttöasteen mukaan. Älykkäät talotekniikkajärjestelmät mittaavat ja tallentavat tietoa rakennuskohtaiseen tietojärjestelmään. Näin saadaan asiakkaalle tarpeeseen kohdistettua palvelua, joka vastaa elinkaaren aikaiseen energiankulutukseen, asumisen elämyksellisyyteen ja huomioi kuluttajan tarpeita.

Tietomallinnusten käyttö on perinteisesti ollut rakennushankkeissa suunnittelijoiden vastuulla. Käytännössä onnistuneen tietomallin hyödyntäminen edellyttää osapuolten välistä yhteistyötä ja erityisesti urakoitsijoiden aktiivisuutta. Taitavasti käytettynä ohjelmistoja voidaan hyödyntää rakentamisen aikana myös työmenetelmien parantamisen, aikataulutuksen ja tiedonvälityksen apuvälineenä.

#### 4.2 Tulevaisuuden vaatimukseen vastaaminen

Taloutta koettelee muutos, joka tuo kilpailukyyn ja rahan liikkuvuuden myötä muutosta myös rakennusalalle. Paitsi työntekijöiden myös toimihenkilöiden osaaminen voidaan kilpailuttaa entistä laajemmin.

Yritysten muutoskyky tulee olemaan ratkaisevassa asemassa tulevaisuuden muutoksien kanssa selviytymisessä. Perinteisillä toimintamalleilla ja käytännöillä ei pysty kilpailemaan kehittyvien toimintamenetelmien kanssa. On löydettävä keino kouluttaa henkilöstöä ja kehittää tuotantoa laajalti kilpailukykyisesti. Esimerkiksi nykypäivän rakennustyömaalla toimii paljon työvoimaa naapurimaista, mutta myös enenevässä määrin urakoitsijoita ja erikoislaitteistoja tulee kauempaa suorittamaan urakkakohtaisia töitä omalla erikoisalallaan.

Tavarantoimittajat pystytään kilpailuttamaan laajasti Euroopan maiden kesken, mutta myös maailmanlaajuisesti.

Yleisen suuntauksen mukaisesti ympäristöarvojen kasvu merkitsee rakennusalalta entistä tarkempaa suhtautumista hiilijalanjälkeen ja energiankulutukseen. Päätöksiä

tullaan tekemään paljon myös kaupunkirakenteen päätösten ehdoilla ja rakentamisen ympäristövaikutusten mukaan. Yrityksien ja materiaalien kehitys tuo rakennustyömaille osaamistarvetta, sellaisten järjestelmien ja rakenteiden toteuttamisesta, joilla päästään asiakkaiden haluamiin vaatimuksiin.

Yksi tulevaisuuden vaatimus tulee olemaan kilpailukyvyyn ja ympäristöarvojen huomioimisen lisäksi uusien sovelluksien käyttöönottovalmius. Sovelluksien tarkoitus on parantaa toimintaa ja kehittää tuotantoa. Osapuolet, jotka pystyvät kilpailemaan valitsemalla oikeat sovellukset ja hyödyntämällä niitä tehokkaasti, löytävät kilpailuetua ja pystyvät tarjoamaan asiakkaille lisäarvoa palveluillaan.

Rakentamisen muuttuessa käsityöammattista työkonein tehtäväksi asennustyöksi saavutetaan etua tuotannossa. Koneiden käyttäminen ja urakoinnin erikoistuminen tiettyä tuotetta asentaviin työkuntiin edellyttää entistä tarkempia hankintasuunnitelmia ja toimitusten ketjuttamista.

Kehitys ja muutoksen vauhti on laajalti kasvussa ja edellyttää paitsi hyvää perusymmärrystä rakentamisesta, mutta myös rakentajien aktiivista osaamisen päivittämistä. Tiedon vanhentuessa kiihtyvällä vauhdilla tulevaisuuden vaatimuksiin vastataan parhaiten laadukkaalla ja laajalla opetuksella.

## **5 Yhteenveto ja johtopäätökset**

Opinnäytetyö aihe syntyi tarpeesta kehittää ja jäsenellä pääurakoitsijan johtamisen keinovalikoimia talotekniikkatöiden hallintaan. Tavoitteeksi asetettiin, että työ antaa keinovalikoimia rakennushankkeiden läpivientiin ja työkaluja johtamiseen. Työtä varten tehtiin kattavasti tutkimuksia kirjallisuudessa. Kirjallisuuslähteiden ja työmaakokemuksen pohjalta opinnäytetyö luotiin vastaamaan nykyrakentamisen ongelmiin, sekä antamaan näkökulmaa tulevaisuuden rakentamisen trendeihin ja kehityssuuntiin.

