

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennustekniikka

Infratekniikka

2016

Juho Halminen

YKSIKÖHINTAURAKAN MASSANSIIRTOJEN TOTEUTUSVAIHEEN OHJAUS VALTATIEHANKKEESSA



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Juho Halminen

YKSIKÖHINTAURAKAN MASSANSIIRTOJEN TOTEUTUSVAIHEEN OHJAUS VALTATIEHANKKEESSA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, miten Skanska Infra Oy:n Väylät-yksikön urakoiman Valtatie 8 Raisio–Nousiainen–hankkeen maanrakennustöiden massansiirtojen toteutusvaiheen ohjausta on suoritettu, miten kustannukset muodostuvat ja mitä vastaisuudessa isoilla hankkeilla käytettäessä valittua urakkamuotoa tulee muuttaa, jotta valitusta urakointimuodosta saadaan entistä kustannustehokkaampi.

Opinnäytetyö vertaa yksikköhinta-, kokonaishinta- ja tavoitehintaurakan sekä laskutyön ominaisuuksia ja soveltuvuutta massansiirtotyöhön ison mittaluokan infrahankkeilla. Urakkamuodot jaetaan kustannus- ja suorituserusteisiin sen mukaan mitkä ovat maksuserusteet, kuinka laaja suoritusvelvollisuus ja minkälaiset sopimussuhteet kulloinkin ovat kyseessä. Urakointimuotoa valitessa huomioidaan toteutettavan urakan puitteet, sillä jokaisella sopimusmuodolla on omat hyötynsä ja haittansa. Eri urakkamuodoille on tyypillistä että niissä riskit määrien ja hintojen osalta jakautuvat sopijaosapuolten kesken eri tavoin.

Työ keskittyy analysoimaan valtatie 8–hankkeelle valikoituneen yksikköhintaurakan massansiirtoon asettamia rajoitteita ja vaatimuksia, joita ovat mm. laskutuksen hallinta, määrien mittaaminen sekä ajomatkojen seuranta ja ohjaaminen mahdollisimman lyhyille ajomatkoille niin että työtehot pysyvät hyvinä. Maanrakennustöissä voidaan saavuttaa isoja kustannussäästöjä hyvillä työnaikaisilla toteutusratkaisuilla, kuten kyseisellä hankkeella siirtämällä yleisen alueen massansiirtoja suljetulla alueella tehtäväksi työksi.

Hankkeella käytössä olleita seurantamenetelmiä analysoitaessa tultiin johtopäätökseen, että DynaRoad–ohjelmiston käyttöä tulisi tehostaa hankkeen työnaikaisen ohjauksen helpottamiseksi, koska tämän mittakaavan hankkeilla seurattavia yksiköitä ja vaiheita on useita ja se tarjoaa kattavimman työkalun massansiirron ohjaukselle.

ASIASANAT:

Urakkasopimukset, yksikköhinta, yksikköhintaurakka, massansiirto, DynaRoad

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering | Community Infrastructure Engineering

2016 | 47

Instructor: Pirjo Oksanen, M.Sc.

Juho Halminen

CONSTRUCTION STAGE PRODUCTION CONTROL OF A UNIT PRICE MASS HAULING CONTRACT ON A HIGHWAY PROJECT

The purpose of this thesis was to study how costs are formed and how production control of mass hauling on a construction stage at Vt 8 Raisio–Nousiainen contracted by Skanska Infra Ltd has been conducted. The aim of this thesis was also to explore the necessary changes for the future to improve cost-effectiveness when contracting mass hauling by unit price contract.

The thesis compares how unit price contract, all-in price contract, target price contract and cost and fee contracts differ from each other and their suitability for mass hauling in large scale infrastructure projects. Different forms of contracts are categorized according to performance and cost based on the premium rating criteria, the extent of the performance and the contract terms at given time. The conditions of the contract must be considered because different types of contracts have their own advantages and disadvantages. It is typical that the risk for price and quantity are divided differently between the parties.

This thesis focuses on analyzing how the chosen unit price contract has restricted mass hauling on the Vt 8 project and how requirements, such as invoicing and quantity measuring worked as well as monitoring the hauling distance and guiding the hauling distances to the minimum so that work efficiency remains good. Production control can reach significant cost savings on earthwork as in the Vt 8 project by moving mass hauling from the public area to a closed area.

When analyzing ways of monitoring the Vt 8 Raisio–Nousiainen project it was concluded that the usage of DynaRoad mass hauling program should be intensified to facilitate construction stage surveillance because it is the most comprehensive instrument in such scale of a mass hauling project.

KEYWORDS:

Piecework agreement, unit job price, unit price contract, mass hauling, DynaRoad

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
1.1 Yleistä massansiirrosta	6
1.2 Valtatie 8 Raisio–Nousiainen massojen yleispiirteet	7
1.3 Työn tavoitteet	9
2 URAKKASOPIMUKSET	10
2.1 Skanskan sopimusmuoto tilaajan kanssa	10
2.2 Maanrakennusurakan mahdolliset urakkamuodot	11
2.2.1 Kokonaishintaurakka	12
2.2.2 Yksikköhintaurakka	13
2.2.3 Laskutyö	14
2.2.4 Tavoitehintaurakka	15
2.3 Aliurakan sopimusmuodon valinta	15
2.4 Yksikköhintaurakan vaikutukset massansiirtoon	17
3 VALTATIE 8 RAISIO–NOUSIAINEN	18
3.1 Valtatie 8:n historia ja hankkeen tausta	18
3.2 Hankkeesta koituvat vaikutukset	20
3.3 Hankkeen yleiskatsaus	20
3.4 Hankkeen sidosryhmät	21
3.5 Hankkeen organisaatio	22
4 MASSANSIIRTOJEN OHJAUS JA SEURANTA	23
4.1 Kustannusten muodostuminen	23
4.2 Massojensiirron tuotantovaiheen yleispiirteet	25
4.3 Hankkeen seurantamenetelmät	29
4.3.1 Vico Schedule Planner	29
4.3.2 Excel–taulukot	31
4.3.3 DynaRoad	34
4.3.4 Aliurakoitsijoiden resurssien seuranta	41
4.4 Työnaikainen ohjaus	41
5 TOTEUTUNEEN HANKKEEN PURKU	44
LÄHTEET	47

LIITTEET

Liite 1. Suunnittelijan paalukohtainen massaluettelo paaluvälillä 8 400–9 980

KUVAT

Kuva 1. Pituusleikkaus paaluväliltä 8 400–9 400.	9
Kuva 2. KVL määrät ja raskaan liikenteen osuus vuonna 2014.	19
Kuva 3. Dumperitie syystalvella 2014 paalulta 7 200 pohjoiseen.	42
Kuva 4. Maskun keskustan alueen maaleikkaus pl.8 600.	43

KUVIOT

Kuvio 1. Maa- ja kallioleikkausten jakautuminen Valtatie 8 hankkeella.	7
Kuvio 2. Kokonaisurakan kaaviomalli.	10
Kuvio 3. Määrä- ja hintariskin jakautuminen eri urakkamuodoissa.	11
Kuvio 4. Kokonaishinta- ja yksikköhintaurakan kustannusten muodostuminen.	14
Kuvio 5. Kustannusten muodostumiseen vaikuttavat tekijät.	23
Kuvio 6. Materiaalin tilavuusyksiköt rakentamisen eri vaiheissa.	28
Kuvio 7. Vico Schedule Planner, paikka-aikakaavio.	30
Kuvio 8. Vico Schedule Planner, valvontavinjetti.	31
Kuvio 9. Maanleikkausyksiköiden seurantataulukko.	32
Kuvio 10. Kuvaaja toteutuneesta louheen ajosta suhteessa tavoitteeseen.	33
Kuvio 11. Suodattamaton massansiirtonäkymä DynaRoadin Schedule-tilassa.	37
Kuvio 12. DynaRoad-lähdetyypit Valtatie 8 projektilla.	39

1 JOHDANTO

1.1 Yleistä massansiirrosta

Massansiirtotapahtuma on valtatiehankkeilla yleisesti yksi merkittävimmistä yksittäisistä kustannuseristä ja aikataulua tahdistavista tekijöistä. Isoilla infrahankkeilla maa- ja kalliomassojen hankinta- ja käsittelykustannukset voivat nousta jopa 60 % hankkeen kokonaiskustannuksista (Kankainen & Seppänen 2015).

Perinteisesti rakentamisprosessin suunnitteluvaiheessa massatalouden suunnittelua ohjaa pyrkimys leikkaus- ja pengermassojen tasapainoon. Jos tähän ei päästä, aletaan etsiä mahdollisia kiviainesten ostomahdollisuuksia ja läjitysalueiden sijoittelumahdollisuuksia (Kankainen & Seppänen 2015).

Massansiirron suunnittelun edellytyksenä on hankkeen massojen jakautumisen tiedostaminen ja mahdollisten kuljetusesteiden, kuten jokien ja siltatyömaiden tai kalliioleikkausten, aiheuttamat kuljetuskatkot sekä niistä aiheutuvat suorat ja välilliset kustannukset (Kankainen & Seppänen 2015).

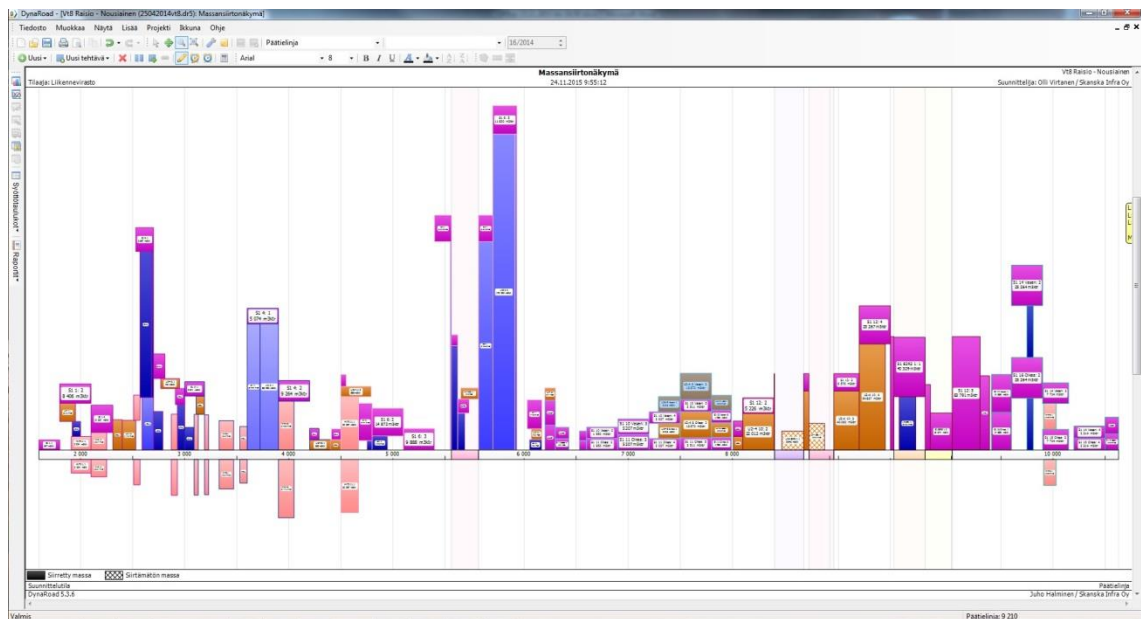
Siirryttäessä suunnitteluvaiheesta toteutukseen massansiirtojen suunnittelu ja ohjaus siirtyvät materiaalien käyttökelpoisuuden, kuljetusreittien ja -kaluston sekä niiden oikean ajoittamisen kokonaisoptimointiin peruseriaatteena, että kaikki käytössä oleva materiaali tulee hyödyntää aina parhaassa mahdollisessa rakenteessa mahdollisen jatkojalostuksen jälkeen. Muita tärkeimpiä massansiirtoon taloudellisesti vaikuttavia seikkoja ovat mahdollisimman vähäinen toisarvoisten massojen leikkaaminen ja välivarastoinnin minimoiminen, koska siitä syntyy ylimääräisiä kuljetus- ja muita kustannuksia sekä materiaalihukkaa yleensä noin 2–15 % (Kankainen & Seppänen 2015).

Isommilla matkoilla tapahtuvissa massansiirroissa erityisesti pyritään menopaluu-kuljetuksiin, sillä tällä tavoin kuljetusvälineiden hyötykäyttö saadaan maksimoitua ja massansiirtokustannukset pienenevät oleellisesti (Kankainen & Seppänen 2015).

1.2 Valtatie 8 Raisio-Nousiainen massojen yleispiirteet

Valtatie 8 hankkeella alue jakautui massoiltaan kahtia, ja pohjatutkimusten perusteella oli havaittu, että läheskään kaikkia leikkausmassoja ei saada käytettyä hyväksi rakenteissa, joten leikkausmaita jouduttiin ajamaan läjitysalueille.

Skanska Infra Oy Valtatie 8 Raisio-Nousiainen urakan päätoteuttajana oli jaotellut massansiirrot tarjousvaiheessa kahteen kategoriaan, yleisenä ja suljettuna tehtävään massojen siirtoon. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että tarjousvaiheessa oli laskettu kustannusten jakautuvan niin, että suljettuna rakennettavalla osuudella plv. 1 600–6 000 saadaan massat siirrettyä tehokkaammalla kuljetuskalustolla ja sitä kautta halvemmilla yksikköhinnoin, koska myös urakoitsija pääsee isompiin päivätehoihin kuin yleisellä alueella. Urakan toinen osuus, plv. 6 000–10 560 oli tarjousvaiheessa laskettu toteutettavan yleisen liikenteen seassa ajettavana massansiirtona, jossa puolestaan yksikköhinnat olivat jonkin verran kalliimmat kuin suljetulla alueella, tehon ollessa pienempi.



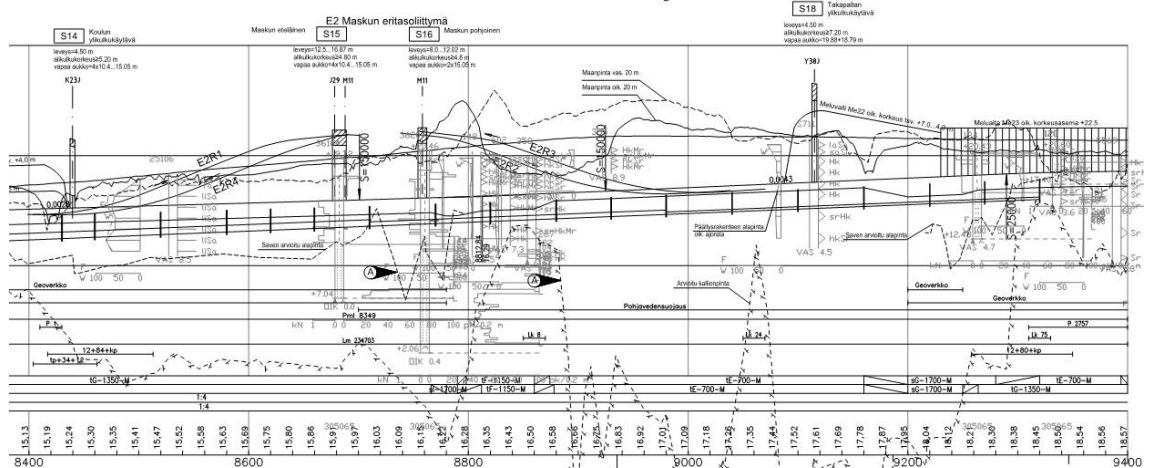
Kuvio 1. Maa- ja kallioliikkeen jakautuminen Valtatie 8 hankkeella.

