

Henri Seppänen

Talotekniikan suunnittelunohjaus rakennusliikkeen näkökulmasta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinööryö

29.4.2018

Tekijä Otsikko	Henri Seppänen Talotekniikan suunnittelunohjaus rakennusliikkeen näkökulmasta
Sivumäärä Aika	30 sivua + 2 liitettä 29.4.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-suunnittelu
Ohjaajat	suunnittelupäällikkö Anna-Mari Pukki lehtori Katri Onnela
<p>Tämän insinööriyön tavoitteena oli selvittää, mitä vaatimuksia laadukkaasti toteutettu talotekniikan suunnittelu asettaa rakennusliikkeen suunnittelunohjaukselle. Insinööriyön tarkoituksena oli kuvata talotekniikan suunnittelunohjauksen roolia rakennuspainotteisessa ympäristössä. Tutkimustyö rajautui toimitilojen kokonaisvastuurakentamiseen toteutus-suunnitteluvaiheessa.</p> <p>Työssä tarkastellaan aluksi yleisellä tasolla suunnittelunohjauksen tarkoitusta ja periaatteita, sekä suunnittelunohjaukseen vaikuttavia tekijöitä. Suunnitteluprosessin lähtökohtana käytetään suunnittelujärjestelmän kehittämismallia (Suke). Tutkimusosiossa tarkastellaan talotekniikan toteutussuunnitteluvaiheen prosessin kulkua sekä sen sisältöä rakennusliikkeen suunnittelunohjauksen näkökulmasta.</p> <p>Tutkimustyön tuloksena syntyi rakennusliikkeen suunnittelunohjausta palveleva prosessi-kaavio suunnitelmapakettien toteutussuunnitteluvaiheista ja riippuvuussuhteista eri suunnittelualojen välillä. Osana tuloksia koottiin ohjeita ja tuotiin ilmi suunnittelunohjaukseen vaikuttavia haasteita ja ratkaisumalleja. Myös suunnitelmien hyväksyntämenettelyä ja sisältöä on kuvattu.</p> <p>Tätä insinööriötä voidaan hyödyntää jatkossa apuvälineenä rakennushankkeen talotekniikan suunnittelunohjaukselle asetettujen tavoitteiden saavuttamisessa.</p>	
Avainsanat	suunnittelunohjaus, Suke-malli, toteutussuunnittelu, kokonaisvastuurakentaminen

Author Title	Henri Seppänen Managing Building Services Engineering Design - a Construction Company Perspective
Number of Pages Date	30 pages + 2 appendices 29 April 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	HVAC Design
Instructors	Anna-Mari Pukki, Head of Design Katri Onnela, Senior Lecturer
<p>The purpose of this final year project was to study the demands of high-quality building services engineering design co-ordination from the perspective of a construction company. The goal was to describe the role of design co-ordination in the design implementation phase. The study was limited to turn-key contracting construction of business premises.</p> <p>In this Bachelor's thesis, the means and principles of design co-ordination were examined by studying field-related literature. The design process was taken to follow the development model of design systems. In addition, factors affecting the design process were identified and analyzed by establishing the most important components in the model. The planning of the implementation process was studied from the viewpoint of a construction company.</p> <p>As a result of this project, a graphical representation of design packages and relations between different fields of design was created. In addition, guidelines, solutions and approval procedures were displayed to further ease the design process.</p> <p>This Bachelor's thesis can be utilized as an assistive tool to achieve the goals set for a building project.</p>	
Keywords	design co-ordination, SUKE-model, implementation phase, turn-key contracting

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Tausta ja tavoitteet	1
1.2	Tutkimuksen rajaus	2
2	Suunnittelunohjaus rakennusliikkeessä	2
2.1	Suunnittelunohjauksen tavoite	2
2.2	Suunnittelunohjaus eri toteutusmuodoissa	3
2.2.1	Urakkamuodot	3
2.2.2	Suunnittelumuodot	5
2.2.3	Suunnittelunohjaus KVR-urakassa	6
2.3	Toimitilarakentamisen erikoisuudet suunnittelunohjauksessa	7
3	SUKE-malli talotekniikan suunnittelunohjauksessa	8
3.1	SUKE-malli	8
3.2	Rakennushankkeen kulku SUKE-mallissa	8
3.2.1	Hankesuunnittelu	8
3.2.2	Yleissuunnittelu	9
3.2.3	Toteutussuunnittelu	11
3.3	SUKE-mallin hyödyntäminen KVR-urakassa	14
4	Talotekniikan suunnittelunohjaus toteutussuunnitteluvaiheessa	14
4.1	Toteutussuunnitteluvaiheen edellytykset	15
4.2	TATE-suunnittelunohjauksen tehtävät ja velvollisuudet	15
4.3	Toteutussuunnittelutyön käynnistäminen	16
4.4	Suunnittelunohjauksen haasteet	18
4.5	Suunnittelunohjauksen hallintamenetelmät	19
4.5.1	Hankinta- ja suunnitteluaiakataulu	19
4.5.2	Tietomallinnus- ja risteilypalaverit	21
4.5.3	Suunnitelmakatselmuks	22
4.5.4	Suunnittelukokoukset	23
4.5.5	Big Room -menetelmä	24
4.6	Suunnitelmapakettien prosessikuvaus	25

4.6.1	Hankinta- ja työsuunnittelu	25
4.6.2	TATE-suunnittelun lähtökohdat rakennussuunnittelussa	26
5	Yhteenveto	27
	Lähteet	29
	Liitteet	
	Liite 1. Esimerkkejä yleissuunnitteluvaiheen TATE-suunnitelmista	
	Liite 2. SUKE-mallin standardipaketit	

Lyhenteet

KVR	Kokonaisvastuurakentaminen. Suunnittelua sisältävä urakkamuoto, jossa pääurakoitsija vastaa suunnittelun lisäksi myös rakennustöistä.
LVI	Lämmitys, vesi ja ilmanvaihto
PJU	Projektinjohtourakointi. Rakennushanketta johdetaan ulkopuolisen projektinjohdon avulla.
SUKE	Suunnittelujärjestelmän kehittäminen. Rakennushankkeen suunnittelu porrastetaan suunnitelmapaketeittain.
TATE	Talotekniikka. Sisältää mm. lämmityksen, veden, ilmanvaihdon ja sähkön.

1 Johdanto

1.1 Tausta ja tavoitteet

Rakennushankkeelle asetettujen tavoitteiden saavuttaminen ja rakentamiseen kuuluvien suunnittelu- ja rakennusvaiheiden onnistuminen vaatii laadukkaan suunnittelutyön lisäksi myös johdonmukaista ja ajan tasalla olevaa suunnittelunohjausta. Kokonaisvastuuraikentamisessa pääurakoitsijan vastuulla olevan suunnittelun myötä kasvaa myös suunnittelunohjauksen tarpeellisuus ja vaativuus. Suunnittelunohjauksesta vastaava henkilö toimii organisaatiossa tärkeänä yhteyshenkilönä tilaajan ja suunnittelijoiden välissä varmistuen toimivan yhteistyön. Rakennushankkeen aikana täydentyvät lähtötiedot ja suunnitelmamuutosten myötä ilmenevät ristiriidat on selvitettävä ja ratkaistava kustannustehokkaasti kaikkien osapuolten hyväksymällä tavalla.

Talotekniikan kasvava painoarvo nykyajan rakentamisessa asettaa uusia ja erimuotoisia haasteita koko rakennusliikkeen suunnittelunohjaukselle. Rakennushankkeen tilaajan asettamat vaatimukset, suunnitelmien ”keskeneräisyys” ja mahdollisuus muutoksille sekä talotekniikkaa koskevien määräysten kiristyminen luovat haastavat olosuhteet suunnittelunohjauksen onnistumiselle. Talotekniikan avulla on pystyttävä luomaan miellyttävät ja turvalliset olosuhteet rakennuksen käyttäjälle samanaikaisesti myös esteettisyyttä silmällä pitäen.

Insinööriyö tehtiin rakennusliike Fira Oy:lle, ja sen tavoitteena oli selvittää, mitä vaatimuksia laadukkaasti toteutettu talotekniikan suunnittelu asettaa rakennusliikkeen suunnittelunohjaukselle. Suunnittelujärjestelmän kehittämismallin (Suke) pohjalta kehitetyn prosessikaavion avulla havainnollistetaan suunnitelmapaketteihin sisältyviä prosesseja. Talotekniikka tulkitaan rakennusliikkeissä herkästi uutena ja hieman vieraana käsitteenä. Näin ollen tämän insinööriyön tarkoituksena oli myös kuvailla rakennusliikkeen kannalta tärkeiden taloteknisten suunnitteluvaiheiden sisältöä ja vaikutusta suunnitteluajankäyttöön sekä rakentamiseen.

Tavoitteiden saavuttamiseksi insinööriyössä perehdytään aluksi suunnittelunohjauksen tavoitteisiin ja tarkoitukseen rakennushankkeen eri urakka- ja suunnittelumuodoissa. Li-

säksi tutustutaan SUKE-malliin ja sen hyötyyn perinteiseen kokonaisuuden suunnittelu-tapaan verrattuna sekä lopuksi talotekniikan suunnittelunohjauksen sisältöön, prosessiin ja hallintamenetelmiin toteutussuunnitteluvaiheessa.

1.2 Tutkimuksen rajaus

Insinööriyö rajataan suunnittelua sisältävään kokonaisvastuu-urakkamuotoon eli ns. KVR-urakkaan sekä toimitilarakentamiseen. Varsinainen tutkimusosio rajoittuu suunnit-teluvaiheista toteutussuunnitteluun.

2 Suunnittelunohjaus rakennusliikkeessä

2.1 Suunnittelunohjauksen tavoite

Jokainen rakennushanke edellyttää huolellista suunnittelua, sillä suunnitteluvaiheessa tehdään rakennushankkeen kustannusten, sisällön ja laajuuden osalta keskeiset pää-tökset. Turvalliseen ja erityisesti terveelliseen rakentamiseen vaaditaan hyvää suunnit-telua. Energiankulutukselle, elinkaarikustannusten hallinnalle ja rakennusten sisäilmas-tolle asetetut vaatimukset lisäävät suunnittelun merkitystä ja vaikuttavat myös suunnitte-lijoiden osaamisen vaatimuksiin. (Junnonen 2009: 31.)

Rakennushanke on monimutkainen prosessien kokonaisuus, eikä sen etenemistä voida välttämättä tarkasti määrittää. Tämä johtuu useista hankkeeseen liittyvistä tekijöistä, ku-ten esimerkiksi ympäristön vaikutuksista, osapuolista, ratkaisujen määristä ja näiden kaikkien keskinäisistä riippuvuussuhteista. Kustannusvaikutusten kehittyminen ja tiedon täydellistyminen kuuluvat rakennushankkeen keskeisiin ominaisuuksiin. Myös käyt-täjän ja rakennuttajan asettamat vaatimukset voivat muuttua hankkeen edetessä merkit-tävästi, joten uuden tiedon karttuessa tavoitteita on syytä tarkentaa ja muuttaa. (Junno-nen 2009: 49.)

Rakennusliikkeen suunnittelunohjauksen tavoitteena on opastaa ja ohjata suunnittelua siten, että hankkeelle asetetut aika-, kustannus-, laajuus- ja laatutavoitteet voidaan saa-vuttaa. Aika- ja kustannustavoitteet kuvaavat tuotteen tekemiseen tarvittavaa prosessia ja laajuus- ja laatutavoitteet hankkeen lopputuotetta. Aikatavoitteessa määritetään ajan-kohta, jolloin rakennuksen tulee olla käyttöönotettavissa. Kustannustavoitteessa otetaan

kantaa hankkeessa käytettävissä oleviin resursseihin ja taloudellisiin panostuksiin. Kaikki tavoitteiden eri osat ovat riippuvuussuhteessa keskenään, ja muutos esimerkiksi laatutavoitteessa vaikuttaa olennaisesti myös muiden tavoitteiden sisältöön ja toteutumiseen. (Junnonen 2009: 49.)

Suunnittelunohjauksella varmistetaan rakennusliikkeen itselleen asettamien suunnittelutavoitteiden toteutuminen. Rakennusliikkeen suunnittelutavoitteet pohjautuvat tilaajan asettamiin tavoitteisiin ja rakentamiselle määrättyihin vaatimuksiin. Selkeät tavoitteet, toimiva ohjausjärjestelmä ja osapuolten väliset sopimukset ovat myös tärkeitä tekijöitä suunnittelunohjauksen onnistumisen ja tavoitteisiin pääsemisen kannalta (Junnonen 2009: 49; Suunnittelun johtaminen rakennushankkeessa 2005: 4).

2.2 Suunnittelunohjaus eri toteutusmuodoissa

Rakennushankkeeseen valittu toteutusmuoto sekä organisointimalli vaikuttavat paljon suunnittelunohjauksen sisältöön ja toimintatapaan. Suunnittelunohjaus voi toteutusmuodosta riippuen tulla rakennuttajan, urakoitsijan tai ulkopuolisen projektinjohdon kautta ja vastuualue vaihdella paljon. Hankkeen haastavuus ja koko, tilaajan kyvyt sekä monet muut seikat määrittelevät suunnittelunohjauksen lopullisen sisällön.

Rakennushanke voidaan toteuttaa usealla eri tavalla hankkeen laajuuden, laadun ja rakennuttajan oman organisaation koon sekä osaamisen mukaan. Toteutusmuodot vaikuttavat rakennusprojektissa olevien osapuolten keskinäisiin sopimussuhteisiin, velvollisuuksiin, vastuisiin ja oikeuksiin. (Liuksiala 2004: 41.)

Toteutusmuodot jaetaan suunnittelu- ja urakkamuotoihin.

