

Teemu Södö

ALLIANSSIHANKE

CASE HIUKKAVAARAN MONITOIMITALO

Teemu Södö
Opinnäytetyö
Kevät 2017
Teknologia liiketoiminnan tutkinto-
ohjelma, Tekniikan ylempi ammattikor-
keakoulututkinto
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Teknoliiketoiminnan tutkinto-ohjelma, Rakennustekniikka

Tekijä: Teemu Södö

Opinnäytetyön nimi: Allianssihanke. Case Hiukkavaaran monitoimitalo

Työn ohjaaja: Martti Hekkanen

Työn valmistumislukukausi- ja vuosi: kevät 2017

Sivumäärä: 54+19

Työn toimeksiantaja on Lemminkäinen Talo Oy, Oulu, joka toimii Hiukkavaaran monitoimitalon päätoimeksiantajana. Hyvät kokemukset ison allianssihankeeseen läpiviennistä rohkaisivat valitsemaan aiheeksi meneillään olevan rakennushankkeen. Kehitysvaiheen sopimus laadittiin kesällä 2015 ja toteutusvaiheen sopimus alkuvuodesta 2016. Kehitysvaihe kesti noin puoli vuotta ja rakentaminen 17 kuukautta. Kohde valmistuu heinäkuussa 2017. Olen ollut mukana hankkeessa kehitysvaiheesta lähtien, joten opinnäytetyön tekemiselle on luotu hyvät pohjat ja kokemuksia on karttunut aiheen ympäriltä paljon. Tämä opinnäytetyö esittelee allianssihankeeseen käytännön toteutuksen näkökulmasta kehitysvaiheesta luovutusvaiheeseen asti.

Työn tavoite on tuoda esille hyviä kokemuksia jotka liittyvät isoon allianssihankeeseen. Esittelen myös toimintatapoja johtaa projektia ja viedä asioita eteenpäin. Allianssin johtamisjärjestelmä, johtoryhmä ja projektiryhmä ovat allianssiprojektin johtamisen kulmakiviä, johtamisjärjestelmä antaa keinot, johtoryhmä resurssit ja projektiryhmä toteuttaa hankkeen. ”Hankkeen parhaaksi” –periaate on päivittäisen johtamisen ohjenuora. Mitään päätöksiä ei tehdä ilman yksimielisyyttä. Tärkeä tavoite on kertoa ison hankkeen aikataulun laadinnan perusperiaatteita. Esittelen myös miten tietoteknisiä sovelluksia käytetään hyödyksi mahdollisimman tehokkaasti.

Käytettävä aineisto liittyy Hiukkavaaran monitoimitalon sopimusasiakirjoihin aina kehitysvaiheesta toteutusvaiheeseen asti. LEAN- ajatteluun on käytetty myös kirjallisia lähteitä. Yhtenä tietolähteenä on myös projektihenkilöstön kokemukset.

Allianssihankeesta on taloudellisessa mielessä lähes riskitön kaikille osapuolille. Yhteistyökykyinen ja avoin työyhteisö antaa mahdollisuuden muutoksiin myös hankkeen aikana, ilman lisäkustannuksia. Raskaisiin lisä- ja muutostyöselvittelyihin ei käytetä yhtään aikaa. Kohteen pitää olla kohtalaisen iso, että allianssimallin käyttö on järkevää raskaan kilpailutusvaiheen ja organisaation vuoksi. Hiukkavaaran monitoimitalon budjetti on 20,5 miljoonaa euroa. Väitän, että tilaaja saa aina paremman tuotteen allianssimallin kautta kuin perinteisessä urakkakilpailussa.

Asiasanat: päätoimeksiantaja, allianssi, johtamisjärjestelmä, johtoryhmä, projektiryhmä, hankeriskit, tietomallintaminen, aikataulut, innovaatiot, lean

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Industrial Management, Civil Engineering.

Author: Teemu Södö

Title of thesis: Alliance project. Case Hiukkavaara community center

Supervisor: Martti Hekkanen

Term and year when the thesis was submitted: spring 2017 Number of pages: 54+19

The study is made for Lemminkäinen Talo Ltd, Oulu, which is the main contractor of community center in Hiukkavaara. Good experiences in executing big alliance project encouraged me to choose this topic. Development contract was signed in summer 2015 and execution contract in January 2016. The project will be ready in July 2017. I have been involved in this project since the development phase, and therefore I have a holistic picture of the project through the various perspectives I have been able to develop. Some theory is incorporated in this study, however, the main focus remaining in presenting and analyzing practical data.

The main goal is to bring out good experiences and perspectives in big alliance project. I will also explain how I manage this project as well as the execution of the work. The corner stones of an alliance project are the management system, executive board and the project group. All of them hold an important role; the management system gives the means, executive board provides the resources and the project group executes the daily tasks. "For the best of the project" – is the principle used to guide the daily operations. No decisions are made without consensus. Material used in this thesis is mainly from the project community center of Hiukkavaara from the development phase to the execution. Some sources are used as an information base in general. My own experiences with this project have also helped me to create valuable supportive information.

Among other things, one of the main conclusions of this alliance project is that there are no monetary risks associated with a project. Co-operative and an open project group provides a possibility to make changes during the project without additional costs. No time is wasted for complicated modifications. With this type of alliance projects the competition phase is quite heavy, therefore the project in question must be relatively complex and large enough to reason a project to be an alliance project. The budget of this project is 20,5 million euros.

Keywords: main contractor, alliance, management system, executive board, project group, project risks, 3d-modeling, schedules, innovations, lean

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	ALLIANSSIN HISTORIA JA PÄÄPERIAATTEET	9
2.1	Allianssin historia	9
2.2	Projektiallianssimallin pääperiaatteet.....	10
2.2.1	Kustannusarvion luotettavuustaso ja tavoitekustannus	12
2.2.2	Kaupallisen mallin yleiset periaatteet.....	13
3	HALLINTO JA JOHTO	15
3.1	Allianssin johtoryhmä, projektiryhmä ja projektipäällikkö.....	15
3.2	Allianssin johtamisjärjestelmä	16
3.3	Hankkeen organisaatio.....	16
4	LEAN-JOHTAMINEN.....	19
4.1	LEAN:in periaatteet.....	19
4.2	LEAN rakennushankkeissa	20
5	HANKKEEN KUVAUS.....	26
5.1	Historia	26
5.2	Rakennetekniset mitoitusohjeet	28
5.3	Perustukset ja alapohja	28
5.4	Rakennuksen runko ja vaippa.....	29
5.5	Ei-kantavat rakenteet.....	30
6	HANKERISKIEN HALLINTASUUNNITELMA	31
6.1	Suunnittelun tavoitteet.....	31
6.2	Hankkeen tekniset tavoitteet	32
6.3	Rakenteelliset riskit.....	32
6.4	Toteutus	34
7	TIETOMALLINTAMINEN	36
7.1	Tietomalliohje.....	36
7.2	Arkkitehtimalli.....	37
7.3	Rakennemalli	39
7.4	LVIS-malli.....	42
8	INNOVAATIOT	44
9	ALLIANSSIHANKKEEN AIKATAULUHALLINTA.....	46

9.1	Yleisaikataulu	46
9.2	Maanrakennus ja perustusaikataulu	47
9.3	Runkoaikataulu	47
9.4	Maanvaraiset laatat ja pintalattiat –aikataulu	48
9.5	Sisävalmistusaikataulu	49
9.6	Luovutusvaiheen aikataulu.....	50
10	LOPPUPÄÄTELMÄT	51
	LÄHTEET	53
	LIITTEET	55

1 JOHDANTO

Valitsin aiheeksi Hiukkavaaran monitoimitalon allianssihankeeseen. Valintaa helpotti se, että olen ollut hankkeessa mukana kehitysvaiheesta lähtien ja päässyt suunnittelemaan tuotantoa noin viisi kuukautta ennen hankkeen aloitusta. Toimin hankkeessa vastaavana työnjohtajana. Organisaatioon kuuluu tuotantoinsinööri, hankintainsinööri ja kolme työmaamestaria, ja lisäksi aliurakoitsijoiden työnjohto, yhteensä noin kymmenen henkilöä. Hankkeen kokonaisvahvuus on maksimissaan noin sata henkilöä.

Tässä työssä käsitellään Hiukkavaaran monitoimitalon allianssihankeeseen kulkua monelta eri kannalta. Ensimmäisenä esittelen yleisellä tasolla mitä allianssi tarkoittaa ja kerron lyhyesti allianssin historiasta. Allianssimallin pääperiaatteet tuon esille, jotta lukija ymmärtää, miksi hanketta johdetaan hieman eritavalla kuin tavallista urakkaa. Avaan myös allianssin johtamisjärjestelmää, sillä tämä kertoo lukijalle paljon allianssin johtamisesta, mikä poikkeaa muista urakkamuodoista hieman raskaan organisaation vuoksi, mutta myös yhteisten tavoitteiden vuoksi. Kerron myös Hiukkavaaran monitoimitalon historiasta, ja siitä, miten hanke lopulta päättyi rakentamiskelpoiseksi.

Hankeriskien hallintasuunnitelma on yksi tärkeimmistä työkaluista allianssihankeessa, tässä opinnäytetyössä avaun mitä se tarkoittaa ja miksi se laaditaan. Tuon myös esille kohteen toteutuksen näkökulmaa tietomallien kautta. Hiukkavaaran monitoimitalon projektia johdetaan osaksi tietomallien avulla, josta saa täysin uuden näkökulman tuotantoon myös toteutustasolla. Kohteessa on myös mietitty innovaatioita aina kehitysvaiheesta lähtien. Tätäkin kohdetta johdetaan aikataulujen avulla. Käyn läpi mitä kaikkia aikatauluja laaditaan ja miksi. Työssä käsitellään myös LEAN-johtamista ja esitellään käytetyt tietomalliohjelmit.

Työn tärkeimpänä tavoitteena on hyvän allianssikäytännön kuvaaminen. Hyvässä allianssihankeessa projektin käytännön toteutuksen johto on mukana jo kehitysvaiheesta lähtien. Näin saadaan vahva tuotannon näkökulma suunnitteluratkaisuihin. On tärkeää, että kaikki allianssin osapuolet voivat sitoutua sovittuun tavoitekustannustasoon. Hyvä hanke vaatii myös yhteistyökykyisen, monipuolisen ja osaavan henkilökunnan. Allianssissa on vain häviäjiä tai vain voittajia, kaikilla on yhteinen vastuu tuloksesta. Toisaalta taas kaikilla osapuolilla on samanlaiset rooliensa mukaiset oikeudet allianssissa vaikuttaa päätöksiin. Hyvässä allianssissa huomioidaan aina hankkeen etu ennen muita. Allianssissa ei syytetä toisia virheistä vaan etsitään ratkaisuja. Hyvässä

allianssihankeessa on yhteinen tavoite, jonka eteen kaikki ponnistelevat yhteistyössä. Allianssissa on myös tärkeää, että osapuolten ylin johto antaa rajoituksettoman tuen päätöksille.

2 ALLIANSSIN HISTORIA JA PÄÄPERIAATTEET

2.1 Allianssin historia

Allianssi toteutusmuotona on saanut alkunsa Pohjanmeren öljynporauslauttojen rakentamisen yhteydessä, jolloin huomattiin parhaisiin tuloksiin päästävän yhteisesti riskejä jakaen ja samat avaintulosalueet asettaen. Infra-alalla ensimmäisenä allianssia ryhtyivät soveltamaan australialaiset, jotka olivat 1990-luvun lopulla tilanteessa, missä vähänkään vaativimmat projektit saatettiin lähes aina loppuun oikeudessa. Heidän kertomansa mukaan jokaisella työmaalla juristit olivat sekä tilaajien että palveluntuottajien puolelta hyvin työllistettyjä. Kustannusennusteiden pitämättömyys ja toiminnan huono kehitys ajoi eri tahot etsimään uusia mahdollisuuksia projektien toteuttamiseen ja allianssimallin käyttöönottoon. Tähän mennessä Australiassa ja Uudessa-Seelannissa on toteutettu noin neljäsataa monimutkaista sekä paljon riskejä sisältävää rakennusprojektiä allianssimallilla ja kokemukset niistä ovat olleet erittäin rohkaisevia. (Yli-Villamo 2012, 57.)

Suomessa allianssimallia ryhdyttiin tutkimaan alan yhteisenä kehitysprojektina vuonna 2007, jolloin VTT toteutti laajan selvityksen useine alatyöryhmineen. Tuloksena syntyi raportti, joka antoi hyviä teoreettisia eväitä allianssin käyttöönottoon, mutta todellista tahtoa mallin soveltamiseen ja käyttöönottoon ei kuitenkaan löytynyt. (Yli-Villamo 2012, 58.)

Liikenneviraston aloittaessa toimintansa vuonna 2010 oli sopiva hetki kehittää yhdessä myös hankinta- ja toteutusmuotoja. Liikennevirasto esitti tavoitteekseen olla vuonna 2015 infra-alan tuottavuudella mitattuna Euroopan ykkönen. Virastossa aloitettiin allianssimallin kehittäminen Suomen olosuhteisiin sopivaksi ja avainhenkilöiden johdonmukainen kouluttaminen. Liikennevirasto käynnisti ensimmäisen allianssipilottihankkeen valmistelun keväällä 2010 ja teki hankintapäätöksen ensimmäisestä allianssista heinäkuun alussa 2011. Tämä nopea eteneminen ja uuden toimintatavan tunnistetut hyödyt loivat laajan pohjan uusille allianssiprojekteille. Vuonna 2012 Suomessa on käynnissä viisi allianssimallilla toteutettavaa tai mallia soveltavaa projektia. Pilottiprojektien myötä on Suomessa tehty ja on tekeillä huomattavaa tutkimusta allianssimalliin liittyen. (Yli-Villamo 2012, 58.)

Allianssimallin katsotaan soveltuvan erityisesti seuraavanlaisiin hankkeisiin:

- Hanke on merkittävän iso ja sisältää riskejä ja sitä voidaan yhteistyöllä hallita paremmin.
- Kustannukset ovat hankkeen hyväksyttävyyden kannalta kriittiset, joten tilaajan odotuksena on allianssimallin avulla saada parempi varmuus kustannusten hallintaan.
- Hankkeen läpimenoaika on tärkeä.
- Hanke on vaativa, koska se toteutetaan asutuksen ja vilkkaan liikenteen keskellä sekä sisältää paljon eri tekniikkalajeja.

- Hankkeessa voidaan saavuttaa osapuolten hyvällä yhteistyöllä merkittäviä tuloksia. Hanke sisältää riittävästi mahdollisuuksia hakea vaihtoehtoja kokonaisuuden kannalta. (Yli-Villamo 2012, 58.)

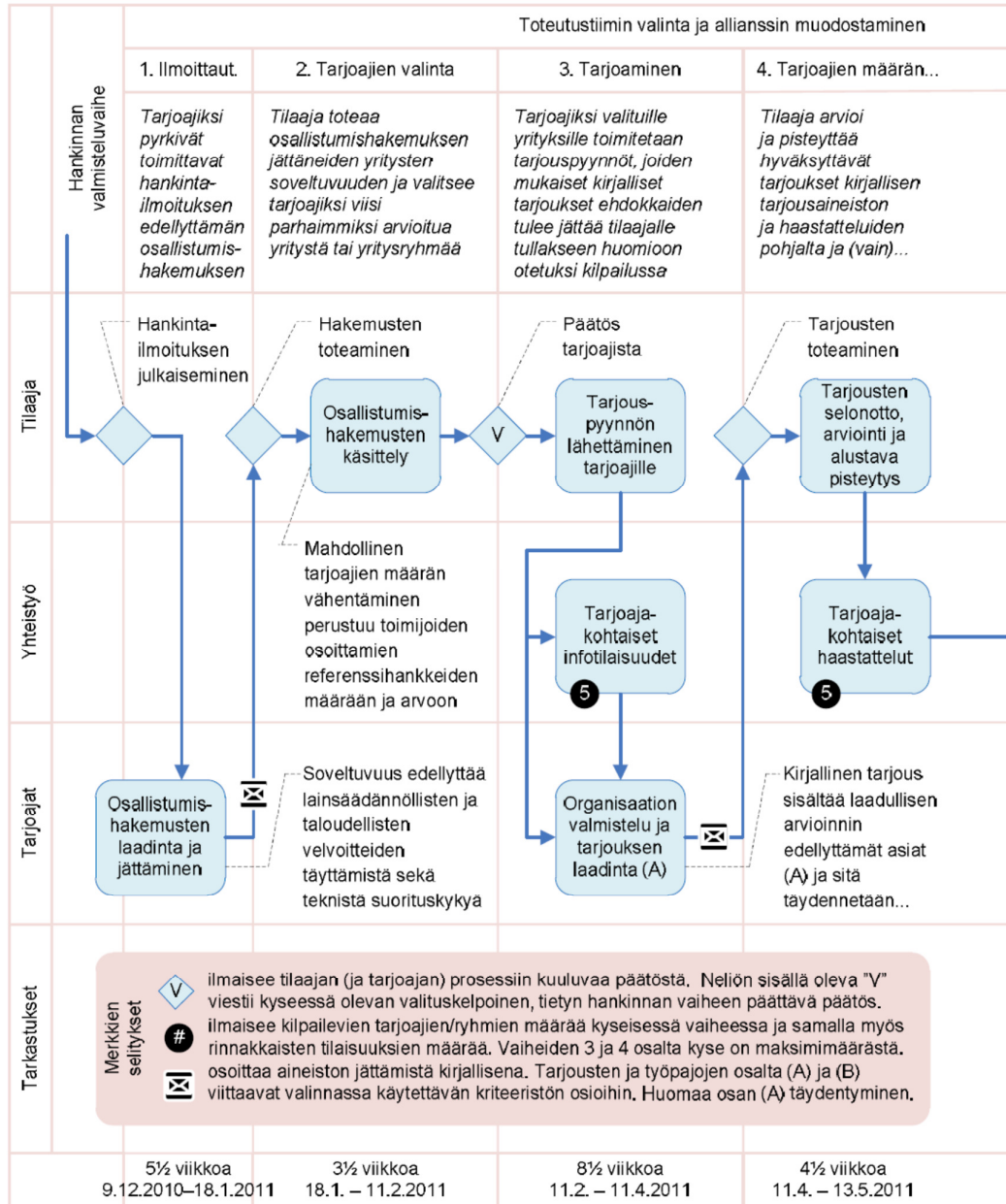
2.2 Projektiallianssimallin pääperiaatteet

Projektiallianssi on yhteiseen sopimukseen perustuva toteutusmuoto, jossa osapuolina ovat hankkeen keskeiset toimijat. Kohteen suunnittelu ja rakentaminen tehdään yhteistyössä yhdellä organisaatiolla. Osapuolet jakavat hankkeen projektin taloudelliset riskit, sekä negatiiviset että positiiviset. Avoimuuden ja kiinteän yhteistyön periaatteita noudatetaan kaikissa vaiheissa. Allianssissa tehdään yhteinen sopimus, joka kattaa projektin suunnittelu-, toteutustehtävät sekä tilaajan erikseen ilmoittamia tehtäviä, jotka liittyvät hankkeen edistämiseen. Allianssin osapuolet laativat monen toimijan välisen, yhden yhteisen sopimuksen toteutuksesta. Erikseen ei tehdä kahdenvälisiä sopimuksia. Allianssissa yhteinen organisaatio tarkoittaa, että siinä on osapuolia kaikista sopimusosapuolten organisaatioista, myös tilaaja on mukana yhtenä osapuolena. Toteutukseen liittyvät päätökset tehdään yhdessä. Kustannusarviossa ovat mukana kaikki henkilöt, jotka hankkeeseen osallistuvat. Hankkeen tavoitekustannus sisältää kaikkien osapuolten erät, joista muodostuu hankkeen kokonaisbudjetti. Hankkeen toteutukseen liittyvät riskit jaetaan allianssiosapuolten kesken yhteisesti. Hankkeen toteutuksen onnistuminen tai epäonnistuminen määrittää palveluntuottajien korvauksen suuruuden. Tähän lasketaan mukaan kaikki osapuolet ja korvaus perustuu koko allianssiryhmittymän toteutuksen onnistumiseen. Tämä toki edellyttää avointa kustannusseurantaa. (Lahdenperä 2009, 13-14.)

