

Opinnäytetyö (YAMK)

Tekniikka

Rakentaminen

2016

Vesa Turunen

TALONRAKENNUS- JA LAIVATEOLLISUUDEN TUOTANNON TEOLLISTAMISEN HYÖDYT



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Opinnäytetyö (YAMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Tekniikka | Rakentaminen

2016 | Sivumäärä: 65 + 2

Esa Leinonen, Yliopettaja

Vesa Turunen

TALONRAKENNUS- JA LAIVATEOLLISUUDEN TUOTANNON TEOLLISTAMISEN HYÖDYT

Työssä tarkastellaan talonrakennus- ja laivateollisuuden tuotannon teollistamiseen johtavaa kehitystä, sekä sen tuomia hyötyjä aloille. Tuloksena esitellään molempien teollisuusalojen tuotannon teollistamisesta saatuja hyötyjä ja mahdollisuuksia tulevaisuudessa. Teollisuusalojen toimintaa tutkimalla saadaan käsitys, miten tuotannon teollistamisprosessi on etenemässä.

Teollistumisen historiaa käsitellään käymällä läpi tuotannon teollistumisen kehittymistä aloilla viime vuosikymmenien aikana. Alojen teollistumista selvitetään kuvaamalla tuotantoprosessit kaavioina. Kehittyneimpiä tuotannon osa-alueita etsitään tuotantoprosessikaavioiden kautta vertaillen alojen parhaita käytäntöjä. Tuotantoprosessit vertaillaan alusta loppuun ja niistä selvitetään keskeiset yhteneväisyydet ja erot.

Työssä asetetut tavoitteet saavutettiin. Teollistamiseen johtavia työmenetelmiä tunnistettiin prosesseista ja niiden tuomia hyötyjä tuotiin esille. Prosesseista löydettiin kiinnostavia uusia osa-alueita, joiden jatkokehittäminen voisi olla hyödyllistä teollistamisprosessien kannalta.

ASIASANAT:

tehdasteollisuus, teollistamisprosessi, tuotantoprosessikaavio

Master's Thesis | ABSTRACT

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Engineering | Construction

2016 | Pages 65 + 2

Instructor Esa Leinonen, Principal Lecturer

Vesa Turunen

THE ADVANTAGES OF INDUSTRIALIZING THE PRODUCTION OF BUILDING CONSTRUCTION AND SHIP-BUILDING

This engineering thesis studies the development leading to the industrialization of the production of both building construction and shipbuilding as well as the advantages it brings for both industrial fields. The outcome of the study represents advantages and future prospects on industrializing the production in both industries. Studying industrial activities builds the understanding how the process of industrializing the production is developing.

The History of industrialization is studied by exploring the development of industrialization of production in both fields of industries in the past few decades. The industrialization of production processes is displayed graphically in chart format. The most developed areas of production processes are searched through production process diagrams by looking for the best practices. Production processes are compared from the beginning to the end and the search for the main similarities and differences.

The set objectives were achieved. The methods leading to industrialization processes were identified and the advantages were highlighted. New interesting fields of processes were found-, which could be useful in further development in order to enhance the advantages of the industrializing processes.

KEYWORDS:

manufacturing industry, process of industrializing, production process diagrams

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
1.1 Tausta	6
1.2 Tutkimuksen sisältö ja tavoitteet	6
1.3 Menetelmät	6
2 LAIVANRAKENNUS PROSESSINA	7
2.1 Laivanrakennus viime vuosikymmeninä	7
2.2 Laivanrakennusprojektin määrittäminen	12
2.3 Laivatekniikkaa ohjaavat organisaatiot	13
2.4 Tilauskysely	14
2.5 Tarjousprosessi (hankintaprosessi)	15
2.6 Sopimus	16
2.7 Suunnittelu	18
2.8 Rakentaminen	21
2.8.1 Alihankinta ja ostot	23
2.8.2 Oma työvoima	24
2.9 Luovutus tilaajalle, käyttöönotto ja takuu-aika	25
3 TALONRAKENNUS PROSESSINA	27
3.1 Talonrakentamisen lähihistoria	28
3.2 Rakennusprojektin määrittäminen	33
3.3 Tarvesuunnittelu	32
3.4 Hankesuunnittelu	33
3.5 Suunnittelu	34
3.6 Tarjous ja tilausprosessi	38
3.7 Rakentamista koskevat määräykset	43
3.8 Rakentaminen	45
3.8.1 Alihankinta ja ostot	49
3.8.2 Oma työvoima	51
3.9 Luovutus tilaajalle, käyttöönotto ja takuu-aika	51

4 TOIMIALOJEN VERTAILU	53
4.1. Tilaaja	54
4.2. Tarjouskilpailu	54
4.3. Sopimuskäytäntö	55
4.4. Suunnittelu	56
4.5. Rakentamisvaihe	57
4.6. Luovutusvaihe	59
5 JOHTOPÄÄTÖKSET	60
6 YHTEENVETO	62
LÄHTEET	64
LIITTEET	
Liite 1. Risteilijälaivan tuotantoprosessikaavio	
Liite 2. Kerrostalon tuotantoprosessikaavio	
KUVAT	
Kuva 1. Laivarakennus runkovaiheessa	8
Kuva 2. Myyntiprosessiin osallistuminen	15
Kuva 3. Laivasuunnitteluspiraali	21
Kuva 4. Moduulirakenteisen elementin siirto asennuskohteeseen	23
Kuva 5. Talonrakennustyömaa runkovaiheessa	30
Kuva 6. Suoritusvelvollisuuden laajuus eri urakkamuodoissa	39
TAULUKOT	
Taulukko 1. Telakan laivasuunnittelun vaiheet	19
Taulukko 2. Laivatilauksen luovutusprosessi	25
Taulukko 3. Rakennustoiminnan erityispiirteet	27
Taulukko 4. Rakennussuunnittelun vaiheet ja liittyvät tehtävät	36
Taulukko 5. Kustannusten määräytyminen ja kertyminen	38
Taulukko 6. Tarjousten hankintatavan päätösketju	42
Taulukko 7. Tilaajan rooli laiva- ja rakennusteollisuudessa	53
Taulukko 8. Urakoitsijan rooli laiva- ja rakennusteollisuudessa	54

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Laiva- ja rakennusteollisuuden tuotannon teollistaminen on ollut voimakasta viime vuosikymmeninä. Näillä kahdella teollisuuden alalla on paljon yhteneväisyyksiä tuotantoprosesseissaan. Molemmat alat pyrkivät teollistamaan tuotantaan mahdollisimman paljon saavuttaakseen teollistumisen hyötyjä. Tutkimusprojektissa vertaillaan laivarakennusprosessia talonrakennusprosessiin.

Laiva- ja rakennusteollisuuden tuotannon teollistamisen hyötyjä on tutkittu aiemminkin, mikä tukee olettamusta aloilla toimivien osapuolten kiinnostuksesta kehitysyhteistyöhön. Kummatkin teollisuudenalat ovat olleet tuotannon teollistamisessa suurin piirtein samassa vaiheessa 1980-luvun alkupuolella. Laivarakennusteollisuudessa on 2000-luvulla pystytty hyödyntämään rakentamisen tehdasmaisesta toteutuksesta tulevia hyötyjä enemmän kuin rakennusteollisuudessa.

1.2 Tutkimuksen sisältö ja tavoitteet

Tutkimusongelmana on löytää teollisen tuotannon hyödyt tuotantoprosesseista, joiden kehittäminen eteenpäin voisi hyödyntää kumpaakin alaa tulevaisuudessa. Aloista tehdään tuotantoprosessikaaviot, joiden pohjalta eri käytäntöjä voidaan vertailla keskenään. Teollistamisprosessia lähestytään vertailemalla edistyneimpiä toimintatapoja molempien toimialojen yrityksissä ja tuomalla niitä esiin loppupäätelmissä. Myös aloilla toimivia yrityksiä ja toimialoja vertaillaan. Loppupäätelmissä kuvataan niitä tuotantotapoja, joissa teollistuminen on edennyt pisimmälle ja tuodaan esille kehittyviä tuotannon osa-alueita.

1.3 Menetelmät

Tutkimustyössä kuvataan alojen tuotannon teollistumisprosessia viime vuosikymmeniltä ja pyritään arvioimaan ja vertaamaan alojen teollistumisen tiloja. Johtopäätöksissä tuodaan esille seikkoja, mitkä kenties ovat vaikuttaneet alojen teollistumiskehitykseen.

Tutkimustyössä kerättiin tietoa haastattelemalla alan ammattilaisilta, jotta saadaan muodostettua käsitys alojen toimintatavoista ja kehittämistarpeista tuotantoprosesseissa. Alan kirjallisuuslähteiden ja alan ammattilaisten haastattelujen pohjalta piirretään tuotantoprosessikaaviot. Työ on rajattu koskemaan pelkästään käytännön tuotantoprosessia. Työssä ei vertailla viranomaiskäytäntöjä, työturvallisuuskäytäntöjä, energiavaatimuksia, eikä lain vaikutuksia hankintoihin. Rakentamisprosessia lähestytään tässä työssä suuren asuinkerrostalotyömaan näkökulmasta, jossa ilmenee teollisen tuotannon vaatimaa toistuvuutta. Laivanrakennusprosessi on rajattu koskemaan Suomessa tapahtuvaa matkustajaris-teilijän rakentamisprosessia, jossa vastaavanlainen toistuvuus tulee esille.

2 LAIVANRAKENNUS PROSESSINA

Laivanrakennus voidaan jakaa karkeasti kahteen osaan: rungon rakentamiseen ja varusteluun. Laivanrakennuksessa rakentaminen tapahtuu ns. työkuntaperiaattetta, jossa kyseinen työkunta vastaa tietyn kokonaisuuden rakentamisesta sovittuun tasoon asti. Ongelmaksi tässä muodostuu alueiden rajapinnat ja alueiden yli jatkuvat tekniset kokonaisuudet. (Räisänen, 1997.) Seuraavassa käydään läpi laivarakennusprosessin kehitystä edellisten vuosikymmenten aikana. Tämä on tärkeää jotta voidaan hahmotella alan tulevaa kehityssuuntaa.



Kuva 1. Laivanrakennus runkovaiheessa (Talouselämä 2015)

2.1 Laivanrakentaminen viime vuosikymmeninä

Toimintatapa 1970-luvulla

Telakkayhtiöillä tulee olla kaikki tieto ja taito, tarvittavat välineet-, sekä riittävä kapasiteetti kaiken laivanrakennuksessa tarpeellisen valmistamiseen, asennukseen, käyttöönottoon ja mahdolliseen korjaamiseen. (Räisänen, 1997 39-1.)

Konepajatoiminta oli 1970-luvulla laajaa ja monipuolista. Yrityksissä suunniteltiin ja valmistettiin kaikkea venttiileistä ja vesitiiviistä ovista työkaluihin. Ohutlevypajassa valmistettiin tarvittavat keittiökaluusteet ja ilmastointikanavien osat. Puutyöpajassa valmistettiin pääosa kalusteista ja pinnoitettiin seinälevyt. Asennustyö laivassa käynnistyi vesillelaskun jälkeen. Esivalmisteita ei juurikaan käytetty, asennustyön tekivät telakan omat ja useimmiten myös telakan kouluttamat ammattimiehet. Työskentely oli ammattiryhmittäin jaettua parityöskentelyä. Palkkauksessa käytettiin mahdollisimman paljon suoraa urakointia. Urakka-aikojen näennäisen tarkkaan laskemiseen ja perusteiden selvittämiseen työntutkimuksilla uhrattiin iso työpanos. Alihankintana ostettiin vain palveluluonteisia työsuorituksia kuten siivousta. (Räisänen, 1997, 39-1.)

1980-luku muutoksen aika

1980-luvulla lisättiin esivalmisteiden käyttöä ja siirrettiin asennustyötä työpajoilla tehtäväksi. Kokonaiset hytit tehdään työpajoilla valmiiksi ja nostetaan laivaan. Erikoishytit ja pienet hyttimäärät rakennettiin kuitenkin paikalla. Koneikot koottiin työpajoissa isoiksi konetilamoduuleiksi, jotka nostettiin allasvaiheessa laivaan. Ainoastaan sovitealueet tehtiin laivassa. Matkustajalaivojen yleisten tilojen seinä- ja kattorakenteiden osia valmistettiin työpajoissa moduuleiksi. 1980-luvulla ryhdyttiin pohtimaan, mitä yritysten kannattaa valmistaa itse ja mitä ostaa valmiina tuotteena. Standardituotteet, kuten hytti- ja keittiökaluusteet, venttiilit, ovet jne. karsittiin pajojen tuotevalikoimasta. Pajat keskittyvät asennusosastojen palvelemiseen valmistamalla erikoisosia ja konetila- ja sisustusmoduuleja. Pajojen kapasiteetti voitiin pudottaa noin kolmannekseen. Erityisammattitaitoa vaativat lyhyen kuormitushuipun aiheuttamat työvaiheet, kuten massaukset, laatoitukset, matotukset jne. päätettiin ostaa ulkopuolisilta toimittajilta. Myös ammattityötä voitiin ostaa alihankinnasta ja tasata kuormitushuippuja. Yrityksissä siirryttiin ryhmäkohtaiseen urakointiin, joka salli ”väljemmän” urakkalaskennan ja vähensi ”jälkihinnointelua”. Urakointiaste nousi pienemmin kustannuksin. Ryhmäkohtaiset bonuspalkkauskokeilut aloitettiin. (Räisänen, 1997 39-1.)

1990-luvun toimintatavan perusajatuksia ja kehitysnäkymiä tulevaisuuteen

1990-luvun telakka oli kokoonpanopaikka, jossa sen henkilöstö, ulkopuoliset toimittajat ja alihankkijat yhdessä rakensivat laivan. Telakan henkilöstö keskittyi projektin kokonaisvaltaiseen hallintaan, sekä kaikissa laivatyypeissä toistuviin työvaiheisiin, joissa telakkalaisten ammattitaito ja/tai luovuus oli vielä ylivertainen alihankkijoihin verrattuna. Telakka ei spesifioitunut tietyn laivatyyppin rakentamiseen, vaan pyrki erilaisten laivatyyppien samanaikaiseenkin valmistamiseen ja erilaisten kuormitustilanteiden hallintaan. (Räisänen, 1997, 39-2.)

Projektin läpimenoaikaa lyhennettiin limittämällä teräs- ja varustelutuotantoa ja ottamalla käyttöön joustavia työaikajärjestelyjä, joilla vuorokautista ja viikoittaista tehokasta työaikaa voitiin lisätä. Esivalmisteluasteen nostaminen ja sisätilojen hyödyntäminen oli yksi päätavoitteista. (Räisänen, 1997, 39-2.)

Varustelussa perusajatuksia toteutettiin monin tavoin. Laivasta ostettiin alueita ”avaimet käteen” – toimituksina, eli yksi ulkopuolinen toimittaja hoiti tietyn alueen suunnittelun, materiaalihankinnan, valmistuksen ja asennuksen käyttöönottoineen telakan tarjoamasta teräsrungosta ja perussuunnittelusta lähtien. Koko henkilöstö siirrettiin kattavaan tulospalkkaukseen, jossa bonus perustui projekti-kohtaiseen tulokseen tai telakan vuositulokseen. Palkanmaksuperuste oli kaikilla aikapalkka. Varustelutyötä terästyön yhteydessä lisättiin, ja tavoitteena oli laivatyyppistä riippuen 40–60%:n varusteluvalmius vesillelaskuvaiheessa, allas- ja lohkovalmistusaikaa lisäämättä. Näin voitiin vesilläoloaikaa ennen luovutusta lyhentää 30–50%:a. Peruslohkovarustelusta huolehti lohkovalmistusten yhteydessä lohkon kokoonpanoa hoitava työryhmä. Maalatut avoimet lohkot varusteltiin lämpimissä työpajajaloissa. Esivalmisteluiden, koneikkojen ja valmiiden yksiköiden käyttöä lisättiin. Lohkot koottiin suurlohkoiksi sisätiloissa. Tavoitteena työvaltaisissa konetilalohkoissa on 50–60% varusteluaste sisätiloissa lohkojen läpimenoaikaa lisäämättä. Tavoitteen toteuttamisessa käytettiin erilaisia joustavia työaikajärjestelyjä, joilla vuorokautista ja viikoittaista työaikaa saatiin lisättyä. Ammattiryhmäkeskeisestä työskentelystä siirryttiin moniammatilliseen tiimityöskentelyyn, jossa yksi työryhmä hoiti tietyn alueen tai systeemin kaikista töistä itseohjautuvasti ryhmälle annettavien reunaehtojen mukaisesti. Sisustusalueilla

lisättiin pajoilla valmistettujen moduulien käyttöä. Yksittäiset erikoishytitkin, samoin kuin pentterit, yleiset WC:t ja muut työvaltaiset suhteellisen pienet kohteet kannatti tehdä pajassa valmiiksi moduuleiksi, jotka nostetaan laivaan. (Räisänen, 1997 39-2.)

Laivanrakennus 2000-luvulla

Laivanrakennus 2000-luvulla on teollistunut ja tehdasteollisuuden mahdollistamia hyötyjä kehitetään voimakkaasti eteenpäin. Nähtävissä on lean-ajattelumallin ottaminen käyttöön lavanrakennusprosessissa ja sitä tukevissa osaprosesseissa. Hyvä esimerkki osaprosessista on hyttivalmistus, jossa hytit kootaan täysin sisustusvalmiiksi elementeiksi kuljetettavaksi ja asennettaviksi laivaan. Kehittyneimmissä hyttitehtaissa hytti kulkee liikkuvassa kokonpanolinjassa aivan kuten autoteollisuudessa. Kokoonpanolinjan päästä tulee täysin valmis hytti verhoiluineen ja talotekniikkoineen. (K. Saarinen, henkilökohtainen tiedonanto 22.4.2016.)

Laivalohkoissa pyritään entistä suurempiin kokoluokkiin ja koon kasvattamisen esteitä kartoitetaan telakoilla (nostimet, hallien oviaukot). Laivalohkon valmiusastetta pyritään nostamaan ennen viemistä kokoonpanoaltaaseen ja asennusta laivaan. Lohkot pyritään jopa maalaamaan valmiiksi halleissa, jotta työ sään vaikutuksen alaisena vähenee ja tehostuu hyvien työskentelyolosuhteiden kautta. Varusteluhalleissa lohkoja käännellään erityyppisten asennusten helpottamiseksi. Lohkojen kytkeytymisalueella talotekniset asennukset lopetetaan riittävän matkan päässä siirtymätiloissa ja niiden kytkeminen jätetään laivassa tehtäväksi työksi. Tämä vaativaa mitoitusta sisältävä työvaihe tehdään jo osin halleissa joillakin telakoilla, jolloin laivassa tehtävä työ on lähinnä putkien ja linjojen soviteosien asentamista. (K. Saarinen, henkilökohtainen tiedonanto 22.4.2016.)

Meyer Werftin telakalla Papenburgissa Saksassa laivalohko liikkuu varustelun aikana. Kokoonpanolinjan päässä laivalohko on halutussa varustelutasossa ja odottaa asennusta laivaan. Laivanrakennuksessa halutaan toteuttaa kriittiset erityisosaamista vaativat osa-alueet omana työnä, kuten esimerkiksi konevarustelu. Alihankintaosaamista käytetään hyväksi ostettaessa suuria osakokonaisuuksia.

sia, yrityksiltä. Tällainen osatoimitus voi olla esimerkiksi kokonaisen ravintolan tilaaminen, joka asennetaan laivaan runkovaiheessa ja luovutetaan valmiina toimivana ravintolana telakalle.(K. Saarinen, henkilökohtainen tiedonanto 22.4.2016.)