Suurin osa urakka-alueen kiviaineksesta sijoittui tälle kokonaan neitseelliselle alueelle rakennettavalle osuudelle, josta laskentavaiheen tilaajan suunnitelman

mukaan kallioleikkausta oli paaluvälillä 5 400–5 900 noin 280 000 m³tr. Suunnitelman mukaan tästä kiviaineksesta kantavan kerroksen vaatimukset arvioitiin täyttävän noin 140 000 m³tr. Skanskan teettämien kiviaineksen testien perusteella tuosta kallioleikkauksesta ei kuitenkaan saatu yhtään sellaista kiveä, joka olisi pystytty hyödyntämään kantavankerroksen rakenteessa. Lisäksi urakka-alueen Raision puolella, paaluvälillä 2 580–2 760, oli laskentavaiheen suunnitelmien mukaan noin 36 000 m³tr kallioleikkausta.

Kantavan kerroksen kiviaines oli tehtyjen tutkimusten perusteella arvioitu murskattavan paaluvälillä 3 560–3 860, jossa arvioitiin olevan kantavaan kerrokseen soveltuvaa louhittavaa kalliota noin 93 000 m³tr. Otettujen näytteiden perusteella tämän kallioleikkauksen kiviaines täytti sitomattoman kantavan kerroksen vaatimukset.

Urakka-alueen plv. 1 600–6 000 oli kiviainesmassoiltaan ylijäämäinen (kuviossa 1 kiviaines sinisellä), ja sillä alueella oli tarkoitus murskata koko urakkaan tarvittavat kiviaineslajikkeet niin jakavaan kuin kantavaankin kerrokseen. Loppuosa urakasta plv. 6 000–10 560 oli puolestaan alijäämäinen kiviaineksen osalta, ja suurimmat maaleikkausmassat (kuviossa 1 ruskealla ja violetilla) sijaitsivat Maskun pohjoispuolella paaluvälillä 8 400–9 940 (kuva 1), jossa alkuperäisten suunnitelmien mukaan oli noin 317 000 m³tr maaleikkausta. Kallioleikkausta paaluvälillä 6 000–10 560 oli vain 17 000 m³tr, kun taas kiviaineksen tarve pelkästään jakavan ja kantavan kerroksen osalta oli päätien osalta kyseisellä välillä noin 78 000 m³tr, eli tällä alueella oli selkeästi ylijäämää maaineksesta, mutta alijäämää kiviaineksesta, kuten liitteen 2 taulukosta voidaan havaita.



Kuva 1. Pituusleikkaus plv.8 400–9 400. Henkilökohtainen tiedonanto.

1.3 Työn tavoitteet

Skanskan tavoitteena oli saada hankkeella käytetystä DynaRoad-massojensiirto- ja aikatauluohjelmasta lisää käyttökokemusta, jotta sitä voitaisiin vastaisuudessa käyttää yhä laajamittaisemmassa muodossa yrityksen urakoimilla hankkeilla. Valtatie 8:n työmaalla DynaRoad-ohjelmaa ei kuitenkaan käytetty siinä mittakaavassa kuin olisi ollut mahdollista.

Opinnäytetyö tehdään Skanska Infra Oy:lle, ja se keskittyy massansiirtojen toteutusvaiheen ohjaukseen valtatiehankkeessa, josta case-kohteena toimii Valtatie 8 Raisio–Nousiainen. Skanska Infra urakoi tällä hetkellä Maskun hankkeen lisäksi myös mm. Seinäjoella ja Taavetissa.

Toteutusvaiheella tarkoitetaan tässä työssä sitä rakennushankkeen vaihetta, joka alkaa urakkasopimuksen tekemisestä ja päättyy kohteen luovuttamiseen rakennuttajalle. (Liuksiala 2004, 17).

Työn tavoitteena on parantaa Skanska Infran toimintatapoja massansiirtotyön osalta, kun valtatiehankkeita urakoidaan yksikköhintaperusteisesti. Opinnäytetyö myös yleisellä tasolla vertaa saavutettavia hyötyjä ja haittoja verrattaessa yksikköhintaurakkaa toisiin toteutustapoihin.

2 URAKKASOPIMUKSET

2.1 Skanskan sopimusmuoto tilaajan kanssa

Urakkamuotoja on useita erilaisia, ja ne on jaettu kahteen kategoriaan maksuperusteen ja suoritusvelvollisuuden mukaan eli vastuuperusteen mukaan jaettuun urakkamuotoon. Urakkasopimus on kahden toimijan välinen sopimus, jossa urakoitsija sitoutuu suorittamaan tilaajan suunnitelmat siinä laajuudessa kuin ne on esitetty ja tilaaja sitoutuu maksamaan tästä työstä korvauksen.

Skanska eli pääurakoitsija on solminut tilaajan eli Liikenneviraston kanssa suoriteperusteisesta kokonaisurakasta. Tässä urakkamuodossa pääurakoitsija vastaa kokonaisuudessaan urakan toteutuksesta, ja halutessaan se hankkii aliurakoitsijoita rakentamaan joitain urakan osakokonaisuuksia tai se voi urakoida itse kaikki työvaiheet (kuvio 1). Aliurakoitsijoita hankkiessaan pääurakoitsija valvoo ja on vastuussa niiden suorittamisesta töistä rakennuttajalle, ja aliurakoitsijat ovat vastuussa töistään pääurakoitsijalle.



Kuvio 2. Kokonaisurakan kaaviomalli (Sähköala 2015)

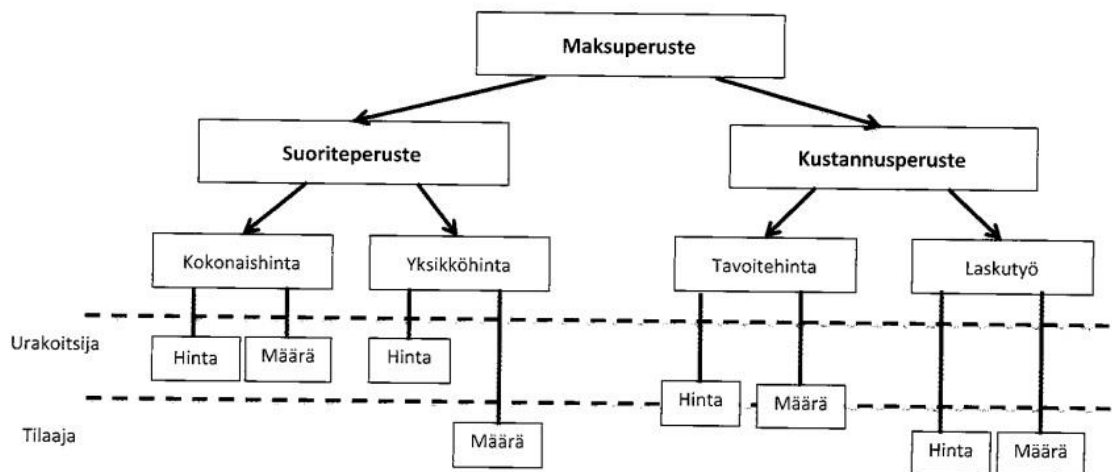
Kokonaishintaurakka on yksi yleisimmistä urakkamuodoista, sillä se on tilaajalle helppo urakkamuoto. Tilaaja hoitaa hankkeiden suunnitelmat ja pääurakoitsija vastaa niiden suorittamisesta. Tilaajan isoin ongelma tässä urakkamuodossa liittyy suunnitelman tarkkuuteen, sillä mikäli joitain asioita on jäänyt puuttumaan

suunnitelmista, joudutaan niitä myöhemmin rakentamaan lisä- ja muutostöinä, joista pääurakoitsija on tarjousvaiheessa antanut tarjouksen liitteenä yksikköhintaluettelon. Töiden riskit, kuten suoritusvastuu, urakan aikataulun pitävyys ja aliurakoiden yhteensovittaminen, jäävät tässä urakkamuodossa kokonaan pääurakoitsijan vastuulle.

2.2 Maanrakennusurakan mahdolliset urakkamuodot

Rakennusurakkasopimuksella määritellään sopijaosapuolten väliset vastuut, velvollisuudet ja oikeudet. Urakan suoritusvelvollisuuden laajuuden, urakkahinnan maksuperusteiden ja sopimussuhteiden perusteella määräytyy kulloinkin kysymyksessä oleva urakkamuoto. (Liuksiala 2004, 17).

Rakennushankkeen kustannusriskiä ohjaa ehkä voimakkaimmin urakkahinnan maksuperuste. Maksuperusteet vaikuttavat urakan hintariskin ja panosten määräriskin jakoon tilaajan ja urakoitsijan kesken (kuvio 2). (Junnonen & Lindholm 2012, 80).



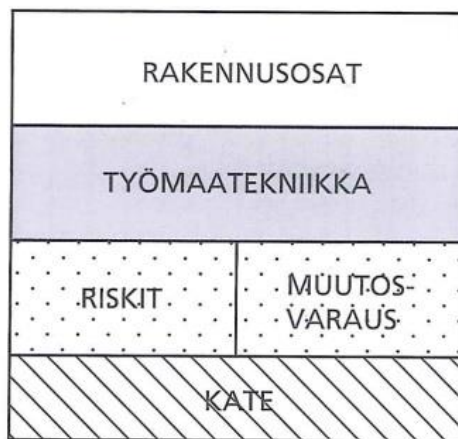
Kuvio 3. Määrä- ja hintariskin jakautuminen eri urakkamuodoissa (Junnonen & Lindholm 2012, 80).

2.2.1 Kokonaishintaurakka

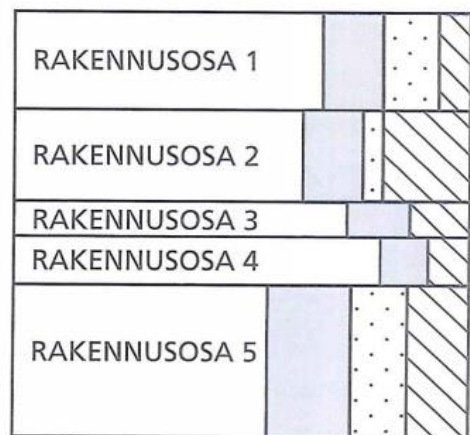
Kokonaishintaurakassa tarjouksen antanut aliurakoitsija sitoutuu tekemään rakennustyön urakka-asiakirjojen mukaisesti valmiiksi laskemallaan kiinteällä kokonaishinnalla.

Kokonaishintaurakassa useimmat rakentamiseen liittyvät riskit jäävät aliurakoitsijalle. Urakkamuodossa pääurakoitsijan etu on, että jo sopimuksen allekirjoitusvaiheessa saadaan melko tarkka tieto lopullisista kustannuksista. Urakkamuodon ongelmana maanrakennusalalla on se, että suunnitelmien ja ennakkotutkimusten on oltava melko täydellisiä, jotta aliurakoitsijan on mahdollista antaa kiinteä urakkahinta. Puutteelliset suunnitelmat lisäävät aliurakoitsijan riskiä, koska tarkan urakkahinnan laskeminen on mahdotonta, ja organisaatio joutuu ottamaan epävarmuustekijät huomioon hinnassa, mikä nostaa hinnan usein liian korkeaksi. (Taulukko 3.) Lisäksi puutteelliset suunnitelmat lisäävät lisä- ja muutostöiden todennäköisyyttä. (Liuksiala 2004, 47).

Kokonaishintaurakka



Yksikköhintaurakka



Kuvio 4. Kokonaishinta- ja yksikköhintaurakan kustannusten muodostuminen (Junnonen & Lindholm 2012, 51).

2.2.2 Yksikköhintaurakka

Yksikköhintaurakassa työt jaetaan tarkoin määriteltyihin, helposti mitattaviin ja erikseen mitattaviin osakokonaisuuksiin. Sopimuksessa sovitaan tietyltä yksiköltä urakoitsijalle tulevan maksusuorituksen määrä. Yksikköhintaurakassa koko työstä tuleva korvaus ei yleensä ole etukäteen täsmällisesti arvioitavissa. (Liuksiala 2004, 47).

Yksikköhintaurakassa urakkahinta saadaan määräluettelon nimikkeiden määrien ja tarjoukseen liitettyjen yksikköhintojen tulona. Sopimusmuodon etuna on, että suunnitelmien ei tarvitse olla vielä täysin valmiit. (Junnonen & Lindholm 2012, 50).

Jotta halukkaat aliurakoitsijat voivat hinnoitella yksiköt oikein ja tarjoukset ovat keskenään vertailukelpoisia, tulee tarjouspyynnössä aliurakoitsijoiden laskennan helpottamiseksi ilmoittaa käytettävät nimikkeet ja niiden sisältö sekä arvioitu määrä. (Liuksiala 2004, 47).

Tarjousvaiheessa urakan tietojen ja määrien antaminen sitovina tai osittain sitovina helpottaa urakoitsijan tarjouslaskentaa ja vähentää urakoitsijan riskiä (Liikennevirasto 2009). Rakennusalan yleisten sopimusehtojen, YSE 1998 34 § 2. mukaan: ”Mikäli kaupallisissa asiakirjoissa ei ole toisin sanottu, ovat yksikköhintaurakoissa ilmoitetut määrät likimääräisiä. Mahdollisesta poikkeaman aiheuttamasta muutoksesta urakkahintaan määrätään 45 §:ssä tarkoitettu tavoin.”

Kokonais- ja yksikköhintaurakat voivat esiintyä myös samassa sopimuksessa silloin, kun aliurakoitsija suorittaa jonkin osakokonaisuuden urakalla ja yksikköhintaperusteella sellaiset osat, joiden määriä ei voida ennalta riittävän tarkasti laskennallisesti määrittää. (Liuksiala 2004, 48).

Yksikköhintaurakassa määräriski jää pääurakoitsijan vastuulle tehtäessä aliurakkasopimusta. Organisaation vastuulla on yksikköhintojen lopullinen määrä, joka selviää vasta rakentamisen valmistuttua. Aliurakoitsijan riskinä on hinnoitella yksiköt siten, että hänen kustannuksensa ja kohtuullinen voittonsa tulevat katetuksi, vaikka määrät jonkin verran vähenisivätkin. (Liuksiala 2004, 48).

Kun verrataan yksikköhintaurakkaa kokonaishintaurakkaan, aliurakoitsijan riskit pienenevät. Kokonaishintaurakassa katevaatimus ja riskivaraus lisätään työmaakustannuksiin kokonaisuutena, jotta saadaan kiinteä tarjoushinta. Yksikköhintaurakassa jokainen määräluettelon nimike tarjotaan erikseen, siten että työmaan työmaatekniikan kustannukset ositetaan jokaiselle nimikkeelle. (Taulukko 3.) Lisäksi jokaisen nimikkeen yksikköhinta pitää sisällään oman riskinsä ja osuuden katevaatimuksesta yksikköhintanimikkeelle. (Junnonen & Lindholm 2012, 51).