2.2.1 Urakkamuodot

Urakkamuodot voidaan jakaa suoritus- tai maksuvelvollisuuden mukaisiin urakoihin tai näiden kahden eri urakkamuodon yhdistelmiin. Suoritusvelvollisuuden mukaisessa jaottelussa on kyse siitä, miten pitkälle rakennuttaja on itse suunnitellut hankkeen ja millaisia sopimussuhteita osapuolten välillä käytetään. Maksuvelvollisuuden mukaisissa urakkamuodoissa rakennuttajan maksuvelvollisuus määräytyy kokonaishinnan, yksikköhinnan, laskutyön tai tavoitehinnan mukaan. Maksuperusteiset urakkamuodot ovat riip-

pumattomia suoritusvelvollisuuden laajuudesta tai lajista, ja usein rakennushanke muodostuu näiden kahden urakkamuodon yhdistelmänä, esimerkiksi KVR-urakka kiinteällä kokonaishinnalla. (Junnonen 2009: 13-24.)

Kokonaisvastuu-urakassa rakennuttaja luovuttaa hankkeen suoritus-, hankinta- ja suunnitteluvastuun osittain tai kokonaan pääurakoitsijalle hanke-, ehdotus- tai yleissuunnittelun jälkeen. Kuvassa 1 on havainnollistettu urakoitsijan ja tilaajan välistä vastuujakoa. Pääurakoitsijalle voidaan kokonaissuunnittelun sijaan luovuttaa myös pelkkä tekninen suunnittelu, jolloin suunnittelijoista arkkitehti on suoraan sopimussuhteessa rakennuttajaan eikä pääurakoitsijaan. Pääurakoitsijan velvollisuutena on kuitenkin yhteensovittaa rakennussuunnittelun eri osa-alueet rakennuttajan toiveiden mukaisesti. Vaikka toteutus- ja suunnitteluvastuu annetaan tässä urakkamuodossa pääurakoitsijalle, on rakennuttajilla tapana käyttää apunaan ulkopuolisia rakennuttajakonsultteja hankkeen johtamisessa. KVR-urakat jaotellaan urakkakilpailuvaiheessa sen mukaan, painotetaanko kilpailussa laatua, hintaa vai molempia. (Junnonen 2009: 13-16.)

Hankesuunnittelu		●	●	●	
Ehdotussuunnittelu		○	●	●	
Yleissuunnittelu		○	○	●	
Toteutussuunnittelu		○	○	○	
Rakennustyöt		○	○	○	
	U R A K O I T S I J A				T I L A A J A

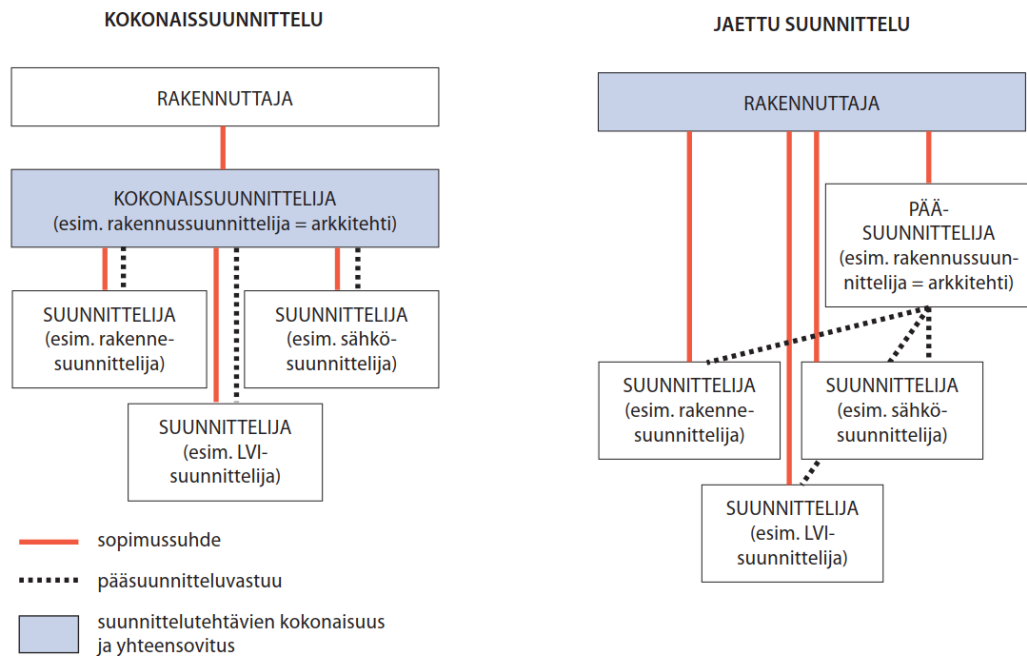
Kuva 1. Suunnittelua sisältävän KVR-urakan vastuunjako tilaajan ja urakoitsijan välillä. Poikki-
viivan alapuolelle jäävät tehtävät kuuluvat urakoitsijalle, sen yläpuolelle jäävät tilaajalle.

Osaurakkamuodossa eli ns. projektinjohtorakentamisessa (PJU) rakennustyö jaetaan toimialakohtaisesti hankinta- ja urakkakokonaisuuksiin, joita täydennetään ja kilpailutetaan rakennustöiden sekä suunnittelun etenemisen aikana. Projektinjohtorakentamisessa rakennuttaja voi toteuttaa hankkeen omalla projektinjohdolla tai siirtää suoritus-, hankinta- ja suunnitteluvastuun ulkopuoliselle projektinjohdolle. (Liuksiala 2004: 45.)

Käytetyin ja yleisin urakkamuoto Suomessa on kuitenkin yksinkertaisempi pääurakka-
muoto, jossa rakennuttaja vastaa itse kokonaan hankkeen johtamisesta. Suunnittelu- ja
rakennustyöt hankitaan kaikki erillisillä sopimuksilla. Pääurakka- ja sivu-urakan alistaminen. (Uusi-Kokko 2017: 19.)

2.2.2 Suunnittelumuodot

Suunnittelumuodot voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään; jaettuun ja ositettuun suunnitte-
luun tai kokonaissuunnitteluun. Valittu suunnittelumuoto määrää suunnittelun sekä sen
ohjaamisen organisoinnin ja vastuusuhteet. Kuvassa 2 on havainnollistettu sopimussuh-
teita suunnittelun eri muodoissa.



Kuva 2. Suunnittelun eri muodot rakennushankkeessa (Talorakennushankkeen kulku 2016: 3)

Suunnittelun tilaajana voi olla urakoitsija tai rakennuttaja. Jaettua suunnittelumuotoa
käytetään paljon KVR-urakkamuodoissa, jossa pääurakoitsija on erikseen sopimussuh-
teessa jokaiseen suunnittelulajiin ja suunnittelijaan. Pääsuunnittelijan ja suunnittelun ti-
laajan välinen suunnitteluvastuu voi jaetussa suunnittelumuodossa vaihdella hanke- ja
rakennusliikekohtaisesti. Ositetussa suunnittelumuodossa voidaan saman suunnittelu-
alan eri tehtäviä ja vastuita jakaa useammalle suunnittelijalle tai esimerkiksi toteutuk-
sesta vastaavalle urakoitsijalle, jolloin puhutaan teknisten ratkaisujen urakasta tai tuote-
osakaupasta. (Talorakennushankkeen kulku 2016: 3.)

Kokonaissuunnittelussa rakennuttaja tekee yhden sopimuksen pääsuunnittelijan kanssa, joka on usein kohteen arkkitehti. Pääsuunnittelija johtaa ja vastaa kohteen kokonaissuunnittelusta omilla sopimussuhteillaan suunnittelijoihin.

2.2.3 Suunnittelunohjaus KVR-urakassa

Kokonaisvastuu-urakoinnissa pääurakoitsija tekee yhden sopimuksen rakennuttajan kanssa vastaten rakennushankkeen suunnittelu- ja rakennustöistä. Suunnittelu voidaan rakennuttajasta riippuen aloittaa pääurakoitsijan vastuulla heti hanke-, ehdotus- tai yleissuunnittelun jälkeen. Mitä aikaisemmassa vaiheessa suunnittelu siirtyy pois rakennuttajalta, sitä suurempi vaikutus urakoitsijan suunnittelunohjauksella on rakennushankkeelle asetettujen tavoitteiden täyttymisessä ja lopullisten toteutussuunnitelmien laadinnassa. KVR-hankkeille ominaista on tuotannonläheinen suunnittelu sekä rakennus- ja suunnittelutyön samanaikainen eteneminen jo yleissuunnittelun loppuvaiheesta lähtien.

Urakoinnin ja suunnittelun limityksellä päästään perinteiseen pääurakkamuotoon verrattuna useammin kokonaiskustannusten säästöön ja urakka-ajan pienenemiseen. Näistä syistä suunnitteluprosessin hallinta ja rakentamisen laadunvarmistus ovat erityisen tärkeässä roolissa. Pääurakoitsijalta ja suunnittelunohjaukselta vaaditaan kattavaa rakennusurakoinnin osaamista, asiantuntemusta talotekniikasta, kykyä yhteensovittaa suunnittelun eri osa-alueita ja ratkaisuja aikataulun sallimissa puitteissa. (Tamminen 2017: 23-24.)

Suunnittelunohjauksen toinen tärkeä tehtävä etenkin suunnittelua sisältävissä toimintamalleissa on toimia yhteistyössä eri osapuolten välillä. Suunnitelmien muutokset, päivitykset ja revisiot voivat aiheuttaa muutoksia ja ristiriitaisuuksia myös muiden suunnittelualojen suunnitelmiin, jolloin hyvällä osapuolten yhteistyöllä ja suunnittelunohjauksella voidaan minimoida muutoksista aiheutuvia kustannuksia sekä selvittää ja ratkaista vastaan tulleita haasteita nopeammin. Yhteistyöstä on hyötyä myös tilanteissa, joissa sopimuksen mukaiset vastuunjaot ja velvollisuudet ovat epäselviä eikä vastuullista osapuolta välttämättä pystytä suoraan johtamaan sopimusasiakirjoilla. Suunnitteluprosessin ohjaaminen on huomattavasti helpompaa, mikäli vastuunjako on selkeä. Kireä aikataulu, rakennushankkeen kannalta kriittisten suunnitelmien heikko valmiusaste ja hankintojen suuri määrä ovat myös tilanteilta, joissa läheisestä yhteistyöstä on merkittävää etua. Yhteistyön on suotavaa jatkaa tiiviinä organisaatiossa aina rakennusvaiheeseen asti. (Hanhijärvi & Kankainen 2003: 25-26.)

Pääurakoitsijan toimintatapojen ja KVR-urakan ominaispiirteiden perusteella suunnitellumuodoksi valitaan usein jaettu suunnittelumuoto, jossa pyritään yhdessä suunnittelijoiden kanssa työskentelemään parhaalla mahdollisella tavalla tilaajan hyväksi ja kehittämään parempia ja kustannustehokkaita ratkaisuja urakoitsijan tuotantotietämystä hyväksikäyttäen. Suunnittelutyössä voidaan tällöin keskittyä juuri sen hetkisen rakentamisvaiheen kannalta tärkeimpiin osa-alueisiin (Liuksiala 2004: 42).

Mikäli KVR-urakkaan lähdetään liian puutteellisilla suunnitelmilla, suunnitelmien tai laatutason tulkinnanvaraisuus voi kostautua sopimuksen edellyttämän laatutason määrittelyssä ja aiheuttaa suunnittelunohjaukselle ongelmia esimerkiksi suunnitelmien viivästyminä ja rakennusaikana lisäkustannuksina lisä- ja muutostöiden muodossa. (Liuksiala 2004: 42.)

2.3 Toimitilarakentamisen erikoisuudet suunnittelunohjauksessa

Suunnitelmien muutokset, lopullisten käyttäjien tilatarpeet sekä vaatimus suunnitelmien joustavuudelle ovat ominaisia piirteitä toimitilahankkeissa ja vaatii suunnittelunohjausta koko rakennushankkeen ajan. Muutoksia voi tapahtua esimerkiksi tilajaossa, tilavarusteissa sekä tilojen talotekniikassa, jolloin suunnittelun vaatimat suunnittelutiedot selviävät hankkeessa vähitellen. (Kiiras ym. 2007: 5.)

Toimitilarakentaminen KVR-urakkamuodolla on yleinen ja käytetty urakkamuoto suurempien rakennusliikkeiden keskuudessa. Rakennushankkeiden toistuvuutta ja samankaltaisuutta esimerkiksi taloteknisten ratkaisujen osalta pyritään hyödyntämään seuraavien hankkeiden suunnittelunohjauksessa ja suunnittelukustannusten hallinnassa. (Koistinen 2016: 16.)

Toimitilarakentaminen on usein myös kokonaislaajuudeltaan asuntorakentamista suurempi. Hankintojen määrä, taloteknisten vaatimusten ja määräysten tiukkuus, organisaation ja rakennuksen koko sekä aikataulu ovat asioita, joita täytyy suunnittelunohjauksessa ottaa huomioon.

3 SUKE-malli talotekniikan suunnittelunohjauksessa

3.1 SUKE-malli

Rakennushankkeissa suunnitelmiin liittyvät ongelmat ovat yleisiä. Suunnitelmat voivat olla virheellisiä tai puutteellisia sekä myöhässä vaikeuttaen rakentamista ja hankintojen tekemistä. Perinteinen kokonaishintakilpailu ja kokonaisuuden suunnittelutapa soveltuvat huonosti toimitilarakentamiseen, jossa rakennushankkeen edetessä ilmenevät käyttäjä- ja suunnitelmamuutokset aiheuttavat ylimääräisiä lisätoita ja -kustannuksia sekä vaikeuttavat suunnitteluprosessin etenemistä. (Kruus ym. 2006: 5.)

SUKE-mallin kehittämisen taustalla on ollut tarve päivittää suunnittelukäytäntöjä ja -prosesseja, jotka yhdessä perinteisten suunnittelumenetelmien kanssa tukisivat nykyisiä toimitilarakentamisen ja suunnittelun toimintatapoja paremmin. Aiemmin on suunnitelmat pystytty laatimaan valmiiksi ennen rakennustöiden aloitusta ja käyttäjävaatimukset ovat olleet jo varhaisessa vaiheessa tiedossa. SUKE tarjoaa suunnitteluprosessiin muuntojoustavuutta ja antaa mahdollisuuden myöhään tehtyihin päätöksiin estämättä rakennustöiden varhaista aloitusta. (Kiiras ym. 2007: 5.)

