



Emil Törmänen

LVI-urakoinnin projektinhallinta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

28.3.2023

Tiivistelmä

Tekijä: Emil Törmänen
Otsikko: LVI-urakoinnin projektinhallinta
Sivumäärä: 33 sivua + 1 liite
Aika: 28.3.2023

Tutkinto: insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: talotekniikka
Ammatillinen pääaine: LVI-suunnittelu
Ohjaajat: hallituksen puheenjohtaja Veikko Laitila
lehtori Markku Leino

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää projektinhallintaan liittyviä haasteita LVI-urakoinnissa. Työssä keskitytään tarkastelemaan pääasiassa ali- ja sivu-urakointina toteutettavia rakennushankkeita, mutta käydään myös yleisemmin läpi projektitoimintaan liittyviä asioita.

Projekteilla on monia yhteisiä toistuvia haasteita, jotka hankaloittavat niiden läpivientiä ja kuormittavat henkilöstöä sekä vaikuttavat laatuun heikentävästi. Työssä tarkasteltiin projektitoimintaan liittyviä ominaispiirteitä ja toistuvia työvaiheita lähdekirjallisuuden, urakointitoimintaa ohjaavien lakien sekä opastavien materiaalien, kuten RT-Kortistojen kautta. Työssä havaittiin, kuinka suuri merkitys lopputuloksen kannalta on suunnitelmallisella toiminnalla ja sillä, että toimintaa pyritään yhdenmukaistamaan hankkeesta toiseen. Projektin hallinnan voi jakaa neljän eri osa-alueeseen, jotka ovat aikataulutus, resurssointi, budjetointi ja henkilöstöasiat. Nämä ovat keskenään vuorovaikutteisia ja riippuvaisia toisistaan, joten kaikkien osa-alueiden tulee olla kunnossa, jotta projektit saadaan vietyä menestyksekkäästi läpi.

Työn pääpainona oli laatia projektisuunnitelman runko, joka voidaan räätälöidä kulloinkin työn alla olevan projektin mukaiseksi. Projektisuunnitelma luotiin osin lähdekirjallisuuteen ja muuhun materiaaliin ja osin käytännön työssä saatuun kokemukseen pohjaten. Suunnitelma keskittyy varsinaiseen rakennusvaiheeseen ja työn luovutusvaiheeseen. Projektisuunnitelma toimii projektinjohdon tukena ja muistilistana.

Avainsanat: LVI-urakointi, projektinhallinta

Abstract

Author: Emil Törmänen
Title: HVAC Project Management
Number of Pages: 33 pages + 1 appendices
Date: 28 May 2023

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Building Services Engineering
Professional Major: HVAC Design
Supervisors: Veikko Laitila, Chairman of the Board
Markku Leino, Senior Lecturer

The purpose of this final year project was to identify challenges in HVAC project management in order to develop a project plan for foremen and project managers to facilitate the planning and implementation of a project. The project mainly focused on subcontracted construction works. The project also looked into common features of project management.

Common features and repeatable steps in project management were studied based on the authors experience. Literary sources used were books, legislation governing the operations, and guidelines like the instructional material from Rakennustieto, RT Cards. Based on the material, the plan was drafted.

The thesis showed the importance of organized operations and standardized work phases for the outcome of any project. Four common challenges in HVAC project management were identified: schedule, resources, budgeting, and the well-being of the employees. The sub-areas are dependent on each other and must be in good condition for successfully project.

The project plan created in the final year project covers only the construction phase of a project. The project plan works as a memory list and support for foremen and project managers.

Keywords: HVAC, project management

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Projektit käsitteenä	2
2.1	Talotekniikkaurakointi	3
2.2	Projektien haasteet	4
2.3	Projektin laatumääritelmä ja laatuajattelu	7
2.4	Projektisuunnitelma	9
2.5	Seuranta	9
3	Hanke	11
3.1	Rakentamista ohjaavat määräykset ja asetukset	11
3.2	Urakkamuodot	12
3.3	Työmaaorganisaatio	14
3.4	Projektin toteutuksen suunnitteluvaihe	15
3.4.1	Hankintasuunnitelmat	15
3.4.2	Tuotteiden kelpoisuuden osoittaminen ja hyväksyttäminen	15
3.4.3	Aikataulusuunnitelmat	17
3.4.4	Työturvallisuussuunnitelma/selvitys	18
3.5	Työmaavaihe	18
3.5.1	Aloituskokous, seurantakatselmukset	18
3.5.2	Perehdytykset	19
3.5.3	Malliasennukset	19
3.5.4	Työmaa-aikainen laadunvalvonta	20
3.5.5	Työmaapalaverit	21
3.5.6	Laatupoikkeamat	22
3.5.7	Luovutusvaihe	22
3.5.8	Viranomaistarkastukset	23
3.5.9	Työn luovutus tilaajalle	24
3.6	Takuuvaihe	24
4	Projektisuunnitelma	25
4.1	Budjetointi	25
4.2	Aikataulut	25

4.3	Laadunvalvonta	26
4.4	Henkilöstö	27
4.5	Projektisuunnitelman runko	27
5	Yhteenveto	28

Liitteet

Liite 1: Projektisuunnitelman runko

Lyhenteet

KSE Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot

KVR Kokonaisvastuu-urakka

LVIJA Lämpö-, vesi-, ilmanvaihto-, jäähdytys ja automaatioasennukset

YSE Yleiset sopimusehdot

1 Johdanto

Opinnäytetyö käsittelee uudisasuntotuotantokohteiden LVI-urakoinnin projektin hallintaa ja laadunvalvontaa. Opinnäytetyön tavoitteena on luoda projektisuunnitelma uudisrakennusten LVI-urakointiprosessiin, saada sujuvoitettua työmaatoimintaa, ylläpitää laadukasta tekemistä ja työn jälkeä. Projektisuunnitelma on ensisijaisesti työn- ja projektinjohtajien tukena projektien ajan. Projektisuunnitelmassa käydään läpi projektien toistuvat eri osa-alueet ja niihin liittyvät dokumentit. Insinööryö keskittyy pääasiallisesti urakasta sopimisen jälkeisiä työvaiheita eli varsinaista rakennus- ja luovutusvaihetta.

Työn tilaajana toimii Lvi-Pitkälä Etelä Oy, joka on osa Lvi-Pitkälä Groupia. [1.] Lvi-Pitkälä Group Oy on Oulun, Meri-Lapin, Rovaniemen, Pirkanmaan ja pääkaupunkiseudun talousalueilla toimiva LVI-alan yritys. Lvi-Palvelu Pitkälä Oy on alkuperäinen yhtiö ja on perustettu vuonna 2007. Lvi-Pitkälä tarjoaa kokonaisvaltaisesti kaikki lämpö-, vesi-, ilmanvaihtourakoinnin palvelut. Koko konsernin liikevaihto oli vuonna 2021 noin 17,0 miljoonaa euroa ja henkilöstöä oli noin 80 ihmistä. [2.]

Kannattavan liiketoiminnan suorittaminen LVI-urakoinnissa asuntotuotantokohteissa on monipuolinen ja haastava ala. Erityispiirteinä siinä ovat projektien tiukat läpimenoaikataulut, resurssipula työntekijäpuolella, kannattavuushaasteet ja eri työvaiheiden yhteensovittamiseen liittyvät haasteet. Lähivuosina uutena suurena haasteena on ollut myös tarvikekustannusten ennustamaton nousu. Nämä yhdessä luovat vaatimuksen organisoidulle ja suunnitelmalliselle toteutukselle kyseisissä kohteissa. [3.]

2 Projektit käsitteenä

Projekti määritellään työkokonaisuutena, jonka tavoitteena on saada valmiiksi kertaluonteinen lopputulos. Projekteilla on selkeä alku- ja päätepiste. Projekteilla on ryhmä, joka sen suorittaa sekä tavoite, joka tulee suorittaa valmiiksi. [4, s. 11.]

Oleellisia asioita projekteissa on lisäksi budjetti ja aikataulu. Osassa projekteissa aikataulu tai budjetti voi olla joustavia. Mikäli halutaan saada paras mahdollinen lopputulos tietyssä aikataulussa valmiiksi, projektille voidaan siirtää resursseja lisää, jolloin budjetti kasvaa. Toisaalta myös on tilanteita, joissa budjetti on sidottu. Näissä tilanteissa aikataulun kasvattaminen voi auttaa lopputuloksen valmistumiseen annetussa budjetissa. Näissä tapauksissa tosin vaarana on se, että aikataulun kasvattaminen sitoo resurssit pidemmäksi aikaa projektille, jolloin siitä syntyy lisäkustannuksia. [4, s. 26.]

Tämän insinööriyön aiheena olevat projektit ovat toimitusprojekteja, eli yritys tekee toimeksiannosta työn asiakkaalle. Projekti alkaa sopimuksen laadinnalla ja päättyy tuotteen luovuttamiseen asiakkaalle. Pääpainona näissä projekteissa on sovitussa aikataulussa luovutettu laadukas lopputulos, joka on yritykselle kannattava. [4, s. 21.]

Insinööriyössä projekteilla tarkoitetaan pääasiassa ali- tai sivu-urakkana toteutettavia LVI-urakoita uudisrakennuskohteissa. Riippuen projektista mukana on myös automaatio- ja jäähdytysurakoita. Muita projekteja voisivat olla esimerkiksi liiketoiminnan kehitysprojektit, markkinointiprojektit sekä laatuun tai

työturvallisuuteen liittyvät projektit. Näitä ei tarkastella tässä työssä, vaan keskitytään ainoastaan työmaatoimintaan ja siihen liittyviin osa-alueisiin. [4, s. 18.]

2.1 Talotekniikkaurakointi

Talotekniikalla käsitetään rakennusten teknisiä ratkaisuita, palveluita, laitteita ja järjestelmiä, joilla vaikutetaan rakennuksen olosuhteiden hallintaan. Se kattaa sisäilmaston eli ilmanvaihdon ja lämmityksen toiminnan, energiatehokkuuden, käyttöveden, sähkötekniikan, tiedon, turvallisuuden ja liikkumispalveluiden toteutumisen. [5.]

