

Mikko Hyvärinen

Rakennusliikkeen kaivu- ja asennustyön työsaavutusten selvitys

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Mestarityö

27.11.2012

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Mikko Hyvärinen Rakennusliikkeen kaivu- ja asennustyön työsaavutusten selvitys 22 sivua + 11 liitettä 27.11.2012
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennusalan työnjohto
Suuntautumisvaihtoehto	Talonrakennustekniikka
Ohjaaja(t)	Tuotantojohtaja Vesa Keto Lehtori Kimmo Sani
<p>Mestarityön toteutettiin Saarijärvi Infra Oy:n toimeksiantona ja työn tarkoituksena oli tutkia maanrakennusyrityksen kaivu- ja asennustyön nykyisiä työsaavutuksia. Työsaavutuksien aineistona käytettiin alan kirjallisuutta, yrityksen projektien jälkilaskentatietoja sekä kesän 2012 aikana tarkemmin seurattuja projekteja.</p> <p>Tarkoituksena oli luoda urakkalaskentaan työkalu, jonka avulla voidaan saada luotettava arvio työmenekistä eri ympäristöihin. Toisena tarkoituksena oli luoda työnjohtajille perusta työkohteiden aikataulutukselle sekä työryhmien suunnittelulle keskimääräisten työsaavutusten perusteella. Nykytilanteessa yrityksen projektit aikataulutetaan hyvin karkeasti, työnjohdon kokemuksiin perustuen.</p> <p>Työn tuloksena syntyi työsaavutuskirjasto, jota pyritään tarkentamaan uusien projektien työsaavutusten pohjalta. Syntyneiden työsaavutuksien luotettavuutta testattiin opinnäytetyön aikana yhdellä verkostonrakentamistyömaalla Uudenmaan alueella. Testikohteen perusteella voitiin arvioida saatujen kertoimien ja työsaavutusten luotettavuutta sekä hienosäätää luotua työsaavutuskirjastoa.</p>	
Avainsanat	maanrakennus, kaivu, työsaavutus, verkosto, kaapeli

Author(s) Title	Mikko Hyvärinen Report of construction company's excavation- and installation capacity
Number of Pages Date	22 pages + 11 appendices 27 November 2012
Degree	Bachelor of Construction site Management
Degree Programme	Construction site Management
Specialisation option	Building construction
Instructor(s)	Vesa Keto, Worksite director Kimmo Sani, Principal Lecturer
<p>This thesis deals with a construction company's current excavation- and installation capacities. The material for the so-called capacity library was collected from literature, company's projects post-processed data of the company's projects and accurate data from projects during summer 2012.</p> <p>As a result of this thesis a capacity library was devised and the accuracy of the data will be sharpened according to the information which is available from the achievements of ongoing projects. The primary purpose was to create a tool which gives reliable estimations about the need of labor and facilities for excavation and installation work in different environments. Secondly, there is a need for a tool for Construction site management to create schedules for different projects in various environments. Nowadays a company's projects are scheduled very roughly based only on the management's experience and know-how.</p> <p>The excavation- and installation capacity library will be tested immediately on one network construction site in order to gain more data and to assess it. In future the formed library has to be updated and fine-tuned after every project for better accuracy,</p>	
Keywords	excavation, capacity, electrical network, schedule

Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Taustaa	1
1.2	Tavoite	2
1.3	Rajaukset	3
1.4	Tutkimuskysymykset	3
2	Maanrakennuksen kaivutyöt verkostorakentamisessa	4
2.1	Olemassa olevat nimikkeistöt ja työsaavutusjärjestelmät	4
2.2	Ympäristöt	5
2.2.1	Kaupunkiympäristö	5
2.2.2	Taajamat	6
2.2.3	Haja-asutus	7
2.2.4	Metsä- ja peltoalueet	7
2.2.5	Moottoriliikenneväylät	8
2.3	Maaperän vaikutus	9
2.4	Vuodenajan vaikutus yrityksen kaivu- ja asennustyöhön	9
2.4.1	Kevät	10
2.4.2	Kesä	10
2.4.3	Syksy	10
3	Työsaavutuskirjaston aineisto	11
4	Tutkimustulokset	12
5	Testaus	14
5.1	Kertoimien käyttö	14
5.2	Testikohde	15

5.3	Tulokset	17
5.4	Korjaukset ja lisäykset	17
5.5	Tuloksien luotettavuus	18
6	Kehitysehdotukset	18
6.1	Tuntiselvitysten kehitys	18
6.2	Yrityksen projektien sisäinen aikataulutus	19
6.3	Työryhmien urakkapalkkaus	19
6.4	Tulospalkkiojärjestelmä	20
7	Yhteenveto	21
8	Lähteet	22

Lyhenteet ja käsitteet

Työnaikainen suojaus

Työnaikaisella suojauksella tarkoitetaan esimerkiksi kaapelikaivannon ai-
taamista työn aikana, runkolinjaa kaivettaessa kaivanto on auki n. 15 min
. 3 tuntia. Työnaikaisella suojauksella pyritään estämään mm. sivullisten
tahaton putoaminen kaivantoon.

Työsaavutus

Työsaavutus on aikayksikössä tuotettujen suoritteiden lukumäärä esimer-
kiksi jm/h (juoksumetriä tunnissa).

Liikennejärjestelyt

Liikennejärjestelyillä tarkoitetaan tiealueella tapahtuvalle työlle tehtäviä
väliaikaisia merkkejä ja opasteita. Yksinkertaisimmillaan liikennejärjestelyt
koostuvat pelkistä tietyömerkeistä. Liikennejärjestelyiden tarkoitus on
kiinnittää autoilijoiden ja ohikulkijoiden huomio ja varoittaa edellä olevasta
työmaasta.

Työturvallisuusjärjestelyt

Työturvallisuusjärjestelyillä tarkoitetaan sivullisten ja työkohteessa toimi-
van henkilöstön suojaamista tapaturmilta. Keinoina ovat työalueen rajaus,
suojavarusteet, mm. kypärät, huomiovaatteet, kaivannon tukemiseen, va-
laisuun, sääsuojaukseen yms. tarkoitetut menetelmät ja välineet

Tukeva 12 -projekti

TeliaSonera Oy:n tukiasemaverkoston rakentaminen. Saarijärvi Infra Oy
on ollut mukana maanrakennus vaiheessa pääasiassa Pääkaupunkiseu-
dulla.

1 Johdanto

1.1 Taustaa

Saarijärvi Infra Oy on kasvava keskisuuri maanrakennusyritys (liikevaihto 2010/12 noin 3,9 milj. euroa). Yritys rakentaa yhteistyössä Suomen suurimpien infra-, tele-, ja sähkönjakeluyritysten kanssa. Yritys on pääasiassa erikoistunut sähkö-, tele-, ja valaistusverkkojen rakentamiseen. [1]

Saarijärvi Infra on kasvanut jatkuvasti ja ottanut entistä isompia projektikonaisuuksia vastuulleen, mm. Summan tuulivoimapuiston ja kantaverkon välisen sähköverkon rakentaminen. Näin ollen yritys tarvitsee urakkalaskentaansa, projektien aikataulutukseen sekä omien resurssien tehostamiseen ajankohtaiset ja tarkat työmaamenekit.

Tällä hetkellä projekteja ei ole aikataulutettu yleisaikatauluja ja deadline päivämääriä tarkemmin, osaksi siksi, että tarkkaa tietoa eri asennusryhmien työsaavutuksista ei ole. Tämän takia useilla työmailla ei viivästyksiin osata puuttua ajoissa, ja täten työmaat ovat ns. takapainotteisia, jolloin luovutuspäivämäärän lähestyessä työmaalla on kiire. Tarkemman aikataulun puuttuessa työnjohdolla ei ole varsinaista työkalua, jolla seurata projektien etenemistä alusta lähtien, eikä mahdollisiin viivästyksiin osata aina puuttua ajoissa.

Tarjouslaskenta perustuu tällä hetkellä pitkälti yrityksen johdon kokemukseen ja alan hintatietoisuuteen vuosien varrelta. Varsinaista tarkkaa tietoa yrityksen kaivu- ja asennustyön työmenekeistä ei tällä hetkellä ole. Tämän vuoksi yritys tarvitsee tarkemman tietopankin, josta keskimääräiset kaivu- ja asennusajat ovat helposti haettavissa eri työsuoritteille.

1.2 Tavoite

Työn tavoitteena on selvittää eri kaivu- ja asennustöille keskimääräiset työsaavutukset. Työsaavutuksissa tulee huomioida seuraavat:

- asennusryhmä
- kaivukoneiden määrä ja koko
- ympäristö
- olemassa oleva tekniikka
- liikenne
- asennustyön ajankohta
- olosuhteet (muun muassa säätila, routa, maaperän kosteus, lumi)
- asennettava tekniikka ja sen määrä sekä muut erikoisuudet.

