

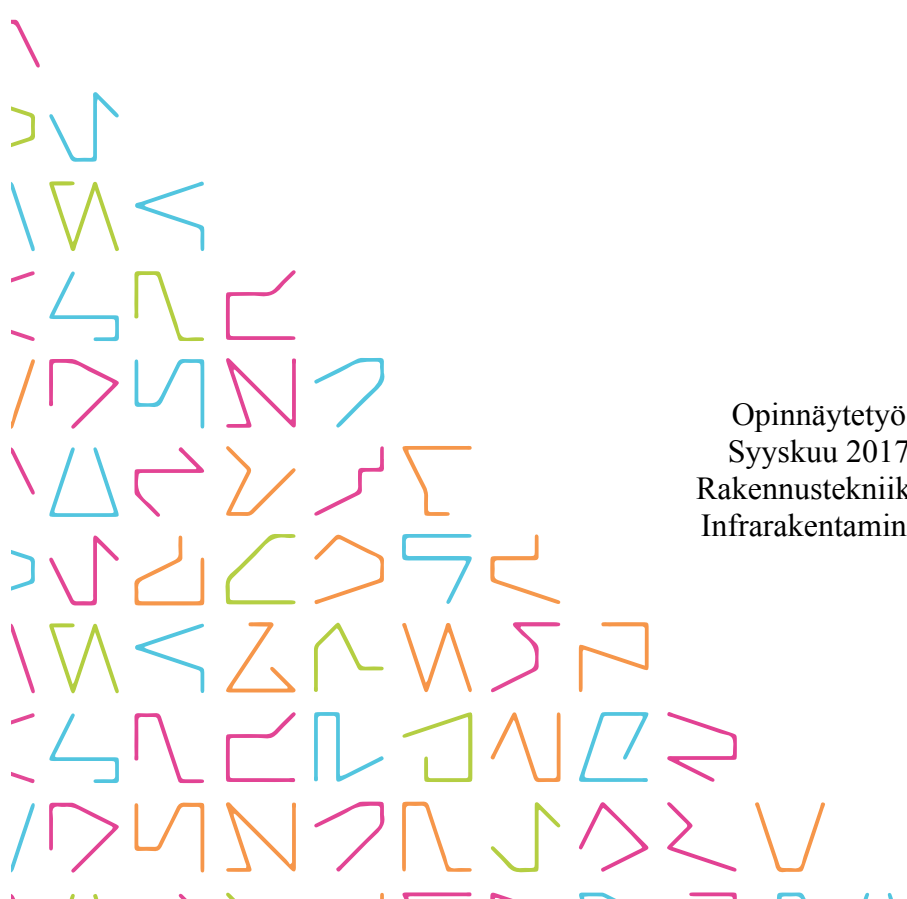


TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

Työkalu maanrakennusyrityksen tarjouslaske- taan ja kustannusseurantaan

Pasi Pihlaja

Opinnäytetyö
Syyskuu 2017
Rakennustekniikka
Infrarakentaminen



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka
Infrarakentaminen

PIHLAJA PASI

Työkalu maanrakennusyrityksen tarjouslaskentaan ja kustannusseurantaan

Opinnäytetyö 51 sivua, joista liitteitä 13 sivua
Syyskuu 2017

Tarjouslaskenta on olennainen osa maarakennusliikkeen toimintaa. Suuri määrä tarjouspyyntöjä tulee laskettavaksi keväisin ja syksyisin. Silloin on pystyttävä laskemaan tarkasti määrät ja työtehot, jotta saadaan kilpailukykyinen tarjous, mikä sisältää markkina-tilanteen mukaisen katteen.

Opinnäytetyössä käsiteltiin tarjous- ja kustannuslaskentatyökalun kehittämistä kohdeyrityksen käyttöön. Työkalu kehitettiin tarjouslaskennan tueksi ja kustannusseurannan apuvälineeksi.

Työssä käytiin läpi tarjouslaskentaan liittyvät asiat, kuten infra-nimikkeistö ja määrämittaushje, panospohjaisen tarjouslaskennan vaiheet sekä kustannusseurannan vaiheet. Teoriaosuus perustuu rakennusalan kirjallisuuteen, koulutusmateriaaliin ja vanhaan tutkimustietoon.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin Excel- laskentataulukko tarjouslaskennan ja kustannusseurannan työkaluksi. Työkalu auttaa yritystä kehittymään ja tarkentamaan toimintamallejaan kiristyvässä kilpailutilanteessa.

Asiasanat: tarjouslaskenta, kustannusseuranta, määrämittaushje.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Construction Engineering
Civil Engineering

PASI PIHLAJA:

Cost Estimation and Control Tool for Construction company

Bachelor's thesis 51 pages, appendices 13 pages
September 2017

Cost estimation is an integral part of the construction business. A large number of invitation to tender will be issued in the spring and autumn. Therefore you have to be able to calculate the realistic amount and the workload to get a competitive deal, including a market-based margin.

The thesis deals with the development of an offer and cost estimation tool for the earth construction company. The tool was developed to support cost estimation and a cost tracking tool.

The thesis looked at issues related to the offering calculation, such as the infra nomenclature and the measurement instruction, the steps of the batch-based offering process and the steps of cost monitoring. The theoretical part is based on the literature on construction, studying material and old research knowledge.

As a result of this thesis, the Excel Spreadsheet was developed as a tool for cost estimation and control. The tool helps the company to develop and refine its operating models in a tightening competitive environment.

