



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Eetu Hakulinen

LVI- ja maanrakennustöiden yhteensovittaminen korjaushankkeessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

19.12.2022

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Eetu Hakulinen LVI- ja maanrakennustöiden yhteensovittaminen korjaushankkeessa 23 sivua 19.12.2022
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-urakointi
Ohjaajat	Yliopettaja Rauno Holopainen Työpäällikkö Tommi Blomberg
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuoda esiin pääurakoitsijan näkökulmasta korjaushankkeessa ilmeneviä haasteita eri alojen töiden yhteensovittamisessa. Näkökulma tässä työssä on kuitenkin maanrakennusurakoitsijan puolella ja miten heidän toimiessaan pääurakoitsijana pystytään luomaan realistinen aikataulu, jossa työt saadaan yhteensovitettua mahdollisimman tarkasti jo ennen hankkeen alkamista.</p> <p>Töiden yhteensovittaminen olisi hyvä huomioida jo tarjousvaiheessa mahdollisimman tarkasti, jolloin saataisiin luotua kaikkia tyydyttävä kokonaisuus ja hanke saataisiin maaliin suunnitellusti ja välttyttäisiin yllättäviltä aikataulu ja resurssi muutoksilta hankkeen aikana. Korjaushankkeissa kokonaisuutta on kuitenkin mahdoton arvioida ennalta ja yllätyksiltä ei voida välttyä, tällä työllä pyritään helpottamaan töiden mahdollisimman tarkkaa yhteensovittamista aikaisessa vaiheessa, jolloin yhteistyö urakoitsijoiden välillä olisi mahdollisimman sulavaa.</p> <p>Opinnäytetyötä tehdessäni As. Oy Kannelmäen pientalojen LVI- ja alueputkiurakka oli käynnissä ja tässä on esitetty niitä menetelmiä, joita käytettiin kohteen töiden yhteensovittamisessa ja aikataulu muutosten hallinnassa. Työssä esitetään myös syyt kohteen aikataulujen muutoksiin ja millä menetelmillä päivitetty aikataulut pystyttiin toteuttamaan.</p>	
Avainsanat	LVI, maanrakennus, aikataulu, resurssi

Author Title	Eetu Hakulinen Coordinating HVAC and Earthworks in Renovation Project
Number of Pages Date	23 pages 19 December 2022
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	HVAC Contracting
Instructors	Tommi Blomberg, Construction Manager Rauno Holopainen, Principal Lecturer
<p>The purpose of the project was to highlight the challenges in the organization of work of different fields in a renovation project from the perspective of the main contractor, and to suggest how they could create a realistic schedule in which the project can be coordinated as accurately as possible even before the project begins. In renovation projects, it is impossible to assess the whole project in advance and surprises cannot be avoided. The final year project aimed at facilitating the most accurate possible coordination of the work at an early stage, so that the cooperation between the contractors would be as smooth as possible.</p> <p>The final year project followed the ongoing project in Helsinki to recognise methods that were used to coordinate the works on the site and manage any schedule changes. The thesis discussed the reasons for changes and the methods used for their management.</p> <p>The thesis established that it would be good to take the coordination of the works into account as precisely as possible already in the bidding phase, so that the project would be finished as planned and unexpected schedule and resource changes would be avoided.</p>	
Keywords	HVAC, civil engineering, schedule, resource

Sisällys

1	Johdanto	1
2	As. Oy Kannelmäen Pientalot	2
2.1	Alueputkityöt	3
2.2	Alapohjan LVI-työt	5
2.2.1	Rivitalot	6
2.2.2	Luhtitalot	7
3	Töiden yhteensovittaminen	8
3.1	Haasteita töiden yhteensovittamisessa korjaushankkeessa	10
3.2	Töiden riippuvuus toisistaan	11
4	Esimerkkikohteen aikataulut	12
4.1	Kohteen alkuperäinen yleisaikataulu	13
4.2	Kohteen päivitetty yleisaikataulu	15
4.3	Aikataulujen vertailu	18
5	Resurssiongelmien ratkaisuun käytetyt keinot kohteessa	20
6	Yhteenveto	22
	Lähteet	23

1 Johdanto

Tämän insinööriyön tarkoituksena on käsitellä erityisesti korjaushankkeissa ilmeneviä haasteita ja ennalta ehkäiseviä toimenpiteitä LVI- ja ulkopuolisten alueputkitöiden yhteensovittamisessa. Aihetta tarkastellaan pääurakoitsijan näkökulmasta. Työssä tuodaan esille myös eri työvaiheiden toisistaan riippuvuus ja ratkaisut, joita esimerkkikohteessa on käytetty töiden yhteensovittamisessa. Työn sisältö on suurilta osin kerätty omista, vastaavan työnjohtajan ja aliurakoitsijoiden kokemuksista esimerkkikohteessa.

Työ tehtiin TerraWise Oy:n maanrakennusyksikölle, ja työn ohjaajana toimi kyseisen yksikön työpäällikkö Tommi Blomberg. As. Oy Kannelmäen Pientalot korjaushanke toimii työn esimerkkikohteena, jossa TerraWise Oy toteutti ulkopuolisen alueputkiurakan, johon sisältyivät alapohjan LVIS-työt kokonaisurakkana. Insinööriyön tekijä toimi kohteessa työnjohtajana vuodenvaihteesta 2020 kohteen valmistumiseen saakka. Idea opinnäytetyön aiheeseen tuli työmaan alkuvaiheessa, kun ilmeni huomioita ja ajatuksia eri työvaiheista ja niiden riippuvaisuuksista toisistaan ulkopuolisten ja sisäpuolisten töiden osalta.

