

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU  
Rakennustekniikan koulutusohjelma / Rakennetekniikka

Kimmo Hyrkkö

ALIURAKAN AJAN JA LAADUN HALLINTA

Case Swing Plus C-talon betonilattiatyöt

Opinnäytetyö 2013

## TIIVISTELMÄ

### KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

#### Rakennustekniikan koulutusohjelma

HYRKKÖ, KIMMO

Aliurakan ajan ja laadun hallinta

Case Swing Plus C-talon betonilattiatyöt

Insinööri

89 sivua + 14 liitesivua

Työn ohjaaja

Yliopettaja Tarmo Kontro

Toimeksiantaja

Rakennusosakeyhtiö Hartela

Maaliskuu 2013

Avainsanat

aliurakka, betonilattiat, tehtäväsuunnitelma, tuotannonohjaus, laadunhallinta, urakkasopimus

Aliurakkana teetettävien töiden määrä on rakennustyömailla kasvanut tasaisesti jo pitkään ja tällä hetkellä jo suurin osa tehtävistä teetetään aliurakoitsijoilla. Tämä on johtanut siihen, että pääurakoitsijoiden työnjohtajista on tullut sopimuksen valvojia. Tällöin on ensiarvoisen tärkeää, että työnjohdolla on tarvittava sopimustekninen osaaminen suoriutuakseen tästä roolista.

Työ tehtiin Rakennusosakeyhtiö Hartelalle. Kohteena ja tehtävänä oli toimistorakennus ja neuvottelukeskus Swing Life Science Center C-talon betonilattiatyöt. Työn tarkoituksena oli aliurakan läpivienti niin, että tehtävälle asetetut ajalliset tavoitteet ja laadulliset vaatimukset pystyttiin saavuttamaan. Työ on tehty työmaan näkökulmasta ja siinä käsitellään yksittäisen hankinnan läpivienti, tarjouspyynnön valmistelusta aina tehtävän vastaanottoon asti. Työssä käydään läpi urakkasopimus ja aliurakan ohjauksessa tarvittavien työkalujen luominen sopimuksen avulla. Lisäksi työssä pyrittiin esittämään tarvittava tieto betonilattiatöiden johtamiseksi.

Työn toteutuksessa apuna käytettiin alan kirjallisuutta sekä muiden työmaan työnjohtajien ammattitaitoa ja kokemusta. Aliurakan ohjauksen sekä laadun takaamiseksi tehtiin tehtäväsuunnitelma ja laaturaportti.

Tehtävä pystyttiin toteuttamaan suunnitelmien mukaan. Tehtäväsuunnitelma oli tässä suurena apuna. Hyvin suunnitellussa työssä esiintyy vähemmän ongelmia ja virheitä. Laaturaportti ja tehtäväsuunnitelma selkeyttivät työntekijöille laatuvaatimukset, jolloin ne pystyttiin myös toteuttamaan.

## ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Construction Engineering

HYRKKÖ, KIMMO

Subcontractors Management

Case Concrete Floor Work in Swing Plus C- Building

Bachelor's Thesis

89 pages + 14 pages of appendices

Supervisor

Tarmo Kontro, Principal Lecturer

Commissioned by

Rakennusosakeyhtiö Hartela

March 2013

Keywords

subcontract, concrete floor, task plan, production management, quality control, contract

The purpose of this thesis was to manage and supervise concrete floor work which was made as a subcontract. The work was done for Rakennusosakeyhtiö Hartela and the target was the office building Swing Life Science Center.

The aim was to ensure fulfillment of schedule and quality demands that were placed on the task. To ensure this a task plan was created. The first part of the task plan was made and planned before the competitive bidding. The second part was carried out just before the floor work began. In this way the, all the benefits of the task plan were achieved. The tools to manage and control a subcontract have to be set as demands in the subcontractor's contract. The task plan was made and planned with the assistance of the site staff. Also the literature of the field was in great help.

The task plan worked well on this site and the concrete floor work was carried out as planned. When work is planned properly, problems and flaws are less likely to occur. A well-written contract is the key to a successful subcontract management.

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

1	JOHDANTO	8
2	ALIURAKKAHANKINNAN VALMISTELU	9
2.1	Yleistä aliurakan hankinnasta	9
2.2	Tehtäväsuunnitelman sisältö	11
2.3	Tarjouspyynnön sisältö ja tehtäväsuunnitelman käyttö sen valmistelussa	13
2.3.1	Urakan sisältö	14
2.3.2	Aikataulu ja sakolliset välitavoitteet	15
2.3.3	Maksuerätaulukko	16
2.3.4	Urakkaohjelma	16
2.3.5	Urakkarajaliite	17
2.4	Sopimusprosessi	17
2.4.1	Tarjouspyyntö	18
2.4.2	Urakkaneuvottelut	18
2.4.3	Aliurakkasopimus	18
2.4.4	Sopimusasiakirjojen pätevyysjärjestys	19
3	ALIURAKAN AJALLINEN HALLINTA	21
3.1	Yleistä	21
3.2	Yleisimmät aikataulutyytit	22
3.2.1	Jana-aikataulu	22
3.2.2	Vinoviiva-aikataulu	23
3.2.3	Valvontavinjetti	24
3.3	Asteittain tarkentuva ajallinen suunnittelu	25
3.3.1	Yleisaikataulu	25
3.3.2	Rakentamisvaiheaikataulu	26
3.3.3	Tehtäväsuunnitelman aikataulu	27
3.3.4	Viikkoaikataulu	27
3.4	Tehtävien sijoittaminen aikatauluun	27

3.4.1	Kohteen osittelu	28
3.4.2	Tehtävien mitoitus	29
3.4.3	Varautuminen tuotannon häiriöihin	30
3.4.4	Työjärjestyksen valinta	31
3.4.5	Tehtävien tahdistus ja rytmitys	31
3.5	Tehtävän valvonta ja ohjaus	32
3.5.1	Ennakoiva tuotannon ohjaus	33
3.5.2	Tehtävääikainen valvonta ja ohjaus	34
3.5.3	Tuotannon häiriöt	35
4	LAADUN HALLINTA	36
4.1	Laatu rakentamisessa	36
4.2	Laatujärjestelmä ja työmaan laatusuunnitelma	38
4.3	Urakoitsijan laadunvarmistustoimenpiteet	40
4.4	Yksittäisen tehtävän laadunvarmistus ja laatuvaatimuksien selvittäminen	42
4.5	Tehtävän aikainen laadunvarmistus	43
4.5.1	Työkohteen vastaanotto	43
4.5.2	Laatupiiri	43
4.5.3	Mallityö	44
4.5.4	Palaveri	44
4.5.5	Itselleluovutus	44
4.5.6	Urakkasuorituksen tarkastus	44
5	BETONILATTIAT	45
5.1	Yleistä	45
5.2	Luokitusjärjestelmä ja laatutekijät	46
5.2.1	Laatutekijät	47
5.2.2	Tasaisuus	48
5.2.3	Kallistetut lattiat	49
5.2.4	Kulutuksen kestävyys	50
5.2.5	Muut laatutekijät	51
5.2.6	Betonin rasitusluokat	52
5.3	Työmenetelmät	54
5.3.1	Betonin valinta	54

5.3.2	Pinnan hierto	56
5.3.3	Jälkihoito	57
5.3.4	Lattian hionta	58
5.4	Kohteen betonilattiatyypit	59
5.4.1	Maanvarainen laatta	59
5.4.2	Kelluva lattia	60
5.4.3	Pintabetonilattia	60
5.5	Laattojen saumat	62
5.5.1	Yleistä	62
5.5.2	Liikuntasaumat	62
5.5.3	Kutistumissaumat	63
5.6	Teräskuitubetoni	64
5.6.1	Käyttökohteet	64
5.6.2	Teräskuitujen annostelu ja sen vaikutus saumaväliin	65
5.6.3	Betonin valinta teräskuituja käytettäessä	66
5.7	Kuivasirotepinnoitettu betonilattia	66
5.7.1	Työtekniikka	66
5.7.2	Sirotteen valinta	67
5.7.3	Sirotteen asennus	67
5.7.4	Sirotepinnoitetun lattian jälkihoito	69
6	SWING PLUS C- TALON BETONILATTIATYÖT	70
6.1	Kohde ja tehtävä	70
6.2	Tarjouspyynnön valmistelu	71
6.2.1	Laatuvaatimukset	71
6.2.2	Potentiaalisten ongelmien analyysi	71
6.2.3	Tehtävän sisältö	72
6.2.4	Aikataulu	73
6.3	Urakkaneuvotteluihin valmistautuminen	74
6.3.1	Autohallien kuivasirotepinnoitetut lattiat	74
6.3.2	Alustaansa kiinnitetyt pintabetonilattiat	75
6.3.3	Tehtävän aikataulun varmistaminen	75

6.4	Urakkaneuvottelut	77
6.4.1	Tarjouksen antaja ja tarjous	78
6.4.2	Tekniset asiat	78
6.4.3	Muut asiat	79
6.4.4	Toimitusaika, sakolliset välitavoitteet ja maksuerät	80
6.4.5	Laatu	80
6.4.6	Vakuudet ja takuu	81
6.5	Tehtävänäikainen valvonta ja ohjaus	82
6.5.1	Edeltävä tehtävä	82
6.5.2	Aloituspalaveri	83
6.5.3	Osakohteen luovutus urakoitsijalle	83
6.5.4	Laatupiiri	84
6.5.5	Urakoitsijapalaverit	84
6.5.6	Mallityön ja osakohteen tarkastus	84
7	YHTEENVETO	86
	LÄHTEET	87
	LIITTEET	
	Liite 1. Rakennetyypit	
	Liite 2. Tehtäväsuunnitelma	
	Liite 3. Jana-aikataulu	
	Liite 4. Betonointipöytäkirja ja laaturaportti	

## 1 JOHDANTO

Aliurakan hallinta on merkittävä osa nykyaikaisessa rakentamisessa. Rakennushankkeet on usein pilkottu ja tehtävät jaettu urakoitsijoille, jotka ovat erikoistuneet vain tiettyyn tehtävään. Suurilla rakennusyhtiöillä, jotka toimivat pääurakoitsijoina, on vain vähän omia työntekijöitä. Tuotannon perustuessa aliurakoitsijoiden käyttöön on työnohjattajien roolina pikemminkin toimia sopimusvalvojina. Tämä projektinjohtotyyppinen rakentaminen tulee todennäköisesti tulevaisuudessakin olemaan vallitsevana tapana rakentaa. Kun lisäksi otetaan huomioon rakennusalan voimakas kansainvälistyminen, niin haasteita rakennushankkeen johtamiselle riittää myös tulevaisuudessa.

Tämän työn tarkoituksena on kuvata betonilattia-aliurakan läpivientä mahdollisimman selkeästi. Työssä on pyritty käymään läpi koko aliurakka, tarjouspyynnön valmistelusta aina tehtävän vastaanottoon asti. Työ on rajattu koskemaan ainoastaan työmaan roolia aliurakan valmistelussa. Aliurakan hallinta osoittautui aivan liian laajaksi aiheeksi selvitettäväksi opinnäytetyössä. Pintaa päästiin kuitenkin raapaisemaan. Tarkoituksena oli enemmänkin auttaa hahmottamaan selkeä kokonaiskuva työmaan roolista yksittäisen hankinnan läpiviennissä.

Työ tehtiin Rakennusosakeyhtiö Hartelalle. Kohteena oli Espoon Keilaniemessä sijaitseva kahdeksankerroksinen toimitilarakennus. Hankkeen urakkamuotona oli kokonaisvastuu-urakka eli nykyinen suunnittele ja rakenna – urakka. Kohteessa käytetyt kolme lattiatyyppiä olivat autohallien lämpöeristetty maanvarainen laatta ja kelluva lattialaatta sirotepinnoitteella. Muualla lattiatyyppinä oli alustaan kiinnitetty pintalaatta. Sirotepinnoitettua lattiaa oli noin 2000 m<sup>2</sup> ja pintalattiaa noin 7000 m<sup>2</sup>. Työ toteutettiin kesäkuun ja lokakuun välisenä aikana 2011.

Aliurakan kesto oli kesäkuun lopusta lokakuun puoliväliin. Loppukesä lienee kiireisintä aikaa aliurakoitsijoille. Työn tavoitteena oli varmistaa resurssien saatavuus ja näin asetetun aikataulun saavuttaminen sekä osakohteiden loppuun saattaminen suunnitellusti. Autohalleihin tullessa hiertopinnoitetussa lattiassa oli edellisissä kohteissa ilmennyt pinnoitteen irtoamista. Tästä oli myös tilattu vaurioselvitys Vahanen Oy:ltä, jota pystyin käyttämään apuna työssäni.



## 2 ALIURAKKAHANKINNAN VALMISTELU

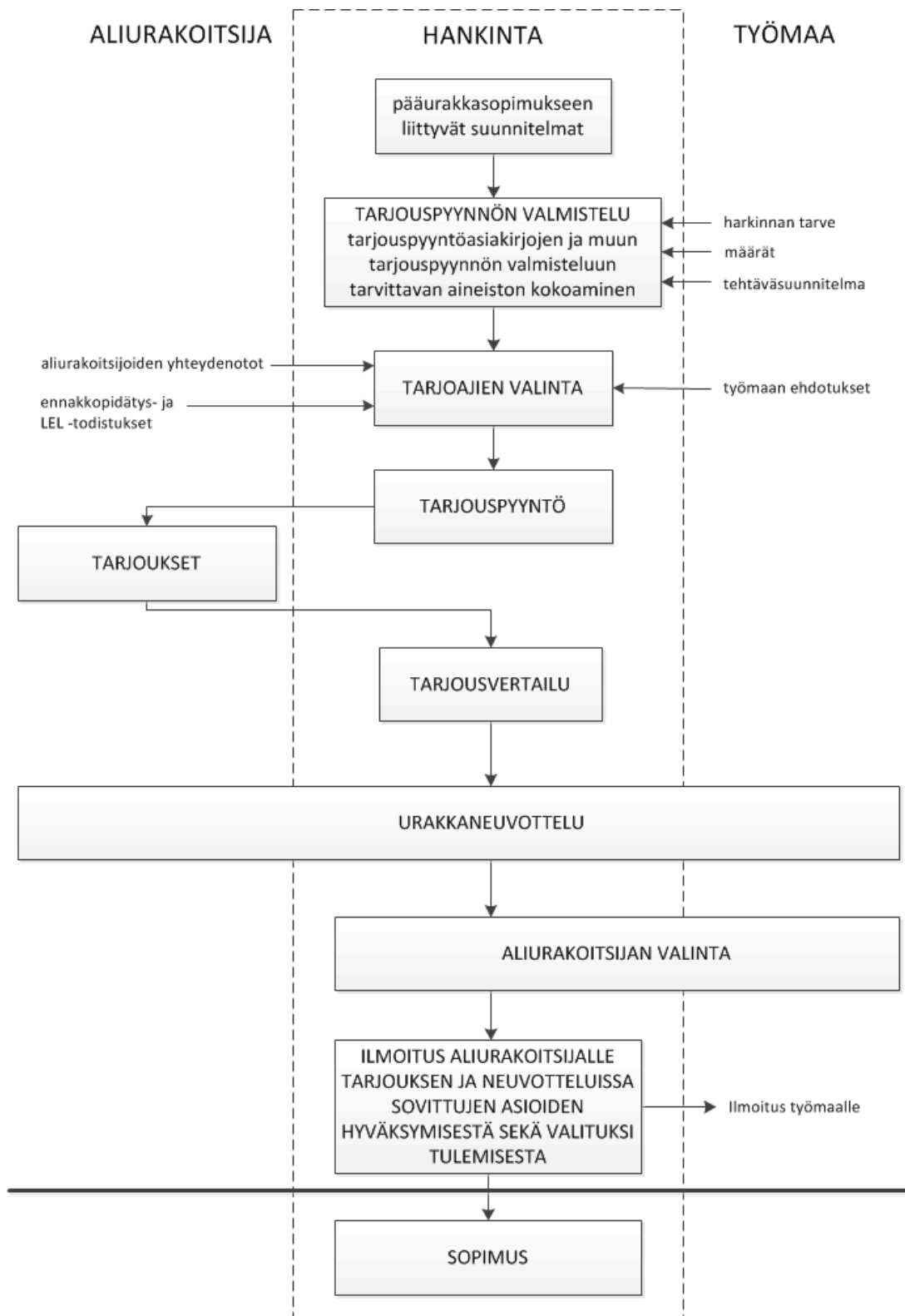
### 2.1 Yleistä aliurakan hankinnasta

Tehtävät ovat töitä tai toimintoja, jotka aikatauluun sijoittamisen jälkeen vaativat aikaa ja resursseja. Pääurakoitsija ratkaisee, mitkä hankkeen tehtävät tehdään omilla työntekijöillä ja mitkä hankitaan aliurakoitsijoilta. Syynä aliurakoitsijoiden käyttämiseen ovat muun muassa omien resurssien riittämättömyys, tehtävän vaativuus ja taloudellisuus.

Aliurakat ovat hankintoja, joihin työpanoksen lisäksi kuuluu myös rakennustuotteiden hankinta. Aliurakka voi olla myös työkauppa, jolloin tilaajan vastuulle jää materiaalin hankinta. Aliurakat solmitaan aikataulutehtävien mukaisista työkokonaisuuksista ohjauksen helpottamiseksi. Aliurakat solmitaan urakkasopimuksina, sopimusehtojen perustuessa yleensä Rakennusurakan yleisiin sopimusehtoihin eli YSE:hin. (Junnonen & Kankainen 2012, 8.)

Hankintatehtävien suoritevastuut ovat yrityskohtaisia. Yleisin malli on, että tehtävät on hajautettu hankintaosaston ja työmaan kesken (kuva 1). Hankintatehtävät voidaan myös hoitaa siten, että hankintaosasto hoitaa keskitetysti kaikkien työmaiden kaikki hankintoihin liittyvät tehtävät. (Junnonen & Kankainen 2012, 15.)

Hankintakokonaisuudet kootaan hankintaluetteloksi, joka laaditaan heti työmaan alussa yleisaikataulun valmistuttua. Luettelossa esitetään yhtenä kauppana tehtävät aliurakat ja materiaalihankinnat. Kustannusmerkityksiltään vähäiset hankinnat pyritään sisällyttämään suurempiin kokonaisuuksiin, jolloin itsenäisesti hallittavien kokonaisuuksien määrä vähenee.



Kuva 1. Aliurakkasopimusprosessin vaiheet ja jakautuminen eri osapuolten kesken (Junnonen & Kankainen 2012, 9).

Hankinta-aikatauluun ajoitetaan merkittävät hankintakokonaisuudet yhteen sopiviksi yleisaikataulun ja tätä kautta myös suunnitteluajataulun kanssa. Hankinta-aikataulun

on tarkoitus toimia herätteenä yksittäiselle hankintaprosessille. Hankinta-aikatauluun merkitään

- suunnitelmien tarveajankohdat
- tehtäväsuunnitelma
- tarjouspyyntöjen lähettämisaajat
- tarjousten jättöajat
- urakkaneuvottelut
- tehtävän aloitusajankohta

(Junnonen ja Kankainen 2012, 36).

Mikäli urakoitsijalta edellytetään myös suunnitelmien laadintaa ja hyväksyttämistä pääurakoitsijalla, on myös tämä ajankohta merkittävä hankinta-aikatauluun

(Junnonen & Kankainen 2012, 36).

## 2.2 Tehtäväsuunnitelman sisältö

Tehtäväsuunnitelman tarkoituksena on ohjata yhtä tehtäväkokonaisuutta tehtävän hankinnan valmistelusta aina työn tarkistukseen asti. Suunnitelman tarkoituksena on työlle asetettujen laadullisten vaatimuksien sekä ajallisten ja taloudellisten tavoitteiden saavuttaminen. Tehtäväsuunnitelman tekee tehtävästä vastuussa oleva pääurakoitsijan työnjohtaja.

Tehtäväsuunnitelma tehdään työmaan keskeisistä tehtävistä. Se voidaan tehdä yleisai-kataulun yhdestä tehtävänimikkeestä tai koota useammasta tehtävästä. Tyypillistä kuitenkin on, että se on ajallisesti yhtenäinen, saman työryhmän tekemä tehtäväkokonaisuus. Tällöin tehtävällä on selkeästi hahmotettavat rajat ja se on ajallisesti ja taloudellisesti ohjattavissa. Tehtäväsuunnitelma tehdään

- pitkäkestoisista tai voimakkaasti muita tehtäviä tahdistavista tehtävistä
- tehtävälle, joka on taloudellisesti merkittävä
- tehtävälle on asetettu poikkeuksellisen korkeat laatuvaatimukset
- tehtävä on työnjohdolle ja työntekijöille tuntematon
- tehtävälle, joka osoittautunut aiemmissa kohteissa virhealttiiksi

- tehtävä on mainittu työmaan laatusuunnitelmassa.

(Koskenvesa & Pussinen 1999, 5.)

Tehtäväsuunnitelma voidaan käsittää yhteenvedona tehtävälle asetetuista vaatimuksista ja keinoista kuinka ne saavutetaan. Tehtäväsuunnitelma prosessina ei pääty tehtäväsuunnitelman valmistumiseen vaan tehtävää valvotaan ja ohjataan kohti tavoitetta koko työn ajan. Suunnitelmassa tulee aina olla määritetty kuinka tämä tapahtuu.

(Koskenvesa & Pussinen 1999, 6.)

Tehtäväsuunnitelman tärkeimmät osat ovat:

- potentiaalsiin ongelmien analyysi (POA)
- tarvittavien resurssien määrittäminen ja niiden saatavuuden varmistaminen
- aikataulun esittäminen välitavoitteineen, yleensä aika-paikkakaavion muodossa
- tehtäväkokonaisuuden alku- ja lopputila sekä työn sisältö
- laatuvaatimukset auki kirjoitettuna
- osakohteiden määrittäminen ja suoritusjärjestys.

Potentiaalisten ongelmien analyysillä tarkoitetaan kullekin tehtävälle tyypillisten ongelmien määrittäystä sekä vakavuuden arvioimista. Ongelmat jaotellaan teknisiin, tuotannollisiin ja hankinnan ongelmiin. Pelkkä ongelmien tunnistaminen ei yksin riitä, vaan sen on aina johdettava myös käytännön toimenpiteisiin. Tarkoituksena on ennaltaehkäistä ongelmien syntyminen kokonaan, tai jos tämä ei ole mahdollista, ainakin pienentää niiden mahdollisia seuraamuksia. (Kankainen & Kolhonen 1999, 10.) Potentiaalisten ongelmien analyysin pääpaino on siis enemmänkin ennaltaehkäistä ongelmien syntyminen ja estää näin jatkuva tulipalojen sammuttamisen tarve itse tuotannossa.

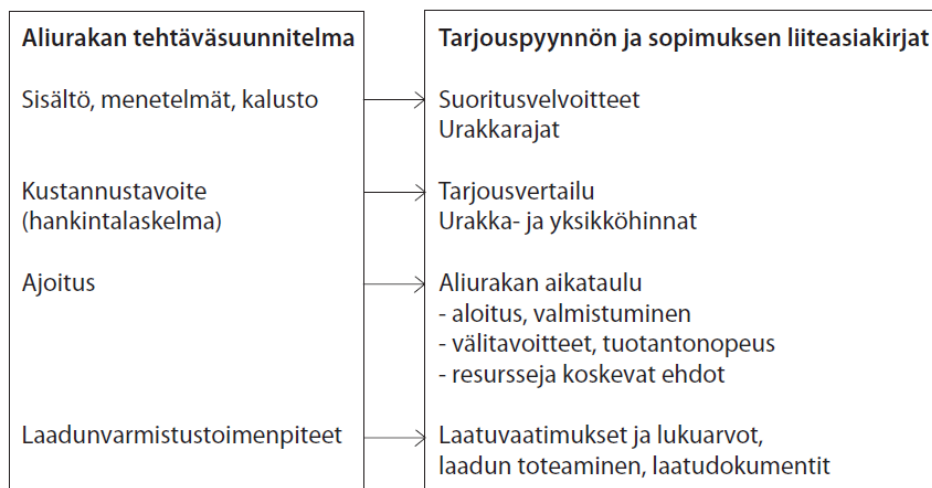
Etenkin aliurakoiden osalta on tärkeää määritellä yksiselitteisesti tehtävän alku- ja lopputila sekä työn sisältö. Alkutilassa, eli tilaajalta, on tarkoitus selventää, mitä tulee olla tehtynä, ennen kuin urakoitsija aloittaa oman työnsä. Lopputilalla tarkoitetaan, mitä tulee olla tehtynä, että työ voidaan luovuttaa tilaajalle. Lopputilan määrittäykseen kuuluu kyseessä olevien rakenteiden lisäksi maininta, että kohde on hyväksytysti luovutettu tilaajalle.

Tehtäväsuunnitelman sisältö ja käyttö eroaa sen mukaan ohjataanko suunnitelmalla aliurakkaa vai omaa työtä. Omassa työssä keskitytään tehtävän kustannuksien, laadun ja aikataulun hallintaan. (Koskenvesa & Pussinen 1999, 6) Aliurakassa tehtävästä on usein sovittu kiinteä urakka- tai yksikköhinta. Kustannuksien osalta keskitytäänkin ainoastaan minimoimaan urakkaan kuulumattomat tuntityöt.

Tehtäväsuunnitelma tehdään kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa kootaan hankinnan valmistelussa tarvittavat tiedot tehtävästä tarjouspyyntöä varten. Toisessa vaiheessa, joka tehdään viimeistään aloituspalaveriin, etsitään keinot tavoitteiden ja vaatimuksien saavuttamiseksi. Joskus hankinnan valmistelu joudutaan tekemään ennen tehtäväsuunnitelmaa, jolloin osa tehtäväsuunnitelman hyödystä jää saavuttamatta. (Junnonen 2010, 125.)

### 2.3 Tarjouspyynnön sisältö ja tehtäväsuunnitelman käyttö sen valmistelussa

Pääurakoitsijan keinot ohjata aliurakkaa luodaan jo sopimuksen valmistelun aikana. Toisin sanoen aliurakoitsijalta voidaan vaatia ainoastaan sopimuksen mukaista toimintaa. Tehtäväsuunnitelman tärkein tehtävä hankinnan valmistelussa on aliurakkasisällön ja tuotannon ohjaukseen tarvittavien työkalujen määrittäminen. Tehtäväsuunnitelman tulokset siirretään tarjouspyynnön ehdoiksi tai käydään läpi viimeistään urakka-neuvotteluissa (kuva 2). (Kankainen & Kolhonen 1999, 9.)



Kuva 2. Tehtäväsuunnitelman hyväksikäyttö aliurakan sisällön ja ehtojen muodostamisessa (Koskenvesa & Pussinen 1999, 7).

Tarjouspyyntö koostuu tarjouspyyntökirjeestä ja sen liitteinä olevista kaupallisista ja teknisistä asiakirjoista. Asiakirjoista on käytävä ilmi kaikki se tieto, mitä urakoitsija tarvitsee kyetäkseen laskemaan tarjouksen. Tämä edellyttää, että suunnitelmat ovat riittävän pitkällä. Jos näin ei ole, urakoitsija saattaa nostaa katettaan riskin minimoimiseksi tai liittää tarjoukseen varauksen epäselvistä kohdista. Riittävän yksityiskohmainen tarjouspyyntö helpottaa tarjousten vertailua ja pienentää urakoitsijan riskilisää. Tarjouspyynnössä esitettäviin asiakirjoihin ja liitteisiin kuuluu

- tarjouspyyntökirje ja liiteluettelo
- urakkakohtaiset ehdot, kuten urakan sisältö, maksuerätaulukko, aikataulu ja sakolliset välitavoitteet
- urakkaohjelma
- urakkarajaliite
- tekniset asiakirjat kuten piirustukset, selostukset ja työselitykset
- tarvittaessa tarjouslomake, yksikköhintaluettelo ja määräluettelo.

Tarjouspyyntöasiakirjat muodostavat perustan lopulliselle urakkasopimukselle. Tästä johtuen asiakirjojen sisältöön on kiinnitettävä huomiota jo tarjouspyyntövaiheessa. Aliurakka- ja kohdekohtaiset velvoitteet ja ehdot esitetään tarjouspyynnön liitteissä. Samoihin sopimusliitteisiin viitataan myöhemmin myös urakkasopimuksessa. Hyvään sopimuskäytäntöön kuuluu, että kukin asia esitetään vain kerran sille tarkoitettussa asiakirjassa. (Kankainen & Kolhonen 1999, 12.)

Rakennusurakan yleisten sopimusehtojen mukaan urakoitsijalla tarkoitetaan joko pääurakoitsijaa, aliurakoitsijaa tai sivu-urakoitsijaa. Tilaajalla puolestaan urakoitsijan sopimuskumppania, joka on tilannut urakkasuorituksen. (YSE 1998, 3.)

### 2.3.1 Urakan sisältö

Toteutettavat tuotantoratkaisut ovat viime kädessä työmaajohdon päätettävissä. Hankkeen alkuvaiheessa muodostetut hankintakokonaisuudet pohjautuvat pääasiassa kustannuslaskijoiden ja tuotannonsuunnittelijoiden näkemykseen hankkeesta ja sen toteutuksesta. Työmaan kannalta onkin usein tarkoituksenmukaista muuttaa työsisältöä niin, että saadaan kerralla tehtävä selkeä työkokonaisuus. Tehtävän työsisältöä lisää-

mällä tai pienentämällä pyritään myös sovittamaan eri hankinnat saumattomasti yhteen siten, että edellisen urakan lopetustila on samalla seuraavan urakan aloitustila.

Urakan sisältö tai pääsuoritusvelvollisuus kuvataan rakennusosina tai työsuorituksina omassa liitteessä, johon urakkasopimuksessa viitataan. Tärkeää on valita oikea tarkkuus, jolla urakan sisältö käydään läpi. Liian yksityiskohtainen kuvaus saattaa viestittää, että ainoastaan luetellut suoritukset sisältyvät urakkaan. Toisaalta liian yleinen kuvaus aiheuttaa epätietoisuutta siitä, mitä urakkaan kuuluu ja mitä ei. (Kankainen & Kolhonen 1999, 40.) Urakoitsijan suoritusvelvollisuuksia täydennetään urakkarajaliitteellä.