2.2 Laivanrakennusprojektin määrittäminen

Laivaprojekti lähtee liikkeelle tyypillisesti liikeidean pohjalta. Ideana voi olla täysin uudentyypinen liikenne ja uuden varustamon kehittäminen tai olemassa olevan varustamon uusi liiketoiminta, tai jo olemassa olevan liikenteen kehittäminen. Yksinkertaisimmillaan liikeidea voi olla vanhan kaluston korvaaminen uudemmalla tehokkaammalla ja energiatyötävällisemmällä alustyyppillä. (Räisänen, 1997, 16-4.)

Risteilylaivatoiminnassa on syntynyt useita liikeideoita ja sen myötä varustamoja alalle. Tähän mennessä vain harvat niistä ovat onnistuneet oman ideansa läpiviennissä. Kehitettäessä uutta liikeideaa, laivaprojektin kehittäminen vaatii huomattavasti perustyötä laajempaa panostusta onnistuakseen. Tämä korostuu, mikäli uusi alustyyppi on erikoinen tai aluksen nopeus poikkeaa selvästi aikaisemmista vastaavista, esimerkiksi nopeat automatkustajalautat. Tällöin projektin kehittäminen vaatii huolellista taloudellista ja teknillistä perustyötä joka pitää sisällään usein mallikokeet, toimintasimuloinnit, rakenneanalyysit ja vastaavat kokeet, jotka varustamo tekee ennen laivasopimukseen päättymistä. (Räisänen, 1997, 16-4.)

Laivan rakennusprojektiin tulee olla selvä taloudellinen kuljetustarve, jotta siihen ryhdyttäisiin ”paperi on saatava Suomesta Englantiin” tai ainakin toive siitä, että tällainen tarve syntyy ”24 tunnin risteilyt”, eli markkinapotentiaali. Varustamo selvittää ensin mitkä ovat mahdollisuudet markkinoilla ja minkälainen alus tarvitaan kattamaan kuljetustarve. Mikäli liikenne on tuttua kokemuksesta, karkeimman tason haarukointia ei tarvita. (Räisänen, 1997, 16-4.)

2.3 Laivatekniikkaa ohjaavat organisaatiot

Yleisesti hyväksytty kansainvälisen oikeuden periaate katsoo suvereeniksi tunnustetulla valtiolla olevan vallan, mitä sen hallinnassa olevalla alueella sallitaan tapahtuvan. Ylikansallisten elinten syntyminen ei ole kumonnut tätä periaatetta. Kaikki tehdyt päätökset on saatettava voimaan kussakin maassa kansallisella lainsäädännöllä. Vastuu kaikesta toiminnasta palautuu kunkin valtion ylintä päättävävaltaa käyttävälle elimelle, Suomessa eduskunnalle ja sen valvonnassa toimenpanovaltaa käyttävälle hallitukselle. Laivatekniikan kehitystä ohjaava tärkein organisaatio on valtiovalta. Valtiolliset päätökset ovat monesti ohjailleet teknisiä ratkaisuja, vaikka näin ei alun perin ollut tarkoitus. (Räisänen, 1997, 1-7.)

Luokituslaitokset syntyivät vakuutustoiminnan tarpeesta saada tarpeeksi luotettava arvio vakuutustoimintaan sisältyvistä riskeistä. Luokituslaitosten voidaankin katsoa olevan yhtyneen vakuutustoiminnan tekninen osasto. Niiden toiminta on osoittautunut menestyksekkääksi ja ne on alkuperäismaissa liitetty osaksi valtion hallintoa antamalla niille laillistettu asema. (Räisänen, 1997, 1-8.)

Kansainvälinen merijärjestö IMO (international Maritime Organisation) on tärkein laivatekniikkaan suoraan kansainvälisesti vaikuttava organisaatio. Järjestö on YK:n talous- ja sosiaalineuvoston ECOSOC:in alainen, kuten monet muutkin tekniikan ja työelämän merkittävät järjestöt. Järjestön tavoitteena on merellä tapahtuvien toimintojen turvallisuuden parantaminen, sekä yhdenmukaisen käytännön aikaansaaminen kieli- tai kulttuurieroista johtuvien väärinkäsitysten välttämiseksi. Lisätavoitteena on kansainvälisen merenkulun laivaan liittyvien asiapaperien ilmiasun ja sisällön harmonisoiminen, sekä tarvittavan asiakirjamäärän vähentäminen (Räisänen, 1997, 1-8.). IMO:n toiminnan periaatteet on kiteytetty SOLAS-sopimuksen Artikla IB:hen, missä todetaan että on varmistuttava siitä, että alus on turvallinen siihen tarkoitukseen mihin se on rakennettu. Turvallisuus tarkoittaa aluksen omaa teknistä turvallisuutta, kuljetettavan lastin-, aluksella työskentelevien ihmisten- ja ympäristön turvallisuutta, sekä aluksen oikeaoppista ja turvallista käyttöä. (Räisänen, 1997, 1-9.)

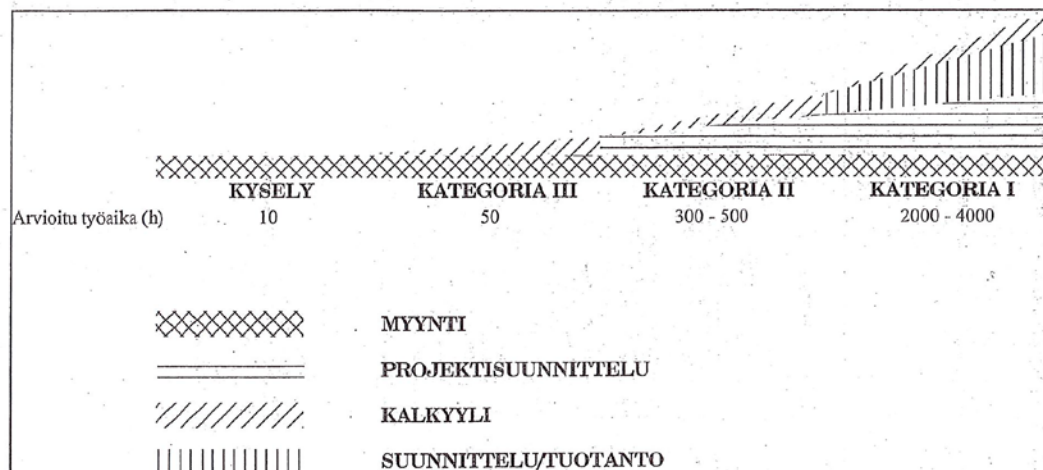
2.4 Tilauskysely

Laivan hankintaprosessi lähtee liikkeelle siitä, että tilaaja (kuten varustamo tai valtio) yleensä meklarin kautta lähettää kyselyn, joka välitetään telakoille. Tähän liitetään tavallisesti kyselyerittely (tavallisesti ns. outline-erittely), joka on tilaajan tai hänen edustamansa konsultin laatima. Outline-erittely on lyhyt erittely, jossa määritellään laivan käyttötarkoituksen ja tehtävän ohella tärkeimmät parametrit ja laitteet, jotka auttavat hinnoittelua ja telakan tarjousta. Erittelyn (engl. specification) tarkoitus on teknisesti määrittellä rakennettava laiva, sen kuljetustehtävä, osat ja komponentit. (Räisänen, 1997, 31-1.)

Matkustajaristeilijävarustamot teettävät ja tekevät yleisesti varsin laajan projektiaineiston arkkitehtiaineistoinen ennen laivasopimusta. Erittely liiteaineistoinen voi olla jopa 700 sivua pitkä. Sisustuksen taso ja matkustajatilat, sekä materiaalit selvitetään tarkoin erittelyyn, koska niiden vaikutus painoon ja hintaan on oleellinen. Samanlaisen laivan käyttö mallina tässä vaiheessa helpottaa asiaa. (Räisänen, 1997, 16-7.)

Laivatilauksenkysely aloittaa telakalla laivatilauksen projektisuunnittelun, jonka tarkoituksena on tuottaa ennen sopimusta toimeksiannon mukainen tekninen aineisto rakennettavasta laivasta tilaajaneuvotteluja varten. Laivatilauksensopimusta edeltävään projektisuunnitteluun käytetään paljon aikaa, joka voi olla alustyyppistä riippuen tuhansia työtunteja. (Räisänen, 1997, 34-1.)

Kuvassa 2 esitetään laivan myyntiprosessiin käytettävää aikaa organisaatiotasolla. Myyntitoiminnassa laivaprojektit luokitellaan merkityksen mukaan kolmeen tärkeysluokkaan, joita kutsutaan kategorioiksi. Roomalainen numero (III-I) kertoo myyntitoimintaan käytetystä ajasta, kohti laivatarjouksen antamista siihen kuuluvine erittelyineen.



Kuva 2. Myyntiprosessiin osallistuminen (Räisänen, 1997)

2.5 Tarjousprosessi (hankintaprosessi)

Projektisuunnittelun pohjalta laaditussa telakan ensimmäisessä tarjouksessa, joko viitataan kyselyerittelyyn tai sitten telakka laatii oman Outline erittelyn tarjouksen liitteeksi. Kummassakin tapauksessa käytetään nimitystä tarjouserittely. (Räisänen, 1997, 31-2.)

Telakan ja tilaajan neuvotteluiden edetessä siirrytään ns. täydelliseen erittelyyn, joka toimii sopimuserittelyn pohjana. Täydellisessä erittelyssä pyritään siten määrittelemään pääkriteerien ja – arvojen ohella myös yksityiskohdat mahdollisimman tarkkaan. Harvoissa tapauksissa täydellistä erittelyä käytetään myös kysely- ja tarjouserittelynä. (Räisänen, 1997, 31-2.)

Uudisrakennuserittely on kaikista erittelytyypeistä laajin. Laivan luovutuksen jälkeen korjataan uudisrakennusmenettely vastaamaan niitä muutoksia, jotka rakennusvaiheen aikana on tehty. (Räisänen, 1997, 31-2.)

Konversioerittely eli muutostyöerittely voi rakenteeltaan olla samankaltainen kuin uudis- tai rakennuserittely. Erittelyn laajuus riippuu suoritettavan muutostyön laajuudesta. Tässä erittelymallissa tärkeää on määrittellä muutoksien ulkopuolelle jäävän alueen rajat ja järjestelmät, joihin muutos voi vaikuttaa alueella,

jossa muutoksia ei ole. Sama koskee luonnollisesti myös vastuun jakoa tilaajan ja telakan välillä tai muutostyötä suorittavan urakoitsijan välillä. Konversiot voivat sisältää hyvinkin erilaisia töitä, laivan pidennyksestä käyttötarkoituksen muutokseen. (Räisänen, 1997, 31-2.)

Tilaajan (varustamon) tekemän tarjousten vertailun jälkeen edetään laivatilauksessa neuvotteluvaiheeseen kokonaistaloudellisesti edullisimman tarjouksen tehneen telakan kanssa. Neuvotteluvaiheessa ennen pääsyä sopimusvaiheeseen kumpikin osapuoli tutkii tarkkaan lähtökohtana olleen tarjouksen. Neuvotteluvaiheessa tarkennetaan urakan sisältöä puolin ja toisin vastaamaan mahdollisimman hyvin tulevan laivan tarpeita. Kun osapuolet ovat sopineet sisällöstä ja sopimuksen tekstistä yksityiskohtineen, erittely parafoidaan. Tämä tarkoittaa, että sopimukseen ei enää tehdä muutoksia ja se on eräänlainen sopimuksen allekirjoitus. Sopimusasiakirjat liitetään lopulliseen laivatilaussopimukseen varustamon ja telakan väliseen sopimukseen. (Räisänen, 1997, 31-3.)

2.6 Sopimus

Varsinaiseen sopimusvaiheeseen päästään tarjous ja tilausprosessin edettyä niin pitkälle, että kaikista tarvittavista yksityiskohdista on päästy sopimukseen. Usein suurissa laivakaupoissa telakka pystyy järjestämään varustamolle luottoa, koska valtiot ovat monessa maassa takaamassa telakoiden tuotantoa. Tällöin noudatetaan usein käytäntöä, jossa tilaaja maksaa noin 20 % laivan hinnasta rakentamisen aikana ja saa loppusummalle luottoa. Pienemmissä tilauksissa ja varsinkin konversioissa onkin tavallista, että tilaaja maksaa rakennustöiden edistymisen mukaan. Tällöin sovitaan maksuille sopiva maksuperuste, esimerkiksi rakennustöiden valmiusasteen mukaan. (Räisänen, 1997, 32-2.)

Laivasopimuksille ominaista on normaalin sakkopykälän lisäksi, sopimukseen liitetty hylkäyspykälä tiettyjen kriittisten teknisten suoritusarvojen täyttymättömydestä. Sakkopykälinä voivat toimia esimerkiksi; laivatoimituksen myöhästyminen, kuljetuskapasiteetti, nopeus ja kulutus (M.Illus, kalvosarja, 27.4.2010). Hylkäyspykälinä voivat toimia sopimuksesta riippuen esimerkiksi; nopeus, kulu-

tus tai laivan käsittelyyn liittyviä suoritusarvoja. (K. Saarinen, henkilökohtainen tiedonanto 22.4.2016.)

Osapuolten päästessä yksimielisyyteen laivasopimuksen hinnasta ja toimituksen ehdoista, syntyy osapuolten välille sopimussuhde. Laivatilauksopimuksesta käytetään nimeä uudisrakennussopimus. Laivarakennussopimuksessa mainitaan sopimusosapuolet, ostajan ja myyjän viralliset nimet. Laivatyyppistä on sopimuksessa lyhyt kuvaus, jossa mainitaan mm. päämitat, koneistotyyppi, teho, nopeus ja mahdolliset viittaukset referenssilaivaan, sekä vielä mihin luokkaan alus kuuluu. Tässä kohtaa viitataan myös sopimukseen kuuluvaan tekniseen aineistoon. Tyypillisesti tähän aineistoon kuuluu; rakennuserittely, yleispiirustus, konehuonejärjestely, arkkitehtiaineisto. (Räisänen, 1997, 32-1.)

Laivasopimuksen liiteaineiston erittely määrittää aluksen suorituskyvyn, mutta sopimuksessa erotellaan tärkeimmät kriteerit sakkoineen ja hylkäysrajoineen. Tyypillisimpiä tällaisia kriteerejä ovat; nopeus, kuollut paino, koneiston polttoainetaloudellisuus, värähtely ja melu, muut alukselle tyypilliset suorituskyvyt. Laivasopimuksen säännöt kohdassa otetaan esille menettelytapa mitä noudatetaan, jos uusia sääntöjä tulee voimaan laivasopimuksen aikana. Hinta- ja maksuehdot kohdassa mainitaan miten valmiusaste todetaan ja niiden maksuperusteet. Tässä kohdassa sovitaan lisätöiden ja mahdollisten sakkojen maksuperusteista, niiden koroista yms. (Räisänen, 1997, 32-2.)

Materiaalitoimittajat ja alihankkijat kohdassa sovitaan suurimpien materiaalien toimittajat, etukäteen sovitut toimittajat, sekä telakan oikeudesta antaa osa työstä alihankintana yrityksille. (Räisänen, 1997, 32-2.)

Omistusoikeudesta sovitaan, mitä kumpikin osapuoli omistaa laivasta rakennusprojektin aikana. Tätä pykälää käytetään konkurssin sattuessa tai telakan joutuessa rahavaikeuksiin ja laivan siirtyessä viimeistelyyn toiselle telakalle. Vakuutuksissa määritellään kummankin sopijapuolen vastuut ja vakuutukset. Ostajalla on oikeus valvoa työtä ja alihankintaa, sekä suunnittelua telakalla. Muutoksista ja suorituksista mainitaan ostajan oikeus vaatia lisähintaa muutoksista. Ennen luovutusta telakan tulee järjestää koematka, jossa alusta testataan

ja todetaan sen suorituskyky. Yleensä ostajan tulee antaa kirjallisesti hyväksyntänsä tai mahdolliset puutteet 1-2 päivän päästä koeajotilaisuuden järjestämisestä. (Räisänen, 1997, 32-3.)

Luovutusajankohdassa määritellään luovutusajankohta ja sakot myöhästymiselle tästä sopimustavoitteesta. Luovutusajankohta voidaan sopimuksessa määritellä tapahtuvaksi tiettyjen rajojen sisällä. Erityisesti konversiossa on määritelty, minkälaisissa olosuhteissa omistajalla on oikeus viedä keskeneräinen laiva pois telakalta. Tällaisia syitä voi olla esimerkiksi yli 2 kk:n myöhästymä tai mikäli tilaaja voi osoittaa, että telakka ei tule pysymään sovituksessa aikataulussa. (Räisänen, 1997, 32-3.)

Takuu koskee yleensä työtä ja materiaaleja, mutta sen piiriin kuuluu myös suunnitteluvastuuta laivan järjestelmien toiminnasta. Takuuaika voi olla yksi vuosi tai pidempi aika, mikäli joku alihankkija on sellaisen laitteelleen myöntänyt. Korjatulle laitteelle tai työlle annetaan yksi vuosi lisätakuuta, takuu ei kuitenkaan ylitä kolmea vuotta. (Räisänen, 1997, 32-3.)

Telakka vapautuu vastuista ns. force majeure tilanteessa. Tällaiset tapaukset määritellään sopimuksessa ja tällaisia voivat olla esim. lakko, sota, palo, luonnonmullistukset, isojen toimitusten kuten pääkoneiden, valujen yms. myöhästyminen tai muu vastaava tilanne mihin telakka ei pysty vaikuttamaan omalla toiminnallaan. Tässä määritellään ilmoitusproseduuri aikatauluineen. Telakan tulee kuitenkin aina pyrkiä kaikin mahdollisin keinoin saada aikatauluviive kurottua kiinni. (Räisänen, 1997, 32-4.)

Sopimuksessa määritellään minkä maan lain mukaan suoritetaan välimiesmenettely riidan sattuessa. Laivasopimus on kahden osapuolen välinen sopimus ja sen sisältö saattaa poiketa yllämainituista. (Räisänen, 1997, 32-4.)

2.7 Suunnittelu

Telakka on tuotantolaitos, jonka tuotteina ovat veteen operoimaan suunnitellut alukset ja laitokset. Ne ovat yleensä yksittäistuotantoa, mutta myös sarjatuotan-

to on mahdollista. Suomen telakoille tunnusomaista on yksittäistuotanto ja siksi toimituksen keston ja kustannusten merkitys korostuu. Telakan toimitusprojektin perusstrukturi on kohtalaisen mutkikas. Näin siitä tulee myös yksi telakkayhtiöiden välinen kilpailualue. Tiedossa on, että laivan kustannuksista määräytyy 70-80% jo suunnitteluvaiheessa. Yllämainittujen tekijöiden vuoksi suunnittelu on telakalla jatkuvan kehittelyn ja investointien kohteena. Tässä yhteydessä sähköinen tiedonkäsittely ottanut roolinsa jo vuosikymmeniä sitten ja näkyy nykyään järjestelmätalojen tarjoamina lukuisina suunnittelujärjestelminä ja runsaina suunnittelupalveluina. Nykyään suunnittelu sisältää sähköisten järjestelmien ja piirto-ohjelmien ansiosta paljon muutakin kuin pelkän piirustuksen tuottamisen. Suunnittelulla tarkoitetaan myös kaikkea tuotteen toimivuuden ja tuotteen tekemisen edellytysten luontia ja valmistelua. (Räsänen, 1997, 38-1.)