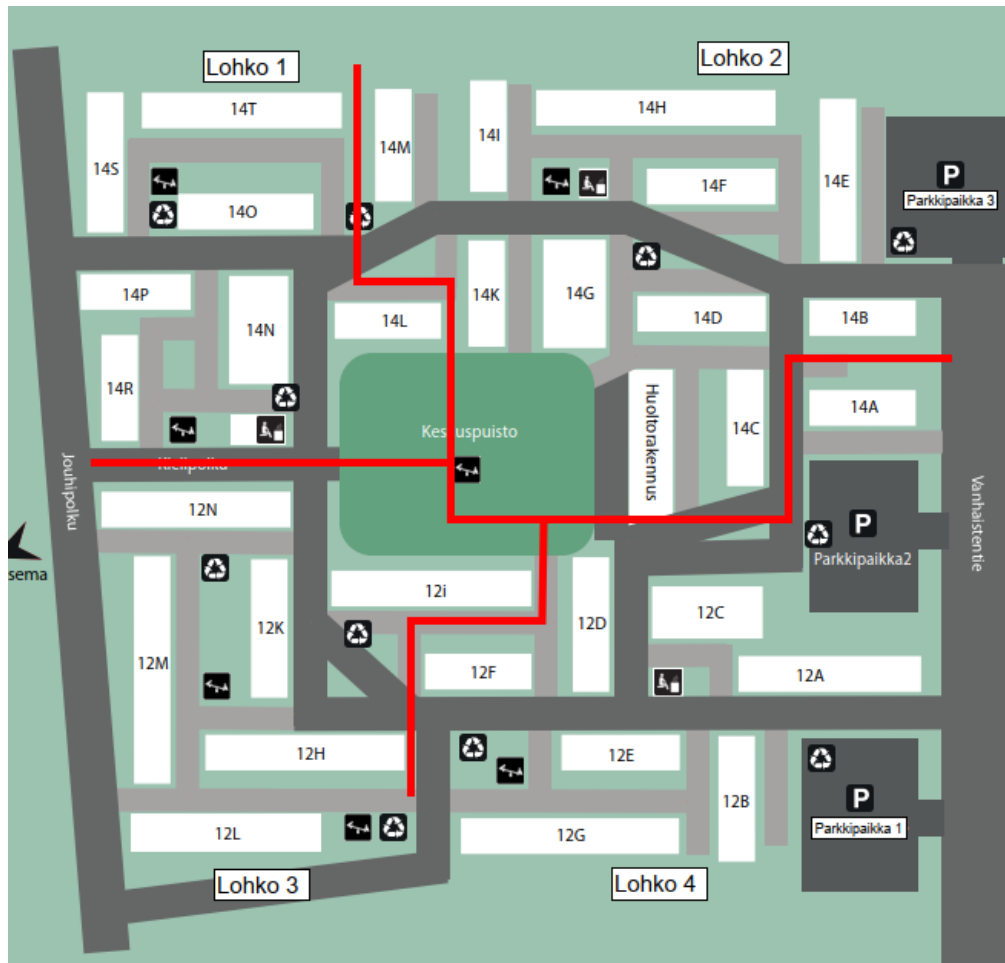
TerraWise Oy on vuonna 2015 perustettu infra-alan yhtiö, joka toimii pääasiassa Uudenmaan, Pirkanmaan ja Varsinais-Suomen alueilla. Osaamisaloihin kuuluvat infra-, maan- ja viherrakentaminen sekä louhintatyöt. Yhtiö koostuu useista toimijoista, jotka on yrityskauppojen kautta liitetty emoyhtiöön. TerraWise Oy:n liikevaihto on noin 110 milj. euroa, ja se työllistää noin 300 ammattilaista, jotka palvelevat asiakkaita kaupungeista, asunto-osakeyhtiöistä ja rakennusliikkeistä aina yksityisiin tilaajiin. [2]

2 As. Oy Kannelmäen Pientalot

As. Oy Kannelmäen Pientalot, kutsumanimeltään Kannelkylä, on 1970-luvulla rakennettu pientaloalue Kaarelan kaupunginosassa. Kannelkylässä on viiden hehtaarin tontilla 31 asuinrakennusta, joista 28 on rivitaloja ja kolme luhtitaloja. Asuntotyyppenä As. Oy:ssä on luhtitalojen yksiöistä ja kaksioista aina rivitalojen viiden huoneen asuntoihin.

Alueelle on suunniteltu tehtäväksi täydellinen peruskorjaus, mutta tässä työssä käsitellään ainoastaan ulkopuolisia alueputkitöitä ja alapohjan LVI-töitä. Yksi alueen taloista on jo peruskorjattu ja tätä taloa käytetään mallina tulevaisuudessa muiden talojen kohdalla. Kahteen kolmesta luhtitalosta on tehty alapohjan LVI-työt, ja näitä toteutuksia sovelletaan myös kolmanteen luhtitaloon.

Asunto-osakeyhtiön alue jaettiin neljään lohkon töiden ajaksi. Alueen kahdesta lämmönjakohuoneesta jaettiin lämpö neljälle alueelle ja lohkojako toteutettiin vastaamaan näitä alueita järjestelmien käyttöönoton helpottamiseksi (kuva 1). Lohkonumerointi ja työjärjestys määritettiin sen perusteella, missä taloyhtiön mukaan oli ilmennyt eniten ongelmia vanhojen järjestelmien kanssa ja millä alueella korjaustarve oli suurin. [1]

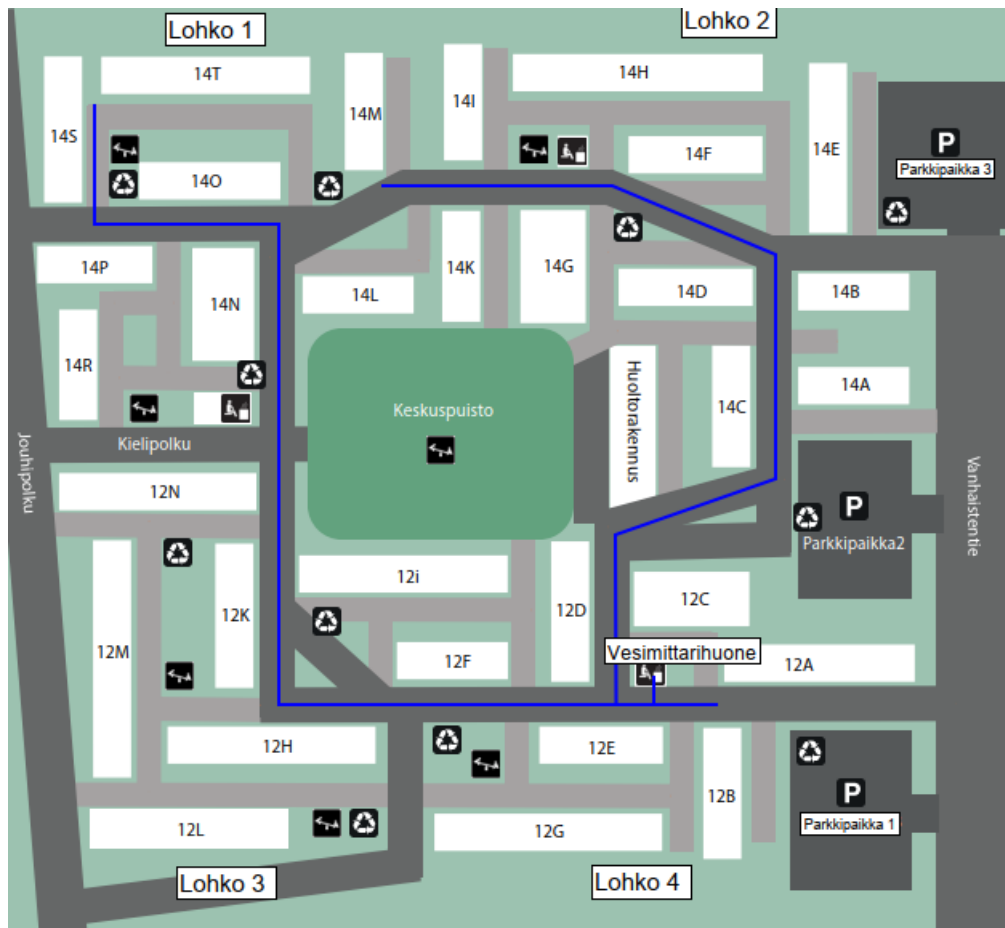


Kuva 1. Asunto-osakeyhtiön alue kokonaisuudessaan työn aikaisella lohkojaolla.

2.1 Alueputkityöt

Kohteen alueputkitöihin kuuluvat hulevesi- ja jätevesijärjestelmien uusimisen lisäksi uudet vesi- ja lämmitysjohtot. Alue on hulevesi- ja jätevesijärjestelmien osalta jaettu kahteen puoleen. Jätevedet ja osa hulevesistä jouduttiin alueen korkomuutosten takia viemään pumppaamoihin molemmilla puolilla. Pumppaamoita asennettiin alueelle yhteensä neljä, joista kaksi oli jätevedelle ja kaksi hulevesille.

