

Tino Raatikainen

Linjasaneeraushankkeen läpivientiajan lyhentäminen Lean-filosofian avulla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

14.4.2016

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Tino Raatikainen Linjasaneeraushankkeen läpivientiajan lyhentäminen Lean-filosofian avulla 69 sivua + 1 liite 14.4.2016
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Rakentamisen projektihallinta
Ohjaajat	Juha Lamminen, Työpäällikkö Teemu Holopainen, Työpäällikkö Jouni Ruotsalainen, Lehtori
<p>Tämä insinöörityö toteutettiin NCC Rakennus Oy:n korjausrakentamisen liiketoimintayksikön asuntokorjauspalveluiden yksikölle osana laajempaa yksikön kehittämistyötä. Työn tavoitteena oli löytää keinoja linjasaneeraushankkeen läpivientiajan lyhentämiseksi. Tehokkaammalla ja nopeammalla tuotannolla voidaan parantaa yrityksen kilpailukykyä.</p> <p>Työn teoriaosuus toteutettiin kirjallisuustutkimuksena. Työhön koottiin lähdeaineistoa hyödyntäen linjasaneerauksen läpivientiajan lyhentämisen kannalta keskeisimpiä aiheita. Aihealueita olivat mm. linjasaneerauksen toteutusvaihtoehdot, rakennushankkeen aikataulujohtaminen sekä valikoidut Lean-tuotantofilosofian teoriat ja käsitteet.</p> <p>Tutkimuksen teemahaastattelujen avulla tutkittiin tuotannonohjauksen kehitystarpeita ja keinoja läpivientiajan lyhentämiseksi. Haastattelujen avulla saatiin myös kattava kuvaus tuotannonohjauksen nykytilasta ja Leanin soveltamisen laajuudesta koko rakennusosalalla. Tutkimuksessa arvioitiin läpivientiajan lyhentämiseksi kehitettyjen Lean-teorioiden soveltuvuutta NCC:n toteuttamien hankkeiden tuotannonohjaukseen.</p> <p>Tutkimuksen tuloksena määriteltiin Leanin mukaiset keinot työssä esitetyn tavoitteellisen läpivientiajan saavuttamiseksi. Jotta aikataulusuunnittelua voidaan kehittää ja läpivientiaikaa lyhentää, on Lean otettava yrityksen toiminnassa kokonaisvaltaisesti käyttöön. Läpivientiaikaa voidaan lyhentää mm. tuotannon arvovirran kehittämällä, tuotannossa havaitun hukan poistamisella sekä virtaustehokkuuden parantamisella. Työssä esitettiin myös uusi mahdollinen työkalu työmaatoimihenkilöiden säännöllisessä käytössä olevaan mobiilisovellukseen.</p> <p>Leanin soveltamista ja työkalujen käyttöönottoa jatketaan tämän työn pohjalta NCC:n KRA-yksikön kehitysprosessissa.</p>	
Avainsanat	Linjasaneeraus, Lean, tuotannonohjaus, aikataulusuunnittelu, läpivientiaika

Author Title Number of Pages Date	Tino Raatikainen Reducing the cycle time of pipeline renovation projects through Lean philosophy 69 pages + 1 appendix 14 April 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Construction management
Instructors	Juha Lamminen, Certified Contract Manager Teemu Holopainen, Certified Contract Manager Jouni Ruotsalainen, Senior Lecturer
<p>This Bachelor's thesis was made for Renovation department of NCC Construction Ltd. The study was a part of the current development program in the department which is focused on the renovating of the apartment buildings. The objective of the study was to determine ways to cut the average cycle time in pipeline and bathroom renovation projects. The competitiveness of the company can be improved with faster and effective production.</p> <p>The theory part of the thesis is based on as literature research. The key theories for speeding up the cycle time of pipeline renovations were studied and are presented in the thesis. The key theories included for example different process methods, production scheduling of construction projects and some of the selected lean production theories and tools.</p> <p>In the theme interviews with project managers and foremen possibilities and ways to shorten the cycle time were discussed. Interviews showed the actual current state of project management and the usage of Lean in the field of construction. In the study the aptitude of Lean theories for NCC was assessed.</p> <p>To achieve the goal-oriented cycle time the means were defined in relation to Lean Philosophy. It was found to be important that improving the cycle time requires full-scale launching of Lean in the company. The cycle time of the process could be shortened by optimizing the value stream and removing the superfluous. As a part of the study, a tool was also developed for the mobile application, which is in regular use of site managers.</p> <p>The practise of lean theory and use of tools based on this thesis will be continued in the renovation department of NCC Construction Ltd.</p>	
Keywords	Pipeline renovation, Lean, project management, schedule planning, cycle time

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Tausta	1
1.2	NCC Rakennus Oy	1
1.3	Työn tavoite ja rajaus	2
2	Linjasaneeraus	3
2.1	Lait ja määräykset	4
2.2	Linjasaneerausmenetelmät	5
2.2.1	Perinteinen linjasaneeraus	5
2.2.2	Viemäreiden sisäpuolinen pinnoitus ja sukitus	7
2.2.3	Vesijohtojen pinnoitus	8
2.2.4	Elementti-, moduuli- ja järjestelmäratkaisut	8
2.2.5	Yhdistelmäkorjaus	10
2.3	Perinteisen linjasaneerauksen työvaiheet	10
2.3.1	Rakentamisen valmistelu ja aloittavat työt	10
2.3.2	Purkutyöt	11
2.3.3	Uuden tekniikan asentaminen	12
2.3.4	Lattia	13
2.3.5	Seinät	14
2.3.6	Vedeneristys ja laatoitus	14
2.3.7	Alakatto	14
2.3.8	Kalustus	15
2.3.9	Loppusiivous, käyttökokeet ja luovutus	15
2.4	Työ- ja ympäristöturvallisuus	16
2.5	Linjasaneerausmarkkinoiden nykytila ja tulevaisuus	16
3	Aikataulu	19
3.1	Aikataulun merkitys tuotannonohjauksessa	19
3.2	Yleisaikataulu	19
3.2.1	Alustava yleisaikataulu	20
3.2.2	Sopimusyleisaikataulu	21
3.2.3	Työaikataulu	21
3.3	Viikkoaikataulu	22
3.4	Talotekniikan töiden yhteensovittaminen	22

3.5	Viimeistelyvaihe	23
3.6	Aikataulujen johtaminen linjasaneerauksessa	24
3.6.1	Korjausrakentamisen erityispiirteet aikataulusuunnittelussa	25
3.6.2	Valvontavinjetti	27
3.6.3	Tehtäväsuunnittelu	28
3.7	Uuden asbestilainsäädännön vaikutukset läpivientiaikaan	30
4	Lean rakentamisessa	32
4.1	Määritelmä	32
4.2	Prosessin osasuoritusten eri arvotasot	32
4.3	Tuotannon arvovirta	34
4.4	Läpivientiaika	35
4.5	Virtaustehokkuus	36
4.6	Työntöohjauksen vaikutukset	36
4.7	Last Planner System	37
4.8	Visuaalinen ohjaus	38
4.9	Kaizen	39
4.10	Asiakkaan tarve	39
5	Läpivientiajan lyhentämisen ongelmat ja mahdollisuudet	40
5.1	Tausta ja tavoitteet	40
5.2	Haasteltavien valinta ja haastattelumenetelmät	40
5.3	Haastattelujen tulokset	41
5.3.1	Leanin soveltaminen rakentamisessa	41
5.3.2	Linjasaneerausmenetelmien vaikutukset läpivientiaikaan	42
5.3.3	Aikataulujen johtamisen ongelmat	43
5.3.4	Rakennuttajien halukkuus lyhentää läpivientiaikoja	45
6	Leanin soveltaminen NCC:n toteuttamiin linjasaneerauksiin	46
6.1	Tausta	46
6.2	Asiakaslähtöisyys	47
6.3	Linjasaneerauksen tavoitteellinen läpivientiaika	48
6.4	Linjasaneerauksen arvovirran mallintamisen hyödyt	48
6.5	Työ- ja tuotemoduulit	51
6.6	Leanin soveltaminen eri hankemuotoihin	52
6.7	Sidosryhmäyhteistyö	55
6.7.1	Tausta	55
6.7.2	Urakoitsijat	56

6.7.3	Materiaalitoimittajat	56
6.7.4	Yhteistoimintasopimukset	57
6.8	Visuaalisen ohjauksen työkalut	58
6.8.1	Last Planner System	58
6.8.2	Congrid	59
6.9	Tutkimuksen yhteenveto ja jatkokehitysehdotukset	60
6.9.1	Leanin käyttöönotto	61
6.9.2	Tuotannon arvovirta ja hukkan poistaminen	61
6.9.3	Sidosryhmäyhteistyö	62
6.9.4	Työkalujen käyttöönotto	62
6.9.5	KVR-rakentamisen edelläkävijä	63
7	Yhteenveto	64
	Lähteet	66
	Liitteet	
	Liite 1. Prosessikaavio mobiilisovelluksen vinjettityökalun toiminnasta	

Lyhenteet

LPS	<i>Last Planner System</i> , Leanin tuotannonohjausjärjestelmä
LVI	Lämpö, vesi ja ilma
MRL	Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999. Rakentamista ohjaava velvoittava lainsäädännön osa, jonka tavoitteena on mm. luoda edellytykset rakennusten terveelliselle ja turvalliselle käytölle.
NNVA	<i>Necessary but Non-Value Adding</i> , arvoa tuottamaton, mutta välttämätön toiminto
NVA	<i>Non-Value Adding</i> , arvoa tuottamaton toiminto
RakMK	Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Lakia täsmentävä kokoelma velvoittavia rakentamismääräyksiä. Sisältää myös ministeriön antamia ohjeita, jotka eivät ole velvoittavia.
ST-malli	Suunnittelu-toteutusmalli. Urakkamuoto, jossa pääurakoitsija vastaa hankkeen suunnittelusta ja toteutuksesta. ST-mallista käytetään myös nimeä KVR eli kokonaisvastuurakentaminen.
TATE	Talotekniikka, LVI-järjestelmät
TTP%	Viikkosuunnittelun toteuma prosentteina
VA	<i>Value adding</i> , arvoa tuottava toiminto
YSE	Rakennusurakan yleiset sopimusehdot, 1998. Käytetään urakkasopimusten liitteenä.

1 Johdanto

1.1 Tausta

Tämä rakennustekniikan AMK-opinnäytetyö tehdään NCC Rakennus Oy:lle. Asunto-
korjaamisen ja linjasaneerauksien määrä on kasvanut useana vuonna peräkkäin. 1970-
luvun kerrostalot ovat nyt peruskorjauksessa ja valtakunnallinen asuintalojen korjaus-
huippu saavutetaan arviolta 2020-luvulla.

Suomen Isännöintiliitto ry ja Suomen Kiinteistöliitto ry teettävät säännöllisesti mm. linja-
saneeraushankkeiden taustoja, menetelmiä ja onnistumista mittaavia putki- ja korjaus-
barometreja. Barometrit pohjautuvat hankkeiden osapuolten kokemuksiin ja havaintoi-
hin. Näiden tutkimusten ja linjasaneerauksen kokeneiden henkilöiden haastattelujen
pohjalta voidaan päätellä, että linjasaneeraushankkeiden johtamisessa ja palvelutasos-
sa on kehitettävää varsinaisten rakennustöiden toteuttajasta eli pääurakoitsijasta riip-
pumatta.

Asunto-osakeyhtiötä ja vuokrataloyhtiötä omistavat osakkaat, yksityiset tai julkiset yri-
tykset tai yhteisöt kilpailuttavat kiinteistöjensä linjasaneerausurakoiden toteutukset ra-
kennusliikkeillä. Vaikka korjaushankkeiden määrä kasvaa jatkuvasti, on kilpailu ura-
koista rakennusliikkeiden välillä silti kova. Yksi kilpailussa erottumisen keinoista on
hankkeen toteutuksen nopeus. Linjasaneerauksia tilaavat yhteisöt ja yritykset arvosta-
vat hankkeen läpivientiajan lyhyttä kestoa, sillä se tuottaa arvoa sekä asukkaille, että
kiinteistön omistajille.

1.2 NCC Rakennus Oy

NCC Rakennus Oy on suuri valtakunnallinen rakentaja, jonka toimiala on talonraken-
taminen sisältäen asunto-, toimitila-, liike-, ja julkisen rakentamisen. Vuoden 2016 alus-
sa tehtyjen organisaatiouudistusten myötä NCC:n korjausrakentamisen liiketoimintayk-
sikköön on muodostettu Asuntokorjauspalvelut-niminen yksikkö (KRA), joka keskittyy
nimensä mukaisesti asuinkiinteistöiden korjausurakointiin. [1.]

NCC:n koko liiketoiminnan perustana toimivat arvot, rehellisyys, kunnioitus, luottamus ja edistyskellisyys. Arvojen kautta NCC:n visiona ja tavoitteena on tuottaa ylivertaisia ja kestävän kehityksen mukaisia ratkaisuja, sekä uudistaa toimialaa mm. sidosryhmäyhteistyön ja uusien ajattelu- ja työskentelytapojen kokeilemisen kautta. [1.]

Kaikkien toimialojen yksiköiden toimintaa sitoo jatkuvasti kehitettävä toimintajärjestelmä, joka kattaa toimintaperiaatteet liiketoiminnan, johtamisen, laadun, ympäristön ja turvallisuuden näkökulmasta. [1.]

1.3 Työn tavoite ja rajaus

NCC-konsernin KRA-yksikkö vastaa korjausrakentamisen toimialalla mm. asuinkerrostalojen linjasaneerausurakoinnista. Opinnäytetyön tavoitteena on parantaa yrityksen kilpailukykyä linjasaneerausurakoinnin markkinoilla kehittämällä tuotannonohjaustyökaluja hankkeiden läpivientiaikojen lyhentämiseksi. Hankkeiden nopeuttamisen mahdollistamiseksi on löydettävä Lean-filosofiaa soveltamalla konkreettisia keinoja ja uusia toimintamalleja, joita voidaan hyödyntää koko rakennushankkeen aikana. Rakentamisen tueksi kehitettävien työkalujen on oltava sellaisia, että niitä voidaan helposti soveltaa useaan eri hankkeeseen. Tutkimuksessa keskitytään sellaisiin toiminnan osa-alueisiin, jotka ovat hankkeesta riippumatta vakioita.

Lähdeaineistoja apuna käyttäen työssä esitellään ja sovelletaan rakentamiseen Lean-filosofian sisältämiä läpivientiajan nopeuttamiseksi kehitettyjä teorioita. Työssä esitellään myös rakentamisen aikataulujohtamisen teorioita, työkaluja, linjasaneerauksen yleisimpiä toteuttamisvaihtoehtoja ja markkinatilannetta.

Työn tutkimusosiossa haastatellaan rakennuttajaorganisaatioiden edustajia, konsultteja, NCC:n työmaatoimihenkilöitä sekä linjasaneerauksen esimerkiksi kotitalossaan läpikäyneitä rakennusalan kompetenssia omaavia henkilöitä. Haastattelujen perusteella saadaan kokonaiskuva eri urakoitsijoiden tuotannonohjaustavoista sekä asuntojen korjausrakentamisen läpivientiaikojen lyhentämiseen vaikuttavista tekijöistä. Lean-filosofian työkaluja soveltaen tutkitaan keinoja ja kehitetään tuotannonohjaukseen malleja, joilla voidaan lyhentää linjasaneeraushankkeen läpivientiaikaa.

2 Linjasaneeraus

Linjasaneeraus eli putkiremontti tarkoittaa kiinteistön vesi- ja viemärijärjestelmän uusimista tai korjaamista sen käyttöiän pidentämiseksi. Saneeraushankkeen suunnittelun käynnistäminen on usein ajankohtaista, kun talon putkiston ikä on 30-60 vuoden välillä. Aikaväli on pitkä, sillä putkiston käyttöikään vaikuttaa olennaisesti käytetyt materiaalit, asennustapa sekä mm. veden laatu (kuva 1). Tarve putkiremonttihankkeen aloittamiselle on saatettu ottaa huomioon yhtiön putkiston kuntoarvioon ja -tutkimuksiin perustuvassa kiinteistöstrategiassa. Jos yhtiön johdossa ei ole rakennusalan osaajia ja ammattilaisten apua ei osata tai huomata käyttää, putkiremontin tarpeellisuuden toteuttamiseksi tarvitaan usein putkistossa esille tulevia vuotoja. Viemärivuotojen syynä voi olla esimerkiksi valurautaisen viemärin syöpyminen ja kuluminen puhki korroosion vaikutuksesta. [2, s. 24, 54; 3, s. 1, 10, 19-20; 4, s. 3.]

Tämän tutkimuksen kohteena olevissa 1960- ja 1970-luvuilla rakennetuissa kerrostoissa vesi- ja viemärijohdot on tehty joko muovista tai metallista. 1960-luvun viemärit ovat usein valurautaa ja käyttövesiputket joko kuparia tai kuumasinkittyä terästä. Muovin käyttö viemäreissä yleistyi vasta 1970-luvulle tultaessa. [2, s. 24, 54; 3, s. 1, 10, 19-20; 4, s. 3.]

Käyttöikäennusteita märkätilojen eri materiaaleille taloissa, jotka on rakennettu vuosina 1950–1975	
Vedeneristys ja putkimateriaali	Käyttöikäennuste (vuosina)
Vesijohto galvanoitu teräs	30–50
Vesijohto kupari ¹	50–60
Lämpöjohdot teräs ²	noin 80
Viemäriputket valurauta	30–60
Viemäriputket PVC, valmistettu ennen 1974	20–30
Lattiakaivot	Kaikki ennen 1991 valmistetut kaivot tulee vaihtaa korjattaessa

¹ Tietyn tyyppisten juotosten ja mekaanisten liitosten käyttöikä on lyhyempi.

² Kylpyhuoneen lattiassa olevissa lämpöjohdoissa, mikä on tavallinen tekninen ratkaisu, on usein ulkoisia korrosiovaurioita johtuen palkistoissa olevasta kosteudesta.

Kuva 1. Otteita käyttöikäennusteista eri materiaaleille [2, s. 56].

Linjasaneeraus on korjaustyönä laaja ja se vaatii lähes kaikkien kiinteistön tilojen muuttamista työmaa-alueeksi. Usein kerrostalohuoneistojen kylpyhuoneet ja keittiöt on suunniteltu sisäänkäynnin välittömään läheisyyteen, joten työmaa voidaan rajata vain näihin tiloihin. Linjasaneerauksen yhteydessä voidaan tehdä myös sähkö-, tele-, lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmän korjaus- ja parannustöitä, jolloin usein koko asunto vaaditaan työmaan käyttöön. [2, s. 24, 54; 3, s. 1, 10, 19-20; 4, s. 3.]

2.1 Lait ja määräykset

Uudisrakentamista ja asuintalojen korjaus- sekä muutostöitä ohjaa MRL, jota täsmenävät RakMK eri osat. Linjasaneerauksessa on noudatettava maankäyttö- ja rakennuslakia sekä rakentamismääräyksiä MRL § 13 mukaisesti ”vain siltä osin kuin toimenpiteen laatu ja laajuus sekä rakennuksen osan mahdollisesti muutettava käyttötapa edellyttävät”. Koska linjasaneeraus ei ole kauttaaltaan uudisrakentamista vastaava toimenpide, ei kaikkia nyky määräyksiä tarvitse noudattaa. Kaikkea rakentamista viranomais- tasolla valvovat rakennusvalvontavirastoiden edustajat neuvovat ja päättävät tarvittaessa tulkinnanvaraisten tapauksien osalta. [2, s. 109.]

Linjasaneerauksen vesi- ja viemärijärjestelmien uusimisessa noudatetaan soveltuvin osin RakMK osaa D1, ja esimerkiksi märkätilojen eli kylpyhuoneiden vedeneristämisessä osaa C2. [2, s. 109.]

2.4.1 Määräys

Rakennukseen asennettava vesijohto ja siihen liitetyt laitteet on sijoitettava siten, että mahdollinen vesivuoto voidaan havaita luotettavasti ja ajoissa, ja vesijohto voidaan helposti tarkastaa ja korjata. Märkätilan lattiaan ei saa tehdä vesijohtojen läpivientejä.

Kuva 2. Ote RakMK D1 [6, s. 11].

7.3 Lattian kaltevuus ja läpiviennit

7.3.1

Lattian kaltevuuden on oltava sellainen, että vesi valuu esteettä lattiakaivoon. Vedeneristyksen ja lattiakaivon liitoksen on oltava niin tiivis, että vesi ei pääse vedeneristyksen alapuolisiin rakenteisiin vaikka vedenpinta kaivossa nousisi liitoksen yläpuolelle.

Kuva 3. Ote RakMK C2 [5, s. 15].

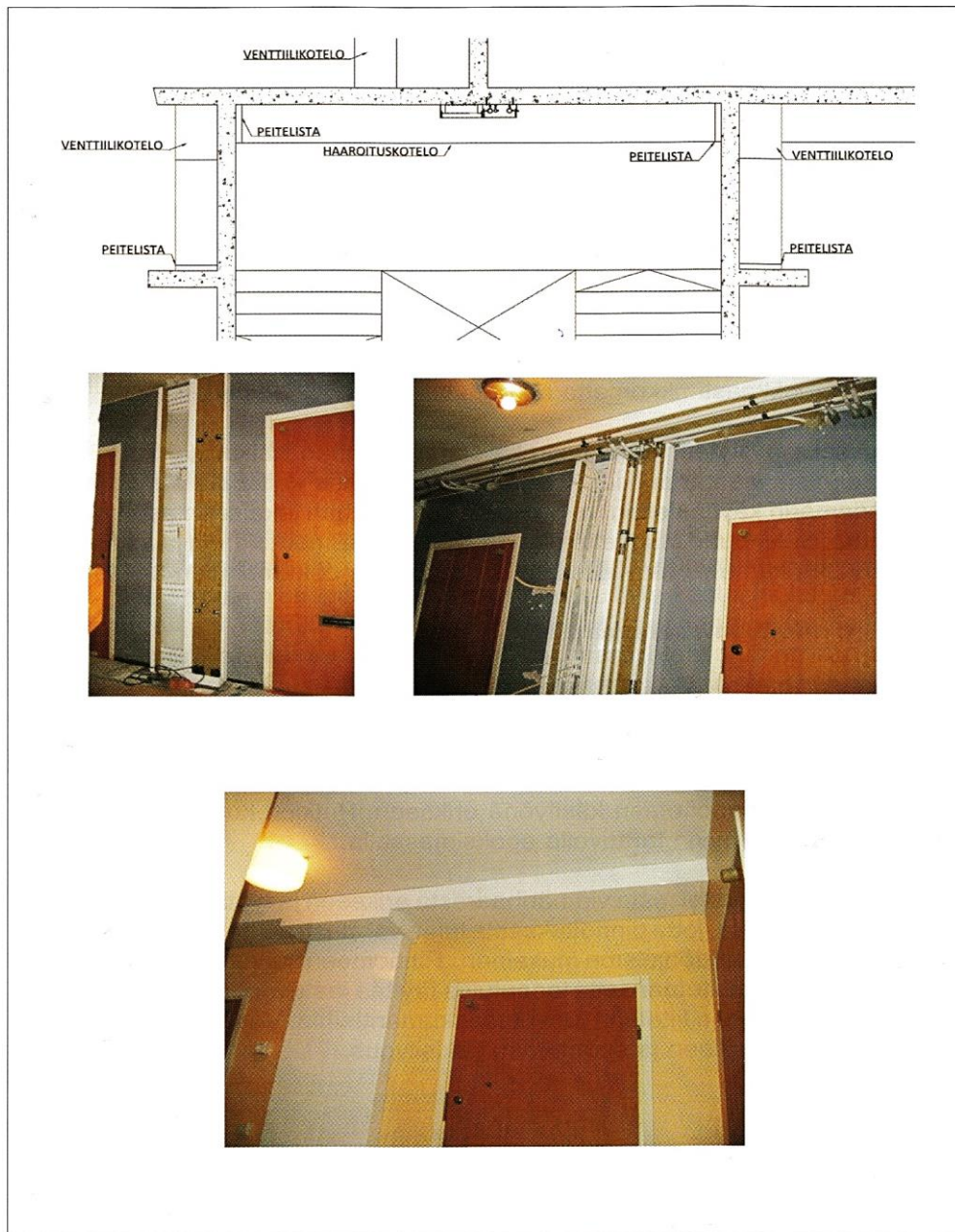
2.2 Linjasaneerausmenetelmät

Linjasaneeraus korjaushankkeena sisällytetään kiinteistön pitkän tähtäimen korjaussuunnitelmaan eli PTS:ään. Putkiremontin hanke- ja toteutussuunnitteluvaiheissa rakennushankkeeseen ryhtyvä määrittelee yhdessä suunnittelijoiden kanssa varsinaisen toteutustavan. Menetelmän valintaan vaikuttaa mm. korjaustyön kohteena olevan kiinteistön alkuperäinen rakennustapa ja ominaisuudet, korjauksen tuottama hyöty sekä haluttu laatutaso. Rakennustuoteteollisuuden kehittymisen tuloksena markkinoilla on tarjolla useita eri menetelmiä, joita voidaan soveltaa myös keskenään. [2, s. 32; 4, s. 1-3; 7, s. 23-29.]