Tuloksena luodaan työsaavutuskirjasto, jonka perusteelta saadaan luotua erilaisille työmaille kokonaistaloudellisesti optimoitu henkilöstö, kalusto sekä yleisaikataulu. Työsaavutuskirjastoa voidaan käyttää taloudellisena mittatyökaluna sekä apuna projektien aikataulutuksessa. Tuloksena syntyvän työsaavutuskirjaston luotettavuutta testataan aikataulutamalla työkokonaisuus opinnäytetyön työsaavutuskertoimien perusteella, tuotantojohtaja Vesa Kedon omiin tietoihin perustuen sekä vertaamalla näitä keskenään toteutuneisiin työsaavutuksiin. Työkohdetta ei ennätetä rakentamaan loppuun ennen opinnäytetyön palauttamista, joten saavutettuja työsuoritteita verrataan toteutuneisiin määriin ja arvioidaan niiden perusteella työsaavutuksien luotettavuutta.

1.3 Rajaukset

Tutkimustyössä keskitytään erityisesti sähkö-, tele-, ja katuvaloverkkojen rakentamiseen siten, että rajataan pois maanrakennukseen liittymättömät työt, kuten kaapelien, kaappien ym. kytkennät (sähköasentajien työt) sekä asfaltointityöt, jonka toteutuksesta kokonaisuudessaan vastaa aliurakoitsija.

1.4 Tutkimuskysymykset

Työssä tulee arvioida erityyppisten työmaiden kaivu- ja asennusnopeuksiin vaikuttavia tekijöitä, kuten mm. olosuhteita, koneen kokoluokan ja asennusryhmän kokoonpanon vaikutusta, maaperää, vuodenaikaa jne. Työn tuloksena tulee näin ollen saada eri ympäristöihin ja olosuhteisiin keskimääräinen asennusvauhti. Lisäksi työssä tulee pohtia keinoja, joilla työn tehokkuutta ja kannattavuutta voidaan parantaa.

2 Maanrakennuksen kaivutyöt verkostorakentamisessa

Tässä luvussa määritellään työskentely-ympäristöt, tutkittavien työsuoritteiden sisällöt, työn toteutuksen alkamisen edellytykset sekä lopettavat vaiheet. Näille työsuoritteille kokonaisuudessaan pyritään luomaan yrityksen toteutuneiden työmaatietojen pohjalta tuntityömenekit eri ympäristöihin.

2.1 Olemassa olevat nimikkeistöt ja työsaavutusjärjestelmät

Yrityksen pääasialliset kaivu- ja asennustyöt kuuluvat Infra 2006 rakennusosa- ja hanke-nimikkeistön mukaan pääryhmiin 1 - 4:

1000. Maa-, pohja- ja kalliorakenteet

2000. Päälly- ja pintarakenteet

3000. Järjestelmät

4000. Rakennustekniset rakennusosat [1]

Tämän järjestelmän mukaan infra-alan tyypillisimmät työsuoritteet ja työkokonaisuudet on jaettu samantyyppisiin kokonaisuuksiin. Järjestelmä on luotu, jotta rakennusprojektin eri asemassa olevilla osapuolilla olisi ns. yhteinen kieli+ja näin ollen yhtenevä ymmärrys eri rakennusosien sisällöistä ja vaiheista. Yhtenevät ja samoin käsitettävät osakokonaisuudet helpottavat myös mm. kustannusten vertailua.

Talonrakennuspuolelle oleva Ratu-kortisto on luotettava lähde työmenekki- ja työsaavutustiedoille. Ratu-kortisto palvelee rakentajaa aivan projektin suunnittelun alkuhetkestä työntoteutukseenkin. Kustannuslaskenta saa luotettavan perustan niin työmenekeille kuin materiaalimenekeillekin. Työnsuunnittelija voi tukeutua Ratu-kortistoon suunnitellessaan työkohteen aikataulutusta ja vertailla eri työtapoja luotettavasti. Vastaavalle mestarille apuja löytyy mm. työturvallisuuden ja laatuvaatimusten puitteista. Samankaltaista kortistoa ei infra-alalle liene olemassa. [4, esite]

2.2 Ympäristöt

Kaivutyön toteutus on moninkertaisesti nopeampaa, helpompaa sekä vaivattomampaa harvakseen asutulla, ennestään kaivamattomalla pelto- tai metsäosuudella kuin esimerkiksi Helsingin ydinkeskustassa, jossa joudutaan ottamaan erityisesti huomioon sivullisten turvallisuus, ruuhka-ajat, logistiikka yms. Tämän vuoksi ympäristöllä on erittäin suuri vaikutus kaivutyön tehokkuuteen.

2.2.1 Kaupunkiympäristö

Tässä työssä kaupunkiympäristöksi mielletään esimerkiksi Helsingin kantakaupungin sekä ydinkeskustan alueet.



Kuva 1. Ote kaapelikartasta keskusta-alueelta [13]

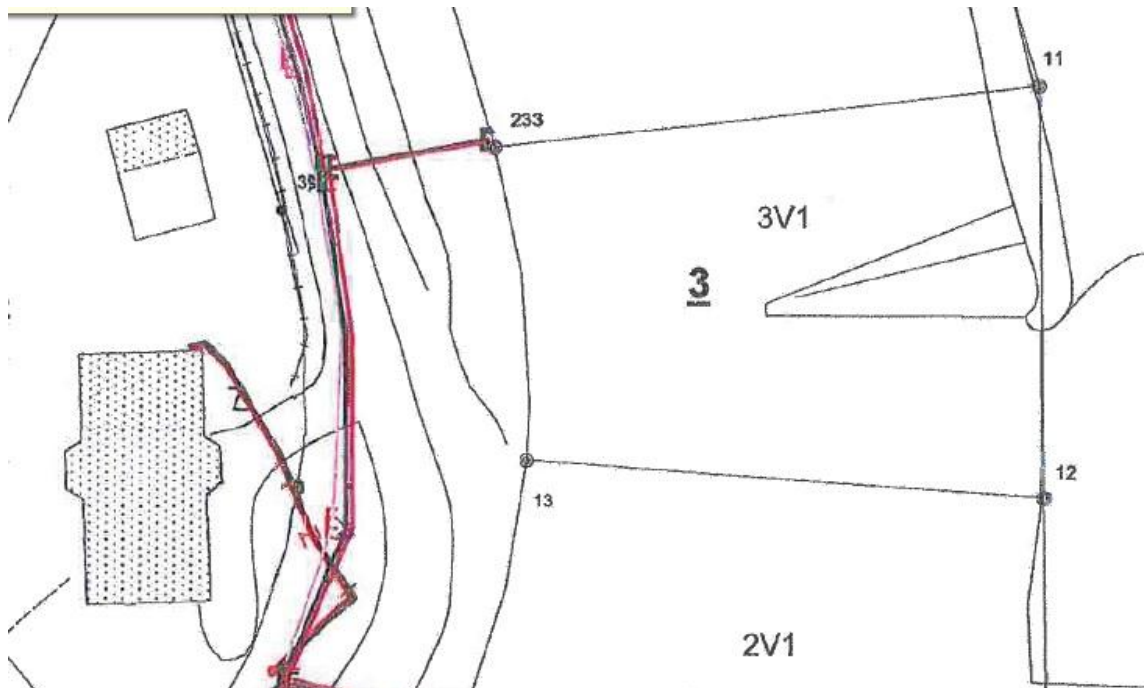
Kaupunkiympäristö on yksi haastavimmista työskentelyalueista: ihmismassoja liikkuu työskentelyaikana jatkuvalla virralla, tiealueet ovat ahtaita ja kapeita, maaperä täynnä jo olemassa olevaa tekniikkaa, väärin pysäköityjä autoja jne.

Kaivutyötä toteuttaessa sekä suunniteltaessa tulee ottaa erityisesti huomioon ohikulkeva liikenne ja sen sujuvuus. Varsinaisen kaivutyön ohella joudutaan jatkuvasti rajamaan ja liikuttelemaan työmaa-alueita. Tämä syö valtavasti resursseja itse asennustyöltä. Lisäksi työmaanlogistiikan on oltava erityisen hyvin suunniteltu ja toteutettu, yli-

määräistä tilaa läjittää maamassoja, tarvikkeita ym. materiaaleja ei yleensä ole. Tämän vuoksi työvaiheet on lähes poikkeuksetta toteutettava täsmätoimituksin ja -asennuksin. Lisäksi katuverkostosta on lähes mahdotonta löytää kaivamatonta rakoa, jossa ei jo jotain olemassa olevaa tekniikkaa olisi. Tämä hidastaa kaivutyötä oleellisesti!