Alueella on yksi kunnallinen vesiliittymä, kaksi jätevesiliittymää sekä neljä hulevesiliittymää. Alueen vesimittarihuoneesta on vain yksi lähtö, josta vesi jaetaan koko alueelle hevosenkenkämaisesti (kuva 2). [1]

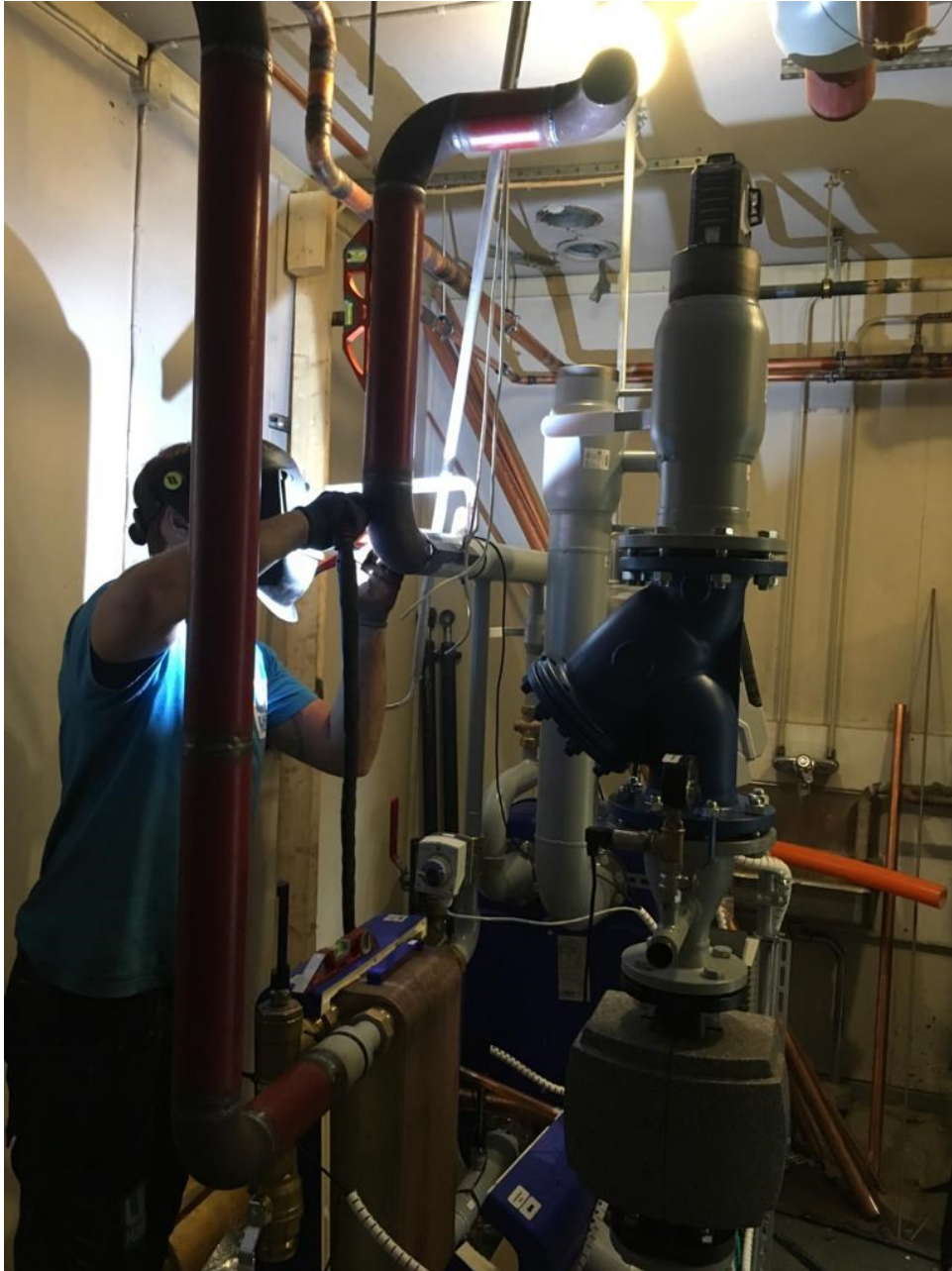


Kuva 2. Alueen päävesijohto on jaettu hevosenkenkämaisesti vesimittarihuoneesta.

Aluelämpöverkko on jaettu neljään osaan kahdesta lämmönjakohuoneesta. Kaikki alueen ulkopuoliset käyttövesi ja lämmitysverkostot toteutettiin eristetyillä PEX-putkielementeillä ja liitokset toteutettiin liitoskaivoissa tai siihen tarkoitetuilla liitospaketeilla, esim. T-haarat.

Molempiin lämmönjakohuoneisiin vaihdettiin urakan yhteydessä uudet kaukolämpökukset (kuva 3). [1]

Alueen savisesta maaperästä johtuen vanhat jäte- ja hulevesijärjestelmät oli toteutettu paalutetulle teräsbetoniarinalle. Koekaivausten perusteella alueelle oli kuitenkin suunniteltu uudet teräsbetoniarinat, sillä kaivauksissa ei löytynyt jo olemassa olevaa arinaa, jota olisi pystytty hyödyntämään urakassa.



Kuva 3. Uuden kaukolämpökeskuksen asennuksen yhteydessä uusittiin lämmönjakuhuoneen putkistot.

2.2 Alapohjan LVI-työt

Kohteen alapohjan LVI-töihin kuului kyseisessä urakassa lämmityslinjojen, käyttövesi- ja viemärijärjestelmän uusiminen. Taloissa oli erikoikoisia asuntoja, ja tämän takia lähes kaikki talot olivat putkituksiltaan erilaisia. Tässä luvussa on selostettu pääpiirteittäin eri

talomallien urakkasuoritukset. Kaikki alapohjaan uusitut putkistot eristettiin kivivillakouruilla tai verkkovillalla, putkilinjojen eristyksen lisäksi alapohjarakenteisiin asennettiin 100 mm:n EPS-levy lisäeristykseksi.

Alapohjan LVI-töitä hankaloitti se, että vanhat linjat olivat käyttöveden osalta käytössä aina siihen asti, kunnes uudet linjat saatiin kytkettyä. Tilanpuutteen vuoksi tämä hidasti uusien linjojen eristystöitä. Kylmän käyttöveden osalta taloissa jouduttiin tekemään väliaikaiset liitokset vanhaan syöttöjohtoon, jotta saatiin alapohjan osalta uudet linjat käyttöön, sillä kaikki tuulikaapin kytkennät tehtiin yhdellä kertaa. Tämä työvaihe aiheutti sen, että kun alueen uusi päävesijohto otettiin käyttöön, täytyi kaikki alueen talot kytkeä samana päivänä, jotta vedenjakelu saatiin takaisin asukkaille sovitusti.

2.2.1 Rivitalot

Rivitaloissa lämmitysjärjestelmä uusittiin alapohjassa kokonaan aina huoneistojen vanhoihin ylösnousuihin saakka.

Käyttövesijärjestelmä uusittiin alapohjasta huoneiston tuulikaapissa sijaitsevaan nousuhormiin saakka (kuva 4). Lisäksi nousuhormiin jätettiin varaus huoneistokohtaiselle vesimittarille ja asennettiin vuodonilmaisukupit mahdollisten vuotojen varalta. Keittiön vesijohdot uusittiin lähtemään vesimittarivarauksen jälkeen alapohjan kautta keittiön alaskaappiin.



