

Maria Sillman

LVI-PROJEKTIN LAADUNVARMISTUS  
KVR-KOhteessa

Energiatekniikan koulutusohjelma  
LVI-tekniikka  
2011

## LVI-PROJEKTIN LAADUNVARMISTUS KVR-KOHITEESSA

Sillman, Maria  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Energiatekniikan koulutusohjelma  
Toukokuu 2011  
Ohjaaja: Heinola, Reino  
Sivumäärä: 75  
Liitteitä: 0

Asiasanat: laatu, laadunvarmistus, projektin hallinta, hankesuunnittelu

---

Opinnäytetyön aiheena oli LVI-projektin laadunvarmistus KVR -kohteessa. Työn tavoitteena oli löytää kyselytutkimuksen avulla KVR -toiminnan ongelmakohdat ja saada selville tilaajan kannalta oleellimmat asiat, joihin he urakoitsijaa valitessa kiinnittävät huomionsa. Tarkoitus oli myös löytää parannusehdotuksia kyselyn pohjalta, jotta KVR-toiminnasta saataisiin entistä toimivampi kokonaisuus.

Teoreettisessa osiossa käytiin läpi projektitoiminnan eri vaiheita ja hyvin onnistuneen projektin avaintekijöitä. Rakennusprojektin onnistumisen kannalta on tärkeää ymmärtää projektitoiminnan perusteet ja edellytykset. Laadun parantaminen vaatii myös jatkuvaa oppimista ja valmiiden projektien analysoimista. Riskien kartoittaminen ja välttäminen on myös eräs tärkeä asia onnistumisen kannalta. Samassa yhteydessä tutkittiin sitä, miten onnistunut LVI-projekti toimii ja mitä asioita siinä on otettava huomioon. Suunnittelun osuutta projektitoiminnassa pyrittiin korostamaan, koska usein se on onnistumisen edellytys. Valitettavan usein projektisuunnitelma jää tekemättä, vaikka sen hyödyt ovat tiedossa.

Työn pääpaino oli kyselytutkimuksessa, joka suoritettiin alkuvuodesta 2011. Kysely toteutettiin Internet -kyselynä ja se lähetettiin 59 asiakkaalle. Vastauksia saatiin 28kpl, jolloin vastausprosentti oli 47 %. Kysely oli toiminnassa kolmen viikon ajan, jonka aikana kyselyyn osallistuvilla lähetettiin muistutusviestejä.

Kyselyn vastausten pohjalta löydettiin KVR -toiminnan ongelmakohdat ja pyrittiin poistamaan niitä. Selkeimmät ongelmakohdat olivat laadunvarmistuksen osa-alueet kuten oman työn tarkastus ja itselle luovutus. Laadunvarmistuksen puutteet tulivat esiin sekä sanallisissa vastauksissa että monivalintaosiossa. Toinen merkittävästi esille tullut seikka oli aikataulut. Sitä pidettiin tärkeimpänä asiana projektin onnistumisen kannalta. Aikatauluissa oli kuitenkin havaittu eniten puutteita.

Yrityksen kannalta oleellista on poistaa kyselyssä esiin tulleita puutteita. Aikataulun tekoon tulee keskittyä paremmin ja tehdä yhteistyötä. On tärkeä, että kaikki varmasti ymmärtävät, miten aikataulut tehdään. Laatujärjestelmässä osoitetut oman työn tarkastuskohteet on käytävä huolellisesti läpi.

## QUALITY ASSURANCE IN A TURNKEY HVAC PROJECT

Sillman, Maria

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Energy Technology

May 2011

Supervisor: Heinola, Reino

Number of pages: 75

Appendices: 0

Keywords: quality, quality assurance, project management, project planning

---

The subject of this thesis was quality assurance in a turnkey HVAC project. The aim of this thesis was to find, with the help of questionnaire study, the turnkey operation problems and to find out the most significant issues on which the subscriber will concentrate on choosing a contractor. The intention was also to find proposals for improvement so that the turnkey operation would work much better in the future.

In the theoretical section, various stages of project activities and key factors of successful projects were discussed. From a construction project's point of view it is important to understand the basics and conditions of projects. Improving the quality also requires continuous learning and analyzing of finished projects. Risk identification and avoidance is also one of the most important things to success. In this context it was discussed how a successful HVAC project works and what issues must be taken into account. The role of planning in project activities was emphasized, because often it is a prerequisite for success. Unfortunately, too often the project plan is not made, even if its benefits are well known.

The main focus in this thesis was in the questionnaire study which was conducted in early 2011. The questionnaire was carried out as an Internet survey and it was sent to 59 customers. 28 responses were received and the response rate was 47%. The questionnaire study was in operation for three weeks and during that time reminder messages were sent to participants.

From the survey responses the turnkey operation problems were found and attempts were made to eliminate them. The most obvious problem areas were the quality assurance aspects such as inspecting the work yourself and handing it over to yourself. The quality assurance deficiencies came to light in verbal responses as well as in the multiple-choice section. Another important issue which came up was the scheduling. Many preferred it the most important thing for the success of the project. Most problems were, however, found in scheduling.

From the company's point of view it is essential to remove the deficiencies found in the survey. Schedule-making and co-operation must be emphasized more. It is important that all will understand how schedules are made. The inspection areas related to one's own work, which have been listed in the quality system, have to be checked carefully.

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	KVR-PROJEKTI.....	6
2.1	Projektin eteneminen .....	6
2.2	Projektin organisaatio .....	7
2.3	Yrityksen laatujärjestelmä .....	7
3	LAATU .....	10
3.1	Käsitteenä.....	10
3.2	Laatukustannukset .....	12
3.3	Laatuun liittyvät standardit .....	14
3.4	Laatua koskevat ohjeet ja määräykset .....	15
4	LVI – PROJEKTIN LAADUNVARMISTUS .....	16
4.1	Laadunvarmistuksesta yleisesti.....	16
4.2	Viranomaisten vaatimat laadunvarmistustoimenpiteet .....	17
4.3	Urakoitsijalta vaadittavat laadunvarmistustoimenpiteet .....	17
4.4	Suunnittelun laatu .....	18
4.5	Projektinjohdon laatu .....	20
5	RAKENTAMISEN LAATUVIRHEET .....	21
5.1	Virhelähteet eri rakennusvaiheissa .....	21
6	LVI-PROJEKTIN HALLINTA .....	24
6.1	Projektin määritelmää.....	24
6.2	Projektin johtaminen.....	25
6.3	Projektin organisointi.....	28
6.4	Projektisuunnitelma .....	30
6.5	Projektin vaiheistus ja ositus.....	31
6.6	Projektin aikataulu- ja resurssiohjaus .....	33
6.7	Riskien hallinta .....	37
6.8	Projektin ohjaus ja raportointi.....	39
6.9	Projektin päättäminen .....	41
7	KYSELYTUTKIMUS.....	43
7.1	Kyselytutkimuksen tavoite ja toteutus .....	43
7.2	Tulokset .....	44
7.3	Johtopäätökset.....	70
8	LOPPUPÄÄTELMÄT .....	73
	LÄHTEET.....	75

## 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty Sähköpeko Oy:lle. Sähköpeko Oy toimii Keski-Suomen, Pirkanmaan, Kanta-Hämeen ja pääkaupunkiseudun alueilla. Sähköpeko tekee kaikkea talotekniikan urakointi- ja huoltotoimintaa ja työllistää n. 400 henkilöä. Konserniin kuuluvat yritykset omaavat myös RALA -pätevyyden.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää KVR -osaston laadunvarmistusta ja saada selville kyselytutkimuksen avulla toiminnan ongelmakohdat. Kyselyn vastauksen perusteella pyritään kehittämään niitä osa-alueita, joissa havaitaan suurimmat puutteet. Ongelmana KVR-urakoinnissa on tiedon kulku eri osapuolten välillä. Suunnittelijoiden ja projektinhoitajien välinen yhteistyön tiivistäminen on eräs tulevista haasteista. Koska koko talotekniikka tulee saman talon sisältä, pitäisi tiedon kulkea jouheammin. Mitä enemmän suunnittelija ja toteuttaja pystyvät tekemään yhteistyötä, sen vähemmän virheitä ilmenee.

Laadunvarmistuksesta ei yleisesti tällä alalla ole kovin paljoa materiaalia ja opinnäytetöitä on tehty vähän. Aihe on ilmeisen vaikea, eikä se kovin monelle yritykselle ole niin korkeassa asemassa kuin sen pitäisi. Hannu Aaltonen on vuonna 2010 tehnyt opinnäytetyön aiheesta Laadunvarmistuskansio LVI-valvojan apuna. Siinä on selvitetty eri asioita, joita valvojan tulee pitää mielessä tarkastuksissa. Opinnäytetyössä oli käyty läpi kaikki LVI -tekniikkaan liittyvät tarkastuskohteet eri järjestelmien osalta. Talotekniikka RYL 2002 antaa useimpiin kysymyksiin vastauksen siitä, mikä toiminta on milloinkin riittävän laadukasta. Kyseisessä teoksessa käydään läpi kaikki talotekniset järjestelmät ja siellä on viittauksia lähteisiin, joista lisätietoa voi hakea. Talotekniikka RYL on usein myös se lähde, johon vedotaan sopimuksia tehtäessä. Tällä pyritään takaamaan se, että järjestelmät rakennetaan riittävää laatutasoa noudattaen.

## 2 KVR-PROJEKTI

### 2.1 Projektin eteneminen

KVR-rakentaminen tarkoittaa kokonaisvastuurakentamista. KVR-projekti tässä yhteydessä tarkoittaa sitä, että koko talotekniikka ja suunnittelu tilataan yhdeltä yrittäjältä. Projektinjohto tulee oman yrityksen sisältä ja joitain talotekniikan osa-alueita voidaan tehdä alihankintana.

Projekti lähtee käyntiin siitä, kun yritys saa tarjouspyynnön rakennusurakasta. Tämän jälkeen alkaa esitietojen perusteella tehtävä suunnittelu. Kun suunnittelu on edennyt riittävän pitkälle, kysellään tarjoukset eri komponenteista. Projektinhoitajat kyselevät suunnitelmien pohjalta hinnat eri alihankkijoilta ja kokoavat näiden pohjalta kustannustehokkaimman kokonaisuuden. Toinen mahdollisuus tarjouksen kokoamiseen on se, että käytetään aiemmin toteutuneen projektin kustannustietoja. Tällaisessa tapauksessa on kuitenkin otettava huomioon rakennustyyppi. Samantyyppiset rakennukset vastaavat kustannuksiltaan toisiaan.

Tarjouksen hyväksymisen jälkeen käydään urakkaneuvottelut, joissa tarkennetaan urakan sisältö sekä tilaajan että alihankkijoiden kanssa. Urakkasopimuksen allekirjoitus sitoo molemmat osapuolet toimintaan. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että annetulla tarjoushinnalla on myös toteutettava urakka. Sopimusvaiheen jälkeen alkaa varsinainen suunnittelu. Suunnitteluosasto suunnittelee annettujen vaatimusten perusteella toimivan ratkaisun. Erityisistä tekniikoista ja ratkaisuista keskustellaan projektinhoitajien ja tilaajan kanssa. Näin pyritään saamaan kaikkia osapuolia tyydyttävä kokonaisuus aikaan. Kun työpiirustukset on hiottu kuntoon ja rakennusvalvonta on ne hyväksynyt voivat asennustyöt alkaa.

Projektinhoitajat valvovat työn jälkeä, käyvät työmaakokouksissa, tilaavat tavaran, seuraavat kustannuksia ja noudattavat rakennustyömaalle laadittua aikataulua. Aikataulupoikkeamista tehdään reklamaatio tilaajalle ja pyritään näin kiirehtimään mahdollisia myöhästeleviä osapuolia. Projektin edetessä suunnittelijat tekevät tarvittavia muutoksia kuviin ja myös rakennusprojektin loppuksi piirtävät loppukuvat luovutus-

valmiiksi. Ennen urakan luovutusta tilaajalle, tehdään kaikki tarvittavat asennustapa- tarkastukset, mittaukset, säädöt ja toimintakokeet, jotta voidaan varmistua laitteiston oikeanlaisesta toimivuudesta. Urakoihin kuuluvat yleensä lisäksi käytön opastus ja huoltomateriaali. Urakan päätyttyä käydään läpi koko urakka ja sen toteutus. Tässä yhteydessä tulee esiin asiat, joissa on onnistuttu ja epäonnistuttu.

## 2.2 Projektin organisaatio



Kuva 1. KVR -osaston organisaatiokaavio

## 2.3 Yrityksen laatujärjestelmä

Yrityksellä on oma laatujärjestelmä, jota käyttävät myös kaikki sisar- ja tytäryritykset. Laatujärjestelmä on päivitetty viimeksi 1.2.2011. Laatujärjestelmään kuuluu kaksi eri kansiopohjaa, projektinhoitajakansio ja kärkimieskansio.

Projektinhoitajakansiosta löytyvät projektinjohdollisiin tehtäviin tarkoitettuja ohjeita ja asiakirjamalleja, joita työmaan aikana tarvitaan. Kyseisessä kansiossa käsitellään asiakirjahallintaa, työterveysasioita, luvanvaraisia töitä, hankintoja, urakointiprosessia, tarkastuksia, testauksia, luovutusikäytäntöä, kokousasioita, asennustyöselostuksen

tarkastamista, reklamointia, laadunseurantaa, laatusuunnitelmaa ja mittauspöytäkirjoja.

Kansiossa ensimmäisessä osiossa kerrotaan eri osapuolien tehtävät ja projektinhoitajan asiakirjanhallinnan ohjeet. Työterveys kohdassa käydään läpi työterveyshuollon toimipisteiden sijainti, aukioloajat ja puhelinnumerot. Samassa yhteydessä on myös työtapaturmalomakkeet ja ohjeet tapaturman varalle. Kolmannessa kohdassa käsitellään luvanvaraisia töitä ja hankintoja. Tässä osiossa on ohjeita materiaalihankintaan, alihankintaan, pienurakoihin, hankintojen seurantaan, materiaalin toimittamiseen, työmaan varastointiin, laitteiden hankintaan ja varkauksiin. Toimintaohje löytyy myös murto-, vesi-, palo- ja vastuuvahingon varalle. Näiden lisäksi on vielä tulityöohje ja muita toimintaohjeita. Urakointiprosessi on kuvattu kaaviolla ja sen seurantaan on aikataulu- ja perehdytysohje. Työmaahan perehdyttämisestä, tarjouksen kokoamisesta ja työvaiheselvityksistä on omat lomakepohjansa. Tarkastuksia ja testauksia varten on omat ohjeensa ja lomakkeensa. Luovutuksen yhteyteen on annettu omat listat, joissa määritellään mitä luovutusmateriaalin tulee sisältää. Piirustusten luovutukseen on oma pöytäkirja, johon tulee kummankin osapuolen allekirjoitus. Kokouskäytännöissä käsitellään kaikkia urakan aikana käytäviä kokouksia ja niiden ajankohtia. Tässä yhteydessä kerrotaan, kenen vastuulla kokouksen pitäminen on ja mitä asioita näihin kokouksiin on valmisteltava. Aloituspalavereille, lopetuspalavereille, viikkopalavereille ja loppuselvittelylle on omat asiakirjamallinsa. Asennustyöselostuksen tarkastamisohjeessa käydään läpi mitä korvauksia asentajille maksetaan ja millä edellytyksillä. Esimerkiksi työmaahan perehdyttämisestä ei makseta kummalekaan osapuolelle, jos kyseistä lomaketta ei ole palautettu. Reklamointia koskevassa osiossa annetaan ohjeita niiden tekoon ja vastausaikaan. Laadunseurannassa kerrotaan kenelle laadunseuranta kuuluu ja milloin auditointi suoritetaan. Työmaan laatusuunnitelmassa käsitellään laatusuunnitelman tavoitteita, eri asioiden seuranta ja valvontaa. Viimeisessä osiossa on LVI-puolen mittauspöytäkirjoja ja muita dokumentteja.

Kärkimieskansio sisältää kärkimiehenä toimiville asentajille suunnattuja kaavakkeita ja ohjeita. Kansio käsittelee asentajille suunnattuja tiedotteita, lomakkeita, tuntilapun täyttöohjeita, työtapaturmailmoituksia, ensiapuohjeita, ohjausmerkkejä, tarkastusdokumentteja, telinekortteja ja asennusohjeita. Tiedotteissa käsitellään asioita, joita



kärkimiehen tulee muistaa projektin aikana. Osiossa annetaan myös toimintaohjeita erilaisten tilanteiden varalle. Tällaisia voivat olla esimerkiksi varkaudet. Kärkimieskansiossa on lomakepohjia työmaahan perehdyttämiseen, erilaisiin tarkastuksiin ja mittauksiin. Tapaturmien ja sairauksien varalle on omat sivunsa, joissa kerrotaan työterveyshuollon toimipaikat, aukioloajat ja puhelinnumerot. Tapaturmien varalle on toimintaohje ja vakuutusyhtiön kaavakkeita, jotka tulee täyttää. Hätäensiapuoppaasta löytyy hätäilmoituksen tekoon ohjeita sekä elvytys- ja ensiapuohjeita. Asennusohjeita löytyy mm. lämpöjohtoverkon asentamisesta ja paisunta-astian esipaineen tarkastuksesta.

Näiden menettelyjen avulla ylläpidetään hyvää laatua ja riittävää arkistoinmistapaa. Osa työmaalla käytävistä asioista vaatii pöytäkirjan laatimisen. Tällaisia asioita ovat esimerkiksi patteriverkoston koeponnistus. Tällä menettelyllä taataan järjestelmän kestävyys käytössä. Näin myös vähentyvät takuuajaksi kuuluvien tehtävien määrä. Laatujärjestelmä käyttäminen edesauttaa sitä, että kaikki tarvittavat asiat tulee tarkastettua ja riittävää laatua saadaan aikaan. Edellyttäen tietysti, että työntekijöille on selvää, mitä laatujärjestelmä sisältää ja miten sitä käytetään.

Pekon laatukäsikirja, siihen liittyvät menettelyohjeet, laatusuunnitelmat, työsuojeluohjelmat ja kaikki lomakkeet löytyvät sekä paperisina versioina laatukansioista että Pekon sisäisestä järjestelmästä sähköisesti. Projektinhoitajan tehtävänä on säilyttää projektikansiota takuuajan, jonka jälkeen kansio hävitetään. Mittauspöytäkirjoista otetaan kopiot ja säilytetään 5 vuotta.