Yksikköhintaurakka edellyttää lisäksi kattavaa nimikkeistöä ja määrämittausta vasta sopimista. Yksikköhintaurakan etuina kokonaishintaurakkaan verrattaessa pidetään sen joustavuutta suunnitelman muutosten tekemisessä ja sitä, että muutoksiin sovellettavat hinnat ovat kilpailtuja hintoja eivätkä erillisiä lisä- ja muutostyöhintoja. (Liikennevirasto 2009.)

Pääurakoitsijan etuja palvelee työnaikainen määrä-/massalaskenta, koska jälkikäteen niiden määrittäminen on mahdotonta (Liuksiala 2004, 48).

2.2.3 Laskutyö

Laskutyöurakassa urakoitsija sitoutuu tekemään sovitun tuloksen sellaisella korvauksella ja siihen lisätyllä katteella, jotka työsuoritteesta syntyvät. Laskutyötä käytettäessä pääurakoitsijalla ei ole ennalta tiedossa, kuinka isoiksi lopulliset kustannukset muodostuvat. Tämä urakointimuoto edellyttää pääurakoitsijalta tehokasta töiden valvontaa, sillä aliurakoitsijoiden etujen mukaista ei monesti ole kiirehtiä liikaa töiden suorittamisessa työn maksuperusteen määräytymisen takia. (Liuksiala 2004, 48.)

Laskutyö on hyvä urakkamuoto, jos suunnitelmat ovat keskeneräiset tai epäselvät tai niihin liittyy muita epävarmuustekijöitä. Laskutyö edellyttää monesti urakoitsijoiden välistä hyvää, aikaisempaan yhteiseen kokemukseen perustuvaa liikesuhdetta sekä tehokasta valvontaa pääurakoitsijan toimesta. (Liuksiala 2004, 48.)

Laskutyöurakassa aliurakoitsijalle maksetaan työstä aiheutuvat todelliset kustannukset sitä mukaan kun ne syntyvät. Kustannusten syntyminen osoitetaan tosittein. Kustannus- ja määräriski ovat tässä urakointimuodossa pääurakoitsijan vastuulla, kuten edellä on mainittu. (Junnonen & Lindholm 2012, 52.)

Laskutyössä yrittäjänvoitto voidaan määritellä eri tavoin, esimerkiksi kiinteänä summana tai tietyksi prosentiksi rakennustyön lopullisista kustannuksista. Prosenttia voidaan lisäksi muotoilla liukuvaksi esimerkiksi siten, että se pienenee urakkasumman kasvaessa. (Liuksiala 2004, 48.)

2.2.4 Tavoitehintaurakka

Tavoitehintaurakka on eräänlainen kokonaishintaurakan ja laskutyöurakan välimuoto. Tavoitehintaurakassa työt tehdään laskutöinä, jossa aliurakoitsijalla on kannustimena voitto-osuuden lisääntyminen silloin, kun kokonaiskustannukset jäävät alle tavoitehinnan. Tavoitehinnan ylittyessä aliurakoitsija joutuu vastaamaan ylittävistä kustannuksista ennalta sovitussa suhteessa pääurakoitsijan kanssa. Tavoitehintaurakassa tulisi sopia kattohinta, joka on enimmäishinta, jonka pääurakoitsija joutuu maksamaan aliurakoitsijalle. Kattohintaa tulee kuitenkin tarkistaa, jos tilanne muuttuu lisä- ja muutostöiden johdosta.

Tavoitehintaurakka ehkäisee ongelmaa, joka saattaa syntyä laskutyöurakasta eli kustannusten paisumista, asettamalla aliurakoitsijalle kannustimen. Tavoitehintaurakka edellyttää monessa tapauksessa urakoitsijoiden välistä yhteistyötä kustannusten valvonnassa ja tavarantoimittajien hankinnassa.

2.3 Aliurakan sopimusmuodon valinta

Liikenneviraston kanssa solmitun urakkasopimuksen jälkeen Skanskalla oli neljä erilaista tapaa, jolla rakennustyö voitiin suorittaa joko kokonaishintaurakkana, yksikköhintaurakkana, tavoitehintaurakkana tai laskutyönä.

Valtatie 8 Raisio-Nousiainen hankkeen maanrakennustöiden urakkamuodoksi valikoitui yksikköhintaurakka.

Skanskan rakennuspäällikkö Janne Tikkamäen haastattelun perusteella kävi ilmi, että urakkamuotona yksikköhintaurakka oli ensisijainen tavoite Valtatie 8 maanrakennustöille. Tikkamäellä oli aikaisempia hyviä kokemuksia kyseisestä urakkamuodosta E18 Lohja-Muurla-hankkeesta, joka oli maanrakennustöiden laajuudessa isompi kuin Valtatie 8 hanke.

Urakkamuodon valintaa tälle hankkeelle ohjasi aikaisemmat hyvät kokemukset yksikköhintaurakasta. Lisäksi urakoitsijan oma työnjohto oli toivottavaa, sillä oli tiedossa, että koneita ja työvaiheita oli useita.

Kokonaishintaurakka oli teoriassa vaihtoehto, mutta aliurakoitsijoiden sitouttaminen kokonaishintaan oli mahdotonta, sillä urakan massojen määrät olivat isot, eivätkä lopulliset määrätiedot olleet varmoja. Tarkkojen määrien puuttuminen puolestaan olisi nostanut aliurakoitsijoiden tarjoushinnat niin ylös, ettei kilpailukykyisen hinnan saaminen suhteessa yksikköhintaurakkaan ollut mahdollista.

Laskutyöperusteisen urakan mahdollisista toteutusmuodoista poissulkeneita syyt olivat seuraavanlaisia:

- Pääurakoitsijan organisaatiolla ei ollut aikaisempaa urakointikokemusta Varsinais-Suomessa.
- Skanskalla ei ollut aikaisempia sopimussuhteita alueen urakoitsijoihin.
- Urakointimuoto olisi vaatinut pääurakoitsijalta liikaa työnjohtoresursseja.
- Toteuttava organisaatio ei ollut vielä selvillä aliurakoita hankittaessa. (J. Tikkamäki, henkilökohtainen tiedonanto 13.11.2015.)

Skanska Infra Oy:n Väylä-yksikkö urakoi samaan aikaan Valtatie 8 Raisio-Nousiainen-hankkeen kanssa Seinäjoella ja Vaasassa laskutyöperusteisesti, mutta kyseisellä alueella Skanskalla ja Pohjanmaan alueella töitä johtavalla rakennuspäälliköllä on pitkä aikaisempi yhteinen historia kyseisen alueen urakoitsijoiden kanssa, ja hyvät aikaisemmat kokemukset ovat mahdollistaneet tämän urakointimuodon näillä hankkeilla.

Tavoitehintaurakka ei ollut vaihtoehto mahdollisia urakkamuotoja kartoitettaessa.

2.4 Yksikköhintaurakan vaikutukset massansiirtoon

Kustannukset massansiirroista syntyvät yksikköhintaluettelon perusteella yksiköittäin. Yksikköhintaurakassa aliurakoitsijalle maksetaan tehtyjen työsaavutusten perusteella, sisältäen mahdolliset massansiirrosta aiheutuvat kuljetusmatkojen nousukustannukset.

Sopijaosapuolten kesken on päätettävissä, laskutetaanko työt arvioon perustuvana vai koko ajan etenevän määrämittauksen perusteella. Valtatie 8 hankkeella aliurakoitsijan kanssa oli sovittu, että kaksi kertaa kuukaudessa suoritettava laskutus perustuu aliurakoitsijan arvioon tehdyistä määristä, jos määrämittausta ei joka osa-alueelta ole saatavissa. Tässä tavassa tilaajan tehtäväksi koitui aliurakoitsijan arvioiden seuranta ja tarkkailu siltä osin, että aliurakoitsija ei ylläskuta työsuoritteitaan.

Valtatie 8 hankkeen perusteella voidaan todeta, että aliurakoitsijan kassavirran kannalta resursseja on saatavilla paljon, kun massaa on siirrettävissä isolla teholla. Hankkeen edetessä kohti loppuaan ja aliurakoitsijan saatua hankkeelta isoimmat tuloeränsä voi viimeistelytyöihin olla hankalaa saada tehoja ja resurssin lisäyksiä. Tässä tilaajan apuna ovat kuitenkin laskutuksen työnaikaiset pidätykset viimeistelytyöihin, joita voidaan purkaa urakan loppuvaiheessa.

Kun verrataan yksikköhintaurakkaa laskutyönä suoritettavaan urakointiin, hankkeen aikana ylimääräiset resurssit aliurakoitsijan kalustossa eivät aiheuta mahdollisia ”kynätunteja” tilaajalle, joita laskutyönä suoritettavassa urakointimuodossa voi syntyä. Resurssien lisäys voi olla hankalaa, sillä jos tilaajalla ei ole osoittaa uudelle koneyksikölle urakkaan kuuluvaa työtä pidemmäksi ajaksi, aliurakoitsijan on vaikea suostua pyyntöön, kustannusten jäädessä aliurakoitsijan maksettavaksi, mikäli urakkaan sidottuja töitä ei ole mahdollista tehdä kulujen kattamiseksi.

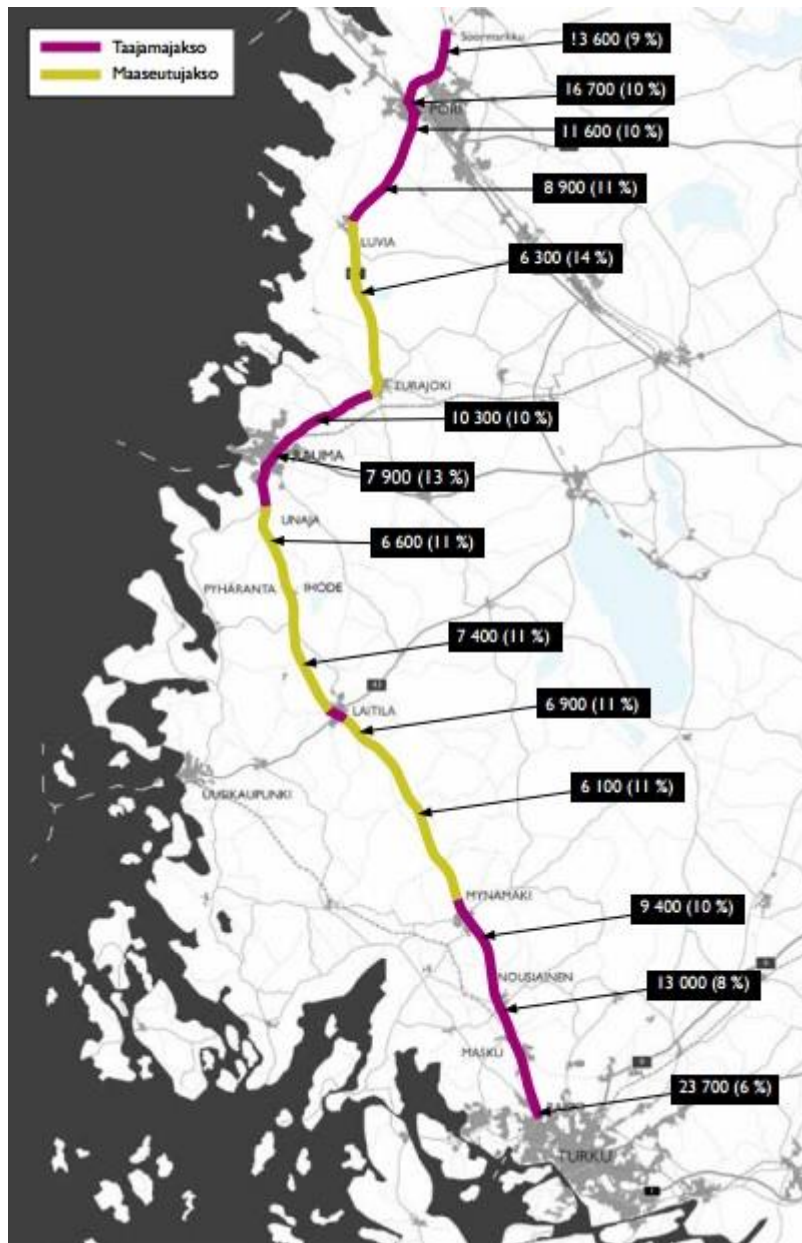
3 VALTATIE 8 RAISIO-NOUSIAINEN

3.1 Valtatie 8 historia ja hankkeen tausta

Vuonna 1963 valmistui lyhyt moottoritieosuus Turun ja Raision välille. Vuonna 2004 valmistui moottoritieosuuden jatko Raision Marjamäkeen, josta moottoritie jatkuu nykyisen hankkeen tiimoilta aina Nousiaisten pohjoispuolelle asti.

Valtatie 8 Turku-Pori välillä on tärkeä väylä Turun, Rauman ja Porin seutujen liikennejärjestelmässä (kuva 2). Tieosuus on Lounais-Suomen merkittävä tavaliikenneväylä, jota korostaa ratayhteyden puuttuminen ja tien varrella sijaitsevat viisi vientisatamaa.

Tieosuus Turku-Mynämäki on työssäkäyntialueensa runkoyhteys ja tieosuuden turvallisuus ennen parannushanketta on pääteiden runkoverkon huonoimpia. Turun ja Porin välillä tapahtuvissa onnettomuuksissa loukkaantuu vuosittain lähes 50 henkilöä. Raision ja Maskun välillä vuoden keskimääräinen vuorokausiliikenne määrä KVL on noin 12 800–15 700 ajoneuvoa (ELY-keskus 2015).



Kuva 2. Keskimääräiset vuorokausiliikenteen määrät ja raskaan liikenteen osuus vuonna 2014 (ELY-Keskus 2015).

Nelikaistaistamishankkeen tavoitteena on parantaa yhteysvälin liikenneturvallisuutta, sujuvuutta ja liittymien toimivuutta (ELY-keskus 2015).

3.2 Hankkeesta koituvat vaikutukset

Länsirannikon keskeinen elinkeinoelämän satamayhteys ja pääväylä paranee kohti sen palvelutasotavoitteita vastaavaa tasoa. Liikenneturvallisuus paranee, 5 vuoden aikana välttyään noin 25 henkilövahinko-onnettomuudelta ja noin 2 kuolemalta. Kuljetusten nopeudenvaihtelut tasoittuvat, matka-ajasta tulee ennakoitavampaa sekä työmatkaliikenteen matka-ajat lyhenevät. Yhdyskuntien vedenhankinnalle tärkeiden pohjavedenottamoiden pilaantumisriskit pienenevät. Lisäksi hankkeesta on myönteisiä vaikutuksia joukkoliikenteen sekä kävelyn ja pyöräilyn olosuhteille, ja myös liikenteen meluhaitat asutukselle pienenevät. Haitallisia vaikutuksia kohdistuu maisemalle ja luonnonympäristölle sekä lähiympäristön asukkaille estevaikutuksina (ELY-keskus 2015).

3.3 Hankkeen yleiskatsaus

Skanska Infra Oy urakoi Liikenneviraston hanketta Valatie 8 Raisio-Nousiainen parantaminen, 9,5 kilometrin osuudella Raision ja Maskun kunnan alueilla. Urakka jakautuu olosuhteiltaan kahteen erilaiseen osuuteen. Ensimmäinen 4 kilometrin osuus rakennetaan kokonaan neitseelliseen metsämaastoon ja toisella 5,5 kilometrin osuudella vanhan valtatie 8 kerrokset puretaan ja viereen, sekä vanhan linjauksen päälle rakennetaan uudet moottoritien kaistat.