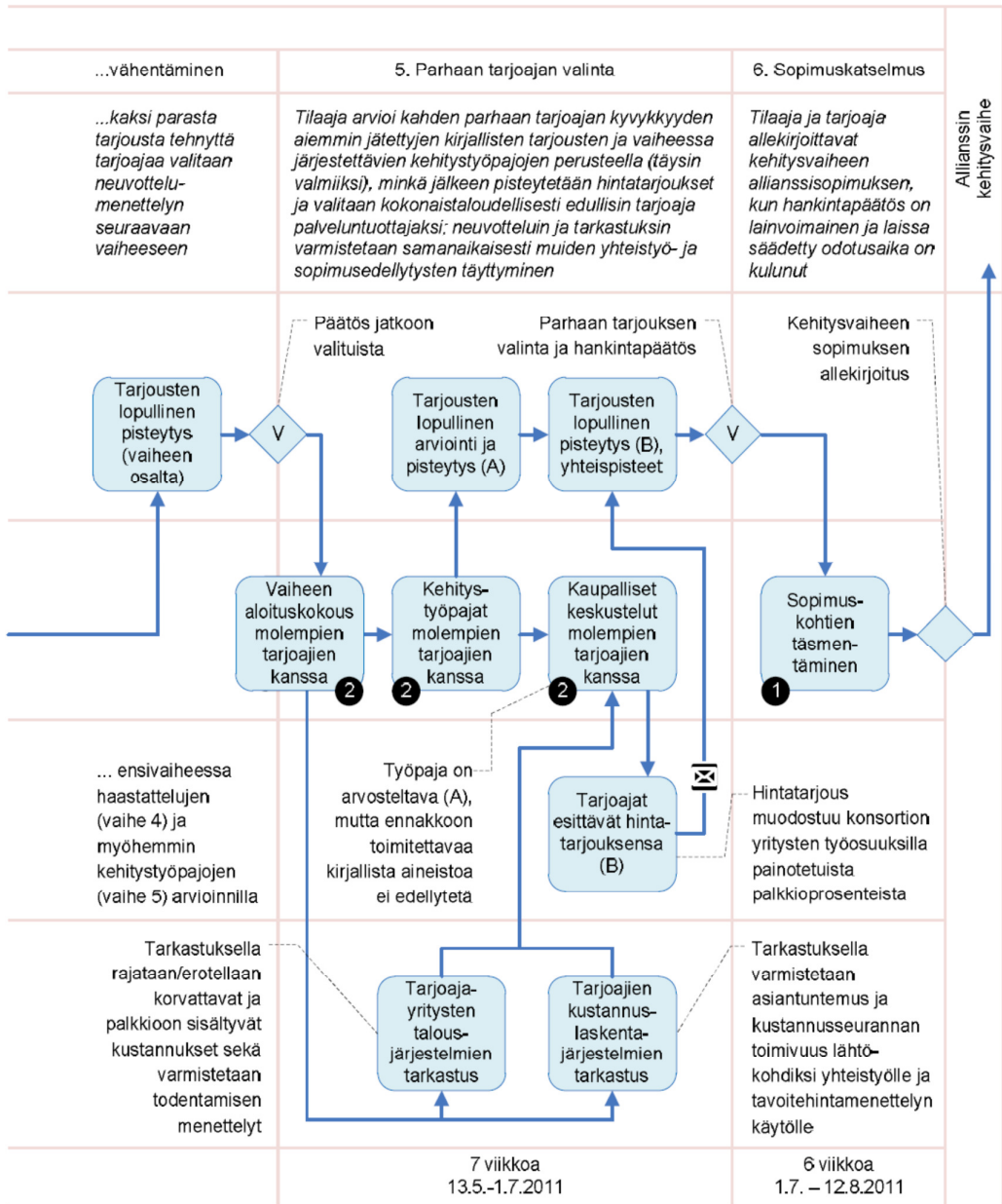
Allianssiurakka käsittää kaksi päävaihetta, kehitys- ja toteutusvaiheen. Allianssi vastaa kaikkien vaiheiden suorittamisesta, joista laaditaan erilliset kehitys- ja toteutusvaiheen allianssisopimukset. Hankkeen kehitysvaiheen aikana allianssin osapuolet (palveluntuottajat ja tilaajat) sopivat

- Tavoitekustannuksista
 - Avaintulosalueiden suorituskykymittareista
 - Käytettävien muutosmekanismien lopullisista yksityiskohdista
- Kehitysvaiheessa noudatetaan kehitysvaiheen allianssisopimuksesta (KAS). Allianssi toteuttaa hankkeen ja luovuttaa sen valmistumisen jälkeen tilaajalle. Allianssin osapuolet ovat yhteisesti vastuussa hankkeen virheistä takuvaiheen loppuun asti. Toteutusvaiheessa ja takuvaiheessa noudatetaan toteutusvaiheen allianssisopimusta (TAS). (Yli-Villamo 2012, 59.)

Toteutustiimin valintaan ja allianssin muodostamiseen voidaan käyttää seuraavaa prosessikaa-
viota, josta käy ilmi miten allianssihanke etenee ilmoittautumisesta sopimukseen saakka.



KUVA 1. Hankinnan prosessi (Lahdenperä 2009, 14-15.)



2.2.1 Kustannusarvion luotettavuustaso ja tavoitekustannus

Kehitysvaiheessa allianssiosapuolet laativat yhdessä hankkeen kustannusarvion. Kustannusarviossa voidaan huomioida oletetut kustannustason nousut, tai ne voidaan jät-

tää kustannusarviossa huomiotta ja käsitellä vasta tavoitekustannuksia laadittaessa. Kustannusarvion laadinnan ammattitaitoista toteutusta on osaltaan varmistamassa tilaajan hankkima kustannusasiantuntija. Tavoitekustannus määritetään edellä kuvatusta lopullisesta kustannusarviosta siten, että siihen lisätään jokaisen osapuolen toteutusvastuulle kuuluviin töihin kohdistuvat osapuolikohtaiset palkkiot sekä sellaiset yhteisesti hyväksytyt riskivaraukset, joita ei ole käsitelty kustannusarviossa. Tavoitekustannus sovitaan yhteisesti kehitysvaiheessa. (Yli-Villamo 2012, 59.)

2.2.2 Kaupallisen mallin yleiset periaatteet

Seuraavassa kappaleessa esittelen Hiukkavaaran monitoimitalon kaupallisen mallin yleiset periaatteet.

Me toteutamme urakan sellaisella innovatiivisella, yhteistoiminnallisella ja tehokkaalla tavalla, joka parhaiten tukee kaikkia osapuolia saavuttamaan urakalle parhaan lopputuloksen kaikilla avaintulosalueilla (ATA).

Allianssissa sitoudutaan seuraaviin peruseriaatteisiin:

- a) Me kaikki voitamme tai me kaikki häviämme yhdessä
- b) Meillä on yhteinen vastuu tuloksesta
- c) Kaikilla osapuolilla on yhtäläiset oikeudet
- d) Me teemme kaikki päätökset ”hankkeen parhaaksi” –periaatteella, emmekä tee päätöksiä tai pyri myötävaikuttamaan sellaiseen päätöksentekoon, joilla tietoisesti loukaamme tiedossamme olevia toisten osapuolten oikeutettuja etuja ja odotuksia
- e) Jokaisella on roolinsa mukaiset oikeudet ja vastuut
- f) Me emme syyttele toisiamme
- g) Mahdollisissa erimielisyyttä aiheuttavissa tilanteissa teemme päätökset ilman viivytyksiä, emmekä painosta toisia osapuolia esimerkiksi uhkaamalla sopimuksen päättämislä.
- h) Kaikki maksuliikenne tapahtuu avoimin kirjoin
- i) Me rohkaisemme innovatiiviseen ajatteluun tavoitteena saavuttaa erinomaisia tuloksia
- j) Kaikkien osapuolten johto antaa rajoituksettoman tuen
- k) Kukaan meistä ei tavoittele etua toisen kustannuksella

Saavuttaaksemme tavoitteemme tulemme päivittäisessä toiminnassa toimimaan seuraavasti;

- a) Keskustelemme avoimesti ja rehellisesti
- b) Kuuntelemme tarkkaan toisiamme ja kunnioitamme toistemme mielipiteitä
- c) Kannustamme kaikkia ajattelemaan vapaasti ja innovatiivisesti ilman pelkoa epäonnistumisesta tai moitteista
- d) Sanomme mitä tarkoitamme ja tarkoitamme mitä sanomme
- e) Annamme tunnustusta onnistumisista
- f) Haastamme itsemme enemmän kuin syyttelemme toisiamme
- g) Otamme vastuun teoistamme ja niiden vaikutuksista
- h) Sitoudumme haastaviin tavoitteisiin tietämättä välttämättä, kuinka niihin päästään

- i) Toteutamme kaikki allianssin johtoryhmän päätökset
(Liikelaitos Oulun Tilakeskus, Hiukkavaaran monitoimitalon integroitu projektitoimitus, toteutusvaiheen allianssisopimus 2016, 9.)

3 HALLINTO JA JOHTO

Seuraavassa osiossa esittelen Hiukkavaaran monitoimitalon allianssiurakan johtoryhmän, projektiryhmän ja projektipäällikön vastuut, oikeudet ja velvollisuudet.

3.1 Allianssin johtoryhmä, projektiryhmä ja projektipäällikkö

Allianssin johtoryhmän (AJR) tehtävänä on käyttää allianssin ylintä päätäntävaltaa. Allianssin johtoryhmä asettaa ja täsmentää menettelytavat ja antaa strategisia ohjeita allianssille. Johtoryhmä lisäksi määrittää toimintavaltuudet urakan asiantuntijoille.

Allianssin projektiryhmän (APR) tehtävänä on johtaa ja koordinoida allianssin päivittäistä toimintaa ja johtaa urakkaa. Allianssin projektiryhmä koostuu urakan osapuolten edustajista ja vähintään kaksi allianssin projektiryhmän jäsenistä tulee tilaajaorganisaatiosta. Jokainen projektiryhmän jäsen on vastuussa siitä, että asetetut tavoitteet saavutetaan. Allianssin projektiryhmästä ei saa poistaa jäseniä ilman johtoryhmän hyväksyntää.

Allianssin projektipäällikkö on projektiryhmän jäsen ja johtaja. Allianssin projektipäällikkö on vastuussa johtoryhmälle urakan toteutus- ja takuuvaiheen tehtävien suorittamisesta. Allianssin projektipäälliköllä on määrätyt tehtävät. Projektipäällikkö johtaa, tukee ja neuvoo sekä ylläpitää allianssin korkeaa suoritusastoa. Projektipäällikkö tekee päätöksiä päätäntävaltaansa kuuluvissa asioissa ja johtaa projektiryhmän päivittäistä toimintaa. Hän osallistuu projektiryhmän kokouksiin ja raportoi johtoryhmälle päivän tilanteesta sekä arvioi tulevaa suoritusta ja pyytää ohjeita ja tukea johtoryhmältä. Projektipäällikkö panee myös toteen johtoryhmän päätökset ja suorittaa toimet, joita häneltä edellytetään.

Allianssin projektipäällikkö toimii sovituisissa taloudellisissa ja muissa puitteissa, jotka on esitetty johtamisjärjestelmässä tai jotka on hyväksytty johtoryhmässä. Projektipäällikön tulee ohjata johtoryhmälle asiat, jotka eivät kuulu hänen toimivaltaansa. Johtoryhmä voi erottaa ja korvata allianssin projektipäällikön uudella milloin tahansa ja nimittää henkilön toimimaan allianssin projektipäällikkönä väliaikaisesti, jos allianssin projektipäällikkö ei ole käytettävissä.

(Liikelaitos Oulun Tilakeskus, Hiukkavaaran monitoimitalon integroitu projektitoimitus, toteutusvaiheen allianssisopimus 2016, 10-11.)

3.2 Allianssin johtamisjärjestelmä

Allianssin johtamisjärjestelmä pohjautuu kehitysvaiheen organisaatiokaavioon. Johtoryhmässä on tilaajalta Hiukkavaaran allianssihankeessa neljä henkilöä, päätoteuttajalta kaksi henkilöä ja suunnittelutoimistoilta kaksi henkilöä. Turvallisuuskoordinaattori on ulkopuolinen konsultti ja toimii hankkeen työturvallisuuden edistäjänä. Tilaajalta ja päätoteuttajalta on nimetty projektipäällikkö, sekä jo mainittu projektiryhmä. Tietomallikoordinaattori on nimetty joko päätoteuttajalta tai suunnittelutoimistolta. Kohteelle nimetään myös pääsuunnittelija, joka ohjaa ja koordinoi eri suunnittelualoja. Johtamisjärjestelmää ei voi muuttaa ilman johtoryhmän hyväksyntää.

(Liikelaitos Oulun Tilakeskus, Hiukkavaaran monitoimitalon integroitu projektitoimitus, toteutusvaiheen allianssisopimus 2016, 10-11.)

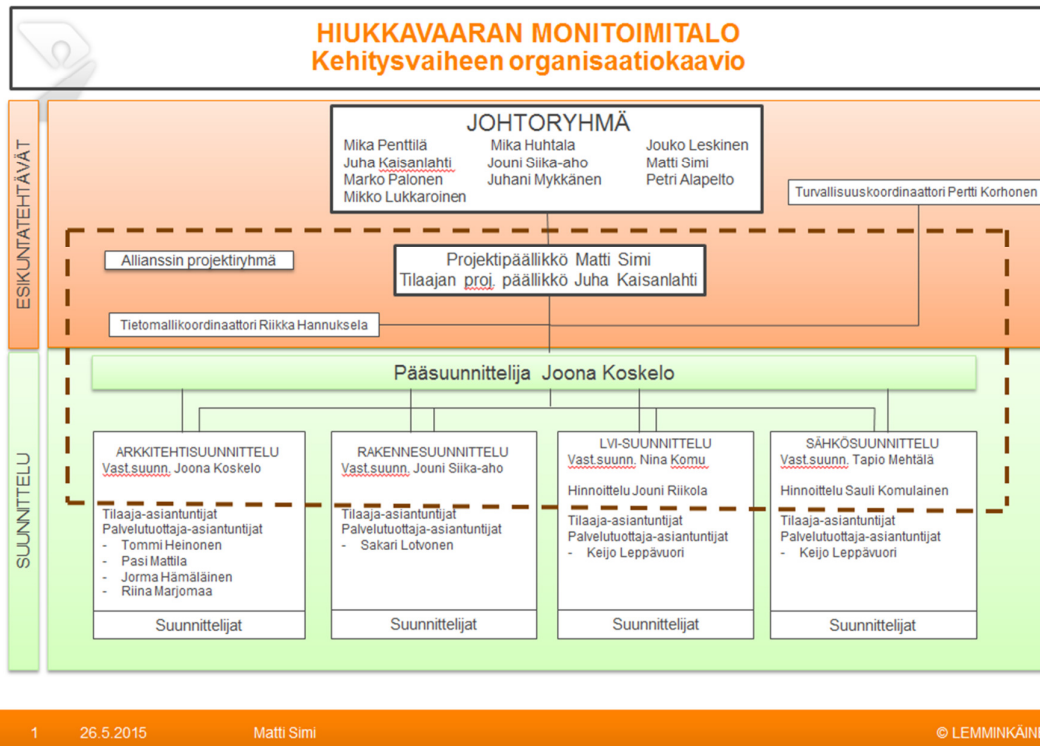
3.3 Hankkeen organisaatio

Hankkeen sopijaosapuolet ovat Liikelaitos Oulun Tilakeskus tilaajana, Lemminkäinen Talo Oy päätoteuttajana, Arkkitehtitoimisto Lukkaroinen Oy pääsuunnittelijan ominaisuudessa, WSP Finland Oy rakennesuunnittelutoimistona, Sweco Talotekniikka Oy talotekniikan suunnittelutoimistona ja Are Oy talotekniikkaurakoitsijana.

(Liikelaitos Oulun Tilakeskus, Hiukkavaaran monitoimitalon integroitu projektitoimitus, kehitysvaiheen allianssisopimus 2016, 6.)

Kehitysvaiheen organisaatioon kuuluu henkilöitä kaikista allianssin osapuolien edustamista yrityksistä. Johtoryhmä käyttää ylintä päätäntävaltaa ja esittelijänä toimii projektipäällikkö. Tietomallikoordinaattori on päätoteuttajan työntekijä ja turvallisuuskoordinaattori on ulkopuolinen konsultti. Pääsuunnittelija vastaa kaikkien suunnittelualojen yhteensovittamisesta.

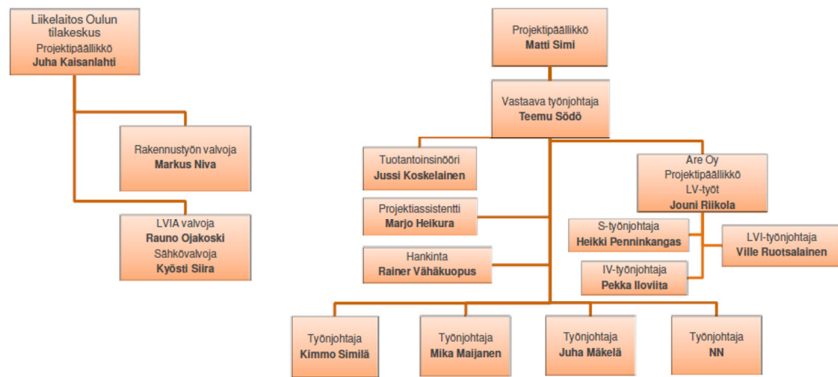
Hiukkavaaran monitoimitalon kehitysvaiheen organisaatiokaavio on laadittu toukokuussa 2015 kehitystiimin perustamisen aikaan.



KUVA 2. Hiukkavaaran monitoimitalon kehitysvaiheen organisaatio (Simi 2015.)

Toteutusvaiheen organisaatio on projektipäällikön alaisuudessa. Vastaavan työnjohtajan alaisuudessa on kaikkien erityisalojen projektinjohto sekä muu päätoteuttajan oma projektihenkilöstö. Tilaajan puolelta rakennustöiden ja LVIS-töiden valvojat ovat projektipäällikön alaisuudessa.

**Hiukkavaaran monitoimitalo
Projektiorganisaatio**
Lemminkäinen Talon Oy



© LEMMINKÄINEN

KUVA 3. Hiukkavaaran monitoimitalon toteutusvaiheen organisaatio (Södö 2015.)

4 LEAN-JOHTAMINEN

4.1 LEAN:in periaatteet

Lean on toimintastrategia, joka pyrkii asiakasarvon maksimointiin parantamalla jatkuvasti prosessien virtaustehokkuutta. Virtaustehokkuuden parantaminen tapahtuu vähentämällä hukkaa eli arvoa tuottamatonta resurssien käyttöä. Arvoa tuottamattomien resurssien käytön tunnistaminen ja eliminointi edellyttää sen erottamista arvoa tuottavasta resurssien käytöstä, jonka tunnistaminen vaatii puolestaan asiakkaille tuotettavan arvon tunnistamista ja määrittelyä. Lean- rakentaminen on yleispätevän lean- ajattelun ja sen menetelmien soveltamista rakennusalaalla. Siihen liittyy joukko rakennusalan sisällä kehitettyjä toimintatapoja ja työkaluja, jotka pyrkivät mahdollistamaan edellä kuvatun toimintastrategian projektiperusteisessa liiketoiminnassa, jota rakentaminen lähtökohtaisesti on. Lean- rakentamisen työkalut keskittyvät projektin eri vaiheiden ja osapuolten integrointiin sekä toimijoiden aikaiseen osallistamiseen. Aikaisella osallistamisella mahdollistetaan asiakasarvon määrittely sekä projektin lopputuotteen että sen tuotantosysteemin yhdenaikainen suunnittelu. Eri vaiheiden ja toimijoiden integroinnilla tavoitellaan yhtenäisiä prosesseja, joissa virtaustehokkuuden parantaminen on mahdollista ja lopputulokset ennustettavia. Lean- rakentamisen käytetyimpiä työkaluja ovat LastPlanner – tuotannosuunnittelu, integroivat sopimusmallit ja arvovirtojen mallintaminen. (Lean construction institute 2017, viitattu 18.3.2017.)

Lean on johtamisfilosofia, joka perustuu jatkuvan kehittämisen ja ihmisten kunnioittamisen peruseriaatteisiin. Lean keskittyy arvon tuottamiseen asiakkaalle sekä tuotannon virheiden ja hukan vähentämiseen ottamalla kaikki osapuolet mukaan jatkuvaan parantamiseen. (Lean rakentamisessa 2017, viitattu 18.3.2017.)

Lean on laatujohtamisen periaatteiden soveltamista tuottamiseen. Sen sijaan, että keskitytään yksittäisiin asioihin, keskitytään kokonaisuuden optimoimiseen. Tavoitteena on tuottaa asiakkaalle parasta mahdollista arvoa tuottajan tarpeet huomioiden. Käytännössä tämä tarkoittaa asiakastyytyväisyyden (virtaustehokkuus) ja tuottajatytytyväisyyden (resurssitehokkuus) maksimointia. (Tätä on lean 2017, viitattu 18.3.2017.)