Kuva 4. Uudet putket liitettiin tuulikaapin nousuhormissa.

Viemärijärjestelmä uusittiin kokonaisuudessaan vanhoihin pystykokoojaviemäriin saakka. Alapohjista purettiin myös vanhat sadevesiputkistot, jotka olivat jääneet purkamatta, kun taloissa oli tehty kattojen muutostöitä tasakatosta harjakattoon.

2.2.2 Luhtitalot

Luhtitalojen alapohjissa lämmitys-, käyttövesi- ja viemärijärjestelmät uusittiin alapohjassa kokonaisuudessaan vanhoihin ylösnousuihin saakka. Kohteen kolmesta luhtitalosta kaksi oli uusittu jo ennen kyseistä urakkaa, joten niissä liitettiin ainoastaan uudet ulkopuoliset runkolinjat olemassa oleviin järjestelmiin.

3 Töiden yhteensovittaminen

Kaikki kohteen työt kuuluivat pääurakoitsija Terrawise Oy:lle, joka kuitenkin teetti lämmitys- ja käyttövesiverkoston haaroituskaivojen kytkentätyöt sekä talojen sisäpuoliset LVI-työt ja alapohjaan rakennetut uudet verkostot aliurakoitsijoilla.

Töiden yhteensovittaminen lähti siitä, että kohteelle luotiin yleisaikataulu, jonka tekemiseen osallistuivat maanrakennusurakoitsijan lisäksi putki- ja sähköurakoitsija. Alkuperäisen yleisaikataulun mukaan urakka-aika olisi ollut noin puolitoista vuotta. Urakkakohtaiset aikataulut sovitettiin yleisaikatauluun.

Urakan alkuvaiheessa kuitenkin ilmeni, että ulkopuoliset järjestelmät etenevät huomattavasti edellä aikataulusta. Tähän syynä oli osittain normaalia leudompi talvi, joka nopeutti maanrakennusurakoitsijan töitä, koska kovat pakkaset ja lumi eivät häirinneet työn etenemistä. Toinen töiden etenemiseen vaikuttava asia oli käytössä ollut henkilöresurssin määrä. Alkuperäisen aikataulun mukaan kohde oli jaettu neljään lohkoon, jotka oli tarkoitus tehdä järjestyksessä. Käytössä oli suunniteltua suurempi resurssi, minkä vuoksi maanrakennusurakoitsija pystyi työskentelemään kolmella neljästä lohkosta samaan aikaan, ja tämä edesauttoi huomattavasti ulkopuolisten töiden etenemistä (kuva 5). Kolmas ja suuren vaikutuksen ulkopuolisten järjestelmien rakentamiseen aikatauluun aiheutti vanhan teräsbetoniarinan löytyminen alueelta, jota pystyttiin hyödyntämään, jolloin betonitöitä jäi pois suurin osa. Käytännössä tämä tarkoitti, että vain runkolinjoilta lähtevät haarat jouduttiin valamaan, mikä ei käytännössä vaikuttanut päärungon valmistumiseen ajallisesti.



Kuva 5. Uusia jäte- ja hulevesilinjoja suoja täytetään lohkolla 3.

Ulkopuolisten töiden nopea eteneminen kuitenkin aiheutti sen, että putkiurakoitsijan työt eivät enää edenneet samassa aikataulussa, jota ulkopuoliset työt olisivat vaatineet. Ul-

kopuoliset työt kuitenkin pystyttiin suorittamaan lähes valmiiksi haaroituskaivojen kytkentöjä lukuun ottamatta. Odottamattomat aikataulumuutokset ulkopuolisten töiden osalta hankaloittivat myös materiaalitoimituksia, sillä materiaalitoimittajien kanssa oli neuvoteltu ja heille oli annettu karkea aikataulu töiden etenemisestä, jolloin he olisivat pystyneet ennakoimaan tarvittavien materiaalien toimitusajankohtaa. Materiaalitoimittaja kykeni kuitenkin vastaamaan kysyntään tarvittavalla varoitusaajalla, ja tämä ei johtanut suurempiin aikataulumuutoksiin.

Kohteen uusien alapohjaan rakennettavien lämmitys- ja käyttövesijärjestelmien käyttöönotto vaati, että alueputkitukset ulkopuolella on saatu valmiiksi. Alapohjien töitä aloitettiin kuitenkin aikaisemmin jätevesiviemäreistä, sillä ne kytkettiin ensimmäisenä uuteen ulkopuoliseen järjestelmään. Alapohjan työt etenivät alussa yleisaikataulun mukaan, mikä kuitenkin todettiin riittämättömäksi ulkopuolisten töiden etenemisen ollessa niin paljon nopeampaa. Tämä huomattiin myös urakan aikaisessa vaiheessa, jolloin oli vielä mahdollista vaikuttaa asiaan, jotta saataisiin kirittyä alapohjan töitä lähemmäs muiden töiden aikataulua.

Aikataulumuutokset johtivat siihen, että alapohjan putkityöt jouduttiin aikatauluttamaan uudestaan ja näiden muutosten takia resursoimaan työt uudestaan. Putkiurakoitsijan resurssit jouduttiin kolminkertaistamaan, jotta uuden aikataulun mukaiset työt saatiin pysymään aikataulussa. Tämä aiheutti osittain ongelmia, sillä aliurakoitsijoiden määrä työmaalla kasvoi ja alkuvaiheessa urakoitsijoiden vaihtuvuus oli melko vilkasta. Kun aliurakoitsijoiden vaihtuvuus saatiin kuriin ja kokonaisuus kasaan, jolla urakka vietiin maaliin, pystyttiin kirimään aikataulua kiinni. [4]

3.1 Haasteita töiden yhteensovittamisessa korjaushankkeessa

Korjaushankkeissa on usein haasteita suunnitelmien ja toteutuksen yhteensovittamisessa. Korjaushanketta lähdetään yleensä valmistelemaan päättämällä, kuinka laajasti korjauksia tehdään. Hankesuunnitteluvaiheessa päätetään, mitä korjataan ja missä laajuudessa. Toteutussuunnittelussa tullaan itse suunnitelmiin, joiden mukaan työt on tarkoitus tehdä. Useimmiten korjauksen suunnittelun pohjana on vain vanhoja suunnitel-

mia, ja riippuen kohteen iästä niiden paikkansapitävyyttä ei voida varmistaa. Tässä viitataan ehkä enemmän maanrakennus ja ulkopuolisiin töihin sillä sisäpuolisia töitä voidaan hyvin laajasti kartoittaa ennalta.