Potentiaalisten ongelmien analyysiä käytetään hyväksi myös urakkarajoja määriteltäessä. Riskit, jotka voivat aiheuttaa kustannuksia tai ongelmia lopullisen tuotteen laatuvaatimusten täyttymisessä, pyritään siirtämään aliurakoitsijalle. Tällaisia voivat olla muun muassa materiaalin tai työmaapalveluiden hankinta. Toisaalta töiden, joiden työmenekkiä on vaikea arvioida, sisällyttäminen urakkaan saattaa nostaa tarpeettomasti aliurakoitsijoiden tarjoushintoja ja saattaa vähentää tarjouksien määrää.

### 2.3.2 Aikataulu ja sakolliset välitavoitteet

Aikataulu ja välitavoitteet voidaan esittää omassa liitteessä. Jos urakan aloitus ja lopetus ajankohta on kirjattu tarjouspyyntökirjeeseen ja edelleen urakkasopimukseen, ei liitettä välttämättä tarvita. (Kankainen & Kolhonen 1999, 39.) Tärkeää on, että urakoitsija saa tarjouspyynnöstä selville vaaditun tuotantonopeuden ja osaa näin varata siihen tarvittavat resurssit (Kankainen & Kolhonen 1999, 25).

Sakollisilla välitavoitteilla pyritään tasaiseen tuotantonopeuteen. Välitavoitteina käytetään osakohdejakoja, kuten kerroksia. Viivästyssakon suuruus on mainittu urakkaohjelmassa ja urakkasopimuksessa. YSE:n mukaan sakko on aliurakoissa 0,1 prosenttia arvolisäverottomasta urakkasummasta. Sakko lasketaan enintään 50 työpäivältä ja, jos välitavoitteet ovat sakollisia, yhteensä 75 työpäivän mukaan (YSE 1998, 18 §). Sovittujen viivästyssakkojen jälkeen aliurakoitsijan vastuut ovat täysimääräisiä. Tätä tulokintaa tukee se, että sakkojen ollessa maksimissaan aliurakoitsijalla ei ole intressiä kiihkeä urakan mahdollisimman nopeaa valmistumista. (Liuksiala 2004, 100.)

Tarjouspyyntövaiheessa urakan tarkan alkamisajankohdan määrittäminen saattaa tuottaa ongelmia. Yleistä onkin, että aloitusajankohtaa tarkennetaan urakkaneuvotteluissa noin kuukausi ennen tai viimeistään aloituspalaverissa noin viikkoa ennen aloitusta (Kankainen & Kolhonen 1999, 25).

Tilaaaja ei saa yksipuolisesti muuttaa sovittua aikataulua vaan se on tehtävä yhteisymmärryksessä urakoitsijan kanssa. Jos aloitus siirtyy sovittua enemmän, on urakoitsijalla oikeus vaatia tilaajalta korvausta (YSE 1998, 35 § 1).

### 2.3.3 Maksuerätaulukko

Urakkahinnan maksaminen määritetään maksuerätaulukossa, johon urakkasopimuksessa viitataan. Maksuerätaulukko on syytä laatia aina vähänkin pidempiaikaisissa urakoissa. Maksuerät on hyvän käytännön mukaan jaettava vastaamaan aliurakoitsijan todellisia kuluja. Voimakkaasti takapainoista maksuerätaulukkoa ei tule laatia, sillä tämä saattaisi aiheuttaa urakoitsijalle likviditeettiongelmia.

Maksuerät tehdään osakohteittain ja maksetaan, kun osakohte on hyväksytysti luovutettu tilaajalle. Taulukolla voidaan myös ohjata osakohteiden suoritusjärjestystä. Tilaaaja saattaa painottaa voimakkaasti tahdistavia tai muuten tärkeiden osakohteiden maksuerää urakoitsijan mielenkiinnon lisäämiseksi. (Kankainen & Kolhonen 1999, 41.)

Maksuerätaulukon laatiminen selkeyttää urakan maksuliikennettä ja täten myös taloudellisen loppuselvityksen tekoa, tilaajan on tällöin helppo seurata, mistä on maksettu ja mistä ei. Ensimmäisen maksuerän osuus on yleensä noin 5 % eli puolet urakoitsijan rakennusaikaisesta vakuudesta. Urakan puolivälissä tulisi maksut ja suoritukset olla tasapainossa. (Liuksiala 2004, 501.) Viimeinen maksuerä on työn edistymiseen verrattuna muita maksueriä suurempi, yleensä noin 10 % urakkasummasta. Sen tarkoituksena on turvata tilaajan edut loppuselvitykseen saakka. (Kankainen & Kolhonen 1999, 41.) Tilaaaja voi myös maksaa urakoitsijalle ainoastaan tehdystä työstä. Tällöin, tilaajan ei tarvitse vaatia urakoitsijalta rakennusaikaista vakuutta.

### 2.3.4 Urakkaohjelma

Hankkeesta tehdään vain yksi urakkaohjelma, joka koskee sekä pääurakkaa että sivu-urakoita. Sen tarkoituksena on koota ja täydentää muita asiakirjoja. Urakkaohjelma ei



puutu rakennusteknisiin yksityiskohtiin, mutta kattaa laajasti hankkeen talouteen ja toteutukseen liittyvät seikat. Urakkaohjelman avulla urakoitsija saa jo tarjousvaiheessa kokonaiskuvan hankkeesta ja omista velvollisuuksistaan.

Urakkaohjelman kohdat ovat pääsääntöisesti samat kuin urakkasopimuksessa. Tämän lisäksi urakkaohjelmassa annetaan ohjeita tarjouksen antamiseen sekä mainitaan urakoitsijan valintaperusteet. Urakkaohjelma ja urakkarajaliite liittyvät läheisesti toisiinsa. Asiakirjojen keskinäinen sisältöjaottelu onkin harkittava tapauskohtaisesti. (Liuksiala 2004, 471.)

### 2.3.5 Urakkarajaliite

Urakan sisältöä täsmennetään urakkarajaliitteellä. Esitystapana voi olla niin sanottu rasti ruutuun, taulukko- tai tekstimuoto. Urakkarajaliitteessä käydään läpi kohta kohdalta, mitkä ovat tilaajan ja mitkä urakoitsijan velvollisuuksia pääsuorituksen aikaansaamiseksi. Nämä koskevat muun muassa työmaan hallintoa, työmaapalveluita, yhteisiä toimintoja ja sivuvelvollisuuksia. Urakkarajaliite on yleensä sama kaikille työmaalla työskenteleville urakoitsijoille.

Urakkarajaliite rajaa myös tilaajan myötävaikutusvelvollisuuksia aliorakoitsijalle. Jos tilaaja laiminlyö myötävaikutusvelvollisuutensa, on aliorakoitsija oikeutettu urakkaan pidennykseen sekä täyteen korvaukseen vahingoista (YSE 1998, 19 §). Tämä sillä edellytyksellä, että urakoitsija on huomauttanut tilaajaa asiasta. Huomautus on syytä tehdä kirjallisena ja siinä tulee mainita oikeus lisäkorvauksiin ja lisäaikaan (Liuksiala 2004, 125).

## 2.4 Sopimusprosessi

Rakennusalan urakkasopimuksia tehtäessä on suositeltavaa käyttää vakioasiakirjoja. Nämä asiakirjat pohjautuvat yleisiin sopimusehtoihin eli YSE:hin. Yhtenäinen sopimuskäytäntö ja selkeät tarjouspyyntö- ja sopimusasiakirjat poistavat pelkoja papereihin piilotetuista ansoista. Tämä säästää aikaa ja siirtää huomion itse hankkeeseen ja yhteistyön onnistumisen kannalta keskeisiin asioihin.

### 2.4.1 Tarjouspyyntö

Sopimusprosessi lähtee liikkeelle tarjouspyynnöstä, jossa tilaaja kehottaa valitsemiaan urakoitsijoita antamaan tarjouksen kyseessä olevasta tehtävästä. Urakoitsijan antaman tarjouksen tulisi vastata tarjouspyyntöä. Sisällöltään erimuotoiset tarjoukset eivät ole keskenään vertailukelpoisia ja vaikeuttavat näin tilaajan tekemää valintaa. Tilaaja voi yrittää varmistaa tarjousten samanmuotoisuuden liittämällä tarjouspyyntöön tarjouslomakkeen, johon tarjous annetaan. Lisäksi mahdollisia muutos- ja lisätoita varten voidaan lisätä yksikköhintaluettelo.

Tarjouksesta tulee sitova tarjouspyynnössä esitetyn tarjouksen jättöajan umpeuduttua. Tämän jälkeen ainoastaan tarjouksessa havaittu olennainen virhe voi vapauttaa urakoitsijan tarjouksen täyttämisen vastuusta (Liuksiala 2004, 73). Poikkeuksena tästä ovat tarjoukset, joissa on maininta, että tarjous ei ole antajaansa sitova. Tällaisia saattavat olla muun muassa tarjousvaiheen ennakkotarjoukset (Junnonen & Kankainen 2012, 27). Tarjouspyyntö ei velvoita tilaajaa tekemään sopimusta kenenkään tarjoajan kanssa, eikä urakoitsija pääsääntöisesti ole oikeutettu saamaan korvausta tarjouksen tekemisen aiheuttamista kuluista (Liuksiala 2004, 69).

### 2.4.2 Urakkaneuvottelut

Tilaaja kutsuu tarjousvertailun perusteella yleensä edullisimman tarjouksen antaneen urakoitsijan urakkaneuvotteluun. Neuvotteluiden tarkoituksena on varmistaa, että osapuolet ymmärtävät sopimukseen sisältyvät vastuut ja velvoitteet samalla tavalla. Lisäksi voidaan urakan alkamisajankohtaa tarkistaa sekä käydä läpi suunnitelmat ja suunniteltu työn etenemisjärjestys. Tarjouksen hinnasta ei tule neuvotella. Urakkaneuvotteluista pidetään pöytäkirjaa, joka liitetään asiakirjana urakkasopimukseen. (Kankainen & Kolhonen 1999, 14.)

### 2.4.3 Aliurakkasopimus

Urakkasopimus on asiakirjajärjestelmä, jonka ydin on urakkasopimuslomake. Sopimus on tarkoitettu käytettäväksi yleisenä lomakkeena. Suurin osa sopimusehdoista on otettu suoraan YSE:sta. Hankkeen kohdekohtaiset tiedot esitetään liiteasiakirjoissa, joihin sopimuksessa viitataan (Kankainen & Kolhonen 1999, 6). Sopimuslomake sisältää yleensä ainakin seuraavat kohdat:

- rakennuskohde, sopijaosapuolet ja muut osapuolet
- sopimusehdot ja käsitteistö
- urakoitsijan suoritusvelvollisuudet ja tilaajan myötävaikutusvelvollisuudet
- sopimusasiakirjat
- laadunvarmistus
- urakka-aika ja viivästyssakko
- takuu-aika, vakuudet ja vakuutukset
- urakkahinta, urakkahinnan maksaminen ja hintasidonnaisuudet
- suunnitelmien muuttamisen vaikutus urakkahintaan ja lisä- ja muutostöiden tilaaminen
- valvonta, työnjohto ja työsuojelu
- yhteiset toimitukset
- riitaisuuksien ratkaiseminen.

Sisältönsä mukaan voidaan asiakirjat jakaa kaupallisiin ja teknisiin asiakirjoihin ja nämä edelleen yleisiin ja hankekohtaisiin asiakirjoihin. Jos sopimuksessa viitataan yleisiin asiakirjoihin, ei niitä tarvitse liittää sopimukseen liitteeksi, vaan pelkkä viittaus kyseessä olevaan asiakirjaan riittää. Lisäksi on aina voimassa olevia normeja, joihin ei tarvitse erikseen viitata (Junnonen 2009, 73). Sopimusasiakirjat ovat toisiaan täydentäviä. Tämä tarkoittaa, että yhdessäkin asiakirjassa annettu määräys on pätevä, vaikka se puuttuisi muista asiakirjoista (YSE 1998, 12 §).

Sopimus syntyy tarjouksesta ja siihen annetusta myöntävästä vastauksesta. Tarjouspyyntöön tai tarjoukseen voi kuitenkin olla lisätty ehto, jonka mukaan sopimus katsotaan syntyneeksi vasta kun tilaaja ja urakoitsija ovat allekirjoittaneet kirjallisen asiakirjan. Jättämällä sopimuksen allekirjoittamatta, urakoitsija ei kuitenkaan voi välttyä sopimusvastuulta (Liuksiala 2004, 77). Rakennusalan sopimukset voivat olla myös vapaamuotoisia, eli ne ovat päteviä suullisestikin tehtyinä. Toteennäyttämisen helpottamiseksi sopimukset on kuitenkin aina syytä tehdä kirjallisena.

#### 2.4.4 Sopimusasiakirjojen pätevyysjärjestys

On tärkeää, että asiakirjoissa esitetyt asiat eivät ole ristiriidassa keskenään. Tästä syystä kukin asia esitetään vain sille tarkoitettussa asiakirjassa. Tämä helpottaa tiedon etsimistä ja edustaa hyvää sopimuskäytäntöä. Jos asiakirjoissa ilmenee ristiriitaisuuksia,

on urakkasopimuksessa mainittava asiakirjojen pätevyysjärjestys. Urakkasopimuksen kaupalliset asiakirjat YSE:n (1998, 13 §) mukaisessa pätevyysjärjestyksessä ovat:

- urakkasopimus (urakkasopimuslomake)
- urakkaneuvottelupöytäkirja
- rakennusalan yleiset sopimusehdot (YSE)
- tarjouspyyntö ja ennen tarjouksen antamista annetut kirjalliset lisäselvitykset
- urakkaohjelma tai muut sopimuskohtaiset urakkaehdot
- urakkarajaliite
- tarjous
- määrä- ja mittaluettelo
- muutostöiden yksikköhintaluettelo.

Asiakirjojen pätevyysjärjestyksessä korkeammalla sijalla olevan asiakirjan määräys ohittaa alempana olevan. Kun on kyse taloudellisesti merkittävästä ristiriidasta, vaatii urakoitsija tietenkin korvausta. Jos osapuolet eivät pääse yksimielisyyteen siitä, kuuluuko työ sopimukseen vai ei, on urakoitsijan silti täytettävä tilaajan kirjallisesti vaatima työ (YSE 1998, 90 §). Tämä siksi, että urakoitsijan työn keskeytyksestä voisi koitua tilaajalle kohtuutonta haittaa. Poikkeuksen pätevyysjärjestykseen luo YSE:n määräykset, joissa on maininta ”ellei kaupallisissa asiakirjoissa ole toisin määrätty”. Tällaisissa ehdoissa YSE:n määräykset voidaan ohittaa pätevyysjärjestyksessä heikommalla sijalla olevalla asiakirjalla (Liuksiala 2004, 168).

Teknisten asiakirjojen pätevyysjärjestys YSE: n (1998, 13 §) mukaan on:

- työkohtaiset laatuvaatimukset ja selostukset
- sopimuspiirustukset
- yleiset laatuvaatimukset ja työselostukset.

Periaatteena on, että erikoistyo selostuksilla on parempi pätevyys yleisiin selostuksiin verrattaessa. Piirustuksissa ilmoitetut mitat ovat korkeammassa asemassa piirustuksista mittaamalla saatuihin (Liuksiala 2004, 170 - 171).

### 3 ALIURAKAN AJALLINEN HALLINTA

#### 3.1 Yleistä

Rakennushankkeen onnistumiseen vaikuttaa voimakkaasti se, miten hyvin tuotanto saadaan vastaamaan suunniteltua aikataulua. Ajallisen suunnittelun ja ohjauksen epäonnistumisesta seuraa myöhästymisiä, laatuvirheitä ja kustannusten ylittymisiä. Nämä taas aiheuttavat reklamaatioita, vastineita, erimielisyyksiä ja lopulta sopimussakkoja (kuva 3). Hyvällä aikataulusuunnittelulla pystytään vähentämään näitä riskejä ja luomaan edellytykset hankkeen onnistumiselle niin ajan, kustannusten kuin laadunkin suhteen.



Kuva 3. Aika, kustannukset ja laatu - aina yhteydessä toisiinsa (Koskenvesa & Toikka 2006).

Aikataulu on hankkeen toteutuksen malli, jossa asetetaan tavoitteet hankkeelle ja yksittäisille tehtäville. Tavoitteet koskevat tehtävien aloittamista ja päättämistä sekä työvoiman käyttöä. Toimivan ja ohjauksen mahdollistavan aikataulun piirteitä ovat:

- aikatauluun on valittu toteutuksen kannalta keskeisimmät tehtävät niin aliurakoista kuin omista töistäkin
- aikataulu on tavoitteellinen
- kullekin tehtävälle on varattava työrauha
- tehtävät on suunniteltava riittävän suurina kokonaisuuksina, jotta ohjaus on mahdollista
- aikataulu on esitettävä niin, että sillä on mahdollista valvoa tuotantoa

- aikataulussa kohde on jaettu selkeisiin osiin
- aikataulussa on pelivara tuotannon häiriöitä varten
- selkeä – aikataulu ei saa sisältää liikaa tehtäviä.

(Mäki & Koskenvesa 2007, 19.)

Hankkeen päätoteuttajan tehtävänä on laatia rakennustöitä ohjaava yleisaikataulu. Talotekniikan aikataulut sovitetaan yhteen yleisaikataulun kanssa ottaen huomioon kaikkien osapuolien näkökohdat (Koskenvesa & Toikka 2006, 2). Talotekniikan aikataulusuunnittelun tulee olla rakennustekniikkaa vastaavalla tasolla. Aikataulunimikkeiden tulee olla yksiselitteisiä ja paikka- että aluejaon tulee toimia myös talotekniikan osalta. (Mäki & Koskenvesa 2007, 38.)

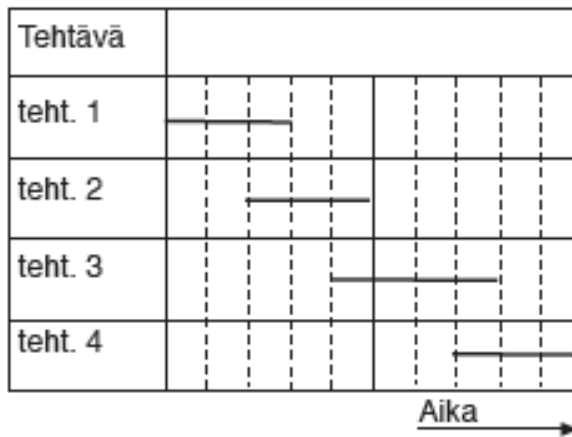
## 3.2 Yleisimmät aikataulutyytit

### 3.2.1 Jana-aikataulu

Perinteinen jana-aikataulu on rakennusalan yleisin aikataulutyyppi (kuva 4). Sen kehitti Henry Laurence Gant jo 1910-luvulla. Myös Gant- kaaviona tunnetussa aikataulussa voidaan selkeästi esittää tehtävien kestot, toteutusjärjestys, resurssit sekä niiden siirtyminen tehtävästä toiseen. (Koskenvesa & Toikka 2006, 6.)

Työn etenemistä seurataan jana-aikataulussa murtoviivatekniikalla. Seurantaviiva leikkaa tehtävää kuvaavan janan kohdasta, joka katsotaan tehtävästä kulloinkin olevan tehtynä. Aikataulussa voidaan myös esittää välitavoitteet, kuten säältä suojaan tai lämpö päälle. (Koskenvesa & Toikka 2006, 6.)

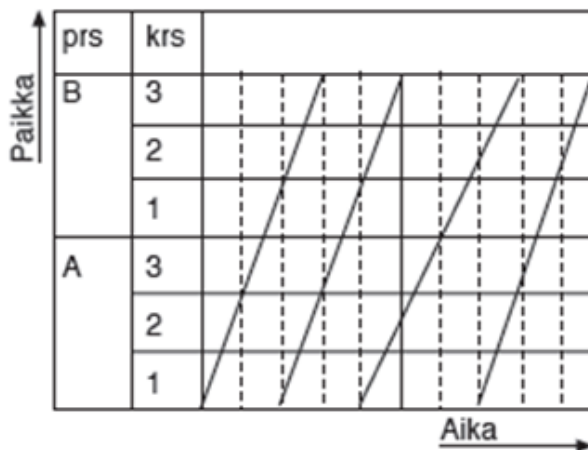
Jana-aikataulua käytettäessä esimerkiksi sisävalmistusvaiheen aikataulun esittämiseen voidaan paikat esittää primäärisinä eli summajanoina. Paikoissa toistuvat tehtävät esitetään sekundäärisinä. Tämän Harmonogram -kaavioon perustuvan suomalaisen aikataulusovelluksen tarkoituksena on jakaa tehtävät paikkoihin, kuten paikka-aikakaaviossakin. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 24.)



Kuva 4. Jana-aikataulu (Koskenvesa & Toikka 2006, 6).

### 3.2.2 Vinoviiva-aikataulu

Vinoviiva-aikataulut voidaan jakaa paikka-aikakaavioihin (kuva 5) sekä tuotantoaikakaavioihin. Aikataulutyyppi pohjautuu Line of Balance -tekniikkaan, jonka Goodyear-yhtiö kehitti 1940-luvulla. Flowline-menetelmä on tästä yksinkertaistettu versio, jossa tuotannon etenemistä kuvataan kahden viivan sijasta yhdellä viivalla. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 10.)



Kuva 5. Paikka-aikakaavio (Koskenvesa & Toikka 2006, 10).

Paikka-aikakaaviossa pystyakselilla esitetään rakennuksen tai hankkeen osakohteet eli tehtävän suorituspaikat. Osakohteiden jako tehdään yleensä vastaamaan osakohteiden todellista laajuutta suhteessa toisiinsa. (Koskenvesa & Toikka 2006, 12.)

Paikan ja ajan suhde valitaan siten, että suurin osa vinoviivoista on noin 45 asteen kulmassa. Vinoviivat kuvaavat tehtävien kestoa kussakin osakohteessa, viivan derivaatan ollessa näin tuotantonopeus. (Koskenvesa & Toikka 2006, 6.)

Paikka-aikakaavio on erinomainen työväline aikataulun tarkistamiseen, tuotannon valvontaan ja ohjaukseen. Se osoittaa selkeästi poikkeamat tuotantonopeudessa sekä lopetus- ja aloitusajankohdissa. Myös tuotannon korjaamisen vaikutukset havaitaan nopeasti ja pystytään ennustamaan tehtävän kesto. Näistä syistä johtuen on suositeltavaa käyttää paikka-aikakaaviota esimerkiksi tehtäväsuunnitelmassa. Tuotantoaikakaaviossa on osakohteiden tilalla tehtävän valmiusaste tai suoritemäärä. Kaaviota käytetään, jos kohde ei ole selkeästi jaettavissa osakohteisiin. (Koskenvesa & Toikka 2006, 7.)

### 3.2.3 Valvontavinjetti

Valvontavinjettinä voidaan käyttää matriisia tai esimerkiksi pohjakuvaa (kuva 6). Työn etenemistä seurataan rastitusperiaatteella tai väreillä. Rasteja käytettäessä viiva ruudun yli merkitsee, että työ on aloitettu, toinen viiva, että työ on valmis ja seuraava tehtävä voidaan kohteessa aloittaa. Vinjettiin merkitään myös aikataulun mukaiset aloitus- ja lopetusajankohdat.

Paikka	A			B		
Tehtävä	I	II	III	I	II	III
teht. 1	1	2	3	4	5	6
teht. 2	2	3	4	5	6	7
teht. 3	3	4	5	6	7	8
teht. 4	4	5	6	7	8	9

Kuva 6. Valvontavinjetti esitettynä matriisimuodossa (Koskenvesa & Toikka 2006, 10).

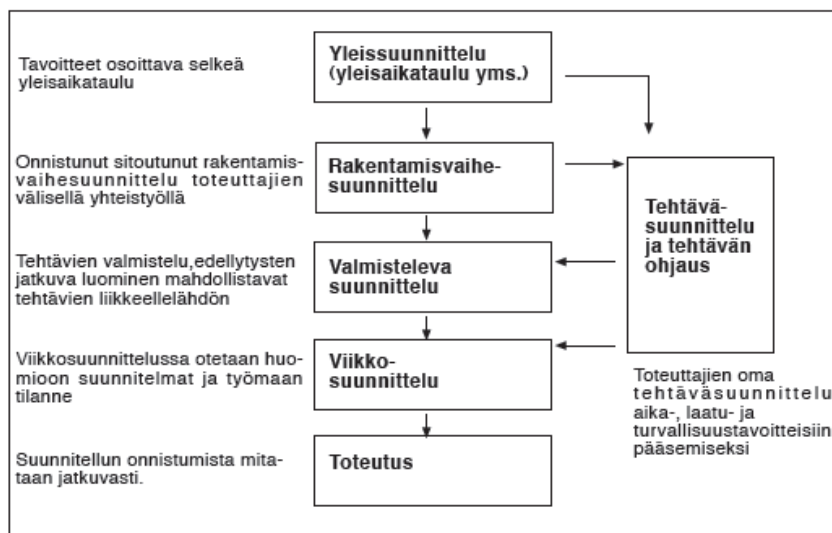


### 3.3 Asteittain tarkentuva ajallinen suunnittelu

#### 3.3.1 Yleisaikataulu

Tuotannonohjaus laaditaan ylhäältä alas -periaatteella. Yleisaikataulusta saadaan lähtötiedot ja raamit tarkemman tason suunnitelmille. Kuvassa 7 on esitetty tuotantoa ohjaavien aikataulujen tasot.

Päätoteuttajan yleisaikataulussa kuvataan koko hankkeen työn kulku. Se tehdään heti, kun päätös rakentamisen aloittamisesta on tehty. Yleisaikataulu toimii työmaan eri osapuolten keskeisimpänä informaation välineenä. Onnistunut hankkeen toteutus edellyttää, että suunnitelma- ja hankinta-aikataulu toimivat hyvin yhteen työmaan yleisaikataulun kanssa. (Mäki & Koskenvesa 2007, 27.)



Kuva 7. Tuotantoa ohjaavat aikataulut (Koskenvesa & Toikka 2006).

Yleisaikataulun laadinta aloitetaan sijoittamalla siihen ensin rakennusteknisten töiden tärkeimmät tehtävät. Tämän jälkeen aikataulu sovitetaan yhteen taloteknisten töiden kanssa. Yleisaikataulussa esitetään 20 - 30 aikataulun kannalta keskeisintä työtä (Mäki & Koskenvesa 2007, 27). Tästä johtuen taloteknisiä töitä ei yleensä juurikaan esitetä yleisaikataulussa vaan LVIS- urakoitsijat tekevät omat yleisaikataulusensa.

Yleisaikataulun aikataulutyyppi on jana-aikataulu tai paikka-aikakaavio. Tehtävien kestot esitetään puolen viikon ja aloitusajankohta viikon tarkkuudella. Alustavassa yleisaikataulussa tehtävät mitoitetaan käyttäen kokonaistyöaikaa. Tämä tarkoittaa, että

tehtävien keston on lisätty varaus tuotannon häiriöille eikä vapaata pelivaraa ole erikseen merkitty aikatauluun. Tavoitteelliseksi yleisaikataulu saadaan mitoittamalla tehtävät tehollisen työajan mukaan ja lisäämällä aikatauluun erilliset puskurit tuotannon suurhäiriöille. (Mäki & Koskenvesa 2007, 28.)

### 3.3.2 Rakentamisvaiheaikataulu

Rakentamisvaiheaikataulu on työmaatuotannon tärkein ohjausväline. Sen tarkoituksena on auttaa saavuttamaan yleisaikataulussa asetetut tavoitteet. Rakentamisaikataulun vahvuutena on sen tarkkuus, joka mahdollistaa tehtävien tarkan ohjauksen ja toisaalta yleisyys, joka auttaa hahmottamaan vaiheen koko kuvan. (Mäki & Koskenvesa 2007, 28.)

Rakentamisvaiheaikataulu laaditaan 2 - 6 kuukauden jaksoille tai rakennusvaiheille. Yleisimpiä rakennusvaiheita, joista tehdään rakentamisvaiheaikataulu, ovat:

- maanrakennus- ja perustusvaihe
- runko- ja vesikattovaihe
- sisävalmistusvaihe
- viimeistely- ja luovutusvaihe.

(Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 55).

Rakentamisvaiheaikataulu laaditaan aina työmaalla. Aikatauluun otetaan 10 - 40 nimikettä. Rakentamisvaiheaikataulussa esitetään myös keskeisimmät ja rakennusteknisten töiden kannalta kriittiset talotekniset työt. Tällöin voidaan yhdellä silmäyksellä todeta tehtävien riippuvuudet ja varmistetaan, että yhdessä sovittuihin tavoitteisiin on myös sitouduttu. (Mäki & Koskenvesa 2007, 30.)

Tehtävien kestot mitoitetaan yhden työvuoron ja alkamisajankohta puolen viikon tarkkuudella. Rakentamisvaiheaikataulun esitysmuotona on yleisimmin paikka-aikakaavio tai jana-aikataulu. (Mäki & Koskenvesa 2007, 30.)

### 3.3.3 Tehtäväsuunnitelman aikataulu

Tehtäväsuunnitelmaa ei pidetä omana aikataulutasona. Aikataulun tarkkuuden tulee mahdollistaa tehtävän ohjaaminen eli sen on oltava vähintään rakentamisvaihe aikataulun tasolla. Tehtävän ollessa ajallisesti pitkäkestoinen, tulee aikataulu jakaa osiin riittävän tarkkuuden saavuttamiseksi.

Tehtäväsuunnitelman aikataulussa tulee esittää valvottavan tehtävän lisäksi ainakin edellinen tehtävä ja valvottavaa tehtävää seuraava tehtävä. Edeltävästä tehtävästä riippuu valvottavan tehtävän aloitusedellytykset sekä sitä seuraava tehtävä antaa käsityksen, milloin seuraava työryhmä tulee osakohteeseen. Tehtäväsuunnitelmassa esitetään myös kaikki talotekniset työt ja muut työmaapalvelut, jotka vaikuttavat tehtävän suorittamiseen ja etenemiseen. Mahdolliset suurtehtävät voidaan pilkkoa alatehtäviksi, jos se katsotaan valvontaa helpottavaksi ja tarkoituksen mukaiseksi toimenpiteeksi.

