



Matti Koskinen

Alihankinnan ohjauksen ja seurannan parantaminen ratarakentamisessa

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

20.11.2025

Tiivistelmä

Tekijä:	Koskinen Matti
Otsikko:	Alihankinnan ohjauksen ja seurannan parantaminen ratarakentamisessa
Sivumäärä:	46 sivua
Aika:	20.11.2025
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Rakennustekniikka
Ammatillinen pääaine:	Infrarakentaminen
Ohjaajat:	Lehtori Anu Ilander Työmaainsinööri Miika Tanska

Tämän insinööriyön tavoitteena oli kehittää tuntiperusteisen alihankinnan ohjausta ja seuranta rautatiehankkeissa sekä ehdottaa toimintamalli, joka parantaa valvonnan ja laskutuksen luotettavuutta ja vahvistaa yhteistyötä pääurakoitsijan ja aliurakoitsijoiden välillä.

Työ toteutettiin teemahaastatteluin Destia Oy:n ratarakentamisen projektihenkilöstölle, ja siinä arvioitiin lisäksi Destialla käytössä olevia tai potentiaalisia digitaalisia ratkaisuja ongelmien ratkaisemiseksi.

Tulosten perusteella yleisimmät haasteet liittyivät laskutettujen tuntien ja työsaavutuksen vastaavuuteen, valvonnan pirstaleisuuteen sekä käytäntöjen vaihtelevuuteen työmailla. Työmaiden laajuus ja rajalliset työnjohtoresurssit koostivat tarvetta reaaliaikaisemmalle ja läpinäkyvämmälle työnseurannalle.

Keskeisinä toimenpide-ehdotuksina esitetään Zeronin digitaalisten tuntiappujen ja leimausten käyttöönottoa konsernitasolla, laskutusohjeen täsmentämistä IoT-seurannan ja Infrakitin hyödyntämistä koneiden ja työvaiheiden paikannuksessa sekä yhtenäisten yhteistyö- ja palautekäytäntöjen jalkauttamista. Rajoitetuissa ja toistettavissa työvaiheissa voidaan lisäksi harkita kannustemalleja tuottavuuden parantamiseksi laadusta tinkimättä.

Avainsanat: ratarakentaminen, alihankinta, työnseuranta, digitaaliset työmaajärjestelmät, lot-seuranta, laskutus

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla

Abstract

Author: Matti Koskinen
Title: Improving Management and Monitoring of Subcontracting in Railway Construction
Number of Pages: 46 pages
Date: 11 March 2025

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Civil Engineering
Professional Major: Infraconstruction Engineering
Supervisors: Anu Ilander, Senior Lecturer
Miika Tanska, Site Engineer

This bachelor's thesis aims to improve the management and monitoring of hourly subcontracting in railway construction projects and to propose an operating model that strengthens the reliability of supervision and invoicing while enhancing collaboration between the main contractor and subcontractors.

The study was conducted using thematic interviews with project personnel working at Destia Oy. The study also evaluated possibilities for solving current problems with the digital solutions that are currently in use at Destia Oy.

The findings highlight recurring challenges in aligning invoiced hours with actual work outputs, fragmented supervision, and varying site practices. Large geographically dispersed worksites and limited foreman resources emphasize the need for more real-time and transparent work tracking.

The proposed actions include organization-wide deployment of Zeroni digital timesheets with geofenced clock-ins, clarification of invoicing guidelines, the use of IoT-based tracking and Infrakit for locating equipment and work phases, and the rollout of unified cooperation and feedback routines. For bounded and repeatable tasks, carefully designed incentive schemes can be considered to raise productivity without compromising quality. The proposed model is expected to increase transparency, accelerate decision-making, reduce billing disputes, and improve resource allocation in railway projects.

Keywords: railway construction, subcontracting, work monitoring, IoT-based tracking, invoicing

Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Tausta ja ajankohtaisuus	1
2	Rautatiehankkeiden toimintaympäristö	3
2.1	Rautatiehankkeiden nykytilanne	3
2.2	Turvallisuusvaatimukset ja pätevyudet	4
2.3	Kaluston ja henkilöstön liikkuminen radalla	5
2.4	Ratahankkeissa käytettävä kalusto	7
3	Alihankinta ratarakentamisessa	8
3.1	Alihankinnan muodot	8
3.1.1	Aliurakka	8
3.1.2	Kone- ja kuljetuspalvelut	9
3.1.3	Materiaalihakinnat	9
3.1.4	Vuokra- ja tuntityö	10
3.2	Alihankkijan valinta ja kelpoisuus	10
3.3	Sopimus	11
3.4	Kustannusvalvonta ja työnseuranta	11
4	Alihankintojen johtaminen	13
4.1	Kulunvalvonta	13
4.2	Tiedonantovelvollisuus	14
4.3	Aikataulut	15
4.4	Valvonta ja ohjaus	17
4.5	Laadunvarmistus	17
4.6	Laskutus	19
5	Digitaaliset ratkaisut alihankinnan ohjaamiseen ja seurantaan	20
5.1	Käytössä olevat järjestelmät	21
5.1.1	Mapon	21
5.1.2	Infrakit	22
5.1.3	Zeroni	23
5.1.4	Fluent Kunto	23

5.1.5	Kaltiot Smart Tracker	24
6	Haastattelut	26
6.1	Käytettävä alihankinta	26
6.2	Yhteistyö ja sitouttaminen	27
6.3	Työnseuranta	27
6.4	Työntehtokkuus	28
6.5	Laskutuksen ja työsaavutuksen välinen epäselvyys	29
6.6	Järjestelmät	30
6.7	Yksittäiset nostot	31
6.7.1	Koulutus	31
6.7.2	Laatu	31
7	Tulokset	32
7.1	Epäselvyydet laskutettavissa tunneissa	32
7.2	Valvonnan kehittäminen	34
7.3	Tuntitöiden tehostaminen kannustemallilla	35
7.4	Yhteistyökäytännöt / arviointikäytäntö	36
7.5	Uusi järjestelmä	37
7.6	Yhteenvedo haastatteluista	38
8	Koekäyttö Koluuke RU1	41
8.1	Lähtötilanne	41
8.2	Järjestelmän toiminnallisuudet	41
8.3	Kokemukset	43
8.3.1	Plussat	44
8.3.2	Miinukset	45
9	Yhteenvedo	46
	Lähteet	47

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, miten Destia Oy:n nykyiset järjestelmät ja käytännöt tukevat aliurakoitsijoiden tuntityön hallintaa rautatiehankkeissa, ja tunnistaa mahdollisia kehittämiskohteita. Työssä tutkitaan myös markkinoilla olevia ratkaisuja ja esitetään toimintamalli, mikä parantaa valvonnan ja laskutuksen luotettavuutta sekä työnjohdon ja aliurakoitsijoiden välistä yhteistyötä. Rautatiehankkeet poikkeavat muusta infra- ja talonrakentamisesta ennen kaikkea toimintaympäristönsä vuoksi, työ tehdään rautatiealueella, jossa turvallisuutta, työn ajoitusta ja työmenetelmiä ohjaavat yksityiskohtaiset määräykset ja lupakäytännöt. Valtion ylläpitämillä rautateilla tehtävään työhön vaaditaan aina Väyläviraston lupa, tilaus tai sopimus, mikä määrittää suoraan sen, milloin ja miten työtä voidaan tehdä.

1.1 Tausta ja ajankohtaisuus

Destian ratahankkeissa hyödynnetään laajasti erilaisia alihankintoja. Alihankinnoissa toistuvat kuitenkin monin paikoin samat ongelmat, jotka voivat vaarantaa koko projektin onnistumisen. Yleisimpiä haasteita ovat aikatauluongelmat, puutteet aliurakoitsijan työn laadussa tai urakkasuorituksessa sekä niistä aiheutuvat korjauskulut ja epäselvyydet. Usein esiintyy myös taloudellisia kiistoja ja haasteita aliurakan talous- ja määräseurannassa, kuten hallitsematon tai epäselvä laskutus sekä lisätyöt, joita ei ole sovittu tai dokumentoitu selkeästi. Tilannekuvan ja määräseurannan puutteellisuus vaikeuttaa projektin kokonaisuuden hallintaa. Huonosti johdettu alihankinta voi pahimmillaan sotkea koko projektin aikataulun, vaikeuttaa yhteensovitusta, aiheuttaa materiaalihukkaa, nostaa kustannuksia ja heikentää projektin ennustettavuutta. Lisäksi epäselvyyksien ja riitojen selvittely urakan lopussa voi moninkertaistaa työmäärän, erityisesti jos urakan aikana on oikaistu toimintatavoissa tai jätetty tärkeitä asioita hoitamatta.

Destialla ja ratatöissä yleisesti käytetään paljon tuntiperusteista alihankintaa. Tuntiperusteisen työn seuranta, raportointi ja laskutus perustuvat usein

työntekijöiden tai aliurakoitsijoiden omaan ilmoitukseen. Tämä voi taas johtaa tilanteisiin, joissa työnjohdolla ei ole riittävää varmuutta tehdystä työstä, sen laajuudesta tai oikeellisuudesta.

Ilman järjestelmällisiä prosesseja ja tarkempaa seurantaa aliurakoiden kustannus- ja laaturiskit kasvavat nopeasti. Riskien minimoimiseksi on tärkeää tarkastella, miten alihankintaa voidaan johtaa ratarakentamisen erityispiirteet huomioon ottaen. Kuvassa 1 esimerkkinä alihankinnasta nostopalvelu.



Kuva 1. Rataelementin asennus. (1)

2 Rautatiehankkeiden toimintaympäristö

Rautatiehankkeet ovat teknisesti ja toiminnallisesti vaativia projekteja, joissa työtä tehdään usein laajoilla alueilla, hajautetusti ja usein ympärivuorokautisesti. Ratarakentaminen kattaa yleensä radan alus- ja päällysrakenteiden työt, sähkörata- ja turvalaitetyöt. (2.) Valtion ylläpitämällä rautateilla tehtävään työhön vaaditaan aina lupa, tilaus tai sopimus Väylävirastolta (3, s. 1).

Suomessa rautatietä on noin 6000 kilometriä ja yli puolet siitä on sähköistetty. Sähköinen rataverkko on vaihtovirtaan perustuva 25 kv, 50hz järjestelmä. Rautatiestä 643 kilometriä on kaksi tai useampiraiteista. Päärata kulkee Helsingistä Tampereen ja Seinäjoen kautta Ouluun, Karjalan rata yhdistää Helsingin Kouvolan ja Imatran kautta Joensuuhun, ja Savon rata kulkee Kouvola Pieksämäen kautta Kajaaniin ja Kontiomäelle. Tärkeimpiä runkoyhteyksiä täydentävät lukuisat poikittaisradat sekä yhteydet merkittäviin satamiin. (4.)

2.1 Rautatiehankkeiden nykytilanne

Väyläviraston vuosille 2025–2032 laatimasta investointisuunnitelmasta selviää, että ratahankkeiden suunta on selvästi olemassa olevan verkon kapasiteetin ja toimintavarmuuden parantaminen. Painotus on tavaraliikenteen kuljetusketjuihin, satamayhteyksiin ja saavutettavuuden sekä palvelutason kohentamiseen, joilla haetaan hyötyjä sujuvuudessa ja kuljetuskustannuksissa. Tämä näkyy käytännössä esimerkiksi pullonkaulojen poistamisena, ratapihojen ja kohtaamispaikkojen kehittämisenä sekä vilkkaiden osuuksien kapasiteetin lisäämisenä, ei uusina pitkinä ratalinjauksina. (5.)

Destialla on tällä hetkellä useita ratahankkeita käynnissä. Näistä hyvänä esimerkkinä Espoon kaupunkirataa, alueurakka 3, mikä sijoittuu välille Koivuhovi–Espoon keskus. Nelivuotisessa, noin 80 M€ urakassa rakennetaan ~4,5 km uutta kaksoisraidetta sekä korjataan/rakennetaan yhteensä 9 siltaa. Urakkaan kuuluu myös louhinnat, pohjanvahvistukset, valaistus, jalankulun ja pyöräilyn väylät sekä melusuojuukset. (6.)

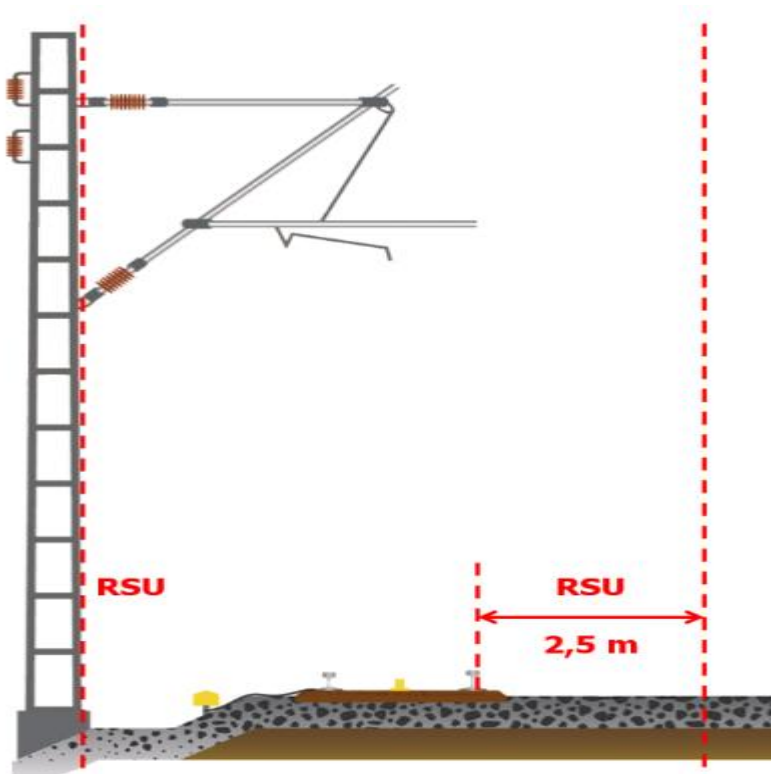
2.2 Turvallisuusvaatimukset ja pätevyudet

Ratarakentamisessa töitä joudutaan usein tekemään samanaikaisesti junaliikenteen kanssa ja välillä myös jännitteisten ajolankojen alla. Esimerkiksi kaksiraiteisilla rataosuuksilla työskenneltäessä on normaalia, että viereisellä raiteella kulkee junaliikenne. Turvallisuus ja siitä huolehtiminen on ensisijaisen tärkeä osa ratarakentamista.