2.2.1 Perinteinen linjasaneeraus

Kiinteistön vesi- ja viemärijärjestelmän uudelleenrakentamista kutsutaan perinteiseksi menetelmäksi, sillä se on ollut menetelmistä yleisin ennen tuoteteknologian kehittymisen myötä markkinoille tulleita vaihtoehtoisia saneeraustapoja. Perinteisessä vaihtoehdossa putkistot voidaan uusida vanhojen tilalle. Putkihormit avataan ja vanhat putket puretaan kokonaisuudessaan pois. Uudet hormit voidaan rakentaa täsmälleen vanhojen tilalle tai vaihtoehtoisesti kylpyhuonetta voidaan laajentaa uusien hormien osalta esimerkiksi muihin asuinhuoneisiin. [2; 7, s. 23-29; 8, s. 2; 10.]

Vaihtoehtoisesti putkistot ja niiden vaatimat hormit voidaan rakentaa kokonaan uuteen sijaintiin, usein porrashuoneisiin (kuva 4). Tällöin vanhat hormien putkistot voidaan tulpata ja jättää paikoilleen, jolloin hankkeen purkuvaiheesta jää osa tekemättä. [2; 7, s. 23-29; 8, s. 2; 10.]



Kuva 4. Haarotuskotelo porrashuoneessa [3, s. 193].

Putkistojen uudelleenrakentamisen yhteydessä märkätilat eli kylpyhuoneet, sekä kuiviksi tiloiksi luokiteltavat lattiakaivottomat muut wc-tilat rakennetaan pääsääntöisesti uudelleen. Vanhat rakenteet puretaan pois ja tilalle tehdään nykymääräysten mukaiset vedeneristykset, laatoitukset ja kalustukset. Perinteisen menetelmän avulla kylpyhuoneiden laatutasoa voidaan nostaa haluttuun tasoon materiaalivalinnoilla. [2; 7, s. 23-29; 8, s. 2; 10.]

Perinteinen linjasaneeraus on menetelmistä laajin ja työvaltaisim. Sen yhteydessä uusitaan usein myös kiinteistön sähköistystä, telekaapelointeja ja ilmanvaihtoa. Ilmanvaihtojärjestelmän kunnon ollessa hyvä, voidaan tyytyä vain kanaviston nuohoukseen ja venttiilien uusimiseen. [2; 7, s. 23-29; 8, s. 2; 10.]

Perinteisen menetelmän käyttö on suositeltavaa, jos kylpyhuoneiden pintarakenteita ei ole uusittu monissakaan asunnoissa tai kuntotutkimuksissa on havaittu kosteusvahinkoja, joiden korjaus vaatii rakenteiden laajan korjaamisen. [2; 7, s. 23-29; 8, s. 2; 10.]

2.2.2 Viemäreiden sisäpuolinen pinnoitus ja sukitus

Perinteisestä linjasaneeruksesta poiketen pinnoitusmenetelmissä olemassa olevia putkia ei poisteta, vaan niiden käyttöikää pyritään pidentämään uudella sisäpuolisella pinnoitteella. Pinnoitus kattaa yleensä koko viemärijärjestelmän ja peittää alleen kaikki viemäreiden kulumakohdat. Pinnoitusmenetelmien edellytyksenä on putkiston riittävän hyvä kunto. Putkiston jäljellä olevan seinäpaksuuden pitää kestää sen puhdistuksen ja pinnoitusmenetelmän aiheuttaman mekaanisen rasituksen. [2, s. 109-120; 7, s. 23-29; 8, s. 2, 15.]

Menetelmien etuna on, että hormi- tai muita seinärakenteita ei välttämättä tarvitse purkaa. Pinnoitus on asennuksena nopea ja se soveltuu valurauta- ja muoviviemäreille. Pinnoitusmenetelmien soveltaminen voi olla suositeltava saneerausvaihtoehto, jos kiinteistön kylpyhuoneiden aikaisemmin uusitut pintarakenteet, eli vedeneristeet ja laatoitukset ovat vielä käyttöikänsä alkupuolella. Alalla on ilmennyt kuitenkin pinnoitusmenetelmien pitkäikäisyyden ja kestävyys suhteen toisistaan eriäviä mielipiteitä. Menetelmät ovat verrattain uusia, mutta niille luvataan valmistajasta riippuen jopa n. 25-50 vuoden käyttöikä. Menetelmää valittaessa tulisi ottaa huomioon tuotteeseen kohdistuvat puolueettomat tutkimustulokset, menetelmän soveltuvuus kohteeseen, takuehdot sekä kiinteistövakuutusyhtiön kanta valittavaan menetelmään. [2, s. 109-120; 7, s. 23-29; 8, s. 2, 15.]

Sujutuksessa tai sukituksessa verkoston puhdistuksen jälkeen viemäriin asennetaan mekaanisesti tai ilmanpaineen avulla epoksilla kyllästetty ns. sujutusputki, joka kovettuu lämmityksen tai UV-valon tuottaman reaktion avulla itsekantavaksi saumattomaksi pinnoitteeksi. Viemäreiden haaroihin käytetään tarkoitusta varten kehitettyjä haarakappaleita. Menetelmä soveltuu muovisille tai valurautaisille pysty- ja pohjaviemäreille,

sekä 100-350 mm halkaisijaltaan oleville rakennuksen ulkopuolisille viemäreille. Laadunvarmistus toteutetaan mm. ennen työtä ja sen jälkeen suoritettavalla viemäreiden kuvauksella. [2, s. 109-120; 7, s. 23-29; 8, s. 2, 15.]

Viemäreitä ja lattiakaivoja voidaan pinnoittaa myös erilaisilla lasikuituvahvisteisilla polyesterimassoilla, epoksihartsimassoilla tai polymeerimuoveilla. Menetelmät takaavat useimmiten pinnoitteen itsekantavuuden, kuten sukituksenkin. Sisäpuolisesti pinnoittamalla korjataan yleensä 50-160 mm halkaisijaltaan olevia valurautaviemäreitä. [2, s. 109-120; 7, s. 23-29; 8, s. 2, 15.]

2.2.3 Vesijohtojen pinnoitus

Käyttövesijohtoja voidaan pinnoittaa epoksihartsiseoksilla kuten viemäreitäkin. Elastinen ja useimmiten itsekantava pinnoite sopii 15-150 mm sisähalkaisijaltaan oleville käyttövesi- ja lämmitysverkon putkille. Pinnoitus tapahtuu usein hanakulmien kautta, eikä yleensä vaadi kiinteiden rakenteiden purkua. Tälle lähinnä vain Keski-Euroopassa käytössä olevalle menetelmälle luvataan n. 10-20 vuoden käyttöikä. Vesijohtojen pinnoitukseen suhtaudutaan kuitenkin kriittisesti ja pääkaupunkiseudun rakennusvalvontavirastot eivät hyväksy vesijohtojen sisäpuolista pinnoitusta saneerausmenetelmäksi. Kaikista menetelmistä ei ole varmaa näyttöä ettei pinnoitteesta liukene käyttöveteen terveydelle haitallisia kemikaaleja. [2, s. 109-120; 7, s. 23-29; 8, s. 2, 15.]

2.2.4 Elementti-, moduuli- ja järjestelmäratkaisut

Rakentamisen teollistuminen ja tuotteiden kehittyminen on mahdollistanut uusien tuotantomenetelmien tuomisen korjausrakentamismarkkinoille. Suuret rakennusliikkeet ovat tiivistäneet yhteistyötään LVI-tuotteita valmistavien yritysten, sekä suunnittelutoimistojen kanssa. Tuloksena markkinoilla on saatavilla asuintalojen saneeraukseen soveltuvia ns. kylpyhuonemuoduleita ja talotekniikkaa sisältäviä elementtijärjestelmiä. Hormielementtejä ja koko kylpyhuoneen muodostavia talotekniikan sisältäviä tilaelementtejä käytetään uudisrakentamisessa yleisesti, mutta korjausrakentamisen kasvun ja läpimenoajan lyhentämistarpeiden myötä myös korjausmarkkinoilla on syntynyt kysyntää esituotetuille ratkaisuille. [2, s. 113-116, 196-201; 9.]

Kun linjasaneerauksen yhteydessä uusitaan hormit ja tehdään rakennusosien, kuten lämpö- ja jäähdytysputkien, ilmastointikanavien sekä sähköjohtojen uusimisia voi esituotettujen elementtien käyttö olla yksi suositeltava saneerausmenetelmä. [2, s. 113-116, 196-201; 9.]

Esituotetuissa elementeissä esimerkiksi metalliseen jäykkään runkoon kiinnitetään jo tehtaalla toimivan kylpyhuoneen vaatima LVI-tekniikka. Tällöin itse rakennuskohteessa tehtävät asennustyöt vähenevät, mikä voi nopeuttaa hankkeen etenemistä. Kun saneerattavan kohteen purkutyöt on tehty, asennetaan esivalmistetut elementit tekniikoineen tilalle. Elementit liitetään kiinteästi rakennuksen runkoon ja kytketään ylä- ja alapuolisen kylpyhuoneen vastaaviin järjestelmiin välipohjan lävistävillä moduuleilla. [2, s. 113-116, 196-201; 9.]

Elementtiratkaisuja markkinoidaan muuntojoustavina ja tarjolla olevat järjestelmät voivatkin koostua useista eri moduuleista, joita voidaan yhdistää vapaasti keskenään. Muuntojoustavuus mahdollistaa tuotteiden soveltuvuuden erikokoisiin ja muotoisiin kylpyhuoneisiin. Tällaisia eri valmistajien ja suunnittelutoimistojen yhteistyössä kehitettäviä elementtijärjestelmiä ovat esimerkiksi:

- Uponorin Cefo-järjestelmä
- Silotek-valmishormit
- Moduc-talotekniikkaelementit
- Flowall-tekniikkaseinät
- Pilaster-hormimoduulit.

Elementtiratkaisun avulla voidaan liittää myös keittiöremontti osaksi linjasaneerausta. Jos keittiökalusteen taustaseinä toimii myös kylpyhuoneen seinänä, voidaan tämä seinä purkaa kokonaisuudessa ja korvata elementtivalmisteisella seinällä. Tällöin keittiön LVI-tekniikka tulee uusittua samalla ja keittiöremontti on luontevaa toteuttaa linjasaneerauksen yhteydessä. [2, s. 113-116, 196-201; 9.]

Tekniikkaelementtien käyttö voi olla perusteltua ja kustannustehokasta, jos aikatauluhyöty verrattuna muihin saneerausvaihtoehtoihin on varmaa ja kylpyhuoneiden pohjaratkaisut ovat lähellä toisiaan. Tällöin samankokoista elementtiä voidaan käyttää useis-

sa kohteen kylpyhuoneista ja huoneistokohtainen suunnittelu voidaan minimoida. [2, s. 113-116, 196-201; 9.]

1970-luvun elementtirakenteisten tyyppikerrostalojen saneerauksissa esituotettujen elementtiratkaisuiden käytössä voidaan tulevaisuudessa havaita kasvua, sillä rakennusten mittatarkkuus mahdollistaa elementtien mitoituksen tarkemman esisuunnittelun. [2, s. 113-116, 196-201; 9.]

2.2.5 Yhdistelmäkorjaus

Koska jokainen kiinteistö on materiaaleiltaan ja niiden korjaushistorialtaan omanlaisensa, voidaan erilaisia korjausmenetelmiä yhdistellä vapaasti keskenään. Yhdistelmäkorjauksessa kuhunkin vesi- ja viemärijärjestelmän osakokonaisuuteen käytetään sen nykykuntoon ja jäljellä olevaan käyttöikään verrattuna parhaiten sopivaa menetelmää. Sisäpuoliset viemärit voidaan esim. pinnoittaa ja ulkopuoliset sukittaa. Vesijohdot voidaan purkaa ja rakentaa uudelleen samoille paikoille tai tuoda huoneistoihin uusia kotelaita pitkin. Esimerkiksi valmiselementtiratkaisuna tuotetut kotelot voivat sijaita esim. porrashuoneen puolella, jolloin vanhat vesijohdot jätetään tyhjennettynä ja tulpattuna paikoilleen. [2, s. 109-120; 7, s. 23-29; 8, s. 2.]

2.3 Perinteisen linjasaneerauksen työvaiheet

Tässä luvussa käsitellään perinteisen linjasaneerauksen työvaiheet pääpiirteittäin hankkeen päätoteuttajan näkökulmasta. Menetelmässä uusitaan vesi- ja viemärijärjestelmä vanhoja reittejä hyödyntäen. Kaikki vanhat pintarakenteet ja kalusteet puretaan ja uusitaan. [8, s. 2.]

2.3.1 Rakentamisen valmistelu ja aloittavat työt

Ennen varsinaisen rakentamisen aloittamista rakennettava kohde ja sen ympäristö valmistellaan työmaaolosuhteiden vaatimalla tavalla. Korjattavasta tai kohdetta lähellä olevasta kiinteistöstä varataan työmaan henkilöstöä varten sosiaali- ja toimistotilat. Kyseistä lakisääteistä tilantarvetta varten voidaan paikalle myös tuoda siirrettävät tarkoitusta varten valmistetut työmaaparakit. [8, s. 5-6.]

Työmaa-alueeksi varattavat piha-alueet erotetaan kiinteistön asukkaiden käytössä olevista aidoilla ja porteilla. Työmaa-alueelle pystytetään myös työmaataulu ja muut työmaasta ja alueen käytöstä ilmoittavat visuaaliset opasteet. [8, s. 5-6.]

Jos asukkaat asuvat linjasaneerauksen aikana kohteessa, tarvitaan tilapäiset saniteetitilat. Nämä voidaan toteuttaa kiinteistön tiloihin esim. talosaunat tai pihalle siirrettäviin parakkeihin. [8, s. 5-6.]

Ennen suojausta kaikki yhteiset tilat, sekä huoneistot katselmoidaan yhdessä rakennushankkeeseen ryhtyvän eli rakennuttajan edustajan kanssa. Kaikki ennen töiden aloitusta ja katselmuksissa havaitut rakenteiden sekä pintamateriaalien vauriot dokumentoidaan esim. valokuvaamalla mahdollisten erimielisyyksien välttämiseksi. Korjattavat huoneiston osat ja niihin jätettävä irtaimisto suojataan korjaustöiden laajuuden ja ominaisuuksien vaatimalla tavalla. Korjausalueiden ulkopuolelle jäävät tilat osastoidaan suojaseinin. [8, s. 5-6.]

Työmaa-alueelle asennetaan työnaikainen valaistus ja sähköistys, sillä korjattavan kiinteistön sähköverkko kytketään usein mm. työturvallisuussyistä jännitteettömäksi [8, s. 5-6].

2.3.2 Purkutyöt

Ennen putkilinjojen purkutöiden aloittamista vesijohdot kytketään nousulinjojen sulkuventtiileistä kiinni. Kytkeä varmistetaan linjaan kohdistuvan vesihanauksen testauksella. Vesikalusteet eli wc-istuimet ja hanat irrotetaan ehjinä tai hajottaen. Purkutyössä otetaan huomioon eri materiaalien suunniteltu uusio- tai uudelleen käyttö. Purkujätteet lajitellaan ja kierrätetään jätehuoltosuunnitelman mukaisesti. [8, s. 5-14.]

Jos asbestikartoituksessa on havaittu asbestia purettavissa materiaaleissa, suoritetaan niiden purkutyö asbestipurkutyönä. Asbestipurkutyötä käsitellään lisää luvussa 3.7. [8, s. 5-14.]

Vesikalusteiden poistamisen jälkeen aloitetaan kiintokalusteiden ja pintamateriaalien eli laatoitusten, muovimattojen, tasoitteiden ja kiviaineisen pintalaatan mahdolliset purkutyöt. Purku suoritetaan ja jätemateriaalit käsitellään voimassa olevien lakien ja asetusten vaatimalla tavalla. [8, s. 5-14.]

Kun pintamateriaalit on purettu, avataan hormit ja puretaan niiden sisältämä vesi- ja viemäriputkisto. Purku aloitetaan tavallisesti purettavan linjan ylimmästä kerroksesta. Purkutyön loputtua kaikki työstä syntyvät jätteet poistetaan purkukohteesta ja tilat siivotaan seuraavia työvaiheita varten. [8, s. 5-14.]

2.3.3 Uuden tekniikan asentaminen

Kylpyhuoneen lattiarakenteeseen asennetut viemärit ja lattiakaivot piikataan esiin, puretaan ja asennetaan tilalle uudet. Jos lattiakaivot ja viemärit asennetaan uusille paikoille, niin vanha tekniikka puretaan ja läpiviennit valetaan umpeen. Vaihtoehtoisesti viemärit tulpataan ja lattiakaivo täytetään betonilaastilla. Uuden viemäritekniikan vaatima tila porataan, roilotaan ja piikataan lattiaan. Lattiakaivot ja viemärit asennetaan lattiaan ja tekniikka viedään esimerkiksi alemman kylpyhuoneen äänieristettävässä alakattotilassa hormille ja yhdistetään pystyviemäriin. [8, s. 5-14.]

Uusiin hormitiloihin asennetaan vesi- ja viemärijärjestelmän pystynousuputket (kuva 5). Myös tele- ja sähkökaapelit voidaan asentaa nousu- tai kotelorakenteeseen. Asuinkerosten välille asennetaan suunnitelmien mukaisesti mahdollista tulipaloa rajoittavat palokatkot. [8, s. 5-14.]



Kuva 5. Pystylinjoja varten kerrosten välillä oleva läpivientiaukko [7, s. 45].

Hormien pystylinjoista haaroitettavat kylpyhuonekohtaiset liitäntävesijohdot, sekä niiden vaatimat vesimittarit ja sulkuventtiilit asennetaan alakaton yläpuoliseen tilaan. Mittareiden ja venttiilien huolto- ja kunnossapitotöitä varten alakattoon asennetaan avattavat luukut. [8, s. 5-14.]

2.3.4 Lattia

Mikäli pintalaatta on purettu, tehdään lattian kaivo- ja viemäriasennusten jälkeen uuden laatan valu suunnitelmien mukaisin menetelmin. Pintavalun avulla lattiaan muodostetaan kallistukset, jotta vesi pääsee esteettömästi valumaan lattiakaivoon. Putkiremontin yhteydessä lattiavaluun voidaan asentaa esim. uusi sähkötoiminen tai vesikiertoinen lattialämmitys. [8, s. 5-14.]

Jos pintalaattaa ei ole purettu, uuden lattiakaivon ja viemäreiden ympärillä olevat tyhjät kohdat täytetään laastilla. Lattian kaadot tarkistetaan ja niitä parannetaan tarvittaessa uudella lattiatasoitekerroksella. [8, s. 5-14.]

2.3.5 Seinät

Ennen hormin sulkemista tai umpeen muurausta kaikki putkistoasennukset koepaineistetaan mahdollisten vuotokohtien varalta. Hormi muurataan umpeen harkoilla tai tiilillä, tai vaihtoehtoisesti tehdään levyrakenteisena. Hormiin tehdään tarkastusluukut myöhempiä kytkentä- tai huoltotöitä varten. Muilla kuin hormin seinillä olevat asennusurat paikataan laastilla ja seinäpinnat tasoitetaan, sekä oikaistaan tarvittaessa. [8, s. 5-14.]

2.3.6 Vedeneristys ja laatoitus

Kaikki lattia- ja seinäpinnat vedeneristetään tarkoitukseen soveltuvan vedeneristejärjestelmän tuotteilla rakentamismääräyksiä, normeja sekä materiaalitoimittajan työohjeita noudattaen. Vedeneristystyö dokumentoidaan ja tarkistetaan ennen laatoitusta ja saumausta. Lattian vedeneristys ja samalla pintamateriaali voidaan myös toteuttaa muovimatolla tai tarkoitukseen kehitetyillä epoksihartsipinnoitteilla. [8, s. 5-14.]

2.3.7 Alakatto

Kun alakaton yläpuolinen putki- ja sähkötekniikka on asennettu ja niiden toimivuus varmistettu, alakatto levytetään tai paneloidaan umpeen huomioiden huoltoluukut. Kipsilevykatto nauhoitetaan, tasoitetaan ja maalataan. Paneelikaton paneelit ovat yleensä valmiiksi esikäsiteltyjä kosteudelta suojaavalla lakalla tai muulla pintakäsittelyllä. [8, s. 5-14.]

2.3.8 Kalustus

Kun kaikki kylpyhuoneiden pintamateriaalit on asennettu, asennetaan kaikki kylpyhuoneen kalusteet ja varusteet sekä tehdään viimeistelytyöt. [8, s. 5-14.]

Kalustus- ja viimeistelyasennuksia ovat mm:

- Pesualtaan allaskaappi, allas ja sen poistoviemäriputki
- peili tai peilikaappi, valaisimet, sähkörsioiden kannet ja painikkeet
- suihkuseinät tai suihkuverhotanko, pyyhekoukut, wc-paperiteline ja bidépidike
- WC-istuin, lattiakaivon kansi, suihkuseti, suihkusekoittaja ja pesuallashana
- kylpyhuoneen ovi-, kynny- ja listoitustyöt. [8, s. 5-14.]

2.3.9 Loppusiivous, käyttökokeet ja luovutus

Vesi- ja viemäritöiden kaikkien asennusten valmistuttua suoritetaan yhteiskäyttökoe, jonka avulla varmistetaan koko järjestelmän toimivuus sekä tiiveys putkiliitoksissa. [2, s. 89-92; 8, s. 5-14.]

Työnaikaisten suojauksien poiston yhteydessä kaikki korjaustyön alaiset uudet ja vanhat pinnat kaikissa tiloissa siivotaan ja tarkastetaan. Kaikkien työvaiheiden valmistuttua linjasaneeraustyöt tarkastetaan ja luovutetaan huoneiston haltijalle ja työn rakennuttajalle. Luovutuksen yhteydessä, ennen tarkastusta, tilojen käyttäjät ja osakkaat tekevät listan huoneistossa havaituista virheistä ja puutteista. Virheet ja puutteet korjataan ennen varsinaista luovutusta tilaajalle. Luovutusvaiheen tarkemmista menettelyistä eli mm. taloudellisista loppuselvityksistä sovitaan esim. urakkasopimuksessa. Kun huoneistot on luovutettu ja asukkaat muuttaneet takaisin huoneistoihinsa, ovat työt porrashuoneen yleisten tilojen osalta usein kesken ja valmistuvat myöhemmin. [2, s. 89-92; 8, s. 5-14.]

2.4 Työ- ja ympäristöturvallisuus

Työturvallisuuden merkitys rakentamisessa on kasvanut viime vuosina merkittävästi. Työtapaturmien ja negatiivisen julkisuuskuvan vähentämiseksi alan toimijoille on kehittynyt halu parantaa työmaiden turvallisuustasoa. Rakennustyön turvallisuutta säätelee mm. työturvallisuuslaki 738/2002 sekä valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009. Lait ja asetukset ovat velvoittavia ja määrittelevät työturvallisuussuunnittelun tasoa, sekä hankkeen eri osapuolten velvoitteita turvallisen työympäristön järjestämisessä. [8, s. 17-18.]

Rakennuskohteen merkittäviä työturvallisuussuunnittelussa huomioonotettavia asioita käsitellään rakennuttajan turvallisuusasiakirjassa. Asiakirjan pohjalta rakennushankkeen päätoteuttaja laatii työmaan turvallisuussuunnitelmat, jotka rakennuttaja hyväksyy. Suunnitelmien tavoitteena on taata turvallinen ja terveellinen työskentely, sekä hankkeen ajan läsnä olevien asukkaiden turvallisuus. Päätoteuttajan eli pääurakoitsijan vastuulla on yhteisen työmaan työturvallisuuden johtaminen ja valvominen yhdessä rakennuttajan työturvallisuuskoordinaattorin kanssa. [8, s. 17-18.]

Linjasaneerauksen työturvallisuussuunnittelussa tulee kiinnittää erityistä huomiota:

- Työturvallisuustason ylläpitämiseen ja laiminlyönteihin puuttumiseen
- työaukkojen putoamissuojauksen ja kulkuteiden toteuttamiseen
- tulityöjärjestelyihin
- työmaa-alueen järjestelyihin ja siisteyteen
- pölyn- ja meluntorjuntaan erityisesti purkutyössä
- poistumis- ja pelastusteiden merkitsemiseen ja järjestämiseen
- kiinteistön asukkaiden omaisuuden turvaamiseen. [8, s. 17-18.]