2.2.2 Taajamat

Taajama käsittää alueet, kuten esimerkiksi Helsingin, Espoon ja Vantaan reunamien väljät ja ahtaammat kerros- ja pientaloalueet. Näissä ympäristöissä liikennevirrat keskittyvät huomattavasti aamuun sekä iltaan. Työn aikana kevyen liikenteen kulku saadaan usein ohjattua toiselle puolelle katua sekä tarvittaessa moottoriliikenne vuoromenetelmin työmaan ohitse. Erityistä huomiota tulee kuitenkin kiinnittää kaivantojen suojauksiin, sillä alueilla liikkuu erityisen paljon lapsia myös työaikojen ulkopuolella, ja yleensä kaivannot ja työkoneet aiheuttavat heissä kiinnostusta.



Kuva 2. Ote kaapelikartasta taajama-alueelta [12]

Taajama-alueilla logistiikan järjestäminen helpottuu jo huomattavasti, sopivia materiaalin varastoimispaikkoja löytyy usein hyvin läheltä, jolloin täsmätoimituksia ei välttämättä tarvitse järjestää, mutta tarvikkeet ja maamassat täytyy huolellisesti suojata ja merkitä.

Lisäksi kaivualueelta löytyy usein tarvittavan väljä tila, johon asennettava tekniikka voidaan vaivattomasti asentaa.

2.2.3 Haja-asutus

Haja-asutusalueilla tarkoitetaan kaupunkien, taajamien ja muiden asutuskeskusten välisiä tiealueita, kantateitä sekä pieniä asutuskeskittymiä. Näillä alueilla liikenne on pääasiassa nopeasti ohikulkevaa moottoriliikennettä, jolloin huomiota tulee lähinnä kiinnittää liikennejärjestelyihin sekä risteysalueiden ja kevyen liikenteen kulkureittien putoamissuojauksiin.

Maaperä on koskemattomampaa verrattuna esim. taajama-alueisiin. Tiealueet on usein perustettu louheelle, penkat ja muut tien vierusalueet ovat usein moreenia, savea tai hiekkaa. Olemassa olevaa tekniikkaa on harvakseltaan, ja nekin yleensä ilmassa, tai maassa kaivannonsuuntaisesti sekä risteysalueilla. Kaivutyö nopeutuu huomattavasti, kun kaivukoneen kuljettajan ei tarvitse jatkuvasti kuuloistella kauhaa, ja voidaan sokeammin luottaa kaapelinäyttöihin sekä niistä saatuihin kaapeli-, viemäri-, vesi- ym. karttoihin.

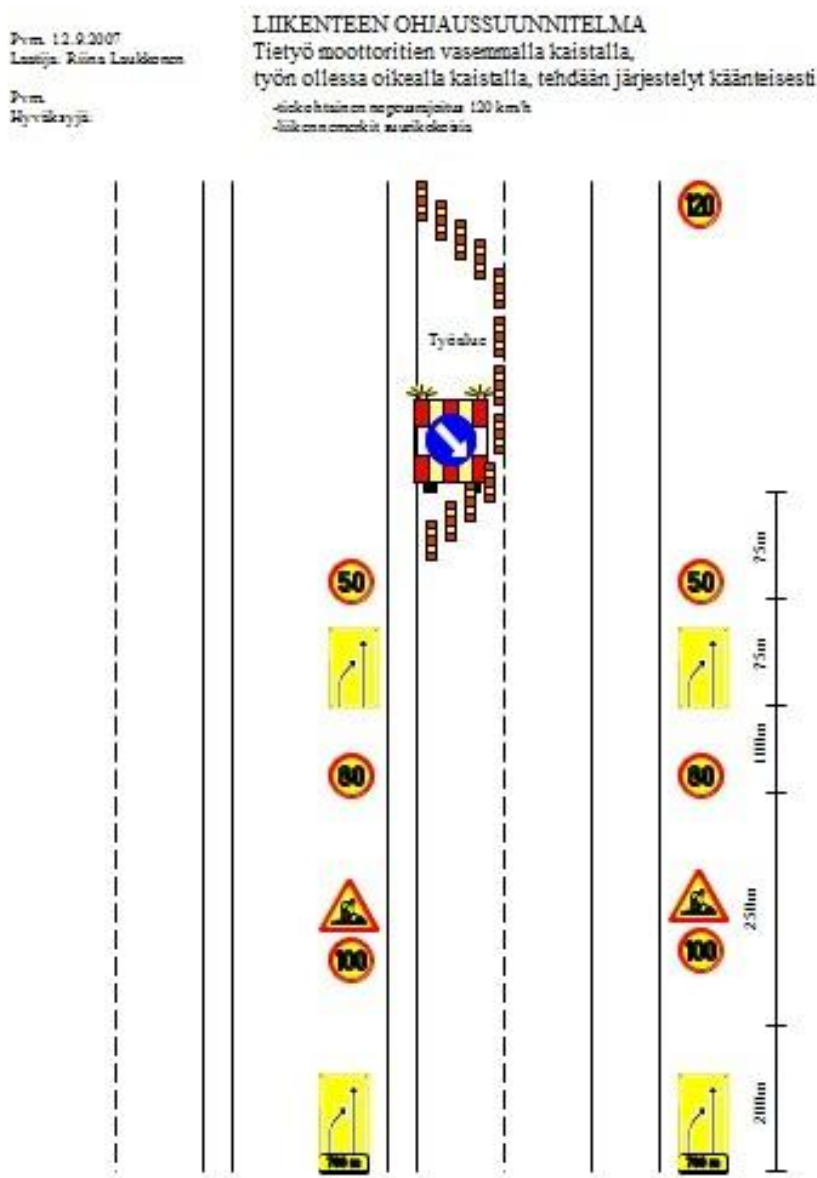
2.2.4 Metsä- ja peltoalueet

Metsä- ja peltoalueet ovat kaivutyön toteutuksen kannalta kaikkein yksinkertaisimpia ja helpoimpia. Alueet ovat pääasiassa luonnontilassaan tai pelto-osuuksilla salaojitettua savimaata, eikä näin ollen näillä alueilla ole juurikaan erityistä huomiota vaativia rakenteita. Näissä ympäristöissä asentajan työsaavutus tehostuu huomattavasti, kun kaivukoneen kauhan työskentelyä ei tarvitse seurata, vaan asentaja voi keskittyä pääsääntöisesti tekniikan asentamiseen.

Alueella harvoin tapaa muita ihmisiä, jolloin kaivantojen työnaikaisiin suojauksiin ei tarvitse kiinnittää niin paljon huomiota kuin esimerkiksi kaupunkialueilla. Parhaimmillaan näillä alueilla työ voidaan toteuttaa siten, että toinen kaivukone kaivaa edeltä ojaa auki, asentaja asentaa tekniikan ja perästä tuleva kone hiekoittaa, täyttää ja tasaa kaivettujen osuuden.

2.2.5 Moottoriliikenneväylät

Moottoriliikenneväylillä työskenteleminen on yksi vaativimmista työskentelyalueista, ohi kulkevan liikenteen nopeus ja kuljettajien piittaamattomuus on suurin riskitekijä, niin ohikulkevalle liikenteelle kuin työmaalla työskentelevillekin. Tämän vuoksi liikennejärjestelyiden oikeaoppinen toteutus ja rakentaminen ovat ensiarvoisen tärkeitä, jotta alueella voidaan ylipäättensä työskennellä. Liikennejärjestelyt toteutetaan yleensä tiealueesta vastaavan esim. ELY-keskuksen tai tienkäyttäjänlinjan kautta hyväksytyn suunnitelman mukaisesti, joka on pääpiirteittäin aina samantyyppinen (kuva 3). Näin autoilijat oppivat tuntemaan ja ennakoimaan, mitä tiellä edessä tulee olemaan.



Kuva 3. Liikenteenohjaus suunnitelma 2-kaistaiselle moottoritielle [3]

2.3 Maaperän vaikutus

Työalueella vallitseva maa-aines vaikuttaa kaivutyön etenemiseen lähinnä kahdella tapaa, joko työtä edesauttavasti tai haittaavasti. Kaivettavan maan ollessa soraa tai murskettä se voidaan lähes poikkeuksetta käyttää takaisin kaivannon täyttöön tai muilla työmailla. Vastaavasti tie- ja kaupunkialueilla kaivannosta nouseva louhos, savi tai muu eloperäinen maa-aines joudutaan lähes poikkeuksetta ajamaan muualle. Lisäksi kaivannon sortumisvaara, pohjaveden korkeus, vetisyys ja liettyvyys vaikuttavat asennustyön etenemiseen oleellisesti. Sähkö- ja telerakentamisessa kaivantojen syvyys on pääasiassa <math><1200\text{ mm}</math> ja kaivannon aukioloaika n. 15 min- 2 h. Tämän vuoksi kaivannon sortumisvaara on usein hyvin pieni. Siksi kaivantojen luiskaamiseen ja tukemiseen täytyy kiinnittää erityishuomiota vain, kun työskennellään alueella, jossa on kova liikenerasite, juokseva hiekka tai vetinen maaperä (erityinen sortumisvaara) (taulukko 1) [9,10.]

