

SAVONIA

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

LINJASANEERAUKSEN AIKATAULUTUS

TEKIJÄ Suvi Pesonen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Rakennusmestarin tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä Suvi Pesonen	
Työn nimi Linjasaneerauksen aikataulut	
Päiväys Marraskuu 16, 2021	Sivumäärä/Liitteet 29
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t)	
Tiivistelmä	
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää perinteisen putkiremontin asuntokohtainen läpimenoaika sekä millä menetelmillä aikatauluhyötyä olisi mahdollista saavuttaa.</p> <p>Opinnäytetyössä perehdyttiin linjasaneerauksen aikataulun sekä tuotannosuunnitteluun. Tarkoituksena oli tarkastella, mistä läpimenoaika muodostuu, kun hanke toteutetaan perinteisellä menetelmällä. Työssä pohdittiin tahtituotannon soveltuvuutta linjasaneeraushankkeessa sekä haastateltiin pääkaupunkiseudulla toimivaa yritystä, joka markkinoi perinteistä putkiremonttia normaalia lyhyemmällä haitta-ajalla. Lisäksi vierailtiin linjasaneeraustyömaalla, jossa asuntojen läpimenoaika oli tiivistetty seitsemään viikkoon.</p> <p>Opinnäytetyössä tarkasteltiin kahden eri kohteen aikataulutusta, ja huoneiston läpimenoajaksi selvisi 7–10 viikkoa. Tutkimuksen toisessa kohteessa asukkaille koituvaa haitta-aikaa saatiin lyhennettyä huomattavasti ottamalla linja kerrallaan työn alle. Lisäksi opinnäytetyössä käsiteltiin töiden tahdistuksella saatua aikatauluhyötyä sekä Fira Sitedrive -ohjelmistoa päivittäisjohtamisen tukena.</p>	
Avainsanat Linjasaneeraus, putkiremontti, aikataulu	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Construction Management	
Author Suvi Pesonen	
Title of Thesis Scheduling a Pipe Renovation Project	
Date November 16, 2021	Pages/Appendices 29
Client Organisation /Partners	
<p>Abstract</p> <p>The objective of this thesis was to find out the lead-time of a traditional pipe renovation and the methods used to achieve the schedule benefit. The purpose was to go through what the lead-time consists of when the project is carried out using the traditional method.</p> <p>The thesis focused on the pipe renovation schedule and production planning. The schedule benefits and suitability of takt time planning in a pipe renovation project were discussed and representatives of the company marketing traditional pipe renovations with a shorter inconvenience time than normal were introduced. In addition, a visit was made to a line renovation site where the apartment working time was condensed to seven weeks. The Fira Sitedrive -program was also addressed as a support of the daily management.</p> <p>The thesis reviewed the scheduling of two different renovation projects and, as a result, it became clear that the lead-time of a apartment was 7–10 weeks. In one of these cases the inconvenience time for residents was considerably reduced by working on one line job at a time.</p>	
<p>Keywords</p> <p>Line renovation, pipe renovation, schedule</p>	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	LINJASANEERAUS.....	7
2.1	Linjasaneerauksen tarve ja korjausmenetelmät	7
2.2	Linjasaneeraus perinteisellä menetelmällä	8
3	LINJASANEERAUKSEN AIKATAULUTUS.....	12
3.1	Yleisaikataulu.....	12
3.2	Työaikataulu.....	12
3.3	Viikkoaikataulu.....	12
3.4	Paikka-aikakaavio.....	13
3.5	Tahtiaikatuotanto.....	14
3.5.1	Tahtiaikatuotannon toteutus ja tavoitteet	14
4	TYÖN TOTEUTUS	16
4.1	Tutkimusmenetelmät.....	16
4.2	Tahtiaikatuotannon soveltuvuus korjauskohteessa	16
4.3	Haastattelu.....	19
4.3.1	Linjasaneerauksen toteutusaika	19
4.3.2	Aikataulutus	19
4.3.3	Urakkarajojen vaikutus aikatauluun	20
4.3.4	Tuotannosuunnittelu	20
4.4	Työmaavierailu	21
4.5	Fira Sitedrive -aikatauluohjelmisto.....	23
4.6	Nopeutettu putkiremontti	24
5	YHTEENVETO.....	26
6	POHDINTA.....	27
	LÄHTEET	28

KÄSITTEET

Rakennuttaja	Rakennuttaja toimii rakennushankkeessa tilaajan edustajana.
Tilaaaja	Urakoitsijan sopimus Kumppani, joka on tilannut urakkasuorituksen.
Lean	Lean-ajattelu on <i>Toyotan</i> toimintatapaan perustuva kokonaisvaltainen kehittämisfilosofia.
Tahtiaika	Kuvaa yksittäisten työvaiheiden kestoa virtautetussa tuotannossa.
Tahtituotanto	Projekti jaetaan identtisiin työkokonaisuuksiin, jotka seuraavat toisiaan keskeytyksettä yhdenmukaisella tuotantonopeudella.
Haitta-aika	Tilanne, joka haittaa normaalia asumista kuten veden tai viemärin käyttö on estynyt tai aika, jolloin asuminen asunnossa ei ole lainkaan mahdollista.
Läpimenoaika	Aikaväli aloittamisen ja loppuun saattamisen välillä.
Allianssimalli	Sopimusmalli, jossa osapuolet vastaavat yhdessä suunnittelusta ja toteutuksesta. Projektin riskit ja tulospalkkiot jaetaan projektin toteuttajien kesken.
Perinteinen menetelmä	Vanhat putkijärjestelmät puretaan ja uusitaan vanhoille paikoilleen.

1 JOHDANTO

Putkiremontti on normaali kiinteistön kunnossapitohanke ja koskettaa vuosittain tuhansien suomalaisten arkea. Perinteisellä menetelmällä toteutettuna remontti kestää keskimäärin kolme kuukautta, mikä tarkoittaa asukkaille pois muuttoa korjaushankkeen ajaksi. Tuottavuuden kehitys rakentamisessa on ollut heikkoa ja turhan usein vielä kuullaan venyneistä aikatauluista sekä puolen vuoden putkiremonteista. Vaikka kehitystä pidetään hitaana, niin kyse ei ole ainoastaan Suomea koskevasta ongelmasta. Talouslehti The Economistin mukaan yli 90 prosenttia kaikista maailman rakennushankkeista on joko ylittänyt budjettinsa tai myöhässä. Usein syynä on puutteelliset suunnitelmat sekä vanhanaikaiset toimintatavat. Rakentamisen tulisi perustua yhteistyöhön ja lopputulosta täytyisi ajatella kokonaisuutena, ei vain yksittäisinä vaiheina. (Lohilahti 2017.)

Opinnäytetyössä perehdytään linjasaneerauksen aikataulutukseen ja työvaiheiden yhteensovittamiseen. Tarkoituksena on selvittää, mistä läpimenoaika muodostuu, kun hanke toteutetaan perinteisellä menetelmällä. Tarkastelu kohdistuu kylpyhuoneessa tehtäviin töihin, jotka toistuvat porrashuoneen jokaisessa asunnossa.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää perinteisen putkiremontin asuntokohtainen läpimenoaika, sekä millä menetelmillä aikatauluhyötyä voidaan saavuttaa. Tutkimuksen kohteena on kaksi linjasaneeraukseen erikoistunutta yritystä. Yrityksien nimiä ei mainita tässä opinnäytetyössä luottamuksellisista syistä.

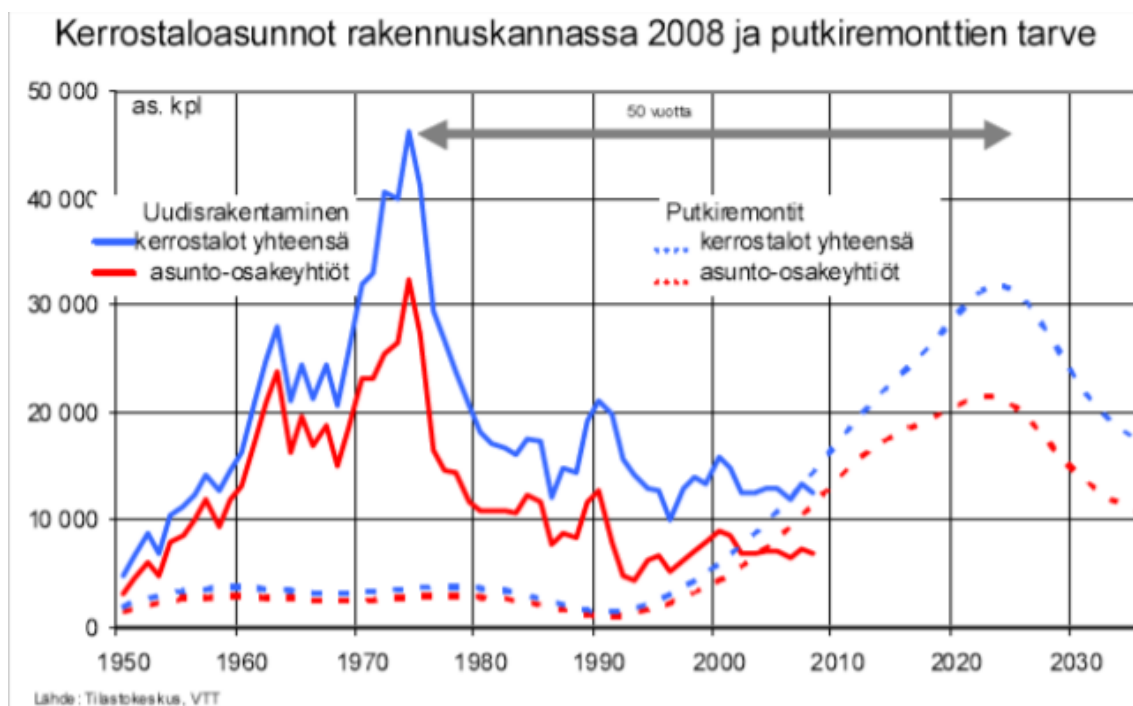
Työssä tutkitaan tahtituotannon soveltuvuutta linjasaneeraushankkeessa sekä haastatellaan pääkaupunkiseudulla toimivaa yritystä, joka markkinoi perinteistä putkiremonttia normaalia lyhyemmällä haitta-ajalla. Lisäksi vierailaan linjasaneeraustyömaalla, jossa asuntojen läpimenoaika on tiivistetty seitsemään viikkoon.

2 LINJASANEERAUS

Linjasaneeraus tarkoittaa rakennuksen vesi- ja viemäriputkien kunnostusta tai uusimista. Remontti on ajankohtainen kiinteistön ollessa keskimäärin 40–50 vuoden ikäinen. Korjausrakentamisen tarve kasvaa vuosi vuodelta ja taloyhtiöissä on edessä korjausrakentamisen piikki. Isännöintiliiton mukaan Suomessa on arviolta noin 100 000 taloyhtiötä, joissa asuu noin 2,7 miljoonaa suomalaista (Isännöintiliitto 2021). Näiden asuinkiinteistöjen putki- ja julkisivuremontit koskettavat entistä suurempaa osaa niiden asukkaista kuluvalle vuosikymmenellä. Tilastokeskuksen mukaan vuonna 2020 asunto-osakeyhtiöt ja asunnon omistajat korjasivat asuinrakennuksiaan ja asuntojaan 6,4 miljardilla eurolla. Vuoden 2019 tasosta korjauksiin käytetty rahamäärä kasvoi 6,2 prosenttia. Kerrostalojen korjaamiseen tästä kului 2,4 miljardia euroa. (Suomen virallinen tilasto 2021 (SVT.))