Key words: cost estimation, cost control, infra measurement

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
1.1	Tausta.....	6
1.2	Tavoitteet.....	6
1.3	Menetelmät.....	6
1.4	Rajaukset.....	7
2	INFRA-NIMIKKEISTÖ.....	8
2.1	Yhteisen nimikkeistön tarve ja lähtökohdat.....	8
2.2	Nimikkeistöjärjestelmän osat.....	8
2.2.1	Hankeosanimikkeistö.....	9
2.2.2	Rakennusosa- ja hankenimikkeistö.....	10
2.2.3	Panosnimikkeistöt.....	10
2.2.4	Tuotantonimikkeistö.....	11
2.2.5	Lopputuote- ja toimenpidenimikkeistöt.....	12
2.3	Rakennusosa- ja hankenimikkeistö.....	12
2.3.1	Laadinnalle asetetut vaatimukset.....	12
2.3.2	Soveltuvuus eri lopputuotteisiin ja suunnitteluratkaisuihin.....	14
2.3.3	Soveltuvuus eri toteutus- ja urakkamuotoihin.....	14
2.3.4	Soveltuvuus valmiusasteeltaan erilaisiin suunnitelmiin.....	15
2.4	Määrämittausohje.....	16
2.4.1	Määrämittausohjeen laadinnan yleiset periaatteet.....	16
2.4.2	Sopimuksellinen asema ja soveltaminen.....	16
2.4.3	Yleiset määrämittausperusteet.....	17
2.5	Havaittu käytäntö.....	19
3	TARJOUSLASKENTA.....	20
3.1	Kustannusarvio.....	20
3.1.1	Määrälaskenta.....	21
3.1.2	Panospohjainen laskenta.....	22
3.1.3	Kapasiteetti.....	23
3.1.4	Hinnoittelu.....	24
3.2	Riskivaraus.....	26
3.3	Työmaakate.....	27
3.4	Havaittu käytäntö.....	28
4	KUSTANNUSSEURANTA.....	29
4.1	Tarkkailulaskennan periaatteet.....	29
4.2	Ennakkotarkkailu.....	30
4.3	Budjettitarkkailu.....	31

4.4	Jälkilaskennan periaate	31
4.5	Havaittu käytäntö	32
5	LASKENTATYÖKALU.....	33
5.1	Lähtökohta	33
5.2	Ohjelman käyttöalue	33
5.3	Ohjelman toiminta	34
5.4	Ohjelman tulosten luotettavuus ja käyttö.....	36
6	YHTEENVETO	37
	LÄHTEET	38
	LIITTEET	39
	Liite 1. Yksikköhintavertailu 1 (2).....	39
	Liite 1. Yksikköhintavertailu 2 (2).....	40
	Liite 2. Tilavuuskäsitteet ja massakertoimet (Infra-nimikkeistö 2015). 1 (3).....	41
	Liite 2. Massakertoimet (Infra-nimikkeistö 2015). 2(3).....	42
	Liite 2. Tilavuus- ja painoyksiköt (Infra-nimikkeistö 2015). 3 (3)	43
	Liite 3. Leikkauksen löyhtyminen. (Rasmus 2016, 3) 1 (3).....	44
	Liite 3. Rakenteen tiivistyminen. (Rasmus 2016, 4) 2 (3).....	45
	Liite 3. Kuutio - tonnimuunnokset. (Rasmus 2016, 6) 3 (3)	46
	Liite 4. TS kortti 6025 irrotus ja kuormaus KKH (TVH 1982) 1(2).....	47
	Liite 4. TS kortti 6025 irrotus ja kuormaus KKH (TVH 1982) 2(2).....	48
	Liite 5. TS kortti 5022 leikkaus ja kuormaus KUP (TVH 1977) 1(2).....	49
	Liite 5. TS kortti 5022 leikkaus ja kuormaus KUP (TVH 1977) 2(2).....	50
	Liite 6. Tarjoushinta.	51

1 JOHDANTO

Infrarakentaminen elää sykleissä. Syksyllä tulee tarjouspyyntöryöppy talven sekä kevään töistä ja keväällä saadaan laskettavaksi kesän sekä syksyn työt. Niihin aikoihin yritysten tarjouslaskijoilla on kiire, mutta laskenta on suoritettava huolellisesti.

1.1 Tausta

Työskennellessäni Veljekset Saarinen oy:ssä työtehtäväkseni lisättiin myös urakkalaskenta. Yrityksessä aiemmin tarjouslaskenta tehtiin käsilaskentana, joka perustui rautaiseen ammattitaitoon sekä vankkaan kokemukseen. Kustannuseuranta oli vähäistä. Siitä syntyi ajatus kehittää työkalu, joka nopeuttaisi tarjouslaskentaa sekä parantaisi kustannusten seuranta.

1.2 Tavoitteet

Opinnäytetyön tavoite oli tehdä yksinkertainen infra-nimikkeistön mukainen Excel-pohjainen työkalu tarjouslaskennan ja kustannuseurannan avuksi. Työkalun on tarkoitus nopeuttaa tarjouslaskentaa sekä helpottaa kustannuseuranta. Työkalulla on helppo vertailla samojen litteroiden yksikköhintojen eroja eri urakoiden välillä ja syitä hintojen eroihin (maaperä, muu liikenne, vuodenaika ym.).

1.3 Menetelmät

Opinnäytetyössä käsitellään rakennusalan kirjallisuuteen perustuvaa teoriaa infra-nimikkeistöä, tarjouslaskennasta ja kustannustenseurannasta. Työkalun toiminta perustuu Excel taulukkolaskentaan. Ohjelman toiminta on esitetty (liite 1) olevassa yksikköhintavertailussa, jossa on käytetty todellisesta tarjouskilpailusta saatuja yksikköhintoja.

1.4 Rajaukset

Työkalu sopii hyvin yksikkö- ja kokonaishintaurakan laskentaan. Opinnäyteyössä ei käsitellä urakkamuotoja sen syvällisemmin. Infra-nimikkeistön rakenne ja määrämittämissuhteiden periaatteet ja perusteet käsitellään yleisesti. Miten määrälaskenta tehdään, sitä ei opinnäytetyössä käsitellä. Opinnäytetyö rajattiin perusmaarakennusurakan pannonpohjaiseen suoritelaskentaan tarjouslaskennassa ja sen avulla luotiin taulukko kustannuseurantaan varten. Kapasiteetit on ainoastaan työvaiheille, joita kohdeyritys tekee omana työnään. Työkalu ei sisällä esimerkiksi päällystyksen kapasiteetteja.

