

Thomas Engström

Maanalaisen pysäköintilaitoksen salaoja- ja viemärijärjestelmän rakentaminen run- kovaiheen jälkeen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan Infratekniikan työnjohto

Mestarityö

15.3.2018

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Thomas Engström Maanalaisen pysäköintilaitoksen salaoja- ja viemärijärjestelmän rakentaminen runkovaiheen jälkeen 27 sivua + 2 liitettä 15.3.2018
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennusalan työnjohto
Suuntautumisvaihtoehto	Infratekniikka
Ohjaajat	Lehtori Tapani Järvenpää, Metropolia Vastaava työnjohtaja Pekka Kivelä, YIT Rakennus Oy
<p>Tässä opinnäytetyössä tutkittiin Pasilan Triplan kauppakeskuksen ja maanalaisen pysäköintilaitoksen salaoja- ja viemärijärjestelmien rakentamista runkovaiheen jälkeen. Työn tavoitteena oli selvittää työmenetelmiä ja toteutusratkaisun aiheuttamia haasteita sekä analysoida koituneita hyötyjä.</p> <p>Opinnäytetyön tekijä on ollut työnjohtoharjoittelijana mukana vaikuttamassa hankkeen etenemiseen ja osa esiteltävistä suunnitelmista, aikatauluista ja työselostuksista on hankkeen aikana itse tehtyjä.</p> <p>Triplan projektijohto katsoi parhaaksi tavaksi toteuttaa rakennushanke kuvatulla tavalla. Tässä työssä pyritään muodostamaan selkeät arvot toteutustavasta aiheutuneille haasteille ja ongelmille sekä saaduille hyödyille. Tällä tavoin YIT Rakennukselle ja muille vastaaviin hankkeisiin ryhtyville muodostuu selkeä kuva hankkeen erityisistä vaatimuksista sekä mahdollisen hyödyn maksimoinnista.</p> <p>Tripla-hanke ei itsessään ole vielä valmis tämän opinnäytetyön valmistumisen aikoihin, mutta salaoja- ja viemärijärjestelmä on suurimmalta osaltaan valmis. Suurhankkeissa aikataululla on merkittävä vaikutus kustannuksiin sekä erityisesti lopputuloksena syntyvän rakennuksen mainosarvoon. Tämä opinnäytetyö osoittaa kiistattomasti, että kokonaisrakennusajassa voidaan säästää moninkertaisesti yksittäisten työvaiheiden viivästymisestä aiheutuvat kustannukset, kunhan rakennushanke valmistuu ajallaan ja suurilta virheiltiltä välttyään.</p>	
Avainsanat	Tripla, kauppakeskus, salaoja, viemärointi, kustannustehokkuus

Author(s) Title Number of Pages Date	Thomas Engström Construction of Drainage and Sewer Systems of Underground Parking Facility after Frame Work Phase 27 pages + 2 appendices 15 March 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Construction Site Management
Specialisation option	Infrastructure
Instructors	Tapani Järvenpää, Senior Lecturer Pekka Kivelä, Site Manager, YIT Construction Ltd.
<p>This thesis presents the construction of drainage and sewer systems of the underground parking facility of Tripla project after the frame work phase. The aim of this thesis is to clarify the working methods and the challenges caused by this unconventional building method and to analyze all the different gains achieved.</p> <p>The author of this thesis has worked as a construction site supervisor trainee at the Tripla building site. Some of the plans, schedules and specifications presented here are made personally during the Tripla project.</p> <p>The Tripla project management decided the prescribed construction method to be the most efficient way to complete the project in the allocated time and resources. This thesis aims to set a realistic value to all the different challenges and problems as well the gains achieved both in schedule and in finances. This will form a clear image to YIT Construction Ltd. and all other enterprises engaging in similar major projects of the very specific challenges and potential of maximizing the benefits.</p> <p>The Tripla construction project is not yet finished by the time of the completion of the thesis, but most of the drainage and sewer systems are. The schedule plays a critical part in all major projects in the cost management and especially in the potential commercial value (so called wow-factor) of the finished construction. This thesis shows the undeniable truth of the saved costs of the total construction time winning over the possible increased costs resulting from delayed individual building phases as long as the total construction time is kept within schedule and major blunders in construction can be avoided.</p>	
Keywords	Mall of Tripla, drainage system, sewage, cost management

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Tripla-hankkeen taustaa	2
2.1	Tripla numeroina	3
2.2	Triplan suunnittelu	4
3	Tutkimuksen kohde eli alapohjan salaojitus ja viemärointi	6
3.1	Salaojajärjestelmä	6
3.2	Viemärijärjestelmä	8
4	Tutkimus	11
4.1	Tutkimuksen alkuasetelma	11
4.2	Tutkimuksen käytännönjärjestelyt	11
4.3	Tutkimusmenetelmät	11
4.4	Tulosten analysointi	12
5	Toteutus ja haasteet	13
5.1	Aikataulu	13
5.2	Logistiikka	17
5.3	Työmenetelmät	20
5.4	Olosuhdehallinta	21
5.5	Kustannukset	22
6	Tulokset	24
7	Johtopäätökset	26
	Lähteet	28

Liitteet

Liite 1. Hankkeen aikataulu

Liite 2. Yhdistelmäkuva salaoja- ja viemärisuunnitelmista

Lyhenteet ja sanasto

haalaus	Tavaroiden nostaminen tai kuljettaminen paikasta toiseen.
injektointi	Nestemäisen kovettuvan massan pursottaminen paineella putkien kautta onteloihin tai (tässä tapauksessa) kallion rakoihin ja huokosiin, tarkoituksena tiivistää kallio vesitiiviiksi.
NPL	Ramirentin ylläpitämä työmaan logistiikkajärjestelmä, jossa voidaan verkossa varata resursseja (nostureita, koneita) ja paikkoja (purkupaikka tai tavaransiirtoreitti) sekä ilmoittaa muutoksista tai rajoituksista.
PE-putki	Polyeteenistä valmistettu jäykkä putki paineviemäriin, jotka hitsataan yhteen.
PP-putki	Polypropyleenistä valmistettu pehmeämpi muoviputki maanvaraiseen lattiaan asennettaviin viemäriin.
PVC-putki	Kovamuoviputki maaviemäriin.
RD-paalu	Kierresaumahitsatusta teräsputkesta tehty porapaalu perustusten tekoon.

1 Johdanto

Tripla on YIT Rakennus Oy:n oma projekti, joka rakennetaan kolmen korttelin alalle Pasilan vanhan rautatieaseman tilalle ja viereen. Hankkeen tavoitteena on rakentaa moderni hybridikompleksi lyhyessä ajassa häiritsemättä Suomen vilkkainta raideliikennettä osittain vanhan asemakorttelin päälle ja kahden korttelin alalta herkälle pohjavesialueelle lähellä Helsingin keskustaa.

Perinteisestä rakentamisesta poiketen pyrittiin pysäköintilaitoksen ja kauppakeskuksen runkovaihe aloittamaan mahdollisimman nopeasti ja siksi alapohjan alapuolisen salaoja- ja viemärintijärjestelmän toteuttaminen aloitettiin vasta runkovaiheen aloituksen jälkeen. Tästä seurasi mittavia haasteita ja lukuisia ongelmia logistiikan, aikataulutuksen, yhteensovituksen, työmaaolosuhteiden hallinnan ja kustannusten suhteen.

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan, miten tämä poikkeava rakentamistapa vaikutti aikatauluihin ja kustannuksiin työvaiheen ja kokonaisuuden osalta sekä syvennyttään hankkeessa esiin tulleisiin haasteisiin. Tutkimustulokset auttavat ymmärtämään paremmin suurhankkeen syy-seuraussuhteita ja antavat työkaluja vastaavien suurhankkeiden suunnitteluun ja läpivientiin tulevaisuudessa.

2 Tripla-hankkeen taustaa

Tripla syntyi Helsingin kaupungin Keski-Pasilan rakentamisesta järjestämän arkkitehtikilpailun voittoehdotuksesta, jossa perustyn teki hollantilainen arkkitehtitoimisto O.M.A. (Office for Metropolitan Architecture) ja ohjauksen Suomen päässä arkkitehtitoimistot Soini & Horto Oy ja Brunow & Maunula [1]. Urakan toteuttaja YIT Rakennus Oy rakentaa hybridikompleksin, jossa on suuren mittakaavan pysäköintilaitos, kauppakeskus, rautatieasema, viihdetiloja, kulttuuria, puistoja, hotelli- ja toimistotiloja sekä kaksi suurta asuin-kerrostaloa (kuva 1).



Kuva 1. Triplan havainnekuva etelästä nähtynä arkkitehdin perspektiiviluonnoksena.

Tripla on tiukasti rajattu kolmen korttelin alueelle, joista jokainen on noin hehtaarin alue, sata metriä kanttiinsa. Tämä rajoittaa kokonaiskerrosalaa merkittävästi, joten Tripla ei voi kilpailla Suomen suurimpien ostoskeskusten kanssa 183 000 kerrosneliömetrillään.

Sen sijaan Tripla haastaa muut monipuolisuudella, nykyaikaisuudella, designilla ja asiakaspaikkojen määrällä. Pieneen tilaan on saatu ahdettua suuri määrä palveluita, jotka on kuitenkin jäsennelty miellyttäväksi kokonaisuuksiksi eri kerroksiin aiheuttamatta ahdistavaa ylenpalttisuuden tunnetta. [2.]