Keskeisimpiä asioita talotekniikassa ovat LVI- ja sähkötekniikka, sen lisäksi talotekniikkaan luetaan myös jäähdytys-, automaatio ja turvatekniikka. Talotekniikka osaltaan mahdollistaa turvallisen ja terveellisen oleskelun rakennuksissa. [6.] Opinnäytetyössä keskitytään talotekniikan osalta lämpö-, vesi- ja ilmanvaih-
tourakoihin.

LVI-urakointi uudisrakennuksilla on projektityötä. Tilaajalla on hanke, jonka sisältö on ennalta määritelty. Kohteet tarjotaan tilaajalle ali- ja sivu-urakoissa pääsääntöisesti kokonaishinnalla, joka määrittelee projektin budjetin. Tilaajan tulee saada hanke valmiiksi määräaikaan mennessä, tästä saadaan projektin aikataulu. Yrityksellä on tietty henkilöstö, joka projektin tulee toteuttamaan. Onnistuneessa projektissa nämä kaikki osa-alueet ovat selkeästi määriteltäviä, ja niiden tavoitteisiin päästään. Ihannetilanteessa tilaaja saa tarkasti sen lopputuloksen, jonka on sopinut urakoitsijan kanssa, urakoitsija toteuttaa projektin kannattavasti aikataulussa ja henkilöstö työskentelee tyytyväisenä ja motivoituneena projektin parissa.



Kuva 1. Projektin kultainen neliö. [7.]

2.2 Projektien haasteet

LVI-urakoinnin projekteissa toistuvat yleensä samat haasteet. Näitä ovat urakan sisällön määrittely, budjetin ylittyminen, aikataulun ylittyminen sekä henkilöstökysymykset.

Urakoissa sisällön tarkka määrittely on ensiarvoisen tärkeää, jotta molemmat sopijaosapuolet tietävät mitä ollaan tekemässä. Urakkasisältö on määritelty urakkasopimuksessa ja sen liitemateriaaleissa. Haasteet sisällön rajauksessa liittyvät yleensä urakkasopimuksen vajavaisiin tietoihin sekä rakennettavan kohteen suunnitelmapuutteisiin. Urakkasisällön jatkuva tarkentaminen projektin ollessa käynnissä johtaa aikataulun ja resurssien riittävyyden kanssa monesti ongelmiin.

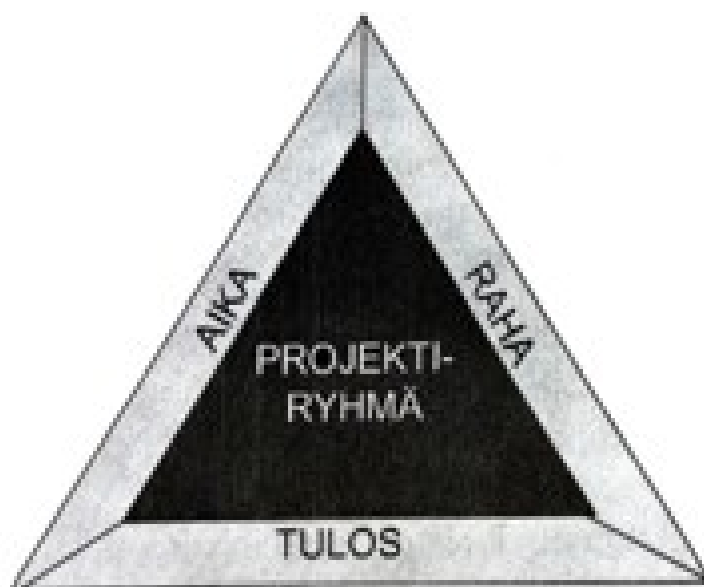
Budjetti määritellään urakkatarjouksen pohjalta. Budjetissa tulisi olla tiedossa mahdollisimman tarkasti kustannukset, joita projektille syntyy, sekä kate, jonka yritys haluaa projektista toimintansa pyörittämiseen. Projektibudjetissa täytyy lisäksi ottaa huomioon kustannusten ja laskutuksen jakautuminen projektiin aikataululle. Budjettia varten tulee olla selvillä hankkeen aikataulu, jonka

pohjalta laaditaan maksuerätaulukko tai muu maksuohjelma. Tällä varmistetaan, että projekti rahoittaa itsenä mahdollisimman tehokkaasti koko elinkaaren ajan. Mikäli projekti vaatii ulkoista rahoitusta, myös ne ja niiden kustannukset tulee olla huomioitu budjetissa. Budjetin ylittyminen ja projektin heikko kannattavuus johtuu monesti hankkeiden ylioptimistisesta resurssiarviosta tai piilevien kustannuserien huomioimatta jättämisestä. [4, s. 168.]

Huonosti suunniteltu aikataulu, jossa ei ole osattu ottaa riittävästi huomioon ennakkoimattomia muuttujia tai ei ole varattu riittävästi aikaa tietyille välivaiheille, johtaa projektin pitkittymiseen. Pitkittyminen puolestaan johtaa resurssien sitoutumiseen projektiin ennalta oletettua pidemmäksi aikaa, joka johtaa kustannusten nousuun. Mikäli aikataulu pidetään ennallaan, projektille siirretään enemmän resursseja, mikä johtaa suunnitelmattomaan toteutukseen ja tehokkuuden putoamiseen, toisin sanoen kustannusten nousuun. Tällöin myös laadulliset tavoitteet alkavat kärsiä, kun työt yritetään toteuttaa suunniteltua nopeammin eikä laadunvalvontaan ehditä kiinnittää riittävästi huomiota. [4, s. 26–27.]

Projektihenkilöstö on avainasemassa onnistuneen läpiviennin kannalta. Henkilöstön osaamisen puutteet, väärät toimenkuvat ja liiallinen kuormittaminen johtavat kannattavuuden laskuun, työaikojen pitkittymiseen sekä työssä jaksamisen heikkenemiseen. Projektin resurssisuunnitelmassa tulee huomioida todellinen käytettävissä oleva resurssien määrä oikea-aikaiseksi kullekin työvaiheelle. Resurssien epätasainen kuormittaminen johtaa siihen, että projektilla voi hetimitäin olla liian paljon henkilöstöä ja taas kiireen ollessa kovimmillaan henkilöstöä on liian vähän. [4, s. 139–140.]

Nämä kaikki tekijät ovat sidoksissa toistensa kanssa, jolloin yhden osa-alueen vajaukset johtavat ongelmiin myös muissa osa-alueissa. Onnistuneessa projektissa avain on onnistuneessa projektisuunnittelussa, jossa määritellään budjetti, aikataulu ja sisältö avainhenkilöiden kanssa yhdessä ja näihin sitoudutaan. Projekti vaatii riittävän ammattitaitoisen henkilöstön, jolla on ymmärrys toteutuksesta, hyvät vuorovaikutustaidot, motivoitunut asenne työtä kohtaan ja yhteinen päämäärä.



Kuva 2. Projektin tulokolmio. [4, s. 22.]

Projektiorganisaatio

Projektien keskeisimpinä henkilöinä ovat projektipäälliköt, joilla tulee olla ajantasainen tieto projektin kulusta läpi koko projektin. Toteutuksen kenttätasolla mahdollistaa asentaja tai asennusryhmä, joka toimii projektipäällikön alaisuudessa. Riippuen projekteista projektipäälliköiden tukena voi olla esimerkiksi päivittäisestä työnjohdosta vastaavia henkilöitä. [4, s. 52.]

Projektipääällikkö on yhteyshenkilönä sidosryhmiin, joita ovat muun muassa tilaajan edustajat, omat esihenkilöt, tavarantoimittajat, viranomaiset ja aliurakoitsijat.

Toimiva projektiorganisaatio antaa riittävän tuen onnistua tehtävässä ja on toistensa tukena ongelmatapauksissa. Työnantaja osoittaa riittävät resurssit projektien hoitoon ja määrittelee kunkin henkilön vastualueet. Projektihenkilöstön sitouttamisessa keskeisenä asiana ovat vaikutusmahdollisuudet työtä kohti, vastuun jakaminen koko henkilöstölle ja ansaintamallin rakentaminen projektin tulosperusteiseksi. Kun työntekijät omalla panoksellaan pääsevät vaikuttamaan projektin läpimenoon ja omaan palkkaukseen, se sitouttaa tehokkaasti toimimaan yhteisen lopputuloksen eteen. [4, s. 55.]

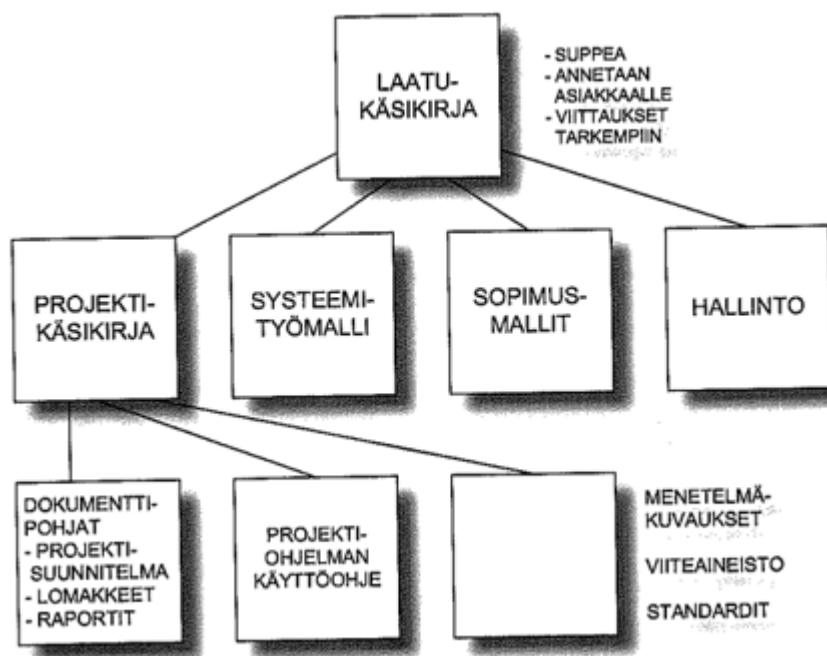
2.3 Projektin laatumääritelmä ja laatuajattelu

Laatu käsitteenä kuvaa sitä, mikä on kyseiselle tuotteelle ominaista ja mikä koetaan hyvänä. Laatu on vaatimusten täyttämistä ja täyttymistä. Laatua voidaan pitää suhteellisena käsitteenä, jonka arvioiminen on riippuvainen tilanteesta ja asetetusta tavoitteesta. Tuote on laadukas, kun se vastaa ennalta asetettuja tavoitteita ja tekee omistajan tai asiakkaan tyytyväiseksi. [8, s. 234.]