Radanpidon turvallisuusohjeet eli Turo-ohje on Väyläviraston laatima ohjeistus, joka koskee turvallisuutta rautatiealueilla tehtävissä töissä. Se sisältää yksityiskohtaiset määräykset ja menettelytavat, jotka on tarkoitettu varmistamaan turvallinen työskentely, kunnossapito, rakentaminen sekä liikenteen ohjaus rautatiealueella. TURO-ohje on osa Väyläviraston laajempaa turvallisuusjohtamisjärjestelmää, jolla pyritään jatkuvasti parantamaan alan turvallisuuskulttuuria ja ehkäisemään onnettomuuksia Rautatiealueella työskenteleviltä edellytetään tehtäväkohtaisia pätevyksiä. Kaikilta rautatiealueella työskenteleviltä vaaditaan lähtökohtaisesti ratatyöturvallisuuspätevyys. (3, s. 30–32.)

RSU eli ratatyön suojaulottumalla tarkoitetaan tilaa, joka ulottuu pitkin raidetta ja jonka sisäpuolella työskentely edellyttää erityistoimenpiteitä, kuten ratatyölupaa, turvamiestoimintaa tai RATSU-laitteiston käyttöä. RSU:n tarkat mitat vaihtelevat radan sijainnin ja rakenteen mukaan. (3, s. 21.)

Yksiraiteisella radalla 2,5 metriä lähimmästä kiskosta ulospäin tai sähköradan pylväslinjan sisäreunaan tai kiinteään rakenteeseen, riippuen siitä, mikä näistä on lähimpänä raidetta. Useampiraiteisella radalla tai ratapihalla RSU:n reuna on vastaavasti 2,5 metriä uloimpien raiteiden uloimmasta kiskosta ulospäin tai lähimpään pysyvään rakenteeseen. Raiteiden välissä 1,5 metriä lähimmästä kiskosta ulospäin. Laiturialueella RSU:n reuna on 1,5 metriä laiturin reunasta laiturille päin. (3, s. 21) Radan suojaulottuman periaate yksiraiteisella radalla on havainnollistettu kuvassa 2.



Kuva 2. RSU yksiraiteisella radalla (3, s.22)

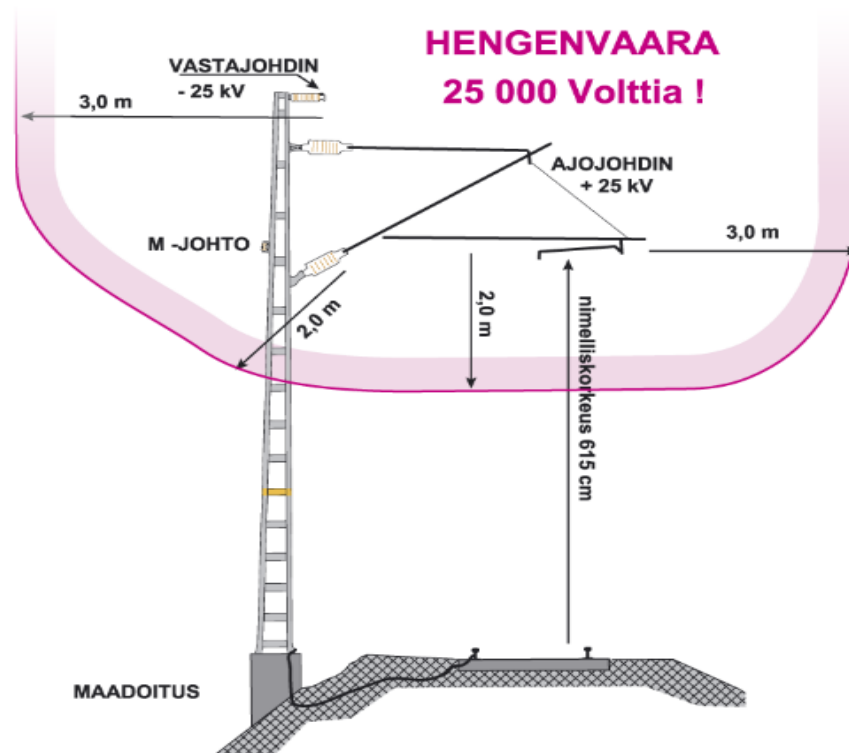
2.3 Kaluston ja henkilöstön liikkuminen radalla

Rautatiealueella liikkuminen edellyttää ennakkoperehdytystä työmaahan, olosuhteisiin ja turvallisuusjärjestelyihin. Radan suojaulottuman (RSU) sisäpuolella liikkuminen ilman ratatyölupaa tai turvamiestoimintaa on lähtökohtaisesti kielletty (3, s. 26–27). Työnantajan on huolehdittava siitä, että kaikki sähköradalla työskentelevät henkilöt perehdytetään sekä sähköradan toimintaan että sitä koskeviin sähkötyöturvallisuusohjeisiin. Lisäksi työntekijöille on annettava kohdekohtainen perehdytys, joka vastaa työtehtävien vaatimuksia ja paikallisia olosuhteita. (3, s. 27.) Nämä liikkumisrajoitteet on huomioitava työnseurannassa ja työnaikaisessa valvonnassa, jotta työn todellinen suorite vastaa turvallisesti sovitun menettelyjä.

Tehtävään opastetun henkilön on noudatettava vähintään kahden metrin etäisyyttä ratajohdon jännitteisistä osista. Tämä etäisyys tarkoittaa pienintä sallittua

ilmaväliä, joka on säilytettävä henkilön kehon, käsiteltävien työkalujen, työkoneiden sekä työssä käytettävien aineiden ja jännitteisten rakenteiden välillä. Etäisyyden on säilyttävä koko työskentelyn ajan, mukaan lukien alueelle siirtyminen ja sieltä poistuminen. Mikäli vaadittavaa suojaetäisyyttä ei voida muutoin varmistaa, on työskentelyalue tarvittaessa rajattava tai merkittävä selkeästi. (3, s. 27.)

Työkoneilla ja liikkuvalla kalustolla vähimmäisetäisyydet jännitteisistä osista ovat alapuolella 2 metriä ja sivuilta 3 metriä. Sähköradalla työskenneltäessä työkoneissa on aina käytettävä nostokorkeuden rajoitinta silloin, kun työskennellään jännitteisen ratajohtimen alla. Uusissa työkoneissa rajoittimen on oltava CE-hyväksytty. Jos nostokorkeuden rajoitin on käytössä, voidaan vähimmäisetäisyyksiä tietyin ehdoin pienentää. Jos työkone tai sen osa voi ulottua alle sallittujen suojaetäisyyksien, on laite maadoitettava joko paluuvirtakiskoon tai sähköratapylvääseen. (3, s. 28.) Työkoneiden ja liikkuvan kaluston vähimmäisetäisyydet on koottu kuvassa 3.



Kuva 3. Liikkuvan kaluston suojaetäisyydet ratatyössä. (3, s. 28)

2.4 Ratahankkeissa käytettävä kalusto

Valtion rataverkon työkoneet jaetaan operoinnin perusteella liikennöiviin ja ei-liikennöiviin. Liikennöivien koneiden hyväksynnästä vastaa Traficom, kun taas ei-liikennöivien ohjeistuksesta vastaa Väylävirasto (7, s. 4). Liikennöivät ratatyökoneet liikkuvat valtion rataverkolla junina tai vaihtotyöyksikköinä, ja ne on yleensä varustettu kulunvalvontalaitteella sekä kiinteällä radiojärjestelmällä. Ei-liikennöivä ratatyökone on työlaite tai ajoneuvo, joka voi liikkua kiskoilla tai sekä kiskoilla että maalla ja koostuu peruskoneesta sekä siihen liitetystä ratavarustuksesta. Se ei ole liikkuvaa kalustoa, eikä sillä saa liikennöidä valtion rataverkolla junana tai vaihtotyönä; liikkuminen on sallittu vain ratatyöalueella. Tyypillinen esimerkki on kuvassa 4 esitelty kiskopyöräkaivinkone. (8.)



Kuva 4. Kiskopyöräkaivinkone. (9)

3 Alihankinta ratarakentamisessa

Rakentamisessa hankinnalla tarkoitetaan tarvittavien materiaalien, työvoiman, koneiden ja palveluiden määrittelyä sekä niiden ostamista. Hankinnat voidaan jakaa tyypiltään rakennustuotteisiin, aliurakointiin, konetöihin ja erilaisiin palveluihin. Ne muodostavat merkittävän osan työmaan kokonaiskustannuksista.

Tehokas hankintojen hallinta varmistaa, että tuotannossa tarvittavat resurssit ovat saatavilla oikeaan aikaan ja oikeassa muodossa, mikä on edellytys aikataulun mukaiselle tuotannolle. Rautatieympäristössä haasteita tuovat muun muassa työmaiden laajuus, yö- ja viikonlopputyöt, tarve koordinoida useita erikoisaloja (esim. sähkörata ja turvalaitteet) sekä usein hyvinkin tiukka aikataulu. Hankintojen suunnittelu on olennainen osa tuotannonhallintaa. Sen avulla varmistetaan, että kaikki tarvittavat panokset saadaan käyttöön ajallaan ja sisällöltään oikein. Taloudelliset tavoitteet hankinnoille määritellään tavoitebudjetissa, ja keinoja näiden tavoitteiden saavuttamiseksi esitetään yleisaikataulussa sekä hankintasuunnitelmassa. (8, s. 43.)

Opinnäytetyön kannalta kahtena oleellisimpana hankinnan muotona toimivat aliurakointi ja konepalvelut. Tutkimuksessa keskitytään pääasiassa tuntitöitä suorittavan alihankinnan ohjaukseen ja valvontaan, mutta kokonaisuuden vaikutusten ymmärtämisen vuoksi on muitakin osia otettava huomioon tarkastelussa.

3.1 Alihankinnan muodot

3.1.1 Aliurakka

Aliurakoitsijalla tarkoitetaan urakoitsijaa, joka toteuttaa pääurakoitsijan kanssa erikseen sovitun, rajatun työkokonaisuuden. Aliurakka on siis pääurakasta irrotettu, itsenäisesti toteutettava osa, jonka tilaajana toimii pääurakoitsija – ei rakennuttaja. Urakkaketjussa sekä pääurakoitsija että aliurakoitsija voivat toimia tilaajina silloin, kun he hankkivat rakennustyötä edelleen toiselta urakoitsijalta.

Urakkamuodot määräytyvät sen mukaan, kuinka laaja urakoitsijan suoritusvelvollisuus on. Yleisimmin käytössä ovat kokonaisurakka ja jaettu urakka. Kokonaisurakassa rakennuttaja tekee sopimuksen yhden pääurakoitsijan kanssa; tämä voi edelleen teettää osia työstä aliurakoitsijoilla, mutta aliurakoitsijat eivät ole sopimussuhteessa rakennuttajan kanssa. Jaetussa urakassa rakennuttaja solmii erilliset sopimukset useiden urakoitsijoiden kanssa erikseen määritellyistä osista; urakoitsijoiden välillä ei normaalisti ole keskinäistä sopimussuhdetta, vaikka jokin sivu-urakka voidaankin alistaa pääurakkaan yhteensovittamisen selkeyttämiseksi. Rakennuttaja voi lisäksi jakaa hankkeen osaurakoihin, jolloin kunkin osan toteuttamisesta sovitaan suoraan rakennuttajan ja kyseisen urakoitsijan kesken. (11, kohta 1.2.)

3.1.2 Kone- ja kuljetuspalvelut

Ratarakentamisessa käytetyimpänä alihankinnan muotona toimii työn teettäminen vuokratulla koneella ja kuljettajalla. Konevuokra on lähellä työsopimusta, vuokraa ja urakkaa. Konepalveluiden hankinta eroaa urakonnista siten että tilaaja, eli tässä tapauksessa pääurakoitsija vastaa työnjohdosta ja lopputuloksesta. Vuokraajan vastuulle jää se, että konetta käytetään työnjohdon ohjeiden mukaisesti ja kone pysyy toimintakunnossa. (12, s. 126.)

Tyypillisesti tällaisessa hankinnassa käytetään maksuperusteena aikaa, mutta myös suoritusperusteinen sopimus voidaan tehdä. Suoritusperusteista sopimusta käyttäessä on huomioitava, että jos työ poikkeaa olennaisesti sovitusta vaikeuttaen suoritusperusteiden täyttämistä, on tästä neuvoteltava välittömästi osapuolien välillä. Tämän vuoksi tulisi suoritusperusteiden lisäksi aina sopia myös aikaperusteinen korvaus. (12, s. 126.)

3.1.3 Materiaalihankinnat

Materiaalihankinnalla tarkoitetaan rakennusmateriaalien, tarvikkeiden ja osien ostamista. Se eroaa aliurakoinnista siten, että aliurakka kattaa sekä materiaalien toimituksen sekä niiden asennuksen rakennuskohteessa.

Materiaalihankinta sen sijaan käsittää pelkästään tuotteiden luovutuksen ilman asennustyötä. Pieni työmaalla tehtävä työ ei kuitenkaan muuta toimituksen luonnetta aliurakaksi. Oleellista on, millaisilla ehdoilla materiaalitoimituksesta on sovittu. Materiaalihankinnat voidaan luokitella eri kategorioihin tuotetyypin, toimituskanavan ja toimitustavan perusteella. (10, s. 73.)

3.1.4 Vuokra- ja tuntityö

Vuokratyö tarkoittaa työsuhdetta, jossa työntekijä on työsuhhteessa vuokrayritykseen, mutta työskentelee palvelua käyttävän yrityksen johdon ja valvonnan alaisuudessa. Vuokrayritys solmii työsopimuksen työntekijän kanssa, vastaa palkanmaksusta, työaikakirjanpidosta sekä esimerkiksi lomista ja perhevapaista. Työehdot, kuten työaika, ylityöt, vuosilomat ja perhevapaat määräytyvät saman lainsäädännön tai työehtosopimusten mukaan kuin muissakin työsuhhteissa. (13.)

Tuntityöllä tarkoitetaan tilannetta, missä hankinnan maksuperusteena toimii palveluun käytetty aika (13). Ratarakentamisessa tällaisia palveluja pääasiassa ovat koneiden vuokraus kuljettajineen sekä vuokratyövoima. Tuntipohjaista maksuperustetta voidaan käyttää maksuperusteena myös aliurakoinnissa, esimerkiksi laskutyönä, jos kiinteän urakkahinnan määrittäminen on hankalaa. Tämä ei kuitenkaan ole suositeltavaa tällaiseen korvaustapaan liittyvien epävarmuustekijöiden vuoksi. (15, s. 21.)