2.1 Linjasaneerauksen tarve ja korjausmenetelmät

1960-luvulla kerrostaloasuntoja rakennettiin vuodessa keskimäärin noin 23 000 kpl ja 1970-luvulla noin 33 700 kpl. Asuntojen vuosituotanto saavutti huippunsa vuonna 1974 (kuva 1). Tällöin valmistui kaikkiaan 73 033 asuntoa. (RIL 252-1-2009. Asuinkerrostalojen linjasaneeraus 2009.) Näin ollen voidaan päätellä, että korjaustarve tulee kasvamaan huomattavasti, kun 1970-luvulla rakennettujen kerrostalojen putkistot saavuttavat käyttöikänsä. 2030-luvulla korjataan puolestaan 1980-luvun rakennuksia.



KUVA 1. Kerrostalokanta vuonna 2008 rakentamisvuosittain ja ennuste putkiremonttitarpeen kehitykselle (Tilastokeskus 2009)

Linjasaneerauksen tarve voi esiintyä usealla eri tavalla, kuten putkivuodot, hajuhaitat, kuumat tai kylmät huoneistot, sähkötekniset ongelmat tai halu nykyaikaistaa toiminnallisia tarpeita ja kohottaa laatutasoa. Putkistojen korjaustavan valintaan voi vaikuttaa monet tekijät, mutta tärkeintä on kiinnittää huomiota kokonaisuuteen, sekä miettiä millaista elinkaarta korjauksella haetaan ja mihin sillä pyritään.

Putkijärjestelmät voidaan uusiksi entisille paikoilleen, jolloin puhutaan perinteisestä menetelmästä. Tällöin olemassa oleva hormirakenne avataan tai puretaan ja uudet putkistot asennetaan vanhojen tilalle. (Ratu G-0295 Linjasaneeraus toteutusohje 2006.) Menetelmään päädytään yleensä silloin, kun putkistojen lisäksi myös märkätilat sekä muu talotekniikka vaativat uusimista ja halutaan hakea järjestelmille uutta elinkaarta. Putkistot voidaan uusiksi myös uuteen paikkaan esimerkiksi silloin, kun uudet putket eivät mahdu vanhaan hormirakenteeseen nykyaikaisten eristysvaatimusten mukaisesti ja vanhaa hormirakennetta ei ole mahdollista laajentaa. Tällöin uudet putket on mahdollista asentaa esimerkiksi vesiputkien pinta-asennuksina tai moduulikoteloita käyttäen. Vanhat putket voidaan sulkea pois käytöstä ja jättää paikoilleen vanhoihin hormirakenteisiin. (Ratu G-0295 Linjasaneeraus toteutusohje 2006.)

Uusien putkistojen rakentamisen yhteydessä uusitaan yleensä kylpyhuoneiden ja wc-tilojen pintarakenteet, sähköt, kalusteet, ja varusteet, sekä keittiöiden hanat. Ilmanvaihtohormit puhdistetaan, sekä ritilät ja venttiilit joko uusitaan kokonaan tai puhdistetaan suunnitelmien mukaisesti. Wc- ja kylpyhuonetilojen korvausilman saanti varmistetaan järjestämällä riittävät tuuletusraot esimerkiksi ovien kynnyksien kautta. (Ratu G-0295 Linjasaneeraus toteutusohje 2006.)

Kevyempi korjaustapa on vesiputkien pinnoitus ja viemäreiden sukitus- tai sujutusratkaisut, joilla saadaan pidennettyä vanhojen putkien käyttöikä. Menetelmät ovat nopeampia toteuttaa eikä märkätilojen pintarakenteita tarvitse uusiksi. Vaihtoehdot edellyttävät vanhojen putkien riittävän hyvää kuntoa ja niitä voidaan käyttää silloin, kun halutaan välttyä raskailta rakenteiden avaamisilta, sekä tavoitella jatkoaikaa olemassa oleville putkille.

On myös hyvä tiedostaa eri menetelmien yhteiskäyttömahdollisuus ja että ammattihenkilöiden käyttö on ehdottoman tärkeää niin projektin johtamisessa, suunnittelussa kuin asennustöissä (RIL 252-1-2009. Asuinkerrostalojen linjasaneeraus 2009, 110).

2.2 Linjasaneeraus perinteisellä menetelmällä

Yleisin ja kattavin korjausmenetelmä on niin sanottu perinteinen putkiremontti, jolloin vanhat putkijärjestelmät puretaan ja uusitaan vanhoille paikoilleen. Rakennuksessa uusitaan viemäri-, käyttövesi-, lämmitysputkien lisäksi kosteiden tilojen vesieristykset, laatoitukset ja vesikalusteet. Usein remontin yhteydessä uusitaan myös sähkö- ja tietoliikennetekniikka, sekä parannetaan muita kiinteistön tiloja tai järjestelmiä.

Putkistoja entiselle paikalle uusittaessa olemassa oleva hormirakenne avataan tai puretaan, vanhat putkijärjestelmät puretaan ja uudet järjestelmät asennetaan vanhojen paikalle. Putkilinjat korjataan yleensä 1–3 linjaa kerrallaan. (Ratu G-0295 Linjasaneeraus toteutusohje 2006):

1. Aloittavat työt

Linjasaneeraus aloitetaan suojauksella, porrashuoneen sähköistyksellä ja palonsuojelulla, sekä hoidetaan paikalle tarvittavat koneet ja laitteet. Lisäksi järjestetään jätteiden kuljetus ja lajittelu sekä jaetaan huoneistokortit jokaiseen asuntoon.

2. Putkilinjojen sulkeminen

Vesijohdot suljetaan nousulinjojen sulkuventtiileistä tai vastaavista sulkulaitteista. Viemäriinjat poistetaan käytöstä kiinnittämällä käyttökieltoilmoitus jokaiseen viemäriinliittymään.

3. Vesikalusteiden irrottaminen

Kaikki vesikalusteet irrotetaan ja sellaiset, jotka on suunniteltu säilytettäväksi, siirretään ja suojataan väliaikaisesti yleensä asunnon eteis- tai varastotilaan.

4. Pintojen (laatoitus, muovimatto, tasoite yms.) purkutyö

Pintarakenteet kuten lattioiden ja seinien laatoitus sekä tarvittava määrä entistä tasoitetta puretaan koneellisesti tai käsin piikkauskoneella, muovimatot poistetaan petkeleellä, puiset alakattot sahaa ja purkurautaa käyttämällä. Lattian pintalaatta puretaan suunnitelmien mukaan viemärikorjausten edellyttämässä laajuudessa. Purkujäte lajitellaan ja kuljetetaan jätelajien mukaisille jätelavoille.

5. Hormirakenteiden purkaminen

Jotta vanha putkisto saadaan poistettua hormista, puretaan hormirakenne tarvittavilta osin, yleensä yhdeltä tai kahdelta sivulta.

6. Putkistojen purkaminen

Viemäriputkien ja vesijohtojen purkaminen aloitetaan ylimmästä kerroksesta. Huoneistokerroksissa viemärien ja vesinousujen nousulinjoista irrotetaan kytkentäputket ja -viemärit. Huoneistokohtaiset vesijohtojen kytkentäjohdot ja viemärien kytkentäviemärit poistetaan niiltä osin kuin se on rakenteita rikkomatta mahdollista.

7. Kylpyhuoneen viemärien purku- ja asennustyöt

Kylpyhuoneen lattiassa oleva liittymäviemäri sekä lattiakaivo piikataan esiin, puretaan ja uusitaan samaan paikkaan tai kokonaan uuteen paikkaan suunnitelmien mukaisesti. Sama tehdään pesualtaan ja wc-istuimen viemäreille.

Entiselle paikalleen välipohjalaataan uusittaessa viemäriputket ja lattiakaivo piikataan irti välipohjalaatasta, ja tilalle asennetaan uudet vastaavat järjestelmät. Roilot valetaan täyteen laastilla.

Jos vanhat viemäriputket asennetaan uudelle paikalle välipohjalaataan, suljetaan vanhat viemärit ja lattiakaivo täytetään sementtilla. Välipohjalaataan tehdään uudet asennusroilot, joihin asennetaan uusi vastaava putkijärjestelmä.

Uuteen paikkaan asennettaessa vanha lattiakaivo porataan irti ja uusi lattiakaivo asennetaan vanhalle paikalle. Kaivon alapuolelle asennetaan valumuotti ja tuetaan ympärillä oleviin rakenteisiin. Kaivo valetaan ympäriltä umpeen laastilla. Pesukoneen poistovesiputken, pesualtaan ja wc-istuimen vanhat viemäriputket tulpataan ja uusille putkille piikataan asennusroilot välipohjaan. Uudet liittymäputket yhdistetään lattiakaivoviemäriin. Uusi viemäri kiinnitetään alapuolisen kylpyhuoneen kattoon, jossa se kuljetetaan hormirakenteeseen ja siellä olevaan viemäriin uuteen nousuputkeen. Kylpyhuoneen kattoon ja seiniin piikataan suunnitelmien mukaisesti asennusroilot sähköasennuksille.

8. Uusien nousuputkistojen asentaminen ja liittäminen.

Uudet viemärien nousuputket ja vesijohdot asennetaan ja kiinnitetään tukevasti hormin seinärakenteeseen. Uudet sähkökaapelit ja nousujohdot asennetaan joko hormiin tai koteloidaan ulkopuolelle suunnitelmien mukaan. Koteloihin ja hormiin rakennetaan kerrostasojen kohdalle palokatkot palovillaa, -kittiä tai muuta palamatonta materiaalia käyttäen. Huoneistokohtaiset vesimittarit sekä vesiputkien kytkentäjohdot, haara- ja sulkuventtiilit asennetaan paikoilleen. Viemäriin ja vesiputkien kytkentäjohdot tulpataan odottamaan kaluste- ja varusteasennusta. Kaikki putkien asennukset tarkastetaan ja koepaineistetaan ennen hormin sulkemista.

9. Hormi- ja pintarakenteiden korjaus ja uudelleen rakentaminen

Putki- ja kaivoasennuksen jälkeen lattiakaivon ympäryys sekä piikkausurat paikataan korjausmassalla. Seinien asennusurat paikataan sementtilla. Hormit rakennetaan umpeen levyrakenteisena tai vaihtoehtoisesti harkoilla tai tiilillä muuraamalla suunnitelmien mukaisesti.