Taulukko 1. Kaivannon luiskauksen tarve [10, s.110]

LUOKKA	MAAPOHJA	Kaivannon syvyys		
		H<1,2 m	H = 1,2 ...2,0m	H > 2,0m
		Luiskan kaltevuus		
I	Löyhä ja keskitiivis siltti	Pystysuora	20°...45° riippuen maa-aineksen laadusta ja ominaisuuksista	
	Löyhä ja keskitiivis hiekka			
	Löyhä sora			
	Löyhä moreeni			
II	Tiivis siltti	Pystysuora	< 2 : 1	< 1 : 1
	Tiivis hiekka			
	Keskitiivis sora			
	Keskitiivis moreeni			
III	Tiivis sora	Pystysuora	< 4 : 1	< 2 : 1
	Tiivis moreeni			

2.4 Vuodenajan vaikutus yrityksen kaivu- ja asennustyöhön

Verkotorakennus yritysten toiminta on keskittynyt kesäkuukausien ympärille, jonka vuoksi yleensä talvisin on käynnissä ainoastaan muutama työkohde ja kaluston huolto-toimenpiteet. Vuodenaikojen vaikutus infra -rakentamisessa on huomattava. Talvesta

johtuvia lisäkustannuksia syntyy niin urakoitsijalle kuin työn tilaajallekin. Lumi, routa, polttoaineen kulutus, kaluston pakkaskestävyys, materiaalin jäätyminen ym. ovat merkittäviä tekijöitä talvitöiden kustannuksien määräytymisessä.

2.4.1 Kevät

Keväällä, kaivukauden alkaessa olosuhteet kentällä ovat vaihtelevat, alkutalvi on roudan määrän kannalta ratkaiseva. Jos pysyvää lumipeitettä ei synny ennen kovia pakkasia tai lumipeite jää ohueksi, maaperä pääsee jäätymään syvälle. Lumipeite suojaa maaperää tehokkaasti pakkaselta, jolloin liikenteettömillä alueilla routaa ei välttämättä esiinny juurikaan. Toisaalta jo kertaalleen jäätymään päässyt maaperä lämpenee hitaasti paksunkin lumipeitteen alla, jolloin routaa voi esiintyä syvälti vielä keväällä.

Ihannetilanne kaivutöiden kannalta on, kun lumisen talven jäljiltä routaa ei juurikaan ole, pois lukien tiet, jotka on auraamalla asetettu pakkaselle alttiiksi. Kevään kaivutyöhön oleellisesti vaikuttavat myös lumien sulamisvedet, joita varsinkin alavilla alueilla sekä alueilla, joissa pintavedet ohjataan ojiin, joudutaan pumppaamaan pois kaivannoista. Lisäksi kevään kaivutöissä tulee huomioida routa ja sen sulaminen ja tästä mahdollisesti aiheutuvat kaivannon sortumiset. [4,11.]

2.4.2 Kesä

Verkostonrakennusalalla työt keskittyvät pääasiassa lumettomiin vuodenaikoihin (kevät, kesä ja syksy). Tämä ns. sesonkiaika on Suomessa vain n. 9 kk ja kesäkuukaudet ovat maanrakentajille ihanneaikaa olosuhteiden puolesta. Koko kaluston on liikuttava mahdollisimman tehokkaasti ja tuottavasti. Kesällä eniten tuotantoa haittaavia tekijöitä ovat mm. työntekijöiden kesälomat, niin omien kuin eri osapuolienkin. Toisaalta kesän ollessa erittäin lämmin ja kuiva saattaa se vaikuttaa negatiivisesti työn kulkuun: työ on hyvin fyysistä ja hiostavaa jo ilman keskikesän porottavaa aurinkoaikin! [4,11.]

2.4.3 Syksy

Lämpötilojen laskiessa ja sademäärien kasvaessa alkaa kentällä henkilöstön motivaatio laskea, sairauspoissaolot lisääntyä ja tuotantonopeus hidastua. Samalla täytyisi urakat ja työkohteet saada siihen pisteeseen, että kaivutyöt sekä uudet pinnoitteet

saadaan tehdyksi ennen pakkasten ja talven tuloa. Esimerkiksi pinnoitetöitä ei taloudellisesti kannata talvisaikaan tehdä. Syksyn tulo yleensä aiheuttaa pienimuotoista kiirettä työkohteissa. [4,11.]

3 Työsaavutuskirjaston aineisto

Työsaavutuskirjaston visuaaliseen ilmeeseen, esitykseen ja käyttöön käytetään mallina INFRA 2006 -nimikkeistöä sekä RATU -kortistoa. Pohjatiedot ja niistä lasketut kertoimet yrityskohtaiseen aineistoon työsaavutuskirjastoa varten muodostuvat muutaman eri työmaan ja projektin jälkilaskentatiedoista, työmaapäiväkirjoista sekä yrityksen intranet järjestelmään syötetyistä tuntiselvityksistä. Kattavin työsaavutus aineisto löytyy Tukeva 12 -projektista, jota toteutettiin kevään, kesän ja syksyn 2012 aikana (Saarijärvi Infran urakoimassa osuudessa). Lisäksi työsaavutustietoa kerättiin seuraavista projekteista:

- VT 7, muuttuvat liikenneopasteet

- SWK Energyn Pj-verkkotyöt
 - o Kurtinmäki

 - o Metsä-poltti (testikohde)

 - o Mutkatie

- Tukeva 11 -projekti (n. 40 osakohdetta)

- Helen, katuvalaistustyöt [4,11.]

4 Tutkimustulokset

Tutkimustuloksena syntynyt työsaavutus-kirjasto tarkkoine työsaavutus tietoineen on ainoastaan yrityksen käyttöön. Yrityksen työmaille tyypillisille asennuskokonaisuuksille tehtiin taulukon 2 mukainen sisältökuvaus, joille työmaiden jälkilaskentatiedoista saadaan ns. #hanneolosuhteissa tapahtuvan asennustyön keskimääräinen etenemä+(Liite 1)

Taulukko 2. Asennustyön sisältö.

Kaapeliputken asennus	
Alkutilanne	Suunnitelmat ja kaapelikartat asennusporukalla, liikennejärjestelyt tehty, kaivukohteen olemassa olevat pinnoitteet, vauriot dokumentoitu ja materiaalit jaettu työkohteeseen
Lopputilanne	Tekniikka asennettu, johtokaivanto ummessa, kaivettu osuus mahdollisesti pinnoitettu väliaikaisesti/pysyvästi
Vaiheet	
1	Kaivu asennussyvyyteen
2	Pohjan tasaus / arinan teko
3	Putk(i)en asennus arinalle
4	Esitäyttö, joko lapiolla tai koneella
5	Kaapelivaroitussauhan asennus 10-20 cm putken yläpinnasta
6	Välitäyttö
7	Tiivistykset
8	Lopputäyttö
9	Tasaus
10	
ETENEMÄ	XX...XX m / h

Työsaavutuskirjastosta saatava etenemä ihanneolosuhteissa kerrotaan taulukon 3 mukaisilla kertoimilla työkohteen olosuhteista, kokoonpanosta ym. riippuen. Näillä kertoimilla pyritään huomiomaan eri tekijöistä johtuvat viivästykset ihanneolosuhteessa tapahtuvaan työhön verrattuna.