3.2 Alihankkijan valinta ja kelpoisuus

Destian ohjeistuksen mukaan toimittajien ja alihankkijoiden valinnassa ratkaisevia tekijöitä eivät ole pelkästään kustannukset, vaan erityistä huomiota tulee kiinnittää toimittajan referensseihin, luotettavuuteen ja soveltavuuteen kyseeseen kohteeseen. Alihankkijan kelpoisuus on aina varmistettava muun muassa tarkistamalla vaadittavat sertifikaatit, laadunvarmistussuunnitelmat sekä aiempien töiden onnistuminen. Alihankinnan valinta edellyttää monipuolista arviointia, on varmistettava taloudelliset ja operatiiviset toimintaedellytykset, sekä

toimittajan laadullinen ja tuotannollinen kapasiteetti. Lisäksi korostetaan eettisten toimintaperiaatteiden ja vaatimustenmukaisuuden noudattamista. Aikaisemat poikkeamat, reklamaatiot ja auditointien tulokset tarjoavat arvokasta tietoa toimittajan toiminnan luotettavuudesta. (16.)

3.3 Sopimus

Sopimuksissa keskeistä on, ketkä sopimuksen osapuolet ovat. Yritysten välisissä sopimuksissa ei ole yleistä lainsäädäntöä, joka määrää sopimuksen sisällöstä, vaan osapuolet voivat vapaasti sopia ehdoista. Sen sijaan kuluttajasopimukseen sovelletaan kuluttajansuojalainsäädäntöä. Tavara- ja konekaupassa noudatetaan kauppalakia. Kaikkia sopimuksia ohjaa oikeustoimilaki, ja sopimus-oikeudessa noudatetaan vakiintuneita periaatteita. Osapuolet voivat vapaasti päättää sopimuksen tekemisestä, sisällöstä ja muodosta. Sitova sopimus aiheuttaa velvollisuuden noudattaa ehtoja, ja ehtojen rikkominen voi johtaa vahingonkorvausvelvollisuuteen (12, s.13.)

Koska sopimuksen neuvottelemisen alusta lähtien on hidasta ja kallista, rakennusurakkasopimuksissa käytetään tavallisesti alan yhteisiä yleisiä sopimusehtoja, kuten YSE 1998-, KSE 2013- ja RYHT 2000 -ehtoja (17).

Sopimus, sen edeltävä prosessi ja siinä kirjatut asiat ovat yksi pääurakoitsijan tärkeimpiä keinoja ohjata aliurakoitsijoita. Tärkeimpiä sopimuksessa mainittavia asioita ovat esimerkiksi työvaiheiden välitavoitteet, tuotantonopeus ja laadunvarmistus. Kun sopimus on tehty, pääurakoitsija voi enää vaikuttaa aliurakoitsijan toimintaan vaatimalla, että työt tehdään sovitulla tavalla. (10, s. 42.)

3.4 Kustannusvalvonta ja työnseuranta

Nykypäiväistä kustannustenvälvontaa voidaan suorittaa tarkoitukseen suunnitelluilla digitaalisilla järjestelmillä, mistä halutut tiedot saadaan suoraan raporttina. Onnistuneen kustannusvalvonnan lähtökohtana on seuraavien kolmen pääperiaatteen selvittäminen. (10, s. 68.)

-Työn panoksia hankittaessa on pidettävä kiinni siitä, että ne vastaavat suunniteltua hintaa tai ideaalisesti tätä halvempia, esimerkiksi €/h tai €/metri (10, s. 35).

-Työsaavutus on määritelty ja se etenee vaaditulla tasolla, esimerkiksi metriä/päivä tai kpl/metri. Työsaavutusta on kaikkein kannattavinta seurata päivittäin ja asettaa sille yllä olevan kaltainen helposti määriteltävä ”yksikkö”. (10, s. 35.) Esimerkiksi ratarakentamisessa kiskojen asentamisen työsaavutuksena voitaisiin käyttää yksikköä metriä/päivä.

-Työsaavutus määritetään yleisten työsaavutustiedostojen avulla (esim. RT- ja Ratu-kortit tms.), toteutumatietojen avulla (esim. konekortit ja raportit) tai kokemusperäisesti arvioiden (10, s. 35). Useimmat yritykset myös keräävät toteuma tietoa urakan lopussa toteutettavan jälkilaskennan kautta. Jälkilaskennasta saadaan oikeasti toteutuneet kulut selville ja tätä tietoa voidaan käyttää seuraavien urakoiden laskennassa.

4 Alihankintojen johtaminen

Ratahankkeissa aliurakoitsijan ohjaus eroaa tavanomaisesta työmaasta, koska työn suoritus on sidottu lupiin, pätevyksiin ja radan käytön ehtoihin. Pääurakoitsijan tehtävä on varmistaa, että aliurakoitsijoiden osaaminen, pätevyudet ja resurssit vastaavat työympäristön vaatimuksia, ja että työ etenee ilman tarpeettomia keskeytyksiä. Johtaminen on käytännössä suunnittelun, selkeiden rajapintojen, jatkuvan ohjauksen sekä läpinäkyvän seurannan kokonaisuus. (16.)

4.1 Kulunvalvonta

Kulunvalvonnalla tarkoitetaan rakennustyömaalla liikkuvien ja työskentelevien henkilöiden valvontaa ja seurantaa, yleensä sähköisten järjestelmien avulla, kuten kulunvalvontalaitteiden ja henkilötunnisteiden avulla. Kulunvalvonta mahdollistaa työmaan työnjohdolle reaaliaikaisen tiedon siitä, keitä työmaalla työskentelee, sekä auttaa kokoamaan tiedot viranomaisraportointia varten. Kulunvalvontatietoja voidaan käyttää avuksi laskutuksen oikeellisuuden seuraamiseen ja mahdollisen perusteettoman laskutuksen paljastamiseen. Esimerkiksi aliurakoitsijan ilmoittamat työtunnit voidaan verrata kulunvalvonnan leimaustietoihin, ja mahdolliset ristiriidat voidaan käyttää näyttönä laskutuksen oikaisua vaadittaessa. (18.)

Sähköisestä kulunvalvonnasta on hyötyä myös lainsäädännöllisestä näkökulmasta. Verotusmenettelylain (1558/1995) 15 b §:n mukaan pääurakoitsijan tai muun päätoteuttajan on annettava kuukausittain Verohallinnolle tarpeelliset tiedot verovalvontaa varten työmaalla työskentelevistä työntekijöistä, itsenäisistä työnsuorittajista, työnantajista sekä vuokratyönteettäjistä. Työturvallisuuslain 52 b §:ssä säädetään päätoteuttajan velvollisuudesta pitää yhteisellä rakennustyömaalla työskentelevistä henkilöistä luettelo. Työntekijäluettelo on säilytettävä kuusi vuotta työmaan valmistumisen jälkeen.

Työaikatieto tarjoaa hyödyllisiä työkaluja työn tuottavuuden seurantaan ja kehittämiseen. Kun alihankkijoiden työajat tallentuvat järjestelmään tarkasti, on

mahdollista tarkastella jälkikäteen, kuinka paljon aikaa eri työvaiheisiin on käytetty ja miten työvoimaa on hyödynnetty. Voidaan vertailla suunniteltuja työtunteja toteutuneisiin, tunnistaa mahdollisia pullonkauloja ja löytää kehityskohteita. Kertynyttä työaikatietoa voidaan hyödyntää myös aikataulujen hallinnassa, nähdään helposti, onko jokin työvaihe vaatinut enemmän resursseja kuin ennakoitiin. Kertynyttä työaikatietoa voidaan hyödyntää myös aikataulujen hallinnassa, nähdään helposti, onko jokin työvaihe vaatinut enemmän resursseja kuin ennakoitiin. (19.)

4.2 Tiedonantovelvollisuus

Rakennusalalla tilaajilla ja päätoteuttajilla on lakisääteinen velvollisuus ilmoittaa säännöllisesti tietoja Verohallinnolle edistääkseen läpinäkyvyyttä ja vähentääkseen harmaata taloutta. Tiedonantovelvollisuuden keskeiset vaatimukset on koottu kuvaan 6. Kuukausittainen tiedonantovelvollisuus kattaa tiedot urakoista, joiden arvo ylittää 15 000 euroa. Päätoteuttajan tulee ilmoittaa työmaalla työskentelevistä henkilöistä kuukausittain riippumatta siitä, ovatko nämä työntekijöitä, vuokratyöntekijöitä tai itsenäisiä ammatinharjoittajia. Tilaajan tulee vaatia sopimuksen toiselta osapuolelta seuraavat tiedot, jotka eivät saa olla kolmea kuukautta vanhemmat ja ne on pyydettävä ja annettava ennen sopimuksen allekirjoitusta:(12, s. 39; 18.)

-Selvitys ennakkoperintärekisterimerkinnästä

-Selvitys työnantajarekisteristä

-Selvitys arvonlisäverovelvollisten rekisterimerkinnästä

-Kaupparekisteriote tai kaupparekisteristä muutoin saadut kaupparekisteriotetta vastaavat tiedot

-Selvitys siitä, ettei yrityksellä ole verovelkarekisteriin merkittyä verovelkaa tai viranomaisen antama selvitys verovelan määrästä

- Todistukset eläkevakuutusten ottamisesta ja eläkevakuutusmaksujen
- Suorittamisesta tai selvitys eräntyneiden eläkevakuutusmaksujen maksusopimuksesta
- Selvitys sovellettavasta työehtosopimuksesta tai keskeisistä työehdoista
- Todistus työntekijöiden tapaturmavakuutuksesta
- Selvitys työterveyshuollon järjestämisestä.



Kuva 5. Tiedonantovelvollisuus. (20)

4.3 Aikataulut

Onnistuneen hankkeen kannalta on äärimmäisen tärkeää yhteensovittaa alihankkijan aikataulu muuhun projektin aikatauluun. Aika, kustannukset ja laatu ovat keskenään vahvasti sidotut. Voidaan ajatella, että aikataulussa pysyminen mahdollistaa vaaditun laadun saavuttamisen poistamalla kiireen yhtälöstä. Kun

aikataulussa ja laadussa saavutetaan haluttu taso, johtaa tämä suoraan kustannustavoitteissa pysymiseen. Aikataulun venyessä koituu siitä luonnollisesti kustannuksia ja jos laatuvaatimuksia ei saavuteta, näkyy tämä kohonneina korjauskustannuksina. Käytännössä näistä asioista ei voi tinkiä. (21, s. 11.) Tehokas aikataulun valvonta edellyttää useiden eri menetelmien hyödyntämistä. Tuotannonohjauksen perustana on työmaan tilanteen tarkka tuntemus, ja tämän tilanteen ymmärtäminen puolestaan vaatii sen havainnollistamista. Siksi valvontavälineiden tulee olla visuaalisesti selkeitä ja tuotannonohjauksen läpinäkyvää. (22, s. 95.)

Tehtävän aikataulu ja sille osoitetut tavoitteet tai välitavoitteet tulisi käydä alihankkijoiden kanssa heti aloituspalaverissa. Yhteensovittaminen muiden töiden kanssa sekä mahdollisten ongelmien kartoittaminen ja ennaltaehkäisy on parasta tehdä tässä vaiheessa. Aikataulua valvotaan säännöllisesti, mielellään ainakin kerran viikossa. Mikäli aikataulu ei toteudu odotetusti, pidetään ohjauspalaveri työmaajohdon ja tehtävään liittyvien alihankkijoiden kanssa. Palaverissa selvitetään syyt ongelmille ja sovitaan korjaustavat. Tyypillisimpiä syitä ohjaustarpeelle ovat esimerkiksi liian hidaskäyttö tai nopea tuotanto, työn keskeytyminen, tehtäväkokonaisuus tai työmäärä muuttuu. (21, s. 4.)

Väyläviraston vuosittain julkaisema rautateiden verkkoselostus ja sen ratatyöliite ohjaavat pitkän aikavälin aikataulutusta. Erittäin suurista ja suurista kapasiteettirajoitteista ilmoitetaan jopa 24 kuukautta ennen aikataulukauden alkua, julkaisuja tarkennetaan säännöllisesti ja lisäksi kaudella on nimetyt tarkennusajankohdat, jolloin työrakojen voidaan vielä täsmätä. (23.) Päivä- ja viikkotasolla aikataulutusta kytketään liikenteenohjauksen lupamenettelyihin. Liikenneohjaajat turvaavat kulkuteitä, myöntävät ratatyölupia ja suojaavat työt mm. työkatkoilla tai muilla suojausmenetelmillä, mikä vaikuttaa suoraan vuorojen, resurssien ja välitavoitteiden suunnitteluun. Käytännön ohjaus edellyttää työkatkojen saatavuuden ja mahdollisten häiriöiden huomioimista. (24.)

4.4 Valvonta ja ohjaus

Valvo töiden toteutusta, aikataulua ja dokumentointia sekä yhteiskunnallisten ja lakisääteisten velvoitteiden hoitamista. Rautatieympäristössä alihankinnan ohjaus perustuu ensisijaisesti Väyläviraston turvallisuus- ja ratateknisiin ohjeisiin sekä liikenteenohjauksen menettelyihin. Työmaalla tehtävä ohjaus tulee sovitaa TURO-ohjeeseen ja RATO-sarjan ratateknisiin ohjeisiin, niiden noudattaminen on edellytys töiden toteutukselle.

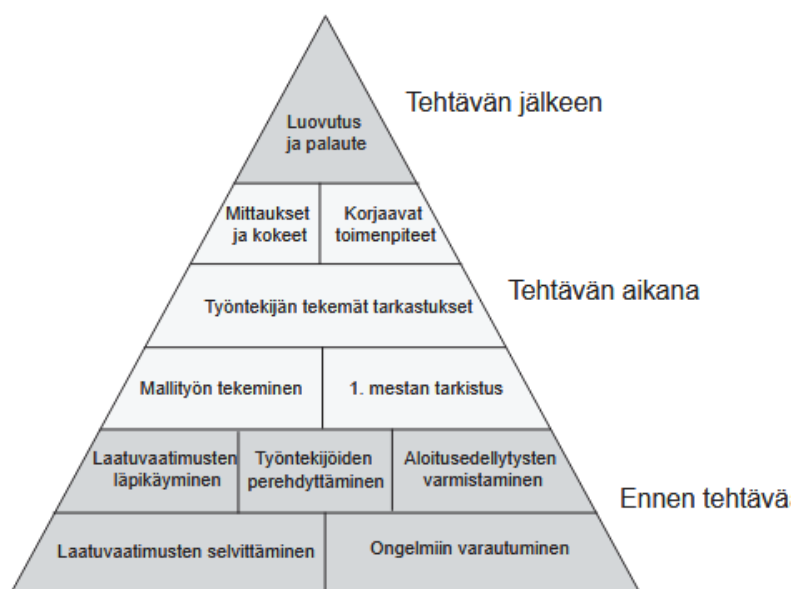
Alihankinnan ohjauksella ja valvonnalla varmistetaan sopimuksen mukaisen lopputuloksen saavuttaminen. Tavoitteena on vaikuttaa työn kustannuksiin, ajoitukseen, etenemiseen, laatuun ja turvallisuuteen. Ratarakentamisessa käytetään tuotantopanoksina konepalveluita, aliurakoitsijoita ja materiaalitilauksia. Alihankinnan ohjaustavoista on hyvä ymmärtää, että niitä sovelletaan eri tavalla riippuen siitä, millaisesta tuotantopanoksesta on kyse. (10, s. 70.)