2.1 Tripla numeroina

Alimpana maan alla on tulevan metroaseman varaus ja viisi kerrosta pysäköintilaitosta, jonka päälle rakennetaan kolme – viisikerroksinen kauppakeskus. Keskikerroksien läpi virtaa suurin osa aseman asiakasvirrasta sekä paikallisista asukkaista, jotka käyttävät Triplaa myös läpikulkuun Itä- ja Länsi-Pasilan välillä. Kauppakeskuksen ylemmissä kerroksissa on ravintolatiloja enemmän kuin missään muussa Suomen kauppakeskuksessa, kaikkiaan noin 10 – 12 000 m² 60 – 70 toimijalle. Neljäs kerros avautuu itäpäässä suoraan Pasilan uudelle rautatieasemalle, joka rakennetaan vanhan, jo puretun, tilalle.

Triplan kauppakeskukseen on suunniteltu 250 erillistä liiketilaa, autopaikkoja noin 2500, joista 300 latauspaikkoja sähköautoille ja polkupyöräparkkeja 3400 pyörälle. Koko Triplan rakennusoikeus on 183 000 kem², kokonaisalaa on kaikkiaan 350 000 br-m², josta pysäköintilaitos 100 000 m², liiketiloja 85 000 m², toimistotiloja 50 000 m², hotelli 19 000 m² ja asuntoja 27 000 m². Loput tilat jakautuvat yleisten alueiden, käytävien ja teknisten tilojen kesken.

Rakentaminen kestää vain 7 vuotta (2014 – 2021) ja kustannusarvio on miljardi euroa. Vaikka YIT:n vuotuinen liikevaihto on suurempi kuin koko Triplan kustannusarvio, ei rakennusyhtiön omavaraisuusaste riitä kattamaan yli 100 miljoonan euron vuosivauhdilla laukkaavia kustannuksia, joten rahoitukseen on saatu neljän suuren sijoitusyhtiön tuki. Triplan rakennuttajana toimivan projektiyhtiön omistavat YIT Oyj, Etera Oy, Onvest Oy ja Fennia Oy. Rahoittajia ovat Euroopan investointipankki (EIB), Pohjoismaiden investointipankki (NIB), Danske Bank ja Handelsbanken [3]. Lopulta YIT Oyj tulee omistamaan itse vajaan neljänneksen Triplan ydintoiminnoista [4].

Tripla on monella tapaa poikkeuksellinen hanke. Toteutustavassa merkittäviä eroavaisuuksia perinteisiin tapoihin löytyy useita. Runkovaihe aloitettiin ennen kuin maanrakennusvaihe saatiin päätökseen. Patoseinässä on mittava määrä suuria porapaaluja ja työn aikaiseen ankkurointiin HEB-palkkeja ja teräsvaijeriankkureita. Perustukset makaavat

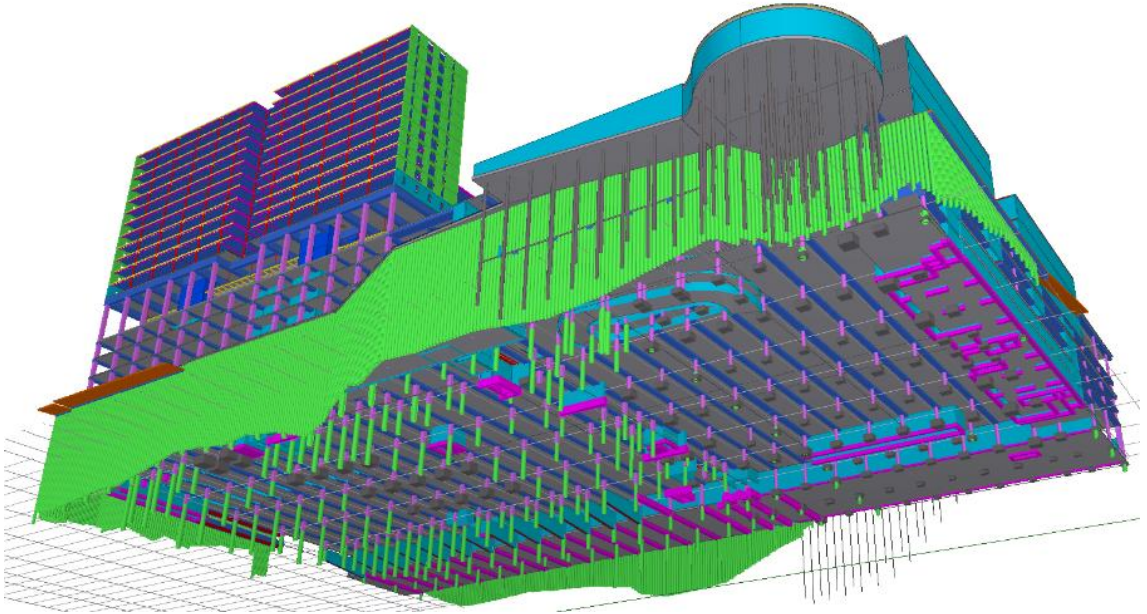
puoliksi kallionvaraisten anturoiden ja puoliksi kallioon porattujen paalujen päällä. Pora-paalujen koko on poikkeuksellinen: Yhtä 1200 mm halkaisijaltaan olevaa paalua kohden on aiemmin käytetty neljästä kuuteen halkaisijaltaan 300 – 400 mm olevia teräspaaluja. Paikalla valettavien holvien muottikierto on nopeudessa ja laajuudessa ennennäkemätön. Uutta holvia valetaan vanhan päälle nopeimmillaan parissa viikossa.

Pysäköintilaitoksen rakenne on korttitalomainen ja se nojaa patoseiniin ja keskellä olevaan suureen teräsbetoniperustukseen. Ylempiä holveja valettaessa tulee alemmat tasot tukea kolme kerrosta alaspäin.

2.2 Triplan suunnittelu

Triplaa on suunniteltu monen suunnittelutoimiston yhteistyönä. Arkkitehtuuri on syntynyt kahden toimiston, hollantilaisen Office for Metropolitan Architecture ja suomalaisen Soini & Horto Oyn yhteistyönä. Kallioperä-, rakenne- ja LVI-suunnittelulle on omat suunnittelutoimistonsa. Rakentamisen nopeasta tahdista ja tietomallin helposta muokattavuudesta johtuen suunnittelijat joutuvat muokkaamaan rakenteiden yksityiskohtia jatkuvasti. Tripla-projektia palvelee Soko Pro -tietopankki, josta työnjohto pääsee lataamaan ajankohtaiset kuvat ja suunnitelmat ja saavat ilmoitukset uusista tai muuttuneista heitä koskevista suunnitelmista.

Eräs Tripla-hankkeen valteista on ollut nopea suunnitelmien muutos liiketilojen vuokra-laisten varmistuttua. Koko rakennushanketta hallinnoidaan tietomallina (kuva 2), josta ajantasaiset suunnitelmat päivittyvät Soko Pro -tietopankkiin. Lähes kaikki vastaavat työnjohtajat ovat käyneet Solibri-koulutuksen ja työnjohtajat ovat tilanneet tietopankista sähköposti-ilmoituksen heitä koskevien suunnitelmien muutoksista. Suurimmalla osalla työnjohtajista on käytössään tehokkaat kannettavat tietokoneet, jotka jaksavat pyörittää Teklan BIM Sightia ja Solibri Model Vieweria. Lisäksi YIT:n Käpylän pääkonttorilla on oma digipaino, josta saadaan työmaalle laadukkaita ja suuria tulosteita nopeasti ja erittäin edullisesti.



Kuva 2. Tietomalli alaviistosta, patoseinä ja perustukset.

Kaikki hankkeen eri suunnittelutoimistot ovat sitoutuneet käyttämään tietomalleja ja päivittämään suunnitelmat tietopankkiin. Ongelmakohtien selvittäminen ja yhteensovittaminen eri suunnittelutahojen kanssa käy joutuisasti ja helposti kaikkien päästessä samojen ajanmukaisten suunnitelmien äärelle, missä ikinä ovatkaan.

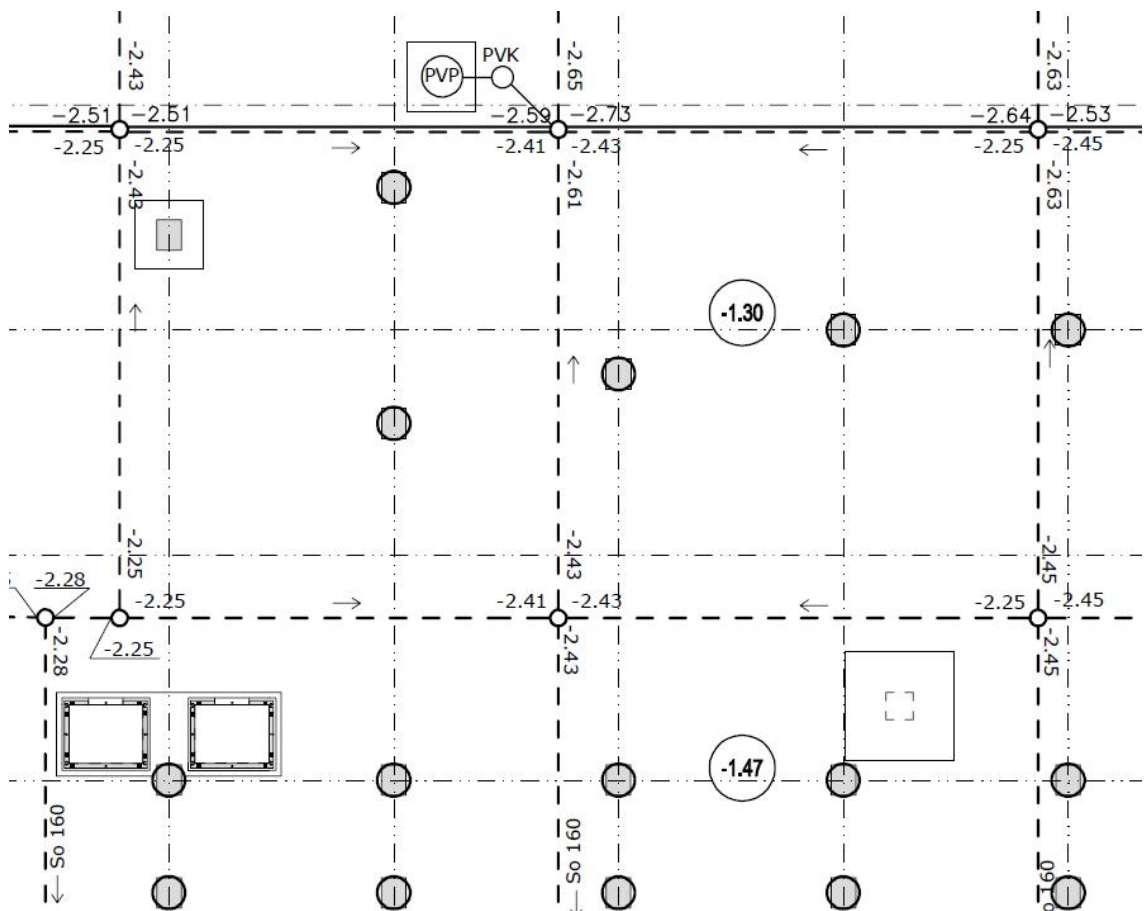
Työnjohtajat käyttävät kannettavia tietokoneita ja tabletteja, joista on pääsy tietopankin PDF-kuviin ja tietomalleihin. Työmaalle on hankittu langattoman verkon ja matkapuhelinoperaattorin tukiasemia varmistamaan jatkuvat tietoyhteydet.