Tehtäväsuunnitelmassa aikataulumuotona on suositeltavaa käyttää aika- paikkakaaviota. Tämä siksi, että siitä on helppo seurata tehtävän todellista etenemistä osakohteesta toiseen ja havaita tuotannon mahdolliset poikkeamat suunnitellusta (Koskenvesa & Pussinen 1999, 7). Tehtäväsuunnitelman tekee tehtävästä vastaava työnjohtaja yleisikätaulun tai rakentamisvaihe aikataulun pohjalta.

### 3.3.4 Viikkoaikataulu

Viikkoaikataulu laaditaan viikoittain 1- 3 viikoksi eteenpäin. Aikataulun tarkoituksena on varmistaa lyhyellä aikajänteellä resurssien tehokas käyttö ja tavoitteiden toteuttaminen. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 58.)

Jokainen työnjohtaja laatii oman viikkoaikataulunsa. Se toimii samalla myös työnjohtajan muistilistana tehtävistä töistä. Viikkoaikataulu esitetään tyypillisesti janaaikataulumuodossa. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 60.)

## 3.4 Tehtävien sijoittaminen aikatauluun

Aikataulussa tehtävät ovat töitä tai toimintoja, joihin tarvitaan aikaa ja resursseja. Aikataulutehtävät muodostetaan tehtäväluettelon pohjalta järkeviksi, ajallisesti ja taloudellisesti hallittaviksi työkokonaisuuksiksi. Aikataulutehtävien tulee olla tarpeeksi

suuria kokonaisuuksia, ottaen silti huomioon tehtävien tekemiseen liittyvät ammattitaitovaatimukset. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 76.)

Kohteessa on usein työmenekiltään pieniä tehtäviä, joiden aikatauluun sijoittaminen ei ole tarkoituksenmukaista. Nämä tehtävät voidaan sisällyttää johonkin toiseen aikataulutehtävään tai koota yhteen nimellä muut työt. Näiden töiden tai muuten ajoittamattomien töiden osuus ei saa olla enempää kuin 15 – 20 % koko hankkeen työpanoksesta. (Kankainen & Sandvik 1999, 22.)

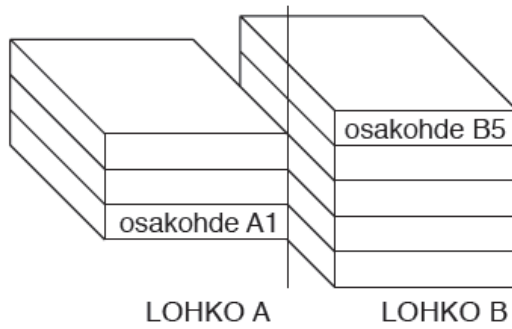
Aikataulun toteuttamiskelpoisuus tutkitaan paikka-aikakaavion avulla. Sijoitettaessa tehtäviä aikatauluun, otetaan huomioon, miten

- tehtävät saadaan kestoltaan yhtä pitkiksi, tasaisesti piteneviksi tai lyheneviksi
- tehtävät saadaan jatkuviksi suoritemäärien vaihdellessa eri osakohteissa
- työryhmät saadaan jatkuvasti työllistetyiksi
- osakohde saadaan rauhoitettua yhdelle työryhmälle kerrallaan.

(Kankainen & Sandvik 1999, 26.)

### 3.4.1 Kohteen osittelu

Rakennuskohteen ajallinen suunnittelu, valvonta ja ohjaus perustuvat kohteen jakamiseen fyysisiin osiin eli lohkoihin ja osakohteisiin (kuva 8). Lohko on rakennus tai rakennuksen osa, joka toteutetaan kuten itsenäinen rakennus. Lohkojaossa rakennus jaetaan pystysuunnassa osiin, rajoina käytetään moduulilinjoja sekä liikunta- ja työsaumoja. Sopiva koko yhdelle lohkolle on 3000 – 5000 brm<sup>2</sup>. Tästä johtuen pienissä ja monikerroksisissa rakennuksissa lohkojen muodostaminen on hankalaa. (Kankainen & Sandvik 1999, 19-20.)



Kuva 8. Kohteen jakaminen lohkoihin ja osakohteisiin (Koskenvesa & Toikka 2006, 13).

Osakohteet tai työkohteet ovat lohkon osia, kuten kerroksia. Osakohejako mahdollistaa aikataulun valvonnan. Perusajatuksena on, että osakohde on rauhoitettu yhdelle kriittiselle tehtävälle kerrallaan. Osakohteet sidotaan maksueriin ja sakollisiin välitavoitteisiin. Osakohteet luovutetaan tilaajalle niiden valmistuttua yksi kerrallaan, estäen näin työn hajoaminen useaan kohteeseen. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 71.)

### 3.4.2 Tehtävien mitoitus

Aikataulun suunnittelua varten tarvitaan tietoja tuotantonopeudesta eli kuinka paljon työryhmä saa suoritetta valmiiksi yhdessä ajan yksikössä. Tiedot voivat olla kokemusperäisiä, yrityksen omiin jälkilaskenta- tai Ratu- tiedostoihin perustuvia tietoja. Tehtävien keston määrittäminen tulee perustua laskennallisiin, hallittuihin menetelmiin, ei yksinomaan kokemukseen ja intuitioon. (Koskenvesa & Toikka 2006, 2.)

Ratun työmenekkitiedostoissa on eri rakennusosille ja tehtäville määritetty perustyöryhmä sekä tämän tuottavuus. Tiedosto vastaa yleistä tuottavuustasoa ja sisältää hyvän rakennustavan mukaiset työmenetelmäkuvaukset. Työmenekkejä voidaan tarvittaessa korjata kohteen haastavuutta kuvaavalla kertoimella. (Koskenvesa & Toikka 2006, 9.)

Tehtävän kesto lasketaan joko käyttämällä työsaavutusta tai työmenekkiä. Työsaavutus on tietyn työryhmän aikaansaannos aikayksikössä. Aikayksikkönä käytetään tavallisimmin työvuoroa ja aikaansaannoksen yksikkönä neliötä, juoksumetriä, kappaletta ja niin edelleen. Työmenekki on työsaavutuksen käänteisluku. Se siis kertoo kuinka monta työntekijätuntia kuluu yhteen tuotettuun yksikköön. (Koskenvesa & Toikka 2006, 10.)

Työaikataulua tehtäessä tehtävien kestot lasketaan käyttäen työsaavutuksena tehollista eli T3- aikaa (kuva 9). Tehollisella työajalla tarkoitetaan tavoitteellista työsaavutusta, joka ei sisällä varauksia yli tunnin kestäville tuotannon häiriöille. Koska T3- tasoa käytettäessä tuotannon häiriöt eivät sisälly teholliseen työaikaan, täytyy ne merkitä erikseen kootusti aikatauluun niin sanottuna häiriöpelivarana. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 68.)

Perusaika T1	Menetelmän lisäaika TL1	Työnvuoron lisäaika TL2	Pelivarat, TL3-aika
Menetelmäaika T2		- alle 1,0 tunnin kesketykset	
Tehollinen aika (työvuoroaika) T3		Pienet erilliset työvaiheet (T3p) ja työehtosopi- muksen mukai- set taudit	
Kokonaisaika (työnvaiheaika) T4			

Kuva 9. Työaikakäsitteet Ratun mukaan (Koskenvesa & Toikka 2006, 10).

### 3.4.3 Varautuminen tuotannon häiriöihin

Alustavaa yleisaikataulua laadittaessa käytetään tehtävien mitoittamiseen kokonais-työaikaa eli T4-aikaa. Tämä sisältää varaukset suurhäiriöille eikä erillisiä häiriövarauksia käytetä. T3-aika voidaan muuttaa T4-ajaksi TL3-kertoimen avulla. Kerroin on 1,1...1,30 riippuen työlahin häiriöherkkyydestä. (Koskenvesa & Toikka 2006, 10.)

Tehtävien suurhäiriövaraukset kootaan aikatauluun yleensä eri rakennusvaiheiden loppuun. Tällaisia vaiheita ovat maanrakennusvaihe, perustusvaihe, runko ja sisävalmistusvaihe. Lisäksi viimeistelyyn ja luovutukseen varataan oma vapaa pelivara. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 68.)

Aikataulun häiriöherkkyyttä voidaan myös vähentää kasvattamalla tehtävien aloitusvälejä. Tavanomaisessa talonrakennuksessa aloitusvälit ovat 10 – 15 työvuoroa (Kankainen & Sandvik 1999, 27). Aloitusvälejä määritettäessä kannattaa apuna käyttää paikka-aikakaaviota. Tärkeää on, että edeltävä työ ehtii valmistua osakohteessa

ennen seuraavan työryhmän saapumista. Lisäksi tulee varata aikaa urakoitsijan itselle luovutukseen ja tilaajalle osakohteen vastaanottoon (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 85).

#### 3.4.4 Työjärjestyksen valinta

Seuraava tehtävä voidaan usein aloittaa osakohteessa vasta, kun edeltävä tehtävä on saatu siinä valmiiksi. Tehtävä on siis riippuvainen edeltävän tehtävän valmistumisesta. Riippuvuuksilla tarkoitetaan siis tehtävien toteutusjärjestystä. Nämä voivat olla joko ehdottomia tai valittuja. Ehdoton riippuvuus tarkoittaa että tehtävät voidaan toteuttaa ainoastaan tietyssä järjestyksessä. Ehdottomat eli loogiset riippuvuudet ovat yleensä työnjohdolle tuttuja johtuen samojen suunnitteluratkaisujen sekä detaljien toistumisesta eri rakennuskohteissa. (Kankainen & Sandvik 1999, 23.)

Valitut riippuvuudet voivat johtua olosuhteista, kuten sääolosuhteista ja työmaajärjestelyistä, teknisistä ratkaisuista tai työmaan resurssien, kuten nosturin, käytöstä. Riippuvuuksista aiheutuu tehtävien välille viivettä. Aikaeron ratkaisee riippuvuustyyppi, joita ovat:

- loppu – alkuriippuvuus, tehtävää ei voi aloittaa ennen kun edellinen on täysin valmis
- alku – alkuriippuvuus, edellinen tehtävä tulee olla aloitettu ennen kuin seuraava voidaan aloittaa
- loppu – loppuriippuvuus, tehtävät täytyy lopettaa samaan aikaan
- alku – loppuriippuvuus, edeltävä tehtävä on aloitettava ennen kuin seuraava voidaan tehdä valmiiksi.

(Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 82.)

#### 3.4.5 Tehtävien tahdistus ja rytmitys

Hyvän tuotannon edellytyksenä pidetään, että osakohde on rauhoitettu yhdelle kriittiselle tehtävälle kerrallaan. Vaatimus työrauhasta on esitetty myös YSE: ssa, jossa on mainittu, ettei tilaajan tekemät tai teettämät muut työt saa tarpeettomasti häiritä urakoitsijan suoritusta (YSE 1998, 8 § 2).

Tehtävien tahdistuksella ratkaistaan siis miten tehtävien kestot saadaan mahdollisimman lähelle toisiaan. Tällöin tehtävien tuotantonopeus ajan- ja paikan suhteen säilyy samanlaisena eikä synny tilanteita, missä samassa osakohteessa tehtäisiin samaan aikaan useampaa eri tehtävää. Tahdistuksen keinoja ovat:

- tehtävien työsisällön muuttaminen, esimerkiksi lisäämällä tehtävien sisältöä tai luomalla suurtehtäviä, joissa voi olla kahdesta viiteen alatehtävää
- työryhmän kokoa tai työvuoron pituutta muuttamalla lisätään tai vähennetään tuotantonopeutta
- siirtämällä tehtävien aloitusaikaa.

(Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 84.)

Joissain tapauksissa saattavat tehtävän sisältämät suoritemäärät vaihdella eri osakoh- teiden välillä. Rytmityksellä tarkoitetaan työryhmien koon muuttamista työmäärien mukaan. Näin työryhmät pääsevät etenemään töiden katkeamatta osakohteesta toi- seen. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 85.)

Aikataulun toimivuus on havainnollisinta tarkistaa esittämällä se aika- paikkakaavio- na. Tahdistetut tehtävät sijoitetaan aikatauluun ja aloitusväleiksi valitaan normaalissa talonrakennuskohteissa 10 – 15 työvuoroa. Risteävät tehtävät paljastavat tuotannon ongelmakohdat. (Kankainen & Sandvik 1999, 27.)

### 3.5 Tehtävän valvonta ja ohjaus

Työaikainen valvonta ja ohjaus ovat suunnitellun tuotannon saavuttamiseksi jopa tär- keämpiä kuin etukäteen tehtävä aikataulun suunnittelu. Tehtävien valvonnan tulee olla jatkuvaa toimintaa, jonka tarkoituksena on hankkia tietoa toteutuneesta tuotannosta ja verrata sitä suunniteltuun. Tuotannon ohjaus jakaantuu ennakoivaan ja korjaavaan oh- jaukseen. Tavoitteena on estää ennalta poikkeamat, tai niiden ilmetessä, palauttaa tuo- tanto suunnitelmien mukaiseksi. (Kankainen & Sandvik 1999, 36.)

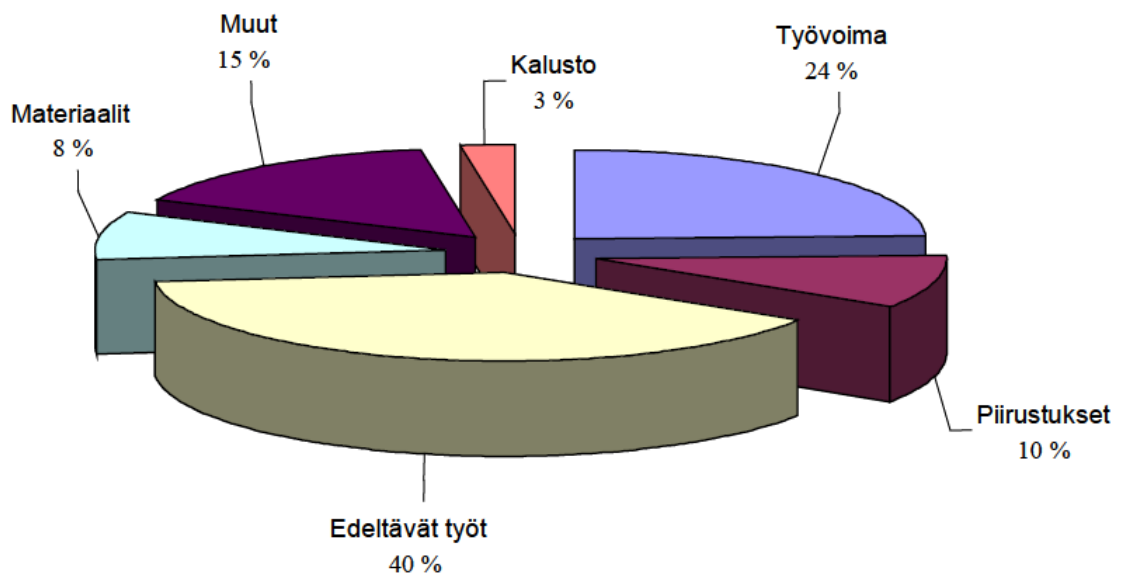
*Teen aikataulun päivässä, mutta kuka toteuttaa sitä 15 kuukauden ajan, erään Kiirak- sen oppilaan toteamus (Kiiras 2010, 6).*



### 3.5.1 Ennakoiva tuotannon ohjaus

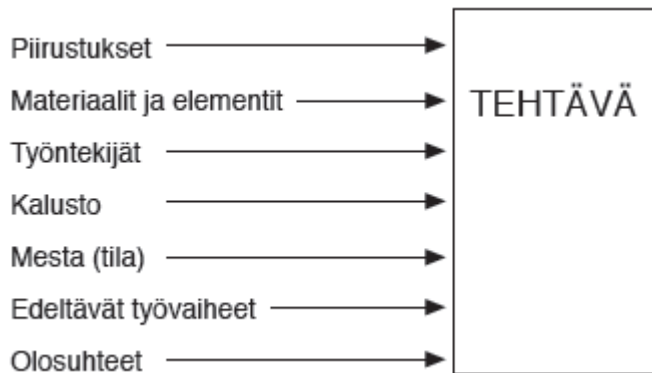
Ennen tehtävän aloitusta on varmistettava, että kaikki tehtävän vaatimat edellytykset ovat kunnossa. Aloitusedellytykset käydään läpi aloituspalaverissa ja laatupiirissä, johon osallistuvat tehtävästä vastaava pääurakoitsijan työnjohtaja sekä aliurakoitsijan työnjohtaja.

Työkohteen valmius on määritelty tehtäväsuunnitelmassa tehtävän alkutilana. Kuten aiemmin on todettu, tilaajan eli tässä tapauksessa pääurakoitsijan velvollisuuksiin kuuluu varmistaa, että tehtävää tahdistavat aiemmat työvaiheet on suoritettu. VTT tutki neljällä työmaalla syitä tuotannon poikkeamiin osana Last Planner- tuotannonohjauskokeilua. Edeltävät työt olivat 40 prosentin osuudella suurin yksittäinen syy siihen, miksi seuratut tehtävät eivät valmistuneet ajoissa (kuva 10). (Koskela & Koskenvesa 2003, 55.)



Kuva 10. Syyt, miksi seuratut tehtävät eivät valmistuneet suunnitellusti neljällä seurattulla työmaalla (Koskela & Koskenvesa 2003, 55).

Pelkkä edellisen tehtävän valmistuminen ei kuitenkaan yksin riitä. Tilaajan on huolehdittava myös muista hänen vastuullaan olevien tehtävien vaatimista edellytyksistä eli panoksista. Rakentamistehtävän aloitusedellytykset on esitetty kuvassa 11. Aloitusedellytysten luomisen tulee olla jatkuvaa toimintaa, näin varmistetaan työn häiriötön eteneminen osakohteesta toiseen.



Kuva 11. Tehtävän aloittamisedellytykset (Koskela & Koskenvesa 2003, 22).

Tehtävien aloitusedellytysten varmistamista kutsutaan myös valmisteleväksi suunnitteluksi. Kyse on rullaavasta imuohjauksesta, missä 4 – 6 viikon tähtämellä tehtävän vaatimien panosten olemassaolo ja saatavuus varmistetaan aktiivisesti. (Koskela & Koskenvesa 2003, 19.)

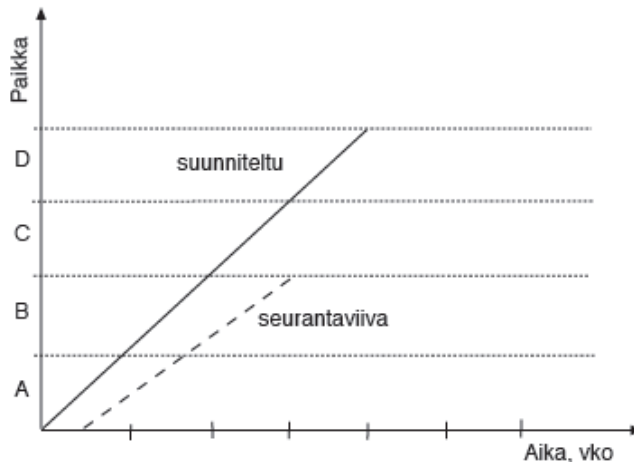
Työmaan tehtävä saattaa koostua seitsemästäkin panoksesta. Tästä syystä pienikin epävarmuus panosten saatavuudessa nostaa koko tehtävän häiriöherkkyyttä huomattavasti. Yhdenkin aloitusedellytyksen puuttuminen saattaa lykätä tehtävän aloitusta kokonaan tai vähintään se pienentää työn tuottavuutta kasvattaen näin tehtävän kestoa. (Koskela & Koskenvesa 2003, 21.)

### 3.5.2 Tehtäväaikainen valvonta ja ohjaus

Aliurakan ohjaus kuuluu aliurakoitsijan omalle työnjohdolle. Pääurakoitsijan työnjohdon tehtävänä on valvoa, että työ etenee, kuten on sovittu. Sopimuksessa määritettyjen sakollisten välitavoitteiden tarkoituksena on lisätä aliurakoitsijan sitoutumista sovittuihin tavoitteisiin. Pääurakoitsija ohjaa aliurakkaa pääasiassa viikoittaisessa urakoitsijapalaverissa, johon osallistuvat pääsääntöisesti kaikkien urakoitsijoiden työnjohtajat. Tämän lisäksi voidaan pitää erillisiä ohjauspalavereja kyseessä olevan aliurakoitsijan työnjohdon kanssa aina tarpeen vaatiessa. Osakohteen valmistuttua tarkastetaan kohde laadun, mutta myös tuotannon sujumisen kannalta. Aliurakoitsijan työnjohdon ja työntekijöiden kanssa keskustellaan mahdollisista ongelmakohtista ja korjaustoimenpiteistä.

Valvontaan ja ohjaukseen käytettävien aikataulujen tulee olla visuaalisesti toimivia. Niistä tulee helposti nähdä tehtävän eteneminen ja sen vaikutus muihin tehtäviin, joita

se tahdistaa. Paikka-aikakaavio soveltuu erinomaisesti tähän tarkoitukseen (kuva 12). Siitä pystyy lisäksi helposti ennustamaan tehtävän etenemistä ja osoittamaan mihin päädytään ilman ohjaustoimenpiteitä. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 95.)



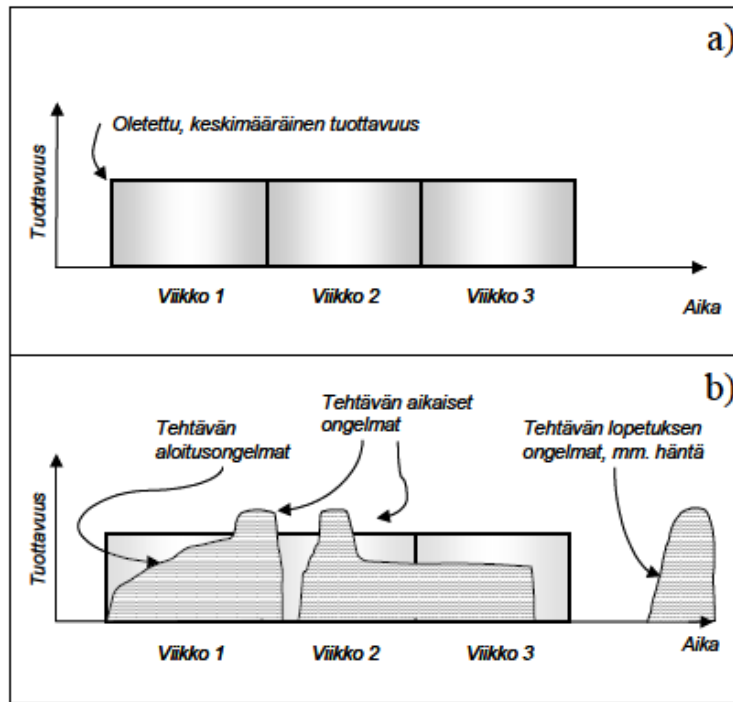
Kuva 12. Toteumatiedon merkitseminen aika-paikkakaavioon (Koskenvesa & Toikka 2006, 22).

### 3.5.3 Tuotannon häiriöt

Tuotanto harvoin etenee rakentamisessa tasaisesti ja täysin suunnitellusti (kuva 13). Syyt tuotannon häiriöihin ja aikataulupoikkeamiin ovat:

- tehtävä aloitetaan myöhässä
- tuotantonopeus poikkeaa suunnitellusta
- tuotanto keskeytyy
- työt hajoavat useaan osakohteeseen eivätkä osakohteet valmistu.

Aloitusten merkitys korostuu tehtävissä, joiden kestot tai niiden aloitusvälit ovat lyhyitä. Ajallisesti pitkissä tehtävissä, joissa aloitusvälit ovat pidempiä, ratkaisevaa on tuotantonopeuden seuranta. Tällöin on myös enemmän aikaa suorittaa korjaavia toimenpiteitä, kuten lisätä resursseja. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 97.)



Kuva 13. Tuottavuuden vaihtelut ja tehtävän ongelmakohdat (Koskela & Koskenvesa 2003, 28).

Kun aikataulussa havaitaan poikkeamia, pyritään tuotanto palauttamaan suunnitelmia vastaavaksi. Korjaustoimenpiteet pyritään kohdistamaan poikkeamien syihin. Joskus työsaavutukset eroavat suunnitellusta esimerkiksi kohteen vaikeusasteesta tai työvoiman ammattitaidosta johtuen. Tuotantonopeutta lisätään lisäämällä resursseja tai pidentämällä työpäivää. (Kankainen & Sandvik 1999, 45.)

Osakohteen loppuunsaattamisessa esiintyy myös usein ongelmia (kuva 13). Tehtävää ei tällöin tehdä kerralla täysin valmiiksi, vaan loppu jää myöhemmin toteutettavaksi. Syynä saattavat olla liittyvät työt, materiaalit tai resurssien siirtyminen seuraavaan osakohteeseen. Tehtävän loppu tehdään usein valmiiksi vasta vähän ennen kohteen luovutusta laadun ja työturvallisuuden kustannuksella. Pääsääntönä on, ettei osakohteen maksuerää laiteta maksuun ennen kuin osakohte on täysin valmis.

## 4 LAADUN HALLINTA

### 4.1 Laatu rakentamisessa

Laadunhallinta kuuluu rakennushankkeen tärkeimpiin tehtäviin. Rakentamisessa valmiin tuotteen laatuominaisuudet on jaettu kahteen ryhmään, joita ovat:

- rakennuksen laatuun, joka sisältää turvallisuuden, toiminnallisuuden, muunneltavuuden, ylläpidettävyyden, suhteen ympäristöön ja esteettisyyden
- rakentamisen laatutasoon, joka on määritetty sopimuksissa.

(Vuorela & Urpola 2001, 86.)

Rakennuksen kokonaislaatu muodostuu rakennuttajan kyvystä hallita rakennusprosessia, suunnitelmien kykyä täyttää asiakkaan odotukset sekä tuotannon laadusta saada lopullinen tuote vastaamaan suunnitelmia. (Vuorela & Urpola 2001, 86.)

Rakentamisen laatu on ollut paljon tapetilla ja yleensä negatiivisessa valossa. Näköpiirissä ei ole merkkejä asian paranemisesta. Yhä lisääntynyt urakoiden pilkkominen, aliurakkaketjujen pidentyminen, rakennusalan kansainvälistyminen sekä hintakeskeinen kilpailu urakoista asettavat suuria haasteita myös laadunvarmistukselle.

Taloustutkimuksen vuonna 2010 tekemän tutkimuksen mukaan lähes jokainen tutkimukseen osallistunut rakennusalan ammattilainen on kohdannut työssään rakentamiseen liittyviä laatuongelmia. Yleisimmiksi syiksi virheisiin vastaajat ilmoittivat muun muassa kireät aikataulut, ääri rajoille viety kilpailu, virheet ja puutteet suunnittelussa sekä tekijöiden heikko ammattitaito ja ammattiylpeys. (Lättilä 2010.)

Laadun arvioinnissa tärkeimpinä mittareina tutkimuksessa pidettiin virheettömyyttä ja lopputuloksen toimivuutta. Erityisesti yrittäjät korostivat korkean työmoraalin merkitystä ja lopputulosta, joka on kuin itselle tehtyä. (Lättilä 2010.)

Yleisimpinä keinoina laadun parantamiseen kyselyssä pidettiin henkilökohtaisen valvonnan lisäämistä, vaihekohtaisia tarkastuksia ja laadukkaiden materiaalien valintaa. Kilpailuttamisessa pitäisi painottaa enemmän laatua pelkän hinnan sijaan. (Lättilä 2010.)

Laadunvarmistusprosessin ymmärtäminen ja sen hallinta ovat avain rakentamisen laadun parantamiselle. Työntekijät tulee ottaa laadunvarmistusprosessin alkuvaiheisiin, aloituspalaveriin, tarkastuksiin ja mallitöiden luovutuksiin. Laatuvaatimukset tulee selvittää kaikille työntekijöille selkeässä ja yksiselitteisessä muodossa. Työntekijä ei voi tehdä oikein, jos ei tiedä mitä vaaditaan (Junnonen 2010, 63). Työntekijän ollessa vastuussa oman työnsä laatudokumentoinnista, hän kuittaa ymmärtäneensä hänelle

aloituspalaverissa kerrotut laatuvaatimukset ja suorittaneensa työn ohjeiden ja vaatimusten mukaisesti.

Henkilöstön tulee kokea tavoitteet omakseen ja sitoutua niihin. Laadunvarmistusprosessi kuuluu kaikille. Aloituspäivästä lähtien kaikkien, aina työnjohdosta työntekijöihin, tulisi osallistua tarkastuksiin ja laadun dokumentointiin. Laadunvarmistuksen ja sen dokumentoinnin vastuun jakaminen työntekijöille on tärkeää. Näin he tietävät, mitä vaaditaan ja mitkä laatukriteerit ovat. Laadullisen vastuun ottaminen motivoi tekemään tehdyn työn kerralla oikein, kun tiedetään vaatimukset ja niistä otetaan selvää. Josephson ja Hammarland (1996) tekivät tutkimuksessaan havainnon, jonka mukaan puolet virhekustannuksista ja 60 % virheiden määrästä johtuu puutteista sitoutumisesta yksilötasolla.