Toteutuksen aikainen ohjaus perustuu pääurakoitsijan jatkuvaan seurantaan sekä aliurakoitsijan omaan valvontaan ja raportointiin. Raportoinnissa tärkeää on poikkeamien vaikutusten arviointi erityisesti urakkasopimuksen mukaiseen aikatauluun ja laatuun nähden. Lähtökohtaisesti molemmat osapuolet vastaavat ensisijaisesti omasta työstään ja pääurakoitsija puuttuu aliurakoitsijan toimintaan, mikäli havaitaan poikkeamia sovituista käytännöistä. Tavoitteena on ennaltaehkäistä häiriöitä tuotannossa ja estää mahdolliset laatuongelmat. Varsinainen ohjaus tapahtuu yhteisten kokousten ja katselmusten yhteydessä, joissa sovitaan toimenpiteistä poikkeamien varalta sekä varmistetaan aliurakoitsijan sujuva toiminta ja koko hankkeen laadukas toteutus suunnitelmien mukaisesti. (12, s. 67–68.)

4.5 Laadunvarmistus

Hankkeen laadunhallinnan tavoitteena on varmistaa, että lopputulos vastaa asetettuja laatutavoitteita. Laadunhallinta koostuu suunnittelusta, varmistuksesta ja ohjauksesta, ja se jakautuu suunnittelu- ja toteutusvaiheisiin.

Suunnitteluvaiheessa määritellään laatutaso ja vaatimukset, toteutusvaiheessa varmistetaan niiden täytyminen. Rakentamisessa laadunhallinta on erityisen haastavaa muun muassa kertaluonteisuuden, työntekijöiden vaihtelevan osaamisen ja olosuhteiden vuoksi. Virheiden korjaaminen on kallista ja vaikeaa sekä huono laatu voi viivästyttää hanketta. Näitä riskejä pyritään ehkäisemään laadunvarmistuksella, eli suunnitelluilla ja järjestelmällisillä toimenpiteillä, joiden avulla varmistetaan, että lopputulos täyttää vaatimukset ja poikkeamakustannukset minimoidaan. Työnaikaisen laadunvarmistuksen päävaiheet on havainnollistettu kuvassa 6. Tärkeää on muistaa, että laatu on aina työmaan vastavien käsissä, joten sen valvomisen täytyy olla jatkuvaa ja järjestelmällistä. Huomauta puutteista ja virheistä välittömästi ja vaadi korjaukset. Mikäli parannusta ei tule, reklamoi ja pysäytä. maksut kunnes asiat on hoidettu. (10, s. 37.) Laadunvarmistaminen ei voi nojata ainoastaan tarkastamiseen, vaan se edellyttää myös laatuvaatimusten täsmentämistä ja niiden kertomista työntekijöille sekä osapuolten yhteistoiminnan kehittämistä (10, s. 38).



Kuva 6. Työnaikainen laadunvarmistus (21, s. 21)

4.6 Laskutus

Laskujen oikeellisuus tulisi tarkastaa aina ennen laskujen maksamista. Olennaisinta on, että hankittu palvelu on sovitun mukainen ja maksuehto sopimuksen mukainen.

Urakoitsijalla on vastuu laskutuksensa riittävästä yksilöinnistä. Mikäli urakoitsija ei pysty esittämään riittävästi eriteltyä laskua, hän kantaa tästä aiheutuvan haitan. Korkeimman oikeuden ratkaisussa KKO 1995:139, urakoitsija kärsi haitan, koska oli ilmoittanut laskussa vain kokonaistuntimäärän ilman tarkempaa erittelyä. Tämän vuoksi laskun tulee olla selkeästi eritelty: siitä on ilmentävä muun muassa työtunnit, tuntihinnat, materiaali- ja muut kustannukset sekä mahdolliset yleiskulut ja kate. Välimiesoikeuden toimesta on myös todettu, että virheellisten palkkakustannusten kohdalla todistustaakka siirtyy urakoitsijalle. Yleisesti todistustaakka ja laskutuksen seuranta kuuluvat ensisijaisesti tilaajalle, mutta virhetilanteissa vastuu virheiden osoittamisesta siirtyy urakoitsijalle. Tästä syystä tilaajan tulee seurata laskutusta aktiivisesti, sillä pelkkä oletus virheestä ei riitä suojaamaan tilaajaa mahdollisilta haitoilta. (14, s. 55.)

5 Digitaaliset ratkaisut alihankinnan ohjaamiseen ja seurantaan

Rakentamisessa on ryhdytty koko ajan enemmän käyttämään digitaalisia ratkaisuja tuotannonohjauksen helpottamiseksi. Erilaisia digitaalisia ratkaisuja käytetään paljon helpottamaan eri rakentamisen osien seuraamista ja tehostamista. Esimerkiksi voidaan:

-seurata tehtyjä työtunteja,

-tehdä kulunvalvontaa,

-suorittaa perehdytyksiä,

-luoda tietomalleja

-valvoa työvaiheita

-tehdä aikataulu- ja talousseurantaa.

Rakentamisessa tärkein hyöty digitaalisista ratkaisuista on siis tiedonhallinnassa, kriittinen tieto on helpommin löydettävissä digitaalisena, kuin perinteisenä paperimappina ja työmaan reaaliaikainen seuraaminen päätteeltä helpottaa luomaan kokonaiskuvaa työnkulusta. (25,)

Destialla monet digitaaliset ratkaisut ovat jo arkipäivää. Digitalisaatio ei ole vain megatrendi, vaan älykkään tuotannon työkalu ja paremman tuottavuuden mahdollistaja. Se luo pohjaa uusille innovatiivisille ratkaisuille ja toiminnan kestäväälle parantamiselle. Tavoitteena on hyödyntää tietomalleja koko rakentamisen ketjussa suunnittelusta toteutukseen ja dokumentointiin. Paikannuksella varustetut työkoneet käyttävät tietomalleja rakentamisessa, ja reaaliaikainen data ohjaa tuotantoa. Drooneilla kerättävä kuva- ja pistedata tukee mallipohjaista prosessia mahdollistaen laadunvarmistuksen, työn etenemisen ja määrien seurannan sekä ajantasaiseen tilannekuvaan pohjautuvan päivittäisen

työnsuunnittelun. Erityisenä tavoitteena on ollut myös teollisen valvomo ideologian soveltaminen rakennustyömailla luomalla projekteista tilannekuvaratkaisu. tilannekuvaratkaisu hyödyntää monipuolisesti eri lähteistä tuotettavaa tietoa ja on joustavasti räätälöitävissä eri tarpeisiin. Tiedolla johtaminen auttaa kokonaiskuvan ymmärtämisessä ja tehostaa ongelmien nopeaa havaitsemista, päätöksentekoa sekä resurssien optimointia. (26.)

5.1 Käytössä olevat järjestelmät

Opinnäytetyössä tutustuttiin viiteen eri, jo jossain muodossa Destialla käytössä olevaan järjestelmään, joiden ominaisuuksissa nähtiin potentiaalia parantaa tai ratkaista ratarakentamisessa käytetyn alihankinnan käytössä törmättyihin ongelmiin. Järjestelmiin tutustuttiin verkosta löytyvällä materiaalilla, itse kokeilemalla, sekä pääkäyttäjiä ja käyttökokemusta omaavia henkilöitä haastatteleamalla.

5.1.1 Mapon

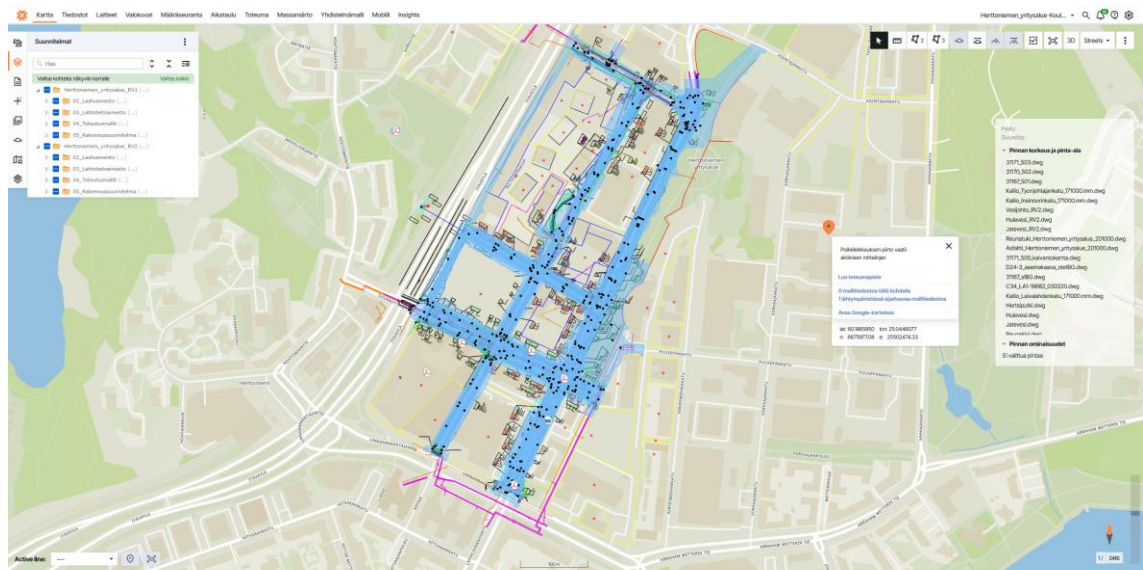
Mapon tarjoaa rakennusalan yrityksille kokonaisvaltaisen kalustonhallintaratkaisun, joka tukee erityisesti kustannusten hallintaa, omaisuuden turvaamista, kaluston ylläpitoa ja työntekijöiden hallintaa. Järjestelmän avulla voidaan kerätä ja hyödyntää seurantatietoja, kuten polttoaineenkulutusta ja työtunteja, joiden avulla tarkat kustannusarviot ja kirjanpito on mahdollista toteuttaa tehokkaammin. Kaluston käyttötiedot mahdollistavat huoltojen ennakkoinnin ja seisokkien vähentämisen, mikä parantaa kaluston käyttöastetta. Työntekijöiden hallinta helpottuu järjestelmän tarjoamien työajanseuranta-, ajotapa-analyysi- ja viestintäominaisuuksien ansiosta, mikä parantaa myös työmaan päivittäistä projektinhallintaa. (27.)

Mapon on pääasiassa kalustonseurantajärjestelmä ja moni sen ominaisuuksista keskittyy tähän kokonaisuuteen. Järjestelmässä on tutkimuksen ongelmien ratkaisuun sopivia ominaisuuksia esimerkiksi työaikaseuranta ja reaaliaikainen paikannus. Monet sen ominaisuuksista saattavat jäädä tarpeettomiksi

ratarakentamisessa käytettynä ja on sen todellista soveltuvuutta mahdollonta arvioida ilman kokeilemista käytännössä.

5.1.2 Infrakit

Infrakit on suomalainen pilvipohjainen alusta, joka tukee infrahankkeiden hallintaa digitaalisesti. Kuvassa 7 sovelluksen yleisnäkymä. Infrakit toimii reaaliaikaisena yhteistyöalustana tilaajille, urakoitsijoille, suunnittelijoille ja mittajille mahdollistaen tiedon sujuvan jakamisen ja mallipohjaisen rakentamisen. Infrakit yhdistää eri järjestelmien ja työkaluiden tuottaman datan samaan käyttöliittymään, mikä parantaa työmaan läpinäkyvyyttä, vähentää virheitä ja tukee päätöksentekoa. Sen avulla voidaan tehostaa projektien ohjausta ja valvontaa, mikä auttaa aikataulujen, kustannusten ja laadun hallinnassa. (28.)



Kuva 7. Infrakit yleisnäkymä. (29)

Destialla Infrakit on käytössä lähes jokaisella projektilla. Sen avulla seurataan esimerkiksi tietomallien toteumaa. Tietoa tallennetaan digitaaliseen muotoon kaikkien rakentamisen osapuolien tarkkailtavaksi, mm. työkaluiden toteumapisteet voidaan tarkistaa ja hyväksyä sovelluksen kautta ja kohteista otetut valokuvat voidaan sijoittaa suoraan kartalle siihen kohtaan mistä ne on otettu.

Valokuvia voidaan myöhemmin käyttää laaduntoteamiseen, erityisesti piiloon jäävien rakenteiden kanssa. Droonikuvista voidaan alustalle tehdä tausta- ja ortokarttoja, mitkä helpottavat työmaan seuranta.

5.1.3 Zeroni

Zeroni on suomalainen digitaalinen palvelualue, joka on suunniteltu erityisesti rakennusalan ja teollisuuden hankkeiden työvoiman ja työmaiden hallintaan. Palvelun tarkoituksena on tehostaa työmaan hallintaa, sujuvoittaa työntekijöiden perehdytystä ja parantaa turvallisuutta sekä lainsäädännön noudattamista.

Zeroni mahdollistaa urakoitsijoiden ja työntekijöiden hallinnan siten, että työmaalle osallistuvien tahojen taustatiedot ja tilaajavastuulain mukaiset velvoitteet voidaan tarkistaa ja varmistaa jo ennen työmaan aloitusta. Digitaalisen onboarding-prosessin avulla työntekijöiden ilmoittautuminen ja perehdyttäminen voidaan toteuttaa etukäteen sähköisesti, mikä lyhentää työmaan aloitusaikoja ja vähentää työmaatoimistojen kuormitusta. Turvallisuusjohtamisen tueksi Zeroni tarjoaa ratkaisuja, joiden avulla vaarallisten töiden luvat ja muut turvallisuusasiakirjat voidaan hallinnoida järjestelmällisesti ja yhdenmukaisesti. Aiheen kannalta tärkeimpinä ominaisuuksina ovat kulunvalvontajärjestelmä, jolla seurataan työmaan sisään- ja uloskirjautumisia, sekä työajanseuranta, joka tukee tuntikirjausten ja laskutuksen tarkkuutta. Kaikki kerätty tieto kootaan yhteen analysoitavaan muotoon, mikä mahdollistaa työmaan tehokkuuden ja turvallisuuden jatkuvan kehittämisen. (30.)

5.1.4 Fluent Kunto

Fluent Kunto on paikkatietopohjainen toiminnanohjausjärjestelmä, joka on suunniteltu erityisesti katujen ja teiden kunnossapidon hallintaan. Järjestelmä palvelee kuntia, kaupunkeja ja urakoitsijoita tarjoamalla työkalut kunnossapitotöiden suunnitteluun, toteutukseen, valvontaan ja raportointiin yhdellä alustalla. Järjestelmä mahdollistaa urakkalaskennan, reittisuunnittelun ja aikataulutuksen. Työn

etenemistä voidaan seurata reaaliajassa mobiilisti tai työasemalta, ja työraportit voidaan välittää suoraan ulos. (31.)