Tämän työn esimerkkikohteessa tehtiin hyvin laajat ulkopuoliset putkitustyöt ja maanrakennustyöt, joihin oli tehty kattavat suunnitelmat. Maanrakennus- ja putkitustöiden alkaessa kuitenkin ilmeni esimerkiksi, että vanhojen putkien alta löytyi vanha teräsbetoniarina, joka oli suunniteltu tehtäväksi urakoitsijan toimesta. Kohteessa oli tehty koekai-
vauksia juuri kyseisen teräsbetoniarinan osalta, mutta näissä paikoissa sitä ei löytynyt vanhojen putkien alta. Kun päädyttiin siihen, että vanhaa teräsbetoniarinaa ei pureta pois vaan hyödynnetään sitä niin paljon kuin mahdollista, heijastui tämä muihinkin suunnitelmiin, sillä uusien putkilinjojen korkomaailma oli suunniteltu uudelle arinalle. Tämä aiheutti sen, että jouduttiin vertaamaan uusien suunnitelmien korkoja vanhaan arinaan ja tekemään osittain korko muutoksia myös päälinjojen sivuhaaroille, jotta järjestelmä saatiin toimimaan ilman lisäpumppaamoita. Korkojen seuraaminen nykypäivänä on suhteellisen helppoa, sillä urakoitsijalla oli käytössään koneohjausjärjestelmät lähes kaikissa kohteessa työskennelleissä kaivinkoneissa. Järjestelmien avulla pystyttiin reagoimaan vanhan arinan ja suunnitelmien korkomuutoksiin nopeasti ja pystyttiin ennakoimaan toimenpiteitä, mikäli niille olisi tarvetta. [5]

Sisäpuolen töissä haasteita töiden yhteensovittamisessa ei juurikaan ilmennyt, sillä suunnitelmat olivat hyvin kattavat. Kohteessa oli tehty täydellinen saneeraus yhteen taloon jo ennen hankkeen alkua, jolla oli saatu suunnitelmamuutokset tehtyä jo aikaisemmin.

3.2 Töiden riippuvuus toisistaan

Kohteen alkuvaiheessa työt olivat hyvin riippuvaisia toisistaan, sillä maanrakennusurakoitsijan piti rakentaa uudet runkolinjat ulkopuolelle jäte- ja käyttöveden sekä aluelämmityksen osalta, jotta uudet linjat talojen alapohjissa voitaisiin ottaa käyttöön. Ensimmäiseksi matalasokkelisten talojen päädyt kaivettiin auki, jotta suurtehoimurilla päästiin tekemään työtilaa alapohjiin. Kun työtila alapohjiin oli saatu, alkoivat putkityöt jäteveden ja käyttövesi- ja lämmitysrunkoputkien asennuksella. Kun käyttövesirunkojen työt alkoivat olla siinä vaiheessa, että niiden käyttöönottoa alettiin suunnittelemaan, purettiin

asuntojen tuulikaappien nousuhormit ja tehtiin keittiön allaskaappiin uudet läpiviennit, jotta kytkennät asunnon vesijohtoihin voitiin suorittaa. Vesijohtojen kytkentöjen jälkeen jatkuivat rakennustekniset työt tuulikaapissa ja keittiössä palokatkojen ja vuodonilmaisimien osalta. Tässä vaiheessa myös asuntojen huoneistokeskukset päivitettiin uusiin.

Työjärjestys oli isossa osassa hanketta, sillä töiden riippuvuus toisistaan oli suuri. Työvaiheita suunniteltiin pääurakoitsijan työnjohdon sekä sähkö- ja putkiurakoitsijan nokkamiesten kanssa viikoittain töiden mahdollisimman jouhevan etenemisen takaamiseksi. Tuulikaapeissa suoritettavat työt vaativat eniten yhteensovittamista rakennusteknisten sähkö ja putkitöiden osalta. Tuulikaappien töiden suunnittelussa oli otettava huomioon myös haitta-ainelevyn poisto, joka vaati erillisen urakoitsijan. Omien timpureiden työt piti yhteensovittaa asbestiurakoitsijan aikatauluun, jotta muut työt eivät tästä syystä pysähtyneet.

Tuulikaappien ennallistamisvaiheessa rakennustekniset työt olivat riippuvaisia putkiurakoitsijan töistä tuulikaapissa. Uusia käyttövesiputkia ei kannakoitu, eristetty eikä vuodonilmaisimia asennettu kytkentävaiheessa, joten nämä työvaiheet jäivät tuulikaapin ennallistamisvaiheeseen. Ennallistamisvaiheessa putkimiehiä jouduttiin irrottamaan alapohjan töistä, jotta rakennustekniset työt voitiin saattaa loppuun tuulikaapin osalta. Tämä ns. ylimääräinen työvaihe olisi voitu välttää tekemällä tuulikaappia koskeva työvaihesuunnitelma putkimiehen töistä, jotta kaikki työt olisi saatu tehtyä kerralla ja niitä ei olisi jätetty vasta ennallistamisvaiheeseen. [6]

4 Esimerkkikohteen aikataulut

Esimerkkikohteessa aikataulumuutoksia tehtiin kohteen edetessä, suurimmat muutokset tehtiin alkuvaiheessa, kun yleisaikataulu päivitettiin kokonaisuudessaan. Näihin muutoksiin vaadittiin toimenpiteitä eri urakoitsijoiden puolesta ja näiden toimenpiteiden onnistumiseksi pidettiin urakoitsijoiden kanssa aikataulupalavereita, jotta saataisiin selville sen hetkinen tilanne töiden osalta. Suurin tarve aikataulumuutoksille ilmeni maanrakennusurakoitsijan töiden nopeasta etenemisestä. Tämän takia vaadittiin resurssipäivityksiä myös muiden urakoitsijoiden puolesta. Seuraavaksi on esitelty kohteen alkuperäinen ja

päivitetty aikataulu toisen lohkon töistä. Alkuperäistä ja päivitettyä aikataulua on myös vertailtu keskenään ja esitetty ratkaisuja, joilla päivitetty aikataulu saatiin pitämään. [3]

4.1 Kohteen alkuperäinen yleisaikataulu

Alkuperäisen aikataulun mukaan esimerkkikohteessa oli määritelty hankeen kestoksi 23 kuukautta. Alkuperäisessä aikataulussa hanke oli jaettu neljään lohkoon, ja tarkoituksena oli toteuttaa työt lohko kerrallaan. Kullekin lohkolle oli aikataulutettu keskimäärin 160 päivää, jotka oli jaettu työvaiheiden mukaan. Aikataulussa esitettyjä työvaiheita olivat mm. ulkopuoliset työt, alapohjan eristys ja putkityöt sekä sisä- ja ulkopuoliset sähkötyöt. Kuvassa 6 on esimerkki kohteen toisen lohkon alkuperäisestä aikataulusta.

Kohteen alkuperäinen yleisaikataulu oli luotu ennen kohteen aloittamista, jolloin ei vielä osattu arvioida esimerkiksi tulevan talven vaikutusta töiden etenemiseen. Leudon talven ansiosta töitä, jotka oli suunniteltu säiden takia keväämmälle, päästiin tekemään jo vuodenvaihteen jälkeen. Aikataulua tehdessä työt oli resursoitu niin, että ne etenisivät lohko kerrallaan, mutta koska useammalla loholla työskentelylle ei ollut esteitä, päädyttiin hyödyntämään maanrakennusurakoitsijan tarjolla olevia resursseja, mikä johti ulkopuolisiin töihin käytetyn ajan lyhenemiseen. Koska alkuperäisessä aikataulussa lohkot oli suunniteltu alkamaan järjestyksessä, oli aikataulua haastavaa seurata, kun kolmella loholla työskenneltiin samanaikaisesti. Aikataulusta oli hyvin vaikea seurata realistisesti kohteen etenemistä, mikä oli myös yksi syy päivitetyn aikataulun luomiselle. [3; 4.]