2 INFRA-NIMIKKEISTÖ

2.1 Yhteisen nimikkeistön tarve ja lähtökohdat

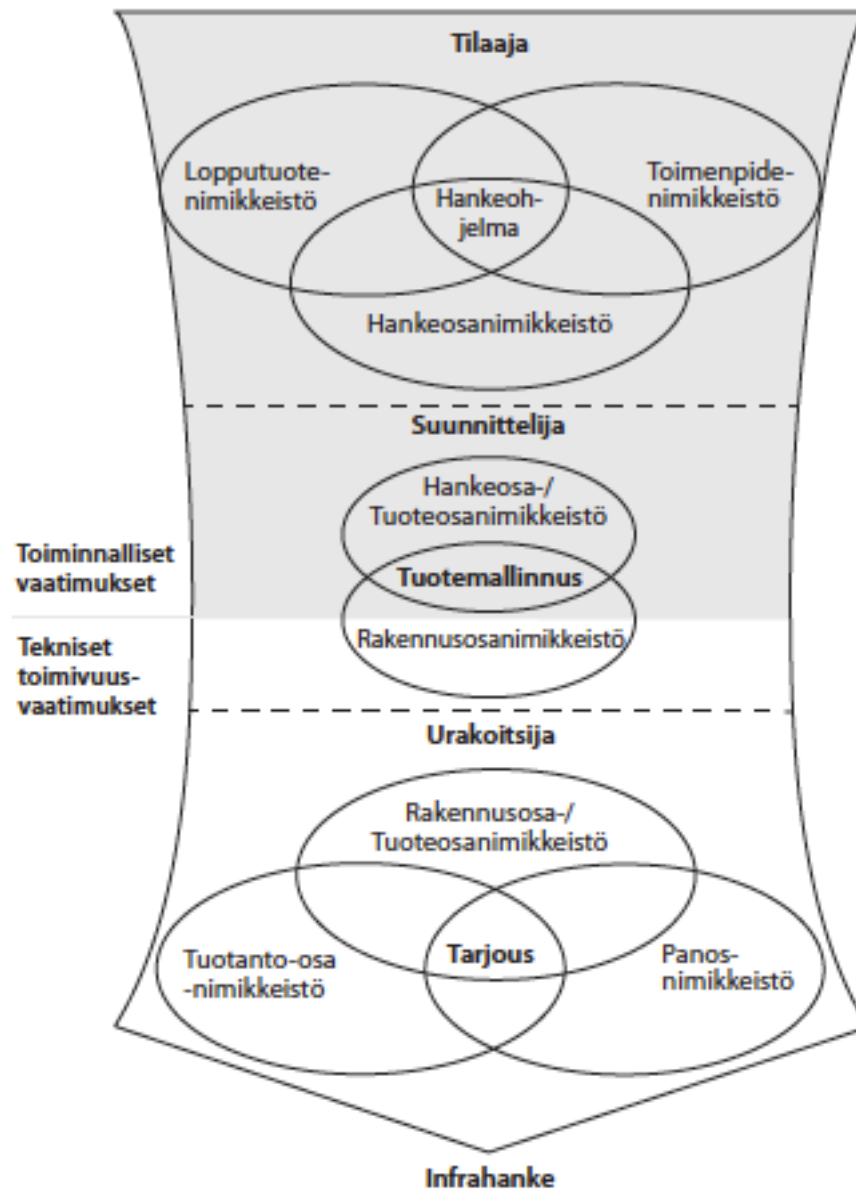
Rakennushankkeessa toimiva ja luotettava tiedonvaihto eri osapuolten kesken on eräs keskeisimmistä hankkeen onnistumistekijöistä. Tähän tarvitaan hanketta mallintava nimikkeistö. Nimikkeistö on hankkeen osittelua varten tehty standardi, jota kaikki hankkeen osapuolet käyttävät hankkeen eri vaiheissa tapahtuvassa tiedonvaihdossa. Jotta standardia voidaan käyttää tarkkuudeltaan eritasoisessa tiedonvaihdossa, tulee nimikkeistön toimia eri tarkkuuksilla. Tämä edellyttää nimikkeistölle hierarkkista rakennetta. Hankkeen osapuolilla on erilaisia jäsentelytarpeita, mikä edellyttää myös useita nimikkeistandardeja. (Infra-nimikkeistö 2015, 5.)

2.2 Nimikkeistöjärjestelmän osat

Infra-nimikkeistöjärjestelmä sisältää projektijohtamisen eri osa-alueiden johtamistarpeita ja tehtäviä varten seuraavat osanimikkeistöt:

- hankeosanimikkeistö
- rakennusosa- ja hankenimikkeistö
- panosnimikkeistöt
- tuotantonimikkeistö
- lopputuote- ja toimenpidenimikkeistö.

Eri osanimikkeistöillä on erilainen merkitys hankkeen eri osapuolille (kuva 1). Yhteinen kaikkia hankkeen osapuolia koskeva osanimikkeistö on rakennusosa- ja hankenimikkeistö. Rakennusosa- ja hankenimikkeistöä käytetään mallinnettaessa ja jäsenettäessä suunnitelmia ja selostuksia sekä osapuolten vastuiden ja velvollisuuksien sopimisessa. Hankeosanimikkeistö mallintaa hankkeen rakennusosia karkealla tasolla ja panosnimikkeistöt yksityiskohtaisella tasolla. Tuotantonimikkeistö on jatko-osittelun piiriin kuuluva jaotteluperusta ja sen avulla mallinnetaan tuotantoprosessi. (Infra-nimikkeistö 2015, 7.). Näistä kerrotaan tarkemmin kappaleissa 2.2.1-2.2.5



KUVA 1. Nimikkeistöjärjestelmä ja rakennushankkeen osapuolet (Infra-nimikkeistö 2015, 8.)

2.2.1 Hankeosanimikkeistö

Infra-projektin perusosittelun karkein taso on hankeosittelu, jossa hanke jaetaan laajoihin, yhtenäisiin kokonaisuuksiin omistajan tarpeiden kuvaamiseksi. Hankeosat eritellään tarkemmin käyttäen rakennusosanimikkeistöä ja panosnimikkeistöä. Hankeosa-, rakennusosa- panosnimikkeistöt muodostavat yhdessä hankkeen perusosittelun. (Infra-nimikkeistö 2015, 8.)

Hankeosanimikkeistöä tarvitsevat ennen kaikkea infran omistajat, rakennuttajat, suunnittelijat ja kustannusasiantuntijat sekä tuote- ja rakennemallien käyttäjät. Hankeohjelma mahdollistaa elinkaari- tai investointikustannustavoitteen asettamisen hankkeen suunnitteluratkaisulle. (Infra-nimikkeistö 2015, 8.)