Kunto voisi sopia moniltakin ominaisuuksiltaan ratarakentamiseen. Kyseessä on kokonaisuuden kattava tuotannonohjausjärjestelmä. Järjestelmän käyttöönotto vaatisi paljon koulutusta työnjohdolle sen laajan kokonaisuuden vuoksi. On myös tärkeää ymmärtää, että järjestelmä on rakennettu kunnossapitoa varten ja monet sen ominaisuuksista on suunniteltu sen pohjalta. Tämän vuoksi käyttöönotossa voi mahdollisesti törmätä moneen ennalta arvaamattomaan ongelmaan. Järjestelmää tulisi kokeilla jossain ratarakentamisen projektissa, ennen kuin sen hyödyllisyyttä voitaisiin todella arvioida. Kokemukset järjestelmän käytöstä kunnossapidon puolelta olivat todella positiivisia ja se on laajasti käytössä. Kunto voisikin toimia jonkinlaisena ”pohjana” erilliselle tuotannonohjausjärjestelmälle ratarakentamiseen. Kuntoa on myös pilotoitu radankunnossapidon puolella, mutta tulokset jäivät vähäisiksi.

5.1.5 Kaltiot Smart Tracker

Kaltiot Technologies Oy:n kehittämä Kaltiot Smart Tracker on nykyaikainen IoT-pohjainen seuranta- ja olosuhdevalvontajärjestelmä. Smart Tracker -ratkaisu perustuu langattomiin antureihin, jotka keräävät reaaliaikaista tietoa työmaaolosuhteista, kuten lämpötilasta, kosteudesta, ilmanlaadusta ja laitteiden käyttöasteesta. Kuvassa 6 ajoneuvoon kytkettävä GPS paikannin. Tiedot siirtyvät automaattisesti pilvipalveluun, jossa niitä voidaan tarkastella visuaalisessa muodossa eri päätelaitteilla. Tämä mahdollistaa työnjohdolle luotettavan ja ajantaisaisen näkymän työmaan tilanteeseen myös ilman fyysistä läsnäoloa. Kaltiot ratkaisut ovat yhteensopivia muiden rakennusalan käytössä olevien ohjelmistojen kanssa, erityisesti laajasti käytetyn Infrakitin kanssa, mikä mahdollistaa niiden integroinnin osaksi suurempaa tuotannonohjauksen kokonaisuutta. (32.)

Destialla tällaisia seurantalaitteita on ryhdytty kokeilemaan kuluneen vuoden aikana, pääosin kaluston seurantaan. Tavoitteena on, että kaikki uudet työkoneet ja aliurakoitsijoiden ajoneuvot varustettaisiin sensoreilla. Kokemukset kokeilujen

pohjalta ovat olleet pääosin positiivisia, mutta vastustustakin on ollut, osa käyttäjistä on kokenut tämänkaltaisen seurannan olevan liian ”kyttävää”.



Kuva 8. Teltonika FMP100, ajoneuvon GPS jäljitin. (33)

6 Haastattelut

Opinnäytetyötä varten suoritettiin 12 haastattelua. Haastattelut kohdistettiin Destian projektinjohtoon ja keskityttiin erityisesti ratarakentamisen yksiköihin. Haastateltavina oli työpäälliköitä, työmaapäälliköitä, työnjohtajia ja työmaainsinöörejä sekä järjestelmävastaavia. Haastattelut tehtiin teemaahaastatteluina, eli niitä ei sidottu suoriin kysymyksiin vaan esitetyt kysymykset sidottiin teemoihin ja ne saattoivat vaihdella haastateltavan mukaan. Haastattelun teemat olivat seuraavat:

- Alihankinnan yleiset toimintamallit ja käytännöt
- Työn ohjauksen ja valvonnan menetelmät
- Tuntityön seuranta ja laskutuksen luotettavuus
- Digitaalisten järjestelmien hyödyntäminen
- Yhteistyö, palaute ja sitouttaminen
- Laadunvalvonta ja dokumentointi.

Haastattelujen tarkoituksena oli selvittää mitä ongelmia ja kehityskohteita alihankinnan seuraamisessa ja ohjaamisessa löytyy ratarakentamisessa ja voitaisiinko näihin vaikuttaa jo nykyisillä olemassa olevilla järjestelmillä tai toimintatapojen parantamisella. Haastatteluissa myös selvitettiin nykyisiä käytössä olevia järjestelmiä ja menetelmiä aiheeseen liittyen sekä pohdittiin kokonaan uuden, kokonaisuuden kattavan järjestelmän käyttöönottoa ja mitä sellaiselta toivottaisiin.

6.1 Käytettävä alihankinta

Haastattelujen perusteella todettiin, että suuri osa ratarakentamisessa käytettävästä alihankinnasta tehdään tuntitöinä, tarkkoja lukuja ei ollut saatavilla, mutta

määräksi arvioitiin noin 80 prosenttia. Pääosin nämä olivat konevuokria, missä kone ja kuljettaja toimivat suoraan toimeksiantajan työnjohdon alaisuudessa, myös vuokratyövoimaa käytettiin ajoittain. Kokonais- ja yksikköhintaurakat olivat huomattavasti pienemmässä roolissa.

Aliurakoitsijan valinnassa tärkeäksi seikaksi nousi luotettavuus, ja valintaan ei vaikuttanut pelkkä hinta, vaan hyvät aikaisemmat kokemukset nostettiin etusijalle, kohtuuden rajoissa. Vaikka alihankkijoina pyrittiinkin käyttämään paljon entuudestaan hyväksi koettuja toimijoita, nosti moni haastateltava esiin ongelmaksi sen, että ratatyötä tehtiin laajasti eri puolella Suomea ja ratatöihin erikoistuneita alihankkijoita on tarjolla suhteellisen vähän. Tämän takia valinnanvaraa ei usein ollut ja jouduttiin ottamaan mitä saatiin.

6.2 Yhteistyö ja sitouttaminen

Kaikki haastateltavat tunnistivat yhteistyön ja sitouttamisen tärkeyden aliurakoinnin onnistumisessa, mutta useimpien mielestä tässä olisi vielä parannettavaa. Ongelmana nähtiin, että vaikka yritysjohdolla olisi yhteisymmärrys tavoitteista, yksittäisille työntekijöille ne eivät aina välity. Ehdotettiin, että sitoutumista voitaisiin vahvistaa ottamalla aliurakoitsijat mukaan työnsuunnitteluun, erityisesti aikataulujen ja työjärjestelyjen laatimiseen. Tämä nähtiin mahdollisuutena lisätä urakoitsijoiden vastuuntuntoa ja parantaa työn sujuvuutta. Useat haastateltavat toivat esiin myös tarpeen kehittää palautekulttuuria, jos palautetta annetaan, on se usein ainoastaan negatiivista. Todettiin, että avoin vuoropuhelu ja säännöllinen palaute voisivat lisätä ymmärrystä odotuksista ja parantaa työmotivaatiota.

6.3 Työnseuranta

Haastatteluiden mukaan työnseuranta perustuu nykyisillään pääosin silmämääräisen katselmointiin, työnjohto siis menee ehtiessään paikanpäälle katsomaan miten työt etenevät. Ratatöissä kaikki haastateltavat kokivat tämän haasteelliseksi työmaiden laajuuden ja hajanaisuuden vuoksi, välimatkat saattoivat olla useita kilometrejä työpisteiden välillä. Mitään systemaattista tai automatisoitua

seurantaa ei useimmilta työmailta löydy. Monessa haastattelussa todettiin myös resurssipulan vaikeuttavan seurantaa huomattavasti, työnjohtoa ei yksinkertaisesti ole tarpeeksi kentälle. Alihankkijoiden osalta tämä toimi hyvin vaihtelevasti, todettiin, että osa pystyi toimimaan hyvinkin itsenäisesti ja suorittamaan työnsä, mutta osa olisi tarvinnut aktiivisempaa valvontaa ja ohjaamista. Varsinkin suuremmilla työmailla oli havaittu tilanteita, missä osa alihankkijoista tulee ja menee ilman tarkkaa kontrollia.

Reaaliaikaiseen seurantaan suhtautuminen oli varovaista, mutta sen käytössä nähtiin mahdollisuuksia, juuri ratatyömaiden piirteiden vuoksi voisi se keventää työnjohdon taakkaa vähentämällä fyysisten työmaakerroksien määrää. Moni haastateltava piti reaaliaikaista seurantaa hyödyllisenä myös silloin, kun epäillään työn tehokkuutta tai laskutuksen paikkansapitävyyttä. Reaaliaikaisessa seurannassa nähtiin myös ongelmia. Moni haastateltava oli huolissaan, että työnseuranta muuttuu ”kyttäämiseksi”, mikä taas vaikeuttaa yhteistyötä aliurakoitsijan kanssa ja vaikuttaa negatiivisesti työmoraalin.

6.4 Työntehokkuus

Kaikki haastateltavat totesivat työntehokkuuden olevan hyvin riippuvainen käytettävästä aliurakoitsijasta. Toiset olivat hyvinkin tehokkaita ja hommat saatiin tehtyä ajallaan, mutta toisia taas sai olla koko ajan ohjaamassa tai patistamassa töihin.

Kaikissa haastatteluissa toistui selvä havainto, tuntiperusteinen laskutus ei ohjaa alihankkijaa tehokkaaseen työskentelyyn, vaan päinvastoin se saattaa jopa passivoida työpanosta, erityisesti projektin loppuvaiheessa. Haastateltavat kuvasivat havainneensa usein toistuvan ongelman, jossa alihankkijoiden työtahti hidastuu selvästi, kun työt alkavat olla valmiita. Jos seuraavaa työkeikkaa ei ole tiedossa, ei urakoitsijalla ole taloudellista motivaatiota saada nykyistä urakkaa valmiiksi nopeammin, kun tulot perustuvat täysin projektissa vietettyyn aikaan. Työnseuraamisen haasteiden koettiin myös edesauttavan ongelmaa ja siihen ei ehditä aina reagoimaan ajoissa, mikä on joissain tapauksissa aiheuttanut

projektille aikataulullisia ongelmia. Alihankkijan tehokkuuden arviointi jää usein työnjohdon silmämääräiseksi tehtäväksi, ilman järjestelmällistä dataa.

Haastatteluissa kannustimien käyttö työn tehostamiseen sai vaihtelevan vastaanoton. Useimmat haastateltavat suhtautuivat ajatukseen varovaisen myönteisesti, mutta nostivat esiin myös käytännön haasteita ja riskejä. Kannustimia pidettiin toimivina selkeästi rajatuissa ja toistuvissa tehtävissä, joissa tulos on helposti mitattavissa. Ongelmina olivat esimerkiksi se, että kannustimet aiheuttivat turhaa kiirehtimistä laadun kustannuksella ja usein lopputuloksena syntyneet siivous- ja korjaustyöt söivät saavutetun hyödyn. Osa haastateltavista oli myös huolissaan siitä, että tällaisesta menettelystä syntyy oletus ja aina pitäisi olla tarjoamassa jotain lisää.

6.5 Laskutuksen ja työsaavutuksen välinen epäselvyys

Jokaisessa haastattelussa tunnisteiden ongelmaksi epäselvyys tehdyn työn ja laskutuksen välillä. Tuntiperusteisen työn seuranta koettiin epäluotettavaksi, työntekijöitä tulee ja menee ilman tarkkaa kontrollia, ja laskutettavat tunnit voivat poiketa tehollisesta työajasta. Ongelman laajuuden tunnistaminen vaihteli haastateltavien kesken pitkälti heidän roolinsa mukaan. Esimerkiksi työpäällikkö näki tilanteen paljon merkittävämpänä kuin työnjohtaja.

Useimmissa tapauksissa alihankkijat ilmoittivat tehdyt työtuntinsa paperisilla tuntilappuilla, mitkä työnjohto kuittasi. Tuntilappujen toimittamiselle ei kaikissa tapauksissa ollut sovittu tarkkaa yhteistä linjaa, mutta yleisesti todettiin, että olisi hyvä, jos tuntilaput toimitettaisiin jokaisen viikon loppuun mennessä, mutta kaikki haastateltavat tunnistivat tässä tapahtuneen paikoittain ongelmia, esimerkiksi myöhässä toimitettuja lappuja tai välillä niitä ei toimitettu ollenkaan. Tuntilappujen dokumentoinnissa oli ongelmia ja ne saattoivat välillä hukkaa ”paperivuorien” alle. Tuntilappujen kirjaukset koettiin usein epäselviksi tai riittämättömiksi. Tuntilaput ovat usein käsin kirjoitettuja, epäselviä ja niistä voi puuttua tärkeitä tietoja. Ne eivät esimerkiksi usein sisältäneet ollenkaan tietoa työn

sisällöstä tai työvaiheista, mikä erityisesti vaikeuttaa työsaavutuksen ja tehtyjen tuntien vertailua laskutukseen.

Laskutuksen vertaaminen työsaavutukseen koettiin usein hankalaksi. Laskuissa saatettiin veloittaa esimerkiksi 10 tuntia päivältä, mutta työnjohto ei ollut kyennyt todentamaan tällaista vastaavaa työsaavutusta. Laskut saattoivat tulla useiden viikkojen viiveellä, mikä johti siihen, että koettiin vaikeaksi muistaa mitä oli tehty tai kuka oli ollut paikalla ja laskuja päädyttiin hyväksymään pitkälti muistin varassa. Osa haastateltavista tunnisti, että sopimuksissa löytyy maininta laskutusrajoista, esimerkiksi 30 päivää työn päättymisestä, mutta tällaisten ehtojen noudattamista ei käytännössä valvottu läheskään tarpeeksi. Laskujen kirjaukset nähtiin usein epäselvinä, esimerkiksi laskussa saattoi olla vain pelkkä kokonaiserä ilman erittelyä tekijöistä ja heidän tekemistään tunneista, paikoista tai työvaiheista. Ääriesimerkkinä annettiin puolen miljoonan euron lasku yhdellä rivillä ilman tarkempaa selitystä.

Poikkeuksiakin löytyi. Osassa projekteja oli jo käytössä Zeronin digitaalinen tuntiappujärjestelmä ja kokemukset olivat olleet erittäin positiivisia. Ratkaisusta oli ollut jo paljon hyötyjä juuri laskutuksen läpinäkyvyyteen ja todentamiseen.

