

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennustekniikka

Tuotantojohtaminen

2016

Jenni Jokinen

# KATTOKIINNITTEISTEN SAIRAALALAITTEIDEN AIKATAULUTUS JA KUSTANNUKSET

– kattokiinnitteisten sairaalalaitteiden  
tahdistustyökalu SRV Rakennus Oy:lle



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU  
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma | Tuotantojohtaminen

Kevät 2016 | 38 sivua

Jyrki Haapasaari

Jenni Jokinen

## KATTOKIINNITTEISTEN SAIRAALALAITTEIDEN AIKATAULUTUS JA KUSTANNUKSET

Opinnäytetyö käsittelee kattokiinnitteisten kiinteiden sairaalalaitteiden aikatauluttamista ja kustannusajattelua. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi SRV Rakennus Oy, joka on julkisten rakennushankkeiden kokonaistoimittaja. Työ keskittyy esimerkkikohteen ongelmakohtiin kiinteiden kattokiinnitteisten sairaalalaitteiden asennuksen osalta. Esimerkkikohteenä toimi Jorvin sairaalan päivystyslisärakennus.

Sairaalarakentamisessa rakennusliikkeet joutuvat usein uusien asioiden pariin ja erityisesti lääkintätekniikka on monille yrityksille vierasta ja haasteellista. Vaatimukset sairaalalaitteiden kiinnittämiseen ovat suuria, ja laitteiden asennusmarginaalit pieniä. Nämä syyt hankaloittavat kustannusten tarkkaa ennakkointia ja ovat projektille suuri taloudellinen riskitekijä.

Haastattelujen ja esimerkkikohteen ongelmien pohdinnan tuloksena saatiin ratkaisu, jolla kiinteät kattokiinnitteiset sairaalalaitteet olisi mahdollista asentaa ilman suuria lisäkustannuksia. Opinnäytetyön tuloksen avulla rakennusliike osaa ottaa huomioon asioita, jotka ovat aikaisemmin jääneet vähemmälle huomiolle. Liitteen taulukolla voidaan seurata hallitusti kiinnitysosien asennusten etenemistä.

### ASIASANAT:

sairaalarakentaminen, rakentaminen, teräsrakenteet, rakennussuunnittelu, aikataulusuunnittelu

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Construction engineering | Production management

Spring 2016 | 38 pages

Instructor Jyrki Haapasaari

Jenni Jokinen

## THE COSTS AND SCHEDULING OF CEILING MOUNTED MEDICAL EQUIPMENT

The Bachelor's thesis deals with the scheduling and cost management of ceiling mounted medical equipment. The thesis was commissioned by SRV Rakennus Oy which is a construction company for public projects. The topic is different problems in the installation of ceiling mounted medical equipment. Jorvi hospital was used as a sample case in this study.

During a hospital project many construction companies face new and challenging technical demands. The mounting demands of medical equipment are strict and installation tolerances very small. These facts make advanced cost evaluation almost impossible and raise the risk of financial loss.

As a result of interviews and problem solving of the case project was a solution which allows the installation without high additional costs. With the help of the solution a construction company is able to think more widely and consider matters which have received less attention in the past. The developed Excel table can be used to follow the progress of the installation of fastening parts.

### KEYWORDS:

hospital building, building, steel constructions, construction planning, schedule planning

# SISÄLTÖ

<b>SANASTO JA KÄYTETYT LYHENTEET</b>	<b>6</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>7</b>
<b>2 AIKATAULU</b>	<b>8</b>
2.1 Aikatauluttaminen	8
2.1.1 Yleisaikataulu	8
2.1.2 Rakentamisvaiheaikataulu	9
2.1.3 Viikkoaikataulu	10
2.1.4 Tehtäväsuunnittelu	10
<b>3 HANKINTA</b>	<b>11</b>
3.1 Hankintatyypit	12
3.1.1 Aliurakka	12
3.1.2 Rakennustuotehankinta	14
3.1.3 Pien- ja varastohankinnat	16
3.1.4 Palveluiden hankinta	16
<b>4 KUSTANNUKSET</b>	<b>17</b>
4.1 Kustannuslaskenta	17
4.2 Määrien mittaaminen	19
4.3 Tuotantovaiheen kustannuslaskenta	19
4.4 Lisä- ja muutostyölaskenta	20
<b>5 ESIMERKKIKOHDE</b>	<b>22</b>
5.1 Pohjatietoa	22
5.2 Kattokiinnitteiset kiinteät sairaalalaitteet	22
5.3 Sairaalalaitteiden hankinta	24
5.4 Sairaalalaitteiden aikataulut	25
<b>6 RATKAISU</b>	<b>27</b>
6.1 Aikataulu ja seuranta	27
6.2 Hankinta	28
6.3 Kustannukset	29
6.4 Välipohjalaatta	30

6.5 Mahdolliset ongelmat	30
6.6 Laipparatkaisu kuorilaatalle	33

<b>7 YHTEENVETO</b>	<b>36</b>
---------------------	-----------

<b>LÄHTEET</b>	<b>38</b>
----------------	-----------

<b>LIITTEET</b>	<b>- 39 -</b>
-----------------	---------------

Liite 1. Ote kattokiinnitteisten sairaalalaitteiden aikataulusta

Liite 2. Ote seurantataulukosta

Liite 3. Projektikuvaus aikaan ja vaiheisiin sidottuna

## SANASTO

KSL-laite	Kiinteä sairaalalaite, laite joka on asennettu sairaalaan kiinteäksi. KSL-laitteet käsittävät lääkintäteknisten laitteiden lisäksi mm. osastokeittiöt, RST-kalusteet, lääkekaapit, erikoiskalusteet sekä potilastilojen kalusteet jne
RST-kaluste	Ruostumattomasta teräksestä valmistettu kaluste
Projektinjohtourakka	Urakkamuoto, jossa ammattimainen projektinjohtototeuttaja johtaa rakennushanketta läheisessä yhteistyössä hankkeen tilaajan kanssa. Projektinjohtourakoinnissa projektinjohtourakoitsija (PJU) vastaa rakennuttamistehtävien sekä työmaan johtovelvollisuuksien lisäksi varsinaisesta rakennustyöstä tekemällä hankintasopimukset omiin nimiinsä.
Rakennuttaja	Rakennuttajalla tarkoitetaan henkilöä tai organisaatiota, joka ryhtyy rakennushankkeeseen tai muuta, joka ohjaa tai valvoo rakennushanketta.

# 1 JOHDANTO

Insinööri työ käsittelee aikataulutusta ja hankintaa liittyen kattokiinnitteisiin sairaalalaitteisiin. Työn tavoitteena oli helpottaa kattokiinnitteisten sairaalalaitteiden aikataulutusta sekä parantaa laitteiden asennuksen sujuvuutta työmaalla. Tavoitteena oli myös luoda ratkaisu SRV Rakennus Oy:lle, kuinka kattokiinnitteisten sairaalalaitteiden kanssa jatkossa toimittaisiin. Kuinka hallittaisiin tietojen keräystä kattokiinnitteisistä sairaalalaitteista, kuinka pidetään kustannukset hallinnassa ja miten kaikki työ kannattaa aikatauluttaa. Työssä esimerkkiprojektina toimi Jorvin sairaalan päivystyslisärakennuksen työmaa.

Työn alussa kerrotaan aikataulutuksesta ja kustannuksista yleisesti, jotta lopussa ratkaisuvaiheessa ratkaisut aukeaisivat paremmin. Materiaalin hankkimiseksi on haastateltu kahta asiantuntijaa sekä luettu useita materiaaleja läpi. Osa tiedoista perustuu myös omakohtaiseen kokemukseen Jorvin sairaalan päivystyslisärakennuksen työmaalta. Työ tiivistyy lopussa yhteenvedoon, jossa esitetään yksi vaihtoehto ratkaisulle. Ratkaisu on kuitenkin koottavissa minkä tahansa projektin mukaisesti sen lähtötietojen mukaan.

## 2 AIKATAULU

### 2.1 Aikatauluttaminen

Aikataulu toimii hankkeen toteutuksen mallina. Aikataulu on tehtävien ajoituksen ja ajankäytön suunnittelua. Aikataulua suunniteltaessa etsitään työn realistinen toteutusmalli käytettävissä olevien tietojen perusteella. Aikataulussa on määriteltä tavoitteita, joiden tulee olla realistisesti suunniteltuja sekä mitattavissa aikaan ja tuotokseen sidottuina. Nämä tavoitteet koskevat tehtävien aloittamista ja päättämistä aikataulun mukaisesti. (Mäki & Koskenvesa 2008, 18.)

Suunnitelma-aikatauluun sisältyy rakennussuunnittelun sisällön ja suunnittelun ajoituksen kuvaus. Suunnitelmien toimittamisaikataulu laaditaan rakentamisvaihetta varten, ja se on osa koko hankkeen rakennussuunnittelu-aikataulua. (Mäki & Koskenvesa 2008, 18.)

#### 2.1.1 Yleisaikataulu

Päätoteuttaja laatii työmaatoteutuksen perustan eli yleisaikataulun, joka on yleisten sopimusehtojen (YSE 98) mukainen urakkasopimuksen työaikataulu, jonka rakennuttaja hyväksyy. Edellytyksenä, että rakentaja voi laatia oman yleisaikataulunsa on, että rakennuttaja on laatinut oman yleisaikataulunsa sekä riittävät tekniset suunnitelma-asiakirjat ovat rakentajan tiedossa. Rakennuttajan laatimassa yleisaikataulussa esitetään yleisesti eri rakennusvaiheiden keskeisimmät tehtävät, hankinnat ja välitavoitteet. (Mäki & Koskenvesa 2008, 18.)

Koko hankkeen suunniteltu työnkulku on tarkoitus kuvata yleisaikataulussa. Työmaan toteutuksen ja ajoituksen ohjauksen mallina toimii päätoteuttajan yleisaikataulu. Yleisaikataulu toimii lähtötietona myös tarkemman tason suunnitelmille, kuten rakentamisvaihe- ja viikkoaikatauluille, sekä tehtäväsuunnittelulle. Yleisaikataulu on hankkeen työnaikaisen valvonnan peruste sekä työmaan keskeisin eri osapuolten välinen informaatiöväline. Onnistunut hankkeen toteutus



edellyttää suunnitelma-aikataulun, hankinta-aikataulun ja työmaan yleisaikataulun yhteentoimivuutta. (Mäki & Koskenvesa 2008, 27.)

Heti urakkasopimuksen solmimisen jälkeen laaditaan yleisaikataulu. Se laaditaan kuitenkin ennen rakennustyön alkamista tai kun päätös rakentamisen aloittamisesta on tehty. Yleisaikataulun laativat hankkeen työpäällikkö, työnsuunnittelija tai työmaainsinööri sekä vastaava työnjohtaja. (Mäki & Koskenvesa 2008, 27.)

### 2.1.2 Rakentamisvaiheaikataulu

Rakentamisvaiheaikataulun tarkoituksena on varmistaa yleisaikataulun saavuttaminen. Se laaditaan tietylle ajanjaksolle tai rakentamisvaiheelle. Rakentamisvaiheaikataulu antaa puitteet viikkoaikataulujen laadintaan, ja sen lähtötiedot tulevat yleisaikataulusta. (Mäki & Koskenvesa 2008, 28.)

Rakentamisvaiheaikataulu laaditaan rakentamisvaiheille, kuten maarakennus- ja perustus-, runko-, sisävalmistus- sekä luovutusvaiheelle tai 2–6 kuukauden pituisille ajanjaksoille. Laadintavastuu on aina työmaalla. Rakentamisvaiheen aikataulu toimii työmaan keskeisenä ohjausvälineenä toisaalta tarkkuutensa ja toisaalta yleisyytensä tähden. (Mäki & Koskenvesa 2008, 28.)