Taulukossa 1. on esitetty telakalla tapahtuva laivansuunnittelun päävaiheet

Taulukko 1. Telakan laivansuunnittelun vaiheet (Räsänen, 1997)

Telakan suunnittelun vaiheet
<ul style="list-style-type: none"> - alkusuunnittelu (projektisuunnittelu) - perussuunnittelu - runkosuunnittelu - varustelu- ja LVI-suunnittelu -koneistosuunnittelu - sisustussuunnittelu - sähkösuunnittelu

Tietotekniikkaa käytetään laivassa hyväksi 3D-mallintamisen kautta. Mitat asennuksille ja putkilinjojen tekoa varten saadaan tietomallista. Telakalle alihankintaa tekevät yritykset saavat mittatiedot mallista käyttöönsä, jolloin laivassa tehtävä aikavievä mittaustyövaihe jää pois. Mallista saatavien mittojen mukaan materiaalien esivalmistus voidaan tehdä alihankintayrityksissä mahdollisimman pitkälle. Tästä saavutetaan säästöjä, koska asennettavaa tekniikkaa ei tarvitse siirrellä edestakaisin laivan ja työpajan välillä. Laivan konetilat sisältävä paljon erilaista tekniikkaa, putki- sähkö ja ilmanvaihtoputkia, jotka liikkuvat eri

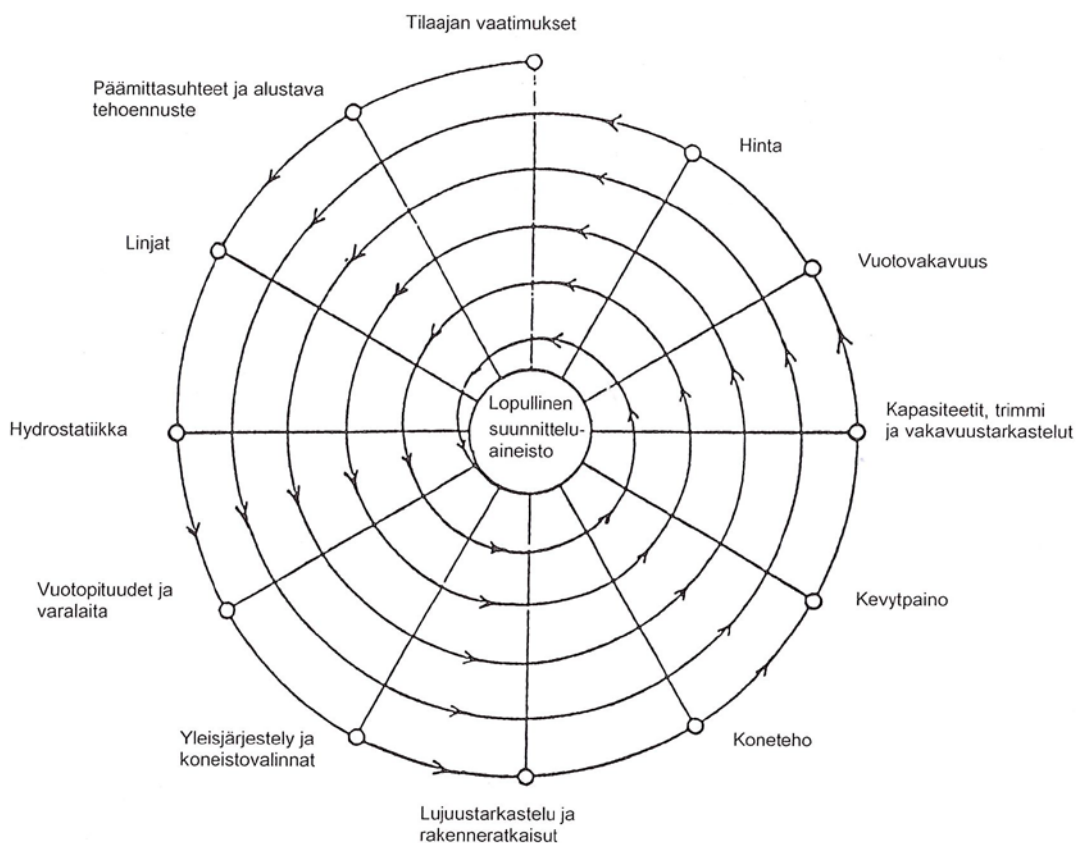
korkeusasemissa. On selvítettävä optimaaliset reitit kaikille putkille, siten etteivät ne törmää toisiinsa ja käyttötilan korkeus käytävillä jää riittäväksi. Tietomallipohjaisesta suunnitelmasta saadaan tieto putkiston kannalta tarpeellisille aukoille runkorakenteisiin, joka on mahdollista siirtää runkosuunnittelujärjestelmään oikeankokoisten aukkojen tekoa varten. (K. Saarinen, henkilökohtainen tiedonanto 22.4.2016.)

Laivarakennussuunnitelmat sisältävät paljon materiaalmäärätietoja. Suunnittelija tekee ensimmäiset tarjouskyselyt tilattavista materiaaleista jo suunnittelutyön aikana. (Räisänen, 1997, 38-1.)

Aluksen geometriset suureet, suoritusarvot ja kapasiteetit määräytyvät alkusuunnittelussa ja tarkentuvat lopulliseen muotoonsa perussuunnittelussa. Kapasiteetit ja suoritusarvot ovat sopimusarvoja, jotka joudutaan päättämään mahdollisimman aikaisessa vaiheessa tarjouksia ja sopimuksia laadittaessa. Nämä sopimusarvot vaikuttavat jatkosuunnitteluun ja tuotteen lopputulokseen merkittävästi. Sopimusarvojen tulisi olla mahdollisimman luotettavat ja kilpailukykyiset, siten ettei niistä muodostu liian suuria riskejä tuotteen toteutumiselle luvatusi. (Räisänen, 1997, 38-3.)

Alkusuunnittelussa on monia laivan geometriaan vaikuttavia tekijöitä, jotka ovat sidoksissa toisiinsa. Laivan alkusuunnittelu on iteratiivinen prosessi. Suunnittelun normaali lähtökohta on, että suunnitteluvaatimukset voivat vaihdella yleiseltä tasolta täydelliseen erittelyyn. Suunnittelun edetessä tieto täsmentyy kunnes suoritusarvot ja muut suunnittelun parametrit ovat sopimuskelpoisia. (Räisänen, 1997, 38-3.)

Laivarakentajat kuvaavat mielellään suunnitteluprosessiaan spiraalin muodossa, joka kiertää kehää tarkentuen kohti lopullista suunnitteluaineistoa. Kuvassa 3. on esitetty laivasuunnitteluspiraali.



Kuva 3. Laivansuunnitteluspiraali (Räisänen, 1997)

Laivarungon suunnittelu ja runkotöiden esivalmistelu on suunnittelun selkein osa-alue ja siinä on pyritty kehittämään erityyppisiä järjestelmiä suunnittelu- vaiheen nopeaan ja mahdollisimman tehokkaaseen läpivientiin. Rungon osien suunnittelussa, valmistamisessa ja kokoamisessa on toistuvuutta ja selkeitä työkokonaisuuksia. Rungon rakennuksessa löytyy prosessituotannon luonteisia piirteitä. (Räisänen, 1997, 38-9.)

2.8 Rakentaminen

Laivan rakentaminen on projektityyppistä työtä, mutta jatkuu telakan työtilanteen ollessa hyvä jatkuvana kehittyvänä prosessina. Rakentaminen alkaa isoina materiaalityökaluina telakalle laivatilauksen varmistuttua. Tämän jälkeen alkaa kokoonpano pitkälti automatisoiduissa kokoonpanohalleissa. Automaation kehit-

telyyn käytetään koko ajan paljon resursseja. Koonpano tehdään lohkovalmistusperiaatteella, jossa lohkon asentoa voidaan käänellä mahdollisimman otolliseen asentoon verraten rakennettavaa työvaihetta. Hyvänä esimerkkinä voisi mainita esimerkiksi konehuoneen katossa olevan huomattavan suuren tekniikka-asennusten toteuttaminen. Asennuksia ei tehdä työtelineiltä käsin, vaan lohko käännetään asentoon missä asennukset voidaan tehdä jalkatilassa. (K. Saarinen, henkilökohtainen tiedonanto 22.4.2016.)

Laivarakentamisessa tutkitaan tällä hetkellä mahdollisuuksia rakentaa laivan lohkot pääpalovyöhykkeittäin. Tällöin saavutettaisiin huomattavia etuja alueellisten järjestelmäkokonaisuuksien asentamisessa. Haasteena tällaiselle rakentamisajatukselle on paloalueiden yli menevien järjestelmien toteuttaminen. Pyrkimys on kuitenkin entistä valmiimpien rakennusosien tuottamiseen samassa paikassa. (L. Kosomaa, henkilökohtainen tiedonanto 28.4.2016.)

Esivalmiste käsite muodostui jo 1960-luvulla. Valmistus työpajalla antoi monia keinoja tuottavuuden parantamiseksi verrattuna laivassa tehtävään työhön. *Elementtityö vaatii suunnittelulta suurempaa panosta.* Lohkoelementtikoossa ollaan menossa koko ajan suurempaan kokoluokkaan. Esimerkiksi Mayerin Turun telkalla suunnitellaan lohkoelementtien rajaavien elementtien kuten hallien ovien ja hallien suurentamista, sekä päänostimen ja telakka-altaan koon kasvattamista isompien elementtien käsittelyn mahdollistamiseksi. (K. Saarinen, henkilökohtainen tiedonanto 22.4.2016.)

Sisätilojen rakentamisessa suuntaus on ollut pitkään yhä suurempi valmismoduulielementtien käyttö. Moduulielementtien valmiusaste voi vaihdella, mutta suuntaus niissäkin on yhä valmiimpien hytti- ja tilakokonaisuuksien asentaminen laivoihin. Moduulielementti voi olla, jopa täysin valmiiksi sisustettu ja LVIS-tekniikalla varustettu valmiskomponentti. (K. Saarinen, henkilökohtainen tiedonanto 22.4.2016.)



Kuva 4. Moduulirakenteisen elementin siirto asennuskohteeseen (Immonen 2015)

2.8.1 Alihankinta ja ostot

Hankintatoimi laivanrakennuksessa ei periaatteiltaan poikkea muusta ostotoiminnasta. Pitää tietää mitä ostetaan, kuinka paljon ostetaan ja milloin haluttu toimitusajankohta on. Laskentavaiheessa käytetään budjettihinnoittelua, esimerkiksi koneet saatetaan laskea KW-tunnusluvun perusteella. Hankintavaiheessa budjettihinta ”puretaan” pienempiin hankintakokonaisuuksiin, jossa luetaan erikseen koneet, apujärjestelmien koneikot ja tarvikkeet. Tarjousvaiheessa pyydetyt isot-, alustavat- tai sitovat- alihankintatarjoukset muodostavat rungon hankintavaiheen ostosopimuksille. Laivarakentamisessa pelkän materiaalin osuus on huomattava, tekeehän telakka omana työnään (alihankinnat mukaan luettuna) laivan rungon kokonaisuudessaan. Materiaalin osto muodostaa huomattavan osan ostotoiminnasta. Suunnittelija tekee suunnitelmavaiheessa erittelylistat tietyistä materiaaleista, jolloin hankinta on mahdollisimman nopea käynnistää näiden raaka-aineiden osalta. (Räisänen, 1997, 40-3.)

Ostojen osuus telakan liikevaihdosta on noin 50–60% ja voi olla tietyissä laiva-tyypeissä ja kuormitustilanteissa suurempikin. (Räisänen, 1997, 40-3.)

Ostaminen vaatii huolellista valmistautumista: on oltava suunnitelma aika- ja rahataivoitteineen. On osattava tarkasti eritellä mitä halutaan ostaa. On selvitettävä aikaisempien hankintojen toimitusrajat ja hinnat. On tunnettava kustannuskehitystoteutumat ja ennusteet. On tiedettävä ostettavien tuotteen, palvelun tai muun kokonaisuuden markkinatilanne. On osattava laatia juridisesti pätevät ostodokumentit. Kun tämän lisäksi tunnetaan riittävä määrä hyväksyttäviä toimittajia, ovat onnistuneen ostamisen edellytykset pääosin olemassa. (Räisänen, 1997, 40-3.)

2.8.2 Oma työvoima

Työtunnit laivaprojektissa jakaantuivat vuonna 2010 seuraavasti; 55% sisältyy kokonaistoimituksiin ja alihankintana teetettäviin töihin ja 45 % töistä tehtiin omana työnä. (Ilus, Laivanrakennusprosessi 27.4.2010.)

2010 – luvulla telakka tekee omana työnä noin 20 % laivatilauksen kokonaisuudesta ja loput 80 % muodostuu materiaali- ja alihankintana toimitettavista hankintakokonaisuuksista. Tietyt telakat ovat pystyneet teollistamaan erityisesti RoRo- ja rahtilaivatyyppisiä laivoja tuotteiksi, joissa on valmis toteutuskonsepti, jota muutellaan tilaajan tarpeiden mukaan suhteellisin vähäisin muutoksin. Nykyaikaiselle laivateollisuudelle on tyypillistä, että samat alihankintayritykset toimivat eri telakoilla niiden kotimaissa. Telakka haluaa varmistaa vaikutusmahdollisuutensa omassa tuotannossa ja hankintatoiminnassa kriittisillä laivarakennuksen osa-alueilla, jotka voivat johtaa laivatilauksen hylkäämiseen ja sopimuksen purkamisprosessiin. Tällaisia osa-alueita on paino (runkotuotanto) ja pääkoneen teho. (L. Kosomaa, henkilökohtainen tiedonanto 28.4.2016.)

2.9 Luovutus tilaajalle, käyttöönotto ja takuu aika

Laivatilauksen luovuttaminen on prosessi, jossa todennetaan ja todistetaan ensisijaisesti laivan tilanneelle varustamolle, että laiva täyttää kaikilta osin ne vaatimukset, joista tilausvaiheen sopimusasiakirjoissa on mainittu ja mahdollisesti myöhemmin tehdyt lisäykset ja muutokset vastaavat sopimuksen mukaista tuotetta. (Räisänen, 1997, 41-1.)

Laivatilauksen luovutusprosessi voidaan jakaa loogisiin vaiheisiin, joita on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Laivatilauksen luovutusprosessi

<p>Toiminnot ennen tuotannon käynnistämistä</p> <ol style="list-style-type: none">1. Suunnitteluaineiston hyväksyttäminen2. Materiaalivalintojen hyväksyttäminen3. Työmenetelmien hyväksyttäminen <p>Toiminnot laivan rakentamisen aikana</p> <ol style="list-style-type: none">4. Materiaalien tarkastukset5. Työn tarkastaminen6. Järjestelmien käyttöönotto - laiturikokeet - merikokeet7. Luovutus

Luokituslaitos valvoo laivaprojektia rakentamisen ajan, sekä edelleen sen jälkeen kun laiva alkaa liikennöidä varustamon lipun alla. Aluksen tulevan kotimaan lippuviranomainen valvoo, että laiva täyttää kansainväliset ja mahdolliset oman lippumaan turvallisuus- ja ympäristöstandardit. (Räisänen, 1997, 41-1.)

Järjestelmien käyttöönottovaiheessa määritellään koko teknisten järjestelmien luovutus- ja koeohjelma, joka sisältää myös aluksen merikoeajon. Järjestelmien käyttöönotot alkavat telakasta riippuen yleensä heti vesillelaskun jälkeen. Käyttöönottoihin osallistuu varustamon, luokituslaitoksen ja telakan lisäksi laivan keskeisten järjestelmien toimittajien edustajia. Käyttöönottoon liittyy asiakkaille

tärkeä koulutusvaihe, jossa varustamon sekä laivan tuleva henkilökunta opiskelee ja saa tietoa järjestelmien käytöstä laivan tulevan operoinnin varmistamiseksi. (Räisänen, 1997, 41-3.)

Laivan luovutus tilaajalle on yhteenveto kaikista näistä toimenpiteistä. Luovutusmateriaaliin kootaan kaikkien järjestelmien ja materiaalien käyttö- ja huolto-ohjeet ja kerätään koestusdokumentit, sekä luokituslaitosten ja viranomaisten antamat lausunnot yhteiseksi luovutusaineistoksi. Tällä tavalla laivatilauksen osapuolet voivat todeta laivasopimuksen mukaisen tuotteen olevan sopimuksen mukainen. Tämän jälkeen varustamo ja telakka yhdessä allekirjoittavat luovutuspöytäkirjan, sekä tähän oleellisesti liittyvän loppulaskun laivatilauksesta. (Räisänen, 1997, 41-5.)

Laivan takuu kestää pääsääntöisesti 12 kk. Laaja varustelunaikainen tilaajatarkastusprosessi on tärkeää vähentämään takuuaikaisia korjauskustannuksia. Laitte- ja KT-toimittajat vastaavat omien toimituskokonaisuuksiensa takuusta telakan kautta. Laivan takuuajan päättyessä tarjotaan varustamoille ylimääräisiä palveluita laivojen ylläpitoon ja korjauksiin, koska tyytyväinen asiakas saattaa tilata uusiakin laivoja. Lisäksi saadaan luotua uusia kontakteja uusiin toimijoihin. Tyypillisiä tällaisia elinkaari palveluja ovat varaosanhallinta, piirustustoimitukset, sisustustilojen uudistukset ja koneistoremontit. (Ilus, Laivanrakennusprosessi 27.4.2010.)

3 TALONRAKENNUS PROSESSINA

Talonrakentaminen on luonteeltaan projektityyppistä toimintaa ja siten eroaa tehdasteollisuudesta monin tavoin (taulukko 4). Rakennushankkeelle on tyypillistä hanketasolla toiminnan kertaluonteisuus ja siitä johtuva jatkuva osapuolten vaihtuminen. Tämän lisäksi rakennushankkeet suunnitellaan toteutusorganisaationa ja tuotteena lähes joka kerta uuteen paikkaan, jolloin aikaisempien kokemusten hyödyntäminen tehokkaasti on vaikeaa. (Kankainen, Junnonen, 2000, 23.)

Talonrakennusala on kehittynyt vuosikymmenten saatossa yhä enemmän valmisosarakentamisen suuntaan. Sään vaikutusta rakentamiseen on pyritty koko ajan vähentämään aikataulullisten-, laadullisten- ja kustannusriskien minimoimiseksi rakennushankkeessa. Mahdollisimman lähelle tehdasmaista toteutustapaa pääseminen on ollut alan tavoite ja suuntaus viime vuosikymmeninä. Tästä on osoituksena elementtityyppisten tuotteiden lisääntyminen työmaalla tapahtuvan toteutusajan lyhentämiseksi. Viime vuosikymmeninä tapahtunut erilaisten elementtitekniikoiden kehittyminen ja lisääntyminen rakentamisessa on osoitus tästä suuntauksesta. Viime aikoina esiinnousseet rakentamisen laadulliset ongelmat liittyen rakenteiden kastumiseen ja liian lyhyisiin kuivatusaikoihin tukevat tätä suuntausta tulevaisuudessakin.