3 Tutkimuksen kohde eli alapohjan salaojitus ja viemäröinti

Triplan alapohjan rakenteita lähdettiin kunnolla rakentamaan vasta runkovaiheen aloituksen jälkeen. Alapohjan alapuolinen kuivatus- ja viemäröintijärjestelmä muodostuu kahdesta limittäisestä järjestelmästä, jotka rakennettiin vaiheittain peräjälkeen. Tässä kerrotaan tarkemmin näiden järjestelmien rakenteesta.

3.1 Salaojajärjestelmä

Salaojasuunnitelmat (kuva 3) kuuluvat alapohjan rakenteiden kuivatuksen ja ne toimitti Ramboll Oy. Salaojaputket on suunniteltu läpihuuhdeltavaksi järjestelmäksi, jonka käyttöikä on vähintään 50 vuotta, jonka jälkeen ne voidaan sukittaa kestävämmän vielä toiset 50 vuotta. Koko kaivannon vuotomäärät on suunniteltu niin pieneksi, että kuivana pitoon riittäisi yksi pumppaamo (kaupungin vaatimus tällä herkällä pohjavesialueella).



Kuva 3. Kuva salaojasuunnitelmasta: perusvesipumppaamo (PVP) ja salaojaputkien vesijuoksun korko sekä kaatosuunnat ja autohallin lattian korko moduulinjoilla.

Pysäköintilaitoksen alapohjan pinta-ala on noin 30 000 m² ja koko sen ala kuivatetaan salaojajärjestelmällä, joka muodostuu noin viidestä kilometristä 160 mm kaksoiseinämäistä salaojaputkea sekä sadasta viidestäkymmenestä salaojakaivosta. Lisäksi kaivojen välillä kulkee idästä länteen 200 mm umpiseinämäisiä kokoojaputkia, jotka tuovat suodattuneen veden syvemmällä kaivoilta toiselle kohti perusvesipumppaamoja, joita on yhteensä 11 kpl.

Perusvesipumppaamojen (kuva 4) tilavuus on noin 4000 litraa / kpl, mutta pumppujen sallima kertymä jää 1000 – 2000 litraan. Jokaisessa pumppaamossa on kaksi pumppua vuorokäytössä, sekä uimurivahdit, ilmanlaadun valvontajärjestelmä ja automaattinen vi-kadiagnostiikka toimintahäiriöiden varalta.



Kuva 4. Perusvesipumppaamo paikallaan ankkuroituna betonianturaan.

Salaojajärjestelmässä on tarkastuskaivoja (kuva 5) tasaisin välein sekä perusvesikaivo pumppaamon ja keräävän salaojakaivon välissä. Kaivojen ja pumppaamojen huoltokan-
net ovat pysäköintilaitoksen ja metrovarauksen alapohjan lattian tasolla, joten niitä on
helppo päästä huoltamaan.

Jokainen pumppaamo kerää oman alueensa vuotovedet salaojista ja johtaa sen pump-
pujen paineyhteiden kautta ylös ja kaupungin jätevesiverkkoon.



Kuva 5. Salaojakaivoja teleskooppeineen

3.2 Viemärijärjestelmä

Pysäköintilaitoksen viemärijärjestelmän on suunnitellut Granlund LVI-toimisto ja viemä-
ristö on asennettu maanvaraisen laatan ja salaojakerroksen väliin.

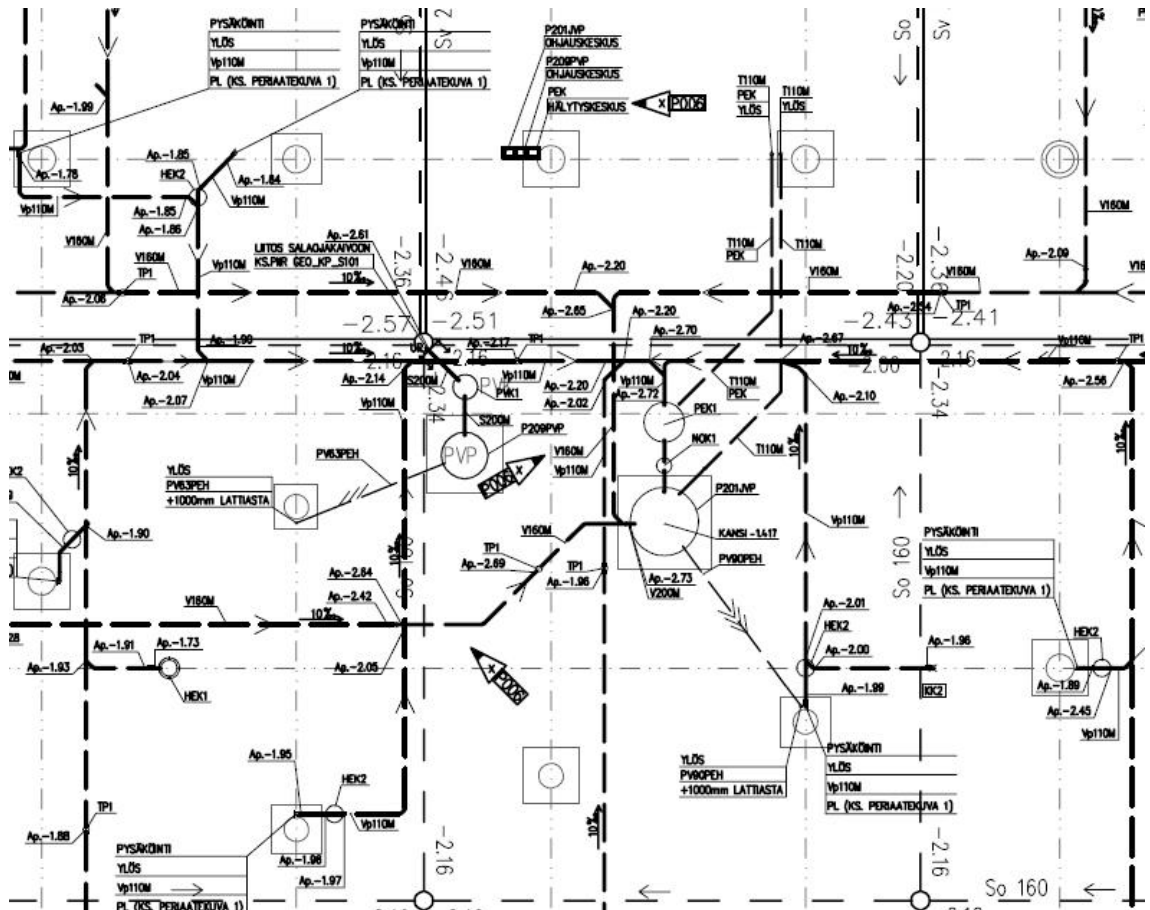
Viemärijärjestelmä muodostuu kahdesta erillisjärjestelmästä, joista toinen tuo tavallisen
jäteveden saniteettitiloista suoraan pumppaamoille (kuva 6) ja toinen järjestelmä tuo py-
säköintilaitoksen valumavedet erillisten öljynerottimien ja näytteenottokaivojen kautta
pumppaamoille, joita on kaikkiaan kahdeksan. Nämäkin pumppaamot on varustettu kak-
soispumppujärjestelmin ja ilmanlaadunvalvonnan sekä vikadiagnostiikan järjestelmin.



Kuva 6. Jätevesipumppaamo metrovarauksella

Viemäriputket ovat enimmäkseen 110 mm ja 160 mm PVC-putkea, kuivien tilojen ja IV-konehuoneiden lattiaviemärit ovat 32 ja 75 mm PE-putkea. Autohallin viemäriputkien tiivisteet ovat öljynkestäviä. Viemärit ovat tavallisia viettoviemäreitä, joiden kaltevuus on 1 cm yhtä metriä kohden, eli yhden prosentin kaato (kuva 7).

Viemäriin on asennettu tasaisin välimatkoin tarkastusputkia ja pysäköintilaitoksen sadevesiputkiin puhdistusluukkuja, joista käsin järjestelmää on helppo huoltaa.