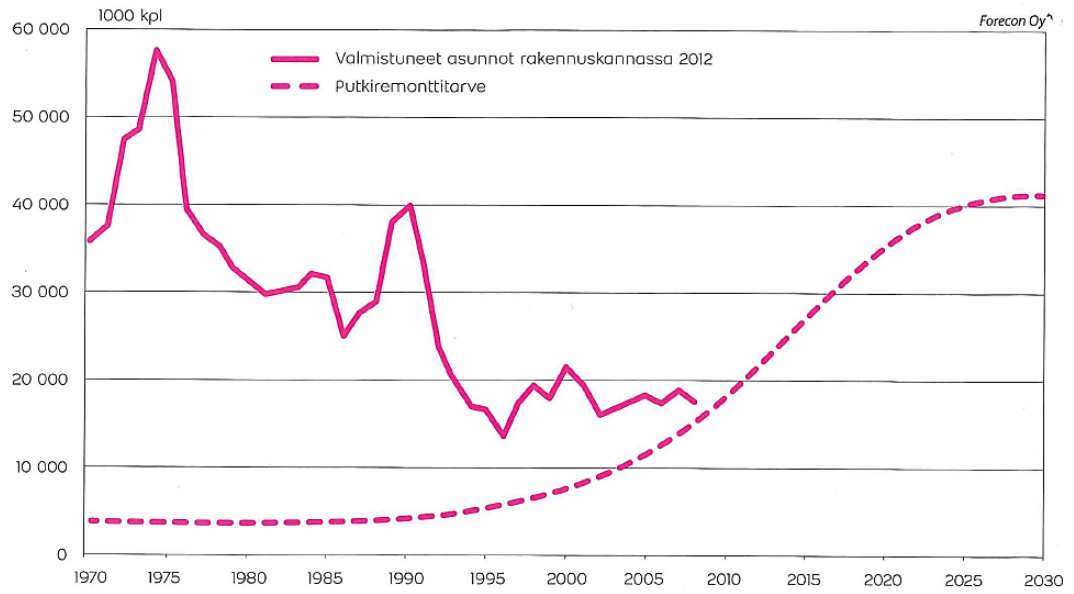
2.5 Linjasaneerausmarkkinoiden nykytila ja tulevaisuus

Suomessa on asuinkerrostaloja noin 56 000, joista 1960- ja 1970-luvuilla rakennettuja on noin puolet eli 28 000. Näillä vuosikymmenillä rakennetuissa kerrostaloissa on noin 570 000 asuntoa. Pääkaupunkiseudun osuus näistä on aikakaudelle tyypillisen muutto-

liikkeen vuoksi noin 14 000 kerrostaloa ja noin 285 000 asuntoa. Näistä noin kolmannes eli noin. 4 600 on asunto-osakeyhtiömuotoisesti hallittuja kerrostaloja. [7, s. 21; 10.]

Rakennusten tullessa 40-50 vuoden ikään korjaustarpeet kasvavat. Korjausrakentaminen on ylittänyt uudisrakentamiseen käytetyn rahamäärän jo vuonna 2013. Korjausrakentamisen määrä on talouden taantumasta huolimatta pysynyt nousujohteisena (kuva 6). 1960-luvulla rakennettuja kiinteistöjä korjataan nyt vielä kiivaasti, mutta 1970-luvun rakennusten korjaushankkeiden määrässä on havaittavissa piikki vasta 2020-luvulla. Tämän jälkeen korjausrakentamisen nousujohteisen käyrän odotetaan kääntyvän hienoiseen laskuun, sillä 1980- ja 1990-luvuilla asuntotuotanto oli volyymiltään pienempää kuin edellisillä vuosikymmenillä. Korjausrakentaminen ei kuitenkaan lopu ikinä. [7, s. 21; 10.]

Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy:n työ- ja elinkeinoministeriön toimeksiantona tekemän tutkimuksen mukaan 1960- ja 1970-lukujen kerrostaloissa on joka vuosi ja seuraavien viiden vuoden aikana noin jopa 66 000 asunnon eli n. 2,7 miljardin euron keskimääräinen korjauspotentiaali. Vuotuisesta 2,7 miljardista n. 1,86 miljardia on talotekniikkaremontteja, joihin liittyy olennaisesti myös rakennusteknisiä töitä. Taloteknisten remonttien eli pääasiassa putkiremonttien yhteydessä uusitaan useimmiten myös koko kylpyhuone vedeneristyksineen ja laatoituksineen. Monet asukkaat teettävät putki- ja ilmanvaihtosaneerausten yhteydessä myös muita remontteja, kuten keittiökaluksiin ja asuntojen pintamateriaaleihin kohdistuvia uusimis- ja perusparannustoimenpiteitä. Eri remonttityyppejä yhdistellään siis paljon. Tutkimuksen perusteella n. 75 % kerrostaloista on tarkoitus tehdä tai ainakin aloittaa korjauksia seuraavan viiden vuoden aikana. Putkiremontteja on odotettavissa n. 300 000 asuntoon seuraavan viiden vuoden aikana. [7, s. 21; 10.]



Kuva 6. Rivi- ja kerrostalojen putkiremonttitarve [43, s. 34].

3 Aikataulu

3.1 Aikataulun merkitys tuotannonohjauksessa

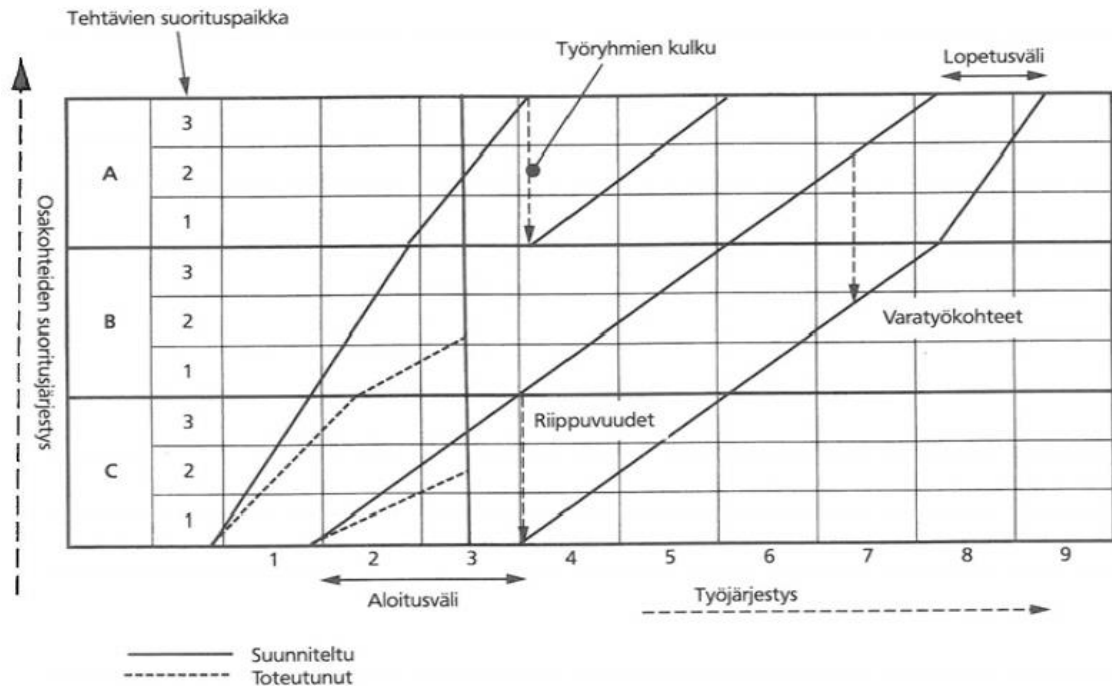
Kaikessa rakentamisessa ja sen suunnittelemisessa noudatetaan hankkeen etenemisen tueksi laadittuja aikatauluja. Aikataulut voivat olla tarkkuudeltaan eritasoisia eli ne voivat koskettaa koko rakennushanketta, rakentamisvaihetta tai pelkästään yhtä siihen liittyvää työsuoritusta. Aikataulujen tekemisen perimmäinen syy on koko kohteen, tai sen osasuorituksen valmistumisen varmistaminen sopimuksenmukaisessa ajassa. Aikataulujen laadintaa varten on käytössä erilaisia tietokonesovelluksia ja rakennusalan toimijoiden yhteistyössä sopimia ohjeellisia työsuoritusaikoja eli Ratu-menekkejä. [8, s. 3.]

Linjasaneeraushankkeen pääsuoritusvastuussa oleva urakoitsija johtaa koko hankkeen tuotantoa. Tuotannonohjaus, jonka olennaisena työkaluna ovat aikataulut, on osa hankkeen johtamista. Johtamisen ja tuotannonohjauksen tarkoituksena on, että koko hanke toteutetaan sille suunnitelmassa, sopimuksissa ja määräyksissä osoitettujen vaatimusten mukaisesti. [8, s. 3.]

Linjasaneerauksien tuotannonohjauksesta vastaavat pääasiassa pääurakoitsijan vastaava työnjohtaja, työnjohtajat ja työmaainsinöörit. Pääurakoitsijan aliurakoitsijoiden työnjohtajat pyrkivät ohjaamaan suoritettavia työvaiheita laadittujen ja yhteisesti hyväksytyjen aikataulujen puitteissa. Jokainen työvaihe ja suoritus erotetaan aikataulussa omaksi tehtäväkseen ja niille määritellään kestot. [8, s. 3.]

3.2 Yleisaikataulu

Yleisaikataulu on ensimmäinen hankkeen rakennusvaihetta koskeva tuotantoaikataulu, jonka laadinnasta vastaa pääurakoitsijan nimeämä henkilö. Yleisaikataulu on keskeisin osa tuotannonjohtamisen aikataulunäkökulmaa, sillä se on kaiken yksityiskohtaisemman aikataulusuunnittelun perustana ja kertoo koko hankkeen läpivientiajan pituuden (kuva 11). Yleisaikataulussa on esitetty koko hankkeen eri työvaiheiden kulku alusta loppuun. Yleisaikataulu laaditaan hankkeen laajuudesta riippuen joko paikka-aikakaaviona (kuva 7), tai jana-aikataulumuodossa. [4, s. 3; 11, s. 43; 12, s. 27; 13, s. 6.]



Kuva 7. Paikka-aikakaavio [14].

3.2.1 Alustava yleisaikataulu

Yleisaikataulun ensimmäinen versio eli alustava yleisaikataulu laaditaan jo urakkakilpailuvaiheessa. Sen tarkoituksena on esittää hankkeen toteutuksen ajallinen sijoittuminen rakennuttajan hankeaikatauluun. Alustava yleisaikataulu on siis yksi urakkakilpailun osa-alue, joka otetaan huomioon urakoitsijaa valitessa. Alustavan version avulla pääurakoitsija voi arvioida hankkeen aikataulun kireyden ja tutkia mahdollisia vaihtoehtoisia toteutustapoja, joita voidaan esittää vaihtoehtoisessa tarjouksessa. Mikäli urakaneuvottelut päättyvät sopimukseen, käytetään alustavaa yleisaikataulua yhtenä sopimuksen liitteistä. [11, s. 85-95, 43-44; 12, s. 27; 13, s. 12.]

Alustava yleisaikataulu pohjautuu tarjouspyyntöasiakirjoihin, joissa on esitetty saneerausmenetelmät, sekä urakan laajuus. Liiteasiakirjoina olevien toteutussuunnitelmien ja työselostuksen pohjalta urakoitsija pyrkii löytämään keinot saavuttaakseen tavoitteelliset aikamäärät ja erittelee hankkeen aikataulullisen onnistumisen kannalta kriittisimmät työvaiheet. [11, s. 85-95, 43-44; 12, s. 27; 13, s. 12.]

Yleisaikataulussa esitetään mm. seuraavat asiat:

- Rakentamisen kannalta tärkeimmät ja tahdistavimmat työtehtävät
- aikataulutehtävien nimikkeet ja juoksevat numerot
- tehtävien aloitus- ja päättymisajat, kestot ja riippuvuudet suhteessa toisiinsa
- suoritemäärät ja yksiköt määräluettelosta
- työvaiheisiin sidotut resurssit ja työmenekit
- mahdolliset välitavoitteet ja hankkeen valmistumispäivämäärä. [11, s. 85-95, 43-44; 12, s. 27; 13, s. 12.]

3.2.2 Sopimusyleisaikataulu

Alustavan yleisaikataulun sisällöstä neuvotellaan urakkasopimusneuvotteluissa. Aikatauluun tehdään muutoksia ja tarkennuksia neuvottelujen pohjalta. Ennen sopimusasiakirjaksi liitettävää virallista aikataulua sen realistisuus tarkistetaan. Aikatauluun asetetaan myös lopulliset välitavoitteet. Tällaisia välitavoitteita voivat olla esimerkiksi linjakohtaisten huoneistojen luovutusajankohdat, jotka toimivat asukkaiden ja osakkaiden muuttoja ohjaavana tekijänä. Välitavoitteiden toteutumisen varmistamiseksi urakoitsijan ja rakennuttajan väliseen urakkasopimukseen kirjataan välitavoitteista myöhästymistä koskevista sakkomenettelyistä. Sakkojen määrä on usein YSE:n mukainen, mutta siitä poikkeavia sopimuksiakin tehdään. [11, s. 85-95; 12, s. 30.]

3.2.3 Työaikataulu

Pääurakoitsija tarkentaa sopimusaikataulua töiden aloituksen lähestyessä ja sen aikana (kuva 11). Työaikataulu toimii lähtötietona mm. aliurakoitsijoiden sopimuksia laadittaessa, työmaanresursseja suunniteltaessa sekä hankinta-aikataulun pohjana. Työaikataulu tunnetaan yleisemmin pelkän yleisaikataulun nimellä. Työmaan muut tarkemman tason aikataulut pohjautuvat yleisaikatauluun. Mikäli hankkeen aikana ilmenee toteutusaikatauluun merkittävästi vaikuttavia tekijöitä, yleisaikataulua päivitetään työmaan edetessä. [11, s. 43-44; 13, s. 14.]

3.3 Viikkoaikataulu

Viikkoaikataulu on lyhyen aikajänteen aikataulu, joka tehdään nimensä mukaisesti työviikon tarkkuudella. Työmaan työnjohto laatii esim. viikkopalaverin yhteydessä viikkoaikataulun 1-3 viikoksi eteenpäin, joista työn alla oleva viikko on tarkimmin suunniteltu. Aikataulun viikkosuunnittelun tarkoituksena on ohjata myös muiden työmaan urakoitsijoiden töitä, joten yhteistyö aikataulun laadinnassa eri toimijoiden välillä on onnistumisen kannalta tärkeää. Viikkoaikataulu esitetään tavallisesti jana-aikataulumuodossa tai ns. lukujärjestyksenä. Työtehtävien kestot määritellään työpäivittäin ja 2-4 tunnin tarkkuudella. [11, s. 58-59; 12, s.8, 34.]

Viikkoaikataulun tärkeimpiä lähtötietoja linjasaneeraushankkeessa ovat:

- Yleisaikataulun aikataulutehtävät
- edellinen viikkoaikataulu ja sen toteuma
- tehtäväsuunnitelmat
- käytettävissä olevat resurssit ja työvoima
- materiaalien toimitusajankohdat
- välitavoitteet ja muut tuotannolle asetetut valmiustavoitteet.

Viikkoaikataulun tekemisellä ja toteutumisen valvonnalla varmistetaan työvoiman tehokas käyttö ja suunniteltujen tavoitteiden toteutuminen (kuva 11, s. 30) [11, s. 58-59; 12, s.8, 34].

3.4 Talotekniikan töiden yhteensovittaminen

Linjasaneeraus perustuu vesi- ja viemärijärjestelmän uusimiseen, mutta myös ilmanvaihto-, tele- ja sähköjärjestelmien korjaustöitä tehdään usein putkiremontin yhteydessä. Taloteknisten eli TATE-järjestelmien aikataulusuunnittelun taso pitää olla yhtä tarkka kuin rakennusteknisten. Kun aikataulujen laadinnasta vastaava työnjohtaja on usein talonrakennuksen rakennusmestari tai -insinööri on yhteistyö aikataulusuunnittelussa talotekniikkaurakoitsijoiden työnjohdon kanssa ensiarvoisen tärkeää. [11, s. 53-54.]

Talotekniikkaurakoitsijoiden valinta tehdään usein vasta, kun alustava yleisaikataulu on tehty. Urakoitsijat laativat esityksensä työaikatauluistaan suhteessa yleisaikatauluun. TATE-aikataulutehtävät sidotaan yleisaikatauluun, joka päivitetään TATE-töiden vaatimien muutosten osalta (kuva 11). Aikataulun TATE-tehtävien pitää perustua kohteen suunnitelmiin, käytettäviin resursseihin ja laskettuihin määriin. TATE-aikataulussa tai yleisaikataulun versiossa, johon talotekniset työt on päivitetty, on otettava huomioon myös hankkeen tai osakohteen luovutusvaiheen kokeisiin, mittauksiin, säätöihin ja tarkastuksiin varattavat ajat. Kun talotekniikan tehtäville tehdään omat aikataulunsa urakkasopimuksittain tai järjestelmittain, on aikatauluseuranta ja tuotantopoikkeamiin reagointi helpompaa. [11, s. 53-54.]

3.5 Viimeistelyvaihe

YSE:n mukaisesti urakoitsijan tulee tarkistaa suoritusvelvollisuuteensa kuuluvat työt ja koko rakennettavan kohteen laatu. Pääurakoitsija velvoittaa omat aliurakoitsijansa tarkastamaan omat työnsä, joka tapahtuu ns. itselleluovutusprosessin kautta. Sekä rakennustöitä, että taloteknisiä töitä tekevien urakoitsijoiden työntekijät yhdessä työnjohtajien kanssa tarkastavat suorituksensa, jonka tuloksena syntyy raportti. Tästä raportista ilmenee havaitut virheet ja puutteet, jotka käydään läpi yhdessä pääurakoitsijan kanssa, jonka jälkeen ne korjataan. Pääurakoitsija tekee omasta puolestaan linjasaneeraus- rakennuttajalle omat virheraporttinsa, jotka käydään läpi esim. valvojien kanssa. [11, s. 57-58; 15.]

Viimeistelyvaiheeseen kuuluu itselleluovutuslistoissa ilmenneiden puutteiden korjauksien lisäksi pääasiassa taloteknisiin töihin kohdistuvat tarkastukset, mittaukset ja säädöt. Pölyävät työvaiheet tulee olla tehty ja korjattavat tilat alustavasti siivottuja ennen toimintakokeita ja säätöjä. Talotekniikan suunnitelmien mukaista toimivuutta kuvaavista mittauksista ja säädöistä tehdään pöytäkirjansa, jotka suunnittelijat tarkastavat ja hyväksyvät. [11, s. 57-58; 15.]

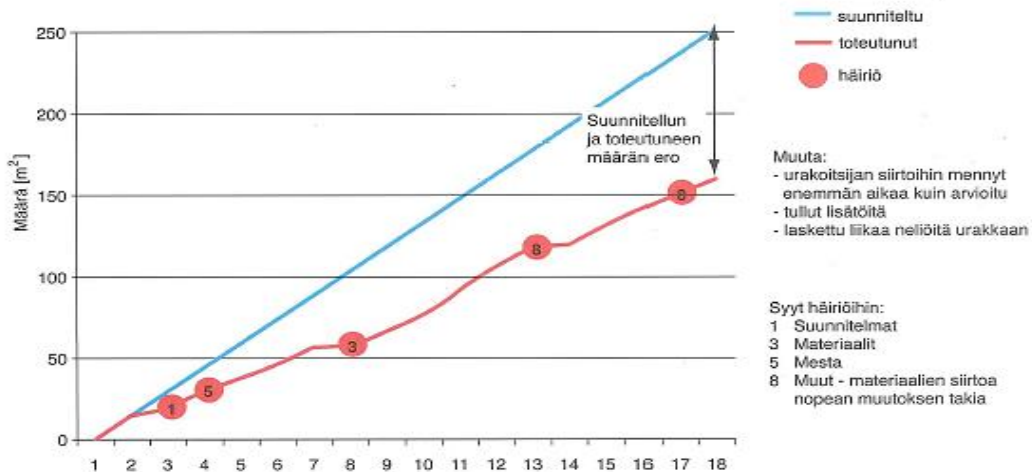
Viimeistelyvaiheesta luodaan oma aikataulunsa tai viimeistelyohjelma, jossa otetaan huomioon mm. töiden yhteensovittaminen, siivoustyöt, dokumentointi, sekä tarkastuksille ja korjauksille varattava aika. Tuotannon jatkuva ohjaus ja seuranta sekä työn aikana havaittuihin virheisiin puuttuminen mahdollistaa lyhemmän ajan varaamisen puutteiden korjaamiselle. Viimeistelyvaiheen hyvä suunnittelu tähtää hankkeen valmistumi-

seen sovittuna ajankohtana, ja että toteutus vastaa sopimusasiakirjoissa ja suunnitelmissa määriteltyä laatutasoa. [11, s. 57-58; 15.]

3.6 Aikataulujohtaminen linjasaneerauksessa

Linjasaneeraus pyritään toteuttamaan putkilinjoittain eli porrashuone kerrallaan. Työt ovat käynnissä muutamissa linjoissa ja rapuissa kerrallaan. Tällöin muiden porrashuoneiden asukkailla on mahdollisuus asua huoneistoissaan vaikka työt ovat muussa kiinteistössä jo alkaneet. Linjasaneerauksen aikataulut toteutetaan linjoittain paikka-aikakaaviona. Porrashuoneet ja linjat ovat tekniikaltaan usein keskenään identtisiä, mikä luo edellytykset liukuhihnmaiselle tuotannolle. Työaikataulut on tehtävä riittävän kireiksi, mutta toisaalta tehtävien aloitus- ja lopetushetkien välille on jätettävä riittävästi varaa mahdollisille tuotantohäiriöille. [11, s. 85-95; 13, s. 18-26.]

Aikataulun toteumaa ja tulevia työvaiheita suunnitellaan ja valvotaan kaikkien urakoitsijoiden kesken esimerkiksi viikoittain järjestettävissä urakoitsijapalavereissa. Palavereissa työaikataulun seuranta tehdään valvontavinjetin ja yleisaikataulun paikka-aikakaavion avulla. Valvonta ja seuranta tarkoittavat toteutuneiden töiden vertaamista suunniteltuun aikatauluun (kuva 8). Vinjetin avulla havaitaan aikataulupoikkeamat ja suunnitellaan työt niiden minimoimiseksi. Aikataulupoikkeamat voivat koskea joko töiden myöhästymisiä aikataulusta tai liian nopeaa suoritustahtia. Myöhästymisiä varten laaditaan kiinniottosuunnitelma, jonka avulla työt saatetaan takaisin aikatauluun. Kiinniottosuunnitelman pitää olla realistinen toteuttaa. Jatkuva aikataulun toteutumisen valvonta ja poikkeamiin reagoiminen heti niiden ilmaantuessa mahdollistavat kiinniottamisesta aiheutuvien kustannusten minimoimisen. [11, s. 85-95; 13, s. 18-26.]



Kuva 8. Esimerkki tuotantoaikakaaviosta. Kuvaaja kertoo tuotannon etenemistä suhteessa käytettyyn aikaan [11, s. 27].

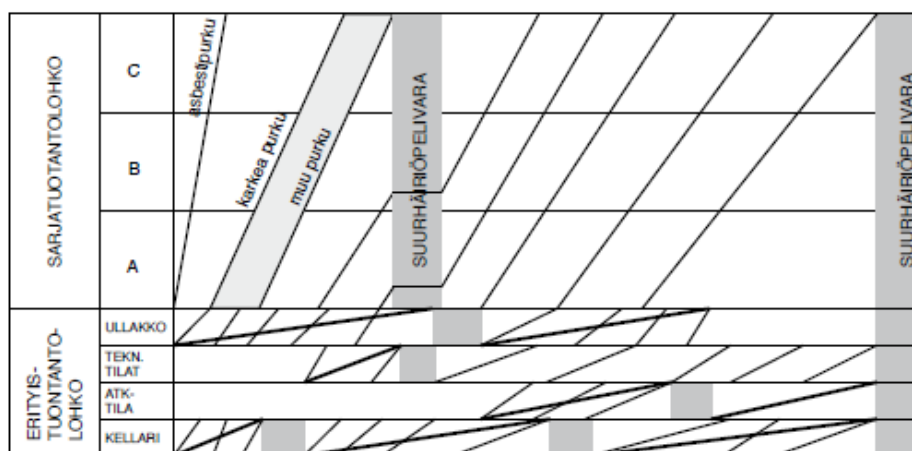
Työmaan urakoitsijoiden yhdessä pitämien palaverien lisäksi pääurakoitsija esittää yleisaikataulun seuranta saneerauksen rakennuttajaorganisaatiolle työmaakokouksissa. Näissä kokouksissa tilaajan edustajilla on mahdollisuus kommentoida aikataulua ja osallistua näin tuotannonohjaukseen. [11, s. 85-95; 13, s. 18-26.]

3.6.1 Korjausrakentamisen erityispiirteet aikataulusuunnittelussa

Linjasaneerauksen aikana asukkaat voivat asua huoneistoissa vaikka kylpyhuoneet on rajattu käytössä olevien tilojen ulkopuolelle. Koska tilojen käyttäjät eli asukkaat saattavat olla läsnä koko hankkeen ajan, sovelletaan putkiremontin aikataulullisessa suunnittelussa toistuvan tilakorjauksen periaatetta. Kyseisen periaatteen mukaisesti kohde jaetaan työsisällöiltään samanlaisiin työkohteisiin, joiden aikatauluttamisessa pyritään työtehtävien jatkuvuuteen. Aikataulu olisi suunniteltava mahdollisimman lyhyeksi, jotta käyttäjälle remontista kohdistuvat haitat olisivat mahdollisimman pieniä. Siksi työtehtävien resurssit suunnitellaan mahdollisimman yksityiskohtaisesti. Toistuvan tilaohjauksen periaatetta noudatetaan korjausasteen ollessa pieni. Linjasaneerauksessa tämä tarkoittaa, että kaikkia pintarakenteita ei pureta, vaan putket saatetaan korjata esim. pinnoitusmenetelmin. [11, s. 88-94; 12, s. 45; 13, s. 24; 16, s. 5-7.]