Työssä jumiudutaan helposti hieromaan pieniä yksityiskohtia ja erikoistapauksia laadullisina prioriteetteina, vaikka näillä ei olisi lopputuloksen kannalta suurta merkitystä. Tulisi pikemminkin unohtaa parhaan mahdollisen laadun vaatiminen, ja keskittyä hakemaan tarkoituksenmukaista laatua. [8, s. 236.]

Talotekniikan alalla laadun yhtenä määritelmänä voisi toimia teknisesti toimiva, tarkoituksenmukaisesti valmistettu, hyvän rakennustavan mukainen sekä asetusten ja suunnitelmien mukaisesti tuotettu lopputulos. [9.]

Laadunhallintajärjestelmä on yrityksen laatima suunnitelma tai käsikirja laadunvalvonnalle ja toiminnan ohjaamiselle. Laatukäsikirja voi olla monitasoinen kokonaisuus, jossa määritellään yrityksen johtamisen keskeiset toiminnot selkeästi prosessikaavioina, vastuiden ja valtuuksien jakautumien ja määräytyminen, laatuohjeistojen ja toimintaohjeiden mallit ja toimintaan liittyvien dokumentaatioiden ja pöytäkirjojen rakenteet ja laadinnat. Laatukäsikirjasta laaditaan useasti asiakkaille jaettava malli, jossa käydään läpi toiminnan kannalta olennaiset laadulliset asiat. Alemmat tasot ovat yrityksen omaan käyttöön tarkoitetut tarkemmat sisäiset ohjeet, joita käytetään toiminnan tukena päivittäisessä työssä. [4, s. 28–29.]



Kuva 3. Laatuohjeistojen tasot. [4.]

Laatukäsikirja on vaatimuksena monella asiakkaalla yhteistyön aloittamiseksi. Laadunhallinnalle on olemassa myös kansainvälisiä laatustandardeja, jotka sisältävät vaatimukset yrityksen laadunhallinnalle. Näitä ovat muun muassa ISO 9000 -standardisarja tai PMBOK (Project Management Body of Knowledge) standardi. [4, s. 29.]

2.4 Projektisuunnitelma

Projektisuunnitelma on osa laatukäsikirjaa. Se on yrityksen käyttöön tarkoitettu aineisto projektin hallinnan selkeyttämiseksi ja tueksi projektissa onnistumiseen. [4, s. 29]. Projektipäällikkö vastaa suunnitelman laatimisesta. Se tulee silti tehdä yhteistyössä koko projektiorganisaation kesken. Suunnitelmassa asetettuihin tavoitteisiin sitoutuminen on vahvempaa, mikäli niihin on päässyt vaikuttamaan koko osallistuva organisaatio riittävässä laajuudessa. [8, s. 178.]

Projektisuunnitelmassa on kuvattuna koko prosessi alkaen sopimusten laadinnasta aina projektin päättämiseen asti. Projektisuunnitelma toimii ohjeistuksena koko mukana olevalle henkilöstölle. Suunnitelman tarkoituksena on varmistaa, että johtamisjärjestelyt ja suunnitelmallinen työteko onnistuvat käytännössä ja, että toistuvista virheistä päästään eroon. Projektisuunnitelma vaatii jatkuvaa päivitystä ja ylläpitoa, sillä tilanteet ja tarpeet projekteissa elävät ja muuttuvat jatkuvasti. [4, s. 47.]

Projektisuunnitelmassa on kuvattuna organisaatio, toteutusvaiheen osa-alueet, seurannan ja raportoinnin sekä luovutusvaiheen osa-alueet. Suunnitelman liitteinä ovat tarvittavat pöytäkirja- ja lomakepohjat sekä muu liiteaineisto, kuten sopimukset ja aikataulut.

2.5 Seuranta

Projektitoiminta vaatii tarkkaa seuranta läpi projektin, jotta mahdolliset poikkeamat huomataan ajoissa ja niihin voidaan reagoida. Projekteilla tulee valvoa aikataulua, resurssien riittävyyttä, budjettia sekä laatua. Projektipäällikkö vastaa näistä osa-alueista työnantajalle sekä tilaajalle. Projektin seurantaan osallistuvat henkilöt vastuualueineen tulee määritellä etukäteen. [4, s. 172.]

Aikatauluseurannassa tarkistetaan, toteutuuko projekti suunnitellussa aikataulussa ja onko välitavoitteisiin päästy. Siinä tarkistetaan lisäksi, pystytäänkö

mahdollisiin muutoksiin reagoimaan aikataulullisesti. Rakennushankkeiden läpimenoaikoja pyritään jatkuvasti tehostamaan, ja tämä luo urakoitsijoille haasteita aikataulun suhteen. Hankkeet aloitetaan monesti vielä suunnittelutyön ollessa käynnissä ja suunnitelmia tarkennetaan jatkuvasti hankkeen edetessä. Tämä vaatii urakoitsijoilta joustoa ja nopeaa reagointia, jotta hankkeen vaatimuksiin pystytään vastaamaan. Työvaihekohtainen aikataulu tarkentuu jatkuvasti hankkeen edetessä, joten urakoitsijoiden tulee tarkastella omaa aikataulua tiiviisti. Yleisaikataulun pohjalta luodaan oma työvaihekohtainen aikataulu, joka luo rungon työvaiheiden ajoittamiselle. Aikataulua tarkennetaan viikkokohtaisesti riittävän usein niin, että varmistetaan jatkuvasti aikataulussa pysyminen. [4, s. 98–100.]

Aikataulu- ja resurssiseuranta kulkevat käsi kädessä. Tilanteissa, joissa aikataulusta ei voi joustaa, tulee resursseja lisäämällä tai ohjaamalla pyrkiä aikataulutavoitteisiin. Toisaalta on myös tilanteita, joissa on ennalta määritelty työvoimaresurssi käytössä, jolloin aikataulu laaditaan sen pohjalta. [4, s. 139.] Rakennushankkeissa luovutuspäivä on lähes aina ennalta asetettu ja se määrittelee paljolti aikataulun muodostumisen. Työvaihekohtaisesti resursseja ja väliaikatauluja voi siirrellä ja näin vaikuttaa kiiretilanteiden hallintaan. Aikataulu nojaa vahvasti työmäärien tarkkaan ja realistiseen arviointiin. [4, s. 107.]

Projektien kustannuseurannalla varmistetaan, että taloudelliset tavoitteet toteutuvat. Projektin alussa on luotu kustannusarvio, joka perustuu usein kiinteään kokonaishintaan. Kustannusarvio on ositettu työvaihekohtaisesti ja näiden toteutumista seurataan projektin edetessä. Kustannuseuranta on ennustavaa, siinä tarkastellaan tulevia hankintoja ja budjettia pyritään päivittämään sen mukaiseksi, miten projekti tulee taloudellisesti toteutumaan. [4, s. 157–159.]

Laadunvalvonnassa keskitytään työn suunnitelmanmukaisuuden seurantaan sekä laadullisten tavoitteiden toteutumiseen. Seurannalla pyritään myös välttämään ylimääräisten suunnitelmien ulkopuolisten töiden suorittamista.

Laadunvalvonnassa on jokaisella projektiin osallistuvalla oma vastuualueensa, joiden toteutumista projektipäällikkö valvoo. Laadunvalvonnassa tulee pyrkiä toimimaan ennakoivasti ja havaita mahdolliset ongelmakohtat, ennen kuin virheitä ehditään tehdä. [8, s. 236.]

3 Hanke

Tässä luvussa käydään läpi LVI-urakointiin liittyviä ominaispiirteitä ja toistuvia työvaiheita. Lähdeaineistona on käytetty muun muassa alla lueteltuja määräyksiä ja asetuksia.

3.1 Rakentamista ohjaavat määräykset ja asetukset

Maankäyttö- ja rakennuslaki ja Maankäyttö- ja rakennusasetus määrittävät rakentamista ympäristösuunnittelun näkökulmasta. Lakien ja asetusten tavoitteena on luoda edellytykset hyvälle elinympäristölle. Laki pyrkii osaltaan edistämään ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurillisesti kestävästä kehityksestä. Maankäyttö- ja rakennuslaki on uusiutumassa ja uusi laki tulee voimaan vuonna 2025. [6.]

Rakentamismääräyskokoelma RakMK koskee pääasiassa uuden rakennuksen rakentamista. Korjaus- ja muutostöissä kokoelmaa sovelletaan työn laajuuden edellyttämin osin. [9.]