10. Sähkö- ja ilmanvaihtoasennukset

Kylpyhuoneen kattoon ja seiniin asennetaan sähköjohtojen suojaputket uusille sähköasennuksille. Ilmanvaihtojärjestelmää parannetaan ja uusitaan kattorakenteen edellyttämällä tavalla. Yleensä ilmanvaihtohormit, venttiilit ja ritilät puhdistetaan. Mikäli kylpyhuoneisiin asennetaan uusi alakatto, johdetaan ilmavaihtohormista tilaan uusi ilmanvaihtokanava. Pölyyntymisen estämiseksi kanava tukitaan tulevien työvaiheiden ajaksi.

11. Lattia

Puretun pintalaatan tilalle tehdään korjauslaastilla pintavalu. Valun avulla kylpyhuoneen lattia tasoitetaan ja lattiaan tehdään kallistukset lattiakaivon päin. Valutyön päätteeksi lattian pinta hierretään riittävän sileäksi vedeneristeen levittämistä varten. Lattian lämmitysjärjestelmät on mahdollista asentaa joko pintavalukerrokseen tai ohuen kiinnityslaastikerroksen avulla pintavalukerroksen päälle.

12. Seinät ja katto

Kylpyhuoneen seinät ja tarvittaessa katto tasoitetaan märkätilatasoiteella. Ennen tasoitustyöhön ryhtymistä tarkistetaan viemäri-, vesijohto- ja sähköasennusten valmius. Seinän läpiviennit merkitään selvästi ennen tasoitetyön aloittamista. Nurkat ja kulmat sekä seinät tasoitetaan suoriksi ja pinnaltaan tasaisiksi.

13. Vedeneristys

Seinät ja lattia vedeneristetään suunnitelmien mukaisilla vedeneristysmateriaaleilla. Vedeneristystyön laatua tarkkaillaan työn aikana esim. vedeneristemateriaalin menekkiä seuraamalla sekä työn jälkeen tarkastamalla vedeneristekerroksen paksuus näytepalojen avulla.

14. Seinä- ja lattiapinnat

Lattia- sekä seinäpinnat laatoitetaan ja saumataan suunnitelmien mukaisilla tai huoneiston omistajan toimittamilla materiaaleilla. Seinien ja lattian laatoituksen liitossauma, ovikarmisaumat sekä seinien nurkkasaumat kitataan joustavalla kitillä.

15. Katto

Kylpyhuoneen kattoon rakennetaan alakatto tai maalataan suunnitelmien mukaisesti. Ennen maalausta tai alakaton rakentamista varmistetaan kattoon tulevien sähköasennusten sekä ilmanvaihtojärjestelmän asennusten valmius ja toimivuus.

16. Vesi- ja kylpyhuonekalusteiden asentaminen

Kylpyhuoneen kalusteet kiinnitetään suunnitelmien mukaisiin paikkoihin sekä vesikalusteet asennetaan paikoilleen ja liitetään vesi- ja viemärijohtoihin. Ennen vesikalusteiden asentamista poistetaan viemäri liittymistä suojausmateriaali ja varmistetaan viemäriputkien avonaisuus. Lattiakaivoon asennetaan reikäkansi. Oveen asennetaan uusi tai vanha kunnostettu kynnyksen suunnitelmien mukaisesti.

17. Koekäyttö

Viemäri- ja vesilinjastoasennusten valmistuttua tehdään linjassa yhteiskäyttökokeilu, jolla varmistetaan laitteiden ja asennusten toimivuus sekä liitosten tiiviys.

18. Loppusiivous

Asunnon työalueet siivotaan puhtaiksi ja pölyttömmiksi. Koko huoneisto siivotaan sopimusasiakirjoissa sovittuun puhtaustasoon sekä vesikalusteista poistetaan jäljellä olevat suojaukset. Työkohteesta puretaan työnaikaiset sähkö-, ilmanpuhdistus- ja laiteasennukset sekä tilojen ja rakenteiden suojaukset.

19. Työn luovutus

Valmis linjasaneeraustyö luovutetaan huoneiston haltijalle ja tilaajalle sopimusasiakirjoissa esitettyssä järjestyksessä.

3 LINJASANEERAUKSEN AIKATAULUTUS

Linjasaneeraushankkeen toteutus etenee vaiheittain. Vaiheet ovat tarveselvitys, hankesuunnittelu, tekninen suunnittelu, rakentamisen valmistelu, rakentaminen, käyttöönotto ja luovutus sekä käyttö ja takuu-aika. Hankkeen keskimääräinen kokonaiskesto on 2–3 vuotta. (Ratu G-0295 Linjasaneeraus toteutusohje 2006.) Urakkavaihe kestää perinteisellä korjausmenetelmällä toteutettuna noin 8–14 viikkoa asuntoa kohden. Hankkeen aikataulun suunnittelussa määritetään aluksi rakentamiseen käytettävissä oleva aika, jonka jälkeen hanke jaetaan lohkoihin ja tuotanto tehtäviin. Seuraavaksi tehtäville määritetään oikea työjärjestys ja ne tahdistetaan ja rytmitehtään. (Ratu S-1231 Korjausrakentamisen suunnitteluohje 2012.)

3.1 Yleisaikataulu

Ennen rakentamispäätöstä tai urakkatarjouksen antamista päätoteuttaja laatii hankkeelle alustavan yleisaikataulun. Aikataulua verrataan rakennuttajan antamaan rakennusaikaan sekä tarkistetaan hankkeen ajallinen kireystaso. Aikataulussa kuvataan valmistumispäivämäärä, päätyövaiheet, tehtävien aloitus- ja valmistumisajankohdat, sekä arvioidaan välitavoitteiden saavuttaminen. Aikataulu esitetään usein jana-aikataulun muodossa. Alustava yleisaikataulu läpikäydään sopimusneuvotteluissa ja tarvittaessa tarkennetaan tai muokataan. Sopimusosapuolten tarkentama ja hyväksymä alustava yleisaikataulu liitetään sopimukseen sopimusyleisaikatauluksi. (Ratu 7031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus.)

3.2 Työaikataulu

Sopimusyleisaikataulua tarkennetaan työaikatauluksi päätoteuttajan toimesta työmaata ja eri urakoitsijoiden töiden yhteensovittamista varten. Työtehtävät suunnitellaan tarkemmin ja jaetaan lohkoittain tai osatehtäviin. Aikataulu esitetään yleensä jana-aikatauluna ja siinä tulee esittää tehtävien ajoitus, välitavoitteet, talotekniikan työt sekä luovutustoimenpiteet. (Ratu 7031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus.) Työaikataulusta hankkeen osapuolet saavat tiedot työvaiheista, tehtävien kestoista ja resurssien käytöstä.

3.3 Viikkoaikataulu

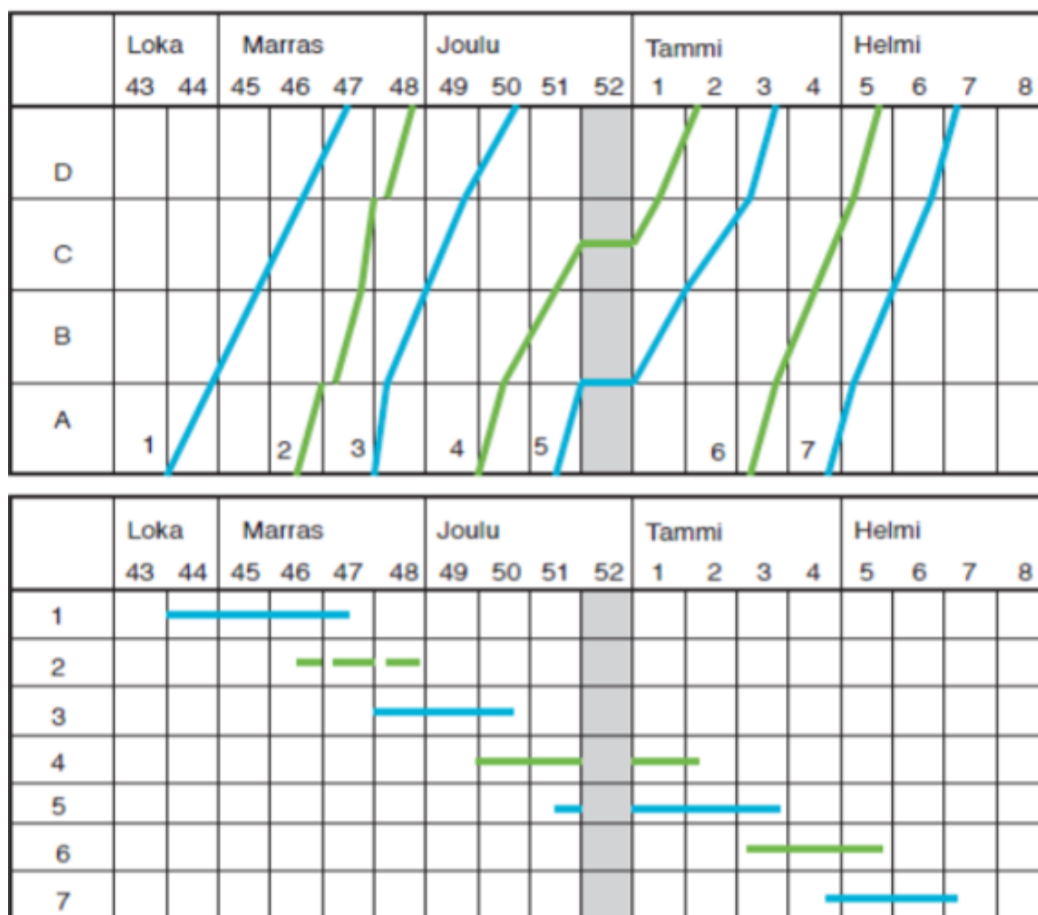
Riittävät resurssit ja niiden tehokas käyttö, sekä töiden tavoitteiden toteutuminen varmistetaan viikkoaikataululla. Tarvittavat resurssit on mahdollista arvioida määrä- ja aikataavoitteiden perusteella, jonka jälkeen niitä voidaan verrata käytettävissä oleviin. Lisäksi viikkoaikataulu on ali- ja sivu-urakoitsijoiden toimintaohje sekä työryhmien nokkamiesten tiedonlähde. Työpäällikkö tai vastaava työnjohtaja selvittää tavoitteet rakentamisvaihe- tai yleisaikataulun perusteella. Tavoitteeksi voidaan määrittää esimerkiksi jokin alue tai rakenne ja sen valmius tietynä päivänä. Lisäksi varmistetaan yhteensopivuus muiden työnjohtajien töiden kanssa ja selvitetään, kuinka tavoitteisiin voidaan päästä, kun huomioidaan käytettävissä olevat resurssit, niiden lisätarve ja vapautumiset. (Ratu KI-6028 Aikataulukirja 2016, 34.)