### 3 LAATU

#### 3.1 Käsitteenä

Laatu on käsitteenä hyvin monimuotoinen ja eri kirjallisuuslähteistä haettaessa se saa erilaisia merkityksiä. Useista lähteistä luettuna kuitenkin muutama seikka korostuu. Laadulla tarkoitetaan yleisesti asiakkaiden tarpeiden täyttymistä tai asetettujen tai asiakkaan olettamien vaatimusten täyttymistä. Rakennusalalla yleisesti ajatellaan laadun viittaavan asiakkaan esittämiin tai yleisesti asetettuihin vaatimuksiin valmiille tuotteelle. /1 s.5, 2 ss.3-4 /

1970-luvulle asti laadulla tarkoitettiin tuotteen virheettömyyttä. Tultaessa 1980-luvulle laatua oli se, että tuote oli asiakkaiden haluama ja heidän käyttöönsä soveltuva. 1990-luvulla tuotteen oli lisäksi tehtävä asiakas tyytyväiseksi. Nykyään asiakas tyytyväisyyteen sisällytetään jo paljon eri osatekijöitä, kuten ympäristö, yhteiskunta ja omistajat. Näin eri tavoin laatu käsitteenä on muuttunut ajan myötä. /3 s.8/

Rakennusalalla tehdään paljon erilaisia urakkasopimuksia, joissa määritellään hyvin tarkasti millainen lopullinen järjestelmä halutaan. Tässä yhteydessä laatua on se, että urakoitsija vastaa sopimuksissa laadittuihin tavoitteisiin. Urakoitsija vastatessaan urakkasopimuksen tavoitteisiin vastaa hän myös lopullisen asiakkaan tavoitteisiin. Sopimukseen liittyy aina myös tietty vastuu ns. takuu-aika, jonka aikana urakoitsija on velvollinen vastaamaan rakentamastaan järjestelmästä ja sen toimivuudesta. Vastatessaan takuu-aikana ilmenneistä vioista tai puutteista, urakoitsija vastaa myös toteuttamastaan laadusta. Laatuun liittyviä tasoja voi olla monia. Voidaan esimerkiksi sanoa laadun vaatimustason olevan korkea tai matala. Mutta laatu ei kuitenkaan missään tapauksessa saa olla huonoa. /2 ss.3-4/

Itse laatu on sanana määritelty seuraavasti: /1 s.5, 4 s.2/

1. Hyödykkeen soveltuvuudeksi käyttöön käyttäjän kannalta – Joseph Juran
2. Asiakkaan nykyisten ja tulevien tarpeiden täyttämistä – William Deming
3. Pienin mahdollinen hävikki, jonka tuote aiheuttaa yhteisölle sen jälkeen kun se on toimitettu käyttäjälle – Genichi Taguchi

4. Tuotteen tai palvelun markkinoinnin, insinööriosaamisen, tuotannon ja huollon kautta määrittyviksi piirteiksi, joiden avulla pystytään täyttämään asiakkaan tarpeet – Armand Feigenbaum
5. Arvoksi, jonka asiakas tai kuluttaja tuotteesta tai palvelusta saa suhteessa hintaan, toimitusaikaan ja tuotteen tuottamisen kokonaisyhteiskunnallisiin vaikutuksiin – Paul Lillrank
6. Tuotteen tai palvelun niiksi piirteiksi ja ominaisuuksiksi, joilla tuote tai palvelu täyttää asetetut tai oletettavat tarpeet – ISO 8402-standardi

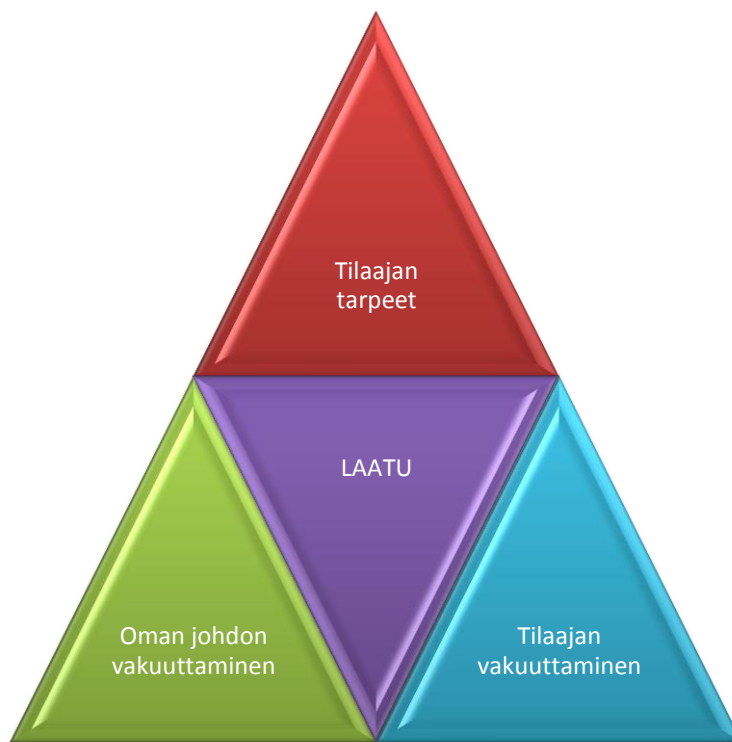
Näiden edellä mainittujen määritelmien lisäksi voidaan laatua jaotella myös eri näkökulmista. Laadun näkökulmina voidaan pitää mm. valmistuskeskeistä, suunnitelmakeskeistä, asiakaskeskeistä ja ympäristökeskeistä laatua. Alla on lueteltu tarkemmin eri näkökulmien tarkoitukset. Näkökulmat perustuvat samaan lähteeseen kuin jaottelukin. /5/

Valmistuskeskeisessä laadussa korostetaan hyödykkeiden virheettömyyttä ja sitä, että tuote on valmistettu annettujen ohjeiden mukaan. Tällaisessa menetelmässä pyritään siihen, että virheellisiä tuotteita ei synny lainkaan. Myöhemmin esiintyvät virheet saattavat johtaa lisäkustannuksiin, joita ovat mm. takuukustannukset, vahingonkorvaukset ja myöhästymissakot.

Suunnitelmakeskeisessä laadussa painotetaan niitä ominaisuuksia, joita tuotteeseen rakennetaan sen käyttötarkoitus huomioon ottaen. Nämä kyseiset ominaisuudet ovat siis käytännössä tuotteen suunnittelijan näkemys siitä, mitä ominaisuuksia asiakas arvostaa.

Asiakaskeskeisellä laadulla tarkoitetaan sitä, miten hyvin tuote menestyy tarkoituksessaan, johon asiakas sitä käyttää. Asiakaskeskeinen laatu ottaa huomioon hyödykkeen koko elinkaaren aikaiset kokemukset.

Ympäristökeskeinen laatu ottaa huomioon muiden sidosryhmien kuin asiakkaan antamat vaatimukset. Ympäristön vaatimukset ovat yleisesti tuotanto- ja kulutusprosessien haittoja vähentäviä tekijöitä. Yritykseen sen vaikutuksen voi huomata kustannuksia lisäävänä ja tuottavuutta vähentävänä tekijänä.



Kuva 2. Organisaation laatutavoitteiden täytyminen /6 s.5/

### 3.2 Laatukustannukset

Laatukustannuksiksi kutsutaan sellaisia kustannuksia, jotka aiheutuvat yritykselle sellaisesta työstä, jolloin laatua ei saada aikaan ensimmäisellä kerralla. Tällaisia töitä voivat olla mm. korjaustyöt. Laatujärjestelmällä pyritään tehostamaan yritysten toimintaa ja ehkäisemään virheiden syntymistä. Laatujärjestelmän kehittäminen ja ylläpitäminen maksavat yritykselle huomattavasti vähemmän, mitä sen aikaan saamat säästöt ovat. Siksi olisikin suotavaa, että laatujärjestelmän päivitetäisiin riittävän usein. Vain pieni määrä laatukustannuksista näkyy kirjanpidossa. Suurimman ja merkittävimmän osan tekevät ns. näkymättömät kustannukset kuten epäluotettavuudesta johtuva uusien urakoiden menettäminen, turha työ, korjaukset ja korvaukset. Kun yritykset ovat alkaneet seuraamaan laatukustannuksia, niiden määrä on ollut 10 – 30 % yritysten liikevaihdoista. /2 ss.4-5, 7 ss.16-19 /

Laatukustannukset voidaan myös jakaa kahteen eri osioon, hallitsemattomiin ja hallittuihin kustannuksiin. /2 ss.4-5/

Hallitsemattomia kustannuksia ovat:

- Poikkeamat suunnitelmista
- Virheasennukset
- Virheelliset mittaukset
- Ylitetyt toleranssit
- Piirustusten odotukset
- Myöhästyneet materiaalit
- Ylimääräiset resurssit

Hallittuja kustannuksia ovat:

- Koulutus
- Informaatio vaatimukset
- Menettelytapojen kuvaaminen
- Tarkistuslistat
- Mittausten tarkkailu

Laatukustannuksiin pystytään vaikuttamaan henkilökuntaa kouluttamalla. Osaava henkilökunta tuottaa hyviä työsuorituksia ja osaa käyttää työaikansa oikeiden asioiden tekemiseen oikealla tavalla. Työntekijät pyrkivät hyviin työsuorituksiin, jolloin virheitä ei tarvitse korjata ja turha työ jää mahdollisimman vähäiseksi. Toinen tapa, millä laatuun voidaan myös vaikuttaa, on ihmisten kannustaminen. Kannustin eli yleensä rakennusalalla raha tai etuudet ovat ne, joka saavat ihmiset toimimaan tehokkaammin. Henkilökuntaa kannustamalla saadaan huomio laatuun ja laatuvirheiden aiheuttamiin kustannuksiin. Tällä tavalla myös laatuvirheet vähenevät. Yritys hyötyy hyvästä laadusta myös monella muulla tavalla. Yrityksen toimintavarmuus pysyy hyvänä. Tuotteet ja palvelut ovat tasalaatuisia. Asiakkaat ovat tyytyväisiä toimintaan. Säästetään kustannuksia, kun jälkikäteen ei virheitä tarvitse korjata. Mahdollisesti yrityksen kuva ja kilpailukyky voivat parantua työmarkkinoilla. /7 ss.16-19/



Kuva 3. Organisaation menestykset avaintekijät /8 s.3/

### 3.3 Laatuun liittyvät standardit

Laatuun liittyy selkeästi SFS-ISO 9000 laatujohtamista ja laadunvarmistusta koskeva standardisarja. Nämä standardit ovat malleja laatujohtamisen dokumentoinnille. SFS-ISO 9001 standardi on malli suunnittelussa, tuotekehityksessä, tuotannossa, asennuksessa ja toimituksen jälkeisissä palveluissa toteuttavalle laadunvarmistukselle. SFS-ISO 9002 standardi on malli tuotannossa ja asennuksessa toteuttavalle laadunvarmistukselle. SFS-ISO 9003 standardi käsittelee mallia tarkastuksessa ja testauksessa toteuttavalle laadunvarmistukselle. SFS-ISO 9004 käsittelee laatujohtamisen ja laatujohtamisen rakenteita. /4/

### 3.4 Laatu koskevat ohjeet ja määräykset

LVI-urakoinnin laatua määritellään monilla tahoilla. Talotekniikka RYL 2002 määrittelee talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Rakennusmääräyskoelmat ottavat kantaa siihen, mitä määräyksiä viranomainen on asettanut eri järjestelmien osalta. Alla on lueteltu rakennusmääräyskokoelmien osia, jotka liittyvät tiukasti LVI-järjestelmiin.

#### Eristys

1. C1 Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa, määräykset ja ohjeet
2. C3 Rakennuksen lämmöneristys, määräykset
3. C4 Lämmöneristys, ohjeet

#### Yleiset määräykset ja ohjeet

4. D1 Kiinteistön vesi- ja viemärlaitteistot, määräykset ja ohjeet
5. D2 Rakennusten sisäilmasto- ja ilmanvaihto, määräykset ja ohjeet
6. D3 Rakennusten energiatehokkuus, määräykset ja ohjeet
7. D4 LVI-piirrosmerkit, ohjeet
8. D5 Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta, ohjeet
9. D7 Kattiloiden hyötysuhdevaatimukset, määräykset

#### Palomääräykset

10. E1 Rakennusten paloturvallisuus, määräykset ja ohjeet
11. E7 Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus, ohjeet

## 4 LVI – PROJEKTIN LAADUNVARMISTUS

### 4.1 Laadunvarmistuksesta yleisesti

Laadunvarmistuksella tarkoitetaan kaikkia niitä toimenpiteitä, joita tarvitaan asetettujen laatuvaatimusten täyttämiseksi. LVI-projektin laadunvarmistusta katsotaan yleensä valmistuskeskeisestä näkökulmasta, koska rakennetun järjestelmän tulee vastata suunnitelma-asiakirjoissa esitettyjä vaatimuksia. Laadunvarmistusta pyritään toteuttamaan erilaisilla laadunvarmistustoimenpiteillä kuten toteutusvaiheessa mittauksilla ja tarkastuksilla. Laadunvarmistukseen kuuluu lisäksi laaduntarkastuksia, joissa laatua mitataan ja tuloksia verrataan asetettuihin vaatimuksiin. Laadunvarmistus voi olla sisäistä tai ulkoista. Sisäisellä pyritään vakuuttamaan oma yrityksen johto siitä, että laatujärjestelmän mukaisia toimia käytetään. Ulkoisella laadunvarmistuksella edellä mainituista toimista annetaan varmuus asiakkaille. /1 s. 36/

Laadunvarmistuksen ainoa tavoite ei ole taata pelkästään hyvää laatua työmaalla. Sen tavoitteena on myös moitteeton tiedonkulku eri toimijoiden välillä. Sillä pyritään ehkäisemään väärinymmärrysten ja muiden informaatiokatkosten syntyminen. Laadunvarmistusta voidaan pitää hyvänä, jos rakennuttaja pystyy luottamaan siihen, että järjestelmä täyttää sille asetetut vaatimukset. Laatuvaatimukset määritellään useimmiten työselostuksissa ja suunnitelmapiirustuksissa. Työselostuksissa viitataan hyvin usein alalla yleisesti tunnettuihin teoksiin kuten Talotekniikka RYL:n tai yleisiin sopimusehtoihin. /1 ss.36-37/

Laadunvarmistuksen tärkeisiin osiin kuuluvat kriittisten työvaiheiden tai tarkastusten raportointi. Raportoinnin avulla saadaan tallennettua hyväksi koetut menettelyt, jotta niitä voidaan jatkossakin käyttää. Hankkeen päätösvaiheen tehtäviin kuuluvat mm. itselle luovutukset, toimintakokeet, järjestelmien mittaus ja säätö sekä huoltomateriaalin kokoaminen. Näillä pyritään varmistamaan järjestelmän toimivuus ja jatkossa oikeanlaiset huoltotoimenpiteet. /1 ss.38-39



#### 4.2 Viranomaisten vaatimat laadunvarmistustoimenpiteet

Rakentamista ohjataan yleisesti monelta taholta. Laeissa, asetuksissa ja rakentamismääräyksissä ohjataan oikeanlaisten järjestelmien rakentamiseen. Lakien ja asetusten päätehtävä on varmistaa edellytetty vähimmäistaso. Rakentamismääräyskokoelmissa käsitellään tarkemmin eri järjestelmien osalta näitä vähimmäismääräyksiä. Hyvää rakennustapaa määritellään pääasiassa Talotekniikka RYL teoksessa. Viranomaiset pyrkivät varmistamaan rakennushanketta tehtäessä, että työntekijöillä on riittävä ammattitaito ja asiantuntemus. Hankkeissa myös valvotaan sitä, että laissa asetettuja toimintavelvoitteita noudatetaan. Laissa ja asetuksissa määritellään minimitaso, mutta rakennuttaja ja urakoitsija voivat yhteisellä sopimuksella myös määrittää korkeamman vaatimustason. Laadunvarmistuksen ensisijaisena menetelmänä pidetään laatujärjestelmää ja laatusuunnitelmaa. /1 s.39/

#### 4.3 Urakoitsijalta vaadittavat laadunvarmistustoimenpiteet

Rakennusurakan yleiset sopimusehdot edellyttävät urakoitsijaa tarvittaessa osoittamaan kirjallisen laadunvarmistuksensa. Samassa teoksessa edellytetään urakoitsijaa suorittamaan laadunvalvontaa. Laadunvalvonnan keinoja ovat erilaiset mittaukset, tarkastukset ja katselmukset, joita pitää myös dokumentoida. Teoksessa käydään myös läpi urakoitsijaa koskevia määräyksiä. Urakoitsijan tulee tehdä itselle luovutus ennen varsinaista luovutusta rakennuttajalle. Vakavista laatuvirheistä ja niiden korjaamisesta on kerrottava tilaajalle. Rakennusosat ja –tavarat on tarkastettava ennen kiinnitystä. Virheelliset osat on poistettava. Järjestelmien toiminnalliset kokeet tehdään käyttökokein. Laadunvarmistussuunnitelman tarkoitus on torjua virheet ja puutteet suunnitelmissa, toteutusvaiheessa ja lopputuloksessa sekä varmistaa että järjestelmä täyttää sille asetetut vaatimukset. Laatusuunnitelma voi olla yrityksen perusmalli tai hankekohtaisesti toteutettu suunnitelma. Toimiva laatusuunnitelma vaatii laatuvaatimusten ja potentiaalisten ongelmien analysoimista. Niiden pohjalta voidaan valita tekniset laatuvaatimuksia vahvistavat toimenpiteet. Laatusuunnitelmassa kuvataan kaikki merkittävät toteutuksen toiminnot. Tällaisia toimintoja ovat ajan hallinta, laadunvarmistus, kustannusvalvonta, suunnitelmavalmiuden ylläpito, asiakassuhteiden hoito ja hankinnat. /1 ss.47-50/

#### 4.4 Suunnittelun laatu

Suunnittelun laatuun vaikuttaa moni asia. Kustannukset vaikuttavat siihen, miten toimivia ratkaisuja rakennukseen voidaan suunnitella. Vaativampien ratkaisujen toteutus onnistuu vain, jos on käytävissä riittävästi rahoitusta. Se miten hyvin suunnittelija pystyy vastaamaan tilaajan odotuksiin, riippuu enimmäkseen suunnittelijan ja tilaajan välisestä yhteistyöstä. Jos suunnittelija ei saa riittävästi tietoa tilaajan vaatimuksista, ei hän todennäköisesti vastaa suunnitelmillaan tilaajan odotuksiin. Tämän vuoksi on erittäin tärkeä kerätä pohjatieto tilaajalta tarkasti jo tilausvaiheessa, jotta vältetään väärinkäsityksiltä ja turhalta työltä. Onnistunut suunnitteluprojekti vaatii työtä myös asiakkaalta. Tilaajan täytyy tietää, mitä hän rakennukseltaan haluaa. Mitä vaatimuksia tai tavoitteita rakennukselle halutaan asettaa? Suunnittelija pyrkii neuvomaan asiakasta ja muokkaamaan asiakkaan tarpeet suunniteltavaan muotoon. Mikäli lopullista asiakasta ei tiedetä, tarpeiden selvittäminen on haastavampaa. Tällöin tarpeet perustuvat pääurakoitsijan oletuksiin siitä, mitä asiakkaat haluavat. Usein isoimmissa projekteissa, kun on kyse esimerkiksi liikekiinteistöistä, otetaan asiakkaan asiakas huomioon. Onnistuneessa rakennuksessa ratkaisut vastaavat käyttäjän tarpeita ja laitteistot toimivat moitteettomasti. /1 ss.28-30/

Suunnittelijalla pitää olla hallussa riittävät menettelytavat, jotta hän voi varmistua rakennusliikkeen tarpeiden täyttymisestä. Suunnittelijan tulee selvittää käyttäjän tarpeet ja verrata suunnitelmia tilaajan tarpeisiin. Paras tapa hankkia tietoa rakennuksen käyttäjien tarpeista on kerätä palautetta valmistuneista kohteista sekä tilaajilta että käyttäjiltä. Suunnitelmat tulee sovittaa yhteen muiden suunnittelijoiden kanssa, mikä tarkoittaa lähinnä risteystarkastelua. Sillä pyritään estämään putkistojen yhteentörmäykset ja näin ollen tulevat ongelmakohdat työmaalla. Tilaajalle toimitetaan mahdollisimman virheettömiä suunnitelmia. Keskenäiset suunnitelmat kannattaa hioa loppuun asti ja vasta sen jälkeen lähettää tilaajalle. Virheettömiin suunnitelmiin päästään, kun laatuun vaikuttavia työvaiheita dokumentoidaan ja näistä laaditaan suunnitteluohjeita ja menettelytapoja. Erilaisille suunnitelmille on omat tarkistuslistansa, jotka käydään läpi ennen suunnitelmien lähettämistä eteenpäin. /9 ss.9-13/

Suunnitelma-asiakirjojen laadulla tarkoitetaan yleisesti sitä, miten hyvin suunnitelmat on tehty ja kuinka ymmärrettäviä ne ovat. Yksiselitteiset kuvat vähentävät vää-

rinkäsitysten määrää työmaalla. Kuvissa esitetyt mitat ja muut tekniset tiedot on oltava oikein ja suunnitelmien on täytettävä hyvän suunnittelutavan vaatimukset. Suunnitelmien pitää olla valmiina, ennen toteutuksen aloittamista. Ei riitä, jos vain puolet rakennuksesta on suunniteltu. Pienikin piirtotekninen virhe suunnitelmissa voi aiheuttaa suuria rahallisia tappioita. Viiva pistekatkoviivalla tai katkoviivalla teettää suurta päänvaivaa asentajalle, joka miettii pistääkö hän putken kattoon tai lattiaan. Kokenut asentaja tietää miten milloinkin pitää asentaa. Entä silloin kun asentamassa on juuri työnsä aloittanut asentaja? Silloin asia on aivan toinen. Vääränlaiset päätelaitteet ilmanvaihtokuvissa aiheuttavat jo monelle eri osapuolelle harmia. Projektin hoitaja on saattanut tilata tuotteet ja joutuu näin palauttamaan ne tehtaalle. Palaute- tuista tuotteita ei välttämättä saadakaan kaikkia rahoja takaisin. Uusien tuotteiden saanti työmaalle voi kestää monta päivää tai viikkoja. Väärät päätelaitteet joudutaan ehkä irrottamaan katosta. Näin virhe saattaa kertaantua monessa paikkaa ja ajassa voidaan hävitä monta päivää tai viikkoja. Ajan lisäksi on hävitty paljon rahaa, huolimattomuuden vuoksi. /1 ss.28-30, 9 ss.9-13/

Jotta suunnittelijat ja urakoitsijat voisivat myöhemmin oppia tekemistään virheistä ja kehittää omaa toimintaansa, pitäisi heidän saada palautetta lopullisilta käyttäjiltä. Lopulliset käyttäjähän ovat niitä, jotka pystyvät puolueettomasti ja aidosti arvioimaan sitä, miten hyvin järjestelmä toimii. Mahdolliset rakennusaikaiset kiistat eivät vaikuta lopulliseen kiinteistön käyttäjään. Rakennuksen jälkikäteisarvioinnilla pyritään selvittämään, miten hyvin järjestelmä täyttää asiakkaan vaatimukset. Jälkikäteisarvioinnissa voidaan hyödyntää aikaisemmista rakennuksista kerättyä tietoa ja saada aikaan tulevaan rakennukseen parempi käytännön ratkaisu. /1 ss.29-30/