Tärkeimmät sivu- ja aliurakoiden tehtävät tulee myös esittää rakentamisvaiheaikataulussa mitoitettuna, tahdistettuna ja riippuvuuksiltaan rakennusteknisten töiden kanssa yhteen sovitettuna. Aikataulutavoitteisiin tulee myös sitoutua yhdessä, joten sivu- ja aliurakoitsijoiden työt suunnitellaan yhteistyössä näiden urakoitsijoiden kanssa. (Mäki & Koskenvesa 2008, 30.)

Työjärjestys rakentamisvaiheaikataululle suunnitellaan yleisaikataulun puitteiden mukaan siten, että nimikkeet jaetaan työlajeittain tai työkokonaisuuksittain (Mäki & Koskenvesa 2008, 30).

### 2.1.3 Viikkoaikataulu

Viikkoaikataulu toimii sivu- ja aliurakoitsijoiden toimintaohjeena sekä työkuntien etumiesten tiedonlähteenä. Sen tarkoituksena on varmistaa lyhyellä aikajänteellä työn tavoitteiden toteutuminen, resurssien tehokas käyttö sekä niiden riittävyys. (Mäki & Koskenvesa 2008, 31.)

Tavoitteet selvittää vastaava työnjohtaja tai työpäällikkö rakentamisvaihe- tai yleisaikataulun perusteella. Tavoitteeksi voidaan asettaa esimerkiksi tietty rakenne ja sen valmius tietynä päivänä. Tavoitteiden lisäksi selvitetään, miten niihin voidaan päästä ottaen huomioon käytettävissä olevat resurssit, resurssien lisätarve ja vapautumiset. Myös yhteistyö muiden työnjohtajien töiden kanssa tulee varmistaa. (Mäki & Koskenvesa 2008, 31.)

Viikkoaikataulun laadinta tapahtuu viikoittain, ja se laaditaan kerrallaan 1–3 viikoksi eteenpäin tehtävien mukaan. Alustavat viikkoaikataulut, jotka kunkin työkohteen työnjohtaja on laatinut, sovitetaan yhteen ja yhdistetään vastaavan työnjohtajan johdolla. Suunniteltujen ja toteutuneiden tehtävien vertailulla voidaan arvioida viikkotasolla aikataulujen ja suunnitelmallisen toiminnan tasoa. (Mäki & Koskenvesa 2008, 31.)

### 2.1.4 Tehtäväsuunnittelu

Tehtäväsuunnittelun tavoitteena on varmistaa yksittäisen rakennustyömaan tehtävän ajallisten ja taloudellisten tavoitteiden sekä niiden laatuvaatimusten saavuttaminen, jotka tehtävälle on asetettu. Tehtäväsuunnittelu koostuu kokonaisvaltaisesta suunnittelusta ja toteutuksen ohjauksesta suunnitelman mukaisesti. Suunnitelma tulee laatia hyvissä ajoin ennen tehtävän aloitusta. Tehtäväsuunnitelma aliurakoille tai työkaupoille laaditaan ennen urakoista tai työkaupoista sopimista. (Mäki & Koskenvesa 2008, 33.)

### 3 HANKINTA

Suunnittelu-aikataulun ja työmaan rakennusaikataulun sitoo yhteen hankintojen suunnittelu. Hankintojen ajoituksen määrää työmaan rakentamisaikataulu, mutta hankintoja varten tarvitaan suunnitelmat riittävän ajoissa. (Mäki & Koskenvesa 2008, 18.)

Hankinta tarkoittaa rakennustuotannossa käytettävien materiaali-, työ- ja palvelupanosten määrittelyä ja ostamista. Hankinnat voidaan luokitella lukuisilla eri tavoilla riippuen painotettavasta näkökannasta. Luokitteluperusteena voi toimia hankintatapa, hankintasisältö, maksuperuste, toimittajan laaduntuottokyky, hankintasuhteen kesto, hankinnan vaatima suunnittelutarve tai hankinnan kiireellisyys. (Junnonen & Kankainen 2001, 6.)

Junnoson ja Kankaisen Rakennusurakoitsijoiden hankintakäsikirjassa (2001) hankinnat on luokiteltu hankintasisällön ja hankinnan vaatiman suunnittelutarpeen perusteella kuuteen luokkaan (taulukko 1).

HANKINTATYYPPI		SOPIMUSTYYPPI
VAKIO	KOHDEKOHTAINEN	
vakio rakennustuote pienhankinta	kohdekohtainen rakennustuote	Hankintasopimus
vakio aliurakka	kohdekohtainen aliurakka	Aliurakkasopimus
vakio palvelu	kohdekohtainen palvelu	Vuokrasopimus Konsulttisopimus Suunnittelusopimus Kuljetussopimus

Taulukko 1. Hankintojen luokittelu (Junnonen & Kankainen 2001, 6.)

### 3.1 Hankintatyypit

#### 3.1.1 Aliurakka

Aliurakka on hankintatyyppi, johon kuuluu työpanoksen lisäksi usein myös rakennustuotteiden hankinta. Aliurakan sopimusehtoina käytetään yleensä Rakennusurakan yleisiä sopimusehtoja (YSE 98). Aliurakasta solmitaan urakkasopimus. Sopimukseen ja sopimusprosessiin tulee kiinnittää huomiota, sillä Suomessa ei ole urakkasopimuksia säätelevää lainsäädäntöä. Rakennusalalla tarjoukset ja sopimukset voivat olla vapaamuotoisia kirjallisia tai suullisia sopimuksia. Suullinen sopimus on myös pitävä, mutta sitä voi olla vaikea näyttää toteen. Kaikki tarjoukset ja sopimukset tulisi aina tehdä kirjallisina, jotta kaikkien osapuolien on helppo tarkistaa, mitä on sovittu. Kirjallisesta sopimuksesta on myös hyötyä mahdollisessa riitatilanteessa. Sopimus syntyy tarjouksesta ja siihen annetusta myöntävästä vastauksesta. (Junnonen & Kankainen 2001, 8-9.)

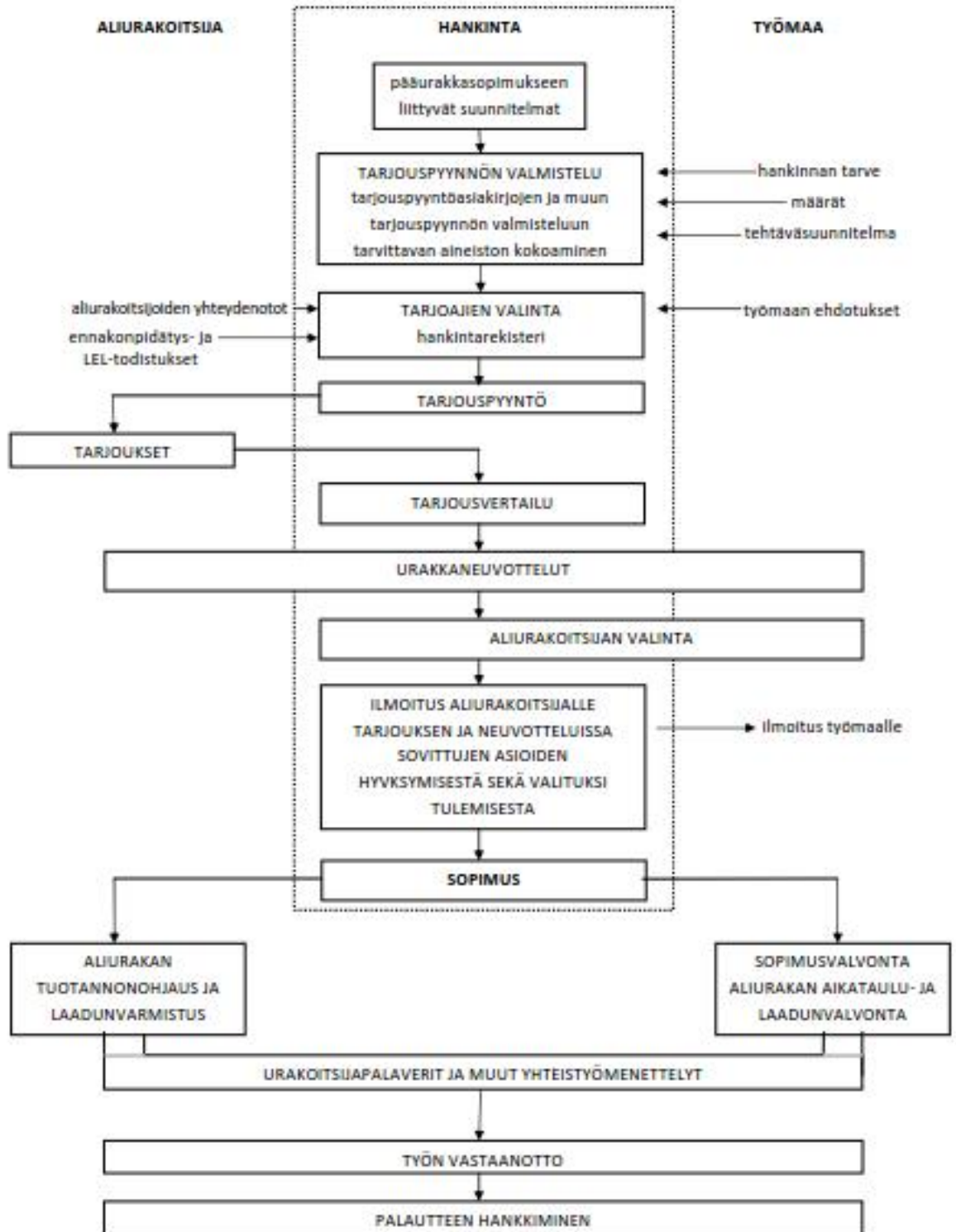
Aliurakat voivat perustua joko kausisopimuksiin tai kirjallisiin tarjouspyyntöihin. Jos aliurakka perustuu kausisopimukseen, tulee urakkaa täsmentää vielä erikseen kirjallisin tilauksin, joissa otetaan huomioon kohdekohtaiset erityisvaatimukset. (Junnonen & Kankainen 2001, 8-9.)

Sopimusprosessi on jaettavissa kahteen osaan (kuva 1): ensimmäinen osa sisältää vaiheet, jotka johtavat aliurakkasopimuksen syntymiseen, ja toinen osa puolestaan kuvaa menettelyn asioiden hoitamiseksi sopimuksen voimassaoloaikana. (Junnonen & Kankainen 2001, 8-9.)

Sopimussisältöön vaikuttavat aliurakkaan kohdistuvat tavoitteet ja vaatimukset. Kun sopimus on tehty, osapuolten käytettävissä ovat vain ne ohjaukeinot, jotka on määritelty sopimuksessa ja sopimusehdoissa. (Junnonen & Kankainen 2001, 8-9.)

Aliurakan kustannuksiin voidaan vaikuttaa pääasiassa ennen sopimuksen tekoa. Sopimuksessa luodaan ehdot aliurakan ajalliselle ja laadulliselle toteutuk-

selle, ja sopimuksen teon jälkeen aliurakoitsijan toimintaan voidaan vaikuttaa sopimuksen suomissa rajoissa. (Junnonen & Kankainen 2001, 8-9.)