Linjasaneerauksen tai laajan peruskorjauksen toteutustapa voi olla niin laaja, että se estää asukkailta huoneistojensa käytön remontin aikana. Kun kaikki asukkaat muuttavat koko kiinteistöstä pois ennen töiden aloitusta, voidaan työt kohteissa ajoittaa vapaasti koko hankkeen rakennusajalle. Tässä tapauksessa kyseessä on ns. kokonaistilajärjestely. Menetelmää voidaan soveltaa esimerkiksi kun kaikki talotekniikka puretaan ja rakennetaan hormeineen uudelleen. Remontin yhteydessä tehdään myös sähkö- ja telejärjestelmän sekä ilmanvaihdon korjaus- ja parannustöitä. Esimerkkinä viisikerroksisen asuintalon yhden porrashuoneen sisältämien kahden nousulinjan putkistojen sekä kylpyhuoneiden saneeraukseen käytettävä aika on n. 8-10 viikkoa. [11, s. 88-94; 12, s. 45; 13, s. 24; 16, s. 5-7.]

Kokonaistilajärjestelyssä muodostetaan korjausmenetelmiltään yhtenäisistä osakohteista sarjatuotantolohkot (kuva 9). Työjärjestys lohkoittain määräytyy niin, että työt aloitetaan osakohteesta, jossa on lyhin purkuvaihe. Työt lopetetaan kohteeseen, jossa on lyhin sisävalmistusvaihe. Sarjatuotantolohkojen rinnalle valitaan korjausasteeltaan, työsisällöltään tai ajoitukseltaan erityyppiset tilat, kuten ullakot ja kellarit. [11, s. 88-94; 12, s. 45; 13, s. 24; 16, s. 5-7.]



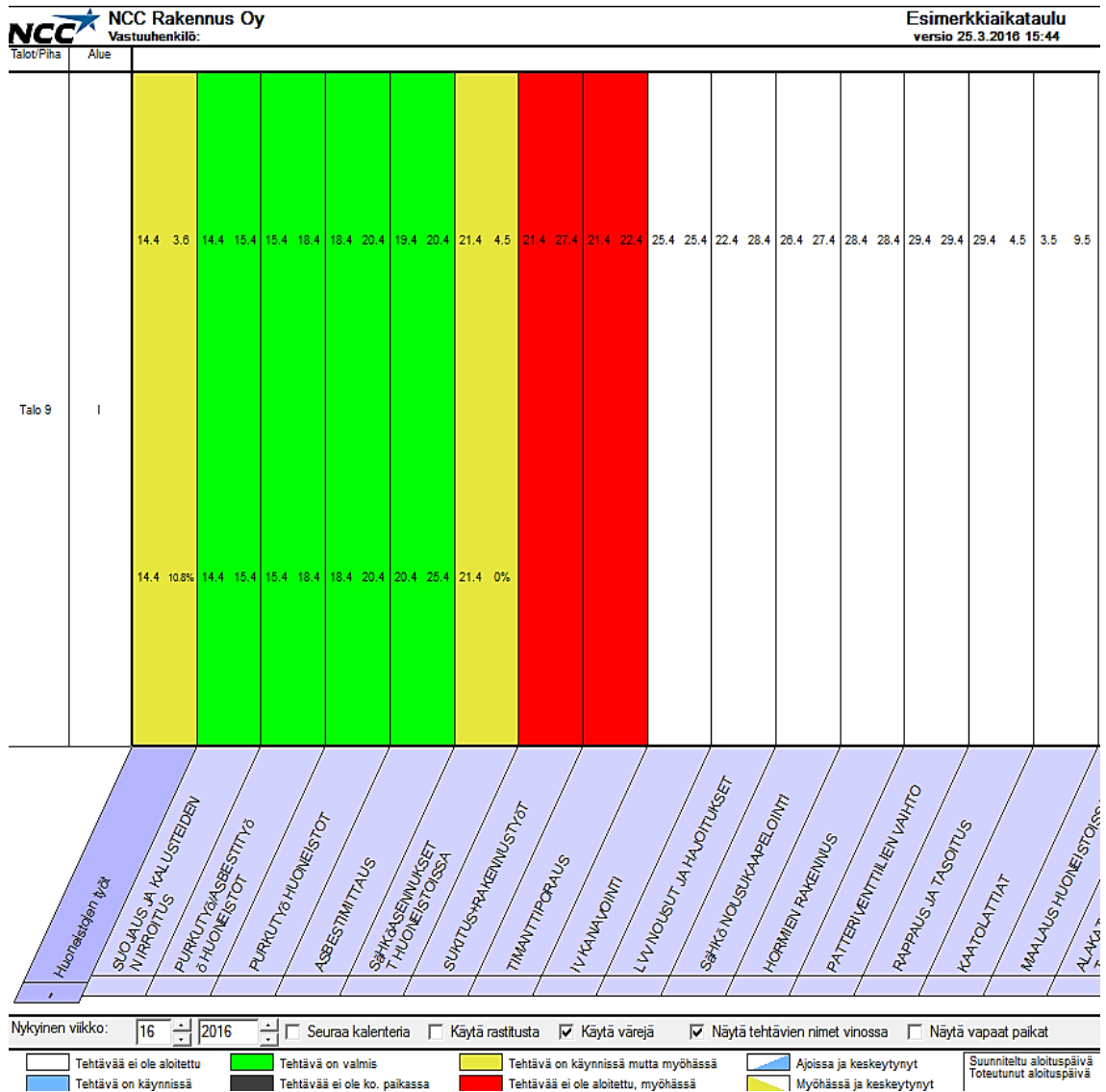
Kuva 9. Esimerkki kokonaistilajärjestelyn paikka-aikakaaviosta [16, s. 5].

Asukkaiden muuttaminen pois remontin tieltä on kaikkien osapuolten etu. Asukkaiden läsnäolo luo riskejä työturvallisuuteen ja rajoittaa päivittäistä työaika. Muutto toisiin tiloihin voi nousta kustannuksiltaan kalliimmaksi, kuin tilapäisjärjestelyjen tekeminen sekä niiden ylläpito. Aikataulutusta rajoittavana tekijänä linjasaneerauksissa on kuitenkin tilaajan kanssa sovitut muuttoaikataulut. [11, s. 88-94; 12, s. 45; 13, s. 24; 16, s. 5-7.]

Hankkeen toteutussuunnitelmien ja lähtötietojen puutteellisuus vaivaa korjausrakentamisen tuotantosuunnittelua ja asettaa omat epävarmuustekijänsä aikataulusuunnittelulle. Vaikka kuntotutkimusten ja rakenteiden pistokoeluontoisten avaamisten avulla on tehty toteutussuunnitelmat ennen linjasaneerauksen aloitusta, ei silti koskaan voida olla täysin varmoja alkuperäisestä rakennustavasta tai rakenteiden kunnosta. Myöskään kohteen alkuperäisten suunnitelmien paikkansapitävydestä ei voida olla täysin varmoja ennen rakenteiden avausta. Varsinkin heti hankkeen alkuvaiheessa purkutöiden alettua esimerkiksi avatuista hormirakenteista voi löytyä toteutuksen aikataulua haittaavia tekijöitä. Ilmastointikanavien ja viemäreiden sijainnit voivat olla suunnitelmista poikkeavia tai hormi voi olla syystä tai toisesta osittain täytetty betonilla. Lähtötiedoista poikkeavat ratkaisut alkuperäisessä rakennustavassa aiheuttavat usein lisäsuunnittelusta aiheutuvia lisä- ja muutostöitä, jotka vaikuttavat kohteen aikatauluun usein pidentävästi. [11, s. 88-94; 12, s. 45; 13, s. 24; 16, s. 5-7.]

3.6.2 Valvontavinjetti

Valvontavinjetti on kaavio, josta voidaan tarkastaa työmaan töiden eteneminen osakohteittain (kuva 10). Töiden etenemistä kuvataan rastitusperiaatteella tai eri värikoodeilla. [11, s. 29; 12, s. 30; 13.]



Kuva 10. Esimerkki, jossa työaikataulu on tehty valvontavinjetinä

Työmaiden yhtenä visuaalisena johtamistapana käytetään usein valvontavinjettiä, joka on laadittu suurelle taululle työmaatoimistossa ja se on koko työmaaorganisaation nähtävillä. Valvontavinjetti voidaan toteuttaa myös aikatauluohjelmien työkaluilla. [11, s. 29; 12, s. 30; 13.]

3.6.3 Tehtäväsuunnittelu

Tärkeä osa tuotannonohjausta on tehtäväsuunnittelu, jossa pyritään varmistamaan rakentamisen eri työtehtävien suorittamisen aloitusedellytykset, laatuvaatimukset sekä tuotantonopeus. Työtehtävä eli esim. purkutyö voi olla aliurakkana suoritettava yhden tai useamman työryhmän suorittama työkokonaisuus. Tehtäväsuunnitelma tehdään

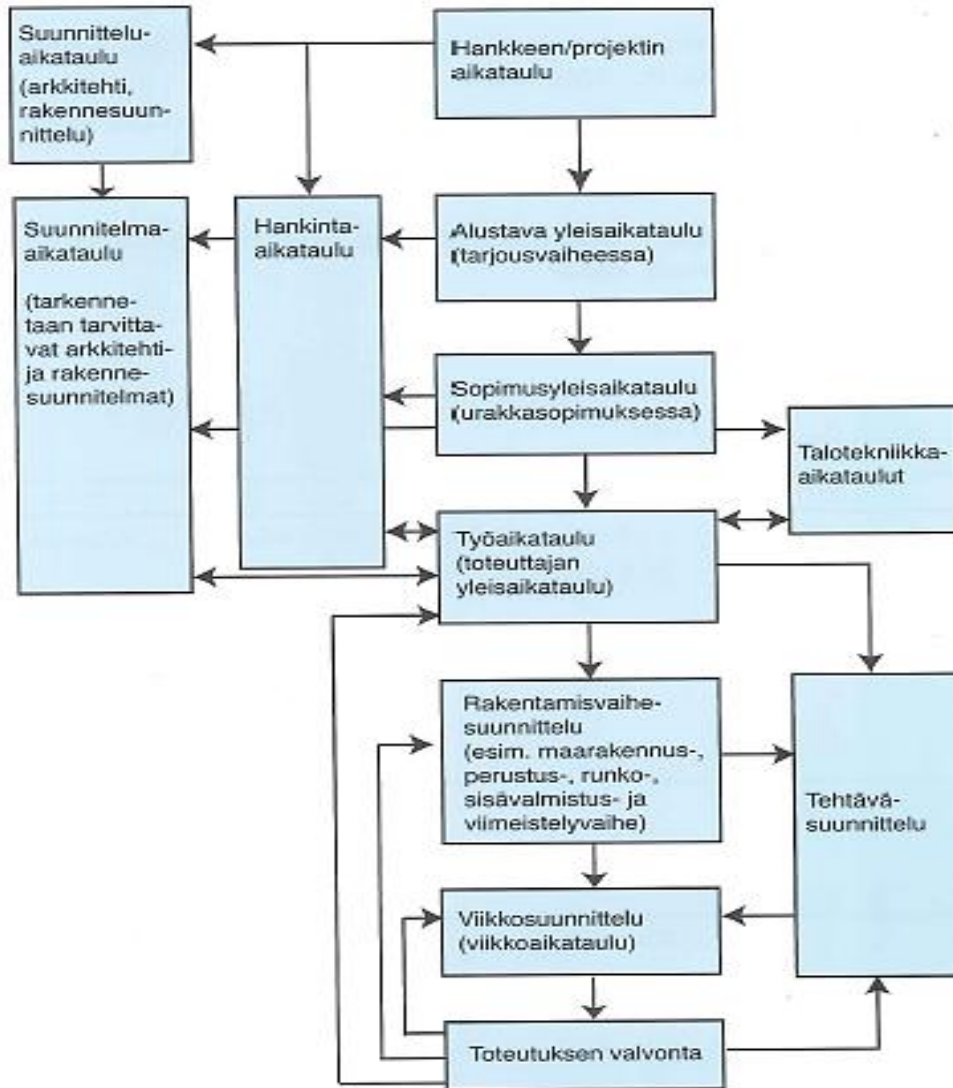
kaikista kohteen aikataulutehtävistä ja niitä voidaan käyttää esimerkiksi. aliurakkasopimuksen sisällön lähtötietona. [17; 18, s.10.]

Kun tehtäväsuunnitelmaa tarkastellaan aikataulujohtamisen näkökulmasta, on sen sisällössä tutkittava ja esitettävä mm. seuraavia asioita:

- Alkutila ja aloitusedellytykset
- työsisältö eli tehtävään kuuluvien osatehtävien luettelo
- tehtävään varattu aika ja resurssit yleisaikataulun pohjalta
- lopputila
- riskit, jotka voivat ilmentyä aikataulun pidentymisenä
- suunnitelmat aikataulullisten riskien poistamiseksi. [17; 18, s.10.]

Suunnitelman lähtötietoina käytetään yleisaikataulua ja laskettuja suoritemääriä (kuva 11). Varsinainen työmenekki lasketaan käyttämällä esim. Ratu-menekkitietoja. Tehtäväsuunnitelmassa sen laajuus huomioon ottaen voidaan sille tehdä myös oma työvaihe aikataulunsa. Aikataulu voidaan esittää paikka-aikakaaviona, jana-aikatauluna tai vinjettikuvana. [17; 18, s.10.]

Tehtäväsuunnitelma käydään läpi ennen varsinaisen työn aloittamista pidettävässä aloituspalaverissa, johon osallistuu kyseisestä työvaiheesta vastaava työnjohtaja sekä työntekijät. [17; 18, s.10.]



Kuva 11. Rakennushankkeen aikataulusuunnitelmat. Nuolet kuvaavat tiedon liikkumista suunnitelmasta toiseen [11, s. 40].

3.7 Uuden asbestilainsäädännön vaikutukset läpivientiaikaan

Uusi asbestitöitä ohjaava lainsäädäntö on astunut voimaan vuoden 2016 alussa ja se tuo mukanaan myös uuden valtioneuvoston asetuksen asbestityön turvallisuudesta (798/2015). Uusi laki ja asetus korvaavat vanhan lainsäädännön ja uudistavat näin asbestipurkua koskevia vaatimuksia ja työturvallisuussäädöksiä. [4, s. 6; 20; 21; 22; 23.]

Saneerattavasta kohteesta on tehtävä aina ennen töiden aloitusta haitta-ainekartoitus, jossa selvitetään onko rakenteissa käytetty asbestia ja, jos on niin missä muodossa ja laajuudessa. Kartoituksesta vastaa rakennuttaja eli rakennushankkeeseen ryhtyvä. Kartoituksen huolellinen tekeminen ennen töiden aloittamista on töiden aikataulullisen suunnittelun kannalta tärkeää. Jos kartoituksessa ei ole havaittu asbestia, mutta purkutöiden aikana sitä kuitenkin ilmenee, on purkutöitä keskeytettävä. Töitä tulee tällöin jatkaa asbestipurkutöinä. Purkutöiden keskeyttäminen ja uudelleenaloittaminen pidentävät aikataulua mm. siksi, että lisätöinä tehtävän purkutöiden sopimusehdoista ja työn suoritustavasta on päästävä ensin selvyteen. [4, s. 6; 20; 21; 22; 23.]

Verrattuna vanhaan lakiin on nykyisin putkiremonteissakin mahdollisen asbestipurkutöiden jälkeen tehtävä pakolliset ilmamittaukset puretuista kohteista. Mittauksilla varmistetaan tilojen puhtaus asbestikuitupölystä. Kaikista purettavista tiloista eli esim. kylpyhuoneista otetaan omat näytteensä, jotka analysoidaan esimerkiksi näytteiden tutkimuksia tarjoavan yrityksen laboratoriossa. Näytteiden analysointi vie arvioilta muutamman päivän, mutta pahimmillaan viikkoja. Analysoinnin koko prosessin aikana työkohteessa ei saa tehdä muita töitä, sillä asbestityön vaatimia suojauksia ei saa purkaa ennen analysoinnin tulosten varmistumista. Purettu tila täytyy puhdistaa ja siivota asbestipölystä uudelleen, jos ilmanäytteiden tutkimuksissa havaitaan raja-arvot ylittäviä asbestikuitupitoisuuksia. Siksi asbestipurkutöiden tekeminen kattavasti yhdellä kertaa on aikataulun onnistumisen kannalta tärkeää. Huolimattomasta purkutöistä johtuva suunnittelematon uusi siivous- ja mittauskierron pidentää työaikataulua. [4, s. 6; 20; 21; 22; 23.]

Näytteiden analysoinnin viemän ajan ja sen huonon ennustettavuuden takia epäillään, että linjasaneeraukset tulevat hidastumaan. Hankkeen hitaus taas nostaa kustannuksia, jotka koituvat viimekädessä asunnon omistajan tai vuokralaisen maksettaviksi. [4, s. 6; 20; 21; 22; 23.]

Asbestilainsäädännön vaatima näytetutkimusaika tulee ottaa rakennusaikatauluissa huomioon. Jos asbestikartoituksessa ei ole havaittu asbestia ja työnaikainen löydös kuitenkin uhkaa aiheuttaa urakka-ajan pidennystä, voi pääurakoitsija vedota tilaajaan lisä-ajan saamiseksi. Urakka-ajan pidentämiseen oikeuttavista perusteista on säädetty YSE 1998 § 19-23. [4, s. 6; 20; 21; 22; 23.]

4 Lean rakentamisessa

4.1 Määritelmä

Lean on alun perin japanilaisen autoteollisuuden tuotantoprosessien kehityksen tulos. 1950-luvulta lähtien Toyota pyrki kasvattamaan tuotannollista tehokkuuttaan länsimaiden tasolle muodostaen oman tuotantofilosofian – Toyota Production Systemin – TPS:n. TPS on sittemmin saanut länsimaisessa kirjallisuudessa nimekseen Lean. Toyotan ideana oli yrityksen ja erehdyksen avulla minimoida tuotannostaan kaikki prosesseille tarpeettomaksi havaitut vaiheet. Tällä tavoin pienennettiin tuotantoon sidottuja kustannuksia ja ylituotantoa. [24, s. 178-183; 25, s. 184-188; 26, s. 88-97; 27, s. 3-5.]

Lean-tuotantofilosofian maailmanlaajuisen kehittymisen myötä se on muodostunut jatkuvasti laajenevaksi kokoelmaksi teorioita ja työkaluja, joilla tuotantoa voidaan tehostaa ja kehittää. Työkalut on kehitetty autoteollisuuden liukuhihnamaisia prosesseja varten, mutta niitä on sovellettu myös rakentamiseen ja muihin palvelualoihin. Parhaimmillaan linjasaneerauskin voidaan kuitenkin mieltää liukuhihnatyöksi, jossa työvaiheet seuraavat toisiaan toistuvassa järjestyksessä. Lean-työkalut eivät ole kuitenkaan suoraa tehokkaammasta tuotannosta. Olennaista työkalujen käytössä on, että niitä soveltava organisaatio havaitsee tehokkuuden taustalla olevat tekijät ja pystyy soveltamaan filosofian keinoja niihin. Kyse ei ole vain uuden työkalupakin kertaluontoisesta käytöstä vaan tavoitteellisesta ja suunnitelmallisesta työkalutuurin muutoksesta (kuva 14). Organisaation muuttuminen Lean-organisaatioksi vaatii pitkäjänteistä ja syvällistä toiminnan mallintamista tuotantoa hidastavien ja haittaavien juurisyiden paikantamiseksi. Leanin periaatteiden mukaisesti tuotannon kehitystyön ominaispiirteisiin kuuluu kehitystarpeen vision määrittäminen ja ikuinen täydellisyyden tavoittelemisen. [24, s. 178-183; 25, s. 184-188; 26, s. 88-97; 27, s. 3-5.]

4.2 Prosessin osasuoritusten eri arvotaset

Tuotanto-organisaation ja sen tuottaman prosessin kehittäminen kohti Leanin mukaista toimintaa voidaan aloittaa prosessin vaiheiden osittamisella. Osat jaetaan ja tunnustetaan prosessille arvoa tuottaviin (VA), arvoa tuottamattomiin (NVA) sekä arvoa tuottamattomiin, mutta välttämättömiin toimintoihin (NNVA).

Korjausrakentamisessa arvoa tuottavat toiminnot ovat niitä, joiden aikana tuotannon kohde eli saneerattava kiinteistö jalostuu. Esimerkiksi laattojen asentaminen kylpyhuoneen seiniin on kiinteistön jalostamista. [24, s. 178-183; 25, s. 184-185; 27, s. 4-5.]

Prosessin kehittämiseksi on keskityttävä arvoa tuottamattomien toimintojen minimoimiseen. Lean-filosofian mukaan elementit, jotka eivät tuota prosessille eli viimekädessä asiakkaalle lisäarvoa, ovat hukkaa (kuva 12). Tuotantoon käytettävän ajan minimoimiseksi hukka on välttämätöntä eliminoida. [24, s. 178-183; 25, s. 184-185; 27, s. 4-5.]

Kahdeksan hukan kategorია	Esimerkkejä esiintymisestä ja vähentämisestä
Varasto	Vähennä eräkokoja, vähennä läpimenoaika, synkronoi tuotantovaiheet, lisää kapasiteettiä piikkien hallitsemiseksi, minimoi tarkistukset
Liike	Yhdistä eri vaiheita, poista etsiminen, järjestä layout 5S mukaiseksi, käytä visuaalista ohjausta
Virheet	Laatustandardit, standardi dokumentointi, standardi työ, virhemahdollisuuksien eliminointia (Poka-Yoke)
Prosessointi	Suunnittele työ/osa komponenttien/ työvaiheiden minimoimiseksi sekä yksinkertaistamiseksi, standardi työ
Ylituotanto	Vähennä eräkokoja, vähennä asetusajoja, vähennä alussa syntyvien virheiden määrää, yksinkertaista prosessia
Odottaminen	Synkronoi tuotantovaiheet, yhdistä töitä, tasoita työmäärät, kouluta työntekijät, visuaaliset jonot
Kuljettaminen	Luo työsolut, luo paperittomat prosessit, vähemmän toimittajia, minimoi siirtojen määrä, varasto käyttöpaikalle
Informaatio	Helposti ymmärrettävä informaatio, visuaalinen ohjaus, datan tarkkuus

Kuva 12. Lean-filosofian mukaiset hukan kategoriat [24, s 180].

Arvoa tuottamattomia, mutta välttämättömiä vaiheita on vaikeampi tunnistaa. Näiksi voidaan käsittää esimerkiksi rakentamiseen liittyvät katselmukset ja tarkastukset, jotka vievät osansa rakentamisvaiheesta, mutta eivät varsinaisesti jalosta kohdetta. [24, s. 178-183; 25, s. 184-185; 27, s. 4-5.]

Kaikkia alun perin tuoteteollisuuden tarpeeseen kehitettyä kahdeksaa hukan kategorία voidaan soveltaa myös korjausrakentamiseen, vaikka se on ominaispiirteiltään palveluliiketoimintaa. [24, s. 178-183; 25, s. 184-185; 27, s. 4-5.]

4.3 Tuotannon arvovirta

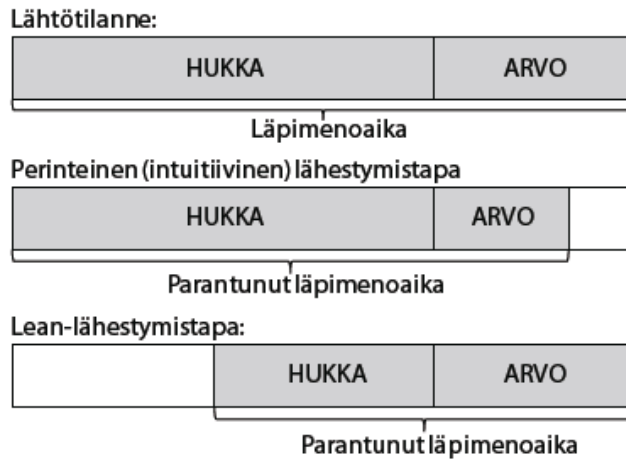
Tuotantoprosessia, eli tämän työn tapauksessa linjasaneerauksen rakentamisvaihetta voidaan tarkastella arvovirtaprosessina eli arvoketjuna. Ketju muodostuu kaikista toiminnoista eli työvaiheista (VA, NVA, NNVA), jotka ovat välttämättömiä prosessin tekemisessä. Linjasaneerauksen nykyisessä tuotannonohjauksessa tämä tarkoittaa kaikkia työvaiheita ja esimerkiksi niihin liittyviä materiaalien siirtoja. Arvovirran kuvaus voidaan myös tarkentaa käsittämään yhteen saneerattavaan putkilinjaan liittyviä työvaiheita tai vain yhtä työsuoritusta. [11, s. 8-15; 25, s. 184-188; 26, s. 20-46.]