Johtopäätöksenä opinnäytetyölle voidaan todeta, että rakennushankkeen ja osapuolten johtaminen lähtee kaukaa yritystasolta ja nivoutuu yhteen aina yksittäisen työtehtävän ja yksilön tasolle. Rakennushanke on tyypillisesti projekti, jolla on lukuisia osapuolia, ja hyvä lopputulos edellyttää kaikkien osapuolien saumatonta yhteistyötä ja työpanosta

yhteisen lopputuloksen saavuttamiseksi. Johtaminen on paljon tuotannon suunnittelua ja organisointia, mutta myös asenteellista motivointia ja työyhteisön kasvatusta.

Kun puhutaan yksittäisen työmaan läpiviennistä, nousee esille neljä tekijää, jotka ovat tyypillisiä kipukohtia:

1. aikataulujen visualisointi, läpikäynti ja valvonta
2. yhteiset laadukkaat tietojärjestelmät ja käyttäjätuki
3. toimitusketjujen purkaminen
4. taloudellisen riippuvuussuhteen puuttuessa yhteistyöhön sitoutuminen.

Ensimmäinen kohta pitää sisällään tiedonvälityksen ja osapuolten yhteistoiminnan. Aikataulut rakentavat ja rytmittävät nykyrakentamisen tahtia, eikä niiden roolia voi työmaakohtaisessa johtamisessa vähätellä. Nykypäivänä on käytössä lukuisia välineitä ja ohjelmistoja, joilla pystytään visualisoimaan kohteen edellyttämiä aikatauluja, käymään niitä läpi osapuolten kanssa ja valvomaan niiden edistymistä tarkasti. Aikataulut antavat selkärangan koko rakennushankkeelle, ja niihin nivoutuvan tiedon hallinta kuuluu kohtaan kaksi. Yhteiset laadukkaat tietojärjestelmät ja käyttäjätuki tarkoittaa osapuolten välistä tiedonvälitystä ja sitä helpottavien järjestelmien ylläpitoa.

Rakentaminen on pitkälti toimitusketjujen hallintaa ja tavaran siirtelyä paikasta toiseen, jotta saadaan eri osista muodostettua haluttu ja suunniteltu kokonaisuus. Toimitusketjujen hallintaan ja purkamiseen käytetään liian vähän aikaa rakennustyömailla ja yritysten kesken. Toimiva järjestelmä Forrester-efektin (luku 3.2.2) vähentämiseksi on keskittää hankintoja yritysten välillä.

Neljäntenä kipukohtana on taloudellisten riippuvuussuhteiden puuttuessa yhteistyöhön sitouttaminen muilla keinoilla. Vanha suomalainen sananlasku sanoo, että ei kukko käskemällä laula, mikä pitää myös paikkansa rakennustyömaalla. Siksi on tärkeää rakentaa verkosto, joka tukee tavoitteiden kautta, yhteistoimintaa parhaan lopputuloksen saavuttamiseksi. Kun saadaan yhdessä sovittua järjestely, jossa yhteistoiminnasta voidaan todeta olevan taloudellista hyötyä osapuolille, voidaan sillä päästä rakennushankkeessa tilaan, jossa kaikki puhaltavat yhteen hiileen.



Kipukohtien avaaminen ja toiminnan muuttaminen on pitkä prosessi, ja muutosjohtaminen vaatii työtä organisaation jokaiselta osapuolelta. Kun puhutaan muutosjohtamisesta ja muutosten läpiviennistä, neljä keskeistä tekijää muutoksen saavuttamiseen ovat

1. yhteistyö toimitusketjujen muodostamisessa, tekemällä pitkäaikaisia suhteita toiminnan parantamiseksi
2. kestävä suunnitelma parannuksista tuotannossa
3. asiakkaan tarpeiden tuominen keskeiseen rooliin rakennusprosessissa
4. tyhjäkäynnin vähentäminen rakennusprosessissa.