Kuva 6. Lohkon 2 alkuperäinen aikataulu

4.2 Kohteen päivitetty yleisaikataulu

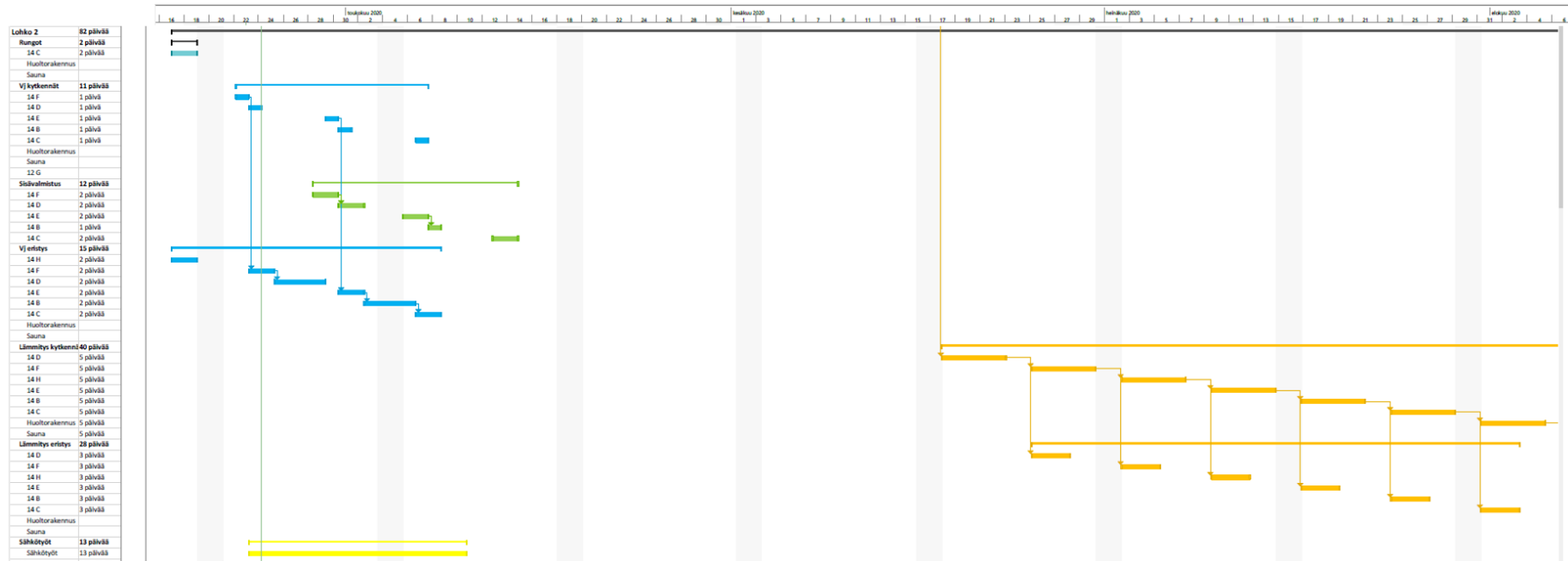
Kohteen aikataulua päivitettiin melko nopeasti urakan aloituksesta. Tässä vaiheessa kohteessa oli kuitenkin saatu jo lähes kaikki ulkopuoliset putkitukset tehtyä ja päivitettyyn aikatauluun huomioitiin vain tuulikaappien ennallistamis-, sähkö-, alapohjan putki- ja eristystyöt. Muut työt olivat tässä vaiheessa jo hyvällä mallilla tai suoraan riippuvaisia edellä mainituista töistä. Edellä mainitut työt myös tuottivat eniten ongelmia aikataulun suhteen.

Muiden töiden ripeän etenemisen takia putkityöt jäivät jälkeen, minkä vuoksi jouduttiin järjestämään putki- ja sähköurakoitsijan kanssa useita aikataulupalavereita, jossa käsiteltiin aihetta. Palavereita järjestettiin kuitenkin vielä sen verran varhaisessa vaiheessa, että tähän pystyttiin reagoimaan, jotta työt eivät laahaisi entistä enemmän jäljessä. Putkitöiden uudelleenaikataulutuksen jälkeen kävi ilmi, että putkiurakoitsijan nykyiset resurssit eivät riitä aikataulun toteuttamiseen. Tässä vaiheessa putkiurakoitsijan resurssit tuplattiin, ja putkimiehiä oli aikaisemman kuuden tilalla kaksitoista (kuva 7). Tällä toimenpiteellä mahdollistettiin alapohjan käyttövesilinjojen ja lämmityslinjojen samanaikainen toteuttaminen, sillä aikaisemmin kaikki työskentelivät käyttöveden parissa.

Uudessa aikataulussa oli alapohjan putkieristykseen kuuluva aika arvioitu täysin väärin, mikä taas aiheutti aikataulumuutoksia. Putkien eristykseen kului ahtaassa alapohjassa huomattavasti luultua pidempi aika, minkä vuoksi eristäjät jouduttiin resursoimaan uudelleen. Eristystyöt aloitettiin yhdellä eristäjäryhmällä, mutta nopeasti ilmeni, ettei yksi ryhmä riitä aikataulun toteutukseen ja resursseja lisättiin neljään eristäjäryhmään.

Putkieristeiden asennuksen alettua eristetoimitukset takkuilivat, ja eristystyöt eivät edenneet toivotusti. Eristetoimitusten takkuamisen lisäksi putkiurakoitsija oli tilannut väärää eristettä, joka ei täyttänyt alapohjan eristepaksuuden vaatimuksia. Vääränlaista eristettä oli ehditty asentaa jo usean talon alapohjaan, ennen kuin tämä virhe havaittiin. Koska eristettä oli ehditty asentaa jo niin moneen taloon ei niitä lähdetty poistamaan näistä taloista vaan suunnittelijalta saatiin ratkaisu, jossa jo asennetun liian ohuen eristeen päälle

asennettiin vielä lisäeriste, jotta eristepaksuus vastaa alapohjassa vaadittuja eristepaksuuksia. Lisäeristyksen asennus tarkoitti, että jo kerran tehty työ jouduttiin tehdä toistamiseen. Lisäksi lisäeristeen asennus oli hyvin hidasta työtä, ja tämä vaikutti suoraan urakan kokonaiskestoon. [3; 4.]



Kuva 7. Esimerkki lohkon 2 päivitetystä aikataulusta.

4.3 Aikataulujen vertailu

Kun aikataulua alettiin päivittämään, oli putkitöiden osalta jääty jo jälkeen muihin töihin verrattuna. Alkuperäisen aikataulun mukaan oli tarkoitus päästä toisen lohkon putkitöihin jo alkuvuodesta 2020. Tässä vaiheessa lohkon viemäreitä oli saatu tehtyä, mutta lämmitys- ja käyttövesijärjestelmien osalta työt seisoivat pahasti paikallaan. Päivitettyä aikataulua tehdessä resurssit oli jo tuplattu, jotta päästiin etenemään käyttövesi- ja lämmitysjärjestelmien töiden kanssa kahden ryhmän kanssa alkuperäistä aikataulua huomattavasti nopeammin. Lämmitysjärjestelmien työt painottuivat tässä vaiheessa kevättä alapohjien järjestelmien rakentamiseen, sillä töitä tehtiin lämmityskaudella eikä lämpöjä saatu leudosta talvesta huolimatta katkaista ennen lämmityskauden loppua.