Ketjussa ilmaantuvan hukan havaitsemiseksi ja liian monimutkaisuuden minimoimiseksi kaikki arvovirran työvaiheet ja toimintatavat on kyseenalaistettava kokonaisvaltaisen mallintamisen avulla. Tällä tavalla kehitettävään arvovirtaan saadaan valikoiduksi vain arvoa tuottavat työvaiheet. Mitä tarkemmalle tasolle eli mitä pienempiin prosesseihin linjasaneeraus voidaan jakaa, sitä helpompi on havaita eri elementtien arvotasot. [11, s. 8-15; 25, s. 184-188; 26, s. 20-46.]

Arvoketjun mallintaminen voidaan jakaa seuraaviin päävaiheisiin:

- Tunnistetaan valitun prosessin eli esim. työtehtävän eri osasuoritukset
- kartoitetaan osasuoritukset arvoa tuottamattomiin ja tuottaviin
- eliminoidaan suorituksista hukka ja liika monimutkaisuus
- muodostetaan arvoa tuottavista uusi arvoketju
- otetaan Leanin mukainen uusi arvoketju tuotannon käyttöön ja vakioidaan prosessi.

Perinteisen tuotannonohjauksen kehitystavoitteeksi mielletään usein arvoa tuottavien työvaiheiden tehostaminen, kun taas Lean-lähestymistapa tähtää hukan poistamiseen (kuva 13). [11, s. 8-15; 25, s. 184-188; 26, s. 20-46.]



Kuva 13. Perinteisen- ja Lean-lähestymistavan erot läpivientiajan lyhentämiseksi [25, s. 184].

Arvoketjun kehittämisessä eli läpivientiajan lyhentämisessä tulee siis osata tunnistaa kahdeksan hukan muotoa ja pyrkiä poistamaan prosesseista turhia vaiheita mm. yhdistelemällä niitä ja lyhentämällä vaiheiden välisiä odotusaikoja. Tällä tavoin saavutetaan eri työvaiheista koostuva jatkuva arvovirtaus. [11, s. 8-15; 25, s. 184-188; 26, s. 20-46.]

4.4 Läpivientiaika

Prosessin läpivientiaika (*lead time*) kuvaa prosessin käynnistymisen ja sen lopettamisen välistä ajanjaksoa. Käynnistyminen lähtee Lean-periaatteiden mukaisesti asiakkaan tarpeesta ja päättyy tarpeen tyydyttämiseen. Asunto-osakeyhtiön linjasaneerauksen asiakastasojen tarvetta voidaan kuvata oheisen taulukon 1 avulla. [26, s. 22-23; 27, s. 7.]

Taulukko 1. Läpivientiajan määrittely asiakastasolla.

Asiakas	Tarpeen tunnistaminen (input)	Tarpeen tyydyttäminen (output)
Taloyhtiö	Tarveselvitys saneerausta varten	Koko kiinteistön saneeraus valmis
Asukas	Tarve muuttaa remontin alkaessa pois	Muutto takaisin asuntoon

Tässä työssä läpivientiaika (*cycle time*) määritellään linjasaneeraukselle kuitenkin korjaustyön toteuttavan pääurakoitsijan näkökulmasta siten että, prosessi alkaa kun työt yhdessä rapussa tai rapun sisältämässä putkilinjassa alkavat suojaustöillä ja päättyy rapun tai linjan työkohteiden luovutukseen asiakkaille. Läpivientiaika määritellään siis ajaksi, joka virtausyksiköltä eli esim. rapulta kuluu rakennustyön alusta loppuun. Vir-

tausyksiköt voidaan käsittää lähes identtisiksi toistuvan tilakorjausperiaatteen mukaisesti. [26, s. 22-23; 27, s. 7.]

4.5 Virtaustehokkuus

Virtaustehokkuus tarkoittaa virtausyksikön jalostamiseen käytettävien toimintojen vievän ajan määrää suhteessa läpivientiaikaan. Jalostamista on kaikki toiminta, joka luo yksikölle arvoa, eli esim. laatoituksen asentaminen kylpyhuoneen lattia- ja seinäpinnoille. Laattojen siirtäminen talon pihan varastoalueelta rakennettavaan kylpyhuoneeseen ei jalosta virtausyksikköä eli kylpyhuonetta tai rappua, mutta se on välttämätön toiminto saneerauksen valmistumiselle. Mitä vähemmän prosessissa on hukkaa, niin sitä suurempi on virtaustehokkuus. [24, s. 179; 26, s. 24-28.]

Virtaustehokkuutta on mitattu linjasaneerauksen osalta kylpyhuoneisiin asennetuilla riistakameroilla. Tutkimuksissa on selvinnyt, että kylpyhuone on n. 82 % läpivientiajasta tyhjiällä ilman työmiehiä. Kun tila on tyhjänä, ei se myöskään jalostu, mikä käsitetään hukaksi. Tässä esimerkissä virtaustehokkuuden ollessa 18 % virtausyksikkö jalostuu siis laskennallisesti 10 viikon läpivientiajan aikana vain n. 13 päivää. [28.]

4.6 Työntöohjauksen vaikutukset

Rakentamisen tuotannonohjaus toimii nykyisin suurimmaksi osaksi työntöohjausmenetelmällä. Tämä tarkoittaa, että tuotantosuunnitelmat, kuten aikataulut ohjaavat ja ikään kuin työntävät työntekijät työmaalle. Aikataulut ja muut suunnitelmat ohjaavat työtehtävien valmistumista. Tuotannonohjaus perustuu yleissuunnitteluun ja sen perusteella tapahtuvaan toimeenpanoon, jota valvotaan ja ohjataan. Tuotannon laatua pyritään valvomaan mm. hyvää rakentamistapaa ohjaavien normien avulla. [7, s. 140-143; 11, s. 8-15; 24, s. 180.]

Rakennusalan urakoitsijat ovat usein erikoistuneet vain yksittäisiin työvaiheisiin, kuten purku- tai maalaustöihin. Erikoistumisen seurauksena rakentamisvaiheet ovat jakaantuneet useiden toimijoiden välille. Pääurakoitsijan toteuttama projektinhallinta on muodostunut pilkottujen urakoiden sopimussuhteiden ja urakkarajojen hallinnaksi. Tuotanto mielletään työkauppojen osto- ja myyntiprosessina, joissa sopimukset pyritään teke-

mään aukottomiksi. Läpivientiaikojen lyhentämiseksi ja tuotannon tehostamiseksi nähdään vain yksi tie – erillisten osasuoritusten eli työkauppojen osaoptimointi. Kun kehitystyö keskitetään vain työvaihe- tai tehtäväkohtaiseksi, jää tuotannon arvovirran kehittäminen kokonaisuutena vähemmälle arvolle. [7, s. 140-143; 11, s. 8-15; 24, s. 180.]

Rakentamisen Lean-tuotannonohjauksen tavoitteena on kehittää prosesseja myös kokonaisuutena mm. rakennushankkeen osapuolten yhteistoiminnan kautta. Allianssimallilla toteutetut vaativat hankkeet eli esim. sairaalahankkeet ovat esimerkkejä osapuolten välisen yhteistoiminnan vaikutuksesta rakentamiseen. Yhteistoiminta tähtää yhteisten intressien löytämiselle eri toimijoiden välillä. Yhteiset tavoitteet panostavat toimijoita tuotannon yhteistyön parantamiseen. Yhteistyöllä voidaan saavuttaa esim. kustannussäästöä lyhentyneenä läpivientiaikana. [7, s. 140-143; 11, s. 8-15; 24, s. 180.]

4.7 Last Planner System

Last Planner System (LPS) on yksi tunnetuimmista Lean-työkaluista, joka soveltuu rakentamisen aikataulu- ja tuotantosuunnitteluun. LPS:n periaatteiden mukaisesti aikataulusuunnittelun pohjatietona toimii yleisaikataulu, jota tarkennetaan LPS-prosessissa kohti viikkoaikataulun päivätasoisia tehtäviä. Last Plannerille tunnusomaista on, että tehtävien edellytykset pyritään varmistamaan jatkuvan virran saavuttamiseksi. Edellytysten varmistaminen on tasaista ja suunniteltua työnopeutta haittaavien tekijöiden minimoimista. Kun kaikki edellytykset on täytetty, voidaan tehtävä aloittaa. Edellytyksiä esim. kylpyhuoneen laatoitustyön alkamiselle ovat mm:

- Materiaalit ovat saatavilla
- työntekijät ovat vapaina tehtävän suorittamista varten
- suunnitelmat ovat toteuttamiskelpoisia
- laatoitusta edeltävä vedeneristys on tehty. [11, s. 16-17, 105-108.]

Last Plannerin periaatteiden mukaisesti toteutetut viikkosuunnitelmat sisältävät kaikki ajanjaksolle ajoittuvat työtehtävät niiden laajuudesta huolimatta. Kaikki työtehtävät käsitetään samanarvoisina ja niille määritellään keskinäiset riippuvuudet. Viikkosuunnitelmien toteutumista seurataan jatkuvasti ja muutospaineen ilmentyessä aikatauluun tehdään korjauksia. Suunnittelun toteutumista seurataan sen sisältämien tehtävien

toteutumisprosentilla (TTP%). Työmaan eri toimijoiden työntekijät on järkevää sitouttaa viikkosuunnitelmien tekemiseen ja seurantaan. Koko työmaan yhteistoiminnan onnistumisen kannalta kaikkien urakoitsijoiden edustajilla pitää olla mahdollisuus osallistua viikkosuunnitelman laadintaan. Yhteistoiminnassa järjestetyissä työmaan viikkosuunnittelupalavereissa työjärjestys on mahdollista sovittaa järkeväksi ja resurssit voidaan kohdentaa työkohteisiin tasaisemmin. [11, s. 16-17, 105-108.]

Last Planner on sidoksissa työmaan eri vaiheita koskeviin tehtäväsuunnitelmiin, jotka otetaan viikkosuunnittelussa huomioon. Kattava ja yksityiskohtainen viikkosuunnittelu tähtää kaikkien tuotannon häiriötekijöiden minimoimiseen ennen suunnitelman toimeenpanoa. Hyvä suunnittelu poistaa ikäviä tuotantoa haittaavia yllätyksiä ja parantaa virtaustehokkuutta. [11, s. 16-17, 105-108.]

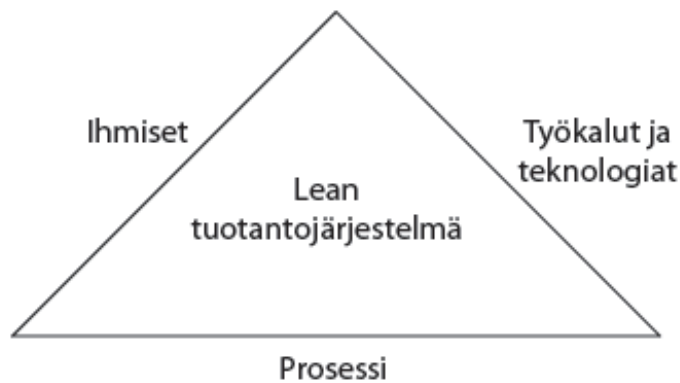
4.8 Visuaalinen ohjaus

Tietoteknisten sovellusten sekä suunnitteluohjelmien kehittyminen ja monipuolistuminen luo paremmat edellytykset visuaalisten työkalujen käytölle rakentamisen apuna. Kannettavat tietokoneet, älypuhelimet ja tabletit ovat työmaiden tuotannonohjauksessa jo arkipäivää. 3D-malleja ja muita suunnitelmia voidaan lukea ja tulkita työnjohtajan tabletin kautta työmaaolosuhteissa, mikä vähentää mm. turhaa liikkumista työmaan ja työmaatoimiston välillä. Kannettavien älylaitteiden avulla voidaan tehdä myös työmaan laadunvarmistukseen liittyviä tarkastusdokumenteja. [2, s. 8, 85-89; 7, s. 96-100; 27, s. 37.]

Lean tähtää tuotannon kehittämiseen myös visuaalisten ohjaustyökalujen kautta. Helposti tulkittavat ohjekyltit, laadunhallintadokumentit, tarkastuslistat ja suunnitelmat nopeuttavat tuotantoa. Tuotannossa tarvittavan suunnittelutiedon välittäminen työmaatoimihenkilöiltä ja suunnittelijoilta työntekijöille pitää olla sujuvaa, sillä huono tiedonkulku ja työntekijöiden epätietoisuus vaadittavasta laatutasosta lisää laatu- ja aikatauluriskejä. [2, s. 8, 85-89; 7, s. 96-100; 27, s. 37.]

4.9 Kaizen

Kaizen on johdettu kahdesta japanilaisesta sanasta. Kai tarkoittaa muutosta ja zen parempaa. Kaizen-teoria ohjaa siis organisaatiota ja sen toimintaa vapaasti käännettynä muutoksen kautta parantamiseen. Prosessin parantaminen pitää olla yrityksessä jokapäiväistä, jatkuvaa ja järjestelmällistä. Kaizen ohjaa yrityksen prosesseja kohti virheetöntä toimintaa. Kun havaitaan Lean-työkalujen avulla hukkaa tai virheitä, niin ne poistetaan muuttamalla toimintatapoja. Uudet tavat testataan käytössä ja vakioidaan uudeksi toimintamalliksi. [24, s. 179-183; 27, s. 11.]



Kuva 14. Lean-filosofia tähtää ihmisten, työkalujen ja prosessin kehittämiseen [24, s. 179].

Kaizenin ja koko Leanin järjestelmälliseen käyttöön kuuluu hyödyntää koko henkilökunnan panos mm. koulutuksen ja avoimen tiimityön avulla. Motivoitunut henkilökunta on avainasemassa yrityksen kehityksessä, sillä kulttuurin muutosten toteuttaminen vaatii positiivisen ilmapiirin. [24, s. 179-183; 27, s. 11.]

4.10 Asiakkaan tarve

Linjasaneerauksen toteuttaminen on asiakkaalle tuotettava palvelutuotekokonaisuus. Linjasaneerauksen toteutusmallin ja sen puitteissa tarjottavien palvelukokonaisuuksien tulee vastata asiakkaan tarpeita. Leanin periaatteiden mukaisesti palvelu ei saa sisältää elementtejä, jotka eivät tuota asiakkaalle arvoa. Asiakkaille ei siis pidä tarjota sellaista palvelua, joka on mahdollista toteuttaa olemassa olevan organisaation puitteissa edullisemmin ja asiakkaalle arvoa tuottavammin. [24, s. 179.]

5 Läpivientiajan lyhentämisen ongelmat ja mahdollisuudet

5.1 Tausta ja tavoitteet

Työn aikana yhdeksi tutkimuskysymyksistä nousi linjasaneerauksen tilaavan asiakkaan halukkuus nopeuttaa saneerauksen läpivientiaikaa, sillä hankkeen nopeuttamiseksi välttämättömät menetelmä- ja materiaalivalinnat saattavat nostaa remontin hintaa. Asiakas eli tilaaja on rakentamisessa kuitenkin aina viimekädessä se, joka maksaa tehottomasta työstä, pidentyneestä työajasta sekä työaikaan sisältyvästä hukasta.

Leanin periaatteiden mukaisesti yrityksen on kyettävä vertaamaan omaa tuotantoaan alan vallitseviin trendeihin ja ottaa muiden toimintatavoista oppia. Tarkoituksena ei ole kopioida, vaan sopeuttaa toimivia käytäntöjä omaan tuotantoon. Tätä varten päätettiin selvittää linjasaneerauksien aikataulujohtamisen sekä Leanin eri teorioiden käyttöä rakennusalaalla yleisesti. Tutkimuskysymysten selvittämiseksi päädyttiin haastattelututkimukseen.

5.2 Haasteltavien valinta ja haastattelumenetelmät

Haastateltavat asiantuntijat valittiin suurten rakennuttajien sekä konsultti- ja suunnittelutoimistojen korjausrakentamiseen erikoistuneista henkilöistä. Haastateltavat toimivat avainasemissa mm. hankkeiden tuotantomenetelmien valintaa ohjaavassa hankesuunnitteluvaiheessa sekä rakentamisen aikaisessa projektinjohtamisessa. Haastatteluista sovittiin etukäteen sähköpostitse ja ne järjestettiin valittujen asiantuntijoiden yritysten tiloissa. NCC:n yhteistyökumppaneiden haastattelujen lisäksi päätettiin haastatella oman yrityksen edustajia, jotka ovat kokeneet linjasaneerauksen esimerkiksi omassa kotitalossaan. Haastattelumenetelmäksi valikoitui teemahaastattelu. Haastatteluteemat eli keskustelua ohjaavat aihekokonaisuudet valittiin etukäteen.

Teemahaastattelussa käsiteltiin mm. seuraavia aiheita:

- Leanin tuntemus rakennusalalla ja sen hyödyntäminen rakentamisessa
- linjasaneeraushankkeiden läpivientiaikojen nykytila
- linjasaneerauksen aikataulun pitävyyteen vaikuttavat tekijät
- aikataulujohtamisen keinot ja onnistumiset asuntokorjaamisessa
- linjasaneerausmenetelmien ja rakennustuoteteollisuuden kehittymisen vaikutukset läpivientiaikaan
- suurten rakennuttajien ja asunto-osakeyhtiöiden halukkuus nopeuttaa läpivientiaikoja
- hankkeiden työvaiheiden jakaantuminen useiden urakoitsijoiden kesken.

Haastattelujen tavoitteena oli analysoida haastateltavien henkilöiden kokemuksia, mielipiteitä ja havaintoja kaikkien teemojen osalta.

5.3 Haastattelujen tulokset

5.3.1 Leanin soveltaminen rakentamisessa

Haastatteluissa keskusteltiin Leanin teorioista ja niiden soveltuvuus rakennusalalle koettiin haastateltavien keskuudessa hyväksi. Leanin tuntemus rakennusalalla havaittiin kuitenkin vielä verrattain pieneksi. Leanin työkaluja ja teoriaa on esitelty suppealla tasolla tuotannonohjauksessa käsiteltävissä Rakennustieto Oy:n kustantamissa ohjekirjoissa, mutta käytännön sovellusten hyödyntäminen on kuitenkin vähäistä. Last Plannerin teorioita on otettu viime vuosina vähitellen käyttöön korjausrakentamisessa ja käyttöönoton tuloksista on tehty myös muutamia insinööri- tai diplomitöitä. Last Plannerin menetelmiä arvioitiin käytettävän noin yhdessä kymmenestä rakennushankkeesta, jotka ovat pääasiassa suuria julkisia esim. sairaalahankkeita. [29; 30; 31; 32.]

Leanin työkalujen soveltamisen kehittämiseksi rakennusalalla on perustettu Lean Construction Instituutti (LCI-Finland), joka on avoin yleishyödyllinen organisaatio. LCI-Finlandin toiminnassa on mukana muutamia suuria rakennusliikkeitä sekä suunnittelu- toimistoja, joiden kehityksen raporteja julkaistaan LCI-Finlandin kautta seminaareissa ja verkkojulkaisuissa. Myös osa Suomessa toimivista yrityskonsultointiin erikoistuneista

yrittäjistä tarjoaa Lean-koulutusta ja avustaa teorioiden soveltamisessa tuotantoprosesseihin.

5.3.2 Linjasaneerausmenetelmien vaikutukset läpivientiaikaan

Rakennuttamistehtävissä toimivat haastateltavat ovat kokeneita korjausrakentamisen ammattilaisia ja he ovat olleet mukana useissa eri linjasaneerausmenetelmiä yhdistelevissä hankkeissa. Urakoitsijoiden tietoisuus käytettävissä olevista rakennusmateriaaleista sekä saneerausmenetelmistä koettiin laajaksi. Nykyään osataan hyödyntää tuoteteollisuuden kehittämiä nopeasti kuivuvia tasoitteita ja paikkausmassoja, joilla voidaan saavuttaa aikatauluhyötyjä. Edistyneemmät tuotteet, eli esimerkiksi nopeammin kuivuvat tasoitteet, lisäävät kuitenkin hankkeen materiaalikustannuksia. [29; 30; 31; 32.]

Mielipiteet putkistojen pinnoitusmenetelmien luotettavuudesta jakaantuivat, kuten kirjallinen lähdetutkimuskin osoitti. Kaikkien valmistajien menetelmien lupauksille suunniteltujen käyttöikien suhteen ei annettu täyttä luottamusta. Pinnoitusmenetelmistä sukitus koettiin turvallisimmaksi vaihtoehdoksi. Eri menetelmien yhdistelmäkorjauksista oli kaikilla kokemusta, mutta perinteinen linjasaneerausmenetelmä koettiin luotettavimmaksi. [29; 30; 31; 32.]

Esituotettuja elementtejä on käytetty vielä muihin menetelmiin verrattuna vähän. Hankkeissa, joissa valmishormielementtejä on käytetty, on saavutettu muutamien viikkoja lyhempiä työaikoja linjoittain verrattuna perinteisellä menetelmällä tehtävään saneeraukseen. Isännöintiliiton teettämän Putkibarometrin mukainen 10-12 viikon linjakohtainen läpivientiaikaan verrattuna elementtejä hyödyntämällä työaika on pystytty lyhentämään n. 8 viikkoon. [29; 30; 31; 32; 33; 34.]

Suurista rakennusliikkeistä Fira ja Consti ovat markkinoineet voimakkaasti kehittämiään nopeutettuja linjasaneerauksia. Näiden eri saneerausmenetelmiä yhdistelevien palvelumallien avulla linjasaneeraus voidaan suorittaa nopeimmillaan 7-15 päivässä. Näin nopeasti tehtävässä hankkeessa ei kuitenkaan yleensä uusita märkätilojen pintarakenteita. Vedeneristykset ja laatoitukset uusittaessa aikaisempien materiaalien purku ja uusien materiaalien vaatimat kuivumis- ja asennusajat pidentävät linjasaneerauksen läpivientiaikaa. 1-2 viikon linjasaneerauksen toteutusideassa havaittiin kuitenkin mm. normisidonnaiseen ja lukuisia työvaihekohtaisia tarkastuksia vaativaan työkuulttuuriin

liittyviä valvonnallisia ongelmia. Nopeassa tahdissa tehtävät työt vaativat mm. LVI- ja rakennustöiden valvojien lähes jatkuvaa läsnäoloa työmaalla, sillä laadun varmentamiseksi tehtäviä tarkastuksia pitää tehdä tässä tapauksessa todella tiheästi. Tästä voidaan päätellä, että aikataulun lyhentämistä suunnitellessa pitää ottaa huomioon tarkastusten ja laadunvarmistustoimenpiteiden viemä aika, vaikka ne eivät suoranaisesti ole arvoa tuottavia toimintoja. [29; 30; 31; 32; 33; 34.]

5.3.3 Aikataulujohtamisen ongelmat

Rakennuttajien mielestä työmaiden alkaessa urakoitsijoilla on selkeät aikataululliset tavoitteet ja intoa niihin pääsemiseen. Usein työmaatoimiston seinälle on saatettu tehdä visuaalisesti näyttävä valvontavinjetti aikatauluseurantaa helpottamaan. Mahdollisten aikatauluviivästysten ja tuotantohäiriöiden ilmaantuessa valvontavinjetin seuraaminen ja päivittäminen vaatii aikaa. Joissain tapauksissa aikatauluviivästysten ja vinjetin paikkansapitävyyden kärsiessä on se jopa poistettu toimiston seinältä urakoitsijan toimesta. Valvontavinjettien käyttö on varsinkin suuremmissa saneerausurakoissa arkipäivää ja niitä arvioitiin käytettävän koko työmaata palvelevana visuaalisena ohjauskeinona noin puolessa kaikista korjaushankkeista. Rakennuttajilla ei ollut tietoa käyttävätkö urakoitsijat seinälle tehtävän vinjetin rinnalla aikatauluohjelmien vinjettityökaluja. [29; 30; 31; 32.]

Työmaakokouksissa pääurakoitsijat raportoivat rakennuttajalle työmaan aikataulun pitävyyttä. Kokouksissa esitetään mahdolliset myöhästymisistä aiheutuvat kiinniottosuunnitelmat sekä tuotantohäiriöiden takia muutetut työjärjestykset. Aikatauluviivästysten ilmentyessä niiden syyksi on usein kerrottu yhden tai useamman urakoitsijan töiden myöhästyminen, joka on heijastunut koko työmaan aikatauluun. Jos purkutöitä ei ole tehty kerralla loppuun, on aikataulu myöhästynyt, koska seuraavan työvaiheen alkaminen vaatii purkuryhmän toisen käynnin. Yhden urakoitsijan syyttäminen koko hankkeen aikataulun myöhästymisestä saattaa olla myös todellisen syyn peittelyä. Myöhästymisten taustalla on usein myös mm. töiden yhteensovittamiseen liittyvä puutteellinen tuotannonohjausmenetelmä. [29; 30; 31; 32.]