Tilaaajan hankkeeseen kohdistuvat odotukset mallinnetaan hankeohjelman avulla. Hankeohjelma sisältää tilaaajan tarpeesta johdetut hankeosat, niiden laajuuden ja laatutason. Laatutaso kuvataan tuote- ja toimivuusvaatimuksina tai viitetietojen avulla. (Infra-nimikkeistö 2015, 8).

2.2.2 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö

Rakennusosa- ja hankenimikkeistöä tarvitaan kuvaamaan suunnittelun lopputulosta ja laadullisia vaatimuksia. Rakennusosanimikkeistön avulla mallinnetaan hanke määrinä ja kustannuksina sekä kuvataan hankkeen laatua koskevat vaatimukset. Lisäksi nimikkeistö muodostaa tilaaajan, suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden välisen sopimusperustan.

Nimikkeistö muodostaa yhteisen perustan eri toimijoiden tiedonvaihdolle ja kattaa kaikki infra-alan lopputuotteet. Yleisluonteensa vuoksi rakennusosa- ja hankenimikkeistö poikkeaa rakenteeltaan merkittävästi aikaisemmista alan lopputuotekohtaisista nimikkeistöistä.

Rakennusosa- ja hankenimikkeistön pääryhmät ovat seuraavat:

1. maa-, pohja- ja kalliorakenteet
2. päällyys- ja pintarakenteet
3. järjestelmät
4. rakennustekniset rakennusosat
5. hanketehtävät. (Infra-nimikkeistö 2015, 9.)

2.2.3 Panosnimikkeistöt

Perusosittelun alin ja yksityiskohtaisin nimikkeistö muodostuu erilaisista tarvike- ja materiaalipanoksista. Käytännön syistä INFRA 2015 -nimikkeistöjärjestelmä käsittää kuitenkin kaikki hankkeessa tarvittavat panokset, vaikka osa niistä kuuluu jatko-osittelun piiriin. Panokset ryhmitellään seuraaviksi osanimikkeiksi

- palkkaryhmittely tai ammattinimikkeistö
- kalustonimikkeistö (kuljetus- ja siirtovälineet sekä rakennuskoneet ja -laitteet)
- rakennustuotenimikkeistö (materiaalit, rakennustarvikkeet, teollisesti valmistetut rakennusosat).

Rakennusalalla alihankinnat tehdään usein aliurakoina. Aliurakka voi sisältää pelkästään työtä tai työtä ja materiaalia. Lisäksi suoritusten laajuus vaihtelee. Tämän vuoksi nimikkeistöjärjestelmä ei sisällä aliurakkanimikkeistöä. Projektiosittelun muita tarpeita varten ja alan vakiintuneen tavan mukaisesti nimikkeistöjärjestelmä sisältää tuotantonimikkeistön, joka määrittelee rakennusosan valmistuksessa tarvittavat tuotantovaiheet (työvaiheet, työlajit) rakennustuotteineen. Tuotantonimikkeistö vastaa pitkälti aliurakoinnin tarpeita kustannuslaskentaa ajatellen. (Infra-nimikkeistö 2015, 10.)

2.2.4 Tuotantonimikkeistö

Tuotantonimikkeistö osittelee hankkeen tuotannon kannalta. Nimikkeet kuvaavat rakennusosien ja palvelujen tuottamiseen tarvittavat työt ja työvaiheet. Tuotantonimikkeet ovat erityyppisiä. Yhden ryhmän muodostavat toisiaan kiinteästi seuraavat työvaiheet (kuormaus-, kuljetus- ja pengerrystyö tai muotti-, raudoitus- ja betonointityö). Toisen ryhmän muodostavat yhden rakennusosan valmistuskokonaisuudet (paalutuksen teko). Rakennusosien yhteydessä valmistukseen liittyvät työt voidaan ottaa huomioon lisäerittelyn avulla. Rakennusosa- ja hankenimikkeistössä on tosin myös eräitä tuotantonimikkeitä, kuten erilaiset poistettavat, siirrettävät ja suojattavat rakenteet. Infrarakenteiden toiminnan ja ominaisuudet säilyttävät työt (ns. kunnossapito tai ylläpito) ovat rakennusosiin ja hankeosiin kohdistuvia työtehtäviä, jonka vuoksi rakennusosa- ja hankenimikkeistö ei sisällä niitä. (Infra-nimikkeistö 2015, 10.)

Tuotantonimikkeistö on ennen kaikkea urakoitsijan työväline. Sen avulla voidaan laskea kohdekohtaisesti kustannuksia, suunnitella työkohteita, laatia aikatauluja ja ohjata tuotantoa. Tuotantonimikkeistössä hanketta kuvataan työvaiheina, tai työlajeina perustuen hankkeessa tapahtuvaan toimintaan. (Infra-nimikkeistö 2015, 10.)

2.2.5 Lopputuote- ja toimenpidenimikkeistöt

Lopullisessa laajuudessa Infra-nimikkeistöjärjestelmä sisältää lopputuotenimikkeistön alan kansantaloudellisia tarkasteluja sekä kirjanpidon ja omaisuuden hallintaa varten. Erilaiset taloudelliset panostukset ryhmitellään yleisten investointiperiaatteiden mukaisesti toimenpidenimikkeistöksi. 26.10.2011 vahvistetussa toimenpidenimikkeistössä toimenpiteet on määritelty pääryhmittäin seuraavasti:

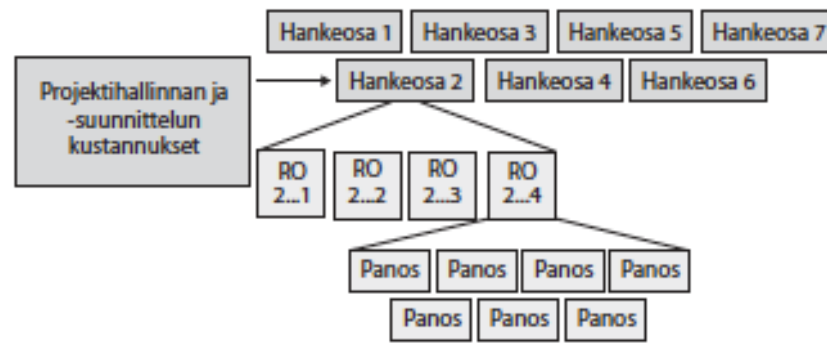
1. maankäytön suunnittelu
2. hankkeiden ohjelmointi
3. rakentaminen
4. ylläpito
5. liikenteen hallinta
6. käytön hallinta. (Infra-nimikkeistö 2015, 10-11.)