Viikkoaikataulut laaditaan joka viikko 1–3 viikoksi eteenpäin työtehtävien mukaan ja työskentelyn alla oleva viikko on tarkkuudeltaan tarkin. Jokaisen työkohteen työnjohtaja laatii omat

alustavat viikkoaikataulut, jotka yhteensovitetään ja yhdistetään vastaavan työnjohtajan johdolla. Onnistunut suunnitelman mukainen tuotanto vaatii, että edellytykset tehtävien läpiviemiseksi ovat kunnossa. Varmistetaan suunnitelmat, vapaa työkohte, materiaalit, koneet, kalusto, resurssit sekä riittävä aika kyseisen työn tekemiseen työkohteessa. Tehtävän toteutuminen on mahdollista, kun nämä edellytykset ovat kunnossa. Aikataulujen ja suunnitelmallisen toiminnan tasoa voidaankin hyvin arvioida viikkotasolla suunniteltujen ja toteutuneiden tehtävien vertailulla. (Ratu KI-6028 Aikataulukirja 2016, 34.)

3.4 Paikka-aikakaavio

Paikka-aikakaavio kuvaa tehtävien etenemistä suhteessa sijaintiin ja aikaan. Paikka-aikakaaviossa kohde jaetaan osakohteisiin ja päätetään näille suoritusjärjestys. Linjasaneeraushankkeessa käytettäessä kaavion vaaka-akselilla voidaan esittää aika viikkoina tai työpäivinä ja pystyakselilla viemäriinjat tai kerrokset. Vinoviivoilla kuvataan tehtävien kesto, suoritusjärjestys, tehtävien toteutuksen aikaväli ja suorituspaikka. Viivojen kaltevuus osoittaa tuotantopeuden. Kaavio mahdollistaa eri työvaiheiden yhteensovittamisen vastaamaan tuotannon kulua ja havainnollistaa mahdolliset ongelmakohdat sekä tehtävien päällekkäisyydet. Osakohteiden riittävyys suunniteluille töille voidaan myös varmistaa paikka-aikakaavion avulla. (Ratu KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 25.) Kuvassa 2 rakennustekniset työt esitetty paikka-aikakaaviona ja jana-aikatauluna.



KUVA 2. Rakennustekniset työt (1–7) paikka-aikakaaviona ja jana-aikatauluna (Ratu 7031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2012, 23)

3.5 Tahtiaikatuotanto

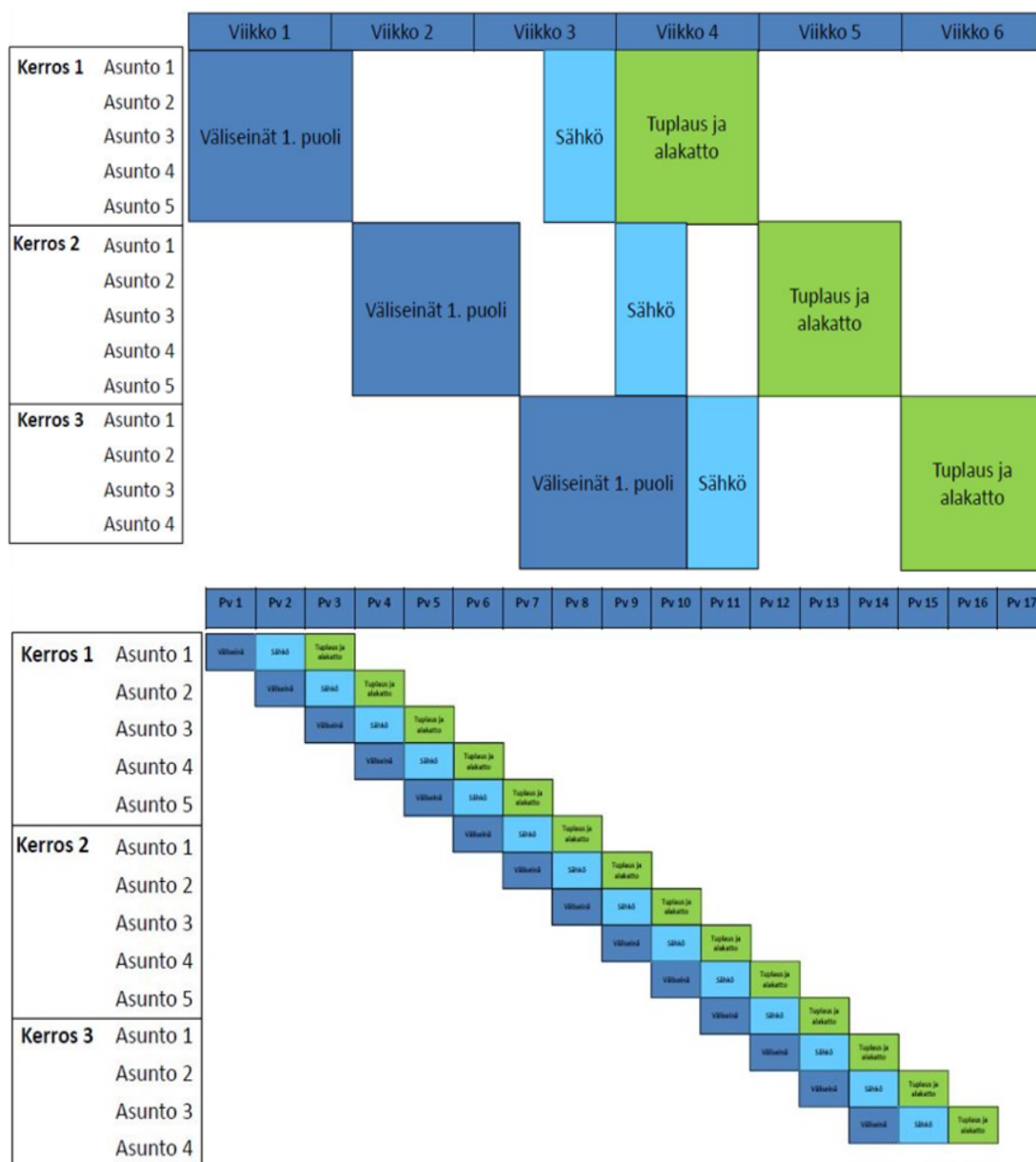
Tahtiaika on Lean-filosofian peruskäsite, joka kuvaa yksittäisten työvaiheiden kestoa tuotannossa mikä toimii virtausperiaatteella. Lean-ajattelussa pyritään maksimoimaan asiakasarvo parantamalla jatkuvasti prosessien virtaustehokkuutta. Virtaus aikaansaadaan tasaamalla kaikki työvaiheet samanmittaisiksi paketeiksi seuraamaan välittömästi toisiaan. Rakennusalalla samaan pyritään paikka-aikakaaviolla, jolloin tehtävät tasataan suhteessa toisiinsa. Kuitenkin todellisuudessa työsuunnittelu on pintapuolista ja vaihtelu tuotannossa, sekä erinäiset pussurit kumoavat varsinaisen tahtiaikatuotannon toteutumisen. Tahtiaikatuotanto on lupaava työkalu ja antaa mahdollisuuden nykyaikaistaa rakentamisen tuotannonohjauksen periaatetta. (Lean Construction Institute Finland 2015.)

Niin uudis- kuin korjausrakentamisessa on paljon toistuvia työvaiheita, kuten kerrostalojen sisätyövaiheet, asuntojen ja hotellien korjaukset sekä putkiremontit. Näihin voidaan käyttää Lean-tuotannon tahtiaikaperiaatetta, jossa tarkasti mitoitettut tehtävät seuraavat toisiaan kuin junan vaunut. Nykyinen rakennusalan työsuunnittelu ei ulotu teollisuudessa käytetyn tuotannon suunnittelun tasolle, jossa tehtäviä suunnitellaan minuutin tai jopa sekunnin tarkkuudella. Tyypillisesti tehtävät aikataulutetaan tarkimmillaan päivän tarkkuudella. Tahtiaikataulun ongelmana voi olla aliurakoitsijoiden sitouttaminen tarkkaan aikatauluun, tuotannon vaihtelu, urakkarajat, häiriöt tai ettei tuotannonohjaustieto kulje työntekijätasolle. Ei voida siis puhua todellisesta tahtiaikatuotannosta rakennusalalla, vaikka erilaisia sääntöjä, kuten kaksi viikkoa per kerros tai linja käytetään kuvaamaan tasaista etenemää. (Lean Construction Institute Finland 2015.)

3.5.1 Tahtiaikatuotannon toteutus ja tavoitteet

Tahtiaikatuotannon toteutus etenee siten, että tuotantoprosessista kootaan tiedot, sen vaiheista, työvaiheiden järjestyksestä sekä kestoista. Tämän jälkeen työmaa jaetaan toistuviin alueisiin, tai sopivan kokoihin osakohteisiin, jotka toimivat tahtiaikasuunnittelun yksiköinä. Seuraavaksi määritetään tuotannolle tahtiajan pituus hitaimman työvaiheen mukaan ja mietitään voisiko hitainta vaihetta nopeuttaa tai jakaa töitä pienempiin osiin. Kun tahtiaika on määritetty, tasataan kaikki työvaiheet etenemisnopeuden mukaan esimerkiksi resursseilla. Sopimusehdot täytyy suunnitella siten, että aliurakoiden sanktiot sidotaan etenemisnopeuteen, ei vain välitavoitteisiin. (Lean Construction Institute Finland 2015.)

Tahdistuksen tarkoituksena on siis luoda suunnitelma, missä eri tehtävät etenevät samalla nopeudella, vaikka niiden työmäärä ja työsisältö vaihtelee tehtävittäin. Tehtävät siirtyvät häiriöttä osakohteessa toiseen ilman, että samassa työkohteessa työskentelee samanaikaisesti monta työryhmää. Näin pyritään takaamaan työrauha jokaiselle työryhmälle. Tämä edellyttää tasaista tuotantonopeutta ja riittäviä aloitus- ja lopetusvälejä tehtävien välillä. (Ratu KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 84.)



KUVA 3. Rakennustöiden suunnittelu perinteisellä aikataululla ja tahtiaikataululla (Mölsä 2019)

Kun tahtituotantoa joudutaan suunnittelemaan huomattavasti yksityiskohtaisemmin kuin perinteisellä mallilla tehtyä aikataulua, samalla joudutaan paneutumaan huolella töiden sisältöihin ja rakennuskohteen ominaisuuksiin. Nopea alueellinen läpimenoaika ja pieni toistuva tahtialue helpottaa myös huomaamaan edellisen työvaiheen virheet, jolloin myös toistuvat virheet saadaan nopeasti poistettua. (Työtehoseura, julkaisuaika tuntematon.) Kuvassa 3 rakennustyöt suunniteltu perinteisellä aikataululla sekä tahtiaikataululla. Tahdistamisella saadaan poistettua tehtävien välistä ylimääräistä hukkaa ja näin ollen tehostettua asuntojen rakentamisen aikaista käyttöastetta.

Tahtiaikatuotannon tavoitteena on saavuttaa tasainen ja ennakoitava tuotantotahti sekä kehittää tuotantoa jatkuvasti paremmaksi. Tehdään valmista kerralla ja ongelmien vastaan tullessa selvitetään syyt ja ratkaistaan ne. Tasautettu ja ennakoitava tuotanto antaa myös mahdollisuuden materiaalitoimitusten täsmällisiin toimituksiin. (Lean Construction Institute Finland 2015.)