Lean-ajattelu on johtamisfilosofia, joka keskittyy seitsemän erilaisen tuottamattoman toiminnon, kuljetukset, varastot, liike, odotusaika, ylituotanto, yliprosessointi ja tuotteen viallisuus, poistamiseen. Näin kyetään parantamaan asiakastytytyväisyyttä ja laatua sekä pienentämään toiminnan kustannuksia ja lyhentämään tuotannon läpimenoaikoja. Lean pyrkii siihen, että oikea määrä oikeita asioita saadaan oikeaan aikaan ja oikeaan paikkaan. Samaan aikaan vähennetään kaikkea turhaa ja ollaan joustavia sekä avoimia muutoksille. Lean-filosofiassa organisaation tehtävänä on tuottaa sekä asiakkaille että myös sille itselleen lisäarvoa. Organisaatiossa tehtävän työn suorittamiseen kuluu aikaa. Tätä aikaa voidaan kutsua läpimenoajaksi. Läpimenoaika pitää sisällään sekä ar-

voa lisäävää että ei-arvoa lisäävää aikaa. Arvoa lisäävällä ajalla tarkoitetaan niitä asioita, joista asiakas on valmis maksamaan suoraan tai ainakin epäsuorasti. Ei-arvoa lisäävää aikaa voidaan taas pitää arvoa lisäävän ajan vastakohtana. Läpimenoajan ja arvoa lisäävään ajan suhdetta kutsutaan virtaustehokkuudeksi tai prosessin jaksoajan tehokkuudeksi. Läpimenoajan pidentyessä aikaa käytetään muuhunkin kuin arvon tuottamiseen asiakkaalle. Tällöin organisaation resursseja joudutaan käyttämään yhä enemmän ei-arvoa lisääviin asioihin (esim. varastointi, odotusajat), joista asiakas ei siis ole valmis maksamaan. Nämä ei-arvoa lisäävät asiat sitovat organisaation resursseja ja usein jäävät organisaation itsensä maksettaviksi. Tämän vuoksi Lean-ajattelussa keskeinen tavoite onkin lyhentää läpimenoaikaa virtaustehokkuuden kasvattamiseksi. (Lean johtaminen 2017, viitattu 20.3.2017.)

4.2 LEAN rakennushankkeissa

Kuten edellisistä viittauksista käy selväksi, Lean voi olla melkein mitä vain, mikä parantaa projektin edes jotain osa-aluetta. Itse ymmärrän Leanin kokonaisvaltaisena käsitteenä, missä pyritään mahdollisimman hyvään lopputulokseen annetuilla lähtöarvoilla ja valituilla työkaluilla ja menetelmillä. Rakennusprojekteissa on satoja eri toimijoita ja kansallisuuksia. Rakennusprojektit ovat myös aina erilaisia, joten vertailu teolliseen tuotantolaitokseen ei palvele ketään. Rakentamista pitää käsitellä täysin omana alanaan, jossa Leanin periaatteita sovelletaan alalle sopiviksi. On totta, että rakentamisen tuotannon tehokkuudessa on paljon kehitettävää ja läpimenoaikoja on mahdollista saada lyhyemmäksi. Kaiken pitää vain onnistua täydellisesti eikä yllätyksille ole sijaa. Rakentaminen on kuitenkin inhimillistä toimintaa ja niin kauan kuin ihmiset projekteja tekevät, niin kauan myös muutoksiin hankkeen aikana pitää varautua. Perekdyttyäni Leanin määritelmiin, olen listannut mielestäni tärkeimmät asiat, jotka pitää ottaa huomioon allianssihankkeen aikana. Suurin osa näistä on toteutunut myös Hiukkavaaran monitoimitalon IPT-toteutuksessa.

1. Parhaat yhteistyökumppanit

Päätoteuttajan on kiinnitettävä erityisen paljon huomioita yhteistyökumppaneiden valintaan. Kaikkien hankkeessa mukana olevien tahojen on ymmärrettävä Lean-ajattelun periaatteet jotta niiden jalkauttaminen projektin aikana olisi järkevää. Lean-käsitteenä on vielä niin uusi, että todellisuudessa kestää vuosia ennen kuin asia on laajemmassa tietoisuudessa.

2. Henkilövalinnat ja sitouttaminen

Päätoteuttajan henkilövalinnat projektiin antavat suunnan Lean- ajattelun mahdolliselle soveltamiselle. Jos asia ei kiinnosta projektihenkilöstöä yhtään, ei se etene myöskään työmaatasolle. On tärkeää, että henkilöiksi valitaan avoimia ja avarakatseisia persoonia, jotka kykenevät tarkastelemaan projektia aika ajoin käyttäjänkin näkökulmasta. Tämä on mielestäni yksi suurimmista haasteista rakennusosalalla, jossa käsitykset ja asenteet ovat erittäin pinttyneitä eikä uudelle ajattelulle monesti ole sijaa. Uskon kuitenkin, että sukupolvien vaihtuessa myös tämä malli tulee muuttumaan. Avainhenkilöiden sitouttaminen on edellytys onnistuneelle allianssiprojektille. Mikään iso rakennushanke, jossa tietoa on niin sanotusti hiljaisena projektihenkilöstöllä, ei kestä ainakaan monia vaihdoksia. Onkin tärkeää, että yhteishenkeä pidetään yllä ja projektin asioista pitää pystyä keskustelemaan avoimesti. On selvää, että ihmiset ovat erilaisia ja mielipide-eroja pitkien projektien aikana tulee, mutta niitäkin pitää kyetä puntaroimaan analyttisesti. Roolitus pitää myös tehdä niin, että jokaisella erityisosalallaan on oma asiantuntija, tilaajaorganisaatiota myöten. Sama koskee myös päätoteuttajan projektiorganisaatiota. Kaikilla on omat roolit ja vastuut hankkeessa, ja niissä pitää myös pysyä.

3. Big Room -työskentely

Big Room -työskentely tarkoittaa kokouksia ja palavereita, joissa hankkeen avainhenkilöt työstävät projektia useita kuukausia ennen rakennustöiden aloittamista. Big Room -työskentely on olennaisen tärkeää jo ensimmäisistä suunnittelupalavereista lähtien. Yhdessä työskentelyn tiheyttä ja osallistujien määrää voi vaihdella riippuen käsiteltävistä aiheista. Kaikkien ei tarvitse olla kaikista asioista tietoisia edes suunnitteluvaiheessa. Isoissa megaluokan hankkeissa on perusteltua pitää tiheään Big Room -palavereita, jopa kerran viikossa. Olettaisin kuitenkin, että keskimääräisesti kahden viikon välein on riittävä tiheys. Big Room -malliin voidaan ottaa hyvissä ajoin käyttäjiä ja eri sidosryhmiä mukaan tarpeen vaatiessa. Big Roomeissa pitää myös keskittyä tehokkaasti itse asiaan, sillä kymmenenkin henkilön työpanos on merkittävä. Kokouksilla ja palavereilla pitää olla aina tarkoitus, muuten niitä ei tule pitää.

4. Arvoa rahalle ajatuksen jalkauttaminen

Arvoa rahalle on nykyaikainen termi, jossa tilaaja tai asiakas saa sijoittamalleen rahalle mahdollisimman suuren hyödyn tai vastineen. Varsinkin allianssihankeissa arvoa rahalle voidaan kasvat-

taa rakentamisen aikana erilaisilla oivalluksilla. Perinteisessä urakkamuodossa tämä ei olisi mahdollista ilman hankalaa lisätyö-, muutostyö- tai hyvitysprosessia. Allianssi antaa vapauden projektihenkilöstölle ajatella asiakkaan etua, koska allianssiryhmittymä vastaa yhdessä lopputuloksesta. Arvoa rahalle tarkoittaa projektitasolla myös sitä, että valitaan mieluummin laadukkaita materiaaleja huonojen sijaan.

5. Suunnittelun aikataulutus ja onnistuminen

Myös suunnittelun voi hoitaa Leanisti tai epämääräisesti. Allianssihankkeen suunnittelu alkaa jopa vuoden ennen rakentamistöitä. Oikea-aikainen suunnittelun eteneminen luonnosvaiheen suunnitelmista aina detajlisuunnitteluun onkin tärkeässä roolissa, jotta eteneminen on hallittua ja suunnitelmat ovat valmiit rakennustöiden alkaessa. Hiukkavaaran monitoimitalon suunnittelunohjaus on ollut hyvin hallittua ja pääosa suunnitelmista on saatu ajallaan käyttöön. Joitakin suunnitelmia on silti valmistunut liian myöhään, josta on aiheutunut ylimääräistä työtä projektihenkilöstölle. Pidän ehdottoman tärkeänä, että viimeisetkin detajlit saadaan hyvissä ajoin käyttöön. Alalla onkin ollut vallalla käsitys, että rakennustyön aikana suunnitelmat täydentyvät ja niitä tehdään pitkin projektia.

Ison hankkeen suunnittelu on haastavaa, koska suunnittelualoja on useita. Tärkeää onkin valita suunnittelijat, joilla on referenssejä onnistuneista projekteista. Allianssihankkeen johtoryhmän pitää myös miettiä sanktiot sen varalle, että suunnittelijat vaihtuvat kesken projektin. On riski, että kohteeseen nimetty suunnittelija, olipa suunnitteluala mikä hyvänsä, vaihtuu kesken hankkeen. Luontaista poistumaa ja työpaikkojen vaihdoksiahan ei voi ennakoida, mutta jos saman suunnittelutoimiston sisällä tehdään siirtoja, niin ne tuovat mukanaan suuria vaikeuksia projektille.

6. Realistinen projektiaikataulu

Hiukkavaaran monitoimitalon projektiaikataulun määrittäminen on tehty Ratun isojen hankkeiden kaavalla, jossa hankkeen kokonaistuntimäärän logaritmi kerrotaan 4,6 ja tästä vähennetään 36,6, jolloin kokonaistyöajaksi saatiin 17 kuukautta. Toteutuskelpoisuus on tarkistettu tarkoilla runko- ja yleisaikatauluilla, joista pystyi tekemään saman johtopäätöksen, että hanke valmistuu 17 kuukaudessa. Aikataulu on erittäin tiukka, mutta toteutuskelpoinen. En usko, että 17 kuukautta nopeampaa virtausta pystytään rakentamaan. Betonin kuivumisajat ovat suurin yksittäinen valmistumista rytmittävä asia. Toki betonilaatuja vaihtamalla nopeasti päällystettäviin massoihin, saadaan ly-

hennettyä valmistumisaikoja, mutta en näe sitä järkevänä. Aina löytyy seuraava rytmittävä työvaihe, esimerkiksi LVISA-työt. Nykypäivänä rakennusprojekteissa on erittäin paljon yhä monimutkaisempaa ja vaikeammin hallittavaa tekniikkaa. Hiukkavaaran monitoimitalolla on esimerkiksi sähköasentajia 14 kpl, enkä näe oikein järkevänä resurssin lisäämistä. Hallittavuus kärsii ja sitä kautta laatu. Yksi Leanin perusajatuksista on läpimenoaikojen kiristäminen. On kuitenkin mietittävä aina tarkkaan, milloin se on järkevää, ettei lopputuote tai työturvallisuus kärsi. Isoissa hankkeissa on alueita, joissa työteho vaihtelee. Tasainen etenemä on helppo määrittää, jos alueiden kokoluokat ovat vakiot, mutta harvoin oikeasti ovat. (Talorakennusteollisuus 2013, 66.)

7. Last Planner

Last Planner on tuotannonohjauksen työkalu, jossa esimerkiksi kaikki kohteeseen liittyvät urakoitsijat saavat esittää muistilapulla oman työaikatoiveen, jota yhteisesti käydään läpi ja rytmitetään oikeaan järjestykseen vaikka työmaatoimiston seinälle. Hiukkavaarassa olemme käyttäneet varioituja versioita Last Plannerista vaikka kuinka paljon. Esimerkiksi sisustusajataulu on käyty yhdessä läpi jokaisen urakoitsijan kanssa erikseen, tarkasti määrittäen työajat jokaisella 19 alueella. Virtaamaa on pyritty saamaan niin, ettei katkeamia tulisi ja työt jatkuisivat jouhevasti alusta loppuun. Tämä onkin onnistunut hyvin. On tärkeää, että urakoitsijat pääsevät osallistumaan hankkeen aikataulun suunnitteluun, joten on myös todennäköisempää, että he sitoutuvat siihen paremmin. Keskeytyksiä on tullut hyvin vähän, ja nekin yleensä täydentäviin rakenteisiin liittyen. Lisäksi urakoitsijalavereissa käydään viikoittain läpi työn etenemää jokaisella alueella ja työjärjestyksiä mietitään kokoajan. Pääsääntöisesti urakoitsijat suhtautuvat työtehoista keskusteluun suhteellisen avoimin mielin, mutta eräiden urakoitsijoiden kohdalla olen aistinut lievää muutosvastarintaa. Alalla on ollut vallitseva käytäntö, että aikataulua voidaan helposti siirtää, eikä työn etenemää seurata kovinkaan tarkasti, tai ainakaan siitä ei joudu raportoimaan. Toivonkin, että myös urakoitsijat pääsevät ajatustasolla sille tasolle, jossa oman edun tavoittelu ei ole kuitenkaan häikäilemätöntä vaan ajatellaan enemmän yhteistä hyvää ja ollaan ylpeitä saavutetuista tuloksista. Tämä tarkoittaa myös muutosherkempää ajatusmallia, jossa pienistä muutoksista ja uudelleenjärjestelyistä ei heti suututa vaan keksitään yhdessä uusia ratkaisuja.

8. BIM

BIM, eli building information model, tarkoittaa älykkäitä tietoteknisiä sovelluksia, joita hyödynnetään rakennusprojekteissa. Älykkäät sovellukset antavat mahdollisuuden tehdä rakennustyöt

entistä nopeampaa, suunnitellusti ja oikea-aikaisesti kerralla oikein. Mallintamisen mukana tulevaa rahallista hyötyä on vaikea arvioida, koska siitä hyötyy ihan jokainen hankkeessa mukana oleva. Ajatukset ovatkin menneet enemmän siihen suuntaan, että ilman mallintamista monimutkaisia projekteja ei voisi edes tehdä. On selvää, että 2d-tasokuvista ei kaikkia ristiriitaisuuksia voi nähdä. Tämä tarkoittaa työmaalla tuotannon keskeytyksiä ja ongelmien selvittelyä. Älykkäiden sovellusten käyttö on mahdollistanut rakennusalan suurimman tuottavuusloikan vuosikymmeniin. Seuraava lienee tuotesavalmistus ja projektien tekeminen mahdollisimman valmiiksi jossain muualla kuin rakennustyömaalla. Mallintamisen eri ohjelmistoja on käytetty Hiukkavaaran monitoimitalon projektissa erittäin paljon ja hyödyt ovat selvät.

9. Puhtaus

P1- rakentamisessa mitään talotekniikan asennuksia ei aloiteta, ennen kuin alue, jolla työskennellään, on täysin pölytön ja tarkastettu. P1-rakentaminen mahdollistaa puhtaissa olosuhteissa rakentamisen. Väitän, että tämä tuo mukanaan parannuksia laatuun ja tehoa aikatauluun. Puhdasta rakentamista voi tehdä myös ennen P1-vaihetta, jo maanrakennus ja perustusvaiheesta lähtien. Maakasojen paikat on suunniteltu ja perustuspuutavara kierrätetään ja varastoidaan oikeisiin paikkoihin odottamaan seuraavaa siirtoa. Periaate puhtaassa rakentamisessa on se, että työn tullessa valmiiksi jossain osakohteessa, työpiste jätetään niin puhtaaksi kuin se oli sinne mennessä. Runkovaiheessa tämä on hieman haastavaa. Puutavaraa tuntuu jäävän väkisinkin vääriin paikkoihin, ja siitä joutuu muistuttamaan alituisen. Sisävaiheessa haasteita riittää myös ja projektin täysin puhtaana pitäminen vaatiikin päivittäisiä ponnisteluja. Mutta tässä asiassa valoa näkyy kyllä tunnelin päässä, sillä monet urakoitsijat ovat oppineet ja tottuneet pitämään jopa imu-reita mukanaan, eikä imurointia jätetä siivoojille. Lisäksi kaikki projektissa mukana olleet ovat huomanneet, että puhtaissa ja pölyttömissä olosuhteissa rakentaminen onkin huomattavasti miellyttävämpää.

10. Oppiminen ja kunnioitus

Rakentaminen on siitä palkitsevaa, että lähes päivittäin tulee uusia asioita eteen. Kuten mainitsinkin, hankkeet ovat aina erilaisia, vaikka tehtäisiin samoilla suunnitelmillä. Henkilöstö voi vaihtua ja olosuhteet voivat muuttua. Jatkuva oppiminen ja toisen työn kunnioitus ovat tärkeitä periaatteita kohti Lean- ajattelua. On tärkeää pitää mieli avoimena ja kuunnella kaikkia osapuolia ennen päätösten tekoa. Monesti se vain on niin, että paras käsitys omasta erityisalastaan on itse

urakoitsijalla tai jopa tekijällä. Loppujen lopuksi Lean- ajattelu on asennekysymys. Täytyy olla halua tehdä parempaa tulosta ja laatua. Leania tehdään kuitenkin jo paljon monissa projekteissa, mutta tiedostamattomasti.

5 HANKKEEN KUVAUS

5.1 Historia

Liikelaitos Oulun Tilakeskus järjestää Hiukkavaaran monitoimitalon kilpailullisena neuvottelumenettelynä ja toteutusmuotona IntegroituProjektiToimitus, Oulun kaupungin hallituksen päätöksen mukaisesti. Hankintailmoituksessa asetettiin vaativat tavoitteet erityisesti pääsuunnittelijalle ja varahenkilölle. Kolme valittua ryhmittymää tuottaa oman ratkaisuehdotuksen, lisäksi arvioidaan ryhmittymän kyvykkyyttä yhteistyöhön, innovointiin sekä arvoa rahalle ajatteluun. (Oulun tilakeskus 2015, 3.)

Hiukkavaara on Oulun kaupungin merkittävin tulevaisuuden rakentamisen ja investointien kohde. Hiukkavaarasta rakentuu jatkossa yhteensä noin 1500 hehtaarin kokoinen ja n. 20 000 asukkaan alue, joka toimii laajemminkin koillisten kaupunginosien n. 40 000 asukkaan aluekeskuksena. Monitoimitalo on Hiukkavaaran keskuksen rakentamisen alkuvaiheen tärkein julkinen rakennus, joka on asemakaavassa sijoitettu Hiukkavaaran keskuksen kaupunkirakenteeseen keskeisesti ja rajaamaan keskeisiä kaupunkitiloja. Tämän johdosta monitoimitalon kaupunkikuvalliseen ja arkkitehtoniseen kokonaisuuteen kohdistuu tavanomaista suurempia odotuksia. (Oulun tilakeskus 2015, 3.)

Hiukkavaaran monitoimitalon uudisrakennuksen hankesuunnitelma on valmistunut 30.9.2012 ja hankesuunnitelman tarkistus 31.12.2013. Kaupunginhallitus hyväksyi hankesuunnitelman tarkistuksen 31.3.2014 § 139. Uuteen monitoimitaloon tulee tilat päiväkodille, yhtenäiselle noin 700 oppilaan peruskoululle (luokat 1-9), koululaisten aamu- ja iltapäivätoiminnalle, nuorisotoiminnalle ja liikunnalle. Monitoimitalon hankesuunnitelman mukainen laajuus on 8116 hym² ja 11470 brm². Lisäksi monitoimitalon läheisyyteen vieriselle tontille toteutetaan erillisenä liikuntapalvelujen hankkeena ulkoliikuntakenttiä, jotka palvelevat sekä koulua että alueen asukkaita. (Oulun tilakeskus 2015, 3.)

Alla on luettelo tärkeimmistä tilaajan asettamista tavoitteista Hiukkavaaran monitoimitalon suunnittelulle ja sen toteuttamiselle:

- Hiukkavaaran keskuksen identiteettiä vahvistava rakennus
- Vähintäänkin budjettiraamissa toteutettava
- Valmis tarpeeseen (aikataulullisesti)
- Luodaan edellytykset monitoimitalon ja sen eri käyttäjätahojen toiminnallisten tavoitteiden toteutumiseksi, esim. uudet oppimiskäsitykset (käyttäjävuo-rovaikutus)
- Terve, monikäyttöinen ja monitoiminen rakennus
- Alueen kehittyessä joustavuus muutoksiin
- Kehittää sekä omaa että palveluntuottajien osaamista aitoon yhdessä tekemiseen (Oulun tilakeskus 2015, 3.)

Monitoimitalon tiloissa tulee huomioida kuntalaisten eri tapahtumien yhteiskäyttöominaisuudet ja luoda puitteet toiminnalle myös iltaisin ja viikonloppuisin. Lisäksi monitoimitalon välittömään läheisyyteen rakentuu tulevaisuudessa ulkoliikuntakenttiä huoltotilo-

neen, jotka palvelevat sekä monitoimitalon käyttäjiä että alueen muita asukkaita. (Oulun tilakeskus 2015, 3.)