Urakka jakautuu massansiirron näkökulmasta melko tarkasti myös näihin kahteen alueeseen. Alkuosuudella on isot määrät kalliroleikkausta ja loppupään massansiirron painopiste on maaleikkauksessa. Tämä epätasapaino massojen jakautumisessa pakotti hankkeen massansiirrot pitkiin ajomatkoihin, työmaateiden rakentamiseen ja työn aikaisiin liikenteen siirtoihin.

Urakka pitää sisällään lisäksi 2 eritasoliittymää, 16 siltaa, 4,6 kilometriä maantietä, 7 kilometriä kevyen liikenteen väylää ja 3,5 kilometriä pohjavedensuojauksia sekä melusuojausta useammassa kohteessa. Näiden kokonaiskustannus on noin 45 miljoonaa euroa.

Alkuperäisten tarjousvaiheen suunnitelmien mukaan urakka piti sisällään

- yli 700 000 m³ maaleikkausta
- noin 550 000 m³ louhintaa
- noin 570 000 m³ kerrosrakenteita
- noin 7 500 m³ siltojen betonivaluja
- noin 300 000 m pilaristabilointia
- noin 1 000 000 kg raudoituksia
- noin 560 000 m² erilaisia asfalttipäällysteitä.

Urakkamuotona Liikenneviraston kanssa on kokonaishintaurakka, jonka Skanska on lohkonut aliurakoihin niin siltojen, pohjanvahvistuksen kuin maanrakennuksenkin osalta. Lisäksi urakassa on ST-urakkana paalulaattojen ja meluseinien toteutus.

Tilaajan rakennussuunnitelmista tierakenteiden ja geotekniikan osalta vastaavat Plaana Oy ja WSP Finland Oy. Siltojen Ponvia sekä sähkö- ja valaistusuunnitelmista Suomen Sähkörakennus Oy. Skanskan ST-urakkaosuuden paalulaattojen suunnitelmista vastasi Sipti Infra Oy.

Urakan maanrakennustyöt oli myyty kahdelle eri maanrakennusurakoitsijalle, joista toiselle, Maanrakennus ja kuljetus Nylund Oy:lle, kuului urakan alkuvaiheessa Maskun keskustan eritasoliittymän louhinta ja työnaikaisen kulkuyhteyden rakentaminen sekä Raision päässä kiertotien rakentaminen ennen päätien massansiirtojen aloittamista. Toiselle urakoitsijalle, L&S Systems Oy:lle, kuului käytännössä kaikki muut Vt 8 Raisio-Nousiainen parantaminen-hankkeen maanrakennustyöt.

3.4 Hankkeen sidosryhmät

Liikenneviraston tilaamassa ja Skanska Infran toteuttamassa Valtatie 8 Raisio-Nousiainen hankkeessa rakennustyöt sijoittuvat Maskun ja Raision kuntien alueille, joten kunnat ovat olleet sidoksissa hankkeen rakentamiseen.

Pääosa Skanskan urakasta sijoittui Maskun kunnan alueelle, jolloin oli tarkoituksenmukaista tehdä hyvää yhteistyötä myös kunnan kanssa, vaikka varsinainen tilaaja olikin Liikennevirasto.

Hankkeella yhteistyössä tilaajan lisäksi toimi tilaajan palkkaama viestintäkonsultti Ac Sanafor, joka opasti urakoitsijaa tiedotusasioissa koskien työnaikaisia liikenteensiirtoja ja hankkeella tapahtuvia muutoksia. Tämä osoittautui toimivaksi konseptiksi, koska varsinaissuomalaiset tien käyttäjät ja lähikuntien asukkaat ovat aktiivisesti tuoneet esiin omia mielipiteitään ja toiveitaan sosiaalisessa mediassa. Sosiaalisen median avulla tätä hanketta on voitu viedä kohti valmista lopputulosta paremmin, sillä ihmiset ovat voineet varautua muutoksiin hyvissä ajoin.

3.5 Hankkeen organisaatio

Tilaajana ja urakan valvojana hankkeella toimi Liikennevirasto.

Valtatie 8 Raisio-Nousiainen hankkeella toteutus oli jaettu jo alkuvaiheessa työnjohdon töiden ja seurattavuuden helpottamiseksi eri työnjohtajien välille niin, että tarkoituksenmukainen kustannusten seuranta ja töiden tehokas eteneminen toimisivat.

Tämän ratkaisun tavoitteena oli se, että vaikka maanrakennustöistä vastasi pääasiassa yksi urakoitsija niin Skanskan puolelta eri työvaiheita johtivat eri työnjohtajat joilla oli erilaiset tarpeet omien töidensä loppuun saattamiseksi. Näiden työvaiheiden mennessä keskenään osittain ristiin joudutaan suunnittelemaan työt niin tehokkaasti ja tahdistetusti, että jokainen sai tehtyä työnsä aikataulussa ja resursseja pystytään mahdollisesti lisäämään ajoissa kun havaitaan, että on tulossa päällekkäisyyksiä, eikä turhia, kalliita, työnseisaus päiviä pääse syntymään.

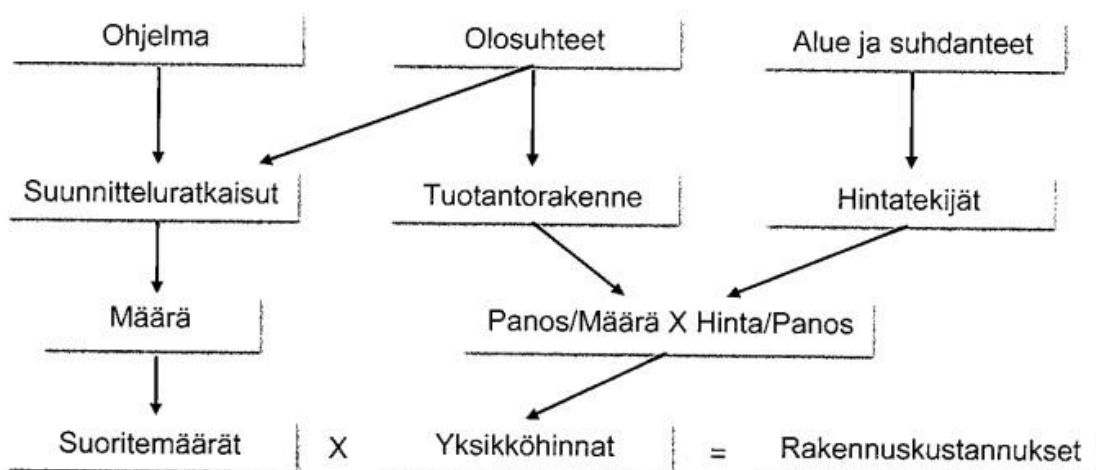
4 MASSANSIIRTOJEN SEURANTA JA OHJAUS

4.1 Kustannusten muodostuminen

Rakennushankkeen kustannusten ohjauksen kannalta on merkityksellistä tiedostaa kustannusten määräytyminen hankkeen eri vaiheissa. Rakennuskustannuksiin voidaan vaikuttaa voimakkaimmin suunnitteluvaiheessa, koska keskeiset hankkeen laajuuteen ja laatutasoon liittyvät päätökset tehdään juuri suunnittelun yhteydessä (Junnonen & Lindholm 2012, 37).

Suurin osa rakennushankkeen kustannuksista määräytyy jo suunnitteluvaiheessa, mutta rakentamiskäytännöt voivat vaikuttaa merkittävästi kustannuksiin vaikeissa suhdanteissa ja kohteissa. Rakennuttamiskäytännöillä vaikutetaan hankemuotoon eli siihen, miten suunnittelu ja tuotanto järjestetään (Junnonen & Lindholm 2012, 38).

Eri hankkeiden rakennuskustannukset poikkeavat toisistaan johtuen hankeohjelman, rakennuspaikan olosuhteiden, suunnitteluratkaisujen, rakennuttamis- ja tuotantoratkaisuiden sekä hinta- ja suhdannetekijöiden aiheuttamista eroista kuvan 3 mukaisesti (Junnonen & Lindholm 2012, 37).



Kuvio 5. Kustannusten muodostumiseen vaikuttavat tekijät (Junnonen & Lindholm 2012, 37).

Hyvään projektinhallintaan liittyy olennaisena osana hankkeen osittelu tavoitteiden asettamista ja toteuttamisen valvontaa varten. Infrahankkeet ovat laajuutensa ja monimuotoisuutensa takia vaikeita hallita, ellei niitä ositella ja hallita tarkoituksenmukaisesti urakan eri vaiheissa (Junnonen & Lindholm 2012, 9).

Vt 8 hankkeella urakka oli jaoteltu laskennallisesti kahteen osa-alueeseen, suljettuna rakennettavaan osuuteen ja yleisen liikenteen seassa rakennettavaan osaan, samoista rajakohdista kuin tiesuunnitelmassa oli jaoteltu rakennettava valtatie eli kokonaan uuteen osuuteen ja vanhan levennykseen. Näistä kahdesta erilaisesta osa-alueesta pyydettiin tarjousvaiheessa aliurakoitsijoilta erilaiset yksikköhintaluettelot kummallekin alueelle, koska suljetulla alueella massansiirto on mahdollista suorittaa isommalla ja tehokkaammalla kalustolla kuin jo olemassa olevan liikenteen seassa.

Hankkeen yksikköhintaurakka piti sisällään jokaiselle maanrakennustyön yksikölle kiinteän perushinnan ja niihin lisättävän kuljetuksen nousumaksun €/km. Esimerkiksi kun suljetun alueen maanleikkauksen kuljetusmatka ylitti tuohon perushintaan sidotun matkan, maksettiin aliurakoitsijalle isompi hinta yksiköltä.

Johtuen isosta hankkeesta ja pitkistä kuljetusetäisyyksistä nousuhinnoista aiheutuneet kustannukset kohosivat osittain suuriksi. Osaltaan aikataulusta, pakosiirroista ja alkuperäisten suunnitelmien muuttuneista määräistä ja maalajien muutoksista johtuen maita jouduttiin paikoitellen siirtämään alkuperäistä suunnitelmaa pidempiä matkoja.

Kunkin yksikköhinta perusteisen työn kuljetuksen nousuhinnoista aiheutui epäselvyyttä tilaajan ja aliurakoitsijan kesken. Töiden edetessä tielinjalla tasaisella tahdilla ja vastaanottopaikkojen vaihtuessa, ei aina voitu suorittaa määrämittausta kuinka paljon kuutioita kustakin lähtöpaikasta kuljetettiin mihinkin vastaanottopaikkaan. Aliurakoitsijan etujen mukaista on, että hän saa kultakin kuljettavalta kuormalta mahdollisimman ison hinnan, kun taas tilaaja pyrkii mahdollisimman halpaan hintaan. Tästä johtuen matkoja mitattiin työnjohdon toimesta säännöllisin väliajoin ja välillä tehtiin kompromissiratkaisuja eriävien näkemysten johdosta koskien ajomatkoja.

Hankkeella ei ollut käytössä koneohjausta; osittain siitä johtuen määrämittauksia ei saatu tehtyä koko ajan töiden edetessä. Se puolestaan pakotti tilaajan luottamaan aliurakoitsijan ilmoittamiin työmenekkimääriin. Laskutuksen ja todellisen tehdyn työn välinen erotus saadaan viimeistään hankkeen lopulla tasoitettua, mutta enää siinä vaiheessa ei kyetä puuttumaan ajomatkoihin.

4.2 Massojensiirron tuotantovaiheen yleispiirteet

Tuotantovaiheen massatalouden suunnittelussa on kolme päävaihetta:

1. massansiirtosuunnitelman tekeminen.
2. massansiirtosuunnitelman yhdistäminen aikatauluun.
3. massataloutta parantavien toimenpiteiden suunnittelu ja toteuttaminen.
(Junnonen & Lindholm 2012, 18).

Massansiirtosuunnitelma laaditaan suunnittelijan määrien ja ilmoittamien kelpoisuuksien mukaisesti. Se sisältää kaikki hankkeella leikattavat ja rakennettavat kerrokset. Yhä useammin infrahankkeilla käytetään massansiirtosuunnitelman laatimiseen tietoteknisiä ohjelmistoja, kuten DynaRoad-ohjelmistoa, jotka optimoivat ajomatkaa ja siirtoja kulujen pienentämiseksi (Junnonen & Lindholm 2012, 19).

Massansiirron suunnittelun tarkoituksena on selvittää erilaisten leikkausmassojen käyttökelpoisuus tehtäviin rakenteisiin, sekä määrittää niille optimaalinen siirtotapa siten, että hankkeen kokonaiskustannukset olisivat mahdollisimman pienet (Hartikainen 2002, 163).

Massansiirtosuunnitelman laatimista varten ja sen kustannuksien pienentämiseksi tulee kiinnittää huomiota materiaalien käyttöön ja käyttöjärjestykseen. Tyypillisesti noudatetaan seuraavia periaatteita:

- kaikki käyttökelpoinen materiaali käytetään oikein.
- rakenteisiin sopimattomia maita leikataan mahdollisimman vähän.
- välivarastointia vältetään.

- huomioidaan vuodenajat.
- huomioidaan alueen muut maanrakennuskohteet joihin ylijäämä maita voidaan toimittaa.
- pyritään lyhyisiin siirtomatkoihin.
- suositetaan meno-paluukuljetuksia. (Junnonen & Lindholm 2012, 20).

Massansiirtosuunnitelmaa laadittaessa hanke voidaan jakaa massatalousalueisiin, jotka ovat itsenäisiä siirtoesteiden rajaamia tai hankkeen aikataulussa kerralla toteutettavia alueita joita on pienemmän kokonsa takia helpompi käsitellä kuin koko hankealuetta. Massatalousaluejako tehdään suunnitelmakarttojen ja aikataulun avulla siten, että alueen sisällä ei ole siirtoesteitä kuten yleistä liikennettä tai vesistönylityksiä. Massatalousalueita voivat kiinteiden esteiden lisäksi rajata aikataululliset seikat, kuten alueet jotka on liikenteellisistä syistä johtuen saatava valmiiksi ennen muiden alueiden valmistumista. (Junnonen & Lindholm 2012, 19). Aikataulun asettamasta massatalousalueen rajauksesta Vt 8 hankkeella toimii Maskun eritasoliittymän kiertotien rakentaminen, jonka vuoksi mm. louhinnat tuli tuolla alueella suorittaa nopealla aikataululla ennen kuin päätien osuudelle päästiin leikkaamaan maita.

Jokaisella hankkeella on massansiirron reittejä rajoittavia tekijöitä. Taajama-alueella sijaitsevassa hankkeessa näiden kulkuesteiden kiertäminen on kustannusvaikutusten minimoinnin ohella massansiirtosuunnitelman tärkein tehtävä. (Junnonen & Lindholm 2012, 19). Vt 8 hankkeella näitä katkon aiheuttajia olivat tielinjalla sijaitsevat kallioleikkaukset, yleinen liikenne mm. hankealueen läpi poikittain kulkenut Ruskontie, Maskunjoki, liito-orava-alueet sekä pohjamaan asettamat kantavuusrajoitukset ja tilaajan asettamat rajoitukset Seppäläntien käytölle.