6.6 Järjestelmät

Haastateltavat totesivat sähköisten järjestelmien käytön aliurakoinnin ohjauksessa olevan pääosin vähäistä. Vaikka järjestelmät, kuten Infrakit ja Zeroni, olivat useimmille tuttuja, niitä hyödynnettiin melko vähän, esimerkiksi Infrakittiä oli parin haastateltavan toimesta käytetty epäselvän laskutuksen tarkistamiseen tai suurissa massansiirroissa määrrien seuraamiseen. Zeronia oli tietyissä projekteissa alettu käyttämään digitaalisten tuntiappujen tekemiseen. Useampi haastateltava koki, että järjestelmiä on liikaa ja niiden käyttämiseen ei ole riittävää osaamista. Myös järjestelmien ominaisuudet ja toiminnallisuudet olivat hyvin epäselviä useimmille haastateltaville.

Kokonaan uuden järjestelmän hankkimiseen suhtauduttiin varauksellisesti, mutta samalla nähtiin myös potentiaalisia hyötyjä. Toivottiin, että sellaisella ratkaistaisiin todellisia ongelmia ja se olisi käytännössä hyödyllinen, esimerkiksi yhdistämällä työajanseurannan, laskutuksen, työn etenemisen ja valokuvadokumentoinnin samaan näkymään. Myös käyttöliittymän selkeys ja helppous nähtiin tärkeinä piirteinä.

6.7 Yksittäiset nostot

6.7.1 Koulutus

Kaikki haastateltavat olivat sitä mieltä, että alihankinnan ohjaamisen ja seuraamisen laajan kokonaisuuden vuoksi voisi koulutusta aiheeseen olla enemmän tarjolla. Tunnistettiin, että työnantajalla on paljon hyvää koulutusmateriaalia tarjolla, mutta järjestettävät tilaisuudet usein osuvat rakentamiskaudelle ja niihin ei yksinkertaisesti ole aikaa osallistua. Toivottiin myös, että koulutustilaisuudet olisivat enemmän paikan päällä järjestettyjä, kuin Teamsin välityksellä järjestettyjä ”kalvosulkeisia”.

6.7.2 Laatu

Haastateltavat olivat yleisesti tyytyväisiä aliurakoitsijoiden tuottamaan laatuun. Laatu vaihteli paljolti eri aliurakoitsijoiden välillä. Laadun tarkkailu perustui pitkälti työnjohdon paikalla suorittamiin mittauksiin. Suurimmat ongelmat tarkkailussa olivat piiloon jäävät rakenteet, joita oli välillä jäänyt dokumentoimatta. Kuvien ottaminen työvaiheista nähtiin tärkeänä, mutta käytännöt ovat puutteellisia ja epäjärjestelmällisiä.

7 Tulokset

7.1 Epäselvyydet laskutettavissa tunneissa

Tämä asia tuli eteen lähes jokaisessa haastattelussa. Kaikki tämän ongelman tunnistanee eivät pitäneet sitä kuitenkaan erityisen korostuneena, mutta tunnistivat kuitenkin sen olemassaolon. Ongelman tunnistamiseen varmasti vaikutti haastateltavan rooli, työnjohtaja ei käsittele laskuja välttämättä samasta näkökulmasta työpäällikön kanssa. Toisaalta nykyiset työnseurantamenetelmät saattavat tehdä tästä hieman vaikeasti tunnistettavan. Ongelman juurisyynä voidaan pitää vanhentunutta työnseurantaa. Työntekijät tuovat paperiset tuntilappunsa työnjohdolle kuitattavaksi sovitun ajan välein, yleensä viikko. Tuntilappuun on merkitty yleensä päivämäärä, tehdyt tunnit ja yksinkertainen, ei kovin tarkka työnkuvaus. Seuranta itsessään perustuu hyvin pitkälti ”silmällä nähtäviin” satunnaisiin työmaakerroksiin työnjohdon toimesta. Ratatyön piste-mäiset ja laajat työalueet sekä haastatteluissa mainitun resurssipulan vuoksi tämä ei ole hirveän tehokas valvontakäytäntö ja luo mahdollisuudet prosessin väärinkäytölle, koska ilmoitetuille tunneille ei löydy konkreettista dataa vertailua varten.

Laskutuksessa pitäisi aina vaatia erittelyä tehdystä tunneista ja epäselvät laskut tulisi reklamoida pienellä kynnyksellä. Hyvänä kehitysideana yhdessä haastattelussa mainittiin Destian laskutusohjeen päivittämistä sellaiseksi, että siinä selkeästi kerrotaisiin vaaditut kriteerit hyväksytyille laskulle.

Asiaa voitaisiin helposti ainakin parantaa jo nykyisin käytössä olevilla järjestelmillä. Zeronin käyttäminen ja järjestelmän ymmärtäminen olisi jo iso askel oikeaan suuntaan parantamaan tehtyjen töiden läpinäkyvyyttä. Zeronissa pystytään ottamaan käyttöön työntekijöiden leimausjärjestelmä, mikä on yleisesti muussa teollisuudessa paljolti käytetty työajanseurantamenetelmä. Zeronissa voidaan luoda työmaasta tai työkohteista suoraan digitaaliselta kartalta rajattu alue, missä leimaamisen tulee tapahtua. Työntekijä leimaa itsensä sisään mobiililaitteella työpäivän alkaessa ja päättyessä. Työntekijän tunnit tallentuvat

järjestelmään, minkä jälkeen työntekijä tekee järjestelmässä digitaalisen tuntilappun, mikä hyväksytään työnjohdon toimesta. Järjestelmään voidaan myös antaa käyttöoikeus suoraan alihankkijalle, joka voi luoda laskut suoraan järjestelmästä tehtyjen tuntilappujen pohjalta. Projektin laskut myös saadaan automaattisesti tulemaan järjestelmään, mikä mahdollistaa vaivattomamman vertailun laskutetun ja tehtyjen tuntien välillä. Järjestelmä ei toki ole ”pomminvarma”, mutta iso askel kohti järjestelmällisempää valvontaa. Alihankkijoiden näkökulmastakin tämänkaltaisen valvontaympäristön luominen voi kitkeä ainakin suurimmat mielihalut prosessin väärinkäyttämisestä.

Yksi haastateltava totesikin heillä olevan Zeronin digitaalinen tuntilappujärjestelmä käytössä, mutta leimausjärjestelmää ei ollut vielä kokeiltu. Ominaisuuteen suhtauduttiin kyllä mielenkiinnolla ja siinä nähtiin potentiaalia ratkaisemaan karitettuja ongelmia, mutta pelättiin sen pilaavaan työilmapiiriä. Haastateltava koki myös olevansa hieman yksin järjestelmän käyttämisen kanssa ja tämän vuoksi hankalaksi vaatia sen laajempaa käyttöönottoa. Mielestäni Zeronin leimaus- ja tuntilappujärjestelmä olisi hyvä ottaa yleiseksi tavaksi ja vaatia sen käyttöä jokaiselta tuntiöissä toimivalta alihankkijalta, jotta sen käyttäminen ja hyödyntäminen ei jäisi yksittäisten henkilöiden vastuulle.

Käyttöilmoitukset, jotka ovat laskutuksen perusteena, tulee toimittaa sovittuina aikoina tilaajan edustajalle hyväksymistä varten. Yrittäjän tulee huolehtia siitä, että kuljettaja täyttää työvuoroittain koneen tai ajoneuvon käyttöilmoituksen, johon kirjataan työtä koskevat tiedot. Osapuolet voivat sopia myös muunlaisesta koneen tai ajoneuvon käytön ja työajan seurannasta. (33.)

Järjestelmä tulisi ottaa käyttöön koko konsernin tasolla. Ongelmia voi syntyä, jos järjestelmän käyttö jää yksittäisten projektien tai henkilöiden vastuulle. Rata-toissa on haastatteluiden mukaan pienet piirit ja eri johtajilla saattaa löytyä ns. ”luottoporukkaa”. Tällainen järjestely yhdistettynä alihankkijan kannalta ”epäedullisen” järjestelmän käyttöön voi johtaa syrjimiseen ja kyseisen johtajan projektien välttelyyn, eli tarvittavan työvoiman hankkiminen voi hankaloitua. Destian

ollessa kuitenkin konsernitason suuri työllistäjä, ei alihankkijoille käytännössä jää varaa valita ja uudenlainen järjestelmä ja sen käyttö on vain hyväksyttävä.

7.2 Valvonnan kehittäminen

Työn seuranta on epäluotettavaa, työntekijöitä tulee ja menee ilman tarkkaa kontrollia

Ratatyömaiden valvonta oli jokaisen haastateltavan mielestä hankalaa. Työnjohdolla ei ole tarpeeksi resursseja tai aikaa valvoa työkohteita tarpeeksi. Tilannetta voitaisiin helpottaa pyrkimällä reaaliaikaisempaan seurantaan. toteutettu seuranta voi myös parantaa töiden suunnittelua ja dokumentointia. Reaaliaikainen tieto työn etenemisestä auttaa tunnistamaan viiveet ja pullonkaulat sekä sen tuottamaan dataa voidaan käyttää laskutuksen ja tehdyn työn vertailussa. Ideaalitulanteessa seurantatieto vapauttaa työnjohdon aikaa keskittyä tärkeämpiin tehtäviin kuin jatkuva paikalla olo

Joillakin projekteilla kokeiltuja Kalliot IoT -sensoreita voisi harkita käytettäväksi. Edulliset ja erityisesti helppokäyttöiset sensorit voidaan asentaa aina työkohteesta työntekijään. Sensoreilla saadaan tietoa sijainnista, käyttöasteesta, päästöistä jne. Sensorien tieto saadaan suoraan näkyviin useimmille tuttuun ja laajasti käytettyyn Infrakittiin. Tämä yhdessä Zeronin kanssa luo jo hyvinkin vertailukelpoisen ympäristön laskutuksen oikeellisuuden tarkistamiselle. Myös työn yleinen seuraaminen muuttuu paljon selkeämmäksi, varsinkin kun puhutaan laajoista ratatyömaista sekä ongelmista niiden valvonnan kannalta.

Haastatteluissa reaaliaikaiseen seurantaan suhtauduttiin varauksella ja nähtiin siinä monia negatiivisia puolia. Tutkimukset aiheesta osoittavat nämä ainakin osittain todeksi. Liiallinen valvonta voi heikentää luottamusta sekä työntekijän ja työnantajan välistä suhdetta, työmoraaali ja sitoutuminen voivat kärsiä sekä stressi ja henkinen kuormitus kasvavat. Valvotut työntekijät tuntevat muita useammin, etteivät he ole tärkeitä tai arvostettuja. tämä johtaa helposti motivaation laskuun. Moni työntekijä saattaa kokea, ettei häneen luoteta ja vastavuoroisesti

hänen luottamuksensa työnantajaan heikkenee. (35.) Toisaalta reaaliaikainen seuranta on jo nykyisillään arkipäivää erityisesti työkoneiden käyttämien tietomallipohjaisten koneohjausjärjestelmien kautta. Ratarakentamisessa tällaisten järjestelmien omaavien työkoneiden käyttö on kuitenkin vielä suhteellisen vähäistä, koska tarvetta tietomallipohjaiselle konetyölle ei ole ollut samalla tavalla kuin perinteisemmässä maanrakennuksessa. Reaaliaikaisen seurannan hyödyt voivat olla suuret, mutta sen toteuttamista ja käytön laajuutta tulee miettiä tarkasti. Parhaissa tapauksissa reaaliaikainen seuranta voidaan valjastaa yhteistyössä työntekijöiden kanssa parantamaan tuottavuutta, turvallisuutta ja työn läpinäkyvyyttä, ilman että työpaikan ilmapiiri kärsii. Tämä edellyttää, että seuranta ei muutu yksittäisten työntekijöiden "kyttämiseksi" vaan toimii ennemminkin apuvälineenä luomaan selkeämpää työmaan kokonaiskuvaa.

7.3 Tuntitöiden tehostaminen kannustemallilla

Haastatteluista nousi esiin tuntityöläisten motivaation pettäminen projektin loppuvaiheissa. Mikään ei kannusta aliurakoitsijaa saamaan projektia maaliin, kun tulot perustuvat täysin projektilla vietettyyn aikaan. Projektin valmistuminen voi luoda jossain tapauksissa epävarmuutta tuloista aliurakoitsijalle. Työnantajalle tämänkaltainen käytös näkyy aikataulullisina ja taloudellisina ongelmina, eli osapuolien intressit saattavat helposti olla ristiriidassa. Kannustimia oli haastatteluiden perusteella kokeiltu vaihtelevin tuloksin. Ongelmia oli syntynyt liiasta kiirehtimisestä ja niistä syntyvistä jälkitöistä. Ongelmien perusteella tulisi mielestäni kokeilla kannustinmallia, missä ylimääräiset palkkiot sidotaan aikatauluun, eikä vain määrälliseen tuotantoon. Määriin sidottujen kannustimien määrittely voi olla ratarakentamisessa monesti hankalaa, eikä sitä voida käyttää jokaiseen työvaiheeseen. Sopimusten kannalta voidaan tietysti järjestää malli, missä suoritepohjaisesta työstä siirrytään aikaperusteiseen tilanteen vaatiessa. Itse näkisin tässä mahdollisuutena sen, että kannustimet sidottaisiin aikataulussa pysymiseen. Tässä tapauksessa jälkitöiden ja muiden siivouksien tekeminen sisältyisi kannustimeen. Hyvällä tehtävänsuunnittelulla saataisiin työkokonaisuuksista pienempiä osatehtäviä, joiden suorittamisesta vaaditussa aikataulussa maksettaisiin bonus.

Kannustemallia tulisi harkita, jos vain mahdollista. Kannustimissa on tärkeää, että palkkiot ovat sidottuina kriteereihin, joihin palkkion saaja voi itse vaikuttaa. Sopimusehdot tulisi sopimuksessa rakentaa niin, että aliurakoitsijalla olisi taloudellinen kannuste suorittaa urakka pääurakoitsijan intressien mukaisesti (36, s. 36). Tutkimustulokset tukevat havaintoa motivaation paranemisesta. Laajaan englantilaiseen kyselytutkimukseen pohjautuvassa tutkimuksessa analysoitiin suoritukseen sidotun palkkauksen vaikutusta työtyytyväisyyteen ja havaitsi, että suoritepalkkaus on yhteydessä korkeampaan työtyytyväisyyteen useilla osa-alueilla verrattuna pelkkään tuntipalkkaan. (37, s. 537.)

Motivaation kannalta suoritepalkkaus toimii parhaiten, kun tavoitteet ja mittarit koetaan oikeudenmukaisiksi ja saavutettaviksi. Jos työntekijä ymmärtää tarkasti, mitä häneltä odotetaan ja kuinka lisäansio muodostuu, hän on halukkaampi ponnistelemaan tavoitteen eteen. Oikein toteutetut kannustinmallit, kuten bonus- tai urakkamallit, voivat keskimäärin lisätä työn tuottavuutta noin 22 %, ja tiimikohtaisilla kannusteilla parannus on voinut olla jopa parhaimmillaan 44 %. Kannustemallit, joissa jokainen voi ansaita enemmän saavuttamalla tietyt tulostavoitteet tai tekemällä enemmän suorituksia, tuottavat positiivisia tuloksia osallistujien motivaatiossa. Tärkeää on kuitenkin, että järjestelmä koetaan reiluksi, jos tavoitteet ovat mahdottomia tai palkkio liian pieni, voi motivaatiovaikutus jäädä pieneksi. (38.)