SUKE:n päämääränä on toimia apuvälineenä rakennusliikkeen suunnittelunohjauksessa tarjoamalla selkeät tehtävät ja vaatimukset suunnittelun eri osa-alueille määrättyjen tavoitteiden saavuttamiseksi. SUKE-mallissa suunnittelu vaiheistetaan hanke-, yleis- ja toteutussuunnitteluun, hyödynnetään avoimen rakentamisen periaatetta jakaen tilat kiinteään ja muuntuvaan tilaosaan, tehdään toteutussuunnittelu osasuorituksina eli suunnitelmapaketteina hankintoja ja rakentamista varten sekä pyritään lisäämään suunnittelijoiden välistä tiedonvälistystä suunnitelmista helpottaen mahdollisten ristiriitojen ratkaisemista. (Kruus ym. 2006: 6.)

3.2 Rakennushankkeen kulku SUKE-mallissa

3.2.1 Hankesuunnittelu

Hankesuunnittelussa asetetaan rakennushankkeelle tavoitteet ja aikataulu. Tavoitteet voivat koskea esimerkiksi laajuutta, elinikää, sisäilmastoa, kustannuksia ja laatua. SUKE-mallissa rakennushankkeen laajuus ja käyttötarkoitus määritellään joustavan tilaohjelman mukaisesti, jossa täsmennetään kiinteälle perusosalle ja muuntuville tilaosille

omat tavoitteet, rajapinnat ja ominaisuudet. Joustavan tilaohjelman mukaan rakennuksen muuntuvia tilaosia eli tyypillisesti varsinaisia työskentelytiloja ei suunnitella yksityiskohtaisesti yhden käyttäjäryhmän mukaan vaan valitun tilaohjelman vaihteluvälille ja muuntojoustavaksi, mikä mahdollistaa suunnittelun ja rakennustöiden esteettömän etenemisen lähtötietojen puutteesta huolimatta. Muuntojoustavuus mahdollistaa helpommin myös käyttäjämuutoksia rakentamisvaiheen jälkeen.

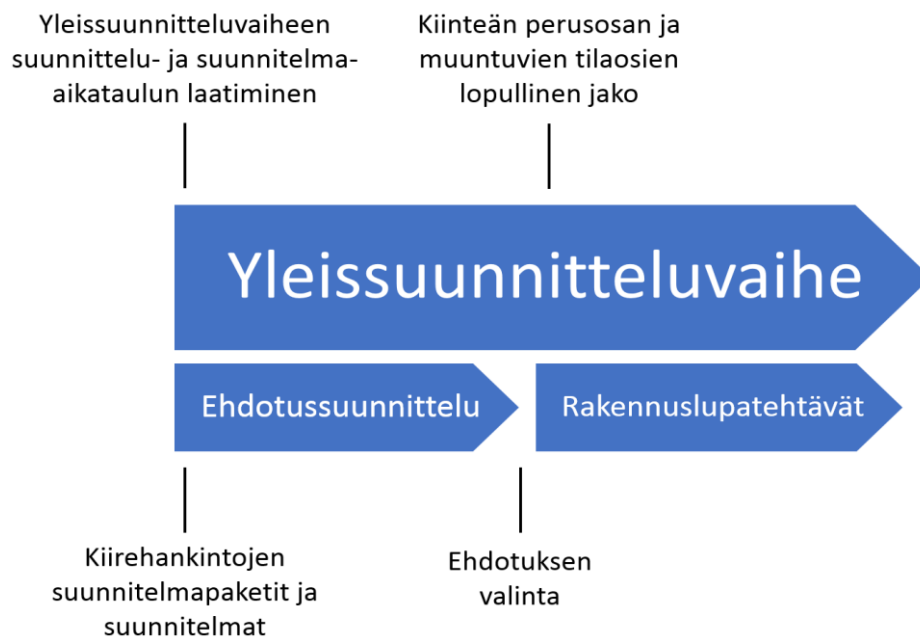
Rakennuksen kiinteällä perusosalla tarkoitetaan tiloja, jotka toteutetaan yhtenäisenä perusrakennuksena ja säilyy muutoksista huolimatta muuttumattomina. Rakennuksen kiinteä perusosa voi pitää sisällään esimerkiksi runko- ja maanrakennustyöt, nousukuilut, porrashuoneet ja esimerkiksi WC-tilat. (Kiiras ym. 2007: 13.)

3.2.2 Yleissuunnittelu

Yleissuunnitteluvaiheessa laaditaan rakennukselle toteutussuunnitelmatasoiset tilakonseptit tilaohjelman mukaisesti, täsmennetään suunnitelmia, tavoitteita ja vaatimuksia sekä tuotetaan toteutussuunnitelmat kiirehankintoja ja kiireellisiä työvaiheita varten. Suunnittelun käynnistämisen jälkeen tulee kiinteän perusosan ja muuntuvien tilaosien rajapinnat olla selvillä ja yleisaikataulu suunnittelua varten tehty.

Yleissuunnittelun ensimmäisessä vaiheessa eli ehdotussuunnittelussa (kuva 3) laaditaan vaihtoehtoisia suunnitteluratkaisuja ja -suunnitelmia suunnittelutavoitteiden täyttämiseksi. Lopputuloksena syntyy valittu ehdotussuunnitelma, jonka perusteella suunnittelua lähdetään myöhemmin tarkentamaan. Ehdotussuunnitelma-asiakirjoissa, esimerkiksi järjestelmäkuvaavuuksessa, tilasijoituspiirustuksissa ja muissa tarvittavissa leikkaus- ja periaatekuivissa tulee selkeästi havainnollistaa valitun järjestelmän ominaisuuksia eri suunnittelualojen ja ratkaisujen yhteensovittamisen helpottamiseksi. Valitun järjestelmän täytyy myös täyttää muuntojoustavuusvaatimukset ja hankkeelle asetetut tavoitteet. On hankalampaa suunnitella esimerkiksi avokonttoritilaan perinteistä patteriverkostoa lämmitysjärjestelmäksi, mikäli tavoitteena on säilyttää mahdollisuus tilojen vapaaseen moduulijakoa hyödyntävään muuntojoustavuuteen väliseinien osalta.

SUKE-yleissuunnitteluvaiheeseen kuuluu merkittävänä osana myös rakennuslupavaihe, jossa selvitetään suunnittelijoiden kelpoisuus ja laaditaan kiinteän perusrakennuksen lupasuunnitelmat tarvittavine asiakirjoinen rakennuslupaa varten. TATE-asiakirjoihin luetaan esimerkiksi hankkeen liitoskohtalausunto, energiaselvitys, järjestelmäkuvaus valitulla järjestelmällä ja asemakuva. (Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo 2013: 18.)



Kuva 3. Yleissuunnitteluvaiheen kulku.

Kiinteän perusosan ja toistuvien tila-alueiden, kuten esimerkiksi maanrakennusvaiheen, toimisto- ja neuvotteluhuoneiden sekä nousukuilujen TATE-suunnitelmat pyritään suunnittelemaan yleissuunnitteluvaiheen aikana mahdollisemman pitkälle toteutussuunnitelmiksi. ”Lukkoon lyödyt” kiinteän perusosan suunnitelmat helpottavat muuntuvien tilojen suunnittelua toteutusvaiheessa, kun mahdollisten viemäritävien tilojen viemärihajotukset ja -läpiviennit sekä suurten ilmanvaihtokanavien reititykset ovat pääosin tiedossa. Yleissuunnitelmien lopullinen sisältö ja kiinteän perusosan laajuus ovat aina kuitenkin hankekohtaisia ja voivat vaihdella pelkistä nousukuiluista tarkempiin kerroskohtaisiin suunnitelmiin asti. Liitteessä 1 on esitetty toimitilahankkeen yleissuunnitteluvaiheen TATE-suunnitelmia.

Yleissuunnitteluvaiheessa voidaan suunnitella myös mahdollisten kiirehankintojen toteutussuunnitelmat ja tarvittavat suunnitelmat urakoitsijoille urakkalaskentaa varten. (Kiiras ym. 2007: 22.)

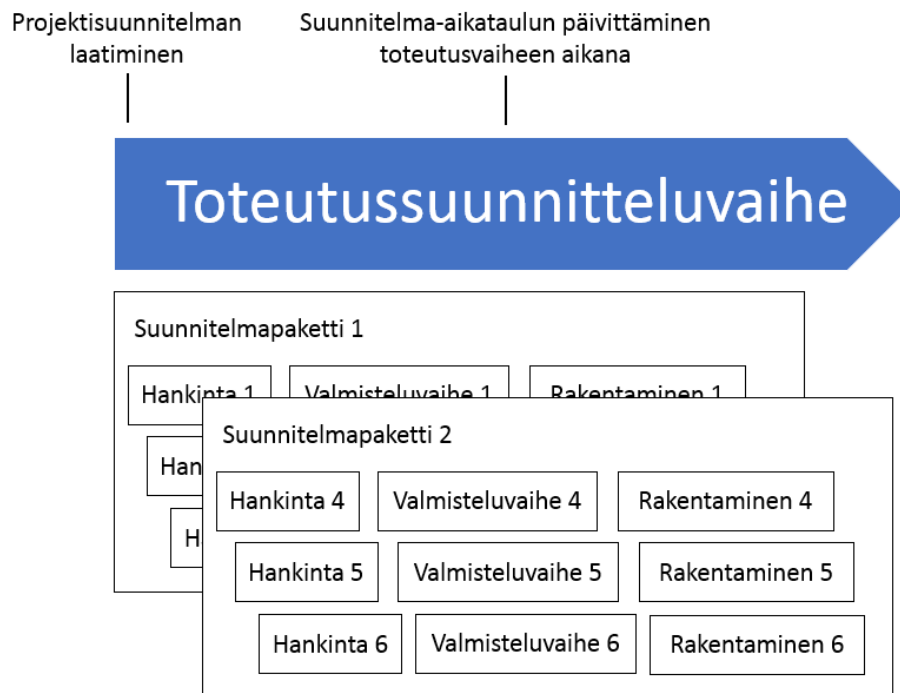
Muunto- ja käyttöjoustavuuden vaihteluvälin vuoksi kiinteän perusosan kanavat ja putkistot täytyy mitoittaa joustavan tilaohjelman minimi- ja maksimikuormituksen vaihteluvälille. Nousukuiluihin voidaan myös suunnitella ja jättää tilaa kanava- ja putkivarauksille, jotka voidaan myöhemmin kuormituksen kasvaessa ottaa käyttöön.

3.2.3 Toteutussuunnittelu

Yleissuunnittelun jälkeen alkaa toteutussuunnitteluvaihe, joka etenee projektisuunnitelmassa määritettyjen suunnitelmapakettien (kuva 4) mukaisesti. Projektisuunnitelman laatii urakkamuodosta riippuen projektinjohto tai pääurakoitsija ja sisältää mm. suunnitelmapakettien suunnitelma-aikataulun sekä hankintastrategian. Toteutusvaiheen suunnittelun, hankintojen ja rakennustyön käynnistäminen edellyttää tilaajan hyväksymän projektisuunnitelman. Tavoitteena on varmistaa toteutussuunnittelun johdonmukainen eteneminen rakennustöiden ja suunnittelun osalta sekä selventää suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden hankinta- ja suunnitteluvastuita suunnitelmapaketeissa. (Kiiras ym. 2007: 37.)

Suunnitelmapakettien keskeiset prosessit voidaan jakaa kolmeen osaan:

- Hankintavaiheessa luodaan hankintasuunnitelmat ja -asiakirjat tarjouspyyntöjä varten.
- Valmisteluvaiheessa laaditaan työsuunnitelmat rakentamista varten ja käydään tarvittavat tuotehyväksynät läpi.
- Rakentamisvaiheen lopussa tehdään lopulliset luovutuspiirustukset.



Kuva 4. Toteutussuunnitteluvaiheen kulku suunnitelmapaketeittain (Kiiras ym. 2007: 36).

Suunnitelmapakettien muodostamisessa voidaan soveltaa ja käyttää apuna SUKE-mallin ”standardipaketteja”, jotka on esitetty liitteessä 2. Suunnitelmapakettien avulla eri suunnittelualueita pyritään järjestämään rinnakkain yhteisiksi kokonaisuuksiksi, jolloin keskinäiset riippuvuudet pakottavat yhteisiin ratkaisuihin ja suunnitelmien ristiriidattomuuteen säästämällä suunnitteluun kuluva aikaa ja kustannuksia. Keskenään ristiriitaiset ja puutteelliset suunnitelmat ovat yleisimpiä ongelmia suunnittelunohjauksessa. SUKE-mallia käytettäessä perinteisen LVI-asiakirjaluettelon sisältö tulisi pilkkoa suunnitelmapakettien mukaisesti esimerkiksi kaivojen ja kaivokuvien osalta, jolloin vältetään asiakirjojen kuulumisen lukuisiin suunnitelmapaketteihin. Työselostukset tulisi myös pilkkoa pakettikohtaisiksi. (Seitaniemi 2005: 45.)

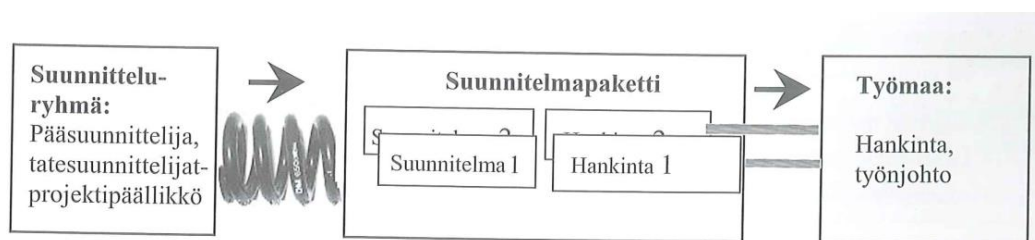
Suunnitelmapakettien sisällä olevissa toteutussuunnitelmissa on kaksi eri vaihetta: hankintoja palvelevat suunnitelmat ja asiakirjat eli hankintasuunnitelmat sekä varsinaista rakentamista palvelevat työsuunnitelmat. Hankintasuunnitelmien laajuus ja tarjouspyyntöjen sisältö riippuvat hankintojen muotovalinnasta ja hankintastrategiasta. Tarjouksia voidaan pyytää alustavilla suunnitelmilla, toteutustasoisilla suunnitelmilla tai tuotesakauksen avulla, jolloin vastuu järjestelmän ja tuotteen toteutussuunnittelusta siirtyy tarjoavalle urakoitsijalle tai toimittajalle. Tuotesakauksen avulla pyritään hyödyntämään toimittajien

innovaatioita ja asiantuntemusta sitoutumalla varhaisessa vaiheessa toimitusaikatauluun ja kokonaishintaan. Hankintojen lopullinen sisältö ja laitteiden kelpoisuudet tarkennetaan hankintaneuvottelujen yhteydessä. (Kiiras ym. 2007: 42.)