#### 4.2 Laatujärjestelmä ja työmaan laatusuunnitelma

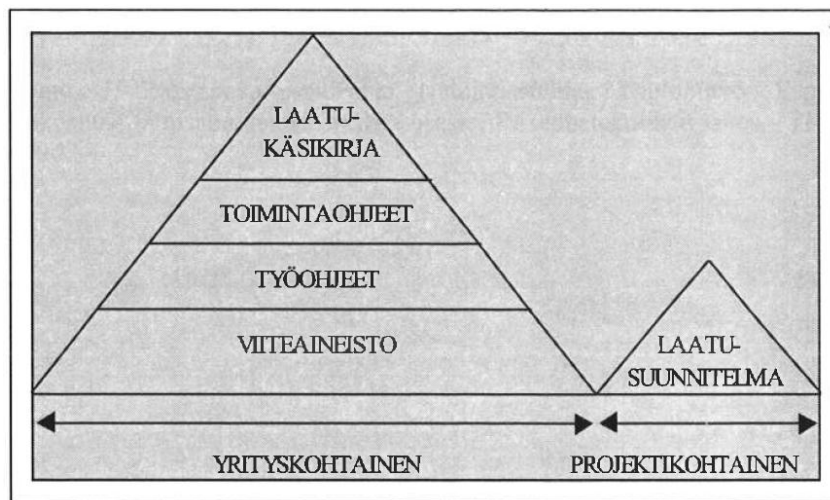
Laatujärjestelmässä kuvataan yrityksen yhteisesti noudatettavat pelisäännöt ja tuotannossa parhaiksi havaitut menettelytavat. Järjestelmän perimmäinen tarkoitus on varmistaa tuotteiden ominaisuuksien jatkuva toistettavuus. Laatujärjestelmä on ensisijaisesti suunniteltu yrityksen sisäistä johtamista varten, mutta tämän lisäksi sen tarkoituksena on myös saada asiakkaat vakuuttuneeksi yrityksen hyvästä laaduntuottokyvyistä. Laatujärjestelmästandardit edellyttävät laatujärjestelmän kirjallista kuvaamista. (Kankainen & Junnonen 2001, 15.)

Laatujärjestelmän sertifiointi tarkoittaa, ettei asiakkaan tarvitse joka kerta tutkia toimittajansa laaduntuottokykyä, vaan tehtävä on annettu ulkopuoliselle sertifiointielimelle. Vastuu sertifikaatin edellyttämän vaatimustason noudattamisesta säilyy silti yrityksellä itsellään. (Kankainen & Junnonen 2001, 16.)

Perinteinen laatujärjestelmä koostuu laatukäsikirjasta, menettely- ja toimintatavoista sekä viiteaineistosta (kuva 14). Laatukäsikirja osoittaa:

- asiakkaalle ja omalle organisaatiolle vision laadusta
- ne laadun elementit, joilla yritys aikoo menestyä
- kuinka laatujärjestelmän eri osat sopivat yhteen

(Mäki & Koskenvesa 2009, 10).



Kuva 14. Laatu järjestelmän rakenne (Vuorela & Urpola 2001, 87).

Toimintaohjeet muodostavat laatu järjestelmän keskeisimmän osan. Siinä kuvataan toimintaprosessit eli kuka tekee, mitä ja milloin. Lisäksi toimintaohjeista löytyvät viittaukset työohjeisiin ja muuhun viiteaineistoon. Sisäiseen viiteaineistoon kuuluvat muun muassa tekniset työohjeet, laadunvarmistuksessa ja valvonnassa käytettävien lomakkeiden mallit sekä laatu tiedostot, jonne laatu järjestelmän käytön tuloksena syntyvät dokumentit tallennetaan. Laatu tiedostoja ylläpitämällä voidaan osoittaa, että on toimittu laatu järjestelmän vaatimuksien mukaan. (Mäki & Koskenvesa 2009, 10.)

Työmaan laatusuunnitelma on jokaiselle työmaalle erikseen tehtävä käytännön laatujohtamisen työväline. Laatusuunnitelman laatii yleensä pääurakoitsija yksin tai yhdessä tilaajan kanssa. Työmaan laatusuunnitelman tekoa ohjaa yrityksen laatu järjestelmä. (Mäki, Koskenvesa & Sahlstedt 2008, 16.)

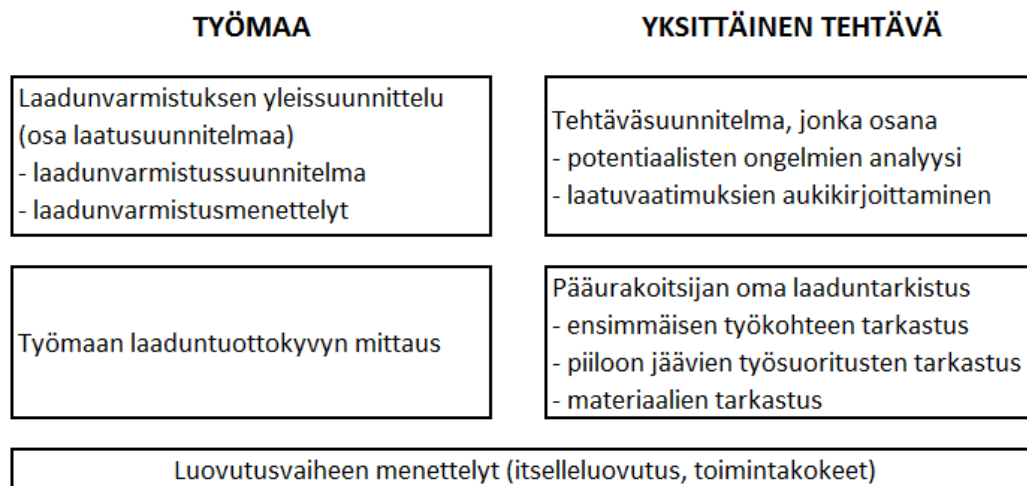
Laatusuunnitelmassa otetaan huomioon työmaan erityispiirteet, vaatimukset, riskit (POA) ja organisaatio. Laatusuunnitelmassa kerrotaan koko työmaan kuin myös yksittäisten tehtävien laadunvarmistusmenettelyn periaatteet. Siinä myös määritellään hankkeen merkittävimmät tehtävät, joista laaditaan tehtäväsuunnitelma. (Mäki ym. 2008, 16.)

Laatusuunnitelma ohjaa koko tuotanto- organisaation toimintaa. Pää tavoitteena on kunkin osapuolen oman toiminnan tehostaminen ja eri osapuolten yhteistyön kitkaton sujuminen samoja periaatteita noudattaen. (Junnonen 2010, 59.) Laatusuunnitelmassa esitetyillä toimilla tulee asiakkaalle pystyä todentamaan tuotteen kelpoisuus kaikissa

rakentamisen vaiheissa ja kaikista tuotteen osista. Tehdyn tuotteen tulee vastata sopimuksissa määriteltyä laatua.

### 4.3 Urakoitsijan laadunvarmistustoimenpiteet

Urakoitsijan laadunvarmistustoimenpiteet jakaantuvat koko työmaata koskeviin laadunvarmistustoimenpiteisiin ja yksittäisiä tehtäviä koskeviin laadunvarmistustoimenpiteisiin (kuva 15). Urakoitsijan laadunvarmistukseen kuuluu, että tilaajan sitä vaatiessa, esittää kirjallisesti, kuinka hän aikoo varmistaa työnsä laadun (YSE 1998, 10 §). Vaihtoehtoisesti, jos esimerkiksi aliurakoitsijalla ei ole esittää omaa kirjallista laadunvarmistusta, voidaan käyttää pääurakoitsijan / tilaajan laadunvarmistusta. Yksittäisen aliurakan laadunvarmistus kokonaisuudessaan on esitetty kuvassa 16.



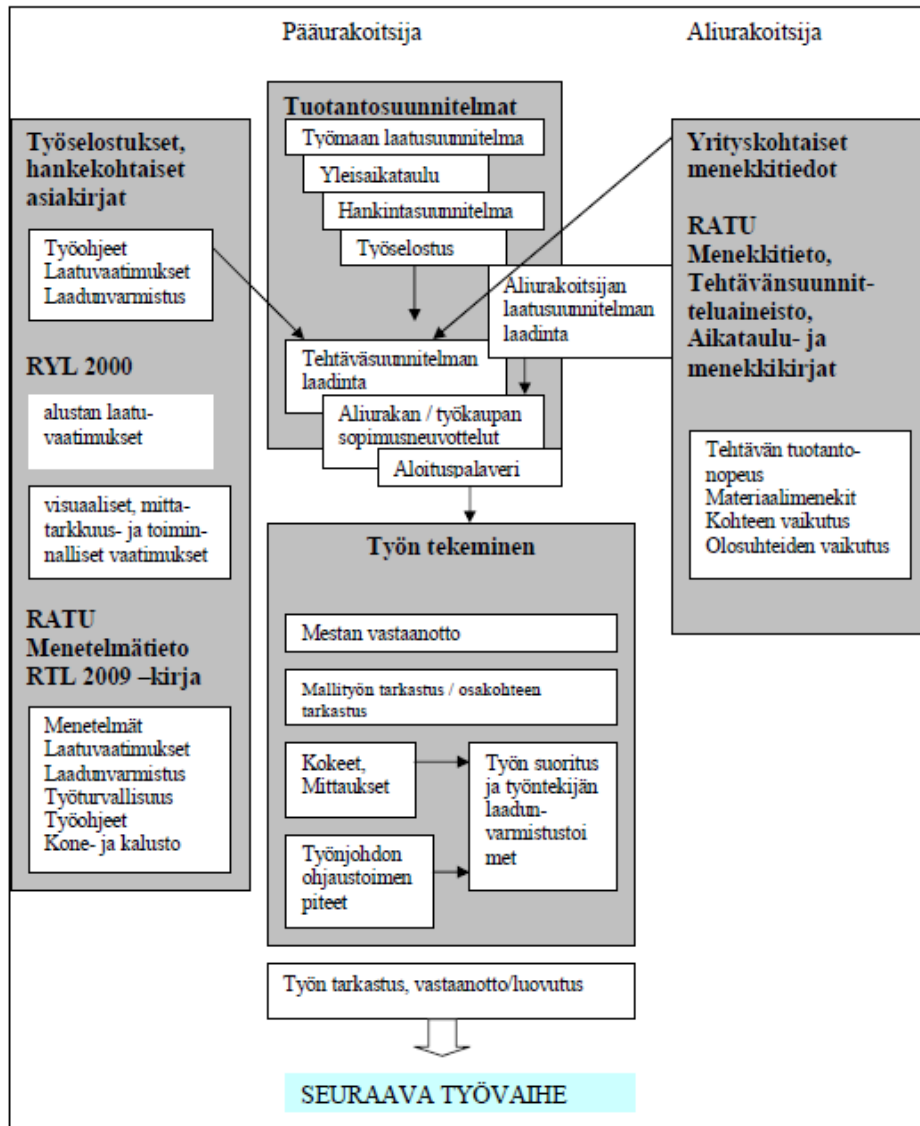
Kuva 15. Urakoitsijan laadunvarmistuksen jakautuminen (Kankainen & Junnonen 2001, 48).

Laadunvarmistuksen lisäksi urakoitsijalta edellytetään laadunvalvontaa, johon myös laatutodistuksien tarkastus ja arkistointi kuuluu. YSE (1998, 11 §) antaa laadunvalvonnan osalta urakoitsijoille seuraavia määräyksiä:

- urakoitsijan on tehtävä itselleluovutus ennen työn tai osakohteen luovutusta tilaajalle.
- urakkasuorituksessa havaituista vakavista virheistä ja toimenpiteistä niiden korjaamiseksi on kerrottava tilaajalle.
- rakennustavarat ja rakennusosat on tarkastettava ennen kiinnitystä ja sopimuksen vastaiset rakennustavarat tulee viipymättä poistaa työmaalta.



- sopimusasiakirjoissa mainitut tai muuten laadun takaamiseksi tarpeelliset laatuvaatimukset kustantaa urakoitsija.



Kuva 16. Tehtävän laadunvarmistus (Mäki & Koskenvesa 2009, 18).

Tilajalla on myös oikeus saada tieto urakoitsijan käyttämien aliurakoitsijoiden ja rakennustavaroiden valmistajien laadunvarmistuksesta ennen näiden hyväksymistä. Tilajajan taholta tapahtuva hyväksyntä ei kuitenkaan vähennä urakoitsijan vastuuta ja jokainen urakoitsija vastaa aina omista aliurakoitsijoistaan. (YSE 1998, 7 § 4.)

#### 4.4 Yksittäisen tehtävän laadunvarmistus ja laatuvaatimusten selvittäminen

Tehtäväsuunnitelma on yksi tärkeimmistä yksittäisen tehtävän laatua ohjaavista toimenpiteistä. Tehtäväsuunnitelmassa määritellään, millä toimenpiteillä varmistetaan laatuvaatimusten täytyminen työn aikana, millä katselmuksilla ja tarkastuksilla laatua mitataan ja miten se dokumentoidaan.

Hankkeen laatuvaatimukset on esitetty rakennusselostuksissa, piirustuksissa ja työselostuksissa. Laatuvaatimukset voivat koskea muun muassa:

- työn lopputuloksen mittoja ja toleransseja sekä ulkonäköä ja ominaisuuksia
- työmenetelmää
- toimintatapaa, kuten suojauksia, varastointi tai jätteiden käsittelyä ja siivousta
- materiaalia tai rakennustarviketta.

(Mäki ym. 2008, 33.)

Asiakirjat, joihin yleisimmin selostuksissa ja piirustuksissa viitataan:

- rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset (RYL2000 – sarja)
- tuotestandardit ja tuotteiden ominaisuuksia käsittelevät ohjeet
- työ- ja asennustapoja käsittelevät standardit ja ohjeet
- suunnitteluohjeet, jotka sisältävät myös rakennustarvikkeiden laatuvaatimuksia tai työsuoritusohjeita
- ministeriöiden ohjeet (Suomen Rakentamismääräyskokoelma) ja keskusvirastojen oman hallintoalansa rakentamista koskevat määräykset, ehdot ja ohjeet
- kaupalliset julkaisut, jotka sisältävät tuotteen määrittelyn tai tietoa sen asennuksesta

(Junnonen 2010, 63).

Vaatimukset ovat yleensä esitetty viittauksina yleisiin asiakirjoihin. Nämä laatuvaatimukset kootaan yhteen ja muutetaan työsuoritusohjeeksi ja mitattaviksi laatu- sekä työskentelyohjeiksi. Lisäksi varmistetaan, että suunnitelmissa ei ole ristiriitaisuuksia. Tehtäväsuunnitelmassa laatuvaatimukset tulee auki kirjoituksen jälkeen olla selkeästi

ymmärrettävissä. Laatuvaatimukset muutetaan tarvittaessa työntekijöille laaturaportiksi eli muistilistaksi (Mäki & Koskenvesa 2009, 30).

Mikäli asiakirjoissa ei ole määritetty jonkun suorituksen laatutasoa, on urakoitsijan, ensin tilaajan kanssa neuvoteltuaan, käytettävä rakennuksen tai muihin samankaltaisiin tiloihin rinnastettavaa laatua (YSE 1998, 15 §). Tavallisessa rakentamisessa hyvän rakennustavan mukaisena kriteerinä pidetään rakennustöiden yleisten laatuvaatimusten mukaista 2. luokan laatua (Kankainen & Junnonen 2001, 37).

Laatuvaatimukset ja laadunvarmistustoimenpiteet käydään aina läpi urakoitsijan työnjohtajan kanssa ennen työn aloittamista aloituspalaverissa. Urakkaneuvotteluista saattaa olla kuukausi aikaa, joten mahdolliset muutokset on syytä käydä läpi. Aloituspalaveriin osallistuvat urakoitsijan työnjohto sekä tilaajan kyseisestä työstä vastaava työnjohtaja. Aloituspalaveri pidetään noin viikko ennen työn aloitusta. Palaverin jälkeen urakoitsijalla tulee olla selvä käsitys työstä ja sen laatuvaatimuksista.

## 4.5 Tehtävän aikainen laadunvarmistus

### 4.5.1 Työkohteen vastaanotto

Yksittäisen tehtävän työnaikainen laadunvarmistus voidaan katsoa alkavan työkohteen eli mestan vastaanotosta. Tällöin tarkastetaan, että työ pääsee alkamaan suunnitellusti eli aloitusedellytykset ovat kunnossa. Rakentamisessa on alettu käyttää asiakas-käsitettä laajemminkin kuin pelkästään tuotteen loppukäyttäjistä. Tämä niin sanottu sisäisen asiakkuuden periaate tarkoittaa, että seuraava urakoitsija tai työvaihe on edellisen asiakas. Tarkoituksena on, että laatu vastaa joka vaiheessa sovittua. Mestantoiton suorittavat tilaajan ja urakoitsijan työnjohtajat. Jos työkohte ei vastaa sovittua, tietää se yleensä urakkaan kuulumattomia tuntitöitä.

### 4.5.2 Laatupiiri

Laatupiiri pidetään ennen jokaisen osakohteen aloitusta. Siinä ovat läsnä tilaajan ja urakoitsijan työnjohtajat sekä työn toteuttavat työntekijät. Tehtäväsuunnitelma voidaan käydä läpi niiltä osin kuin se katsotaan tarpeelliseksi. Työntekijöille voidaan jakaa laaturaportti, joka on muistilista tehtävän laatuvaatimuksista. Laaturaporttiin kirja-

taan tehdyn työn laatu ja se palautetaan tilaajalle itselleluovutuksen jälkeen. (Mäki ym. 2008, 30.)

Tehtävän laatuvaatimuksien periyttäminen suoraan aliurakoitsijan työntekijöille saattaa olla tehokkaampi tapa kuin sen jättäminen aliurakoitsijan työnjohdon vastuulle. Laatupiirin jälkeen työntekijöiden tulee tuntea laatuvaatimukset, oikeat työtavat sekä työmenetelmät.

#### 4.5.3 Mallityö

Suunnitelmissa tai sopimuksissa voidaan edellyttää tekemistä. Mallityön avulla konkretisoidaan työn laatu. Mallityöstä tilaaja näkee vastaako työ esteettisesti ajateltua. Kun malli on tilaajan toimesta hyväksytty, toimii se vertailukohtana arvosteltaessa urakkaa. Valtuudet mallityön hyväksymiseen on syytä sopia kirjallisesti. Mallityö hyväksyminen kirjataan työmaapäiväkirjaan tai kokouspöytäkirjaan. (Junnonen 2010, 65.) Mallityön tarkastukseen osallistuvat urakoitsijan työnjohto, työmaamestari, arkkitehti ja valvoja (Mäki ym. 2008).

#### 4.5.4 Palaveri

Ohjaava palaveri järjestetään, jos toiminnassa havaitaan puutteita. Palaverissa etsitään keinot virheiden korjaamiseksi ja päätetään miten jatkossa menetellään. Tavallisesti työmaan kokouskäytäntöön kuuluu viikoittainen urakoitsijapalaveri, johon työmaan urakoitsijat ovat velvoitettuja osallistumaan. (Kankainen & Junnonen 2001, 62.)

#### 4.5.5 Itselleluovutus

Kuten todettua YSE velvoittaa urakoitsijan ensin tarkastamaan työn / osakohteen itse ennen sen luovutusta tilaajalle. Tarkastuksessa ilmenneet puutteet ja virheet tulee korjata ennen kohteen luovutusta. Itselleluovutus dokumentoidaan urakoitsijan toimesta ja dokumentti luovutetaan tilaajalle.

#### 4.5.6 Urakkasuorituksen tarkastus

Tehtyään itselleluovutuksen ja korjattuaan havaitsemansa puutteet, urakoitsija luovuttaa osakohteen / työn tilaajalle urakkasuorituksen vastaanottotarkistuksessa. Tätä en-

nen tilaaja varmistaa työn laadun omilla mittauksilla. Urakkasuorituksen vastaanottoon osallistuu urakoitsijan työnjohtaja ja tilaajan työnjohtaja, jolla on oikeus hyväksyä työ. Jos työ ei täytä vaatimuksia tai ilmenee puutteita, sovitaan yhdessä kuinka virheet korjataan. Pääsääntönä on, että ennen kuin osakohde on hyväksytysti luovutettu, ei uutta osakohdetta saa aloittaa. Tällä estetään keskeneräisen työn hajoaminen useampaan työkohteeseen. Työkohteittain tapahtuvat laaduntarkastukset ovat tärkeitä, koska seuraava työvaihe peittää yleensä edellisen alleen. Vastaanottokatselmus dokumentoidaan ja tallennetaan työmaan laatukansioon.

Rakennusurakan yleisissä sopimusehdoissa on kahdenlaisia kohteen luovutustarkastuksia. Urakkasuorituksen tarkastuksella tarkoitetaan yhden urakoitsijan tiettyä osasuoritusta tai valmistunutta aliurakkaa. Vastaanottotarkastuksen kohteena on puolestaan rakennuskohde kokonaisuudessaan. (Junnonen 2009, 140.)

## 5 BETONILATTIAT

### 5.1 Yleistä

Betonilattiana pidetään laattarakenteen ylintä betonikerrosta. Tämän kerroksen tulee kestää sille suunnitellut rasitukset joko sellaisenaan tai yhdessä erilaisilla aineilla päällystettynä. Lattian tärkeimpiä laatuvaatimuksia ovat tasaisuus, kulutuksen kestävyys, lujuus, puhtaana pidettävyys ja hyvä ulkonäkö. Luokittelemattomia laatutekijöitä ovat mm. kuivuminen, kemiallinen kestävyys, säänkestävyys, vesitiiviys, karheus, sähköjohtavuus sekä ulkonäkö. (By 45, BLY 7 2002, 15.)

Lattian laatu syntyy monen tekijän yhteisvaikutuksesta. Huonot olosuhteet ja heikot menetelmät johtavat vääjäämättä huonoon lopputulokseen, vaikka lattianteossa käytettäisiin kuinka hyvää betonia. Huonosta betonista taas ei saada hyvää laattaa, vaikka olosuhteet ja työmenetelmät olisivat täydellisiä. (By 45, BLY 7 2002, 92 – 94.)

Betonointi on monen eri työvaiheen muodostama ketju aina betonimassan teosta tai vastaanotosta jälkihoidon aloittamiseen saakka. Seuraavat työvaiheet liittyvät kaikkiin betonointimenetelmiin:

- betonin vastaanotto

- betonin siirrot
- levitys, tiivistys ja pinnan muotoilu
- pinnan hierto
- jälkihoito
- laadunvarmistustoimenpiteet kaikissa työvaiheissa.

(By 45, BLY 7 2002, 92, 105.)

Tässä työssä keskitytään kolmeen kohteessa käytettyyn betonilattiatyyppiin: maanvaraiseen laattaan, pintabetonilattiaan ja kelluvaan lattiaan kantavan laattarakenteen päällä. Lattiatyyppien lisäksi käydään läpi autohalliin tullut sirotepinnoitettu lattia ja teräskuitubetoni, jolla urakoitsija halusi vaihtoehtotarjouksessaan korvata verkko-raudoituksen.

## 5.2 Luokitusjärjestelmä ja laatutekijät

Suunnittelija määrittää laatuvaatimukset, jotka löytyvät rakennusselostuksista, suunnitelmapiirustuksista ja työselostuksista. Vaatimukset voivat pohjautua yleisiin laatuvaatimuksiin tai ne voivat olla kohdekohtaisia vaatimuksia. Betonilattioita koskevissa suunnitelmissa tulee ilmetä:

- laatutekijät
- rasitusluokat ja rakenteen suunnitteluikä
- betonipeitteen nimellisarvo ja sen sallittu mittapoikkeama
- suunnittelussa käytetyt ominaiskuormat
- betonin kiviaineksen ylänimellisraja
- betonin vesi-sementtisuhde rasitusluokissa XD ja XS
- teräslaatu ja jatkospituudet
- mahdolliset lisävaatimukset.

(By 51 2007, 8 - 9.)

### 5.2.1 Laatutekijät

Luokitusjärjestelmässä on esitetty sellaiset laatutekijät, joilla on suuri merkitys lattian kestävyydelle ja käytölle. Laatutekijät on luokitusjärjestelmässä luokiteltu seuraavasti

- tasaisuus ilmoitetaan kirjaimin A<sub>0</sub> ollessa vaativin ja C:n ollessa heikoin
- kulutuskestävyys numeroin yhdestä neljään, ykkösen ollessa vaativin
- muut laatutekijät ilmoitetaan betonin lujuusluokkia vastaavina numeroina 60, 50, 40 ja 30

(By 45, BLY 7 2002, 1).

Muut laatutekijät pitävät sisällään, betonin lujuuden lisäksi, pintabetonin tartunnan alustaansa, laatan paksuuden ja raudoituksen sijainnin vaihtelut. Lattian luokka ilmoitetaan kirjain – numero – numero yhdistelmällä edellä mainitussa järjestyksessä. (By 45, BLY 7 2002, 1.)

Laatuluokka määräytyy lattian käytön perusteella. Laatuluokka tulee olla määritetty suunnitelmissa. Taulukossa 1 on esitetty laatutekijät tiloittain tavanomaisella vaatimustasolla.

Taulukko 1. Laatutekijöiden valintaohje tavanomaisella vaatimustasolla (By 45, BLY 7 2002, 2).

kohde	Laatuluokka		
	Tasaisuus	Kulutus kestävyys	Muut laatutekijät
<b>Asunnot, toimistot ja muut päällystettävät lattiat</b>			
- ei käytetä tasoitetta	A	4	30
- käytetään itsestään leviävää tasoitetta	C	4	30
- parvekkeet, käytävät ym. Kylmät tilat			
<b>Teollisuuslattiat</b>			
- tasaisuus tärkeä laatutekijä, kuten korkeat varastot (esim. trukkiliikenne)	A (A <sub>0</sub> )	3	40
- kulutuskestävyys tärkeä laatutekijä (esim. suuret liikennekuormat, vilkas liikenne, pienet ja kovat trukin pyörät)	C (B)	2	50
- teollisuuslattiat yleensä (esim. pienteollisuustalot, kevyt teollisuus)	C	3	30
<b>Toisarvoiset päällystämättömät tilat</b>			
- esim. kellaritilat asuinrakennuksissa	C	4	30

### 5.2.2 Tasaisuus

Tasaisuusvaatimukset eri luokissa on esitetty taulukossa 2. Tasaisuuspoikkeamat eivät saa asuin- ja toimistorakennuksissa millään mittausvälillä, eikä missään kohdissa, ylittää taulukossa esitettyjä arvoja. (By 45, BLY 7 2002, 4.)

Normaalina tasaisuusluokkana asuin- ja toimistorakennuksissa pidetään A-luokkaa. A<sub>0</sub>-luokka voidaan yleensä saavuttaa ainoastaan erillisellä 10 – 20 mm paksulla pinta-betonikerroksella. Pintakerroksessa käytetään erikoismassoja ja se valetaan vuorokauden sisällä runkokerroksen teosta niin sanotulla tuoretta – tuoreelle – menetelmällä. (By 45, BLY 7 2002, 103.)

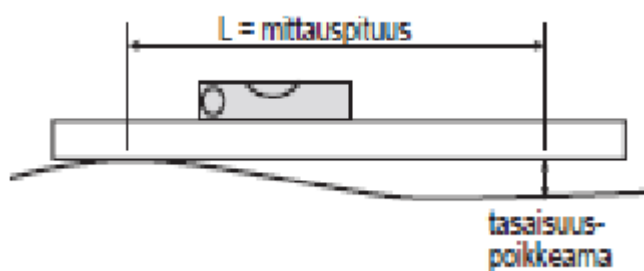


Taulukko 2. Suurimmat tasaisuuspoikkeamat (By 45, BLY 7 2002, 4).

Tasaisuuspoikkeama	Mittausluokka L (mm)	Suurin sallittu poikkeama (mm)			
		A <sub>0</sub>	A	B	C
Hammastus		0	0	1	1
Poikkeama vaakasuorasta tai nimelliskaltevuudesta	enintään 200	1	2	3	4
	enintään 700	2	4	6	8
	enintään 2000	4	7	10	14
	enintään 7000	7	10	14	20
	yli 7000	10	14	20	28

Lattian tasaisuuden arvosteluperusteina on pinnan hammastus, aaltoilu ja kaltevuus. Pinnan karheutta ei arvostella. Pinnan tasaisuutta verrataan vaakatasoon (kuva 17). Tasaisuuden saavuttamiseen vaikuttavat ammattitaito, betonikerroksen paksuus ja työmenetelmät. (By 45, BLY 7 2002, 4.)

Tasaisuus mitataan linjalaudan ja hyvän vatupassin avulla. Vaatimuksien täyttymistä tulee seurata koko työn ajan. Urakkasuorituksen tarkastuksessa tehdään vastaanotto-mittaus. Tarkastukseen osallistuvat urakoitsijan ja tilaajan edustajat. Mittaus tehdään vähintään kahdesta toisiaan vastaan kohtisuorasta linjasta. Mittaus ulotetaan myös saumojen yli ja mitatut tulokset ilmoitetaan yhden millimetrin tarkkuudella. (By 45, BLY 7 2002, 4.)



Kuva 17. Kuvassa on esitetty mittausperiaate suoralla lattialla.

### 5.2.3 Kallistetut lattiat

Pinnan tasaisuuden arvosteluperusteet ovat samat kuin suorissakin lattioissa. Ainoana erona on, että lattian kaltevuutta verrataan lattian nimelliskaltevuuteen. Kallistuksia määriteltäessä otetaan huomioon kuinka tarkasti veden edellytetään valuvan lattiakai-

voihin (taulukko 3). Tavanomaisella tasolla sallitaan pieniä alueellisia lammikoita, jotka pystytään esimerkiksi lastalla helposti kuivaamaan. Kallistuksia suunniteltaessa on otettava lisäksi huomioon, että maanvaraisen lattia ei mahdollisesti painu kaivojen kohdalta yhtä paljon kuin muualta. (By 45, BLY 7 2002, 79.)

Taulukko 3. Vähimmäisvaatimukset veden poisjohtamiseksi (By 45, BLY 7 2002, 79).

<u>LATTIALLE VOI JÄÄDÄ NOIN 2 MM SYVYISIÄ, 0,5 M PITUISIA LAMMIKOITA</u>			
TASAISUUSLUOKKA	A	KALLISTUS	0,75 %
	B		1,00
	C		1,50
<u>LATTIA SISÄLTÄÄ KORKEINTAAN 0,4 M:N VAAKASUORIA ALUEITA JA 0,2 M PITUISIA LAMMIKOITA</u>			
TASAISUUSLUOKKA	A	KALLISTUS	1,00 %
	B		1,50
	C		2,00

Lattiat kallistetaan kartiomaisesti lattiakaivoihin tai suorina pintoina lattiakouruihin. Suunnitelmissa tulisi esittää korkeussijaintiarvot kaivolle, seinän ja lattian liitokselle sekä mahdollisille valuma-alueiden välisille harjoille. (By 45, BLY 7 2002, 79.)