Taulukko 3. Rakennustoiminnan erityispiirteet (Peltonen, Kiiras 1998)

Tehdasteollisuus	Rakennustoiminta
Suunnittelun, tuotannon ja markkinoinnin päättävä valta yksissä käsissä.	Päättäjä jakautunut rahoittajille, rakennuttajalle, suunnittelijoille, paikallisille viranomaisille ja urakoitsijoille.
Suunnittelu- ja tuotantotiimien, sekä alihankkijoiden vaihtuvuus on melko vähäistä ja myös näiden välillä on yhteistyötä.	Suunnittelu- ja rakennustiimit kootaan jokaiseen hankkeeseen erikseen, eivätkä osapuolet ole tottuneet toimimaan yhdessä.
Toistuvuus ja standardointi ovat korkealla tasolla.	Jokainen hanke suunnitellaan erikseen.
Tyypillisen tuotteen tuottamiseen tarvitaan vähäinen määrä yksinkertaistettuja toimintoja.	Tyypillisen rakennusprojektin toteuttamiseen tarvitaan suuri määrä käsityötä. Toiminta on työvoimavaltaisempaa kuin tehdasteollisuus.
kaikki toiminta suoritetaan yhdessä pysyvässä toimipaikassa.	Toiminta hajautettu useisiin tilapäisiin toimipisteisiin.
Lyhyet toimitusajat ja suuret tuotantosarjat mahdollistavat tuotteen jatkokehittelyn prototyyppien avulla.	Pitkä rakennusprosessi ja jokaisen hankkeen ainutkertaisuus vaikeuttavat saatujen kokemusten ja palautteen hyödyntämistä jatkossa.

3.1 Talonrakentamisen lähihistoria

Teollistumisen alku 1960 – luku

Kaupunkeihin muutti 1950 – 1960 luvuilla 1,1 miljoonaa ihmistä. Lähiörakentaminen käynnistyi ja suuria lähiörakentamishankkeita aloitettiin. Teollinen rakentaminen käynnistyi ja käsityö väistyi työmailla tehtävän konetyön tieltä. Vuonna 1960 suomessa oli jo yli 200 torninosturia työmailla. Rakentaminen kehittyi ympärivuotiseksi jo 1950 luvun puolivälissä, mutta talvirakentaminen kehittyi rakentamisen teollistamisen myötä. (Rakennuslehti 22.4.2016.)

Rakennusyrietykset alkoivat käyttää suur- ja pöytämuottitekniikkaa betonirakentamisessa. Sandwich- ja julkisivuelementtejä alettiin valmistaa työmailla. Teollistaminen jatkui aluerakentamissopimusten ansiosta. Malliratkaisuja tuotiin Ranskasta, Tanskasta ja Ruotsista. Rakennusala oli melko varhain hyödyntämässä tietotekniikkaa. Tietotekniikan käyttö alkoi 60-luvulla suunnittelun mitoituslaskelmista. (Hytönen, Seppänen, 2009.)

Lähiörakentamisen aikakausi 1970 – luku

Lähiörakentamisen huippukausi osuu 1970 luvulle, tarkalleen ottaen vuosille 1973 – 1974. Projektivienti laajeni Afrikkaan ja Lähi-Itään. Teollinen rakentaminen kehittyi edelleen ja standardisoitui Bes-järjestelmän pohjalta. Suuria lähiörakennuskohteita toteutettiin kotimaassa ja ulkomailla. Svetogorskin ja Kostamuksen suuret hankkeet toteutettiin rakentajien yhdistyessä ja synnyttäessä Finnstroy. (Rakennuslehti 22.4.2016.)

Vuosina 1968 – 1970 kehitettiin Suomessa Bes – järjestelmä. Järjestelmää käytettiin hyödyksi asuin rakentamisessa. Järjestelmän toimintaperiaate pohjautui kantaviin pääty- ja väliseiniin, ei-kantaviin sandwich – ulkoseiniin ja välipohjina käytettäviin laattoihin. Parvekkeet olivat yleensä vapaasti perustuksilla seisovia torneja. Laattaelementteinä alettiin käyttää esijännitetyjä ontelo- ja kotelolaattoja. Bes – järjestelmän avulla päästiin suuriin asuntotuotantolukuihin 1970- luvun alkupuolella. Ontelolaatan kehitys käynnistyi todenteolla BES – rakentamisen myötä 70 – luvun alussa. 1970-luvulla ei ollut vielä tietoa betonin kestävyteen

vaikuttavista tekijöistä, kuten raudotteiden ruostumisesta, pakkasen-, sekä lämpökäsittelyn vaikutuksista. Julkisivuja jouduttiin korjaamaan näiden syiden takia jo 30–40 käyttövuoden jälkeen. (Hytönen, Seppänen, 2009.)

Projektiviennin kulta-aika 1980 – luku

Projektiviennin huippukausi osuu 1980 – luvulle, kohteina olivat Neuvostoliitto, Afrikka ja Lähi-itä. Rakennusyrietykset keskittyivät ja tulivat valtakunnallisiksi. Vuosikymmen oli avaimet käteen (KVR) rakentamisen huippuaikaa. Vuosikymmenen puolivälissä siirryttiin pois laatikkoarkkitehtuurista, mikä romahdutti rakennusyhtiöiden tulokset. Rakentamisen kehittymisen voimakasta aikaa, tuotesakauppa syntyi. Teräs alkoi haastaa betonia, puu taas ei. (Rakennuslehti 22.4.2016.)

Runko - Bes aineiston luonti 1980 – luvulla jatkoi elementtijärjestelmien standardointia toimitila- ja teollisuusrakentamisen puolella. Pilarielementit ovat 1- tai useampikerroksisia teräsbetonirakenteita. Elementtipalkit ovat joko teräsbetonisia tai jännitettyjä rakenteita. Kehitettiin runkoratkaisu, jossa pilarit ovat 1-kerroksisia ja palkit voivat olla jatkuvia. Samoihin aikoihin käynnistyi myös ns. matalapalkkien kehitys, sekä teräspiilokonsoliliitosten käyttö pilari-palkkiliitoksena. Esijännitetty kuorilaatta pääalevaluineen tuli 1980 – luvulla käyttöön asuntorakentamisessa. Myöhemmin sitä on käytetty enemmän pysäköintitalojen laatasoina. (Hytönen, Seppänen, 2009.)

Sekä väribetoni- että korkealujuusbetoni olivat 1980 – luvun keksintöjä. Korkealujuusbetoni otettiin käyttöön laajemmin, mikä johti hoikkien palkkien jännäväliden kasvamiseen ja pilarien ohentumiseen. Pilari-palkkirungolle koottiin mittajärjestelmä, rakenneosien mitta- ja tyyppisuositukset, sekä suunniteltiin niille liitosdetaljit. Elementtiteollisuudessa alkoi 1980 – luvulta lähtien lisääntyä tuotesakauppa, jossa toimittava tehdas otti aiempaa suuremman toimitusvastuun. Kauppaan sisältyi usein elementtien suunnittelu, valmistus, asennus ja juotosvalut. Pitkäjännitteinen 1980 – luvulla alkanut betonin kehitystyö näkyy 1990 – luvun betonirakenteissa monimuotoistumisena. (Hytönen, Seppänen, 2009.)

Tietotekniikkaa on käytetty hyväksi elementtiteollisuudessa pitkään. Vuosina 1984 – 1985 kehitettiin CAD- ohjelmien standardointia ja yhteiskäyttöä varten Bec – järjestelmä. (Hytönen, Seppänen, 2009.)



Kuva 5. Talonrakennustyömaa runkovaiheessa (Turunen 2002)

1990 – luvulla rakentaminen romahti huipputasolta lähes puoleen entisestä. Tämä johti vääjäämättä myös teollisen kehityksen hidastumiseen alalla. Suomalaiset saivat isoja sotilaskyläurakoita entisen Neuvostoliiton alueilta. Baltiasta ja Virosta tuli uusi Suomen kotimarkkina-alue, jotka kansainvälistivät rakennusvientiä ulkomaille. Iso insinöörikoulutuksen leikkaus ja rakenneuudistus tapahtuivat vuonna 1996, joista rakennusala kärsii erityisesti nykyään ammattitaitoisien ja alalla pysyvästi toimivien toimihenkilöiden puutteen muodossa. Teollisuusrakentamisen painopiste siirtyi paperitehtaista korkean teknologian yrityksiin 1990 – luvun lopulla. Nokia tyyppinen hektinen toimistorakentaminen alkoi suosia projektijohtourakointia. Asuntorakentamiseen tulivat isot lasitetut parvekkeet ja lasijulkisivut toimistorakennuksiin. Parvekkeiden suurentunut kokovaatimus, johti entistä isompiin ja painavampiin laattaelementtiratkaisuihin, mikä taas

johti isompiin nostureihin ja järeämpään kuljetuskalustoon rakennuselementtien toimittamiseksi työmaille. (Rakennuslehti 22.4.2016.)

2000 – luku

Koko rakennuksen ominaisuudet, arkkitehtuuri, elinkaarikustannukset ja ympäristövaikutukset suuntasivat rakentamisen kehitystä jo 1990 – luvulla. Rakentamisen asenne oli muuttunut. Julkisivuissa rappaustekniikat, saumaton arkkitehtuuri lisäävät suosiotaan, tämä taas johtaa paikallarakentamisen lisääntymiseen työmaille. Myös graafinen betoniarkkitehtuuri lisää suosiotaan. BES- ja Runko-BES – järjestelmiä käytetään edelleen. (Rakennuslehti 22.4.2016.)

Rakennusteollisuudessa euron vakiinnuttama hyvä kehitys jatkuu vuoden 2008 puoliväliin. Rakennusurakoissa aletaan ottaa käyttöön elinkaari- ja allianssimalleja, joissa toimitaan läheisessä yhteistyössä tilaajaorganisaation kanssa. Suomalaisesta ydinvoimalasta tulee maailman kallein rakennus. Osasyyn tähän on paikallarakentamisen huomattavan iso määrä, jolloin teollisen rakentamisen hyödyt eivät tule esille. Maassamuutto ja maahanmuutto tuovat paineita asuntorakentamisen kasvattamiseen. Väestön ikääntyminen näkyy selvimmin asutuskysynnän painottumisena pieniin asuntoihin. Puukerrostalot alkavat olla uskottava vaihtoehto Ara-tuotannossa. Energian säästö ja ilmastomuutoksen torjunta alkavat EU:n kautta ohjailla rakentamista. (Rakennuslehti 22.4.2016.)

Suomalainen betonielementtien valmistus tehtiin alkuaikoina käsityönä. Koneita ja laitteita on ajan tuotannossa lisätty. Teräspintainen muotti on sivuuttanut puumuotin ja betoniasemia on automatisoitu. Nosturikapasiteetit rajoittivat aluksi elementtikokoja. Ontelolaattojen valmistusprosessi on pitkälle automatisoitu. Seinäelementtien valmistuksessa, harkkojen, putkien ja pihakivien valuteknikassa käytetään teollisia tuotantomenetelmiä. Rakentamisen vienti ulkomaille on pohjautunut suuresti teollisen elementtirakentamisen osaamiseen. Maailmanlaajuiset markkinat avautuivat kun ontelolaattateknologiakehittyi. (Rakennuslehti, 22.4.2016.)

3.2 Rakennusprojektin määrittäminen

Rakennusprojekti syntyy tilatarpeesta yleishyödyllisestä asuntorakentamisesta, taloudellisen hyödyn tavoittelemisesta tai näiden yhdistelmistä. Ara lainoitettu asuntotuotanto on yleishyödyllistä rakentamista. Ara-korkotuettu asuntolaina on valtion takaamaa lainaa, joita käytetään vain alueille, jolla on kohtuuhintaisten asuntojen pitkäaikaista kysyntää, sekä kasvualueille joilla asuntojen tarjonta ei vastaa kysyntää. (Rakennustieto, 2016, RT ARA-21684,2.)

Rakennusprojektin kannattavuutta voidaan laskea alkuvaiheessa kuinka paljon alueen yleinen vuokrataso on ja tekemällä siitä katelaskelmia ja puntaroida niiden kannattavuutta. Taloudellista riskiä voidaan arvioida alueen yleistä haluttavuutta vertailemalla. Myyntikohteessa laskelma pitää sisällään kohteen rakentamis-, liittymä-, tontti- ja rahoituskulut, sekä halutun katteen. Tämä summa jaetaan tontin rakennusoikeuden mukaan. Tämän jälkeen voidaan arvioida onko kohde kiinnostava rakentamisen jatkoselvittelyä varten. (I. Utrianen, henkilökohtainen tiedonanto 20.4.2016.)

3.3 Tarveselvitys

Kun hanke on todettu rakentamisen suhteen kiinnostavaksi, käynnistyy hankkeessa tarveselvitysvaihe. Siinä perustellaan tilahankinnan tarpeellisuus, kuvataan alustavasti tilat ja asetetaan niille vaatimukset, sekä tutkitaan vaihtoehtoiset käyttömahdollisuudet ja arvioidaan eri ratkaisujen edullisuus. (Rakennustieto, 2013, RT 10-11107 HJR12, 4.)

Tilojen tarve esitetään sopivalla tarkkuudella tilaryhmittäin, huomioiden arvioitu kehityssennusteista arvioitu kohtuullinen laajennusvara. Erilaiset toiminta- ja käyttöratkaisut asettavat tiloille erilaiset vaatimukset, joiden ratkaisemiseksi saattaa olla useita erilaisia ratkaisuja. Näistä rakentamisvaihtoehto johtaa hankkeeseen. Tarveselvitystä ja hankesuunnitelmaa voidaan tehdä yhdessä. (Rakennustieto, 2013, RT 10-11107 HJR12, 4.)

Tarveselvityksen tilanhankinnasta laatii omistaja tai käyttäjän toimeksiannosta rakennuttaja, joka voi käyttää apunaan suunnittelijoita tai muita asiantuntijoita. Tämän vaiheen tuloksena syntyy hyväksytty tarveselvitys ja hankepäätös. (Rakennustieto 2013, RT 10-11107 HJR12, 4.)

3.4 Hankesuunnittelu

Hankesuunnitteluvaiheeseen liittyvät oleellisimmat rakennushankkeeseen ryhtyvän lakisääteiset velvollisuudet. Rakentamishankkeeseen ryhtyvän on pidettävä huolta, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan rakentamista koskevien määräysten ja säännösten mukaan, sekä myönnetyn rakennusluvan mukaisesti. Hänellä tulee olla hankkeen koko ja vaativuus huomioiden riittävät edellytykset sen toteuttamiseen, sekä käytössään pätevä henkilöstö. (MRL § 119.)

Hankesuunnitteluvaiheessa asetetaan rakennushankkeelle toimivuutta, laajuutta, laatua, kustannuksia ajoitusta ja ylläpitoa koskevat täsmälliset tavoitteet. Tässä vaiheessa määritellään tuleva rakennuspaikka, sekä hankkeen toteutus-tapa. Toimeksiantajan investointipäätökseen tarvitsemat rakennushanketta koskevat tiedot, sekä rakennussuunnittelun tavoitteet laaditaan hankesuunnitteluvaiheessa. (Rakennustieto, 2013, RT 10-11107 HJR12, 5.)

Hankesuunnitteluohjelma syntyy hankesuunnittelun tuloksena, joka muodostuu projektiohjelmasta ja hankeohjelmasta. Hankkeen läpiviennille asetetut tavoitteet ja hankeohjelmassa hankkeen suunnittelulle asetetut tavoitteet esitetään projektiohjelmassa. Hankesuunnitelmaan eivät kuulu hankesuunnittelun yhteydessä mahdollisesti esitetyt ehdotussuunnitelmat. (Rakennustieto, 2013, RT 10-11107 HJR12, 5.)

Luonteeltaan hankesuunnitteluvaihe on tarkentuva prosessi, jossa haetaan tasapainoa tavoitteiden ja lähtötietojen välillä. Keskeisenä kriteerinä esiintyy usein hankkeen tuotto. Toimeksiantaja suorittaa hankesuunnittelun käyttäen apunaan suunnittelijoiden ja rakennuttajakonsulttien asiantuntemusta. Hankesuunnittelun tuloksena syntyvän projekti- ja hankeohjelman hyväksyy toimeksiantaja, joka käyttää tätä avukseen hankkiessaan rahoituksen hankkeelle. Hankesuunnittelu-

vaiheen tuloksena syntyy hyväksytty hankesuunnitelma ja investointipäätös. (Rakennustieto 2013, RT 10-11107 HJR12, 5.)

3.5 Suunnittelu

Suunnittelu organisoidaan sen valmisteluvaiheessa, sekä pidetään mahdolliset suunnittelukilpailut ja pyydetään suunnittelutarjoukset. Käydään tarvittaessa neuvottelut, valitaan suunnittelijat, tehdään suunnittelusopimukset ja lopuksi käynnistetään suunnittelu. (Rakennustieto 2013, RT 10-11107 HJR12, 8.)

Rakennuttaja tai urakkasopimuksesta riippuen urakoitsija huolehtii suunnittelun valmistelusta, tekee suunnittelijoiden valinnat ja suunnittelusopimukset hankkien suorituksilleen sovituisissa vaiheissa toimeksiantajan hyväksynnän. (Rakennustieto 2013, RT 10-11107 HJR12, 8.)

Rakennuttajan tulee nimetä rakennushankkeeseen hankkeen vaativuutta vastaava pätevä turvallisuuskoordinaattori. Rakennuttajan tulee varmistua, että turvallisuuskoordinaattorilla on riittävä pätevyys, asianmukaiset toimivaltuudet ja muut edellytykset huolehtia kyseessä olevasta rakennushankkeesta. turvallisuuskoordinaattori huolehtii 5-9 §:ssä tarkoitetuista terveellisyyttä ja turvallisuutta koskevista toimenpiteistä. (Vna 205/2009 § 5.)

Talonrakennushankkeessa tulee olla pääsuunnittelija (MRL § 120), joka huolehtii siitä että rakennussuunnitelma ja erityissuunnitelmat muodostavat selkeän kokonaisuuden. Tämän suunnitteluperiaatteen tarkoituksena on varmistaa ja parantaa suunnittelun koordinoitua. Kunkin alan erityissuunnittelusta vastaava henkilö huolehtii siitä, että suunnitelma vastaa sille asetettuihin vaatimuksiin. (Kankainen, Junnonen, 2000, 34.)

Rakennussuunnittelulla tarkoitetaan rakennettavaan paikkaan ja sen ympäristöön mahdollisimman hyvin soveltuvien arkkitehtonisen, toiminnallisten ja teknisten ratkaisujen kehittämistä tilaajan antamien tavoitteiden mukaisesti. Suunnittelun lähtötietoina voivat olla mm. hankesuunnitelma, suunnitteluohje, tehtä-

väluettelot, normit ja normiluontoiset ohjeet, rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. (Kankainen, Junnonen, 2000, 37.)

Suunnittelija voi olla tilaajan tai rakentajan palveluksessa, riippuen kohteen urakkamuodosta. KVR- tai SR-urakkamuodoissa päävastuu suunnittelusta on rakennushankkeeseen valitulla rakennusliikkeellä. Tässä urakkamallissa tilaaja on tehnyt kohteeseen korkeintaan luonnosvaiheen suunnitelman tai muuten määritellyt suunnittelun lähtötiedot haluamallaan tavalla. Kokonaisurakkamalleissa suunnitelmat tulevat kokonaisuudessaan rakennuttajalta. Tässä urakkamallissa, lisä- ja muutostöitä syntyy hankkeesta ja laajuudesta riippuen 5-10%, jotka johtuvat suunnitelmien tarkentumisesta. (Kankainen, Junnonen, 2000, 37.)