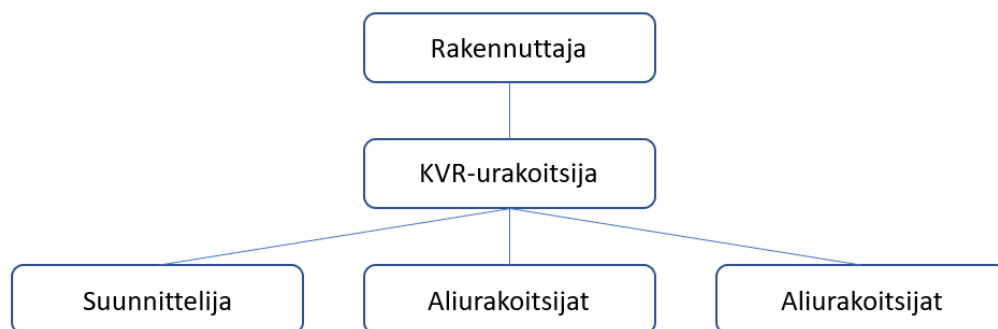
TalotekniikkaRYL on 2021 Rakennustiedon laatima Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset määrittävät yleisesti hyväksi tunnistetun tavan rakentaa. RYL:iä käytetään työvälineenä suunnittelun, toteutuksen ja sopimusten laadinnassa. [10.]

RT- ja LVI-kortisto on Rakennustiedon yhdessä alan toimijoiden kanssa laatima jatkuvasti päivittyvä tietopalvelu. Kortistossa on esitetty ohjeita rakentamiseen ja suunnitteluun, tuotetietoja ja yleisiä laatuvaatimuksia. [11.]

3.2 Urakkamuodot

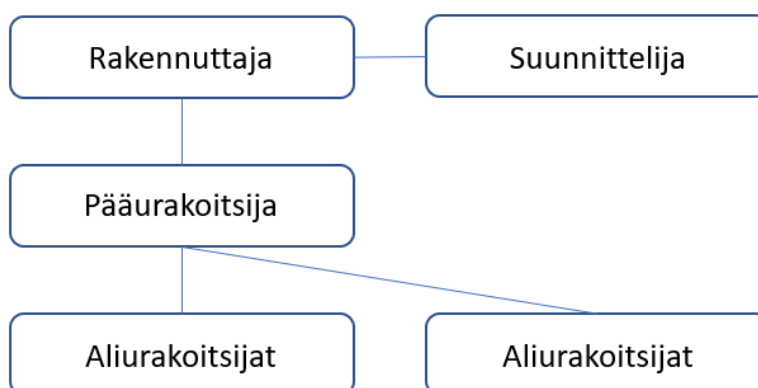
LVI-urakoissa käytettäviä urakkamuotoja on monia erilaisia. Tässä työssä keskitytään näistä muutamiin, jotka ovat esitelty edellä.

Suunnittele- ja rakenna urakassa (KVR- tai SR-urakka) (kuva 4) urakoitsijalla on vastuullaan kohteen suunnittelu ja toteuttaminen kokonaisuudessaan. Tilaajan vastuulla on hankesuunnitelma tai viitesuunnitelma. [12.]



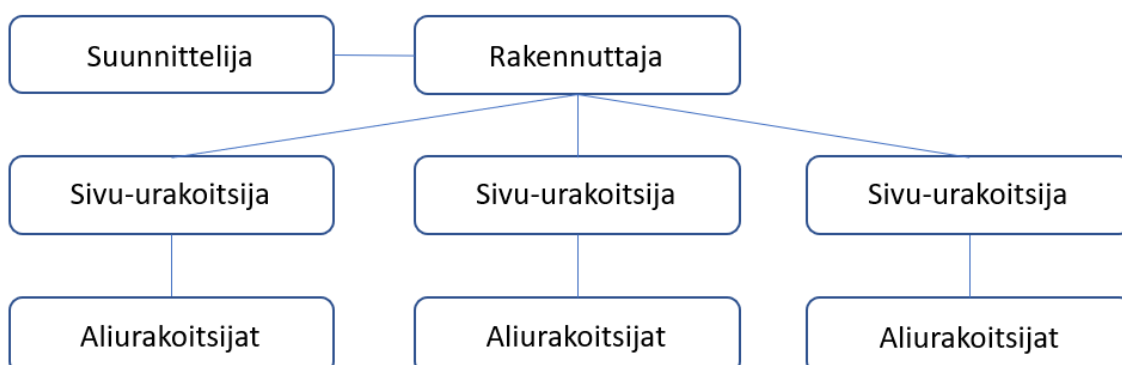
Kuva 4. KVR-urakan prosessikaavio

Kokonaisurakassa (kuva 5) urakoitsija vastaa työmaan johtamisesta, rakentamisesta ja hankinnoista. Urakoitsija teettää osan urakoista aliurakoitsijoilla. Kokonaisurakassa rakennuttaja vastaa suunnittelusta. [12.]



Kuva 5. Kokonaisurakan prosessikaavio

Jaetussa urakassa (kuva 6) urakka on pilkottu osiin ja jaettu useamman urakoitsijan tehtäväksi. [12.]



Kuva 6. Jaetun urakan prosessikaavio

Elinkaarihankkeet ovat yleisesti käytössä kokoluokaltaan suurissa julkisissa rakennushankkeissa. Siinä palveluntuottaja vastaa hankkeen suunnittelusta, rakentamisesta sekä kunnossapidosta sopimuksen mukaisilta osin. Sopimukset ovat kestoaltaan useasti kymmeniä vuosia. [12.]

Yksikköhintaurakka sovitaan erillishinta työlle, kalustolle ja tarvikkeille tai osasuorituksille. Suoritettavista töistä laaditaan yksikköhintaluettelo, jossa työvaiheiden kustannukset ovat eriteltynä. Yksikköhintaurakassa voi olla myös työnjohtopalvelut laskutöinä urakoitsijalla tai tilaaja voi vastata työnjohdosta. Yksikköhintaurakka on urakoitsijalle turvallisempi vaihtoehto, sillä riski tarvike- tai työ- kustannusten ylityksestä jää tilaajalle. Yksikköhintaurakassa toteutuksen lopullinen hinta ei ole tiedossa. Yksikköhintaurakka voi olla käytössä kokonaisurakoiden lisänä niiltä osin, joista ei kokonaisurakkaa voi määritellä. [13.]

Yhteisvastuullisissa hankkeissa osapuolet otetaan aikaisessa vaiheessa mukaan projekteihin. Näissä projektin riskit ja tuotot jaetaan sopijaosapuolten kesken. Yhteisvastuulliset urakkamuodot sopivat haastaviin ja monipuolisiin projekteihin, joissa on runsaasti ennalta arvaamattomia riskejä tai tuottoja. [13.]

Hankekumppanuuskohteissa ei tarvita varsinaista kilpailutusvaihetta, sillä kumppanuussopimus laaditaan hyvissä ajoin. Sopimuksella määritellään yhteiset tavoitteet ja päämäärät hankkeelle ja siinä sitoudutaan toteuttamaan projekti valmiiksi määritellyillä sopimusehdoilla. Hankekumppanuussopimukset ovat YSE ja KSE pohjaisia sopimuksia. [13.]

Projektiallianssikohteissa keskeiset osapuolet muodostavat tiiviin projektiorganisaation, jonka kesken hankkeet viedään läpi. Tiivis yhteistyö mahdollistaa suunnittelun ja toteutuksen osittaisen päällekkäisyyden. Projektialliansseissa hankkeen riskit ja tuotot jaetaan osapuolien kesken sopimuksen mukaisesti. Allianssisopimuksia ei ole sidottu YSE:n tai KSE:n ehtoihin. Sopimusosapuolet laativat sopimukset keskenään, jossa määritellään riitatilanteissa toimiminen. [13.]

3.3 Työmaaorganisaatio

Urakointiliikkeen organisaatiosta hankkeelle nimetään mahdollinen projektipäällikkö, projektinhoitaja, työnjohtaja, asennuksen kärkimies ja muut asentajat

riippuen projektin kokoluokasta ja organisaatorakenteesta. Suurissa ja pitkissä projekteissa aliurakoitsijoissa voi olla näin laaja projektiorganisaatio. Tavanomaisempaa pienemmissä hankkeissa on, että hankkeella on työnjohtaja, joka on suoraan yhteydessä tilaajaan sekä omaan asentajaryhmään.

3.4 Projektin toteutuksen suunnitteluvaihe

Toteutuksen suunnittelu takaa sujuvamman läpimenon. Onnistunut projekti-suunnitelma antaa vastaukset ja toimintamallit projektin eri osa-alueille hyvissä ajoin ennen. Suunnitelma auttaa toimimaan ongelmatapauksissa ja ottaa huomioon poikkeamat. [8, s. 175.]

3.4.1 Hankintasuunnitelmat

Hankinta-aikataulussa laaditaan ajankohdat materiaalien ja alihankkijoiden toimituksille. Siinä tulee olla otettuna huomioon suuremmat hankintakokonaisuudet ja pidemmät toimitusajat. Hankinta-aikataulu laaditaan projektin alkuvaiheessa, välittömästi urakkasopimuksen kirjoittamisen jälkeen. Hyvin laadittu hankinta-aikataulu toimii koko projektisuunnitelman tukena. Hankinta-aikataulu on äärimmäisen tärkeää sovittaa yhteen rakennustöiden aikataulun kanssa. [14.]

3.4.2 Tuotteiden kelpoisuuden osoittaminen ja hyväksyttäminen

Lainsäädännössä on säädetty rakennustuotteiden hyväksynnästä ja kelpoisuuden osoittamisista. Laki eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä (945/2012) säättää menettelytavasta, jolla rakennustuotteiden tekniset vaatimukset eli tuotteen kelpoisuus osoitetaan. Laki määrää, että rakennustuotteen kelpoisuus siihen käyttötarkoitukseen, johon se on esitetty asennettavaksi, tulee todentaa tyyppihyväksynnällä, varmennustodistuksella tai valmistuksen

laadunvalvonnalla. Rakennustuotteilla tässä yhteydessä tarkoitetaan tuotteita, jotka tulevat kiinteäksi osaksi rakennusta. [15.]