Alustavilla suunnitelmilla tehdyn hankintamuodon etuna on tarjouspyyntöjen aikaisempi liikkeelle saanti ja urakoitsijan osaamisen hyödyntäminen. Tämä edellyttää kuitenkin tarkkoja neuvottelukirjauksia lopullisesta urakkasisällöstä, suunnitelmien joustovaraa, suunnittelun ja sen ohjaamisen vastuurajojen selventämistä sekä urakan reunaehtojen määrittämistä.

Varsinaista rakennus- ja asennusvaihetta varten laaditaan työsuunnitelmat sopimussuhteista riippuen joko taloteknisen urakoitsijan tai suunnittelijoiden toimesta. Työsuunnitelmat sisältävät mittaukseen, säätöön ja asentamiseen tarvittavat detaljit, tekniset tiedot sekä mitoitusarvot. Suunnitelmat ja jäljelle jäävät asennustekniset tuotekelpoisuudet hyväksytetään tilaajan, suunnittelijoiden ja urakoitsijan toimesta ennen asennustöiden aloitusta. Hyväksytyjen mallikatselmusten ja asennusaikaisten muutosten eli ns. ”punakynäsarjojen” jälkeen päivitetään lopulliset luovutuspiirustukset luovutusvaiheen dokumentaatiota varten.

SUKE-mallin mukainen suunnittelunohjaus perustuu yhdistettyyn ”työntö ja imu” -malliin (kuva 5), jossa suunnittelusta vastaava urakoitsija tai projektinjohto yhdessä suunnittelijoiden kanssa ”työntää” eli määrittää, vastaa ja aikatauluttaa suunnitelmapaketit niiden katselmukseen asti. Suunnitelmapakettien katselmuksissa tarkastetaan suunnitelmien sisältöä ja valmiutta, poistetaan ristiriitoja, sovitaan mahdollisista muutoksista, selvitetään jo tehtyjä ja jäljellä olevia hankintoja ja sovitaan työsuunnitelmien toimitusaikataulusta rakentamista varten. Katselmuksen jälkeen suunnittelua ohjaa työmaan ”imu” hankinnoissa tarvittavien tarjouspyyntösuunnitelmien sisällön ja aikataulun määrityksessä. Työntö-imumallilla saadaan toteutussuunnitelmat tuotettua työmaalle ja rakennustöitä varten todellisten suunnitelmatarpeiden mukaisesti. (Kruus ym. 2006: 34.)



Kuva 5. SUKE-mallin mukainen työntö-imumalli (Kruus ym. 2006: 34).

3.3 SUKE-mallin hyödyntäminen KVR-urakassa

Perinteisesti rakennushankkeen suunnitteluprosessit ja -vaiheet on rakennettu ja toteutettu suunnittelualoittain omina kokonaisuuksina ja pitkinä ”viivoina” suunnitelma-aikataulussa. Rakentamisvaihe aloitetaan suunnitteluun nähden myöhään, koska kokonaishintaurakan urakkalaskentavaihe edellyttää rakennusliikkeeltä ja suunnittelijoilta pitkälle toteutusvaiheeseen vietyjä ja valmiita suunnitelmia. Talotekniset suunnittelijat ovat siten tottuneet tekemään suunnitelmat ”kerralla valmiiksi”. Myöhemmin ilmenneet muutokset ja korjaukset toteutussuunnitelmiin ovat aiheuttaneet merkittäviä lisäkustannuksia suunnittelusta vastaavalle rakennusliikkeelle.

Käytännön nykypäivän rakentamisessa ja KVR-hankkeissa suunnittelusta vastaavat rakennusliikkeet joutuvat hyödyntämään joustavia ja muutoksia helpommin sallivia suunnittelumalleja ja -prosesseja sekä parantamaan rakennushankkeessa mukana olevien osapuolten yhteistyötä suunnittelu- ja rakentamisvaiheen kustannus-, aikataulu- ja laatu tavoitteiden saavuttamiseksi. SUKE-malli luo ohjenuorana edellytykset suunnittelunohjauksen onnistumiseen, jossa keskitytään rakennusliikkeen ja rakentamisen kannalta kriittisiin suunnitteluasiakirjojen oikea-aikaiseen laatimiseen ja toimittamiseen, ei erillisiin suunnitteluratkaisuihin.

SUKE:n tuomat erityispiirteet suunnittelun vaiheissa täytyy huomioida myös pääurakoitsijan ja TATE-suunnittelijoiden välisissä sopimuksissa ja niiden sisällössä. Yhteistyön korostaminen suunnittelijoiden välillä, toteutussuunnitelmien jakaminen hankintoja ja asennusta varten suunnitelmapaketeittain, taloteknisten tuotevaatimusten aikainen määrittäminen sekä suunnitelmien ”jalostaminen” hankkeen edetessä on syytä olla huomioituna suunnittelusopimuksissa. Tarjouspyynnön liitteenä ja osana suunnittelusopimusta voidaan käyttää talotekniikan tehtäväluettelon mukaisia SUKE-täydennyksiä, jotka tukevat ja selkeyttävät SUKE-mallin mukaisia erityispiirteitä ja vastuita. Suunnittelusopimukset voidaan tarvittaessa myös laatia erikseen yleis- ja toteutussuunnitteluvaiheille.

4 Talotekniikan suunnittelunohjaus toteutussuunnitteluvaiheessa

Toteutussuunnitteluvaiheessa kehitetään yleissuunnitelmia hankinnan ja rakentamisen edellyttämiksi mitoitetuiksi suunnitelmiksi (Raunama 2015: 21). Rakennushankkeen hanke- ja yleissuunnitteluvaiheen päätökset ja tavoitteet pyrkivät ohjaamaan suunnitteluprosessia toteutusvaihetta varten.

KVR-urakassa pääurakoitsija ohjaa toteutussuunnitteluvaiheen suunnitteluratkaisuja ja hankintoja sekä vastaa niiden toimivuudesta, yhteensovittamisesta, hyväksymisestä ja rakentamisesta.

4.1 Toteutussuunnitteluvaiheen edellytykset

Toteutusvaiheeseen siirtyminen ja rakennushankkeen toteutussuunnittelun käynnistäminen edellyttävät tilaajan päätöstä hankkeen käynnistämisestä, yleissuunnitelmien hyväksymisestä ja tarvittavien lähtötietojen tarkistamisesta sekä rakennusluvan saamisesta rakennusvalvontaviranomaiselta. Toteutussuunnittelua varten tarvittavat suunnitelmat ja asiakirjat voidaan yleissuunnittelun loppuvaiheessa koota yhteiseen suunnitelmapakettiin eli ns. aloituspakettiin.

Hyväksyttävät TATE-yleissuunnitelmat sisältävät SUKE-mallia noudattaen hankekohtaisesti määräytyvät kiinteän perusrakennuksen suunnitelmat, järjestelmäkohtaiset ”mallikerrokset” ja hahmotelmat muuntuvien tilaosien toteutustavasta, käytäväleikkauskuvat talotekniikan reitityksistä ympäröivien rakenteiden suhteen (liite 1), alustavat tekniset laskelmat, laiteluettelot sekä rakennuslupaa varten tarvittavat suunnitelmat ja asiakirjat. Yleissuunnitteluvaiheen mahdolliset lähtötietopuutteet toimitetaan tilaajalle päätöksentekoa varten ennen toteutusvaiheeseen siirtymistä.

Rakennushankkeen tilaaja voi myös luovuttaa teknisen suunnitteluvastuun ja toteutuksen KVR-urakoitsijalle ennen toteutussuunnittelun alkamista, jolloin toteutussuunnitteluvaiheen käynnistäminen pääurakoitsijan johdolla edellyttää osapuolten välisen pääurakkasopimuksen allekirjoittamista.

4.2 TATE-suunnittelunohjauksen tehtävät ja velvollisuudet

Rakennusliikkeissä TATE-suunnittelunohjaus kuuluu usein laajempaan suunnittelunohjausorganisaatioon, joka sisältää myös muiden suunnittelualojen ja rakentamisen asiantuntijoita. Rakennushankkeen urakkamuoto ja vaativuus vaikuttavat hankekohtaisen suunnittelunohjausryhmän muotoon.

TATE-suunnittelunohjauksen tehtäviä ovat esimerkiksi

- suunnitelmapaketeissa olevien TATE-suunnitelmien yhteensovittaminen mm. arkkitehti- ja rakennesuunnitelmiin sekä esitettyjen toteutussuunnitelmien hyväksyminen
- suunnitelmien tavoitteidenmukaisuuden varmistaminen
- yhteistyön ylläpitäminen tilaajan ja suunnittelijoiden kanssa
- teknisten suunnitteluratkaisujen ohjaus
- projektisuunnitelman ja suunnitteluajataulun laatiminen TATE:n osalta
- suunnitteluajataulun valvonta ja raportointi
- suunnitelmamuutosten hallinta
- suunnittelukokouksiin, suunnitelmakatselmuksiin ja muihin suunnittelua koskeviin kokouksiin osallistuminen.

4.3 Toteutussuunnittelutyön käynnistäminen

Toteutussuunnittelun aloitusvaiheessa suunnittelusta vastaavan pääurakoitsijan velvollisuutena on laatia tilaajan hyväksymä projektisuunnitelma sekä hankinta- ja suunnitteluajataulu pääurakasopimukseen kirjattujen laatu-, aika- ja kustannustavoitteiden saavuttamiseksi. Projektisuunnitelmassa olevat suunnittelutehtävät ja -vastuut jaetaan suunnittelualoittain esimerkiksi arkkitehti-, rakenne- ja talotekniikkasuunnitteluun.

Projektisuunnitelma sisältää

- kohdetiedot
- suunnitteluorganisaation esittelyn vastuuhenkilöineen
- hankintajaon sovittujen suunnitelmapakettien mukaisesti (hankintapaketit)

- hankintastrategian eli suunnitelmapaketeissa olevien hankintasuunnitelmien hankintamuodot
- suunnittelijoiden suunnittelutehtävät
- mahdolliset välitavoitteet ja kokouskäytännöt
- ohjeet suunnittelutiedon ja käyttäjämuutosten hallinnasta
- suunnittelu-aikataulun ja suunnitelmakatselmusten periaatteet.

Jos pääurakoitsija sidotaan hankkeeseen mukaan toteutusvaiheessa, laaditaan projekti- ja hankesuunnitelman avulla kirjalliset lähtötiedot suunnittelijoille, jotta tarjoukset ja urakkaan sisältyvät suunnittelutehtävät ovat tarjouspyyntöjen aikana selkeitä. Lähtötiedoissa on syytä mainita myös mahdolliset referenssikohteet sekä ympäristö- ja suunnitteluvaatimukset, jotka voivat oleellisesti vaikuttaa suunnitteluun ja laatuun. Suunnitteluun vaikuttavat vaatimukset voivat TATE-suunnittelussa olla esimerkiksi sisäilmastoluokituksen mukaisten ilmamäärien, ilmanvaihtotuotteiden puhtausluokkien ja lämpöolosuhteiden tavoitearvot sekä lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien eri säätö- ja ohjausmenetelmiä.

Toteutussuunnittelua varten voidaan talotekniikan suunnittelunohjauksessa hyödyntää myös ns. teknisten ratkaisujen aliurakkaa eli tuoteosakauppaa, jolloin taloteknisen järjestelmän suunnitteluvastuu ja -ohjaus voidaan alistaa aliurakkasopimuksella aliurakoitsijalle. Sopimuksesta on tällöin käytävä selkeästi ilmi osapuolten tehtävät, vastuut ja urakkarajat, jolloin suunnittelua voidaan ohjata tehokkaasti koko suunnitteluprosessin ja -vaiheiden ajan. Suunnittelukokonaisuuden hallinta eri suunnittelualojen välillä jää KVR-urakkamuodon vuoksi usein kuitenkin pääurakoitsijalle.

Rakentamisvaiheen ja toteutussuunnittelun limittyessä tulee kunkin suunnittelualan nimellä riittävällä kokemuksella omaava vastuuhenkilö, joka pystyy rakennusliikkeen suunnittelunohjauksen johdolla ratkaisemaan käyttäjämuutoksista johtuvia ongelmia, puutteita ja ristiriitoja sekä osallistumaan työmaalla järjestettäviin kokouksiin.

4.4 Suunnittelunohjauksen haasteet

Rakennushankekohtaisesti muodostettu projektiorganisaatio suunnittelijoineen aiheuttaa suunnittelunohjaukselle haasteita yhteistyön, tiedonkulun ja organisaation eri osapuolten yhteisten tavoitteiden eteen työskentelyn osalta. Suunnitteluryhmän sisällä olevien suunnittelijoiden toiminta keskittyy ainoastaan tarvittavan suunnitelmien toteuttamiseen määrätyn aikarajan puitteissa eikä siten luo puitteita yhteistyön parantamiseen (kuva 6). Päinvastoin tilannetta voidaan jopa heikentää puutteellisella suunnittelunohjauksella. (Riihiluoma 2017: 11.)



Kuva 6. Suunnittelunohjauksen haasteita.