Tilaajan hankesuunnitelma toimii pohjana rakennussuunnittelulle. Tämän lähtöaineiston pohjalta suunnittelijat laativat toteuttamissuunnitelmat. Ennen suunnittelun aloittamista ja sen aikana tilaaja ja suunnittelijat tarkastelevat lähtötietojen toteutumista suunnittelussa hankesuunnitelman määrittelemien tavoitteiden ja puitteiden mukaisesti. (Kankainen, Junnonen, 2000, 37.)

Taulukko 4. Rakennussuunnittelun vaiheet ja liittyvät tehtävät (Kankainen, Junnonen 2000).

Rakennus suunnittelun vaiheet ja liittyvät toimenpiteet	
1.0 Suunnittelun valmistelu	
1.1 Edellytysten toteaminen	
1.2 Valmistelu	
1.2.1 Hankeen tavoitteiden tarkistaminen	
1.2.2 Suunnittelutavoitteiden täsmentäminen	
1.3 Suunnittelun käynnistäminen	
1.3.1 Hankkeiden erityistehtävät	
1.4 Suunnittelun suoritus	
1.4.1 Suunnitteluprosessin määrittäminen ja ajoittaminen	
1.4.2 Suunnittelutehtävien määrittäminen	
1.4.3 Suunnittelutiedon hallinnan määrittelemine	
1.4.4 Suunnittelukilpailun järjestäminen (suunnitteluratkaisu)	
1.4.5 Suunnittelijoiden valitseminen	
1.4.6 Suunnittelun käynnistäminen	
1.4.7 Käyttäjien kuuleminen ja viestintä	
1.5 Suorituksen sopimuksenmukaisuuden toteaminen	
- suunnittelupäätös	
2.0 Ehdotussuunnittelu	
2.1 Suunnittelun edellytysten toteaminen	
2.2 Suunnittelun valmistelu	
2.3 Suunnittelun käynnistäminen	
2.4 Suoritus	
2.5 Suorituksen sopimuksenmukaisuuden toteaminen	
- ehdotuksen valintapäätös ja hyväksytty ehdotussuunnitelma	
3.0 Yleissuunnittelun ohjaus	
3.1 Suunnittelun edellytysten toteaminen	
3.2 Suunnittelun valmistelu	
3.3 Suunnittelun käynnistäminen	
3.4 Suoritus	
3.5 Suorituksen sopimuksenmukaisuuden toteaminen	
- hyväksytty yleissuunnitelma ja pääpiirustukset	
4.0 Toteutussuunnittelun ohjaus	
4.1 Suunnittelun edellytysten toteaminen	
4.2 Suunnittelun valmistelu	
4.3 Suunnittelun käynnistäminen	
4.4 Suoritus	
4.5 Suorituksen sopimuksenmukaisuuden toteaminen	
- hyväksytyt toteutussuunnitelmat	

Ehdotussuunnitteluvaiheen tarkoitus on tuottaa hankkeelle asetettujen tavoitteiden mukainen yleisratkaisu. Ehdotussuunnitelmien avulla tutkitaan ja vertaillaan erilaisia toiminta- ja maankäyttömalleja, sekä tarvittava määrä vaihtoehtoisia yleisratkaisuja. Ratkaisuehdotukset tehdään riittävän tarkalla tasolla, jotta niitä voidaan vertailla, sekä tarkastella toimivuutta ympäristöön ja laskea kustannuk-

sia. Valitusta ratkaisumallista tehdään ehdotussuunnitelma, jonka tilaaja hyväksyy. Tämä suunnitelma toimii pohjana jatkosuunnittelulle. Ehdotussuunnitelmassa esitetään yleisratkaisun pääpiirteet joita ovat mm. toiminnallinen yleisratkaisu, rakennustaiteellinen yleisratkaisu, sijoittuminen tontille, perustamisolosuhteet, kustannusarvio. (Kankainen, Junnonen, 2000, 37.)

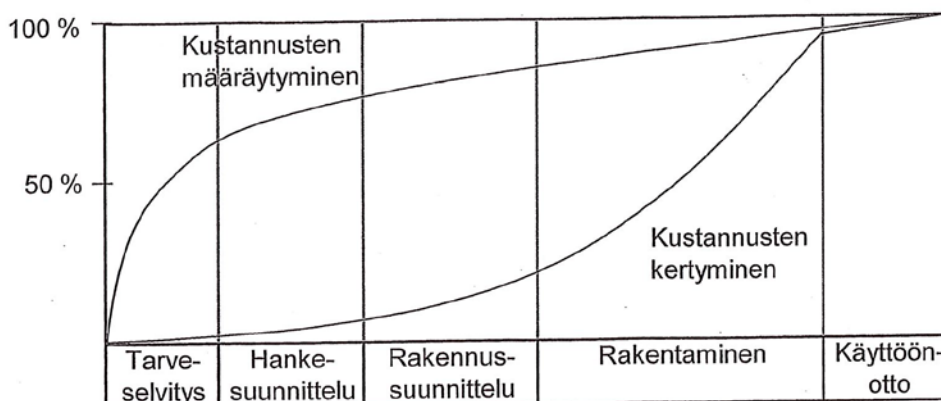
Luonnossuunnitelmissa suunnitelmia tarkennetaan ehdotussuunnitelmavaiheen ratkaisujen pohjalta. Luonnossuunnitteluvaiheessa teetetään rakennejärjestelmän periaateratkaisu, sekä riittävän yksityiskohtainen rakennuspaikan pohjatutkimus jatkosuunnittelun ratkaisujen varmistamiseksi. Rakenne-, LVI- ja sähkötekniiset suunnittelijat esittävät luonnosvaiheessa vaihtoehdot teknisten tilojen ja tekniikan vaatimasta tilatarpeesta rakennuksen eri osissa. Luonnossuunnittelussa esitetään yleisratkaisun tasolla mm. perustamistapa, kantavat rakenteet, rakennustapaselostus ja talotekniset järjestelmät. Luonnossuunnitelma esitetään tilaajalle ja verrataan aiemmin sovittuihin tavoitteisiin kuten esim. laajuustiedot, kustannusarvio ja toteuttamisaikataulu. Tilaaja hyväksyy luonnossuunnitelmat jatkosuunnittelun pohjaksi. Tässä vaiheessa laaditaan rakennuslupahakemukseen liittyvät pääpiirustukset, selvitys rakennuspaikan perustamis- ja pohjaolosuhteista, sekä viranomaisten vaatimat muut selvitykset. (Kankainen, Junnonen, 2000, 38.)

Toteutussuunnitteluvaiheessa laaditaan työpiirustukset ja sellaiset tekniset suunnitelmat, joiden pohjalta rakennuksen määrä ja laatu voidaan yksiselitteisesti määrittellä. Tässä vaiheessa selvitetään asetettujen tavoitteiden mukaiset, toiminnan ja käytön aiheuttamat yksityiskohtaiset tarpeet. Varmistetaan ratkaisujen ja detaljien toimivuus. Ohjelmoidaan tilaajan erillishankinnat. Tässä vaiheessa varmistetaan, että viranomaiset hyväksyvät suunnitelmat. (Kankainen, Junnonen, 2000, 38.)

Täydentäväsuunnittelu tarkoittaa rakentamisen suunnitteluvaiheessa ja varsinaisen rakentamisen aikana laadittuja hankkeen toteuttamiseksi tarvittavia suunnitelmia ja selosteita. Näitä ovat esimerkiksi erilaiset valmistus-, kone ja asennuspiirustukset, sekä elementtien valmistuskuvat. (Kankainen, Junnonen, 2000, 38.)

Rakennushankkeen kustannukset määräytyvät lähes kokonaan suunnitteluvaiheessa, mutta syntyvät rakennusaikana (taulukko 5).

Taulukko 5. Kustannusten määräytyminen ja kertyminen (Kankainen, Junnonen 2000)

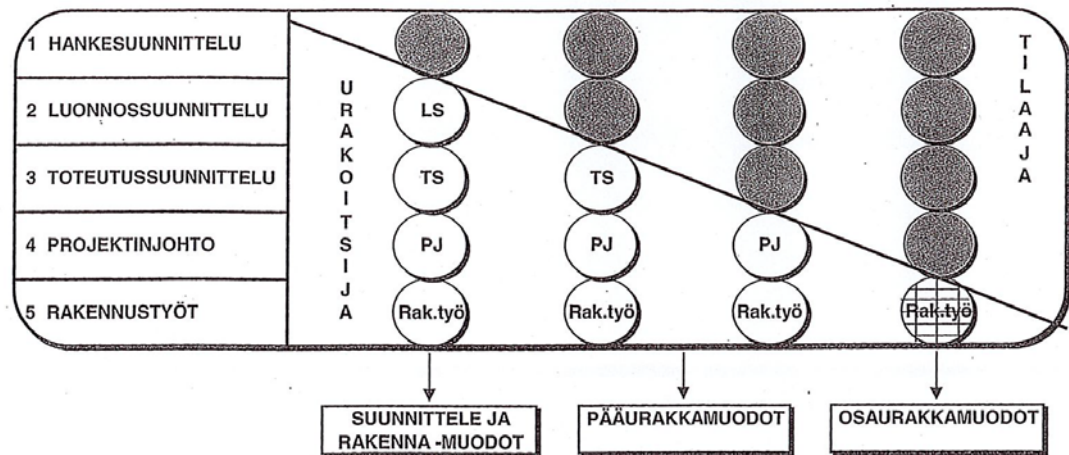


Hankkeiden suunnittelua on tehty Cad – ohjelmistoilla 80-luvulta lähtien. Rakennusala on pitkään pyrkinyt käyttämään suunnittelussa 3D-mallintamistekniikkaa. Nykyään yhä pienemmät kohteet mallinnetaan käyttäen eri ohjelmistoja. Mallintamistekniikan kehittymisen suurimpia esteitä on ollut tilaajan osaamattomuus suunnittelusopimuksia tehtäessä. (Tohmo, 2015.)

3.6 Tarjous ja Tilausprosessi

Rakennusalalla urakkamuoto ratkaisee, minkälaisin ehdoin urakoitsijan kanssa toimitaan. Urakkamuotojen erot koskevat suoritusvelvollisuuden laajuutta, sekä urakkahinnan maksuperustetta. Tämän lisäksi urakkamuotoja tarkastellaan myös eri urakoitsijoiden välisten suhteiden perusteella jaoteltuna pää-, sivu-, ali-, osa- ja erillisurakoihin. Tärkeimpinä urakkamuotoja koskevinä ehtoina pidetään; urakoitsijan suoritusvelvollisuuden laajuutta, urakoitsijalle maksettavan korvauksen maksuperustetta, tarjousten hankintatapaa, suunnitelmasiikirjojen valmiutta. (Kankainen, Junnonen, 2000, 44.)

Urakkamuotojen suoritusperusteen mukaan ne ryhmitellään; pääurakkamuotoihin, osaurakkamuotoihin, suunnittele ja rakenna (SR) -muotoihin Kuva 6. (Kankainen, Junnonen, 2000.)



Kuva 6. Suoritusvelvollisuuden laajuus eri urakkamuodoissa (Peltonen, Kiiras 1998)

Pääurakkamuodoissa urakoitsija vastaa hankinnoista, rakennustyöstä ja työmaan johtamisesta. Osaurakkamuodoissa pilkotaan rakentaminen osasuorituksiin, joiden koordinoitua ja hankintoja koskeva lopullinen päätösvalta pysyy tilaajalla. Käytännössä tällaisia urakoita kutsutaan projektinjohtorakentamiseksi. (Kankainen, Junnonen, 2000, 28.)

Suunnittelun sisältävissä KVR- ja SR- urakkamuodoissa urakoitsija vastaa kokonaisvaltaisesti hankkeesta luonnossuunnittelusta lähtien. Tässä urakkamuodossa rakentaminen voi tapahtua myös rakennusliikkeen tontille. Rakennuttaja voi pyytää urakan hinnan rakentajalta laatimillaan luonnossuunnitelmilla, hankesuunnitelmalla ja tilaohjelmalla. Tästä vaiheesta eteenpäin rakennusliike vastaa tarvittavien suunnitelmien tekemisestä, rakennussuunnittelusta erikoissuunnitteluineen. Tämä urakointimalli käy isojen kohteiden toteuttamiseen ja on tilaajalle kustannusvarma suunnitteluriskien ja määräriskien jäädessä urakoitsijalle. Haluttu laadullinen lopputulos vaatii rakennuttajalta valvontaa suunnittelun- ja rakentamisen edetessä. (Kankainen, Junnonen, 2000, 28.)

Kokonaishintaurakassa tarjouksen antaja sitoutuu tekemään työn urakka-asiakirjojen mukaisesti laskemallaan kiinteällä urakkasummalla, josta urakoitsija saa maksusuorituksia edistyneiden työvaiheiden mukaan vaiheittain. Tässä urakkamuodossa jäävät rakentamiseen liittyvät riskit, kuten hintojen muutokset ja määrämittauksessa tapahtuneet virheet urakoitsijalle. Mikäli lisä- ja muutostöitä tulee, korvataan ne tai hyvitetään sopimusasiakirjojen mukaisesti. Tätä urakointimallia käytetään myös isojen kohteiden toteuttamisessa. Tässä mallissa kuitenkin jatko- ja täydennyssuunnittelussa tapahtuvat tarkennukset ja muutokset jäävät tilaajan kustannusriskiksi. Laadullinen lopputulos voi olla parempi, koska tilaaja vastaa suunnittelusta. (Kankainen, Junnonen, 2000, 45.)

Yksikköhintaurakassa Tilaja tekee sopimuksen urakoitsijan kanssa yksikköhinnoin laskettujen kustannusten perusteella, joista urakoitsija on antanut kiinteän tarjouksen. Määriä ei tarvitse sopimusvaiheessa, vaan ne tarkennetaan rakennushankkeen tullessa valmiiksi. Tarjousvaiheen suunnitelmista tulee silti käydä ilmi työn tekotapa, olosuhteet ja tiedossa oleva laajuus, jotta tarjoushinta pystytään antamaan. (Kankainen, Junnonen, 2000, 45.)

Laskutyöurakassa tilaajan ja urakoitsijan kesken sovitaan, että rakennustyöstä tulevat kustannukset laskutetaan tilaajalta sitä mukaan kun kustannuksia syntyy ja rakennustyöt etenevät. Urakoitsijan velvollisuutena on rakennustyön johtaminen palkkiota vastaan. Riski kustannuksista on pelkästään tilaajalla. Kokonaishinnasta ei ole tietoa, ennen kuin työ on valmis. Tätä urakkamuotoa käytetään monimuotoisissa vaikeasti suunniteltavissa kohteissa. Tällä urakkamuodolla työt saadaan nopeasti käyntiin pienellä alkusuunnittelulla ja jatkosuunnittelun painopisteitä voidaan kohdentaa työn edetessä, sitä eniten vaativiin rakentamisen osiin. (Kankainen, Junnonen, 2000, 45.)

Tavoitehintaurakassa urakoitsija rakentaa sovitun työkokonaisuuden ja tilaaja maksaa suoritusta työn etenemisen mukaan aivan kuten laskutyöurakassakin. Tämän lisäksi urakalle on määritetty ns. tavoitehinta, jonka alittumisesta urakoitsija saa sopimuksen mukaisen tavoitehintapalkkion. Mikäli tavoitehintaa ylittää urakoitsija maksaa ylityksestä tilaajalle sovitussa suhteessa. Urakalle voidaan määritellä myös kattohinta, jota enempää tilaaja ei maksa urakasta. Mikäli

urakassa ylitetään kattohinta, urakoitsija maksaa ylimenevän osuuden kokonaisuudessaan. (Kankainen, Junnonen, 2000, 45.)

Allianssimallilla toteutettavalla urakalla tarkoitetaan mallia jossa hankeen eri osapuolet (tilaaja, suunnittelijat, urakoitsijat ja mahdollisesti myös materiaalitointajat) solmivat yhteisen sopimuksen tietyn hankkeen tiimoilta ja muodostavat allianssin. Allianssimalli perustuu malliin, jossa hankkeen riskit ja hyödyt jaetaan ennalta sovitulla tavalla. Allianssimallin peruseriaatteet ovat läpinäkyvyys, yhdessä sovittujen riskien jako, luottamus, yhteisvastuullisuus ja yhteinen päätöksenteko. Mallissa on pyritty luomaan ympäristö, jossa kaikki osapuolet ovat niin sitoutuneita hankkeeseen, ettei vastakkainasettelua ja syyttelyä toisen osapuolen toiminnasta ilmenisi. Palveluntuottajan valinta perustuu neuvottelumenettelyyn, jossa tärkeänä kriteerinä on osapuolen kyky toimia allianssissa. Tavoitteena on varmistaa oikea osaaminen ja kulttuurinen kyky toimia kaikkien kanssa yhteistyössä. Osapuolten pitää pystyä avoimuuteen ja luottamukseen toisiaan kohtaan. Tätä taustaa vastaa allianssiurakan strategisina tavoitteina ovat; parantaa rakentamisen tuottavuutta, muuttaa rakentamisen kulttuuria kohti avointa ja luottamukseen perustuvaa toimintatapaa, valmistaa lopputuotetta nopeammin, edullisemmin ja laadukkaammin, kehittää osaamista ja innovatiivisuutta. (Rakennustieto Oy 2013.)

Tarjosten hankintatapa tulee olla toteutustavaksi valittuun urakkamuotoon, olemassa oleviin asiakirjoihin, hankkeen vaiheeseen, sekä vallitsevaan kilpailutilanteeseen sopiva. Tarjoukset voidaan hankkia kilpailun tai neuvottelun avulla (taulukko 6). Tarjosten hankinnassa tavoitteena voi olla laadultaan tai ajallisesti parhaimman, taloudellisemman, rahoitukseltaan, palveluiltaan tai laajuudeltaan edullisimman tai näiden yhdistelmän löytäminen.

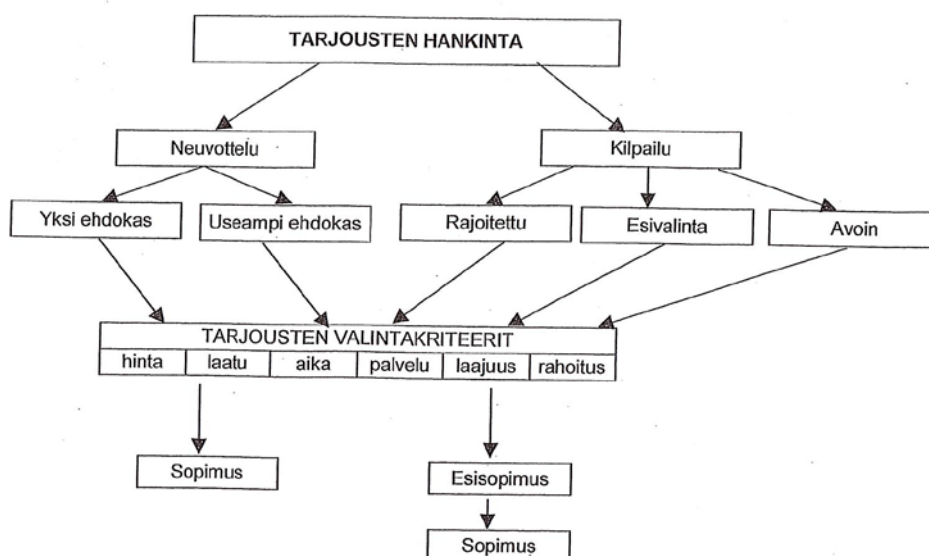
Tarjouskilpailussa voidaan käyttää rajoitettua käytäntöä esivalinnalla tai avointa menettelyä. (Kankainen, Junnonen, 2000, 46.) Useat valtion- ja kuntien hankkeet ja Ara-lainoitettut hankkeet tulee toteuttaa avoimella kilpailutuksella, jossa kaikilla urakka tarjoavilla rakennusliikkeillä on määriteltyjen ehtojen puitteissa mahdollisuus tarjota urakkaa. (Ara rakennuttamisohje 22.10.2013.)