Taulukko 3. Ympäristön, asennusryhmän ym. merkitys ja niiden kertoimet

Asennusryhmän kokoonpano		Selite			
Kone + Asentaja	0,9	Kone + Asentaja, "perustilanne"			
2x Kone + Asentaja	1,7	Kaivukone + asentaja + peittokone, " suorille sensseille" esim. Vahva verkko -tyyppisissä tapauksissa			
2x Kone + 2x Asentaja	1,8	Kaivukone+ 2 x asentaja + peittokone, "suorille sensseille / paljon tekniikkaa, kaivoja/jako kaappeja tms			
Työryhmän kerroin					
1	1,1	Huippuryhmä Perus hyvä porukka OK, nopeudessa toivomisen varaa			
2	1				
3	0,9				
Asennettavan tekniikan määrä					
alle 2	1				
2 -- 4	0,9				
4 -- 6	0,7				
6 -->	0,6				
Kaivukoneen koko					
< 4,5 tn	0,4	vio 2,7			
4,5-8,0 tn	0,7	Hitachi 4,9, vio 5,0-vio 8,0			
8,0--12tn	0,8	Komatsu PWR, vio 10,0 ...			
12tn -->	0,9	Hitachi 13,5 / Doosan 180, Doosan 210			
Alue					
Metsä	0,7	ei olem. olevaa tekniikkaa / ohikulkevaa liikennettä, epätasainen Tienvierus/ vähän olemassa olevaa tekniikkaa / ohikulkevaa liikennettä Runsaasti olemassa olevaa tekniikkaa/ liikennettä / asutusta ym. Keskusta-alueet, kaikkea mahdollista edessä Esim. moottoritiealueet/ tehdasalueet ym. erikoiset ympäristöt Ihannetilanne, tasainen, ei olem. olevaa tekniikkaa / ohikulkevaa liikennettä			
Haja-asutus	0,9				
Taajama	0,8				
Kaupunki	0,5				
muut/ erit.	0,9				
Pelto	1				
Kaivuun paikka					
Asfaltti	0,7	Asfalttiin kaivettava osuus, lisätyötä mm. asf leikkuu, poisto, kuormaus, tilap. paikkaus ym. Nurmi/hiekka, lisätyötä mm. tulevien pinnoitteiden pohjat Lisätyötä mm, kaltevuudesta johtuen Ihannetilanne, kaivannon tasaus Lisätyötä mm. purku, varastointi, pohjien teko, ym.			
Nurmi/hiekka	0,9				
luiska	0,95				
muu	1				
Laatoitus	0,3				
Senssi / Monimuotoisuus					
Suoraa linjaa	1	Perustilanne, helppo tilanne Esim. Tukeva / Helen valaistustyöt (kaappeja, kaivoja, kiint. liittymiä, jalustoja As. alueiden kaapeloinnit			
Monimuotoinen	0,9				
Sekava	0,6				
YLEISEN RISKIN KERROIN					
0,8-0,95					
Vuodenajan ja maaperän vaikutusyrityksen kaivu/asennusnopeuksiin					
	TALVI	KEVÄT	KESÄ	SYKSY	
Savi/siltti	0,7	0,9	1	0,8	
Hiekka/ moreeni/ perusma a	0,7	0,8	1	0,8	
Murske/s	0,6	0,9	1	0,8	
Louhe	0,5	0,5	0,5	0,5	

5 Testaus

5.1 Kertoimien käyttö

Yrityksen projektien jälkilaskentatiedoista ja työnjohtajien kokemuksesta saatua riittävästi tilanneolosuhteissa tapahtuvaa etenemää+ aletaan kertoa oheisien taulukoiden mukaisilla kertoimilla (taulukot 2 ja 3).

Vaiheet:

- 1) Asennusryhmän tai -ryhmien kokoonpanojen valinta
- 2) Ryhmän kokemus ja toimivuuden arviointi
- 3) Asennettavan tekniikan määrä
- 4) Suunnitellut kaivukoneet
- 5) Työalue
- 6) Pinnoitteet kaivureitillä
- 7) Kaivun ja asennustyön monimuotoisuus (1 linja vai useita eriäviä reittejä ja haaroja)
- 8) Yleisen riskin kerroin
- 9) Vuodenaika, jolloin kaivutyö on suunniteltu suoritettavaksi, sekä arvio vallitsevasta maaperästä

Näiden kertoimien jälkeen saadaan keskimääräinen päivittäinen etenemä (10 h/tv). Näin saadaan varsinaiselle kaapeli ja putkikaivannolle luotua tuntimenekkiarviot. Määräluetteloiden ja työkuvioiden perusteelta lisätään vielä yksittäisten asennuskokonaisuuksien viemä asennusaika ja lisätään tuntimäärä koko projektin tuntimenekkiarvioihin. Tämän perusteelta saadaan luotua kustannusarvio, työmenekkiarvio sekä yleisaikataulu projektin läpiviemiseksi.

5.2 Testikohde

Työsaavutukset on rakennettu pääasiassa Tukeva 12- projektin mittauspöytäkirjojen, työmaapäiväkirjojen ja asentajien tuntiselvityksien pohjalta. Työsaavutusten ja kertoimien luotettavuuden arvioimiseksi saadut työsaavutukset testataan Swk-Energyn Metsä-poltintien työmaalla. Testaus toteutetaan siten, että yrityksen tuotantojohtaja Vesa Keto aikatauluttaa saman työkokonaisuuden omiin tietoihinsa perustuen ja opiskelija tämän opinnäytetyön mukaisilla työsaavutuksilla samoilla resursseilla.

Tuotantojohtaja V. Kedon arvio: 8 työvuoroa.

Opinnäytetyön mukaisilla kertoimilla, taulukko 4:

Taulukko 4. Metsä-poltintien työkohteen arvio kertoimien perusteella

Metsä-poltintie				
Asennusryhmä 1	Doosan 180 LC	XX	€/h	
2 + 1	Yanmar 5,7	XX	€/h	
	asentaja	XX	€/h	
Työsaavutus kerroin:	0,XXXX			
Työsaavutus / työvuoro	XXXX m			

Työhön varattu aika:	6,75pv		omakustannehinta:	
Konetyö 1	67,5h	x	XX	XXXX
Konetyö 2	67,5h	x	XX	XXXX
Asentaja	67,5h	x	XX	XXXX

Asennusryhmä 2	Yanmar 5,7	XX	€/h	
1+ 1	asentaja	XX	€/h	
Työsaavutekerroin:	0,XXX			
Työsaavutus / työvuoro	XXX m			

Työhön varattu aika:	3,5 pv		omakustanne- hinta:	
Konetyö 1	XXh	x	XX	XXXX
Asentaja	XXh	x	XX	XXXX

Muut asennustyöt:	menekki	määrä	Yhteensä:	
Puistomuuntaja	Xh	1	Xh	
Jakokaapit	XXXh	2	XXh	
Nurmetus 50 m2	XXm2/h	50	XXh	
Hiekkakäytävä 50 m2	XXm2/h	50	XXh	
		yht:	XXXh	

Työhön varattu aika:			omakustannehinta:	
konetyö	XXh	x	XX	XXXX
asentaja	XXh	x	XX	XXXX

YHTEENSÄ:	Konetyö	Asennus
Asennusryhmä 1	135 h	67,5 h
Asennusryhmä 2	48,9 h	48,9 h

YHTEENSÄ	183,9h	116,4h
----------	--------	--------

ENNUSTE:	183,9h	116,4h
----------	--------	--------

Runkolinja suoritettavissa: 2 + 1 kokoonpanolla 6,75 työvuorossa (10h/tv)	Kaivutyöt tehty: 10,25 työvuorossa
Pihakaivut, puistomuuntamo, hiekkatie + nurmetus: 1+1 kokoonpanolla 3,5työvuorossa (10h/tv)	

Kustannusarvio työlle:	XXXXX	€
------------------------	-------	---

5.3 Tulokset

Tuloksien tarkkailuhetkenä työkohteessa on työskennelty 5 tv/ 10,25 tv, ja reitistä on kaivamatta enää n. 200 m. Keskimääräisessä kaivuvauhdissa ollaan jäljessä n. 20 m, mutta hitaat pihakaivuosuudet on jo tehty, tosin suunniteltu asennusryhmien kokoonpano on muuttunut lähes päivittäin. Kaivutyötäkään ei ole päästy tekemään ihanteellisimmassa järjestyksessä tavarantoimittajan ongelmien vuoksi. Jäljellä olevia töitä on kuitenkin enää sen verran vähän suoritettavana, että työt valmistunevat 4 päivässä, jolloin oltaisiin aikataulua 1,25 tv edellä.

Taulukko 5. Metsä-poltintien kohteen seuranta

Metsä-poltintie				
Ryhmä 1	2+1	10h/ tv		
	kaivu (m)	erotus arvioon (m)		
1. päivä	0	-XXX	Raivaustyötä, kaapelien levitys	
2. päivä	XXX	46	2+1	
3. päivä	XXX	36	Ainoastaan 1 kone hommissa	
4. päivä	XXX	96	Kokoonpano muuttunut, 2+0	
5. päivä	XXX	-34	2+0	
Yhteensä:	XXX	-20		

5.4 Korjaukset ja lisäykset

Kohde Metsä-poltintie kaivetaan pääasiassa metsikköön ja juuri hakattuun ryteikköön, jolloin kaivuvauhtia hidastaa huomattavasti maaston epätasaisuus. Työkohteen ensimmäinen päivä menikin pitkälti kaivureitin raivaukseen, tätä ei näin suuressa laajuudessa huomioitu kaivuympäristön kertoimessa (0,7). Raivaukselle voitaisiin luoda oma kertoimensa tai työsaavutus kuvan 6 taulukkoon, koska raivauksen jälkeen itse kaivutyö on lähes yhtä joutuisaa kuin pelto-osuuksilla. Toisekseen kaivuvauhti on pelto- ja metsäosuuksilla ollut huomattavasti nopeampaa kuin työsaavutuskirjaston mukaiset kertoimet antavat olettaa.