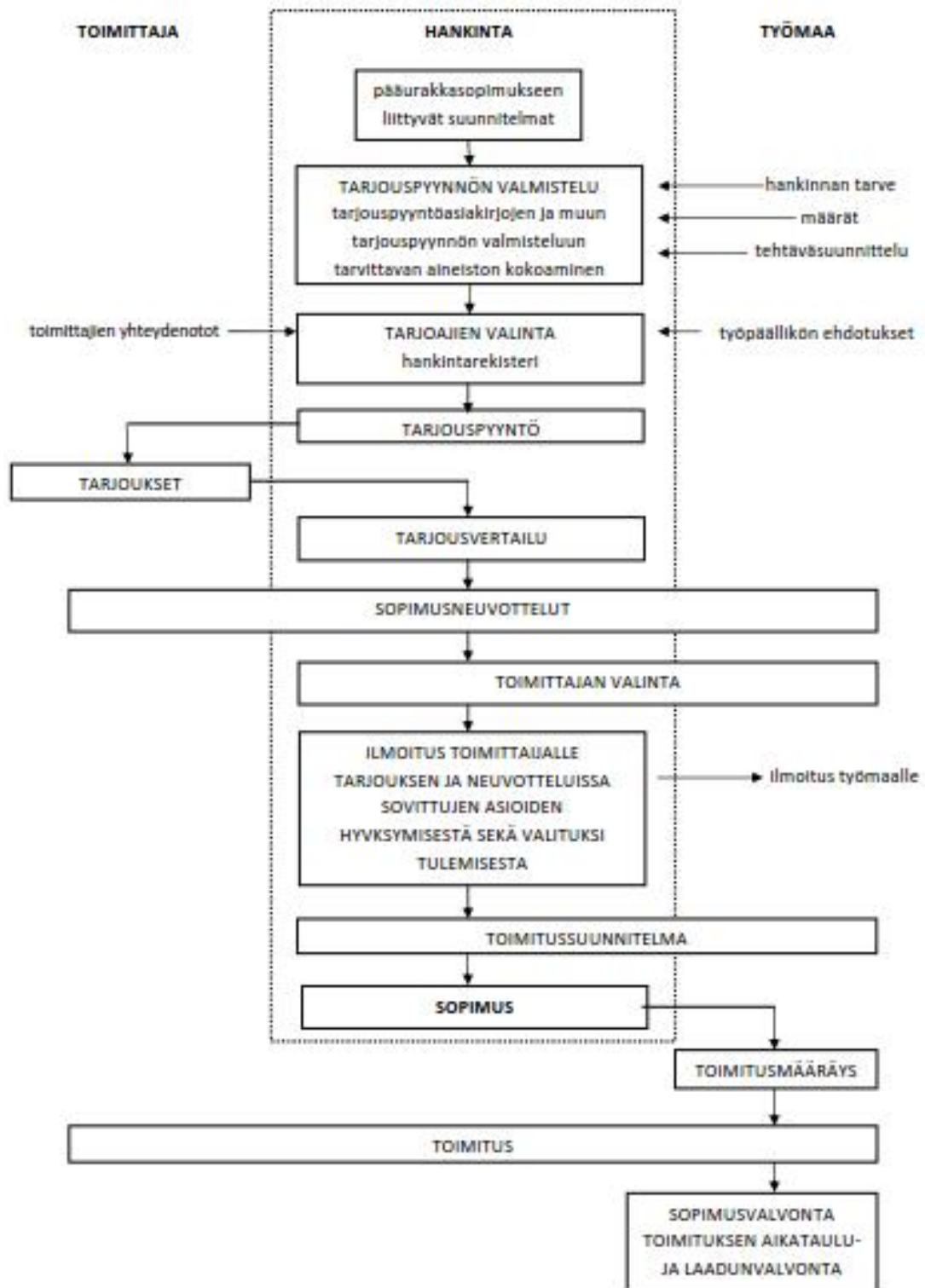
Kuva 1. Aliurakan sopimusprosessi (Junnonen & Kankainen 2001, 9.)

### 3.1.2 Rakennustuotehankinta

Rakennustuotehankintoihin katsotaan hankinnat, joihin sisältyy korkeintaan hyvin vähäinen määrä työmaalla tehtävää asennustyötä Rakennustuotehankinnoista tehdään hankintasopimus, jossa materiaalin tai tuotteen toimittaja sitoutuu luovuttamaan sovitun tuotteen määräaikana tai määräajassa vastiketta vastaan. Tuote voi olla suunnitelmien mukaan tehty tai yleisessä myynnissä oleva esine tai materiaali. Pääpaino hankinnassa on tuotteen ostamisessa ja omistusoikeuden saamisessa tuotteeseen. Aliurakan tavoin sopimusprosessi on jaettavissa kahteen osaan (kuva 2). (Junnonen & Kankainen 2001, 10.)

Rakennustuotehankinnat perustuvat kirjallisiin tarjouspyyntöihin ja tarjousten hyväksymiseen, kausisopimuksiin tai puhelintilauksiin. Rakennustuotehankintoja suunnitellaan, jotta pystytään huolehtimaan hankintojen edullisesta, määrällisesti oikeasta ja ajallisesti työn etenemiseen nähden sopivasta suorituksesta. (Junnonen & Kankainen 2001, 10.)

Kausisopimuksessa toimittajan kanssa tehdään sopimus jonkin tietyn tuotteen tai palvelun toimittamisesta sovittuun hintaan. Tämän kaltaisia tuotteita ovat esimerkiksi puutavara, betoni ja eristeet. Kausisopimukset voidaan sopia vuosittain tarjouksien perusteella. (Junnonen & Kankainen 2001, 10.)



Kuva 2. Rakennustuotehankinnan sopimusprosessi (Junnonen & Kankainen 2001, 11.)

### 3.1.3 Pien- ja varastohankinnat

Pienhankinnat perustuvat viikoittain työmaalla havaittujen puutteiden johdosta tilattujen tai itse haettujen rakennusmateriaalien hankintaan. Pienhankintojen määrää tulisi vähentää. Pienhankinnat voidaan hoitaa sisällyttämällä ne muihin hankintoihin ja keskittämällä loput pienhankinnat muutamalle toimittajalle. Kun pienhankintoja sisällytetään muihin hankintoihin, niiden määrää voitaisiin vähentää. (Junnonen & Kankainen 2001, 11-12.)

Pienhankinnat voidaan hoitaa puhelintilauksina tai noutona. Ennen hankintaa on kuitenkin varmistettava, ettei tarvittavaa materiaalia tai tarviketta ole yrityksellä varastossa. Noutoja keskittämällä voidaan alentaa kuljetuskustannuksia. Yrityksen hankintaosasto valmisteleo ja hoitaa varastohankinnat. Työmaalla varastoidaan käyttötarvikkeita, jotka ovat lajikemäärältään suppeita, mutta silti usealla työmaalla käyttökelpoisia. (Junnonen & Kankainen 2001, 11-12.)

### 3.1.4 Palveluiden hankinta

Työmaatason hankinnoista yleisimmät palvelut ovat erilaiset työmaapalveluihin liittyvät palvelut, kuten nosto- ja konepalvelut. Näiden lisäksi voidaan hankkia erilaisia asiantuntijapalveluita, kuten suunnittelu-, mittaus- ja pohjatutkimuspalveluita. (Junnonen & Kankainen 2001, 12.)

Palvelu voidaan hankkia vuokra- tai urakkasopimuksella, jotka eroavat toisistaan vastuukysymysten ja velvollisuuksien osalta. Urakoinnissa urakoitsija vastaa omasta työnjohdostaan ja vastuustaan työtuloksen aikaansaamiseksi. Vuokrauksessa tilaajalla on sekä työnjohto että vastuu työkokonaisuuden saavuttamisesta. Urakan ja vuokrauksen välinen ero on hyvä pitää mielessä selkeänä, jotta vältytään tarpeettomilta epäselvyyksiltä vastuukysymysten kohdalla. (Junnonen & Kankainen 2001, 12.)



## 4 KUSTANNUKSET

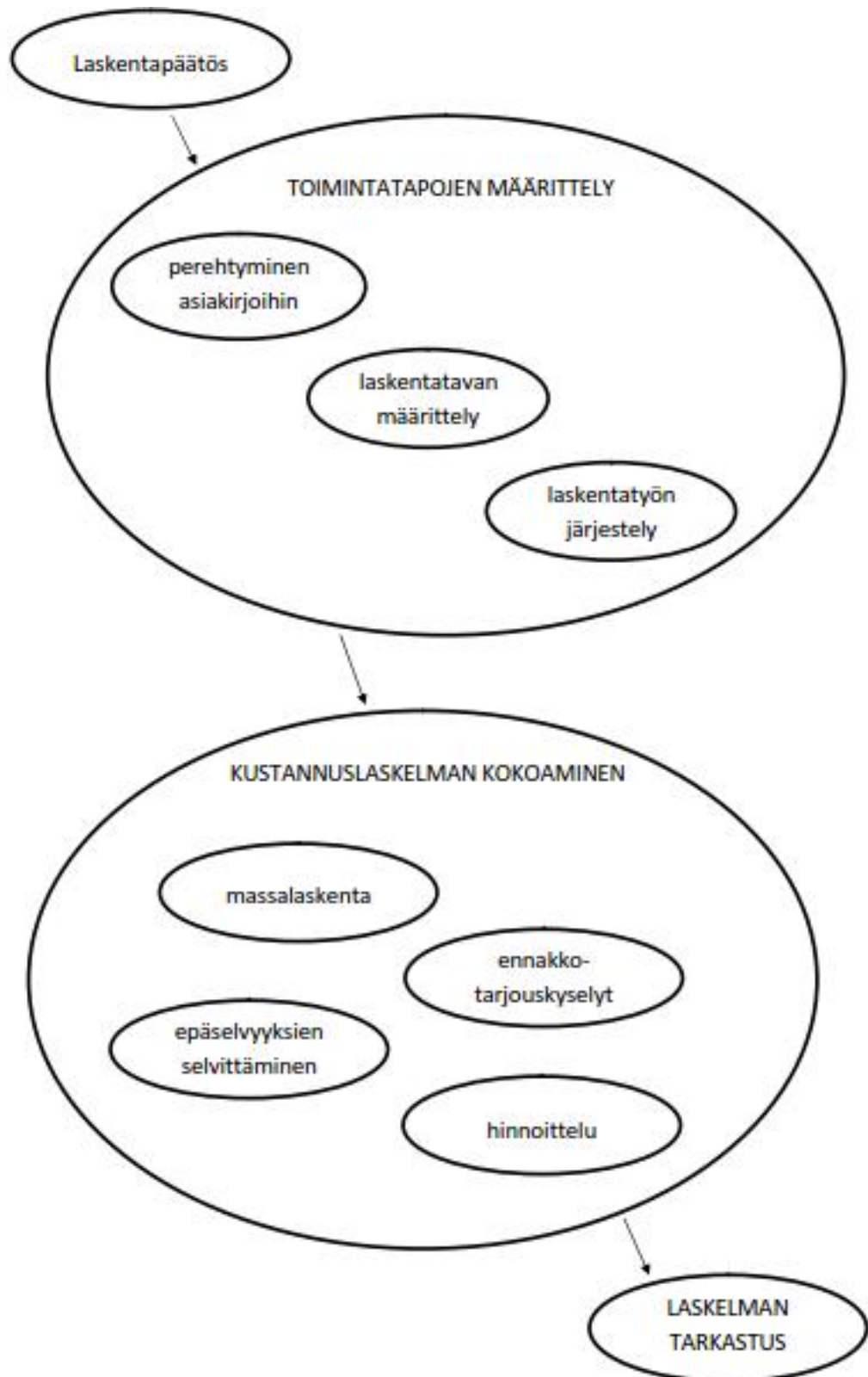
### 4.1 Kustannuslaskenta

Kustannuslaskenta määrittää hankekustannukset eli kustannukset, jotka aiheutuvat hankkeen toteuttamisesta. Kustannuslaskelmat kattavat kaikki urakkaan ja sen toteuttamiseen kuuluvat asianmukaiset kustannukset. Kustannuslaskelma hinnoitellaan sen hetkiseen hintaan ilman arvonlisäveroa. (Lindholm 2009, 21.)

Kustannuslaskelma tehdään esimerkiksi silloin, kun päätetään osallistua tarjouspyynnön pohjalta kyseiseen tarjouskilpailuun. Kustannuslaskelma pitää sisällään laskettavan kokonaisuuden rajauksen ja määrittämisen perehtymällä kohteen asiakirjoihin, kustannuslaskelman kokoamisen sekä kustannuslaskelman tarkastukset (kuva 3). (Lindholm 2009, 21.)