4 TYÖN TOTEUTUS

4.1 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusta varten perehdyttiin opinnäytetyön toimeksiantajan laatimaan perinteisen putkiremontin aikatauluun. Tarkoituksena oli saada kokonaisvaltaisempi kuva linjasaneerauksesta ja selvittää kuinka työvaiheet on yhteensovitettu. Lisäksi tutkimuksessa pohdittiin tahtiaikatuoannon soveltuvuutta putkiremonttikohteessa. Tarkastelu kohdistui kylpyhuoneessa tehtäviin töihin, jotka toistuvat jokaisessa huoneistossa.

Jotta aikataulutuksesta saatiin laajemmin tietoa, haastateltiin pääkaupunkiseudulla toimivaa linjasaneerauksiin erikoistunutta yritystä, sekä vierailtiin työmaalla, jossa asuntojen läpimenoaika on tiivistetty seitsemään viikkoon. Haastattelussa keskusteltiin linjasaneerauksen toteutusajasta sekä yleisesti aikataulun ja tuotannosuunnittelusta. Tarkoituksena oli saada tietoa aikatauluun vaikuttavista tekijöistä, sen ongelmakohdista sekä millä menetelmillä asukkaille koituvaa haitta-aikaa voidaan mahdollisesti lyhentää.

4.2 Tahtiaikatuotannon soveltuvuus korjauskohteessa

Tutkimusta varten perehdyttiin linjasaneerauksen aikatauluun, joka oli laadittu kuusikerrokseen taloyhtiöön. Työ toteutetaan perinteisellä menetelmällä, jossa uusitaan märkätilat, wc-tilat, vesi- ja viemärijärjestelmät kalusteineen. Lisäksi uusitaan sähkö- ja tietoliikennetekniikka. Kohteen kylpyhuoneet ja wc-tilat ovat peltielementtejä, jotka puretaan siten että ainoastaan keittiön vastainen seinä säilytetään. Uudet seinät tehdään Siporex-harkoista.

Taloyhtiö muodostuu kahdesta rakennuksesta ja seitsemästä porrashuoneesta, jotka käsittävät 120 huoneistoa. Huoneistojen viemärit jakaantuvat yhdessä porrashuoneessa kolmeen eri linjaan ja yksi linja sisältää kuusi asuntoa. Aikataulun tarkastelu rajataan kylpyhuoneessa tehtäviin töihin yhden linjan osalta.

Kohteen aikataulu on tehty kylpyhuonekohtaisesti tahtituotantoa soveltaen. Asuntokohtainen läpimenoaika on 10 viikkoa ja tehtävät etenevät limitetysti 4, 8, 12 tai 16 tunnin tahdeilla työvaiheesta riippuen. Tarkastelusta huomaa, että eniten aikaa vievät työvaiheet ovat nousulinjat, muuraus ja hienotasointus sekä vedeneristys ja laatoitus. Muurausta kohteessa on normaalia enemmän johtuen peltielementtien purusta, ja vedeneristys sekä laatoitus vaativat aikaa jo kuivumisaikojen puolesta. Putkilinjojen koepaineistus sekä lattiavalu tehdään koko linjaan kerralla ja pelkästään nousulinjojen asentamiseen on aikataulusta varattu yli viikko aikaa. Hormi voidaan avata kohteesta ja linjasta riippuen esimerkiksi vaatehuoneesta, kylpyhuoneesta tai keittiöstä käsin. Mikäli se aukaistaan kylpyhuoneen puolelta kuten tässä tapauksessa, hormiin uusitaan putkisto ja tehdään koepaineistus koko linjaan ennen kuin voidaan jatkaa seuraavia työvaiheita.

Vesiputkien nousulinjojen asentaminen uuteen paikkaan tai hormin avaaminen muualta kuin kylpyhuoneesta antaa edellytykset nopeammalle läpimenoajalle. Jos uudet vesiputket asennetaan esimerkiksi porrashuoneeseen tai hormi avataan keittiön puolelta, voidaan kylpyhuo-

neessa tehdä toista työvaihetta samaan aikaan. Työjärjestys ei siis välttämättä ole sama jokaisessa linjassa mutta kannattaa kuitenkin miettiä siten, että kylpyhuoneesta avattavien hormien asunnot otetaan työn alle ensin. Koepaineistuksen jälkeen nousulinjaan tehdään palokatkot ja eristys, jonka jälkeen työt saadaan taas etenemään tasaisesti lattiavaluun asti. Tässä kohteessa lattiavalu tehdään pumpulla linjakohtaisesti mikä tarkoittaa sitä, että kun linjan ensimmäiseen kylpyhuoneeseen saadaan tehtyä valuvalmistelut ja asennettua lattialämmityskaapelit, odottaa se tyhjillään niin kauan, kunnes samat työvaiheet on tehty kaikkiin kylpyhuoneisiin. Tämän jälkeen valetaan lattia, jonka saa tehtyä kuitenkin suhteellisen nopeasti ja vie kuivumisaikoinen kaksi päivää. Kun valu on kuivunut päästään aloittamaan vedeneristys sekä laatoitus ja loput työvaiheet etenevät kylpyhuonekohtaisesti päivän tahdilla.

Lattiavalu olisi mahdollista tehdä myös kylpyhuonekohtaisesti, jolloin valmista työtilaa syntyisi nopeammin seuraavalle työvaiheelle, mutta linjakohtainen valu vakioidun kumppanin toimesta on todettu hyväksi käytännöksi, sillä laatoituksen aloitusedellytykset täytyvät kerralla. Kuvassa 4 esimerkki lattiavalun tahdistuksesta.

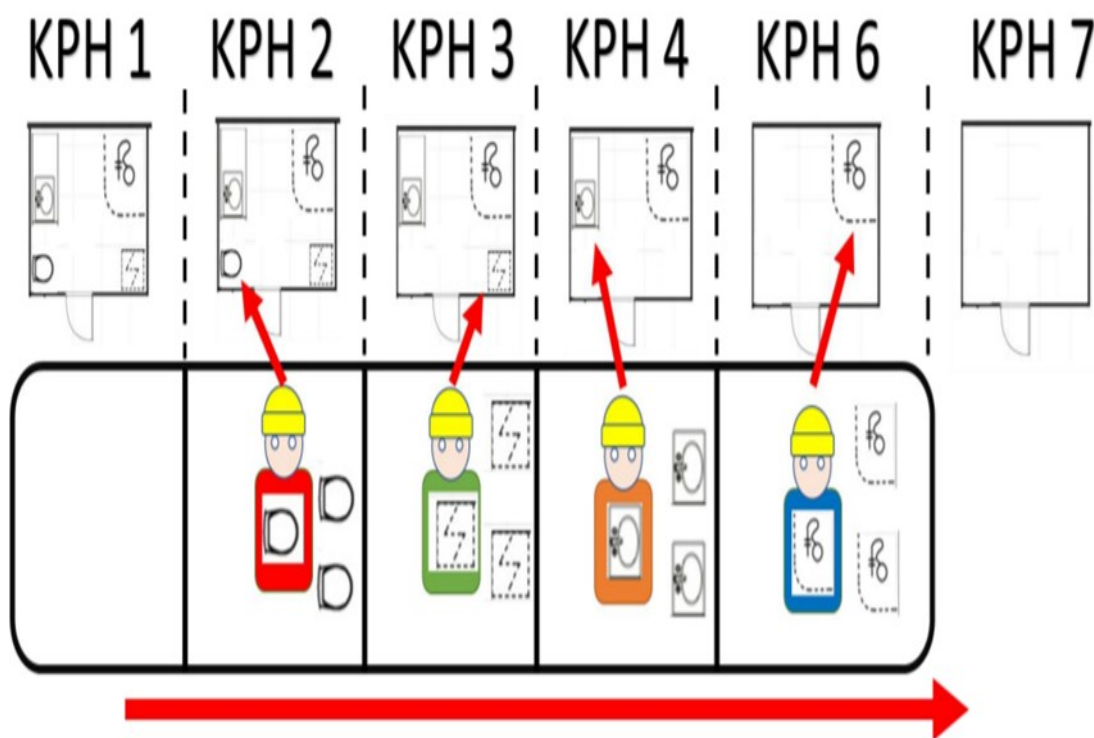
1. Linja	pv 1	pv 2	pv 3	pv 4	pv 5	pv 6	pv 7	pv 8	pv 9	pv 10	pv 11	pv 12	
1. asunto	Valuvalm. Lattialämmitys skaapelit					Lattiavalu		Vesieriste					
2. asunto		Valuvalm. Lattialämmitys skaapelit								Vesieriste			
3. asunto			Valuvalm. Lattialämmitys skaapelit								Vesieriste		
4. asunto				Valuvalm. Lattialämmitys skaapelit								Vesieriste	
5. asunto					Valuvalm. Lattialämmitys skaapelit								Vesieriste

1. Linja	pv 1	pv 2	pv 3	pv 4	pv 5	pv 6	pv 7	pv 8
1. asunto	Valuvalm. Lattialämmitys skaapelit	Lattiavalu	Vesieriste					
2. asunto		Valuvalm. Lattialämmitys skaapelit	Lattiavalu	Vesieriste				
3. asunto			Valuvalm. Lattialämmitys skaapelit	Lattiavalu	Vesieriste			
4. asunto				Valuvalm. Lattialämmitys skaapelit	Lattiavalu	Vesieriste		
5. asunto					Valuvalm. Lattialämmitys skaapelit	Lattiavalu	Vesieriste	

KUVA 4. Esimerkki aikatauluhyödyistä tahdistamalla (Pesonen 2021)

Mikäli aikataulussa haluttaisiin käyttää tahtiaikatuotantoa, niin tahti pitäisi määritellä hitaimman työvaiheen mukaan. Tässä tapauksessa yksi tahti olisi 16 tuntia mikä on liian pitkä pienemmille työvaiheille. Koko hankkeen läpivienti tahtituotannolla vaatisi työvaiheiden yhdistämistä ja tasaamista siten, että kaikki tehtävät saataisi toteutumaan samalla nopeudella. Töiden täytyisi edetä niin, että siirtymien väliin jäisi mahdollisimman vähän hukka-aikaa sekä oikeassa järjestyksessä, sillä tehtävien riippuvuudet toisistaan estävät seuraavien työvaiheiden alkamisen. Mikäli tahdiksi määritetään kahdeksan tuntia, pitäisi pienempiä töitä yhdistää esimerkiksi lisäämällä moniosaamista. Hitaimpia työvaiheita täytyisi mahdollisuuksien mukaan nopeuttaa tai pilkkoa pienempiin osiin, koska pelkästään resursseja lisäämällä ongelmaksi muodostuu usein tilan ahtaus. Sopivan tahtiajan määrittämiseksi täytyisi kuitenkin tunnistaa tehtävien tarkat kestot, jolloin ylimääräinen hukka saadaan poistettua aikataulusta kiristämättä asentajien työtah- tia. Kuvassa 5 asentajat etenevät tasaisella nopeudella ja suorittavat oman tehtävänsä yhden tahdin aikana.