Rakennusurakan suunnitteluprosessi on monen eri osapuolen summa. On eri alojen asiantuntijoita ja jokainen haluaa pitää kiinni saamastaan tilasta. Sen vuoksi joskus onkin hankalaa sovittaa kanavia tai viemäriputkia ahtaisiin tiloihin. Lopullisesti onnistuminen mitataan kuitenkin käyttäjän taholla. Sen vuoksi asiakkaan tarpeet täytyy analysoida riittävän tarkasti. Jotta suunnittelu etenisi johdonmukaisesti, on asetettava välitavoitteita. Suunnittelutavoitteet tulee määrittää selvästi ja taattava lähtötietojen saatavuus. Jos tavoitteita ei aseteta, onnistumista ei voida mitata. Suunnitelmia seurataan suunnitelmakatselmuksilla, jotta nähdään niiden etenevän ja rakennuttaja voi esittää myös tyytymättömyytensä ratkaisuihin. Rakennusvalvonta kuitenkin viime

kädessä määrittää, onko tekninen ratkaisu onnistunut ja rikotaanko kyseisellä menetelmällä jotain viranomaisen määräystä. Suunnitteluprosessi pyritään pitämään riittävän sulavana ja häiriöt pyritään minimoimaan. Muutoksista sovitaan tietty käytäntö, jotta suunnitelmat valmistuvat ajallaan. Muutenhan voisi käydä niin, että muutoksia ilmoitettaisiin jatkuvasti. Edellä mainitut menettelyt tähtäävät hallittuun suunnitteluun ja hyvien toimintaedellytyksien luomiseen. /9 ss.9-13/

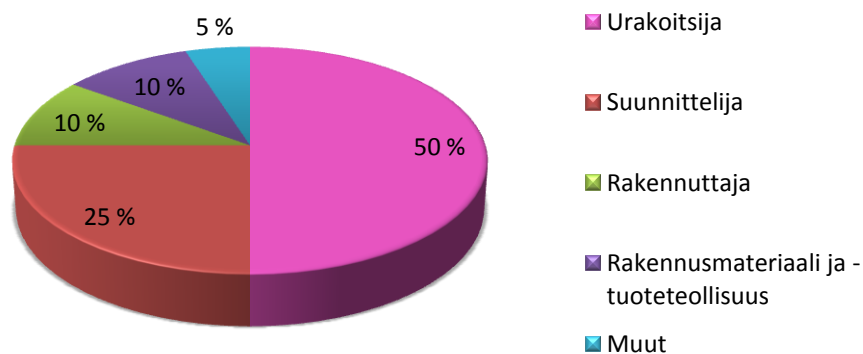
#### 4.5 Projektinjohdon laatu

Projektinjohdon laatuun vaikuttavat ennen kaikkea yrityksen asenteet ja toimintamallit. Yrityksen toimintamalleihin tietysti voi tulla muutoksia, jos yritystä halutaan pitää mukana kilpailussa. Yrityksen johto vaikuttaa hyvin paljon siihen, millä asenteella projektinohitajat ohjaavat asentajia toimimaan työmaalla. Jos yrityksen johdon asenne on se, että rahaa käytetään mahdollisimman vähän ja voittoa tavoitellaan kaikin keinoin, jää usein laadunvarmistus tekemättä. Kun johtajat vaativat hyvää laatua, voidaan saavuttaa ehkä muutamia prosentteja alempi kate, mutta saadaan aikaan laadukkaampi ja parempi tekninen ratkaisu. Tällainen ajattelu tuo jatkossa tuottoa, mutta ei näy yksittäisessä urakassa suurena voittona.

Avainasemassa projektinjohdollisesti on myös se, kuinka usein työmaalla suoritetaan tarkastuksia. Putkiliitoksia, eristyksiä, kannakointeja ja muita teknisiä suoritteita on huomattavasti helpompi tarkastaa ennen kuin koteloinnit on tehty tai lattia on valettu. Väärin asennettua viemäriä on lähes mahdoton huomata lattiavalun jälkeen. Se tulee todennäköisesti esille vasta sitten, kun se jossain vaiheessa petteä. Tällöin sen aiheuttamat tuhot voivat olla hyvinkin mittavia. Tämän vuoksi työnjohdon säännöllinen oman työn tarkastus on erittäin kallisarvoinen asia. Luovutusvaiheen jälkeen ilmenneet ongelmat sekä maksavat yritykselle huomattavia summia että ne vaikeuttavat projektinohitajan nykyisten urakoiden valvontaa.

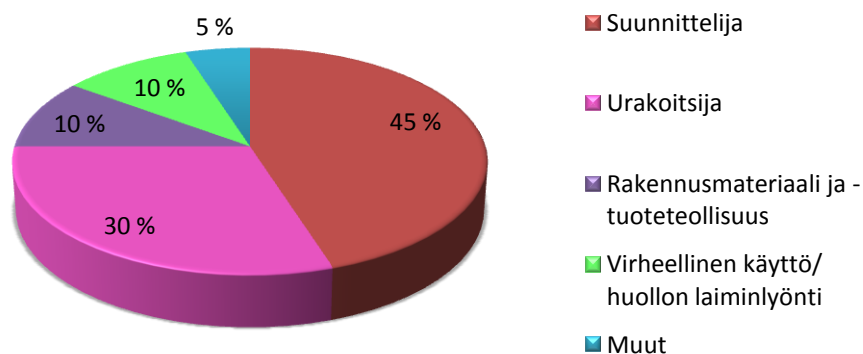
## 5 RAKENTAMISEN LAATUVIRHEET

### 5.1 Virhelähteet eri rakennusvaiheissa



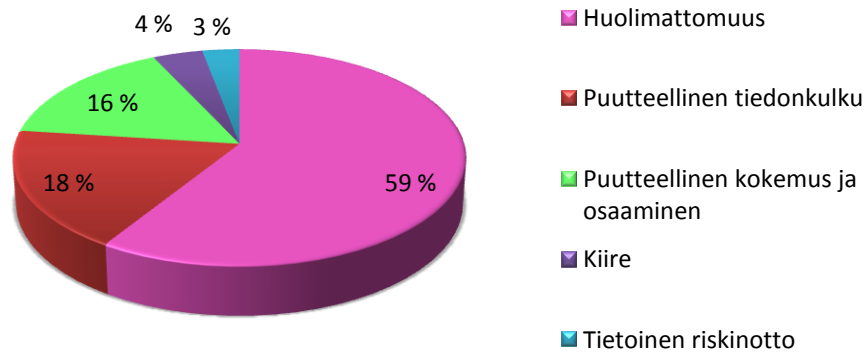
Kuva 4. Rakennusprosessin aikana todettujen virheiden aiheuttajat /1 s.32/

Kuvaajasta voidaan todeta, että suurimpia virheiden aiheuttajia rakentamisen aikana ovat urakoitsijat (50%) ja suunnittelijat (25%). Muita pienempiä virheiden aiheuttajia ovat rakennuttaja (10%), rakennusmateriaali- ja tuoteteollisuus (10%) ja muut (10%). Urakoitsijoiden virheet on arvioitu aiheutuvan enimmäkseen huolimattomuudesta ja huonosta tiedonkulusta. Nämä syyt on luokiteltu kuvassa 6.



Kuva 5. Rakennuksen käyttöönoton jälkeen havaittujen laatuvirheiden aiheuttajat /1 s.33/

Rakennuksen käyttöönoton jälkeen havaittuja virheitä aiheuttavat eniten suunnittelijat (45%) ja urakoitsijat (30%). Pienempiä virheiden aiheuttajia ovat rakennusmateriaali- ja tuoteteollisuus (10%), virheellinen käyttö/ huollon laiminlyönti (10%) ja muut (5%). Käyttöönoton jälkeen havaitut virheet saattavat tulla esiin vasta pidempien aikojen kuluessa. Tällaisia virheitä voivat olla esimerkiksi väärin mitoitetut komponentit kuten pumput, lämmönsiirtimet ja muut oleelliset järjestelmän osat. Niiden virheellinen toiminta ei välttämättä heti rakennusvaiheessa tule esiin, vaan se huomataan vasta aikojen päästä, kun järjestelmä ei toimikaan oikein.



Kuva 6. Laatuvirheiden jakautuminen inhimillisen syylokituksen mukaan /1 s.34/

Laatuvirheet jakautuvat myös viiteen osaan. Ylivoimaisesti suurin laatuvirheiden aiheuttaja on huolimattomuus, joka vie 59 %:n osuuden virheistä. Seuraavaksi suurimmat aiheuttajat ovat puutteellinen tiedonkulku (18%) sekä puutteellinen kokemus ja osaaminen (16%). Pienempiä virheiden aiheuttajia ovat kiire (4%) ja tietoinen riskinotto (3%). Huolimattomuutta työmailla on helppo havaita. Jokin asia saatetaan jättää kesken juuri alkaneen kahvitauon takia ja unohdetaan tehdä loppuun tauon päätyttyä.

## 6 LVI-PROJEKTIN HALLINTA

### 6.1 Projektin määritelmiä

Projektin määritelmät vaihtelevat eri lähteitä käytettäessä. Yleisesti sitä kuitenkin pidetään kokonaisuutena jonkin tuloksen tai tavoitteen aikaansaamiseksi. Wikipedia määrittelee projektin tarkkaan suunnitelluksi hankkeeksi tietyn päämäärän saavuttamiseksi /10/. Projektihallinnan käsikirja määrittelee projektin työkokonaisuudeksi, joka tehdään määritellyn kertaluonteisen tuloksen aikaansaamiseksi /11 s.25/.

Rakennusprojektit nimetään yleensä toimitusprojekteiksi, koska niiden tavoitteena on jonkin ratkaisun toimittaminen asiakkaalle. Toimitusprojekti alkaa sopimuksesta ja päättyy luovutukseen. /11 s.35/ Toimitusprojektissa urakoitsija keskittyy asiakkaalle tuotettavaan hyötyyn ja kumpaakin osapuolta hyödyttävään kustannustehokkaan työn toteutukseen. Projektin aloitusta edeltävät investointi ja tuottolaskelmat ja projektin kannattavuuden arviointi. Toimitusprojekti on urakoitsijalle liiketoiminnan edellytys ja jokaiseen hankkeeseen kohdistuu tiettyjä rahallisia odotuksia. Urakasta pitää jäädä rahallista voittoa, jotta toiminta on kannattavaa ja sitä voidaan ylläpitää. /10, 11 ss.35-36/

Rakennusprojektin tavoitteena on saada aikaan konkreettinen lopputulos. Yleensä se on monen eri osapuolen yhteistyöllä tuotettu kokonaisuus kuten talo, rakennus tai rakennuksen osa. Rakennusprojektit ovat toimintatavoiltaan samanlaisia, mutta kuitenkin jokaisella projektilla on omat erityispiirteensä ja sen vuoksi ratkaisuihin voi tulla hyvinkin erilaisia. Lämmönjakotapa voidaan esimerkiksi toteuttaa pattereilla tai lattialämmityksellä. Putkistot voidaan rakentaa erilaisista materiaaleista ja komponenteista. Näiden seikkojen vuoksi rakennuksista voi tulla hyvinkin erilaisia. Rakennusprojektien selkein yhdistävä tekijä on kuitenkin se, että niiden valmistamiseen tarvitaan monen eri yrittäjän yhteistyötä. Siksi onkin tärkeää, että kommunikointi ihmisten välillä pelaa ja kitkaa eri yrittäjien välillä esiintyy mahdollisimman vähän. /12 s.25/



Rakennusprojektien selvinä erityispiirteinä voidaan pitää mm. seuraavia asioita /12 s.26/:

- Projekteissa noudatetaan tiukkoja aikatauluja
- Projektit kilpailutetaan ja usein halvin vaihtoehto valitaan
- Mukana projektissa on monia eri yrityksiä
- Projekti vaatii toimiakseen paljon valvontaa
- Työntekijät omaavat paljon kokemusta eri rakennusprojekteista
- Projektin eri vaiheet ovat tekijöille ennestään tuttuja
- Aikataulujen yhteensovittaminen on vaikeaa
- Yhden työvaiheen myöhästyminen voi viivästyttää koko projektia
- Projektin etenemistä pystyy seuraamaan konkreettisesti

## 6.2 Projektin johtaminen

Rakennusprojektit ovat monen eri yrityksen yhteistyöllä toteutettuja hankkeita. Sen vuoksi onkin tärkeää, että jokaisella yrityksellä on henkilöitä, jotka huolehtivat oman työvaiheensa valmistumisesta. Rakennusprojekti on luonteeltaan sellainen projekti, että se ei itsestään valmistu. Siihen tarvitaan jatkuvaa valvontaa ja johtamistaitoja. Projektinjohdon tärkeimpinä tehtävinä voidaankin pitää koordinointia eri toimittajien välillä, työn jälkien valvomista ja aikataulujen seuranta /12 s.25/. Työmaalla kaikki ei aina toimi kitkattomasti ja ajallaan. Välillä sattuu sellaisia asioita, jotka hidastavat työn kulkua. Vahinkoja, tapaturmia, toimitusvaikeuksia, kovia pakkasia ja monia muita esteitä tapahtuu aina välillä työmailla. Juuri näidenkin asioiden hoitamiseksi tarvitaan joku, joka huolehtii projektin etenemisestä. Jonkun on otettava siitä vastuu.

Yleensä projektia johtaa projektipäällikkö, mutta näin ei aina ole. Projektia johtavat esimerkiksi KVR -projekteissa oman alan projektinhoitajat. LVI -projektista vastaavat LVI-insinöörit yhdessä tai yksin, riippuen urakan laajuudesta. Projektinhoitaja huolehtii alaistensa eli LVI-asentajien työstä ja niiden edistymisestä. Usein projekteissa on mukana alihankkijoita, joiden työn jälki on myös projektinhoitajan vastuulla. Alihankintoina voivat tulla asennustyöt, eristykset, viemärikuvaukset tai muu erityisosaaminen. Projektinjohdosta huolehtii kuitenkin yleensä oman yrityksen projektinhoitajat.

Projektijohtamisorganisaatio tarvitsee johtamiseensa selvät toiminnan säännöt ja projektiohjeistot, joiden mukaan toimitaan. Projektit voivat vaihdella hyvinkin paljon, mutta johtamiskäytäntö voi niissä olla lähes samanlainen. Raporttien pohjat ja rungot on hyvä tehdä kerralla toimiviksi, jotta niitä ei jokaisen projektin edetessä tarvitse uusia. Kun projektien ohjeisto ja raporttien mallit ovat toimivia, ei niihin käytetä turhaa aikaa projektin aikana. /11 s.29/

Projektin johtaminen on tulosjohtamista ja projekteille asetetaan aluksi ajalliset, sisällölliset, laadulliset ja taloudelliset tavoitteet. Tavoitteet jaetaan projektiin osallistuville henkilöille projektin alussa. Jokaisella on omaan tehtäväänsä liittyvät aikataulu-, työmäärä- ja sisältötavoitteet. Tavoitteet sovitaan yhteistyössä työn tilaajan eli useissa tapauksissa rakennuttajan kanssa. Millainen lämmitysjärjestelmä suunnitellaan ja toteutetaan? Mitä erityisvaatimuksia sen halutaan täyttävän? Millainen ilmanjakotapa halutaan valita? Mitä ehtoja sen on täytettävä? Paljon asioita on käytävä läpi, jotta lopussa saadaan eri osapuolia tyydyttävä ratkaisu. /11 s.36/

Projektia pidetään onnistuneena, jos se täyttää sille asetetut vaatimukset luovutusvaiheessa. Projektin onnistumista voidaan mitata monella muullakin tapaa. Työviihtyvyyttä ja muita henkilöstöjohtamiseen liittyviä seikkoja voidaan myös tutkia projektin lopuksi. Jos projektin aikana puolet työporukasta on vaihtunut, ei projektia selvästi voida pitää onnistuneena. Tällöin on syytä miettiä, miten ilmapiiriä ja työporukkaa voitaisiin motivoida jatkamaan pidempään.

Päätyönään projekteissa toimivat ihmiset, vaativat enemmän motivointia /12 s.34/. Motivaatiota voi kohottaa esimerkiksi antamalla ihmisille haasteellisempia työtehtäviä tai sellaisia tehtäviä, jotka kiinnostavat heitä eniten. Eräs vaihtoehto voi myös olla työtehtävien kierrättäminen. Tämä saattaa aiheuttaa enemmän työtä projektin alussa, mutta saa aikaan paremman lopputuloksen. Tällaisissa tapauksissa ihmiset joutuvat tekemään tehtävien eteen enemmän työtä, koska työt eivät ole heille jokapäiväisiä. Toiminta kuitenkin saattaa motivoida päivä päivältä enemmän. Projektiryhmän motivaatiota voidaan kasvattaa myös sillä, että projektin tavoitteet ja lopputulokset on määriteltävä tarkasti. Tällaisella menettelyllä voidaan projektin lopussa osoittaa sel-

vemmin kuka on onnistunut ja kuka ei. Tämä antaa tunnolliselle työntekijälle kiitosta hyvin tehdystä työstä ja laiskemmalle kannustimen työntekoon. /12 s.34/

Useimmin ihmisiä motivoiva asia on raha. Henkilöstön palkkaus voidaan kytkeä projektien tulokseen. Palkat voivat tällöin nousta ja laskea toteutuneiden projektien mukaan. Voi olla myös käytössä jokin tietty prosentti, joka jaetaan onnistuneen projektin lopuksi työtä tehneille henkilöille. /11 s.37/

Projektinjohtamisessa kuten kaikessa johtamistoiminnassa on omat ongelmansa. Projektia käsitteenä käytetään liian usein tuntematta sen varsinaista merkitystä. Usein puhutaan projektista, vaikka itse projektia ohjaa linjapäällikkö. Liian suuria projekteja annetaan yksittäisille henkilöille ”muiden töiden ohella”. Suunnitelmallisuus ja valvonta saattaa puuttua ja jokainen toimii siten, miten parhaaksi näkee. Ei toimita yhteisten ohjeiden ja aatteiden mukaan. Johto saattaa olla tietämätön työntekijöidensä työmääristä, eikä projektin oikeaa tilannetta tunneta kunnolla. Saatetaan olla monta viikkoa aikataulusta myöhässä kenenkään sitä huomaamatta. Aikataulujen pitävyys on erittäin tärkeässä roolissa rakennusprojekteissa, koska niistä usein riippuu seuraavien töiden saaminen. /11 ss.38-39/

Isoimmat ongelmat rakennusprojektissa ovat aikataulun venyminen ja projektibudjetin ylitys. Nämä ongelmat johtuvat usein jonkin asian vääränlaisesta arvioinnista. Tällaisia voivat olla esimerkiksi resurssipula, työmäärien virhearviointi ja lisätyöt. Nyrkkisääntönä voidaan pitää sitä, että jokaiseen projektiin tulee varata vähintään 5-10% ylitysvaraa /12 s.117/. Tavanomaisesti kaikkiin asioihin on looginen ratkaisu, mutta jotkin asiat on vaikeampi hallita. Asenteelliset seikat ovat niitä kaikista vaikeimmin korjattavia seikkoja, koska ne lähtevät ihmisestä itsestään. Totuttuja asenteita voivat olla suunnitelmien viivästyminen, negatiivinen suhtautuminen projektin ohjausta kohtaan, lepsu johtaminen, muutosvastarinta uusia asioita kohtaan ja suunnitelmien laatiminen huolimattomasti. Asenteelliset ongelmat poistetaan yleisesti ylemmän johdon otetta muuttamalla. Asenteet eivät kuitenkaan muutu hetkessä, joten niiden muuttamisessa vaaditaan myös johdolta kärsivällisyyttä. /11 ss.40-41/

Tavanomaisiin ongelmiin löytyy selviä ja yksinkertaisia menettelytapoja. Projektin aluksi selvitetään tavoitteet riittävän selvästi, jotta kukaan ei epäröi, mitä järjestel-

mältä halutaan. Kehitetään riittävän hyvät työkalut ja määritellään seurannassa käytettävä raportointi. Vaaditaan määräaikainen raportointi ja aikataulus. Projektin päätöksestä kehitetään selvä toimintamalli, joka toteutetaan jokaisen projektin päätyttyä. Projektin päätös on ihan yhtä tärkeä, kuin projektin aloituskin. Projektin päätyttyä voidaan oppia uusia asioita ja muuttaa huonosti toteutuneita vaiheita. /11 s.41/

Projektin laatujärjestelmä on myös avain yrityksen menestykseen. Laatujärjestelmään on koottu hyväksi havaittuja toimintamalleja, joita noudattamalla saadaan aikaan hyvää laatua. Laatujärjestelmän osoittamien tarkastusten tekeminen myös antaa kuvan työn etenemisestä. Laatujärjestelmän olemassaolo ei tietenkään edesauta minäkään asian hyvää laatua, jos sitä ei käytetä, eikä päivitetä. Asiat ja toimintatavat muuttuvat ajan myötä, jonka vuoksi onkin tärkeää muistaa päivittää laatujärjestelmää. Viisi vuotta sitten käytetty toimintamalli ei välttämättä toimikaan enää tällä hetkellä ja silloin on syytä tehdä asialle jotain.