Talotekniikkaurakoitsijoiden johtaminen on mahdollistamista ja puitteiden luomista onnistumiselle. Pääurakoitsijan tehtävä on valita sopivat urakoitsijat ja toimia tilaajan kanssa yhdessä asiakkaalle soveltuvan lopputuloksen saavuttamiseksi. Työmaa-aikana kuusi keskeistä vaatimusta, jotka ovat keskeiset suorituksen kannalta:

1. Urakoitsijoiden valinta. Urakoitsijat tulee valita saavutusten perusteella ja pitkäaikaisten kustannusten toteutumisen mukaan, jolloin etsitään parasta vastinetta rahoilleen, eikä välttämättä vain halvinta hintaa.
2. Integroidut suunnittelu ja rakentaminen. Rakennussuunnittelu ei pitäisi olla erillinen prosessi vaan yhteen sovitettu koko rakentamisen kanssa, jotta suunnittelutiimi voi ottaa enemmän vastuuta suunnitelmien toteutuksesta, mukaan lukien kustannuksista, laadusta, rakennettavuudesta sekä rakennuksen terveellisyydestä ja turvallisuudesta.
3. Parempaa suunnittelua. Suunnittelulle pitää varata sille tarpeellinen aika. Tähän kuuluu riittävien tietojen hankkiminen, riskien arviointi ja niiden hallitseminen ja kustannustietoisuuden sisään ajaminen osaksi suunnittelua.
4. Projektinjohto. Luotettavan projektinjohdon muodostaminen. Hyviä johtajan ominaisuuksia ovat ymmärtäväisyys, tarkka tieto riskeistä, jatkuva valvonta ja tehokas kommunikointi.

5. Tavoitteiden asettaminen. Rakennusprojektin tulosta tulee mitata ja arvioida kustannuksien, aikataulun ja laadun toteutumista ja sitä onko tavoitteet saavutettu. Tavoitteiden toteutumisen mittaamisesta saadaan tärkeää tietoa tulevien projektien läpiviennin kannalta.
6. Hyvä hinta sekä loistavaa vastinetta rahoille. Urakoitsijoiden työ tulee hinnoitella niin, että se kannustaa suorittamaan työ hyvällä laadulla, aikataulussa ja pysyen kustannuksissa. [7, s. 42.]

Rakennusala kehittyy jatkuvasti, ihmisten vaatimukset ja urakoitsijoiden menetelmät ja keinovalikoimat toteuttaa niitä elävät jatkuvassa muutoksessa. Tulevaisuuden urakoinnin muutoksia tulevat olemaan rakentamisen ja suunnittelun yhteensovittaminen yhdelle osapuolelle, hyvä johtajuus sekä yksityisen ja julkisen alan yhteistyöhankkeet. [7, s. 45.]

Talotekniikkatyöt kilpailutetaan tyypillisesti erillisillä urakoitsijalla. Alan yksilöllisen osaamistarpeen vuoksi talotekniikkatöille tulee olla omat erikoisalan suunnittelijat, valvojat ja toteutus. Kun työmaan osaaminen jakautuu vahvasti eri tahoille, syntyy ongelmia kokonaisuuden hahmottamisessa ja hallinnassa. Talotekniikkatöiden hoitamisessa tyypillisiä ongelmia ovat

1. projektin puutteellinen valmistelu
2. työn epäselvä rajaus ja sen muuttuminen
3. linjajohdon sitoutumattomuus ja tuen puuttuminen
4. yliorganisointi ja osapäiväisyys
5. linja- ja projektiorganisaation väliset näkemyserot
6. henkilöristiriidat ja väärät henkilöstövalinnat
7. epärealistiset tavoitteet
8. suunnitteluvirheet

## 9. puutteelliset aikataulut

### 10. projektin elinkaari on epäselvä ja välitavoitteet puuttuvat. [15, s. 38–48.]

Vanha sananlasku sanoo, että hyvin suunniteltu on puoliksi tehty. Työmaan onnistuminen voidaan tehokkaasti estää projektin puutteellinen valmistelu. Työn onnistumisen edellytykset luodaan kauan ennen työn varsinaista suorittamista. Valmistelussa kiteytyy tarvittavien tietojen, hankintojen ja urakoitsijoiden hankinta ja laatujohtamisen tärkeys.

Suurimmat keskustelut rakennusvaiheen aikana syntyvät urakoitsijoiden välillä erityisesti koskien työn rajausta. Työstä ja urakoinnista pyritään muodostamaan kattavat sopimukset, toteutuksen aikana tulee järjestää riittävät katselmuksot sekä työn edellyttämät palaverit. Muutos- ja lisätöiden kautta urakoitsijat pyrkivät myös parantamaan hankkeen katteita ja onkin tärkeä katsoa, kuka joutuu viime kädessä maksumieheksi, kun muutos- ja lisätöiden laskuttamisesta keskustellaan. [15, s. 39–40].