Aikataulujen laadinnassa epäillään käytettävän edelleen liikaa ns. mutu-periaatetta, vaikka aikataulujen tueksi on tarjolla säännöllisesti päivettäviä Ratu-menekkejä sekä yrityksiä itse mittaamia todellisia menekkejä. Läpivientiajan lyhentämiseksi suositeltiin erityisesti todellisten mitattujen työmenekkien kokonaisvaltaista käyttöä aikataulusuun-

nittelussa. Kokemuksiin ja tuntemuksiin perustuvaa aikataulusuunnittelua pitäisi vähentää ja keskittyä työtunnin tarkkuudella tehtävään työsuunnitteluun. [29; 30; 31; 32.]

Asiantuntijoiden mielestä urakoiden pilkkoontuminen ja rakentamisen projektikohtaisuus ovat nousseet viimeisten kahden vuosikymmenen aikana aikataulullisesti haastavaksi ongelmaksi. Projektikohtaisuudella tarkoitetaan sitä, että pääurakoitsija valitsee varsinaisen työn tekevät aliurakoitsijat liian usein halvimman tarjouksen perusteella ja projektiksi kerrallaan, eikä jatkuvuutta yhteistyössä pääse syntymään. Pääurakoitsijoilla on suuri työ mm. laatu- ja toimintajärjestelmiensä mukaisten dokumenttien laadinnassa ja aliurakoiden sopimuskaupan valvonnassa. Dokumenttien määrä korreloi urakoitsijoiden ja näiden välille pilkottujen työvaiheiden kanssa. Aikaa ei ole välttämättä jäänyt riittävästi varsinaiselle työnjohdolle ja valvonnalle, jolloin aikatauluseurannan tekeminen on voinut jäädä vähemmälle huomiolle. Aikataulupoikkeamiin varautumisessa, eli tuotannon laajemmassa esisuunnittelussa mm. tehtävä- ja viikkosuunnitelmien avulla, havaittiin parantamisen varaa. [29; 30; 31; 32.]

Varsinkin asunto-osaakeyhtiöt ovat ilmaisseet huolensa urakoiden pilkkoontumisesta eri toimijoiden välille. Varsinaisen rakennustyön tekee suurimmaksi osaksi vielä urakaneuvotteluvaiheessa tilaajalle tuntemattomat päätoteuttajan aliurakoitsijat. Tilaajan luottamus aliurakoitsijoiden laatuun perustuu vain lähinnä päätoteuttajan antamiin lupauksiin, vaikka päätoteuttaja hyväksyttääkin tilaajalla merkittävät alihankkijansa YSE:n mukaisesti. [29; 30; 31; 32; 33; 35; 36; 37; 38.]

Haastattelijat pohtivat myös pääurakoitsijan ja aliurakoitsijan välisen sopimuksen mukaisten töiden viivästyssakkojen suuruuden vaikutusta aliurakoitsijan työpanokseen. YSE:n mukaiset viivästyssakot miellettiin yleisesti liian pieniksi suhteessa myöhästymisestä muulle projektiorganisaatiolle koituvaan haittaan, eli esim. töiden uudelleenjärjestämiseen. [29; 30; 31; 32.]

Asiantuntijoiden mielestä useasta eri urakoitsijasta koostuvan työmaaorganisaation tulisi panostaa jatkuvaan yhteistoimintaan työmaakohtaisen yhteistyön sijaan. Ns. työmaa-allianssien kautta voitaisiin parantaa yhteistyötä tuotannonsuunnittelussa. Työmaan yhteistä aikataulusuunnittelua on muutamissa tapauksissa havaittu tehtävän viikoittaisissa urakoitsijapalaverieissa myös aliurakoitsijoiden edustajien kanssa, mutta muuten yhteistoiminnallinen aikataulutusta on harvinaista. [29; 30; 31; 32; 33; 35; 36; 37; 38.]

5.3.4 Rakennuttajien halukkuus lyhentää läpivientiaikoja

Suuret yksityiset vuokranantajat, kuten VVO tai SATO omistavat erikokoisia kerrosta-loista koostuvia vuokra-asuntokiinteistöjä. Kiinteistöissä tehdään linjasaneerauksia sekä laajempia peruskorjauksia, joissa uusitaan LVIS-järjestelmien lisäksi muita huoneis-tojen pintamateriaaleja ja täydentäviä rakennusosia esim. ikkunoita. Asukkaat muutta-vat poikkeuksetta pois suurten remonttien tieltä. Tällöin voittoa tavoittelevien yritysten vuokratuoton saaminen keskeytyy saneerattavissa kiinteistöissä. Vuokrayhtiöiden edustajien keskuudessa seurataan tarkasti eri urakoitsijoiden jatkuvan kehityksen tu-loksena syntyviä rakennusaikaa lyhentäviä tuotannonohjaustapoja ja innovaatioita. Haastatteluissa havaittiin selkeästi halukkuutta teettää saneerausurakoita nopeam-massa aikataulussa paremman vuokratuoton saamiseksi. [29; 30; 31; 32.]

Asunto-osakeyhtiöiden edustajien suurimpia huolia linjasaneerausten toteuttamisessa on sovitun aikataulun pitävyys. Rakentamisen aikataulun myöhästyminen vaikuttaa olennaisesti osakkaiden ja asukkaiden muuttojen järjestelyyn aiheuttaen kohtuutto-maksi koettua haittaa. Poismuutosta tilapäisiin vuokra-asuntoihin koituu osakkaille luonnollisesti kustannuksia, joita voidaan vähentää hanketta nopeuttamalla. Haastatte-luissa selvisi, että nykyinen 10-12 viikkoa keskimäärin kestävä perinteistä linjasanee-rausta ei pidetä välttämättä liian pitkänä, kunhan suunniteltu aikataulu toteutuu. Linja-saneeraushankkeen kokeneet henkilöt kokivat, että tilapäisasuntoon muuttamisesta koituva haitta on aina vakio huoneistokohtaisen saneerauksen kokonaiskestosta huo-limatta. Tästä voidaan päätellä, että linjasaneerauksen keskimääräisen läpivientiajan liiallinen lyhentäminen usealla viikolla ei välttämättä tuota asiakkaalle riittävästi arvoa. [32; 33; 35; 36; 37; 38.]

Hankkeiden valmistumista suunnitellussa aikataulussa tai jopa sitä lyhemässä ajassa havaittiin arvostettavan yleisesti rakennuttajaorganisaatioiden ja asunto-osakeyhtiöiden keskuudessa. Aikataulullisista onnistumisista saatavista palkkioista on voitu sopia urakkasopimuksissa, sillä se tuottaa kiinteistöiden omistaville yksityisille henkilöille tai yrityksille välitöntä arvoa. [29; 30; 31; 32; 33; 35; 36; 37; 38.]

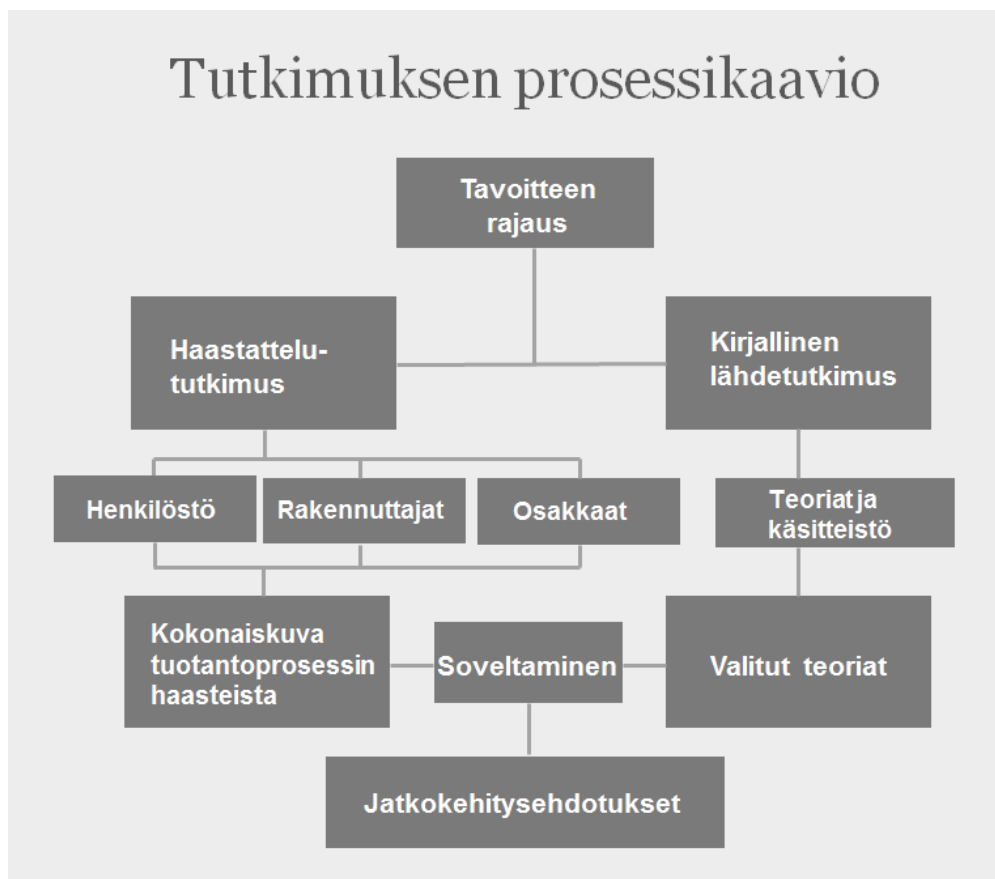
6 Leanin soveltaminen NCC:n toteuttamiin linjasaneerauksiin

6.1 Tausta

Yrityksen kilpailukyky linjasaneerausten urakointimarkkinoilla perustuu mm. tarjoushinnaan, asukasmuutospalvelun tasoon, referensseihin, kykyyn suorittaa urakkaan kuuluvat työt asiakirjoissa määriteltyjen laatuvaatimusten mukaisesti ja toteutuksen läpivientiaikaan. NCC:n mahdollisuudet suoriutua urakkasuorituksista entistä nopeammin parantaa yrityksen kilpailukykyä.

Tämän työn tutkimuksen kohteena olevien läpivientiaikoja lyhentävien Lean-teorioiden ja -työkalujen käyttöönottamisen edellytysten analysoimiseksi haastateltiin myös NCC:n linjasaneeraustyömaiden vastaavia työnjohtajia. Haastattelujen avulla perehdyttiin myös NCC:n korjausrakentamisen tuotannonohjausmenetelmiin, liiketoiminnan rakenteeseen sekä tutkittiin Leanin soveltuvuutta ja vaikutusta työmaan tuotannon ajalliseen suunnitteluun.

Työmailla toteutettujen teemahaastattelujen perusteella todettiin, että Leanin pääperiaatteita tunnettiin osittain mm. Niilo Hämäläisen vuonna 2011 tekemän mestarityön (Tuotannonohjauksen tehostaminen: Lean ja visuaalinen johtaminen korjausrakentamisessa) perusteella. Teemahaastattelut toteutettiin luvussa 5.2. mainittujen teemojen sekä Leanin henkilöstöjohtamisen ja Kaizenin teorioiden mukaisesti. Tämä tarkoittaa, että henkilöstön mielipiteet, näkökulmat ja kehitysehdotukset on otettava huomioon yrityksen prosesseja kehitettäessä.



Kuvio 1. toteutuneen tutkimuksen prosessikaavio.

Kaikkien tämän opinnäytetyön aikana tehtyjen haastattelujen tulosten analysoinnin avulla selvitettiin linjasaneeraustuotannon läpivientiajan lyhentämisen mahdollisuuksia. Tutkimukseen valittujen Lean-teorioiden soveltuvuutta tutkittiin havaittujen mahdollisuuksien hyödyntämiseksi sekä kehitystarpeiden määrittämiseksi ja ratkaisemiseksi.

6.2 Asiakslähtöisyys

Tämän työn tutkimuksen tuloksena ei selvitetty linjasaneerauksen rakennuttajien mielestä ideaalisinta mahdollista aikaa, jonka asunnot ovat pois käytöstä linjasaneerauksen takia. Ideaalista toteutusaikaa ei voida selvittää yleisellä tasolla, koska kaikki palveluliiketoiminta tähtää asiakkaiden tarpeiden täyttämiseen. Esimerkiksi asunto-osakeyhtiöt ovat kaikki asiakkaina yksilöllisiä ja linjasaneerausten toteutustapavalinnat ovat aina hankekohtaisia. Valittu saneerausmenetelmä ja hankkeen laajuus luovat aina raamit hankkeen lyhimälle mahdolliselle läpivientiajalle.

Jokaiselle asunto-osakeyhtiölle toteutettavalle linjasaneeraushankkeelle määritellään tavoitteelliset linjakohtaiset läpivientiajat urakkasopimuksen tekemisen yhteydessä ja ennen töiden aloitusta. Läpivientiaikojen määrittely tulee tehdä aina asiakkaan tarpeiden ja toiveiden mukaisesti. Asiakkaille ei voida myydä palvelutuotteena Lean-mallin nopeutettuja linjasaneerauksia ja uskotella heille, että he todella tarvitsevat sellaista.

6.3 Linjasaneerauksen tavoitteellinen läpivientiaika

Tulevaisuudessa tehtäville hankkeille voidaan asettaa ajallisia tavoitteita, vaikka läpivientiaika ja linjasaneerauksen asuntokohtainen haitta-aika määritellään aina asiakas- ja projektikohtaisesti. NCC:n toteuttamien urakoiden putkilinjakohtaisissa läpivientiajoissa on ollut vaihtelua. Tutkimus osoitti, että asuntokohtainen haitta-aika on rakennuslalla yleisesti keskimäärin n. 10-12 viikkoa perinteisellä menetelmällä suoritettussa linjasaneerauksessa, jossa putkilinjat uusitaan vanhoille paikoille ja kaikki kylpyhuoneen pintarakenteet uusitaan. Kymmenen viikon urakassa havaittiin olevan turhaa hukka-aikaa, joka ilmeni työvaiheiden väliin jäävänä odotusaikana. Töiden paremman järjestelyn avulla perinteiselle menetelmälle voidaan asettaa tavoitteelliseksi linjakohtaiseksi läpivientiajaksi 6-8 viikkoa riippuen rakennuksen kerrosluvusta sekä ilmastointi- ja sähköjärjestelmiin kohdistuvien työsuoritusten laajuudesta.

6.4 Linjasaneerauksen arvovirran mallintamisen hyödyt

Leanin soveltamisen tarkoituksena on poistaa tuotannosta häiriöt. Tuotannon eli linjasaneerauksen työaikaisten mahdollisten häiriöiden minimoimiseksi tuotannon esisuunnitteluun tulee panostaa. Esisuunnittelulla voidaan tunnistaa häiriöt etukäteen ja suunnitella toimenpiteet niiden varalle. Tuotantohäiriöt, kuten puutteellisista suunnitelmista johtuvat lisätyöt saattavat pidentää läpivientiaikaa. NCC:n työmaaorganisaatioilla on käytössään toimintajärjestelmän mukaisia tehtäväsuunnitelmapohjia ja riskianalyysimalleja, joita voidaan hyödyntää esisuunnittelussa. Työmaiden työnjohtajat ja työmaainsinöörit hyödyntävät toimintajärjestelmän jatkuvasti kehitettäviä dokumentteja laajalla tasolla mm. työmaan aikataulusuunnittelun tukena. [39; 40.]

Sovellettaessa Leanin arvovirtaperiaatetta tuotannon esisuunnitteluun tulee kaikki hankkeen aikataulutehtävät eli työssä suoritettavat työvaiheet mallintaa osasuoritteit-

tain uudelleen tarkimmalla mahdollisella tasolla. Tämä tarkoittaa, että esimerkiksi laatoitustyö jaetaan osasuoritteittain ja kaikkien siihen liittyvien vaiheiden osalta arvoa tuottaviin, arvoa tuottamattomiin sekä arvoa tuottamattomiin, mutta välttämättömiin elementteihin (taulukko 2).

Taulukko 2. Esimerkkitaulukko laatoitus- ja saumaustyön arvovirta-analyysistä.

Kylpyhuoneen laatoitustyöt	VA	NVA	NNVA
Vedeneristyksen tarkastus ja aloitusedellytysten toteaminen			X
Laatoitustyön aloituspalaveri			X
Materiaalien vastaanotto ja siirrot työkohteeseen		X	
Lattian vedeneristyksen suojaus		X	
Laastin valmistus		X	
Laatoitustyöt seinät	X		
Laatoitus lattia	X		X
Laatoitus seinien alin laattarivi	X		
Kuivuminen			X
Saumaustyöt	X		
Kuivuminen			X
Lopettavat työt eli siivous ja valmiin työn tarkastus			X

Kun kaikki työvaiheet on mallinnettu, voidaan työvaiheiden aikataulusuunnittelu tehdä Leanin ehdoilla. Aikatauluun tulee valita vain arvoa tuottavat ja arvoa tuottamattomat, mutta välttämättömät vaiheet. Valituille aikataulutehtävien osasuoritteille valitaan työn etenemisnopeutta kuvaava työmenekki tai kuivumisaika ja resurssit eli työntekijöiden määrä. Aikataulutehtävistä, joista on poistettu arvoa tuottamattomat toiminnot, muodostetaan aikataulusuunnittelussa mahdollisimman yksityiskohtainen jatkuva suoritteiden virta. Mitä tarkemmin työvaiheet on suunniteltu ja kohteen rakenteet ja esim. vaaditut tasoitepaksuudet ja kuivumisajat tiedetään, sitä vähemmän puskuriaikaa eli tuotantohäiriöiden varalta tehtävien väliin jätettävää aikaa mallinnetaan työvaiheaikatauluun. Tällä tavalla toimittaessa minimoidaan nykyisin laajasti käytössä olevaan arvioihin, tuntemuksiin ja olettamuksiin perustuvan epätarkan aikataulusuunnittelun aiheuttama ajallinen hukka sekä parannetaan tuotannon virtaustehokkuutta. Aikataulun ulkopuolelle jäävien arvoa tuottamattomien vaiheiden resursointi tulee tehdä siten, että niiden suorittamiseen käytetään vain apumiehiä. Tällöin tuntiveloitushinnaltaan kalliimmille ammattimiehille jää tehtäväksi vain arvoa tuottavat työt, mikä mahdollistaa työkustannuksissa säästämisen. Ammattimiehiä ei ole viisasta ohjata kantamaan laattoja tai siivoamaan, mikäli heillä on mahdollisuus tuottaa arvoa viereisessä työkohteessa. Kaikkien tehtävien mallintaminen on tärkeää, jottei työn aikana yllätyksellisesti ilmaannu ns. ei

kenenkään töitä. Näin vältetään yllätyksiä, häiriöitä sekä turhia resurssien siirtoja pois normaaleista töistä.

Aikataulutehtävien yksityiskohtaisen mallintamisen ja aikataulusuunnittelun tueksi tarvitaan mahdollisimman tarkat määrä- ja osaluettelot, jotta yksikään työvaihe ei jää mallintamatta. Varsinkin kokonaisurakan suosion takia määräluetteloita ei ole järkevää laatia aivan arvovirran mallintamisen vaatimalle tasolle. Varsinkin 1960- ja 1970-lukujen kerrostalojen toistuvat tila- ja rakenneratkaisut mahdollistavat edellisten kohteiden toteutuneiden kustannusten kokonaisvaltaisen hyödyntämisen tarjouslaskennassa. Tarjouslaskennan tuloksena syntyneitä määräluetteloita käytetään apuna varsinaisessa tuotanto- ja aikataulusuunnittelussa. Määräluetteloiden nykytaso saattaakin muodostua esteeksi arvovirran suorittamisen todellisen keston määrittämisessä.

Työvaiheiden tarkempi osittelu lisää aikatauluun suunniteltavien työsuoritteiden määrää oleellisesti. NCC:n työnjohtajat ja työmaainsinöörit käyttävät työmaan aikatauluseurantaan Schedule Planner-ohjelman vinjettityökalua. Vinjetin täyttäminen ja aikatauluseuranta vaatii toimihenkilöiltä enemmän resursseja ja aikaa, kun aikataulujanojen määrä kasvaa. Mitä tarkemmin aikataulutehtävät ja työvaiheiden vaatimat tarkastukset mallinnetaan aikatauluun, sitä tarkempaa pitää olla myös vinjetin käyttö. Jos vinjettiin valitaan liian suuria kokonaisuuksia, voi tuotantohäiriöiden ja myöhästymisten havaitseminen vaikeutua tai myöhästyä. Aikatauluseurantaan tulee siis löytää käytännön kautta ns. kultainen keskitie. [39; 40.]

Ratkaisu läpivientiajan pakonomaiseen lyhentämiseen tuotantonopeutta eli työntekijöiden työtehoa kasvattamalla on väärä. Tämän sijaan tulisi keskittyä työvaiheiden sisältämään ja vaiheiden väliin jäävän ajallisen hukkan poistamiseen. Täysin häiriövarattomaan aikataulusuunnitteluun sisältyy myös riskejä, jotka voivat johtua ennustamattomista inhimillisistä tekijöistä. Autotehtaan vuorokauden ympäri toimivan tuotantolinjan yhden työntekijän korvaaminen on helppoa, kun muiden työvuorojen työntekijät toimivat reservinä. Rakentamisessa pienten aliurakoitsijoiden resurssit ovat rajalliset ja esimerkiksi yksikin sairastapaus voi katkaista tuotannon arvovirran etenemisen. Vaikka korvaava työntekijä saataisiinkin esimerkiksi toiselta työmaalta, niin kohteeseen perehtyminen vie aikaa ja häiritsee sillä tavalla prosessia. Keskeytyneen ja aikataulustaan myöhästyneen liukuhihnatyön kaltaiseksi mallinnetun työn kiinniottaminen on vaikeaa, koska pienet kylpyhuoneet eivät mahdollista rajatonta resurssien lisäämistä.

Tässä tutkimuksessa ei mallinnettu aikataulutehtäviä kokonaisvaltaisesti tai tutkittu mallintamisen ja arvoa tuottamattomien toimintojen vaikutusta läpivientiajan lyhentämiseen. Mallintaminen on kuitenkin välttämätön toimenpide koko linjasaneerausprosessin nopeuttamiseksi, joten se tulisi tehdä omana tutkimuksenaan tämän insinööriyön ulkopuolella. Tutkimustyön aikana havaittiin, ettei rakennusteollisuudessa ole vielä toteutettu Leanin menetelmiä soveltavaa tuotannon arvovirran analysointia. Arvovirtojen mallintamisen kautta ajallisen hukkan eliminointia on tehty lähinnä tehtaissa tapahtuvassa tuoteteollisuudessa ja hoivapalveluita tarjoavissa yrityksissä sekä laitoksissa.

Arvovirran mallintaminen tunnin tarkkuudella tehtäväksi aikatauluksi saattaa aiheuttaa joidenkin työvaiheiden tekijöiden työaikataulun katkonaisuutta ja vaihtelua työmaalla oleviin resursseihin. Joinain päivinä töitä voi olla aikataulun mukaisesti vain yhdelle miehelle muutamaksi tunniksi kun taas toisena tarvitaan useammalta työntekijältä koko päivän kestävä työpanosta. Tarkka aikataulutus poistaa aliurakoitsijoiden omien työntekijöiden resursoinnin joustavuutta. Neljä tuntia kestävälle putkieristykselle on saatettu varata nykypäivän hukkaa sisältävässä aikataulusuunnittelussa kokonainen työpäivä, jolloin urakoitsija on voinut aikatauluttaa oman työnsä joko aamu- tai iltapäivälle. Kun urakoitsijoiden mahdollisuus siirtää resurssejaan työmailta toisille joustavasti poistuu, saattaa se ilmetä urakkatarjousten hintojen nousuna.

6.5 Työ- ja tuotemoduulit

Leanin määrittelemien hukkan eri kategorioiden havainnointi linjasaneerauksen toteutuksessa osoittautui helpoksi. Linjakohtaisesti töitä tehdessä hukkaa ilmenee varsinkin turhina liikkeinä kerrosten välillä. Työntekijät joutuvat jatkuvasti käyttämään portaita tai hissiä siirtyessään valmiilta työkohteeltaan seuraavaan kerrokseen. NCC:n toteuttamissa linjasaneerauksissa töitä on tehty sekä linjoittain, että porrashuoneittain. Tutkimus osoitti, että kerrosten välillä liikkumisen vähentämiseksi on järkevää toteuttaa linjasaneeraus siten, että kaikki porrashuoneen linjat toteutetaan samanaikaisesti. Työt tulee suunnitella ja rytmittää siten, että työntekijä tai työryhmä pystyy tekemään sille suunnitellut työvaiheet yhtäjaksoisesti samassa kerroksessa ennen siirtymistä seuraavalle työskentelyalueelle eli seuraavaan kerrokseen. [39; 40.]