Suunnitteluprosessin aikana suunnitteluryhmän jäsenet eivät välttämättä kykene suoraan ymmärtämään muiden suunnittelualojen mahdollisia suunnittelu-, tuote- tai asennusvaatimuksia, jolloin suunnittelu ja suunnitelmien yhteensovittaminen voi olla virheellistä johtaen lisäkustannusten kasvuun ja aikataulun pettämiseen. Talotekniikan vaatimat reikävaraukset rakenteissa, todelliset tilatarpeet nousukuiluissa ja teknisissä tiloissa sekä reititykset alakattoalueilla ovat esimerkkejä, joissa vaaditaan TATE-suunnittelunohjaukselta suunnitteluprosessin laadukkaan läpiviennin varmistamiseksi. Työmaille toimitetaan valittavan usein suunnitelmia, jotka ovat puutteellisia tai heikkotasoisia. (Riihiluoma 2017: 12.)

4.5 Suunnittelunohjauksen hallintamenetelmät

Toteutussuunnittelua ohjataan erilaisten suunnittelukokouksien, ohjeistus-, tietomallin-
nus- ja risteilypalaverien, suunnitelmakatselmusten sekä hankinta- ja suunnitteluai-
kautaulun avulla (Raatesalmi 2013: 5).

4.5.1 Hankinta- ja suunnitteluai- kautaulu

Oikein mitoitettu ja ohjattavissa oleva toteutusvaiheen hankinta- ja suunnitteluai-
kautaulu (kuva 7) on keskeinen työkalu rakennusliikkeen TATE-suunnittelunohjauksessa. Projek-
tin kuluessa päivittyvä suunnitteluai-
kautaulu kuvaa suunnitelmien tuottamiselle varatun
ajan ja suunnitteluai-
kautaulun nimikkeet valitaan helpottamaan suunnittelun ohjaamista.
Toteutussuunnitelmien valmistumispäivämäärät työmaata ja rakentamista varten ajoite-
taan hankintapakettien ja -aikautaulun mukaisesti suunnitelma-ai-
kautauluun. (Rakennus-
hankkeen kesto ja aikautaulut 2016: 5.)

Toteutusvaiheen hankinta- ja suunnitteluai-
kautaulu laaditaan tilaajan tekemän alustavan
yleisaikautaulun mukaan, jossa määritellään käytettävissä oleva rakennusaika ja hank-
keen ajallinen kireystaso.

Aikautaulussa on syytä huomioida seuraavat asiat:

- suunnitelmakatselmukset
- suunnittelukokoukset
- muut suunnitteluun vaikuttavat risteily- ja ohjauspalaverit
- lähtötietojen päivämäärät suunnitelmapakettien suunnittelua varten
- suunnitelmien toimitusajat työmaalle
- suunnittelun jakaminen lohkoihin tai kerroksiin.

Toteutusvaiheen hankinta- ja suunnittelu-aikataulun vaiheistaminen jana-aikatauluun SUKE-suunnitelmapaketin mukaisesti jakaa sekä rakennusliikkeen että suunnittelijoiden resursseja tasaisemmin, antaen samalla myös enemmän aikaa rakentamisen kannalta kriittisten työvaiheiden suunnitteluun. Tämän seurauksena suunnittelun laadunhallinta helpottuu, osapuolten välinen tiedonvaihto paranee, muutosten hallinta ja ohjaaminen tehostuvat sekä suunnittelu-aikataulun seuraaminen ja mahdollisten aikatauluongelmien havaitseminen yksinkertaistuvat. Suunnittelunohjaus ja tiedonvaihdon varmistaminen kaikkien osapuolten kesken on keskeistä aikataulun hallitsemisessa (Rakennushankkeen kesto ja aikataulut 2016: 5).

Hierarkia	Nimi	Aikaisin alku	Aikaisin loppu	2016												2017							
				Kesäkuu	heinäkuu	Elokuu	Syyskuu	Lokakuu	marrasku	joulukuu	tammikuu	helmikuu	maaliskuu	huhtikuu	toukokuu	Kesäkuu	heinäkuu	Elokuu	Syyskuu				
1	-1 Suunnittelu	01.08.16	21.09.17	1																			
2	-1.1 Maanrakennuspaketti	15.08.16	08.03.17	1.1																			
4	-1.1.1 Hankintasuunnitelmat	15.08.16	26.08.16	1.1.1																			
5	-1.1.1 Maanrakennushankintasuunnitelmat	22.08.16	26.08.16	1.1.1.1																			
6	1.1.1 Kaivuu- ja täyttösuunnitelma	22.08.16	26.08.16	1.1.1.1.1																			
7	1.1.1 Johtotiekartta	22.08.16	26.08.16	1.1.1.1.2																			
8	1.1.1 Pohjaviemärit, määräluettelo	22.08.16	26.08.16	1.1.1.1.3																			
9	1.1.1 Tontin putkitukset	22.08.16	26.08.16	1.1.1.1.4																			
10	1.1.1 Alustava perustuspiirustus	22.08.16	26.08.16	1.1.1.1.5																			
11	1.1.1 Alustava perustusleikkaus	22.08.16	26.08.16	1.1.1.1.6																			
12	1.1.1 Alustava alapohjan rakennetyypit	22.08.16	26.08.16	1.1.1.1.7																			
13	-1.1.1 Maanpaineisiin hankintasuunnitelmat	15.08.16	19.08.16	1.1.1.2																			
14	1.1.1 Alustava tukiseinäsunnitelma paalutusta varten	15.08.16	19.08.16	1.1.1.2.1																			
15	-1.1.1 Paalutushankintasuunnitelmat	22.08.16	26.08.16	1.1.1.3																			
16	1.1.1 Alustava määräluettelo ja paalutyypit	22.08.16	26.08.16	1.1.1.3.1																			
18	-1.1.2 Työkuvat	21.09.16	08.03.17	1.1.2																			
19	1.1.2 Pumppaamot, kaivot, erottimet	21.09.16	27.09.16	1.1.2.1																			
20	1.1.2 Salaojasuunnitelmat	21.09.16	27.09.16	1.1.2.2																			
21	1.1.2 LVI-asempiirustus	21.09.16	27.09.16	1.1.2.3																			
22	1.1.2 SAH-asempiirustus	21.09.16	27.09.16	1.1.2.4																			
23	1.1.2 Pohjaviemärisuunnitelma	21.09.16	27.09.16	1.1.2.5																			
24	1.1.2 Kaivuu- ja täyttösuunnitelma	21.09.16	27.09.16	1.1.2.6																			
25	1.1.2 Alustava perustusuunnitelma	21.09.16	27.09.16	1.1.2.7																			
26	1.1.2 Paalukartta	30.09.16	06.10.16	1.1.2.8																			
27	1.1.2 Paaluluettelo	30.09.16	06.10.16	1.1.2.9																			
28	1.1.2 Maanpaineisiin suunnitelma	02.03.17	08.03.17	1.1.2.10																			
29	1.1.3 Suunnitelmapaketin hyväksyttäminen 5 tp	29.09.16	05.10.16	1.1.3																			
30	1.1.4 Suunnitelmapaketin mahdollinen korjaussuunnittelu 5 t	06.10.16	12.10.16	1.1.4																			
31	1.1.5 Korjatun suunnitelmapaketin hyväksyttäminen 5 tp	13.10.16	19.10.16	1.1.5																			
33	1.1.6 Maanrakennustyö alkaa	03.10.16	03.10.16	1.1.6																			

Kuva 7. Suunnittelu-aikataulu maanrakennuspaketin hankinta- ja työsuunnitelmista.

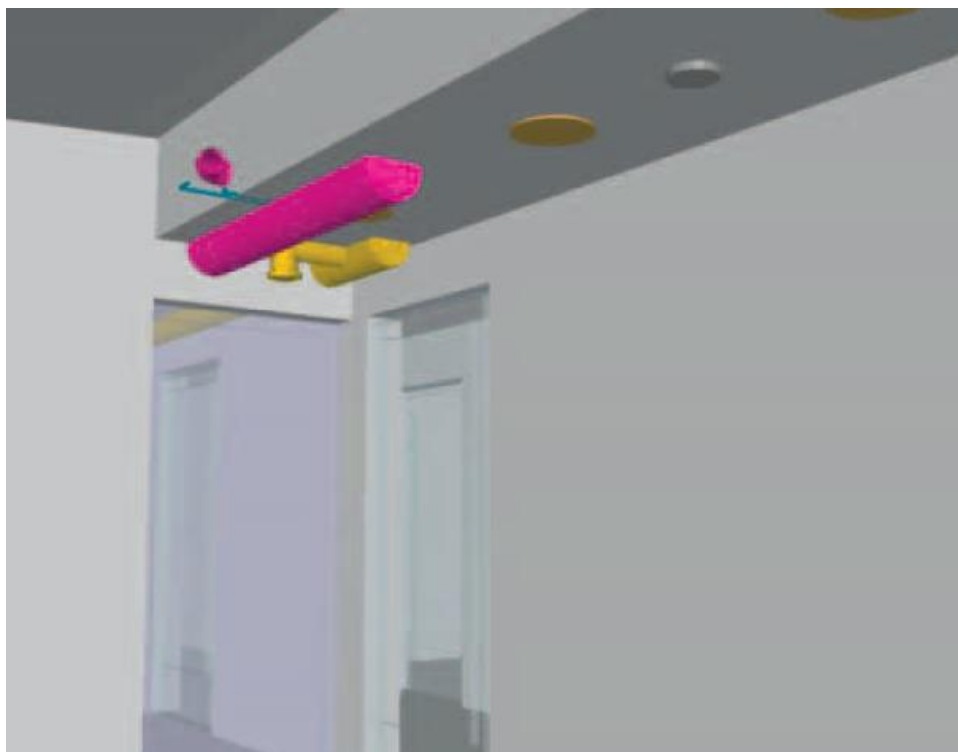
Kuvassa 7 on esimerkki toimitilahankkeen suunnittelu-aikataulusta, josta selviää hankinta- ja työsuunnitelmien tekoon varattu aika, niiden valmistuspäivämäärät, risteilypäivien ajankohdat, maanrakennustyön aloituspäivämäärä sekä suunnitelmapaketin katselmointiin ja kommentointikierrokselle varatut työpäivät. Maanrakennuspaketin TATE-suunnitelmat koskevat asempiirustuksia, pohjaviemäreitä, kaapeleiden putkituksia sekä pumppaamojen ja kaivojen teknisten vaatimusten määrittämistä.

Selkeän aikataulun avulla suunnitelmapakettien sisällä olevien suunnitteluvaiheiden seuranta on helpompaa, ja korjauskierroksille saadaan varattua riittävästi aikaa sekä resursseja.

4.5.2 Tietomallinnus- ja risteilypalaverit

Tietomallien hyödyntäminen ja käytön yleistyminen rakennushankkeen suunnittelu- ja rakentamisvaiheessa on vaikuttanut rakennusliikkeen suunnittelunohjaukseen uusien hallintamenetelmien ja suunnitteluprosessin tehostumisen myötä (Raatesalmi 2013: 18).

Yhdistetyssä tietomallissa eli yhdistelmämallissa havainnollistetaan eri suunnittelualojen suunnitelmia kolmiulotteisesti yhdessä, jolloin suunnitelmien törmäystarkastelut, tarvittavat reikävaraukset, yhtenäisyys, yhteensovittaminen ja visuaalisuus ovat helpommin havaittavissa (kuva 8). Tietomallin avulla voidaan myös reagoida nopeammin suunnitelma-muutoksiin, parantaa suunnittelutyön tehokkuutta, havaita mahdolliset puutteet ja virheet ennen rakennusvaihetta sekä laskea tarvittavat määrä- ja kustannustiedot hankintoja varten. (Mäki ym. 2012: 5.)



Kuva 8. Yhdistelmämallin yhteensovittamisessa havaittavissa oleva ristiriita alakattoalueella (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: 12).

Risteilypalavereissa käydään tilaajan, suunnittelijoiden sekä tietomallikoordinaattorin kanssa yhteisesti läpi suunnitelmien ja asennusten päällekkäisyyksiä ja ristiriitoja tietomallia apuna käyttäen. Varsinkin TATE-suunnitelmien keskinäiset risteilyt ja törmäystarkastelut esimerkiksi ahtaiden alakattoalueiden sisällä ja esteettisesti merkittävässä tiloissa on syytä varmistaa ja olla tehtynä ennen suunnitelmien hyväksymistä. Jäte- ja sadevesiviemärien kaadot ja käytettävät viemäriosat ääni- ja virtausteknisten vaatimusten täyttämiseksi nostaa viemärit usein määrääväksi tekijäksi asennusjärjestyksen ja yhteensopivuuden tarkastamisessa.

Säännölliset risteilypalaverit toimivat myös henkisen välimatkan lyhentäjänä työmaan ja suunnittelupöydän välillä. (Klemetti 2010: 9.)

4.5.3 Suunnitelmakatselmuksset

Hankintoja palvelevien suunnitelmien ja perusratkaisujen valmistuttua suunnitelmapaketeille pidetään suunnitelmakatselmuksset suunnitelma-aikataulun mukaisesti yhdessä tilaajan, tarvittavien suunnittelijoiden ja työmaahenkilöstön kanssa. Katselmuksessa tarkastetaan suunnitelmapaketissa olevien eri toimialojen suunnitelmia rinnakkain ja samanaikaisesti, jolloin suunnitelmien yhteensovittaminen ja hankintojen koordinointi helpottuvat. Suunnitelmakatselmuksset toimivat samalla selkeinä välitavoitteina kaikille hankkeen osapuolille ja hyödyllisenä apuvälineenä suunnittelu- ja hankinta-aikataulun valvonnassa ja suunnitelmien laadunvarmistuksessa. Hyväksytyt katselmuksen jälkeen lähetetään hankintojen edellyttämät tarjouspyynnöt urakoitsijoille ja käydään urakkaneuvotteluja. (Virolainen 2015: 98.)

Suunnitelmiin perehtyminen sekä havaittujen puutteiden kirjaaminen etukäteen ennen varsinaista katselmusta edesauttaa katselmuksen sujuvaa ja jouhevaa kulkua. Suunnitelmat tulee toimittaa tai olla kokoukseen osallistuvien saatavilla vähintään kaksi viikkoa ennen kokoontumista. (Virolainen 2015: 99.)

Suunnitelmakatselmuksia ja suunnitelmien hyväksyntämenettelyä varten tulisi kirjallisesti sopia ja hyväksyttää yhteiset pelisäännöt ja menettelytavat tilaajalla. Täsmällinen, aikataulutettu ja ymmärrettävässä oleva suunnitelma toimii mainiosti opaskirjana kaikille katselmuksiin osallistuville.