Kaivukoneiden painoluokitukseen on myös syytä lisätä yrityksen pienin kaivukone omaan luokkaansa, 2,7 tn ja työsaavutuskertoimeksi tuo 0,4. Kokoluokan 2,7. 4,5 tn kerroin lienee 0,55-0,65 välissä.

5.5 Tuloksien luotettavuus

Tuloksina syntyneiden työsaavutuksien paikkansapitävyyttä pitää arvioida useamman työmaan kohdalta testaamalla samaan tapaan kuin Metsä-poltintien kohdetta. Kertomissa saadaan päivitettyä sitä mukaa, kun testauksia valmistuu. Luotettavuuden saavuttamiseksi täytyy myös vääristymät eliminoida, esimerkiksi *medellä olon tunne*+projekteissa, kun tehdään ensiksi suorat, nopeat ja yksinkertaiset osakokonaisuudet ja jätetään vaikeat ja aikaa vievät työt viimeiseksi. Tämän vuoksi oikea ja luotettava arvio kertomien ja työsaavutuskirjaston onnistumisesta saadaan vasta projektin ollessa valmis, ja tämän vuoksi luotua kirjastoa tulee päivittää.

6 Kehitysehdotukset

6.1 Tuntiselvitysten kehitys

Tukeva 12 -projektin työsaavutukset olivat hankalasti saatavilla, osaksi tuntiselvityksien suppeuden takia. Selvitykset pitivät lähinnä sisällään työajan ja työmaan, joilla on työskennelty. Tuntisaavutusten seurattavuuden parantamiseksi intranet-järjestelmän tuntiselvitystointoa voitaisiin kehittää siten, että asentajat ja koneenkuljettajat lisäksi päivittäin *kaivetun metrimäärän / asennetun tekniikan määrän*. Täten keskimääräisten työsaavutusten seuraaminen helpottuisi oleellisesti, vielä kuukausienkin jälkeen. Tuntiselvityksien tarkentuminen auttaisi myös työn etenemän seurantaa, tuomalla päivittäisiin saavutuksiin läpinäkyvyyttä, kun työntekijät joutuisivat päivittäin ilmoittamaan työn etenemän. Näin ollen, ei kehdata ilmoittaa vain muutaman metrin työsaavutuksia, jolloin puristetaan vaikka väkisin enemmän metrejä päivässä. Tämä loisi myös tervettä kilpailua asennusryhmien välille, mikä pitkällä tähtäimellä vaikuttaisi myös työsaavutuksiin.

Myös ns. häiriötekijät ja niistä johtuvat viivästykset tulevat kirjattua ylös tarkemmin, jolloin saadaan pidettyä kirjaa myös hukkaan menneistä työtunneista sekä niiden aiheuttajista ja mahdollisesti puuttua niihin. Tämän avulla saadaan tarkemmin päivitettyä ja pidettyä yllä yleisen riskin-kerrointa. Toisaalta asentajien ilmoittamat metrimäärät sisältävät varmasti ilmaa ja lukujen kaunistelua, mutta lopullisista mittauspöytäkirjoista sekä toteutuneista menekeistä saadaan luotettavin tieto laskettua ja tarkastettua.

6.2 Yrityksen projektien sisäinen aikataulutus

Tällä hetkellä yrityksen yksittäisiä työkohteita ja projekteja ei aikatauluteta deadline tai valmistumispäivämääriä tarkemmin. Eli ns. työnjohtajan tärkein työkalu puuttuu. Projektien aikatauluttaminen mahdollistuu työsaavutusten ollessa selvillä, jonka kautta projektien ajallinen, taloudellinen ja yrityksen koko kaluston ja henkilöstön hallinta paranee huomattavasti, tosin vain kun luoduista aikatauluista pidetään kynsin ja hampain kiinni. Tämä edellyttää toki sitä, että suunniteltu kalusto ja henkilöstö on yhdellä työmaalla, siten kuin se on suunniteltu.

Projektien laajentuessa jatkuvasti entistä suuremmiksi kokonaisuuksiksi on projektin hallinnankin kannalta välttämätöntä saada työkokonaisuudet aikataulutetuksi ja viimevaiheen paniikkisiirrot saadaan eliminoitua, kun mahdollisiin viivästyksiin osataan puuttua ajoissa. Aikatauluissa pysyminen ja niiden alittaminenkin lienee yrityksen imagon ja maineen kannalta pelkästään positiivista.

Projektien parempi aikataulutus ja hallinta antanee myös yrityksen ylimmälle johdolle aiempaa aikaisemmin tietoa mm. olemassa olevasta työkannasta ja henkilöstön tarpeesta. Kun oleva työkanta ja sen työmäärä on selvillä, päästään aikaisemmin tarjoamaan ja tarttumaan kiinni uusiin projekteihin, kun tiedetään että niihin on resursseja eli saadaan niin sanotusti luotua +puskuria+ja ennustettavuutta työkantaan.

6.3 Työryhmien urakkapalkkaus

Kun työsaavutuskirjasto on saatu päivitettyä tarvittavan tarkaksi, mahdollistuu myös työryhmien urakkapalkkaus, jolla saadaan varmasti lisää vauhtia asennusryhmiin. Työnlaatu ja urakan hyväksymisperusteet tulee olla selvillä kaikille osapuolille. Työn-

laadun heikkenemän estämiseksi urakkaryhmän tulisi esimerkiksi dokumentoida valokuvaamalla asennukset ennen peittämistä. Dokumentointi kannattaisi samalla toteuttaa siten, että kuvista löytyisi kuvan paikkatiedot, päivämäärä ym. myöhempää hyödyntämistä varten. Myös työnjohdon tulee olla perillä urakan etenemisestä sekä suorittaa esimerkiksi pistokokeita jo kaivetuista osuuksista. Urakkapalkkaus voidaan toteuttaa usealla tapaa, esimerkiksi ns. piiskarahalla tai puhtaalla asennusryhmän työurakalla.

6.4 Tulospalkkiojärjestelmä

Työsaavutusten tarkennuttua voitaisiin myös harkita tulospalkkiojärjestelmää työkohteittain tai projekteittain, esimerkiksi sillä perusteella, kun projektiin laskettu budjetti, tuntimäärät tai työsaavutukset alitetaan reippaasti. Tämä voisi koskea läpi linjan projektin pääasiallista henkilöstöä, jolloin motivaatiota löytyisi alimmalta tasolta asti. Tosin sellaista tilannetta ei saa syntyä, että eri työpäälliköiden välille tulee kilpailua ns. parhaista asennusryhmistä, joiden kanssa ylletään varmimmin palkkiolle. Näin ollen tulospalkkiojärjestelmä ei saa toimia siten, että jokainen työmaa toimii omana itsenäisenä voittoa tavoittelevana porukkana. Tämän ehkäisemiseksi työpäälliköiden palkkiot olisi hyvä sitouttaa toisiinsa, jolloin yhteistyö säilyisi ja yritys edellä tyypinen ajatusmalli säilyisi. Tämän kokoisessa yrityksessä joustavuus, palvelujen laatu ja nopeus ovat suurimpia markkinavaltteja, jolloin niistä ei kannata työpäälliköiden välisen kilpailun takia luopua.

7 Yhteenveto

Maanrakennusalan yritykset ovat yleensä vaatimattomasta alusta, jopa yhden miehen ja koneen yhdistelmästä alkunsa saaneita yhtiöitä. Parhaimmillaan yritys kasvaa maanlaajuiseksi toimijaksi, jolla voi olla miljoonien eurojen arvoinen kalusto ja kymmeniä, jopa satoja työntekijöitä palveluksessaan. Tällaisilla toimijoilla on jo henkilökunnassaan korkeastikin koulutettua insinööri- ja diplomi-insinöörikuntaa suorittamassa urakka- ja massalaskentaa. Työkohteetkin ovat silloin jo kertaluokkaa suurempia, jopa valtakunnallisia tie-, satama- tms. hankkeita. On luonnollista, että tällöin töiden järjestelyt ovat erilaiset, eräällä tavalla suurpiirteisemmät: massoja liikutellaan suuria määriä ja pitkiäkin matkoja, massoille on järjestetty läjitys- ja käsittelyalueita ja toiminta on kaikin puolin massiivisempaa kuin nyt selvityksessä kohteena olevan yrityksen urakoissa.