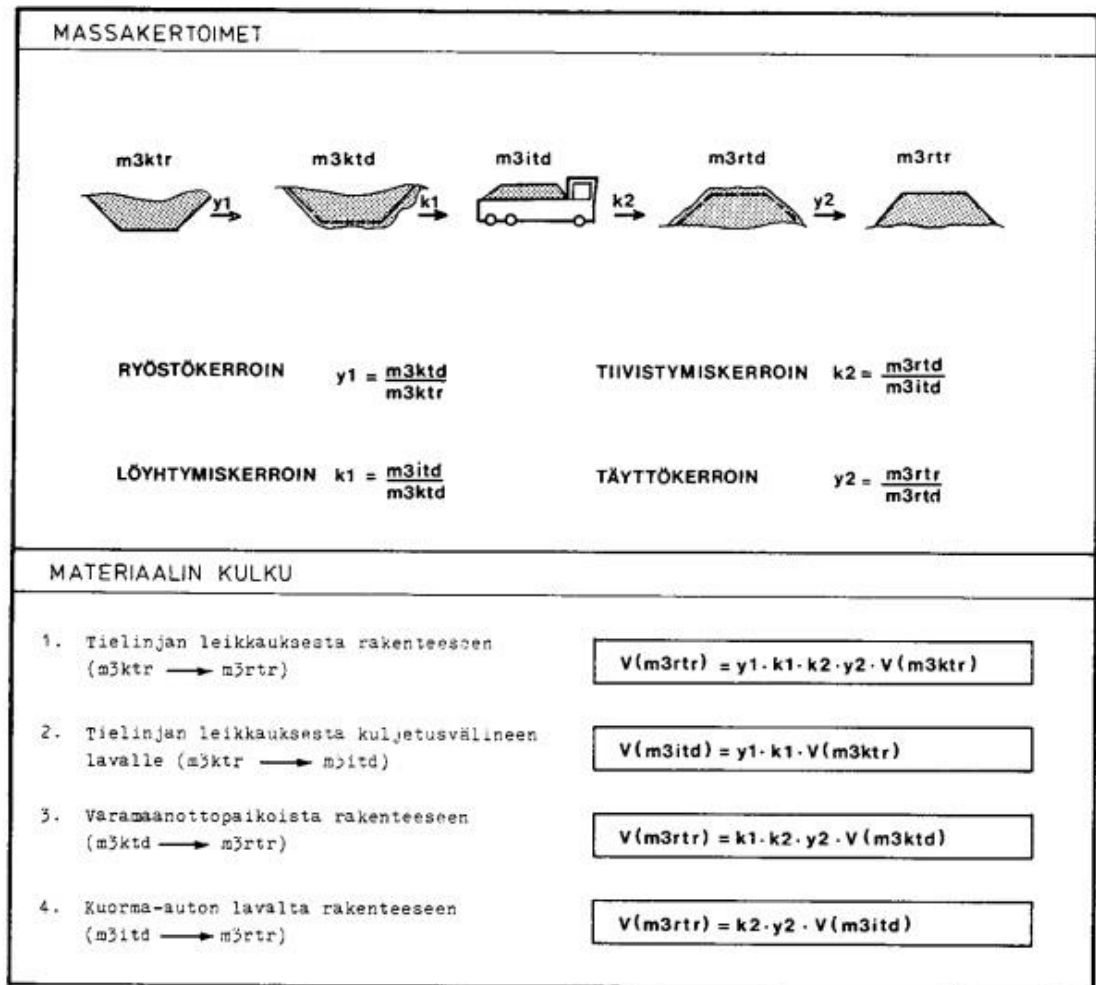
Massansiirtosuunnitelmassa tulee ottaa huomioon erikoiskäsittelyä vaativien massojen kuljetusten määrääminen, eli jotkin urakka-alueen massat on pakko siirtää johonkin tiettyyn paikkaan. Tästä pakkosiirrosta esimerkkinä on kallioleikkausmateriaalin kuljettaminen murskattavaksi. Myös työjärjestys ja aikataulu voivat aiheuttaa pakkosiirtoja. Muille urakka-alueen massoille, joille on useampi

käyttömahdollisuus, tulee löytää optimaalinen sijoituspaikka niin että tehtävät rakenteet tulevat tehtyä ja kustannukset minimoitua (Hartikainen 2002,166).

Massansiirtojen kannalta kuljetuskatkot joko estävät kuljetukset kokonaan, nostavat siirtokustannuksia, koska joudutaan kulkemaan pidempää reittiä tai pakotavat maa- ja kalliomateriaalien kuljetukset yleisen liikenteen sekaan (Junnonen & Lindholm 2012,19).

Maa- ja kallio massojen tilavuus vaihtelee huomattavasti eri käsittelyvaiheissa. Käsittelyvaiheesta riippuvat tilavuusyksiköt ja näiden yksiköiden keskinäistä riippuvuutta osoittavia tilavuuskäsitteitä on viisi:

- teoreettinen kiintotilavuus m^3_{ktr} .
- todellinen kiintotilavuus m^3_{ktd} .
- todellinen irtotilavuus m^3_{itd} .
- todellinen rakennetilavuus m^3_{rtd} .
- teoreettinen rakennetilavuus m^3_{rtr} . (Hartikainen 2002, 166–167).



Kuvio 6. Materiaalin tilavuusyksiköt rakentamisen eri vaiheissa (Hartikainen 2002, 168).

Massansiirtojen suunnittelussa on tärkeää muuttaa massat samaan tilavuusyksikköön (kuvio 4). Tyypillisesti massansiirtosuunnitelmassa kiintoteoreettiset kuutiot muutetaan vastaamaan rakenneteoreettisia kuutioita. Muutoskertoimet vaihtelevat maalajista riippuen. Näitä vastaavuuskertoimia ovat yleensä:

- maaleikkaus 1,0
- kallioleikkaus 1,5–2,1
- pengeri 1,1

Louheen muuntokerroin kiintoteoreettisesta rakenneteoreettiseksi riippuu kallioleikkauksen syvyydestä, irtilouhinnasta ja louheen koosta (Junnonen & Lindholm 2012, 19 ja Hartikainen 2002, 168).

4.3 Hankkeen seurantamenetelmät

Infrahankkeiden menestyksellinen hallinta perustuu usein hyvään muutosten hallintaan, koska hankkeen lähtötiedot ovat epävarmoja ja niiden varmentaminen tapahtuu hitaasti. Vaikeinta on hyväksyä se, että epävarmuus on luonnollinen osa toimintaa. Osapuolien ja niiden vastuiden sekä tavoitteiden tunnistus on hankkeen hallinnalle ensiarvoisen tärkeää, koska kustannusriskien määräytyminen painottuu hankkeen alkuun (Junnonen & Lindholm 2012, 74–75).

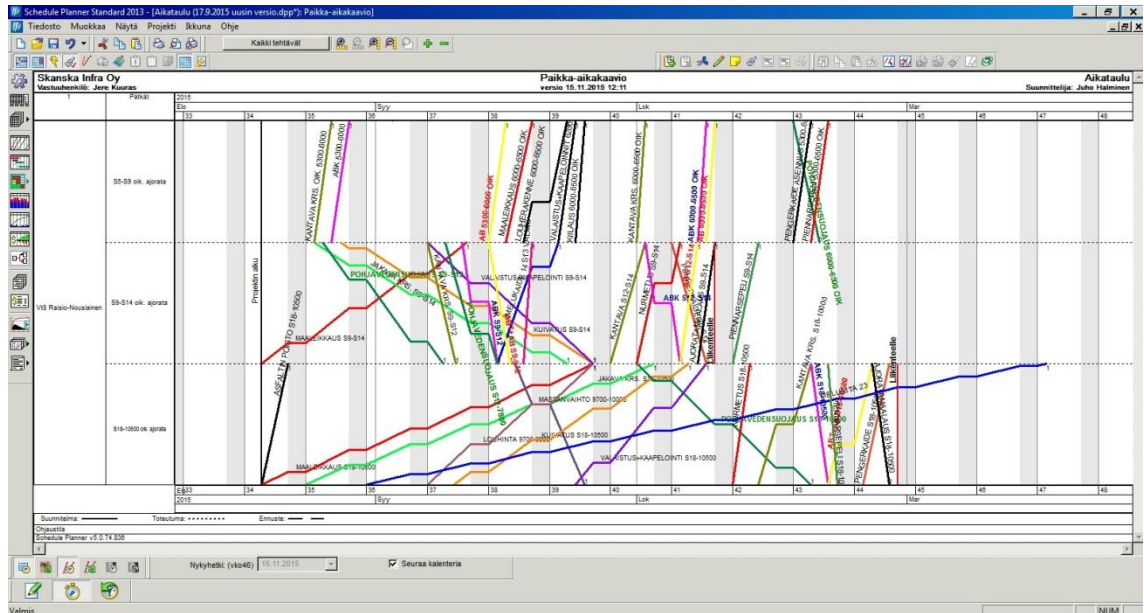
Rakentamisen aikana ohjataan ja valvotaan töiden tekemistä. Töiden etenemistä seurataan tarkemmittausten ja aliurakoitsijoiden laskutuksen avulla. Ongelmana ovat tiedonkeruun ajantasaisuus, puuttuva tieto ja viiveet. Rakentamisen toteumatietojen keruujärjestelmän tarkoituksena on tuottaa luotettavaa tietoa, joita voidaan verrata suunniteltuihin kustannuksiin, määriin ja aikatauluun, sekä tarvittaessa tehdä ohjaustoimenpiteitä poikkeamien vaikutusten pienentämiseksi (Junnonen & Lindholm 2012, 96–97).

4.3.1 Vico Schedule Planner

Urakan laskentavaiheessa hankkeen yleisaikataulu oli laadittu Schedule Planner ohjelmalla, mutta hankkeen henkilöstöllä ei ollut kyseisestä ohjelmasta aiempaa käyttäjä kokemusta. Hankkeen edetessä työmaan organisaatiota koulutettiin kyseisen ohjelman käyttöön, jotta käytössä ollut aikatauluohjelma Planet voitaisiin korvata monipuolisemmalla ja infrahankkeisiin paremmin soveltuvalla aikatauluohjelmistolla.

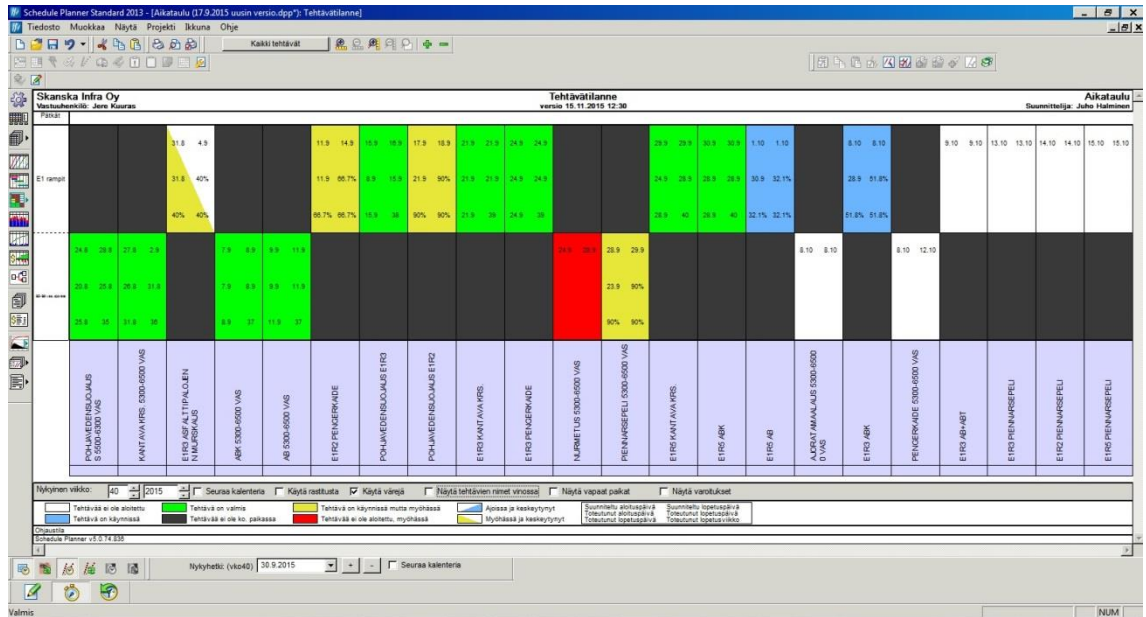
Vico Schedule Planner on osa Vico Office-ohjelmistoa, mutta toimii myös itsenäisenä sovelluksena. Vico Schedule Planner on sijaintipohjainen rakennusalan tuotannonsuunnittelu ja – ohjausjärjestelmä, jossa sijainteja, laskettuja määriä ja työsaavutuksia hyödyntämällä voidaan luoda selkeät ja toteutuskelpoiset aikataulut osaksi työmaan tuotannon ohjausta. Määrätiedot voidaan tuoda ohjelmistoon esimerkiksi Excelin kautta (Tekla 2015).

Ohjelmiston avulla voidaan laatia niin paikka-aikakaavio (kuvio 5), kuin jana-aikataulu muotoisia aikatauluja, seurata tuotannon etenemistä, sekä analysoida töiden etenemistä aikataulun puitteissa. Schedule Plannerissa on kolme erilaista työtilaa; suunnittelu-, ohjaus- ja historia tila.



Kuvio 7. Vico Schedule Planner, paikka-aikakaavio.

Hankkeen ajallisen ja massansiirtojen ohjauksen kannalta Schedule Plannerin tärkein ominaisuus on aikataulutehtävien valvontavinjetti (kuvio 6), johon syötetään toteumatietoa hankkeen eri töiden etenemisestä määrämittausten ja työsaavutusten perusteella. Näiden toteumatietojen pohjalta valvontavinjetti kertoo käyttäjälle jokaisen seurattavan työvaiheen osalta työsaavutuksen prosentteina, sekä tiedot eri päivien työsaavutuksista. Lisäksi Schedule Plannerin ohjaustilassa voidaan tarkastella ennusteita, joita ohjelma laskee valvontavinjettiin syötettyjen toteumatietojen avulla.