Suunnitelmakatselmuksia varten sovitaan

- suunnitelmakatselmuksen läsnäolijat ja suunnitelmien hyväksyjät
- hyväksytettävät suunnitelmat suunnitelmalistauksen muodossa
- aikataulu.

Suunnitelmakatselmuksset ja aikataulu eritellään suunnitelmapakettien mukaisesti. Käsiteltävien suunnitelmien toimituspäivämäärät, katselmusten varsinaiset ajankohdat, kommentteille varattu aika sekä suunnitelmapaketin lopullinen hyväksyminen aikataulutetaan tarkasti aikatauluun (taulukko 1).

Taulukko 1. Suunnitelmakatselmusten esimerkkiaikataulu

RU = pääurakoitsija (KVR)	GEO = geotekninen suunnittelija	ARK = arkkitehti
RAK = rakennesuunnittelija	PALO = palosuunnittelija	LVI = LVI-suunnittelija
RAU = rakennusautomaatio	SÄH = sähkösuunnittelija	

Suunnitelmapaketti	TATE	Osallistujat	Suunnitelmalistaus esitetään	Suunnitelmakatselmus	Kommentit viimeistään mikäli puutteita	Tilaaajan hyväksyntä
Maanrakennuspaketti	Kaivot sekä sade- ja jätevesiviemärit	RAK, LVI, TILAAJA, GEO, SÄH, RU	14.3.2018	28.3.2018	2.4.2018	6.4.2018
Perustuspaketti	Alapohjan putkijohdot ja pohjaviemärit	RAK, LVI, TILAAJA, ARK, SÄH, RU	23.3.2018	6.4.2018	11.4.2018	16.4.2018
Runkopaketti A	A-lohko "perus" TATE-paketti	RAK, LVI, TILAAJA, ARK, SÄH, RU	2.4.2018	16.4.2018	19.4.2018	24.4.2018
Runkopaketti B	B-lohko "perus" TATE-paketti + keskuslaitteet	RAK, LVI, TILAAJA, ARK, SÄH, RU	10.4.2018	24.4.2018	30.4.2018	4.5.2018
LVI-suunnitelmapaketti	LVI-suunnitelmat alueittain ja tiloittain	LVI, TILAAJA, ARK, SÄH, RU, RAU	20.4.2018	4.5.2018	11.5.2018	16.5.2018
Sähkö- ja automaatiopaketti	Sähkösuunnitelmat alueittain ja tiloittain	SÄH, TILAAJA, RU, RAU	2.5.2018	16.5.2018	21.5.2018	24.5.2018
Julkisivupaketti	Savunpoistosuunnitelmat	RAK, ARK, RU, TILAAJA, PALO	10.5.2018	24.5.2018	30.5.2018	5.6.2018

Katselmuksessa todetut puutteet voidaan korjata ja muuttaa työsuunnitelmiksi ilman erillistä katselmusta tilaajan päätöksellä.

4.5.4 Suunnittelukokoukset

Suunnittelukokouksessa käydään läpi ja tarkistetaan suunnittelun aikataulutilannetta, avoimeksi jääneiden asioiden etenemistä, keskeneräisten suunnitelmien ja suunnittelun kulkua sekä päivitetään tarvittaessa suunnittelijoiden vaatimia lähtötietoja. Kokoukseen

osallistuvat projektivastuussa olevat suunnittelijat, pääurakoitsijan suunnittelupäällikkö(t) sekä tilaajan edustajat. Suunnittelukokouksen päämääränä on olla päättävä kokous.

Suunnittelu-aikataulua ja -tilannetta seurataan vähintään kahden viikon välein suunnittelijoiden suunnitteluvaihe ilmoituksissa olevan valmiusasteen, resurssitiedon ja tiedonvaihtotilanteen avulla. (Klemetti 2010: 8.)

4.5.5 Big Room -menetelmä

Big Room -menetelmän tavoitteena on tehostaa rakennushankkeen suunnitteluprosessia kokoontumalla tilaajan, suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden kanssa sovituin väliajoin yhteiseen ”suureen tilaan”. Osapuolten fyysinen kokoontuminen nopeuttaa tiedonvälitystä ja lisää vuorovaikutusta, jolloin suunnittelua koskevien päätösten tekeminen onnistuu välittömästi ja yhteisvoimin verkkaisten sähköpostikeskustelujen sijaan.

Tehokas Big Room -työskentely edellyttää huolellista valmistelua ja suunnittelua. Käytävissä oleva aika, osallistujat, käsiteltävät asiat ja niiden johdonmukainen raportointi on oltava tapaamisen vetäjillä selvillä ennen aloitusta. Jokaiseen Big Room -tilaisuuteen suunnitellaan hanketta palveleva esityslista käsiteltävistä asioista ja määritellään kokouksille yhteinen tavoite.

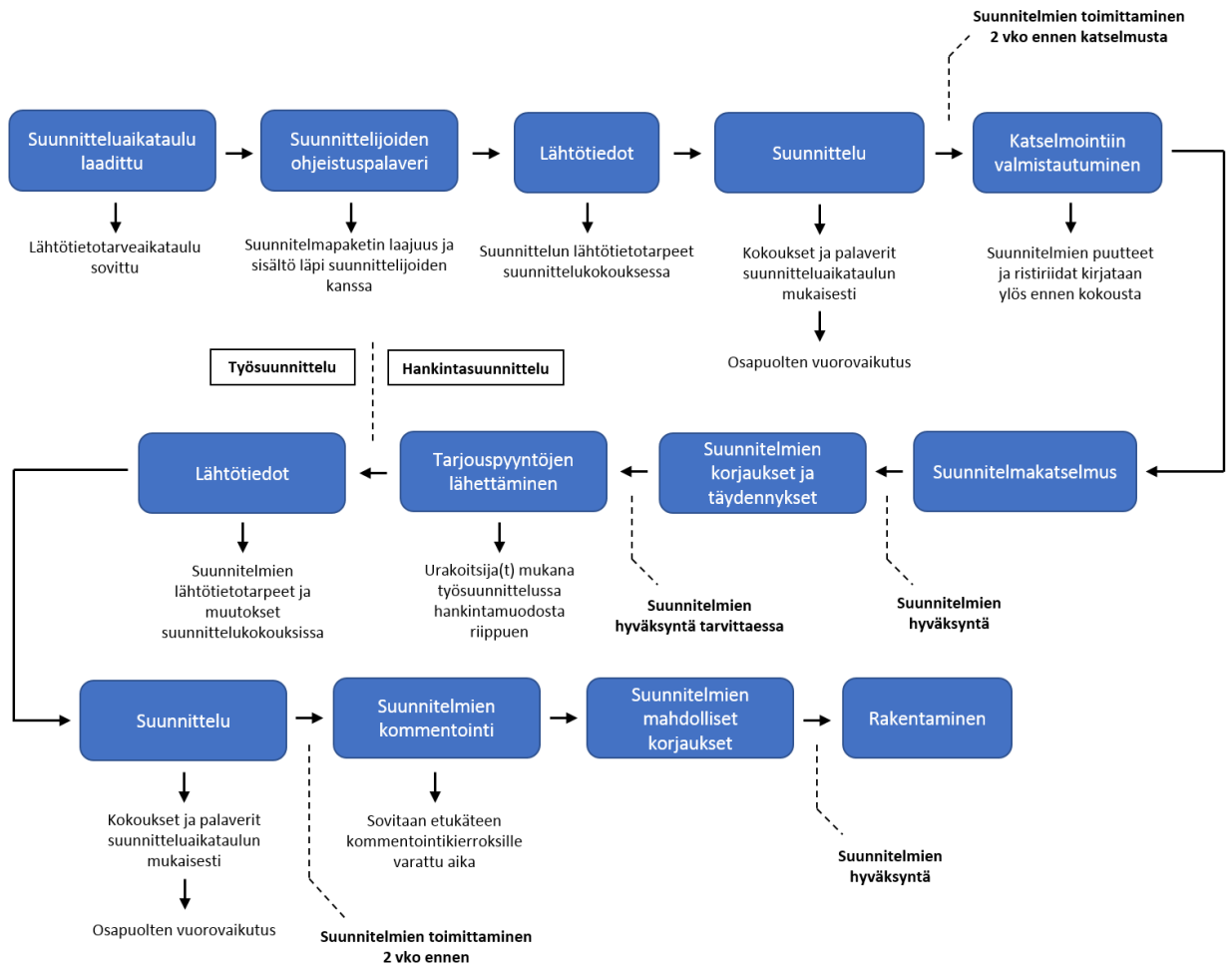
Tilaisuuteen osallistuvien henkilöiden täytyy olla asemansa puolesta kykeneviä päätösten tekoon ja osaamisalueellaan riittävän kokeneita. Kokemuksella mahdollistetaan uusien ratkaisumallien ja innovaatioiden kehittämistä ja kelpoisuuden tarkastelua rakennushankkeen kannalta. (Kosonen 2014: 2.)

Big Room -tilaisuuteen osallistuvat suunnittelijat ja asiantuntijat vastaavat itse omista suunnitelmistaan ja varmistavat niiden asianmukaisuuden, jolloin tilaisuudessa voidaan keskittyä etukäteen esityslistassa oleviin avoimiin asioihin. Suunnittelijoiden tietämys muista suunnittelualoista helpottaa ongelmatilanteiden ratkaisua, vaikka jokainen on itse oman suunnittelualansa asiantuntija. Suunnittelijoiden on lisäksi kyettävä perustelemaan ja esittelemään omat ratkaisunsa muille Big Room -työskentelyyn osallistuville.

4.6 Suunnitelmapakettien prosessikuvaus

4.6.1 Hankinta- ja työsuunnittelu

Toteutussuunnittelun porrastaminen hankintoja ja asennustöitä palveleviin suunnittelu- vaiheisiin (kuva 9) vaatii rakennusliikkeen suunnittelunohjaukselta organisointi-, aikataulu- ja yhteistyökykyä. Hankinta- ja työsuunnitteluprosessia ohjataan suunnitelmapakettien sisällä olevien hankintapakettien mukaisesti.



Kuva 9. Hankinta- ja työsuunnitteluvaiheen malliprosessi.

Suunnitteluprosessia edeltää tarvittavien lähtötietojen takarajojen sopiminen ja aikataulu- luttaminen suunnitteluaikeita laadittuun. Tämän jälkeen suunnittelijoiden ohjeistuspalaverilla varmistetaan suunnitelma- ja hankintapakettien tarkka sisältö, laajuus sekä muut suunnit- teluun mahdollisesti vaikuttavat asiat.

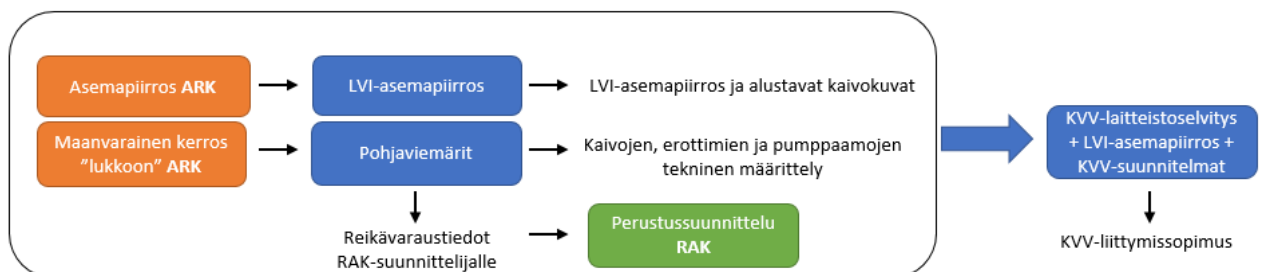
Suunnitelmatilannetta seurataan suunnittelukokouksissa suunnittelijoiden työvaiheilmointusten avulla. Edellä mainitut vaiheet tähtäävät suunnitelmakatselmukseen, jonka jälkeen hyväksytyjen suunnitelmien mukaiset tarjouspyynnöt voidaan lähettää eteenpäin ja työsuunnittelu käynnistää.

Työsuunnitteluvaihe etenee muutoin samankaltaisesti kuin hankintasuunnitteluvaihe, mutta katselmusten sijaan järjestetään suunnitelmien kommentointi- ja korjauskierroksia. Hyväksytyjen työsuunnitelmien jälkeen voidaan aloittaa varsinaiset asennustyöt.

4.6.2 TATE-suunnittelun lähtökohdat rakennussuunnittelussa

Suunnitelmapakettien TATE-suunnittelun aloittamiseksi on arkkitehti- ja rakennesuunnittelun perusratkaisujen tarpeen olla riittävän valmiina. Suunnittelutyön edetessä eri suunnittelualojen suunnitelmia tarkastellaan tietomallien avulla yhdessä. Tällä varmistetaan sekä teknisten että esteettisten ratkaisujen toimivuus.

Maanrakennusvaihe on kriittinen koko rakennuksen valmistumisen ja aikataulussa pysymisen kannalta. Tästä johtuen on erityisen tärkeää varmistaa TATE-suunnittelun edellytykset sekä yhteensopivuus suunnitelmien välillä (kuva 10).