### 6.3 Projektin organisointi

Projektiorganisaatio kootaan projektin alussa, työn toteuttamista varten. Henkilöt varataan projektiin määrääjäksi, jonka jälkeen he siirtyvät takaisin linjaorganisaatioon tai seuraavaan projektiin. Projektin henkilömäärä vaihtelee eri projektin toteutusvaiheiden aikana. Aluksi projektissa on mukana vain tarvittavat henkilöt. Suunnittelu- vaiheessa henkilömäärä lisääntyy tarvittavilla suunnittelijoilla ja asiantuntijoilla. Toteutusvaiheessa henkilömäärä kohoaa muita vaiheita korkeammalle. Riippuen projektin luonteesta, kootaan jokaiselle projektille riittävä organisaatio. Pienelle projektille pieni organisaatio ja isommalle projektille kattavampi organisaatio. /11 s.65/

Kun projekti on kestoaltaan lyhyt, ei ole suositeltavaa vaihtaa esimiestä aina projektin päätyttyä. Pienten projektien ohjaukseen soveltuu hyvin matriisityyppinen organisaatio. Pidemmässä, useamman vuoden kestoissa projekteissa on syytä muodostaa projektiorganisaatio, jossa projektipäällikkö vastaa hankkeesta. Valvontaryhmä tällaisessa projektissa nimetään ensin. He tekevät projektin kannalta keskeisimmät päätökset, määrittelevät projektin tavoitteet ja nimeävät projektipäällikön. Moniprojektiorganisaatiossa pyritään pitämään yksi valvontaryhmä kaikille projekteille. Valvon-

taryhmällä on oltava riittävät valtuudet projektia koskevien päätösten tekoon. /11 s.66/

KVR–projekteissa saattaa olla mukana monen eri yrityksen työntekijöitä. Siksi onkin tärkeää, että jokainen tietää oman tehtävänsä tarkkaan, eikä urakkarajojen kanssa jouduta toteutusvaiheessa kiistelemään.

Henkilöstön palkkaus on projektin kannalta tärkeää. Työntekijöiden saanti on varmistettava riittävän ajoissa eri alihankkijoilta ja mahdolliset neuvottelut on käynnistettävä usein jo ennen varmaa tietoa urakan toteutumisesta.

LVI–projektissa jokaisella on oma tehtävänsä. Projektinhoitaja valvoo asentajien työtä, käy työmaakouksissa, tilaa tavaran työmaalle ja raportoi viikoittain pidettävissä palavereissa projektin etenemistä esimiehelleen. Asentajat tekevät työmaalla piirustusten mukaisesti asennuksia ja raportoivat työn etenemistä projektinhoitajalle. Tilaa-ajan kanssa käydään työmaakouksissa viikoittain läpi työn etenemistä, aikataulua, ongelmia, työturvallisuusasioita ja muita työmaalle oleellisia asioita.

Projekti käynnistyy yleensä aloituspalaverilla, jossa käydään läpi projektin tavoitteet, jäsenten tehtävät, projektimenettelyt ja projektisuunnitelma. Projektit ovat nopealiikkeisiä ja aloitukseen pyritään usein käyttämään mahdollisimman vähän aikaa. Eräänä hyvänä tapana on koettu käynnistysseminaarina. Tilaisuuteen ottavat osaa projekti-ryhmä, johtoryhmä ja projektiin kiinteästi liittyvät sidosryhmät ja tukihenkilöt. Käynnistysseminaarissa käydään yhdessä läpi tulevaa projektia ja sen tavoitteita. Seminaarin hyvinä puolina voidaan mainita se, että henkilöiden välinen yhteistyö usein tiivistyy. Yhteistyö rakennusvaiheessa on kunnan arvoinen, koska se vaikuttaa kaikkeen tiedon kulusta työn etenemiseen. Projektin alussa on lisäksi hyvä sopia käytettävistä ohjelmista ja mahdollisista kopiolaitoksista. Tällä varmistetaan, että kaikki informaatio saadaan siirrettyä mutkattomasti eri osapuolien välillä. /11 ss.77-80/

#### 6.4 Projektisuunnitelma

Projektisuunnitelma on rakennushankkeen kivijalka, jonka päälle talo rakennetaan. Huonosti tehty projektisuunnitelma saattaa kaataa koko hankkeen myöhästyttämällä hanketta merkittävästi. Projektisuunnitelmalla helpotetaan yksittäisten ihmisten töitä toteutusvaiheessa. Kun projektinhoitajalle on selvää, mitä milloinkin pitää tehdä, ei projekti jää lepäämään laakereillaan turhaan. Hyvin jaksotettu projekti etenee jatkuvasti, eivätkä työntekijät odottele tyhjänpanttina työmaalla. Projektisuunnitelma motivoi työntekijöitä tekemään työtä, koska he tietävät selvästi milloin projekti on valmis ja milloin siirrytään vaiheesta toiseen. Tavoite on kaikille selvä ja sen saavuttamiseksi tehdään tarvittavat työt.

Suunnitteluvaiheessa määritetään hyvin pitkälti tulevat kustannukset ja resurssit. Siksi toteutusvaiheessa onkin vaikea enää karsia kustannuksia tai muuttaa resursseja. Tässä vaiheessa varmistetaan myös se, että tilaajan ja toteuttajan näkemykset projektin lopputuloksesta ovat samat. Usein törmätään ihmisiin, jotka eivät halua laatia minkäänlaisia suunnitelmia tulevasta projektista. Suunnitelmien tekeminen on heidän mielestään turhaa ja niihin kuuluu liikaa aikaa. Käytäntö kuitenkin on osoittanut, että tällaiset projektit ovat räjähdysalttiita ja niiden kulku on usein vaikea ja kivinen. Hankkeiden ennakoiminen voi olla vaikeaa, koska mitään suunnitelmaa ei ole. Hyvin suunniteltu projekti luo perustan onnistumiselle. Projektin epävarmuus vähenee, kun eri toimijat ovat samaa mieltä siitä, mitä tehdään ja miten tehdään. Selkeät tavoitteet lisäävät yhteisymmärrystä ja näin vähentävät riitaa aiheuttavia asioita. /12 ss.54-55/

Projektin huolellinen suunnittelu ja työmaalla tehtävä ohjaus varmistavat sen, että päämäärään päästään ja aikataulussa pysytään. Huolellinen suunnittelu kuitenkin vaatii aikaa ja rahaa, siksi se usein saattaa jäädä tekemättä. Itse toteutusvaiheeseen luistetaan monesti suoraan. Käytetään ns. ”kantapään kautta” metodia. Jotta suunnitelmat tehtäisiin huolellisesti jokaisen projektin kohdalla, johdon taholta pitäisi laatia ohje projektisuunnitelman sisällöstä, laatimisesta ja hyväksynnästä. Usein projektissa esiintyy jo varhaisessa vaiheessa ongelmia ja moni niistä saattaa johtua ontuvasta pohjasuunnittelusta. Tällaisia ongelmia ovat mm. projektin myöhästeleminen, jatkuva kiire, aikatauluja joudutaan tiheään muuttamaan tai törmätään ongelmiin, jotka olisi voitu ennakoida ja ehkäistä. Projektin myöhästely voi johtua väärin arvioiduista

aikatauluista, liian vähäisestä tai hitaasta työvoimasta tai toisen yrityksen ongelmista. Asiakkaalle jätetty keskeneräinen vaihe voi kertoa myös työntekijöiden motivaatiopulasta, vääränlaisesta ohjauksesta, aikatauluongelmista tai yrityksen rahallisista ongelmista. Syitä ongelmiin voi olla lukematon määrä. Tärkeintä niiden kohdalla kuitenkin on se, että niihin paneudutaan ja etsitään perimmäinen syy. Vaarallista tällaisessa tilanteessa on se, että asiaa ei tarkemmin ajatella, vaan jatketaan samaan malliin kuin ennenkin. Tällainen menettely on sekä työntekijän, että vastaanottajan kannalta pahin mahdollinen vaihtoehto. Työntekijä saattaa turhautua, jos kyse on liian suuresta työmäärästä. Vastaanottaja voi tehdä omat johtopäätöksensä, eikä tilaa tulevaisuudessa yritykseltä enää mitään palveluja. /11 ss.83-84/

Monissa tutkimuksissa on todettu suunnittelun lyhentävän projektin toteutusaikaa useita kymmeniä prosentteja. Vaikka suunnittelusta on todettu saatavan huomattavia hyötyjä, ei siihen kuitenkaan löydy aikaa. Kriittisessäkin vaiheessa etenevän jatkuvasti myöhästelevä työvaihe saatetaan saada raiteilleen kun mietitään, mikä menee pieleen. Muutoksilla voidaan ehkäistä seuraavan ja sitä seuraavan vaiheen myöhästyminen. Mahdollisesti ehkäistään myös myöhästymissakot. /11 s.84/

Projektisuunnitelman perimmäinen tarkoitus on vastata viiteen eri kysymykseen. Kuka? Mitä? Milloin? Miten? Minkä verran? Projektisuunnitelman pitäisi kertoa, miten projektille asetetut tavoitteet on tarkoitus saavuttaa. Projektin suunnitteluvaiheessa etsitään sitä tapaa, mikä on paras kyseisen projektin suorittamiselle. /11 s.85//

## 6.5 Projektin vaiheistus ja ositus

Projektiosituksella tarkoitetaan projektin jakamista pienempiin osiin. Projektiosituksella pyritään vaiheistamaan projektia. Jakamalla projektia eri vastuukokonaisuuksiin ja osaprojekteihin saadaan parempi kuva projektin sisällöstä. Kun projektin aikataulut voidaan jakaa pienempiin kokonaisuuksiin, on helpompi seurata projektin kustannuksia ja etenemistä. Osituksen perusmenetelmiä ovat vaiheittainen ositus, järjestelmiin osittaminen, rakenteellinen ositus ja työlajien mukainen ositus. Projektia voidaan osittaa yhdistelemällä näitä edellä mainittuja tapoja tai käyttämällä ainoastaan yhtä menetelmää. Vaiheittaisessa osituksessa projekti jaetaan peräkkäisiin vaiheisiin.

Järjestelmien osittamisessa projekti jaetaan systeemeittäin. Rakenteellisessa osittamisessa projekti pilkotaan fyysisiin osiin ja tämä ositusmuoto onkin yleensä perustana projektien osittamisessa. Työlajien mukaisessa osituksessa projekti jaetaan työlajien mukaisesti esimerkiksi rakennustöihin ja asennustöihin. /11 ss.93-95/

Rakennusprojektissa näkee hyvin erilaisia ositusmuotoja. Mitään selvää jakoa ei ole siitä, että käytettäisiin ainoastaan yhtä ositusmuotoa. Kaikki edellä mainitut muodot ovat mahdollisia rakennushankkeen kokonaisositusta tehtäessä. LVI-projektia ositettaessa on järkevämpi osittaa työt eri järjestelmiin, jotta nähdään mitä kaikkea edessä olevat työt sisältävät. Osittaminen ja töiden jakaminen vaiheisiin helpottaa asentajan ja projektihoitajan työtä. On helpompi seurata projektia, kun pystyy pilkkomaan työt pienempiin kokonaisuuksiin. Tällöin aikataulussa pysymistä on helpompi seurata.

Projekti jaetaan yleensä peräkkäisiin vaiheisiin. Seuraavan vaiheeseen siirrytään aina aikaisemman valmistuttua. Vaiheistuksen tarkoituksena on helpottaa päätöksentekoa mm. sellaisissa tilanteissa, joissa joudutaan odottamaan tulevaa rahoitusta. Kunkin vaiheen loputtua, työn tulos voidaan mitata. Onko suunnittelu tai toteutus pysynyt aikataulussa ja budjetissa? Seuraavaa vaihetta ajatellen voidaan tehdä tarvittavat muutokset ja ohjeistukset. /11 s.99/ Vaiheistusta pidetään rakennusprojektien etuna, koska eri vaiheet tekevät projekteista selkeämmän kokonaisuuden /12 s.26/.

Välitavoitteet ovat projektikokonaisuuden osia, joita voidaan toteuttaa peräkkäisinä tai osittain rinnakkaisina työvaiheina. /12 s.108/ Kun projektia jaetaan välitavoitteisiin, projektihoitajan on huomattavasti helpompi seurata onko projektin tavoite saavutettu. Välitavoitteiden saavuttaminen on palkitsevaa koko projektiryhmälle, koska on hienoa saada osa-alueita valmiiksi. Välitavoitteiden asettaminen helpottaa seurattavuutta ja lisää työntekijöiden motivaatiota. /12 s.100/





Kuva 7. Rakennusprojektin vaiheet /11 s.23/

## 6.6 Projektin aikataulu- ja resurssiohjaus

Suunnittelussa on yhtä tärkeä pitää kiinni aikataulusta ja resursseista kuin toteutusvaiheessakin. Suunnitteluun varattava aika riippuu tavoitteiden selkeydestä ja projektiryhmän taidoista. Nyrkkisääntönä voidaan kuitenkin pitää sitä, että suunnitteluun varataan 10-20% koko projektin ajasta./12 s.93/ Rakennusurakan alussa pitää miettiä,

montako henkilöä tarvitaan suunnittelemaan tätä kohdetta ja kauanko se vie aikaa. Piirustuksille pitää myös laatia aikataulu, jotta suunnittelija pystyy paremmin jaksotamaan toimintaansa ja näkee missä vaiheessa hän milloinkin etenee. On myös tehtävä tilaajalle selväksi, että sovitusta aikataulusta poiketaan, jos arkkitehti ei toimita tarvittavia kuvia määräaikaan mennessä. On mahdotonta suunnitella valmista järjestelmää, jos pohjaratkaisuja ja huoneita jatkuvasti muutellaan. Se teettää suunnittelijalle paljon ylimääräistä työtä ja hidastaa muutenkin etenemistä. Suunnittelijan täytyy sopia tilaajan kanssa, mikä on se päivämäärä, mihin mennessä muutostarpeet ilmoitetaan. Tämän jälkeen ilmoitetut tarpeet tilaaja on velvollinen korvaamaan, aiheuttamallaan lisätyöllä. /9 ss.9-13/

Investointiprojekteissa, joita mm. KVR-projektit ovat, pyritään mahdollisimman tiukkoihin aikatauluihin. Lyhyet aikataulut perustuvat sitoutuneiden pääomien suuruuteen ja odotetun tuoton arvoon. Rakennusprojekteissa, kuten monissa muissakin projekteissa on käytössä myöhästymissakkoja. Sakot on yleensä sidottu urakkasummaan. Myöhästymissakot voivat olla 0,5%, 5% tai vaikka 10% urakkasummasta. Riippuen tietysti, mitä urakkasopimuksessa on kulloinkin määritelty. Jo rahallisenkin tappion vuoksi, jokainen urakan osapuoli pyrkii pitämään kiinni aikataulutavoitteestaan. /11 s.107/

Menetty raha ei ole ainoa kannustin, joka ohjaa urakoitsijoita toimimaan aikataulun mukaisesti. Vuokratut koneet ja nostimet saattavat olla iso menoerä projektin aikana. Koneiden ja laitteiden palauttamien tuo siis säästöä yritykselle. Riippuen laitteesta, summa voi olla useita tuhansia euroja. Jos projekti on etuajassa valmis, säästetään tietysti rahaa, koska työvoimaa, laitteita, eikä muita resursseja tarvitse enää käyttää työmaan asioiden hoitoon. Eräs tärkeistä seikoista etenkin rakennusprojekteissa on saavutettu maine. Jos asiat hoidetaan ajallaan ja muutenkin mutkattomasti, alkaa sana kiiriä hyvin tehdystä työstä. Muut kuulevat asiasta ja urakoita alkaa ilmaantua lisää. Kolikon toinen puoli on tietysti se, jos kaikki ei menekään hyvin. Urakan päämäärästä myöhästytään monta viikkoa ja koko urakan ajan on häiritty muiden työtä jatkuvalla viivästymisellä ja kaikkien kanssa on ollut ongelmia. Todennäköistä on, että rakennusliike ei tilaa yritykseltä seuraavaa urakkaa ja muut kuulevat, kuinka huonosti työt on tehty. Tosiasia on se, että huono maine kiirii huomattavasti nopeammin kuin hyvä. Sen vuoksi varaa suuriin virheisiin ei ole. /11 s.108/

Aikataulun laatiminen LVI-urakoissa ei ole helppoa. Kaikkia asioita on mahdoton ottaa huomioon. Lähes aina sattuu joku odottamaton yllätys. Aikataulujen koodointi vie paljon aikaa, sillä rakennusprojektit tehdään yleensä tiukkoja aikatauluja noudattaen. Pieni viivästys tietyssä vaiheessa saattaa siirtää lopullista valmistumista huomattavasti /12 s.25/. Tehdyistä töistä oppiminen helpottaa uusien aikataulujen laadintaa. Ongelmat aikatauluissa voivat johtua monista seikoista. Tehtävät on voitu eritellä turhan karkeasti ja jانات ovat aivan liian pitkiä. Tehtävien välillä ei ole minikäänlaisia riippuvuuksia. Jos tämä vaihe myöhästyy näin paljon, kuinka paljon se vaikuttaa seuraavaan vaiheeseen. Pelivarat saattavat puuttua koko aikataulusta. Resursseja ei ole laitettu aikatauluun lainkaan, josta johtuen työvoiman tarvetta ei tunneta. Aikataulut sanelee joku yksittäinen taho, eikä niiden laatimisessa käytetä tarvittavaa yhteistyötä. Aikatauluja ei muisteta päivittää. Oletetaan, että ollaan aikataulusa. Aikataulu on epäselvä ja vaikealukuinen. Mahdollisesti siitä puuttuu joitain oleellisia tehtäviä. Työntekijöiden asenne aikatauluja kohtaan voi olla heikko ja osaaminen vähäistä. Johtajilla ei ole riittävä otetta alaisiinsa ja he antavat työntekijöiden asenteen olla ennallaan. Käytetään sellaista ohjelmaa, jonka toimintoja ja logiikkaa ei ymmärretä. /11 s.109/

Aikataulun laadinnassa voidaan käyttää esimerkiksi seuraavanlaista etenemistapaa /11 s.110/:

1. Laaditaan tehtäväluettelo
2. Arvioidaan tehtävien työmäärät ja kestot
3. Selvitetään suoritusjärjestys ja riippuvuudet
4. Resurssit aikataulutetaan tehtäville
5. Piirretään aikataulu
6. Analysoidaan aikataulu ja resurssit
7. Hyväksytään aikataulu ja sitoudutaan noudattamaan sitä

Rakennusprojekteissa on usein lyöty lukkoon kohteen valmistumispäivä ennakkoon. Vaikka valmistumisajankohta olisikin tiedossa, tulee laatia realistinen tehtäväluettelo. Jos etukäteen havaitaan, että aikataulua ei tällä tavalla voida saavuttaa, tulee etsiä lyhentämismahdollisuuksia. Rakennusprojekteissa käytetään yleisesti kolmea eri aikataulua. Yleisaikataulua, joka sisältää koko projektin ja siihen on eritelty kaikkien

osallisten vaiheet. 90 päivän aikataulua, jossa on määritelty kolmen kuukauden aikataulu päivän tarkkuudella. Viikkoaikataulua, joka on esimerkiksi seuraavan kahden viikon yksityiskohtaisempi aikataulu. Rakennusprojektin yleisaikatauluna käytetään usein janakaavioita, johtuen niiden selkeydestä ja helppolukuisuudesta. Janakaavioissa on kuitenkin omat puutteensa. Suurin puute on se, että ne eivät kuvaa tehtävien välisiä riippuvuuksia. Siitä ei siis nähdä, kuinka paljon tehtävän viivästyminen vaikuttaa kokonaisuuteen. /11 ss.110-111/

Tehtävälueiteloita laadittaessa pitää olla tarkkana, jotta vältetään unohduksilta. Helposti unohtuvat sellaiset tehtävät, joilla ei ole tarkkaa tekijää tiedossa. Varsinaisten työtehtävien lisäksi on myös joitakin tehtäviä, jotka saattavat helposti unohtua. Viranomaisten luvat, hyväksymiset, laitetoimitusajat ja pakolliset seisona-ajat voivat olla tällaisia tehtäviä. /11 ss.112-113/