#### 5.2.4 Kulutuksen kestävyys

Kulutuskestävyys on yksi betonilattian tärkeimmistä ominaisuuksista. Kulutuskestävyys suositellaan mitattavaksi kaikissa 1 – ja 2-luokan betonilattioista. Betonilattian kulutuskestävyyden kannalta tärkeitä tekijöitä ovat:

- betonin lujuus
- karkean kulutuskestävän kiviaineksen suuri määrä
- pieni pastamäärä
- betoni tiivistetään hyvin ja pinta hierretään useita kertoja
- hyvä jälkihoito.

(By 45, BLY 7 2002, 101.)

Maanvaraisissa laatoissa betonin lujuus suositellaan valittavaksi lattian rakenteellisten vaatimuksien mukaisesti. Jos tarvitaan suurempaa kulutuskestävyyttä, toteutetaan se sirotteen tai pintabetonikerroksen avulla. Alla olevassa taulukossa on kuvattu tyypillisimmät työmenetelmät tasaisuuden ja kulutuskestävyyden saavuttamiseksi (taulukko

4). Suluissa olevat luokat voidaan saavuttaa ainoastaan tavanomaista paremmalla ammattitaidolla ja hyvissä olosuhteissa. (By 45, BLY 7 2002, 104.)

Taulukko 4. Yksi – ja kerroslattioiden tyypilliset laatualueet (By 45, BLY 7 2002, 105).

Lattiarakenne	Käytetyt laatuluokat	
	Kulutus	Tasaisuus
Yksikerroslattiat d = 80 mm	(2), 3 tai 4	(A), B tai C
Pintabetoni 30...70 mm	2...4	A tai B
Pintabetoni 10...20 mm	1 tai 2	A <sub>0</sub> ...B
Sirotepinta	1...3	(A), B tai C

### 5.2.5 Muut laatutekijät

Kuten edellä todettiin, muut laatutekijät pitävät sisällään betonin lujuusvaatimukset, kiinnitetyn lattian tartunnan alustaansa ja lattian paksuuden, alustan sekä raudoituksen suurimmat sallitut poikkeamat nimellisarvoista. Nämä toleranssit on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Muut laatutekijät (By 45, BLY 7 2002, 152).

Luokiteltava laatutekijä	60	50	40	30
Betonin lujuusluokka	K60	K50	K40	K30
Tartuntalujuusarvojen keskiarvo [MN/m <sup>2</sup> ] vähintään	0,8	0,8	0,8	0,6
	Kiinni koputuskokeessa			
Suurin sallittu paksuuden poikkeama prosentteina nimellispaksuudesta	-15...+20	-15...+20	-15...+20	-15...+20
Maanvaraisen lattian alustan sallittu korkeusaseman vaihtelu prosentteina lattian nimellispaksuudesta	+15...-20	+15...-20	+15...-20	+15...-20
Keskeisen raudoituksen sijainnin sallitut vaihtelurajat prosentteina laatan paksuudesta	-15...+20	-15...+20	-15...+20	-15...+20

Alustaansa kiinnitetyn lattian tartunnalla tarkoitetaan pintabetonin ja alusbetonin välisen sauman kohtisuoraa vetolujuutta. Tartuntakokeita tehdään 60 – 40-luokkien latti-

oista. Luokassa 30 tartunta todetaan yleensä pelkällä koputuskokeella. (By 45, BLY 7 2002, 9.)

Maanvaraisten laattojen paksuuspoikkeamilla tarkoitetaan laatan paksuuden poikkeamia nimellispaksuuteen verrattuna. Paksuuspoikkeamien raja-arvojen lisäksi on laatan paksuuden mittaustulosten keskiarvon oltava vähintään nimellispaksuuden suuruinen. (By 45, BLY 7 2002, 9.)

Alustaansa kiinnitetyille lattioille on annettu vähimmäispaksuusvaatimus. Kulutuspinnaksi jäävien betonilattioiden ja päällystettävien lattioiden suositeltu vähimmäispaksuus on 40 mm. Tällöin, betonissa voidaan käyttää pienen kutistuman mahdollistavaa 12 mm suurinta raekokoa. (By 45, BLY 7 2002, 9.)

### 5.2.6 Betonin rasitusluokat

Suunnittelija määrittelee rakennuksen ja yksittäisten rakenteiden suunnittelukäyttöiän rakennuttajan määrittämän rakennuksen tavoitekäyttöiän perusteella. Suunnittelukäyttöikä on ajanjakso, jonka rakenteen tulee kestää niissä olosuhteissa, jotka sitä rasittavat. Ympäristön rasitukset ja olosuhteet on jaoteltu rasitusluokiksi sen mukaan, minkä tyyppinen rasitus on kyseessä. (By 51 2007, 7.) Rasitusluokat ja kuvaus paikoista, joissa rasitusluokkia voi esiintyä on esitetty taulukossa 6.

Pääsääntöisesti betonirakenteet mitoitetaan 50 – 200 vuoden käyttöiälle, yleisimmän ollessa 50 vuotta. Suunnittelukäyttöikä arvioidaan yleensä 95 % varmuustasolla käyttäen log -normaalista jakaumaa. Tämä tarkoittaa, että suunnitellun käyttöiän ollessa 50 vuotta, ainoastaan 5 % kyseisistä rakenteista voi vaurioitua ennen 50 ikävuotta, puolet kestää lähes 150 vuotta ja pitkäikäisimmät jopa 300 vuotta. (By 51 2007, 6.)

Karbonatisoitumisen aiheuttaman korroosion eri olosuhteet on esitetty XC-luokissa, joista luokka XC3 on karbonatisoitumisen kannalta vaativin. Ulkoisista tekijöistä merkittävin on betonin kosteustila, sillä karbonatisoituminen on nopeimmillaan noin 50 % suhteellisessa kosteudessa. Rakenteen säilyminen näissä olosuhteissa on riippuvainen betonin kalsiumhydroksidipitoisuudesta, vesi-sementtisuhteesta, halkeamaleveydestä, lujuudesta sekä raudoitteiden ympärillä olevan betonin vähimmäisarvosta. (By 51 2007, 11 – 12.)

Kloridien aiheuttama rasitus on esitetty XD – ja XS- luokissa. Klorideja betoniin joutuu meriveden lisäksi myös muista lähteistä, kuten jäänsulatusaineista. Kloridien aiheuttama rasitus vaikuttaa oleellisesti teräsbetonirakenteiden ikään, sillä tällöin teräskorroosio saattaa alkaa, vaikka terästen ympärillä on vielä emäksistä betonia. (By 51 2007, 16.)

Taulukko 6. Betonin rasitusluokat (By 60 2008, 60).

Luokan merkintä	Ympäristön kuvaus	Opastavia esimerkkejä paikoista, joissa rasitusluokkia voi esiintyä
<b>1 Ei korroosion tai rasituksen riskiä</b>		
X0	Raudoittamaton tai metalliosia sisältämätön betoni: Kaikkiin ympäristöihin lukuun ottamatta niitä, joissa esiintyy jäädytys-sulatus- tai kulutusrasitusta tai kemiallista rasitusta. Raudoitettu tai metallia sisältävä betoni: hyvin kuiva.	Betoni sisätiloissa, joissa ilman kosteus on hyvin alhainen
<b>2 Karbonatisoitumisen vaikutuksista aiheutuva korroosio</b>		
XC1	Kuiva tai pysyvästi märkä	Betoni sisätiloissa, joissa ilman kosteus on alhainen. Pysyvästi vedenalainen betoni
XC2	Märkä, harvoin kuiva	Betonipinnat, jotka ovat pitkään kosketuksissa veden kanssa. Usein perustukset
XC3	Kohtalaisen kostea	Betoni sisätiloissa, joissa ilman kosteus on kohtalainen tai suuri. Ulkona oleva sateelta suojattu betoni.
XC4	Märkä ja kuiva vaihtelevat	Betonipinnat, jotka ovat kosketuksissa veden kanssa, mutta eivät kuulu rasitusluokkaan XC2
<b>3 Muun kuin meriveden kloridien aiheuttama korroosio</b>		
XD1	Kohtalaisen kostea	Betonipinnat, jotka ovat alttiina ilman sisältäville klorideille
XD2	Märkä, harvoin kuiva	Uima-altaat Betoni on alttiina kloridipitoisille teollisuusvesille
XD3	Märkä ja kuiva vaihtelevat	Sillan osat, jotka ovat alttiina kloridipitoisille roiskeille. Jalkakäytävät Paikoitustalojen laatat
<b>4 Meriveden kloridien aiheuttama korroosio</b>		
XS1	Kosketuksissa ilman kuljettaman suolan kanssa, mutta ei suorassa kosketuksissa meriveteen	Lähellä rannikkoa tai rannikolla olevat rakenteet
XS2	Pysyvästi veden alla	Merirakenteiden osat
XS3	Vuoroveden ja roiskeen vyöhykkeellä	Merirakenteiden osat
<b>5. Jäädytys-sulatusrasitus jäänsulatusaineilla tai ilman niitä</b>		
XF1	Kohtalainen vedellä kyllästyminen ilman jäänsulatusaineita	Sateelle ja jäätymiselle alttiit pystysuorat betonipinnat
XF2	Kohtalainen vedellä kyllästyminen ja jäänsulatusaineet	Tierakenteiden pystysuorat betonipinnat, jotka ovat alttiina jäätymiselle ja ilman kuljettamille jäänsulatusaineille
XF3	Suuri vedellä kyllästyminen ilman jäänsulatusaineita	Sateelle ja jäätymiselle alttiit vaakasuorat betonipinnat
XF4	Suuri vedellä kyllästyminen ja jäänsulatusaineet tai merivesi	Jäänsulatusaineille alttiit teiden ja siltojen kannet. Suoralle jäänsulatusaineroiskeelle ja jäätymiselle alttiit betonipinnat. Roiskevyöhykkeellä olevat jäätymiselle alttiit merirakenteet
<b>6. Kemiallinen rasitus</b>		
XA1	Standardin EN 206-1 taulukon 2 mukainen vähän aggressiivinen kemiallinen ympäristö	Luonnon maaperä ja pohjavesi
XA2	Standardin EN 206-1 taulukon 2 mukainen kohtalaisen aggressiivinen kemiallinen ympäristö	Luonnon maaperä ja pohjavesi
XA3	Standardin EN 206-1 taulukon 2 mukainen hyvin aggressiivinen kemiallinen ympäristö	Luonnon maaperä ja pohjavesi

Kloridien aiheuttamaa korroosio voidaan rajoittaa sijoittamalla teräkset mahdollisimman kauas rasitetusta pinnasta. Lisäksi betonista voidaan tehdä mahdollisimman tii-

vistä ja asettaa betonin halkeamaleveysvaatimukset tiukemmiksi kuin XC-luokissa. (By 51 2007, 16.)

Jäätymis- ja suolarasitus kuvataan XF- luokissa. Pakkasrasituksen aiheuttaa pääsääntöisesti betonin kapilaarihuokosissa jäätyvä vesi. Suolat lisäävät pakkasen betoniin aiheuttamaa rasitusta kasvattaen jäätymispainetta ja heikentämällä betonin kykyä vastustaa tätä. Suolat aiheuttavat myös betoniin säröjen muodostumista ja rapautumista. (By 51 2007, 18.)

Betonin pakkasenkestävyyttä voidaan parantaa lisähuokoistamalla betonia ja käyttämällä mahdollisimman pientä vesi-sementtisuhdetta. Yleensä betonin pakkaskestävyyden takaa 5 % suojahuokostus, kun vesi-sementtisuhte on enintään 0,5. F-luku kertoo betonin kyvystä vastustaa pakkasrasitusta ja P-luku taas kykyä vastustaa pakkas-suolarasitusta. (By 51 2007, 19-20.)

Tarpeettoman ankaria rasisitusluokkia ja rasisitusluokkayhdistelmiä tulee välttää. Ylimi-toitetut rakenteet ovat kalliita ja niiden valmistus saattaa olla hankalaa. Betonimassan turhan alhainen vesi-sementtisuhte ja ison karkean kiven osuus tekevät betonin siirrosta ja valusta hankalaa. Tämä saattaa näkyä rakenteen loppulaadussa. (By 51 2007, 11.)

## 5.3 Työmenetelmät

### 5.3.1 Betonin valinta

Betonimassan tulee soveltua valmiille lattialle asetettuihin laatuvaatimuksiin ja valit-tuun työtekniikkaan. Normaalit lattiabetonit hankitaan yleensä valmisbetonina työ-maalle kuljetettuna. Betonin valmistajan tehtäväksi jää varmistaa, että betoni täyttää sille asetetut vaatimukset oman, sertifioidun, laatujärjestelmänsä avulla (By 51 2007, 8). Valmisbetonia tilatessa ilmoitetaan toimittajalle yhteys- ja toimitustietojen lisäksi:

- betonin käyttökohde ja lattiarakenne
- asetetut laatuvaatimukset ja luokitus
- betonointimenetelmät, työskentely- ja kovettumisolosuhteet
- erityisvaatimukset kuivumisen ja lujuuskehityksen suhteen.

(By 45, BLY 7 2002, 91.)

Lattiabetonin runkoaineena suositellaan käytettäväksi mahdollisimman suurta raekoa kuivumiskutistumisen, halkeilun ja viruman vähentämiseksi. Suuri raekoko lyhentää myös laatan kuivumisaikaa. Maksimiraekoon valinta on riippuvainen laatan paksuudesta. Suositukset maksimiraekoon käytölle eri valuvahvuuksissa on esitetty taulukossa 7. (Betonin valintaopas 2006, 27.)

Taulukko 7. Maksimiraekoon valinta valuvahvuuden mukaan (Betonin valintaopas 2006, 27).

Valuvahvuus	Maksimiraekoko
alle 45 mm	8 mm
yli 45 mm	12 mm
yli 50 mm	hieno 16 mm
yli 60 mm	16 mm
yli 120 mm	32 mm

Alle 100 mm paksujen pintabetonilaattojen betonointiin käytetään maksimiraekooltaan 16 mm tai sitä pienirakeisempaa massaa. Liian pienen maksimiraekoon käyttö pienentää pintabetonilaatan kuivumisaikaa ja kasvattaa kelluvan lattian kuivuma käyritymiä eli laatan nurkkien ylös nousemista. (Betonin valintaopas 2006, 31.)

Kaikki rakennussementit ovat yleensä käyttökelpoisia lattiabetonin sideaineeksi. Lattiavaluun käytettävä betoni tulisi valita niin, että valettu massa on hyvissä olosuhteissa hierrettävissä noin neljän tunnin iässä. Tällainen betoni on esimerkiksi normaali lattiabetoni K 30, jonka ohjeellinen konehiertoaika 20 asteen lämpötilassa on neljä ja puoli tuntia (Betonin valintaopas 2006, 10).

Betonimassan notkeudeksi valitaan mahdollisimman jäykkä massan notkeus. Notkea betonimassa on kutistuvampaa ja sen erottumisvaara on suurempi kuin jäykemmän massan. Lattiabetoneissa notkistimen käyttö on suositeltavaa, mikäli halutaan valaa notkealla massalla. Notkistinta käyttämällä voidaan massan vesimäärää ja sitä kautta myös kutistumista pienentää. Notkistuksen käyttö ei muuta betonin alkuperäistä lujuutta. (Betonin valintaopas 2006, 9.) Taulukossa 8 on esitetty eri rakennetyyppien suositellut notkeusluokat.

Taulukko 8. Käyttökohde suositukset eri notkeusluokille (Betonin valintaopas 2006, 31).

Notkeusluokka	S-luokka	Painuma (cm)	Tyyppirakenne
Nesteytetty	S4	16 – 21	ahtaat rakenteet
Vetelä	S3	10 – 15	ohuet laatat
Notkea	S2	5 – 9	perusnotkeus
Jäykkä	S1	1 – 4	kovabetonilattia
Maakostea	-	0 - 1	laatoitusaluusta

### 5.3.2 Pinnan hierto

Betonin huolellisen tiivistämisen ja pinnan oikaisun jälkeen betonin pinta tulee hier-tää. Hierto vaikuttaa lopullisen lattiapinnan

- tasaisuuteen
- kulutuskestävyyteen
- tasaiseen ulkonäköön.

(By 45, BLY 7 2002, 111.)

Oikea hiertoajankohta on riippuvainen muun muassa ilman ja massan lämpötilasta, ilman suhteellisesta kosteudesta sekä sementtityypistä ja -määrästä. Hierto tulisi aloit-taa vasta, kun pintaan erottunut vesi on kadonnut eikä hiertokaan nosta sitä enää pin-taan. (By 45, BLY 7 2002, 112.)

Koneellinen hierto aloitetaan levyhierrolla, jolloin lattia saa lopullisen tasaisuutensa. Levyhiertojen lukumäärää on hankala edeltäkäs in varmuudella esittää. Lukumäärä on riippuvainen ajankohdasta, käytetystä laitteesta, betonimassan laadusta sekä olosuh-teista. (By 45, BLY 7 2002, 112.)

Lopullinen pinta saadaan siivillä tehtävällä hierrolla eli sliippauksella. Siivillä tehtä-vällä hierrolla saavutetaan lattiapinnan sileys. Saumat ja lattian reunat viimeistellään käsin. (By 45, BLY 7 2002, 112.)



### 5.3.3 Jälkihoito

Jälkihoidon pääasiallisena tarkoituksena on estää betonipinnan liian varhainen kuivuminen. Lisäksi jälkihoitoon kuuluu oikeiden lämpötilaolosuhteiden varmistaminen sekä lattian suojaaminen työaikaisilta kuormituksilta kovettumisen alkuvaiheessa. Betonilattian huolellisella jälkihoidolla voidaan vaikuttaa seuraaviin tekijöihin:

- pinnan lujuuteen ja kulutuskestävyyteen
- pinnan tiiveyteen
- alustan ja pintalaatan väliseen tartuntaan
- päällystettävyyteen
- lattian halkeiluriskiä.

(By 45, BLY 7 2002, 155.)

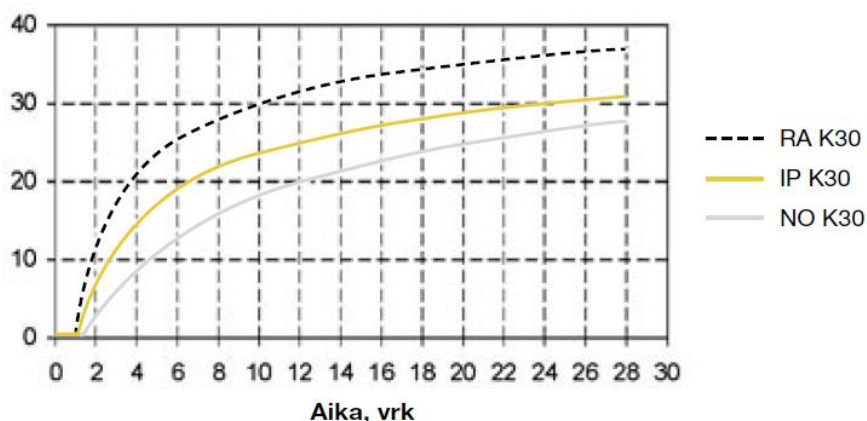
Betonilattioiden jälkihoito voidaan jakaa ajallisesti varsinaiseen jälkihoitoon ja varhaisjälkihoitoon, joka tehdään heti pinnan oikaisun jälkeen. Varhaisjälkihoito on tarpeen, mikäli valualueella esiintyy voimakkaita ilmavirtauksia ja kun ilman tai betonipinnan lämpötila on korkea. Varhaisjälkihoitoa kannattaa käyttää myös betonilaatujen kanssa, joiden vedenerottumisominaisuudet ovat vähäiset. Tällaisia ovat säänkestävät, voimakkaasti notkistetut ja korkealujuuksiset betonit. Varhaisjälkihoitona on helppointa käyttää sumutettavaa varhaisjälkihoitoainetta. (By 45, BLY 7 2002, 156.)

Varsinainen jälkihoito aloitetaan heti pinnan sliippauksen jälkeen. Yleisin jälkihoitotapa on pinnalle sumutettava jälkihoitoaine. Muita tapoja ovat pinnan pitäminen kosteana jatkuvalla kastelulla tai vaativissa olosuhteissa muovikelmun käyttö. Käytettäessä sumutettavaa jälkihoitoainetta, voidaan sen tehokkuutta tarvittaessa parantaa toistamalla käsittely seuraavana päivänä. Jälkihoitoainetta käytettäessä tulee varmistaa, onko se itsestään haihtuvaa vai onko se poistettava betonipinnalta jälkihoitoajan päätymisen jälkeen voimakkaalla harjauksella tai hionnalla. Parhaimmat jälkihoitoaineet haihtuvat itsestään 4 – 6 viikossa (Betonin jälkihoito).

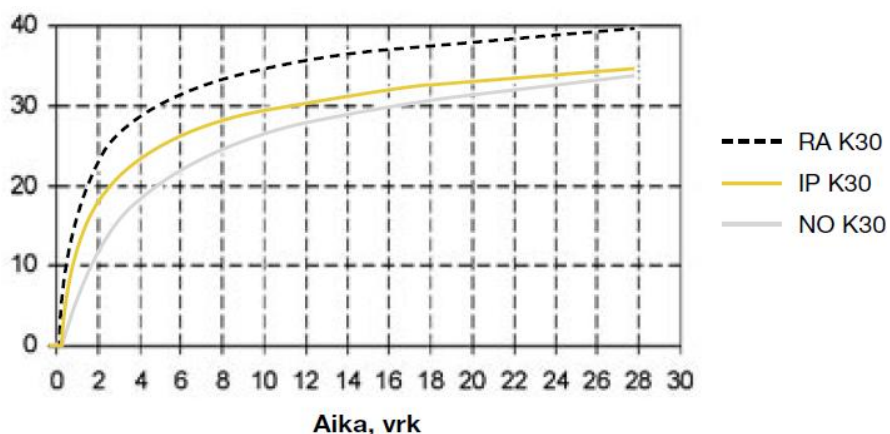
Tarvittavaan jälkihoitoajan pituuteen vaikuttavat betonilattian rasitusluokka, betonilaadun kovettumisnopeus sekä betonin lämpötila, jonka on oltava vähintään + 5 astetta koko jälkihoidon ajan. Betonin suuntaa antavat lujuuden kehityskäyrät on esitetty kuvissa 18 ja 19. Jälkihoito voidaan lopettaa rasitusluokissa:

- X0 ja XC1- luokissa, kun betoni on saavuttanut 60 % nimellislujudestaan
- muissa luokissa, kun betoni on saavuttanut 70 % nimellislujudestaan
- XF2 ja XF4-luokissa tai jos lattialta vaaditaan erityistä kulutuskestävyyttä, betonin saavutettua 80 % nimellislujudestaan.

(Betonin valintaopas 2006, 26.)



Kuva 18. Betoni lujudenkehitys + 5 asteen lämpötilassa. Nopea kovettuva betoni RA, seosaineeton betoni IP ja normaalisti kovettuva betoni NO. Pystyakselilla on esitetty betonin lujuus (MPa). (Betonin valintaopas 2010, 6.)



Kuva 19. Vastaavien betonien lujudenkehitys + 20 asteen lämpötilassa (Betonin valintaopas 2010, 6).

#### 5.3.4 Lattian hionta

Betonilattian hiontamäärään vaikuttavat sitä edeltävien työvaiheiden onnistuminen. Vähän rasitetuissa lattioissa tehdään yleensä kevyt hionta, jolla lattiasta poistetaan vähäiset epätasaisuudet ja sementtiliimakerros osittain. Rasitetummissa lattioissa poiste-

taan sementtiliima ja heikkolujuksinen kerros kokonaan, jolloin hieno runkoaines tulee näkyviin. Tätä pintahiontaa käytetään muun muassa teollisuuslattioissa sekä lakattavissa tai maalattavissa lattioissa. (By 45, BLY 7 2002, 118.)

Betonilattian hionta kannattaa tehdä heti kun lattia kestää sen. Oikea aika on normaalisti kovettuvalla betonilla, lämpötilan ollessa 20 °C, noin kolme vuorokautta. (By 45, BLY 7 2002, 118.) Kuvassa 19 esitetyn betonin lujudenkehityskäyrän mukaan nopeasti kovettuva betoni saavuttaa saman lujuden noin vuorokaudessa.

## 5.4 Kohteen betonilattiatyypit

### 5.4.1 Maanvarainen laatta

Maanvaraisen laatan paksuus on yleensä 80 - 100 mm. Ohuempia laattoja käytettäessä ongelmaksi muodostuu laatan reunojen ja nurkkien käyristyminen. Käyristyminen johtuu laatan ylä- ja alapinnan välisistä kutistumiseroista sekä lämpötilaeroista. Laatan omapaino puolestaan pyrkii vastustamaan käyristymistä. (By 45, BLY 7 2002, 81.)

Raudoituksena käytetään yleensä raudoitusverkkoja jotka sijoitetaan alle 120 mm paksuissa laatoissa laatan keskelle. Maanvarainen laatta irrotetaan pilareista ja seinistä irrotuskaistalla. Maanvarainen laatta valetaan joko suoraan tiivistetylle sora- alustalle tai sen päälle asennettavan lämmöneristeelle.

Maanvaraisen lattian paksuuden valintaan vaikuttavat ennen kaikkea lattiaan kohdistuvat pistekuormitukset sekä alustan kantavuus. Suositukset erityyppisten laattojen paksuuksista on esitetty taulukossa 9.

Betonilaatta liikkuu alustaansa nähden kutistumisen ja lämpötilamuutosten seurauksena. Liikkumisesta aiheutuva kitka saattaa betonin vetolujuuden ylittyessä aiheuttaa halkeamia laattaan. Kitkan pienentämiseksi tulee alustan olla mahdollisimman tasainen. Jos paksunnuksia joudutaan käyttämään esimerkiksi suurten pistekuormien takia, tulee niiden reunat muotoilla mahdollisimman loiviksi estäen näin vaarnavaikutuksen syntyminen. Riittävänä arvona voidaan pitää vähintään 1:10 (By 45, BLY 7 2002, 35). Kitkaa voidaan pienentää laakerointikerroksella, joka voi olla suodatinkangas, rakennuspaperi tai hiekkakerros. (By 45, BLY 7 2002, 35)

Taulukko 9. Lattioiden ohjepaksuudet (By 45, BLY 7 2002, 68).

Lattiatyyppi	Lattian raudoitustapa	Laatan ja pintabetonilaatan ohjepaksuus [mm]
Maanvaraiset laatat	Keskeinen raudoitus	80...120
	Raudoitus molemmissa pinnoissa	> 120
	Kuitubetonilattia	≥ 80
	Jälkijännitetty laatta	≥ 120
Pintabetonilattiat	Raudoittamaton pintabetoni	30...60
	Erikoisbetonit	≥ 10
	Raudoitettu pintabetoni	60...150
	Muovikuitubetoni	20...50
	Teräskuitubetoni	30...150
Kelluvat lattiat	Keskeinen raudoitus	40...120

#### 5.4.2 Kelluva lattia

Kelluva lattiarakenne on toiminnaltaan samanlainen kuin maanvarainenkin laatta. Kelluvassa lattiassa pintabetonilaatta valetaan kantavan rakenteen päälle. Pintalaatta erotetaan kantavasta rakenteesta eristeellä. Pintalaatta on kelluvassa lattiarakenteessa maanvaraista laattaa ohuempi 40 - 100 mm. Ohut rakenne lisää laatan halkeilun riskiä ja reunojen kohoamista. (By 45, BLY 7 2002, 102.)

Kelluvia laattoja käytetään välipohjissa, joissa ääneneristävyydelle asetetaan erityisiä vaatimuksia tai joiden massa ei yksin riitä estämään värähtelyä. Toinen yleinen käyttökohte on vesieristetyt tasot, kuten käännetyt katot.

#### 5.4.3 Pintabetonilattia

Pintabetonilattiat ovat alustaansa kiinnitettyjä tai siitä irti laakeroituja laattoja. Yleisin ratkaisu on alustaansa kiinni valettu betonilattia, joka toimii rakenteellisesti yhdessä alustansa kanssa. Pintabetonilaatan paksuus on 30 - 70 mm ja sitä ei raudoiteta. Pintabetonikerroksen paksuutta valittaessa olisi jännitettyjen elementti- välipohjien kaarevuus otettava huomioon. (By 45, BLY 7 2002, 103.)

Pintabetonilattioissa tärkeintä on varmistaa hyvä tartunta alustaan. Alusbetonin lujuus voidaan varmistaa vetokokeella, jos se katsotaan tarpeelliseksi. Pintabetonin tartunnan varmistamiseksi tulee alusbetonin pinnan olla:

- puhdas
- pinnan huokokset avoimet
- luja
- karhennettu
- kostea
- sula ja lämmin,  $\geq 10$  astetta.

(By 45, BLY 7 2002, 110.)

Valettavan betonin tiivis asettuminen alusbetonia vasten pyritään varmistamaan harjaamalla alusbetonin pintaan tartuntalaasti. Harjaus tehdään koneellisesti hiertimellä, jonka siivekkeissä on harjat. Tartuntalaastina käytetään pintabetonia. Tartuntalaasti levitetään ainoastaan niin pienille aloille, ettei se ehdi kuivumaan ennen pintabetonin valua. (By 45, BLY 7 2002, 111.)

Pintabetonin kiinnittyminen alustaansa testataan normaalisti koputuskokeella. Jos pintabetoni jää jostain kohdin irti alustasta, injektoidaan se alustaan kiinni rakenne-epoksilla. Injektointi tapahtuu poraamalla reikiä pintalaattaan, jonka jälkeen reikiin pumpataan rakenne-epoksia, joka liimaa pintalaatan alustaansa. Epoksi leviää kiinnittävälle alueelle pienen paineen ja alhaisen viskositeettinsa ansiosta. Kopot muodostuvat vasta noin kolmesta neljään viikkoa valusta, joten koputuskoetta ei kannata tehdä heti.

Pintabetonilattia saatetaan myös tehdä alustastaan irti olevaksi eli kelluvaksi. Syynä voi olla, ettei tartuntaa voida luotettavasti saavuttaa. Tällöin tulee varmistaa, että lattia on kauttaaltaan irti alustastaan asettamalla valun alle paperi- tai muovikalvo. Kelluvan pintabetonilattian paksuus on suurempi ja laatta tulee lisäksi raudoittaa. (By 45, BLY 7 2002, 103.)