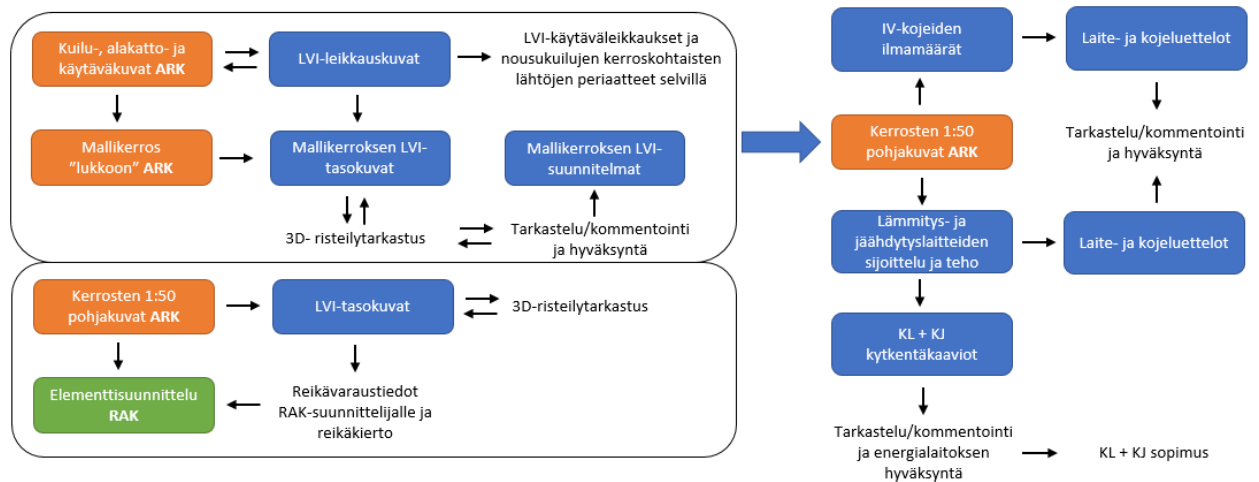
Kuva 10. Suunnittelun lähtökohdat maanrakennuspaketissa.

Luonnosvaiheessa tarkastellaan valitun mallikerroksen tai -osan suunnitelmien yhteensopivuutta tietomallin avulla (kuva 11). Toimitilojen suunnittelussa mallikerros noudattaa moduulisuunnittelun periaatteita, jonka avulla toistuvien tilojen suunnittelutyö helpottuu. Talotekniikan kannalta haastavinta on reititysten valinta sekä tekniikan risteilytilanteet arkkitehti- ja rakennesuunnitelmiin yhdistettäessä.



Kuva 11. Suunnitteluprosessi mallikerroksen luonnosvaiheessa.

Mallikerroksen luonnosvaiheen ja hyväksynnän jälkeen voidaan muiden samaa periaatetta noudattavien tilojen suunnittelutyö aloittaa tasokuvien muodossa (kuva 12).



Kuva 12. Kerroskohtaisten suunnitelmien riippuvuudet sekä kuvaus lopputuloksesta.

5 Yhteenveto

Tässä insinööriyössä tavoitteena oli selvittää mitä vaatimuksia laadullisesti, aikataulullisesti ja kustannustehokkuudeltaan onnistuneesti toteutettu talotekniikan suunnittelu asettaa rakennusliikkeen suunnittelunohjaukselle. Tarkoituksena oli kuvata suunnittelunohjauksen roolia toteutussuunnitteluvaiheessa.

Työssä tarkasteltiin suunnittelunohjauksen tarkoitusta ja periaatteita sekä suunnittelunohjaukseen vaikuttavia tekijöitä. Suunnitteluprosessin lähtökohtana käytettiin suunnittelunohjauksen

nittelujärjestelmän kehittämismallia, SUKE-mallia. Tutkimusosiossa tarkasteltiin talotekniikan toteutussuunnitteluvaiheen prosessia sekä sen sisältöä rakennusliikkeen suunnittelunohjauksen näkökulmasta.

Tutkimustyön tuloksena syntyi rakennusliikkeen suunnittelunohjausta palveleva prosessikaavio suunnitelmapaketien toteutussuunnitteluvaiheista ja riippuvuussuhteista eri suunnittelualojen välillä. Osana tuloksia koottiin ohjeita ja tuotiin ilmi suunnittelunohjaukseen vaikuttavia haasteita ja ratkaisumalleja. Myös suunnitelmien hyväksyntämenettelytapaa ja sisältöä kuvailtiin.

Tätä insinööriyötä voidaan hyödyntää jatkossa apuvälineenä rakennushankkeen toteutusvaiheen suunnittelunohjaukselle asetettujen tavoitteiden saavuttamisessa. Työssä tehtyjä määrittämiä voidaan kuitenkin hyödyntää ja käyttää pohjana esimerkiksi hanke- ja yleissuunnitteluvaiheen suunnittelunohjauksessa.

Mahdolliset jatkotutkimusaiheet voisivat käsitellä suunnittelunohjausta muissa urakka-
muodoissa, kuten esimerkiksi projektinjohtourakoinnissa tai allianssimallissa. Lisäksi suunnittelunohjausta voitaisiin tutkia myös muunlaisten rakennustyyppien osalta, esimerkiksi asuin- tai teollisuuskiinteistöjen rakentamisen kannalta.

Tutkimustyön aikana kävi ilmi, että SUKE-mallin hyödyntäminen on yleistynyt rakennusliikkeissä. Alun perin projektinjohtourakointiin ja toimitilarakentamiseen kehitetty SUKE-malli soveltuu erinomaisesti myös kokonaisvastuurakentamiseen sekä muiden rakennustyyppien suunnitteluun toimitilojen lisäksi.

Suunnittelua varten tarvittavien lähtötietojen aikatauluttaminen ja tilaajan määrittämien suunnitelmamuutosten takarajat on tarpeen sopia tarkasti ja yhteensovittaa eri osapuolten kesken jo varhaisessa vaiheessa. Mikäli aikataulu ei ole yksiselitteinen, on mahdollisuus suunnitteluajankäytön peittämiselle ja lisäkustannuksille myöhemmässä vaiheessa.

Yhteistyön merkitystä ei rakennushankkeen onnistumisen kannalta saa aliarvioida. Tiivis yhteistyö mahdollistaa kustannustehokkaiden suunnitteluratkaisujen toteuttamisen kaikkien osapuolten hyväksymällä tavalla laadusta tinkimättä.

Lähteet

Hanhijärvi, Heidi; Kankainen, Jouko. 2003. Kokemuksia suunnittelua sisältävistä urakoista. Raportti. Verkkoaineisto. Teknillinen Korkeakoulu. <bes.aalto.fi/en/publications-002/reports/raportti_218/>. Luettu 20.11.2017.

Junnonen, Juha-Matti. 2009. Sopimusten hallinta. Helsinki. Suomen Rakennusmedia Oy.

Kiiras, Juhani; Kruus, Matti; Hämäläinen, Aimo; Lindroos, Hannu; Saari, Arto; Salmikivi, Teppo. 2007. Malli talotekniikan suunnitteluun ja hankintojen ohjaukseen projektinjohdohankkeissa. Tampere. Rakennustieto Oy.

Klemetti, Esa. 2010. Suunnittelujohtaminen – oikein mitoitettu suunnitteluajataulu ja sen ohjaaminen. Verkkoaineisto. Rakennustietosäätiö. <<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK100203.pdf>>. Luettu 10.3.2018.

Koistinen, Jussi. 2016. Toimitilarakennushankkeen toteutus SR-mallilla. Insinööriyö. Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

Kosonen, Katariina. 2014. BIG ROOM kokonaissuunnittelussa ja energialaskennassa. Verkkoaineisto. <<http://docplayer.fi/646011-Big-room-kokonaissuunnittelussa-ja-energi-laskennassa.html>>. Luettu 10.3.2018.

Kruus, Matti; Kiiras, Juhani; Raveala, Jarmo; Saari, Arto; Salmikivi, Teppo. 2006. Malli suunnittelun ohjaukseen projektinjohdohankkeissa. Helsinki. Rakennustieto Oy.

Liuksiala, Aaro. 2004. Rakennussopimukset. Helsinki. Rakennustieto Oy.

Mäki, Tarja; Paavola, Sami; Kerosuo, Hannele; Miettinen, Reijo. 2012. Tietomallintamisen käytöt rakentamisessa. Artikkelit. Toiminnan, kehityksen ja oppimisen tutkimusyksikkö. Verkkoaineisto. Helsingin Yliopisto. <https://www.mitta-viiva.fi/uploads/8/1/2/2/81220848/konsepti_artikkeli_bim_kaytot_rakentamisessa.pdf>. Luettu 5.3.2018

Raatesalmi, Laura. 2013. Tietomalli toteutuksenaikaisen suunnittelun ohjauksen työkaluna. Insinööriyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

Suunnittelun johtaminen rakennushankkeessa. 2005. RT 13-10860. Rakennustieto Oy. Rakennustietosäätiö.

Yleiset tietomallivaatimukset 2012. 2012. RT 10-11069. Rakennustieto Oy. Rakennustietosäätiö.

Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo. 2013. RT 10-11129. Rakennustieto Oy. Rakennustietosäätiö.

Talonrakennushankkeen kulku. 2016. RT 10-11223. Rakennustieto Oy. Rakennustietosäätiö.

Rakennushankkeen kesto ja aikataulut. 2016. RT 10-11225. Rakennustieto Oy. Rakennustietosäätiö.

Raunama, Tapio. 2015. Rakennuttajakoulutus. Talonrakennushankkeen suunnittelun ohjaus tämän päivän pelikentässä. Verkkoaineisto. Sweco Rakennetekniikka Oy. <https://www.aaltopro.fi/media/aalto-pro-publications/raps/raps37_projektityo_raunama.pdf>. Luettu 25.2.2018.

Riihiluoma, Jenni. 2017. Rakennushankkeen suunnittelun ohjauksen kriittisten pisteiden tunnistaminen. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto.

Seitaniemi, Kari. 2005. SUKE-malli LVI-suunnittelujärjestelmän talonrakennuksen projektinjohtototeutuksessa. Insinööriyö. Espoo. EVTEK-ammattikorkeakoulu.

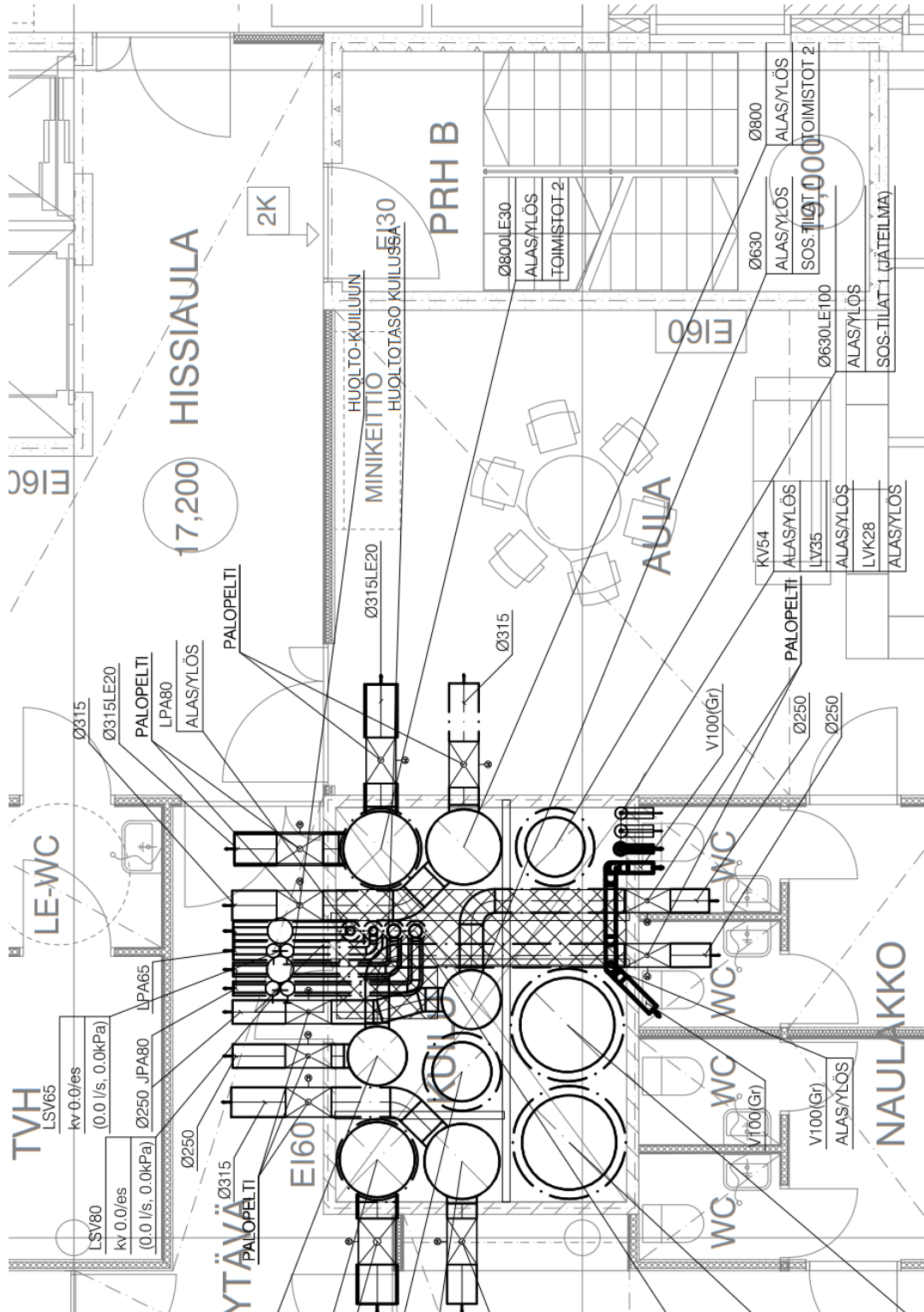
Tamminen, Juho. 2017. Suunnittelun ohjaus lisäkerroshankkeessa. Insinööriyö. Turun Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

Uusi-Kokko, Mikael. 2017. Rakennushankkeen toteutusmuodot ja allianssi korjauskentämisessä. Insinööriyö. Oulun Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