Kun arvovirran analysoinnin perusteella aikataulutehtävät on muodostettu yksityiskohdaisesti, myös suoritteiden eräkoot pienenevät. Pienentyneillä optimoiduilla työerillä

minimoidaan myös niiden väliin jäävää hukkaa. Prosessissa kuluu enemmän aikaa, kun eräkoot ovat suuria. Jos koko linjan putkityöt on suunniteltu yhdeksi aikataulutehtäväksi ja työ suoritetaan suunniteltua nopeammin, jää ennen seuraavan työvaiheen alkua turhaa odotushukkaa. Työsuoritteiden väliin jäävä hukka-aika saadaan poistettua jo tuotannon esisuunnitteluvaiheessa, jos suoritteet suunnitellaan tarkasti ja mahdollisimman pieniin eriin. Pienet eräkoot mahdollistavat yksityiskohtaisemman aikataulusuunnittelun, joka voidaan laatia jopa tunnin tarkkuudella. Todellisuudessa linjasaneerausten työt suunnitellaan päivän tai jopa viikon tarkkuudella, vaikka työn kirjallisessa lähdetutkimuksessakin mainittujen ohjeiden mukaisesti aikataulut tulisi suunnitella 2-4 tunnin tarkkuudella. Tasaisemman arvovirran saavuttamiseksi viikon tarkkuudella tehtäviä aikatauluja tulee ehdottomasti välttää. Tulevaisuudessa linjasaneerausten aikataulusuunnittelussa tulee tavoitella tunnin tarkkuudella tehtäviä aikatauluja. Tämä on mahdollista arvovirran analysoinnin ja työerien optimoinnin avulla.

Työmaan eri urakoiden pilkkoontumisen havaittiin edenneen pisteeseen, jossa jopa kokonaisurakkana aliurakoitsijalle myyty vedeneristys- ja laatoitustyö on pilkottu usean eri työntekijän tehtäväksi. Aliurakoitsijat myyvät usein itse mallintamansa työn osasuoritteet työkauppoina työntekijöilleen. Tämän havaittiin haittaavan työvaiheiden välistä jatkuvaa virtaa. Osasuoritteita tehdään toisistaan erillään ja niiden välillä havaittiin olevan turhia työtunteja, joiden aikana työkohteessa ei tapahdu arvoa tuottavaa toimintaa. Työvaiheiden välisten odotusaikojen poistamiseksi tulee tutkia mahdollisuutta käyttää saneeraustöissä ns. moniosaaajatyöryhmiä. Moniosaaajat kykenevät tekemään useita työvaiheita esimerkiksi kaikkia kylpyhuoneen seinä- ja pintarakenteiden tekemiseen liittyviä töitä. Moniosaaajien käytön etuna on, että työntekijöiden vaihtamisesta syntyvät hukat saadaan poistettua. Aliurakkavalinnoissa tulee painottaa työntekijöiden vaihtuvuuden minimoimista ja moniosaaajien käyttöä. Moniosaaajien käytön aloittamiseksi ja lisäämiseksi voidaan myös tutkia mahdollisuuksia palkata omiksi työntekijöiksi esimerkiksi Amiedun täydennyskouluttamia tai muuten käytännön työn kautta kokeneita työntekijöitä. Amiedussa on aloitettu erityisesti linjasaneeraushankkeiden tarpeisiin ja eri työvaiheiden tekemiseen valmentava aikuiskoulutusohjelma.

6.6 Leanin soveltaminen eri hankemuotoihin

NCC:n toteuttamat linjasaneeraukset ovat useimmiten kokonaisurakkamallilla toteutettuja hankkeita, joissa toteutussuunnitelmat ovat valmiina ja saneerausmenetelmät-

kaisut päätetty ennen NCC:n liittymistä projektiorganisaatioon pääurakoitsijaksi. Tässä perinteisessä urakkamallissa urakkasopimuksen allekirjoittamisen ja rakennustöiden aloituksen välille jäävä aliurakkahankintoihin ja tuotannon esisuunnitteluun varattava aika ei ole välttämättä riittävä Leanin kokonaisvaltaiselle soveltamiselle kyseessä olevan projektin ominaispiirteisiin sopivaksi. Ennen päätoteuttajan valintaa hankesuunnitteluun ja työmenetelmien valintaan on voitu käyttää aikaa n. 6-12 kk. Tarjouskilpailuvaiheessa päätoteuttaja saattaa havaita mahdollisuuden käyttää toteutussuunnitelmiin verrattuna edullisempia ja nopeampia työmenetelmiä. Tällöin päätoteuttajalla on mahdollisuus antaa vaihtoehtoinen tarjous. Täysin alkuperäisestä suunnitelmasta poikkeavaa vaihtoehtotarjousta on vaikea saada myytyä, sillä se saattaa edellyttää hankesuunnittelun tulosten kumoamista. Kun yhtiö on nähnyt suurta vaivaa hankesuunnitelman laatimiseen ja sijoittanut siihen rahaa, voidaan vaihtoehtotarjous kokea osin loukkaavaksi. Toteutusratkaisuihin, menetelmiin ja suunnitelmissa esitettyihin materiaaleihin voidaan tehdä myös muutoksia urakkaneuvotteluissa. Esimerkiksi neuvotteluissa vaihtoehtotarjousten perusteella sovitulla materiaalimuutoksilla voidaan saavuttaa ajallista hyötyä, mutta materiaalikustannukset saattavat nousta. Kokonaisurakan neuvotteluissa projektin toteutuksen muutosvara on pieni.

Tutkimuksessa havaittiin, että tietoisuus projektinjohtourakka-mallin hyödyistä linjasaneeraukseen sovellettuna on kasvussa ja yleistymässä. Projektinjohtourakassa hankkeen päätoteuttajalla on vastuuta myös suunnittelusta ja sen ohjaamisesta, vaikka toteutussuunnittelijat olisivatkin suorassa sopimussuhteessa rakennuttajan kanssa. Projektinjohtourakka luo päätoteuttajalle hyvän mahdollisuuden vaikuttaa saneerausvaihtoehtoihin ja tuotantomenetelmiin. Hankemuotona projektinjohtourakka sisältää vastavia yhteistoiminnan piirteitä kuten KVR-urakkamallissa.

NCC tarjoaa linjasaneerauksen toteutusvaihtoehdoksi myös ST-mallista hankemuotoa, jossa NCC toimii toteuttajana. ST-malli tunnetaan myös nimellä KVR-urakointi. Toimintamalli perustuu vahvaan luottamukseen ja yhteistyöhön rakennuttajan ja toteuttajan välillä. ST-mallissa esimerkiksi NCC:n tytäryhtiö Optiplan huolehtii kohteen hanke- ja toteutussuunnittelusta, jolloin toteutusvaihtoehdon valinnassa voidaan hyödyntää myös NCC:n kokemusta ja suunnittelunohjausvalmiuksia. Yhteistyö tilaajan ja urakoitsijan välillä paranee, jos urakka toteutetaan tavoitehintaisten. Tavoitehinnan mahdollisen alituksen jakaminen toisiinsa integroituvien osapuolten kesken kannustaa yhteisten tavoitteiden saavuttamiseen ja kustannusten säästöstä saatavaan hyötyyn.

ST-hankemuodossa on paremmat mahdollisuudet hankkeen rakennusvaiheen keston kokonaisoptimointiin ja tilaajan tavoitteiden saavuttamiseen kuin perinteisessä mallissa. ST-mallissa NCC:n on mahdollisuus liittyä linjasaneeraushankkeen organisaatioon aikaisemmin, jolloin asiakkaan arvot saadaan kartoitettua laajemmin. Mahdollisuudet nopeimman mahdollisen läpivientiajan saavuttamiseksi kasvavat, kun aikaa hankkeen tuotantosuunnittelulle on enemmän ja pääurakoitsija voi vaikuttaa nopeamman ja kustannustehokkaamman toteutustavan valintaan. Jo toteutussuunnitteluvaiheessa rakennusvaiheen arvovirtaketju voitaisiin kehittää lähes hukattomaksi ja häiriöttömäksi korkeamman suunnitteluasteen avulla. ST-mallissa Leanin työkalujen soveltamisen käytömahdollisuudet kasvavat, kun esim. Last Planneria voidaan soveltaa myös suunnitteluprosessin tehostamiseen. ST-malli mahdollistaa myös yksityiskohtaisemman tuotantosuunnittelun tekemisen yhteistyössä varsinaisten töiden suorittavien aliurakoitsijoiden kanssa. Toteutussuunnitteluun panostaminen ja rakenteiden tarkempi tutkiminen ennen töiden aloitusta poistaa tuotantohäiriöitä ja vähentää työn aikana urakkaa pidentäviä lisätöitä.

ST-mallin käyttö asunto-osakeyhtiöiden teettämässä saneerauksissa on koko alalla vähäistä. Rakennuttajahaastatteluissa ei kysytty suoraan haastateltavien mielipidettä ST-malliin, mutta varsinkin taloyhtiöiden edustajien arveltiin epäröivän hankemuodon luotettavuutta. Markkinoilla on selkeästi harhaanjohtava mielipide, että ST-malleihin ei voida luottaa ja ne saatetaan mieltää vain urakoitsijan rahastuskeinoksi. Toteutusmuodon vähäiseen käyttöön liittyy olennaisesti yhtiöitä rakennuttamisprosessissa palvelevien konsulttien toiminta. Rakennuttajakonsultit kilpailuttavat yhtiöiden toimeksiannosta mm. rakennuksen kuntoarvion ja putkistojen kuntotutkimukset. Konsultin liiketoiminnan kannalta tämän on järkevintä yrittää saavuttaa toimeksiannolleen jatkoa markkinoimalla taloyhtiölle kuntotutkimusten perusteella hanke- ja toteutussuunnittelua tai sen kilpailutusta. Taloyhtiöiden pääasiassa maallikoista koostuvien hallitusten on luontevaa tarttua konsultin asiakaspalveluhengessä tekemiin jatkotarjouksiin, jolloin rakennusliikkeiden mahdollisuudet ST-urakan saamiselle katoavat. Taloyhtiöiden edustajat eivät välttämättä edes tiedä ST-mallin olemassaolosta varsinkaan, kun konsultin edun kannalta tämän ei ole edes järkevää kertoa siitä.

ST- ja projektinjohtourakkamallien käyttöaste on matala myös suurten rakennuttajien vuokrayhtiöiden korjausurakoissa. Vuokra-asuntojen korjauksien suunnittelua ohjaa vahvasti tavoite vuokratuoton maksimoimiseksi. Kaikki korjaukset ovat investointeja ja niiden vaikutus vuokratuottoon arvioidaan aina tapauskohtaisesti. Tämä tarkoittaa sitä,

että toteutuksen kustannusten minimoimisen kannalta toteutussuunnittelu on katsottu järkevimmäksi kilpailuttaa rakennusurakan ulkopuolella. NCC on toteuttanut suurten rakennuttajien kanssa projektinjohtourakkamallilla joitakin peruskorjaus- ja linjasaneerausprojekteja. Näissä hankkeiden kokemusten perusteella havaittiin hyvät mahdollisuudet tiiviimmän yhteistyön kautta saavutettavalle aikatauluhyödyille.

ST-mallista seuraava edistysaskel on allianssimuotoinen rakentaminen. Alliansseja ei ole asunto-osakeyhtiöiden teettämässä urakoissa vielä kuitenkaan sovellettu. Allianssissa kaikkien projektin osapuolten välille laaditaan yhteistyösopimus, jonka tarkoituksena on integroida osapuolet tavoittelemaan yhteisiä hyötyjä. Allianssissa, projektinjohtourakassa ja ST-mallissa ideana on muodostaa yhteinen projektiorganisaatio, jotta osapuolten väliset intressiriidat ja organisaatorajat voidaan poistaa. Varsinkin projektinjohtourakoilla on saavutettu jopa vuoden putkiremontti-palkintoja sekä erityismainintoja laadukkaasta ja asiakaslähtöisestä hanketoteutuksesta.

6.7 Sidosryhmäyhteistyö

6.7.1 Tausta

Koska rakentaminen on projektiluontoista ja varsinainen rakennustyö on pilkkoutunut usean eri toimijan suoritteiksi, on Leanin soveltaminen välttämätöntä ulottaa koskemaan myös sidosryhmien toimintaa. Rakentamisvaiheen tärkeimpiä sidosryhmiä päätoimittajan näkökulmasta ovat aliurakoitsijat ja materiaalitoimittajat. Rakentamisen projektiluontoisuus vaatii aina hankekohtaisen aliurakoitsijoiden kilpailutus- ja neuvotteluprosessin, jonka tuloksena valitaan hankkeen eri urakoitsijoista koostuva organisaatio. Aliurakkakilpailuihin pyritään valitsemaan NCC:n aikaisemmissa projekteissa luotettaviksi, yhteistyökykyisiksi ja laadukkaiksi todettuja urakoitsijoita. Toteutettavien hankkeiden laajuus ja saneerausmenetelmät vaihtelevat projekteittain, mikä aiheuttaa vaihtuvuutta myös urakoitsijavalinnoissa. Samalla toteutusorganisaatiolla ei ole aina mahdollista jatkaa projektista seuraavaan. Haluttujen urakoitsijoiden valintaan liittyy myös urakoitsijan resurssit. Urakoitsijalla ei välttämättä ole tarjota työvoimaa haluttuna ajankohdalla. [39; 40.]

6.7.2 Urakoitsijat

Leanin kokonaisvaltaisen käytön edellytyksenä voidaan siis pitää Leanin tuotannonohjaustamien soveltamista myös aliurakoitsijoihin. Urakoitsijavalinnoissa tulee kiinnittää huomiota valittavan urakoitsijan yhteistyökykyyn ja pyrkiä muodostamaan pitkäjänteistä yhteistyötä hyväksi koettujen toimijoiden kanssa. Urakoitsijoiden kanssa voidaan muodostaa yhteistoimintasopimuksia, jotka tähtäävät yhdessä toteutettujen urakoiden jatkuvuuteen, niistä saatavan hyödyn jakamiseen sekä avoimeen kommunikointiin. Yhteistyön kautta urakoitsijoiden välistä toimintaa työmaatilanteissa voidaan parantaa ja standardisoida Kaizenin oppien mukaisesti. Esimerkiksi ennestään tuntemattoman urakoitsijan kanssa yhteistyön aloittaminen vaatii aikaa tutustumiselle ja yhteistyön muodostamiselle. Toisilleen tuntemattomien urakoitsijoiden keskinäiset toimintatavat vakiintuvat yleensä linjasaneerauksessa ensimmäisen osakokonaisuuden eli esim. saneerattavan linjan aikana. Uuden saneerauskohteen tuotanto voidaan aloittaa heti vakioidulla tehokkuudella, kun urakoitsija on vakiintunut yhteistyökumppani. Tällöin saneerausurakan alkuun ei tarvitse varata ylimääräisiä resursseja ja aikaa yhteistyön vakiinnuttamiselle. Tutun yhteistyökumppanin kanssa työ pysyy joustavana vaikka tuotantohäiriöitä ilmenisikin. Yhteisten tavoitteiden saavuttamiseksi on pyrittävä joustavuuteen.

6.7.3 Materiaalitoimittajat

Leanin periaatteita noudattavaan sidosryhmäyhteistyöhön ja projektiallianssiin tulisi ottaa mukaan myös materiaalitoimittajia. Materiaalikustannukset on merkittävä osa koko hankkeen kustannuksista ja toimitusten myöhästymiset ovat suuria häiriöriskejä lyhyen läpivientiajan tavoittelussa. Materiaalitoimittajien edustajien tietotaitoa voidaan hyödyntää varsinkin ST- tai projektinjohtomallin urakoiden suunnittelussa. Hankkeeseen varatun budjetin puitteissa voidaan optimoida käytettävät tuotteet siten, että mm. liian pitkistä kuivumisajoista aiheutuvat hukat ja odotusajat saadaan poistettua. Yhteistyöllä on mahdollista ennakoita ja suunnitella paremmin työn aikana tarvittavien materiaalitoimitusten oikeat eräkoot ja toimitusajat. Toimitusvarmuus luo edellytykset työmaan tuotantoaikataulujen pitävyydelle ja mahdollistaa tarkemman resursoinnin työmaan logistiikkaan.

NCC:llä on useita materiaalitoimittajia puitesopimuskumppaneina. Sopimuksilla saavutetaan kustannushyötyä alentuneina materiaalikustannuksina. Sopimuksista huolimatta

varsinkin uudet ja edistykselliset linjasaneerauksiin kehitetyt tasoitetuotteet havaittiin verrattain kalliiksi suhteessa niiden tuottamaan ajalliseen hyötyyn. Materiaalitoimittajilla on tietysti painetta saada tuotekehitysinvestoinneilleen nopeasti katetta, mikä nostaa tuotteiden hintoja. Puitesopimuksissa ja työmaakohtaisissa materiaalien ostosopimuksissa tulisi ottaa huomioon myös tuotteen alhaisemman hinnan tuoma suurempi volyyymi pitkällä aikavälillä.

6.7.4 Yhteistoimintasopimukset

Yhteistoimintasopimusten tai tavanomaisista urakkasopimuksista poikkeavien sopimusten avulla voidaan purkaa pilkkoontuneen projektioorganisaation välisiä keinotekoisia urakkarajoja ja kankeita toimintamalleja. Esimerkiksi YSE:n § 43 luo lisä- ja muutostöissä aikataulullisesti hankalan tilanteen. Urakkasopimuksen määrittelemän työnsisällön oleellisesti muuttuessa töitä ei saa jatkaa uusien suunnitelmien mukaisesti ennen, kuin on kirjallisesti sovittu muutoksen sisällöstä ja sen vaikutuksesta urakkaan. Todellisuudessa kiireellisissä tapauksissa töitä tehdään urakkasopimuksesta poiketen ja lisä- ja muutostöistä sovitaan kirjallisesti jälkikäteen. Tämä luo laadullisia riskejä ja saattaa aiheuttaa reklamaatiokierteen, jos suoritus tehdään vastoin tai ilman suunnitelmia. Vastuut hämärtyvät, kun kirjalliset sopimuksen puuttuvat.

Yhteistoimintasopimusten kautta yhteistyö tulee pyrkiä vakiinnuttamaan jatkuvaksi myös tulevaisuuden projekteja varten. Yhteistoimintasopimukset tulee laatia koskemaan myös Leanin periaatteiden mukaisesti kokonaisuuksien kehittämistä, jolloin osatoptimoinnin määrä vähenee.

Yrityksen sidosryhmien muodostama ns. projektiallianssi voi luoda parempaa luottamusta tilaajan silmissä, sillä se osoittaa, että tuotannon tehostamiseen panostetaan tosissaan. Kokonaisurakoissa valmiilla projektiallianssilla on onnistumisen kannalta suuri merkitys, sillä hankkeet alkavat nopeasti. ST-mallin urakoista kilpailemisessa ja palvelun markkinoinnissa valmis projektiallianssimalli voi poistaa haastatteluissa ilmenneitä tilaajan ennakkoluuloja mallin luotettavuudesta.

6.8 Visuaalisen ohjauksen työkalut

6.8.1 Last Planner System

NCC:n linjasaneeraustyömailla viikkopalaverikäytännöt ovat yrityksen toimintajärjestelmän mukaisia ja vakiintuneita. Viikkopalavereita pidetään käynnissä olevien työvaiheiden määrästä riippuen joko NCC:n työmaatoimihenkilöiden kesken tai yhteisesti kaikkien urakoitsijoiden kanssa. Kun kaikkien työmaan urakoitsijoiden edustajat ovat läsnä, viikoittaista tai kuukausittaista tuotantopalaveria kutsutaan urakoitsijapalaveriksi tai -kokoukseksi. Kokouksissa käsitellään mm. rakentamisen etenemistä ja sovitetaan eri työvaiheita yhteen. Yhteisten tuotantoa ohjaavien kokousten lisäksi urakoitsijakohtaista laadunvarmistusta ja töiden etenemistä seurataan muiden NCC:n toimintajärjestelmän mukaisten käytäntöjen mukaisesti. NCC:n toimintajärjestelmän mukaisessa työmaan viikkoaikataulun suunnittelussa sekä työmaan ohjauksikäytännöissä havaittiin piirteitä LPS:stä. Työmailla noudatetaan LPS:n menetelmiä tiedostamatta tai osittain tiedostaen. LPS-menetelmiä ei ole kuitenkaan vakioitu yhtenäisiksi vaan kunkin työmaan toimihenkilöt johtavat työmaitaan hiukan eri työkaluin, mutta kuitenkin toimintajärjestelmän vaatimalla tasolla. [39; 40.]

Tutkimuksen aikana selvisi, että korjausrakentamisen liiketoiminnassa suurina urakoitsijoina toimivat Fira Oy ja Consti Yhtiöt Oy ovat ottaneet Last Plannerin menetelmiä käyttöönsä laajemmassa mittakaavassa. Mm. Fira soveltaa omaan tuotantoonsa jalostettua LPS-mallia jokaisella alkavalla työmaalla. Last Plannerin eduksi on näissä yrityksissä havaittu kehittynyt viikkosuunnittelun TTP% ja työmaan yhteistoiminnan paraneminen. Läpivientiaikoja on saatu lyhennettyä LPS:n yhteistyömallin avulla. Yhteistyössä tehdyissä viikkosuunnitelmissa töitä on saatu tiivistettyä ja työvaiheiden väliin jääviä odotusaikoja lyhennettyä. Kun kaikki urakoitsijat saavat vaikuttaa suunnitteluun myös kaikkien tekeminen tähtää itse ja yhdessä asetettujen tavoitteiden toteutumiseen. Last Plannerilla yhteisen työmaan työt on saatu tavoitehakisemmiksi.

Last Plannerin soveltuvuutta myös NCC:n linjasaneeraustyömaiden viikoittaiseen tuotannosuunnitteluun tulee tutkia tarkemmin. Tutkimukseen voidaan liittää kattava mitaus NCC:n viikkosuunnittelun TTP%:sta. Rakentamisen viikkosuunnittelun toteuma-prosentti on kirjallisuuslähteiden mukaisesti keskimäärin vain 47 % [26, s. 182]. LPS:n kehittämiseksi NCC:n tuotantoon sopivaksi voidaan perustaa työryhmä tai kehitys voidaan suorittaa osana korkeakoulutasoista mestari-, insinööri- tai diplomityötä.

6.8.2 Congrid

NCC työmaiden laadunohjauksen apuna käytetään mobiilikäyttöliittymään perustuvaa ohjelmistoa, jonka on kehittänyt Congrid Oy yhteistyössä NCC:n kanssa. Ohjelmisto eli Congrid on suunniteltu käytettäväksi työmaaolosuhteissa sekä helpottamaan laatu- ja turvallisuusjohtamisen dokumentaatiota. Ohjelmaa on mahdollista käyttää työmaatoimihenkilöiden käytössä olevilla älypuhelimilla ja tableteilla. Congridin parissa tehdään jatkuvaa NCC:n tarpeiden täyttämiseen keskittyvää kehitystyötä, sillä mobiililaitteilla on mahdollista tehostaa tuotantoa ja nopeuttaa tiedonkulkua. Ohjelmiston kehitys on vielä alkuvaiheessaan, koska tuotteen koodaaminen ja testikäyttötilanteet vievät aikaa. [41.]

Congridin kehityksessä tulee ottaa myös huomioon aikataulusuunnittelu ja -seuranta. Leanin soveltaminen linjasaneeraukseen ja yksityiskohtaisempi jopa tunnin tarkkuudella tehtävä aikataulusuunnittelu vaativat tarkempaa aikatauluseurantaa. Yleensä työnjohtajien ja työmaainsinöörien vastuualueella oleva työaikataulun seuranta valvontavinjettiä apuna käyttäen voitaisiin viedä Congridin avulla myös työntekijätasolle. NCC:n tuotannonohjauskeinona laajassa käytössä olevat aikatauluohjelman vinjetit voitaisiin integroida Congridiin, jolloin työntekijät voisivat seurata töiden etenemistä älypuhelimensa tai tablettiensa kautta. Työmaan eri urakoitsijoiden työnjohtajille ja työntekijöille voitaisiin antaa mahdollisuus lisätä aikataulutehtävien toteumatietoja vinjettiin. Kun esimerkiksi laatoitusurakoitsijan työt valmistuvat yhdessä osakohteessa, voisi tämä täyttää tiedon siitä vinjettiin puhelimensa avulla. Tämän jälkeen aikatauluseurannasta vastaava NCC:n työnjohtaja käy tarkastamassa tilanteen ja kuittaa vinjetin toteumaehdotuksen hyväksytyksi, jonka yhteydessä työn laatu voidaan myös dokumentoida. Vinjetin reaaliaikainen päivittyminen ja avoimuus auttavat koko työmaan organisaatiota ennakoimaan alkavia työvaiheita ja paikallistamaan työssä tapahtuvia viivästyksiä. Myös työvaiheiden välistä odotusaikaa voidaan vähentää toiminnolla, jossa ohjelma lähettäisi seuraavan aikataulutehtävän suorittajalle työkutsun, kun edellinen kuitataan valmistuneeksi. Tätä kehitysehdotustasolla olevaa Congridiin liitettävää työkalua ja sen prosessia kuvataan tämän työn liitteessä 1. olevassa kaaviossa. Liite tullaan saattamaan Congridin kehityksestä vastaavan työryhmän käytettäväksi.