## 5.5 Laattojen saumat

### 5.5.1 Yleistä

Betonilattia halkeilee aina. Tärkeintä lattian kestävyyskannalta onkin, että halkeilu on hallittua. Betonilattiaan tehdään saumoja, jotta lämpöliikkeistä ja kutistumisesta johtuvat halkeamat voidaan kontrolloidusti ohjata saumoihin. Saumat ovat yksi lattian tärkeimmistä, ja samalla heikoimmista, kohdista. Saumoja on pääasiassa kahta eri tyyppiä: liikuntasaumojen ja kutistumissaumojen.

Raudoitetun maanvaraisen laatan saumajako määräytyy rakennuksen muodon ja erilaisten rakenteellisten heikennysten, kuten kapeiden kannasten, mukaan. Saumoilla jaetun laatan sivujen suhteeksi suositellaan 1: 1,5 - 2,0. (By 45, BLY 7 2002, 70.) Lattian keskellä risteävät saumat tulee porrastaa 300 - 1000 mm nurkkien nousun estämiseksi (By 45, BLY 7 2002, 24).

Maanvarainen laatta voidaan toteuttaa myös ilman saumoja. Suunnitteluperiaatteena on, että kutistumisesta aiheutuva halkeilu jaetaan raudoitteilla siten, ettei halkeamia voi paljain silmin erottaa. Toinen tapa on jännittää lattia rasvapunoksilla, jolloin halkeamia ei synny. Saumattomista lattioista on saatu pääosin hyviä käyttökokemuksia ja niiden tekeminen onkin yleistynyt. Haittapuolena ovat kohonneet kustannukset, mitkä johtuvat pääasiassa raudoitteiden kasvaneesta määrästä. (Petrow 2010, 41.)

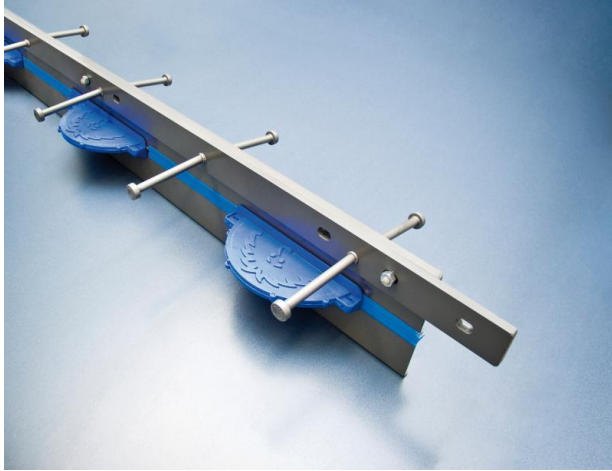
### 5.5.2 Liikuntasaumot

Liikuntasaumassa laatta on yleensä kokonaan poikki. Se sallii laatan pitenemisen, lyhenemisen ja kiertymisen. Liikuntasaumojen suositellaan käytettäväksi maksimissaan 30 metrin välein. (By 45, BLY 7 2002, 70.)

Liikuntasauvarakenteen tulee siirtää leikkausvoimia ja suojata laatan reunaa mureneemiselta. Tämä tulee ottaa huomioon sauman tyyppiä valittaessa etenkin suurilla piste-kuormilla kuormitetuissa lattioissa.

Liikuntasaumojen tekoon suositellaan valmiita saumaraudoitteita. Ne jätetään valun, mikä mahdollistaa valun jatkamisen. Valmis liikuntasauvaraudoite on esitetty kuvassa 20. Teräsponttimuotti on sekä suora, että mittatarkka. Raudoite tulee valita 10 - 15

mm laatan paksuutta matalammaksi, tällöin mahdolliset alustan epätasaisuudet eivät haittaa asennusta.



Kuva 20. Peikon Tera Joint liikuntasaumaprofiili (Peikko Group 2012).

### 5.5.3 Kutistumissaumat

Kutistumissauma tai sahaussauma (kuva 21) sallii kulmamuutoksen ja sauman avautumisen. Se tehdään sahaamalla lattiaan ura, joka on noin 30 % laatan paksuudesta ja uran leveyden ollessa noin 3 mm. Kutistumissaumojen suositeltu jako on 6 - 9 metriä. Pyrkimyksenä saada aikaan mahdollisimman neliö- tai suorakulmainen ruudukko, jossa pidempi sivumitta on enintään 1,5 kertaa lyhempi sivumitta. (Petrow 2010, 39.)



Kuva 21. Swing Plus C-talon sirotepinnoitetun betonilaatan sahattu kutistumissauma.

Sahaus suoritetaan kesäoloissa noin vuorokausi laatan valun jälkeen. Sahausten ajankohta on tärkeä, sillä liian aikainen sahaus voi vahingoittaa sahausreunoja kun

taas liian myöhään tehtynä on lattiaan jo saattanut muodostua halkeamia. (By 45, BLY 7 2002, 123.)

## 5.6 Teräskuitubetoni

Lähes kaikkiin valmisbetonilaatuihin voidaan betonin valmistuksen yhteydessä lisätä teräskuituja. Kuidut lisäävät betonin vetolujuutta, sitkeyttä ja pienentävät halkeamien väliä ja leveyttä. Teräskuidut ovat korkealaatuisesta teräksestä valmistettuja 15 - 60 mm pitkiä ja 0,4 - 1,0 paksuja kappaleita (kuva 22). (By 45, BLY 7 2002, 61.) Yleisohjeena voidaan sanoa, että lyhyet ja ohuet kuidut soveltuvat kutistumishalkeamien rajoittamiseen ja pitkät ja paksummat betonin lujuus- ja sitkeysominaisuuksien parantamiseen (Kuitubetonit 2010).



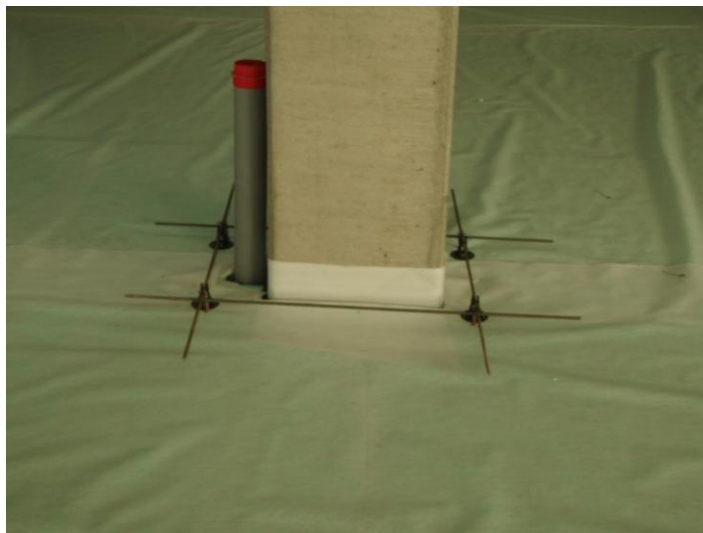
Kuva 22. Koukku teräskuidun päässä lisää tartuntaa betoniin.

### 5.6.1 Käyttökohteet

Teräskuitubetonia käytetään pääasiassa maanvaraisissa laatoissa. Maanvaraisissa laatoissa käytettävä kuitumäärä on yleensä 25 - 40 kg/m<sup>3</sup>. Teräskuitubetonin käyttö myös kantavissa rakenteissa, kuten paalulaatoissa ja jopa välipohjissa on mahdollista. Tällöin kuitumäärät ovat yli 60 kg/m<sup>3</sup> ja käytettävät betonit erikoisbetoneja. Tällaisia rakenteita ei Suomessa ole vielä liiemmin käytetty (Kuitubetonit 2006).

Teräskuidulla korvataan normaali rauditus joko osin tai kokonaan. Yleensä maanvaraisissa laatoissa ainoastaan nurkkiin ja pilareiden ympärille asennetaan lisärauditus (Kuva 23). (By 45, BLY 7 2002, 61.) Teräskuitubetonin ansiosta yksi työvaihe jää lähes kokonaan pois ja mahdollistaa laserohjatun levityskoneen käytön.

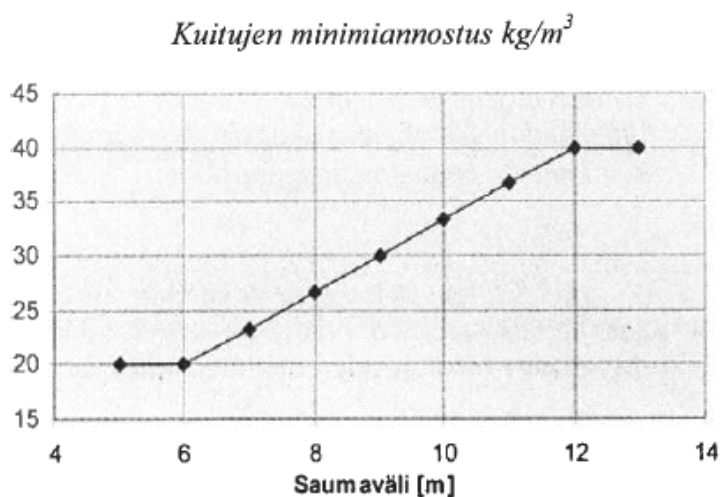




Kuva 23. Kuvassa on pilarin ympärille asennettu lisäraudoitus. Putkiläpiviennin irrotuskaistaa ei ole vielä asennettu.

### 5.6.2 Teräskuitujen annostelu ja sen vaikutus saumaväliin

Hyvänä arvona saumavälille voidaan teräskuitubetonilaatoissa pitää arvoa  $30 \cdot$  laatan paksuus. Yleensä maksimiväli on noin 6 m. (By 45, BLY 7 2002, 62.) Saumaväli tulee ottaa huomioon teräskuituja annosteltaessa. Kuitujen määrä kasvaa lineaarisesti saumavälin kasvaessa. Kuitujen minimiannostus suhteessa saumaväliin on esitetty kuvassa 24.



Kuva 24. Saumavälin vaikutus kuitujen minimimäärään (By 45, BLY 7 2002, 64).

Käytännössä on huomattu teräskuitujen sekoittuvan betoniin epätasaisesti. Kuitumäärän vaihtelu voi olla jopa  $\pm 20 \%$  annosteluvaiheesta (Petrow 2010, 39). Tästä syystä lisättävään kuitumäärään liittyen käytetään kahta termiä, minimi- ja annoskuitumäärä.

Minimikuitumäärällä tarkoitetaan laskennallisesti mitoitettua kuitumäärää, kun taas annoskuitumäärällä tarkoitetaan todellista betoniin lisättävää määrää. Annosmäärä on normaalisti 20 % suurempi kuin minimimäärä. (Kuitubetonit 2010.)

### 5.6.3 Betonin valinta teräskuituja käytettäessä

Kuitubetonia käytettäessä on betonin oltava vähintään K30 lujuusluokkaa, jotta kuituille saadaan riittävä tartunta. Teräskuidun sekoittaminen aiheuttaa valmisbetonin sitkistymisen, minkä vuoksi betoni suositellaan tilattavaksi ns. tehonotkistettuna. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että normaaliin rakennebetoniin verrattuna teräskuitubetoni tehdään yhtä notkeusluokkaa löysempänä. (Kuitubetonit 2010.)

## 5.7 Kuivasirotepinnoitettu betonilattia

Sirotepinnoite on taloudellinen tapa lisätä betonilattian kulutuskestävyyttä. Kuivasirote asennetaan lattiavalun yhteydessä, joten erillistä asennusprosessia ei ole. Sirotepinta sopii hyvin käytettäväksi teräskuitubetonin kanssa, sillä se peittää pintaan jääneet kuitut. Sirotepinnoitetta käytetään yleensä kun vaatimuksena on 1- tai 2- kulutuskestävyysluokan lattia. (By 45, BLY 7 2002, 104.)

### 5.7.1 Työtekniikka

Sirotelattioiden työtekniikka ei ennen sirotteen asennusta eroa tavallisen lattian valusta. Pinnan oikaisun jälkeen tehdään ensimmäinen levyhierto ja välittömästi tämän jälkeen levitetään ensimmäinen sirotekerros. Ensimmäinen kerros on, tuotteesta riippuen, noin 60 % - 100 % arvioidusta kokonaismäärästä. Levityksen jälkeen odotetaan, että sirote kostuu, jonka jälkeen se hierretään yhtenäiseksi rakenteeksi alusbetonin kanssa. Hierron jälkeen työvaihe toistetaan niin kauan kuin sirote kostuu. Kun kaikki siroteet on levitetty, pinta sliipataan siipien avulla. Sliippaus on syytä tehdä vähintään kolmeen kertaan, jolloin pinnasta tulee tiivis ja luja. Viimeisenä työvaiheena on jälkihoitoaineen levitys joka tehdään välittömästi viimeisen sliippauksen jälkeen. (Matsinen 2005, 70.) Sirotepintalattia on tehtävä suoraan laatuvaatimukset täyttäväksi, sillä pinnan oikaisu hiomalla on työlästä. Pintaa hiottaessa poistuu myös tavoiteltu kulutuskestävyys.

### 5.7.2 Sirotteen valinta

Kuivasirotteet koostuvat runkoaineesta, erikoisementistä ja tuotekohtaisista lisäaineista. Perussirotteiden runkoaineina käytetään ainoastaan luonnonkiviaineita, yleisimmin korundia ja kvartssia. Nämä sirotteet sopivat 2-kulutuskestävyysluokan lattioihin. (Matsinen 2005, 69.)

Kovan kulutuskestävyyden sirotteissa runkoaineina on jokikvartsin lisäksi korundia ja metallurgiteollisuuden tuotteita. Jotkin näistä sirotteista saattavat sisältää myös sitkeyttä antavia aineita kuten diabaasia. Tällaisten sirotteiden kulutuskestävyys on huomattavasti perussirotteita parempaa ja sopivat myös 1-luokan lattioihin edellyttäen, ettei niissä esiinny suurta isku- tai laahausrasitusta. (Matsinen 2005, 69.)

Kestävin sirotetyyppi on niin sanotut metalliset sirotteet. Näiden runkoaineesta yleensä yli 50 % on metallirunkoaineita. Käyttökohteina ovat 1-kulutuskestävyyden lattiat, joissa tarvitaan erinomaista iskunkestävyyttä. (Matsinen 2005, 69.)

### 5.7.3 Sirotteen asennus

Valmistajat antavat tuotteilleen suositeltavat käyttömäärät, joita ei tulisi alittaa. Ylärajaan vaikuttavat työtekniikka ja alusbetoni. Sirottemäärää määrittäessään on suunnittelijan otettava huomioon lattian rasitus ja käytettävän sirotteen tiheys. Normaaleissa autohalleissa ja teollisuuslattioissa voidaan käyttää valmistajan minimisuositusmääriä, mutta rasitetuimmissa lattioissa on suositeltavaa keskustella valmistajan kanssa ennen sirottemäärän valintaa. (Matsinen 2005, 70.)

Sirotteen tiheys tulee muistaa ottaa huomioon. Yleisesti käytetty annostelu  $6 \text{ kg/m}^2$  tarkoittaa korundipitoisella sirotteella noin 4 mm kerrosta mutta metallipitoisella 2 mm pintakerrosta. Vaikka metallipinnoite onkin huomattavasti kestävämpää, kumoaa ohuempi kerros paremman kestävyuden. (Matsinen 2005, 70.)

Oikean siroteajankohdan valinta on tärkeää. Hyvänä sääntönä voidaan pitää, että sirotteen levitys voidaan aloittaa kun betonin pinta juuri kestää kävelyn. Kuivasirotteen sementti saa hydrataatioon tarvitsemansa veden alusbetonin kosteudesta. Alusbetoni ei saa kuivua pinnastaan liikaa ennen sirotteen levittämistä. Tällöin kuivasirotteen vesisementtisuhde ei nouse riittävän korkeaksi eikä sirotteen sideaineen ja runkoaineen

välille synny hyvää tartuntaa. Tämä voi ilmetä sirotepinnoitteen irtoamisena (kuva 25). (Vahanen Oy 2010, 28.)



Kuva 25. Purkautunutta sirotepintaa. Ympyrän halkaisija on kuvassa 50 mm (Vahanen Oy 2010, 12).

Sirotepinnoitekerroksen tarvitseman veden määrään vaikuttaa sirotepinnoitekerroksen tasalaatuisuus ja paksuus. Sirotteen levitykseen käytetään yleensä melko alkeellisia levitystapoja. Yleisin levitystekniikka on sirotteen lanaaminen käsin. Tällöin sirotepinnoitteen paksuudessa saattaa olla huomattaviakin eroja. Paksut kuivasirotekerrokset tarvitsevat merkittävästi enemmän vettä ja kosteutta hydratoituakseen. (Vahanen Oy 2010, 28.) Sirotteen levittämiseen kannattaakin käyttää annostelijaa tasaisen kerroksen varmistamiseksi (kuva 26).



Kuva 26. Kuivasirotteen levitystä annostelija avulla.

#### 5.7.4 Sirotepinnoitetun lattian jälkihoito

Jälkihoidosta huolehtiminen on siropinnoitetuissa lattioissa ensiarvoisen tärkeää. Kosteuden liian nopea haihtuminen sirotepinnalta aikaansaa heikkolaatuisen sementtikiven muodostumisen ja sirotteen pintaan saattaa muodostua verkko- tai karttamaista kutistumishalkeilua (kuva 27). (Vahanen Oy 2010, 29.)

Erityisen huolellinen tulee olla voimakkaasti notkistettujen, säänkestävien ja korkean lujuuden omaavien betonien kanssa. Betonin lujuuden kasvaessa sen vesisementtisuhte pienenee. Sirotteen sisältämä sementti tarvitsee kuitenkin vettä sitoutuakseen. Betonipinnan liian voimakas kuivuminen tulee estää tarvittaessa varhaisjälkihoitoaineella, joka levitetään pinnan oikaisun yhteydessä. (By 45, BLY 7 2002, 157.)



Kuva 27. Lattian karttamaista halkeilua (Vahanen Oy 2010, 24).

Mikäli alusbetonissa ei ole riittävästi vettä siroteelle jo alun perin alhaisen vesimäärän tai liian nopean kuivumisen vuoksi, tulee betonin pintaa hieman kastella. Tämä tapahtuu sumuttamalla vettä ylöspäin siten, että se laskeutuu tasaisesti pinnalle. Sumutus tehdään juuri ennen sirotteen levittämistä. (Matsinen 2005, 71.)

## 6 SWING PLUS C- TALON BETONILATTIATYÖT

### 6.1 Kohde ja tehtävä

Rakennushankkeena oli koko nimeltään Espoon Swing Life Science Center C-talo eli Swing Plus (kuva 28). Se pitää sisällään kahdeksan kerrosta toimisto- ja neuvottelutilaa sekä siihen kuuluvat kellari- ja paikoitustilat. Kohteen kokonaisala on 10 189 m<sup>2</sup>, josta pysäköintikellaria 2 251 m<sup>2</sup>. (Rakennusselostus. Swing Plus C-talo 2011.)



Kuva 28. Swing Plus C-talo luonnoksessa ensimmäisenä oikealla.

Rakennuksen runkojärjestelmänä on pilari – palkki – laatta – järjestelmä. Pilareina ovat 380 mm teräsbetonipilarit, palkkeina leualla varustetut jännebetonipalkit. Alapohjarakenteena on lämmöneristetty maanvarainen laatta ja välipohjina ontelolaattaan kiinnitetty pintalattia. Ulkoseinät ovat kantavia ja kevyitä sandwich- elementtejä sekä alumiinirunkoisia lasiseiniä.

Tehtävänä oli varmistaa kohteen betonilattia-aliurakan ongelmaton läpivienti niin, että ajalliset ja laadulliset tavoitteet tulevat saavutetuiksi. Tämän avuksi tehtiin tehtäväsuunnitelma.

## 6.2 Tarjouspyynnön valmistelu

Aliurakan hankintaprosessin herätteenä toimi hankinta-aikataulu. Tarjouspyyntö laadittiin tehtäväsuunnitelman pohjalta. Tehtäväsuunnitelma tehtiin kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa:

- koottiin aliurakkaa koskevat tiedot
- selvitettiin laatuvaatimukset
- tehtiin tarjouspyyntöä varten potentiaalisten ongelmien analyysi
- määritettiin tehtävän sisältö ja urakkarajat
- laadittiin alustava aikataulu yleisaikataulun pohjalta.

### 6.2.1 Laatuvaatimukset

Laatuvaatimukset on esitetty rakennusselostuksissa ja piirustuksissa. Selostuksissa olevat viittaukset tulee kirjoittaa auki viimeistään aloituspalaveriin. Samalla tulee myös tarkistaa, ettei rakennusselostuksessa ja piirustuksissa ole ristiriitaisuuksia.

*Paikoitushallien lattia tehdään rakennesuunnitelmien mukaan. Betonin tulee olla pak-  
kasekestävää ja laatat jaetaan liikuntasaumoilla osiin rakennesuunnitelmien mukaa,  
pintakäsittely esimerkiksi Mastertop. Kaikki kulutuspinnoitteet ja päällystettävät betoni-  
lattiat pintahiotaan ennen maalausta ja päällysteiden kiinnittämistä epätasaisuuksien  
ja sementtikalvon poistamiseksi. (Rakennusselostus. Swing Plus C-talo 2011.)*

Betonilattioiden laatu – ja rasitusluokat on esitetty rakennetyypeissä jotka on esitetty liitteessä (liite 1). Pintabetonilattioiden tasaisuusluokkana on A-luokka eli vaatimustaso on tavanomainen. Kuivasirotepinnoitteiden tasaisuusluokkana on B-luokka. Myös tätä voidaan pitää tyypillisenä tasaisuusluokkana sirotepinnalle, sillä A-luokkaan voidaan päästä ainoastaan tavanomaista paremmalla ammattitaidolla ja hyvissä olosuhteissa (By 45, BLY 7 2002, 104).

### 6.2.2 Potentiaalisten ongelmien analyysi

Potentiaalisten ongelmien analyysissä ilmitulleen tuotannon aikataulua ja laatua uhkaavat tai kustannuksia lisäävät tekijät pyrittiin siirtämään urakoitsijan vastuulle (tau-



lukko 10). Tehtäväsuunnitelmaa varten tehdään oma potentiaalisten ongelmien analyysi, urakkarajojen muodostamiseen käytettyä POA: ä ei esitetä urakoitsijalle vaan työnaikainen riskikartoitus tehdään erikseen.

Taulukko 10. Urakan sisällön muodostaminen POA:n avulla.

ONGELMA	SEURAUUS	TORJUNTA
<b>TOIMINNALLISET ONGELMAT</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• BETONITOIMITUSTEN MYÖHÄSTYMINEN</li> <li>• VÄÄRÄ TOIMITUSNOPEUS</li> <li>• VÄÄRÄ BETONIMASSA</li>   <li>• TYÖ JÄÄ KESKEN, ESIM. HIONTA TEHDÄÄN VASTA ENNEN MATTOTÖITÄ</li>   <li>• URAKOITSIJALLA TOINEN KEIKKA MUUALLA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ODOTTELUA JA SEN SEURAUKSENA LASKUTETTUA TUNTITÖITÄ</li>   <li>• TYÖ HAJOAA USEAAN OSAKOHTEESEEN, OSAKOHTEESSA JO MUUT TYÖT KÄYNNISSÄ</li>   <li>• VALUT SIIRTYVÄT JA MYÖHÄSTYVÄT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MATERIAALIT SISÄLLYTETÄÄN URAKKAAN</li>   <li>• SAKOLLISET VÄLITAVOITTEET</li> <li>• TYÖ OTETAAN VASTAAN AINOASTAAN TÄYSIN VALMIINA</li>   <li>• SOVITAAN TARKAT VALUPÄIVÄT</li> </ul>
<b>TEKNISET ONGELMAT</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• TILAAJA HANKKII BETONIN JA SIROTEPINNOITUS IRTOAA</li>   <li>• TILAAJA VALMISTELEEE ALUSTAN JA PINTABETONILATTIA IRTOAA ALUSTASTA</li>   <li>• SADE, MATALA LÄMPÖTILA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VASTUUT JA TAKUU, URAKOITSIJA SYYTTÄÄ BETONIMASSAA</li>   <li>• URAKOITSIJA SYYTTÄÄ LIKAISTA ALUSTAA</li>   <li>• VALUT SIIRTYVÄT, URAKOITSIJA EI VASTAA LAADUSTA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MATERIAALIT SISÄLLYTETÄÄN URAKKAAN</li>   <li>• ALUSTAN IMUROINTI SISÄLLYTETÄÄN URAKKAAN</li> <li>• URAKOITSIJA OTTAA TYÖKOHTEN VASTAAN</li>   <li>• SUOJASEINÄT TILAAJAN PUOLESTA</li> <li>• LÄMMITTIMET</li> </ul>

### 6.2.3 Tehtävän sisältö

Piirustukset ja rakenneselostukset läpikäymällä saatiin selville mitä oli tehtävä. Suoritusvelvollisuudet pyrittiin kirjaamaan mahdollisimman selkeästi ja yksiselitteisesti. Lisäksi varmistettiin, että tehtävien väliin ei jää tekemättömiä töitä. Tarjouspyyntöön saatiin seuraavat tehtävän sisältö:

#### Tilaaajalta

- pinnat lastapuhtaana
- lähtökorot kerroksiin
- muut veloitteet katso Urakkarajaliite



## Urakoitsijalta

Työmaan 454 rakennetyyppien mukaisten betonilattioiden valutyöt materiaaleineen, pumppauksineen, liikuntasauoineen sekä raudoituksineen seuraavasti:

- **AP-1:** betonilattioiden valutyöt materiaaleineen ja pumppauksineen lämmöneristeestä ylöspäin.
- **AP-2:** betonilattioiden valutyöt materiaaleineen ja pumppauksineen lämmöneristeestä. ylöspäin sirotepinnoitettuna (esimerkiksi MasterTop).
- **VP-1:** betonilattioiden valutyöt materiaaleineen ja pumppauksineen ontelolaa-tan yläpinnasta pintabetonilaatan yläpintaan saakka.
- **VP-5:** betonilattioiden valutyöt materiaaleineen ja pumppauksineen suodatinkankaasta ylöspäin sirotepinnoitettuna (esimerkiksi MasterTop).
- **VP-4, VP-9, VP-10:** betonilattioiden valutyöt materiaaleineen ja pumppauksineen suodatinkankaasta ylöspäin pintabetonilaatan yläpintaan saakka.

## Lisäksi urakkaan kuuluu

- materiaalien tilaukset, vastaanotot ja siirrot kerrokseen
- mahdollisten pumppauslinjojen teko
- kaatojen ja paikalliskallistusten teko
- reunojen irrotuskaistat ja pystypintojen suojaus materiaaleineen
- pintalaatan kiinnipysymisen varmistaminen
- valustopparien asennus ja purkaminen materiaaleineen
- jälkihoito ja hionta
- kaikki urakkaan liittyvät aputyöt.

### 6.2.4 Aikataulu

Betonilattiatyöt oli yleisaikataulussa asetettu alkamaan heti elementtiasennuksen jälkeen. Lattiavalut olisi voitu toteuttaa myöhemminkin. Ajankohtaa puolsi muun muassa vähäinen tavaran määrä holveilla. Kyseessä oli siis valittu riippuvuus suhteessa seuraaviin töihin.

Tarjouspyyntöön urakka-aika saatiin yleisaikataulusta. Alustava aikataulu oli viikko 25 – 38. Tarjouspyyntöön merkittiin myös, että kerrokset 2 – 8 valetaan kahdessa osassa, koska tämä saattoi vaikuttaa urakoitsijan antaman tarjouksen hintaan. Lisäksi mainittiin, että aikataulu tarkennetaan urakkaneuvotteluissa.

### 6.3 Urakkaneuvotteluihin valmistautuminen

Tehtäväsuunnitelman toisessa osassa pyritään löytämään ne toiminta- ja työskentelytavat, joilla tehtävälle asetetut tavoitteet ja vaatimukset pystytään saavuttamaan. Tehtäväsuunnitelman toinen osa on myös urakkaneuvotteluihin valmistautumista. Urakkaneuvotteluiden jälkeen tehtäväsuunnitelmaa tarvittaessa korjataan ja täydennetään. Lopullinen tehtäväsuunnitelmasuunnitelma tulee olla valmiina viimeistään tehtävän aloituspalaveriin.

#### 6.3.1 Autohallien kuivasiropinnoitetut lattiat

Rakennetyyppien AP-2 ja VP-5 mukaan autohallien pinnan laatuluokka on B-2-40 ja pintakäsittelynä rakennusselostuksen mukaan esimerkiksi Mastertop - sirotepinnoite. Rasitusluokkayhdistelmät ovat XD1,3; XC3,4; XF4. Asetettu vaatimus on suhteellisen vaativa. Rakennetta rasittaa pakkasrasituksen lisäksi myös suolarasitus. Betonin tulee tällöin olla P-lukubetonia. Tällaisten massojen veden erottuminen pintaan on vähäistä ja plastisen kutistuman riski on suuri. Varmistetaan vaaditut rasitusluokat suunnittelijalta.

Pinnalta tapahtuvaa kosteuden haihtumista pyritään vähentämään estämällä valualueen ilmavirtaukset sulkemalla sisääntuloaukot pressuilla. Lisäksi urakoitsijaa veloitetaan käyttämään varhaisjälkihoitoainetta, joka levitetään pinnalle oikaisun yhteydessä.

Liian suurien valujen tekeminen kerralla ja tästä johtuva sirotteen liian myöhäinen levitys estetään jakamalla autohalli kolmeen, noin 450 m<sup>2</sup>, valualueeseen. Valualueen rajoina toimivat liikuntasaumot. Aliurakoitsijalla tulee olla myös riittävät resurssit. Vaaditaan 3 RAM + 1 RM.

Sirotepinnoitteen tarvitseman veden määrään vaikuttaa sirotepinnoitekerroksen paksuus ja tasalaatuisuus. Edellisen kohteen vaurioituneessa lattiassa sirote levitettiin käsin lanaamalla, jonka vuoksi sirotepinnoitteen paksuus vaihteli välillä 2 – 11 mm

(Vahanen Oy 2010, 28). Tämän estämiseksi velvoitetaan urakoitsijaa käyttämään anostelijaa tasaisen kerroksen varmistamiseksi.