Monitoimitalon tontti on osoitettu julkisten rakennusten korttelialueeksi (Y), jonka kokonaisrakennusoikeus on 18 000 kem². Monitoimitalo on mahdollista rakentaa yksi- tai jopa neljäkerroksisena. Länsipuolelta monitoimitalo on rakennettava tontin rajaan kiinni. Tontin koko on noin 3,7 ha, jolla on riittävästi tilaa lumenkäsittelyyn, varastointiin, laajennukselle sekä hulevesien viivytykseen/imeytykseen. Korttelialueelle sijoitetaan n. 120 autopaikkaa (1ap/150m²). Monitoimitalon tontille ajoneuvoliikenteen yhteys on tontin eteläreunasta Tahtimarssilta. Monitoimitalon itäpuolella on laajat urheilukentät, urheilutiloille varatut tontit ja ulkoilualueet sekä monitoimitalon länsipuolelle tulee keskusleikkipuisto. Joukkoliikenteen pysäkit sijaitsevat Paraatikadun (hidaskatu) ja Hiukkavaaran kadun varrella. (Oulun tilakeskus 2015, 3.)

Hiukkavaaran keskus on elämysten kaavan pilottialue, joka toteuttaa Oulun kaupungin kaupunkikulttuurin toimenpideohjelman. Hiukkavaaran aluekeskus on valon kaupunginosa, jossa erityisesti valaistuksen elämyksellisyyteen muun taiteen lisäksi tulee kiinnittää erityisesti huomiota. Aluekeskuksen valaistuksella luodaan miellyttävää ja turvallista jalankulkuympäristöä sekä tuetaan alueen identiteettiä. Tätä tavoitetta voidaan tukea korostamalla keskuksen tärkeimpiä palvelurakennuksia julkisivuvalaistuksella. Hankkeen rakennuskustannusten kattohinta on 20 500 000 € (ALV 0 %), ehdokkaiden tulee sitoutua ratkaisuehdotuksen toteuttamisessa kattohinnan alittamiseen. Taidehankinnat ja irtaimisto eivät sisälly kattohintaan. (Oulun tilakeskus 2015, 3.)



5.2 Rakennetekniset mitoitusohjeet

Rakennuksen runkorakenteiden valmistus ja suunnittelu kuuluvat pääosin A - vaatiluokkaan. Suurien yleisötilojen, kuten juhlasalin ja auditorioiden kattorakenteet kuuluvat AA-luokkaan. Perustuksien ja runkorakenteiden mitoitusikä on 100 vuotta sekä vaipan ja muiden rakennusosien 50 vuotta (By50 / 2004). Rakennus on 2-4-kerroksinen. Rakennuksen paloluokka on P1 ja palokuormaryhmä pääosin alle 600 MJ/m². Kantavat runkorakenteet mitoitetaan palonkestoltaan R60-luokkaisiksi ja valmistetaan palamattomista rakennusosista. (Siika-Aho 2014, 2-5.)

5.3 Perustukset ja alapohja

Alustavien pohjatutkimusten mukaan tontin pohjamaa on pääosin pohjareenin päälle kerrostuneita tiiviitä hiekkakerroksia. Tontin lounaisnurkalta alkaa alue, jossa on 2...3 metrin vahvuinen silttikerros, joka ulottuu enimmillään n. 6 metrin syvyyteen. Suunniteltu rakennusalue on pääosin tiiviin, kantavan pohjamaan alueella. Alustavissa kairauksissa on havaittu rakennusalueelta myös pehmeitä silttikerroksia alle 3 metrin syvyydeltä maanpinnasta. Havaintojen mukaan pohjavesi on lähellä maanpintaa. (Siika-Aho 2014, 2-5.)

Rakennusalueella maanpinnat muotoillaan seinälinjoilla rakennuksesta pois päin viettäväksi. Piha-alueet varustetaan sadevesikaivoilla ja kaikki kattovedet ohjataan rännikaivoihin. Rakennuksen lattiatasot sijoitetaan kosteusteknisen toiminnan kannalta riittävän korkealle ulkopuoliseen maanpintaan nähden. Rakennukset salaojitetaan ulkoseinälinjoilta ja rakennuksen alta. (Siika-Aho 2014, 2-5.)

Rakennuksen runko ja alapohja perustetaan maanvaraisesti tai massanvaihdon varaan. Alapohja ja välipohjat on mitoitettava rakennuksen monikäyttöisyyden varmistamiseksi vähintään 5 kN/m² hyötykuormalle ja 20 kN pistekuormalle. IV-konehuoneet on mitoitettava 5kN/m² hyötykuormalle. Muiden hyötykuormien osalta huomioidaan normien vaatimukset. Maanvaraisen alapohjan alla oleva talotekniikka on toteutettava helposti huollettavaksi. Kaikki alapohjan liittymät ja lävistykset suunnitellaan ja toteutetaan ilmatii- viiksi. Rakennukseen ei tehdä kellaritiloja korkean pohjaveden pinnan vuoksi. (Siika-Aho 2014, 2-5.)

5.4 Rakennuksen runko ja vaippa

Rakennuksen rungon ja vaipan suunnittelussa ja toteutuksessa on huomioitava myöhemmin tehtävät rakennuksen tilojen ja talotekniikan joustavat käytön aikaiset muutokset. Rakennuksen pystyrunko esitetään tehtäväksi teräs- tai betonipilareista muunneltavuuden mahdollistamiseksi. Osa ulkoseinälinjasta voi olla myös kantavaa betoniseiniä. Välipohjapalkistot tulee tehdä matalista teräs- tai jännitetyistä teräsbetonipalkeista. Laatat esitetään tehtäväksi ontelolaatoista, jolloin välipohjien jännevälit voivat olla 7...12 metriä. (Siika-Aho 2014, 2-5.)

Kantavat väliseinät ovat betonirakenteisia. Suunnittelussa tulee huomioida mahdollinen käytön aikainen muunneltavuus ja kantavia väliseiniä sijoitetaan pääasiassa vain porashuoneiden ja hissikuilujen rakenteiksi. Kantavia ulkoseiniä sijoitetaan niille suunnille, johon myöhempi laajentaminen ei ole todennäköistä. Seinät toimivat rakennuksen pystyrakenteita jäykistävinä komponentteina ja niiden rakennuksen käytön aikainen muuttelu on rajallista. (Siika-Aho 2014, 2-5.)

Yläpohjat esitetään tehtäväksi ontelolaattarakenteisina. Liikuntasalien kattorakenteena voidaan käyttää jännitettyjä betonirakenteita tai teräsristikkorakenteita. Vesikaton lumi-kuormituksissa on otettava huomioon katon koon ja muodon lisäkertoimet. Vesikattorakenteet on mitoitettava omapainon, tuuli- ja lumikuorman lisäksi 0,8 kN/m² ripustuskuormituksille. Mahdollisesti ullakkotiloihin sijoitettavien IV-konehuoneiden runkorakenteet ovat vastaavia kuin muutkin väli- ja yläpohjarakenteet. Rakennuksen väestönsuojat ovat S1-luokkaisia teräsbetonisuoja. Seinät ovat 300 mm:n vahvuisia, kattolaatta 400 mm:n ja alapohjat vähintään 150 mm:n vahvuisia. Rakennuksen ilmapuotoluku q50 on oltava $< 0.6 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$, joka on todennettava rakentamisen yhteydessä tehtävin tiiveysmittauksin. Tiiveysvaatimusten saavuttaminen edellyttää oikeita ulkovaipan rakennusratkaisuja sekä huolellista liittymien ja lävistysten suunnittelua ja toteutusta. Rakennuksen vaipan lämmöneristävyyttä määritetään lopullisessa suunnittelussa rakennuksen kokonaisenergiatarkastelun pohjalta. Rakennuksen vaipan lämmöneristävyydet esitetään tässä vaiheessa rakennusmääräysten vertailuarvojen mukaisesti: (Siika-Aho 2014, 2-5.)

- Ulkoseinä 0.17 W/m²K
- Yläpohja 0.09 W/m²K
- Maanvastaiset rakennusosat 0.16 W/m²K
- Ikkunat (koko aukko) 0,80 W/m²K

Vesikatteena ja katon höyrysulkurakenteena on kumibitumikermi. Vesikatteen vesieristysluokka on VE40. Vesikatteen kaltevuus on oltava >1:40 myös jireissä. Vesikatteen alustana voi olla 23 mm:n ponttilaudoitus tai homesuojattu vaneri. Kaikissa rakennuksen vedeneristysratkaisuissa on käytettävä sertifioitua tuotejärjestelmää, jolla on vähintään 10 vuoden takuu. (Siika-Aho 2014, 2-5.)

5.5 Ei-kantavat rakenteet

Ei-kantavat väliseinät ovat muurattuja tai rankarakenteisia. Kaikki märkätilojen seinät toteutetaan tiili-, betoni- tai kevytbetonirakenteisina. Väliseinätyyppien valinnassa huomioidaan RakMk C1:n vaatimukset. Tarkempi tilakohtainen suunnittelu tehdään standardin SFS 5907, ”Rakennusten akustinen luokitus”, luokka C:n mukaisesti. Alakattorakenteiden suunnittelussa ja toteutuksessa on huomioitava samat rakenteita koskevat vaatimukset kuin kantavissa rakenteissa. (Siika-Aho 2014, 2-5.)

Lemminkäinen voitti syksyllä 2014 Oulun tilakeskuksen toteutuskilpailun Hiukkavaaran monitoimitalosta. Lemminkäisen ja yhteistyökumppaneiden ehdottama ratkaisu ”Polku” vakuutti tilaajan joustavuudellaan ja uudenaikaisella näkökulmalla. Hankkeen kehitysvaiheesta tehtiin sopimus keuhalla 2015. Toteutusvaiheen sopimus tehtiin tammikuussa 2016. Kehitysvaihe kesti noin puoli vuotta, jonka jälkeen rakentaminen aloitettiin alkuvuodesta 2016. (Lemminkäinen 2017, viitattu 30.1.2017.)

6 HANKERISKIEN HALLINTASUUNNITELMA

6.1 Suunnittelun tavoitteet

Suunnittelun tavoitteena on korkeatasoinen arkkitehtuuri, monikäyttöisyys, muuntojoustavuus ja uuden oppimisympäristön luominen. Tavoite on myös suunnitella kohde budjettiraamien puitteissa. Riskinä on, että kaikkien osapuolien tavoitteita ei saada toteutettua budjetissa. Tätä pyritään ratkaisemaan yhteistyöllä tehtävällä tietomallipohjaisella suunnittelulla, jossa tuotanto on mukana jo suunnitteluvaiheessa. Suunnittelussa on myös huomioitu henkilömäärähuiput, jotka vaihtelevat käytön mukaan. Riskinä on, että tilat toteutetaan vääränlaisina ja eivät sovellu niille tarkoitettuun työskentelyyn. Ratkaisuna on suunnitella tilojen ja tekniikan osalta yleispäteviä tiloja jotka ovat myös muuntojoustavia. Tiukka budjettiraami on suunnittelulle haaste. Riskinä on, että tiloista tulee liian tehokkaita ja ahtaita. Ratkaisuna on suunnitella kompakti perusratkaisu, jossa liikenne-tiloja voidaan hyödyntää oppilaiden oleskelu- ja oppimistiloina. (Hankeriskien hallintasuunnitelma 2015.)

Mahdollisen laajennuksen tekeminen on myös yksi suunnittelun tavoitteista. Riskinä on, että laajennus haittaa muita toimintoja. Suunnitellaan kohde niin, että laajennuksen tekeminen olisi luonteva jatko nykyiselle monitoimitalolle. Monikäyttöisyys ja joustavuus ovat yksi tärkeimmistä suunnittelun tavoitteista. Riskinä on, että tilat soveltuvat vain tiettyyn toimintaan tai vain keskinkertaisesti moneen käyttötarkoitukseen. Riski ratkaistaan huolellisella ja yleispätevällä suunnittelulla muistaen tilojen pääasiallisen käyttötarkoituksen. Haasteellista on se, että ajatus uudesta ja toiminnallisesta oppimisympäristöstä ei välity suunnittelijoille. Tämä riski voitetaan moniammatillisella yhteistyöllä kehitysvaiheessa ja hyödynnetään kiinteistön käyttäjien ja ylläpidon asiantuntemusta. Tämä koulu toteutetaan niin sanottuna avoimena oppimisympäristönä, jossa väliseiniä ei juuri ole. Tässä on selvä riski, että tiloista tulee liian meluisia ja akustiikan suunnittelu epäonnistuu. Painotetaan huolellista suunnittelua, jossa avoimeen oppimisympäristöön sisältyy useampia rauhallisia osakokonaisuuksia, niin sanottuja pesimäalueita. (Hankeriskien hallintasuunnitelma 2015.)

Arkkitehtonisten riskien toteutumista ei päässyt arvioimaan vielä tämän opinnäytetyön teon aikana. Tilat ovat muuntojoustavia, monikäyttöisiä ja uusia oppimisympäristöjä on luotu suunnittelun pohjalta, tosin oppilaskäytössä niitä ei ole päästy vielä arvioimaan. Suunnittelun tiukka budjetointi on onnistuttu pitämään myös käytännössä. Suurin osa hankinnoista on saatu pysymään tavoitteessa ja jopa alitettu, toki myös ylityksiä on tullut.

6.2 Hankkeen tekniset tavoitteet

Suunnittelu lähtee yleensä aina asiakkaan toiveista. Tavoitteena on, että asiakkaan tarpeet otetaan mahdollisimman hyvin huomioon. Riskinä tämän kokoluokan hankkeissa on, että tieto ei välity asiakkaalta oikeassa muodossa suunnittelijoille, jolloin väärinymmärryksen mahdollisuus kasvaa. Tarpeet voivat myös muuttua suunnittelun aikana, ja näitä tietoja ei saada eteenpäin tarpeeksi aikaisin. Tätä riskiä yritetään kumota pitämällä asiakasrajapinta mukana työpajoissa suunnittelun aikana. Tämä on joka tapauksessa yksi hankalimmista asioista saada onnistumaan, koska monesti asiakkaat eivät tiedä itsekään, mitä kohteeseen haluavat. Puutteellisia lähtötietoja ei pitäisi olla, kun suunnittelu aloitetaan. Monesti unohtuu aikatauluttaa myös lähtötiedot. Tämä on erittäin tärkeää, että suunnittelu pääsee etenemään ilman katkoksia alusta pitäen. Monesti lähtötiedot voivat myös muuttua suunnittelun aikana. Teknisenä tavoitteena on myös olosuhteiden selvittäminen ennen suunnittelun aloittamista. Tämä tarkoittaa lähinnä tarvittavia maaperäselvityksiä ja muita viranomaisten vaatimia selvityksiä. (Hankeriskien hallintasuunnitelma 2015.)

Teknisiä riskejä ei ole toteutunut juuri nimeksikään. Yleistä on, että tämän kokoluokan hankkeissa käyttäjiltä tulee muutostoiveita lopussa, ja yleensä ne tulevat erittäin myöhäisessä vaiheessa. Hiukkavaaran monitoimitalon tapauksessa muutostoiveet on saatu sovittua hyvässä yhteisymmärryksessä käyttäjien kanssa, eikä niistä ole koitunut projektille juuri mitään ylimääräistä harmia. Maaperään liittyviä lähtötietoja on selvitetty perusteellisilla maaperäselvityksillä, niistä tehtiin joitain havaintoja ja maamassoja jouduttiinkin vaihtamaan.

6.3 Rakenteelliset riskit

Rakenteellinen turvallisuus on yksi suurimmista haasteista. Rakenteellista turvallisuutta tarkastellaan yleensä riskiarviolla ja tulokset huomioidaan suunnittelussa. Niin on tehty tässäkin kohteessa. Kokeelliset rakenneratkaisut ovat aina riski rakennusfysiikan kannalta. Tässä kohteessa on

päätetty, että käytetään tunnettuja ja aikaisemmin hyväksi koettuja ratkaisuja. Suunnitelmien ristiriitaisuus aiheuttaa myös rakenteellisen haasteen, jossa eri toimijoiden suunnitelmat eivät toimi yhdessä. Risteämätarkasteluja tehdään eri suunnittelualoista ja eri suunnittelualojen mallit yhdistetään yhdistelmämalliksi, jossa todetaan ristiriidat. Virheelliset tuotteet ovat myös yksi tarkasteltavista riskeistä. Tuotteiden laatua tarkastellaan vastaanottaessa, asentaessa ja lisäksi riittäväillä mallikatselmuksilla. (Hankeriskien hallintasuunnitelma 2015.)

Työmaan kosteudenhallinta on myös rakenteellinen haaste. Tästä kohteesta on erillinen kosteudenhallintasuunnitelma. Lisäksi on erillinen kosteudenhallintakoordinaattori, joka valvoo työmaan kosteudenhallintaa, rakenteiden kuivumista ja työnaikaisia vaurioita. Kosteudenhallintasuunnitelma on laadittu jo työmaan kehitysvaiheessa, jolloin kuivumisajat on voitu ottaa huomioon aikataulua laadittaessa. Mikäli ongelmia ilmenee, niihin puututaan välittömästi ja laaditaan korjaavat toimenpiteet. Akustinen haaste on uudenlainen avoimien oppimistilojen malli. Melua ja hälyääniä tulee varmasti käytön aikana. Tämä edellyttääkin erityisen huomion kiinnittämistä akustiikkaan, jotta saavutetaan miellyttävä ympäristö, jossa puheen erottelukyky on hyvä. Yksityisyys tilojen välillä saavutetaan kalustemaisilla tai muilla muunneltavilla ääniesteillä. (Hankeriskien hallintasuunnitelma 2015.)

Risteämätarkasteluja on tehty tässä kohteessa erityisen paljon. Tietomallikoordinaattori ja suunnittelijat ovatkin poimineet läjäpäin risteämiä pois jo suunnittelupöydällä. Tarkastelut on käyty yhdessä läpi noin kerran kuukaudessa projektikokouksessa. Tämä on helpottanut työmaan toimintoja huomattavasti. On kuitenkin totta, että vaikka suunnittelupöydällä kaikki risteämät poimitaan pois, niin silti toteutukseen jää asioita, joita pitää ratkaista työmaalla. Niin on toteutunut myös tässäkin kohteessa. Kosteudenhallinnan riski kohdistuu yleensä maanvaraisiin betonilaattoihin ja muihin massiivisiin betonirakenteisiin, muun muassa väestönsuojien seiniin ja holveihin. Tässä kohteessa on seurattu betonirakenteiden kuivumista omalla langattomalla järjestelmällä ja lisäksi mitään lattiapinnoitteita ei ole asennettu ennen ulkopuolisen mittaajan ottamaa koepalaa, josta kosteus määritellään ja todetaan riittävän alhaiseksi. Kuivumisajat on otettu huomioon suunnitteluvaiheessa ja niistä näkyy selvästi tietyn alueen valupäivä ja pinnoitusajankohta. Joidenkin alueiden kanssa on ollut haastavaa kuivumisten kanssa, ja niitä onkin jouduttu tehostamaan lattialle asennettavilla lämpölevyillä ja kosteudenerottimilla. Hankkeen kokonaisuakatauluun näillä tehoimilla ei ole ollut vaikutusta. Avointen oppimistilojen akustista riskiä ei ole päästy arvioimaan vielä tässä vaiheessa. Liikuntasalin akustisia ominaisuuksia on havainnoitu jo rakentamisaikana. Hiukkavaaran monitoimitalon liikuntasalin akustiset ominaisuudet ovat erittäin hyvät. Akustoivia

pintoja on sekä katossa että seinissä lähes kauttaaltaan. Liikuntasalin jälkikäyttö-aika on aistinvaraisesti tulkittuna todella lyhyt, vaikka lattian pintamateriaalia ei ole vielä edes asennettu.

6.4 Toteutus

Toteutuksessa noudatetaan Terve talo- kriteereitä.

Terve talo -rakentaminen edellyttää toimenpiteitä kaikissa rakentamisen vaiheissa lähtien tavoitteiden asettelusta hankesuunnittelussa ja päättyen valmiin rakennuksen vastaanottoon ja käyttöön. Kriteerit eivät esitä rakentamiseen liittyviä yleisiä vaatimuksia, vaan täydentävät käytössä olevia yleisiä laatuvaatimuksia ja ns. hyvää rakentamista-paa. Terve talo -kriteerit antavat hyvän työkalun eri rakentamisvaiheissa esiin tulevien asioiden selkeään määrittelyyn ja tavoitteenasetteluun. Rakennuttajan on huolehdittava siitä, että Terve talo -asiat viedään suunnittelun ja rakentamisen asiakirjoihin, erityisesti urakkaohjelmaan ja urakkarajaliitteeseen. Osa kriteereistä ja ohjeista soveltuu viettäviksi teknisiin asiakirjoihin, kuten työselostuksiin ja osa rakennustyön tarkastusasiakirjoihin. (Sisäilmayhdistys 2017, viitattu 15.3.2017.)

Kriteereissä käsitellään rakennuttajan tehtäviä, rakentamisprosessia, rakennussuunnittelua, rakenteiden kosteusteknistä toimivuutta, ilmanvaihtoa ja ilmastointia, lämmitystä sekä valaistusta. Rakennuttaja voi tämän kriteeristön perusteella valita rakennesuunnittelun ja sisäilmaston tasot siten, että kaikki rakentamisen osapuolet tietävät, mitä tämän asetetun tavoitteen saavuttamiseksi tulee tehdä ja miten toimia rakentamisen eri vaiheissa. Kriteereiden ja ohjeiden toteutumista tulee myös seurata ja varmentaa työmaalla valvojen tai asiantuntijoiden toimesta. (Sisäilmayhdistys 2017, viitattu 15.3.2017.)