Erilaisten tehtävien työmääräarvioinnit ovat luotettavan aikataulun perusta. Työmäärän arvioinnilla tarkoitetaan tehtävän koon, kustannusten, resurssien ja keston laskeamista. Arviointiin on olemassa useita menettelytapoja, eikä siihen ole olemassa yhtä ainoaa oikeaa tapaa. Arvioinnin on jatkuttava työn edetessä, jotta tiedetään tekemättömien töiden määrät ja voidaan tarkistaa aloittamattomien töiden määrät. Tällöin pysytään ajan tasalla todellisesta tilanteesta. Hyvää arviota ei ole helppo laatia ja se vaatii tekijältään aikaa, työtä ja kokemusta. Työmääräarviot voivat olla virheellisiä, jos urakan sisältö laajenee työn edetessä tai tavoite ja sisältö on alun perin määritelty heikosti. Työntekijät saattavat olla liian kokemattomia tai ne vaihtuvat tiuhaan tahditiin. Jos arvioinnissa ei käytetä aiemmin saatuja työmääräarvioita, voivat oletukset mennä pieleen. Kokemukseen perustuva arvio on perustettava toteutuneisiin projekteihin. Projektinjohto voi myös vaikuttaa työmääräarvioihin. Huonosti johdetun projektin työmääräarviot ovat todennäköisesti isommat kuin hyvin johdetun. /11 s.116/

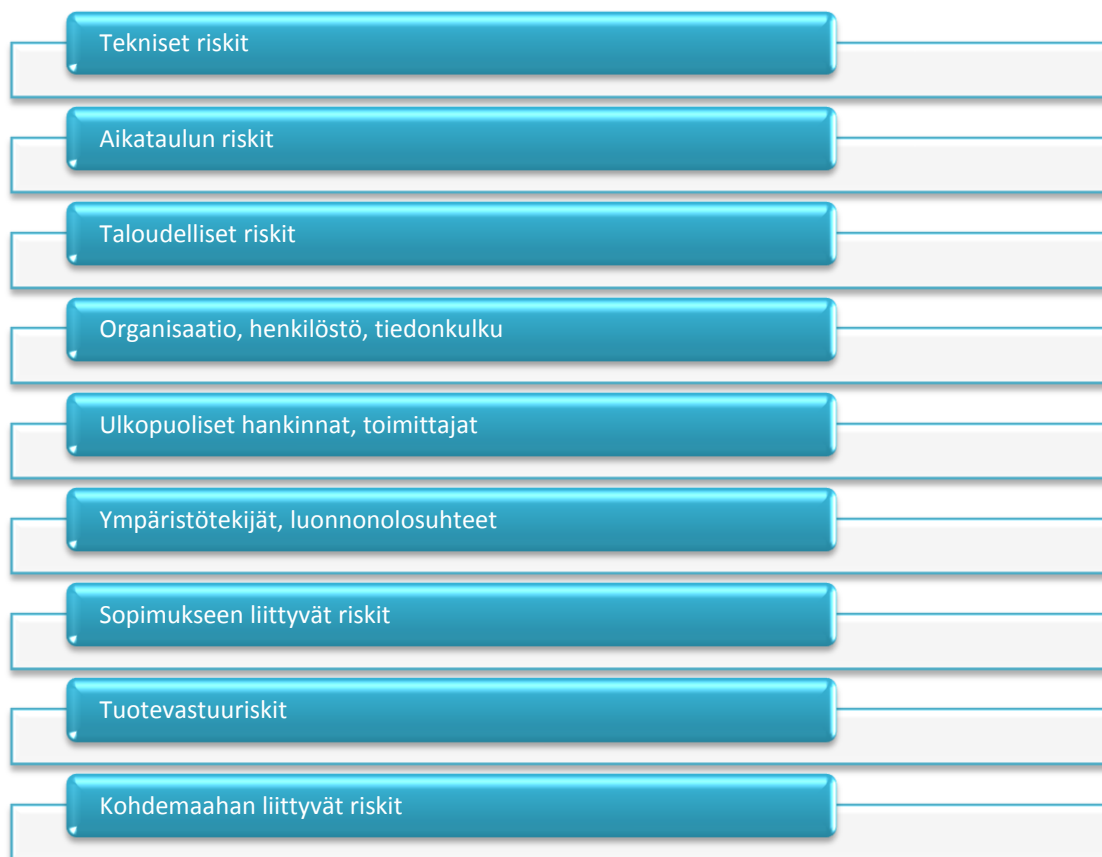
Työmäärien arvioinnissa suurimpana ongelmana on havaittu oppimattomuus. Valmistuneista urakoista saatua tietoa ei käytetä hyväksi tulevissa urakoissa. Arviointia pystytään kehittämään, jos toteutuneita työtunteja raportoidaan. Työtuntiraportointi tulee pyrkiä tekemään tehtävälueitelon tarkkuudella. Kuinka paljon jonkin kokonaisen järjestelmän tai osan valmistuminen vei? Arviointivirheet ovat hyvin yleisiä ja

siksi niihin kannattaakin puuttua ja etsiä syy, jotta samaa kaavaa ei toisteta tulevissa kohteissa. /11 s.121/

## 6.7 Riskien hallinta

Jokaisessa projektissa on omat riskinsä. Niiden toteutuminen projektin aikana saattaa johtaa epäonnistuneeseen lopputulokseen. Monissa tapauksissa tulevat riskit on tiedossa etukäteen ja niiltä on mahdollista suojautua ennen projektin alkua. Riskien hallinnan tärkein tehtävä on riskien tunnistaminen ja niiden varalle suunnitelman laatiminen. Riskejä ja niiden toteutumista tulee myös seurata projektin aikana ja raportoida projektiryhmän kokouksissa viikoittain. /12 s.75/

Hyvään projektisuunnitteluun kuuluu mahdollisten riskien ja ongelmien kartoitus. Jos ongelmia ei aluksi kartoiteta riittävän hyvin, ei niihin myöskään osata varautua. Ongelmien kohdatessa myös niiden hoitaminen on huomattavasti vaikeampaa, jos niitä ei ole etukäteen kartoitettu. Ongelmien kartoittaminen ei ole vaikeaa. Se perustuu hyvin pitkälti menneisyyteen. Aikaisempien projektien toteutus on hyvä paikka virheiden etsintään. Sieltä löytyvät ne todennäköisimmät ongelmat, mitä tulevissa projekteissakin mahdollisesti tulee eteen. Riskien arvioinnin apuna on hyvä käyttää tarkistuslistoja, joihin on koottu aikaisemmista projekteista esiin tulleita ongelmia. Riskien arviointi antaa lisäksi hyvän katteen, koska sillä voidaan ehkäistä suuriakin taloudellisia tappioita. Riskit jaotellaan kymmeneen eri kategoriaan. Kategoriat on jaoteltu alla olevassa kuvassa. /11 s.221/



Kuva 8. Riskiryhmät /11 s.222/

Riskejä voidaan torjua monilla keinoilla ja niiden torjunnan suhteen on vaihtoehtoisia toimintatapoja. Riskit voidaan poistaa kokonaan valituilla toimenpiteillä tai niiden todennäköisyyttä voidaan pienentää. Riskit voidaan siirtää jonkun muun tahon kannettavaksi, kuten esimerkiksi tilaajan, alihankkijan tai vakuutusyhtiön. Projektisuunnitelmaa voidaan muuttaa riskialttiin kohdan suhteen. Riski voidaan myös hyväksyä ilman mitään toimenpiteitä, jos koetaan sen kustannusvaikutuksen olevan vähäinen. Riskin toteutumisen varalle voidaan tehdä erilaisia toimenpiteitä tai luoda suunnitelma. /11 s.228/

Projektin jäsenet ovat ihmisiä, jonka vuoksi muutokset organisaatiossa ovat mahdollisia. Projektitoiminnassa on tärkeää, että projektin aikana työtä dokumentoidaan riittävän hyvin. Tällöin työntekijän työpaikan vaihto tai sairastuminen ei kaada koko projektia. Näin uuden työntekijän on myös helpompi jatkaa jo aloitettua työtä. Tästä syystä olisikin hyvä olla tietty kansiopohja, johon kerätään ainakin ne tärkeimpänä koetut asiat. Hankintoja tehdessä on tärkeää selvittää toimittajan taustatiedot, jotta

vältytään huijauksilta ja muilta ongelmilta. On myös hyvä kysyä monelta toimittajalta, jos projektin aikana valittu toimittaja ajautuu toimitusvaikeuksiin. Tarjousten vertaaminen on myös hyvä edellytys luotettavuuteen. Jos jonkin toimittajan tarjous on huomattavasti halvempi muita, pitäisi hälytyskellojen soida. Miksi hinta poikkeaa niin rajusti muusta hintatasosta? Voiko yritys toimia jatkossa näin alhaisilla hinnoilla? Tällaisissa tapauksissa toimittavan yritys voi joutua pahimmassa tapauksessa konkurssiin kesken projektin. /11 ss.228-233/

Projekteissa hyvin yleisiä ongelmia ovat aikatauluongelmat. Niiden kohdalla olisi hyvä pohtia, mistä asiat johtuvat. Onko omia töitä hidastanut joku muu taho? Onko tietyille vaiheella arvioitu liian vähän aikaa? Onko töitä tehty laiskasti ja huolettomasti? Kun huomataan aikataulun olevan myöhässä, pyritään kirmämään sitä kiinni kaikin keinoin. Yleisin ratkaisu tähän on ylityöt. Ylityöt lisäävät projektin kustannuksia, mutta nopeuttavat yleensä etenemistä. Tähän ehtona silti on, että asentajat ovat selvillä mitä pitää tehdä ja joku valvoo heitä tarkasti. Ylitöiden tekeminen ei auta, jos tehdään vääriä asioita, tai ei tehdä ollenkaan töitä. Sen vuoksi ohjaus on tärkeässä asemassa.

## 6.8 Projektin ohjaus ja raportointi

Usein osa projektityöstä ostetaan ulkopuoliselta yritykseltä. Tällöin oman organisaation jäsenet osallistuvat projektiin osittain ja yleensä vain ohjausroolissa. Monesti tällainen toiminta muuttaa projektityön luonnetta. Alihankintana ostetun osa-alueen tekijät eivät välttämättä ole tuttuja, eivätkä tunne yrityksen toimintatapoja. Tämän vuoksi he saattavat tarvita paljon projektihoitajan ohjausta ja tukea. Tällaisessa tilanteessa kannattaa ottaa tarjousvaiheessa huomioon projektin ohjaukseen kuluvan ajan osuus paremmin. Tällaisissa monen toimijan yhteisprojekteissa on syytä selvittää tarkasti työnjako ja kunkin toimijan oma rooli. /12 ss.81-82/

Projektin ohjauksella pyritään hyvään toteutukseen ja tavoitteiden saavuttamiseen. Yleisesti projektiluonteisissa töissä pyritään siihen, että sisällölliset ja laadulliset tavoitteet täyttyvät, pysytään projektibudjetissa ja aikataulussa. Näitä kaikkia asioita valvotaan ja ohjataan projektin edetessä. Projektin ohjausjärjestelmän avulla kerätään

tietoa projektista, arvioidaan tilannetta, tehdään päätöksiä ja välitetään ohjeita. Projektin ohjausta suoritetaan jatkuvasti ja sen eri vaiheet käydään läpi säännöllisin väliajoin, jotta pysytään ajan tasalla projektin etenemisestä. /11 ss.295-296/

LVI-projekteja seurataan usein joko päivittäin tai viikoittain, riippuen työvaiheesta. Projektinohjaaja seuraa työvaiheen etenemistä ja raportoi siitä työmaakokouksissa ja viikoittain pidettävissä oman yrityksen sisäisissä viikkopalavereissa. Projekteja ohjataan aikataulujen ja suunnitelmien mukaan, jotta päästään sopimusten mukaiseen lopputulokseen ja laatuun.

Jo ennen projektin alkua on hyvä miettiä, miten projektin käynnistyessä projektin dokumentointi ja raportointi hoidetaan. Jos tämä asia jätetään jokaisen omalle taholle mietittäväksi, lopputulos on helposti arvattavissa. Osa työntekijöistä ei raportoi mitenkään ja toiset raportoivat liikaa. Monissa yrityksissä on oma raportointimallinsa, jossa noudatetaan yleensä laatujärjestelmää. Se ei kuitenkaan sovellu kaikkiin projekteihin ja sen vuoksi on tärkeä käydä asia projekti alussa läpi.

Ennen projektin alkua suoritetaan tarjouslaskenta, jonka asiakirjat talletetaan mappeihin. Näin tarjoukset saadaan tarvittaessa esille kiistatilanteissa. Työvaiheiden etenemisestä tehdään omalle yritykselle tai tilaajalle työvaiheselvityksiä, joissa käy ilmi projektin eteneminen ja sen kustannukset. Lisäksi tehdään erilaisia tarkastuksia kuten viemärikuvauksia, ilmamäärämittauksia ja oman työn tarkastuksia, joista tehdään myös omia pöytäkirjoja. Kyseiset pöytäkirjat sisällytetään yleensä luovutusaineistoon. Projektiryhmän kokouksista, urakoitsijapalavereista ja työmaakokouksista on hyvä säilyttää ainakin kokouspöytäkirjat tai jonkinlainen muistio. Ihmisen muisti on rajallinen ja usein oman yrityksen etua ajava. Sen vuoksi on tärkeää, että sovitusta asioista on näyttää jokin kirjallinen dokumentti kiistatilanteita varten.

Eri urakoitsijoiden välisestä yhteydenotosta on myös hyvä pitää kirjaa. Helpoin tapa on sähköposti, koska silloin kummallekin osapuolelle jää kirjallinen dokumentti siitä mitä on sovittu. Kaikkia asioita ei kiireellisyyden vuoksi pystytä sopimaan kirjallisesti. Hyvä tapa puhelinkeskustelujen yhteydessä on kirjata ylös milloin on mitään sovittu puhelimesta. Tällöin voidaan osoittaa toiselle osapuolelle, mitä on sovittu.



Muutospyyntöt ja lisätyötilaukset aiheuttavat usein projektiin aikataulullisia ja rahallisia muutoksia. Siksi niistä on hyvä pitää kirjaa. Lisätyötilausten kohdalla kirjanpito on erittäin tärkeää, mikäli halutaan saada toiminta kannattavaksi. Jokaisen lisätyön tekeminen maksaa urakoitsijoille jotakin, siksi on hyvä pitää erillinen muistio tai raportti johon kirjataan kaikki tehdyt lisätyöt. Näillä voidaan osoittaa työn tilaajalle, mitä kaikkea ylimääräistä on tehty.

Projektin päättyttyä on hyvä laatia loppuraportti, jossa käy ilmi projektin henkilöille ja tilaajalle, kuinka hyvin projekti on onnistunut. Dokumentissa kerrataan projektin onnistumiset ja epäonnistumiset. Projektin loppuraportin laatimista varten on hyvä olla tallessa projektin eri vaiheiden tilanneraportit. Ne helpottavat loppuraportin laatimista huomattavasti, koska pitkän projektin kaikkia asioista ei voi muuten muistaa./12 s.80/

Projektin raportoimista varten voidaan perustaa kansio, johon projektin kaikki dokumentit tallennetaan. Se helpottaa dokumenttien löytämistä, kun halutaan etsiä tietty raportti. Toinen vaihtoehto on se, että kaikki dokumentit löytyvät jokaisen omalla koneella. Ongelmia tulee eteen, kun projektiryhmän henkilöstöä on vaihtunut ja kaikilla on oma arkistointitapansa. On hyvin vaikea lähteä tällöin etsimään yhtä pöytäkirjaa.

## 6.9 Projektin päättäminen

Projektin päätös on erittäin tärkeä tehdä perusteellisesti, koska siitä jokainen voi oppia jotain uutta. Kun projekti käydään hyvin läpi, nähdään suurimmat virheet, joita mahdollisesti myös jatkossa tehdään. Jos päätöspalaveria ei pidetä, ei todennäköisesti osata seuraavissa projekteissa toimia oikein ongelmien kohdalla. Projektin lopetuspalaveria varten on hyvä koota lista asioista, joita käydään läpi, jotta mikään oleellinen seikka ei jää huomaamatta. Näiden kaikkien asioiden kerääminen on senkin vuoksi tärkeää, että osataan kartoittaa seuraavan projektin tullen oikeat riskit. Jos jälkikäteisarviointi jää tekemättä, niin seuraavien kohteiden alussa kaikki kuvittelevat, että mitään ongelmia ei synny. Näin työtehtäviin paneudutaan heikommin, eikä oikeisiin asioihin osata varata riittävästi aikaa ja resursseja. Projektin päätös on lisäksi kaikille

mielenkiintoinen tapahtuma. Siinä pystytään arvioimaan hyvin miten tavoitteisiin on päästy. Edellyttäen tietysti, että projektin alussa tavoitteet on määritelty.

Vaikka projekti olisi tuottanut paljon voittoa, ei se aina kerro koko totuutta. Myöhemmin takuutöitä voi tulla paljon ja ongelmia ilmetä vielä vuosienkin jälkeen, jos laadunvarmistus on jätetty vähemmälle. Useita työntekijöitä on saattanut lähteä projektin aikana, kun on koettu työmäärä liian suureksi. Hyvin vaikean projektin jälkeen ei ehkä tilatakaan enää töitä samalta yritykseltä. Ongelmia voi olla monia, vaikka rahallisesti näyttääkin hyvältä.

Jokaisella projektilla on asiakas ja siksi onkin tärkeä pitää yllä hyviä asiakassuhteita. Vaikka projekti olisikin päättynyt, asiakas on silti yritykselle tärkeä. Tämän vuoksi on muistettava kuunnella asiakasta ja pyrkiä ratkaisemaan hänen ongelmansa, vaikka varsinainen projekti olisikin päättynyt. Yhteydenotto asiakkaaseen projektin päätyttyä antaa hyvän kuvan yrityksen toiminnasta. Asiakas ajattelee, että yritys on oikeasti halukas toimittamaan hyvän järjestelmän. Projektin laadunvarmistuksesta saadaan hyvä kuva itselle ja asiakkaalle, jos lopullisille käyttäjille lähetetään asiakaskyselykaavake. Näistä tiedoista saadaan selville, kuinka hyvin järjestelmä oikeasti toimii. Jos asiakkaaseen ei oteta mitään yhteyttä projektin loputtua, annetaan vääränlainen viesti toiminnasta. Tavoitteena on kuitenkin saada aikaan kaikkia osapuolia tyydyttävä kokonaisuus tai järjestelmä.

## 7 KYSELYTUTKIMUS

### 7.1 Kyselytutkimuksen tavoite ja toteutus

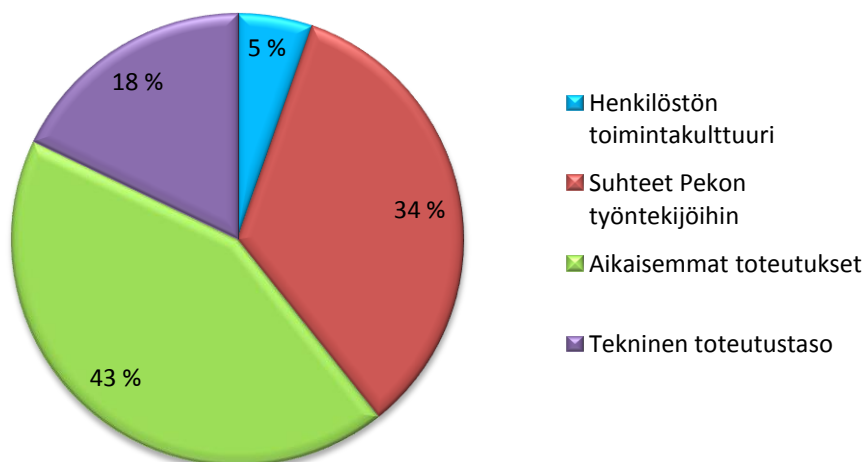
Kyselytutkimuksen tavoitteena oli selvittää KVR–osaston toiminnan ongelmakohdat ja saada selville tilaajien mielestä oleellimmat asiat, jotka vaikuttavat työn tilaamiseen. Kyselyllä pyrittiin saamaan myös kehityksen kannalta oleellisia asioita esiin. Kysely suoritettiin Internet-kyselynä, jonka linkki lähetettiin asiakkaille sähköpostiin. Kyselyn pohjana käytettiin E-lomake ohjelmaa, jolla tehtiin kyselyn lomakepohja. Kyselyitä lähetettiin yhteensä 59 kappaletta, joihin vastauksia saatiin 28 kappaletta. Vastausprosentti oli näin ollen 47 %. Kysely oli toiminnassa kolme viikkoa, jonka kuluessa muistutuksia lähetettiin kolmeen kertaan vastaajille. Internet-kysely oli ainoa tapa, jonka ajattelimme soveltuvan kyselymuodoksi, johtuen rakennustöiden hektisestä luonteesta. Kirjeenä lähetettyjen kyselylomakkeiden vastausprosentti ajateltiin jäävän pieneksi, siitä aiheutuvan postitustyön vuoksi. Kyselemällä henkilökohtaisesti olisi varmasti saatu vielä suurempi vastausprosentti, mutta asiakkaat olisivat olleet eri puolilla Tamperetta ja osa vieraisissa kunnissa. Tästä johtuen tämän tyyppinen kysely olisi ollut erittäin vaikea toteuttaa. Näihin syihin pohjautuen päätimme suorittaa Internet-kyselyn.