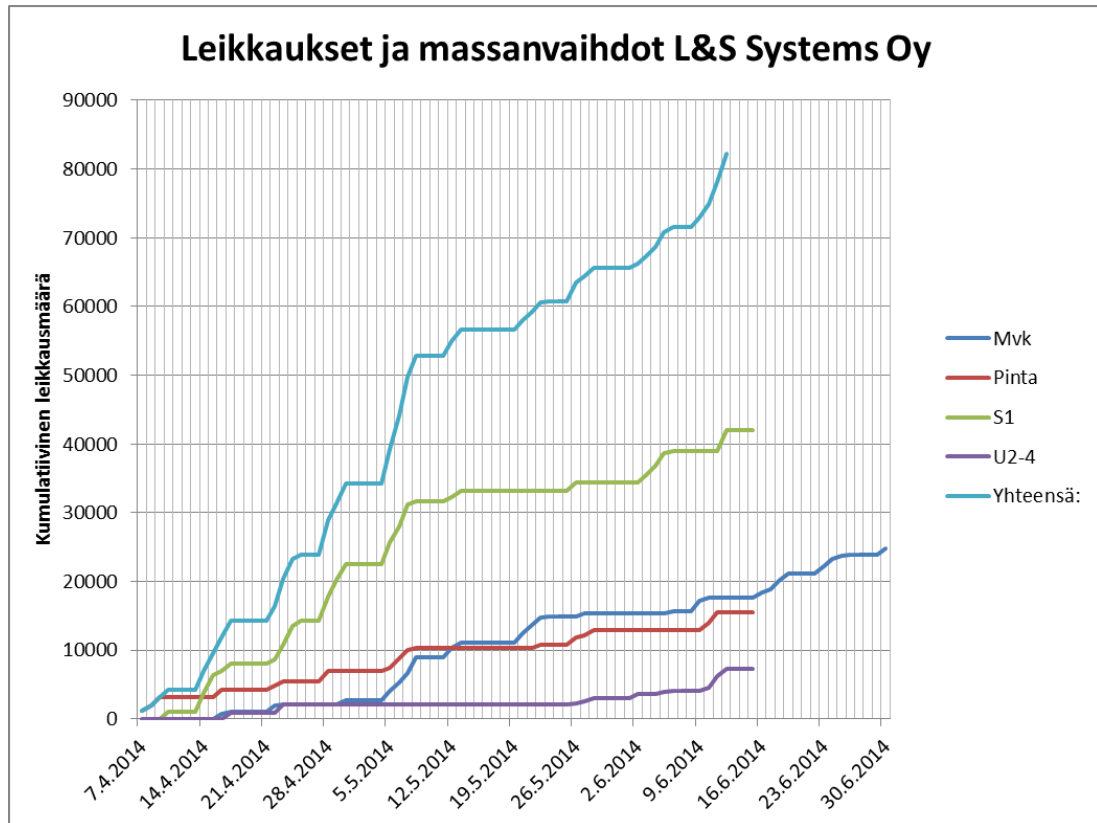
Kuvio 8. Vico Schedule Planner, valvontavinjetti.

Valtatie 8 hankkeella Schedule Planner ohjelmistoa käytettiin lähinnä aikataulun suunnitteluun ja työmaan toteutumien seurantaan. Ohjelmistolla olisi lisäksi mahdollisuus seurata kustannuksien kehittymistä sekä työmaan työkoneiden resursseja, mutta kyseisellä hankkeella ohjelmiston käyttö rajoitettiin mahdollisten aikataulun ongelmakohtien seurantaan ja havaitsemiseen.

4.3.2 Excel taulukot

Excel on Microsoftin kehittämä taulukkolaskentaohjelmisto, jonka avulla voidaan laatia työmaan seurantaan ja ohjaukseen soveltuvia taulukoita ja kuvaajia.

Valtatie 8 hankkeella Excel-taulukoita käytettiin maanrakennustöistä syntyvien kustannusten keräämiseen, toteutuneiden massojen seurantaan ja kustannusennusteiden laatimiseen. Maanrakennustöistä syntyvät kustannukset pystytään Excel-ohjelman avulla litteroimaan työvaiheittain ja laatimaan niistä erilaisia kuvaajia tuotannon tarpeita varten.

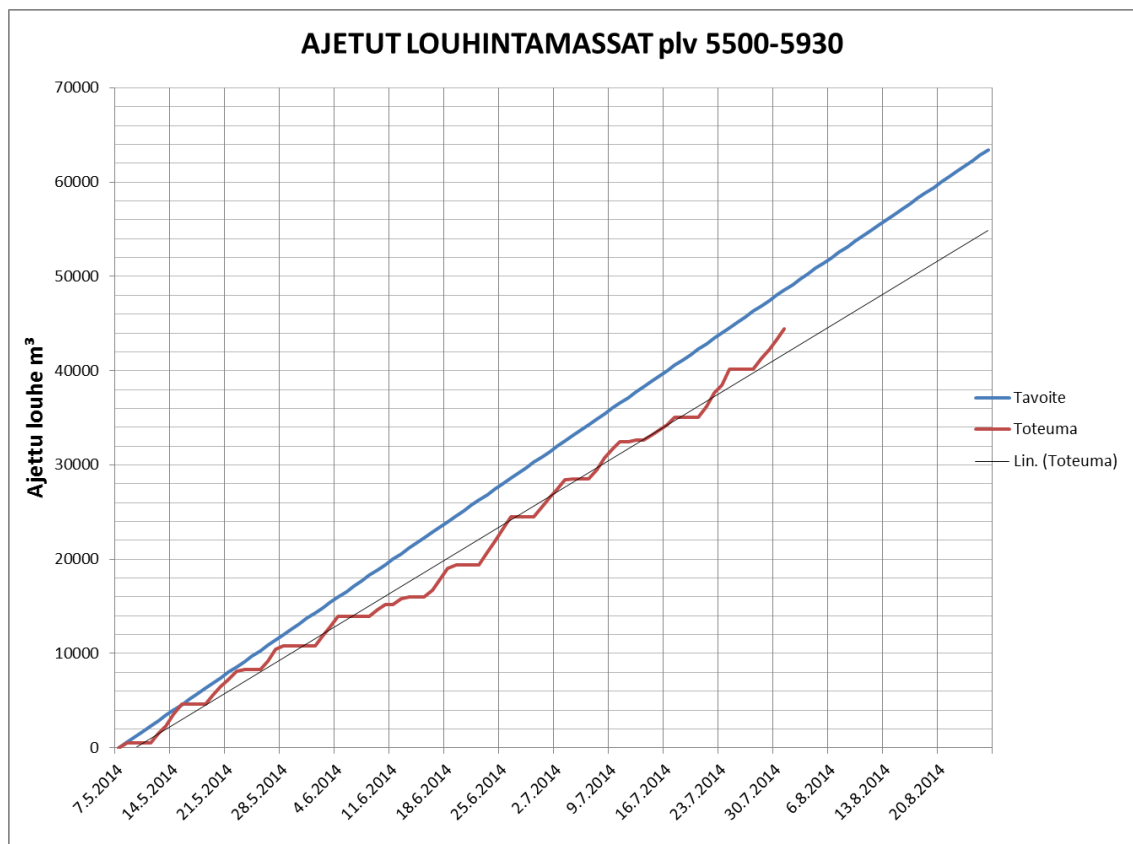


Kuvio 9. Maanleikkausyksiköiden seurantataulukko, Henkilökohtainen tiedonanto.

Tällä taulukointitavalla pystytään ennustamaan kustannusten syntymistä ja jo toteutuneiden kustannusten perusteella tarkastelemaan miten kustannukset kertyvät vastaisuudessa kun töiden toteutus etenee aikataulun ja suunnitelmien mukaisesti.

Toteutuneiden kustannusten arviointi Excel-tilukoissa itsessään ei kerro muuta kuin toteutuneet kustannukset, mutta yhdessä työmaan muiden seurantatyökalujen kanssa siitä saadaan osa massansiirron työnaikaista ohjausta. Hankkeen edetessä pystytään havaitsemaan massansiirtotöiden etenemistä toteutuneiden määrien (kuvio 7) perusteella yhä paremmin, tällöin pystytään arvioimaan joidenkin maanrakennustöiden esim. maaleikkauksen jäljellä olevia maita ja sen perusteella voidaan ohjata massansiirtoja, ja niistä syntyviä kustannuksia, mahdollisimman tehokkaasti lyhyille ajomatkoille kun moni rakenne on jo valmistumassa ja pohjaolosuhteet tiedossa.

Valtatie 8 hankkeella maansiirtotöiden työnaikaista ohjausta Excel-taulukoiden avulla hoidettiin noin pari kertaa kuukaudessa. Taulukoiden ja kuvaajien ensisijainen tehtävä oli kustannusten muodostumisen ja toteutuneiden määrien, sekä tehon havainnointi ja sitä kautta lopullinen kustannusarvio kunkin työvaiheen osalta (kuvio 8). Taulukoiden ja määramittausten perusteella pystytään arvioimaan vielä jäljellä olevia massoja ja niistä aiheutuvia kustannuksia kun ne siirretään ensisijaisesti niihin rakenteisiin joihin ne ominaisuuksiensa perusteella parhaiten soveltuvat.



Kuvio 10. Kuvaaja toteutuneesta louheen ajosta, suhteessa tavoitteeseen. Henkilökohtainen tiedonanto

Ongelmana Excel-taulukoiden käytössä hankkeella oli, että taulukoihin kerättävät määrät saatiin aliurakoitsijan laskituksen perusteella kaksi kertaa kuukaudessa, eli tietoja syötettäessä ne olivat noin kaksi viikkoa reaaliaikaa perässä. Urakan alkuvaiheessa, aliurakoitsijan laskuttamat määrät perustuivat isoilta osin heidän organisaationsa arvioihin tehtyjen nimikkeiden määrästä, sillä kaikkien

tehtyjen työvaiheiden määrien osalta ei vielä ollut tarkoituksen mukaista suorittaa massalaskentaa.

4.3.3 DynaRoad

DynaRoad on Suomessa kehitetty, massojensiirtoon ja -optimointiin suunniteltu projektinhallintaohjelma, jonka avulla voidaan laatia niin optimoitu massansiirtosuunnitelma, kuin aikataulukin.

DynaRoad koostuu kolmesta erilaisesta moduulista, joiden avulla voidaan hallita rakennusprojektia sen eri vaiheissa. Nämä kolme moduulia ovat:

- DynaRoad Plan (suunnittelu)
- DynaRoad Schedule (aikataulu)
- DynaRoad Control (valvonta) (DynaRoad Ohjekirja s.4).

Ohjelmiston kolmesta moduulista jokainen toimii graafisessa käyttöliittymässä, joissa jokaisessa on useampi erilainen näkymä, joissa voidaan tarkastella muun muassa projektin aikataulua, valvontavinjettiä sekä toteutuneita massansiirtoja.

DynaRoad Plan

DynaRoad Plan eli suunnittelutila on moduuli jossa projektin massansiirtosuunnittelu aloitetaan. Suunnittelutilassa projektin määrätiedot tuodaan ohjelmaan. Näitä projektitietoja ovat rakennuspaikkojen sijainnit, tehtävät, tieyhteydet ja kiertotiet sekä tehtävien määrät Excel-muodossa suunnittelijan määräluettelosta. Tietojen tuonnin jälkeen on mahdollista laskea siirtoja ja laatia aikataulua (DynaRoad ohjekirja s.19.)

Suunniteltaessa siirtoja lisätään projektille käyttökätköt ja kiertotiet, sekä lisätään murskaamot, varamaa ottopaikat ja läjitysalueet. Suunnittelutilassa on tarkoituksenmukaista minimoida yli- ja alijäämät sekä minimoida siirtomatkat. Lisäksi suunnittelutilassa voidaan jakaa projekti itsenäisiin massatalousalueisiin (DynaRoad ohjekirja s. 4 ja s.10).

DynaRoad Schedule

DynaRoad Schedule eli työsuunnittelutila moduulissa laaditaan projektin työsuoritteille aikataulu, joka perustuu tehtävien määrien lisäksi mm. resursseihin ja työsaavutuksiin sekä ajoitusrajoitteisiin. Massansiirtoa sisältävissä hankkeissa myös siirrot tulisi aikatauluttaa, jotta lähde- ja kohdetehtävien ajoitukset sekä työsaavutukset eivät aiheuttaisi ongelmia rakennusprosessille. Työsuunnittelutilassa tulee huomioida myös väliaikaiset kiertotiet, käyttökatkot kuten louhinta ja välivarastointi (DynaRoad ohjekirja s.4).

Kun suunnittelutilassa on päästy hyvään suunnitelmaan, se aikataulutetaan. Rajoittavia tekijöitä siirroille ovat mm:

- Siirrot voivat tapahtua vain kun lähde ja kohde tapahtuvat samaan aikaan. Välivarastolla kohde voidaan tehdä myöhemmin kuin lähde.
- Työsaavutusta ei voi ylittää, mikäli kohteessa vastaanottoresurssit ovat isommat kuin lähtevässä päässä, lähtöpään resursseja voidaan lisätä. (DynaRoad ohjekirja s.32).

DynaRoad Control

DynaRoad Control eli valvontatila on projektin toteutusvaiheen tärkein moduuli. Projektin seuranta ja ohjaus tapahtuu valvontatilassa. Kyseisessä tilassa toteutuneiden tehtävien tiedot syötetään ja toteutuneita määriä verrataan Plan tilassa luotuihin suunnitelmiin. Valvontatilassa voidaan laskea tehtäville ennusteet aina toteutumien syötön jälkeen (DynaRoad ohjekirja s.4).

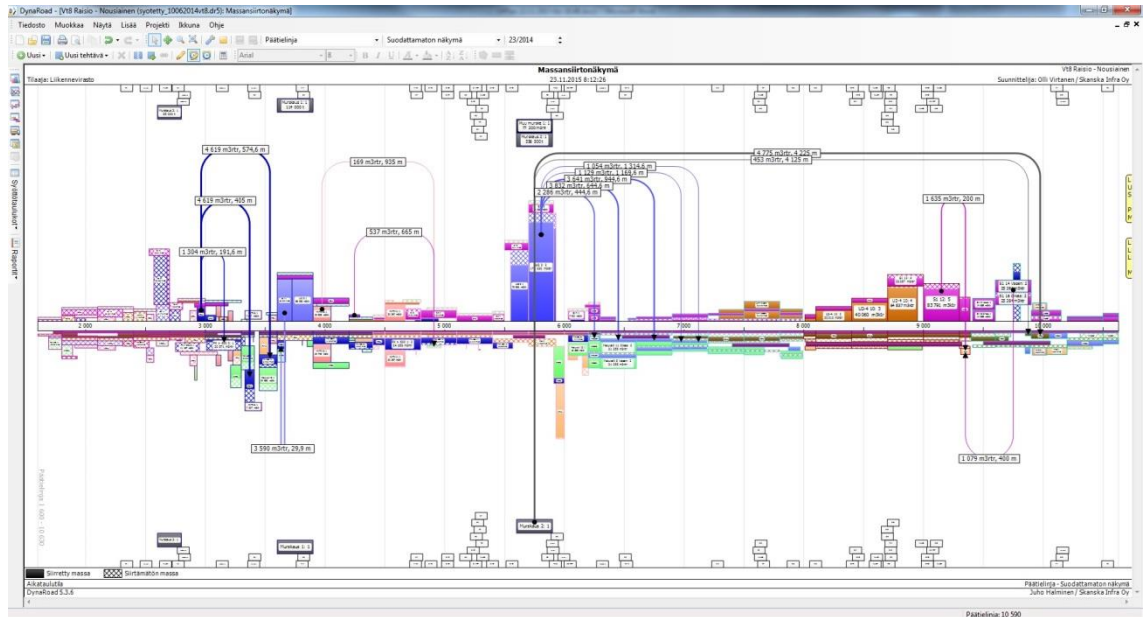
DynaRoadin valvontatilassa kerätään tiedot tehtävien ja siirtojen edistymisestä. Tietoja verrataan suunnitelmiin ja niiden perusteella tehdään ennusteita ja aikataulua suunnitellaan uudelleen jos alkuperäisen suunnitelman saavuttaminen ei enää ole mahdollista tai suunnitelmat ovat muuttuneet (DynaRoad ohjekirja s.34).

Valvontatilassa syötetään tehtävien toteuman aloitus- ja lopetuspäivät, sekä toteutunut määrä. Toteutuneiden siirtojen sijainnit ja määrien laadut on tunnettava. Massansiirtotehtävien toteumat syötetään ohjelmaan ja sille merkitään siirto esimerkiksi maaleikkaus→penger (DynaRoad ohjekirja s.34).