Onnistumisen edellytyksenä on esimiesten ja johdon täydellinen tuki hankkeelle. Työmaaorganisaatiolla ja kunkin työn urakoitsijalla tulee olla riittävät työkalut ja menetelmät käytössään kyseisen työn suorittamiseksi. Oikean henkilön vastuuttaminen ja luottamuksen antaminen työn suorittamiseksi on keskeistä. Työmaalla koetaan usein ongelmalliseksi kertoa linjajohdon toiminnan ongelmista eteenpäin. [15, s. 41-42.]

Rakentaminen vaatii ammatillisuutta ja ylpeyttä. Suurissa hankkeissa työskentelee lukuisia ihmisiä ja niiden vaikutus yhteiskunnassa on merkittävä. Työhön tuleekin osata resursoida riittävästi aikaa ja panostusta. Tehtävän onnistuminen on pitkälti henkilöstöstä kiinni, ja yksi keskeinen ongelma talotekniikkaprojektien hoitajilla on useampien samanaikaisten hankkeiden läpivieminen samanaikaisesti. Projektin läpivienti edellyttää tiettyä työmäärää, ja työmaalla pitää osata vaatia myös sivu-urakoitsijan projektinhoitajilta riittävää työpanostusta hankkeelle. [15, s. 41–43.]

Ongelmat syntyvät, kun tietoa ei ole riittävästi tai sitä ei osata tulkita. Kun osapuolilla on vastakkaiset näkemykset toteutuksesta, syntyy ristiriitoja, joiden ratkaisemiseen vaadittava prosessi saattaa syödä työmaan energiaa väärään asiaan. Erityisesti näkemyserot linja- ja projektiorganisaation välillä muodostavat ongelmia, yritystasolla

toiminnan pitää olla yhteneväistä ja tavoitteiden selkeitä. On hankala keskustella työmaalla ongelmista ja ratkoa rakentamisen arkipäiväisiä pulmia, jos toteutuksen kokonaiskuvasta ei ole yhteneväistä linjaa osapuolten välillä. [15, s. 45–48.]

Rakentaminen on pitkälti joukkuepeliä. Joukkueessa ei riitä, että siellä on yksi tai kaksi tähtipelaajaa vaan koko joukkue pitää saada pelaamaan yhteen. Henkilövalinnat projektissa muodostaa sen joukkueen, jolla rakennushanke vedetään läpi. Toisaalta on tärkeää löytää parhaat avainhenkilöt oikeille tehtäville ja mahdollistaa heidän yhteistyönsä projektin aikana. Työmaalla tämä näkyy esimerkiksi työnjohdon välisenä yhteistyönä. Jos työn aikana saadaan välit tulehtuneeksi talotekniikkaurakoitsijoiden ja rakennusurakoitsijoiden välillä, jatkossa ongelmanratkaisu tulee olemaan kautta linjan hankalaa. Hyvä lääke yhteistyöongelmille on sitouttaa osapuolet jo ennen hanketta yhteisiin tavoitteisiin ja päämääriin kuten mestarityössä on esitelty. [15, s. 41–43.]

Ihmisillä on taipumus kuvitella joko itsestään tai muista ihmisistä liikoja, jolloin syntyy epärealistisia käsityksiä asioista. Esimerkkinä voi toimia talotekniikkaurakoitsijan antama epärealistinen aikataulu asennuksien etenemisestä. Toiminta tulee pohjautua mitattuun ja todelliseen tietoon, jonka pohjalta työtehtävät jäsenellään ja lopulta muodostetaan kokonaiskuva hankkeen etenemisestä. [15, s. 42–44.]

Näkyvä ja tyypillinen työnjohdon ongelma on rakennustyömaalla havaitut suunnitelmapuutteet ja ristiriidat. Usein osataan katsoa oman alan piirustuksia, mutta unohdetaan tarkastella piirustuksia ristiin esimerkiksi talotekniikkakuvien kanssa. [15, s. 46–48.]