Kuva 7. Osa viemäriverkostosta salaojakuvan päällä

Suunnittelijoilta pyydettiin erityistä törmäystarkastelua ja kahden eri suunnittelutoimiston suunnitelmien yhdistämistä. Tällä varmistettiin yhteensopivuus ja sujuva rakentamisen eteneminen, mistä oli erityistä hyötyä, sillä suunnittelijoiden parametrit sallivat osittaisen päällekkäisyyden tai törmäämisen putkia suunniteltaessa. Lopputuloksena oli muutamien kriittisten kohtien sovittaminen ja suunnitelmien päivitys.

4 Tutkimus

Tämä tapaustutkimus on laadullinen tutkimus, joka muodostuu taustatiedoista, suunnitelmista, rakentamisen aikaisista kokemuksista ja haastatteluista.

4.1 Tutkimuksen alkuasetelma

Triplan rakennushankkeessa oli päätetty lähestymistapa ja rakentamisen työvaiheiden järjestys [4]. Tarkkaa arviota toteutuksen tuomista hyödyistä ei kuitenkaan ollut laadittu. Tälle tutkimukselle oli siis selvä tilaus. Tuloksille tulee olemaan käyttöä tulevaisuuden hankkeissa ja niistä on hyötyä tarjouslaskennoissa. Tarkat tulokset ovat kuitenkin yritys-salaisuuksia, eikä niitä voida liittää tähän raporttiin.

Tarkasteltavana oleva työvaihe saatiin lähes valmiiksi tämän tutkimuksen aikana. Tutkielman tekijä on itse ollut työmaalla koko projektin ajan. Tavallisista projekteista poiketen Triplan työmaakylässä on ollut tilat myös ylimmälle projektijohdolle, joka on ollut läsnä koko pysäköintilaitoksen ja kauppakeskuksen rakentamisen aikana. Näin on saatu haastatteluihin asiantuntevia lausuntoja myös kustannusten ja aikataulun hallinnasta vastaavilta ihmisiltä.

4.2 Tutkimuksen käytännönjärjestelyt

Tutkimuksessa saatiin vapaasti käyttöön aikataulut ja suunnitelmat sekä päästiin tutustumaan itse rakentamiseen työmaalla ja rajatusti kustannusten seurantaan. Valokuvat ovat tekijän itsensä ottamia. Työvaiheen työsuunnitelma ja työn turvallisuussuunnitelma ovat tekijän laatimia. Osa suunnitelmamuutoksista on tutkijan itsensä tekemiä.

4.3 Tutkimusmenetelmät

Tutkimukseen tarvittavat perustiedot on hankittu itse dokumentoimalla ja havainnoimalla sekä olemassa olevia dokumentteja tutkimalla ja lainaamalla. Tarkempia tietoja on saatu asiantuntijoita haastatteleamalla teemahaastattelun ja avoimen haastattelun keinoin. Toteutussuunnitelmien ymmärtämiseksi tutkimuksen tekijä on ollut työssään yhteydessä suunnittelijoihin.

4.4 Tulosten analysointi

Tutkimustuloksia tarkasteltaessa on käytetty asiantuntija-apuna aikatauluinsinöörejä Auvo Takkinen ja Jussi Ilkko sekä kustannusinsinööri Aki Partasta. Projektinhallinnasta on haastateltu Triplan hankejohtaja Tapio Saloa.

Tapaustudkimuksessa on tärkeää ymmärtää kokonaisuus. Tämän tutkimuksen tuloksia tarkasteltaessa löydettiin suuri määrä epäoleellista tietoa, jonka karsimiseksi olennaisista ja keskeisistä tiedoista tarvittiin jatkuvaa vuoropuhelua edellä mainittujen asiantuntijoiden kanssa. Erityisesti projektinhallinnalla ja kustannusten ohjauksella oli merkittävä rooli tulosten merkityksellisyyden avaamisessa. Tätä käsitellään enemmän seuraavassa luvussa.

Osallistuvalla havainnoimisella saatiin kuulla toteuttavan tahon mielipiteitä ja käsityksiä, jotka helposti muuttivat tutkijan näkemyksiä ja suhtautumista tutkimukseen. Projektia johtavien ja suunnittelevien näkemykset ja odotukset tuntuivat olevan ristiriidassa työvaihetta toteuttavien kanssa. Tuloksia tarkasteltaessa laajemmassa mittakaavassa nämä eriävät mielipiteet löysivät paikkansa ja oikeutuksensa sekä rajautuivat niille kuuluviin lokeroihin. Joskus työntekijä ”on niin lähellä, ettei näe metsää puiltä” (vanha suomalainen sananlasku).

5 Toteutus ja haasteet

Poikkeavasta toteutustavasta ja järjestyksestä johtuen voidaan hankkeen etenemiselle arvioida hyötyjä ja haittoja perinteisiin menetelmiin verrattuna aikataulun ja kustannusten osalta sekä yleisemmin logistiikan, työmenetelmien ja olosuhdehallinnan suhteen.

5.1 Aikataulu

Triplan kaivannossa päästiin maankaivussa ja louhinnassa tavoitetasoon juhannuksen tienoilla 2016, jolloin aloitettiin massiivisten 1200 mm RD-porapaalujen asennus keskeltä kaivantoa. Patoseinillä jatkettiin vielä ankkurointia ja kaivutöitä sekä kalliopohjan tiivistyksiä injektoimalla, joten tilaa ei liiemmästi ollut salaojaverkoston asentamiseen samanaikaisesti, eikä maankaivu ollut kauttaaltaan vielä tavoitetasossa. Yleisaikataulussa oli laadittu puolen vuoden aikaikkuna alapohjan töille vuoden 2016 kesäkuun alusta vuoden loppuun (Liite 1). Elokuussa aloitettiin ensimmäisten salaojajärjestelmän pumppaamojen asennuksia. Lisäksi rungon pystytystä avustamaan suunniteltuja viittä torninosturia alettiin kasata, joten niiden perustuksilla oli oma prioriteettinsa.

Kaikista päällekkäisistä ja rinnakkaisista työvaiheista johtuen salaojista ja viemäreistä tehtiin vain niiden pumppaamojen asennus, mitkä pystyttiin, kuusi pumppaamo kahdeksastatoista. Seuraavaksi tehtiin väestösuojatilojen (VSS 1, 2 ja 3) viemäröinti, sekä metrovarauksen keskiosan salaojat ja salaojakaivot. Tulevan metron varaukselle rakennettiin keskiosaan vahvoja poikittaispalkkeja, jotka siirtävät pysäköintilaitoksen sivuttaisia kuormia patoseinille, ja näiden päälle puoli metriä paksu teräsbetonilaatta, joka kantaisi varmuudella tulevat metroaseman laiturirakenteet sekä metrojunat raiteineen. Näiden laattojen päälle pystytettiin kaksi torninosturia, joiden ympärille Tripla nousi.

Aikataulusuunnittelussa oli siis otettu huomioon pitkäaikaiset varaukset torninostureille sekä mahdollisimman nopea aloitus pysäköintilaitoksen ja kauppakeskuksen runkotöille. Kaikki muu pyrittiin sovittamaan näiden ympärille ja sen johdosta salaojat ja viemärit tehtiin vasta runkovaiheen aloituksen jälkeen (kuva 8).



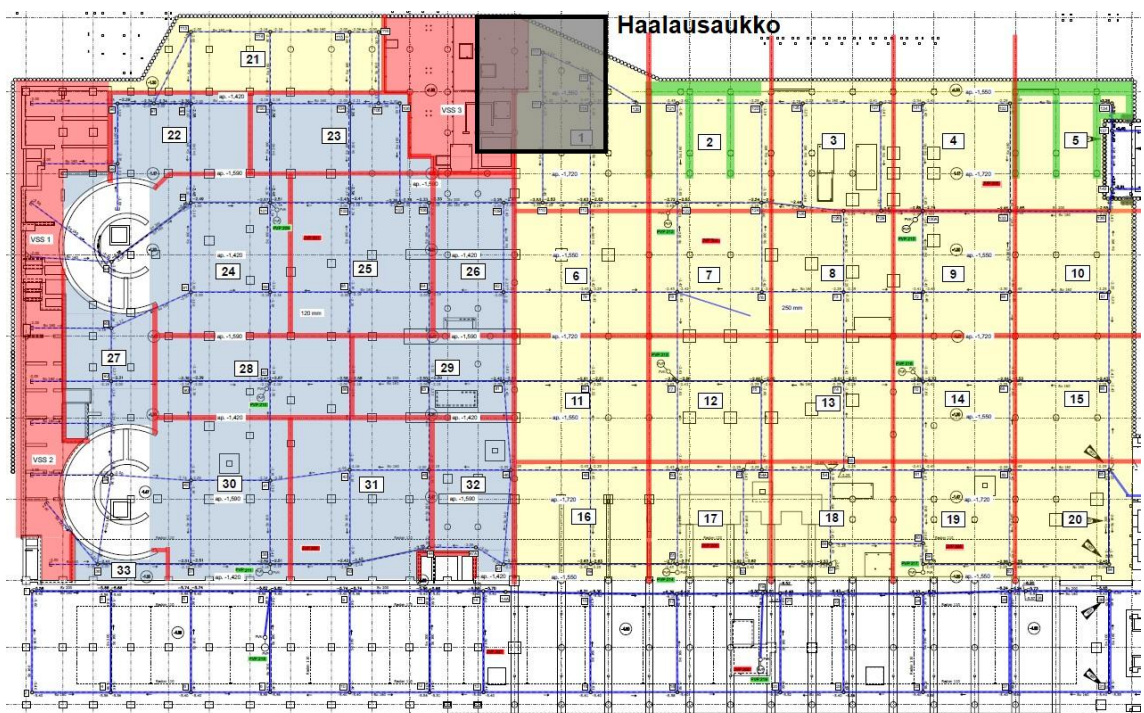
Kuva 8. Asennettuja pumppaamoja (valkoinen) ja asennusta odottavia (keltainen) 03.08.2016

Pysäköintilaitos muodostuu paikalla valetuista teräsbetonipilareista ja jännitetyistä holvilaatoista, joita vahvistavat valetut palkit pilareiden kohdalla 8,2 m välein itä-länsisuunnassa. Pysäköintilaitos oli jaettu 23 valulohkoon, joiden pinta-ala vaihteli 800 – 1200 m² välillä. Ylempää holvitasoa valettaessa tuli myös kolme alemmaa holvitasoa olla tuettuina, mikä aiheutti runsaasti viivästyksiä alapohjan töihin niin pitkään, kunnes yläpuoliset holvit tavoittivat neljännen tason. Holvitukia oli tasaisesti jaettuna hyvin tiheään puolen metrin päässä toisistaan riveihin, joiden välimatka oli vain puolitoista metriä (kuva 9). Näistä väleistä ei voinut millään työkoneella ajaa ja kulku tuettujen holvien alla oli usein kielletty, sillä holvituet saattoivat kaatuilla omia aikojaan, kun holvilaatta alkoi jännittyä.