Tuotteiden kelpoisuuden osoittamisella pyritään siihen, että kaikki rakennuksiin asennettavat tuotteet ovat turvallisia, terveellisiä sekä ominaisuuksiltaan sellaisia, että oikein käytettynä ja asianmukaisesti rakennettuna ja suunniteltuna ne kestävät koko perustellun käyttöiän.

Rakennustuotteiden kelpoisuuden osoituksissa eri osapuolten vastuut jakautuvat seuraavasti:

- *Rakennushankkeeseen ryhtyvä* vastaa rakennushankkeesta kokonaisvaltaisesti. Ryhtyvä voi jakaa vastuuta eri osapuolille sopimuksilla. Näitä osapuolia voivat olla erilaiset rakentamisen ammattilaiset eri osa-alueilla. Rakennushankkeeseen ryhtyvällä on velvollisuus varmistua omien asiantuntijoiden riittävästä ammattitaidosta.
- *Pääsuunnittelija* vastaa ja huolehtii hankkeen kannalta olennaisten suunnitelmien laadinnasta ja siitä, että ne noudattavat viranomaismääräyksiä. Pääsuunnittelija varmistaa, että tuotekelpoisuuden tarkastusasiakirjaan on koottu tieto asetusten vaatimusten mukaisesti.
- *Vastuullisten suunnittelijoiden* vastuulla on huolehtia rakennustuotteiden ominaisuuksien vaatimukset suunnitteluasiakirjoihin riittävän tarkasti. Lisäksi suunnittelijan toteaa vastuullaan olevien, hänelle esitettyjen ja hankkeessa käytettyjen rakennustuotteiden kelpoisuudet.
- *Urakoitsijan* vastuulla on toteuttaa hanke niillä tuotteilla, jotka suunnittelijat ovat asiakirjoissaan todenneet ja varmistaa, että kohteelle asetetut vaatimukset täyttyvät.

- *Vastaavat työnjohtajat* pitävät huolen, että tarkastusasiakirjojen päivittäminen ja tuotehyväksyntä dokumenttien arkistointi on ajan tasalla. [16.]

Aliurakan ketjuttaminen kolmannelle osapuolelle on yleisesti urakkasopimuksissa kiellettyä ilman tilaajan hyväksyntää. Yleisissä sopimusehdoissa on esitetty, että urakoitsijan on esitettävä tilaajalle kaikki tärkeimmät aliurakoitsijansa riittävän aikaisin, ennen työn tekemistä. Pienemmissä urakoissa toimiva urakkasopimus pohja on Rakennustieto Oy:n laatima pienurakkasopimus pohja. Pienurakkasopimus pohja on tarkoitettu pieniin ja lyhytaikaisiin talonrakennustöiden urakkasopimuksiin. [17, s. 5.]

3.4.3 Aikataulusuunnitelmat

Työmaan työvaiheiden aikataulutuksessa otetaan huomioon asentajaresurssien riittävyys eri työvaiheissa. Asennusajat eri järjestelmille saadaan talotekniikan työehtosopimuksen mukaisista normituntikertoimista. Talotekniikan työehtosopimuksessa luvussa (Putkiasennusalan urakkahinnoittelu 2022–2024 putkialan normituntiajat rakennustyömaiden putkitöille) on esitetty perusteet, joilla työn suoritusta mitataan ja joilla työ muutetaan normiajoiksi. Normiajat antavat hyvän pohjan työvaiheiden aikataulusuunnittelulle. Työmaakohtaisesti käytetään lisäksi kokemusperäistä arviointia normituntien riittävydestä ja paikkansapitävyydestä. [18.]

Käytännössä aikataulusuunnittelu etenee seuraavasti. Suunnitelmapiirustuksista mitataan kunkin työvaiheen putkimetrit, asennettavat kojeet ja laitteet. Nämä muutetaan normitunneiksi ja normitunnit jaetaan käytettävissä olevilla resursseilla. Omien työvaiheiden työaikoja verrataan yleisaikatauluun ja sillä voidaan suunnitella riittävä resurssi kullekin työvaiheelle. Aikataulusuunnittelussa hahmottuu hankkeelle tarvittava asennusryhmä sekä aliurakoitsijaresurssi.

3.4.4 Työturvallisuussuunnitelma/selvitys

Hankkeen turvallinen ja tapaturmaton toteuttaminen vaatii eri työvaiheisiin liittyvien riskien tunnistamisen. Työturvallisuussuunnitelman laatiminen toimii ennaltaehkäisevänä toimenpiteenä, ja sen ainoana tarkoituksena on toteuttaa työturvallisuuslakiin kirjattua vaatimusta työympäristön parantamisesta ja työntekijöiden työkyvyn turvaamisesta sekä työtapaturmien, ammattitautien ja muiden työstä johtuvien terveyshaittojen torjumisesta. [19.]

Työturvallisuussuunnitelmassa otetaan kantaa kaikkiin korkean riskin työsuorituksiin ja työvaiheisiin liittyviin turvallisuustekijöihin. Suunnitelmassa on eriteltyä eri vaaratekijät ja toimenpiteet, joilla nämä vältetään. Mikäli tapaturmia sattuu, on työntekijän velvollisuus ilmoittaa niistä eteenpäin.

3.5 Työmaavaihe

Edellä käydyt asiat liittyvät pääasiassa työmaan suunnitteluvaiheeseen ja varsinaista rakennusvaihetta edeltäviin toimenpiteisiin. Tässä luvussa käydään läpi yleisesti asuntorakentamiskohteiden taloteknisiin töihin liittyviä asioita.

3.5.1 Aloituskokous, seurantakatselmukset

Maankäyttö- ja rakennuslaissa on määrätty, että viranomainen voi tarvittaessa määrätä rakennusluvassa aloituskokouksen pidettäväksi ennen rakennustyön aloitusta. Aloituskokoukseen osallistuu valvontaviranomainen, rakennushankkeeseen ryhtyvä, pääsuunnittelija ja vastaava työnjohtaja. Aloituskokouksen tarkoituksena on todeta rakennushankkeen kannalta keskeiset ja vastuulliset toimet sekä määritellä heidän tarkastustehtävänsä ja suoritettavat viranomaiskatselmukset ja -tarkastukset. [6.]

Viranomaiskatselmuksia taloteknisille järjestelmille voidaan suorittaa työmaan aikana lämpö-, vesi- ja ilmanvaihtolaitteille mikäli ne ovat tarpeen. Katselmusten pitämisestä määrää rakennusvalvontaviranomainen rakennusluvassa. [6.]

3.5.2 Perehdytykset

Perehdytyksien tarkoituksena on selvittää työntekijälle rakennustyömaan säännöt, työskentelyalueet ja työnsuorituksen kannalta olennaiset tiedot. Perehdyttäminen on osa työturvallisuudesta huolehtimista. [20.] Perehdytyksestä vastaa sekä rakennustyömaan työnjohtaja että työnantajan työnjohtaja. Rakennustyömaata koskevat asiat käy läpi rakennustyömaan työnjohtaja. Työsuorituksen opastuksen ja ohjauksen antaa työntekijän oma työnjohtaja. [21.]

Työturvallisuuslaki velvoittaa työnantajaa antamaan riittävät tiedot koskien työpaikan vaaratekijöitä sekä opastaa työntekijä suoritettavaan työhön ja sen olosuhteisiin. Työntekijän tulee huomioida perehdytyksessä työvälineiden käyttöä, tuotantomenetelmiä sekä työn haittojen ja vaarojen ehkäisemisestä koskevat asiat. [22.]

3.5.3 Malliasennukset

RT-Kortissa ”Talotekniikan laadunvarmistus ja vastaanottomenettely 10–11301” malliasennukset on määritelty urakkasuorituksen toteutustapaan kohdistetut dokumentoidut katselmuksset, joiden päämääränä toimiva ja yhteisesti sovittu tapa toteuttaa kyseessä oleva työvaihe. Malliasennuksille on sovittu valvoja, joka katseloi ja dokumentoi asennukset. Asennustapa tarkistetaan ja siihen tehdään tarvittavat muutokset, samaa asennustapaa käytetään jatkossa vastaavanlaisissa rakenteissa. Malliasennusten laajuus on tilaajan määrittelemä. [23.]

3.5.4 Työmaa-aikainen laadunvalvonta

Urakoitsija ja tilaaja suorittavat työmaa-aikaista laadunvalvontaa kumpikin omalta osaltaan.

Urakoitsijan vastuulla on laatia dokumentit tehdyistä asennuksista ja suorite-
tuista kokeista ja säätötöistä. Keskeisiä pöytäkirjoja ovat muun muassa seuraavat mainitut.

- Painekokeet

Painekekeilla osoitetaan rakennettujen verkostojen tiiveys ja paine-
kesto. Sopimusasiakirjoissa on määritelty, missä laajuudessa ja millä
menetelmillä kokeet tulee suorittaa. Lisäksi sovitaan käytäntö, että miten
kokeet hyväksytetään.

- Putkiston huuhtelu ja puhdistaminen

Painekoestettu verkoston osa huuhdellaan varastointi- ja rakennusvai-
heen epäpuhtauksien poistamiseksi. Huuhtelusta on laadittu suoritus-
suunnitelma, jonka mukaisesti se toteutetaan. Huuhtelun jälkeen vedestä
otetaan vesianalyysi, josta tarkistetaan huuhtelun onnistuminen.

- Vesivirtojen säädöt

Verkostojen virtausten säädöt suoritetaan käyttöveden kiertojohdolle
sekä lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmille. Suunnittelija on suunnitelmis-
saan määritellyt säätöarvot venttiileille. Nämä arvot tarkastetaan urakoit-
sijan toteutuksen mukaisesti. Urakoitsija säätää halutut virtaamat venttii-
leille ja lukitsee ja merkitsee venttiilit. Suunnittelija ja valvoja tarkistavat
toteutuksen oikeellisuuden.