7.4 Yhteistyökäytännöt / arviointikäytäntö

Aliurakoitsijoiden suoriutumista tulisi seurata projektin aikana säännöllisesti eri osa-alueilla, kuten työn laadussa, tehokkuudessa, kustannusten hallinnassa, hukan vähentämisessä sekä yhteistyökyvyssä. Tällä hetkellä rakennusalalla aliurakoitsijasuhteisiin liittyvä arviointi ja siihen pohjautuva dokumentointi ovat usein puutteellisia. Arviointikäytännöt puuttuvat tai niitä toteutetaan satunnaisesti, eikä yhtenäistä, virallista toimintamallia ole vakiintunut. Mikäli arviointeja tehdään, ne painottuvat usein projektin loppuun, jolloin niillä ei enää pystytä vaikuttamaan työn kulkuun tai parantamaan meneillään olevaa toimintaa. Jatkuva palaute ja suorituksen peilaaminen asetettuihin tavoitteisiin auttavat

aliurakoitsijoita kehittämään omaa sekä lisäävät sitoutumista projektiin. Kun palautteet dokumentoidaan järjestelmällisesti, syntyy tietoa, jota voidaan hyödyntää tulevien hankkeiden aliurakoitsijavalinnoissa. Tämä tieto auttaa myös tunnistamaan aliurakoitsijoita, joiden kanssa yhteistyötä kannattaa syventää ja kehittää pitkäjänteisemmin

Jotta arviointi ja palautteenanto tukisivat jatkuvaa parantamista, tulisi käyttöön ottaa virallinen ja dokumentoitu kehityssuunnitelma. Tämän suunnitelman tulisi sisältää selkeät tavoitteet ja arviointikriteerit, joista aliurakoitsijalle viestitään avoimesti. Arviointituloksia olisi hyvä käsitellä säännöllisesti esimerkiksi viikko-palaverissa, ja niiden esitystavan tulisi olla mahdollisimman visuaalinen, jotta kehityksen suunta ja tulokset ovat helposti hahmotettavissa. (36, s. 45.)

7.5 Uusi järjestelmä

Uudessa järjestelmässä voitaisiin hyödyntää tehtäväkohtaista jaottelua. Urakan osa-alueet jaettaisiin tehtäviksi, mitä suorittaessa tulisi työntekijän kirjata itsensä kyseenomaiselle tehtävällä päivän aluksi ja lopuksi. Leimaustiedot ja tunti-put suoraan yhdistettävissä ja vertailtavista suoritettuihin tehtäviin sovelluksesta käsin. Reaaliaikaisen seurannan ollessa päällä, esimerkiksi työkoneessa, voisivat paikkatiedot näkyä myös tästä.

Myös niin sanotun määräluettelon tulisi syntyä ja pohjautua näihin tietoihin. Määräluetteloa voitaisiin hyödyntää laskutuksen oikeellisuuden tarkastamisessa tai mahdollisesti lasku luotaisiin suoraan järjestelmän pohjalta, minkä molempien osapuolien tulisi hyväksyä.

Radan käyttämän alihankinnan ollessa pääosin tuntityötä ja ei näin eroa paljoakaan omien työntekijöiden ohjaamisesta ja johtamisesta, ei järjestelmän olisi tarvetta olla täysin aliurakointiin keskittynyt vaan voisi se toimia tuotannonohjauksen kokonaisvaltaisena järjestelmänä omat työntekijät huomioon ottaen

Reaaliaikaisen seurantajärjestelmän rakentaminen suoraan uuteen järjestelmään ei välttämättä ole tarpeen. Tärkeämpää tässä yhteydessä olisi se, että

uusi järjestelmä olisi avoimeen rajapintaan perustuva, eli siihen saataisiin kytettyä tietoa muista järjestelmistä. Tällaisella periaatteella voitaisiin kyseensomainen ominaisuus liittää järjestelmään esimerkiksi IoT-sensoreilla, kun se halutaan tai sitä tarvitaan.

Olisi hyvä myös pohtia seuraamisen merkitystä tulevaisuuden päästövähennystavoitteiden kannalta, esimerkiksi Kaltiot-sensorilla voidaan seurata sekä päästöjä että sijaintia.

7.6 Yhteenveto haastatteluista

Haastattelujen mukaan ratahankkeiden alihankinta on enimmäkseen tuntiperusteista kone- ja henkilöstövuokraa, valinnassa painottuu luotettavuus ja erikoisosaajista on paikoin pulaa. Tavoitteiden välittyminen ja työnseuranta koettiin puutteellisiksi, hajanaisilla työmailla seuranta on pääosin silmämääräistä. Reaaliaikaisesta seuraamisesta nähtiin hyötyjä, mutta pelättiin tämän huonontavan työmaan ilmapiiriä. Laskutuksen ja työsaavutuksen vastaavuudessa havaittiin paljon ongelmia, parantamiseksi suositeltiin digitaalista leimausta ja tuntilappuja. Haastattelujen havainnot ja kehitystoimet havainnollistettu taulukossa 1.

Aihealue	Keskeiset havainnot	Kehitystoimet
Käytettävä alihankinta	<p>Alihankinta pääosin tuntiperusteista (konevuokra, vuokratyöt)</p> <p>Erikoisosaajista ajoittaista niukkuutta</p>	

<p>Yhteistyö ja sitouttaminen</p>	<p>Tavoitteet eivät aina välity tekijöille asti</p> <p>Aliurakoitsijan varhainen osallistaminen lisää sitoutumista</p> <p>Kehitystoimet:</p>	<p>Ota aliurakoitsijat mukaan tehtäväsuunniteluun ja viikkosuunniteluun</p> <p>Rakenna dokumentoitu palaute- ja arviointimalli</p>
<p>Työnseuranta</p>	<p>Seuranta pääosin silmä-määräistä</p> <p>Työmaat laajoja, valvonta hankalaa</p>	<p>Päivittäinen kirjattu edistyminen</p> <p>Hyödynnä kulunvalvonnan ja GPS-/IoT-järjestelmien dataa</p>
<p>Työntehokkuus</p>	<p>Tuntiperuste ei ohjaa tehokkuuteen</p> <p>Kannustimista kokemuksia, mutta riskinä heikentynyt laatu</p>	<p>Aikataulusidonnainen bonus pieniin osatehtäviin</p> <p>Sovitaan etukäteen kriteerit ja mittarit</p>
<p>Laskutuksen ja työsaavutuksen välinen epäselvyys</p>	<p>Tuntilaput myöhästyvät, hukkuvat ja ovat puutteellisia, erittelyt epäselviä.</p>	<p>Digitaaliset tuntilaput ja työajanseuranta käyttöön</p>

	Laskutettavat tunnit eivät aina vastaa tehollista työaikaa.	Vaaditaan tarkempaa erittelyä ja pidetään kiinni laskutusajoista Reklamoidaan epäselvät laskut pienellä kynnyksellä
Järjestelmät	Järjestelmiä paljon, mutta käyttö vähäistä Järjestelmien ominaisuudet epäselviä	Hyödynnetään käytössä olevia järjestelmiä laajemmin
Yksittäiset nostot	Koulutusta aiheesta voisi olla enemmän Piiloon jäävien rakenteiden dokumentointi puutteellista.	Järjestetään koulutusta aiheeseen, mielellään rakentamiskauden ulkopuolella Opastetaan alihankkijoita dokumentoimaan rakenteita, esimerkiksi valokuvaamalla, Infrakitä hyödyntäen.

Taulukko 1. Haastattelujen yhteenveto.

8 Koekäyttö Koluke RU1

Koluke RU1 rakennusurakka on osa Väyläviraston Karjalan radan parantamis- ja kehittämiskokonaisuutta. Noin 19 km:n kokonaisuus sijoittuu Kaitjärven ja Luumäen välillä, sisältäen päällysrakenteen vaihtotyöt, routasuojaus- ja kuivausparannukset, sähkörata- ja turvalaitetyöt sekä huoltoteiden kunnostuksen. Töiden aikataulu sijoittuu ajalle 7/2025–6/2026, urakan arvo noin 8,5 M€. (7.)

Haastattelujen pohjalta koekäyttöön valittiin Zeroni-järjestelmän mobiili tuntileimaus ja digitaaliset tuntilaput. Havaittujen ongelmien pohjalta ja tutkittujen järjestelmien joukosta, osoittautui Zeroni ylivoimaisesti kustannustehokkaimmaksi ja yksinkertaisimmaksi tavaksi ratkaista nykyisiä ongelmia, erityisesti laskutuksen ja tehdyn työn välisistä epäselvyyksistä. Zeronin etuna oli myös, että se oli Destialla jo laajasti käytössä tilaajavastuulain edellyttämien velvoitteiden noudattamista varten.

8.1 Lähtötilanne

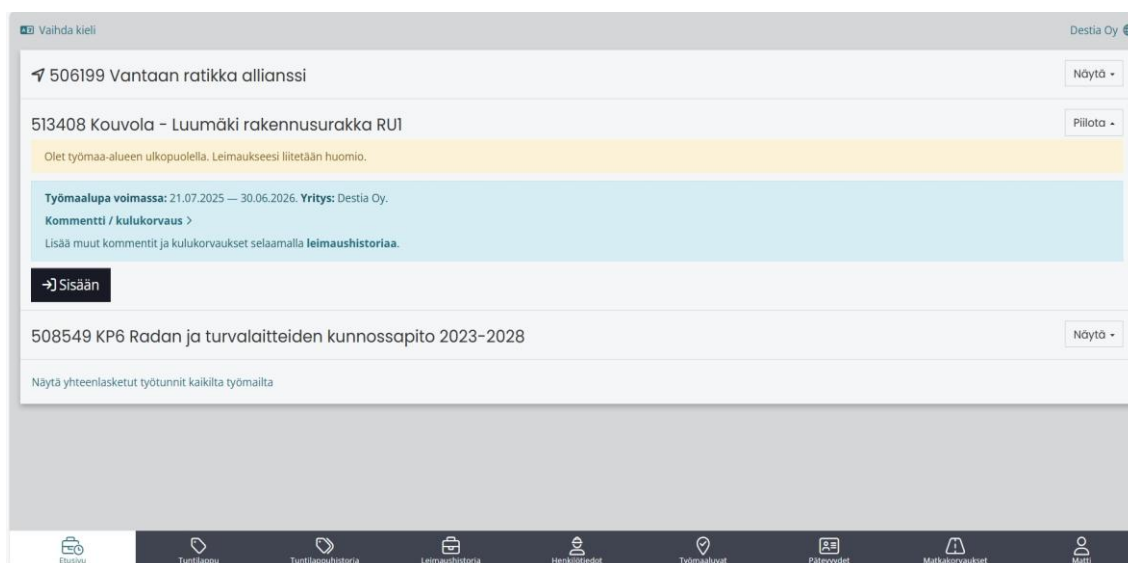
Ennen projektin alkamista, lisättiin jokaisen aliurakoitsijan sopimukseen kohta, missä heidät veloitettiin digitaalisen tuntilapun käyttämiseen. Zeronin leimauksesta ja tuntilapusta laadittiin kirjallinen ohje kuvien kanssa, mikä jaettiin jokaiselle aliurakoitsijalle. Ohjeet laitettiin myös hankeen yhteiseen WhatsApp-ryhmään, mistä ne olivat helposti saatavilla sekä ne käytiin suullisesti läpi ja esiteltiin käytännön toiminnot heille, jotka tarvitsivat lisäohjeistusta tai teknistä tukea. Vaatimus järjestelmän käytöstä otettiin vastaan suhteellisen ymmärtäväisesti aliurakoitsijoiden keskuudessa.

8.2 Järjestelmän toiminnallisuudet

Zeronin leimaus on työmaan kulun- ja työaikavalvontaa, jossa työntekijä kirjautuu sisään/ulos joko leimauslaitteella tai mobiilisti. Leimaukset tuottavat reaaliaikaiset läsnäolotiedot ja helpottavat tilaajavastuulain mukaista raportointia sekä työmaan seurantaa. Mobiilileimausta käyttäessä pystyttiin hankkeelle tekemään

niin sanottu leimausalue, jonka sisäpuolella leimauksen tulee tapahtua. Ulkopuolella leimatessa järjestelmä antaa leimata sisään, mutta antaa tapahtuneesta erillisen ilmoituksen työnjohdolle. Hankkeen laajan pinta-alan vuoksi sovittiin, että käytetään mobiilileimausta.

Leimausta tulee tehdä jokainen työpäivä, joten aliurakoitsijoille suositeltiin Zeronin verkko-osoitteen tallentamista puhelimeensa. Käytännössä työntekijä kirjautuu palveluun työvuoron alkaessa ja heti ensimmäiseksi näkyväksi tulee kuvan 9 mukainen tilanne. Työntekijä valitsee oikean projektin ja yksinkertaisesti painaa kuvassa 9 näkyvää ”Sisään”-nappia ja työaika lähtee kulkemaan eteenpäin. Työvuoron lopussa työntekijä painaa samasta paikasta ”Ulos”-näppäintä ja laskuri pysähtyy. Tallentuneet tunnit tulevat näkyviin projektille ja työntekijän tuntiappuihin.



Kuva 9. Zeroni työntekijän näkymä. (39)

Tuntilaput täytetään myös Zeronin aloitussivulta valitsemalla ruudun alareunasta ”Tuntilappu” kohta. Työntekijä täyttää tuntilappuun kuvassa 7 näkyvät kohdat ja lähettää sen hyväksyttäväksi työnjohdolle. Työnjohto tarkastaa sekä hyväksyy ne sähköisesti ennalta määritellyn hyväksyntäketjun mukaan

esimerkiksi oletushyväksyjän ja ostotilausnumeron voi asettaa työmaakohtaisesti. Näin tunteihin saadaan yhdenmukainen erittely ja hyväksyntä, ja tiedot kulkevat suoraan eteenpäin ilman paperilappuja. Työnjohdon näkykulmasta hauttu litterointi on erittäin helppo asettaa, esimerkiksi syöttämällä järjestelmään litterat sisältävä Excel-taulukko.

Kuva 10. Zeroni tuntilappunäkymä (39)

Tuntilappu täytetään jokaiselta tehdyltä työpäivältä ja leimaustieto tehdyltä päivältä siirtyy tuntilappuun, mikä edistää tehtyjen ja kirjattujen tuntien välistä läpinäkyvyyttä. Valmiita tuntilappuja voidaan tarkastella ja muokata työnjohdon toimesta. Jos aliurakoitsijan omalle johdolle on annettu järjestelmään hallintaoikeus, voidaan valmiiden tuntilappujen pohjalta luoda suoraan lasku järjestelmässä.