Jotta tahtiaikataulusta saadaan toimiva edellyttää se siis huolellista suunnittelua ja organisoin- tia. Vaikka tehtävät saataisi muovattua aikatauluun samanpituisiksi paketeiksi, koko linjan to- teutuminen tahtituotannolla voi olla haastavaa. Mahdolliset häiriöt ja työvaiheet, jotka välttä- mättä täytyy tehdä linjakohtaisesti saattavat katkaista töiden tasaista virtausta. Kuitenkin hank- keessa, jossa on paljon toistuvia työvaiheita, voidaan töiden tahdistamisella pyrkiä ylimääräisten puskureiden poistamiseen ja siihen, että jokainen linjan kylpyhuone olisi jatkuvasti työn alla.



KUVA 5. Tahtituotannossa asentajat etenevät tasaisella nopeudella ikään kuin liukuhihnalla (Keskiniva, Saari 2019).

4.3 Haastattelu

Rakennusliikkeet ovat kehittäneet nykyään nopeampia putkiremontteja. Opinnäytetyön tutkimusta varten haastateltiin pääkaupunkiseudulla toimivaa yritystä, joka markkinoi putkiremonttia normaalia lyhyemmällä haitta-ajalla. Haastattelun tarkoituksena oli selvittää putkiremontin tyypillinen toteutusaika, keskustella linjasaneerauksen aikataulutuksesta, sen ongelmakohdista sekä millaisilla keinoilla läpimenoaikaan voidaan vaikuttaa. Haastattelu nauhoitettiin ja hyödynnettiin opinnäytetyössä.

4.3.1 Linjasaneerauksen toteutusaika

Haastattelun mukaan urakka-aika vaihtelee sen laajuudesta riippuen. Jos otetaan 24 asuntoa samaan aikaan työn alle, osassa asuntoja voidaan päästä kahdeksan viikon haitta-aikaan, mutta kokonaisuudessaan talo voi kestää kymmenen tai jopa kaksitoista viikkoa. Jos mietitään, että työn alla on kahdeksan asuntoa niin silloin se valmistuu aikaisemmin kuin 16 tai 24 asuntoa. Eli lähtökohtaisesti jos kyseessä on pienempi talo, joka käsittää yhden portaan tai vähemmän asuntoja, päästään kahdeksan tai jopa kuuden viikon haitta-aikaan. Tähän vaikuttaa tietysti remontin sisältö.

4.3.2 Aikataulut

Yritys käyttää aikataulujohtamisessa neljää eri tasoa. Ensimmäinen on salkkutaso, joka tarkoittaa, että yrityksen kaikki neljä tuotantoyksikköä on aikataulutettu pidemmällä tähtäimellä. Se vaikuttaa siihen, miten samat urakoitsijat saadaan kytkettyä. Jokaisella junalla on yksi työpäällikkö sekä kolmesta viiteen toimihenkilöä. Sitten on yleisaikataulutaso, jossa mietitään esimerkiksi haittaajat, mistä talosta lähdetään, mennäänkö porras kerrallaan vai talo kerrallaan. Tämän jälkeen on työvaihetaso, jossa kaikki työvaiheet on aikataulutettu haluttuun tahtiin. *”Jos suunnittelussa käytetään neljän tunnin tahtia, neljän tunnin tahti aamupäivällä ja neljä tuntia iltapäivällä niin silloin jokainen työvaihe on oltava tehtynä neljässä tunnissa tai mielellään alle. Tavoitteeseen päästään resursseja säättämällä ja isommat työvaiheet voidaan jakaa pienempiin osiin. Mietitään, että yksi ja sama henkilö tekisi yhtä kylpyhuonetta päivittäin, niin valmista tulisi jo parissa viikossa. Koska yleensä ei ole järkevää ottaa resursseja samanaikaisesti jokaiseen kylpyhuoneeseen niin tämä sama ilmiö pitäisi saada toteutumaan projektin mittakaavassa tahtiaikaa käyttämällä. Pyritään siis siihen, että jokainen asunto tai kylpyhuone on jatkuvasti miehitettynä.”* Viimeisenä on työmenetelmätaso, jossa pyritään oppimaan minuuttitasolla kauanko suunniteltu työvaihe kestää. Jokaisesta työvaiheesta on kuvattu tarkka työsisältö sekä kesto ja jos tulee uusi työntekijä, niin voidaan antaa tarkat ohjeet sekä tavoiteaikataulu kyseisen työvaiheen suorittamiseen.

Haastattelussa korostettiin, että on todella tärkeää saada hallittua salkkutasoa. *”Pahin tilanne on se, jos tuotantoporukalle ei saada uutta työmaata. Silloin urakoitsijat menevät jollekin toiselle työmaalle ja eihän ne sieltä enää takaisin tule, kun tarve vaatii. Nämä ovat loppujen lopuksi yksinkertaisia juttuja mutta aika sitkeä saada käytäntöön. Pitää ponnistella, että asiat saa käytäntöön ja ylläpidettyä siellä. Koko ajan kokeillaan onko tahtiaika se juttu vai perinteinen tyyli mutta tarkasti suunniteltuna. Semmoista lopullista aikataulumallia ei ole vielä olemassakaan,*

mutta pointti on siinä, että ennakkosuunnittelu ja aikataulujohtaminen, niin ne ovat niitä avaintekijöitä, joilla sitä aikataulua saa sitten puristettua. Tosiasia on, että jos kylppärissä on x määrä töitä, niin tehdäänkö ne nopeasti vai hitaasti, se on suunnittelusta kiinni.”

4.3.3 Urakkarajojen vaikutus aikatauluun

Haastateltavan mukaan ihannetilanteessa urakkarajoja ei olisi. Harvoin kuitenkaan tähän päästään, ellei tehdä kaikkia työvaiheita omilla työntekijöillä. Usein urakka on pilkottu useamman alihankkijan kesken, joten kyse on aikataululogiikasta ja ennakkosuunnittelusta, joka on äärimmäisen tärkeää. Aikataulut tehdään hyvin tarkasti ja kaikkien urakoitsijoiden täytyy sitoutua näihin jo urakkasopimusvaiheessa. Kaikkien toimijoiden täytyy ymmärtää, että mikäli tavoitteet ei täyty päivän päätteeksi, kaatuu koko porukan aikataulu. Tähän päästään vaiheittain koska kukaan urakoitsija ei yleensä suoraan halua sitoutua tarkkaan aikatauluun vaan ennemmin halutaan pelata varman päälle. Urakoitsijoiden kanssa pitäisi tehdä ennakkosuunnittelua etukäteen todella paljon.

Toteutusmuotona voidaan käyttää myös tuotantoallianssia, jolloin kaikki osapuolet laitetaan saman sopimuksen piiriin. Tällöin hankkeen katteesta hyötyy jokainen etukäteen sovitulla tavalla ja urakkaa ajatellaan kokonaisuutena pelkän oman edun sijaan. Urakkamuotona voi lisäksi olla strateginen allianssi, jolloin kaikki asentajat ovat yhden toimijan alla.

4.3.4 Tuotannosuunnittelu

Haastattelussa mainittiin, että olipa urakkamuoto mikä tahansa niin äärettömän tärkeää on vakioidut kumppanit ja tuotannon pieni vaihtuvuus. *”Rakennusala ei ole pelkästään tekniikkaa ja aikataulunhallintaa vaan myös todella isossa määrin ihmisten johtamista. Ihmiset täytyy tuntea ja heidän osaamisensa sekä suorituskykynsä täytyy olla tiedossa. Jos mietimme tehdasteollisuuden tuottavuuden kehitystä, niin perustuu se valtaviin toistomääriin, jonka avulla ihmiset ja koneet oppivat tekemään asiat paremmin ja nopeammin. Samaan voisimme pyrkiä myös rakennusteollisuudessa. Rakennusteollisuuden pahin ongelma on, että jokainen projekti on ainutlaatuinen ja joka kerta kasataan täysin uudet tekijät ja keksitään uusia suunnitteluratkaisuja. Jokainen projekti on ikään kuin taideteos. Pitäisi saada toistuvuutta ja jatkuvaa parantamista. Sitä kautta tuottavuus kehittyy, kun tulee jatkuvaa parantamista ja oppimista.”*

Kysyttäessä alan kehitysmahdollisuuksista haastateltavan mielestä tällä hetkellä tuotantosysteemiä pitäisi kokonaisvaltaisesti kehittää, rakentaa aina sen edellisen päälle, jolloin tulisi jatkuvaa parantamista. *”Tavallaan luodaan sabluunoita. Jos löytyy joku hyvä aikataulumalli niin sitä jatkojalostetaan, eikä niin että aina aloitetaan puhtaalta pöydältä. Pitkäjänteistä kehittämistä kaikilla osa-alueilla, resurssit, aikataulujohtaminen, laadun johtaminen, tai asiakaskokemus, koitetaan rakentaa kaikkia paremmaksi pitkällä tähtäimellä. Siten siinä voi edistyä koska onhan nämä kuitenkin isoja ja monimutkaisia projekteja. Tekijöiden kannalta on selvää, että jos porukka pysyy samana, niin tekeminen kehittyy sen sijaan että aina tulee uudet tekijät. Jos laitetaan ihmiset ensimmäistä kertaa tekemään mitä tahansa niin siinä tulee sellaisia kantapään kautta tilanteita. Ja joka kerta kun sellainen tulee, päätetään että tätä ei toisteta ja mikä on se*

tapa, jolla se saadaan kaikille yrityksessä tietoon. Silloin sitä samaa ongelmaa ei enää toisteta koska se opittiin. Siten se tekeminen väkisin koko ajan paranee.”

”Pitäisi pyrkiä siihen, että aikataulusta ei anneta pätkääkään periksi. Jos joku juttu estää, että aikataulussa tulee ongelmia, niin siitä kerätään poikkeama ja kaikki käsitellään viikoittain, ettei sama ongelma tule enää uudestaan vastaan. Päivitetään suunnitteluohje, osakasohjeistus, aliurakkasopimus tai mikä se ratkaisu sitten onkaan.”

4.4 Työmaavierailu

Työmaavierailu tehtiin pääkaupunkiseudulla sijaitsevalle linjasaneeraustyömaalle. Kohteena oli neljäkerroksinen taloyhtiö, joka sisälsi neljä porrashuonetta ja yhteensä 80 asuntoa. Porrashuoneessa huoneistojen viemärit jakaantuivat viiteen eri linjaan, jotka aloitettiin viikon välein asukkaille turvalliseksi katsotulla kiertosuunnalla. Kohde oli poikkeuksellinen sen suhteen, että asukkaiden täytyi muuttaa pois vasta kun oman asunnon linja otettiin työn alle. Vanhat vesijohdot ja sähköt pidettiin toiminnassa remontin ajan ja tulpattiin purettava linja kerrallaan. Näin saatiin säilytettyä asumisen olosuhteet naapurilinjoissa.