- Ilmanvaihdon puhtaus ja säätötyöt

Ilmanvaihtokanaviston sisäpuolinen puhtaus ja tilojen puhtaus tulee olla tarkistettu ja todettu puhtaiksi. Tämän jälkeen järjestelmän ilmavirrat säädetään suunnitelmien mukaisiksi. Lisäksi paine-ero rakennuksen ulkoviippan yli mitataan ilmanvaihtokoneen eri kuormitustilanteissa. Urakoitsija hyväksyttää säätöpöytäkirjat suunnittelijalla ja valvojalla. [23, s. 5–7.]

3.5.5 Työmaapalaverit

Työmaakokouksia tulee järjestää työmaalla säännöllisesti koko hankkeen ajan. Työmaalla suoritettavaan kokokseen osallistuu kaikki hankkeen kannalta tärkeät osapuolet. Näitä ovat rakennushankkeeseen ryhtyvä, rakennuttaja, tilaajat, käyttäjät, valvojat, suunnittelijat, asiantuntijat sekä urakoitsijat. Palaverin tarkoituksena on seurata hankkeen etenemistä ja suunnitelmien paikkansapitävyyttä ja päivitystarvetta. Palaverissa voidaan myös tuoda ilmi ja ratkoa eri ongelmatilanteita. [24, s. 1.]

Urakoitsijapalaveri on työmaalla järjestettävä palaveri, johon osallistuu pääasiassa eri tilaaja, urakoitsijat ja rakennuttaja. Palaverin tarkoitus on pienemmällä kokoonpanolla yhteensovittaa työvaiheita ja näin saada toiminta työmaalla joustavammaksi. Urakoitsijapalaverista laaditaan pöytäkirja, johon kirjataan kaikki palaverissa käydyt olennaiset asiat. Työmaakokouksilla ja urakoitsijapalvereilla on olennainen rooli työmaan tiedonkulussa eri osapuolten välillä. [24, s. 1.]

Kokouksien pöytäkirjoihin kirjatut huomautukset ja ilmoitukset yleisten sopimusehtojen mukaan vastaavat erillisesti tehtyjä kirjallisia huomautuksia. Pöytäkirjoihin kirjatut asiat tulevat näin kaikkien tietoon. [17.]

3.5.6 Laatupoikkeamat

Laatupoikkeamilla tarkoitetaan materiaaleihin, asennuksiin tai työmenetelmiin liittyviä poikkeamia ja virheitä. Urakoitsijan tulee tarkistaa tilatut materiaalit aina ennen asentamista, jotta niissä ilmene havaittavia puutteita. Lisäksi urakoitsijan tulee tarkkailla työsuorituksiaan ja käyttää sisäistä laadunvalvontaa ja dokumentaatiota, jotta mahdolliset asennusvirheet havaitaan riittävän aikaisin ja ne ehditään korjata. Urakoitsija tulee tarkastaa ja korjata itse omat työnsä aina ennen tilaajalle luovuttamista. [23, s. 9.]

Havaituista puutteista ja asennussuoritusten virheistä tulisi pitää kirjaa, jotta niistä opittaisiin eron. Materiaalivirheet ohjataan materiaalin toimittajalle suoraan ja asennuksista johtuvat virheistä tulee kirjata, mistä virhe johtui, mitä virheestä seurasi ja miten virhe estetään jatkossa.

3.5.7 Luovutusvaihe

Työvaiheiden dokumentointi

Sopimusasiakirjoissa on mainittuna tilaajan erityisvaatimukset työn dokumentoinnille. Joissain tilanteissa riittävä taso on rakennusvalvontaviranomaisen aloituskokouksessa määrittelemä tarkastusasiakirjan mukainen toiminta, mutta tarkempikin dokumentaatio voi olla tarpeen. Tarkka valokuvien täydennetty dokumentaatio omista työvaiheista auttaa jatkossa selvittämään mahdollisia ongelmatapauksia. Lisäksi tarkka dokumentointi pakottaa urakoitsijan tekemään omat asennukset huolella ja ohjeiden ja standardien mukaisesti.

Oman työn tarkastus, pöytäkirjat

Urakoitsijat tarkistavat omat työsuorituksensa ja korjaavat havaitsemansa puutteet. Työvaiheisiin liittyvistä testauksista, painekokeista, huuhteluista ja

säätötoista laaditaan pöytäkirjat. Talotekniikkavalvojat ja suunnittelijat tarkistavat pöytäkirjat ja ne liitetään osaksi luovutusaineistoa. [23, s. 6.]

Toimintakokeet

Toimintakokeista laaditaan erillinen aikataulu, jossa varmistetaan, että kaikille tehtäville kokeille jää riittävästi aikaa. Toimintakokeet järjestävät kohteet valvojat. Niillä varmistetaan eri järjestelmien oikeanlainen ja suunnitelmien mukainen toiminta. [23, s. 6.]

3.5.8 Viranomaistarkastukset

Kunnan rakennusvalvontaviranomainen pitää taloteknisille järjestelmille loppukatselmuksen. Loppukatselmus on ehtona rakennuksen tai sen osien käyttöön- otolle. Loppukatselmuksen voi suorittaa myös osittaisena, mikäli jotkin osat rakennuksesta eivät tule vielä käyttöön. [6.]

Loppurakastuksessa rakennustyö tulee olla täysin valmis säädösten, määräysten ja rakennusvalvonnan huomioiden mukaisesti. Kaikki rakennusvalvonnan määrittämien katselmuksien ja tarkastusten tulee olla suoritettuna ja rakennuksen käyttöturvallisuuteen liittyvät asiat olla huomioituna. Lisäksi tulee olla täytettynä rakennustyön tarkastusasiakirja 150 f §.

Tarkastusasiakirja 150 f § on rakennushankkeeseen ryhtyvän ylläpitämä tarkastusasiakirja. Tarkastusasiakirjaan on kirjattuna rakennustyön vastuuhenkilöt ja tarkastettavat kokonaisuuden. Tarkastusasiakirjaa allekirjoittaa vastaavat työnjohtajat, suunnittelijat sekä valvojat. [6.]

3.5.9 Työn luovutus tilaajalle

Vastaanottotarkastus

Työmaan edetessä suoritetaan vastaanottotarkastuksia jo ennen kohteen valmistumista. Näitä tarkastuksia pidetään tilaajan määrittämällä organisaatiolla esimerkiksi peittyville asennuksille. Varsinaiset rakennustyön valmistumisen jälkeen suoritetaan vastaanottotarkastus koko urakalle. Tilaaja tarkistaa työn ja dokumentaation ja toteaa tämän perusteella työn vastaanotetuksi tai mahdollisten puutteiden korjausten jälkeen vastaanotetuksi. [23, s. 9.]

Käytönopastus

Asuntokohteissa käytönopastus annetaan pääsääntöisesti taloyhtiön isännöitsijälle ja huoltoyhtiölle tai rakennuksen varsinaisille käyttäjille. Käytönopastuksessa käydään läpi taloteknisten järjestelmien käyttöön ja huoltoon liittyvät asiat. Näiden huolto-ohjeet toimitetaan huoltoyhtiön edustajalle. Käytönopastuksesta laaditaan pöytäkirja, johon opastuksen saaneet henkilöt kuittaavat riittäväällä laajuudessa saadusta käytönopastuksesta. [23, s. 9.]

3.6 Takuuvaihe

Urakan luovutuksen jälkeen suoritetaan hankkeen taloudellinen loppuselvitys, jonka tarkoituksena on selvittää sopimuksen osapuolten väliset taloudelliset epäselvyydet. Loppuselvitykset lopuksi molemmilla osapuolilla on tiedossa laskuskelpoiset maksuerät, sekä lopullinen urakkasumma, josta lasketaan sopimuksen mukainen takuuajan vakuus. Pääsääntöisesti takuuajan vakuus on kaksi prosenttiyksikköä lopullisesta urakkasummasta, ellei sopimuksissa ole muuta mainittu ja sovittu. [17, s. 15.]

Asuntokauppalaissa uusille asunnoille on määrätty pidettäväksi vuositarkastukset. Vuositarkastukset järjestetään asunnon myyjän toimesta 12–15 kuukautta

rakennuksen käyttöönoton jälkeen. Asukkaat tai näiden asiantuntija katselmoi kohteen ja laatii raportin, jossa on kirjattuna virheet ja puutteet. Urakoitsija on velvollinen korjaamaan aiheelliset viat. [24.]

Takuun päättyessä suoritetaan kohteessa takuutarkastus. Takuutarkastuksessa sovelletaan vastaanottotarkastuksen määräyksiä soveltuvin osin. Urakoitsija ei ole velvollinen korjaamaan luonnollisesta kulumisesta, virheellisestä käytöstä tai huoltojen laiminlyönneistä johtuvia puutteita. [17, s. 8.]

Urakoitsijan vastuu takuuajan jälkeen ei häviä täysin, vaan silloinkin urakoitsija vastaa virheistä, jotka johtuvat törkeistä laiminlyönneistä, täyttämättä jääneistä suorituksista tai sovitun laadunvarmistuksen olennaisista laiminlyönneistä. Vastuu koskee myös virheitä, joita tilaaja ei ole voinut kohtuullisesti havaita vastaanottotarkastuksessa tai takuuajana. Urakoitsijan virhevastuu kestää 10 vuotta vastaanottotarkastuksesta. [17, s. 8.]

4 Projektisuunnitelma

4.1 Budjetointi

Urakkahinta on saatu muodostettua tarjouslaskennassa. Tarjouslaskentaa hyödyntäen kohteen budjetti tarkastetaan, niin että työvaihekohtaiset kustannusarvot ovat tiedossa. Budjettia seurataan ja päivitetään koko hankkeen ajan.