2.3 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö

2.3.1 Laadinnalle asetetut vaatimukset

INFRA 2015 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö on yhteinen kaikille infrarakentamisen osapuolille ja se kattaa kaikki infrarakentamisen lopputuotteet. Nimikkeistö on standardi, jonka avulla hankkeen suunnitteluratkaisu mallinnetaan suunnitelmien valmiusastetta vastaavalla tarkkuudella. Mallinnuksessa luetellaan rakennusosat, niiden määrä ja kustannus sekä ilmoitetaan rakennusosan sijainti ja laatuvaatimukset. (Infra-nimikkeistö 2015, 11.)

INFRA 2015 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö tähtää ennen kaikkea siihen, että sen avulla voidaan eritellä hinnaltaan ja laatuvaatimuksiltaan erilaiset rakennusosat toisistaan ja ositella koko infra-hanke tarkkuudeltaan erilaisiksi tuoterakenteiksi. Osittelu edellyttää tarvittaessa hankeosa ja panosnimikkeistöjen käyttöä täydentämään rakennusosa- ja hankenimikkeistöä (kuva 2). (Infra-nimikkeistö 2015, 11.)



KUVA 2. Perusosittelun avulla tapahtuva osittelu tuoterakenteita varten (Infra-nimikkeistö 2015, 11).

Keskeiset nimikkeistön ja sen määramittausohjeen laadinnan periaatteet liittyvät seuraaviin asioihin:

- Nimikkeistön avulla on voitava mallintaa kaikki infrarakentamisen lopputuotteet, josta seuraa, että
 - käsitteistö on fyysisiä rakennusosia kuvaava
 - suunnitteluratkaisultaan erilaiset rakennusosat on lisäeriteltävä
 - rakennusosan määrät voidaan määramitata käyttäen erilaisia paljouksia kuvaavia yksiköitä ja puuttuvat suunnitelmatiedot vakioidaan.
- Nimikkeistö soveltuu käytettäväksi eri toteutus- ja urakkamuodoissa, josta seuraa, että
 - hanketehtävät on ryhmitelty osapuolijaosta riippumattomasti
 - käsitteet ovat yleisellä tasolla, joten nimikkeitä on lisäeriteltävä vastuiden selkeyttämiseksi.
- Nimikkeistö soveltuu käytettäväksi valmiusasteeltaan erilaisiin suunnitelmiin, josta seuraa, että
 - nimikkeet muodostavat hierarkkisen rakenteen.
- Nimikkeet soveltuvat käytettäväksi myös tuotantokeskeiseen erittelyyn, josta seuraa, että
 - rakennusosat on jaoteltava tarvittaessa tuotanto-osiin. (Infra-nimikkeistö 2015, 11-12.)

2.3.2 Soveltuvuus eri lopputuotteisiin ja suunnitteluratkaisuihin

Nimikkeistö jakaantuu nimensä mukaisesti kahteen osaan: rakennusosiin ja hanketehtäviin. Rakennusosat kuvaavat lopputuotteisiin kuuluvat fyysiset rakenteelliset osat jäänkösettömästi. Rakennusosanimikkeiden avulla lopputuote mallinnetaan hankkeen kustannusten hallintaa ja tuotannon ohjausta varten, kun rakennusosien erilaiset suunnitteluratkaisut lisäeritellään ja niiden paljoudet määrämätään. Rakennusosat on kuvattu sijainniltaan ja mitoiltaan piirustuksissa. Rakennusosan vaatimukset ja rakenteet kuvataan joko piirustuksissa tai selostuksissa. Mallinnus eli määräluettelo osoittaa millä tarkkuudella suunnitelmat ovat olleet määräluettelo tehtäessä. (Infra-nimikkeistö 2015, 12.)

Hanketehtävät kuvaavat eri osapuolten toiminnalliset tehtävät ja vastuut. Nimikkeiden ja niitä täydentävien lisäerittelyjen avulla mallinnetaan osapuolten sopimukselliset tehtävät ja vastuut. Hanketehtävien jaottelun lähtökohtana on ollut perinteiset, hankkeen läpiviennin edellyttämät tehtävät sekä alan yleinen sopimuskäytäntö (YSE 98). Tältä osin nimikkeistö ei ole täysin johdonmukainen. (Infra-nimikkeistö 2015, 12.)

Rakennusosa- ja hankenimikkeistö on tarkoitettu käytettäväksi kaikissa infrarakentamisen uus-, laajennus- ja korvausinvestoinneissa kuvaamaan suunnitteluratkaisu rakennusosina ja vastuut hankepalveluina hankkeen eri suunnitteluvaiheissa ja eri toteutusmuodoissa. Tämän vuoksi nimikkeistön käsitteet poikkeavat siitä, mitä alalla on perinteisesti totuttu käyttämään. Käsitteet on pyritty muokkaamaan fyysisiä rakennusosia kuvaaviksi, kun aikaisemmin nimikkeistöissä on yleisesti ollut paljon tekemiseen pohjautuvia termejä. (Infra-nimikkeistö 2015, 12.)

2.3.3 Soveltuvuus eri toteutus- ja urakkamuotoihin

Käytettäessä yksikköhintoja maksuperusteena tulee nimikkeistö täydentää siten, että hinnoiltaan erilaiset rakennusosat eritellään toisistaan. Tätä varten nimikkeistön yhteydessä on käytettävä ns. lisäerittelyjä. Mikäli hinnoiltaan erilaisia rakennusosia ei eritellä omiksi määrälaskentariveiksi, niiden keskinäiset suhteet eivät voi muuttua ilman, että yksikköhinta tarkistetaan. (Infra-nimikkeistö 2015, 13.)