Kustannuslaskelman lähtötietoina toimivat tilaajan lähettämät tarjouspyyntöasiakirjat. Rakennusalalla vakiintuneita tarjouspyyntöasiakirjoja ovat tarjouspyyntökirje, urakkaohjelma ja urakkarajaliite, yksikköhintaluettelo ja tarjouslomake sekä tekniset asiakirjat. (Lindholm 2009, 21.)

Tarjous- tai kustannuslaskennasta vastuussa olevan henkilön on perehdyttävä asiakirjoihin ja suunnitelmiin huolella ja pyrkiä saamaan yleiskuva hankkeesta. Erityisesti rakennusselitys ja erikoistöitä koskevat työselitykset tulee käydä huolella läpi ja samalla laittaa merkille merkittävät hankinnat ja erikoiset työt. (Lindholm 2009, 21.)



Kuva 3. Kustannuslaskennan vaiheet (Lindholm 2009, 22.)

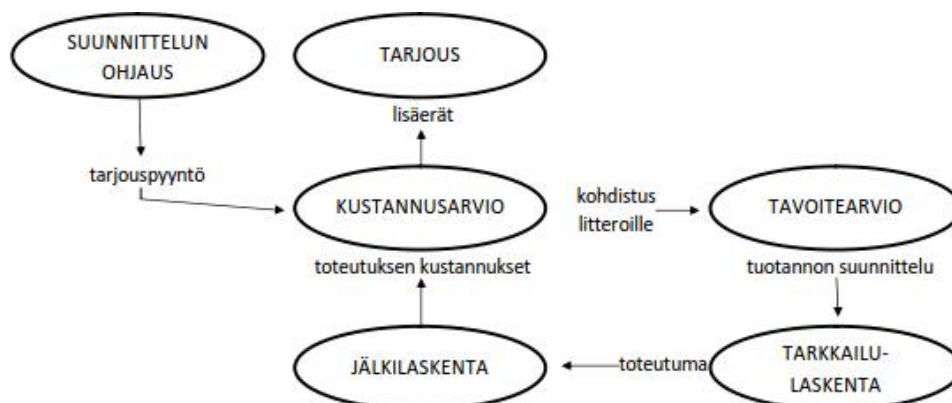
## 4.2 Määrien mittaus

Määrien mittaus tapahtuu Talo 80-, Talo 90- tai Talo 2000 - määrälaskentaohjeen mukaan. Määriä laskiessa suoraan mitattavissa olevat määrät saadaan suunnitelmista suoraan mittalukuna tai laskutoimituksen avulla. Puutteellisten suunnitelmien vuoksi kaikkia rakennusosarakenteita ei voida muuttaa täysin vastaamaan tuotesuunnitelmia vielä tarjouslaskentavaiheessa. Määriä joudutaan tämän vuoksi arvioimaan, ja siihen käytetään yritystiedostossa valmiina olevaa suunnitteluratkaisultaan lähinnä vastaavaa rakennetta. Toistuvissa määrissä, kuten esimerkiksi silloin, kun sama huone on useassa kerroksessa, mitataan ja lasketaan toistuvan perusosan määrät ja kerrotaan perusosien lukumäärällä. (Lindholm 2009, 24.)

## 4.3 Tuotantovaiheen kustannuslaskenta

Tuotantovaiheen kustannuslaskenta alkaa urakoitsijan saadessa tilaajalta tarjouspyynnön. Laskennan tavoitteena on hankkeen toteutuksesta aiheutuvien todennäköisten kustannusten määrittäminen. (Lindholm 2009, 38-45.)

Kustannusarvio muodostaa tarjouksen ja tuotannon tavoitearvion perustan. Kustannusarvioon lisätään tarjouksen lisäerät tarjousta varten. Sopimuksen solmimisen jälkeen urakoitsija muokkaa kustannusarvion tavoitteelliseksi ohjeeksi työn taloudellista toteutusta varten. (Lindholm 2009, 38-45.)



Kuva 4. Hankekustannuslaskennan vaiheet (Lindholm 2009, 38-45.)

Tavoitearvio ja yleisaikataulu muodostavat yhdessä mallin ja tavoitteen hankkeen resurssien käytölle ja hankinnoille, joita täydennetään tehtäväsuunnittelun avulla. (Lindholm 2009, 38-45.)

Kohteen ja sen osien taloudellinen onnistuminen sekä määrät ja hinnat tarkistetaan toteutuneiden kustannusten jälkilaskennan avulla. Yrityksen kustannustiedot päivitetään jälkilaskentaan perustuen palvelemaan uusien kohteiden kustannusarvio- ja tarjouslaskentaa. (Lindholm 2009, 45-47.)

Jälkilaskennan tiedot kertovat, kuinka tarkasti kustannuslaskennat kuvasivat toteutuvia kustannuksia. Toteutuneita kustannuksia on mahdollisuus hyödyntää yrityksen tuotantoprosessin kehittämisessä ja kustannustietouden parantamisessa. Jälkilaskennassa analysoidaan toteutumatietojen poikkeamat tavoitearvioksi, ja tiedot tallennetaan kustannuslaskennan vaatimassa muodossa. (Lindholm 2009, 45-47.)

#### 4.4 Lisä- ja muutostyölaskenta

Muutostyöt ovat urakkasuorituksen aikana rakennushankkeen toteutukseen tulleita muutoksia, jotka eivät muuta oleellisesti urakkasuoritusta toisen luontoiseksi. YSE 1998:n mukaan urakoitsija on velvollinen toteuttamaan muutostyöt. (Lindholm 2009, 48-49.)

Lisätyöt ovat alkuperäiseen rakennushankkeeseen kuulumattomia töitä, jotka muuttavat alkuperäistä rakennushanketta niin paljon, että ei voida enää puhua muutostöistä. Lisätöiden suorittaminen ei kuulu urakoitsijan velvollisuuksiin. (Lindholm 2009, 48-49.)

Useasti rajan vetäminen lisä- ja muutostöiden välille on hankalaa käytännön rakennushankkeessa. Suurista ja selkeistä lisätöistä urakoitsijan tulee tehdä erillinen lisätyölaskelma ja antaa erillinen lisätyötarjous, jonka tilaaja hyväksyy tai hylkää. Kun lisä- ja muutostyöt ovat laajuudeltaan pienehköjä, voidaan ne

käsitellä kustannuslaskennan näkökulmasta samalla tavalla. (Lindholm 2009, 48-49.)

## 5 ESIMERKKIKOHDE

### 5.1 Pohjatietoa

Esimerkkikohteena toimii Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin (HUS) Jorvin Sairaalan päivystyslisärakennushanke, joka käsittää Jorvin sairaalan rakennettavan lisärakennuksen ja nykyisen rakennuksen liityntäalueilla olevien tilojen muutostyöt. Hankkeen suunnitelmien mukaan bruttoalaa oli 17 212 brm<sup>2</sup>, kerrosalaa oli 12 510 kem<sup>2</sup> ja tilavuutta yhteensä 77 392 m<sup>3</sup>. Hankkeen kokonaisbudjetti oli n. 56 milj. €. Hankkeessa rakennuttajana toimi HUS-Kiinteistöt Oy ja projektinjohtourakoitsijana toimi SRV Rakennus Oy. Kohde luovutettiin rakennuttajalle 2.11.2015 (SRV Rakennus Oy, Projektisuunnitelma Jorvin sairaalan päivystyslisärakennus 2014, 5)

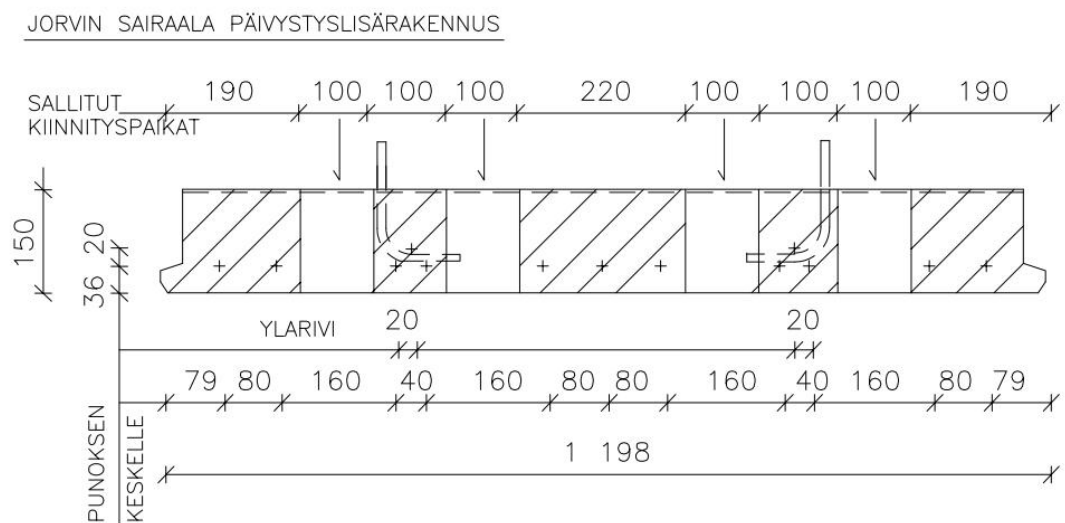
Kohde oli jaettu kolmeen lohkoon A, B ja C, joita rakennettiin järjestyksessä A-C. Lisärakennuksessa oli viisi kerrosta, T-, K-, 1., 2. ja 3. kerros, sekä näiden lisäksi rakennettiin helikopteritorni. T-kerrokseen sijoitettiin välinehuoltotilat sekä henkilöstön pukutilat. K-kerroksessa oli lasten, sekä aikuisten päivystyspoliklinikat sekä näiden lisäksi tarkkailu- ja valvontahuoneita. Päivystys- ja vuodeosasto olivat 1. kerroksessa, teho- ja palovammaosasto puolestaan 2. kerroksessa. 3. kerros oli varattu ilmanvaihtokonehuoneille.

### 5.2 Kattokiinnitteiset kiinteät sairaalalaitteet

Kattoon kiinnitettäviä kiinteitä sairaalalaitteita tuli yhteensä 213 kappaletta. Jokaisen laitteen alle kiinnitettiin teräksestä valmistettu kiinnityslevy tai -pukki. Alun perin kiinnityslevyjä ja -pukkeja piti tulla vain muutamien laitteiden alle, ja loput laitteet olisi kiinnitetty suoraan kattoon laitteen oman kattokiinnityslevyn kanssa.

Yleisaikataulun mukaan kattokiinnityslevyjen asennus piti aloittaa lokakuussa 2014. Työmaalla ei kuitenkaan silloin ollut vielä yhtään kattokiinnityslevyä. Asi-

aa alettiin tutkia tarkemmin ja huomattiin, että yhtään laitteen omaa kattokiinnityslevyä ei voida suoraan kiinnittää jännepunoslaattaan, joka oli valittu välipohjarakenteeksi. 1 198 mm leveässä jännepunoslaataassa oli neljä 100 mm leveää kohtaa, joihin kattokiinnityslevy olisi voitu kiinnittää (kuva 5). Kattokiinnityslevyjen kiinnitysankkurien kohdat eivät kuitenkaan osuneet sallittuihin kiinnityspaikoihin. Tästä johtuen jokaisen kattokiinnitteisen KSL-laitteen alle jouduttiin suunnittelemaan kiinnitysalusta, jonka kiinnitysankkurit osuisivat sallittuihin kiinnityskohtiin.