Kuva 9. Holvitukien viidakko asennetun pumppaamon ympärillä

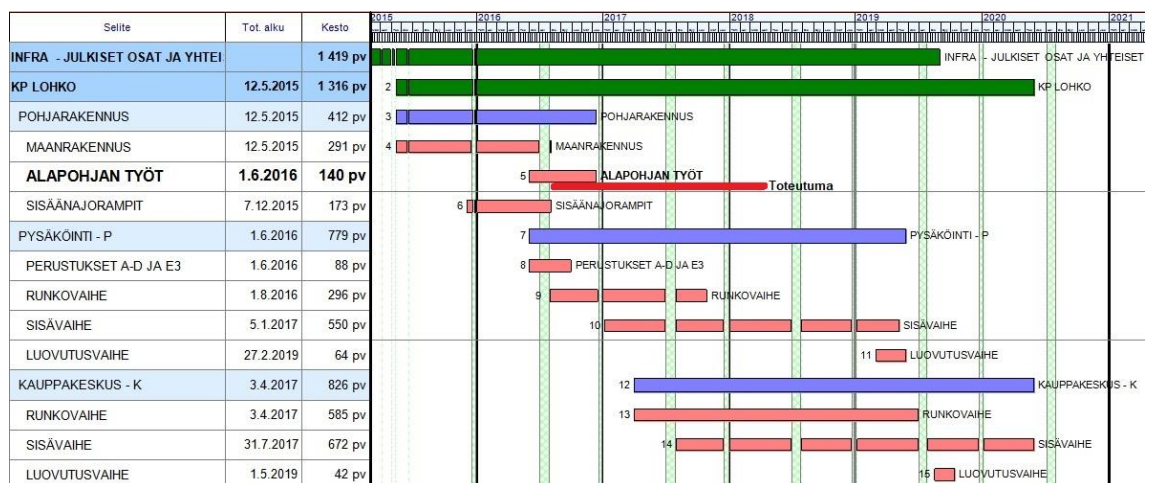
Koko alapohja jaettiin 34 valulohkoon (kuva 10), pois lukien metrovaraus, jossa oli erilainen alapohjan rakenne.



Kuva 10. Maanvaraisen lattian lohkojako

Alapohja on kuitubetonista tehty maanvarainen kantava laatta, jonka paksuus itäpuolisella on 250 mm ja länsipuolisella 120 mm. Itäisen puoliskon seinien vierellä tehtiin reunavahvistus, joka oli puoli metriä paksu ja raudoitettu. Länsipuolisella käytettiin valulohkojen välillä liikuntasaumalaitteita, joten lohkot voitiin valaa nopeassa tahdissa, kun taas itäisellä lohkoilla jokainen 20 lohkoa sai rauhassa kovettua ja kutistua 4 viikkoa ennen viereisen lohkon valamista. Tästä syystä lattian valaminen lohkoissa järjestettiin shakkiruutumaiseen jakoon etenemisen optimoimiseksi. Lattiavaluja tavoiteltiin valmistuvan 2 lohkoa viikossa, jokaisen lohkon ollessa noin 600 m² eli 150 m³. Tämä tavoiteasettelu antoi vielä yhden lisähaasteen salaoja- ja viemäryöryhmille, kun heidän piti tehdä valmista linjaa pääilmansuuntien mukaan ja lattianvaluryhmä halusi valaa shakki-ruuduista vain joka toisen, ja vieläpä nopealla tahdilla.

Salaojien ja viemärien asennusta tehtiin 6 hengen porukalla, joka oli jaettu kahteen työryhmään. Toinen työryhmä teki salaojia ja toinen viemäreitä, molemmilla oli omat apukoneet, piirustukset ja erilaiset materiaalit. Työt etenivät sen mukaan, miten holvitukia saatiin poistettua alueelta. Huomattiin, että maanvaraisten lattioiden tavoitetahti ei voi sanella maatoiden etenemistä, joten järjestys käännettiin toimimaan maatoiden ehdoilla. Kokonaiset salaoja- ja viemäriinjat rakennettiin valmiiksi ja lattianvaluryhmille luovutettiin suurempi kokonaisuus kerralla. Samalla saatiin rauhoitettua ajoliikennettä ympäröivillä alueilla ja järjeistettyä varastointia. Työt alkoivat vasta kesälomien jälkeen ja loppuivat reilu vuotta myöhemmin (kuva 11). Laajempi aikataulu liitteessä 1.



Kuva 11. Alapohjatöiden aikataulun viivästyminen

Osa kallion tiivistystöistä jäi tekemättä kiireisen pysäköintilaitoksen aloituksen vuoksi. Näitä poraus ja injektointitöitä jatkettiin metrovarauksella kaiken muun tohinnan keskellä

ja aiheutettiin ongelmia jo rakennetulle salaojajärjestelmälle. Osa salaojajärjestelmästä jouduttiin uusimaan, mikä aiheutti parin kuukauden lisätyöt.

Aikataulujen osalta siis alapohjan työt venyivät vuodella, mutta pysäköintilaitoksen runko valmistui ajallaan ja kauppakeskus aloitettiin aikataulusta edellä. Pysäköintilaitoksen harjannostajaisia juhlittiin 25.01.2018. Sisätyöt jatkuvat aikataulussa. Alapohjan töihin varatut resurssit saatiin käyttöön projektin muissa työvaiheissa, joten työtä ei tehty koko vuotta alapohjien kimpussa. Mikäli koko alapohjan työt olisi pitänyt saada valmiiksi avoimen taivaan alla, ennen pysäköintilaitoksen rungon aloitusta, olisi kokonaisuikatauluun pitänyt lisätä puolen vuoden pätkä keskelle. Koko muu Triplan organisaatio olisi odotellut maatoiden valmistumista, eikä synergiaetua olisi saatu.

5.2 Logistiikka

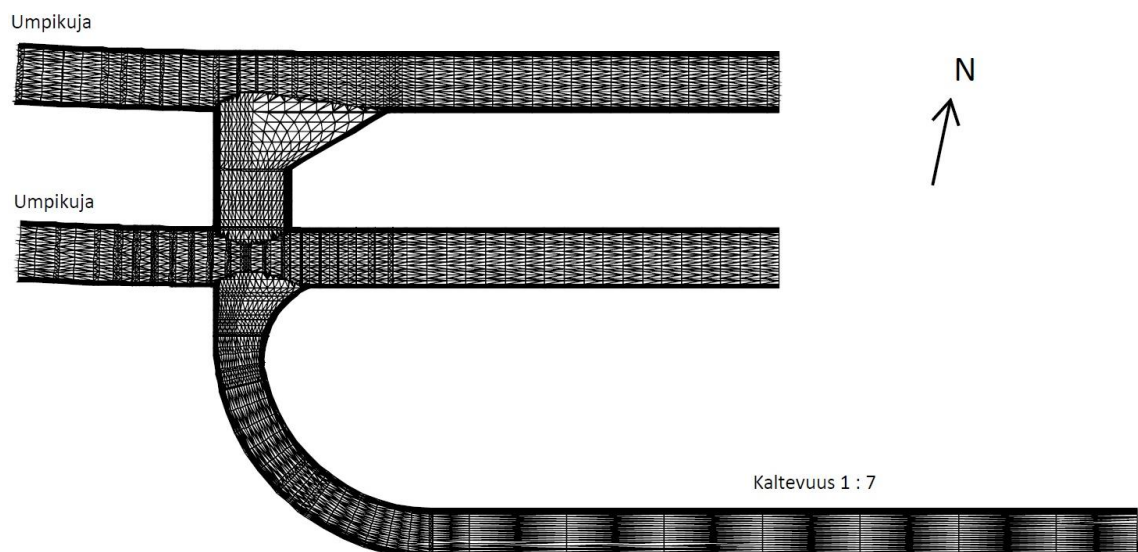
Alapohjan töissä käytettiin pienemmän kokoluokan työkoneita, jotka mahtuivat holvien alle neljän metrin tilaan, hytitöntä täryvalssiyrää, viisitonnisia kauhakuormaajia ja maansiirrossa pienkuormaajia. Tavaransiirrolle oli varattu haalausaukko (kuva 10) pohjoisella patoseinällä, josta pystyttiin nostamaan tavaraa torninostureilla ja kuorma-autojen kuormausnostureilla. Haalausaukon reunalle rakennettiin teräksestä sepelinsyöttökuilu (kuva 12), jonka kautta pystyttiin kippaamaan suoraan kuorma-auton lavalta alapohjan rakennekerrosten materiaaleja alimmalle tasolle.