4.2 Aikataulut

Yleisaikataulun pohjalta laaditaan karkeampi työvaihekohtainen aikataulu sen mukaan, miten työ tullaan toteuttamaan. Viikkokohtaisessa aikataulussa keskitytään tarkemmin lähitulevaisuuden töihin sekä muiden urakoitsijoiden kanssa töiden yhteensovittamiseen. Aikataulujen laadinnassa tehdään yhteistyötä

asentajien kanssa. Näin päästään realistisempiin työaikoihin ja saadaan motivoitua koko ryhmä pyrkimään luotuihin aikatauluihin.

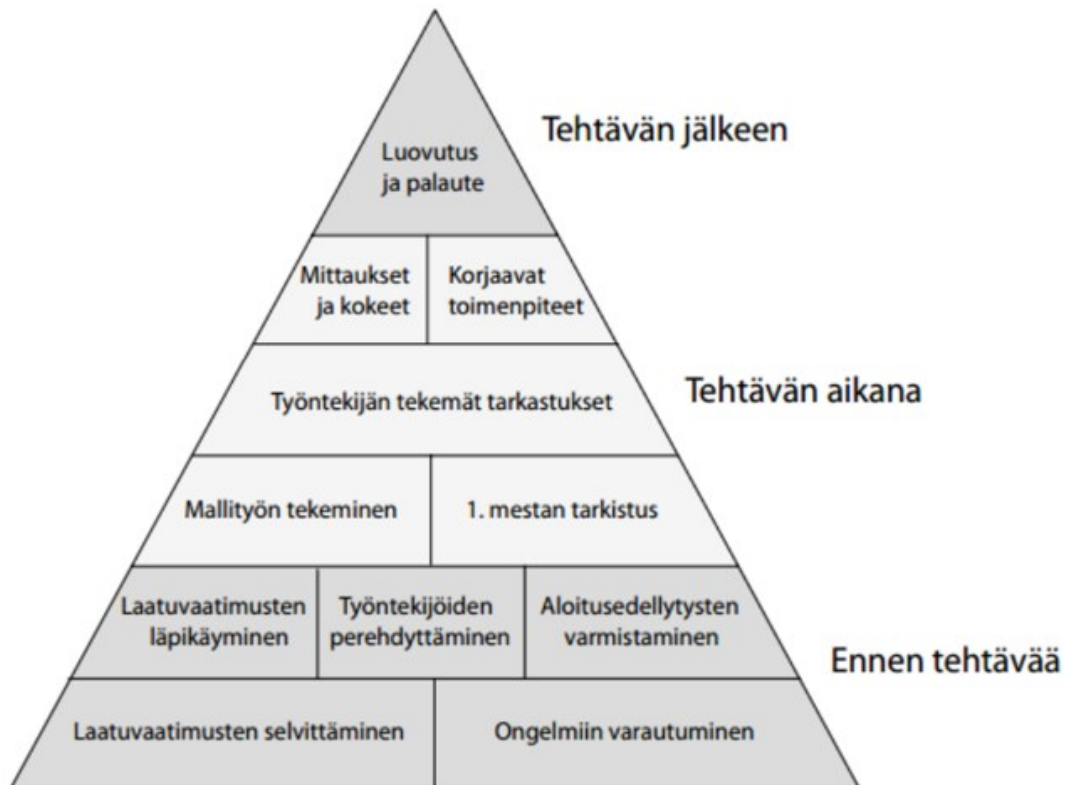
4.3 Laadunvalvonta

Laadunvalvonta nojaa ennen kaikkea onnistuneeseen suunnitteluun, johon voi tukeutua koko urakan ajan. Tämän lisäksi urakoitsijan itsensä ammattitaitoon, läpinäkyvyyteen, yhteistyöhön sidosryhmien kesken sekä tarkkaan oman työn valvontaan. Projektisuunnitelmassa kirjataan vaatimukset tilaajan puolelta laadunvalvontatoimille sekä yrityksen omat protokollat laadunvalvonnalle.

Valvonta jakautuu kolmeen eri osa-alueeseen. Ensimmäiseksi ennen työhön ryhtymistä varmistetaan, että edellytykset työstä suoriutumiseksi on ammatillisesti sekä työmaan puolelta. Mahdolliset ongelmakohdat ja riskit kartoitetaan ja niihin pyritään varautumaan.

Tehtävän ollessa käynnissä, tarkastetaan periaatteet siitä, miten työ on toteutettu ja mikäli tämä on hyväksyttävä tapa toimia, jatketaan työ loppuun vastavalla tavalla. Työ tarkastetaan lopuksi ja tehdään tarpeelliset mittaukset ja koeket.

Lopuksi työ luovutetaan ja tehdystä työstä käydään palautekeskustelu, jonka perusteella toimintaa kehitetään tulevaisuutta varten.



Kuva 7. Tehtäväsuunnitelman vaiheet. [23.]

4.4 Henkilöstö

Työntekijöiden kesken käydään tarpeeksi usein palavereja, jossa varmistetaan työn eteneminen. Asentajien kanssa varmistetaan eri työvaiheista suoriutuminen ja tarpeen mukaan koulutetaan ja perehdytetään uusiin asioihin. Resurssien riittävyyttä seurataan tiiviisti ja pyritään ennakoivasti reagoimaan mahdollisiin resurssivajeisiin.

4.5 Projektisuunnitelman runko

Projektisuunnitelman runkoa voi käyttää soveltuvin osin LVI-urakoinnissa. Suunnitelma pohjautuu lähteenä käytettyyn Risto Pelinin Projektihallinnan

käsikirjassa mainittuihin projektisuunnitelmiin, jotka ovat muokattu vastaamaan paremmin LVI-urakoinnin vaatimuksia. [4, s. 75–76.]

5 Yhteenveto

Urakointiprojektien suunnitelmallinen toteuttaminen on ensi arvoisen tärkeää, mikäli työtä halutaan toteuttaa kannattavasti ja pitkäjänteisesti. Pieniä ja yksittäisiä projekteja voidaan saada puskettua läpi vajaalla organisaatiolla ilman suurempia suunnitelmia osaavan henkilöstön ansiosta, mutta projektien kokoluokan ja määrän kasvaessa, myös tarve niiden suunnitelmallisuudelle kasvaa.

Haasteet työvoiman ja resurssien riittävydessä ja ammattitaidossa luovat suuria haasteita projektien toteuttamiseen. Rakennusteollisuus RT:n mukaan jopa 76 prosenttia rakennusteollisuuden yrityksistä kokee työvoiman tarpeen kasvavan jatkossa ja 68 prosenttia kokee osaavan työvoiman rekrytoinnin olevan nykyisellään haasteellista. [26.]

Toinen tekijä on ihmisten johtamiseen liittyvät haasteet. Esihenkilöasemassa toimivalla on suuri vastuu alaistensa työn mielekkyydestä ja työssä jaksamisesta. Etenkin rakennusalalla esihenkilöasemaan nousta usein työkokemuksen pohjalta ja varsinainen koulutus johtajuuteen ja esihenkilötyöhön on monesti vajavaista. Osaaminen ammatillisissa asioissa voi olla korkealla tasolla ja teknisten ongelmien ratkaisut löytyvät helposti, mutta ihmisten johtaminen ilman riittävää koulutusta ja osaamista on ongelmallista.

Nuoret ja johtajuus -tutkimuksen [27.] mukaan nuoret kokevat johtajuuden avoimena, kannustavana ja hyvän työyhteisön luotettavina rakentajana. Johtajat ovat työyhteisöissä työntekijöitä varten ja heiltä odotetaan rakentavan palautteen ja kehitysideoiden jakamista.

Vanhakantainen autoritäärinen, painostamisella ja uhkailulla johtaminen on tullut päätökseen jo aikaa sitten ja nykyisellään myös miesvaltaisella rakennusalalla suorittavassa työssä johtajuuden pehmeät ihmisläheiset arvot ovat tulleet tärkeiksi.

Nämä luovat vaatimuksen toimivan projektiorganisaation luomiselle ja suunnitelmalliselle toteuttamiselle. Toimintatapojen yhtenäistämällä ja toimivan projekti-suunnitelman luomisella ja ylös kirjaamisella sekä sen jatkuvalla päivittämisellä ja toiminnan kehittämällä saadaan henkilöstö pysymään motivoituneena mukana toiminnassa.

Suurimmat haasteet nivoutuvat työmaatoiminnassa aikatauluun, resurssien riittävyyteen, henkilöstön osaamiseen ja tiedon kulkuun. Näistä kaikkiin saadaan helpotusta, kun työ suunnitellaan tarkkaan, resurssit varmistetaan riittäviksi ja työntekijöistä huolehditaan siten, että kaikilla projektiin osallistuvilla työnkuva vastaa osaamistasoa.

Työmaatoimintaan liittyy yleensä paljon palavereja ja yhteydenpitoa tilaajan ja urakoitsijoiden välillä. Nämä yhteydenpidot ja niissä ilmenneet asiat eivät silti riittävästi siirry työntekijöille kenttätasolle. Yritysten sisäisessä viestinnässä tulisi panostaa tiedon kulkuun ja kouluttamiseen.

Onnistuneen projektin toteuttamiseen päästään seuraavin keinoin:

- Hankkeeseen osallistuvat henkilöt perehdytetään projektille huolella ja ajan kanssa. Perehdytysprosessia kehitetään ja toimintatavat yhtenäistetään, jotta kaikki tarpeellinen tieto tulee käytyä läpi.
- Tarkistetaan resurssien riittävyys ja alustavat aikataulut. Aikatauluja päivitetään ja tarkastellaan riittävän usein. Viikkopalaverit ovat etenkin rakennustyön kiivaimmissa vaiheissa hyvä väylä tarkastella, missä työmaalla mennään.

- Selvitetään osallistujien vastualueet ja laadunvarmistusmenetelmät. Sovitaan organisaation kanssa yhdessä se, kuka hoitaa minkäkin osa-alueen laadunvarmistustoimista.
- Käydään läpi hankkeen tavoitteet ja seuranta-toimenpiteet. Projektiryhmälle tulee terävöittää urakan tavoitteet ja keskeiset toimenpiteet työn seurannasta.
- Sovitaan tiedotukseen liittyvät asiat. Varmistetaan tiedonkulku läpi hankkeen. Pidetään huolta siitä, että tieto muutoksista ja suunnitelma päivityksistä siirtyy kaikille tarpeellisille osapuolille.