2.3.4 Soveltuvuus valmiusasteeltaan erilaisiin suunnitelmiin

Jotta rakennusosanimikkeistö mukautuisi valmiusasteeltaan erilaisten suunnitelmien yhteydessä käytettäväksi, on nimikkeistössä oltava rakennusosille tarkkuudeltaan eritasoisia nimikkeitä (kuva 3). Tämän vuoksi yleinen rakennusosanimikkeistö on nelitasoinen, lisäerittelyjen avulla täsmennettävä. Nimikkeistölle on laadittu viisi ja kuusi-numeroinen sovellus. Sovelluksella on yhteys InfraRYL -laatuvaatimuksiin. Laatuvaatimukset on eritelty käyttäen viisinumeroista erittelyä ja sovelluksessa ensimmäinen erittely on sama kuin InfraRYL-julkaisussa käytetty erittely. (Infra-nimikkeistö 2015, 13.)

Määrämittausohje on tehty nelinumeroiselle nimikkeistölle. Lisäeriteltyjen nimikkeiden määrämittaus tehdään käyttämällä nelinumeroisten rakennusosien mittayksiköitä ja mitaussääntöjä. Rakennusosanimikkeet eivät kuitenkaan sovellu käytettäväksi aivan alustavissa luonnossuunnitelmissa ja hankeohjelman laadinnassa, jolloin on käytettävä hankeosanimikkeistöä. Hankeosanimikkeistö on viitesuunnitelmien avulla sidottavissa rakennusosiin. (Infra-nimikkeistö 2015, 13.)

1300 Perustusrakenteet
1320 Paaluperustukset
1321 Paalut
1321.1 Lyöntipaalut
1321.11 Teräsbetonipaalut
1321.111 Teräsbetonipaalu 250 x 250
1311.1111 Kalliokärki
1311.1112 Jäykkä jatkos
1321.112 Teräsbetonipaalu 350 x 350
1321.1121 Kalliokärki

KUVA 3. Nimikkeistön tarkkuustasosta (Infra-nimikkeistö 2015, 14).

2.4 Määrämittaushoje

2.4.1 Määrämittaushojeen laadinnan yleiset periaatteet

Määrämittaus on yleinen ja alalle yhteisesti sovittu tapa todeta rakennusosien paljous, jotta osapuolilla olisi yhteinen käsitys määrästä. Määrämittaushojeella on sopimuksellinen asema, kun sopimusasiakirjoissa siihen viitataan tai kun suunnitelmissa käytetään siihen perustuvaa nimikkeistöä joko työselostuksessa tai laatuvaatimuksissa. Viittaus tulisi tehdä urakkaohjelmassa. (Infra-nimikkeistö 2015, 14-15.)

Määrämittaushojetta laadittaessa on noudatettu seuraavia periaatteita:

- Mittauksen työmäärä on pyritty pitämään kohtuullisena, jonka vuoksi
 - Mittauksessa ei oteta huomioon vähäisiä yksityiskohtia.
 - Mittaukset tehdään teoreettisten mittojen mukaan.
- Ohjeissa suositetaan hyvää suunnittelua
 - Määrämittaushojeessa viitataan usein suunnitelmiin.
 - Suunnitelmista puuttuvat mitat tms. tiedot on vakioitu.
- Kohdekohtaiset erityistarpeet on voitava ottaa huomioon
 - Käyttäjällä on valittavissa vaihtoehtoisia mittayksiköitä.
 - Lisäerittelyjen käyttömahdollisuus.
- Määrämittaushoje on esitystavaltaan tehty johdonmukaiseksi ja loogiseksi sekä järjestelmä muodostaa hierarkkisen ratkaisun ja on mahdollisimman niukkasanainen. (Infra-nimikkeistö 2015, 15.)

2.4.2 Sopimuksellinen asema ja soveltaminen

Tätä INFRA 2015 Rakennusosa- ja hankenimikkeistöä ja määrämittaushojetta (jäljempänä Infra 2015) sovelletaan tilaajan ja urakoitsijan välisenä kaupallisena asiakirjana, kun siihen on viitattu sopimusasiakirjoissa. Haluttaessa poiketa Infra 2015:n määräyksistä, asiasta on mainittava urakkaohjelmassa. Urakkaohjelmassa on tällöin yksilöitävä määräykset, joista poiketaan, ja esitettävä korvaavat määräykset. (Infra-nimikkeistö 2015, 20.)

Infra 2015 on tilaajan ja urakoitsijan välinen sopimus rakennuskohteen osittelemiseksi rakennusosiin rakennustyön hinnan toteamista tai muuta osapuolten välistä tiedonvaihtoa varten. Rakennusosanimikkeistössä on esitetty rakennusosien nimiketunnukset ja otsikointi rakennusosanimikkeisiin viittaamiseksi asiakirjoissa. Nimikkeiden määrittelyssä ja sisällöissä on esitetty rakennusosien valmistuksen lopputilanne rakennustyössä tarvittavien työsuoritusten ja rakennustavaroiden kohdistamiseksi nimikkeille. Määrittämisperusteissa on esitetty rakennusosan mittayksiköt ja mittaussäännöt rakennustyössä tarvittavien rakennustuotteiden määrien laskemiseksi ja käyttötarvikkeiden ja rakennusvälineiden työmenekkien ja -saavutusten määrittämiseksi. (Infra-nimikkeistö 2015, 20.)

Infra 2015:ssa rakennuskohde on ositeltu rakennusosiin pääsääntöisesti suunnitelmaratkaisusta riippumattomasti (esim. teräsputkipaalu). Rakennustyön hinnoittelua tai muuta vastaavaa tarkoitusta varten rakennusosanimike voidaan ositella pienempiin osakokonaisuuksiin jatko-osittelua soveltaen (teräsputkipaalu, jatkokset tms.) tai se voidaan lisäeritellä esimerkiksi mitoituksellisesta näkökulmasta suunnitelmaratkaisun mukaisiin osakokonaisuuksiin (teräsputkipaalu, $D \geq 300$ mm tms.). (Infra-nimikkeistö 2015, 20.)