Haalausaukon kautta nostettiin suurin osa putkista, kaivoista ja työkoneista sekä kipattiin arviolta 75 % salaojasepelistä ja mursketäytöstä. Samaa reittiä nosteltiin ylemmille holvitasoille väliseinien tiiliskiviä ja talotekniikan materiaaleja. Työn edetessä jouduttiin tämänkin reitti ottamaan osaksi NPL-järjestelmää, jossa sille voitiin tehdä varauksia ja yhteen sovittaa kiireistä materiaaliliikennettä.



Kuva 12. Sepelinsyöttökaukalo haalausaukossa

Haalausaukko palveli tarkoitustaan hyvin ja pitkään, kunnes runkotyöt etenivät kauppakeskuksen tasolle ja tämäkin aukko piti sulkea huoltoajorampin töiden vuoksi. Tavarankuljetukset pysäköintilaitoksen alimmalle tasolle siirtyivät metron huoltotunneliin (kuva 13) kaivannon lounaisnurkassa, josta rakennettiin luiska metrovaraukselta neljä metriä korkean muurin yli pysäköintilaitoksen alimmalle tasolle.



Kuva 13. Metron tunnelien jatkot ja yhdyskäytävä maan pinnalle

Materiaalien tuominen suoraan kohdetasolle kuilun kautta oli huomattavasti nopeampi tapa kuin kuljettaa kuorma-autoilla metrovarauksen yhdystunnelia pitkin. Haalausaukkoon yletti kaksi torninosturia, joiden nostokapasiteetti aukon kohdalla oli 10 tn ja 15 tn. Lisäksi aukon kautta päästiin nostamaan HIAB-autoilla sekä laskemaan betonia siirto-putkilla pumppuautosta maanvaraisten lattioiden valuihin. Ajallisesti mitattuna haalausaukossa oli lähes koko ajan tavaraliikennettä, josta yli 90 % oli alaspäin suuntautuvaa materiaalivirtaa, kaikkiaan kymmeniä tuhansia tonneja murskettä, tuhansia letkoja tiilikiviä, kilometreittäin IV-kanavia ja vesijohtoja, tonneittain raudoitteita, toistuvasti ylös ja alas trukkeja, saksilavanostimia, telineitä, kaasupulloja, uppopumppuja, jakokeskuksia ja sähkökaapeleita.

Triplan alueella suurin osa varastoalueista ja murskevarastot sekä betoniasema ovat pohjoispuolella, kuten haalausaukkokin. Vaihtoehtoinen kulkutie alas kaivantoon olisi ollut eteläpuolelta metrovarauksen yhdystunnelia pitkin. Jokainen tavarakuorma olisi pitänyt ajaa kuorma-autolla tai työkoneella Pasilankadun liikenteen kautta tunneliin, jossa oli liikennevalot ja ajovalvontajärjestelmä, sillä tunneliin mahtuu vain yksi ajoneuvo kerrallaan. Metrovaraus on leveimmilläänkin vain 25 m, joten täyspitkällä ajoneuvoyhdistelmällä ei sinne kannata lähteä seikkailemaan. Yksittäinen tavarankuljetus olisi vienyt tunnelin kautta varttitunnin enemmän aikaa ja sitonut tarpeettomasti yhden työkoneen ja kuorma-auton. Haalausaukon kautta siirrettiin tavaraa yhdeksän kuukauden aikana noin miljoona tonnia, joten sen pitäminen auki mahdollisimman pitkään toi projektille useiden viikkojen hyödyn tavarankuljetuksissa.

Muita haalausaukon tuomia hyötyjä olivat raittiin ilman esteetön kierto ja valon saanti alemmille tasoille. Lisäksi aukon kulmaan rakennettiin leveä porrasteline, jossa päästiin kulkemaan ylös ja alas samanaikaisesti.

Haalausaukon sulkeuduttua jouduttiin muutama viikko ajamaan tavaraliikennettä tunnelin kautta, kunnes ajoyhteys maan pinnalta pysäköintilaitoksen kierreramppien kautta saatiin käyttöön. Hiukan myöhemmin saatiin käyttöön myös ajoyhteydet etelästä ja pohjoisesta suoraan pysäköintilaitoksen ylimpään kerrokseen. Projektissa oli mietitty työvaiheiden tahdistus pyrkimällä varmistamaan hyvät kulkuyhteydet.

Logistiikan kannalta tavaroiden ajo suoraan alas tai nosteleminen avoimeen kaivantoon olisi ollut tehokkain tapa, joten suoranaista hyötyä tavaraliikenteeseen ei pysäköintilaitoksen rakentamisella ollut. Tavarain varastointi alapohjalla helpottui tasaisen alustan ja

sääsuojan vuoksi. Materiaalit pysyivät paremmin järjestyksessä ja hyvässä kunnossa kuivissa ja lämpimissä tiloissa hyvin valaistuna, mikä vähensi hävikkiä. Haasteita olivat erityisesti ilmankierron huonontuminen, näköyhteyden ja puhelimien kuuluvuuden katkeaminen, kunnollisen valaistuksen ylläpitäminen ja kulkuteiden pitäminen esteettöminä ja hyvin merkittyinä. Viimeksi mainitut oli rakennettava joka tapauksessa pysäköintilaitoksen myötä, joten niitä ei voi suoranaisesti pitää lisähaittana. Puhelimien kuuluvuus oli huono raskaiden betonirakenteiden vuoksi ja tämän vuoksi pysäköintilaitokseen hankittiin Elisan kenttävahvistimet. YIT Rakennuksen työntekijöiden puhelinliittymät ovat Elisalta ja aliurakkasopimukseen kirjattiin velvoite aliurakoitsijalle hankkia Elisan puhelinliittymät työn ajaksi.

5.3 Työmenetelmät

Perinteisistä menetelmistä ei aina ollut apua. Salaojien ja viemäröinnin asentaminen avoimessa maastossa on helppoa isoilla koneilla ja autonostureilla. Pysäköintilaitoksen alla jouduttiin käyttämään pienempää kalustoa ja materiaaleja pienempinä nippuina. Putket ja raudotteet pyrittiin pitämään kuuden metrin pituisina tai lyhempinä.

Kaivuvaiheessa avoimen taivaan alla mittamiehillä oli apunaan ympäristössä olevat prismat ja konekuskeilla tietomallit ja koneohjaus sekä GPS-paikannus. Holvien alla näitä ei enää ollut käytössä. Korko- ja sijaintimerkintöjen kanssa piti olla tarkkana ja käyttää jatkuvasti tasolasereita ja päivittää ympäristön korkomerkintöjä.

Betonin valu suoraan betoniautosta takaa hyvän laadun ja helpon ja nopean toimituksen. Holvien alla jouduttiin betonia siirtämään pitkiä siirtolinjoja pitkin tai erillisillä kauhoilla pienvaluihin. Osa pumppaamojen pohjalaatoista tehtiin valmiiksi ja kuljetettiin asennuspaikalle. Osa pumppaamoista asennettiin kallionvaraisen valetun laatan päälle, joiden laatuvaatimukset eivät ole yhtä korkeita kuin pysäköintilaitoksen lattioilla.

Ahtaissa oloissa useiden koneiden yhtäaikainen käyttö aiheutti usein ilmanlaadun huonontumisen. Sähkökäyttöisiä koneita ei ollut helposti tai järkihintaan saatavilla, joten koneiden käyttöä porrastettiin. Päivällä asennettiin putkia ja illalla tai yöllä tuotiin murskeita ja siirreltiin varastoituja kasoja. Lisäksi kalustovuokraukselta hankittiin puhaltimia.

Työmenetelmien kannalta ei saatu suoranaisia hyötyjä pysäköintilaitoksen rakentamisesta. Haittoja olivat määrämittaisuus, pienempien koneiden käyttö, mittausmenetelmien hankaluudet ja poikkeavat toimintamenetelmät betonin siirrossa ja ilmanvaihdossa.

5.4 Olosuhdehallinta

Missä tahansa rakennushankkeessa ympäröivät olosuhteet vaikuttavat merkittävästi laatuun, kustannuksiin ja työturvallisuuteen. Maanrakennustöitä ei yleensä tarvitse keskeyttää sääolojen vuoksi, mutta routa ja runsas lumi- tai vesisade vaikeuttavat osaltaan töitä. Triplan kaltaisessa suurhankkeessa saadaan merkittäviä hyötyjä vakaista olosuhteista rakentamisen aikana.

Etelä-Suomessa vuotuiset sademäärät ovat keskimäärin muuta Suomea korkeammat, joten lumi- ja vesisateiden määrä on Triplassa merkittävä tekijä [5].

Pysäköintilaitoksen rakentamisen vuoksi pohjalla oli ensimmäisenä talvena päivisin yhtä kylmää kuin ulkona, sillä yöllä kylmenneet massiiviset betonirakenteet imivät päivisin itseensä kaiken lämmön. Kovilla pakkasilla maan pinta saattoi kellarissakin jäätyä, joten lämmitysmattoja tarvittiin routaisen maan sulattamiseen. Materiaaleja voitiin kuitenkin varastoida alhaalla ja näin ne pysyivät kunnossa paremmin kuin ulkona pakkasessa ja lumen alla. Sade ei haitannut, sillä se johdettiin pysäköintilaitoksen viemäröintiä pitkin suunnitelman mukaisesti kohtiin, josta vedet oli helppo johtaa uppopumpuille. Alkuperäinen aikataulu oli laadittu siten, että alapohjan maatyöt saataisiin päätökseen ennen sydäntalvea. Aikataulun venyttyä uudet olosuhteet helpottivat töiden jatkamista säällä kuin säällä. Työmiehet olivat myös verrattain tyytyväisiä työoloihin.