Huoneistokohtainen läpimenoaika oli alun perin kahdeksan viikkoa, mutta sitä saatiin kiristettyä vielä viikolla töiden alettua. Osakkaiden toivomat lisä- ja muutostyöt tehtiin saman ajan sisään. Asukkaille koituvaa haitta-aikaa saadaan lyhennettyä siten, että huoneistot luovutetaan linjoittain, vaikka kokonaisuudessa porrashuoneen työt kestävät pidempään (kuva 5).

	ELOKUU				SYYSKUU					LOKAKUU				MARRASKUU				
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	
A-PORRAS			A-PORRASHUONE REMONTISSA															
5, 10, 15, 20					Linja 1													
4, 9, 14, 19						Linja 2												
3, 8, 13, 18							Linja 3											
2, 7, 12, 17								Linja 4										
1, 6, 11, 16									Linja 5									

KUVA 6. Linjakohtainen haitta-aika merkitty harmaalla (Pesonen 2021)

Asunnoissa uusitaan kylpyhuoneet kalusteineen. Viemärit uusitaan vanhoille paikoille ja vesi- ja sähkönousut asennetaan uusiin paikkoihin porrashuoneisiin. Myös tässä kohteessa hormi voidaan avata muualtakin kuin kylpyhuoneesta käsin, riippuen linjasta. Suurin ajallinen säästö tulee kuitenkin vesinousujen asentamisesta porrashuoneisiin. Näin ollen työt saadaan tehtyä jo hyvin pitkälle ennen varsinaista haitta-aikaa ja asuntoihin menoa. Edellisellä työmaalla myös vesinousut oli uusittu vanhoille paikoille, jolloin asuntokohtainen läpimenoaika oli kahdeksan viikkoa.

Yleensä ensimmäiseen linjaan varataan aikaa yksi viikko enemmän ongelmien varalta. Kun rakenteisiin päästään kunnolla käsiksi tehdään aikatauluun tarvittavat korjaukset. Tietoa voidaan hyödyntää seuraavissa linjoissa ja yhteensovittaa työvaiheet entistä tarkemmin. Aikataulu on suunniteltu yleisesti ottaen linjakohtaisesti ja pääurakoitsijalla on vakioidut alihankkijat sekä omat putkiasentajat, jolloin yhteistyö on sujuvampaa ja asentajien suorituskyky on tiedossa. Lattiavalu tehtiin kohteessa laattaporukan toimesta.

Työvaiheet etenevät jokaisessa linjassa samalla rytmillä (kuva 6). Karkeasti kuvattuna ensimmäisellä viikolla tehdään suojaus ja purku, toisella viikolla rappaus, timanttikoraukset ja roilot. Kolmannella viikolla viemäriinousut, hajotukset ja loppuviikolla lattiavalut. Neljännellä viikolla tehdään vedeneristys ja laatoitus, viikolla viisi pintakromit, eristykset ja alakatot. Kuudennen viikon alussa tehdään kalustus, viimeistely ja sähkömittaukset. Saman viikon lopussa alkaa itselleluovutukset ja siivous. Seitsemännen viikon tiistaina on käyttöönottotarkastus ja perjantaina ennen asukkaiden muuttoa on pidetty jälkitarkastus. Osakkailla on viikko aikaa palauttaa virhe- ja puutelistat ja yhdeksännen viikon perjantaina asunnot ovat täysin valmiita sekä hyväksytyjä.

	ELOKUU				SYYSKUU					LOKAKUU				MARRASKUU			
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
A-PORRAS			A-PORRASHUONE REMONTISSA														
5, 10, 15, 20					Suojaus, purku	Rappaus, roilot	Viemäriinousut, lattiavalu	Vedeneristys, laatoitus	Pintakromit, alakatot	Kalustus, itselleluovutus	Käyttöönottotark., luovutus						
4, 9, 14, 19						Suojaus, purku	Rappaus, roilot	Viemäriinousut, lattiavalu	Vedeneristys, laatoitus	Pintakromit, alakatot	Kalustus, itselleluovutus	Käyttöönottotark., luovutus					
3, 8, 13, 18							Suojaus, purku	Rappaus, roilot	Viemäriinousut, lattiavalu	Vedeneristys, laatoitus	Pintakromit, alakatot	Kalustus, itselleluovutus	Käyttöönottotark., luovutus				
2, 7, 12, 17								Suojaus, purku	Rappaus, roilot	Viemäriinousut, lattiavalu	Vedeneristys, laatoitus	Pintakromit, alakatot	Kalustus, itselleluovutus	Käyttöönottotark., luovutus			
1, 6, 11, 16									Suojaus, purku	Rappaus, roilot	Viemäriinousut, lattiavalu	Vedeneristys, laatoitus	Pintakromit, alakatot	Kalustus, itselleluovutus	Käyttöönottotark., luovutus		

KUVA 7. Työvaiheet kuvattu karkealla tasolla (Pesonen 2021)

Vaikka aikataulu oli laadittu pääosin linjakohtaisesti, näytti työt etenevän sujuvasti ja järjestelmällisesti. Työmaalla korostettiin, että töitä ei ehkä tehdä kaikista nopeimmin mutta ne tehdään kerralla kuntoon, jolloin itselleluovutusten kanssa ei tule ongelmia.

4.5 Fira Sitedrive -aikatauluohjelmisto

Opinnäytetyöhön osallistuneilla yrityksillä on käytössä Fira Sitedrive -ohjelmisto, joka on visuaalinen päivittäisjohtamisen sovellus kaikille rakentamisen sidosryhmille. Ohjelmistolla pystytään laatimaan aikatauluja ja työntekijät näkevät omat tehtävänsä sekä päivittävät etenevänsä mobiilisovelluksen avulla. Työntekijät saavat tiedon tulevista töistä kännykkäänsä ja kuittaavat, kun työt on aloitettu ja lopetettu. Näin ollen hanke päivittyy jatkuvasti ajantasaiseksi. Sitedriven avulla asentajat pystyvät ilmoittamaan mahdollisista esteistä, jolloin työnjohto voi reagoida nopeasti häiriöiden poistamiseen. Nopea reagointi auttaa lyhentämään hankkeiden läpimenoaikaa ja parantamaan rakentamisen laatua. (Fira Sitedrive, julkaisuaika tuntematon.) Aikataulua voi seurata viikko- tai tuntitasolla tarpeen mukaan paikasta riippumatta. Asentajien ei tarvitse olla työmaalla odottamassa milloin oman työvaiheen pääsee aloittamaan ja työnjohto pysyy jatkuvasti ajan tasalla sähköisen aikataulun avulla.

Työmaavierailulla tutustuttiin Fira Sitedrive -ohjelmistoon ja käyttö vaikutti selkeältä. Ohjelmistosta pystyi tarkastelemaan esimerkiksi työmaan suunniteltuja tehtäviä ja kokonaisu aikataulun pitävyyttä. Lisäksi PPC-lukua seurataan viikoittain, joka kertoo kuinka paljon viikkosuunnitelman tehtävistä, on kyseisen viikon aikana toteutunut. Ohjelmiston avulla työmaata pystyy seuraamaan todella tarkalla tasolla ja lisäksi se on mahdollistanut nopeamman läpimenoajan. Työmaalla korostettiin myös etähallinnoinnin helppoutta, joka olisi mahdotonta ilman sähköistä aikataulua.

4.6 Nopeutettu putkiremontti

Syksyllä 2016 pääkaupunkiseudulla toteutettiin taloyhtiön linjasaneeraus kahdessa viikossa, jossa uusittiin viemärit ja vesijohdot, kylpyhuoneet, sähköt, data- ja antennikaapelointi. Kuinka tämä sitten onnistui niin todella tarkalla ennakkosuunnittelulla ja osapuolten yhteistyön avulla. Niin urakoitsijat kuin työntekijät osallistuivat suunnitteluun ja aikataulu sekä työmenetelmät käytiin hyvin tarkasti läpi jokaisen asentajan kanssa. Perehdytykset tehtiin hyvissä ajoin ja lisäksi jokaiselle työntekijälle oli nimetty varahenkilö sairastumisien vuoksi. Urakka tehtiin kahdessa vuorossa. Aamuvuoro aloitti kuudelta ja iltavuoro lopetti kello 22 jonka jälkeen logistiikka toimitti seuraavan päivän tavarat asentajille valmiiksi. Ennen huoneistojen remonttia talossa tehtiin koepurkuja ja tutkittiin rakenteet tarkasti, jotta kaikki mahdolliset yllätykset saataisiin kitkettyä etukäteen. Poikkeamia tuli huolellisesta valmistautumisesta huolimatta, mutta ne ratkaistiin erittäin nopeasti. Käytetyt materiaalit olivat perinteistä nopeampia mutta suurin ajansäästö tuli tavallista tarkemmasta suunnittelusta. Kyse oli hyvin pitkälti työn organisoimisesta, eikä esimerkiksi asentajien nopeammasta työtahdistista. Vältetään turhaa odottelua ja huolehditaan yhdessä siitä, että asiat tapahtuvat sovitussa aikataulussa.



Päivä 1 Maanantai	Päivä 2 Tiistai	Päivä 3 Keskiviikko	Päivä 4 Torstai	Päivä 5 Perjantai	Päivä 6 Lauantai	Päivä 7 Sunnuntai	Päivä 8 Maanantai	Päivä 9 Tiistai	Päivä 10 Keskiviikko	Päivä 11 Torstai	Päivä 12 Perjantai
Purku	Rappaus	Valu- valmistelut	Nousu ja hajotus	Veden- eristys	Seinä- laatoitus	Seinä- laatoitus	Lattia- laatoitus	Kattohajotus ja alakatto	Kalustus	Kalustus ja viimeistely	Siivous

KUVA 8. Kylpyhuoneet valmistuivat 12 päivässä

Päivä 1 Maanantai	Päivä 2 Tiistai	Päivä 3 Keskiviikko	Päivä 4 Torstai	Päivä 5 Perjantai	Päivä 6 Lauantai	Päivä 7 Sunnuntai	Päivä 8 Maanantai	Päivä 9 Tiistai	Päivä 10 Keskiviikko	Päivä 11 Torstai	Päivä 12 Perjantai
----------------------	--------------------	------------------------	--------------------	----------------------	---------------------	----------------------	----------------------	--------------------	-------------------------	---------------------	-----------------------

Valu-
valmistelut



Tehdyt työsuoritteet:

- Hormin tyhjennys
- Rollojen ajo
- Kaivon asennus
- Viemärinousu
- Valuvalmistelut
- Lattiaraudoitus
- Lattialämmitys

Työpäivän kesto:

- Alku: 7:23
- Loppu: 18:52

Työsuoritteiden kesto yhteensä: 2h 59min

KUVA 9. Kolmantena päivänä tehtiin viemärinousut ja valuvalmistelut

Päivä 1 Maanantai	Päivä 2 Tiistai	Päivä 3 Keskiviikko	Päivä 4 Torstai	Päivä 5 Perjantai	Päivä 6 Lauantai	Päivä 7 Sunnuntai	Päivä 8 Maanantai	Päivä 9 Tiistai	Päivä 10 Keskiviikko	Päivä 11 Torstai	Päivä 12 Perjantai
----------------------	--------------------	------------------------	--------------------	----------------------	---------------------	----------------------	----------------------	--------------------	-------------------------	---------------------	-----------------------