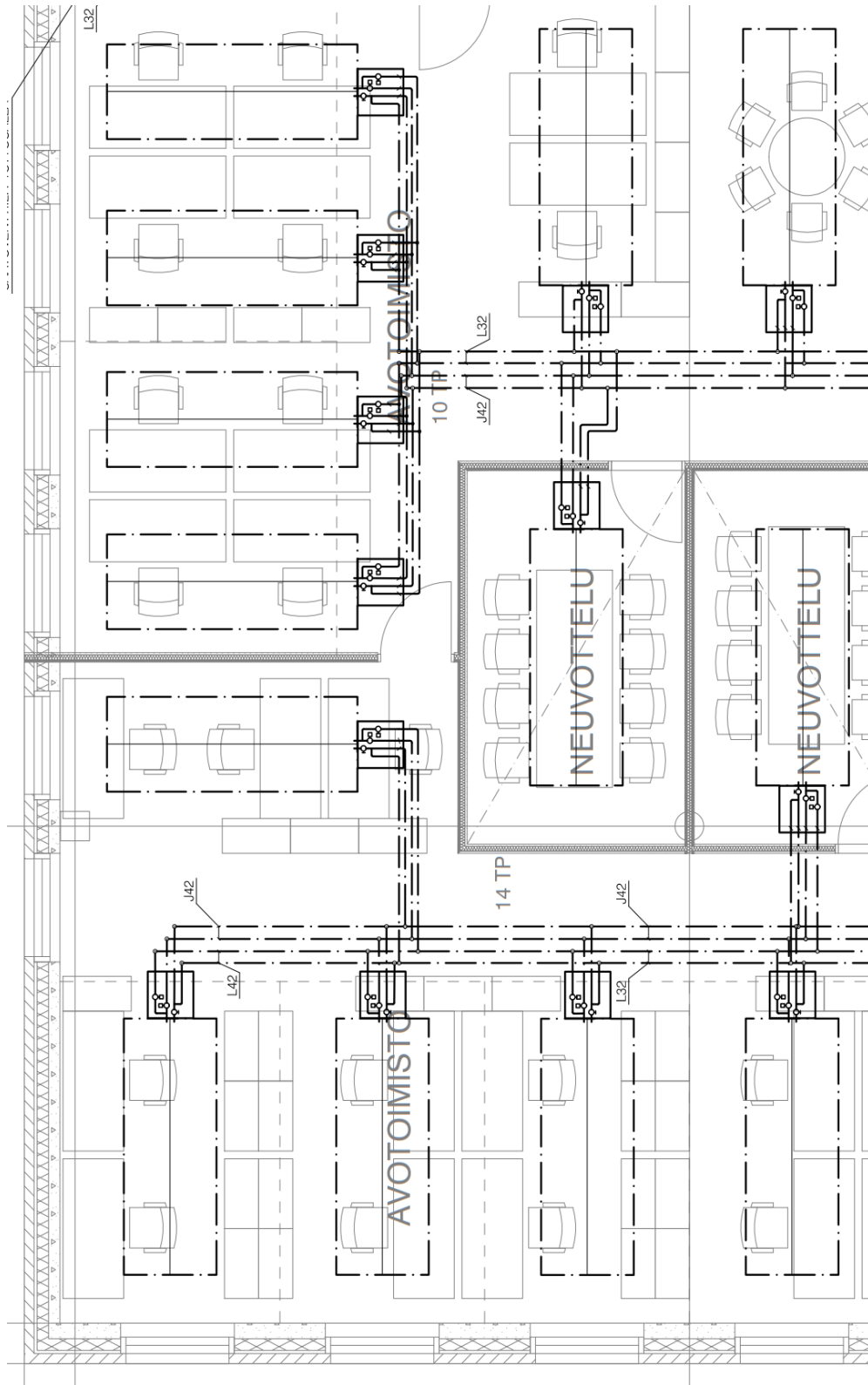
Virolainen, Antti. 2015. Suunnitteluprosessin hallinnan kehittäminen suunnittelun sisältävissä rakennusurakoissa. Diplomityö. Aalto-yliopisto.

Esimerkkejä yleissuunnitteluvaiheen TATE-suunnitelmista

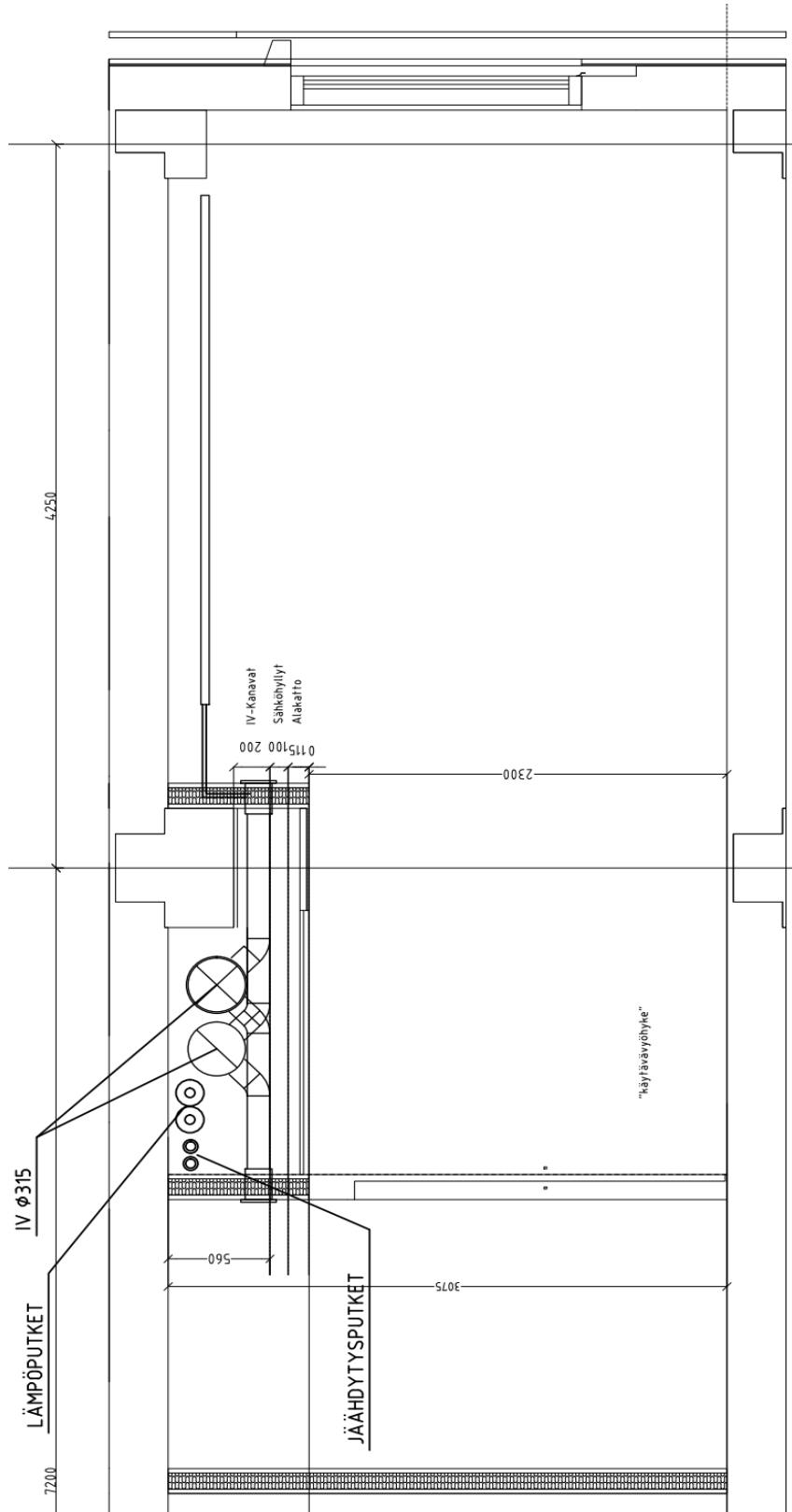
Ilmanvaihtokanavien sekä lämmitys- ja jäähdytysverkon runko- ja haaraputket kiinteän perusrakennuksen kuilukuvassa.



Lämmitys- ja jäähdytyspaneelien sijainnit ja karkea mitoitus yleissuunnitteluvaiheen mallikerroksessa.



Käytävävyöhykkeen leikkauskuva.



SUKE-mallin standardipaketit (Kiiras ym. 2007: 53.)

SUKE KOORDINOINTIPAKETIT = toimialojen suunnitelmapaketit rinnakkain = yhteensovitettavat suunnitelmat			
	Rakennustekniikka	LVI-tekniikka	Sähkö- ja tietotekniikka
	Täydentyvät suunnitelmat	Täydentyvät suunnitelmat	Täydentyvät suunnitelmat
Purku ja säilytyspaketti	Purkusuunnitelmat ja säilytettävät rakennusosat lohkoittain Talarakenteiden purku Tilarakenteiden purku Erityispurut (sovitut) Säilytettävät tilavarusteet Suojaukset	LVI-purkusuunnitelmat lohkoittain LVV-alueella, LVI-rakennuksessa säilytettävä LVI	Purettavat ja säilytettävät sähkö- ja tietojärjestelmät
Maanrakennuspaketti	Maanrakennussuunnitelmat Raivaus ja purku Kaivannot ja täytöt Kuivatusrakenteet Valitut aluerakenteet	LVV-alueputkistot Lämpö- ja jäähdytysputkistot, vesijohdot, jäte- ja sadevesiviemärit	Sähkön aluejärjestelmät Alueen sähköreitit ja -laitteet Alueen valaistus Alueen sulanapito Saattolämmitys
Perustuspaketti	Perustusten ja alapohjan suunnitelmat lohkoittain Perustukset Alapohjat Erityiset perustusalapohjarakenteet (sovitut)	Pohjaviemärien ja putkikanavien suunnitelmat lohkoittain	Asennusreitit perustuksissa
Keskuslaittepaketti	Hissit ja muut siirtolaitteet Ilmanvaihtokonehuoneet lohkoittain	Ilmanvaihtokonehuoneet lohkoittain LVV-keskuslaitteistot Lämpö, kylmä, käyttö- ja jätevesi Muut keskuslaitteet	Sähköenergian tuotto ja syöttö Muuntamo Pääkeskus Varavoima Käyttömaadoitus Kompensointi
Runko- ja perustuspaketti	Rungon suunnitelmat lohkoittain Väestönsuojat Kantavat seinät, pilarit, palkit, välipohjat, yläpohjat Runkoportaat Erityiset runkorakenteet	LVI perusputkisto ja -kanavisto lohkoittain Vesijohdot ja jätevesiviemärit Lämpö- ja jäähdytysputkistot Tulo- ja poistoilmakanavistot Erityisputkistot ja -kanavistot SPR-putkistot	Sähkön perusjärjestelmät Sähkön asennusreitit Sähkön pääjakelu Ryhmäkeskukset Muut kiinteät sähköjärjestelmät
Julkisivupaketti	Julkisivujen ja ulkotasojen suunnitelmat lohkoittain Ulkoseinät, ikkunat, ulko-ovet, julkisivuvar. Parvekkeet, katokset Erityiset julkisivu- ja ulkotasojen rakenteet	Julkisivuihin liittyvät LVI-laitteet Lämmitysjärjestelmä Sadevesiviemärinto Savonpoistojärjestelmä Ulkosäleiköt	Julkisivusähköistys Julkisivuvalaistus Julkisivuvarustus sähköistys Turvajärjestelmät julkisivussa
Vesikattopaketti	Vesikattosuunnitelmat lohkoittain Vesikatto, räystäät, vesikatteet, vesikattovarusteet Lasikattorakenteet, kattoikkunat ja luukut Erityiset vesikattorakenteet (sovitut)	Vesikaton LVI-järjestelmät Sadevesiviemärinto Tuuletusputket Ilmanvaihtolaitteet Jäähdytyslaitteet Savonpoistolaitteet	Vesikattosähköistys Sulanapitosähköistys LVI-laitteiden sähköistys Jäähdytyslaitteiden sähköistys
Kiinteistöjärjestelmäpaketti	Lukitusjärjestelmä	Palonsammutusjärjestelmä lohkoittain Rakennusautomaatiojärjestelmien LVI-osat Kentälaitteet	Turvajärjestelmät Rikosilmoitusjärjestelmät Valvontajärjestelmät Palontorjuntajärjestelmät Muut turvajärjestelmät Rakennusautomaatiojärjestelmät Säätökeskukset Säädön päätelaitteet

SUKE KOORDINOINTIPAKETIT = toimialojen suunnitelmapaketit rinnakkain = yhteensovittavat suunnitelmat			
	Rakennustekniikka	LVI-tekniikka	Sähkö- ja tietotekniikka
Tilaelementti-paketti	Tilaelementtien suunnitelmat Kylpyhuoneet, kylmähuoneet, tilasaunat Talotekniikan tilaelementit, hormi-elementit Erityiset (sovitut) tilakokonaisuudet	Tilaelementtien LVI-suunnitelmat	Tilaelementtien sähkösuunnitelmat
Tilojen paketti	Tilajakosuunnitelmat alueittain Väliseinät, lasiväliseinät, erityis-seinät Tilakaiteet, väliovet, erityisovet, tilaportaat Erityiset tilajako-osat (sovitut) Tilapintojen suunnitelmat tilaryhmit. Lattian pintarakenteet ja päällysteet Sisäkattorakenteet Sisäseinä- ja kattopinnat Erityiset (sovitut) tilapinnat Tilavarusteiden suunnitelmat tilaryhmittäin Erityiskalusteet Vakiokalusteet Varusteet, laitteet Tilaopasteet Erityiset (sovitetut) varusteet Tilalaitteiden suunnitelmat Muiden tilaosien suunnitelmat alueittain	Tilojen LVI-tilasuunnitelmat alueittain tai tilaryhmittäin Tilojen vesijohdot ja jätevesi-viemärit Tilojen jäähdytysputkistot ja -luovuttimet Vesi- ja viemärikalusteet Erityiset tilan putkijärjestelmät Tulo- ja poistoilman huone-laitteet Erityiset tilan IV-järjestelmät	Sähkön tilaosat Tilojen asennusreitit Tila-alueiden keskukset Sähköliitäntäjärjestelmät Sähkökojeet ja laitteet Tilojen valaistusjärjestelmät Tilojen sähkölämmitys Muut sähköjärjestelmät Käyttäjien tietojärjestelmät Tietoverkkojärjestelmät Puhelinverkkojärjestelmät Antennijärjestelmät Av-järjestelmät Ovipuhelinjärjestelmät Ajannäyttöjärjestelmät Muut käyttäjätietojärjestelmät
Alue-paketti	Aluesuunnitelmat Aluepäällysteet Aluevarusteet Aluerakenteet	LVV-aluevarusteet	Sähkön aluevarusteet Alueen sähkölaitteet Alueen valaistus Alueen sulanapito