Varsinainen jälkihoito tehdään heti viimeisen pinnan sliippauksen jälkeen. Sumutettavan jälkihoitoaineen soveltuvuus varmistetaan valmistajalta. Jälkihoitoainetta levitetään toinen kerros seuraavana aamuna.

### 6.3.2 Alustaansa kiinnitetyt pintabetonilattiat

Rakennustyyppi VP-1 tuli kaikkialle sisätilojen välipohjiin. Betonilattian laatuluokkana on A-3-30. Rasitusluokkaa on X0. Pintabetonilattiat valetaan ennen alumiinirunkoisten lasiseinien asennusta. Näille seinille asennetaan suojaseinät estämään sadetta ja tuulta. Suojaseinien eteen asennetaan valustopparit. Seinän ja pintalattian väliin jäävä noin 30 cm kaista valetaan jälkivaluna lasiseinien asennuksen jälkeen.

Kerros jaetaan kahteen valualueeseen, jotta kerroksia ei tarvitse täysin tyhjentää ja kulku ylempiin kerroksiin saadaan järjestettyä. Lattioiden hionta tehdään heti kun se on mahdollista. Tämä on normaalisti kovettuvalla betonilla kypsyyksiän ollessa noin 3 vuorokautta ja nopeasti kovettuvalla, kuvien 18 ja 19 mukaan, noin 1 - 2 vuorokautta, riippuen olosuhteista. Pyydetään urakoitsijaa käyttämään nopeasti kovettuvaa betonia.

Hionnan jälkeen jälkihoitoaine levitetään uudestaan eli jälkihoitoa jatketaan. Velvoitetaan urakoitsijaa käyttämään itsestään haihtuvaa jälkihoitoainetta, jota ei tarvitse erikseen poistaa. Esijälkihoidon käyttöä ei katsota tarpeelliseksi betonin suuresta vesisementtisuhteesta ja hyvistä valuolosuhteista johtuen.

Sadeveden tuloa yläpuolisen välipohjan läpi ei voida täysin estää. Toivotaan, että kaksi ontelolaattavälipohjaa joiden saumat on valettu estävät sateen sattuessa veden tulon valettavaan kerrokseen. Varataan kaksi vesi-imuria ontelolaattapintojen kuivausta varten. Kerrokseen 2 – 6 tehdään lasiseinien tilalle suojaseinät joissa on valustopparit.

### 6.3.3 Tehtävän aikataulun varmistaminen

Tehtävät tahdistettiin aika-paikkakaavion avulla. Leukapalkit vaativat asennusaikaisen tuennan kiertymistä vastaan. Ontelolaattasaumojen valamisen jälkeen tukia piti pitää



Taulukko 11. Betonilattia-aliurakan sakolliset välitavoitteet ja maksuerät.

KERROS	SAKOLLINEN VÄLITAVOITE	MAKSUERÄ URAKKASUMMASTA
K2	7.7.2011	17 %
K1	28.7.2011	15 %
1	4.8.2011	6 %
2	12.8.2011	8 %
3	24.8.2011	8 %
4	2.9.2011	8 %
5	14.9.2011	8 %
6	23.9.2011	8 %
7	30.9.2011	6 %
8	7.10.2011	6 %
KUN OSAKOhteet ON HYVÄKSYTYSTI LUOVUTETTU, LAATUKANSIO ON LUOVUTETTU LATTIOIDEN KIINNITYKSET ALUSTAAN ON TARKASTETTU HYVÄKSYTYTETTY TILAAJALLA JA TAKUUAJAN VAKUUS JÄTETTY		10 %

Urakkaneuvotteluihin tuleva aikataulu esitetään aikapaikkakaaviona, josta tulee ilmi osakohteiden suoritusjärjestys, liittyminen muihin töihin ja tuotantonopeus. Urakkaneuvotteluissa sovitaan tehtävän tarkempi läpivienti, kuten muun muassa valupäivät, jotka esitetään jana-aikataulussa. Valualueet ja järjestys osakohteen sisällä esitetään valvontavinjetissä.

#### 6.4 Urakkaneuvottelut

Hankintaosasto kokosi tarjouspyyntöaineiston ja valitsi viisi urakoitsijaa joille lähetettiin tarjouspyyntö urakasta. Työpäällikkö ja vastaava mestari olivat tätä ennen antaneet omat ehdotuksensa, perustuen aiempiin kokemuksiin. Tarjouspyynnöt lähetettiin 21.4.2011 ja tarjoukset tuli olla toimitettu 9.5.2011 mennessä. Urakkaneuvottelut pidettiin 24.5.2011 halvimman tarjouksen antaneen urakoitsijan kanssa kolme viikkoa ennen tehtävän alkamista.

Tarjouspyynnön yhteydessä valmisteltuja sopimusta täydentäviä liitteitä voidaan urakkaneuvotteluissa täydentää ja täsmentää. Sopimus on pätevyysjärjestyksessä ylimpänä, joten jos neuvotteluiden tulos vaikuttaa sopimuksen kohdekohtaisiin liitteisiin, tulee ne päivittää. Jos tulos vaikuttaa asiakirjoihin, jotka ovat pätevyysjärjestyk-

sessä urakkaneuvottelumuistiota alemmalla sijalla, niin pelkkä maininta urakkaneuvottelupöytäkirjassa riittää.

Urakkaneuvotteluissa olivat läsnä tilaajan puolelta hankintainsinööri, vastaava mestari sekä tehtävästä vastaava työnjohtaja. Urakoitsijan puolelta läsnä olivat urakoitsijan toimitusjohtaja ja urakasta vastaava työnjohtaja. Neuvotteluista pidettiin pöytäkirjaa, jonka urakoitsijan ja tilaajan edustajat allekirjoittivat. Neuvotteluissa käytiin läpi muun muassa seuraavat asiat.

#### 6.4.1 Tarjouksen antaja ja tarjous

Urakoitsija on antanut tarjouksensa 9.5.2011 kiinteään, arvolisäverottomaan, yksikköhintaan koskien työ numero 454 Swing Plus C-talon betonilattiavalutöitä. Tarjous perustuu 21.4.2011 päivättyyn tarjouspyyntöön ja sen liitteinä olleisiin asiakirjoihin. Todettiin, että koko tarjouspyyntöaineisto on ollut urakoitsijan käytettävissä ja urakoitsija on tarjonnut urakan tarjouspyynnön ja sen liiteasiakirjojen mukaisesti.

#### 6.4.2 Tekniset asiat

Käytiin läpi tarjouspyyntö, tarjous sekä urakkaan liittyvät asiat ja niitä täsmennettiin seuraavasti:

##### **AP-2 ja VP-5**

- urakkaan sisältyvät lisäraudoitteet myös pilarien ympärille
- varmistetaan suunnittelijalta onko betoni K-30-2, XC3 riittävä
- rakenne tarjottu teräskuidulla, sirotteena Neodur
- urakoitsija toimittaa materiaalitiedot kuiduista ja sirotteesta tilaajalle hyväksymistä varten
- parkkihalli valetaan kolmessa, noin 450 neliön, osissa.

##### **VP-1**

- ontelolaattojen mahdollinen kustutus sisältyy urakkahintaan
- kaivojen korkoon asennus tuntitöinä tai tilaajalta
- kerrokset valetaan kahdessa osassa.

## Yleistä

- Roiskesuojaukset sisältyvät hintaan.
- Lattiavaluihin sisältyvät pressusuojaukset ynnä muut sellaiset tekee urakoitsija tuntiveloituksella, materiaalit tilaajalta.
- Kerrokset valetaan kahdessa osassa, mahdollistaen näin kulun ylempiin kerroksiin ja tavaran säilytyksen holveilla.
- Alustavat valupäivät ovat tiistai ja torstai.
- Jälkihoito sisältyy urakkaan. Urakoitsija käyttää nopeasti kovettuvaa betonia. Sumutettava jälkihoitoaine.
- Hionta kuuluu urakkaan. Mestan on oltava tyhjä.
- Mahdolliset kopojen injektoinnit ja muut korjaustoimenpiteet sisältyvät urakkaan. Edellyttäen, että kyseessä ei ole sateesta johtuva vika, josta urakoitsija on ilmoittanut tilaajalle ennen valua.
- Ontelolaattojen saumat jätetään elementtiasentajan toimesta vajaiksi.
- Tilaajan huolehtii, että ontelolaattojen pinta on lastapuhdas ja, että kaikki tartuntaa heikentävät kerrokset on poistettu.
- Urakoitsija vastaanottaa ja hyväksyy mestan päivää ennen valua.
- Valualustan imurointi kuuluu urakkaan.

VP-6, VP-4, VP-9 ja VP-10 on tilattu vedeneristysurakassa eri urakoitsijalta.

### 6.4.3 Muut asiat

Tilaaja järjestää ennen urakkasuorituksen alkua urakan aloituspalaverin työmaalla. Urakoitsijan on varmistettava aina ennen töiden aloitusta, että heillä on käytössä voimassa olevat suunnitelmat. Jos urakoitsija vaihtaa työryhmää, pidetään uusi aloituspalaveri sekä tehdään uusi mallityö. Urakoitsija maksaa edellä mainituista seikasta aiheutuneet kustannukset.

Urakoitsija katselmoi tilaajan kanssa mestan ennen töiden aloitusta. Jos urakoitsija aloittaa itsenäisesti urakkaansa kuuluvan työn ilman katselmusta, urakoitsija on hyväksynyt mestan ja edeltävät työvaiheet.

Urakkaan kuuluu työnjohto urakoitsijan omien töiden osalta. Urakoitsija nimeää työtä johtamaan työnjohtajan, jonka tulee olla tavoitettavissa ja jolla on riittävät valtuudet päättää urakkaan liittyvistä asioista.

#### 6.4.4 Toimitusaika, sakolliset välitavoitteet ja maksuerät

Aikataulu ja sakolliset välitavoitteet on esitetty tehtäväsuunnitelmassa. Käytiin asiat läpi ja katsottiin, että työ voidaan aloittaa suunnitellusti. Sakolliset välitavoitteet ja maksuerätaulukko tulee siirtää urakkasopimuksen liitteeksi.

Viivästyssakko on 0,1 % kokonaisurakkahinnasta kultakin työpäivältä. Viivästyssakko lasketaan urakan valmistumisen osalta enintään 50 työpäivältä ja välitavoitteineen enintään 75 työpäivältä. Työpäivällä tarkoitetaan säännöllisen työajan maanantai – perjantai mukaisia työpäiviä. Tilaajalla ei ole oikeutta muuhun korvaukseen, ellei urakoitsija ole menetellyt tahallisesti tai törkeän tuottamuksellisesti.

#### 6.4.5 Laatu

Hartela luokittelee toimittajat ja aliurakoitsijat kolmeen luokkaan seuraavasti:

1. Toimittajalla on sertifioitu laatujärjestelmä.
2. Toimittajalla ei ole dokumentoitua laatujärjestelmää.
3. Uudet toimittajat.

Toimittajilta edellytetään edellä mainituissa luokituksen mukaista laadunvarmistusta:

1. Sertifioidut toimittajat vastaavat itse laadusta ja toimittavat oma-aloitteisesti laatujärjestelmänsä mukaiset toimituskohtaiset dokumentit Hartelan työmaan laatukansioon liitettäväksi. Sertifioidut aliurakoitsijat tekevät itse tehtävänsä laatusuunnitelman oman järjestelmänsä mukaisesti.
2. Muiden toimittajien tuotteiden laatuvaatimukset todetaan kirjallisesti tilauksen yhteydessä. Laatuvaatimuksista ja niiden tarkastusmenettelyistä sovitaan tehtäväkohtaisissa aloituspalavereissa työmaalla.
3. Uusien myös sertifioitujen toimittajien ja aliurakoitsijoiden, laatuvaatimuksista ja tarkastusmenettelyistä sovitaan työmaalla tehtäväkohtaisissa aloituspalavereissa.



Urakoitsilla ei ollut omaa laatujärjestelmää. Sovittiin, että käytetään Hartelan laatusuunnitelman mukaisia laadunvarmistustoimenpiteitä sekä niiden työaikaista dokumentointia. Tilaajan puolelta on tehtävästä tehty tehtäväsuunnitelma ja laaturaportti, jotka käydään yhdessä läpi aloituspalaverissa ja luovutetaan urakoitsijalle.

Urakoitsija luovuttaa viimeistään aloituspalaverissa tai erikseen sovittaessa urakan luovutusasiakirjojen yhteydessä seuraavat tiedot:

- tuotteiden tekniset tiedot, pintakäsittelytiedot
- tuotteiden ja osatuotteiden valmistaja- ja osavalmistajatiedot
- käyttämiensä materiaalien, käyttöselosteet ja sertifikaatit
- päästöluokitukset
- itselleluovutuspytäkirjat.

#### 6.4.6 Vakuudet ja takuu

Rakennusaikainen vakuus hoidetaan laskuttamalla tehdystä työstä. Takuuajan vakuus on 2 % lopullisesta urakkasummasta. Takuuajan vastuunsa täyttämisen vakuudeksi urakoitsija antaa tilaajalle pankin myöntämän pankkitakauksen tai vakuutuslaitoksen myöntämän takausvakuutuksen. Vakuuden tulee kattaa myös kaikki sovitut lisä- ja muutostyöt.

Takuuajan vakuus on voimassa kolme kuukautta yli takuuajan. Vakuudessa tulee olla maininta, että se kattaa takuuajan vastuut myös kyseessä olevan aliurakan takuuajan alkamisen ja koko rakennuskohteen vastaanottotarkastuksen välisen ajan. Takuu aika alkaa, kun urakoitsijan työsuoritus on vastaanotettu ja jatkuu kaksi vuotta siitä, kun koko kohde on valmis ja rakennuttaja on sen vastaanottanut. Urakoitsijan edellytetään käyttävän rakennustuotteita, joiden takuu aika vastaa vähintään pääurakoitsijan takuu aikaa. Rakennuksen luovutus rakennuttajalle on 30.4.2012.

## 6.5 Tehtävänäikainen valvonta ja ohjaus

### 6.5.1 Edeltävä tehtävä

Pääurakoitsijan velvollisuutena on varmistaa, että tehtävää tahdistava edeltävä tehtävä saadaan valmiiksi suunnitellusti ja urakoitsija pääsee näin aloittamaan oman työnsä osakohteessa aikataulun mukaisesti. Tällä tavoin tehtäväsuunnitelma ohjaa varsinaisen tehtävän lisäksi myös edeltävää tehtävää. Kuten sivulla 29 todettiin, edeltävän tehtävän myöhästyminen eli mestan puuttuminen oli syynä 40 prosenttiin tarkastelun alla olleiden tehtävien aikataulun venymiseen.

Ajallisen hallinnan lisäksi myös laadun tulee vastata sovittua. Sisäisen asiakkuuden periaatteiden mukaisesti edeltävä urakoitsija luovuttaa mestan seuraavalle urakoitsijalle. Jos sovittua laatua ei ole saavutettu, on urakoitsija oikeutettu korvauksiin ylimääräisistä tuntitöistä ja materiaalimenekeistä.

Alimman kellarin maanvaraisen betonilattian edeltävä tehtävä oli sisäpuoliset täytöt. Tämä sisälsi salaojat, viemärit, kaivot ja pumppaamot. Työstä vastaava urakoitsija tarkisti kaadot viemäreistä ja salaojista, jotka lisäksi kuvattiin tiivistyksen jälkeen.

Urakkarajana oli eristeen yläpinta. Ennen eristeiden asennusta mittamies vaaitsi sepe-  
lin pinnan noin 3 x 3 metrin ruuduissa ja merkitsi ne pohjakuvaan. Vaaitus tehtiin jo ennen routaeristeiden asennusta koska eristeiden asennuksen jälkeen mahdolliset korjaukset olisivat olleet todella hankala tehdä. Alustan korkeusaseman tuli täyttää alustan täytölle asetettu +0...-20 mm suunnitellusta tasosta (MaaRYL 2010, 80). Tämä vaatimus on tiukempi kuin maanvaraiselle lattian pohjalle asetetut vaatimukset + 15 %... – 20 % lattian nimellispaksuudesta. Tässä tapauksessa rajoina olisivat olleet 15 mm ylöspäin ja 20 mm alaspäin eristeen yläpinnan suunnitellusta tasosta.

Lattian kaadot tehtiin täyttöihin. Kallistukset tehtiin suunnitelmien mukaan. Kallistuksena käytettiin suunnitelmien mukaan 1:60. Kallistustapana tapana oli kartiokallistus.

Pintabetonilattiaa edeltävä tehtävä oli elementtien asennus. Pintabetonilattian suunniteltu paksuus oli 60 mm. Ontelolaattojen yläpinnasta otettiin korot, jonka jälkeen laastaston pintaan merkittiin etäisyys valmiista pintabetonilattian yläpinnasta eli todellinen

valun paksuus. Johtuen kaarelle jännitetyistä rakenteista, pohjan korot vaihtelivat suhteellisen paljon, jopa 30 mm suunnitellusta alustan korosta ylöspäin. Tämä tuli ottaa huomioon valittaessa betonimassan suurinta raekokoa.

### 6.5.2 Aloituspalaveri

Aloituspalaveri pidettiin 8.6.2011, viikkoa ennen työn aloitusta. Palaverissa olivat läsnä vastaava työnjohtaja, urakasta vastaava työnjohtaja ja urakoitsijalta toimitusjohtaja sekä työnjohtaja. Urakoitsijalle luovutettiin valmis tehtäväsuunnitelma (liite 2). Tehtäväsuunnitelman liitteinä olivat jana-aikataulu (liite 3), pohjakuva-vinjetti sekä yhdistetty betonointipöytäkirja ja laaturaportti (liite 4).

Aloituspalaverissa käytiin läpi valmis tehtäväsuunnitelma, suunnitelmat, urakoitsijalta vaadittava työn dokumentointi. Urakoitsijan tuli täyttää betonointipöytäkirja jokaisen valun yhteydessä. Pöytäkirja toimi samalla myös laaturaporttina. Betonointipöytäkirjan liitteeksi tulivat betonin kuormakirjat. Urakoitsijan tuli luovuttaa kyseiset dokumentit tilaajalle jokaisen osakohteen vastaanottotarkastuksessa.

Todettiin, että urakoitsijalla on viimeisimmät piirustukset ja että urakoitsija on hyväksyttänyt teräskuitubetonin ja sirotteen rakennesuunnittelijalla. Lisäksi urakoitsija hyväksytti käytettävän jälkihoitoaineen, jonka tuli olla itsestään haihtuva. Ensimmäisen osakohteen vastaanotto sovittiin kaksi päivää ennen urakan aloitusta. Aloituspalaverista pidettiin pöytäkirjaa, jonka tilaajan ja urakoitsijan edustajat allekirjoittivat.

### 6.5.3 Osakohteen luovutus urakoitsijalle

Osakohteet luovutettiin urakoitsijalle valualue kerrallaan. Sisäisen asiakkuuden periaatteiden mukaisesti läsnä oli myös edellisen työvaiheen työnjohtaja. Tarkastettiin, että työn aloitusedellytykset edellisen urakoitsijan ja tilaajan puolesta, ovat kunnossa.

Autohalleissa urakoitsijalle luovutettiin alustan mitattu korkokuva ja käytiin läpi suunnitellut lattiakaadot. Autohalleissa myös seinän ja lattian liitoksessa on kaato. Tilaajan puolesta seinään merkittiin koko matkalle korkomerkki, joka oli 1 metri valmiista pinnasta ylöspäin.

Ontelolaattaväli­pohjissa, joihin tuli alustaansa kiinnitetty pintalaatta, luovutettiin urakoitsijalle yhtä päivää ennen töiden aloitusta osakohteessa. Osakohde luovutettiin kahdessa vaiheessa valualue kerrallaan.

Sadeveden tunkeutumista valettaville pinnoille ei pystytty täysin estämään. Tilaajalla oli käytössään kaksi vesi-imuria, joilla pinnat pyrittiin pitämään mahdollisimman kivi­vana. Onteloiden pintaan oli merkitty valun tuleva paksuus, joten urakoitsija pystyi jo etukäteen määrittämään tilattavan betonimassan maksimiraekoon. Luovutustarkastuksen jälkeen urakoitsija kuittasi mestan vastaanotetuksi.

#### 6.5.4 Laatu­piiri

Ennen jokaista valua pidettiin pienimuotoinen laatu­piiri, johon osallistuivat tilaajalta tehtävästä vastaava työnjohtaja ja urakoitsijalta työnjohtaja sekä myös työn tekevät työntekijät. Laatu­piirissä käytiin läpi mahdolliset epäselvät asiat. Samalla varmistettiin, että tehtävän laatuvaatimukset ja sovitut työmenetelmät on varmasti periytetty urakoitsijan työntekijöille asti.

#### 6.5.5 Urakoitsijapalaverit

Urakoitsijapalaveri pidettiin kerran viikossa. Niihin osallistuivat tilaajan puolelta kaikki työnjohtajat sekä aliurakoitsijoiden työnjohtajat. Palavereissa käytiin läpi muun muassa työ­vaihetilanteet, aikataulu, suunnitelmat, laatu sekä mahdolliset lisätyöt. Jos aikataulu tai laatu ei vastannut suunniteltua, pidettiin kyseisen urakoitsijan kanssa erillinen ohjauspalaveri.

#### 6.5.6 Mallityön ja osakohteen tarkastus

Mallityönä pidettiin sirotepinnoitetun ja alustaan kiinnitetyn betonilattian ensimmäistä valua (kuva 30). Mallitöiden vastaanotossa olivat läsnä tilaajan ja urakoitsijan työnjohtajat sekä rakennuttajan valvoja. Mallityöt tarkastettiin ja ne toimivat vertailukoh­tana lopulle urakalle.



Kuva 30. Kuvassa on esitetty Swing Plus C-talon alimman autohallin sirotepinnoitettu maanvarainen laatta. Liikuntasauva toimii samalla myös työsaumana.

Urakoitsijan työnjohtaja ilmoitti tilaajalle, kun osakohde oli valmis ja itselleluovutus tehty. Vastaanotto sovittiin yleensä heti seuraavalle päivälle ilmoituksesta. Ilmoituksen jälkeen tilaajan mittamies kävi vaaitsemassa kerroksen 2x2 m ruutuihin ja merkitsi korot pohjakuvaan.

Osakohteen vastaanottoon osallistui tilaajalta työstä vastaa työnjohtaja ja urakoitsijalta työnjohtaja sekä yleensä yksi työntekijä. Mattotyöt alkoivat vasta viikolla 44, joten tehtävää seuraava urakoitsija ei ollut läsnä vastaanottotarkastuksessa.

Lattian tasaisuus mitattiin lineaarilla ja passilla useammasta toisiaan vastaan kohtisuorasta linjasta vaaituskuvaa hyödyntäen. Erityistä huomiota kiinnitettiin pilarien vierustoille ja valusaumoihin. Jos havaittiin tasaisuuspoikkeamia, mitkä ylittivät sallitun, sovittiin uusi tarkastus. Tasaisuuspoikkeamien korjaukset urakoitsija suoritti lisähionnalla. Alustaansa kiinnitetyn lattian tartunta tarkastettiin koputuskokeella vasta noin kolmen viikon kuluttua valusta. Kulutuskestävyyttä ei mitattu.

Työ otettiin vastaan osakohteittain eli kerroksittain. Työn tuli olla täysin valmis ja osakohde siivottuna. Osakohteen vastaanoton yhteydessä urakoitsijan tuli luovuttaa tilaajalle osakohteen laaturaportti, jonka tilaajan työstä vastaava työnjohtaja allekirjoitti. Laaturaportti tallennettiin työmaan laatukansioon.

## 7 YHTEENVETO

Tehtävä pystyttiin viemään läpi tehtäväsuunnitelmassa esitetyn aikataulun mukaisesti. Tehtävä valmistui viikolla 41, mikä oli kaksi viikkoa myöhemmin kuin alkuperäisessä yleisaikataulussa oli esitetty. Viivästys johtui elementtitoimitusten myöhästymisestä mikä puolestaan laski rungon nousunopeutta. Viivästys tapahtui jo ennen lattia-aliurakan solmimista, jolloin se pystyttiin ottamaan huomioon sopimusta tehtäessä.

Autohalleihin tullut kuivasirotepinnoitettu lattia onnistui laadullisesti asetettujen tavoitteiden mukaisesti. Pinnan ulkonäöstä tuli tasainen ja pinnoitteen irtoamista tai halkeilua tuskin on odotettavissa lähitulevaisuudessakaan. Kuivasirotepinnoite on tehtäessä erityisen herkkä sateelle. Valut suoritettiin ainoastaan poutasäällä. Vaikka valualueen päällä oli ontelolaattakenttä, ei vuotoja olisi pystytty täysin estämään. Onneksi pahempia sateita ei tullut ja valua jouduttiin siirtämään ainoastaan kerran seuraavaan päivään. Olisikin ollut suotavaa, että ylemmän autohallin ja pihakannen vesieristykset olisi tehty ennen alapuolisia valuja ja näin saatu vedenpitävä katto valualueille.

Alustaansa kiinnitetyt lattiat onnistuivat myös hyvin. Kaksi ensimmäistä osakohdetta eivät täyttäneet tasaisuusvaatimuksia ensimmäisissä tarkastuksissa. Tämä tiesi urakoitsijalle lisähiontaa, jolla lattia saatiin täyttämään vaatimukset. Jatkossa urakoitsijan itselleluovutus parantui ja loppuissa osakohteissa ei ollut huomautettavaa. Valuja ei siirretty sateen takia ja yläpuolelta pääsi vuotamaan pariin kohtaan hieman vettä valet-tavan alueen pinnalle. Näissä kohdissa pintalaatta jäi irti alustasta ja se jouduttiin myöhemmin injektoimaan alustaan kiinni. Kyseisten töiden kustannukset jaettiin tilaa-jan ja urakoitsijan kesken.

Aliurakka sujui kaikilta osin hyvin ja kiitos tästä kuuluu myös urakoitsijalle. Epäselviä asioita ei työn aikana ilmennyt ja näin työaikaisilta kiistoilta vältyttiin. Suurena syynä tähän oli selkeät urakkarajat ja muutoinkin aliurakan hyvä valmistelu. Itse koin, että aktiivinen johtaminen ja työntekijöiden suora informointi kannattavat. Aikataulua suunniteltaessa kannattaa tehtävien välille sopia riittävän pitkät aloitusvälit tuotannon häiriöiden varalle. Tällöin sopimuksessa esitetty aikataulu pitää ja urakoitsijalla on mahdollisuus suorittaa työnsä kuten on sovittu. Tahdon kiittää työmaan vastaavaa mestaria Heikki Ristolaa avusta tämän työn toteutuksessa. Itselleni tämä työ oli mielenkiintoinen ja opettavainen kokemus aliurakan hallinnasta käytännössä.

## LÄHTEET

Betonin jälkihoito. Lujabetoni. Saatavissa:

[http://www.lujabetoni.fi/Download/17527\\_betonin\\_jalkihoito.pdf](http://www.lujabetoni.fi/Download/17527_betonin_jalkihoito.pdf) [viitattu 21.2.2013].

Betonin valintaopas 2006. Rudus Oy. Saatavissa:

[http://www.rudus.fi/Download/21818/Betonin\\_valintaopas.pdf](http://www.rudus.fi/Download/21818/Betonin_valintaopas.pdf) [viitattu 22.1.2013].

By 45, BLY 7. 2002. Betonilattiat 2002. Jyväskylä: Suomen Betoniyhdistys r.y.

By 51. 2007. Betonirakenteiden käyttöikäsuunnittelu. Helsinki: Suomen Betoniyhdistys r.y.

By 60. 2008. Suunnitteluohje EC 2. Helsinki: Suomen Betoniyhdistys.

Josephson, P-E. & Hammarlund, Y. 1996. Kvalitetsfelkostnader på 90-talet en studie av sju byggproject. Göteborg: Chalmers Tekniska Högskola.

Junnonen, J-M. 2009. Sopimusten hallinta. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy.

Junnonen, J-M. 2010. Talonrakennushankkeen tuotannonhallinta. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy.

Junnonen, J-M. & Kankainen, J. 2012. Rakennusurakoitsijoiden hankintakäsikirja. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy.

Kankainen, J. & Junnonen, J-M. 2001. Laatuajattelu ja rakennustyömaan laatutoiminnot. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Kankainen, J. & Junnonen, J-M. 2004. Rakennuttaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Kankainen, J. & Kolhonen, R. 1999. Työmaan aliurakkasopimusmenettely YSE 1998. Kehitys & tuottavuus -sarja 59 A. Helsinki: Rakennusteollisuuden Keskusliitto.

Kankainen, J. & Sandvik, T. 1999. Rakennushankkeen ohjaus. Tampere: Rakennustieto Oy.

Kiiras, J. 2010. Tieteellinen tutkimus vai käytännön kehitystyö? Muistelua ja käsityksiäni. Espoo: Aalto Yliopisto.

Koskela, L. & Koskenvesa, A. 2003. Last Planner -tuotannonohjaus rakennustyömaalla. Espoo: VTT.

Koskenvesa, A. & Pussinen, T. 1999. Opas urakoitsijan tehtäväsuunnitteluun. Kehitys & tuottavuus -sarja 60 B. Helsinki: rakennusteollisuuden keskusliitto.

Koskenvesa, A. & Sahlstedt, S. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Helsinki: Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS.

Koskenvesa, A. & Toikka, R. 2006. Rakentamisen ajallinen suunnittelu. Helsinki: Rakennusteollisuus RT ja Rakennustietosäätiö RTS.

Kuitubetonit. 2010. Rudus Oy. Saatavissa:  
<http://www.rudus.fi/Download/24664/2010-2%20Kuitubetoni.pdf> [viitattu 12.10.2012].

Liuksiala, A. 2004. Rakennussopimukset. Käytännön käsikirja. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Lättilä, H. 2010. Suomalaisen rakentamisen laatu. Rakennuslehti 19. 08 2010. Saatavissa: <http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/rakentaminen/22113.html> [viitattu 5. 4.2012].