Lähteet

- 1 LVI-Pitkälä etusivu. 2023. Verkkoaineisto. LVI-Pitkälä. <<https://www.lvipitkala.fi/fi//etusivu/>> Luettu 28.2.2023
- 2 LVI-Pitkälän avainluvut. 2023. Verkkoaineisto. LVI-Pitkälä. <<https://www.lvipitkala.fi/fi/ammattilainen/etusivu/>> Luettu 3.3.2023
- 3 TM Rakennusmaailma selvitti: rakennustarvikkeiden hinnat nousseet rajusti. 2022. Verkkoaineisto. TM Rakennusmaailma <<https://rakennusmaailma.fi/rm-selvitti-rakennustarvikkeiden-hinnat-nousseet-rajusti-naiden-tuotteiden-hinta-on-tuplaantunut/>> Luettu 3.3.2023
- 4 Pelin, Risto. 2020. Projektihallinnan käsikirja. 8. painos. Helsinki: Projektijohtaminen Oy Risto Pelin
- 5 Talotekniset järjestelmät. 2023. Verkkoaineisto. Ympäristöhallinto. <https://www.ymparisto.fi/fi-fi/rakentaminen/rakennushanke/talotekniset_jarjestelmat_lvi> Luettu 29.4.2022
- 6 Maankäyttö- ja rakennuslaki. 1999. 132/5.2.1999
- 7 Tehos Oy Projektin johtaminen – näin onnistut. Verkkoaineisto. <<https://tehos.fi/projektinjohtamisen-opas/>> Luettu 30.4.2023
- 8 Ruuska, Kai. 2012. Pidä projekti hallinnassa: suunnittelu, menetelmät, vuorovaikutus. 7. painos. Helsinki: Talentum
- 9 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://ym.fi/rakentamismaaraykset>> Luettu 13.2.2023.
- 10 TalotekniikkaRYL. Verkkoaineisto. Rakennustieto. <<https://www.rakennustieto.fi/palvelut/tietoa-rakentamiseen/ryl/talotekniikkaryl>> Luettu 13.1.2023
- 11 Rakennustieto RT-kortisto. Verkkoaineisto- Rakennustieto <<https://www.rakennustieto.fi/palvelut/tietoa-rakentamiseen/kortistot/rt-kortisto>> Luettu 13.1.2023
- 12 Talonrakennushankkeen kulku, toteutusmuodot. 2016. RT 10-11223. Rakennustieto Oy.

- 13 Selvitys urakkamuodoista. 2019. Verkkoaineisto. Turun kaupunki kaupunkiympäristölautakunta
<<https://ah.turku.fi/kylk/2019/0212005x/3856392.htm>> Luettu 3.3.2023
- 14 Junnonen, Juha-Matti & Kankainen, Jouko. 2012. Rakennusurakoitsijoiden hankintakäsikirja 2. painos. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy.
- 15 Laki eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä. 2012. 945/21.12.2012.
- 16 Rakennustuotteiden kelpoisuuden toteaminen Tuotekelpoisuuden tarkastusasiakirjalomakkeella versio 2.2 18.2.2019.
- 17 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. 2016. RT 16-10660. Rakennustieto Oy.
- 18 LVI-toimialan työehtosopimus työntekijöille. 2022. LVI-Tekniset Urakoitsijat LVI-TU ry.
- 19 Lehtinen, Reijo S. 2019. Verkkoaineisto. Rakennushankkeen työturvallisuus. Talonrakennusteollisuus Ry. <<https://rakennusliitto.fi/wp-content/uploads/2022/03/Talotekniikka-alan-tyoehtosopimus-1.3.2022n29.2.2024.pdf>> Luettu 29.3.2032
- 20 Pehdyttäminen ja työnopastus – Ennakoivaa työsuojelua. Verkkoaineisto. Työturvallisuuskeskus Ry. <<https://ttk.fi/julkaisu/pehdyttaminen-ja-tyonopastus-ennakoivaa-tyosuojelua/>> Luettu 17.3.2023
- 21 Pehdyttäminen työmaalla. Verkkoaineisto. Työturvallisuuskeskus Ry. <<https://ttk.fi/julkaisu/pehdyttaminen-rakennustyomaalla/>> Luettu 17.3.2023
- 22 Työturvallisuuslaki. 2002. 738/23.8.2002.
- 23 Talotekniikan laadunvarmistus ja vastaanottomenettely prosessikuvaus. 2018. RT 10-11301. Rakennustieto Oy.
- 24 Työmaakokouksen pöytäkirjan laatiminen. 2005. RT 16-10837. Rakennustieto Oy.
- 25 Asuntokauppalaki. 1994. 843/23.9.1994.

- 26 Työvoimapula kiusaa suurta osaa rakennusalan yrityksistä – uhkaa jopa alan kasvua. 2021. Verkkoaineisto. 9/2021. Rakennuslehti. <<https://www.rakennuslehti.fi/2021/09/tyovoimapula-kiusaa-suurta-osaa-rakennusalan-yrityksista-uhkaa-jopa-alan-kasvua/>> Luettu 17.3.2032.
- 27 Frankly Partners. Nuoret ja johtajuus kyselytutkimus 01/2022. Verkkoaineisto. TTL. <https://hyvatyo.ttl.fi/hubfs/Nuoret%20ja%20johtajuus_tutkimusraportti_15.3.2022.pdf> Luettu 17.3.2023

Projektisuunnitelman runko

PROJEKTISUUNNITELMA

1. PROJEKTIN KUVAUS

1.1. Laajuus ja vastuurajat

- *Kirjataan lyhyesti kohteen urakkarajat ja muut huomioonotettavat asiat toteutuksessa*

1.2. Lupa-asiat

- *Rakennuslupaan liittyvät asiat*
- *KVV/IV työnjohtohakemus rakennusvalvontaan*
- *Aloituskokouksen koolle kutsuminen*

2. PROJEKTIOORGANISAATIO

2.1. Projektiryhmä

- *Projektipäällikkö, työnjohtaja, asentajaryhmä*
- *Kärkiasentajan sopimus*
- *Asentajien urakkasopimukset*

2.2. Alihankkijat

- *Alihankintasopimukset ja maksuerätaulukot*

3. TOTEUTUSSUUNNITELMA

3.1. Sopimusasiat

- *Maksuerätaulukko*
- *Urakkasopimus*

3.2. Suunnitelma-aikataulu

- *KVR-hankkeiden suunnitelma-aikataulu*

3.3. Hankinta-aikataulu

- *Pidemmän toimitusajan hankintojen massoittaminen ja aikataulut-taminen*

3.4. Rakennus- ja asennusaikataulu

- *Yleisaikatauluun pohjautuvan rakennusaikataulun laadinta*

3.5. Resurssisuunnitelma

- *Työmaaresurssien määrittely*
- *Aliurakointiresurssit*

3.6. Riskien kartoitus

- *Eriyisten toteutukseen liittyvien riskien arviointi ja riskienhallinta-suunnitelma*

3.7. Työturvallisuus

- *Työturvallisuussuunnitelman päivittäminen hankkeelle*
- *Työturvallisuusasiat*
- *Työntekijöiden perehdytykset*

4. PROJEKTIBUDJETTI

4.1. Kustannusarvio ja budjetti

- *Budjetin laadinta*

- *Ennakkotarjousten voimassaolon tarkistus ja sopiminen*
- 4.2. Kustannusraportointi ja ohjaus
 - *Projektin budjetin päivittäminen*
 - *Kustannusseuranta*
- 5. DOKUMENTOINTI JA TIEDONHALLINTA
 - 5.1. Tilaajan seuranta
 - *Malliasennusten suorittaminen ja esittäminen*
 - *Tilaajan vaatima laadunvalvontasuunnitelma*
 - 5.2. Oman työn seuranta ja dokumentointi
 - *Työsuoritusten dokumentointi ja tarkistukset, asennusraportointi tarvittaessa*
 - *Asennusten valokuvaus ja arkistointi, vastuuhenkilöiden määrittely*
 - *Pöytäkirjojen laatiminen*
 - *Tuntikirjaukset ja työtuntien raportointi työntekijöille*
- 6. PROJEKTIKOKOUKSET JA KATSELMUKSET
 - 6.1. Rakennusvalvonnan seurantakatselmukset
 - *RAVA:n pöytäkirjat*
 - 6.2. Työmaakokoukset ja urakoitsijapalaverit
 - *Työvaiheilmoitus*
 - *Lisä- ja muutostyöt*
 - *Suunnitelmapäivitykset ja poikkeamat*
 - 6.3. Asentajapalaverit
 - *Palaverit ja tilannekatsaukset*
 - *Resurssit*
 - *Aikataulutilanne*
 - *Tarvikehankinnat ja puutteet*
- 7. TOIMINTAOHJEET JA LUOVUTUSVAIHE
 - 7.1. Hyväksymismenettely
 - *Tuotehyväksyntä menettely*
 - 7.2. Tarkastukset ja vastaanotto
 - *Punakynäkuvat*
 - *Pöytäkirjat*
 - *Tuotehyväksynnät*
 - *Käyttö- ja huolto-ohjeet*
 - *Toimintakokeen*
 - *Vastaanottotarkistus*
 - *Käytönopastus*
 - *Taloudellinen loppuseelvitys ja vakuuksien jättö*
- 8. LIITTEET
 - 8.1. *Urakkaneuvottelumuistio ja urakkasopimus*
 - 8.2. *Tarjouslaskenta*

- 8.3. *Rakennuslupa*
- 8.4. *Hankinta-aikataulu*
- 8.5. *Rakennusaikataulu*