## 7.2 Tulokset

### KVR -projektin laadunvarmistuskysely

2. Miksi olette hankkeissanne päätyneet ottamaan yhteyttä Pekon KVR -osastoon?

3	Henkilöstön toimintakulttuuri
19	Suhteet Pekon työntekijöihin
24	Aikaisemmat toteutukset
10	Tekninen toteutustaso

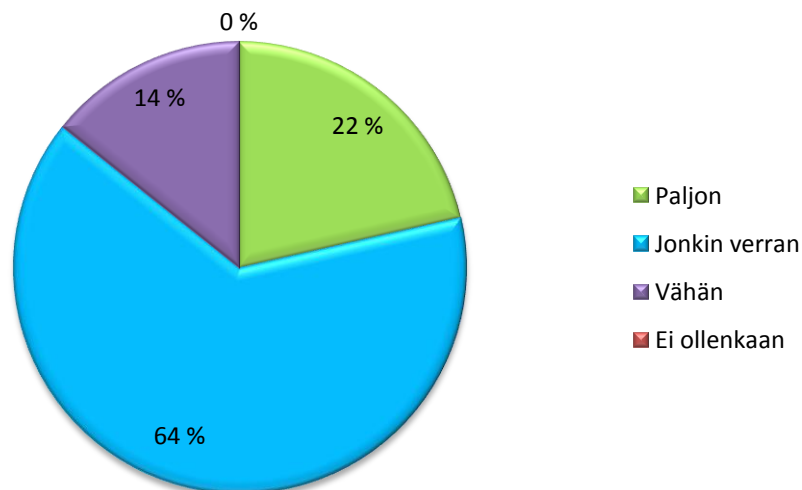


Kuva 9. Miksi olette hankkeissanne päätyneet ottamaan yhteyttä Pekon KVR -osastoon?

Enemmistö vastanneista eli 43% vastaajista on sitä mieltä, että on päätynyt ottamaan yhteyttä Pekon KVR -osastoon aikaisempien toteutusten vuoksi. Seuraavaksi eniten kannatusta on saanut suhteet Pekon työntekijöihin eli 34%. Vähemmän kannatusta ovat saaneet tekninen toteutustaso 18% ja henkilöstön toimintakulttuuri 5%.

### 3. Toteuttaako Pekon KVR -osasto tilaajan kanssa hankkeen ennakkoselvitystyötä?

6	Paljon
18	Jonkin verran
4	Vähän
0	Ei ollenkaan

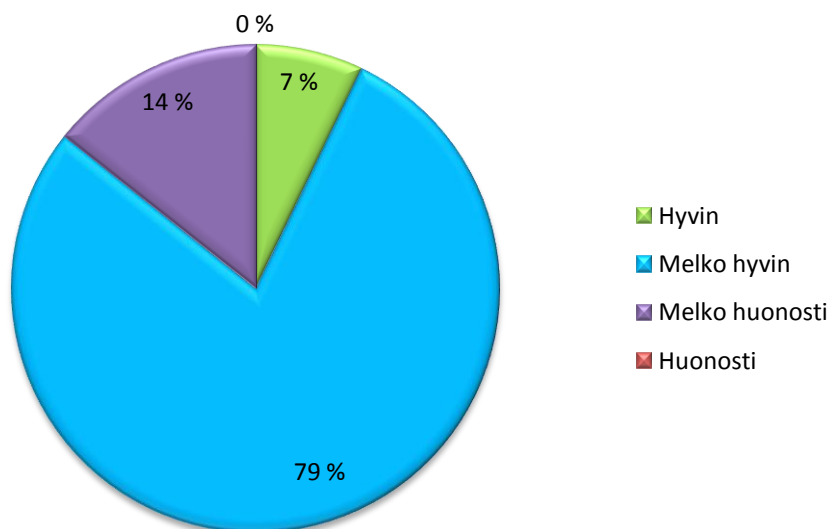


Kuva 10. Toteuttaako Pekon KVR -osasto tilaajan kanssa hankkeen ennakkoselvitystyötä?

Enemmistö vastanneista eli 64% on sitä mieltä, että Pekon KVR-osasto toteuttaa tilaajan kanssa hankkeen ennakkoselvitystyötä jonkin verran. Vastaajista 22% on sitä mieltä, että ennakkoselvitystyötä toteutetaan paljon. Loput 14% vastaavat, että ennakkoselvitystyötä tehdään vähän.

#### 4. Onko KVR -toteutusten urakkarajat määritelty tarjousasiakirjoissa?

2	Hyvin
22	Melko hyvin
4	Melko huonosti
0	Huonosti

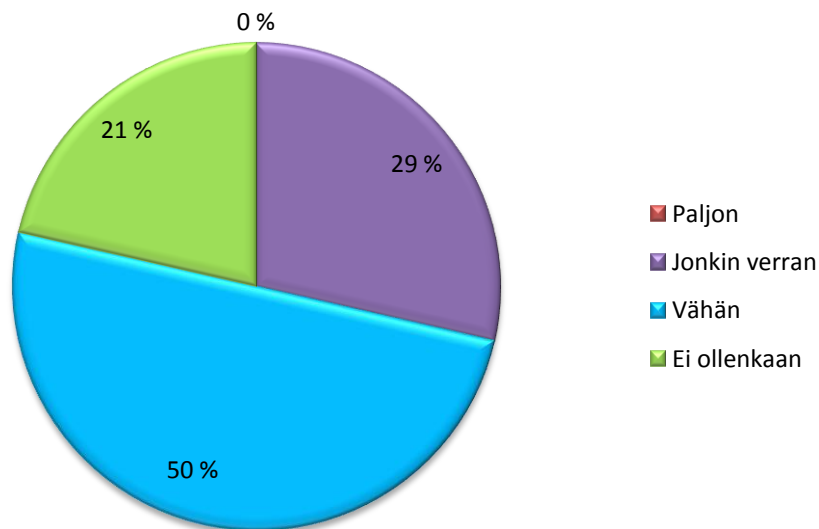


Kuva 11. Onko KVR -toteutusten urakkarajat määritelty tarjousasiakirjoissa?

Urakkarajat on määritelty tarjousasiakirjoissa selkeän enemmistön 79%:n mielestä melko hyvin.

## 5. Onko KVR -toteutusten sopimusasiakirjojen tulkinnassa ollut erimielisyyksiä?

0	Paljon
8	Jonkin verran
14	Vähän
6	Ei ollenkaan

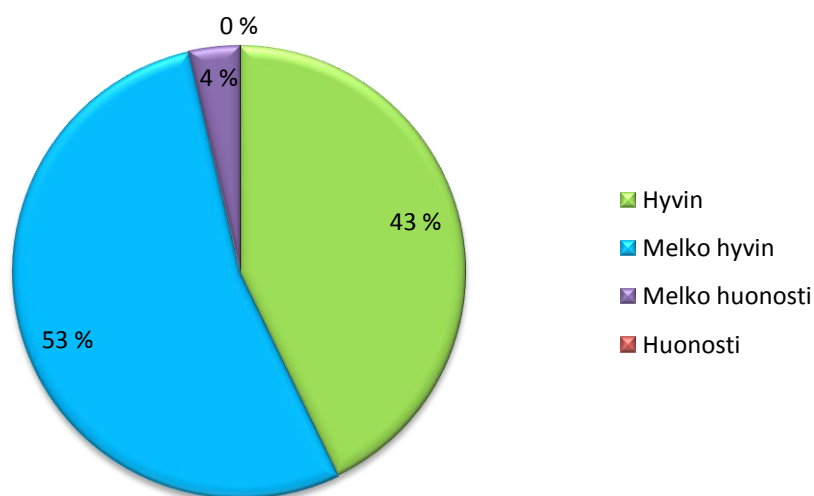


Kuva 12. Onko KVR -toteutusten sopimusasiakirjojen tulkinnassa ollut erimielisyyksiä?

Sopimusasiakirjojen tulkinnassa on ollut erimielisyyksiä vähän 50% mielestä, jonkin verran 29% mielestä ja 21%:n mielestä ei ollenkaan.

6. Oletteko mielestänne pystyneet vaikuttamaan suunnitteluun riittävästi sopimusten asettamissa rajoissa?

- 12 Hyvin
- 15 Melko hyvin
- 1 Melko huonosti
- 0 Huonosti



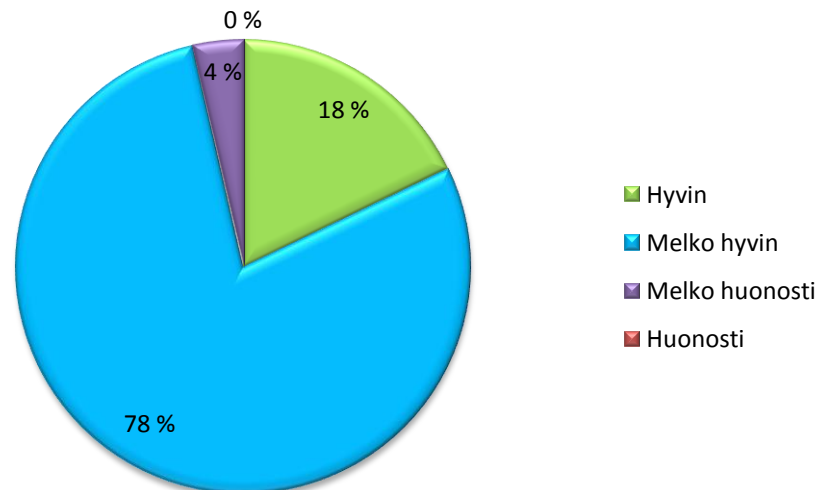
Kuva 13. Oletteko mielestänne pystyneet vaikuttamaan suunnitteluun riittävästi sopimusten asettamissa rajoissa?

Vastaajista 53% on mielestään pystynyt vaikuttamaan suunnitteluun melko hyvin ja 43% hyvin.



## 7. Ovatko suunnittelijat onnistuneet KVR- toteutuksissa?

5	Hyvin
22	Melko hyvin
1	Melko huonosti
0	Huonosti

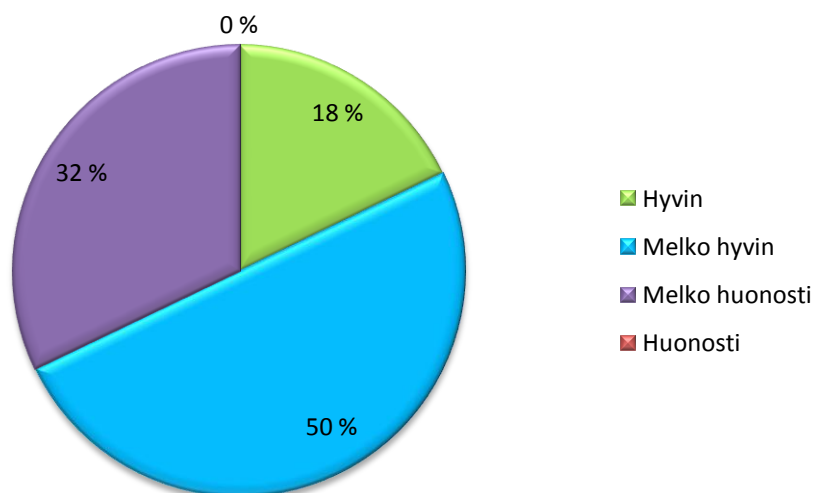


Kuva 14. Ovatko suunnittelijat onnistuneet KVR -toteutuksissa?

Suunnittelijat ovat onnistuneet toteutuksissa 78%:n mielestä melko hyvin ja 18% mielestä hyvin.

## 8. Onko työnjohto suoriutunut KVR -toteutuksissa?

5	Hyvin
14	Melko hyvin
9	Melko huonosti
0	Huonosti

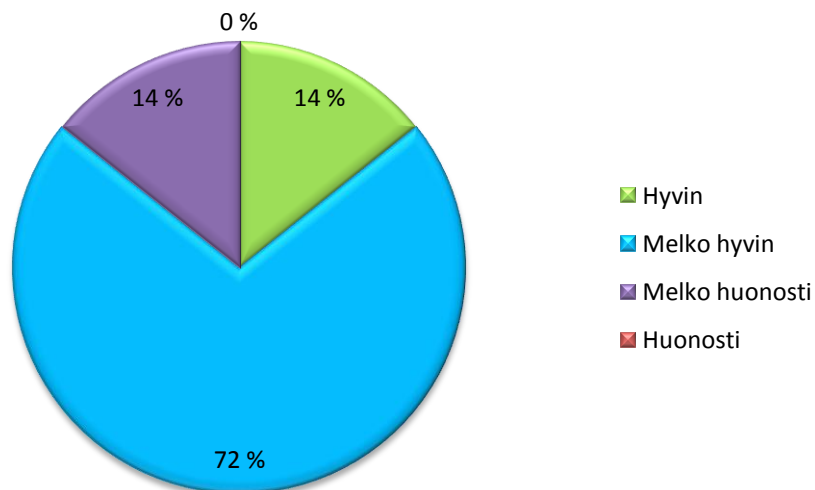


Kuva 15. Onko työnjohto suoriutunut KVR -toteutuksissa?

Työnjohto on suoriutunut toteutuksissa 50% mielestä melko hyvin, 32% mielestä melko huonosti ja 18% mielestä hyvin.

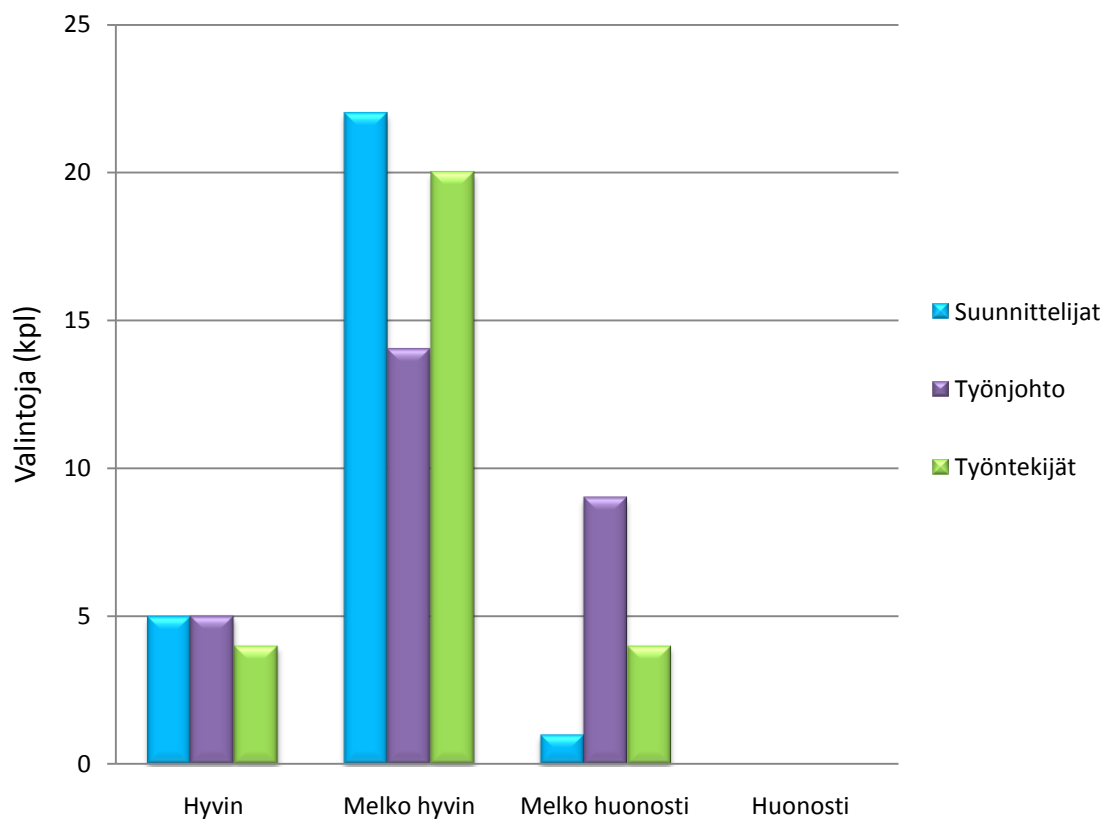
## 9. Ovatko työntekijät suoriutuneet KVR -toteutuksissa?

4	Hyvin
20	Melko hyvin
4	Melko huonosti
0	Huonosti



Kuva 16. Ovatko työntekijät suoriutuneet KVR -toteutuksissa?

Työntekijät ovat suoriutuneet toteutuksissa 72% mielestä melko hyvin, 14% mielestä hyvin ja 14% mielestä melko huonosti.

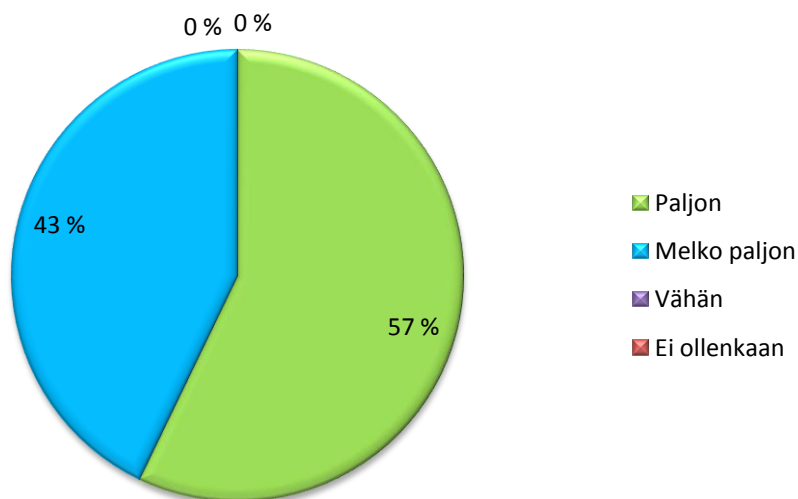


Kuva 17. Miten on onnistunut KVR -toteutuksissa?

Toteutuksissa suoriutumisessa kaikki osapuolet ovat tasoissa hyvin onnistumisen kohdalla. Melko hyvin onnistumisessa selkeästi vähemmän kannatusta saa työnjohto työntekijöihin ja suunnittelijoihin verrattuna. Melko huonosti on onnistunut työnjohto 32% mielestä.

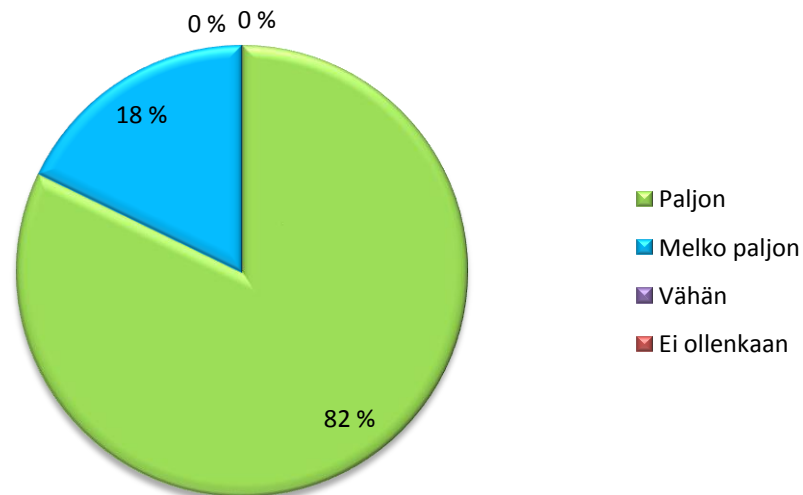
## 10. Kuinka paljon vaikuttaa rakennusprojektin menestyksekkääseen suorittamiseen?

	Paljon	Melko paljon	Vähän	Ei ollenkaan
Henkilökemiat	16	12		
Aikataulutus	23	5		
Työn toteutustapa	16	11	1	
Joustavuus sopimusasioissa	8	15	5	



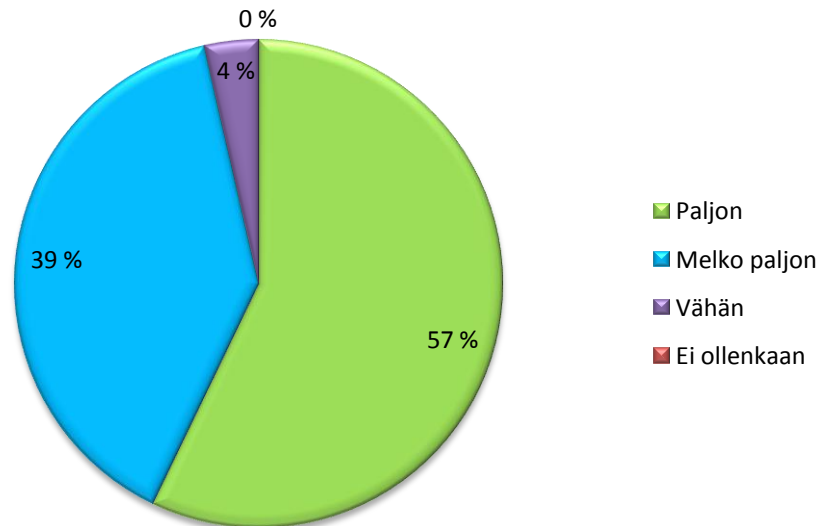
Kuva 18. Kuinka paljon henkilökemiat vaikuttavat rakennusprojektin menestyksekkääseen suorittamiseen?