Näkymät

DynaRoadissa on saatavilla kahdenlaisia näkymiä, graafisia näkymiä ja tekstiraportteja. Graafisissa näkymissä voidaan visuaalisesti tarkastella tiettyjä projektin osia ja niissä on mahdollisuus muokata näkyviä tietoja. Tekstiraporteista saadaan tietoja projektista ja sen toteumista, mutta niissä muokkaus on mahdollista. Tekstiraporteista voi lisäksi kopioida tietoja taulukkolaskentaohjelmaan, jossa niitä voi käyttää kuvaajien ja laskelmien laadinnassa (DynaRoad ohjekirja s.38). DynaRoadissa on seuraavat graafiset näkymät:

- Massansiirtonäkymä
- Massakäyränäkymä
- Tieaikanäkymä
- Jananäkymä
- Resurssinäkymä
- Karttanäkymä
- Valvontavinjetti



Kuvio 11. Suodattamaton massansiirtonäkymä DynaRoadin Schedule tilassa.

Näkyviä tehtäviä voidaan suodattaa graafisessa näkymässä näkymäsuodattimien avulla. Tehtäviä voidaan suodattaa sijainnin, tehtävätyypin ja resurssien perusteella. Näkymäsuodattimen avulla saadaan projektista rajatuksi, työskentelyä helpottamaan, jokin tietty osa alue tai tietyt työvaiheet kuten kuvio 9 havainnollistaa.

Massansiirtonäkymä on Valtatiet 8-projektilla eniten käytetty näkymä. Se näyttää tehtävien sijainnit, määrät ja massansiirtosuunnitelman. Kuten kuviossa 9, tielinja on näkymän keskellä, leikkaukset yläpuolella ja rakennettavat kerrokset alapuolella. Useampi tielinja, kuten esimerkiksi rampit voidaan tuoda näkyviin samanaikaisesti näkymäsuodattimia muokkaamalla. DynaRoadin laskemat optimaaliset ja toteutuneet siirrot saadaan massansiirtonäkymässä esiin valitsemalla haluttu tehtävä laatikko ja klikkaamalla tekstiä ”näytä siirrot” tai ”näytä toteutuneet siirrot”.

Läjitysalueet, murskaamot, välivarastot ja mm. tieyhteydet näkyvät massansiirtonäkymässä ruudun ylä- ja alareunoissa siten, että massan lähteet ovat alhaalla ja kohteet ylhäällä (DynaRoad ohjekirja s.38).

Tietojen tuonti DynaRoadiin

DynaRoadiin syötetään kahdenlaisia tietoja: pohjatietoja ja projektitietoja. Pohjatiedot eivät ole sidottuja yhteen projektiin, vaan niitä voidaan käyttää useammassa projektissa pohjatietoina kun ne kerran on syötetty. Pohjatietoja on mm. kalenteri, joka määrittää tehtävien työajat ja vapaapäivät eli esimerkiksi viikossa tehdään töitä kahdeksan tuntia päivässä, viitenä päivänä. Projektitietoja ovat resurssit, työryhmät, nousukustannukset ja työvaiheet (DynaRoad ohjekirja s. 13).

Leikkaukset, penkereet, massanvaihdot ja muut tehtävät voi tuoda suoraan Excel-tiedostosta. Varamaa-alueet, läjitysalueet, murskaamot ja välivarastot täytyy syöttää käsin ohjelman syöttötaulukoiden kautta. Tielinjalla olevat tehtävät tuodaan paalukohtaisesta massaluettelosta. Excel-tiedostosta tuotujen tehtävätyyppien nimet on yhdistettävä DynaRoadin tehtävätyyppien nimiin, mikäli ne eivät täsmää (DynaRoad ohjekirja s.29).

Massansiirtotehtävät

DynaRoadissa on massansiirtotehtäviä, jaoteltuna sen mukaan minkälainen tehtävä on kyseessä. Ne jaetaan lähteisiin, kuten maanleikkaukseen ja kohteisiin kuten penkereisiin tai molempiin, kuten massanvaihtoihin tai murskaukseen. Kaikilla massansiirtotehtävillä on tehtävätyypin lisäksi tieto siitä mihin kyseisen maalajin ainesta voidaan kuljettaa tai mistä lähdeyyteistä massaa voidaan tuoda. Esimerkiksi H3/H4 maa soveltuu penkereisiin (DynaRoad ohjekirja s.15).

yhteyden molempien päiden sijainnit ja yhteyden pituuden (DynaRoad ohjekirja s.20).

Massansiirtojen suunnittelu tehdään kahdessa tavalla suunnittelu- ja työsuunnittelutiloissa: käsinsiirroilla ja siirtojen optimoinnilla. Käsinsiirtojen avulla pakotetaan ohjelma käyttämään tiettyjä siirtoja, vaikka ne DynaRoadin laskennan mukaan olisivat epäedullisia. Käsinsiirroilla voidaan esimerkiksi pakottaa jokin tietty kallioleikkaus murskaukseen. Siirtojen optimoinnissa ohjelma laskee lyhyimmät etäisyydet kaikille mahdollisille siirtovaihtoehdoille, laskee etäisyyksien mukaiset kustannukset nousukustannusten perusteella ja valitsee ne vaihtoehdot joissa massaa siirretään mahdollisimman paljon mahdollisimman edullisesti (DynaRoad ohjekirja s.30).

Käyttö hankkeella

Valtatie 8 Raisio-Nousiainen hankkeella DynaRoad oli käytössä jossain määrin puoliteholla. Ennen hankkeen toteutusvaiheen alkua sen avulla oli luotu massansiirtosuunnitelma ja aikataulu, mutta hankkeen alettua DynaRoadin aikataulu osiota ei enää juurikaan käytetty vaan aikataulua hoidettiin muiden ohjelmien avulla.

DynaRoadin käyttö painottui sen laskemien siirtojen toteuttamiseen käytännön töissä, sekä erilaisten massansiirtotehtävien tehojen, määrien ja ajomatkojen seurantaan sekä arvioihin jäljellä olevista massoista.

DynaRoadiin syötettävät tiedot saatiin aliurakoitsijalta kaksi kertaa kuukaudessa, jonka jälkeen tiedot syötettiin ohjelmaan ja laskettiin siirrot uudelleen. Tässä ongelmaksi muodostui pitkä ajanjakso, jonka aikana työt etenivät ilman jokapäiväistä ohjausta kohti optimaalista massansiirtoa.

DynaRoadin laskemien massansiirtojen perusteella ohjelmasta otettiin tulosteita ja niitä jaettiin maatöiden työnjohtajille, jotta he pystyisivät ohjaamaan töiden etenemistä maastossa niin kuin ohjelma oli siirrot laskenut.

4.3.4 Aliurakoitsijoiden resurssien seuranta

Valtatie 8 Raisio-Nousiainen hankkeella pidettiin viikoittain aliurakoitsijapalaveri, jossa tarkastellaan töiden etenemistä ja suunnitellaan seuraavaa kolmen viikon työjaksoa yhdessä aliurakoitsijoiden edustajien kanssa.

Kokouksissa aliurakoitsijat ja pääurakoitsija tuovat esiin omia havaintojaan ja niissä pyritään yhteen sovittamaan kaikkien työmaalla toimivien aikataulut niin, ettei työvaiheista synny haittaa toisille urakoitsijoille. Tärkeimpänä kokouksen antina yhteensovittamisen lisäksi on aliurakoitsijoiden resurssien seuranta, jossa aliurakoitsijat määrittävät omat resurssikapasiteettinsa. Resurssien seurannan avulla havaitaan mikäli, jonkun aliurakoitsijan työt eivät etene halutussa aikataulussa ja heidän töihinsä tarvitaan lisää resursseja tarkasteltavan kolmen viikon ajan jaksolla.

Urakoitsijapalaverissa kaikilla on lähtökohtaisesti tiedossa omat kolmiviikkoisai-kataulunsa, joiden mukaan määritellään tarvittavat resurssit niihin päästäkseen. Monissa urakkamuodoissa ylimääräiset kaivinkoneet tai muu maanrakennuskalusto tulee poistaa tehottomina työmaalta, mutta yksikköhintaurakassa tilaajalle, eli tässä tapauksessa Skanskalle ei aiheutunut siitä kuluja koska maksuperusteet on sidottu työsuoritteiden valmistumiseen.

4.4 Työnaikainen ohjaus

Hankkeen toteutuksen edetessä havaittiin, että poiketen alkuperäiseen tarjousvaiheen massansiirtosuunnitelmaan jossa kaikki massansiirtotehtävät paaluvälillä 6 000–10 560 oli laskettu yleiselle alueelle, voitaisiin osa tuon alueen maaleikkauksista ja kerrosrakenteista tehdä suljetun alueen töinä.



Kuva 3. Dumpperitie syystalvella 2014 paalulta 7 200 pohjoiseen (Jouni Saaristo).

Alkuperäisessä suunnitelmassa Maskuntien ja vanhan Valtatie 8 linjan välissä kulkenut Ruskontie aiheutti siirtokatkon suljetun alueen massansiirroille. Hankkeella kuitenkin havaittiin, että massansiirrot Ruskontien ylitse voitiin mahdollistaa polttoöljyllä kulkevien dumpperien (Kuva 3) avulla hankkimalla kyseiselle tielle liikennevalot, jolloin työmaaliikenne ja yleinen liikenne eivät kohtaaisi.

Liikennevalojen hankinta mahdollisti aikataulun puitteissa sen, että osa maa-leikkauksista ja kerrosrakenteista voitiin ajaa suljettuna yhteytenä meno-paluu kuormilla Maskun eritasoliittymälle asti. Suoraan laskeneiden kustannusten lisäksi tämä työnaikainen ratkaisu paitsi laski yksikköhintoja, se myös laski ajo-matkaa ja nopeutti rakentamista.



Kuva 4. Maskun keskustan alueen maaleikkaus pl.8600 (Jouni Saaristo).

Toteutuneiden kustannusten perusteella on laskettavissa että tuolla ratkaisulla säästettiin kymmeniä tuhansia euroja, verrattaessa suljetun ja yleisen alueen yksikköhintoja.

Edellä mainittu työnaikaisen toteutus ratkaisun muutos nopeutti osaltaan rakentamista, mutta Maskunjoen sillan aikataulun takia, keväällä 2015 suljetun alueen massansiirrot piti lopettaa tuolla välillä.

Kesällä 2015 maanrakennustöiden painottuessa Maskun keskustan, maaleikkausmassoiltaan ylijäämäiselle, pohjoiselle puolelle havaittiin, että hankitut liikennevalot voidaan siirtää urakka-alueen pohjoispuolelle, jotta maaleikkausmaita saadaan ajettua Nummentien ylitse Läjitysalue 4:lle. Lisäksi Maskun kunnalta saatiin pieni vaihtoehtoinen läjitysalue, jonne pystyttiin johtamaan massansiirtoja suljettuna yhteytenä.

Näiden projektin aikana muutettujen massansiirtosuunnitelma ratkaisuiden avulla hankkeella säästettiin toteutuneiden kustannusten perusteella yli 150 000 €.

5 TOTEUTUNEEN HANKKEEN PURKU

Hankkeella saavutettiin säästöjä siirtämällä osa laskenta-ajan mukaisesta yleisellä alueella tehtävistä maanrakennustöistä suljetulle alueelle työnaikaisten järjestelyiden avulla.

Hankkeen alussa maanrakennustöiden painotuttua suljetulla alueella tehtyihin maanrakennustöihin havaittiin, että osa töistä paaluvälillä 6 000–10 560 olisi mahdollista suorittaa tehokkaammalla kalustolla kuin jos nämä samat rakennustyöt olisi suoritettu yleisen liikenteen seassa. Dumpperi liikenteen mahdollistamiseksi kohti Maskun keskustaa olemassa olevan Ruskontien ylitse, hankittiin liikennevalot. Liikennevalot mahdollistivat polttoöljyllä toimivien dummereiden kanssa tehtävät massansiirrot yleisen tien ylitse. Tämä ratkaisu tehosti massansiirtoa ja lyhensi samalla ajomatkaa.

Kaikkia ratkaisusta aiheutuneita kustannuksia ja kustannussäästöjä ei vielä urakan tässä vaiheessa voitu määrittää tarkasti, mutta kerätyn aineiston pohjalta suoritettujen laskujen perusteella saavutetut kustannussäästöt ovat huomattavat.

Valtatie 8-projektilla DynaRoadin käyttö rajoittui aikaisemmin esitettyyn tapaan, jossa syötetyt määrät perustuivat aliurakoitsijan laskutuksessa esittämiin määriin. Tässä toimintatavassa huonoa oli, että mahdollisuus massansiirtosuunnitelman vastaisiin siirtoihin lisääntyi ja niitä pystyttiin korjaamaan huonosti, koska saatavat määrätiedot olivat niitä ohjelmaan syötettäessä jo pari viikkoa vanhoja. Toki tätäkin ongelmaa yritettiin jossain määrin ehkäistä jakamalla tietoa maanrakennustöistä vastanneille työnjohtajille.

Ohjelmaan olisi ollut saatavilla liitännäisenä Topconin Sitelink 3D-ohjelmisto (Synergypositioning 2015), jonka avulla jokaisella työmaan massansiirtoajoneuvon kuljettajalla voisi olla gps-paikannukseen perustuva laite, johon kuljettaja ilmoittaa kyytiin otettujen kuormien sijainnit lähtöpaikoissa ja niiden purkupaikat kohdepaikoissa. Nämä tiedot siirtyvät järjestelmän avulla suoraan DynaRodiin. Laitteen avulla pystytään gps-järjestelmän perusteella mittaamaan tarkat ajo-

matkat jokaiselle kuormalle ja sitä kautta jokaisen kuorman hinnat saadaan ajomatkojen osalta tietoon reaaliajassa. Kyseisen järjestelmän avulla olisi Valtatie 8 hankkeella pystytty poistamaan epäselvyydet massansiirtojen ajomatkojen osalta tilaajan ja aliurakoitsijan välillä.

Hankkeen perusteella voi todeta, että mikäli DynaRoad ja siihen liitännäisenä oleva Sitelink 3D-ohjelma olisivat olleet käytössä läpi hankkeen, olisi hankkeen massansiirtojen ohjaus, määrien seuranta ja kustannusten muodostumisen seuranta ollut huomattavasti helpompaa. Havaitun perusteella DynaRoad on väylähankkeissa tulevaisuuden työkalu, joka ratkaisee useita ongelmia hankkeen seurattavuuden kannalta. Toki näiden ohjelmistojen laajempi käyttö hankkeella olisi vaatinut lisää investointeja mm. tarvittavien lisenssien osalta, ja nämä kustannukset olisivat koituneet kyseessä olevan hankkeen kustannettavaksi. Lisäksi aliurakoitsija olisi pitänyt sitouttaa ohjelmiston käyttöön jo tarjousvaiheessa.

Skanska Infra on syksyllä 2015 käynnistänyt Valtatie 6 Taavetti–Lappeenranta, allianssihankeeseen, jossa maanrakennustyöt teetetään yksikköhintaurakalla ja jossa DynaRoad-ohjelmisto on ilmeisesti laajamittaisemmassa käytössä.