Kattohajotus
ja alakatto



Tehdyt työsuoritteet:

- Katon sähköjohdot
- Pintakromit
- Kattohajotus
- Putkieristys
- Alakattorunko

Työpäivän kesto:

- Alku: 7:20
- Loppu: 20:13

Työsuoritteiden kesto yhteensä: 5h 02min

KUVA 10. Yhdeksäntenä päivänä tehtiin kattohajotukset ja alakattorunko

5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää perinteisen putkiremontin asuntokohtainen läpimenoaika sekä millaisilla menetelmillä aikatauluhyötyä voitaisi saavuttaa. Työn tuloksena voidaan todeta, että jokainen linjasaneeraus on omanlaisensa ja läpimenoaika määräytyy useasta eri tekijästä. Vaikka puhutaan perinteisestä putkiremontista sama työjärjestys ja tekniset ratkaisut eivät välttämättä toteudu kaikissa kohteissa. Sujuva työjärjestys pitää kuitenkin suunnitella työmaakohtaisesti parhaalla mahdollisella tavalla. Tutkimuksen kohteissa läpimenoajoiksi selvisi 7 viikkoa ja 10 viikkoa. Aikatauluhyötyä saatiin huolellisella tuotannosuunnittelulla, päivittäisjohtamisella, töiden tahdistamisella, sekä asentamalla vesiputkien nousulinjat porrashuoneisiin. Urakoitsijalle paras ratkaisu varmasti olisi, että porrashuoneen linjat tehdään kerralla ja luovutetaan huoneistot asukkaille samanaikaisesti mutta kuten tutkimuksen toisessa kohteessa huomattiin, että asukkaat selvisivät huomattavasti lyhyemmällä haitta-ajalla, kun linjat luovutettiin yksi kerrallaan.

Haastattelulla saatiin tietoa aikataulun- ja tuotannosuunnittelun merkityksestä. Putkiremonteissa on paljon toistuvuutta ja kylpyhuoneita korjataan vuosittain tuhansia. Tekeminen ja tuottavuus parantuu kokemuksen myötä, mutta edellyttää että suunnittelijat ja urakoitsijat pysyvät samoina. Mikäli halutaan tavoitella nopeampia läpimenoaikoja ensimmäinen muutos voisi olla pyrkiä pois vanhasta rakennuttamistavasta, jossa urakoitsijat osallistuvat hankkeeseen vasta suunnitelmien valmistuttua. Menetelmä jättää tuotannon valmistelulle ja suunnittelulle usein liian vähän aikaa. Jos suunnittelu ja toteutus tehdään yhteistyöllä, niin silloin urakoitsijat voisivat tarjota omia vaihtoehtoratkaisujaan tehdä hanke aina paremmin kuin edellinen. Saman asian toteutukseen voi olla monta eri suunnitteluratkaisua, mutta jatkuvan parantamisen kannalta ei ole järkevää joka kerta opetella erilainen tapa toteuttaa sama asia. Silloin tuottavuus ei nopeudu.

Aikataulun kannalta olisi tärkeää myös löytää hyvä tekijäporukka ja yhteistyökumppanit, joiden kanssa jatkaa aina seuraavaan projektiin. Tällöin yhteistyö ei aina alkaisi alusta ja näin saataisi kitkettyä urakkarajojen tuomaa ongelmaa. Ratkaisuvaihtoehtona urakkarajoille voisi olla myös erilaiset sopimusehdot tai toteutusmuodot, jolloin kaikki hankkeen osapuolet saataisi pelaamaan joukkueena ja ajattelemaan yhteistä hyötyä oman edun sijaan.

Tahtituotanto on rakennusalalla suhteellisen uusi asia. Tuotantotavalla pyritään uudistamaan tuotannonohjausta, parantamaan rakentamisen laatua sekä lyhentämään läpivientiaikaa. Tahtituotannon saaminen käytäntöön hankkeessa, jossa on kymmeniä eri työvaiheita voi olla haastavaa mutta ei mahdotonta. Suurin haaste voi olla kehityksen ja uudenlaisen ajattelun vastaanottaminen. Tahtituotannon hyödyt täytyy tehdä selväksi sekä sitouttaa jokainen osapuoli yhteiseen tavoitteeseen, jolloin uuden ja erilaisen tuotantotavan omaksuminen on kannustavaa.

Opinnäytetyössä tuotiin esille, kuinka perinteinen putkiremontti on viety läpi kahdessa viikossa. Tarkoituksena ei ollut viitata, että kaikki hankkeet olisi mahdollista korjata yhtä nopeasti mutta kehitettävää perinteisessä aikataulusuunnittelussa varmasti olisi.

6 POHDINTA

Opinnäytetyössä oli tarkoituksena vertailla linjasaneerauksiin erikoistuneiden yritysten aikataulutusta ja selvittää mistä perinteisen putkiremontin aikataulu muodostuu. Käsiteltävä aihe on kokonaisuutena laaja ja vaikka tarkastelu rajattiin perinteiseen menetelmään sekä kylpyhuoneessa tehtäviin töihin oli hankkeiden välillä paljon eroavaisuuksia. Tämän vuoksi aikataulut eivät olleet suoraan verrattavissa toisiinsa.

Opinnäytetyötä tehdessä täytyi perehtyä perusteellisesti linjasaneeraukseen ja sen eri vaiheisiin. Työtä tehdessä kävi ilmi mitä kaikkea se pitää sisällään ja mistä onnistunut aikataulu muodostuu. Ajan rajallisuuden vuoksi jokaista aikatauluun vaikuttavaa tekijää ei ollut mahdollista käsitellä laajemmin tässä työssä.

Päällimmäisenä tutkimuksesta jäi mieleen yritysten panostus työjohtoon. Yrityksissä investoidaan tuotannosuunnitteluun sekä päivittäisjohtamiseen, jolla varmistetaan hankkeen onnistunut läpivienti. Pahimmassa tapauksessa kustannukset lasketaan todella pieneksi ja säästetään kaikkein tärkeimmästä, eli siinä että suunnittelua ja työjohtoa ei tehdä. Säästö maksetaan takaisin, kun työmaa ei etene järkevästi. Tärkeää olisi sijoittaa suunnitteluun sekä ohjaamiseen ja keskittyä viemään hanke tehokkaasti läpi, jolloin tuottoa alkaa tulemaan muuta kautta.

Mielenkiintoista olisi tutkia syvemmin tahtiaikatuotantoa ja sen käyttömahdollisuuksia linjasaneeraushankkeessa. Kuinka työt olisi järkevää mitoittaa ja mikä olisi tahtituotannolla saavutettu aikatauluhyöty. Millaisia haasteita käytäntö tuo tullessaan ja mitä voisi seuraavalla kerralla tehdä toisin. Tahtiaikatuotanto on yksi tie kohti nopeampaa ja parempaa rakentamista, mutta vaatii se vielä harjoittelua sekä oppimista.

LÄHTEET

Fira Sitedrive Aikataulujohtamista yhdessä. <https://firasmart.com/fi/sitedrive/>. Julkaisuaikakohta tuntematon. Viitattu 18.10.2021

Isännöintiliitto 2021. Taloyhtiöt ovat haastavassa tilanteessa – niillä on iso rooli Suomen ilmastotavoitteissa mutta vain vähän tukea. Verkojulkaisu. <https://www.isannointiliitto.fi/medialle/taloyhtiot-ovat-haastavassa-tilanteessa-niilla-on-iso-rooli-suomen-ilmastotavoitteissa-mutta-vain-vahan-tukea/>. Viitattu 1.10.2021

Keskiniva, Saari 2019. Työtehoseura julkaisuaika tuntematon. Raksavirtaa Virtautusmalli. Rakennustyömaan virtautus ja nopeutettu korjaaminen. Raksavirtaa-hankkeen päätösseminaari. Pdf-tiedosto. Julkaistu 2019. Tampereen yliopisto. https://www.tts.fi/files/2639/Rakennustyomaan_virtautus_ja_nopeutettu_korjaaminen_Tampereen_yliopisto.pdf. Viitattu 30.10.2021

Lean Construction Institute Finland 2015. Tahtiaikatuotanto uudistaa tuotannonohjauksen. Verkojulkaisu 28.5.2015. <http://lci.fi/blog/menetelmakortti/tahtiaikatuotanto/>. Viitattu 25.10.2021

Lohilahti, Oona 2017. Rakennusalalla työn tuottavuus ei ole kasvanut 40 vuodessa – onko allianssista tai leanista apua? Rakennuslehti 4.9.2017. <https://www.rakennuslehti.fi/2017/09/rakennusalalla-tyon-tuottavuus-ei-ole-kasvanut-40-vuodessa-onko-allianssista-tai-leanista-apua/#comments/>. Viitattu 3.12.2021

Mölsä, Seppo 2019. Onko tahtituotanto työmaalle riski? Rakennuslehti 7.11.2019. <https://www.rakennuslehti.fi/2019/11/onko-tahtituotanto-joustamaton-riskikokeilu-building-2030-testasi-asian-pilottiprojekteissa/>. Viitattu 12.10.2021

Ratu G-0295 Linjasaneeraus toteutusohje 2006. Helsinki: Rakennustietosäätiö Oy, Rakennustietosäätiö RTS. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia.fi/resource/juha/content/17582#page=1>. Viitattu 8.10.2021

Ratu KI-6028 Aikataulukirja 2015. Helsinki: Rakennustieto Oy Rakennustietosäätiö RTS. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia.fi/resource/juha/content/22792#page=1>. Viitattu 13.11.2021

Ratu S-1231 Korjausrakentamisen suunnitteluohje 2012. Helsinki: Rakennustietosäätiö Oy, Rakennustietosäätiö RTS. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia.fi/resource/juha/content/17462#page=1>. Viitattu 20.10.2021

Ratu 7031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Opettajan kalvosarja. Julkaistu 21.2.2012. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia.fi/resource/juha/content/18015#page=1>. Viitattu 20.10.2021

RIL 252-2009. Asuinkerrostalojen linjasaneeraus — hankeprosessi ja tekniset ratkaisut 60- ja 70-lukujen kerrostaloissa: osa 1: perusteet ja ohjeet: osa 2: malliratkaisuja 2009. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Suomen virallinen tilasto (SVT). Korjausrakentaminen 2020, Asuntojen ja asuinrakennusten korjaukset. Pdf-tiedosto. Julkaistu 2021. Helsinki: Tilastokeskus

https://www.stat.fi/til/kora/2020/01/kora_2020_01_2021-07-02_fi.pdf. Viitattu 1.10.2021

Työtehoseura julkaisuaika tuntematon. Raksavirtaa Virtautusmalli. Verkojulkaisu.

https://www.tts.fi/tutkimus_ja_kehitys/tutkimushankkeet/rakentaminen/raksavirtaa/virtautusmalli/. Viitattu 6.10.2021