Vastaajien mielestä henkilökemiat vaikuttavat 57%:n mielestä paljon ja 43%:n mielestä melko paljon.



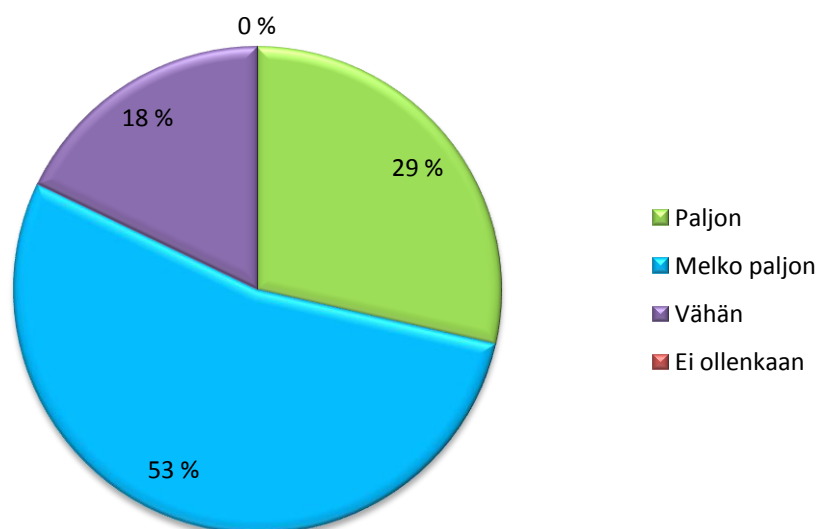
Kuva 19. Kuinka paljon aikataulutus vaikuttaa rakennusprojektin menestyksekkääseen suorittamiseen?

Aikataulutus vaikuttaa rakennusprojektin menestyksekkääseen suorittamiseen 82%:n mielestä paljon ja 18%:n mielestä melko paljon.



Kuva 20. Kuinka paljon työn toteutustapa vaikuttaa rakennusprojektin menestyksekkääseen suorittamiseen?

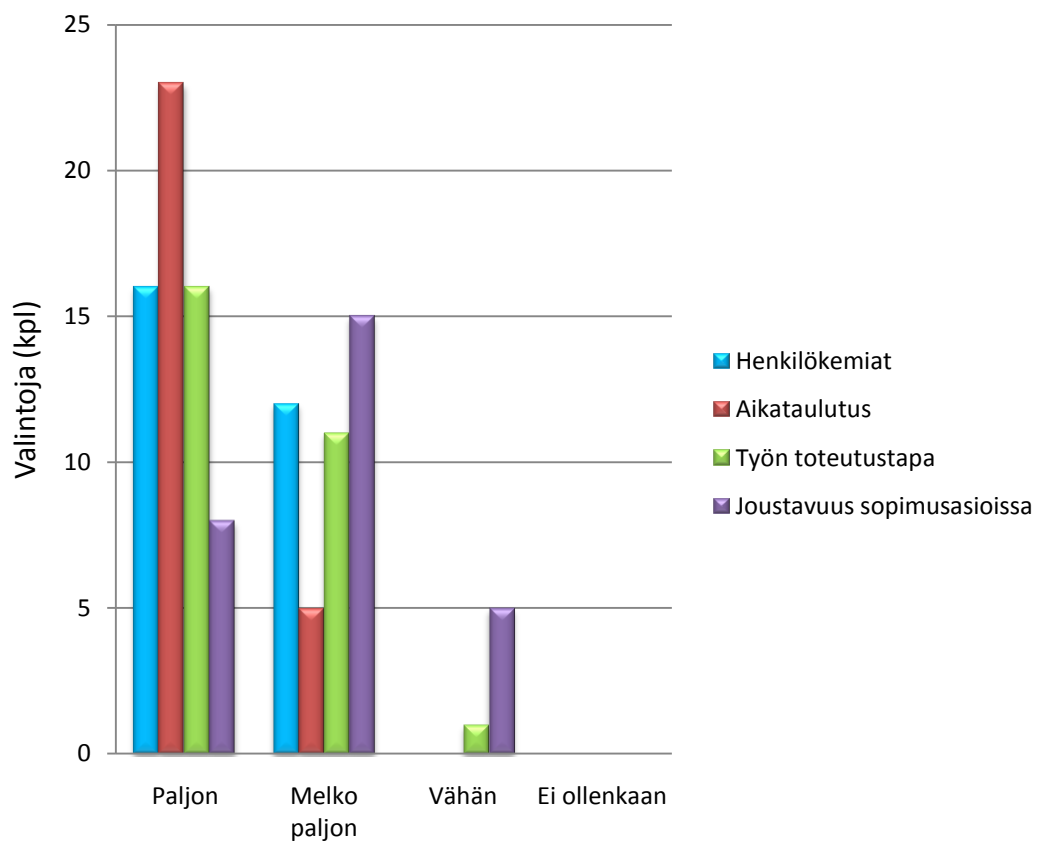
Työn toteutustapa vaikuttaa rakennusprojektin menestyksekkääseen suorittamiseen 57%:n mielestä paljon ja 39%:n mielestä melko paljon.



Kuva 21. Kuinka paljon joustavuus sopimusasioissa vaikuttaa rakennusprojektin menestyksekkääseen suorittamiseen?

Rakennusprojektin menestyksekkääseen suorittamiseen koettiin joustavuuden sopimusasioissa vaikuttavan 53%:n mielestä melko paljon ja 29%:n mielestä paljon.



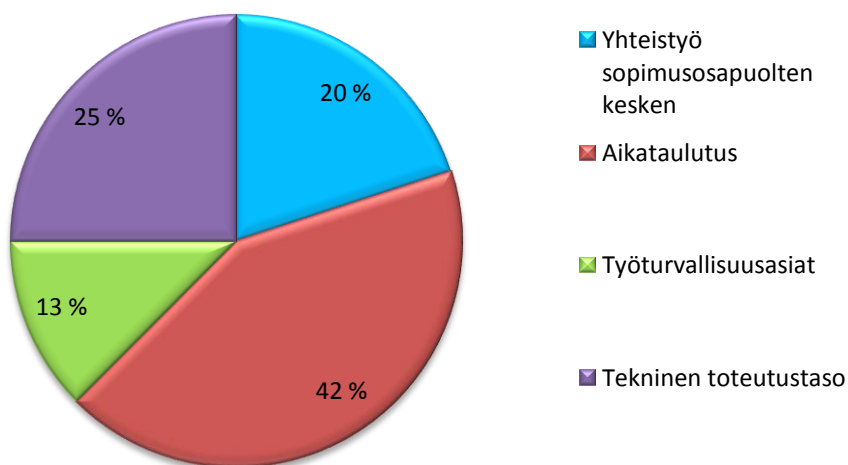


Kuva 22. Kuinka paljon vaikuttaa rakennusprojektin menestyksekkääseen suorittamiseen?

Selkeästi tärkeimpänä rakennusprojektin menestyksekkään suorittamisen kannalta pidettiin aikataulutusta. Seuraavaksi tärkeimpinä pidettiin sekä henkilökemioita että työn toteutustapaa. Vähemmän tärkeänä pidettiin joustavuutta sopimussuhteissa.

11. Mikä seuraavista asioista on aiheuttanut ongelmia aikaisemmissa KVR - toteutuksissa?

- 8 Yhteistyö sopimusosapuolten kesken
- 17 Aikataulutus
- 5 Työturvallisuusasiat
- 10 Tekninen toteutustaso

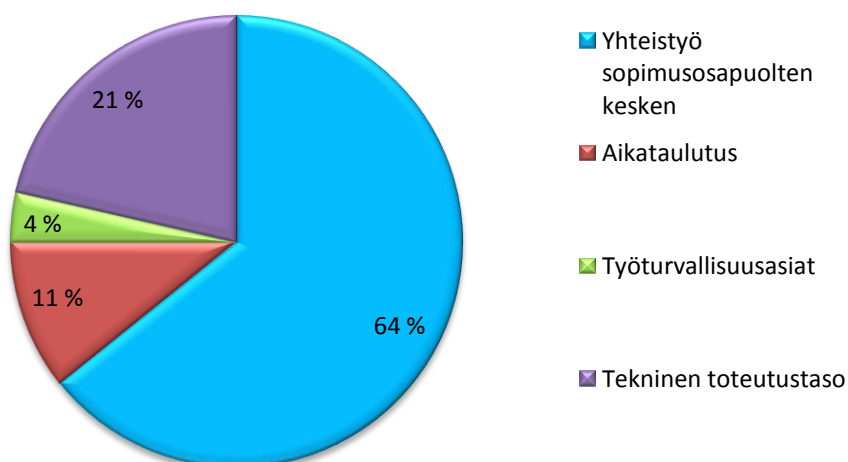


Kuva 23. Mikä seuraavista asioista on aiheuttanut ongelmia aikaisemmissa KVR - toteutuksissa?

Selvästi eniten ongelmia aikaisemmissa toteutuksissa on aiheuttanut aikataulutus, jonka ovat valinneet 42% vastaajista. Seuraavaksi eniten ongelmia on aiheuttanut 25%:n mielestä tekninen toteutustaso ja 20%:n mielestä yhteistyö sopimusosapuolten kesken on ollut ongelmallista.

12. Mikä seuraavista asioista on toiminut hyvin aikaisemmissa KVR -toteutuksissa?

- 18 Yhteistyö sopimusosapuolten kesken
- 3 Aikataulut
- 1 Työturvallisuusasiat
- 6 Tekninen toteutustaso

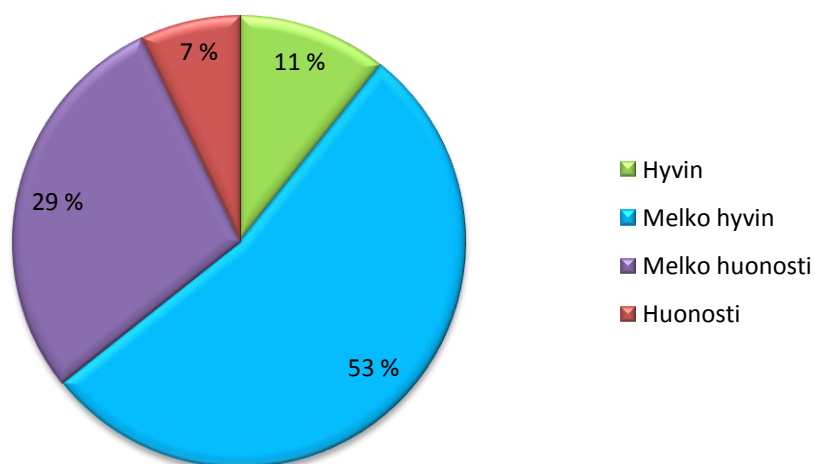


Kuva 24. Mikä seuraavista asioista on toiminut hyvin aikaisemmissa KVR -toteutuksissa?

Selvä enemmistö eli 64% vastaajista on sitä mieltä, että yhteistyö sopimusosapuolten kesken on toiminut hyvin aiemmissa projekteissa. Tekninen toteutustaso on onnistunut 21%:n mielestä.

## 13. Toteutuuko laadunvarmistustyö KVR -projekteissa?

3	Hyvin
15	Melko hyvin
8	Melko huonosti
2	Huonosti



Kuva 25. Toteutuuko laadunvarmistustyö KVR -projekteissa?

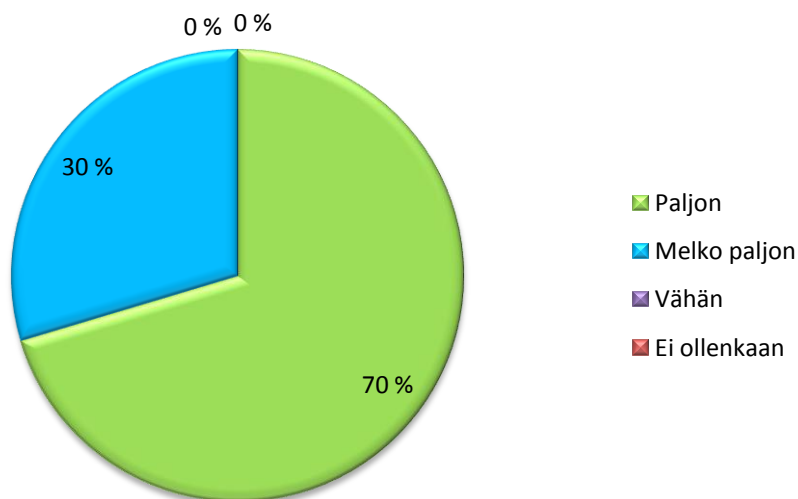
Laadunvarmistustyö toteutuu 53%:n mielestä melko hyvin. Melko huonosti laadunvarmistustyö taas toteutuu 29%:n mielestä.

Kyselyssä esiin tulleet sanalliset laadunvarmistuksen puutteet:

- Järjestelmien yhteistoiminta ei aina pelitä ja laatutaso saavutetaan rimaa hi-poen (eikä aina edes saavuteta).
- Oman työn tarkastukset ovat puutteellisia ja ylimalkaisia.
- Esim. kohdepoistot eivät toimi, kun käyttäjät alkavat toimintansa.
- Hidas reklamaatioihin vastausaika, takuuasioiden hoito.
- Joissakin yksityiskohdissa nuukaillaan vähän erikoisissa paikoissa, jolloin asiakkaalle voi jäädä kuva huonosti tehdystä työstä. Kustannusvaikutus on vähäinen.
- Aikatauluseuranta
- Itselleluovutuksia ei Sähköpeko meinaa tehdä. Laatua ei muutenkaan varmis-tella tietääkseni millään tavalla. Virheiden ja puutteiden korjauksissa paran-nettavaa!
- Omantyöntarkistukseen panostettava.
- Työnjohto puuttuu, suunnitelmat on kesken ja työntekijät tekevät paljon omia ratkaisuja ja siksi työt jäävät keskeneräisiksi.
- Oman työn tarkastuksessa olisi kehittämistä.
- Alihankkijana toimivat suunnittelijat eivät pysy sovituissa aikataulussa. Va-paarahoitteisessa kohteessa suunnittelija ei huomioi riittävästi vapaarahoittei-sen asiakasrajapintaa ja sen toiveita – ollaan liian jumissa omiin superhalpoi-hin tavarantoimittajiin.
- Projektinjohton työnohjaus ja omantyöntarkastus.
- Työnjohdollisia ongelmia, asioiden hoitaminen tökkinyt. Luvattu hoitaa asioi-ta, mutta koska aika parkkimittarissa ollut loppumassa, asia jäänyt hoitamatta ja sitten se on unohtunut.

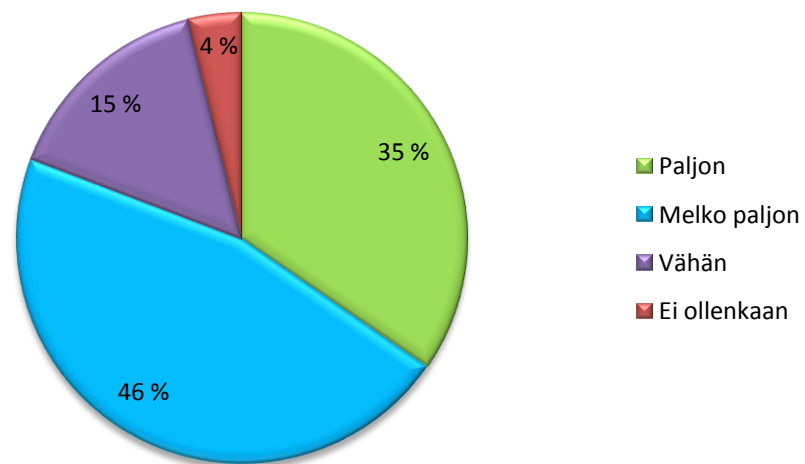
## 14. Kuinka paljon seuraavat asiat vaikuttavat työsuorituksen tilaamiseen?

	Paljon	Melko paljon	Vähän	Ei ollenkaan
Hinta	19	8		
Aikaisemmat projektit	9	12	4	1
Henkilökemiat	8	15	4	
Tekninen toteutustaso	15	10	1	



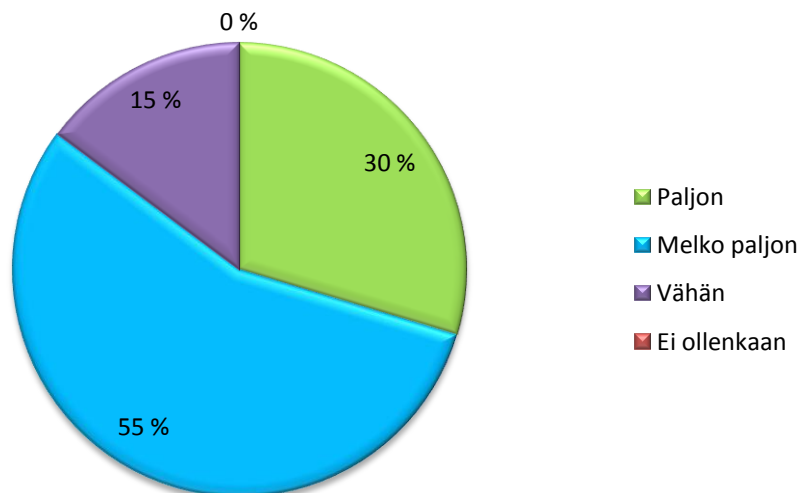
Kuva 26. Kuinka paljon hinta vaikuttaa työsuorituksen tilaamiseen?

Hinta vaikuttaa työsuorituksen tilaamiseen 70%:n mielestä paljon ja 30% mielestä melko paljon.



Kuva 27. Kuinka paljon aikaisemmat projektit vaikuttavat työsuorituksen tilaamiseen?

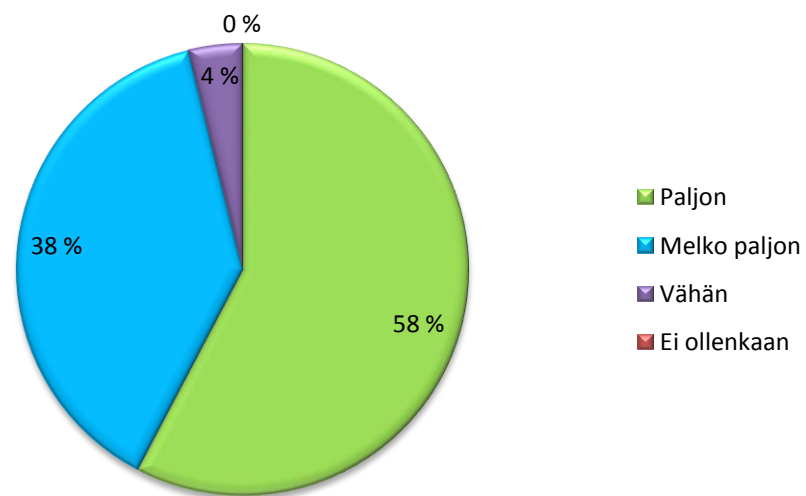
Aikaisemmat projektit vaikuttavat työsuorituksen tilaamiseen 46%:n mielestä melko paljon ja 35%:n mielestä paljon.



Kuva 28. Kuinka paljon henkilökemiat vaikuttavat työsuorituksen tilaamiseen?

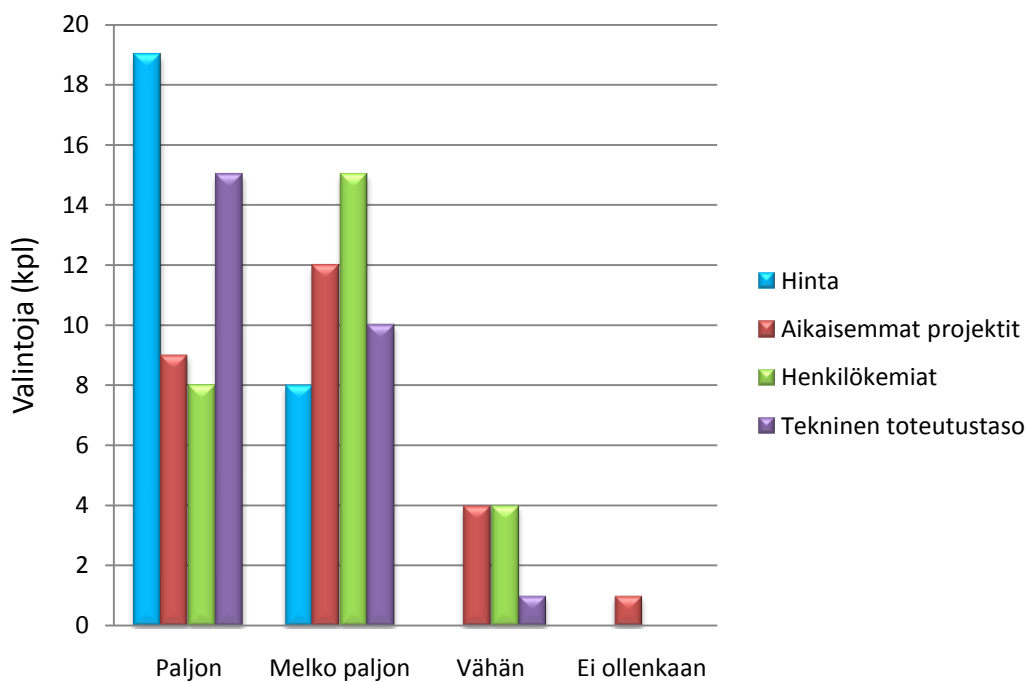
Henkilökemiat vaikuttavat työsuorituksen tilaamiseen 55%:n mielestä melko paljon, 30%:n mielestä paljon ja 15%:n mielestä vähän.