Kuvassa 8 on esitetty vertailu töiden kestosta alkuperäisen ja päivitetyn aikataulun välillä. Alkuperäisen aikataulun mukaan toisen lohkon töille oli suunniteltu yhteensä 160 päivää ja vesi- ja lämpöjohtoja olisi päästy kytkemään heinäkuun alussa. Kun päivitettyä aikataulua tehtiin, oltiin jo maaliskuun loppupuolella ja tässä vaiheessa toisen lohkon työajasta oli hukattu jo suuri osa. Alkuperäiseen aikatauluun verrattuna työaika oli lähes puolittunut päivitettyssä versiossa, johon päädyttiin saatavilla olevien resurssien pohjalta.

Päivitettyä aikataulua tehdessä pyrittiin saamaan kiinni alkuperäinen aikataulu ja toisen lohkon käyttövesi- ja lämmitysjärjestelmät päästiin kytkemään suunnitellusti heinäkuussa. Päivitettyssä aikataulussa myös jäljellä olevien lohkojen 3 ja 4 työaikoja lyhennettiin lähes puoleen alkuperäiseen verrattuna toisen lohkon töiden etenemisen perusteella.

Päivitettyssä aikataulussa pysyttiin hyvin putkitöiden osalta, mikä johtikin siihen, että päästiin jo kolmannen lohkon aikana alkuperäistä aikataulua reilusti edelle. Loppuvaiheessa kun kaikki alueen käyttövesijärjestelmät oli kytketty, siirrettiin myös niitä tehneet putkiresurssit neljännen lohkon lämmitysjärjestelmän töiden pariin. Putkitöiden valmistuttua suurin osa resursseista siirrettiin alapohjan putkieristystöihin ja siihen saatiin urakoitsijan puolelta vielä lisättyä kaksi eristäjäryhmää, jotta eristäminen ei venyttäisi hyvin kirittyä aikataulua ja saataisiin kokonaisuus etuajassa luovutettua tilaajalle. [3]

KPT 2	160 päivää	ti 7.1.2020
Ulkopuoliset	146 päivää	ma 27.1.2020
Purku ja raivaus	10 päivää	ma 27.1.2020
Hulevesiliittymä 7	5 päivää	ma 24.2.2020
Hulevesiliittymä 6	5 päivää	ma 24.2.2020
IV-SV ulkopuoliset	60 päivää	ma 10.2.2020
LV-ulkopuoliset	30 päivää	ma 16.3.2020
S-ulkopuoliset	40 päivää	ma 3.2.2020
Massanvaihdot	40 päivää	ma 2.3.2020
Pintarakenteet	30 päivää	ma 13.7.2020
Sisäpuoliset	154 päivää	ti 7.1.2020
Alapohjien mv	50 päivää	ma 13.1.2020
14 H, poisto	10 päivää	ma 17.2.2020
14 E, poisto	6 päivää	ma 2.3.2020
14 F, poisto	5 päivää	ti 4.2.2020
14 G, poisto	6 päivää	ma 20.1.2020
14 D, poisto	7 päivää	ti 7.1.2020
14 C, poisto	7 päivää	ma 20.1.2020
14 B, poisto	4 päivää	ma 2.3.2020
14 A, peruskorjattu	0 päivää	
14 H, eristeen asennu	10 päivää	ma 3.2.2020
14 E, eristeen asennu	6 päivää	ke 12.2.2020
14 F, eristeen asennu	5 päivää	ke 19.2.2020
14 G, eristeen asennu	6 päivää	ti 25.2.2020
14 D, eristeen asennu	7 päivää	ma 2.3.2020
14 C, eristeen asennu	7 päivää	ma 9.3.2020
14 B, eristeen asennu	5 päivää	ma 16.3.2020
Sähkötyöt	100 päivää	ma 23.3.2020
Alapohjan LV, KV ja vier	60 päivää	ma 2.3.2020
14 H	9 päivää	ma 27.1.2020
14 E	6 päivää	pe 7.2.2020
14 F	5 päivää	ma 17.2.2020
14 G	6 päivää	ma 24.2.2020
14 D	5 päivää	ti 3.3.2020
14 C	5 päivää	ti 10.3.2020
14 B	4 päivää	ti 17.3.2020
Kytkenät vesi/lämpö	20 päivää	ma 13.7.2020
Lohko 2	82 päivää	to 16.4.2020
Rungot	2 päivää	to 16.4.2020
14 C	2 päivää	to 16.4.2020
Huoltorakennus		
Sauna		
Vj kytkenät	11 päivää	ti 21.4.2020
14 F	1 päivä	ti 21.4.2020
14 D	1 päivä	ke 22.4.2020
14 E	1 päivä	ti 28.4.2020
14 B	1 päivä	ke 29.4.2020
14 C	1 päivä	ti 5.5.2020
Huoltorakennus		
Sauna		
12 G		
Sisävalmistus	12 päivää	ma 27.4.2020
14 F	2 päivää	ma 27.4.2020
14 D	2 päivää	ke 29.4.2020
14 E	2 päivää	ma 4.5.2020
14 B	1 päivä	ke 6.5.2020
14 C	2 päivää	ma 11.5.2020
Vj eristys	15 päivää	to 16.4.2020
14 H	2 päivää	to 16.4.2020
14 F	2 päivää	ke 22.4.2020
14 D	2 päivää	pe 24.4.2020
14 E	2 päivää	ke 29.4.2020
14 B	2 päivää	pe 1.5.2020
14 C	2 päivää	ti 5.5.2020
Huoltorakennus		
Sauna		
Lämmitys kytkenät	40 päivää	ma 15.6.2020
14 D	5 päivää	ma 15.6.2020
14 F	5 päivää	ma 22.6.2020
14 H	5 päivää	ma 29.6.2020
14 E	5 päivää	ma 6.7.2020
14 B	5 päivää	ma 13.7.2020
14 C	5 päivää	ma 20.7.2020
Huoltorakennus	5 päivää	ma 27.7.2020
Sauna	5 päivää	ma 3.8.2020
Lämmitys eristys	28 päivää	ma 22.6.2020
14 D	3 päivää	ma 22.6.2020
14 F	3 päivää	ma 29.6.2020
14 H	3 päivää	ma 6.7.2020
14 E	3 päivää	ma 13.7.2020
14 B	3 päivää	ma 20.7.2020
14 C	3 päivää	ma 27.7.2020
Huoltorakennus		
Sauna		
Sähkötyöt	13 päivää	ke 22.4.2020

Kuva 8. Alkuperäisen ja päivitetyn aikataulun eroavuudet työn kestossa.

5 Resurssiongelmien ratkaisuun käytetyt keinot kohteessa

Ulkopuolisten töiden edetessä edellä suunnitellusta yleisaikataulusta putkiurakoitsijan kohteeseen varaamat resurssit jäivät nopeasti riittämättömiksi. Hankkeen alussa myös vaihtuvuus putkimiehissä oli suhteellisen vilkasta, ja tämä aiheutti omia ongelmia töiden etenemisen kannalta.

Resurssiongelmia lähdettiin kohteessa ratkomaan ensin putkiurakoitsijan toimesta. Hankkeessa aloittanut urakoitsija oli vanha yhteistyökumppani, jolla oli pieni putkiliike. Kun uusien lisäresurssien hankkimisessa ilmeni hankaluuksia, pääurakoitsija otti yhteyttä muihin putkiliikkeisiin, joiden kanssa on tehty yhteistyötä. Vanhan yhteistyökumppanin kanssa päädyttiinkin pitämään palaveri kohteesta, jotta he pystyivät arvioimaan oman työtilanteen kannalta, olisiko sieltä mahdollista saada resursseja alapohjan putkitöihin.