Aikataulujen tärkeyttä ei voida painottaa liikaa hankkeen etenemisen selkärankana. Työmaalla on usein liian vähän ymmärrystä, miten luetaan piirustuksia ja miten niitä laaditaan. Aikataulutuksen tärkeyttä tulee tuoda esille koulutuksella ja pätevyysvaatimusten kunnioittamisella työtehtäviin valittaessa. Aikatauluihin liittyy myös vahvasti kymmenes kohta talotekniikkatöiden tyypillisimmissä ongelmissa, välitavoitteiden puuttuminen ja projektin elinkaaren epäselvä kulkeminen. Pääurakoitsijan tulee antaa hyvä ja luotettava yleisaikataulu, jonka pohjalta ali- ja sivu-urakoitsijat laativat omat aikataulunsa ja esittävät ne pääurakoitsijalle. Aikataulujen pohjalta luodaan selkäranka koko hankkeelle, ja niiden puuttuessa syntyy vahva epätietoisuus töiden etenemisestä ja kokonaisuudesta osapuolten välillä. Välitavoitteiden puuttuminen tarkoittaa myös porkkanan puuttumista. Urakoitsijoille

pitää asettaa tulokseen sidottuja välitavoitteita, niin että niiden saavuttaminen palkitsee. Erityisesti pitkäkestoisissa projekteissa välitavoitteiden kautta pidetään tavoite tehokkaasti näkökentässä.

Johtamisen kehittäminen on pitkälti suunnittelua, kommunikointia kokonaisuuksien hahmottamista sekä toiminnan mahdollistamista. On mahdoton antaa valmista ohjekirjaa, kuinka yleispätevästi johdetaan rakennushanketta, mutta hyviä työkaluja ja ajatuksia sekä oikeaa asennetta voidaan opettaa. Mestarityö kiteytyy lopulta siihen, että suuresta tietomäärästä ja osaamisesta, mitä rakennusalalla on, pystyy karsimaan tiettyjä keinoja ja menetelmiä, mutta lopulta rakentamisessa ja sivu-urakoitsijoiden johtamisessa on kyse siitä, että saadaan yhdistettyä riittävästi motivoituneita yksilöitä luomaan yhteisön työn loppuun viemiseksi.

Kokonaisuudessaan mestarityö osoittaa erinomaisen keinovalikoiman minkä tahansa rakennushankkeen läpivientiä ajatellen.

## Lähteet

- 1 Ratu. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. 2012. Opettajan kalvosarja. Rakennustieto Oy.
- 2 Työelämän tutkimus. Verkkodokumentti.  
<<http://www.uta.fi/avoinyliopisto/arkisto/sosiologia/luku5.html>> Luettu 18.11.2015.
- 3 Koottua tilastotietoa rakentamisesta ja asumisesta. Verkkodokumentti.  
<[http://www.stat.fi/ajk/tiedotteet/2012/tiedote\\_013\\_2012-12-13.html](http://www.stat.fi/ajk/tiedotteet/2012/tiedote_013_2012-12-13.html)> Luettu 18.11.2015.
- 4 Liuksiala, Aaro; Laine, Ville. 2011. Tavoite- ja kattohintaurakka. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 5 Oikeusjärjestys. Verkkodokumentti.  
<[http://ec.europa.eu/civiljustice/legal\\_order/legal\\_order\\_fin\\_fi.htm](http://ec.europa.eu/civiljustice/legal_order/legal_order_fin_fi.htm)> Luettu 18.11.2015.
- 6 EU:n ympäristöpolitiikka. Verkkodokumentti <[http://www.ym.fi/fi-fi/Kansainvalinen\\_yhteistyö/EUn\\_ymparistopolitiikka](http://www.ym.fi/fi-fi/Kansainvalinen_yhteistyö/EUn_ymparistopolitiikka)> Luettu 18.11.2015.
- 7 David Jaggard, Andy Ross, Jim Smith & Peter Love. 2002. Construction Design Cost Management. Oxford: Blackwell Science
- 8 Ratu KI-6020. 2010. Rakentamisen tuotantotekniikka. Rakennustieto Oy.
- 9 Ratu T-430. 2007. LVIS-työt 1992-2007. Rakennustieto Oy.
- 10 Rakennustöiden laatu. 2009. Rakennustieto Oy.
- 11 Maankäyttö- ja rakennuslaki. 1999. 132/5.2.1999.
- 12 Rakennusmääräyskokoelma A1. Verkkodokumentti  
<<https://www.finlex.fi/data/normit/28238-A1su2006.pdf>> Luettu 18.11.2015.
- 13 Rakennustöiden laatu. 2014. Rakennustieto Oy.
- 14 Tulevaisuuden rakentamisen tulevaisuus on vihreä. Verkkodokumentti.  
<<http://figbc.fi/tulevaisuudentutkija-rakentamisen-tulevaisuus-on-vihrea>> Luettu 18.11.2015.
- 15 Ruuska, Kai. 2005. Pidä projekti hallinnassa: suunnittelu, menetelmät, vuorovaikutus. Helsinki: Talent