Kuva 5. Mittakuva jännepunoslaatasta, jossa näkyy sallitut kiinnityspaikat

Suunnitelmia erillisistä kattokiinnityslevyistä ja -pukeista alkoi tulla projektipankkiin Sokoprohon pieniä määriä kerrallaan. Suurin osa piirustuksista muuttui vielä hieman maaliskuuhun 2015 mennessä. Konepaja- ja teräsrakenneurakointiyritykseltä oli tilattu pukkien ja levyjen valmistus. Yritys valmisti kiinnitysosat käsitöinä jokaisen piirustuksen mukaisesti. Ensimmäisen erän osien valmistus kesti noin kuukauden, jonka jälkeen saman yrityksen asentajat tulivat asentamaan kiinnitysosia.

Kattokiinnityslevyt ja -pukit asennettiin kattoon suunnitelmien mukaan 4–8 kiila-ankkurilla, jotka olivat osasta riippuen M14 tai M16 ja joiden pituus vaihteli 70–110 mm. Kiila-ankkureille porattiin reiät kattoon merkityille paikoille, ja pukka tai levy nostettiin paikalleen kanavanostinta apuna käyttäen.

Kattokiinnityslevyjen ja -pukkien asennus oli tiedossa jo ennen kuin suurinta osaa muusta tekniikasta alettiin asentaa. Kattoon oli merkitty paikat sairaalalaitteille, mutta muita asennuksia tehtäessä oli arvioitu laitteen laipan koko väärin ja muu tekniikka kulki liian läheltä asennuspaikkaa. Tekniikkaa jouduttiin purkamaan huomattavia määriä, jotta kiinnityslevyt ja -pukit saatiin kattoon kiinni. Myös alakattorunkoa purettiin pukki- ja levyasennuksen vuoksi.

Kattokiinnityslevyjen tuotanto, asennus ja tekniikan purkaminen asennusten edeltä sekä tekniikan takaisin asennus aiheuttivat useiden satojentuhansien eurojen suuruisen muutostyön rakennuttajalle.

### 5.3 Sairaalalaitteiden hankinta

Jorvin päivystylisärakennuksen projekti toteutettiin projektinjohtourakkana, mutta sairaalalaitteiden hankinta jätettiin rakennuttajalle. Laitehankinta käynnistyi syksyllä 2013, mutta laitehankinnan loppuunsaattaminen vei aikaa. (I. Huuskonen, henkilökohtainen tiedonanto 29.1.2016.)

Laitteiden hankinnassa suuressa osassa olivat käyttäjät. Käyttäjät ovat sairaanhoidon ammattilaisia, jotka työskentelevät Jorvin sairaalassa. Käyttäjät tekivät kohteen toiminnallista suunnittelua, eli tilojen käytön suunnittelua sairaanhoitotyön ohessa. Toiminnallinen suunnittelu on vaativaa, ja tilojen käyttötarkoitukset muuttuivat ja joitakin tiloja yhdistettiin, jotta saatiin tilojen käyttöaste nousemaan riittävän korkeaksi.

Sairaalatilojen suunnittelussa on yksikkökeskeisen suunnittelun sijaan siirrytty tarkastelemaan toimintoja kokonaisuuden kannalta potilas- ja prosessilähtöisesti. Jokainen potilaan hoitoprosessi on ainutlaatuinen tapahtuma, mutta potilaiden hoidot voidaan ryhmitellä hoitoprosesseiksi, joilla on yhteneväisiä piirteitä. Perusprosessien ryhmitteleminen edesauttaa toiminnan kokonaisvaltaista hahmottamista sekä resurssien, niin henkilökunnan kuin tilojen, jakamista eri tarpeiden mukaan. (Toiminnallinen suunnittelujaos 2016)



Toiminnallisen suunnittelun tarkoituksena on konkretisoida tarkemmin se, miten toiminta ja prosessit toteutetaan ja organisoidaan. Teknisten suunnittelijoiden ja arkkitehtien olisi hyvä olla mukana toiminnallisen suunnittelun aikana jakamassa osaamistaan ja sisäistämässä palvelutuotannon suunnittelun perusajatukset. (Tolkki, Kekomäki & Kekäläinen 2013, 4.)

Toiminnallinen suunnittelu vaikuttaa laitemäärittelyyn. Tilan käyttötarkoitus pitää olla selvillä, jotta voidaan määritellä millaisia sairaalalaitteita tila tarvitsee ja minkä tasoinen huoneen varustelun tulee olla.

Ongelmana on se, että KSL-laitteita ei haluta hankkia liian aikaisin. Käyttäjät etsivät koko ajan parasta mahdollista ratkaisua, ja sen vuoksi laitetietoa ei ole saatavilla silloin, kun se olisi rakentamisen kannalta optimaalista, eli heti kun runko on valmis ja ennen kuin talotekniikka-asennukset alkavat. (I. Huuskonen, henkilökohtainen tiedonanto 29.1.2016.)

Tilaajan tulisi kartoittaa jo hankesuunnitteluvaiheessa, millaisia laitteita ollaan hankkimassa. Tässä tapauksessa on vain se ongelma, että joskus suunnittelun ja asennusten välissä voi olla useampi vuosikin. Tuona aikana lääkintälaitteiden tekniikka voi jo muuttua radikaalisti. (E. Kopra, henkilökohtainen tiedonanto 5.2.2016.)

Jorvin projektissa rakennuttaja hankki sairaalalaitteet, mikä on hyvä, sillä urakoitsija ei voi tietää, mitä käyttäjät todella haluavat, eikä urakoitsijalla ole paljoa kokemusta tai tietoa sairaalalaitteista. Toisaalta laitehankinta voitaisiin sisällyttää myös urakkaan ainakin projektinjohtomallissa, sillä rakennuttajalla on tässä mallissa hyvä mahdollisuus olla vaikuttamassa hankintaan.

#### 5.4 Sairaalalaitteiden aikataulut

Laitehankinta Jorvissa käynnistyi jo syksyllä 2013. Laitteilla on pitkät toimitusajat, eikä kaikkia laitteita edes tiedetä vielä projektin alussa, sillä uuteen sairaalaan halutaan viimeisintä tekniikkaa, jolloin sairaalalaitteiden tilausta venytetään viimeiseen asti, jotta saadaan varmasti uusinta mallia olevat laitteet.

Yleisaikatauluun oli merkattu laippa-asennusten ajankohdaksi lokakuu 2014, mutta tähän tavoitteeseen ei kuitenkaan päästy, sillä levyt eivät olleet tuotannossa vielä silloin. Laitteita alkoi tulla työmaalle kesän alussa, kun teräsrakenneurakoitsijan suorittamat kiinnityslevyasennukset olivat loppusuoralla.

Ongelmia aikataulun pitävyyden kanssa oli mm. niissä tilanteissa, kun jo valmiita kiinnityslevyjä jouduttiin muokkaamaan. Usein virhe ei johtunut teräsrakenneurakoitsijasta eikä suunnittelukonsultista, vaan laitteiden lähtötiedot olivat muuttuneet kesken projektin, eivätkä ne olleet kulkeutuneet suunnitelmiin asti.

Aikataulusuunnittelu ei aina onnistu, sillä tilaajan käyttäjät voivat tuoda viime hetkellä uusia laitetietoja, joihin ei ole varauduttu. Asia on kuitenkin nykyisin paranemaan päin, koska tilaajan hankintoja huomioidaan riittävän ajoissa. (E. Kopra, henkilökohtainen tiedonanto 5.2.2016)

Ongelmana on myös tehtävien yhteensovitus, sillä talotekniikka- ja alakatto-asennukset osuvat usein kiinteiden kattokiinnitteisten sairaalalaitteasennusten tielle. Jos talotekniikka-asennukset ovat liian lähellä laitteen kiinnityskohtaa tai alakatto on ummistettu liian lähelle laitetta, joudutaan näitä jo valmiita asennuksia purkamaan. Kaikki muutokset aiheuttavat aina lisäkustannuksia sekä mahdollisia aikataulun venymisiä.

Kiinteitä kattokiinnitteisiä sairaalalaitteita ei myöskään tule ottaa työmaalle liian aikaisin, vaikka asennukset ovatkin yleensä aikaa vieviä. Laitteiden asennus tulisi ajoittaa niin, että kaikki kytkennät, mitä laite vaatii, olisi kerralla tehtävissä, jottei työmaalle erikseen tulevia asentajia tarvitsisi kutsua montaa kertaa laitetta asentamaan. Laitteet ovat kalliita ja ne tulee suojata, jotta laitteeseen ei tule ulkoisia vaurioita. Mitä enemmän työmaa on sisävaiheiltaan kesken laitteiden asennushetkellä, sitä suurempi riski on siihen, että tuhansien eurojen arvoinen laite vaurioituu jotenkin ennen luovutusta.

## 6 RATKAISU

### 6.1 Aikataulu ja seuranta

Kaikki sairaalalaitteet tulisi ottaa huomioon jo yleisaikataulussa, jonka päätoimeuttaja (esim. projektinjohtourakoitsija eli PJU) laatii, kuten Jorvissakin oli tehty. Sairaalalaitteille tulisi varata myös oma tilansa rakentamisvaihe aikataulusta, jotta asennukset voisi helpommin sovittaa yhteen muiden töiden kanssa ja tällä varmistettaisiin yleisaikataulun saavuttaminen myös KSL-laitteiden osalta.

Sairaalalaitteiden tilauksen varmistumisen jälkeen on mahdollista arvioida toimitusajankohdat, jolloin sairaalalaitteille voidaan laatia oma aikataulunsa, kuten liitteessä 1, jossa on eritelty kattokiinnitteiset KSL-laitteet, jotka vaativat erillisiä laippa-asennuksia. Liitteessä 1 on arvioitu useiden KSL-laitteiden toimitus- ja asennusaikataulua.

Kun kattokiinnitteisten KSL-laitteiden aikataulu ja koko muukin aikataulu on hyväksytty, voi kattokiinnitteisten KSL-laitteiden laippa-asennusten seurannassa käyttää Jorvin projektiin laadittua seuranta Excel-taulukkoa. Taulukkoa voi muokata projektin mukaiseksi. Taulukossa on eritelty kaikki kattokiinnitteiset KSL-laitteet huoneittain, kerroksittain ja lohkoittain. Taulukkoon merkitään, onko asennus esteellinen, kesken vai valmis, minkä mukaan taulukko määrittää kerroksen valmiusasteen kattokiinnitteisten KSL-laitteiden laippa-asennuksen osalta. Päivämääräksi merkitään se päivä, milloin asennus on tarkistettu. Kun asennus on merkitty valmiiksi, ei päivämäärää enää muuteta, jolloin päivämäärä kertoo, milloin kunkin laitteen laipan asennus on saatettu loppuun. Seurantataulukko edellyttää joko asentajien päivittäistä raportointia, mitä laippoja he ovat kiinnittäneet tai esimerkiksi viikoittain tai joka toinen päivä tehtävää tarkastuskierrosta työmaalla laippojen osalta. Mitä harvemmin taulukkoa päivittää ja tarkastuskierroksia tekee, sitä epätarkemmin taulukko kertoo laippojen asennuspäivämäärät. Liitteessä 2 on ote seuranta-taulukosta.

KSL-laitteille voi laatia myös yleisen tehtäväsuunnitelman helpottamaan asennusta. Tehtäväsuunnitelma voi olla yleinen kaikille KSL-laitteille, ja sitä voidaan tarkentaa laitekohtaiseksi tai asennuskohtaiseksi laitteesta ja asennustavasta riippuen.

## 6.2 Hankinta

KSL-laitteilla useasti käsitetään vain lääkintätekniisiä laitteita, vaikka kyseessä on muitakin tuotteita, joista lääkintätekniiset laitteet ovat vain yksi osa. KSL-laitteet käsittävät lääkintätekniisten laitteiden lisäksi osastokeittiöt, ruostumattomat teräskalusteet eli RST-kalusteet, lääkekaapit, erikoiskalusteet sekä potilas-tilojen kalusteet jne.