Mikäli Infra 2015:n mukainen rakennusosaerittely on suunnitelma-asiakirjojen valmiudesta tai muusta vastaavasta syystä johtuen tarpeettoman yksityiskohtainen, rakennusosista voidaan koota työkohtaisia koontinimikkeitä nimikekoontia soveltaen. Tyypillinen esimerkki rakennusosanimikkeistä koostetusta koontinimikkeestä on rumpurakenne, joka koostetaan esimerkiksi nimikkeistä: Arinarakenteet (1330), Rumpuputket (1435), Rumpukaivannot (1622), Asennusalustat (1831), Alkutäytöt (1832). Koontinimikkeen nimiketunnuksesta ja otsikoinnista tulee sopia työkohtaisesti ja asiakirjoissa tulee ilmoittaa yksiselitteisesti ne rakennusosat, joista koontinimike on koostettu. (Infra-nimikkeistö 2015, 20-21.)

2.4.3 Yleiset määrittämisperusteet

Infra 2015:ssa rakennusosanimikkeelle on esitetty vaihtoehtoisia mittayksiköitä, joista valitaan tarkoituksenmukaisin tapauskohtaisesti esimerkiksi suunnitelmaratkaisusta riippuen. Asiakirjoissa on sovittava, mitä mittayksiköitä rakennustyössä käytetään. Mit-

tayksiköt voidaan ilmoittaa määrä- tai yksikköhintaluetteloissa. (Infra-nimikkeistö 2015, 22.)

Määrät mitataan teoreettisin mittayksiköin suunnitelmissa esitettyjen rakennemittojen ja yleisissä määrämittauserusteissa esitettyjen mittaussääntöjen mukaan. Vain sellaisissa nimikkeissä, joita ei voida luotettavasti suunnitella tai joiden yhteydessä rakennusosan valmistuksen paljous on todettavissa vasta työn valmistuttua, mittausta tehdään käyttäen todellisia mittayksiköitä. (Infra-nimikkeistö 2015, 22.)

Käytännössä on useita tilanteita, joissa rakennusosa on edellytetty suunnitelmissa valmistettavan mittaussäännöstä poikkeavalla tavalla tai se joudutaan käytännössä valmistamaan mittaussäännöstä poikkeavalla tavalla. Tällainen tilanne voi esiintyä esimerkiksi silloin, kun rakennetaan viemärikaivantoa katualueella, jossa kanaali on tehtävä tilan ahtauden vuoksi kapeampana kuin mittaussäännössä esitetty pohjaleveys (1000 mm). Rakennusosan määrä mitataan kuitenkin aina mittaussäännön mukaan ja todellisen määrän ja muiden seikkojen vaikutus yksikkökustannuksiin otetaan erikseen huomioon rakennusosan hinnoittelussa. (Infra-nimikkeistö 2015, 23.)

Maa- ja kalliroleikkausten ja -kaivantojen (1610/1710, 1620/1720, 1730, 1640/1740) määrien mittauksessa käytetään mittayksikkönä pääsääntöisesti teoreettista kiintotilavuutta (m³ktr). Tällöin kuljetustyön hinnoittelussa kuljetusetäisyys kuljetuskertaa kohden on mittauserusteissa mainittu 1,0 kilometriä. Mikäli esimerkiksi tilaajan tai urakoitsijan laatiman tuotantosuunnitelman perusteella todetaan, että maa- tai kalliroleikkauksesta irrotettavan materiaalin kuljetusetäisyys kuljetuskertaa kohden ylittää 1,0 km:n raja-arvon, nimike tuotanto eritellään kuljetustyösuorituksiin kuljetusetäisyyksittäin ja kullekin työsuoritukselle määritetään oma yksikköhintansa (ns. nousumaksut). Mikäli kuljetustyön hinnoittelussa teoreettiset kiintotilavuudet (m³ktr) joudutaan muuttamaan todellisiksi irtotilavuuksiksi (m³itd, ”lavatilavuus”), käytetään (liite 2) esitettyjä tilavuuskäsitteitä ja massakertoimia. (Infra-nimikkeistö 2015, 23.)

Rakennusosat on valmistettava työsuojeluasetusten edellyttämällä tavalla. Mikäli turvallisuuden varmistamisen seurauksena on määrien muuttuminen (+/-) ja määrämuutos on todettavissa suunnitelmissa esitettyjen tietojen perusteella, tulee tämä määrämuutos ottaa huomioon rakennusosien hinnoittelussa. Mikäli muutos ei ole todettavissa suunni-

telmista, kyseessä on suunnitelmanmuutos olosuhteiden edellyttämällä tavalla. (Infra-nimikkeistö 2015, 23.)

2.5 Havaittu käytäntö

Nimikkeistön käyttö urakkatarjouspyynnöissä luo tasavertaisen kilpailutilanteen urakoitsijoiden kesken. Määrämittausohjeesta usein poiketaan pintamaan poistossa ja siihen sisällytetään yli 1 m³ kivet. Asiasta mainitaan urakkaohjelmassa. Vaikka määrämittausohje on tehty, niin silti pitää lukea kaikki asiakirjat huolellisesti, jottei urakkalaskentaan tule virheitä.

Rumpurakennetta en ole urakka-asiakirjoissa nähnyt. Rumpuputki on usein ollut asiakirjoissa pelkästään. Silloin on joutunut miettimään sisältyykö siihen rumpurakenteen osat, koska ei ole mainittu erikseen rumpukaivantoa, mutta putkikaivannon kaivuu, asennusalusta ja alkutäyttö on mainittu.

3 TARJOUSLASKENTA

Tarjouslaskenta sisältää yrityksen tarjouspolitiikan mukaisten katetavoitteiden sekä kohteen ominaisuuksiin perustuvien riskivarausten lisääminen kohteen kustannusarvioon. Tarjouslaskennan pohjana on kohteesta tehty kustannusarvio. Kustannusarvio kertoo kohteen omakustannushinnan urakoitsijalle. Koska urakoitsijan on pystyttävä tekemään kannattavaa liiketoimintaa, omakustannushintaan lisätään tarjouslaskennassa riskivaraus ja kate. (Lindholm 2009, 31.)