Riskinä on epäonnistuminen puhtaudenhallinnassa. Riski hoidetaan tarkoilla suunnitelmilla ja ne jalkautetaan työmaalla ja valvotaan ja kontrolloidaan toteutusta säännöllisesti. Puhtaudenhallinnassa käytetään ulkopuolista asiantuntijaa apuna. Toteutuksen kannalta haastavaa ovat materiaaliuudokset ja aliurakkahintojen nousu laskentavaiheesta. Tavoite on, että aliurakat ja hankinnat tehdään riittävän ajoissa, jotta riskiä hinnan korotukseen ei tule. Lisäksi allianssihankeeseen etu on, että materiaaleja voi esittää vaihdettavaksi, jos vaihdolle löytyy riittävät perusteet. Avaintoimittajien laadullinen ja taloudellinen toimintakyky on toteutuksen kannalta aina riski. Tavoite on, että merkittävimpien toimittajien taustat selvitetään hyvin ennen sopimuksen tekoa, jolloin mahdollisiin epäkohtiin voidaan vielä puuttua. Henkilövaihdokset ovat projektin hallinnan kannalta merkittävä riski. Tässä kohteessa avainhenkilöt on sitoutettu muun muassa tuotantopalkkioiden avulla. Kustannusten ylittyminen on jokaisessa projektissa varteen otettava riski. Allianssihankeeseen etu on se, että kustannuslaskennassa voi tiettyjen kustannusten nousuun varautua jo laskentavaihees-

sa. Määrätietojen muutokset laskentavaiheesta toteutusvaiheeseen on riski, jotka toteutuvat jossain määrin lähes aina. Määrälaskentaan onkin tässä panostettu paljon, ja määrät on tarkistettu mallien avulla oikeiksi. Tämä edellyttää, että kehitysvaiheessa on riittävän tarkat suunnitelmat, jolloin massoittelu on mahdollista tehdä tarkasti. Näin ison ja monimuotoisen kohteen aikataulutukseen on perehdyttävä erittäin tarkasti. Allianssihanke mahdollisti tämän ja yleis- ja runkoaikataulu tehtiin hyvissä ajoin ennen hankkeen alkua. Aikataulut on tehty määrälaskentaperusteisesti, jaettuna neljään lohkokoon ja kahteen kerrokseen. Tämän perusteella on laadittu myös hankinta- ja suunnittelu-aikataulu. (Hankeriskien hallintasuunnitelma 2015.)

Tämän kokoluokan hankkeen puhtaudenhallinta on jossain määrin haastavaa. Toimijoita on erittäin paljon ja P1-rakentamisen jalkauttaminen kaikille tasoille on suuri haaste, johon pitää panostaa koko ajan. P1-vaiheen aloituksen jälkeen pölyviä työvaiheita ei ko. tilassa saa enää tehdä, tai jos tehdään, vaatimuksena on eristäminen muista alueista ja kohdepoistolla varustetut työkalut. Pääsääntöisesti tilat ovat pysyneet todella hyvässä kunnossa ja koemmekin olevamme P1-rakentamisessa edelläkävijöitä. Pölyttömyyttä kontrolloi ulkopuolinen mittaja, joka tekee myös toimintakokeita varten teippikokeet ja muun yleisen arvion pölyttömyydestä. Hankinnan riskeistä on toteutunut puuväliovi ja lasiseinäjärjestelmä –toimitukset. Molemmat hankinnat on tehty liian myöhään ja toimittaja ei ole kyennyt toimittamaan tuotteita vaaditussa ajassa. Tämä on aiheuttanut ongelmia työvaiheiden järjestyksessä ja rytmittämisessä, jota onkin pitänyt miettiä uusiksi viivästysten vuoksi. Kuitenkaan kokonaisu-aikatauluun myöhästymisillä ei ole vaikutusta. Myöhästymiset koskevat vain tiettyjä alueita talon sisällä.

7 TIETOMALLINTAMINEN

7.1 Tietomalliohje

Alustava projektin tietomalliohje täydennetään tietomallintamisen aloituskokouksessa (aloituskokouksen muistion pohjalta) osapuolia sitovaksi ohjeeksi, jota yhteisesti sovit- taessa täydennetään ja täsmennetään projektin aikana. (Palosaari 2016, 1-2.)

Päätavoitteet tietomallin käytölle ovat:

- saada tietomalli käyttöön tehokkaasti hankkeen alusta loppuun saakka
- ohjata suunnittelua, kustannuksia sekä aikataulua tietomallin avulla
- virheiden ennakoiminen, välttäminen sekä reagoiminen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa
- tietomallitiedoston (mallin) käytön mahdollistaminen parhaan tietämyksen mukaan elinkaarivaiheessa (Palosaari 2016, 1-2.)

Tietomallin käyttötarkoitukset tässä projektissa ovat:

- suunnittelun ohjaus tietomallin avulla
- eri suunnittelualojen yhteensovittaminen ja suunnitelmien tarkastus
- määrälaskenta ja kustannusarviot hankkeen eri vaiheissa
- käyttäjien osallistaminen ja tilojen visualisointi
- aikataulutusta sekä työsuunnittelu
- turvallisuussuunnittelu
- toteuman seuranta sekä havainnollistaminen sekä suunnittelussa että tuotannossa (Palosaari 2016, 1-2.)

Tietomallilta vaadittu sisällön määrä ja tarkkuus kasvavat projektin edetessä. Tietomal- lien sisältövaatimukset laaditaan suunnittelualakohtaisesti ja lisätään tämän asiakirjan liitteiksi. (Palosaari 2016, 1-2.)

Suunnittelussa käytettävät ohjelmat ja versiot:

- arkkitehtisuunnittelu: Archicad 18
- rakennesuunnittelu: Tekla Structures 21
- LVIA-suunnittelu: Magicad, versio 2015.4
- sähkösuunnittelu: Magicad, versio 2015.4
- geosuunnittelu: Civil, versio 2012
- energiasimuloinnit: Riuska
- akustiikkasuunnittelu
- sisustussuunnittelu
- muu suunnittelu: pihasuunnittelu: Civil versio 2012/2014
- yhdistelmämalli Solibri Model Checker versio 9.7, Solibri Model Viewer.
- projektinjohto ja työmaa:

- EasyBIM
- TAKU & TCM Pro
- Archicad, versio 19
- EasyBIM
- Tekla CM, versio 21
- Solibri Model Checker, versio 9,7
- Solibri Model Viewer
- Tekla BimSight, Tekla Field 3d
- Vico Office tai TCM tuotanto ja TCM planner
(Palosaari 2016, 1-2.)

Jokainen suunnittelija tarkastaa oman mallinsa virheettömyyden sekä mallin ristiriidattoman liittymisen muiden suunnittelualojen malliin ennen mallin siirtoa projektipankkiin ja tietojen toimittamista muille osapuolille. Erityisesti tulee tarkistaa ja korjata sisäiset törmäilyt. Mallien tarkastuksessa noudatetaan YTV2012 osassa 6 laadunvarmistus esitettyjä käytäntöjä. Tietomalliselostus on tallennettava projektipankkiin aina mallin julkaisun yhteydessä. (Palosaari 2016, 1-2.)

7.2 Arkkitehtimalli

Ohjeet arkkitehtimalliin ovat:

3D-malli:

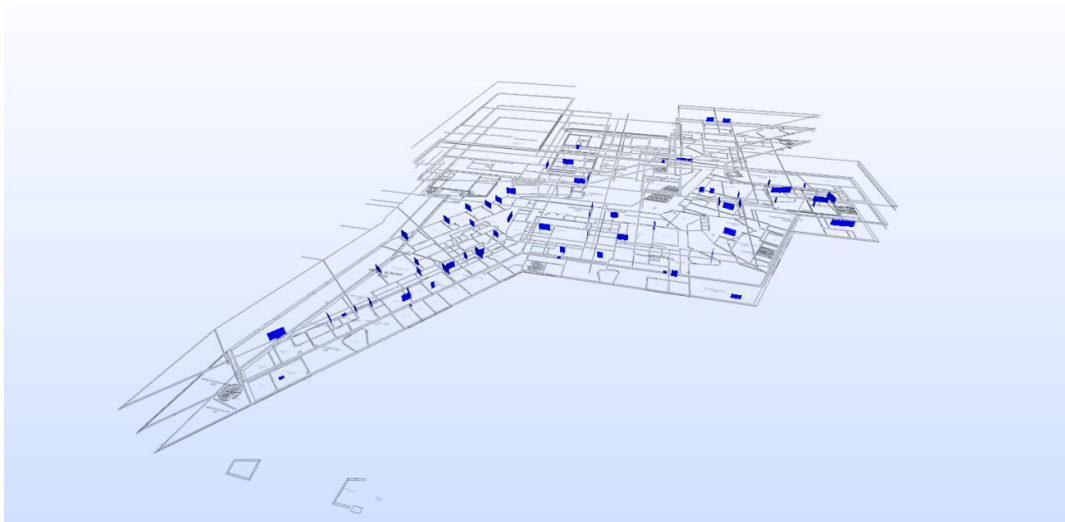
- malli vastaa kantavien rakenteiden osalta rakennesuunnittelijan mallia
 - koordinaatisto ja korkeusasema asetettu oikein
 - mallinnus on suoritettu oikeilla työkaluilla, jotta informaatio muihin ohjelmistoihin siirtyy oikein
 - käytetty projektissa sovittua IFC-versiota
 - ei päällekkäistä, ylimääräistä tai leikkaavia rakenneosia
 - kerrokset määritelty
 - rakenneosien tyyppitunnukset oikein ja yksiselitteiset
 - tilavaraukset tekniikalle tehty
 - tilojen alakattokorkeudet määritelty
 - tilat ja niiden päivittäminen
- (Palosaari 2016, 1-2.)

2D-tasopiirustukset:

- koordinaatisto asetettu oikein
 - ei ylimääräisiä "skitsejä" varsinaisen piirustuksen ulkopuolella
 - kantavien rakenteiden mitat ja sijainnit rakennesuunnittelijan mallin mukaiset
 - piirustuksissa ei ole käytetty 3D-objekteja
 - ylimääräiset referenssit on poistettu ja tarpeelliset liitetty bind-komennolla
 - Purge- ja Audit komennot on suoritettu
 - "zoom extend" komento suoritettu ja työalue todettu asianmukaiseksi
 - UCS ei käytössä
- (Palosaari 2016, 1-2.)

Arkkitehtimallia käytetään Hiukkavaaran monitoimitalon kohteessa erittäin paljon. Tuotantoinisnööri ja muu projektihenkilöstö käyttää mallia päivittäin massoitteeluun, hahmottamiseen ja ristiriitaisuuksien selvittämiseen. Hyöty mallista on kiistaton, visualisointi helpottaa monimutkaistenkin rakenteiden omaksumista. Lähes kaikki massoitus ja yhteensovittaminen käydään läpi arkkitehtimallin avulla. Massoittelu on erittäin tarkka, eikä tarkistuksia 2D-kuvista enää tarvita. Tässä kohteessa on mallinnettu lähes kaikki rakennusosat. Mallia käytetään myös havainnollistamiseen todella paljon, päivittäin. Kohteessa on monia haastavia yksityiskohtia, joiden työjärjestyksen päättäminen on helpompaa tehdä mallin avulla.

Seuraavassa kuvassa on arkkitehtimallista esitetty pelkät ilmoitustaulut, jotka näkyvät sinisellä. Havainnollisuuden lisäämiseksi on esitetty ääriviivat kerrostasoista, jotta asentaja saa käsityksen millä alueilla taulut sijaitsevat.



KUVA 5. Ilmoitustaulujen sijainti arkkitehtimallissa (Södö 2015.)

Seuraavassa taulukossa on ote listauksesta samoista ilmoitustauluista. Arkkitehtimallista saadaan massoiteltua tyypit, kokoluokat, lukumäärät ja sijainnit. Vastaavien tietojen hakeminen 2D-kuvista ja selaamalla kaikkia huoneselosteita läpi veisi todella paljon enemmän aikaa verrattuna arkkitehtimallista massoitteeluun. Työteho onkin aivan toista luokkaa nykyaikaisilla ohjelmistoilla ja

pätevä tuotantoinsinööri saa tuotettua todella paljon informaatiota lyhyessä ajassa. Esimerkiksi tämän listauksen tekoon kuvakaappauksineen menee muutamia minutteja.

Tyyppi	Lukumäärä	Suurin pituus	Suurin korkeus	Sisältyminen
ilmoitustaulu	12	2,00	1,20	(ARK) Tila.2.37 : Hk työ- ja taukot.[2130]
				(ARK) Tila.2.64 : Tsto/ Sihteeri[2122]
				(ARK) Tila.2.36 : Pienryhmätila[2111]
				(ARK) Tila.2.110 : Tsto/ Johtajat[2121]
				(ARK) Tila.2.29 : Puheterapia[2110]
				(ARK) Tila.2.55 : Kuraattori[2105]
				(ARK) Tila.2.39 : Opo[2109]
				(ARK) Tila.1.171 : Leikki- ja lepo. Pk B[1112]
				(ARK) Tila.2.113 : Eriyttämistila 1, 3-4lk[2214]
				(ARK) Tila.2.116 : Psykologi[2104]
				(ARK) Tila.2.84 : Kouluterveydenhoitaja[2108]
				(ARK) Tila.2.99 : Koululääkäri[2106]
ilmoitustaulu	8	2,50	1,20	(ARK) Tila.1.91 : Pienryhmätila 2[1210]
				(ARK) Tila.1.144 : Pienryhmätila 1[1205]
				(ARK) Tila.1.26 : Eriyttämistila 2, 1-2lk[1217]
				(ARK) Tila.2.102 : Oppilaskunta[2511]
				(ARK) Tila.2.3 : Kotit. Ryhmätyö[2510]
				(ARK) Tila.1.141 : Ryhmäopetustila 1-2lk[1216]
				(ARK) Tila.1.38 : Monitoimitila 1[1206]
				(ARK) Tila.1.82 : Monitoimitila 2[1211]
ilmoitustaulu	5	0,80	1,35	(ARK) Tila.1.15 : Ryhmä- ja ruok.h. Pk B[1111]
				(ARK) Tila.1.34 : Ryhmä- ja ruok.h. Pk E[1141]
				(ARK) Tila.1.170 : Ryhmä- ja ruok.h. Pk C[1117]
				(ARK) Tila.1.69 : Ryhmä- ja ruok.h. Pk F[1145]
				(ARK) Tila.1.50 : Ryhmä- ja ruok.h. Pk D[1124]
ilmoitustaulu	5	0,90	1,20	(ARK) Tila.1.15 : Ryhmä- ja ruok.h. Pk B[1111]
				(ARK) Tila.1.129 : Eteinen Pk B[1109]
				(ARK) Tila.1.98 : Eteinen Pk A[1102]

KUVA 6. Ilmoitustaulujen massoitteilu arkkitehtimallissa (Södö 2015.)

7.3 Rakennemalli

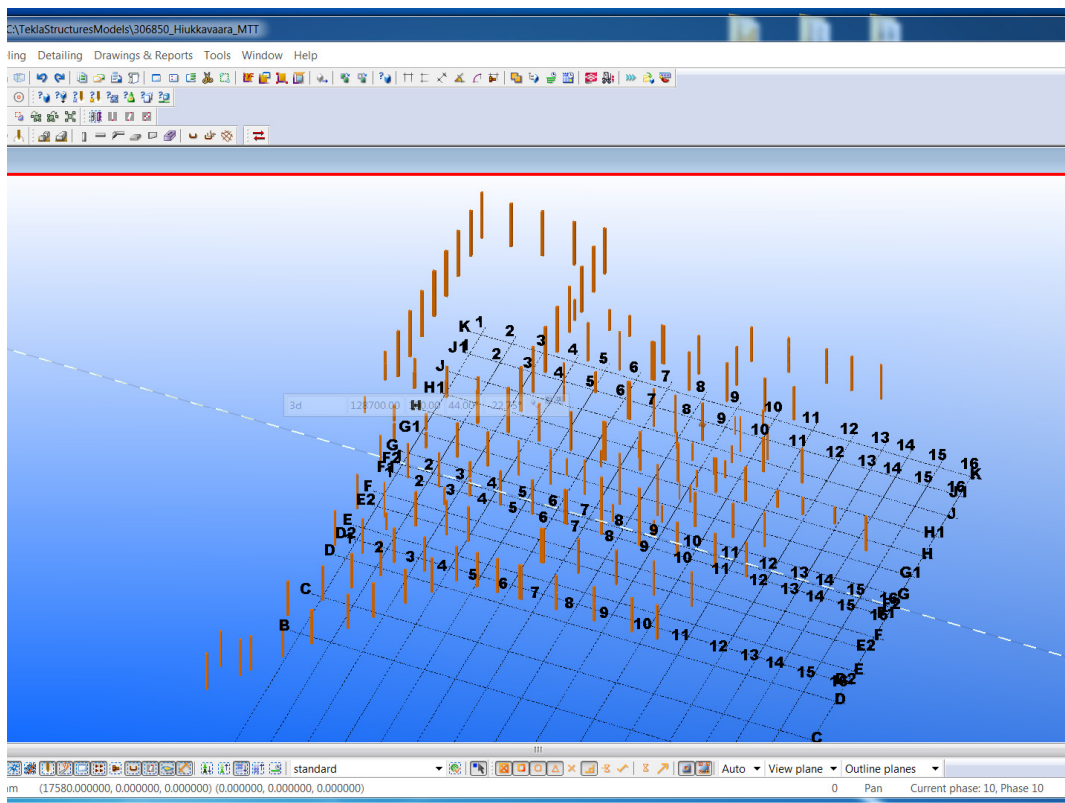
Ohjeet rakennemalliin ovat:

- koordinaatisto asetettu oikein ja merkitty sovitulla tavalla
- mallinnus suoritettu oikeilla työkaluilla (perustus, palkki, laatta,...), tai varmistettu muuten, että objektin tyyppitieto siirtyy IFC- malliin oikein
- käytetty sovitua IFC- versiota
- sopimuksenmukaiset rakenteet on mallinnettu tässä dokumentissa esitetyn tarkkuustason mukaan
- mallissa ei ole ylimääräisiä rakennusosia (ei leijuvia kappaleita)
- mallissa ei ole toisiaan leikkaavia rakennosia tai päällekkäisiä objekteja
- varaukset kantaviin rakenteisiin tehdään suunnitteluvaiheiden mukaan

- kantavat rakenteet ovat päällekkäin eri kerroksissa
- malli vastaa arkkitehdin suunnitelmia
- kantavat rakenteet liittyvät toisiinsa
(Palosaari 2016, 1-2.)

Teklan rakennemallia käytetään ensimmäisen kerran runkoaikataulua tehdessä. Mallista otetaan kaikkien rakenneosien määrät ulos, jotka lisätään aikatauluun tehojen määrittämiseksi varten. Rakennemallista näkee myös erittäin paljon työjärjestykseen liittyviä asioita, joita ei tasokuvista näe. Runkotöiden aikana mallia käytetään päivittäin todella paljon. Tässä kohteessa myös betonielementtien toimittaja käyttää Teklan ohjelmistoa. Näin betonielementtien tilaaminen ja päivittäinen kanssakäyminen on helpompaa, kun kaikki osapuolet tietävät, mistä betonielementeistä tarkalleen aina keskustellaan.

Seuraavassa kuvassa on ote Teklan rakennemallista, jossa näkyvät kaikki betonipilarit. Kuvaa voi tietenkin zoomata ja tarkastella jopa detaljitasolla liittyviä rakenteita.



KUVA 7. Pilarelementtien sijainnit rakennemallissa (Södö 2015.)

Teklan rakennemallista saadaan ulos kaikki oleellinen tieto, mitä runkotöiden tekemiseen vaaditaan: nimi, materiaali lujuusluokkineen, profiilin mitat, korkeus, pituus, leveys, paino, kuutiotilavuus ja määrät. Sijainti löytyy myös tarkasti, jos sen haluaa tässä esittää. Tässä otteessa on näkyvillä vain osa kohteen betonipilareista. Teklan rakennemallin käyttö on myös todella tehokasta, ei pelkästään hankintoja varten vaan myös aikataulutusta ja yhteensovittamista varten. Tämänkin otteen tekemiseen menee aikaa vain muutamia minuutteja.