Ilmanvaihto vaikeutui, erityisesti loppua kohden, kun pysäköintilaitoksen aukkoja alettiin tukkia, porrashuoneisiin lisättiin palo-ovet ja torninosturit nostettiin holvien päälle ja niiden läpiviennit holveissa peitettiin. Normaalisti sisätyövaiheessa käytetään sähkökäyttöisiä trukkeja ja nostimia, mutta Triplassa työskenneltiin edelleen alapohjan töiden parissa kaivinkoneiden ja maansiirtokoneiden kanssa, joiden polttomoottorit saastuttivat ilmaa pakokaasuilla. Kesällä ongelman muodosti lämmin korvausilma, joka viileään kellarin tuotuna alkoi muodostaa tiivistyvää kosteutta kylmille betoniseinille. Ratkaisuna ilmankierto järjestettiin metrotunnelia pitkin, jonka seinät olivat ruiskubetonoitu, eikä kos-

teus ollut ongelma pitkässä tunnelissa. Talvella korvausilma oli liian kylmää ja laski lämpötiloja pysäköintilaitoksessa. Ratkaisuna otettiin muutamia lisälämmittämiä holveille. Näiden tarve oli kuitenkin seuraavana talvena huomattavasti vähäisempi kuin täysin avoimen taivaan alla routaisen maan ja jään sulattamiseen tarvittava määrä.

Olosuhdehallinnan puolesta alapohjan töille oli suurta etua pysäköintilaitoksen rakentamisesta. Sääsuoja helpotti työntekoa talvella ja vesisateissa, materiaalit pysyivät kunnossa ja paremmin työstettävänä, työolot pysyivät tasaisempina ja työmiehet todennäköisesti välttivät muutamat sairauslomapäivät, joita rakennusalalla on keskimäärin 5 – 9 päivää vuodessa henkeä kohden, riippuen iästä ja rakentamisen lajista [6].

5.5 Kustannukset

Työvaiheen kustannukset tietysti kasvoivat pitkittyneen aikataulun ja vaikeutuneiden olosuhteiden vuoksi. Metrolaatalla tehdyt kallion tiivistykset eivät ole lisätyötä, mutta niiden seurauksena aiheutuneet salaojaputkien korjaustoimet ja lisäkustannukset ovat osittain seurausta rakentamisvaiheiden järjestyksen muutoksesta. Osa menee huolimattomuuden piikkiin, sillä vahingoilta olisi voitu välttyä, mutta ei täysin ilman lisäkustannuksia.

Työvaiheen kokonaiskustannuksiin lisäkustannuksia aiheuttivat työmiesten palkat, koneiden vuokrat, ilmanvaihdon tuulettimet, pienempien koneiden käyttö, mittaustöiden hankaloituminen ja salaojien korjaustoimet. Tämä lista ei ole täydellinen, mutta tutkimuksen kannalta riittävän kattava.

Kustannuksissa säästettiin sääsuojauksissa, materiaalin hävikissä ja projektin kokonaiskuluissa mittavasta aikataulusäästöstä johtuen sekä synergiaetuna useampien samanaikaisten toimintojen avulla.

Tarkkoja laskelmia tässä ei voida esittää, sillä ne kuuluvat YIT:n yrityssalaisuuksien piiriin. Taulukossa 1 esitetään karkeasti arvioiden työvaiheiden järjestyksen muutoksesta koituneiden hyötyjen ja haittojen suuruusluokka.

Taulukko 1. Kustannushyötyjen ja -haittojen jakautuminen

Kustannuslaji	hyöty €	haitta €
työmiesten palkat		kymmeniä tuhansia
IV-tuulettimet		tuhansia
Pienemmät koneet		kymmeniä tuhansia
Mittamiehet		tuhansia
Salaojien korjaus		pari miljoonaa
Sääsuojaukset	tuhansia	
Materiaalihävikki	tuhansia	
Aikataulusäästö	kymmeniä miljoonia	
Synergiaetu	tuhansia – miljoonia?	

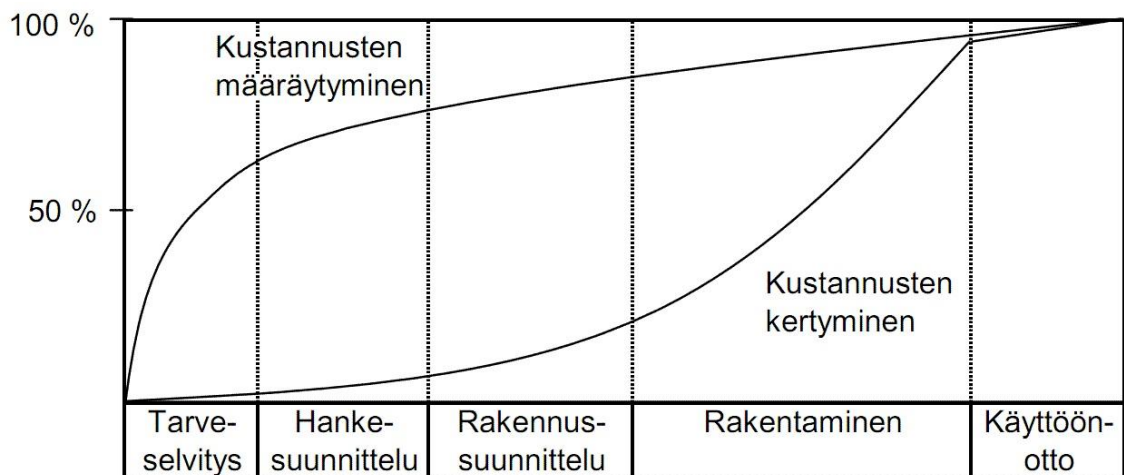
Tripla-hanke etenee aikataulussa, joten säästöä tuli kymmeniä miljoonia euroja verrattuna siihen, että pysäköintilaitos olisi rakennettu perinteiseen tapaan odottaen kaikkien maatöiden päättymistä. Miljardin euron suurhankkeessa tällainen prosenttien marginaali kustannuksissa ja puolen vuoden viivästys aikatauluissa voi merkitä eroa koko hankkeen kannattavuuden ja kannattamattomuuden välillä.

6 Tulokset

Tutkimuksen tavoitteena oli asettaa arvot koetuille haitoille ja saavutetuille hyödyille rakennusalan keskeisten näkökulmien, eli aikataulun, kustannusten ja työmaan järjestelyiden kannalta. Työmaa on tavallaan mikrokosmos, jossa kaikki vaikuttaa kaikkeen, usein hyvin hienovaraisesti. Tässä tutkimuksessa on keskitytty keskeisimpiin ja selvimmin esille tulleisiin tekijöihin, mikä palvelee parhaiten tutkimuksen tavoitetta. Pikkutarkka ja hyvin hienojakoinen analyysi kaikista riippuvuussuhteista olisi tarpeettoman laaja akateeminen ponnistus ja vaatisi niin tarkkaa jatkuvaa valvontaa, että tutkimustulokset vääristyisivät pelkän jatkuvan valvonnan vuoksi. Tämä tunnetaan luonnontieteissä Hawthorneren ilmiönä tai tutkijan paradoksina: Miten tutkia kohdetta vaikuttamatta kohteen toimintaan hänen tiedostaessaan olevansa tutkimuksen kohteena? [7].

Johdon valitsema tapa toi lopulta etua lähes vuoden verran toteutusajassa ja kymmenien miljoonien eurojen säästön. Myös toimintamenetelmissä koettiin helpotuksia erityisesti olosuhdehallinnan kohdalla.

Rakennusosalalla on yleisesti tiedossa, että suurin osa rakentamisen kustannuksista määräytyy jo hanketta suunnitellessa [8]. Ottamatta tarkemmin kantaa aikataulun jakautumiseen Kankaisen & Junnoson kuvaaja (kuva 14) on yleispätevä.



Kuva 14. Rakentamisen kustannusten määrättyminen (Kankainen & Junnonen)

Toinen rakennusalalla yleisesti hyväksytty tosiasia on kustannusten jakautuminen rakennusvaiheiden välillä, joka vaihtelee hieman rakentamisen lajin, ajankohdan ja paikkakunnan mukaan.

Triplan rakentamisen kustannukset noudattavat melko hyvin yleistä jakaumaa. Triplan kustannusinsinööri Tommi Kokkonen arvioi rakennuttamisen kustannusten suuruusluokaksi parikymmentä miljoonaa euroa vuodessa ja osuudeksi kokonaiskuluista noin 10 % [9]. Täten kustannuksissa säästyy tiukemman aikataulun johdosta muutama prosentti (taulukko 2). Alla olevassa taulukossa 2 ei ole eroteltu tarkemmin työmaapalveluita, työmaarakennuksia ja projektinjohtoa, jotka ovat siis Triplassa läsnä poikkeuksellisen suuressa mittakaavassa.

Taulukko 2. Triplan rakentamisen kustannukset ja arvio viivästymisen kuluista

Selite	%
Rakennuttaminen ennen rakentamisen aloitusta	1,4 %
- suunnittelu ja kaavoitus	0,3 %
- muu rakennuttaminen	1,1 %
Rakentaminen	90,1 %
- suunnittelu	6,8 %
- muu rakennuttaminen	6,2 %
- rakentaminen	63,2 %
- työnjohto yms.	11,4 %
- oman käytön arvonlisäverot VAIN ASUNTOKOhteet!	2,4 %
Rakentamisen jälkeiset kulut	1,6 %
- takuutyövaraukset	1,1 %
- jälkihoito	0,5 %
Rahoitus- yms. kulut	7,0 %
- korkokulut	3,2 %
- koko hankkeen kiinteät kulut	3,7 %
YHTEENSÄ	100,0 %

Arvio suorista viivästymisen kuluista on noin 16,7 miljoonaa euroa vuodessa [9]. Tähän ei ole huomioitu synergiaetuja eikä myöskään uhka- ja viivästyssakkoja.