8.3 Kokemukset

Hanke on toistaiseksi vielä kesken, mutta Zeronin käytöstä on saatu jo paljon hyvää dataa. Projektinjohdon näkökulmasta Zeronin työajanseuranta

ominaisuudet ovat potentiaalisesti erinomaiset. Työaika datasta on ollut suuri apu erityisesti hankkeen kustannusten ennustamisen kannalta ja sitä on hyödynnetty myös työsaavutusten määrittämiseen. Zeronin ominaisuudet toimivat myös ratkaisuna laskutetun ja tehdyn työn välisiin epäselvyyksiin, kun sitä vain käytetään oikein. Kun laskut tehdään suoraan työnjohdon toimesta tehtyjen hyväksytyjen tuntiappujen pohjalta ei epäselvyyksiä pääse syntymään, erityisen paljon hyötyä tässä oli laskun tiliöinnissä. Tässä tilanteessa on kuitenkin otettava huomioon, että aliurakoitsijat on saatava tekemään yhteistyötä erityisesti laskutuksen kanssa. Sopimukseen kirjasimme ainoastaan vaatimuksen tuntiappujen täyttämistä. Tämä johti siihen, että suurin osa aliurakoitsijoista leimasi ja täytti tuntiapput, mutta laskutusta ei tehty suoraan näiden pohjalta, erityisesti kun osa aliurakoitsijoiden työntekijöistä tarvitsi paperiset tuntiapput omalle työnantajalleen, joiden pohjalta laskut tehtiin. Jatkossa sopimukseen tulisi tehdä myös kirjaus tästä.

Zeronin seuranta osoittautui kiireisellä projektilla myös suhteellisen työlääksi. Ilman tarkkaa valvontaa aliurakoitsijat alkoivat unohtella leimauksia ja tuntiappujen täyttöä, mistä johtuen järjestelmän käyttö jäi turhan hajanaiseksi, ja sen tuottama data ei ollut enää tarkkaa. Tämä on pääasiassa työnjohdon virhe, mutta jatkossa on hyvä muistaa, että uuden järjestelmän käytöstä on muistutettava työntekijöitä, mielellään päivittäin, automaattisesti se ei tapahdu.

8.3.1 Plussat

- Suuri apu kustannustenseurannassa
- Helppokäyttöinen ja yksinkertainen käyttöliittymä työnjohdon sekä työntekijöiden näkökulmasta
- Laskutuksen ja tehtyjen työtuntien läpinäkyvyyden edistäminen
- Työnjohto saa itse määriteltä litterat, mikä selkeyttää laskutusta
- Toimii tositteena esimerkiksi lisätöissä käytettyyn aikaan ja resursseihin.

8.3.2 Miinukset

-Vaatii aktiivista valvontaa ja erityisesti isoilla projekteilla suhteellisen työllistävä aliurakoitsijoiden suuren määrän vuoksi.

-Ominaisuudet voisivat olla enemmän muokattavissa projektin tarpeiden mukaan

-Joillain puhelimen käyttöliittymillä ongelmia järjestelmän toimivuuden kanssa.

9 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli parantaa tuntiperusteisen alihankinnan ohjausta ja seuranta ratarakentamisessa sekä esittää toimintamalli, joka lisää valvonnan ja laskutuksen luotettavuutta ja vahvistaa yhteistyötä pääurakoitsijan ja aliurakoitsijoiden välillä. Rautatieympäristön erityispiirteet korostavat seurannan ja selkeiden käytäntöjen tarvetta.

Tutkimus toteutettiin puolistrukturoiduin teemahaastatteluin Destian ratarakentamisen projektihenkilöstölle. Haastattelujen perusteella keskeisimmät ongelmat liittyivät laskutettujen tuntien ja työsaavutuksen vastaavuuteen, valvonnan pirstaleisuuteen ja käytäntöjen vaihteluun työmailla sekä työnjohdon rajallisiin resursseihin laajoilla ja hajautuneilla työalueilla. Reaaliaikaisemmalle ja läpinäkyvämmälle työnseurannalle nähtiin selvä tarve, vaikka se herätti myös huolia työilmapiiristä.

Ratkaisuehdotusten ydin on digitaalisen työajanseurannan ja tuntilappukäytännön käyttöönotto sekä IoT- ja paikannusratkaisujen hyödyntäminen työn todentamisessa ja raportoinnissa. Lisäksi suositellaan yhtenäisiä yhteistyö- ja palautekäytäntöjä sekä rajattuihin ja toistuviin työvaiheisiin soveltuvia, laatuvaatimuksiin kytkettyjä kannustemalleja.

Ratkaisuehdotusten pohjalta otettiin käyttöön pilottihankkeessa Zeronin mobiileimaus ja digitaaliset tuntilaput, koska ratkaisu oli kustannustehokas, Destialla jo osin käytössä ja vastasi suoraan havaittuihin ongelmiin. Käyttöönotto velvoite sidottiin aliurakkasopimuksiin ja aliurakoitsijoille tarjottiin kirjalliset ja suulliset ohjeet sekä käytännön tuki. Kokemusten perusteella digitaalinen leimaus ja tuntilaput tukivat kustannusten ennustamista ja työsaavutusten määrittämistä sekä lisäsivät läpinäkyvyyttä erityisesti laskutuksen ja tehdyn työn suhteessa. Samalla havaittiin, että järjestelmä vaatii aktiivista seuranta ja muistuttamista. Ilman johdon sitkeää ohjausta leimaukset ja kirjaukset jäivät helposti puutteelliseksi.

D9QZnwoUFj%2FRvuoG8IHZzs7HzR302A0GIV%2FoL2zySWGy-
 muojHtADkx8654HAM-
 nOr5gs3IVk1KNUQ7ZxjFrKjV2KLkOblyAby5YYdtKnCUG-
 bAo8L6fscjFVJLnP9sX9sKeegeSH4mErm8kvtQtZ-
 rpXOYGy%2BkYCokwg6YLRsIF-
 FowwrUeSgz2I%2FeiiS7%2FRet7D3Saqrj-
 gWLJk3oGOSV4vJLx3ReUagpf1JcgjJTxxWV%2BrvIII%2FTC4kZ7IB-
 jqcAU9%2BPsRxuoni-
 Bls9RTEmJN0XAqtJkTjQKbsNI9YoZwJYnTpG968KbVQzFYncmV7y4WB
 9jvq6vzNSP5bMy9o0KmGZB4Ph9a3cfVhn4DitZlornN-
 ZWXYbci7vCTC%2BzzBw7tDzoK1w7at%2Fim8%2Fb%2FVRAPf7MaNf9
 1UK3z2366rTNirqf1%2F8xXaJqzq51wZFkFSB2B7pID%2BONBK3zRuoE
 Gg%3D%3D&X-Amz-Signa-
 ture=5fae81487492a53eef64a69594521489dcfc9d4cc3b301ae9b6ba3581
 6ec2852&X-Amz-SignedHeaders=host&x-amz-checksum-
 mode=ENABLED&x-id=GetObject > Luettu 20.7.2025.

- 8 Ei-liikennöivät ratatyökoneet ja niiden hyväksyttäminen. 2025. Verkkoai-
 neisto. Väylävirasto. <[https://vayla.fi/palveluntuottajat/ammattiliikenne-rai-
 teilla/lomakkeet-ja-luvat/ei-liikenneovat-ratatyokoneet](https://vayla.fi/palveluntuottajat/ammattiliikenne-rai-

 teilla/lomakkeet-ja-luvat/ei-liikenneovat-ratatyokoneet)> Luettu 10.10.2025
- 9 Autonomisista kiskopyöräkaivureista tehoa ja turvaa ratatöihin. 2023.
 Kuva. Tampereen yliopisto. < [https://www.tuni.fi/fi/ajankohtaista/autonomi-
 sista-kiskopyorakaivureista-tehoa-ja-turvaa-ratatoihin](https://www.tuni.fi/fi/ajankohtaista/autonomi-

 sista-kiskopyorakaivureista-tehoa-ja-turvaa-ratatoihin)> Luettu 10.10.2025
- 10 Lindholm, Mika; Junnonen, Juha-Matti. 2025. Infrahankkeen tuotannonhal-
 linta. 2., PAINOS. E-kirja. Rakennustieto. Luettu 1.6.2025
- 11 Rakentamiseen liittyvä tiedonantovelvollisuus. 2014. Verkkoaineisto. Vero-
 hallinto. < [https://www.vero.fi/syventavat-vero-ohjeet/ohje-haku-
 sivu/48413/rakentamiseen_liittyva_tiedonantovelvol2/](https://www.vero.fi/syventavat-vero-ohjeet/ohje-haku-

 sivu/48413/rakentamiseen_liittyva_tiedonantovelvol2/)> Luettu 13.6.2025.
- 12 Kankainen, Jouko; Junnonen, Juha-Matti. 2012. Rakennusurakoitsijan
 hankinta käsikirja. Helsinki: Suomen rakennusmedia. <Osoite> Luettu
 27.5.2025.
- 13 Vuokratyö. 2025. Verkkoaineisto. Työsuojeluhallinnan verkkopalvelu.
 <<https://tyosuojelu.fi/tyosuhde/vuokratyö>> Luettu 4.6.2025.
- 14 Tuntityön työsopimusmalli – muista ainakin nämä 6 kohtaa. 2024. Verk-
 koartikkeli. Docue. < [https://docue.com/fi-fi/lakitieto/tyosopimusmalli-tunti-
 tyo](https://docue.com/fi-fi/lakitieto/tyosopimusmalli-tunti-

 tyo)> Luettu 10.6.2025.
- 15 Monni, Henri. 2018. Laskutyöurakka ja laskutyön suhde urakkaan raken-
 nushankkeissa. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto. Helda-julkaisu-
 arkisto. Luettu 10.6.2025.

- 16 Toimittajien hallinta. 2025. Yrityksen sisäinen aineisto. Destia Oy. Luettu 30.5.2025.
- 17 Rakennusurakan sopimusehdot. 2022. Verkkoartikkeli. Kuntaliitto. Luettu 19.11.2025
- 18 Ellilä, Simo. 2024. Kulunvalvonta paljastaa perusteettoman laskutuksen. verkkoartikkeli. <<https://aasa-law.fi/kulunvalvonta/#:~:text=Kulunvalvonta%20tarkoittaa%20nimensä%20mukaisesti%20rakennustyömaalla,sekä%20mahdollisen%20perusteettoman%20laskutuksen%20paljastamisen>> Luettu 12.7.2025.
- 19 Nieminen, Mika. 2014. Rakentamisen tiedonantovelvollisuus ja työmaan sähköinen kulunvalvonta. Opinnäytetyö. Turun ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta. <<https://www.theseus.fi/handle/10024/82654>> Luettu 12.7.2025.
- 20 Tietoa tiedonantovelvollisuudesta. 2025. Verkkoaineisto. RT. <<https://rt.fi/tietoa-alasta/reilu-kilpailu-ja-tyo/tiedonantovelvollisuus/>> Luettu 12.7.2025.
- 21 Rakentamisen tehtäväsuunnittelu. 2010. Ratu S-1228. Rakennustieto. Luettu 16.3.2023.
- 22 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. 2017. Ratu KI-6031. Rakennustieto. Luettu 16.3.2023.
- 23 Ratatyöt 2026. 2025. Verkkoaineisto. Väylävirasto. < <https://vayla.fi/palveluntuottajat/ammattiliikenne-raiteilla/rataverkon-kaytto/aikataulukausi-2026/ratatyot> > Luettu 20.10.2025.
- 24 Rautatieliikenteenohjaus. 2025. Verkkoaineisto. Fintraffic. <<https://www.fintraffic.fi/fi/raide/raideliikenteen-palvelut/rautatieliikenteen-ohjaus>> Luettu 20.10.2025.
- 25 Aatsalo Johanna. 2023. Asenteet digitalisaatioita kohtaan yllättivät rakennusalalla. Verkkoartikkeli. Rakennuslehti. <https://www.rakennuslehti.fi/2023/10/tutkimus-asenteet-digitalisaatiota-kohtaan-yllattivat-rakennusalalla/>> Luettu 20.6.2025
- 26 Nurminen, Pasi. 2025. Viisi näkökulmaa infra-alan digitalisaatioon. Verkkoartikkeli. Destia Oy. <<https://destia.fi/artikkeli/viisi-nakokulmaa-infra-alan-digitalisaatioon/>> Luettu 20.6.2025
- 27 Sovelluksen esittely. 2025. Verkkoaineisto. Mapon. <<https://www.mapon.com/fi/toimialat/rakennus>> Luettu 19.6.2025

- 28 Sovelluksen esittely. 2025. Verkkoaineisto. Infrakit. <<https://www.infrakit.com/>> Luettu 19.6.2025
- 29 Infrakit. Versio 2025.3.9.6. Infrakit.
- 30 Sovelluksen esittely. 2025. Verkkoaineisto. Zeroni. <<https://www.zeroni.fi/>> Luettu 19.6.2025
- 31 Sovelluksen esittely. 2025. Verkkoaineisto. Fluent Kunto. <<https://www.fluentprogress.fi/fluent-kunto-teiden-kunnossapito>> Luettu 19.6.2025
- 32 Tuotteen esittely. 2025. Verkkoaineisto. Kaltiot. < <https://kaltiot.com/raataloidyt-iot-ratkaisut/smart-tracker/>> Luettu 19.6.2025
- 33 Teltonika FMP100. Kuva. Kaltiot. <<https://kaltiot.com/tuote/teltonika-fmp100/>>
- 34 Kone- ja kuljetuspalveluiden hankinnan yleiset ehdot 2008, ke 08. 2008. Sopimusehdot. Luettu 20.5.2025
- 35 Crogan, Carrie. 2024. Employee surveillance can harm wellbeing and productivity at work. Blogi. Mind Share Partners. Luettu 5.7.2025
- 36 Kruus, Maija. 2019. Aliurakoitsijoiden sitouttaminen ja aliurakoitsijasuhteen parantaminen hankinnan keinoin. Diplomityö. Luettu 16.6.2025.
- 37 Heywood, John S. Wei, Xiangdong. 2006. Performance pay and job satisfaction. Verkkoartikkeli. Journal of industrial relations. Luettu 21.7.2025
- 38 Stolovich, Harold. 2006. Incentives, motivation and workplace performance: research and best practices. Tutkimus. IRF. <https://theirf.org/research_post/incentives-motivation-and-workplace-performance-research-and-best-practices/#:~:text=,performance%20increases%20by%2026%20percent> Luettu 21.7.2025
- 39 Zeroni. Versio 2025.11.17.4bc05f9. Zeroni Oy.