Object Browser

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Name	Material Type	Material	Profile	Height / mm	Length / mm	Width / mm	Weight / t	Volume / m3	Quantity
4										
5	PILARI	CONCRETE	C40/50	480*480	480	11 040	480	6,359	2,5	1
6	PILARI	CONCRETE	C40/50	380*380	680	9 340	980	3,75	1,5	1
7	PILARI	CONCRETE	C40/50	380*380	380	4 050	380	1,462	0,6	1
8	PILARI	CONCRETE	C40/50	380*380	380	3 760	380	1,357	0,5	1
9	PILARI	CONCRETE	C40/50	380*380	380	3 760	380	1,357	0,5	1
10	PILARI	CONCRETE	C40/50	380*380	380	9 340	380	3,372	1,3	1
11	PILARI	CONCRETE	C40/50	380*380	380	8 340	380	3,011	1,2	1
12	PILARI	CONCRETE	C40/50	380*380	380	8 340	380	3,011	1,2	1
13	PILARI	CONCRETE	C40/50	380*380	380	8 340	380	3,011	1,2	1
14	PILARI	CONCRETE	C40/50	380*380	380	8 340	380	3,011	1,2	1
15	PILARI	CONCRETE	C40/50	380*380	380	8 340	380	3,011	1,2	1
16	PILARI	CONCRETE	C40/50	380*380	380	8 340	380	3,011	1,2	1
17	PILARI	CONCRETE	C40/50	380*380	380	8 340	380	3,011	1,2	1
18	PILARI	CONCRETE	C40/50	380*380	380	8 340	380	3,011	1,2	1
19	PILARI	CONCRETE	C40/50	380*380	380	8 340	380	3,011	1,2	1
20	PILARI	CONCRETE	C40/50	380*380	380	8 340	380	3,011	1,2	1
21	PILARI	CONCRETE	C40/50	380*380	380	8 340	380	3,011	1,2	1
22	PILARI	CONCRETE	C40/50	380*380	380	8 340	380	3,011	1,2	1
23	PILARI	CONCRETE	C40/50	380*380	380	8 340	380	3,011	1,2	1
24	PILARI	CONCRETE	C40/50	380*380	380	5 030	380	1,816	0,7	1
25	PILARI	CONCRETE	C40/50	480*480	480	11 040	480	6,359	2,5	1
26	PILARI	CONCRETE	C40/50	480*580	480	11 040	580	7,684	3,1	1
27	PILARI	CONCRETE	C40/50	480*580	480	11 040	580	7,684	3,1	1
28	PILARI	CONCRETE	C40/50	480*580	480	11 040	580	7,684	3,1	1
29	PILARI	CONCRETE	C40/50	480*480	480	6 770	480	2,979	1,2	1
30	PILARI	CONCRETE	C40/50	480*580	480	11 040	580	7,684	3,1	1
31	PILARI	CONCRETE	C40/50	480*580	480	11 040	580	7,684	3,1	1
32	PILARI	CONCRETE	C40/50	480*480	480	11 040	480	6,359	2,5	1
33										
34										
35	Total									
36						238 790		112,733	44,9	28

KUVA 8. Pilarelementtien määrät Teklassa (Södö 2015.)

7.4 LVIS-malli

Ohjeet LVIS- malliin ovat:

- koordinaatisto oikein ja merkitty sovitulla tavalla
- käytetty sovittua IFC-versiota
- kustakin IV-koneesta oma osamalli (mallista on nähtävissä selvästi kunkin koneen vaikutusalue)
- sopimuksen mukaiset järjestelmät on mallinnettu suunnittelualakohtaisen tarkkuustason mukaan
- mallissa ei ole ylimääräisiä objekteja
- törmäykset on tarkastettu
- kaadot on mallinnettu
- järjestelmä on arkkitehdin salliman tilavarauksen sisällä
- arkkitehdin viitetiedostoja ei ole liitetty kiinteästi malliin
- LVI-suunnittelijan tulee tarkistaa törmäilyt sähkösuunnittelijan kanssa ja sopia siirroista / muutoksista
- sähköjärjestelmä on jaettu tässä dokumentissa kuvatulla tavalla osamalleiksi ja mallit nimetty oikein (Palosaari 2016, 1-2.)

Yhdistetyn mallin tarkastaa projektin tietomallikoordinaattori, joka ohjeistaa muita suunnittelijoita mahdollisten ongelmien ilmetessä. Tietomallikoordinaattorin virheraportin pohjalta kukin suunnittelija suorittaa tarvittavat korjaukset ja tarkistus suoritetaan uudestaan, kunnes havaitut virheet on saatu poistetuksi. Kukin suunnittelija vastaa oman suunnittelualansa mallin virheiden korjaamisesta. (Palosaari 2016, 1-2.)

Yhdistelmämalli

Suunnitelmien yhteensovittamista ja Lemminkäisen käyttöä varten mallit yhdistetään Solibri Model Checker –ohjelmalla. (SMC). Projektissa käytetään versiota SMC 9.7. Kommentoinnissa käytetään BCF versiota 2.0. Ennen yhdistämistä suunnittelijat tarkistavat omat mallinsa (oikeellisuus ja ajan tasalla olo). TATE-pääsuunnittelija yhdistää eri talotekniset mallit ja tarkastaa niiden yhteensopivuuden ja korjaa / korjauttaa TATE-yhdistelmämallin törmäilyt ennen kaikkien mallien yhdistämistä. Suunnittelijat tallentavat yhdistelmämallia varten omat tarkistetut mallinsa IFC 2X3-tiedostomuodossa projektipankkiin. Tietomallikoordinaattori varmistaa, että mallit ovat keskenään ajan tasalla ja tarkistaa ne visuaalisesti ennen yhdistämistä, yhdistää mallit ja tallentaa yhdistelmämallin projektipankkiin SMC-ohjelman käyttämään tiedostomuotoon. Tietomallikoordinaattori tarkistaa yhdistelmämallin ohjelman säännöstöjä käyttäen ja laatii törmäyksistä ja virheistä raportin. (Palosaari 2016, 1-2.)

Tietomallikoordinaattori ja pääsuunnittelija tarkistavat sovittavan työjaon mukaisesti yhdistelmämallista suunnitelmien yhteensopivuuden käymällä silmämääräisesti, sekä SMC-ohjelman säännöstöjä käyttäen laaditun raportin suunnittelualojen törmäyksistä. Pääsuunnittelija korjauttaa törmäykset ko. suunnittelijoilla. Säännöstöt sovitaan yhdessä. Tietomallikoordinaattori tekee rakennusosaluettelot. Yhdistelmämallin avulla käydään suunnitelmia niin kauan läpi, että kaikki tuotantoa haittaavat törmäykset on korjat-

tu. Natiivimalleja muunnettaessa IFC- muotoon on määriteltävä oikeat asetukset, jotta IFC- mallia voidaan hyödyntää eri käyttötarkoituksiin. IFC- muotoja käytetään mallin katseluohjelmissa, TATE-analyysiohjelmassa sekä yhdistettäessä eri suunnittelualojen malleja yhdistelmämalliksi. (Palosaari 2016, 1-2.)

IFC-käännössä on vaihtoehtoina eri IFC-kääntäjiä. IFC-käännössä yleinen kääntäjä – moduuli on osoittautunut toimivaksi vaihtoehdoksi. Malleista on rakennusosaluokkakohdaisesti määritettävä, mitkä osat siirretään IFC- muotoon (esim. voidaan määrittää, halutaanko kalusteet siirtää IFC-muotoon vai ei). Esim. kalusteiden koko kasvattaa mallin kokoa joskus merkittävästi. Kalusteobjekteista tehdään erillinen malli. Tietomallikoordinaattori tarkastaa, että eri suunnittelualojen mallit on muunnettu oikein ennen niiden yhdistämistä. (Palosaari 2016, 1-2.)

Toistaiseksi ei ole olemassa virallista IFC- kääntöohjetta. Ohjeen luomiseksi on ensin määritettävä, mitä IFC-mallin erikoispiirteitä sen eri käyttötarkoitukset edellyttävät. Yhdistelmämallin tietosisällöstä pitää sopia osapuolten välillä. IFC-mallin simulointiohjelmiin noudatetaan ohjelmakohtaista ohjeistusta tietomallien osalta. Työmaa ja aliurakoitsijat voivat käyttää IFC-tiedostoja myös Tekla Field#d tai TeklaBIM Sight- ohjelmalla. Tämän voi tehdä jokainen halukas osapuoli omaan käyttöön, kun tarvittavat tiedostot (IFC:t) ovat saatavissa projektipankissa tai Teklan palvelimella (Tekla Field3D). (Palosaari 2016, 1-2.)

8 INNOVAATIOT

Hiukkavaaran monitoimitalon kehitysvaiheessa on määritelty innovaatiopisteitä rakennuttajan, käyttäjän, suunnittelijoiden ja rakentajan puolelta. Ensimmäinen innovaatio on monitoiminen aula. Aulan kautta tapahtuu kulku kaikkiin tiloihin ja aulaan sijaitsee myös lounasruokala, johon ruoan jakelu tapahtuu jakelukeittiön kautta, joka on myös aulaan integroitu. Kaikki hankkeen osapuolet arvostivat monitoimisen aulan kaikista tärkeimmäksi innovaatioksi yhdessä huoltopihan siirron kanssa. Monitoiminen aula on hieno oivallus, sillä se poistaa hukkatilaa ja pitkiä käytäviä ei tule. Tämäntapaisessa ympäristössä myös opettajien on helpompi havainnoida tapahtumia. Huoltopiha on siirretty pääsisäänkäyntien yhteydestä rakennuksen taakse, johon on helpompi tavarantoinnittajien viedä turvallisesti tavaraa. Tämä on myös tärkeää, sillä turvallisuus tulee aina ensimmäisenä.

Taidevalaistuksen rakentamista ja kotitalousluokkaan integroitua aulaa arvostetaan paljon. Pääsisäänkäynnin yhteyteen tulee valoilla rakennettu taideteos, joka tulee olemaan kohteen merkittävä yksityiskohta jonka ohi ei voi kävellä huomaamatta sitä. Kotitalousluokka on integroitu aulaan toisessa kerroksessa. Kotitalousluokan ja aulan väliin tulee korkea puulasiseinäjärjestelmä, joista näkee halutessaan läpi ja jotka tuovat avoimuuden tuntua tiloihin. Avoimen oppimistilan sisustuksen muunneltavuus on myös yksi innovaatioista. Hiukkavaaran monitoimitalo on uudenlainen oppimisympäristö, jossa perinteisiä luokkatiloja ei juuri ole, vaan tilat ovat avoimia oppimisympäristöjä, joissa akustiikka on hoidettu erilaisin ratkaisuin. Kohteessa on käytetty paljon tilaa jakavia verhoja ja siirreltäviä irtokalusteita. Itse pidän tätä innovaatioita yhtenä tärkeimmistä, sillä on selvää, että tilat pitää rakentaa niin, että tilamuutokset on helppo toteuttaa myöhemmin. Monesti huomataan vasta käyttövaiheessa asioita ja kehitysehdotuksia, joita ei enää voi toteuttaa perinteisessä oppimisympäristössä. Avoin oppimisympäristö antaa muutoksille huomattavasti enemmän mahdollisuuksia.

Yksi Hiukkavaaran oppimissoluista toimii ennen vastaanottoa mallioppimistilana, jota testataan oppilailla oikeassa oppimistilanteessa. Tilaan tehdään useita akustisia mittauksia kaksipäiväisen koejakson aikana. Mittaukset kohdistuvat enimmäkseen akustiikkaan ja huonetilojen toimivuuteen, mutta myös irtokalusteiden toimivuuteen kussakin oppimistilanteessa. Ennakkomittauksia suunnittelijat arvostavat enemmän kuin tilaaja. Tämä selittyy osaltaan sillä, että suunnittelijat haluavat todella tietää, miten suunnittelu ja käytäntö kohtaavat oikeassa oppimistilanteessa. Talo-

tekniikan siirtäminen lähes kokonaan lämpimän vaipan sisälle on rakenteellinen innovaatio. Alun perin ilmanvaihtokanavisto oli suunniteltu yläpohjaan, mutta se siirrettiin sisäpuolelle, tarkemmin alakattojen yläpuolelle. Tällä minimoidaan hankalat työvaiheet vesikattorakenteiden seassa, ja myös kanavisto on rakenteellisesti paremmassa paikassa lämpimän puolella. Tällä myös minimoidaan vesikaton läpimenevät hormit, joita on lisäksi yhdistelty. Tämä on mielestäni rakenteellisesti ajateltuna tärkein innovaatio.

KAS-vaihetta, eli kehitysvaiheen suunnittelujaksoa pidetään sellaisenaan yhtenä innovaatioista, jossa käyttäjät ovat mukana kohteen suunnittelussa yhdessä rakentajien kanssa jo alusta alkaen. Tämä mahdollistaa sen, että monitoimitalon tulevat käyttäjät saavat tuoda omia näkemyksiä esille riittävän aikaisessa vaiheessa, jolloin minimoidaan luovutusvaiheen muutokset, joita yleensä tulee kun, käyttäjät tulevat mukaan liian myöhään. Tässäkään kohteessa käyttäjien muutoksilta ei ole vältytty, mutta niitä on tullut erittäin vähän. Jostain syystä suunnittelutoimistot eivät arvosta tätä innovaatiota yhtä paljon kuin tilaaja. Ymmärrän kyllä, että käyttäjien mukaantulo tuo uudenlaisen näkökulman suunnitteluun, jota voi olla vaikea hallita, koska suunnitteluun liittyy hyvin paljon muutakin kuin visuaalista näkökulmaa.

Kehitysvaiheen alussa väestönsuojia piti mitoituksen puolesta olla viisi kappaletta, joista yksi sijaitsi ulkorakennuksessa etäällä muista neljästä suojasta. Kehitysvaiheessa kuitenkin selvisi yhteistyössä paloviranomaisen kanssa, että neljä väestönsuojaa riittää. Yksi väestönsuojista vähennettiin, tietenkin ulkorakennuksesta. Tätä innovaatiota rakentaja pitää tärkeänä verrattuna tilaajaan ja suunnittelijoihin. Tämä selittyy sillä, että rakentajan näkökulmasta yhden väestönsuojan poisjäänti, joka sijaitsee kaukana muista, on sekä taloudellisesti ja aikataulullisesti erittäin hyvä ratkaisu. Väestönsuojan rakentaminen on huomattavasti kalliimpaa kuin perinteisten tilojen rakentaminen.

Luonto ja hulevesien hallinta on yksi innovaatioista. Tässä innovaatiossa Hiukkavaaran monitoimitalon tontille jätetään kohtuullisen paljon luonnonmukaista metsikköä, joka viimeistellään lapsille turvalliseksi. Muun muassa vanhat avo-ojat täytetään louheella, jotta niissä olisi turvallista liikua. Hulevesien hallinta liittyy alueelle rakennettuun hulevesien viivästysaltaaseen, joka kerää huleveden, jos kaupungin hulevesiverkosto ei ehdi poistaa kaikkea vesimassaa. Viivästysallas on todella laaja ja se on täytetty isorakeisella kivilouheella. Tulvatilanteessa se täyttyy ja purkaa vedet viivästämällä eli hitaammin. Hulevesiallas sijaitsee Hiukkavaaran monitoimitalon parkkipaikan alla.

9 ALLIANSSIHANKKEEN AIKATAULUHALLINTA

9.1 Yleisaikataulu

Hiukkavaaran monitoimitalon yleisaikataulu laadittiin syksyllä 2015 ennen hankkeen aloitusta. Aikataulun tekoon käytettiin paljon aikaa ja erilaisia toteutusvaihtoehtoja harkittiin todella tarkkaan. Kohteen runko jaettiin neljään selkeään lohkokon Hossin säännön perusteella, jossa perustustyöt käynnistettiin siitä lohokosta, missä muut urakoitsijat pääsevät nopeimmin töihin. Ensimmäiseen lohkokon kuuluukin sopivasti puolet teknisistä tiloista, joten valinta on luonteva. Yleisaikataulu tehtiin paikka-aikakaaviona, joka pohjautui tarkkaan runkoaikatauluun. Ensin tehdään yleisaikataulu, johon perustuvat kaikki muut aikataulut. Itse ajattelen asiaa niin, että runkoaikataulu kannattaa tehdä ensin mahdollisimman kireäksi mutta toteutuskelpoiseksi. Runkoaikataulun pohjalle on luontevaa laatia muut yleisaikataulun mukana tulevat rakenteet. Tällä tavoin yleisaikataulu on realistinen ja sitä voi seurata, koska runkotyöt tahdistavat koko projektia.

Aikataulujen tekeminen paikka-aikakaavion muotoon on varsinkin isoissa hankkeissa ehdoton edellytys seurattavuuden kannalta. Paikka-aikakaaviosta näkee hyvin tarkasti, millä alueella ja milloin töiden pitäisi alkaa, kauanko niiden pitäisi kestää ja milloin päättyä. Perinteisestä janaaikataulusta näkee kaikki muut paitsi paikan, joka on olennaisen tärkeä osa seurattavuutta. Hiukkavaaran monitoimitalon yleisaikataulu tehtiin yhdessä LVIS-urakoitsijan kanssa, jossa talotekniikan työt otettiin määrineen ja tehoineen mukaan rakennustöiden rinnalle. Näin isossa projektissa talotekniikan osuus on niin merkittävä ja on tärkeää sitouttaa talotekniikan urakoitsija aikatauluun ja paikkajakoon.

Yleisaikataulua seurataan noin kuukauden välein pystyjanalla. LVIS-töiden edettyä sisäpuolella, yleisaikataulun seuraaminen on tullut suhteellisen turhaksi. Ulkopuolen työt ovat yleisaikataulusa, mutta tässä kohteessa niitä päästiin tekemään niin aikaisessa vaiheessa vesikattotöiden jälkeen, että aikataulullisesti niissä ei ollut sellaista painetta, että olisi vaatinut erillistä seurantaa yleisaikatauluun. Yleisaikatauluun on myös käytetty jokaiselle eri urakoitsijalle eri värejä, jotta lukeminen ja tulkitseminen on helpompaa.

9.2 Maanrakennus ja perustusaikataulu

Maanrakennus ja perustusaikataulu laadittiin runkoaikataulun jälkeen sen vuoksi, että runko tahdistaa myös edeltäviä töitä. Runkoaikataulun laadinnan jälkeen oli suhteellisen helppo laatia perustusaikataulu. Perustuksia tekee todella nopeasti, ja ne harvoin alkavat tahdistamaan runkotöitä. Tässä kohteessa perustustyöt etenivät monta viikkoa rungon edellä. Perustustöihin resursoitiin oma työryhmä, joka sai tehdä kohteen kaikki perustukset. On myös tärkeää, että sama ryhmä tekee mahdollisimman paljon samaa työtä eikä vaihdoksia tarvitsisi tehdä. Maanrakennusaikataulu tehtiin perustusaikataulun pohjalta. Maanrakennustöissä työtehojen arviointi onkin hieman haasteellisempaa kuin rakennustöissä. Maanrakennus rytmitti perustuksia lähes koko perustustöiden ajan, sillä valmista mestaa perustustöille ei tule niin nopeasti kuin mitä niitä pystyisi tekemään. Torninosturi kykeni palvelemaan paremmin runkotöitä, eikä ylimääräistä nostokalustoa tarvittu perustustöiden vuoksi juuri lainkaan. Maanrakennustöitä hidasti myös erittäin korkealla ollut pohjaveden pinta. Työmaalla tarvitaan koko ajan salaojien pumppausta. Maanrakennustyöt vaativatkin seurantaa koko ajan, että ei tulisi aikatauluongelmia. Tarkalla ohjauksella ja ajoittain resurssien lisäyksellä myös maanrakennustyöt valmistuivat suunnitellusti.

9.3 Runkoaikataulu

Runkoaikataulu rytmittää koko hanketta kaikista eniten. Rungon valmistuminen määrittää vesikatotöiden aloituksen, joka taas vaikuttaa sisäpuolen töiden aloitukseen oleellisesti. Runko jaettiin samoihin neljään lohkokon kuten yleisaikataulukin, näin meillä oli jo runkotöiden aloitusvaiheessa antaa betonielementtitehtaalle tarkka aikataulu, milloin elementit asennetaan. Tämä helpotti elementtitehtaan resursointia ja toimitukset onnistuivatkin erinomaisesti. Runkoaikataulua kirittiin työn aikana vielä kuukaudella, tämän ansiosta vesikatto saatiin vesitiiviiksi ennen syysateita. Paikka-aikakaaviosta näkee tarkasti, milloin eri alueiden elementit ovat asennuksessa, tätä noudattamalla yllätyksiä ei juuri tule ja runko valmistuu vähintään suunnitellussa aikataulussa. Hiukkavaaran monitoimitalon rungossa on myös paljon paikalla valettuja jäykistäviä seiniä. Resursoimme eri työryhmät paikalla valettuihin seiniin, holveihin ja elementtiasennukseen. Tämän ansiosta aina, kun vain oli mahdollista tehdä asennuksia, niitä myös tehtiin. Rungon aikataulutami-

sessä Teklan tietomalli oli erittäin isossa roolissa. Teklan tietomallin avulla kohde käytiin läpi osa osalta, jolloin myös varmistuttiin siitä, että asennukset voitiin suorittaa suunnitellussa järjestyksessä. Malli paljastikin useita haastavia alueita, joita ei olisi huomannut ilman 3d-visualisointia. Myös määrät saatiin mallin avulla todella nopeasti ja luotettavasti. Mallin käyttö helpottaa todella paljon näinkin monimutkaisen hankkeen kokonaiskuvan hahmottamista. Koko rungon rakentamisen kun käy visualisesti läpi kaikkien kanssa ketkä työhön liittyvät, poistaa se monta ylimääräistä palaveria ja tuumaustaukoa työmaalta.