Kuva 29. Kuinka paljon tekninen toteutustaso vaikuttaa työsuorituksen tilaamiseen?

Tekninen toteutustaso vaikuttaa vastaajista 58%:n mielestä paljon ja 38%:n mielestä melko paljon työsuorituksen tilaamiseen.

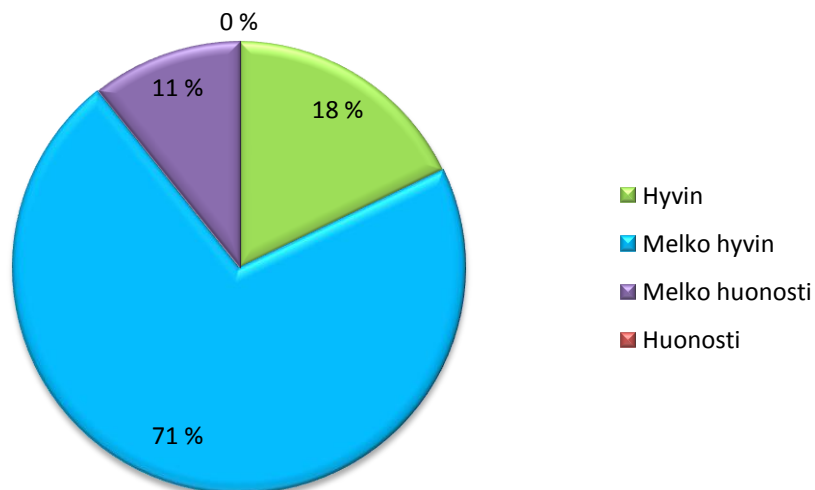


Kuva 30. Kuinka paljon seuraavat asiat vaikuttavat työsuorituksen tilaamiseen?

Selvästi eniten työsuorituksen tilaamiseen vaikuttaa hinta. Seuraavaksi tärkeimpänä pidetään teknistä toteutustasoa. Vähemmän vaikuttavina tekijöinä pidetään aikaisempia projekteja ja henkilökemioita.

## 15. Ovatko aikaisemmat Pekon KVR -toteutukset vastanneet odotuksianne?

5	Hyvin
20	Melko hyvin
3	Melko huonosti
0	Huonosti

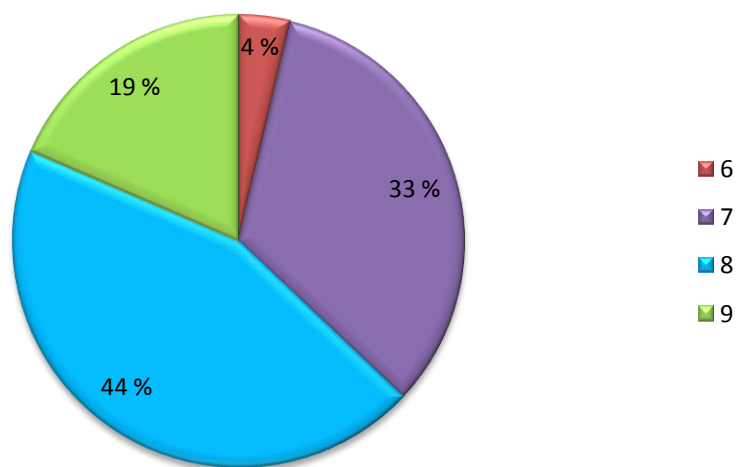


Kuva 31. Ovatko aikaisemmat Pekon KVR -toteutukset vastanneet odotuksianne?

Aikaisemmat KVR-toteutukset ovat vastanneet 71%:n odotuksia melko hyvin, 18%:n odotuksia hyvin ja 11%:n odotuksia melko huonosti.

## 16. Arvioi KVR -toteutusten laatua kouluarvosanalla 4-10?

	Arvosana
1	6
9	7
12	8
5	9



Kuva 32. Arvioi KVR -toteutusten laatua kouluarvosanalla 4-10?

Laadun painotetuksi arvosanaksi saadaan laskemalla 7,8. Enemmistö eli 44% vastaajista on kuitenkin sitä mieltä, että laatu saisi arvosanan 8.

Kyselyssä esiin tulleet sanalliset parannusehdotukset:

- KVR -urakan rajauksissa ei pitäisi olla ongelmia. Joskus on kuitenkin rajattava joitain asioita ulkopuolelle ja ne pitäisi tuoda selvemmin esille (tilaajahan- kintoja, -järjestelmiä jne.)
- KVR -kohteeseen sellainen projektinohitaja joka hallitsee koko paletin (putki, ilma, sähkö) niin, että tietää mitä tehdään ja milloin. Laadunvarmistustoimenpiteitä odotellaan. Itselle luovutukset tulisi tehdä automaattisesti ja niistä tieto pääurakoitsijalle.
- Yhteistyön tarkentaminen koko rakentamisketjun ajalle.
- Urakkahinnoitteluun ja lisätyöhinnoitteluun selkeämpi linja niin, että hinnat eivät heilu liian suurella skaalalla.
- KVR:ssä menestyminen vaatii vahvaa osaamista suunnittelussa, jotta saadaan edullinen ratkaisu aikaan ja voidaan parhaiten hyödyntää osaamista. Näin saadaan todellisia eroja, mitkä hyödyttävät sekä tilaajaa että toimittaja- osapuolta ja kumpikin osapuoli hyötyy.
- Vaparaahoitteista KVR -urakointia halutaan jatkossa välttää, koska KVR - urakoitsija huomioi liian vähän tilaajan asiakkaan joskus muuttuviakin tarpeita, eikä kiinnitä huomiota riittävästi asuntojen myytävyyteen.
- KVR -kohteiden tason sitominen tarkemmalle suunnitelmatasolle kuin A4- teksteinä. Hyödyntää rakennuttajaa kohteen myynnissä eteenpäin.
- Myykää kotimaista laatua. Ei halvalla Virosta keskuksia tai työvoimaa.
- Aikataulujen tarkempi suunnittelu yhdessä työmaiden kanssa. Samat työnjohtajat oltava koko projektin ajan.
- Suunnitelmien sovittu valmistuminen on yhtä tärkeä kuin itse työn oikea valmistuminen.
- Enemmän omia esityksiä, millä talotekniikka saataisiin vielä kustannustehok- kaammaksi.
- Yksi ongelma laatuasioissa on se kun asennustyöt urakoidaan. Tieto liikkuu välillä huonosti Sähköpeko Oy:n ja asentajien välillä. Sähköpe- kolaiset kuitenkin suunnittelee ja istuu palavereissamme. Katkeaako tieto to- teuttajille?

### 7.3 Johtopäätökset

Kyselytutkimus osoitti, että Pekon KVR–osastoon otetaan yhteyttä kahden merkittävimmän seikan vuoksi. Tärkeimpänä pidettiin aikaisempia toteutuksia ja työntekijöihin luotuja suhteita. Tästä voidaan päätellä sellainen asia, että vaikka urakka olisi luovutettu, pitää myös takuuasiat hoitaa huolella. Takuuasioiden hoitohan kuvaa myös sitä, miten aikaisemmat projektit on suoritettu loppuun. Työntekijöiden suhtautuminen vaikuttaa myös merkittävästi siihen, otetaanko yritykseen yhteyttä. Jos asenteella tai huonolla palvelulla annetaan vääränlainen kuva, saattaa jokin isompi urakka jäädä saamatta. Sen vuoksi onkin tärkeää, että käyttäytyään fiksusti ja asiallisesti tilanteissa, joissa ollaan vuorovaikutuksessa muiden yritysten kanssa. Usein työelämässä tulee tilanteita, joissa väännetään kättä siitä kuka on väärässä ja kuka oikeassa, mutta sellaisetkin tilanteet on mahdollista hoitaa monella tavalla. Asiallisella käytöksellä ja maltilla saadaan varmasti parempi tulos aikaan, kuin huudolla ja maltin menettämällä. Syyttely työmaalla ei vie asioita eteenpäin ja sen lisäksi sillä tuhlaetaan kallista aikaa.

Aikataulutusta pidettiin kyselyn tuomien tulosten pohjalta tärkeimpänä tekijänä rakennusprojektin menestyksekkään suorittamisen kannalta. Aikataulutus näytti kuitenkin myös olevan asia, joka oli aiheuttanut eniten ongelmia aikaisemmissa toteutuksissa. Tästä päätellen aikataulutuksen suhteen tulee tehdä muutoksia tulevissa projekteissa. Aikataulutuksen ongelmat työmaalla saattavat johtua monista asioista. Aikataulujen teko ei kaikille ole välttämättä niin hyvin hallinnassa, kuin se pitäisi. Aikataulut saatetaan tehdä liian kiireesti, eikä niiden tekoon keskitytä riittävästi. Aikataulutukseen saattaa vaikuttaa myös se, että lisä- tai muutostöitä ei päivitetä. Urakoissa saattaa ilmetä suurempiakin lisä- tai muutostöitä, joilla voi olla huomattava merkitys aikatauluun.

Aikataulut kannattaa tehdä ryhmissä, jolloin vahvan kokemuksen omaavat tukevat heikompia aikataulujen tekijöitä. Samalla heikommat tekijät pystyvät omaksumaan oikeaa tapaa aikataulujen tekoon ja saavat kokemuksen tuomaa varmuutta tekemiseensä. Lisä- ja muutostöiden kohdalla aikataulua päivitetään uudestaan. Jos muutostyöt ovat huomattavia ja ne todella hidastavat etenemistä, asiat tulee ottaa mahdollisimman pian esille urakoitsijalaverissa ja muuttaa aikataulua realistiseksi.

Laadunvarmistustyö oli asia, joka nousi esille sekä vaihtoehtokyselyssä että sanallisessa osiossa. Omantarkastukset ja itselle luovutukset koettiin kaikista puutteellisimpina. Projektinhoitajan säännölliset tarkastukset takaavat sen, että järjestelmä asennetaan oikein. Säännöllisillä tarkastuksilla myös takuutöiden määrät vähenevät oleellisesti. Tarkastukset edesauttavat sekä oikeaa aikataulutusta ja määräaikaan valmistumista. Työtä on helpompi seurata, kun se jaetaan pienempiin osiin. Tällöin kyseisen vaiheen valmistuttua voidaan suorittaa tiettyjä tarkastuksia. Tarkastuksen jälkeen myös asentaja pystyy siirtymään seuraavan työtehtävään, eikä jää miettimään tyhjän panttina. Kun työtä jaksotetaan riittävästi, ei se työntekijästäkään tunnu niin mahdottomalta, vaikka kyseessä olisi suurikin urakka.

Työntekijöillekin laadunvarmistus tulee olla yhtä korkeassa asemassa. Ei hyödytä, että projektinhoitaja pitää laatua itseisarvona, jos asentaja ei välitä lainkaan työn laadusta. Sen vuoksi onkin tärkeää painottaa myös työntekijälle sitä, kuinka tärkeää on tarkistaa oman työnsä tulosta ja tarpeen tullen kysyä neuvoa vaikeimmissa asioissa. On parempi kysyä, kun tehdä suuria virheitä. Tyhmiä kysymyksiä ovat vain ne kysymykset, jotka jätetään kysymättä. Kuten laatuvirheiden määrien diagrammista voidaan todeta, suurin virheiden aiheuttaja on huolimattomuus. Tähän asiaan voi vaikuttaa vain jokainen henkilö itse, eikä sitä voi kukaan toisen puolesta tehdä. Asenne on myös tässä asiassa tärkeässä osassa. Jos päättää suorittaa asennuksen tai työn sen vaatimalla tavalla, ei se varmasti tule huonosti tehtyä.

Laadunvarmistuksen eteen kannattaa jatkossa tehdä töitä. Projektinhoitajien tulee ottaa paremmin käyttöön jo olemassa oleva projektinhoitajakansio ja sen sisältö. Sieltä löytyy eri rakennusvaiheiden vaatimat tarkastuspöytäkirjat. Oman työn tarkastukseen löytyy myös kärkeäkansioista ja projektinhoitajakansioista pöytäkirjat. Oman työn tarkastus ei vaadi välttämättä mitään pöytäkirjaa. Se vaatii aikaa siihen, että käydään valmiit järjestelmät ja asennukset toiminnallisesti ja silmämääräisesti läpi. Puutteet korjataan ja niihin tartutaan heti, eikä vasta luovutusvaiheessa, jolloin on muutenkin todella vähän aikaa. Työntekijöille on tehtävä tarkastuslista, jota käytetään jokaisessa kohteessa. Tällöin kenellekään ei jää epäselväksi, mitä milloinkin pitää tarkistaa. Muutenkin olisi hyvä selkeyttää yrityksen työntekijöille, miten toimitaan erilaisissa tilanteissa. Kuinka toimitaan takuutöiden kanssa? Kuinka nopeasti

asiakkaalle tulee vastata? Mitä käytäntöä noudatetaan reklamaatioiden yhteydessä? Esimerkiksi tällaisissa tilanteissa voisi olla tietty toimintamalli, jota kaikkien olisi helppo noudattaa. Tuolloin kukaan ei joudu itse pohtimaan miten tulee toimia erilaisissa tilanteissa. Lisäksi se selkeyttäisi asiakkaallekin, miten yritys toimii. Esimerkiksi takuuasioissa asiakas tietäisi aina saavansa palvelua, kun hänelle vastattaisiin tietyn ajan kuluessa hänen jättämänsä pyynnön jälkeen.



## 8 LOPPUPÄÄTELMÄT

Työn tavoitteena oli selvittää yrityksen ongelmakohtia ja asioita, joita tulisi kehittää. Näistä saatiin hyvin tietoa kyselytutkimuksen avulla ja se varmasti valaisee myös työntekijöille kehitettäviä osa-alueita. Kyselytutkimus onnistui mielestäni aika hyvin, sillä vastausprosentti oli yllättävänkin korkea. Mielestäni olisi jatkossa vielä hyvä saada työntekijöiden mielipiteet esiin osaston toiminnasta. Mitä heidän mielestään tehdään väärin? Mitä parannettavaa löytyy? Nämä asiat olisi tärkeä selvittää myös työntekijöiden näkökulmasta. Sieltä saattaisi ilmaantua monia hyvin tärkeitä seikkoja.

Kyselytutkimuksen pohjalta saaduista tuloksista tärkeimmät olivat aikataulutus ja erilaiset laadunvarmistuksen toimenpiteet. Laatuun kaivattiin reilusti parannusta, etenkin oman työn tarkastusten ja itselle luovutusten rintamalla. Aikataulutusta pidettiin tärkeimpänä tekijänä rakennusprojektin kannalta ja myös siinä oli havaittu suurimmat ongelmat osaston toiminnassa. Näiden asioiden kehittäminen tuleekin olemaan jatkossa suurin haaste. Miten motivoidaan työntekijä kiinnittämään näihin asioihin enemmän huomiota? Tähän kysymykseen ei todennäköisesti löydy vain yhtä ratkaisua. Kuitenkin tärkeintä on, että toimitaan ryhmänä ja noudatetaan yhdessä samaa linjaa ja mahdollisia uudistuksia.

Yrityksessä on parhaillaan menossa kehitysprojekti, jossa pyritään parantamaan ilmapiiriä ja edistämään oikeanlaista toimintaa. Lisäksi sillä pyritään hakemaan työntekijöiden motivointikeinoja. Projektissa jokaista työntekijää haastatellaan ja uskon, että tässä tulee ilmi työntekijöiden kokemia epäkohtia. Asiat voivat olla ilmapiiriin, projektinohjaukseen tai hallintaan liittyviä asioita. Aina löytyy kehitettäviä osa-alueita, vaikka rakennusprojekteja on tehty jo pitkään.

Opinnäytetyön alussa oli vaikeuksia rajata työtä, koska laadunvarmistus sinänsä kattaa aika laajan alueen. Päätin kuitenkin keskittyä teoriaosuudessa pääasiassa onnistuneen projektin vaiheiden käsittelyyn. Mielestäni se oli loogisin tapa käsitellä tätä asiaa, koska rakennusprojektin läpivienti vaatii kokonaiskuvan näkemistä. Tästä johtuen on hyvä ymmärtää projektin eteneminen ja mahdolliset eteen tulevat ongelmat. Näin

laajasta aiheesta on matkan varrella syntynyt erilaisia kysymyksiä. Miten projekti-toiminnassa on monesti paljon ongelmia, vaikka rakennuksia on rakennettu pitkään? Eikö aikaisemmista projekteista opita mitään uutta? Varmasti tulevissa projekteissa on samankaltaisia ongelmia edessä ja taas uudessa projektissa painitaan samojen ongelmien kanssa kuin ennenkin. Riskeihin tai ongelmiin ei osata varautua riittävän hyvin tai ns. ”pohjatyö”, kuten suunnittelu on jätetty tekemättä. Mahdolliset lähtötiedot saattavat puuttua tai niitä ei ole määritelty riittävän hyvin. Yhteistyötä pitäisi tällaisissa projekteissa tehdä enemmän eri osapuolten kesken.

Useampi henkilö yhdessä pohtimalla saa paremman tuloksen aikaan kuin yksin. Ehkä vaikeutena onkin se, että yhteistyön tekeminen on vaikeaa, eikä sitä yritetä kehittää. Ei uskalleta esittää kehityksen kannalta tärkeitä kysymyksiä, kun pelätään muiden lyttävien ideat heti alkumetreillä. Eteenpäin ei voida kehittyä ryhmänä, jos keskustelu ei ole avointa, eikä anneta muiden esittää mielipiteitä. Pitää saada oma ääni kuuluviin, mutta täytyy myös osata olla hiljaa ja kuunnella muiden ideat. Vain tällä tavalla hyvät ideat tulevat esiin ja työryhmä kehittyy. Muutoksiin usein suhtaudutaan negatiivisesti ja ajatellaan niiden olevan huonoja, vaikka ei ole edes kuunneltu ehdotusta loppuun asti. Samat asiat saatetaan tehdä useaan kertaan, vaikka ne voitaisiin tehdä jo kerralla valmiiksi. Ongelmia on monia, mutta kaikkiin varmasti löytyy ratkaisu, jos on halua ja intoa kehittää itseä eteenpäin. Viime kädessä kehitys lähtee kuitenkin yksilöstä ja helpoin tapa on muuttaa itseä, ei muita.

## LÄHTEET

1. Laatuajattelu ja rakennustyömaan laatutoiminnot, Jouko Kankainen ja Juha-Matti Junnonen, Rakennustieto Oy, 2001
2. Rakentamisen laatu 1983-1993, LVI-urakoitsijan laatujärjestelmämalli, Opas laatuprojektin vetäjälle, Antti Lakka, VTT Rakennustekniikka ja LVI-urakoitsijat r.y., 1994
3. Laatuhaaste, Laatuajattelua julkishallintoon, Valtiovarainministeriö ja Suomen kuntaliitto
4. SFS-ISO 8402 standardi, Suomen standardisoimisliitto SFS, 1988
5. <http://fi.wikipedia.org/wiki/Laatu>, luettu 30.3.2011 klo.15.57
6. SFS-ISO 9000 standardi, Suomen standardisoimisliitto SFS, 1988
7. Laatu yrityksen toimintaan, Leena Lehtonen ja Jukka Backlund, Suomen laatuyhdistys ry, 1990
8. SFS-ISO 9004 standardi, Suomen standardisoimisliitto SFS, 1988
9. Rakennustuotantoa palvelevan suunnittelun laatu, Antti Lakka ja Juhani Nummi, Rakennusteollisuuden keskusliitto, 1994
10. <http://fi.wikipedia.org/wiki/Projekti>, luettu 7.4.2011 klo.12.20
11. Projektihallinnan käsikirja, 5.painos, Risto Pelin, Gummerus Kirjapaino Oy, 2008
12. Onnistu projektissa, Sami Kettunen, WS Bookwell Oy, 2009