Koulutustakin on tie- ja vesirakennusosalalle annettu jo vuosikymmeniä aikoinaan teknisissä kouluissa ja opistoissa sekä korkeakouluissa. Varsinkin rakennusmestareista myös pienemmät alan yritykset saivat osaavaa henkilökuntaa. Koulutuksen loputtua syntyi työorganisaatioon aukko, jota nyt ollaan paikkaamassa uudelleen aloitetulla rakennusmestarikoulutuksella. Pienemmät maanrakennusalan yritykset ovat ilmeisesti saaneet viime vuosina saaneet tyytyä kouluttamaan itse henkilökuntaansa työn ohessa vanhempien työtapoja imitoiden. Palataksemme siihen, miten yritykset yleensä syntyvät (Asentaja + kone) ei liene yllätys, ettei aikaa, resursseja eikä tietotaitoa ole käytettävissä kovin pitkälle menevien systemaattisten menetelmien kehittämiseen. Tämä lienee syynä siihen hämmästyttävään havaintoon, ettei verkostonrakennusprojekteihin ilmeisesti ole yleisesti saatavilla olevaa urakkalaskennan työkalua saman tyyliin kuin esim. talonrakennusalalla. Suuret Infra-alan toimijat eivät myöskään ole samassa määrin kiinnostuneita verkostonrakennusurakoista kuin pienemmät alan yritykset. Tässä selvityksessä on, havaitusta tarpeesta johtuen, pyritty saaman alulle yrityksen käyttöön soveltuvan systemaattisen työkalun kehitys työ, joka ainakin ensimmäisen testikohteen perusteella tuntuu toimivan jo yllättävän tarkasti. Toki kehitettävää ja perustavan laatuisia virhearvioita ja -tuloksia löytyy varmasti mm. kertoimista, mutta ne saadaan tarkennettua ajan tasalle systemaattisesti testaamalla ja kehittämällä työsaavutuskirjastoa. Tämä työ lienee tälle työkalulle hyvä perusta.

8 Lähteet

- 1 INFRA 2006 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö
- 2 Helsingin johtotietolaitos, ote kaapelikartasta
- 3 Espoon johtotietolaitos, ote kaapelikartasta
- 4 Yrityksen intranet-järjestelmä
- 5 Keto Vesa, 2012, Tuotantojohtaja, Saarijärvi Infra Oy, Keskustelut 1.5-15.11.2012 välisenä aikana.
- 6 Laukkonen Petteri, Työpäällikkö, Saarijärvi Infra Oy, Keskustelut ja VT7-projektin aineisto 3.10.2012
- 7 Hummasti Aki, Työpäällikkö, Saarijärvi Infra Oy, Keskustelu 13.9.2012
- 8 Heikkinen Anastasia, Toimistopäällikkö, Saarijärvi Infra Oy, keskustelut sekä aineisto 1.5-20.10 välisenä aikana.
- 9 Infrahankkeen tuotannonhallinta: Mika Lindholm, Juha-Matti Junnonen Suomen Rakennusmedia Oy, 2012
- 10 Pohjarakennus, Martti Rantamäki, Markku Tammirinne, Otatieto, 2006
- 11 Projektien jälkilaskentatiedot
- 12 Pekkola Markus, 2010, Panosjärjestelmän rakentaminen hyödyntämään tarjouslaskentaa ja työnsuunnittelua, Saimaan AMK
- 13 Huhtamäki Tapio, 2012, Uudet kaivumenetelmät televerkon rakennustöissä, Turun Amk

- 14 Vierikka Harri, 2009, Maanrakennusurakan kustannus- ja aikataulu-
seurannan ohjeet, Tampereen AMK
- 15 RATU-kortisto
- 16 Infra RYL
- 17 Infra Net

Kaapeliputken asennus	
Alkutilanne	Suunnitelmat ja kaapelikartat asennusporukalla, liikennejärjestelyt tehty, kaivukohteen olemassa olevat pinnoitteet, vauriot dokumentoitu ja materiaalit jaettu työkohteeseen
Lopputilanne	Tekniikka asennettu, johtokaivanto ummessa, kaivettu osuus mahdollisesti pinnoitettu väliaikaisesti/pysyvästi
Vaiheet	
1	Kaivu asennussyvyyteen
2	Pohjan tasaus / arinan teko
3	Putk(i)en asennus arinalle
4	Esitäyttö, joko lapiolla tai koneella
5	Kaapelivaroituss nauhan asennus 10-20 cm putken yläpinnasta
6	Välitäyttö
7	Tiivistykset
8	Lopputäyttö
9	Tasaus
10	
ETENEMÄ	XX..XX m / h

Kaapelin asennus kaivantoon	
Alkutilanne	Suunnitelmat ja kaapelikartat asennusporukalla, liikennejärjestelyt tehty, kaivukohteen olevat pinnoitteet, vauriot dokumentoitu ja materiaalit jaettu työkohteeseen
Lopputilanne	Kaapelit asennettu kaivantoon, johtokaivanto ummessa, kaivettu osuus mahdollisesti pinnoitettu väliaikaisesti/pysyvästi
Vaiheet	
1	Kaapelin levitys suunnitellun kaivannon viereen
2	Kaivu asennus syvyyteen
3	Pohjan tasaus / arinan rakentaminen
4	Kaapeli(e)n asennus arinalle
5	Mahdollinen kaapeli(e)n suojaus kouruttamalla tms.
6	Esitäyttö, joko lapiolla tai koneella
7	Kaapelivaroitusnauhan asennus 10-20cm kaapelin yläpinnasta
8	Välitäyttö
9	Tiivistykset
10	Lopputäyttö
11	Tasaus
12	
ETENEMÄ	XX.. XX m / h
14	
15	

Betonisen kaapelikaivon asennus	
Alkutilanne	Suunnitelmat ja kaapelikartat asennusporukalla, liikennejärjestelyt tehty, kaivukohteen olevat pinnoitteet, vauriot dokumentoitu ja materiaalit jaettu työkohteeseen
Lopputilanne	kaivanto ummessa, kaivettu osuus mahdollisesti pinnoitettu väliaikaisesti/pysyvästi
Vaiheet	Kaivon asennus uudelle linjalle
1	Kaivannon kaivu
2	Arina tasattu murskeella, korko maanpintaan nähden tarkistettu
3	Pohjarenkaan asennus kaivantoon
4	Tiivistysmassan asennus
5	Korokerenkaan asennus
6	Reikien poraus, kaivon sisäpuolelta
7	Putkien liitäntä kaivoon + tiivistysrenkaiden asennus
8	Tiivistysmassan asennus
9	Kansiosan asennus
10	Korokekauluksien + välitiivisteiden asennukset
11	Tunnistelaatan asennus
12	Rautakansiston asennus
13	Kaivon ympärystäytöt kerroksittain
14	Putkien alkutäyttö
15	Varoitussauhan as.
16	Välitäyttö (betonisen kansiston tasalle + ympäryksen tiivistys)
17	Lopputäyttö + tiivistys
18	Tasaus
19	
ETENEMÄ	XX h / kpl
Kaivon asennus vanhalle linjalle (sis. Kaapeleita)	
1	Vanhan linjan esille kaivuu
2	Kaivon paikan kaivuu vanhan linjan kohdalle
3	Kaivon kasaus maanpinnalla, pohja + koroke
4	Reikien poraus renkaiden välisen sauman kohdalle
5	Koron tarkistus, pohjan tasaus
6	Pohjarenkaan asennus "ujuttamalla" kaivantoon, siten että reiät oikein vanhaan linjaan nähden
7	Tiivistysmassan asennus
8	Korokerenkaan asennus, reiät vanhan linjan mukaisesti, siten että putket kulkevat kaivon lävitse
9	Kaivon läpi kulkevien putkien katkaisu, siten ettei kaapelit vaurioidu
10	Uuden linjan liitos kaivoon, reikien poraus, putkien tiivistys ym.
11	sama kuin uuden kaivon asennus kohdasta 8 -->
20	XX h / kpl