Vanhalta yhteistyökumppanilta saatiin tarvittavat resurssit alapohjan lämpölinjojen kytkentään. Tässä vaiheessa hanketta osassa taloista oli tehty runkolinjat jo valmiiksi aikaisempien putkimiesten toimesta, jolloin uudelle ryhmälle jäi patterihaarojen teko ja niiden kytkentä. Putkiliikkeestä saatiin resursseja seitsemästä kymmeneen riippuen heidän omasta työtilanteestaan. Tämän resurssimäärän pohjalta alettiin luomaan heille lohko-kohtaista aikataulua, jota pystyttiin seuraamaan. Uudella resurssimäärällä onnistuttiin saamaan työtahdiksi viisi työviikkoa lohkoa kohti, jolla päästiin jo lähemmäs ulkopuolisten töiden etenemistä.

Päivitettyssä aikataulussa myös talojen uusien käyttövesilinjojen käyttöönoton aikataulua muutettiin, jotta ne eivät jäisi ulkopuolisista töistä liikaa jälkeen. Uuden aikataulun myötä tarvittiin lisäresursseja myös tähän työvaiheeseen. Lisäresurssit tähän työvaiheeseen löydettiin myös vanhojen yhteistyökumppaneiden kautta. Alkuperäisen viiden putkimiehen määrää lisättiin noin kymmeneen mieheen. Tässä vaiheessa osa työskenteli alapohjissa runkolinjojen kanssa, ja loput kytkivät uusia linjoja tuulikaapeissa. Resurssien

lisäämisellä tähän työvaiheeseen päästiin työtahtiin, jolla kytkettiin kaksi taloa työvaiheeseen. Loppuvaiheessa työtahtia nostettiin ja talojen koon mukaan kytkettiin kolmesta neljään taloa viikkoon.

Koska Terrawise Oy pääurakoitsijana toimii pääsääntöisesti maa-, viher- ja infrarakentamisen parissa tämänkin kohteen resurssiongelmien saatiin ratkaistua vanhojen yhteistyökumppaneiden avulla. Tässä vaiheessa, kun hanke oli jo käynnissä ja resurssitarve oli kiireellinen, ei ryhdytty kilpailuttamaan putkitöitä enää erikseen vaan päädyttiin käyttämään luotettavia ja hyväksi todettuja kumppaneita, joiden kanssa on toimittu aiemmissa hankkeissa.

Kun resurssiongelmaa lähdettiin selvittämään ja resursseja lisättiin niin että työvaiheet saatiin etenemään päivitetyn aikataulun mukaan, oli alkuperäinen resurssimäärä moninkertaistunut. Moninkertaistunut resurssimäärä toi mukanaan myös haasteita niin sosiaalitulojen puutteen takia, työvaiheiden tehokkaan valvonnan ja materiaalilausten sekä toimitusten osalta.

Työvaiheiden valvontaan haasteita toi se, että eri työvaiheita oli käynnissä niin paljon samaan aikaan ja niin laajalla alueella, etteivät työnjohtojen resurssit riittäneet tehokkaan valvontaan koko alueella. Materiaalilausten ja toimitusten osalta niiden aikatauluja jouduttiin muuttamaan alkuperäisestä huomattavasti, mikä puolestaan aiheutti alussa jopa työvaiheiden keskeytymistä ja resurssien siirtoa eri työvaiheiden pariin. Tämä kuitenkin helpotti, kun töiden eteneminen tasaantui ja päästiin eteenpäin niin sanotusta äkinäisestä resurssihiipistä. Materiaalitoimitusten kasvaessa ja tiuhentuessa ongelmaksi nousi myös materiaalien varastointi. Varastointituloja jouduttiin lisäämään huomattavasti aikaisempaan verrattuna. Myös edellä mainittuja sosiaalituloja jouduttiin laajentamaan merkittävästi, jotta ne täyttivät sosiaalituloille asetetut vaatimukset niin suurelle resurssimäärälle. [5; 6.]

6 Yhteenveto

Töiden yhteensovittaminen korjaushankkeessa on aina yksilöllistä; karkeita arvioita voidaan tehdä, minkä pohjalta aletaan rakentamaan aikataulua kohteelle. Täydellisen aikataulun luominen ja yhteensovittaminen on maanrakennustöissä usein haastavaa, sillä uudet suunnitelmat melkein poikkeuksetta juurtavat rakennusaikaisiin suunnitelmiin, joka tarkoittaa, että yllätyksiä useimmiten tulee vastaan.

Suunnitelmamuutoksilla voi olla suuri merkitys hankkeen aikatauluun, esimerkiksi esimerkkikohteessa vanhan teräsbetoniarinan löytyminen vanhan runkolinjan alta johti suuriin aikataulullisiin hyötyihin. Tämä taas heijastui suoraan myös muiden urakoitsijoiden töihin ja aiheutti sen, että alkuperäiset resurssit olivat riittämättömät. Viimeistään tällaisessa tilanteessa aikataulun päivittäminen ja resurssimuutokset ovat ajankohtaisia. Uutta aikataulua laadittaessa tulee töiden yhteensovittamisen tärkeys esiin, jotta aikataulu voidaan päivittää mahdollisimman realistiseksi ja pystytään mahdollisimman tarkasti arvioimaan tarvittavien resurssien määrä, jotta päästään toivottuun lopputulokseen.

Resurssien löytyminen näin lyhyellä varoitusajalla ei aina ole yksinkertaista, ja monet urakoitsijat käyttävät mielellään vanhoja yhteistyökumppaneita, jotta työn jälkeen ja sovittuihin asioihin voidaan luottaa. Jos ei vanhoja yhteistyökumppaneita ole mahdollista käyttää, joudutaan turvautumaan uusiin tuttavuuksiin, missä on aina riskinsä mutta mikä voi johtaa pidempäänkin yhteistyöhön urakoitsijoiden välillä. Tällaisessa tilanteessa kuitenkin usein tutkitaan uuden yhteistyökumppanin taustoja ja referenssejä, jotta uudesta urakoitsija valinnasta voidaan varmistua.

Tämän työn tarkoituksena on tuoda esille haasteita korjaushankkeen töiden yhteensovittamisessa ja äkillisten aikataulumuutosten vaikutuksesta hankkeen eri urakoitsijoiden resurssien määrään ja töiden keston. Korjaushankkeita aloitetaan jatkuvasti ja korjausrakentaminen ei tule hiipumaan tulevaisuudessakaan. Tässä työssä on esitetty aikataulutukseen liittyviä haasteita ja esimerkkikohteessa käytettyjä menetelmiä töiden uudelleen yhteensovittamiseen.

Lähteet

- 1 Kannelkylä kotisivut. Verkkoaineisto. As Oy Kannelmäen Pientalot. <http://www.kannelkyla.fi/> Luettu 18.9.2020
- 2 Terrawisen kotisivut. Verkkoaineisto. Terrawise Oy. <https://www.terrawise.fi/yri-tyys/> Luettu 10.11.2020
- 3 Aikataulukirja. 2016 Ratu KI-6028. Rakennustieto Oy
- 4 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. 2017. Ratu KI-6031. Rakennustieto Oy
- 5 Blomberg, Tommi. 2020. Työpäällikkö, Terrawise Oy, Helsinki. Haastattelu 20.11.2020
- 6 Paakkari, Rainer. 2020. Vastaava työnjohtaja, Terrawise Oy, Helsinki. Haastattelu 23.11.2020