Neuvottelukäytäntöä käytettäessä neuvotteluja voidaan käydä yhden tai useamman tarjoajan kanssa. Sopimuksen syntyminen on usein nopeampaa käytettäessä neuvottelukäytäntöä, koska tarjouspyyntöjen ja tarjouksien jättämisvaihe jää välistä pois kokonaan ja voidaan keskittyä suoraan sopimuksen tekoon. Tämä sopimuskäytäntö vaatii luottamusta tilaajan ja urakoitsijan välillä, sekä valvontaa tilaajan taholta urakan edetessä, jotta laadulliset tavoitteet saavutetaan varmemmin. (Kankainen, Junnonen, 2000, 46.)

Elinkaarimalli sopii erityisesti käytettäväksi suuriin hankkeisiin. Elinkaarihankkeiden sopimusten laatimisella ja niiden valvonnalla on erittäin suuri vaikutus hankkeen kustannuksiin. Sopimukset ovat raskaita ja tarjousvaiheen kustannukset suuret. Elinkaarihankkeissa vastuut ovat pitkiä ja sisältävät koko niiden toteutuksen ajan erityyppisiä riskejä. Riskienjaon suunnittelu on avainasemassa elinkaarihankkeen onnistumisessa. Tavoitteena on tuottaa arvoa koko elinkaarren ajalle. Elinkaarimallissa rakennuttaja maksaa ainoastaan siitä lopputuotteesta, jonka on tilannut. Lopputuotteelle on määritetty tietyn laatutason omaava toiminta- ja olosuhdeympäristö palvelujen tuottamiseen, eikä siis vain pelkkää rakennuskohdetta.

Taulukossa 6 on kuvattu tarjousten hankintatavan päätösketjua sopimukseen asti.

Taulukko 6. Tarjousten hankintatavan päätösketju (Pernu 1998)



3.7 Rakentamista koskevat määräykset

Rakentamisessa varmistetaan työn sopimuksenmukainen toteutus, määritellään tavoitteet täyttävä lopputulos, sekä tarvittavat ylläpito- ja käyttövalmiudet. Tämän lisäksi huolehditaan rakennuttajavelvoitteista ja toimeksiantajan eduista, sekä teetetään täydentävät ja muut muutostyösuunnitelmat. Aikatauluvalvonnalla huolehditaan, että kohde valmistuu sovituksessa ajassa. Vastaanottovaiheessa tarkistetaan, että rakennus on tehty suunnitelmien mukaisesti, sekä toimiin niiden mukaisella tavalla. Rakennuksen valmistuminen todetaan vastaanotossa. (Rakennustieto, 2013, RT 10-11107 HJR 1218.)

Rakentamisvaiheeseen kuuluvat rakennushankkeeseen ryhtyvän oleelliset lakisääteiset velvollisuudet. Rakennushankkeeseen ryhtyvän tulee huolehtia, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten, sekä myönnetyn luvan mukaisesti. Rakentajalla tulee olla hankkeen koko ja vaativuus huomioiden riittävät edellytykset sen toteuttamiseen, sekä käytettävissään pätevä henkilöstö. (MRL § 119.)

Huolehtimisvelvollisuuteen kuuluvat mm. rakennustyön valvonta kaikissa rakentamisen vaiheissa, sekä työn tarkastaminen ja todentaminen ja käytettävissä olevien rakennustuotteiden kelpoisuuden toteaminen. Huolehtimisvelvollisuuteen kuuluu myös rakennusluvassa hyväksytyt asemapiirroksen mukaisen tontin tai rakennuspaikan järjestäminen ja käsittely, sekä istutus- ja pihasuunnitelman toteuttaminen, samoin kuin rakennuksen lähiympäristön viimeistely. (RakMK A1, 2006.)

Rakennustyömaan tarkastusten todentamiseksi rakennustyömaalla on pidettävä rakennustyön tarkastusasiakirjaa. (MRL § 150 3. momentista ensimmäinen lause.)

Rakennushankkeessa on kaikkien osapuolien yhdessä ja kunkin osaltaan huolehdittava siitä, ettei työstä aiheudu vaaraa työmaalla työskenteleville, eikä muille työmaan vaikutuspiirissä oleville henkilöille. (Vna 205/2009 § 3.1 mom.)

Rakennuttajan on nimettävä jokaiseen rakennushankkeeseen hankkeen vaativuutta vastaava pätevä turvallisuuskoordinaattori. Turvallisuuskoordinaattorin tulee huolehtia turvallisuutta ja terveellisyyttä koskevista toimenpiteistä. Rakennuttajan on kuitenkin huolehdittava siitä, että turvallisuuskoordinaattorilla on riittävä pätevyys, toimivaltuudet ja muutkin edellytykset huolehtia rakennushankkeesta. Rakennuttajan on varmistettava, että nimetty turvallisuuskoordinaattori huolehtii tälle kuuluvista tehtävistä. (Vna 318/2006.)

Rakennuttajan tai muun, joka ohjaa tai valvoo rakennushanketta, on ennen rakennusten tai rakenteiden purkamista varmistuttava siitä, ettei purettavissa rakenteissa ole asbestia tai huolehdittava siitä, että purkutyö tehdään asbestipurkutyönä. (Vna 318/2006.)

Rakennuttajan on nimettävä yhteiselle rakennustyömaalle päätoteuttaja. Kun rakennustyömaalle ei ole nimetty päätoteuttajaa, vastaa rakennuttaja myös päätoteuttajalle kuuluvista velvollisuuksista. (Vna 205/2009 § 6.)

Rakennuttajan tulee huolehtia, että rakennushanketta suunniteltaessa ja valmisteltaessa otetaan huomioon rakennustyön toteuttaminen siten, että työ voidaan tehdä turvallisesti aiheuttamatta haittaa työntekijöiden terveydelle. Rakennuttajan tulee myös huolehtia, että vaarojen ja haittojen ennaltaehkäisy otetaan huomioon. Rakennuttajan on sovitettava yhteen 1 ja 2 momentissa mainittujen suunnitelmien täytäntöönpano. (Vna 205/2009 § 7.)

Rakennuttajan on laadittava rakentamisen suunnittelua ja valmistelua varten turvallisuusasiakirja. Rakennuttajan on laadittava rakennustyön toteutusta varten kirjalliset turvallisuussäännöt. Rakennuttajan on laadittava työmaata koskevat kirjalliset menettelyohjeet. Rakennuttajan on huolehdittava tässä pykälässä tarkoitettujen asiakirjojen täytäntöönpanon seurannasta. (Vna 205/2009 § 8.)

Rakennuttajan on huolehdittava, että 7 ja 8 §:ssä tarkoitettujen kirjallisten asiakirjojen tiedot ja niiden muutokset välitetään suunnittelijoille ja päätoteuttajalle sekä että tiedot, suunnitelmat ja niistä johtuvat turvallisuustoimenpiteet käsitellään yhteistyössä näiden kanssa ennen rakennustyön alkua ja tarvittaessa rakennustyön aikana. (Vna 205/2009 § 8.)

Päätoteuttajan on varmistettava, että päätoteuttaja on tehnyt 10 ja 11 §:ssä tarkoitetut suunnitelmat. (§10 Rakennustöiden turvallisuussuunnittelu, §11:ssä Rakennustyömaan käytön suunnittelu). (Vna 205/2009 § 9.)

Lupaa tai muuta viranomaishyväksyntää edellyttävässä rakennustyössä tulee olla työn suorituksesta ja sen laadusta vastaava henkilö, joka johtaa rakennustyötä, huolehtii säännösten ja määräysten, sekä myönnetyn luvan ja hyvän rakennustavan mukaisesta työn suorittamisesta (vastaava työnjohtaja). Kohteen vaativuudesta riippuen rakennustyössä tulee olla erityisalan työnjohtajia sen mukaan kuin asetuksella säädetään. (MRL § 122.)

Rakennushankkeeseen ryhtyvän pitää sopia kunnan rakennusvalvontaviranomaisen kanssa aloituskokouksen ajankohdasta, ennen rakennustöiden aloittamista. Aloituskokouksessa tulee olla läsnä ainakin rakennushankkeeseen ryhtyvä tai tämän edustaja, rakennuksen pääsuunnittelija sekä vastaava työnjohtaja. (MRA § 74.)

Rakennushankkeeseen ryhtyvän edustajan, vastaavan työnjohtajan, katselmukseen liittyvän erityisalan työnjohtajan sekä tarvittaessa rakennuksen suunnittelijoiden on oltava läsnä katselmuksessa. Katselmus saadaan kuitenkin toimittaa, vaikka joku edellä mainituista ei olisi paikalla. (MRA § 76.)

Rakennuttajan on laadittava ennen rakennushankkeen päättymistä rakennuskohteen ylläpitoa, huoltoa, kunnossapitoa ja korjaamista koskevat kirjalliset käyttö- ja huolto-ohjeet, jotka sisältävät riittävät työturvallisuus- ja terveystiedot. (Vna 205/2009 §7.)

Rakennustyömaata johtavan tai valvovan rakennuttajan on huolehdittava siitä, että jokaisella siellä työskentelevällä on työmaalla liikkeessaan näkyvillä henkilön yksilöivä kuvallinen tunniste. (työturvallisuuslaki 2002/738, § 52a.)

3.8 Rakentaminen

Isojen kohteiden rakentaminen tapahtuu suurelta osin paikanpäällä, joko tehden rakentamisosa kokonaan työmaalla tai asentamalla elementtinä tehtaalla tehty

osa osaksi rakennusta. Isoissa kohteissa käsitellään suuria määriä valmisbetonia, jota asennetaan työmaalla tehtyihin muotteihin. Valurakentamistekniikka on kehittynyt vuosikymmenten saatossa paljonkin valukaluston ja betonipumppukaluston tultua työmaiden käyttöön. Muottikalusto on kehittynyt. Perustuksiin on saatavilla koottavia muottijärjestelmiä, jotka jäävät osaksi rakennetta, eikä niistä tule purkujätettä. Seinissä on käytössä suurmuotteja, joilla saadaan valettua koko seinälinja haluttaessa kerrallaan. Vaakamuottitekniikkaan on tullut avuksi muottijärjestelmiä, jotka suunnitellaan työmaakohtaisesti tarpeen mukaan. Vaakarakenteiden raudoitukseen on tullut avuksi verkkoraidoitteet, jotka vähentävät työmaalla sään vaikutuksessa tehtävän raudoitustyön kestoa. Vaakaraken-teissa voidaan käyttää myös ontelolaattoja. Nosturikoot ovat suurentuneet ja mahdollistavat entistä isompien elementtien asentamisen työmaalla. Rajoitteena alkaa olla kuljetuskalusto ja kuljetusmatka.

Säältä suojattuja rakennuksia on toteutettu, korjaushankkeissa ja uudisrakennushankkeissa. Lähitulevaisuudessa kiristyvät energiamääräykset ohjaavat rakentamista entistä enemmän tähän suuntaan. Sääsuojien yleistymistä on hidastanut niiden korkea hintataso.

Talojen pystytekniikkalinjoihin on valmiselementtiratkaisuja. Vaakaputkilinjat toteutetaan työmaalla. Pesuhuoneiden hajotuslinjat esivalmistetaan työmaalla keskitetysti ja asennetaan pesuhuoneiden kattoon. Ilmanvaihdon kerrosten vaakalinjat käydään mittaamassa työmaalla ja ne pystytään esivalmistamaan työpajassa, niin että työmaalla tapahtuva työstö on mahdollisimman vähäistä. Sähköistyksen vaakalinjat asennetaan alakattojen yläpuolelle ns. sähköarinoihin, joista ne johdetaan huoneisiin ja kiinnitetään alakaton yläpuolelle kattoon. Väliseinien sähköistys tapahtuu väliseinätyön edetessä yhteistyössä väliseinäryhmän kanssa.

Rakennusprojektin käytännön toteutus tapahtuu suunnittelemalla tulevan rakennuksen ympäristö mahdollisimman hyvin palvelemaan rakennustyömaan tarpeita. Tällaista suunnitelmaa sanotaan työmaa-alueen käytön suunnitelmaksi. Aluesuunnitelma on rakennustuotannon tehtäväsuunnitelma, jossa työmaatoiminnot ja niiden tarvitsema tila suunnitellaan mahdollisimman hyvin toimiviksi

koko rakennustyön ajaksi. Aluesuunnitelma on kirjallinen suunnitelma miten työmaatoiminnot sijoitetaan rakennuspaikalla. Aluesuunnitelmaa ylläpidetään rakennustyön aikana ja siitä tulostetaan irrallisia osia palvelemaan erillisiä rakentamisen tehtäviä varten. (Rakennustieto, 2007, Ratu C2-0299,1.)

Rakennustyömaan aluesuunnittelu on koko rakentamisen ajan jatkuva rakennusvaiheittain etenevä tapahtumasarja. Työmaan aluesuunnitelma on osa rakennushankkeen tuotannosuunnittelua. Se koostuu rakentamis- ja yleissuunnitteluvaiheen suunnittelusta, aluesuunnitelman laadinnasta ja ylläpitämisestä sekä työmaa-alueen käytön ohjauksesta suunnitelman mukaisesti. Aluesuunnitelma laaditaan vähintään maanrakennus-, perustus-, runko-, sekä sisätyövaiheisiin. Isoissa ja vaativissa rakennushankkeissa jokaiselle päätyövaiheelle laaditaan oma aluesuunnitelmansa. (Rakennustieto, 2007, Ratu C2-0299,1-2.)

Rakennustyömaalle tehdään työvoiman tarvesuunnitelma. Työvoiman tarvesuunnitelmassa määritetään työntekijöiden ja toimihenkilöiden määrät ja tämän pohjalta tarvittavat toimisto-, kokous-, sosiaali-, ja varastotilat työmaalla. Työmaatilat pyritään rakentamaan lähelle työnaikaisten vesi-, viemäri-, sähkö ja tietoliikenneliittymiä. Työmaatilat sijoitetaan maapohjaltaan kuivaan ja mahdollisimman kantavaan kohtaan. (Rakennustieto, 2007, Ratu C2-0299, 5.)

Työmaalle sijoitetaan sisäiset jalankulku ja ajoneuvotiet liittyen yleisiin teihin rakennusalueen ulkopuolella. Rakennusalueen rekkaliikennettä palvelevat tiet perustetaan liikennöitävien ajoneuvojen painon mukaan. Työmaa-alue aidataan ja estetään pääsy asiattomilta henkilöiltä. Sähköinen kulunvalvontajärjestelmän kautta kirjaudutaan työmaalle sisälle ja ulos. Järjestelmän lukijat sijoitetaan yleensä lähelle työmaan pääportteja. (Rakennustieto, 2007, Ratu C2-0299, 5.)

Rakennuskohteen torninostureille suunnitellaan paikat, jossa ne sijaitsevat, siirrettäviin kuormiin nähden keskeisillä paikoilla ja mistä niillä on mahdollisimman hyvä nostokyky, sekä -ulottuvuus suunnitelluille alueille. Mahdollisia nosturiratoja varten selvitetään maapohjan kantavuus, sekä mahdolliset vahvistustoimet. Selvitetään autonostimien tarve, arvioidaan nosturin nostokyky ja – ulottuvuudet, sekä nostoalueiden sijainnit ja tarvittavat koot ja nostoalueiden maapohjan

kantavuus sekä vahvistamistarve. Kartoitetaan henkilö- ja tavarahissien tarve, sijoituspaikat työmaalla, maapohjan kantavuus, mahdollinen vahvistustarve, hissien tuennat ja työmaan kulkutiet. (Rakennustieto, 2007, Ratu C2-0299, 5-6.)

Elementtien varastointia varten rajataan työmaalta alue, johon ne on helppo purkaa ja nostaa asennettavaksi. Työmaalla järjestetään jätteiden kierrätys ja jokaiselle jätelajille varataan sen keruuta sekä poiskuljetusta varten mahdollisimman hyvin palveleva säiliö tai lava (Rakennustieto, 2007, Ratu C2-0299, 2.)

Rakennustarvikkeiden vastaanottoa ja lastausta ja purkua varten työmaalle suunnitellaan riittävä määrä keskeisesti sijoitettavia lastaus- ja purkupaikkoja, joista tavarat voidaan jakaa työmaan sisäisin siirtein työkohteisiin. Työmaalla olevat sortumismahdolliset kaivannot tuetaan ja estetään kulku vaaralliselle alueelle. Työmaa-aikaiset vesi-, viemäri-, sähkö-, ja telejärjestelmien riittävyys suunnitellaan. Uusien ja työmaalle menevien putki- ja linja-asennusten, kaapelointien ja sähkökeskusten paikat suunnitellaan. Työmaa-alueella olevat erikoisrakenteet, kuten ilmassa olevat voimalinjat, sähkökaapelireitit, maan alla olevat kaapelit, putkistot tms. merkitään, erotetaan ja suojataan niin ettei niistä ole vaaraa henkilöliikenteelle. Kartoitetaan kirvesmies-, raudoitus- ja lvis-töiden työskentelytilojen ja -alueiden ja lähivarastotilojen tarve työmaalla. (Rakennustieto, 2007, Ratu C2-0299,7.)

Suomessa kehittyneintä rakentamisen osa-aluetta rakentamisen prosessoinnista teolliseen rakentamiseen pystyvät tarjoamaan kehittyneimmät pientalotehtaat. Näissä rakentamisen prosesseissa pystytään hyödyntämään teollisen tuotannon tuomat edut tuotannossa. Talo rakennetaan täysin valmiiksi teollisissa säältä suojatuissa lämpimissä tiloissa ja kuljetetaan suurelementtitoimituksina paikanpäälle. Koontipaikassa talo asennetaan ennakkoon tehtyjen perustusten päälle. Talo voidaan jälkeempäinkin siirtää toiseen paikkaan tarpeen niin vaatiessa. (Teijotalot Oy 2016.)

Suomen rakennusaineteollisuudesta löytyy esimerkkejä myös puhtaasti teollisesta rakennusosien tuotannosta. Tällaista on kattotuolien valmistus täysin automatisoidussa tehtaassa. Käytössä on ainoana maailmassa suomalaisen kat-

toristikoiden valmistukseen suunniteltu robotti. Tällä teknisellä ratkaisulla pyritään varmistamaan tuotteen tasalaatuinen ja mittatarkka lopputulos kustannustehokkaasti. (Kosken Puunjalostus Oy 2016.)

Puukerrostalotuotanto vahvistaa osuuttaan tulevaisuuden kerrostalojen runkorakenteena. Puukerrostalojen runkorakenteena käytetty Clt-tekniikka ja kehitteillä olevat rinnakkaistekniikat tarjoavat tähän mahdollisuuksia kerrostalorungon kantavana rakenteena. Etuina tekniikoilla on moduulirakentamistekniikkaa hyödyntäen toteuttaa rakentamislohko haluttaessa täysin valmiiksi teollisessa säältä suojatussa ympäristössä ja tästä johtuen paikallarakentamisajan huomattava pienentyminen. (Puuinfo 2016.)