9.4 Maanvaraiset laatat ja pintalattiat –aikataulu

Maanvaraisista laatoista ja pintalattioista pitää ehdottomasti tehdä erillinen visuaalinen pohjapiirustuksiin alueittain rajattu aikataulu. Toki nämä samat alueet ovat myös sisävalmistusaikataulussa, mutta erillinen aikataulu helpottaa kaikkia näkemään, mitkä alueet pitää tehdä ja mihin ne rajautuvat. Maanvaraisista betonilattioista ja 2. kerroksen pintalattioista tehtiin erilliset aikataulut, nämä käytiin yhdessä läpi valutyökunnan kanssa. Myös lattialämmitysurakoitsija antoi oman näkemyksensä työtehoihin. Alueet suunniteltiin tarkasti liikunta- ja kutistumissaumojen ja työsaumojen mukaan. Pohjakuvaan merkattiin oleellimmat asiat, mitkä tämäntapaiseen aikatauluun kuuluu, eli pinta-ala, laatan paksuus, valupäivä ja jälkihoitoaika. On myös tärkeää vastuuttaa kaikki työvaiheet. Mielestäni on tärkeää, että aina täytyy olla joku henkilö, joka vastaa tietystä asiasta. Näin vältetään niin kutsutut harmaat alueet ja rajapinnat. Koen myös, että henkilökohtaisesti vastuuttamalla työntekijät myös ottavat työstään suuremman vastuun. Valupäivien sovittiin yhteisesti ja niitä seuraamalla kaikki tietävät mitä pitää tehdä, että asiat etenevät suunnitellusti. Lattiavalupäiviä ei juurikaan muunneltu tai siirretty seuraavalle päivälle, pientä vaihtelua toki oli johtuen esimerkiksi sairastumisista, joille ei voi mitään. Se, että valupäivät tiedetään tarkkaan noin kaksi kuukautta etukäteen, helpottaa seuraavien urakoitsijoiden työsuunnittelua huomattavasti.

9.5 Sisävalmistusaikataulu

Sisävalmistusaikataulun laadinta vaatiikin kaikista eniten miettimistä, myös yhteisesti kaikkien tärkeiden urakoitsijoiden kesken. Sisävalmistusaikataulun laadinta eteni niin, että runkovaiheen neljä lohkoa unohdettiin ja rakennus jaettiin 19:ään P1-alueeseen. Talotekniikan työt alkoivat pohjamaalauksten jälkeen. Työvaiheet alueilla ovat osaksi samat mutta joillakin alueilla on erikoisuuksia, jotka on erikseen huomioitu. Sisävalmistusvaiheeseen liittyy kymmenisen strategista urakoitsijaa, joiden kanssa kävin laatimani työjärjestyksen läpi tehoineen ja määrineen. Yhteisesti hyväksyttyä sisävalmistusaikataulua käydään läpi viikoittain urakoitsijapalaverissa. Tässä on oleellista se, että jokainen urakoitsija on voinut tuoda näkemyksiään esille ja antaa itse ehdotuksen työn etenemiseen kullakin alueella. Näin on todennäköisempää, että urakoitsijat siihen myös sitoutuvat. Sisävalmistusvaihe on edennyt hyvin pitkälti suunnitellusti, toki näin isossa kohteessa, jossa toimijoita on paljon, pientä venymistä suuntaan ja toiseen tapahtuu. Tarkalla sisäaikaतालulla urakoitsijat voivat valmistautua ja suunnitella tulevia alueita etukäteen ja tehdä materiaalitilaukset pääpiirteittäin alueittain, jolloin ylimääräisiltä työmaavarastoineilta vältytään. Sisävalmistus etenee kohteessa todella nopeasti ja viivästyksille ei juuri ole varaa. Suurimpana haasteena onkin ollut se, että kaikki urakoitsijat ymmärtäisivät, mihin kaikkeen heidän työnsä vaikuttaa, jos viivästyksiä tulee. Vaatimukset aikataulun suhteen ovat tiukat ja viivästyksien ilmetessä käydään välittömästi läpi, mihin kaikkeen se vaikuttaa. Monesti pienillä viivästyksillä ei ole merkitystä isommissa mittakaavassa, mutta ne tuovat mukanaan aina jotain ylimääräistä miettimistä ja päänvaivaa. Sisävalmistusaikatauluun on myös hyvä rytmittää lattiabetonoinnit, jotta kuivumisten seuranta voidaan aloittaa välittömästi ja pinnoituksen ajoittaminen voidaan suunnitella etukäteen ennakkoiden betonin kuivumista.

9.6 Luovutusvaiheen aikataulu

Luovutusvaiheen aikataulu laaditaan noin viisi kuukautta ennen vastaanottoa, jolloin kaikilla osapuolilla yhteisesti sovitut luovutusvaiheen toimenpiteet kypsyvät ajatuksissa muutaman kuukauden ennen kuin luovutusvaihe varsinaisesti alkaa. Ennen luovutusvaiheen alkamista aikataulua käydään vielä yhdessä läpi ja tarvittaessa muutetaan ja kehitetään. Luovutusvaiheen aikataulu on tehty sisävalmistusaikataulun kanssa samaan pohjaan. Luovutusvaiheessakin käytetään kaikkia 19 aluetta, koska pieninä alueina luovutusvaihe on hallitumpi kuin isona kokonaisuutena. Ensimmäiset itselle luovutukset alkavat jo viikolla 9, noin kolme kuukautta ennen vastaanottoa. Tässä kohteessa itselle luovutus ja valvojan tarkastukset tehdään yhtä aikaa, jolla vältetään sekaannusta ja kaikki osapuolet hyväksyvät tilat yhtä aikaa. Niin sanottuja vikalistoja tulee vain yksi per alue, jolloin urakoitsijoidenkin on helpompi hallita korjaukset ja luovuttaa tilat 0-virheluovutuksena.

Luovutusvaiheen aikataulussa tärkeää on aloittaa itselle luovutukset vaiheittain aluejaon mukaisesti, jotta työ etenee hallitusti pienemmissä erissä. Hiukkavaaran monitoimitalon itselle luovutukset aloitetaan viikolla 9, josta on vielä 13 viikkoa vastaanottoon. Luovutusvaiheen ensimmäinen työvaihe on loppusiivous 1, jossa tilat siivotaan täysin puhtaaksi, myös yläpölyt. Loppusiivous 1:n jälkeen vuorossa on AV-asennukset ja alakattokasettien asennus. Tämän jälkeen on rakennustöiden itselle luovutus. Itselle luovutuksen tarkastusten korjaustoimenpiteet tehdään aina seuraavalla viikolla, jolloin alueita saadaan valmiiksi yksi kerrallaan suunnitelman mukaisesti. Talotekniikan osalta toimintakoevalmiustarkastus sovitaan tehtäväksi ilmanvaihtokoneiden palvelualueiden perusteella. Toimintakoevalmiustarkastusten jälkeen talotekniikan urakoitsija tekee automatiikan testaukset, jonka jälkeen valvoja tekee omat tarkastukset ja testaukset. Tämän jälkeen on vuorossa toimintakokeet ja säädöt ja mittaukset. Viimeisenkin alueen toimintakoevalmius on hyväksytysti suoritettu viikolla 18, josta on vielä 4 viikkoa vastaanottoon.

Loppusiivous 2, jossa tilat käydään tasopinnoiltaan vielä kerran läpi, alkaa viikolla 17. Toimintakokeet on hyväksytty viikolla 18, viranomaistarkastukset viikolla 19, tiiviysmittaukset viikolla 19, tilaajan ennakkotarkastus viikolla 20, yhteiskoekäyttö viikolla 21 ja vastaanotto viikolla 22.

10 LOPPUPÄÄTELMÄT

Yleisesti allianssista on muodostunut näkemys, että malli ei sovi pieniin urakoihin. Allianssin kilpailuvaihe on pitkä ja vaatii osapuolilta paljon työtunteja, ennen kuin saadaan aikaan päätöstä urakoitsijasta. Tämä pitää kyllä paikkansa ja sama havainto on tehty Hiukkavaaran monitoimitalon urakan aikana. Organisaatio on aika raskas ja konsultteja on paljon, tämä tekee kehitys- ja tuotantovaiheen päätöksenteosta suhteellisen raskaan. Toki myös pienemmissä urakoissa voi käyttää allianssia, sillä malliahan voi muuttaa ja hioa tarpeen mukaan soveltuvaksi. Esimerkiksi BigRoom- työskentelyä voi harventaa ja osallistujamäärää muuttaa tarvittaessa.

Hiukkavaaran monitoimitalon hankkeessa on pääsääntöisesti hyvät yhteistyökumppanit. Suunnitteluosasto on onnistunut työssään erinomaisesti, joskin LVISA-suunnittelu on teettänyt enemmän työtä kuin ehkä alussa on ajateltu. Tämä johtuu siitä, että talotekniikan urakointi on tottunut tekemään pieniä muutoksia työmaalla, jotka korjataan punakynäversioilla loppukuviin. Päätoteuttajan toimittajista suurimpia ongelmia on ollut sisäläsisseinäjärjestelmä- ja puuvitoimittajilla. Myös kiintokalustetoimituksissa on ollut pieniä viiveitä. Viivästykset ovat aiheuttaneet hieman ongelmia rytmityksessä, mutta isossa mittakaavassa ne eivät aiheuta viivästyksiä.

Projektihenkilöstön roolituksessa on kehitettävää. Päätoteuttajan osalta valinnat ovat olleet onnistuneita ja projektia on viety eteenpäin hyvässä yhteishengessä. Eniten huolta on aiheuttanut talotekniikan työnjohto, joka on liikaa yhden henkilön varassa. Projektin alussa on sovittu, että kaikilla talotekniikan osa-alueilla on oma työnjohtaja, joka valvoo päivittäistä työtä.

Urakkamuoto on kuitenkin joustava eri osapuolille. Hanketta ohjaa ajatus, että kaikki päätökset tehdään projektin eduksi, joten joustoa löytyy hyvin kaikilta toimijoilta. Tämä johtoaikajatus pitää vain tuoda esille hyvissä ajoin ennen aliurakoitsijoiden sopimusten tekoa, jotta kaikki ymmärtävät toimintakulttuurin muutoksen. Tämä on kyllä toteutunut hyvin, sillä oman edun tavoittelijoita ei ole ollut. Hankemuodon suuri yksittäinen etu on, että muutoksia voi tehdä vielä toteutusvaiheessakin ilman lisä- ja muutostöitä. Tässä kohteessa on löydetty huomattavia kustannussäästöjä vielä toteutusvaiheessa huonontamatta laatua. On jopa tehty muutoksia, joista on saatu kustannussäästöjä, mutta laatu on parantunut. Arvoa tuotteelle on saatu esimerkiksi siitä, että julkisivu on osaksi betonikuorielementtiä. Pitkäaikaiskestävyys on erittäin paljon parempi kuin kevytrakenteisillä tuotteilla. Myös julkisivun cembrit-levyjen kokoluokkaa on muutettu alkuperäisestä suurem-

maksi. Tämä tarkoittaa vähemmän saumakohtia, jolloin levy kestää paremmin sään vaihtelut, sekä halvempaa tuotetta, koska sahausia on vähemmän.

Aikataulullisia piiloriskejä ei ole toteutunut kovinkaan monta. Koekäyttövaiheessa todettiin, että alueet pitää olla ilmatiiviitä myös ympäröiviin tiloihin nähden. Tätä ei P1-alueiden suunnittelutyössä huomioitu mitenkään, mikä tarkoittaa toimintakoekäyttövaiheeseen piiloriskiä. Näin isossa kohteessa on alueita, joiden läpi menee kanavointia ja kaapeleita toisille alueille. Eli kaikki ympäröivienkin alueiden talotekniikan asennukset pitää olla tehtynä ennen kuin koekäyttöä voidaan aloittaa.

Takuuaika kohteessa on yleisistä sopimusehdoista poiketen viisi vuotta. Pidennetty takuu aika ei vaikuta päivittäiseen tekemiseen mitenkään, ainoastaan hankintasopimuksissa asia on pyritty huomioimaan. On joitain urakoita tai tavarantoimituksia, joissa ei ole merkitystä onko takuu aika kaksi vai viisi vuotta. Esimerkiksi betonielementtitoimitukset, joissa virheet tulevat kyllä esille kahden vuoden kuluessa, jos ovat tullakseen.

Lähtökohtaisesti allianssiurakka on matalariskinen kaikille allianssin osapuolille, edellyttäen, että kustannustaso on osattu laskea oikein kehitysvaiheessa. Usein kilpailu-urakoissa lisä- ja muutostyöprosessit vaativat paljon resursseja sekä tilaajalta että urakoitsijalta. Allianssihakkeessa ei ole mitään lisä- ja muutostöitä, ellei jokin muutu todella radikaalisti kehitysvaiheesta. Hiukkavaaran monitoimitalolla ei ole tullut yhtään lisä- ja muutostöitä. Tietty kustannustaso on valittu hankkeen budjetointivaiheessa. Materiaalit ja laatu voidaan räätälöidä tilaajan ja käyttäjän tarpeiden mukaisiksi huomioiden kustannukset. Tämän tapainen toimintatapa vaatii hankkeen eri osapuolilta yhteistyökykyä ja avointa mieltä yhteisen tavoitteen eteen. Tässä kohteessa allianssimalli on toiminut erittäin hyvin ja yhteishenki on pysynyt hyvänä koko hankkeen ajan. Uskon, että tilaaja saa paremman rakennuksen allianssimallilla tehtynä.

LÄHTEET

Karjalainen 2017. Tätä on lean. Viitattu 18.3.2017,
<http://www.sixsigma.fi/fi/lean/>

Koskenvesa, A. 2017. Lean rakentamisessa. Viitattu 18.3.2017,
<http://www.mittaviiva.fi/lean-rakentamisessa.html>

Lahdenperä, P 2009. Allianssiurakka. Kilpailullinen yhden tavoitekustannuksen menettely. Espoo: VTT. Viitattu 1.2.2017
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2009/T2471.pdf>

Lean construction institute 2017. Mitä on lean-rakentaminen? Viitattu 18.3.2017,
www.lci.fi

Lehtinen, E. 2017. Lean johtaminen. Viitattu 20.3.2017
<http://esalehtinen.blogit.hameensanomat.fi/2015/09/07/lean-johtaminen-avain-parempaan-tuottavuuteen-ja-tehokkuuteen/>

Lemminkäinen 2017, referenssit. Viitattu 30.1.2017
<http://www.lemminkainen.fi/referenssit/2017/hiukkavaaran-monitoimitalo/>

Liikelaitos Oulun Tilakeskus, Hiukkavaaran monitoimitalon integroitu projektitoimitus, kehitysvaiheen allianssisopimus 2016.

Liikelaitos Oulun Tilakeskus, Hiukkavaaran monitoimitalon integroitu projektitoimitus, toteutusvaiheen allianssisopimus 2016.

Oulun tilakeskus, 2015. Hiukkavaaran monitoimitalon arkkitehtuurikilpailun arvostelupöytäkirja 13.3.2015.

Palosaari A, 2016. Hiukkavaaran monitoimitalo. Projektin tietomalliohje.

Ratkaisuehdotuksen laadintaohje 2014. Hiukkavaaran keskuksen asemakaavaluonnoksen havainnekuva. Oulun tilakeskus.)

Siika-Aho 2014, 2-5. WSP Finland Oy, Hiukkavaaran monitoimitalo. Rakennetekniset ratkaisut. 8.10.2014.

Simi, M. 2015. Hankeriskien hallintasuunnitelma.

Simi, M. 2015. Hiukkavaaran monitoimitalon kehitysvaiheen organisaatio.

Sisäilmayhdistys 2017. Viitattu 15.3.2017

<http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto/Terve-Talo-kriteerit>.

Södö, T. 2015. Hiukkavaaran monitoimitalon toteutusvaiheen organisaatio.

Talonrakennusteollisuus 2013, 66. Ratu, rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus.

Yli-Villamo, H. 2012. Allianssimalli. Viitattu 26.1.2017.

[https://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/631CStSjs%3A\\$47\\$RK130202\\$46\\$pdf/RK130202.pdf](https://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/631CStSjs%3A47RK130202$46$pdf/RK130202.pdf)

LIITTEET

- Liite 1. Viivästyskenttä
- Liite 2. Rungon rakentamista
- Liite 3. Rungon rakentamista
- Liite 4. Ontelolaatan asennus
- Liite 5. Varastoalue
- Liite 6. Pääaulan porrass
- Liite 7. Julkisivu
- Liite 8. Julkisivu
- Liite 9. Vesikatto
- Liite 10. Sisävaihe
- Liite 11. Sisävaihe
- Liite 12. Yleisaikataulu osa 1
- Liite 13. Yleisaikataulu osa 2
- Liite 14. Maanrakennus ja perustusaikataulu
- Liite 15. Runkoaikataulu
- Liite 16. A-lohkon maanvaraiset laatat
- Liite 17. Sisävalmistusaikataulu osa 2
- Liite 18. Luovutusaikataulu