KSL-laitteiden hankinta kannattaa esimerkiksi projektinjohtourakkamallissa jättää rakennuttajalle vähintään lääkintätekniisten laitteiden osalta, vaikka yleensä projektinjohtourakkamallissa projektinjohtourakoitsija vastaa myös varsinaisesta rakennustyöstä tekemällä hankintasopimukset omiin nimiinsä. Koska projektinjohtourakoitsijalla ei mahdollisesti ole riittävää tietotaitoa laitteiden tilaukseen, eikä se voi tietää hyvin käyttäjien tarpeita rakennuttajan tilatessa ainakin lääkintätekniiset laitteet välttään väärinymmärryksiltä ja saadaan käyttäjiä parhaiten palvelevat laitteet.

Edellytyksenä, että rakennuttaja voi tehdä hankinnat hyvissä ajoin ja voidaan alkaa suunnittelemaan kattokiinnitteisten KSL-laitteiden laippoja, tulee toiminnallisen suunnittelun olla hyvällä mallilla, ja suunnitelmien lääkintätekniisiä KSL-laitteita koskien olla valmiina. Tällöin tulee tietää, mitä tiloja hanke sisältää ja minkälaisia lääkintätekniisiä laitteita tilat vaativat ja kuinka paljon. Kun käyttäjät ovat suuressa osassa toiminnallisessa suunnittelussa, tulisi käyttäjien keskittää huomionsa siihen, että toiminnallisen suunnittelun loppuun vieminen ei veisi pidempään kuin on tarvetta.

Rakennuttajan tehdessä lääkintätekniisten KSL-laitteiden hankinnat tulee yhteistyön ja yhteydenpidon olla tiivistä rakennuttajan, pääurakoitsijan sekä laiteto-

mittajan välillä. Aikataulutiedot pitää kulkea urakoitsijalta laitetoimittajalle asti ja toisin päin.

Kattokiinnitteiset KSL-laitteet kannattaa hankkia asennettuna, eli laitetoimittaja toimittaa laitteen työmaalle ja samasta paikasta tulevat ammattitaitoiset asentajat, jotka tuntevat laitteen ja sen asennustavan. Myös kattokiinnitteisten KSL-laitteiden kiinnitysosa-asennus tulee pyrkiä hankkimaan asennettuna. Kiinnitysosien eli laippojen valmistajilla sekä asentajilla on myös pätevyys muokata tarvittaessa ja työmaan olosuhteiden salliessa laippaa työmaalla.

Jos hankinta halutaan sisällyttää esimerkiksi projektinjohtourakkamallissa urakkaan, kuten kaikki muut hankinnat, tulee urakoitsijan apuna olla käyttäjän edustaja sekä rakennuttajalta joku, joka tuntee KSL-laitteet ja tietää, mitä käyttäjät haluavat. Yhteistyön täytyy olla tässä tapauksessa saumatonta, koska urakoitsijalla ei ole tietotaitoa lääkintäteknisistä laitteista. Ratkaisulla vältyttäisiin välisiltä, kun suunnitellaan aikataulua ja kun laitteita aletaan toimittaa työmaalle ja asentamaan.

### 6.3 Kustannukset

Kun rakennuttaja hankkii lääkintätekniset KSL-laitteet, ei urakoitsijan tarvitse huolehtia kustannuksista niihin liittyen. Kattokiinnitteisten sairaalalaitteiden arvioidun määrän laskemalla on mahdollista määritellä kustannukset, jotka aiheutuvat kiinnitysosista. Kun kiinnitysosat koostuvat teräslevystä, pulteista ja mutteista sekä valmistus- ja asennustyöstä, on mahdollisen aliurakoitsijankin helppompaa antaa tarjous määrien perusteella kustannuslaskentavaiheessa.

Muutos- ja lisätöiden kurissa pitämiseksi tulisi kattokiinnitteisten KSL-laitteiden määrät ja kiinnitysosien koot arvioida jo hankesuunnitteluvaiheessa, mikä saattaa olla hankalaa niin aikaisessa vaiheessa. Määrät ja kiinnitysosien koot olisi hyvä tarkentaa hankesuunnitteluvaiheessa luodun listan pohjalta mahdollisimman tarkasti kustannuslaskentavaiheessa. Työtä helpottaisi, jos tiedettäisiin mahdollisesti laitetoimittajat jo tässä vaiheessa. Laitetoimittaja voisi vahvistaa

laitteen kiinnityslaipan mallin ja mitat, jotta alustavaa suunnittelua kattokiinnitysosille voitaisiin tehdä jo kustannuslaskentavaiheessa.

Jos urakka sisältäisi myös lääkintäteknisten KSL-laitteiden hankinnan, voitaisiin laitteet sisällyttää kustannusarvioon. Jos laitteet ovat arvioitua kalliimmat tai edullisemmat, voidaan summa tasata suuntaan tai toiseen. Tässä tapauksessa kustannuslaskija saattaisi tarvita konsultointia KSL-laiteasiantuntijalta, joka osaa arvioida kustannuksia.

#### 6.4 Välipohjalaatta

Välipohjalaatan ratkaisuksi olisi hyvä massiivinen paikalla valettu laatta, mutta ongelmaksi voi muodostua liian lyhyet jännevälit.

Ontelolaatta on taas kiinteiden kattokiinnitteisten sairaalalaitteiden jälkikiinnityksen osalta hankala, eikä se tue sairaalan muuntojoustavuutta. Lisäksi ontelolaattojen värähtely saattaa olla ongelma kuvantamis- ja leikkaussalituloissa. Niiden niin sanottu äänimaailma on myös huono sairaalaympäristössä. Usein myös esim. kuvantamistiloissa voidaan kiinnitykset joutua viemään laatan läpi ja vastakappaleet jäävät yläpuolisen pintavalun sisälle, ja niitä on jälkikäteen hankala poistaa tai siirtää.

Kuorilaattojen etuna on muuntojousto, mutta haittana ovat alapuolen kiinnitykset, sillä kuorilaatta vaatii ylimääräiset tuet kiinnityksille, koska esim. ankkureita ei voi upottaa usein 20-30mm enempää laatan sisälle.

Välipohjana toimii parhaiten kuorilaatta jännepunoksilla sekä paikallavalu. Tässä ratkaisussa tulee vain suunnitella ajoissa ja hyvin kiinnitysosat, joihin kattokiinnitteiset KSL-laitteet saadaan asennettua.

#### 6.5 Mahdolliset ongelmat

Vastuullisen suunnittelijan tulisi olla hyvin tietoinen mahdollisista sairaalalaitteasennuksen ongelmista, kun suunnittelua aloitetaan. Suunnitteluvaiheessa

tulee ottaa monia asioita huomioon, ja silloin olisi jo hyvä tietää sairaalalaitteiden paikkoja ja määriä. Tähän ei kuitenkaan aina ole mahdollista päästä, sillä toiminnallinen suunnittelu ei välttämättä ole edennyt silloin vielä niin pitkälle. Jos vastuullinen suunnittelija joutuu keskittymään liian moneen asiaan yhtäaikaaisesti tai hänelle luodaan liian kova aikataulullinen paine, saattavat sairaalalaitteiden kiinnityksien suunnittelu jäädä toisarvoiseksi, jolloin ratkaisut eivät ole mahdollisesti kaikkein parhaimpia tai pitkälle ajateltuja.

Laitteiden tarve muodostuu tarvittavien tilojen perusteella. Käyttäjät miettivät tarveselvitysvaiheessa hoitoprosesseja ja sitä, millaisia tiloja niitä varten tarvitaan. Myös tilatyypin määrittelee tiettyjä varusteita ja hoitotapa määrittelee loput. Myös arkkitehtuurilla on vaikutusta valittuihin varusteisiin. Jos huoneen muoto tai ikkunat rajoittavat esimerkiksi seinille tulevien laitteiden käyttöä, voidaan osa tai kaikki niiden seinille tulevien laitteiden toiminnot sijoittaa kattoon kiinnitettävään kattokeskukseen. Lukuisat erikoisvarusteet puolestaan määräytyvät potilaspaikalla tehtävän hoidon perusteella, joihin kuuluu useita kattokiinnitteisiä laitteita. Näiden syiden vuoksi varusteiden ja laitteiden tarkka määrittely etukäteen on joskus tai lähes aina haasteellista, varsinkin kun käyttäjät miettivät hoitoprosesseja melkein käyttöönottoon asti.

Laitteiden paikat tulisi merkitä selvästi kattoon, jotta talotekniikka-asennukset eivät menisi ristiin niiden kanssa. Kattoon tarvitsisi merkitä riittävän suuri ympyrä tai alue, joka kertoisi talotekniikka-asentajille, että kyseisen alueen läpi tai välittömästä läheisyydestä ei viedä mitään.

Suunnittelijoiden tulisi myös kiinnittää tähän huomiota. Usein suunnitelmissa on päällekkäisyyksiä. Jos sairaalalaitteen paikka on tiedossa, ei sen alta esimerkiksi ole mahdollista vetää viemäriinjaa, sillä on hyvin todennäköistä, että laite laskeutuu alakaton alapuolelle holvista, jolloin viemäriputki on tiellä.

Kiinnitysosien suunnittelussa varsistot saattavat olla ongelma varsinkin silloin, jos kyseessä on useampi varsinen tai nivelinen tuote. Tällöin kiinnitysosalle muodostuu enemmän momenttia kuin varrettomasta laitteesta, joka menee vain suoraa alaspäin. Muun muassa kattokeskukset painavat paljon, ja niihin saa

ripustaa suuria taakkoja keskuksen oman painon lisäksi. Kuvissa 6 ja 7 näkyy varrellisen kattokeskuksen ja varrettoman katosta tulevan kattokeskuksen laip-  
pojen eron. Varrellisen laitteen kattokiinnikkeessä on otettu huomioon laitteen aiheuttama momentti. Kattokiinnike vie huomattavasti enemmän tilaa, mikä voi olla ongelma, jos alakaton ja holvin välinen tila on matala.

Muutokset, joita tulee laitteisiin ja niiden asennukseen, pitäisi ennakoida. Pitäisi tietää mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, millaisen kiinnitysosan laite vaatii ja paljonko se vie tilaa holvin ja alakaton välistä. Muutokset aiheuttavat yleensä vahinkoa, ja pahimmassa tapauksessa ne unohtuvat joistain suunnitelmista, kun laitteita on paljon ja kiinnitysosat ovat kullekin laitteelle erilaisia. ”Kaikki muutokset aiheuttavat aina lisäkustannuksia ja siksi ennakoimista tulisi korostaa ja siihen kiinnittää huomattavasti enemmän resursseja nykyiseen verrattuna.” (E. Kopra, henkilökohtainen tiedonanto 5.2.2016)



Kuva 6. Varrettoman kattokeskuksen kiinnityslevy asennettuna kattoon Jorvin työmaalla.





Kuva 7. Varrellisen kattokeskuksen kiinnityspukki asennettuna kattoon Jorvin työmaalla.

#### 6.6 Laipparatkaisu kuorilaatalle

Kun välipohjarakenteena on kuorilaatta, kuten esimerkiksi jännepunoslaatta, voitaisiin kattokiinnitteisten KSL-laitteiden kohdalla käyttää seuraavaa menetelmää, joka on esitetty kuvassa 8.

Kun laitteen sijainti tiedetään, voidaan määrittää millaisella pulttijaolla laite saadaan kiinnitettyä holviin. Ensimmäisenä holviin kiinnitettäisiin teräslevy, jonka ominaisuudet rakennesuunnittelija on määritellyt laitteen tietojen perusteella. Teräslevy kiinnitetään holviin rakennesuunnittelijan määrittämällä pulttimäärällä (kohta 1). Tässä teräslevyssä on hitsattuna 4-8 pulttia (rakennesuunnittelijan määrittämänä), joihin voidaan kiinnittää seuraava kappale.