MaaRYL 2010. 2010. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen maatyöt. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.

Mäki, T. & Koskenvesa, A. 2007. Aikataulukirja 2008. Jyväskylä: Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS.

Mäki, T., Koskenvesa, A. & Sahlstedt, S. 2008. Rakennustöiden laatu 2009. Helsinki: Rakennustieto Oy.



Matsinen, M. 2005. Kovan kulutuksen betonilattiat - Kampin bussiterminaali. Betoni-lehti nro 5. Saatavissa: [http://www.betoni.com/Download/21900/BET0503\\_s68-71.pdf](http://www.betoni.com/Download/21900/BET0503_s68-71.pdf) [viitattu 15. 10 2012].

Peikko Group. Saatavissa: <http://www.Peikko.com/product-group-fi/g=Betonilattian+liikuntasaumamat> [viitattu 22.3.2012].

Petrow, S. 2010. Maanvaraiset betonilattiat. Betoni-lehti nro 1. Haettu: <http://www.betoni.com/Download/22460/BET1001%2036-41.pdf> [viitattu 20. 9 2012].

Rakennusselostus. Swing Plus C-talo. 2011.

Siikanen, P. & Kankainen, J. 2004. Työpäällikön käsikirja osa 2: Laadunhallinta. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy.

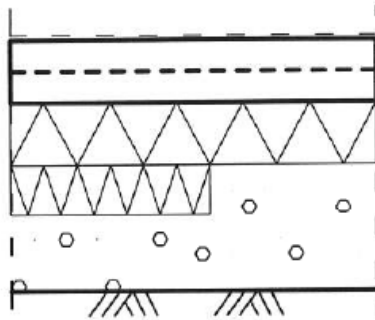
Vahanen Oy. 2010. Sirotepintalattian vaurioselvitys.

Vuorela, K. & Urpola, J. 2001. Johdatus rakentamistalouteen. Espoo: Jasur Oy.

YSE 1998. 1998. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot. s.l: Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry ja Rakennustietosäätiö RTS.

<b>Insinööritoimisto</b> <b>SRT OY</b> PL5800, (Puijonkatu 22A) 70111 Kuopio Puh.(044) 7694431 Fax (017) 3694401	Kohde <b>Swing Plus C-talo</b>		
	Suunn.	Pvm. 17. 5. 10	Tyyppi <b>AP-1</b>
Hyv. /pvm	Muutos/pvm 8. 4. 11		

Maanvarainen lattia yleensä



Paksuus mm	Materiaalit	Palotekn. luokat
---------------	-------------	---------------------

Pintakäsittely tai -materiaali arkkitehtisuunnitelman mukaisesti

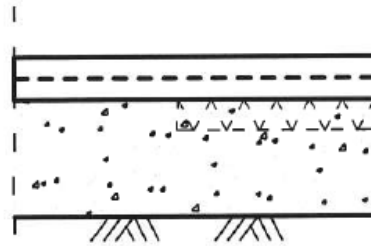
Kellaritilat D<sub>FL</sub>-s1

100	Betonilaatta 100 mm BLY 7/A-4-30, jossa rauditusverkko 6-150 keskeisesti.	A1
0,2	Muovikalvo	
reuna 200 muuten 100	Suulakepuristettu polystyreenisoluvieristyslevy, 1 m:n reuna-alueella 100 + 100 mm, esim. STYROFOAM 300-SL-A-N (Jos maanpinta on yli 300mm lattialaatan alapintaa alempana reuna-alueen leveys on 6m, jos lattia on >1 m:n syvyydellä maanpinnasta, reuna-vahvennusta ei tarvita ollenkaan).	E
300	Tiivistetty ja salaajitettu soratäyttö 92 % parannetun Proctor-kokeen mukaisesti (rakeisuus RIL 126 kuva 20 alue 1) Kallio	
HUOM!	Lattialaatta irroitetaan muusta rakennuksen rungosta esim. 8mm solumuovikaistalla Lattialaatta kallistetaan kosteissa tiloissa kohti kaivoja väh. 1:80 ilman pintavalua!	

Ääneneristävyys		Lämmöneristävyys		Paloluokka
askel	dB	U-arvo	0,16	W/m <sup>2</sup> K
ilma	dB			

<b>Insinööritoimisto</b> <b>SRT OY</b> PL5800, (Puijonkatu 22A) 70111 Kuopio Puh.(044) 7694431 Fax (017) 3694401		Kohde <b>Swing Plus C-talo</b>	
Suunn. Hyv. /pvm	Pvm. 8. 4. 11 Muutos/pvm	Tyyppi <b>AP-2</b>	

Autohalli ja ajoluiska



Paksuus mm	Materiaalit	Palotekn. luokat
---------------	-------------	---------------------

Pintakäsittely tai -materiaali arkkitehtisuunnitelman mukaisesti.

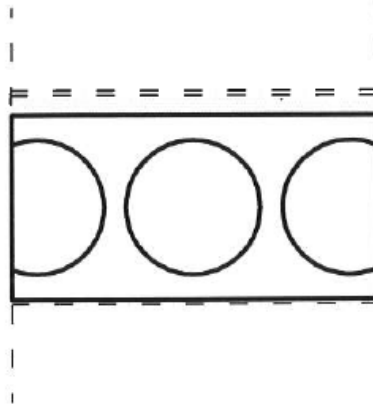
Kellaritilat DFL-s1

- |        |  |    |
|--------|--|----|
| 100    | Betonilaatta 100 mm BLY 7/B-2-40, jossa verkko 6-150 keskeisesti, sahasaumatt+kittaus 6mx6m ruutuun. Liikuntasaumot 18mx18m ruutuun ponttisaumana tai metalliliikuntasauva esim. Sentu Omega liikuntasaumaprofiili. Betoni pakkasen kestävä. | A1 |
| 0,4    | Kaksinkertainen muovi<br><br>Tarvittaessa salaojien, viemärien yms. tarvitsemat lämmöneristeet laatan alapinnassa  |    |
| 300    | Tiivistetty ja salaojitettu soratäyttö 92 % parannetun Proctor-kokeen mukaisesti (rakeisuus RIL 126 kuva 20 alue 1)<br><br>Routinaton soratäyttö ja tiivistys kaivutasoon saakka   |    |
| HUOM!! | Lattialaatta irroitetaan muusta rakennuksen rungosta esim. 8mm solumuovikaistalla<br>Lattialaatta kallistetaan kohti lattiakaivoja väh. 1:60 ilman pintavalua!!  |    |

Ääneneristävyys		Lämmöneristävyys		Paloluokka
askel	dB	U-arvo	W/m2K	
ilma	dB			

<b>Insinööritoimisto</b> <b>SRT OY</b> PL5800, (Puijonkatu 22A) 70111 Kuopio Puh.(044) 7694431 Fax (017) 3694401	Kohde <b>Swing Plus C-talo</b>		
	Suunn.	Pvm. 21. 4. 10	Tyyppi: <b>VP-1</b>
Hyv. /pvm	Huutos/pvm 1/6. 6. 11		

Välipohja yleensä



Paksuus mm	Materiaalit	Palotekn. luokat
---------------	-------------	---------------------

Pintakäsittely tai -materiaali arkkitehtisuunnitelman mukaisesti

Uloskäytävät, sisäiset käytävät,  
varastot ja teknisen huollon tilat  
Toimistotilat

D<sub>FL</sub>-s1  
---

60      Pintabetonilaatta BLY 7/A-3-30      A1

400/320      Kantava ontelolaatatsto rakenne- ja elementtipiirustusten mukaisesti.      A1

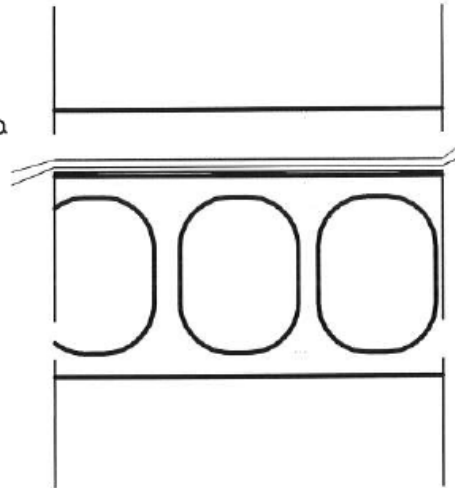
Pintakäsittely tai -materiaali arkkitehtisuunnitelman mukaisesti (myös alaslaskut).

- toimistotilat      D-s2, d2  
- tekniset tilat      B-s1, d0  
- kellaritilat yleensä      C-s2, d1  
- uloskäytävät      A2-s1, d0

Ääneneristävyys		Lämmöneristävyys		Paloluokka
askel	63 dB	U-arvo	W/m2K	REI60...120
ilma	53 dB			

<b>Insinööritoimisto</b> <b>SRT OY</b> PL5800, (Puijonkatu 22A) 70111 Kuopio Puh.(044) 7694431 Fax (017) 3694401	Kohde		<b>Swing Plus C-talo</b> Tyyppi <b>VP-5</b>
	Suunn.	Pvm. 22. 03. 11	
	Hyv. /pvm	Muutos/pvm E/6. 6. 11	

Autohalli välipohja



Paksuus mm	Materiaalit	Palotekn. luokat
---------------	-------------	---------------------

100	Teräskuitubetonilaatta, saumat <k6000. Liikuntasaumoissa elastinen kittaus. XD1;3, XC3;4, XF4 tai keskeisesti raudoitettu tb-laatta verkko 6-150 B500K, liikuntasaumat rakennesuunnitelmien mukaan kuitenkin vähintään 6mx6m ruutuihin  Polyeteenimuovi ≥0.2mm päällä suodatinkangas  Vedeneriste VE80R, kallistukset väh.1:80  Vastakallistukset tasausbetonilla (kantava runko muuten valmiiksi kallistettu)	A1           F           F
400...500	Kantava ontelolaatasto rakennepiirustusten mukaisesti XC3  Pintamateriaali tai -käsittely työvaroineen:	A1

Autohalli

B-s1,d0

Ääneneristävyys		Lämmöneristävyys		Paloluokka
askel	dB	U-arvo	W/m2K	
ilma	dB			

---

## TEHTÄVÄSUUNNITELMA BETONILATTIAT

### KOHDE

Työnumero	454	
Päivämäärä	05.06.2011	
Kohde	Swing Plus C-talo Miestentie 9 02150 Espoo	
Vastuhenkilöt:		
Tilaaaja	Kimmo Hyrkkö	puh.
Aliurakoitsija		puh.

### TEHTÄVÄN SISÄLTÖ

#### AUTOHALLIT

Alimman kellarin autohallin rakennetyyppi AP-2 ja ylemmän kellarin VP-5.  
Sirotepinnoitettu betonilattia. Laajuus yhteensä noin 2100 m<sup>2</sup>. Laatuluokka B-2-40.  
Rasitusluokka XD1,3; XC3,4; XF4.

#### Alkutilanne

- K2: eristeet asennettu, K1: vedeneristeet asennettu
- työkohteessa yleisvalaistus, vesi ja sähkö
- korko merkittynä seiniin, 1 metri valmiista pinnasta
- sisääntuloaukot suojattu
- pohja vaaittu
- työkohde rauhoitettu lattiavalutöille.

#### Urakan sisältö

- suojaukset, raudoitukset, irrotuskaistat ja liikuntasaumamat

- materiaalien tilaukset, vastaanotot ja siirrot
- massan levitys, tiivistys, pinnan oikaisu, esijälkihoito
- hierot ja kuivasirotteen levitys
- jälkihoito
- jätteiden siivous, jätteiden lajittelu pääurakoitsijan osoittamiin jäteastioihin.

### **Lopputilanne**

- lattiavalutyö tarkastettu ja hyväksytty
- työkohde siivottu, jätteet lajiteltu, suojaukset poistettu
- kalusto, ylimääräiset tarvikkeet ja aineet yms. viety pois.

### **Huomioitavaa**

Betonimassan tyyppi tarkistetaan kuormakirjasta vastaanoton yhteydessä. Pinnan oikaisun jälkeen käytetään esijälkihoitoainetta. Kuivasirote levitetään annostelijalla tasaisen kerroksen varmistamiseksi. Kiinnitetään huomiota oikea-aikaiseen hiertoon. Siivillä tehtävä hierto vähintään kolmeen kertaan. Jälkihoitoaine sumutetaan heti viimeisen siivillä tehtävän hierron jälkeen. Jälkihoitoainekäsittely toistetaan seuraavana päivänä telalla levittäen. Työhön varataan riittävä suuri työryhmä. Työryhmä 3 RAM + 1 RM.

### **SISÄTILOJEN VÄLIPOHJAT**

Alustaansa kiinnitetty pintabetonilattia. Laajuus yhteensä noin 6700 m<sup>2</sup>.  
Rakennetyyppi VP-1. Laatuluokka A-3-30.

### **Alkutilanne**

- ontelolaatan pinnat lastapuhtaana, ei tartuntaa heikentäviä kerroksia
- holvin reunoilla suojaseinät ja valustopparit
- korko merkittynä seiniin ja pilareihin 2 metrin välein, 1 metri valmiista pinnasta
- ontelolaattojen pinta vaaittu
- työkohteessa yleisvalaistus, vesi ja sähkö

- työkohde rauhoitettu lattiavalutöille.

### **Urakan sisältö**

- suojaukset, pinnan imurointi, tarvittaessa alustan kostutus
- materiaalien tilaukset, vastaanotot ja siirrot
- tartuntalaastin harjaus, massan levitys, tiivistys, pinnan oikaisu, hierto
- jälkihoito
- hionta
- jälkihoito itsestään haihtuvalla jälkihoitoaineella
- jätteiden siivous, jätteiden lajittelu pääurakoitsijan osoittamiin jäteastioihin.

### **Lopputilanne**

- lattiavalutyö tarkastettu ja hyväksytty
- työkohde siivottu, jätteet lajiteltu, suojaukset poistettu
- kalusto, ylimääräiset tarvikkeet ja aineet yms. viety pois.

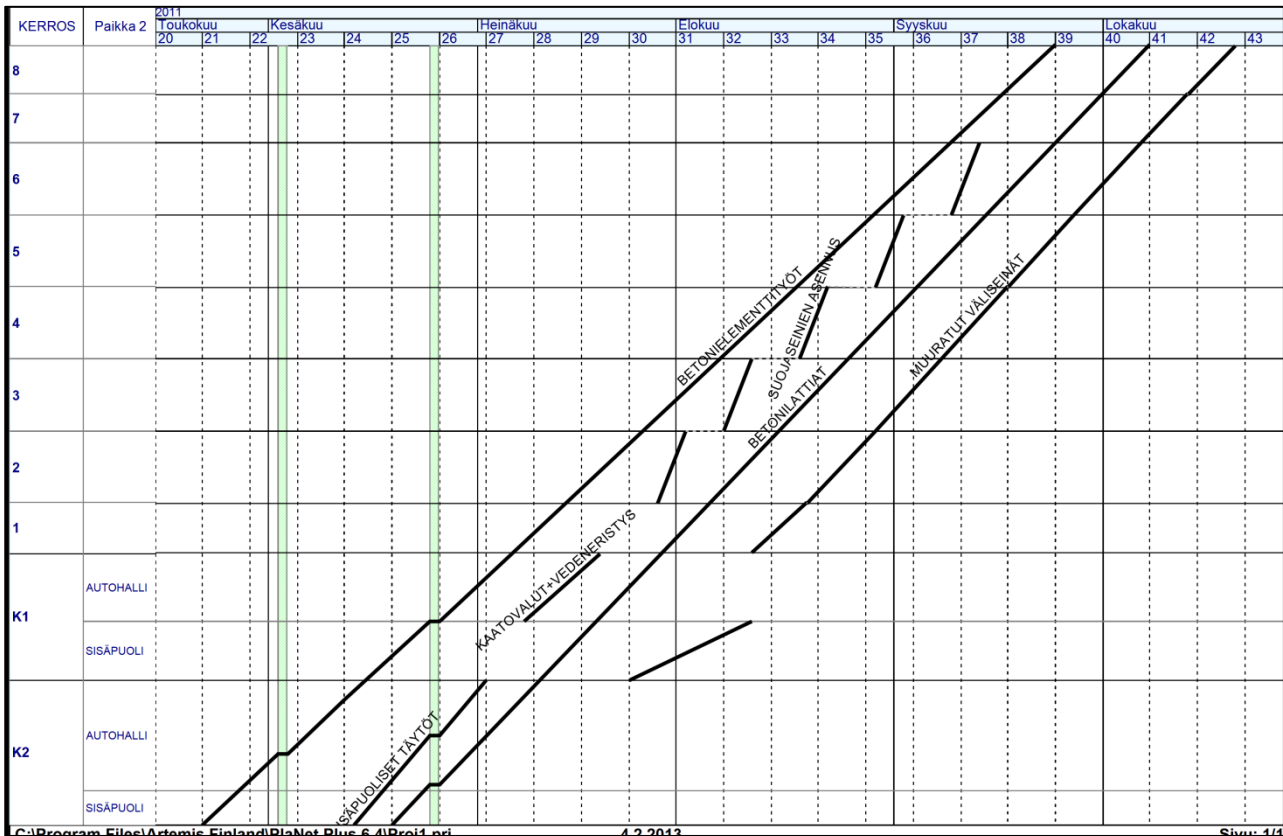
### **Huomioitavaa**

Käytetään nopeasti kovettuvaa betonia. Betonimassan tyyppi tarkastetaan kuormakirjasta. Massan maksimiraekoko valun paksuuden mukaan. Betonimassa harjataan alustaan kiinnityksen varmistamiseksi. Pinta hiotaan heti kun lattia sen kestää (noin 1,5 vuorokautta valusta). Hionnan jälkeen jälkihoitoaine levitetään uudestaan. Käytetään itsestään haihtuvaa jälkihoitoainetta. Lattian tartunta tarkistetaan kolmen viikon päästä valusta koputuskokeella. Työryhmä 2 RAM + 1 RM.

### **AIKATAULU**

Jana-aikataulu on tehtäväsuunnitelman liitteenä. Jana-aikataulussa on esitetty sovitut valupäivät. Alemman kellarin autohalli valetaan kolmessa osassa, ylempi autohalli kahdessa osassa. Kerrokset 2 – 6 valetaan kahdessa osassa, kerrokset 1, 7 ja 8 yhdessä osassa. Kerroksien/osakohteiden valualueet – ja järjestys on esitetty pohjakuvaan tehdyssä pohjakuvavinjetissä.





**Kuva 1. Tehtävän kulku esitettynä paikka-aikakaaviossa**

### SAKOLLISET VÄLITAVOITTEET JA MAKSUERÄT

KERROS	SAKOLLINEN VÄLITAVOITE	MAKSUERÄ URAKKASUMMASTA
K2	7.7.2011	17 %
K1	28.7.2011	15 %
1	4.8.2011	6 %
2	12.8.2011	8 %
3	24.8.2011	8 %
4	2.9.2011	8 %
5	14.9.2011	8 %
6	23.9.2011	8 %
7	30.9.2011	6 %
8	7.10.2011	6 %
KUN OSAKOHTEET ON HYVÄKSYTYSTI LUOVUTETTU, LAATUKANSIO ON LUOVUTETTU LATTIOIDEN KIINNITYKSET ALUSTAAN ON TARKASTETTU HYVÄKSYTYTETTY TILAAJALLA JA TAKUUAJAN VAKUUS JÄTETTY		10 %

**LAATUVAATIMUKSET**
**Alusta**

Alustan tulee puhdas, luja, kostea ja lämmin. Tartunnan varmistamiseksi alusta harjataan voimakkaasti ja imuroidaan. Alustaan harjataan tartuntalaasti. Alustan lämpötilan tulee olla  $\geq 10$  °C.

**Valmis työ ja lattian pinta**

Valmiin pinnan ulkonäön tulee olla tasainen. Tasaisuuspoikkeamat eivät saa asuin- ja toimistorakennuksissa millään mittausvälillä, eikä missään kohdissa, ylittää taulukossa 1 esitettyjä arvoja. (by 45, BLY 7 2002.)

**Taulukko 1. Suurimmat sallitut tasaisuuspoikkeamat (by 45 / BLY 7, taulukko 1.2)**

Tasaisuuspoikkeama	Mittausluokka L (mm)	Suurin sallittu poikkeama (mm)			
		A <sub>0</sub>	A	B	C
Hammastus		0	0	1	1
Poikkeama vaakasuorasta tai nimelliskaltevuudesta	enintään 200	1	2	3	4
	enintään 700	2	4	6	8
	enintään 2000	4	7	10	14
	enintään 7000	7	10	14	20
	yli 7000	10	14	20	28

**Taulukko 2. Muut laatutekijät ( by 45 / BLY 7).**

Luokiteltava laatutekijä	60	50	40	30
Betonin lujuusluokka	K60	K50	K40	K30
Tartuntalujuusarvojen keskiarvo [MN/m <sup>2</sup> ] vähintään	0,8	0,8	0,8	0,6
	Kiinni koputuskokeessa			
Suurin sallittu paksuuden poikkeama prosentteina nimellispaksuudesta	-15...+20	-15...+20	-15...+20	-15...+20
Maanvaraisen lattian alustan sallittu korkeusaseman vaihtelu prosentteina lattian nimellispaksuudesta	+15...-20	+15...-20	+15...-20	+15...-20
Keskeisen raudoituksen sijainnin sallitut vaihtelurajat prosentteina laatan paksuudesta	-15...+20	-15...+20	-15...+20	-15...+20

Pintabetonin ja alusbetonin välinen tartunta todetaan koputuskokeella. Lattian tulee olla kauttaaltaan kiinnittynyt alustaansa. (by 45 / BLY 7.)

### **Tarvikkeet**

Raudoitteina käytetään suunnitelmissa esitettyjä valmisraudoitteita. Raudoitteiden tulee olla puhtaita ja niissä ei saa olla tartuntaa heikentävää ruostetta. Betonin lujuus – ja ympäristöluokat on esitetty piirustuksissa. Betonimassan suurin raekoko valuvahvuuden mukaan, niin että käytetään mahdollisimman suurta raekokoa (taulukko 3).

### **Taulukko 3. Maksimiraekoon valinta valuvahvuuden mukaan (Rudus Oy).**

Valuvahvuus	Maksimiraekoko
alle 45 mm	8 mm
yli 45 mm	12 mm
yli 50 mm	hieno 16 mm
yli 60 mm	16 mm
yli 120 mm	32 mm

## POA

ONGELMA	SEURAUUS	TORJUNTA
<b>KUIVASIROTEPINNOITETUT LATTIAT</b> SIROTTEEN KERROSPAKSUUDEN VAIHTELUT	PINNAN KESTÄVYYS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• KÄYTETÄÄN ANNOSTELIJAA</li> </ul>
OIKEA-AIKAINEN HIERTO	HEIKKO KULUTUSKESTÄVYYS JA LUJUUS, SIROTTEEN IRTOAMINEN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• KUN PINTA JUURI KESTÄÄ KÄVELYN</li> </ul>
OIKAISTUN PINNAN LIIAN NOPEA KUIVUMINEN	SIROTEPINNOITE EI SAA TARVITSEMAANSA VETTÄ, SIROTTEEN IRTOAMINEN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ESTETÄÄN VOIMAKKAAT ILMANVIRTAUKSET JA SUORA AURINGONPAISTE PINNALLE</li> <li>• ESIJÄLKIHOITOAINE</li> <li>• RIITTÄVÄN SUURI TYÖRYHMÄ</li> </ul>
LATTIAKAADOT	PINTA EI TÄYTÄ VAATIMUKSIA, LAMMIKOITA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• JOHTEIDEN ASENNUS</li> <li>• KOROT MERKITTYNÄ</li> <li>• 1:100 OLTAVA MYÖS VALUMA-ALUEEN KULMASTA KAIVOON</li> </ul>
VALMIIN PINNAN LIIAN NOPEA KUIVUMINEN	PUUTTEELLINEN LUJUUS JA KULUTUSKESTÄVYYS, PINNAN HALKEILUA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• JÄLKIHOITOAINE HETI SLIIPPAUKSEN JÄLKEEN, TOISTETAAN SEURAAVANA AAMUNA</li> </ul>
<b>PINTABETONILATTIAT</b> HUONO TARTUNTA ALUSTAAN	PINTALATTIA IRTOAA ALUSTASTA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ALUSTAN IMUROINTI</li> <li>• TARTUNTAKERROKSEN HARJAUS</li> </ul>
SADE, ALUSTA MÄRKÄ, PINNAN LAATU	LATTIA EI TÄYTÄ VAATIMUKSIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VESI-IMUREIDEN KÄYTTÖ RIITTÄVÄN AIKAISIN ENNEN VALUA</li> <li>• SUOJASEINÄT</li> </ul>
POISTETTAVA JÄLKIHOITOAINE	YLIMÄÄRÄISTÄ TYÖTÄ MYÖHEMMIN, MESTA VARATTU SEURAAVALLE URAKOITSIJALLE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• KÄYTETÄÄN ITSESTÄÄN HAIHTUVAA JÄLKIHOITOAINETTA</li> </ul>
JÄLKIHOITOAINEEN MUODOSTAMA KALVO EI OLE EHYT	PUUTTEELLINEN JÄLKIHOITO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VÄRILLISEN JÄLKIHOITOAINEEN KÄYTTÖ</li> </ul>
HIONTAA SIIRRETÄÄN	OSAKOHDETTA EI TEHDÄ VALMIIKSI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MAKSUERÄ MAKSETAAN VASTA KUN OSAKOHDE ON TÄYSIN VALMIS, SAKOLLISET VÄLITAVOITTEET</li> </ul>
LATTIAN TASAISUUS EI TÄYTÄVAATIMUKSIA	YLIMÄÄRÄISIÄ TASOITUKSIA MATTOTYÖN YHTEYDESSÄ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TYÖNTEKIJÖIDEN JATKUVA TYÖAIKAINEN SEURANTA</li> <li>• VASTAANOTTOMITTAUS</li> </ul>

## LAADUNVARMISTUS

### **Työkohteen vastaanotto**

Urakoitsija katselmoi tilaajan kanssa mestan ennen töiden aloitusta varmistaakseen, että aloitusedellytykset ovat kunnossa. Jos urakoitsija aloittaa itsenäisesti urakkaansa kuuluvan työn ilman katselmusta, urakoitsija on hyväksynyt mestan ja edeltävät työvaiheet. Vastaanotossa ovat läsnä urakoitsijan työnjohtaja ja tilaajan työnjohtaja.

### **Laatupiiri ja urakoitsijapalaverit**

Laatupiirit pidetään alussa ennen jokaista valua. Myöhempi tarve katsotaan tapauskohtaisesti. Laatupiirissä ovat läsnä urakoitsijan työnjohtaja, työn suorittavat työntekijät ja tilaajan työstä vastaava työnjohtaja. Urakoitsijapalaverit pidetään kerran viikossa. Urakoitsijan työnjohtajan tulee osallistua palavereihin, ellei tilaaja ole toisin määrännyt.

### **Mallityö**

Mallityönä toimii kuivasirotepinnoitetun lattian ensimmäinen valu sekä ensimmäinen pintabetonilattia. Mallityön tekevät samat henkilöt samoilla menetelmillä, välineillä ja tuotteilla, joilla varsinainen työ tullaan jatkossakin tekemään. Rakennuttajan valvoja ja pääurakoitsijan vastaava mestari hyväksyvät työn. Hyväksytyt mallityöt toimii vertailukohtana lopulle urakalle.

### **Urakoitsijan itselleluovutus**

Urakoitsija tarkastaa työn / osakohteen itse ennen sen luovutusta tilaajalle. Tarkastuksessa ilmenneet puutteet ja virheet tulee korjata ennen kohteen luovutusta. Itselleluovutus dokumentoidaan urakoitsijan toimesta ja luovutetaan tilaajalle.

### **Osakohteen luovutus**

Työ luovutetaan tilaajalle osakohteittain. Ainoastaan täysin valmis, sopimuksen mukainen työsuoritus otetaan vastaan. Osakohteen luovutustarkastuksessa tilaajalle luovutetaan urakoitsijan täyttämä laaturaportti. Mahdolliset muutokset ja korjaukset tehdään ja hyväksytetään ennen työn jatkamista seuraavaan osakohteeseen.



BETONOINTIPÖYTÄKIRJA JA LAATURAPORTTI			
Rakennuskohde		Työnumero	Osoite
<b>BETONOITAVA RAKENNE</b>		Betonityönjohtaja	
<b>OSAKOHDE</b>			
<b>PERUSTIEDOT BETONISTA</b>	Kovettunut betonimassa	Lujuus- ja rakenneluokka	Rasitusluokka
		Muut ominaisuudet	
	Betonimassa	Notkeus, sementti	Suurin raekoko
		Lisäaineet ja annostus	Muut tiedot
			<b>Liitteenä kuormakirjat</b>
<b>BETONITYÖT</b>		Betonimäärä ja betonointinopeus m <sup>3</sup> /h	Betonointi alkoi
			Päättyi
<b>KUNNOSSA    KORJATTAVA    HUOMIOITAVAA</b>			
<b>MESTAN VASTAANOTTO/TILAAJALTA</b>			
ALUSTA LASTAPUHDAS, KUIVA, KOSTEA, EI MÄRKÄ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SÄHKÖ, VALAISTUS JA VESI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
LÄMPÖTILA, SUOJAUS TUULELTA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
REUNOJEN VALUSTOPPARIT	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
MITTAUKSET JA MERKINNÄT	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>VALMISTAVAT TYÖT</b>			
VALUSTOPPARIT, VARAUKSET	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
ALUSTA IMUROINTI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
ALUSTAN KOSTUTUS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
RAUDOITTEET	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SUOJAUKSET	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>VALMIS TYÖ</b>			
PINNAN SUORUUS, KAADOT	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
PINNAN LAATU, HIERTO, HIONTA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SAUMAT	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
JÄLKIHOITO, ESIJÄLKIHOITO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
TYÖKOHTEEEN SIISTEYS, JÄTTEIDEN LAJITTELU	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
PINTALAATAN TARTUNTA ALUSTAANSA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>OSAKOHDE</b>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Korjattu pvm. _____
Päiväys	Betonityönjohtajan allekirjoitus		Tilaaajan allekirjoitus