Valaisin jalustan asennus	
Alkutilanne	Suunnitelmat ja kaapelikartat asennusporukalla, liikennejärjestelyt tehty, kaivukohteen olevat pinnoitteet, olevat vauriot dokumentoitu ja materiaalit jaettu työkohteeseen
Lopputilanne	kaivanto ummessa, kaivettu osuus mahdollisesti pinnoitettu väliaikaisesti/pysyvästi, jalusta kaapeloitu ja suunnitellussa korossa
Vaiheet	
1	Jalustan as. kohdan kaivu
2	Pohjan tasoitus, tiivistys ja koron tarkistus
3	Jalustan asennus arinalle
4	Jalustan suoruuden tarkistus
5	Kaapelointi, tulo & lähtökaapelien syöttö jalustaan
6	Esitäyttö
7	Kaapelin varoitusnauhan as.
8	Välitäytöt
9	Tiivistykset
10	Lopputäyttö
11	Tasaus / maisemointi
12	
ETENEMÄ	XX h / kpl

Puistomuuntajan asennus	
Alkutilanne	Suunnitelmat ja kaapelikartat asennusporukalla, liikennejärjestelyt tehty, kaivukohteen olevat pinnoitteet, olevat vauriot dokumentoitu ja materiaalit jaettu työkohteeseen, lupa-asiat kunnossa, nurkat ja korko merkattu maastoon.
Lopputilanne	Puistomuuntaja asennettu suunnitelmien mukaiselle paikalle, montut ummessa, ympärys maisemoitu
Vaiheet	
1	Nurkkapisteiden siirto, talteen otto
2	Eloperäisen maa-aineksen poisto suunnitelmien mukaan
3	Kuitukankaan asennus
4	Salaojien rakentaminen + maadoituksen asentaminen
5	Arinan rakentaminen murskeesta, kerroksittain tiivistäen
6	Nurkkapisteiden siirto arinalle, korkoaseman tarkistus
7	Työsauma
8	Sokkelielementin asennus paikalleen
9	Kopin asennus paikalleen
10	Kaapelilähtöjen, tulojen kaivu kopille
11	Muuntajan kaapelointi
12	Sähkötyöt
13	Lähtö/tulo monttujen peitto, jatkosten peitto ym.
14	Sokkelin vierustäytöt + tiivistykset
15	Maisemointi / Tasaus
16	
ETENEMÄ 1-6	X h
ETENEMÄ 8- 11	X h
ETENEMÄ 11- 15	X h

Jakokaapin asennus	
Alkutilanne	Suunnitelmat ja kaapelikartat asennusporukalla, liikennejärjestelyt tehty, kaivukohteen olevat pinnoitteet, olevat vauriot dokumentoitu ja materiaalit jaettu työkohteeseen
Lopputilanne	Kaivanto ummessa, kaappi asennettuna oikealle paikalleen, oikeaan korkoon. Ympärys tasattu/maisemoitu
Vaiheet	
1	Kaapin kasaus ja kengitys
2	Kaivannon kaivu
3	Arinan rakentaminen
4	Korkoaseman ja sijainnin tarkistus
5	Kaapin asennus paikalleen
6	Jalkojen peitto + esitäyttö
7	Kaapelointi
8	Esitäyttö
9	Varoituskauhan/ levyn asennus
10	Välitäyttö
11	Tiivistys
11	Lopputäyttö
12	Tasaus/ Maisemointi
13	
ETENEMÄ	XX h / kpl

Suuntaporaustöiden valmistelut	
Alkutilanne	Suunnitelmat ja kaapelikartat asennusporukalla, turvallinen poraussyvyys selvitetty, liikennejärjestelyt tehty, kaivukohteen olevat pinnoitteet, olevat vauriot dokumentoitu ja materiaalit jaettu työkohteeseen
Lopputilanne	Kaivannot ummessa, kaivetut osuudet mahdollisesti pinnoitettu väliaikaisesti/pysyvästi / maisemoitu
Vaiheet	
1	Porauksen alku ja loppupisteiden määritykset
2	Luiskan rakennus porauskohteeseen
3	Loppupisteen kaivu esille
4	
5	Mahd. avustavat työt, kuten aventimen nostot, putkien levitykset ym.
6	Esitäyttö, joko lapiolla tai koneella
7	Linjan liitääntä porattuihin putkiin
8	Putkien alkutäytöt
9	Varoitusnauhan asennus
10	Välitäyttö, tiivistys
11	Lopputäyttö + Tasaus
ETENEMÄ 1 - 3	X h
ETENEMÄ 6- 11	X h

Erikoissuojaus menetelmät	
Alkutilanne	Asennettava tekniikka joudutaan asentamaan matala-asennuksena , tekniikka maassa, kaivanto auki
Lopputilanne	Johtokaivanto ummessa, kaivettu osuus mahdollisesti pinnoitettu väliaikaisesti/pysyvästi
Vaiheet	Teräslevysuojaus
1	Tekniikka asennettu
2	Alkutäyttö
3	Levyjen asennus tekniikan päälle väh. 10 cm limittäin
4	Varoitusnauhan asennus levyn päälle
5	Välitäyttö
6	Tiivistys
7	Lopputäyttö
8	Tiivistys
9	Maisemointi/ tasaus
10	
11	
ETENEMÄ	XX m /h
Vaiheet	Betonointi
1	Tekniikka asennettu
2	Betonointi, joko suoraan autosta / kauhalla
3	Varoitusnauhan as. betonin pinnalle
4	Kovettuminen
5	Välitäyttö
6	Tiivistys
7	Lopputäyttö
8	Maisemointi/ tasaus
ETENEMÄ	XX..XX m /h (ei kunnollista tietoa)
Vaiheet	Betonilaatat
1	Tekniikka asennettu
2	Alkutäyttö
3	Betonilaattojen asennus
4	Varoitusnauhan asennus
5	Välitäyttö
6	Tiivistys
7	Lopputäyttö
8	Tiivistys
9	Maisemointi / tasaus
10	
ETENEMÄ	XX m/h

Kaapelointi työt	
Alkutilanne	Suunnitelmat ja kaapelikartat asennusporukalla, liikennejärjestelyt tehty, kaivukohteen olevat pinnoitteet, olevat vauriot dokumentoitu ja materiaalit jaettu työkohteeseen
Lopputilanne	Vetokaivannot ummessa, kaivetut osuudet mahdollisesti pinnoitettu väliaikaisesti/pysyvästi, kaapeli putkessa
Vaiheet	
1	Kaapelin levitys suunnitellun kaivannon viereen
2	Kaivu asennus syvyyteen
3	Pohjan tasaus / arinan rakentaminen
4	Kaapeli(e)n asennus arinalle
5	Mahdollinen kaapeli(e)n suojaus kouruttamalla tms.
6	Esitäyttö, joko lapiolla tai koneella
7	Kaapelivaroituss nauhan asennus 10-20cm kaapelin yläpinnasta
8	Välitäyttö
9	Tiivistykset
10	Lopputäyttö
11	Tasaus
12	
ETENEMÄ	n. XX m /h

Liikennejärjestelyiden kasaus ja purku	
Alkutilanne	Lupa-asiat kunnossa, tarvittavat ilmoitukset tehty, varoitusvilkut ym. turvavälineet kunnossa, ei työkoneita / järjestelyitä tiealueella
Lopputilanne	Järjestelyt purettu, liikenne kulkee normaalisti molempia kaistoja pitkin
Vaiheet	Kasaus
1	Liikenteen ohjaussuunnitelman mukaiset merkit kasattu ja pakattu oikeaan järjestykseen
2	Tiealueelle ajo, varoitusvilkut päällä
3	Pysähtyminen tien oikeaan reunaan, pois kaistalta
4	Merkkien pystytykset molemmin puolin tietä, ohj. Mukaisella tavalla
5	Kun kaikki merkit ovat pystytetty, voidaan kaistalle ajaa vilkkukärryn taulu pystyssä
6	Työalueen rajausta kartioilla/ pylväillä vilkkukärryltä lähtien
7	
8	Purku
9	Työalueen kaistan siivoaminen
10	Kartioiden / pylväiden keruu, siten että vilkkukärrystä kauimaiset ensin
11	Vilkkukärry auton perään, pois kaistalta, tien oikeaan reunaan, taulun lasku
11	Merkkien poistaminen päin vast. järjestyksessä kuin kasaus
12	Merkkien keruu kyydille
13	
ETENEMÄ	Kasaus XX h, Purku XX h

Nurmetus	
Alkutilanne	Tekniikka asennettu, asfaltointityöt tehty, nurmetus puuttuu
Lopputilanne	Alue mullattu, siemennetty ja siistitty
Vaiheet	
1	Pohjan tasaus, muotoilu, pinnalta kivien poisto
2	Mullan levitys ja tiivistys/luiskaus kauhalla
3	Siemennys
4	Tasaus/ kevyt haravointi
ETENEMÄ	Lavalta XX m ² /h
ETENEMÄ	Kasalta XX m ² /h