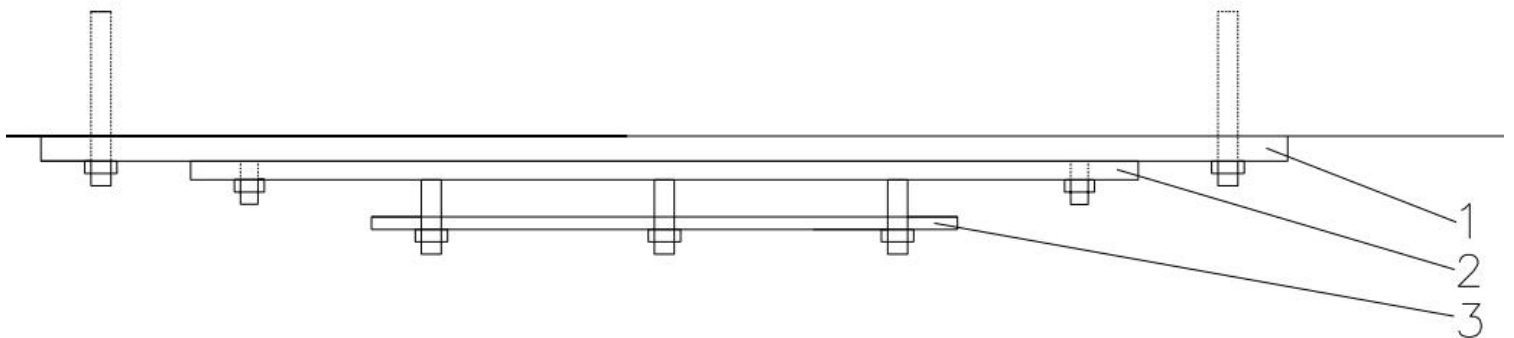
Holvissa kiinni olevaan teräslevyyn kiinnitetään irtonainen muunneltava kiinnityskappale, jossa on reiät vastaamaan holvin vastakappaleen pulttijakoa. Muunneltava kiinnityskappale voidaan asentaa teräslevyn pintaa vasten ja kiris-

tää paikoilleen mutterein (kohta 2). Kyseistä levyä on mahdollisuus muuttaa, kun on tiedossa, mitä tulevan sairaalalaitteen oma kiinnityslaippa vaatii.

Viimeisenä ennen laiteasennusta kiinnitetään laitteen oma kiinnityslaippa määritellylle etäisyydelle keskimmäisestä muunneltavasta laipasta (kohta 3). Jos laite vaatii johtojen yläpuolisen kulun, voidaan laitteen oma kiinnityslaippa jättää hieman avoimeksi yläpuolelta, jotta johdot mahtuvat kulkemaan sieltä.

Kun laitetoimittajat ovat tiedossa, voidaan kiinnitysosia alkaa suunnittelemaan. Tämä edellyttää, toiminnallisen suunnittelun niin hyvää valmiutta, että laitteiden tarkat sijainnit voidaan määritellä. Laitteen tarkka sijainti vaaditaan ensimmäistä kiinnitettävää teräslevyä varten, jotta siihen osataan porata oikeille kohdille reiät, sen vuoksi etteivät esim. kiinnitykseen käytettävät kiila-ankkurit osu jännepunoksiin ja näin katko niitä.

Ratkaisu antaa myös laitteille muutosmahdollisuuksia, toisen levyn muutoksilla tai tekemällä kokonaan uuden muunneltavan kappaleen. Ainoa asia, joka on pysyvästi kiinni holvissa, on ensimmäinen teräslevy, joka on pultattu sinne kiila-ankkureilla tai muulla vastaavilla.



Kuva 8. Laipparatkaisu kuorilaatalle.

Toisena vaihtoehtona laipparatkaisulle on sama ratkaisu, johon on lisätty siirtomahdollisuus. Tämä vaihtoehto kuitenkin pienentää entisestään holvin ja alakaton välistä tilaa ja saattaa siten vaikeuttaa talotekniikka-asennuksia.

Laitteen tarkkaa sijaintia ei tarvitsisi määritellä niin aikaisessa vaiheessa jos 1. laippaa ei asennettaisikaan suoraan kiinni holviin. Ainoastaan pitäisi määritellä, mille puolelle huonetta laite tai laitteet olisivat tulossa ja mitkä ovat suurpiirteiset kohdat. Jolloin näiden kohtien yli kuorilaatan sallittuihin kiinnityskohtiin voitaisiin asentaa rakennesuunnittelijan määrittelemät teräsputket tai U-profiilit. Kun laitteen tarkka kohta olisi määriteltävissä, voisi katossa jo oleviin profiileihin kiinnittää kuvan 9 laipparatkaisun laipat 1, 2 ja 3.

Tämä toinen vaihtoehto saattaisi kuitenkin aiheuttaa vaikeuksia, kun talotekniikka-asentajat tulevat tekemään omia asennuksiaan varsinkin, jos holvin ja alakaton välinen tila on matala ja asennuksilla on jo ennestään ahtautta.

Teräsputkiratkaisu mahdollistaisi kuitenkin laitteiden mahdollisen myöhäisemmän siirron (jos se olisi mahdollista talotekniikan puolesta eli tilaa riittäisi siirtää laitetta purkamatta alakattoa tai suurta määrää tekniikkaa) ilman porauksia holviin, joka vähentäisi siirron tai lisäasennuksen haitta-aikaa. Ratkaisu vähentäisi myös muita haittoja kuten melua joka asennuksesta aiheutuu, olettaen että sairaala on jo käytössä kun siirtoa tai laitteen lisäystä aletaan tehdä.

## 7 YHTEENVETO

Projektinjohtourakassa lääkintäteknisten kiinteiden kattokiinnitteisten sairaalalaitteiden hankinta jätetään rakennuttajalle, koska urakoitsijalla ei ole näistä tarvittavaa kokemusta eikä käyttäjien tietoja.

Kattokiinnitteiset KSL-laitteet tulee ajoittaa aikatauluun niin, että niiden asennukseen ja testaukseen jää riittävästi aikaa ennen käyttöönottoa. Lähtötiedot saadaan käyttäjiltä, rakennuttajalta sekä laitteiden toimittajilta ja aikataulua valvotaan seurantataulukkoa apuna käyttäen.

Laitteiden määrä ja lähtötietojen tarve on kuitenkin vaikeasti hallittavissa. Tiedot tulevat monelta taholta, ja ne riippuvat monesta tekijästä. Käyttäjien tulee aloittaa suunnittelu ajoissa ja tehdä ratkaisevia päätöksiä tilojen, hoitotapojen ja laitteiden suhteen. Laitetoimittaja tulee päättää mahdollisimman nopeasti sen jälkeen, kun päätöksiä on tehty. Laitteiden varustelun tulee olla muokattavissa, mutta määrä pyritään pitämään suunniteltuna. Kiinnitysosien suunnittelutyön voi aloittaa, kun tiedetään laitteiden paikat ja määrät sekä muut suunnittelulle oleelliset tiedot ovat kasassa.

Välipohjalaattana tällä ratkaisulla käytetään jännepunoksellista kuorilaattaa pintavalulla. Kuorilaatalla saavutetaan riittävät jännevälit, ja se on muuntojoustava. Laipparatkaisuna käytettäisiin vaihtoehtoa yksi, jossa ei ole putkia. Ratkaisulla menetetään muunneltavuus, mutta säilytetään holvin ja alakaton välinen korkeus, joka useissa kohteissa on ahdas jo valmiiksi. Merkkaamalla laitteiden paikkojen alueet holviin, pohjamaalauksen tai mahdollisen pölynsidonta maalauksen jälkeen, vältetään päällekkäisyydet talotekniikka-asennusten ja kattoon kiinnitettävien sairaalalaitteiden kanssa.

Laitteet sekä niihin valmistettavat kiinnitysosat hankitaan toimitettuna ja asennettuna. Laitetoimittaja vastaa laitteen saapumisesta ja omista asennusmiehistään, projektinjohtourakoitsija on asentajien saapuessa hoitanut kiinnitysosien valmistuksen ja kiinnityksen hankinnan niin, että laitteiden asentajilla on valmiina pohja johon kiinnittää ja asentaa laite kerralla.

Liitteessä 3 on prosessin kuvaus esitetty aikaan ja vaiheisiin sidottuna, jotta osattaisiin asettaa rajat, jolloin viimeistään työn pitäisi olla tehty. Tällä helpotettaisiin aikataulun seuranta ja pyrittäisiin välttämään moninkertaista työtä ja päällekkäisyyksiä. Kohdan kolme ajat riippuvat paljon laitteiden määrästä.

## LÄHTEET

Junnonen, J.-M. & Kankainen, J. 2001. Rakennusurakoitsijoiden hankintakäsikirja. Helsinki: Rakennusteollisuuden kustannus RTK Oy.

Kopra, Esa. 2016. Haastattelu opinnäytetyötä varten. 5.2.2016

Lindholm, Mika. 2009. Kustannushallinta rakennushankkeessa. Suomen Rakennusmedia Oy

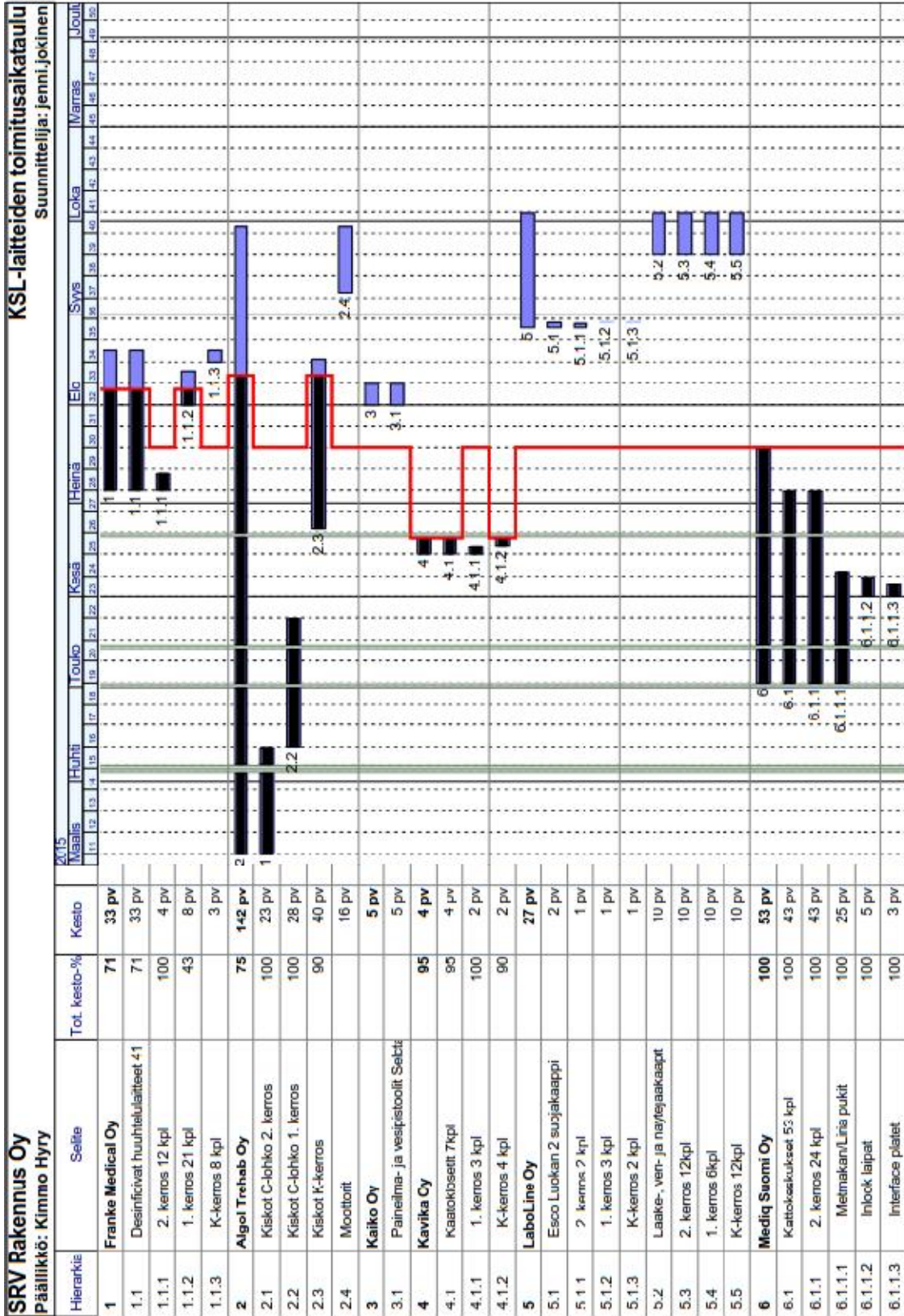
Mäki, T. & Koskenvesa, A. 2008. Aikataulukirja 2008. Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS

SRV Rakennus Oy. 2014. Projektisuunnitelma HUS Jorvin sairaala päivystyslisärakennus

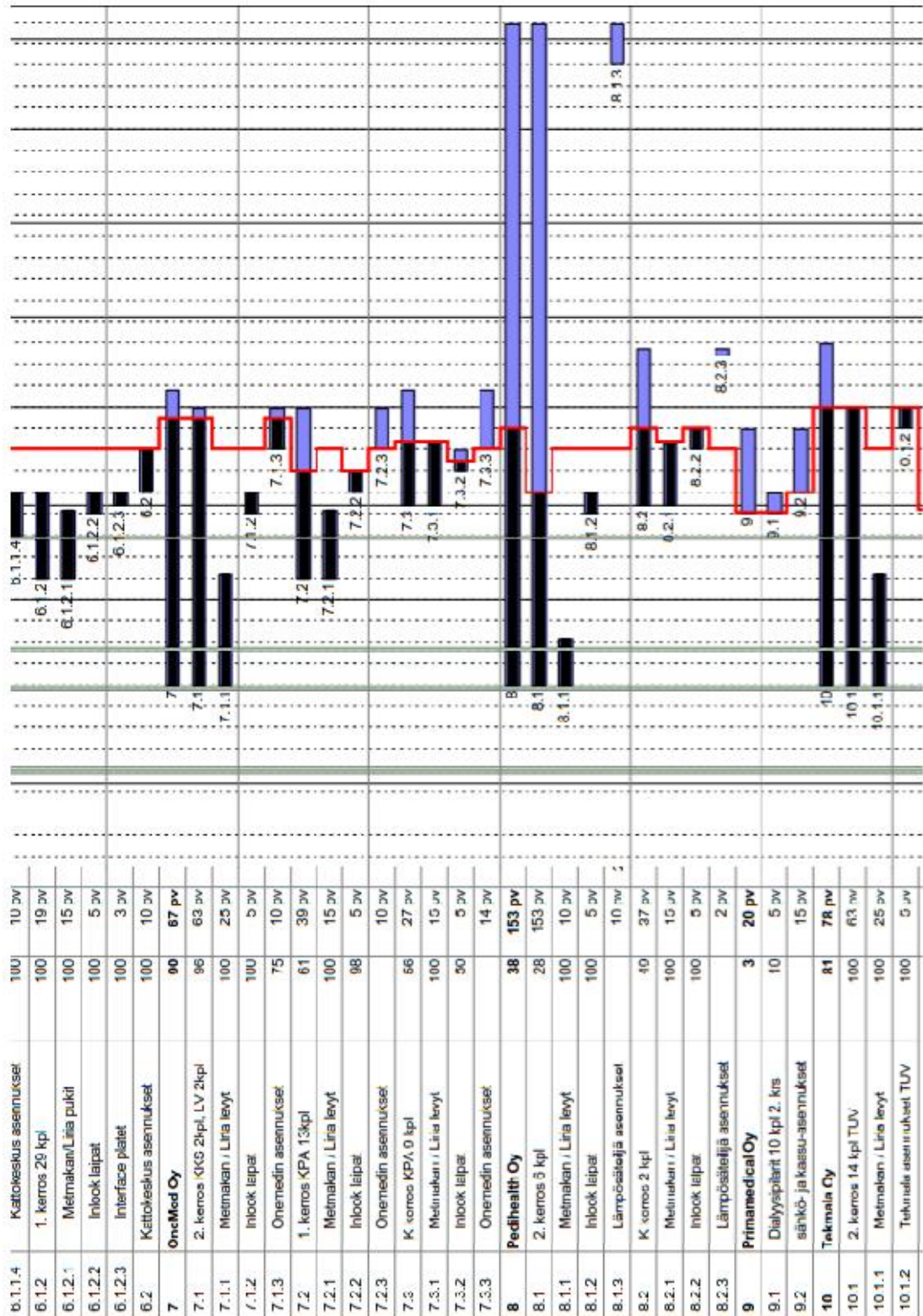
Tolkki, O.; Kekomäki, M. & Kekäläinen, R. 2013. Asiantuntijanäkökulma – Sairaalasunnittelu – Ensin toiminta, sitten tilat. Viitattu 22.2.2016.

Suomen Sairaalatekniikan yhdistys ry. Toiminnallinen suunnittelujaos. Viitattu 22.2.2016.

LIITTEET









10.2	1. kerros 1kpl TUV	34	44 pv
10.2.1	Meimakan / Lina levyt	100	15 pv
10.2.2	Tekmala asennukset		5 pv
10.3	K-kerros 74 kpl TUV	38	40 pv
10.3.1	Meimakan / Lina levyt	100	15 pv
10.3.2	Tekmala asennukset		10 pv
<b>11</b>	<b>Vivimedi Oy</b>	<b>95</b>	<b>49 pv</b>
11.1	SPA 46kpl, TPV 7kpl		20 pv
11.2	1. kerros 1kpl TPV		20 pv
11.3	Meimakan / Lina levyt	100	15 pv
11.4	Vivimedi asennukset	100	10 pv
11.5	K-kerros SPA 46kpl, TPV 6kpl		20 pv
11.6	Meimakan / Lina levyt	100	15 pv
11.7	Inlock laipat	100	10 pv
11.8	Vivimedi asennukset	75	10 pv
<b>12</b>	<b>Mediplast Oy</b>		<b>5 pv</b>
12.1	Leikkaussalin pöytä		5 pv
<b>13</b>	<b>Merivaara Oy</b>		<b>60 pv</b>
13.1	Leikkaussalin kuvansiirto järjestelmä		5 pv
13.2	Toimenpidetuoli Kipsaus G2		5 pv
<b>14</b>	<b>Metos Oy</b>	<b>95</b>	<b>5 pv</b>
14.1	Kupukone A.1.119 os.kelttiöön	95	5 pv
<b>15</b>	<b>Gigantti Oy</b>		<b>44 pv</b>
15.1	Suuritalouskoneiden toimitus		19 pv
15.1.1	Suuritalouskoneiden haalaus		3 pv
15.1.2	Suuritalouskoneiden kytkentä		15 pv

Kerros	Lohko	Huone	Laite	Valmius	Muuta	päivitys
K	A	Ak.006	TUV01	AS		6.7.2015
K	A	Ak.008	TUV02	AS		6.7.2015
K	A	Ak.010	TUV03	AS	Mallihuone	8.7.2015
K	A	Ak.012	TUV04	AS		29.6.2015
K	A	Ak.013	TUV05	AS		6.7.2015
K	A	Ak.016	TUV06	AS		6.7.2015
K	A	Ak.124	TUV44	AS	Jäähd. putken kann., tuloilmalaatikko pois	6.7.2015
K	A	Ak.124	LS01	AS	IV-patterin kannake tiellä	6.7.2015
K	A	Ak.128	TUV45	AS		6.7.2015
K	A	Ak.128	LS02	VAR	Ei tehdä, ei asenneta	26.5.2015
K	A	Ak.129	TUV46	AS		6.7.2015
K	A	Ak.129	LS03	VAR	Ei tehdä, ei asenneta	26.5.2015
K	A	Ak.134	KKS01	AS		14.7.2015
K	A	Ak.134	TPV01	AS		6.7.2015
K	A	Ak.134	LS04	AS		6.7.2015
K	A	Ak.134	MT01	VAR	Ei tehdä, ei asenneta	26.5.2015
K	A	Ak.173	TUV62	AS		6.7.2015
K	A	Ak.174	TUV63	AS		29.6.2015
K	A	Ak.175	TUV64	AS		6.7.2015
K	A	Ak.176	TUV65	AS		29.6.2015
K	B	Ak.034	TUV07	VAR	Ei tehdä, ei asenneta	26.5.2015
K	B	Ak.136	TUV49	AS		8.7.2015
K	B	Ak.136	KPA06	AS	Tehty osina. Suunniteltu väärällä pulttikehällä -	1.8.2015
K	B	Ak.136	TUV50	AS		8.7.2015
K	B	Ak.136	KPA07	AS	Tehty osina. Suunniteltu väärällä pulttikehällä -	1.8.2015
K	B	Ak.136	TUV51	AS		8.7.2015
K	B	Ak.136	KPA08	AS	Tehty osina. Suunniteltu väärällä pulttikehällä -	1.8.2015
K	B	Ak.136	TUV52	AS		8.7.2015
K	B	Ak.149	TUV58	AS		14.7.2015
K	B	Ak.150	TUV60	AS		14.7.2015
K	B	Ak.150	TUV59	AS		8.7.2015
K	B	Ak.161	TPV04	HAIT	Putki pitää siirtää (Saipu)	8.7.2015
K	B	Ak.163	TUV61	AS		8.7.2015
K	B	Ak.165	TPV05	AS		8.7.2015
K	B	Ak.179	TUV66	AS		6.7.2015
K	B	Ak.180	TUV67	AS		6.7.2015
K	B	Ak.184	TPV06	AS		8.7.2015
K	B	Ak.185	TPV07	AS		6.7.2015

## VALMIUSASTE

Kerros	Lohko	
K	A	100,00 %
K	B	94,12 %

ASENNETTU
EI ASENNETTU, EI HAITTOJA
EI ASENNETTU, HAITTOJA
VARAUS, EI ASENNETA



Prosessin aikajanan kuukaudet	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10															
	1-4	5-8	9-12	13-16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41					
<b>Prosessin aikajanan kuukaudet</b>																																		
<b>Prosessin aikajanan viikot</b>																																		
Laitteiden hankintasuunnittelu	1-4 kuukautta																																	
Laitteiden hankintamenettely	2-3 kuukautta																																	
Toimittajar valinta	1-2 kuukautta																																	
Lähtötiedot																																		
1. laitteen paikka ±5cm, mikä laite	1-2 viikkoa / kk																																	
2. toimittajan tiedot laitteen kiinnityslaipasta	2-3 viikkoa																																	
3. loput tiedot (varustelu, toim. ajankohta yms.)	3-4 viikkoa																																	
<b>2.</b>																																		
Lähtötiedot kirjittely, pääsuunnittelu	4-5 viikkoa																																	
KS-suunnittelu	3-5 viikkoa																																	
TATE-suunnittelu	5-8 viikkoa																																	
RAK-suunnittelu	5-7 viikkoa																																	
<b>3.</b>																																		
Kiinnityslaipan hankintasuunnittelu	2-4 viikkoa																																	
Laippon hankinta	2-5 viikkoa																																	
Toimittajar valinta	1-2 viikkoa																																	
<b>Laippon valmistus</b>	1-3 viikkoa																																	
Asennukset	3-5 viikkoa																																	
1. 1. levyn asennus holviin	3-4 viikkoa																																	
2. muunneltavan laipan asennus	1-2 viikkoa																																	
3. laitteen oma kiinnityslaippa	1-2 viikkoa																																	
<b>4.</b>																																		
Laitteen asennus	1-6 viikkoa																																	
Laitteen testaus	1-6 viikkoa																																	
<b>5.</b>																																		
Käyttöönotto	1-4 viikkoa																																	