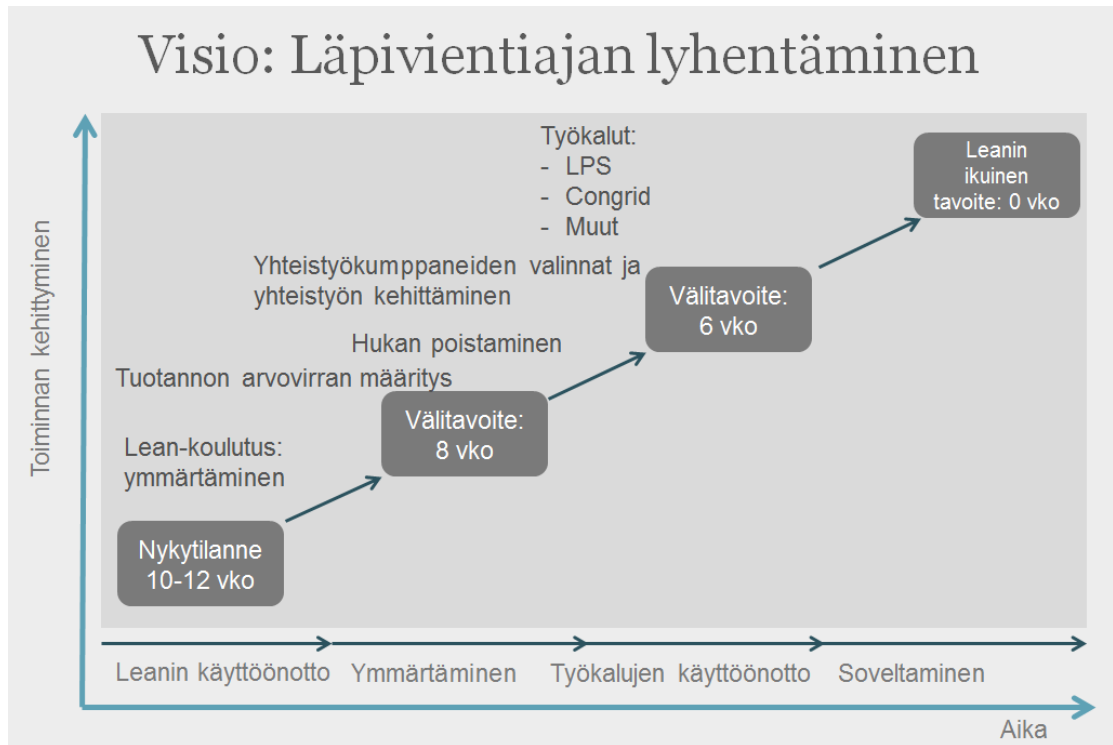
Congridin vinjetinhallintatyökalua voidaan soveltaa myös rakennuttajan suorittamaan työmaavalvontaan ja tarkastusten tekemiseen. Tarkastusten ja katselmusten ennakoii-

minen on helpompaa, kun töitä voidaan seurata reaaliajassa vinjetin avulla. Vinjettiin voidaan myös lisätä rakennuttajan tarkastukset ja niille omat värikoodit.

Congridin tulevaisuutta on myös NCC:n toimintajärjestelmän mukaisen toistuvan tehtävänohjauksen dokumenttien integrointi mobiilisovellukseen. Tämä tarkoittaa, että työvaiheiden välissä ja aikana tehtävät laadunvarmistusdokumentit voidaan tehdä samalla ohjelmalla esim. Congridilla, joka tallentaa valmiit tuotokset projektipankkiin.

6.9 Tutkimuksen yhteenveto ja jatkokehitysehdotukset

Tämän tutkimuksen haastattelujen ja Lean-filosofian teorioiden soveltamisen tuloksena päädyttiin määrittelemään yritykselle Leanin mukaiset jatkokehitysehdotukset. Linjasaaneerauksia toteuttavalle korjausrakentamisen yksikölle määriteltiin perinteiseen linjasaaneerukseen visioksi eli tavoitteelliseksi läpivientiajaksi 6-8 viikkoa (kuva 15). Nykytilaksi valittiin 10-12 viikkoa/asunto kestävä toteutus, sillä se on tutkimusten perusteella keskimääräinen läpivientiaika ja se on mahdollista toteuttaa nykyisillä resursseilla sekä tuotannonohjauskyvyillä. Tavoitteeseen voidaan päästä paremmalla tuotannon esisuunnittelulla, mutta koko työmaan toteutukseen osallistuvan organisaation kehitys ja muuttuminen Leaniksi on avainasemassa jatkuvan parantamisen teorioiden mukaisesti. Jotta tuotannon virtaustehokkuutta voidaan parantaa ja tulokset vakioida, tulee Lean ensin ottaa käyttöön suunnitelmallisesti koko liiketoimintayksikössä. Lean-filosofian käyttöönotto vaatii kaikkien projekteja toteuttavien organisaatioiden sitoutumista.



Kuva 15. Tutkimustyön tuloksena syntyneet keinot vision saavuttamiseksi.

6.9.1 Leanin käyttöönotto

Kuvassa 15 kuvataan vision saavuttamista ajan ja toiminnan kehittymisen funktiona. Visioon tulee tähdätä välitavoitteiden kautta. Aikaa kuvaavalla vaakaa-akselilla on eritelty Leanin käyttöönoton jälkeisiä aikaa sitovia toimenpiteitä, joiden järjestys on Leanin mukainen. Ensinnä yrityksen linjasaneerauksia toteuttavien projektiorganisaatioiden eli työryhmien toimihenkilöt tulee kouluttaa ymmärtämään Leanin johtamisfilosofiaa ja sen termistöä, mikä on varsinaisten työkalujen käyttöönoton edellytys. Koulutuksen apuna voidaan käyttää tätä insinööriä, alan kirjallisuutta, työpajoja sekä yrityksen ulkopuolisia Leaniin erikoistuneita konsultteja.

6.9.2 Tuotannon arvovirta ja hukan poistaminen

Leanin kokonaisvaltaisen ymmärtämisen jälkeen voidaan aloittaa linjasaneerauksen työvaiheiden eli aikataulutehtävinä toimivien osasuoritteiden analysoiminen (Kuva 16). Työvaiheet tulee eritellä kaikkiin niihin liittyviin vaiheisiin arvontuotto-ominaisuutensa perusteella. Tuotannon aikataulutehtävät muodostetaan kehitetyn arvovirran perusteella. Ositeltaessa voidaan valita linjasaneeraushankkeen onnistumisen kannalta eniten tuo-

tannon häiriöriskejä sisältävät ja läpivientiajan kannalta pitkäkestoimmat työvaiheet. Hukan eri kategorioiden tunnistaminen ja tarkempi eliminoiminen voidaan aloittaa näistä työvaiheista. Erityisesti eri työvaiheiden välissä ilmentyvällä ajan hukan poistamisella kehitetään tuotannon virtaustehokkuutta ja saavutetaan lyhempiä läpivientiaikoja. Aikataulusuunnittelun muuttamista tarkemmalle tasolle (tunnin tarkkuudella) ja sillä saavutettavaa ajallista lopputulosta verrattuna nykyiseen suunnittelutasoon voidaan tutkia esimerkkihankkeen avulla.

6.9.3 Sidosryhmäyhteistyö

Rakentamisen sisältämien urakkasuoritteiden pilkkoontuminen usean eri toimijan kesken havaittiin läpivientiajan lyhentämistä häiritseväksi tekijäksi. NCC:n aliurakoitsijoina toimivat yritykset tulee arvioida uudelleen niiden kehityskyvyn mukaisesti. Yrityksen muuttaminen Leaniksi vaatii myös alihankkijoiden ja muiden sidosryhmien yhteistyökyyä ja sulautumista nopeutettuun aikatauluun (Kuva 16). Tarvittaessa tulee etsiä uusia alihankkijoita, joilla on kokemusta muiden suurien toimijoiden kanssa toteutetuista nopeutetuista hankkeista. Urakoitsijavalinnoissa tulee painottaa kykyä suoriutua töistä moniosaajia hyödyntämällä.

Rakennustyöt aloittavan purkutyön suorittamiseksi entistä nopeammin esimerkiksi suurtehoimuautoja ja murskainta apuna käyttäen tulee tutkia. Tätä suhteellisen uutta imupurkumenetelmää ja sen vaikutusta läpivientiaikaan voidaan kokeilla esimerkkikohteessa. Myös kylpyhuoneen betonointi-, rappaus- ja tasoitetoita tulee pyrkiä tekemään korkeapainepumppausta ja nopeasti kuivuvia materiaaleja apuna käyttäen. [43.]

6.9.4 Työkalujen käyttöönotto

Leanin kokonaisvaltaisen ymmärtämisen ja linjasaneerauksen läpivientiajan lyhentämisen esteinä havaittujen juurisyiden havaitsemisen jälkeen voidaan ottaa suunnitellusti käyttöön Leanin eri työkaluja (Kuva 16). Esimerkiksi Last Planner Systemin kaltaisen tuotannonohjausmenetelmän soveltavuutta tulee tutkia esimerkiksi opinnäytetyön muodossa. Työkaluiksi valitaan sellaisia menetelmiä, jotka tukevat toimintaa ja kehitystä kohti visiota eli lyhempää läpivientiaikaa.

6.9.5 KVR-rakentamisen edelläkävijä

Haastatteluissa havaittiin, että KVR-rakentaminen, eli NCC:n ST-mallin käyttö voi lisääntyä tulevaisuuden linjasaneerauksissa. Yleistyminen vaatii kuitenkin asennemuutosta rakennuttajien, rakennuttajakonsulttien ja asunto-osakeyhtiöiden keskuudessa. KVR:n ja projektinjohtourakkamallin yleistymiseen kankeaksi havaitun kokonaisurakan kustannuksella tulee varautua valmiilla vakioidulla konseptilla. Näiden hankemuotojen käytön yleistyessä on oltava markkinoilla ensimmäisenä, jotta NCC voi saavuttaa etulyöntiaseman kilpailijoihin nähden. Hankemuotojen suosion kasvattamiseksi tulisi pyrkiä hankkimaan pilottikohteita toteutettavaksi.

7 Yhteenveto

Tämän työn tavoitteena oli kerätä kirjallisesta lähdeaineistosta tietoa yleisimmistä 1960- ja 1970-lukujen tyyppikerrostalojen linjasaneerauksen toteutusvaihtoehdoista sekä keskeisimmät asiat rakennustyömaan aikataulujohtamisesta. Lisäksi selvitettiin valikoituja Lean-filosofian teorioita ja työkaluja sekä niiden soveltuvuutta linjasaneeraushankkeiden läpivientiajan lyhentämiseen. Linjasaneerauksen läpivientiajan lyhentäminen on ajankohtainen kehityskohde, sillä markkinoiden laajenemisesta huolimatta kilpailu tarjolla olevista urakoista on kovaa.

Työn tutkimusosion teemahaastattelujen perusteella muodostettiin käsitys NCC:n linjasaneerausurakoinnin tuotannonohjauksen tasosta suhteessa muihin alan toimijoihin. NCC:n tuotannonohjausmenetelmät ja toimihenkilöiden projektinhallintataidot havaittiin keskimääräistä paremmiksi. Leanin teorioita verrattaessa rakentamisen nykytilaan havaittiin kuitenkin suuri kehityspotentiaali rakennustyön tuotannonohjauksen aikataulusuunnittelussa. Linjasaneerauksen toteutuksen nopeudessa on kehitettävää toimijasta riippumatta. Varsinkin läpivientiaikojen lyhentämisen antaman kilpailuedun eteen tehtävää kehitystyötä on havaittavissa myös kilpailevien yritysten organisaatioissa. Vaikka Lean havaittiin vielä suurelle yleisölle tuntemattomaksi tuotantofilosofiaksi, on sitä alettu vähitellen soveltaa laajemmin myös muutamissa muissa suurissa rakennusliikkeissä.

Työn tutkimuksen tavoitteena oli tutkia keinoja ja kehittää malleja hankkeiden läpivientiaikojen lyhentämiseksi. Tämä osa tutkimuksesta muodostui syvälliseksi ja osin teoreettiseksi tutkielmaksi, eikä varsinaisia työkaluja otettu käyttöön. Työssä löydettiin kuitenkin Leanin mukainen uusi ajattelumalli tuotannon aikataulusuunnittelua varten. Työn jatkokehitykselle ilmeni tarvetta ja tulevaisuudessa tehtävälle kehitystyölle määritettiin selkeitä sekä välttämättömiä tavoitteita ja suuntia. Tuloksena saavutettiin myös tavoitteellinen huoneistokohtainen läpivientiaika perinteisellä menetelmällä toteutettaville linjasaneerauksille. Työn aikana Leanin työkaluista varsinkin Last Planner System havaittiin kehityskelpoiseksi NCC:n tuotannonohjauksessa. Lean on tuotanto- ja johtamisfilosofiana laaja sekä kehittynyt. Filosofian ymmärtäminen ja teorioiden valikoiminen veivät odotettua enemmän aikaa. Varsinaisten tuotannonohjaustyökalujen käyttöönoton ja testauksen kautta vakioimisen esteeksi muodostui myös osin Lean-filosofia itse. Leanin työkalujen pelkkä käyttöönotto ei tee autuaaksi. Jotta työkalut voidaan suunnitella toimivaksi ja sopeuttaa omaan organisaatioon, on koko organisaatio koulutettava ymmärtämään kehitystarpeiden juurisyyt. Näin koko organisaation tietotaito saadaan

muutosten taakse. Jos Lean otetaan osittain käyttöön vain uutuudenviehätyksensä takia ulottamatta muutosta koko organisaatioon, ei kokonaisvaltaista hyötyä voida saavuttaa.

Lean-filosofia ja sen sisältämien teorioiden keinot sekä tämän insinööriyön tulokset ja kehitysehdotukset tullaan ottamaan koko yksikön tuotannon tehostamisen työkaluksi. Insinööriyön tutkimuksen aikana NCC:n KRA-yksikön muutamia toimihenkilöitä koulutettiin Leanin oppeihin asiantuntijoiden toimesta. Leanin käyttöönotto asuntokorjausyksikössä aloitettiin laajemmin työn loppupuolella, joten tämä työ muodostuikin osaksi kokonaisvaltaista yrityksen kehittämisprosessia. Yksikön työmaatoimihenkilöille tullaan järjestämään yhteisiä koulutustilaisuuksia eli työpajoja, joissa on tarkoituksena tutustuttaa kaikki Leanin teorioihin. Tällä tavoin koko organisaation kokemus voidaan hyödyntää tuotannon nopeuttamisessa.

Työ toimi itselleni syvällisenä koulutuksena linjasaneeraushankkeen toteutuksen aikataulujohtamisen haasteisiin ja mahdollisuuksiin sekä Lean-filosofiaan perehtymisenä. Koska työn tuloksena esille nousseiden kehitysehdotusten jatkotutkimukselle löytyy intoa sekä yritykseltä että itseltäni, tulen omalta osaltani osallistumaan tulevaisuuden kehitystyöhön. Tulevaisuudessa kaikkien rakentamiseen liittyvien tuotantoprosessien arvoketjua on luontevaa tarkkailla ja mallintaa paremmaksi työn antaman uuden näkökulman ansiosta.

Lähteet

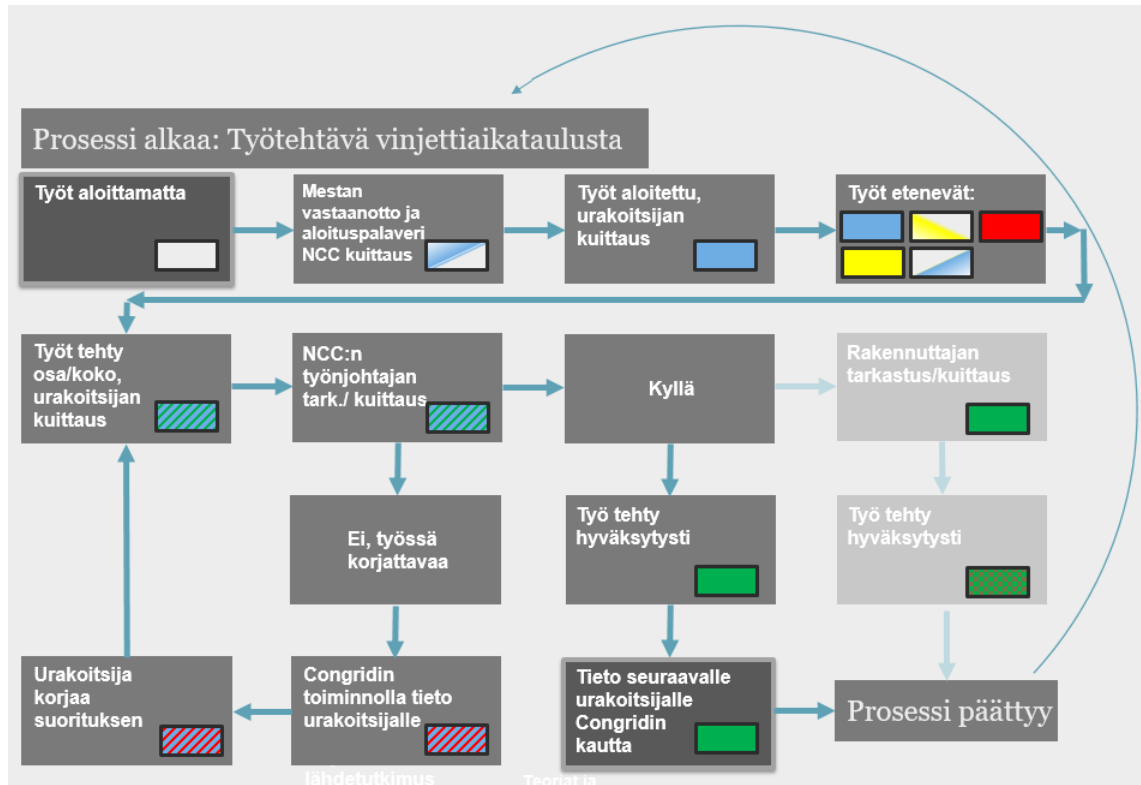
- 1 Tietoa NCC:stä. 2016. Verkkodokumentti. <http://www.ncc.fi/tietoa-nccsta/toimintajarjestelma/>. Luettu 13.2.2016.
- 2 Rantala, Eino. 2009. RIL 252-1-2009. Asuinkerrostalojen linjasaneeraus.
- 3 RT 18–10922 ohjetiedosto. 2008. Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot. Rakennustieto Oy.
- 4 RT 18-10813 ohjetiedosto. 2003. Asuntoyhtiön vesijohtojen ja viemäreiden uusiminen. Rakennustieto Oy.
- 5 Kosteus. 1998. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa C2. Määräykset ja ohjeet. Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto.
- 6 Kiinteistön vesi- ja viemärlaitteet. 2012. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D1. Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto.
- 7 Paiho, Satu – Heimonen Ismo. 2009. Putkiremonttien uudet hankinta- ja palvelumallit, VTT Tiedotteita nro 2483. Helsinki.
- 8 RATU G-0295 toteutusohje. 2006. Linjasaneeraus. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- 9 Uponor Tekniikkaseinä. 2015. Verkkodokumentti. <https://www.uponor.fi/kerrostalot/linjasaneeraus/tekniikkaseina.aspx>. Luettu 12.2.2016.
- 10 Siren, Jukka. 2015. Kolmella miljardilla toiveita. Suomen kiinteistölehti, 9/2015, s. 72-75.
- 11 Sahlstedt, Satu – Koskenvesa, Anssi. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- 12 Mäki, Tarja – Koskenvesa, Anssi. 2007. Aikataulukirja 2008. Jyväskylä. Rakennustieto Oy.
- 13 Siikanen, Pekka – Kankainen, Jouko. 2004. Työpäällikön käsikirja. 1. Aikatauluhallinta. Rakennusteollisuus Oy.
- 14 Junnonen, Juha-Matti. 2010. Talonrakennushankkeen tuotannonhallinta. Suomen Rakennusmedia Oy.
- 15 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot. YSE 1998.

- 16 RATU S-1231 suunnitteluohje. 2012. Korjausrakentamisen tuotantosuunnittelu. Rakennustieto Oy.
- 17 RATU S-1228 suunnitteluohje. 2010. Rakentamisen tehtäväsuunnittelu. Rakennustieto Oy.
- 18 RATU S-1231 suunnitteluohje. 2012. Korjausrakentamisen tuotantosuunnittelu. Rakennustieto Oy.
- 19 RATU S-1228 suunnitteluohje. 2010. Rakentamisen tehtäväsuunnittelu – ohje aliurakan ja työkaupan hallintaan. Rakennustieto Oy.
- 20 Lakieräistä asbestipurkutöitä koskevista vaatimuksista. 684/2015.
- 21 Turun Sanomat. Asbestilaki pitkittää purkutöitä. Heli Peltoniemi. 28.11.2015. Verkkodokumentti. <http://www.ts.fi/uutiset/turun+seutu/832411/Asbestilaki+pitkittaa+purkutoita>. Luettu 25.2.2016.
- 22 Aggressiivinen ilmanäytteenotto-ohje. 2013. Suomen asbesti- ja pölysaneerausliikkeiden liitto Ry.
- 23 Valtioneuvoston asetus asbestityön turvallisuudesta. 798/2015.
- 24 Haapasalo, Harri. 2011. Tuotantotalouden professori, Oulun Yliopisto. Lean-filosofian ja menetelmien soveltaminen Suomessa. Rakentajan kalenteri 2011. Rakennustieto Oy.
- 25 Haapasalo, Harri – Malvalehto, Eero. 2011. Oulun Yliopisto. Arvovirtakuvaus työkaluna rakennusteollisuuden tuotannon kehittämisessä. Rakentajan kalenteri 2011. Rakennustieto Oy.
- 26 Modig, Niklas – Åhlström, Per. 2013. Tätä on Lean. Rheologica Publishing.
- 27 Hämäläinen, Niilo. 2011. Tuotannonohjauksen tehostaminen: Lean ja visuaalinen johtaminen korjausrakentamisessa. Mestarityö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. NCC Rakennus Oy .
- 28 Mölsä, Seppo. 2015. Remonttimiehen ajasta 82 prosenttia menee odotteluun, Rakennuslehti nro. 35, 6.11.2015.
- 28 Congrid. Mobiiliapplikaatio rakennustyömaan laadun ja turvallisuuden tarkastuksiin. Verkkodokumentti. <http://congrid.fi/#features>. Luettu 12.3.2016.

- 29 Peltonen, Sinikka – Rahkonen, Jukka. 2016. Projektipäällikkö, SATO Oyj, Helsinki. Haastattelu 23.2.2016.
- 30 Salminen, Tomi. 2016. Projektipäällikkö, VVO-yhtymä Oyj, Helsinki. Haastattelu 26.2.2016.
- 31 Hämäläinen, Juuso. 2016. Projektinjohtaja, Hallituksen puheenjohtaja, Valvontakonsultit Oy, Helsinki. Haastattelu. 9.3.2016.
- 32 Raatikainen, Tapio. 2016. Vastuukorjauspäällikkö, Helsingin Kaupungin Asunto-
tuotantotoimisto, ATT, Helsinki. Haastattelu 15.3.2016.
- 33 Kraft, Annika. 2016. Tiiminvetäjä, Optiplan Oy, Helsinki. Haastattelu 23.2.2016.
- 34 Takala, Sami. 2015. HS vertaili nopeita putkiremonttimenetelmiä. Helsingin Sa-
nomat, 29.11.2015.
- 35 Salonen, Pekka. Työpäällikkö. NCC Rakennus Oy, Helsinki. Haastattelu
30.10.2016.
- 36 Guttorm, Aino. Talotekniikka-asiantuntija, NCC Rakennus Oy, Helsinki. Haastat-
telu 30.10.2016.
- 37 Pukki, Anna-Mari. 2016. Talotekniikka-asiantuntija, NCC Rakennus Oy, Helsinki.
Haastattelu 18.2.2016.
- 38 Matilainen, Kari. 2016. Toimitusjohtaja, LVI-Star Oy, Helsinki. Haastattelu
24.3.2016.
- 39 Penttinen, Pasi. 2016. Vastaava työnjohtaja, NCC Rakennus Oy, Helsinki. haas-
tattelu 16.3.2016.
- 40 Hämäläinen, Niilo. 2016. Vastaava työnjohtaja, NCC Rakennus Oy, Helsinki.
haastattelu 18.3.2016.

- 41 Pauku, Sari. 2016. Laatuinsinööri, NCC Rakennus Oy, Helsinki. Keskustelu 3.3.2016.
- 42 Laaksoharju, Kalervo. 2016. Partner, JTO Lean Training Center Oy, Helsinki. Haastattelu 22.3.2016.
- 43 Heinilä, Sampsa. 2015. Uuden ajan pumppurappauksella, RIA-lehti, 4/2015, s. 30-34.

Prosessikaavio mobilisovelluksen vinjetiaikataulun toiminnasta



Vinjetiaikataulussa näkyvät tunnusvärit, jotka kuvaavat töiden etenemistä osakohteittain

	Tehtävä aloittamatta
	Aloituspalaveri pidetty
	Tehtävä kesken
	Tehtävä valmiina tarkastettavaksi
	Tehtävä suoritettu hyväksytysti
	Tehtävä suoritettu hyväksytysti (rakennuttajan tarkastus)
	Tehtävä palautettu urakoitsijan korjattavaksi
	Tehtävä käynnissä, myöhässä
	Tehtävä aloittamatta, myöhässä
	Tehtävä keskeytynyt, myöhässä
	Tehtävä keskeytynyt, ajoissa