Kahden puukerrostalon kohde missä on 154 asuntoa, pystytään toteuttamaan puumoduulitekniikalla niin, että rakennustyöt tontilla kestävät ainoastaan 4 kuukautta. (O. Raigla, henkilökohtainen tiedonanto 13.6.2016.)

3.8.1 Alihankinta ja ostot

Työmaan hankintaorganisaatio kootaan rakennusprojektin alussa kohteen työpäällikön tai yritysjohtoon toimesta. Työmaan hankintojen hoitoon osallistuu yrityksen hankintaosasto ja/tai hankkeen työmaaorganisaatio. Hankintaosasto osallistuu usein hankkeen talouden kannalta merkittävämpiin hankintoihin. Isoimmista kohteista työmaalle voidaan nimittää oma hankkija tai hankintaorganisaatio, joka osallistuu hankintaosaston kanssa tai hankkii itse työmaan hankinnat. (Rakennustieto, 2011, S-1229, 13.)

Hankintojen vastualueet on määritelty hankkeen sisäisessä aloituspalaverissa. Tarvittaessa hankintarajoja tarkennetaan kohteeseen laaditussa hankintasuunnitelmassa. Ennen hankintasuunnitelman laatimista selvitetään, mistä tuotteista on olemassa kausi-, tai vuosisopimuksia. Hankinta-aikataululla sidotaan hankinnat yleisaikatauluun ja varmistetaan materiaalien ja rakennusosien oikea-aikainen saanti ja aliurakoiden aikataulunmukainen aloittaminen. Hankintapahtumat ajoitetaan toimituksesta taaksepäin siten, että suunnittelulle, tarjouspyynnölle, tarjouksen antamiselle ja tarjousten vertailulle sekä neuvotteluille,

päätöksille ja toimitusajalle jää riittävästi aikaa. Hankinnan ajoitukseen voi vaikuttaa markkinatilanne, hankinnan kriittisyys ja suunnittelun tarve. Työmaa laatii hankintasuunnitelman yhdessä hankintaosaston kanssa. Hankintasuunnitelmaa täydennetään työmaan edetessä. (Rakennustieto, 2011, S-1229, 11-13.)

Tarjouspyyntöasiakirjoihin sisällytetään rakennuttajan laatima turvallisuusasiakirjat. Rakennuttaja ilmoittaa urakka-asiakirjoissa tai urakkaohjelmassa rakennuttajan omat hankinnat, sekä mahdolliset sivu-urakat ja omat työt, jotta urakoitsija voi ottaa ne huomioon omassa työsuunnittelussaan. (Rakennustieto, 2011, S-1229, 13.)

Tarjouspyynnöt laatii hankintaosasto tai aloituspalaverissa määritelty vastuuhenkilö. Vastuuhenkilö yhdessä kohteen työpäällikön kanssa päättävät miltä yrityksiltä tarjouksia pyydetään. (Rakennustieto, 2011, S-1229, 13.)

Tarjousten saavuttua niistä tehdään vertailu, jossa erisisältöisten tarjousten hinta pyritään saamaan mahdollisimman saman sisältöiseksi. Vertailun tekee hankinnoista vastaava henkilö. Työmaalla tehdyistä vertailuista toimitetaan kopio hankintaosastolle. Hankinnan päättää yleensä kohteen työpäällikkö. (Rakennustieto, 2011, S-1229, 13.)

Hankinnoista tehdään kirjallinen tilaus tai isommista kokonaisuuksista erillinen sopimus tarvittavine liitteineen. Vuosisopimus- tai puitesopimukseen liittyvistä tilauksista tehdään kirjallinen toimitusmääräys, tilausvahvistus tai tilaus. Hankinnan sisältö tiedotetaan työpäällikölle, vastaavalle mestarille ja työmaainsinöörille. (Rakennustieto, 2011, S-1229, 13.)

Tehtävien hankintojen ohjaus on suunniteltu tehtäväsuunnitelmissa. Hankintasopimuksissa määritellään alihankkijoiden dokumentointi, laadunvalvonta ja työmaalla tapahtuvat laadunvarmistusmenetelmät ja niiden dokumentointi. (Rakennustieto, 2011, S-1229, 13.)

Asennustyön toimitusajankohdan ja aloittamisen lähestyessä tuotteiden toimintatapaa täsmennetään ja toimitettavien erien tarkemmat määrät, koot ja ajankohdat sovitaan. Työmaan työnjohto tarkistaa omalta osaltaan toimitusten sisäl-

löt, sekä mahdolliset täydennykset tai muutokset sisältöön. (Rakennustieto, 2010, S-1227.)

Hankintatoimitusten saapuminen haluttuna ajankohtana varmistetaan toimittajan kanssa ennalta sovitulla tavalla. Toimituserien varmistus alkaa hyvissä ajoin ennen toimituksen saapumista. Samalla varmistetaan hankkijan pysyminen aikataulussa. Tuotetoimitus pyritään saamaan työmaalle juuri oikeaan aikaan, jotta turhalta varastoinnilta ja tuotteiden suojaamiselta vältytään. (Koski, Riihimäki, Palolahti, Sahlstedt, 2009.)

3.8.2 Oma työvoima

Rakennusalan alihankintaprosentti järjestäytyneiden rakennusliikkeiden osalta on noin 66 %. Noin kolmasosa rakennustyömaalla työskentelevistä on pääura-koitsijoiden palveluksessa, loput aliurakoitsijoiden tai vuokratyönantajien palkkailistoilla. Ulkomaisen työvoiman osuus omasta henkilöstöstä on hyvin pieni, alle 3 prosenttia. Vuokratyövoimaa on työmaiden vahvuudesta kaikkiaan kymmenes. Ulkomaisten työntekijöiden osuus vuokratyövoimasta on 54 prosenttia. Järjestäytyneiden pääurakoitsijoiden työmailla keskimäärin joka viides talonrakentamisen työntekijä Suomessa on ulkomaalainen. Rakennusala poikkeaa ikärakenteeltaan monista muista aloista. Alalla on keskimääräistä vähemmän 55-vuotiaita ja sitä vanhempia. Nuoria, alle 25-vuotiaita, alalla on enemmän kuin muilla toimialoilla. Rakennusala on perinteisesti ollut hyvin miesvaltainen. Vuonna 2010 naisia oli alalla 8,6 %. Tilanne alkaa kuitenkin muuttua. Nykyään naisia työskentelee mm. maalareina, sähkömiehinä, arkkitehteina ja insinööreinä. (Rakennusteollisuus Oy 2016.)

3.9 Luovutus tilaajalle, käyttöönotto ja takuu-aika

Rakentamisvaiheen tuloksena syntyy vastaanottopäätös ja urakan vastaanotto, jolloin rakennuttajaorganisaatio on tehnyt urakkaan liittyvät puute- ja virheluettelot. Luovutusvaiheessa kohteesta laaditaan käyttö ja huolto-ohjeet (MRL 119),

jotka luovutetaan tilaajalle luovutuksen yhteydessä. Käyttöönoton edellytyksenä on viranomaisen myöntämä käyttöönottolupa. Käyttöönottoa ryhdytään valmistelemaan ennen rakennuksen vastaanottokokousta laatimalla käyttöönotto- ja muuttoaikataulu, sekä järjestämällä ylläpito- ja käyttöhenkilökunnan koulutus. Käyttöönoton alkuvaiheissa tarkastetaan järjestelmien suunnitelmien mukainen toiminta ja säädöt todellisissa käyttöolosuhteissa urakoitsijan ja / tai kiinteistöhuollon toimittamien raporttien mukaan. Tässä vaiheessa varmistetaan isännöinti- ja huoltotoimien organisointi ja luovutusdokumenttien toimittamisesta ylläpito-organisaatiolle. (Rakennustieto, 2013, RT 10-11107 HJR12,23.) Kohteen luovutus päättyy vastaanottokokoukseen, jossa todetaan talon olevan sopimusasiakirjojen mukainen. (YSE 98 § 71.) Tässä yhteydessä rakentaja antaa kohteen loppulaskun tilaajalle maksua varten. Tämän jälkeen tilaaja voi ottaa rakennuksen tai sen osan käyttöön. (Rakennustieto, 2013, RT 10-11107 HJR12, 18.)

Takuuajana seurataan rakennuksen toimivuutta, tehdään takuuajan säädöt ja korjataan mahdolliset puutteet, sekä tehdään tarvittavat tarkastukset. Takuuajana kerätään käyttäjiltä tiedot takuuajaisista puutteista ja muista havainnoista, sekä ilmoitetaan urakoitsijalle käyttöä haittaavat välitöntä korjaamista vaativat asiat. Valvotaan, että urakoitsija tekee takuuajan huollot ajallaan. Järjestetään takuuajan välitarkastukset valmisteluineen, kokouksineen ja jälkitarkastuksineen (1-vuotistarkastus). Järjestetään kaksi-vuotistakuutarkastukset valmisteluineen, kokouksineen ja jälkitarkastuksineen. Valmistellaan päätösesitys kaksi-vuotistakuuajan velvoitteiden vapauttamisesta ja takuuajan vakuuden palauttamisesta rakentajalle. (Rakennustieto, 2013, RT 10-11107 HJR12, 23.)

4 TOIMIALUEIDEN VERTAILU

Risteilijälaivan tuotantoprosessikaavio kuvataan liitteessä 1. Tuotantoprosessi on kuvattu laivatilauksesta takuutöiden hyväksytyyn luovutukseen asti. Kerrostalon tuotantoprosessikaavio esitetään tilantarpeesta takuutöiden tarkastukseen asti. Prosessikaavioissa on kuvattu tuotannon ydinalueet. Taulukoissa 7 ja 8 on vertailtu tilaajan ja rakentajan rooleja laivanrakennus- ja rakennusteollisuudessa.

Taulukko 7. Tilaajan rooli laivanrakennus- ja rakennusteollisuudessa.

		Laivateollisuus	Rakennusteollisuus
Tilaaja	tuotteen käyttäjä	tilaaja	tilaaja tai käyttäjä
	hankkeen rahoitus	pääosin valtiontakaus	tilaaja tai käyttäjä
	kilpailutus-suunnitelmat	luonnos-suunnitelmat / lähtötiedot	valmiit suunnitelmat, luonnos-suunnitelmat / lähtötiedot
	hankintamalli	neuvottelumenettely	urakkakilpailun voitto, neuvottelumenettely
	sopimusosapuoli	telakka	pääurakoitsija, KVR-urakoitsija, projektinjohtourakoitsija, sivu-urakoitsija, allianssiurakoitsija elinkaariurakoitsija
	sopimussanktiot	sopimussakko, hylkäyspykälä mikäli tekniset suoritusarvot eivät täyty	sopimussakko
	suunnitteluvastuu	telakka	tilaaja, KVR-urakoitsija, projektijohtourakoitsija, allianssiurakoitsija
	suunnittelunohjaus	sopimuskatselmuksentelakan kanssa	suunnittelukokoukset
	suunnittelun eteneminen	luonnosvaiheesta tarkentuva (laivasuunnitteluspiraali)	valmiit suunnitelmat, ennakkosuunnitelmat=> luonnos-suunnitelmat=>toteutus-suunnitelmat
	suunnittelutyö	3D mallinnus	3D mallinnus, 2D mallinnus
	rakennuttaminen	tilaaja, konsultti	tilaaja, konsultti
	rakentamisen valvonta	tilaaja varustelunaikainen tilaajatarkastusprosessi	rakennustyön valvonta valvontasuunnitelman mukaisesti
	käyttöönotto	käyttöönottokokeet, laiturikokeet, merikokeet, henkilökunnan koulutus	järjestelmien koekäyttö, tiedonsiirto huoltohenkilökunnalle, lopputarkastus
	vastaanotto	luovutus katselmus	luovutuskokous
takuuaika	12 kk	24 kk	

Taulukossa 8. päätoteuttajalla tarkoitetaan laivateollisuudessa telakkaa ja rakennusteollisuudessa rakennusliikettä.

Taulukko 8. Päätoteuttajan rooli laivanrakennus- ja rakennusteollisuudessa.

		Laivateollisuus	Rakennusteollisuus
Päätoteuttaja	urakkatarjous	pitkä myyntiprosessi, projektisuunnitelma=>1.tarjous=>jatkoneuvottelu=>pitkä erittely ja tarjous	lyhyt tarjousprosessi, hinta valmiille kuville tai luonnossuunnittelulle ja erittelylle
	teollinen tuotanto	suurlohkot, moduulihyttielementit, koneikot, valmiskomponenttien asentaminen	pientalot, suurelementit, puumoduulielementit, teräsmoduulielementit, betonielementit, kattotuolit
	rakennusrunko	pitkästi teollisesti tuotettu (suurlohkot)	pääosin paikallarakentaen, puukerrostaloissa teollisesti tuotettu (puumoduulielementti)
	tekniikka-asennukset	suurlohoissa tekniikan runkolinjat asennettu valmiiksi, moduulihyttielementeissä asennettu valmiiksi	pääosin paikallarakentaen, puumoduulielementeissä asennettu valmiiksi
	tietomallista saatavan mittatiedon hyödyntäminen	mittatietoa hyödynnetään runkotuotannossa, suurlohkotuotannossa ja alihankinnassa	mittatietoa hyödynnetään pientalotehtailla ja puumoduulitehtailla
	hankinta-aineisto	suunnittelija laskee määrät tärkeimmistä hankinnoista	työmaan hankintaorganisaatio laskee hankinnassa tarvittavat määrät suunnitelmista
	alihankkijat	Laiva-alan yritykset, kone- ja metallialan yritykset, pintapäälystealan yritykset (matto, laatta)	rakennusalan yritykset, metallialan yritykset, pintapäälystealan yritykset (matto- laatta)

4.1 Tilaaja

Laivanrakennusteollisuudessa tilaaja on loppukäyttäjä. Tilaajasta käytetään yleisesti nimeä varustamo Rakennusteollisuudessa tilaaja voi olla itse käyttäjä tai rakennuttaa talon käyttäjälle. Tilaajasta tai tilaajan edustajasta käytetään nimeä rakennuttaja.

4.2 Tarjouskilpailu

Kilpailutus laivateollisuudessa tehdään listaamalla halutut tekniset suoritusarvot ja laatimalla riittävä määrä luonnosvaiheen suunnitelmia halutuista yksityiskohdista, kuten sisustuksen taso ja matkustajatilat, sekä materiaalit tms. Tarjous-

pyyntöaineisto voi olla hyvin laaja kokonaisuus. Tarjousvaihe on kaksiosainen, joissa vasta toinen tarjous johtaa laivan tilaukseen. Rakennusalalla vastaavaa luonnosvaiheen suunnitelmilla ja viitetiedoilla laskettua tarjouspyyntöä käytetään KVR-, SR-, allianssi ja elinkaariurakoissa. Rakennusalan kilpailutusmalli on yksiosainen, jossa annetun tarjouksen perusteella tehdään päätös tilata rakennus. Talonrakennusprosessissa tilaaja määrittelee käytettävän urakkamallin.

4.3 Sopimuskäytäntö

Tilaaja jatkaa neuvotteluja tarjouspyyntövaiheen jälkeen parhaiten tarjouspyynnön sisältöä vastanneen tarjouksen antaneen telakan kanssa. Tässä vaiheessa telakka laatii pitkän teknisen erittelyn tarjouksen liitteeksi. Telakka käynnistää alkuvaiheen suunnittelun, tekee hankinnan esisopimuksia, sekä tekee tuotantoon liittyvää suunnittelua. Telakka antaa lopullisen tarjouksen laivatilauksesta, joka johtaa tilaajan hyväksymisen jälkeen laivatilaussopimukseen. Tarjouksen antamiseen on käytetty huomattava määrä aikaa. Rakennusalalla sopimusvaiheeseen kuuluu vähemmän aikaa, koska se on yksiosainen ja johtaa sopimusvaiheeseen jo ensimmäisen tarjouksen antamisen jälkeen.

Sopimuskäytäntöön kuuluu myös rahoituksen järjestely. Laivarakennusprosessissa tilaaja ei joudu sitomaan isoa pääomaa rakentamisen aikana, koska suurin osa tilattavasta tuotteesta maksetaan vasta luovutuksen yhteydessä. Tilaaja maksaa rakentamisen aikana laivasta vain n. 20 % ja loppu maksetaan luovutuksen jälkeen. Päätoteuttaja eli telakka hoitaa lopun rahoituksen, joissa on valtiontakaus. Tämä johtuu valtioiden poliittisista tukitoimista lainoittaa laivatelakoi- ta. Talonrakennusprosessissa tilaaja järjestää rahoituksen ja maksaa tuotteesta sen valmistumisen edistymisen mukaisesti päätoteuttajalle (rakennusyhtiölle).

Laivarakennussopimuksissa oleva hylkäyspykälä ei ole käytössä rakennusalan sopimuksissa. Hylkäämispykälä oikeuttaa tilaajan hylkäämään lopputuloksen, mikäli jokin ennalta mainittu hylkäämiseen oikeuttava tekninen suoritusarvo ei täyty. Sakkopykälä on käytössä kummankin alan sopimuksissa.

4.4 Suunnittelu

Laivateollisuudessa luonnosvaiheen arkkitehtisuunnittelu tehdään usein tilaajan toimesta. Rakennusteollisuudessa toimitaan usein samalla tavalla, mutta myös pelkän tilaohjelman tietojen perusteella voidaan järjestää urakkakilpailuja.

Laivateollisuuden tuotantovaiheen suunnittelija on telakan palveluksessa. Suunnittelija tekee suunnittelun yhteydessä määräluetteloita ja pyytää ennakkotarjouksia tuotteista. Rakennusteollisuudessa suunnittelija on tuotantovaiheessa tilaajan tai rakentajan palveluksessa riippuen urakointimallista. Suunnittelija noudattaa suunnittelutoimeksiantoa, joihin ei yleensä kuulu määräluetteloiden tekoa eikä ennakkotilausten pyytämistä. Lainsäädäntö edellyttää rakennushankkeelta pääsuunnittelijaa, joka koordinoi muuta suunnittelua.

Laivanrakentajat kuvaavat suunnittelun etenemistä mielellään ns. laivansuunnitteluspiraalina. Suunnittelun osa-alueet tarkentuvat projektin edetessä. Tavaltaan sama malli on käytössä myös rakentamisen suunnittelussa: ehdotus-, luonnos-, toteutussuunnitelmat. Rakentajat kuvaavat suunnittelun etenemisen tyyppisesti jana-aikataulun muodossa.

Laivasuunnittelussa tehtyä tietomallia hyödynnetään laivateollisuudessa enemmän kuin rakennusteollisuudessa. Suurlohkojen yhdistämisessä mallista saatava tarkka tieto on elintärkeää onnistuneen lopputuloksen varmistamiseksi. Alihankkijat käyttävät mallista saatavaa tarkkaa mitoitustietoa tuotteidensa valmistamisen mitoitukseen. Rakennussuunnittelussa mallia ei vielä hyödynnetä kovin paljon rakennusosien yhdistämiseen paikanpäällä, eikä aliurakoitsija käytä mallista saatavaa mittatietoa valmistettavien tuotteiden mitoituksessa. Mitoituksessa käytetään paljon vielä tasokuvia.

4.5 Rakentamisvaihe

Laivanrakentaminen tapahtuu telakalla. Telakat ovat isoja tuotantolaitoksia syvien vesistöjen läheisyydessä. Rakentamisen aikana varustamo valvoo rakentamista kokein ja testein.