Hankkeen kalliroleikkausten määrät vähenivät alkuperäisistä suunnitelmista ja hankkeelle jouduttiin hankkimaan murskeita urakan ulkopuolelta. Osittain hankkeen onneksi samaan aikaan Valtatie 8 hankkeen toteutuksen yhteydessä Humikkalan eritasoliittymän kulmalla JJ Kaivin & Kallio Oy louhi ja murskasi kalliota ja ostotavaraa saatiin läheltä urakan tarpeisiin, kun oma kiviaines loppui.

Hankkeen omaa kiviainesta ei riittänyt koko hankkeelle osittain siitä syystä, että massanvaihtojen määrät kasvoivat huomattavasti. Lisäksi urakan alkupäässä paaluvälillä 1 600–6 200 joitain maapenkereitä korvattiin louhepenkereillä, koska kiviainesta oli saatavilla huomattavasti lähempänä ja noiden kalliomassojen kuljettaminen murskattavaksi olisi osaltaan lisännyt kustannuksia.

Maanrakennustöiden teettäminen yksikköhintaurakalla on selkeä urakkamuoto tällaiselle hankkeelle ja yhdessä laskutyönä toteuttavan urakan kanssa ainoa todellinen vaihtoehto urakkamuodon valinnaksi tämän mittakaavan hankkeilla. Yksikköhintaurakka soveltuu tämän tyyppisille isoille infrahankkeille, joissa

hankkeen käynnistyessä tarkat lopulliset määrät ovat suunnitelmien kesken-
eräisyydestä johtuen vielä epäselvät, mutta tarkentuvat hankkeen aikana.

LÄHTEET

1. DynaRoad 5.1 ohjekirja. 2010. DynaRoad Oy.
2. ELY-Keskus. 2015. Turku-Pori hankekortti. Saatavilla: https://www.ely-keskus.fi/documents/10191/169730/vt+8_Turku-Pori_hankekortti.pdf/a7620ac7-3062-4ce8-a40e-44212463cfed.
3. ELY-keskuksen valtatie 8 Turku-Pori yhteysvälin esittely ELY-keskuksen sivustolla. Viitattu 11.11.2015 <https://www.ely-keskus.fi/web/ely/varsinais-suomitielihankkeet2#.Vr3RvfI96UI>.
4. Hartikainen, O-P. 2002. Maanrakennustekniikka. 9. painos. Helsinki: Hakapaino Oy.
5. Junnonen, J-M., Lindholm, M. 2012. Infrahankkeen tuotannon hallinta. Tampere: Tammerprint Oy.
6. Kankainen, J., Seppänen, O. Infahankkeiden massatalous. Rakennustieto.fi. Saatavilla: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK030503.pdf>.
7. Liuksiala, A. 2004. Rakennussopimukset: Käytännön asiakirja. 6. painos. Hämeenlinna: Kairisto Oy.
8. Merenkululaitos. 2009. Urakointiohje. Saatavilla: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf5/mkl_2009-7_urakointiohje.pdf.
9. Rakennusurakan sopimussuhteiden esittely Sähköalan sivustolla. Viitattu 14.11.2015. [sahkoala.fi/ammattilaiset/laki ja oikeus](http://sahkoala.fi/ammattilaiset/laki_ja_oikeus)
10. Ratu 417-T. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. Rakennustieto Oy.
11. Tikkamäki, J. 2015. Skanska Infra Oyn rakennuspäällikkö. Haastattelu 13.11.2015.
12. Topconin DynaRoad esittely Synergy positioning systemsin sivustolla. Viitattu 23.11.2015. Synergypositioning.co.nz/products/software/officeapplications/topcon-dynaroad
13. Valtatie 8 urakan tilaajan sähköinen urakka-aineisto. SokoPro. Viitattu 13.11.2015.
14. Vico määrä- ja aikataulusuunnitteluohjelmiston esittely. Viitattu 15.11.2015. www.tekla.com/fi/tuotteet/vico-ohjelmistot.

Suunnittelijan paalukohtainen massaluettelo

PAALU	Pinta	R-multa	LM	S1	H3/H4	U2-4	Lk3 <1m	LK2	Irttilouh	PM	PML	PK < 500	Jakava	Kantava	
	m3ktr	m3ktr	yhhteensä m3ktr	jakavaan m3ktr	penkeree m3ktr	lajityksee m3ktr	penkeree m2	jakavaan m3ktr	m3ktr	m3rtr	maapenge m3rtr	luiskatäyt m3rtr	louherak m3rtr	m3rtr	m3rtr
8400	146,83		2580,1	280,00		2300,1	0,00	0,00	0,00	0,00	120,11	0,00	661,14	128,48	
8420	81,31		846,02	220,00		626,02	0,00	0,00	0,00	1,49	105,30	0,00	512,58	94,82	
8440	87,82		2062,92	240,00		1822,92	0,00	0,00	0,00	0,00	136,70	0,00	510,52	93,36	
8460	96,71		2309,45	280,00		2029,45	0,00	0,00	0,00	0,00	151,74	0,00	505,24	92,25	
8480	121,36		2592,79	260,00		2332,79	0,00	0,00	0,00	0,00	151,74	0,00	499,92	91,13	
8500	132,28		2835,26	240,00		2595,26	0,00	0,00	0,00	0,00	151,62	0,00	500,66	91,29	
8520	140,46		3014,31	260,00		2754,31	0,00	0,00	0,00	0,00	151,73	0,00	491,56	89,37	
8540	145,17		3103,57	260,00		2843,57	0,00	0,00	0,00	0,00	151,70	0,00	491,21	89,30	
8560	145,81		3109,76	260,00		2849,76	0,00	0,00	0,00	0,00	151,70	0,00	491,21	89,30	
8580	147,12		3186,55	280,00		2906,55	0,00	0,00	0,00	0,00	151,70	0,00	491,21	89,30	
8600	146,41		3209,78	300,00		2909,78	0,00	0,00	0,00	0,00	151,70	0,00	491,21	89,30	
8620	150,24		3347,24	300,00		3047,24	0,00	0,00	0,00	0,00	151,70	0,00	491,22	89,30	
8640	142,17		3380,93	300,00		3080,93	0,00	0,00	0,00	0,00	151,70	0,00	491,22	89,30	
8660	137,51		3408,76	300,00		3108,76	0,00	0,00	0,00	0,00	151,70	0,00	491,22	89,30	
8680	139,60		3544,07	320,00		3224,07	0,00	0,00	0,00	0,00	151,69	0,00	491,23	89,30	
8700	150,43		4134,34	300,00		3834,34	0,00	0,00	0,00	0,00	151,70	0,00	491,22	89,30	
8720	153,61		4332,25	360,00		3972,25	0,00	0,00	0,00	0,00	151,70	0,00	491,22	89,30	
8740	158,37		4961,49	360,00		4601,49	0,00	0,00	0,00	0,00	151,70	0,00	491,22	89,30	
8760	163,61		4978,58	360,00		4618,58	0,00	0,00	0,00	0,00	151,70	0,00	491,22	89,30	
8780	160,91		5706,15	340,00		5366,15	0,00	0,00	0,00	0,00	163,57	0,00	594,65	89,30	
8800	169,70		6345,95	320,00		6025,95	0,00	0,00	0,00	0,00	132,32	0,00	378,60	89,30	
8820	180,43		6086	310,00		5776	0,00	0,00	0,00	0,00	132,32	0,00	378,60	89,30	
8840	167,33		5113,07	300,00		4813,07	0,00	0,00	0,00	0,00	132,32	0,00	378,60	89,30	
8860	161,69		4754,31	300,00		4454,31	54,72	7,81	0,00	0,00	70,77	0,00	143,15	89,30	
8880	160,13		5255,59	300,00		4955,59	0,00	0,00	0,00	0,00	70,77	0,00	143,15	89,30	
8900	147,81		5299,76	300,00	4999,76		0,00	0,00	0,00	0,00	70,77	0,00	143,15	89,30	
8920	130,79		5035,96	290,00	4745,96		0,00	0,00	0,00	0,00	70,77	0,00	143,15	89,30	
8940	114,75		4777,17	280,00	4497,17		0,00	0,00	0,00	0,00	70,77	0,00	143,15	89,30	
8960	98,87		4123,49	260,00	3863,49		0,00	0,00	0,00	0,00	67,79	0,00	144,80	90,39	
8980	88,78		3635,4	250,00	3385,40		0,00	0,00	0,00	0,00	62,67	0,00	149,15	93,30	
9000	81,78		3303,22	240,00	3063,22		0,00	0,00	0,00	0,00	57,31	0,00	146,99	93,20	
9020	205,78		5979,2	240,00	5739,20		0,00	0,00	0,00	0,00	67,75	0,00	186,74	118,35	
9040	206,58		5579,56	240,00	5339,56		0,00	0,00	0,00	0,00	60,39	0,00	179,92	113,85	
9060	261,16		6565,09	240,00	6325,09		23,20	40,08	0,00	0,00	70,77	0,00	216,34	138,09	
9080	250,53		6395,17	240,00	6155,17		0,00	0,00	0,00	0,00	70,76	0,00	204,56	130,24	
9100	229,53		5401,96	240,00	5161,96		0,00	0,00	0,00	0,00	70,77	0,00	195,69	124,32	
9120	225,73		5685,87	340,00	5345,87		0,00	0,00	0,00	0,00	70,76	0,00	189,69	120,33	
9140	222,58		5110,5	260,00	4850,50		0,00	0,00	0,00	0,00	70,77	0,00	185,68	117,65	
9160	196,30		3028,01	260,00	2768,01		0,00	0,00	0,00	0,00	70,77	0,00	182,72	115,67	
9180	188,58		4290,91	250,00	4040,91		0,00	0,00	0,00	0,00	70,77	0,00	180,34	114,09	
9200	229,15		5446,93	250,00		5196,93	0,00	0,00	0,00	0,00	173,85	0,00	851,12	112,53	
9220	220,08		5056,27	280,00		4776,27	0,00	0,00	0,00	0,00	173,77	0,00	841,09	110,98	
9240	211,08		4724,67	220,00		4504,67	0,00	0,00	0,00	0,00	173,82	0,00	831,18	109,46	
9260	225,32		4704,97	220,00		4484,97	0,00	0,00	0,00	0,00	163,59	0,00	690,62	107,39	
9280	231,48		4465,41	230,00	2117,70	2117,7	0,00	0,00	0,00	0,00	113,73	0,00	379,79	105,09	
9300	180,81		3932,51	230,00	1851,26	1851,26	0,00	0,00	0,00	0,00	113,62	0,00	357,87	99,54	
9320	162,66		3000,62	240,00	1380,31	1380,31	96,22	75,16	0,00	88,11	113,72	0,00	338,72	95,67	
9340	181,74		2749,68	230,00	1259,84	1259,84	0,00	0,00	0,00	759,96	113,63	0,00	320,84	91,92	
9360	194,04		2612,38	220,00	1196,19	1196,19	0,00	0,00	0,00	1056,88	113,65	0,00	315,06	89,32	
9380	175,36		2357,19	220,00	1068,60	1068,6	0,00	0,00	0,00	806,02	113,65	0,00	315,02	89,29	
9400	150,40		2760,95	220,00	1270,48	1270,48	0,00	0,00	0,00	92,15	113,70	0,00	323,09	90,99	
9420	188,92		4098,5	220,00		3878,5	17,54	31,44	0,00	0,00	151,70	0,00	500,76	91,31	
9440	152,87		2913,17	220,00		2693,17	0,00	0,00	0,00	0,00	151,72	0,00	500,74	91,30	
9460	153,85		2775,12	220,00		2555,12	0,00	0,00	0,00	9,99	151,72	0,00	500,73	91,30	
9480	156,04		2935,37	230,00		2705,37	0,00	0,00	0,00	5,43	151,71	0,00	500,74	91,30	
9500	154,69		2934,35	250,00		2684,35	0,00	0,00	0,00	0,00	151,69	0,00	500,59	91,27	
9520	152,66		2856,58	240,00		2616,58	0,00	0,00	0,00	0,00	151,68	0,00	500,40	91,23	
9540	150,16		2872,55	220,00		2652,55	0,00	0,00	0,00	0,00	151,70	0,00	500,37	91,22	
9560	147,99		2953,44	220,00		2733,44	0,00	0,00	0,00	0,00	151,75	0,00	500,49	91,25	
9580	151,34		3093,12	220,00		2873,12	0,00	0,00	0,00	0,00	151,69	0,00	500,77	91,31	
9600	146,22		3091,63	220,00		2871,63	0,00	0,00	0,00	0,00	151,80	0,00	501,19	91,40	
9620	156,05		3171,45	220,00		2951,45	0,00	0,00	0,00	0,00	151,66	0,00	501,77	91,52	
9640	161,95		3398,65	220,00	1589,32	1589,32	0,00	0,00	0,00	0,00	142,17	0,00	442,20	91,33	
9660	176,44		3834,78	220,00	1807,39	1807,39	0,00	0,00	0,00	0,00	142,23	0,00	442,15	91,31	
9680	185,82		4196,83	220,00	1988,41	1988,41	0,00	0,00	0,00	0,00	142,28	0,00	451,58	93,29	
9700	197,86		4739,9	220,00	2259,95	2259,95	0,00	0,00	193,35	120,55	142,33	0,00	451,69	93,31	
9720	190,32		3815,94	220,00	3595,94		107,74	395,62	589,18	84,09	32,16	0,00	0,00	93,28	
9740	183,70		2287,87	220,00	2067,87		29,93	2104,05	1141,49	0,00	32,15	0,00	0,00	91,28	
9760	159,43		1703,95	220,00	1483,95		0,00	3222,06	1258,62	0,00	32,15	0,00	0,00	90,33	
9780	159,67		2069,25	220,00	1849,25		129,47	2875,27	1223,15	27,30	32,14	0,00	0,00	89,29	
9800	119,75		1073,66	220,00	853,66		0,00	2981,69	1250,52	0,00	32,09	0,00	0,00	89,29	
9820	177,66		2512,73	210,00	2302,73		164,20	1423,35	1250,56	0,00	32,14	0,00	0,00	89,29	
9840	198,86		3788,87	200,00	3588,87		272,60	773,43	705,86	10,80	106,43	311,35	0,00	89,29	
9860	148,91		2346,99	200,00	2146,99		58,00	1487,43	682,83	4,57	106,55	311,35	0,00	89,29	
9880	162,47		3230,42	210,00		3020,42	70,00	241,21	154,75	4,62	169,04	638,87	0,00	89,29	
9900	156,31		3089,37	210,00		2879,37	0,00	0,00	0,00	0,00	169,04	638,87	0,00	89,29	
9920	160,31		2871,45	220,00		2651,45	0,00	0,00	0,00	11,33	169,04	638,87	0,00	89,29	
9940	177,34		2770,27	220,00		2550,27	0,00	0,00	0,00	0,84	169,04	638,87	0,00	89,29	
9960	139,43		1732,63	210,00		1522,63	0,00	0,00	0,00	0,00	180,87	632,68	0,00	89,29	
9980	122,47		1622,44	210,00		1412,44	45,20	100,77	0,00	0,00	216,36	637,07	0,00	89,29	
Yhteensä	13088,2	0	295003,4	20190,0	105960	168853,4	1068,8	15759,4	8450,3	3084,1	9712,785	4447,9	27045,6	7658,289	