7 Johtopäätökset

Tutkimuksen alussa vaikutti siltä, että työvaiheiden kääntämisestä koituu enemmän haittaa kuin hyötyä, sillä niin se koettiin ruohonjuuritasolla. Hankkeen johto oli kuitenkin asioita pohtinut ja tähdännyt näihin saavutettavissa oleviin etuihin, joita voi olla vaikea mitata rahassa.

Tripla-hanke hyötyy merkittävästi synergiasta, kun useita eri työvaiheita rakennetaan samanaikaisesti. Samat resurssit ja työvaiheet jaoteltuna pidemmälle aikavälille aiheuttaa automaattisesti enemmän kuluja. Tilaajat eivät myöskään mielellään odottele. Työmaan mittavuus on herättänyt huomiota mediassa. Triplassa on käynyt toimittajia, opiskelijoita ja kansainvälisiä vieraita tutustumassa hankkeeseen.

Tässä tutkielmassa ei käsitelty sellaista abstraktia ja vaikeasti mitattavaa suuretta kuin medianäkyvyys ja mainosarvo. Hankkeen kannattavuuteen vaikuttaa merkittävästi sen haluttavuus ja sen myötä brändi, maine, medianäkyvyys ja mainosarvo. Kaikki nämä tekijät ovat osaltaan riippuvaisia median, ja erityisesti sosiaalisen median, lyhytjänteisestä mielenkiinnosta. Moni rakennushanke on alkaessaan moderni ja mielenkiintoinen, mutta aika ajaa surutta kaikkien ohi. Useimpien liike- ja kauppakeskusten elinkaari on yllättävän lyhyt, vain joitain kymmeniä vuosia, ilman perusparannuksia tai saneerauksia. Tripplan kokoiselle hankkeelle on erittäin paljon etua nopeasta valmistumisaikataulusta, sillä hanke pysyy koko ajan tuoreena ja mielenkiintoisena säilyttäen siten mainosarvonsa. Myös paikalliset ihmiset ja ohikulkijat huomaavat ripeään tahtiin kohoavan kompleksin päivittäiset muutokset. Vaikka asuntorakentamista ei oltu juuri aloitettu, kun ennakkomarkkinointi ja mainonta lähti käyntiin, oli kiinnostus ja myynti hyvää luokkaa, kertoo kaupallinen kehitysjohtaja Pirjo Aalto [10]. Myös kauppakeskuksen vuokraus on edennyt hänen mukaansa erittäin hyvin. Näissä asioissa on varmasti osansa tällä medianäkyvyydellä ja mainosarvolla.

Jos vertailun vuoksi ajateltaisiin hankkeen viivästyvän puolella vuodella, voidaan näiden muuttujien vaikutuksia hankkeen kannattavuuteen. Kauppakeskuksen avausten tulee osua mielenkiintoiseen aikaan myynnin kannalta, eli syksyyn ja joulunalusmyyntiin. Aikataulun venyessä puolella vuodella kannattaa työt aloittaa puoli vuotta myöhemmin tai saman tien venyttää aikataulua vielä toisella puolella vuodella, jotta avajaiset osuvat kannattavaan hetkeen. Tällä tavalla hankkeen valmistuminen siirtyy vuodella eteenpäin. Mediahypetys vähenee himpun verran, kustannukset kasvavat melkoisesti,

vuokrausaste heikkenee ja yleinen mielenkiinto vähenee. Vaikka muutokset ovat kokonaisuuteen nähden pieniä, saattavat ne yhdessä merkitä kannattavuuden muuttumista negatiiviseksi.

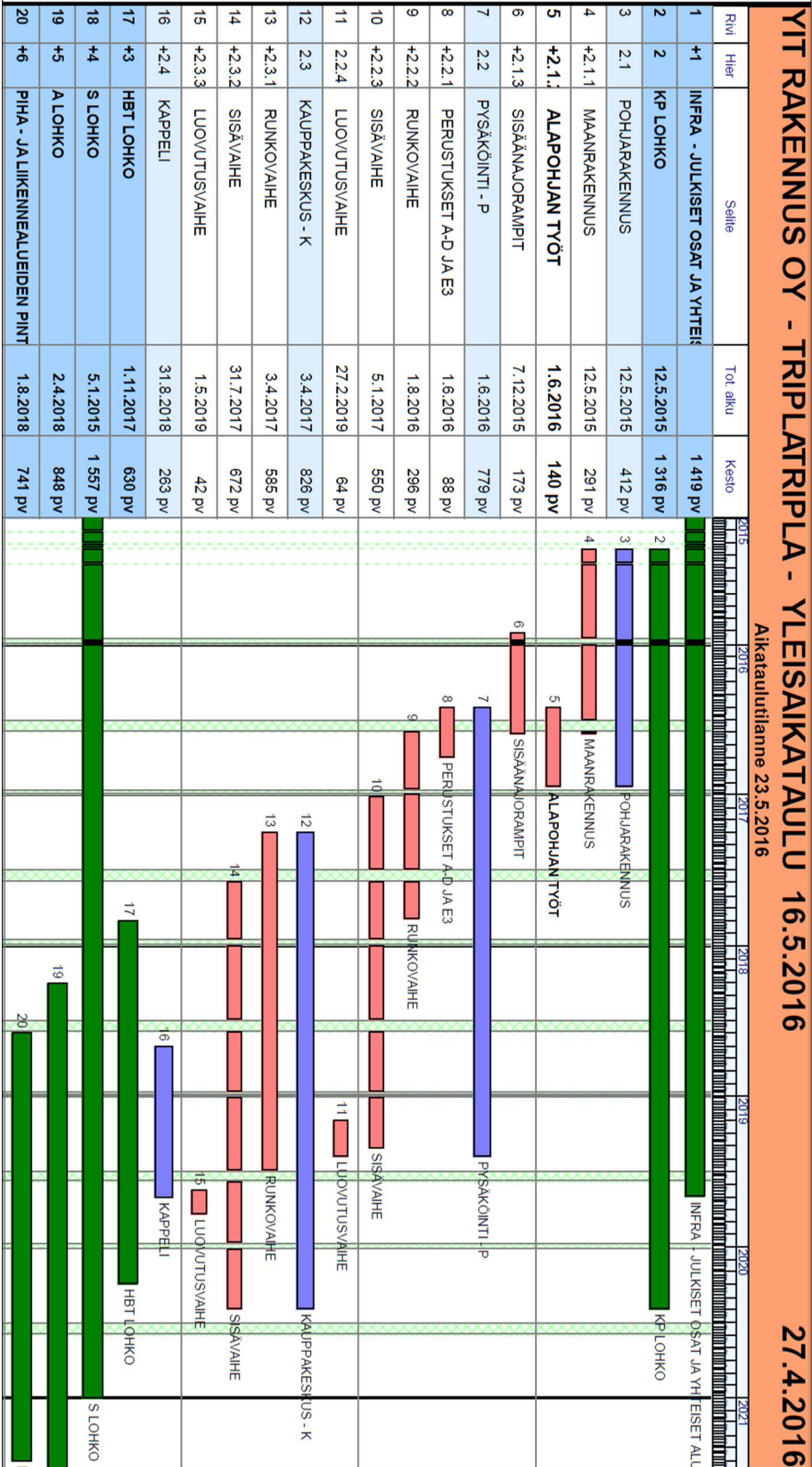
Tästä projektista voi moni ottaa oppia ja mallia. Kokonaisuakataulussa säästyivät vuosi aikaa ja kustannuksissa säästettiin miljoonia euroja. Kokonaisuuden hallinta pysyi keski-vertoa tiukemmin paketissa, hävikki pieneni ja lopulta putkimiehetkin kiittivät pitkästä ja vakituisesta työkeikasta.

Lähteet

- 1 Tripla verkkosivu: Näin Tripla rakentuu (<https://tripla.yit.fi/nain-tripla-rakentuu>) luettu 25.08.2017
- 2 Tripla verkkosivu: Mall of Tripla (<https://tripla.yit.fi/mall-of-tripla>) luettu 25.08.2017
- 3 Talouselämä verkkosivu: Triplan rahoitus varmistui - Pasilaan nousemassa Suomen suurin kauppakeskus (luotu 22.6.2016) (<https://www.talouselama.fi/uutiset/triplan-rahoitus-varmistui-pasilaan-nousemassa-suomen-suurin-kauppakeskus/49584515-664a-3ee0-9984-252141a722fc>) luettu 26.08.2017
- 4 Salo, Tapio, hankejohtaja, haastattelu Helsinki 01.11.2017
- 5 Ilmatieteenlaitoksen verkkosivu: Suomen ilmastoa kuvaavat vertailukauden 1981-2010 keskiarvot (<http://ilmatieteenlaitos.fi/ilmastollinen-vertailukausi>) luettu 16.09.2017.
- 6 Työterveyslaitoksen tutkimus 2014: ”Rakennusalan terveys (RATE) kehittämisshanke - rakennusalan sairauspoissaolojen seuranta ja työhyvinvointitarjotin” s. 6-8, (https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/tyoelama/rate-hanke/loppuraportti_rate.pdf) luettu 20.09.2017
- 7 Henry A. Landsberger (1958) Hawthorne revisited. Ithaca: Cornell University
- 8 Junnonen, Juha-Matti & Kankainen, Jouko (2017) Rakennuttaminen s. 42. Helsinki: Rakennustieto Oy
- 9 Kokkonen, Tommi, hallinto- ja elinkaaripäällikkö, haastattelu Helsinki 26.03.2018
- 10 Aalto, Pirjo, kaupallinen kehitysjohtaja, haastattelu Helsinki 10.01.2018

Liite 1 Hankkeen aikataulu

Tripla-hankkeen yleisaikataulu, pysäköinnin ja kauppakeskuksen osiot avattuna.



Liite 2 Yhdistelmäkuva salaoja- ja viemärisuunnitelmista

Yhdistelmäkuva Rambollin salaoja- ja Granlundin viemärisuunnitelmasta.