Liite 1. Viivästyskenttä



Liite 2. Rungon rakentamista



Liite 3. Rungon rakentamista



Liite 4. Ontelolaatan asennus



Liite 5. Varastoalue



Liite 6. Pääaulan porras



Liite 7. Julkisivu



Liite 8. Julkisivu



Liite 9. Vesikatto



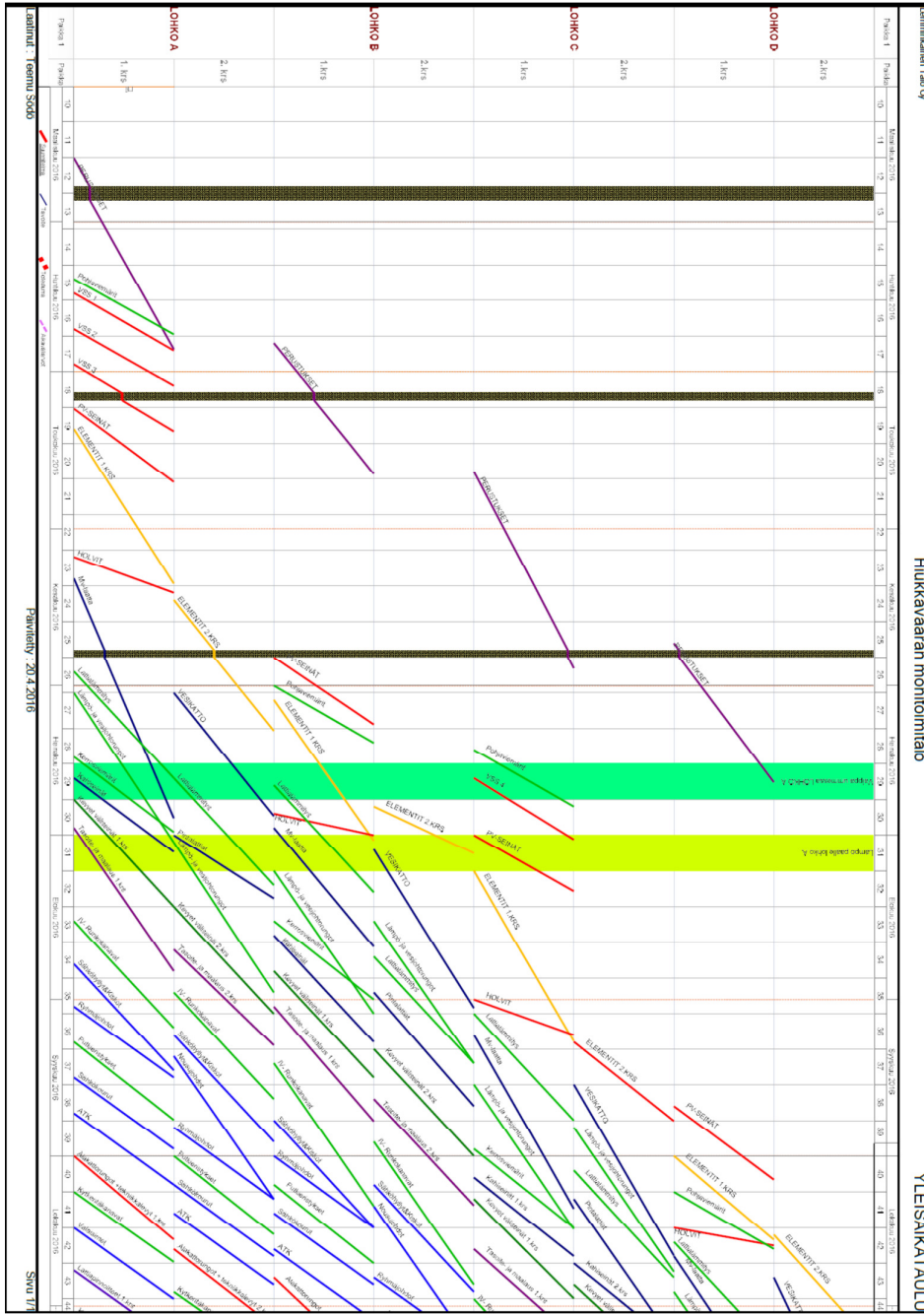
Liite 10. Sisävaihe



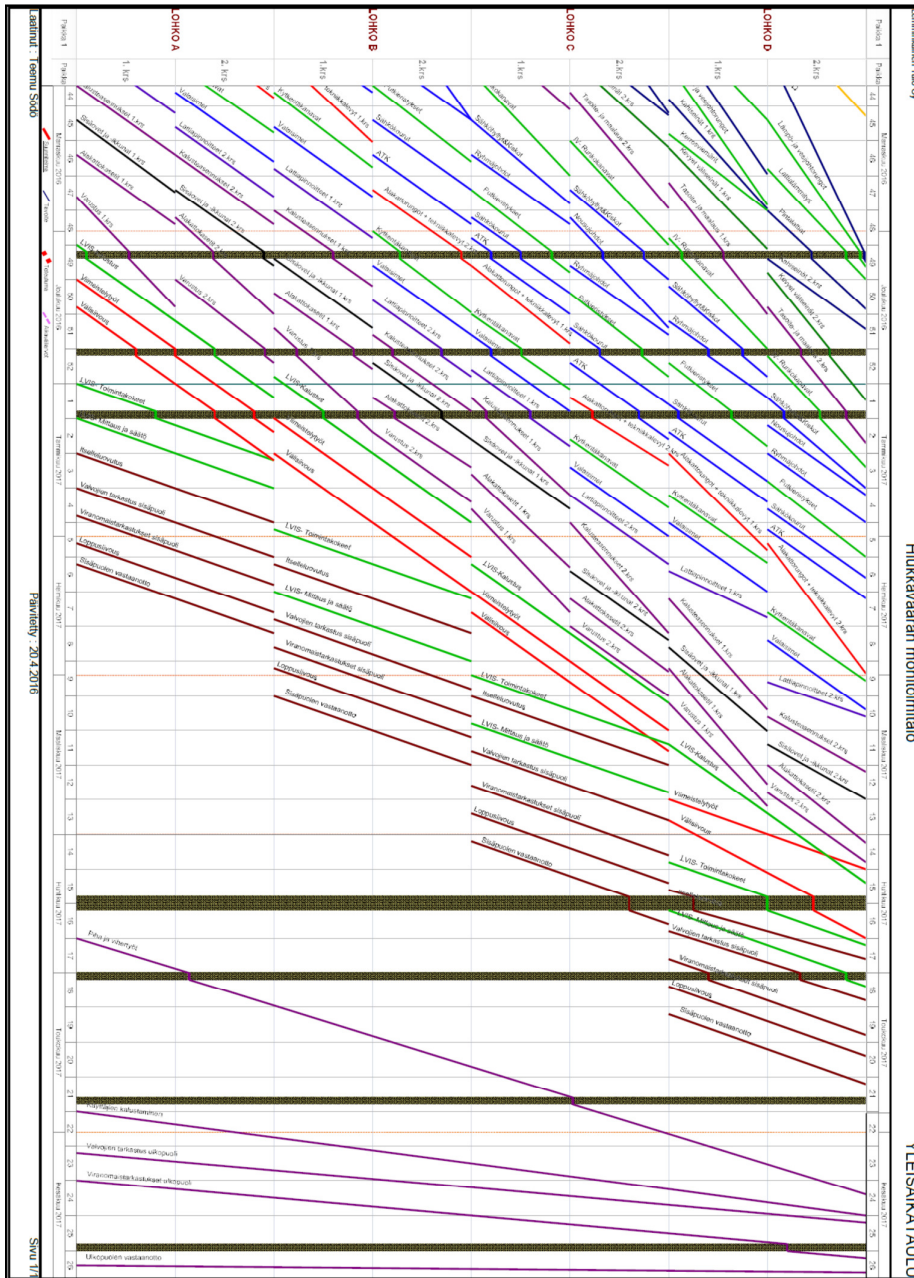
Liite 11. Sisävaihe



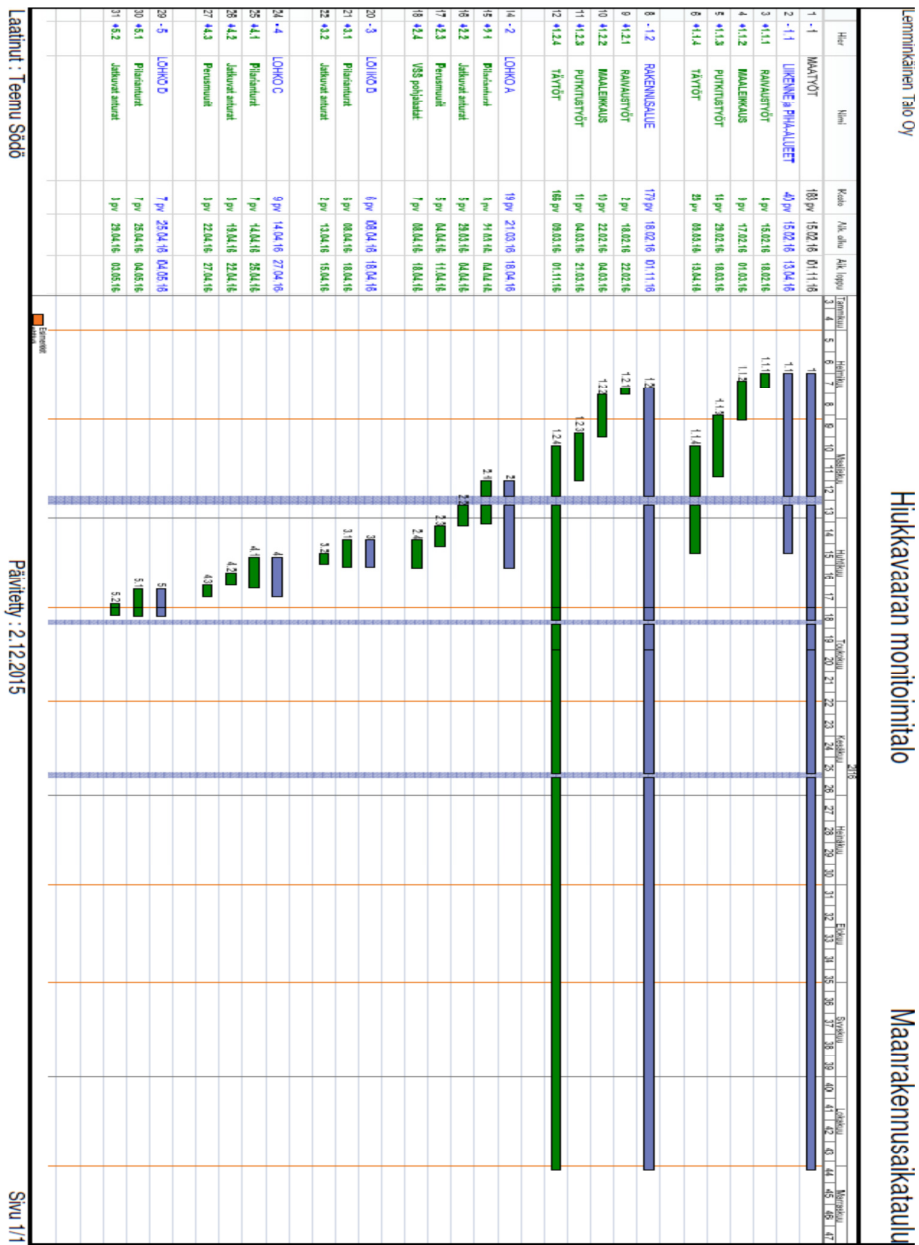
Liite 12. Yleisaikataulu osa 1



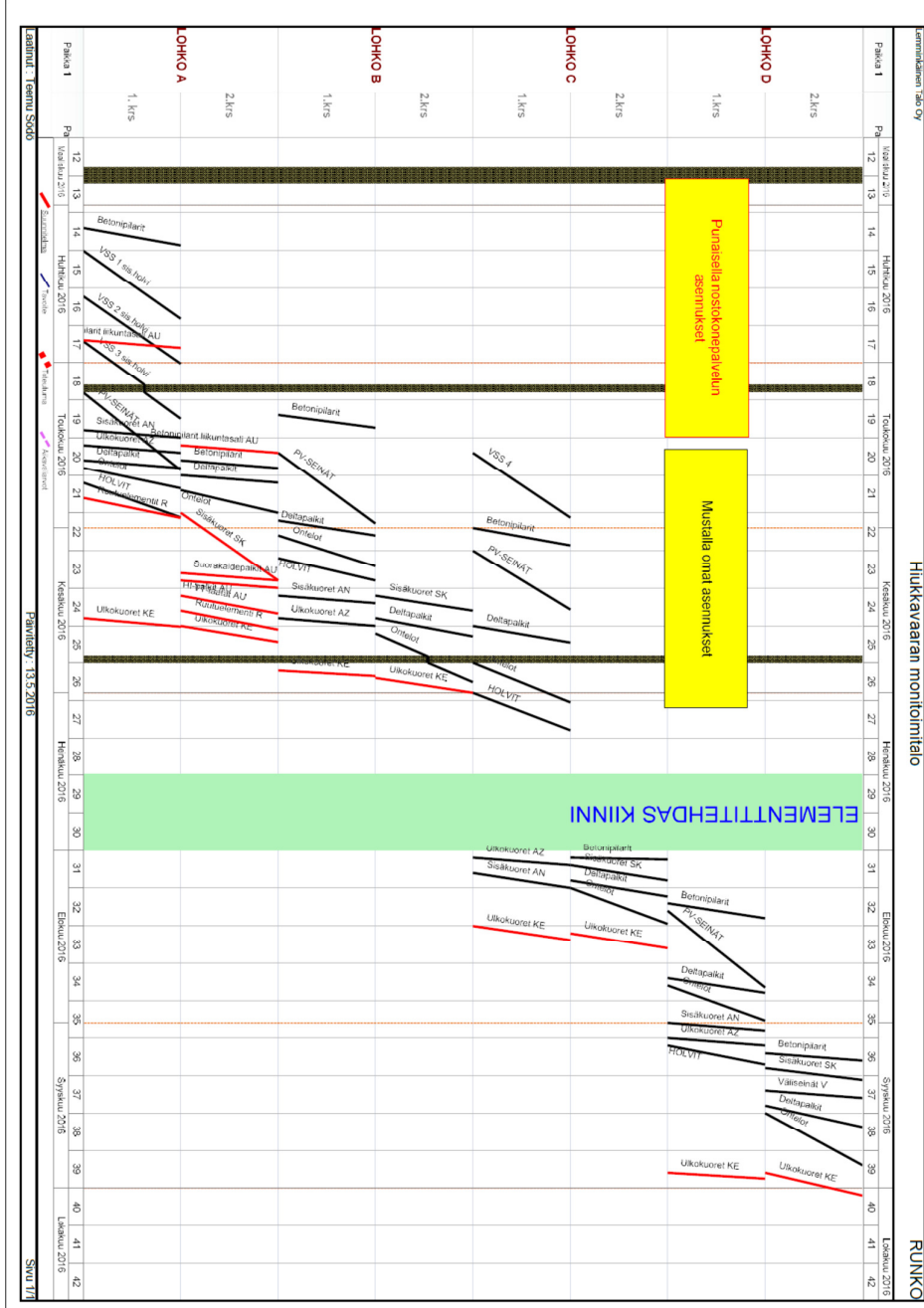
Liite 13. Yleisaikataulu osa 2



Liite 14. Maanrakennus ja perustusaikataulu



Liite 15. Runkoaikataulu

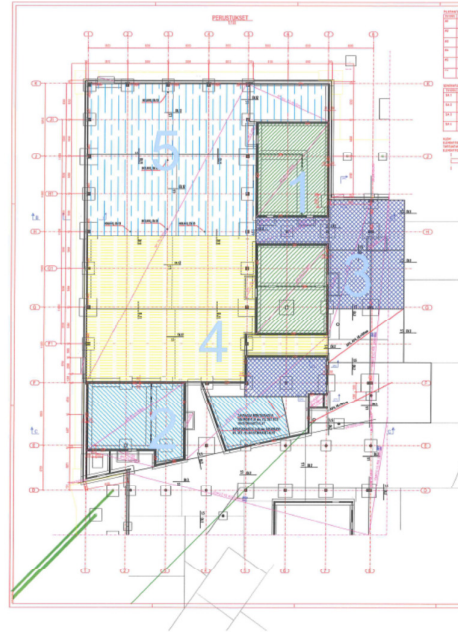


Liite 16. A-lohkon maanvaraiset laatat

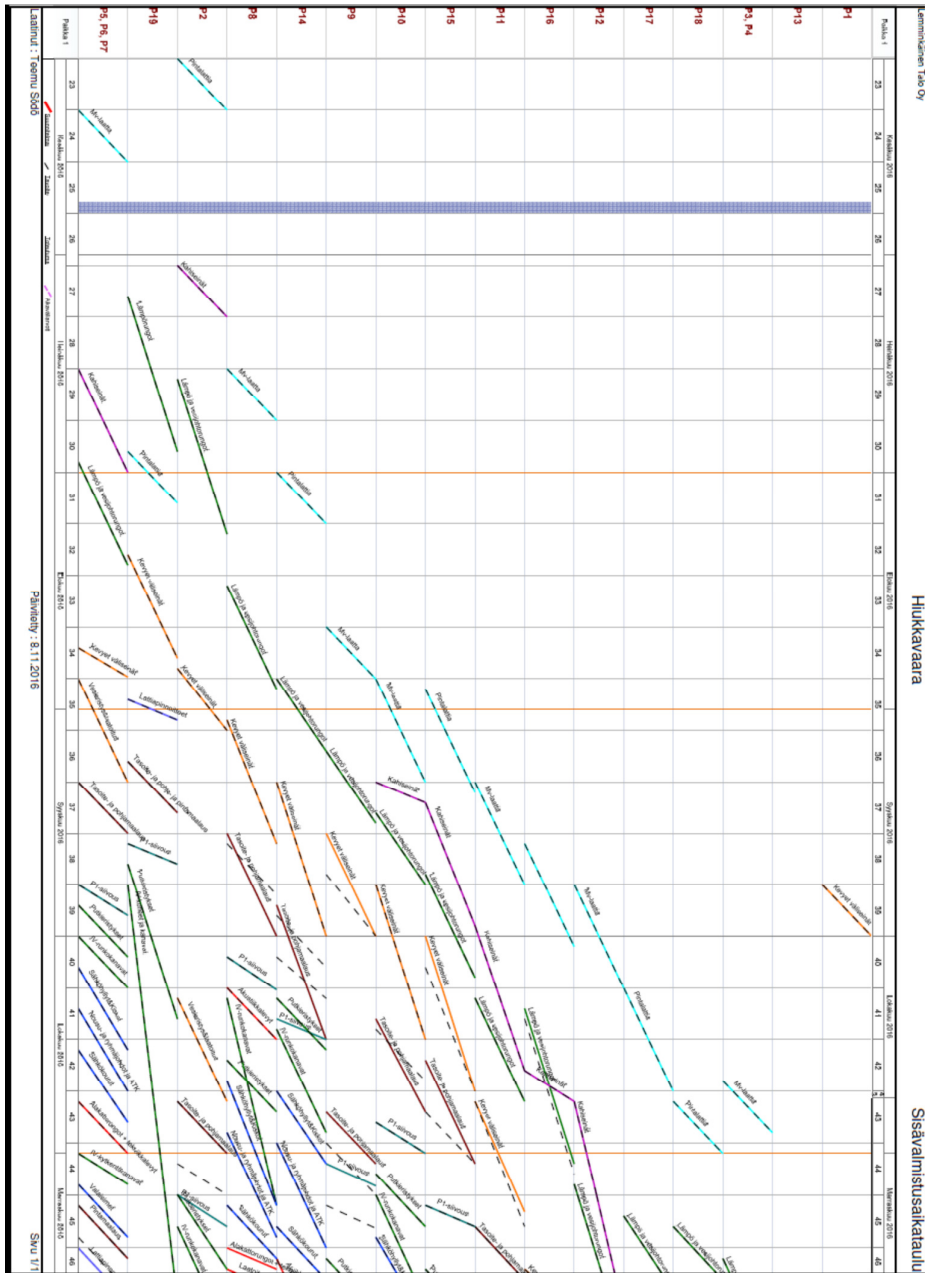
A-lohko MV-laatat valupäivät

Vk	pvm.	päivä	kl		
23	6.6.2016	maanantai	7,00		1 Valualue 266 m ²
23	5.6.2016	torstai	7,00		2 Valualue 216 m ²
24	13.6.2016	maanantai	7,00		3 Valualue 287 m ²
27	4.7.2016	maanantai	7,00		4 Valualue 552 m ²
29	18.7.2016	maanantai	7,00		5 Valualue 615 m ²

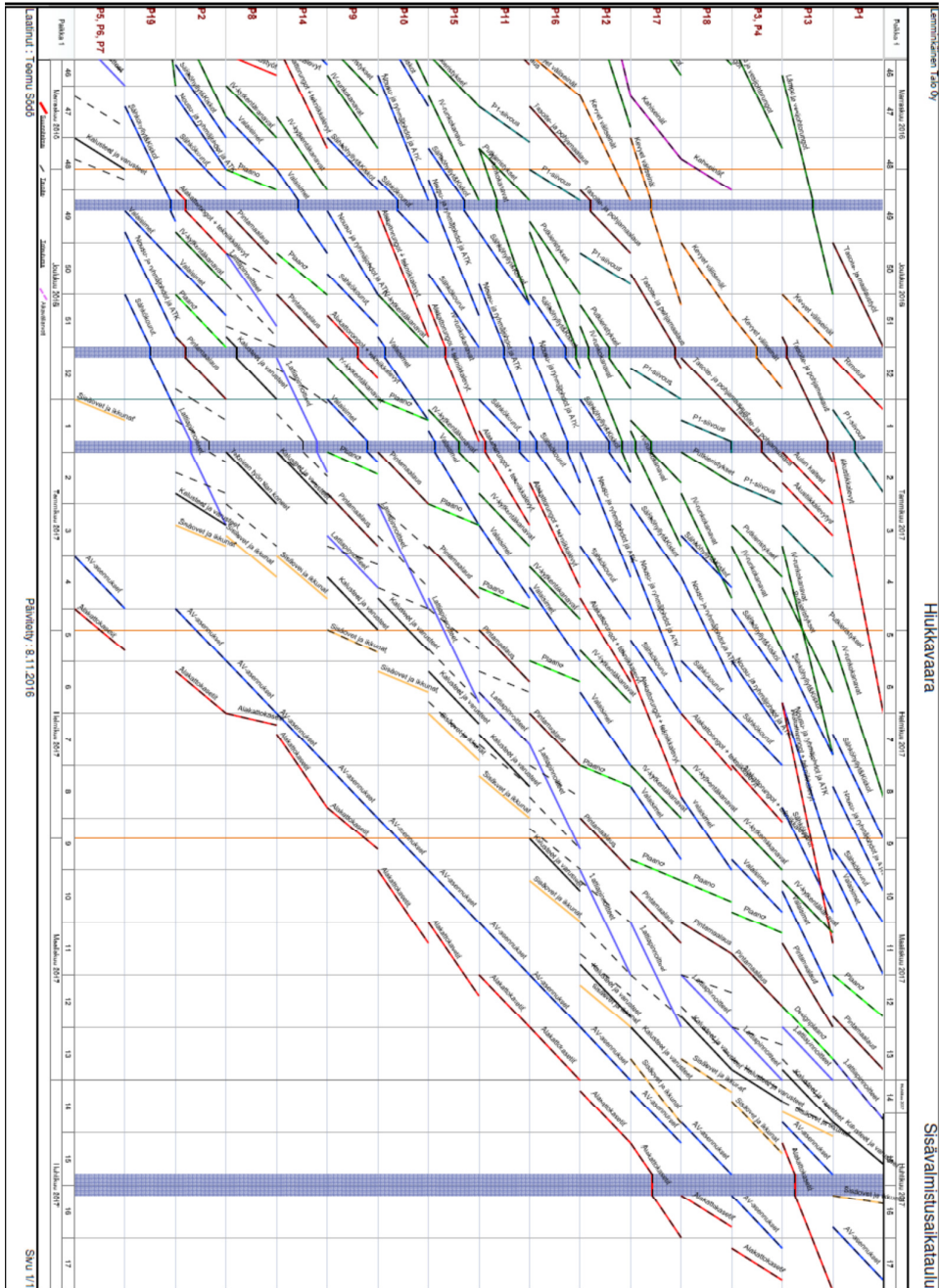
Teem Säle 23.8.2016



Liite 16. Sisävalmistusaikataulu osa 1



Liite 17. Sisävalmistusaikataulu osa 2



Liite 18. Luovutusaikataulu