Talonrakentaminen tapahtuu kokoamalla talo sille osoitettuun paikkaan. Talonrakennusteollisuudessa rakennusyhtiö on pääurakoitsija rakennuskohteessa. Rakennusyhtiöt ovat dynaamisia organisaatioita ja tottuneita toimimaan erilaisissa kohteissa. Rakentamisen aikana rakennuttaja valvoo työvaiheita ja rakentamista.

Laivateollisuus toimii lähellä tulevaa lopputuotetta. Laiva rakennetaan tuotantolaitoksen eli telakan välittömässä läheisyydessä. Laiva pystyy liikkumaan tulevaan markkinaympäristöönsä omin avuin. Materiaalit ja valmisosat toimitetaan telakalle, missä ne asennetaan tulevaan paikkaansa. Telakalla valmistetaan itse laivan runko, siihen toimitetuista materiaaleista. Runko esivalmistetaan halleissa suurlohkoiksi, jotka kuljetetaan nosturin vaikutusalueelle odottamaan nostoa kokoonpanoaltaaseen. Kokoonpanoaltaassa suurlohkot liitetään muun rungon osiksi. Suurimmat telakalle tuotavat komponentit ovat moottoriyksiköt, isot konejärjestelmien osat ja kokonaiset hyttielementit, jotka asennetaan nosturien avulla laivaan.

Runkoasennus ja hyttielementit valmistetaan katetuissa tehdasrakennuksissa. Rakennusprosessissa on päästy lähelle lean-tyyppistä liukuhihnateollisuutta muistuttavaa prosessia. Tuotanto toimii hyvin hallitussa ympäristössä, jota ei häiritse ulkopuoliset tekijät, kuten sää- ja lämpötilanvaihtelut.

Rakennusteollisuus toimii tuotantoyksiköittäin. Rakennus valmistetaan siihen toimintaympäristöönsä, missä se tulee olemaan koko markkinaelinkaarensa ajan. Tuotantoyksikkö perustetaan tulevan rakennuksen välittömään läheisyyteen. Rakennustyömaalla valmistetaan usein rakennuksen runko, siihen toimitetuista materiaaleista. Rakennuksen rungon valmistuksessa käytetään suuria

valmisosia, elementtitekniikkaa, sekä paikalla asennettavia komponentteja ja materiaaleja.

Rakentaminen tapahtuu usein paikanpäällä säälle- ja lämpötilojenvaihteluille alttiissa olosuhteissa. Lean-tyyppiseen tuotantoon on tässä ympäristössä vaikea päästä, koska tuotantoa häiritsevien tekijöiden osuus on suuri. Asennettavien komponenttien määrä on suuri ja ne ovat suhteellisen pienikokoisia. Tämän takia rakentamisaikataulu on pitkä. Sään tuoma epävarmuus tuotantoprosessiin luo lisää epävarmuutta. Säähaittaa pystytään pienentämään tekemällä enemmän ja isompia esivalmistettuja osia tuotantolaitoksissa. Säähaittaa pystytään pienentämään kattamalla rakennus, mutta nostojen tekeminen vaikeutuu ja katetun suojan lämmittäminen on epädullista.

Laivanrakentamisalalla korkean esivalmistusasteen omaavien komponenttien ja valmiiden osakokonaisuuksien käyttö on lyhentänyt laivassa paikanpäällä tapahtuvan työn määrää huomattavasti. Voidaan sanoa, että laivaa tehdään saman aikaan monissa tuotantolaitoksissa. Osakomponentit pyritään rakentamaan mahdollisimman valmiiksi. Niiden asennus laivaan tapahtuu oikealla hetkellä. Esimerkiksi voimansiirtoyksikkö asennetaan ennen ympärille tulevia suurlohkoja, jolloin se pystytään nostamaan paikalleen valmiina yksikkönä. Talonrakentusalalla suurimmat osakomponentit ovat täysin valmiita pientaloja, jotka kuljetetaan asennuspaikkaan ja ovat asentamisen jälkeen asuttavassa kunnossa. Puukerrostalorakentamisessa asunnot on mahdollista rakentaa moduulirakentamistekniikalla lähes valmiiksi asunnoiksi ennen kuljetusta ja kokoamista asennuskohteessa. Näillä tekniikoilla lyhennetään paikanpäällä tapahtuvan rakentamisen aikaa huomattavasti ja päästään teolliseen rakentamiseen tuotantolaitoksissa. Laatuvirheiden määrän voidaan katsoa olevan pienempi teollisesti tuotetussa ympäristössä, jossa tuotantoympäristö on hallittu, eikä sitä rasita sään aiheuttama epävarmuus.

Rakentamista ohjaavia päätöksiä ja asetuksia kummassakin teollisuudenalassa ohjaavat kansallinen valtiovalta, eli viimekädessä eduskunta, jonka valvonnassa hallitus tekee päätöksiä. Laivateollisuudessa teknisiä määräyksiä tulee kansainvälisiltä luokituslaitoksilta ja turvallisuuteen vaikuttavia ohjeistuksia kansainväli-

sesti vaikuttavista organisaatioista. Määräykset ja ohjeistukset täytyy kansallisesti hyväksyä ennen niiden käyttöönottoa kohdemaassa. Rakennusteollisuudessa paikalliset rakennusvalvontatoimistot valvovat kansallisesti hyväksytyjä talonrakentamista ohjaavia ohjeistuksia ja määräyksiä.

4.6 Luovutusvaihe

Rakentamisen luovutusvaihe on kummallakin alalla suhteellisen samanlainen. Tilaaja varmistaa valvontaa käyttäen ja tarvittavin kokein ja testein lopputuotteen sopimuksenmukaisuuden ennen luovutuskokousta ja tuotteen käyttöönottoa.

Laivanrakennusteollisuudessa takuu-aika on pääsääntöisesti 12 kuukautta, ellei jokin alihankkija anna pidempää takuuta jollekin osakomponentille. Talonrakennusalalla yleisesti käytössä oleva takuuajan pituus on 24 kuukautta. Takuu-aikana kerätään käyttäjältä tietoa ja kiireellistä käyttöä vaativat korjaukset tehdään välittömästi. Vastuu takuutöiden koordinoinnista on rakentajalla kummassakin teollisuudenalassa.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Laiva- ja talonrakennusteollisuus olivat tuotannon teollistamisessa suurin piirtein samalla tasolla 1980-luvulla. Laivateollisuudessa kiinnitettiin huomiota osakomponenttien esivalmistusasteeseen ja aloitettiin kokonaisten hyttikomponenttien rakentaminen muualla kuin paikanpäällä. Varsinainen runkotuotanto tapahtui kuitenkin paikanpäällä kokoonpanoaltaissa. Rakennustekniikassa betonielementtitekniikka oli pitkälle kehittyntä ja elementeistä pystyttiin kokoamaan isoja osakokonaisuuksia tehtailla, elementtien asennus tapahtui paikanpäällä. Puutalotehtaat kehittivät yhä suurempia seinäelementtejä.

Laivateollisuudessa nykypäivän rakentamisvolyymeihin päästiin hajottamalla tuotanto useisiin tuotantolaitoksiin alihankintaa hyväksikäyttäen. Tämän seurauksena paikallarakentamisaika lyhenee ja säähaitta pienenee. Alihankintana ostettavat komponentit pyritään esivalmistamaan mahdollisimman pitkälle, jotta laivassa tapahtuva työ jäisi mahdollisimman pieneksi. Hyttimoduulielementti on pitkälle kehittynyt teollinen tuote. Elementit pystytään kokoamaan liukuhihnatekniikkaa hyväksikäyttäen niihin erikoistuneissa tuotantolaitoksissa. Pakatut ja sääsuojatut elementit toimitetaan laivaan maantiekuljetuksin asennettavaksi lopulliseen paikkaansa. Teollinen harppaus laivanrakennustuotannossa on tapahtunut runkotuotannossa. Laivarungot kootaan suurlohkoina isoissa kokoonpanohalleissa, joissa ne myös osittain varustellaan ennen asennusta. Runkotuotannossa on päästy teollisen rakentamisen piiriin ennakoitavissa oleviin olosuhteisiin. Tämä mahdollistaa pitkälle esivalmistettujen laivanosien rakentamisen ennen asentamista toisiinsa kokoonpanoaltaissa. Suurlohkojen varustelutasoa on mahdollisuus nostaa vielä tästäkin. Nykypäivän telakka on pitkälle teollistunut tuotantolaitos, joka edellyttää myös alihankkijoiltaan teollisia ja yhteensopivia toimintatapoja. Toiminnassa pyritään jatkuvaan tuotannon prosessointiin, jossa tuotteen läpimenoaikaa valmistusprosessissa tarkastellaan kriittisesti.

Talonrakennusteollisuudessa teollinen kehitys on edennyt pitkälle Pientaloteollisuudessa ja puukerrostalorakentamistekniikoissa. Edistyneimmissä pientalotehtaissa pystytään kokoamaan tehtaalla valmiiksi omakotitalo, joka kuljetetaan maanteitse asennuspaikkaansa. Puukerrostaloissa käytössä olevalla puumoduulitekniikalla pystytään tehtaan kokoonpanolinjoilla rakentamaan sisältä pintaverhoiltu ja varusteltu asennusvalmis elementti. Puumoduulielementit voidaan lastata laivaan ja kuljettaa pitkienkin matkojen päähän. Näissä toteutustekniikoissa suuri osa rakennustyöstä tehdään tehtaan kokoonpanolinjoilla. Lähitulevaisuudessa tiukentuvat energiamääräykset tukevat tätä kehityssuuntaa.

Paikalla rakentamisen osuus on pyrittävä saamaan mahdollisimman pieneksi niiden sisältämien suurien sää- ja laaturiskien takia. Suuria valmiita komponentteja pystytään tekemään hallituissa tehdastyypisissä olosuhteissa, jolloin ulkopuolisten tekijöiden aiheuttama haitta asennuskohteessa aikatauluun ja laatuun jää mahdollisimman pieneksi. Suurien komponenttien kuljetus rakennuskohteeseen on mahdollista.

Suunnittelutoiminnassa on mahdollista tehdä määräluetteloita, kilpailuttaa, sekä tehdä esisopimuksia tilattavista tuotteista. Hankintayksikön ei tarvitse laskea määriä uudelleen, tämä vähentää päällekkäistä työtä. Tuotteiden hankintaprosessi lyhenee ja hintatieto tuotteesta saadaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Teollisesti toteutetussa tai pitkälle esivalmistetussa tuotteessa suunnittelu tehdään pidemmälle ennen rakentamisen aloittamista, kuin rakennettaessa kohde paikanpäällä. Virheet ja laatu poikkeamat huomataan silloin suuremmalla varmuudella jo suunnitteluvaiheessa, jolloin tuotannon häiriötekijät jäävät mahdollisimman pieniksi. Tietotekniikkaa ja mallinnuksessa käytettävää BIM tekniikkaa on mahdollista käyttää laajemmalti suunnittelussa, jolloin samaan suunnitelmaan saadaan mahtumaan suuri tietomäärä.

Paikallarakentamisessa vaikuttavat työnjohdon ja työntekijöiden työtavat enemmän kuin teollistuneessa rakentamisessa. Pitkälle suunnitellussa teollisessa prosessissa henkilökohtaisten työtapojen vaikutus lopputulokseen pienee ja työnsuunnittelu helpottuu.

6 YHTEENVETO

Laivateollisuuden päälähteenä toimiva laivatekniikan käsikirja (Pekka Räisänen, 1997) paljastui työn aikana ainoaksi ja uusimmaksi kokonaisvaltaiseksi laivatekniikkaa käsitteleväksi teokseksi, mitä Suomessa on saatavana. Tarkistettaessa teoksen ajankohtaisuutta alan ammattilaisilta, ilmeni että teos on yhä validi varsinaisten rakentamistekniikoiden osalta.

Teollistuminen aloilla on ollut voimakasta viime vuosikymmeninä. Isot rakennushankkeet vauhdittavat teollista kehitystä. Rakentamisvolyymien ollessa suuria, kehitystyöhön käytössä olevat varat ovat myös suuremmat. Moduulirakentamistekniikkaa käytetään tällä hetkellä kummallakin alalla. Talonrakennusalalla ollaan tulossa tiukentuvien energiamääräysten tullessa tilanteeseen, jossa rakentaminen kuivissa olosuhteissa on edellytys kohteen virheettömän lopputuloksen saavuttamiseksi ja rakennuksen ongelmattoman elinkaaren varmistamiseksi. Tämän tavoitteen saavuttamiseksi moduulielementtirakentaminen kuivissa hallituissa olosuhteissa tarjoaa mahdollisuuden. Moduulielementtien koossa päästään isoihin kokoluokkiin kuljetustekniikan kehittymisen johdosta. Molemmilla aloilla on kokemusta isojen esineiden kuljettamisesta maanteitse ja meritse. Suomen päätös isompien rekkojen ja sitä myötä isompien kuormien kuljettaminen Suomalaisilla maanteillä, luo entistä parempia edellytyksiä suurten kuljetusten liikutteluun maassamme.

Laivateollisuudessa tapahtunut runkotuotannon teollistuminen avasi mahdollisuuden teollistaa myöskin sitä seuraavia työvaiheita. Talonrakennusalalla sama vaihe on savutettu pisimmälle viedyissä pientalotehtaissa ja puukerrostalotehtaissa. Teräs- ja betonirungot kootaan yleisesti työmaalla paikanpäällä, yhdistellen elementtirakenteita ja paikalla koottavia rakennusosia. Talonrakennustyömaasta tulisi luoda paikka, jossa talo kootaan kuivissa olosuhteissa rakennetuista pitkälle esivalmistetuista elementtirakenteisista tuotteista. Haasteena ovat asenteet, jotka sallivat asennettujen materiaalien altistamisen sään vaikutuksien alaisiksi ja lopputuotteen arvon mahdollisen alenemisen. Talonrakennusalan teollistumista on jarruttanut huomattavasti kaupunkiarkkitehtuurissa toteutettu

suuntaus, jossa rakennusten julkisivujen tulee olla saumattomia. Tämä on tuonut suuren määrän käsityötä takaisin rakennustyömaille muurarien ja rapparien muodossa, koska julkisivu rakennetaan paikanpäällä.

Teollistamisen hyödyt ovat häiriötön tuotantoprosessi. Pyrkimys on mahdollisimman ennakoitaviin olosuhteisiin, poistamalla prosessista yllätyksiä tuovat vaiheet tai minimoimalla niiden vaikutus itse rakentamiseen. Teollisuustuotannon materiaalihukka on pienempi hyvän ennakkosuunnittelun johdosta. Prosessi tulisi luoda sellaiseksi, että sarjatyöstä saatava nopeus tulisi mahdollisimman hyvin tuotannon eduksi.

Jäteteknologia ja jätevesien puhdistus on laivanrakennusteollisuudessa huomattavan kehittynyttä. Jätevesiä pystytään puhdistamaan niiden syntypaikassa, eli laivassa matkan aikana. Tämän tyyppisen teknologian hyödynnettävyys ja tarkastelu talonrakennus- ja infra-alalla luo kiinnostavia mahdollisuuksia liiketaloudellisessa mielessä.

Tuotteen elinkaariajattelu rakentajan näkökulmasta on alkuvaiheessa kummallakin alalla. Rakennettavasta tuotteesta pyritään irtautumaan mahdollisimman pian valmistumisen jälkeen. Laivarakennusalalla yhteydenpito loppukäyttäjään on lisääntymässä, muutenkin kuin vika- tai riitatapauksissa. Pyritään myymään laivan tarvitsemia palveluja ja huoltoja varustamolle valmistumisen jälkeen. Tällä toiminnalla saadaan tietoa laivan järjestelmien toiminnasta lopullisessa toimintaympäristössä ja pystytään kehittämään laitteistoista entistä toimivampia. Tuotteen myynnin jälkeen on mahdollista myydä takuuhuoltopalveluja tuotteen uudelle omistajalle.

Kehittyvä älytekniikka, kuten pilvitallennuspalvelujen hyväksikäyttö suurten tietomäärien käsittelyssä suunnittelussa ja valmiissa laivassa tai rakennuksessa sen elinkaaren aikana on lisääntymässä. Tallennuspalvelun käyttöä hyödyntävät ohjelmistot lisääntyvät ja monipuolistuvat. Tämä tuo aloille monia uusia mahdollisuuksia tarjota asiakkaalle entistä edullisempia ja monipuolisempia teknisiä ratkaisuja, kuten älyhissit.

LÄHTEET

Ara rakennuttamisohje 22.10.2013

Hytönen, Y. Seppänen, M. 2009. Tehdään elementeistä, SBK-säätiö

Ilus, M. Kalvosarja laivanrakennusprosessi 27.4.2010, Yli-Tolppa, J. 12.1.2015

Kankainen, J. Junnonen, J-M. 2000. Rakennuttaminen. Helsinki; Hansaprint.

Kosken Puunjalostus Oy 2016, Viitattu 2.5.2016

<http://www.puunjalostus.fi/tuotanto/>

Koski, H. & Riihimäki, M. & Palolahti, T. & Sahlstedt, S. 2009. Rakennustyömaan toimitusten ohjaus, Rakennusteollisuus RT ry.

Kosomaa, L. henkilökohtainen tiedonanto 28.4.2016.

Maankäyttö- ja rakennusasetus. 1999.

Maankäyttö- ja rakennuslaki. 2012.

Peltonen & Kiiras 1998, Rakentajan riskit eri urakkamuodoissa

Pernu. 1998. Talonrakennuksen hankemuotojen kuvaus.

Puuinfo 2016. Stora Enson tilaelementtirakentaminen. Viitattu 2.5.2016

<http://www.puuinfo.fi/tuote/stora-enson-tilaelementtirakentaminen.>

Puuinfo 2016. tulevia puukerrostalokohteita. Viitattu 20.2.2015

<http://www.puuinfo.fi/articles/tulevia-puukerrostalokohteita>

Raigla, O. henkilökohtainen tiedonanto 13.6.2016.

Rakennuslehti, Rakentaja on aina ollut vuoristoradalla. 22.4.2016

Rakennustieto. Yli-Villamo, H. Petäjäniemi, P. Viitattu 2013

<http://www.skolry.fi/sites/default/files/Allianssimalli.pdf>

Rakennustieto Oy. 2013. RT 10-11107 Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo HJR12.

Rakennustieto Oy. 2007. RT ARA-21684, Ratu C2-0299, Rakennustyömaan suunnitteluohje.

Rakennustieto Oy. 2011. Ratu S-1229, Suunnitteluohje, Ratu S-1227, Työmaan toimitusten suunnittelu ja ohjaus.

Räisänen, P. 1997. Laivatekniikka. Helsinki: Gummerus.

Saarinen, K. henkilökohtainen tiedonanto 22.4.2016.

Suikkari, A. henkilökohtainen tiedonanto 3.2.2016

Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2006. A1, Ympäristöministeriö

Teijotalot Oy. 2016. Valmistalot. Viitattu 2.5.2016

<http://www.teijotalot.fi/>

Turunen, V. 2002. Henkilökohtainen kuva-arkisto.

Tohmo, S.2015. Suunnittelijoiden tietomalliohjeet rakennuttajakonsultin näkökulmasta.

Utrianen, I. henkilökohtainen tiedonanto 20.4.2016.

Valtioneuvoston asetus Vna 205/2009

Valtioneuvoston asetus Vna 318/2006

Työturvallisuuslaki. 2002.