Sinänsä toiminta maarakennusalalla on vivahderikasta. Kilpailu on kovaa ja jonkin rutiinittyyppisen urakan saaminen kilpailutuksen jälkeen ei tarvitse olla tekijälle kulta-kaivos, kate voi olla varsin kapea. Yrittäjiä on alalla paljon. Tuloksellinen toiminta voi olla paljolti kiinni tekijän keksimistä omista työmenetelmistä ja laitteista. (Jääskeläinen 2010, 48.)

3.1 Kustannusarvio

Kustannuslaskenta jakautuu määrälaskenta- ja hinnoitteluvaiheeseen. Itse laskenta voidaan tehdä käyttäen niin sanottua standardi- tai kohdekohtaisia kustannusarviomenettelyä. Kummassakin kustannusarviomenettelyssä voidaan käyttää tarkkuudeltaan erilaisia suunnitelmia ja erittelyjä. (Lindholm & Junnonen 2012, 39.) Erittelyn perustana voi olla hanke, rakennusosa, työvaihe tai hankkeen panokset. Standardikustannuslaskennan ja kohdekohtaisen kustannusarviomenettelyn keskeisin ero on se, että kohdekohtaisessa menettelyssä käytetään erittelytason mukaisesti hankkeen omiin tietoihin perustuvia määrä-, hinta- tai panostietoja. (Lindholm 2009, 23.) Rakennusosalaskentaa voidaan käyttää kustannusarvio- ja tarjouslaskentavaiheessa standardilaskentana (Lindholm 2009, 23).

Kustannuslaskennan yhteydessä tulee laatia muistio havaituista epäselvistä ja huomionarvoisista kohdista. Tämä on tarpeellinen kustannuslaskelman liiteasiakirja sekä tarjouslaskennassa että mahdollisissa urakkaneuvotteluissa. (Enkovaara, Haveri & Jeskanen 1998, 49.)

3.1.1 Määrälaskenta

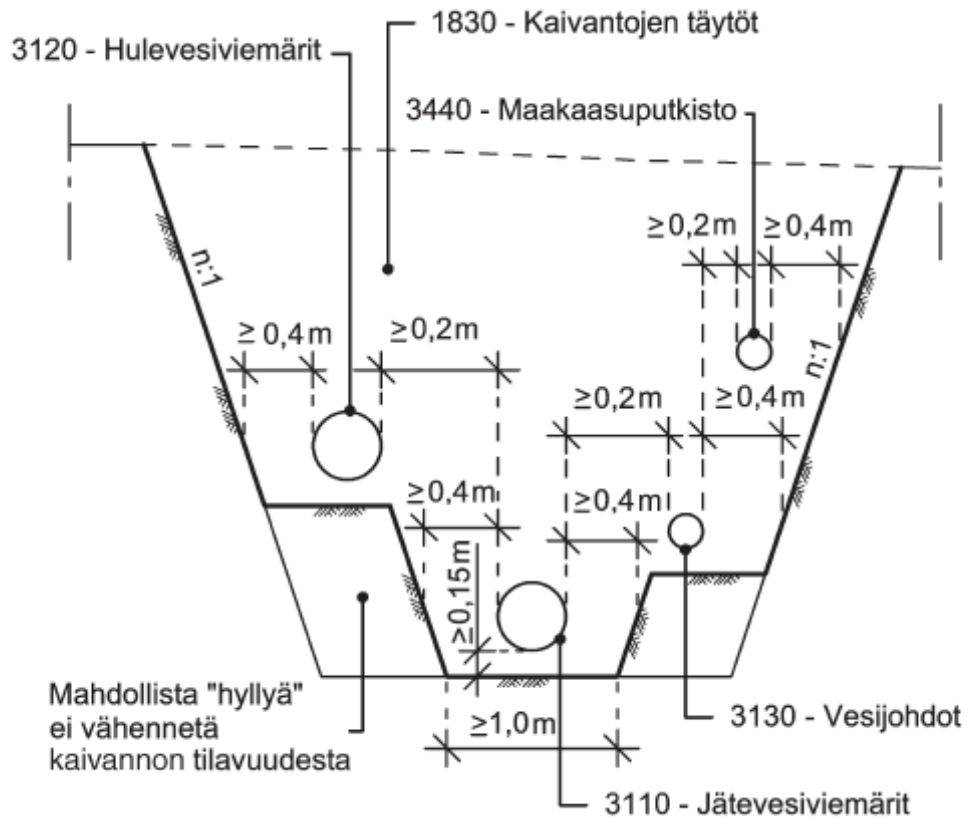
Määrälaskennan tavoitteena on tuottaa määriä koskevaa tietoa käytettäväksi hankkeen eri vaiheissa ja eri tehtävissä. Määrätietojen tarkkuus ja muoto vaihtelevat riippuen tietotarpeesta ja käytettävissä olevista suunnitelmista ja muista lähtötiedoista. Kaikki hankkeen osapuolet tarvitsevat määrätietoja oman päätöksenteon perustaksi ja keskinäiseen kanssakäymiseen. (Lindholm & Junnonen 2012, 42.)

Rakennusosien määrät mitataan yleensä InfraRYL -määrälaskentaohjeen mukaan. Käytettävä menetelmä riippuu suunnitelmien valmiusasteesta. Mikäli tiedossa ei ole esimerkiksi tiehankkeen maastomallia tai linjausta, voidaan käyttää erilaisia tyyppiratkaisuja, kunhan tiedossa on tien poikkileikkaus. (Lindholm & Junnonen 2012, 43.)

Rakenneluetteloa laadittaessa tarvikkeiden määrät mitataan rakennusosien mittaussääntöjen mukaan (kuva 4). Tarjousvaiheen vaihtoehtoinen määränmittausmenettely on työlajiluettelon laadinta, joka tehdään työlajien mittaussääntöjen mukaan. (Lindholm & Junnonen 2012, 43.)

Määrämittauksessa rakennusosat luetteloidaan tyypeittäin ja niiden aikaansaamiseksi tarvittavien tarvikkeiden (työvaiheiden) määrät mitataan sijainneittain. Kohteen rakennusosarakenteita, jotka tarkistetaan, korjataan ja täydennetään vastaamaan hankkeen suunnitelmia. (Lindholm & Junnonen 2012, 43.)

Määrälaskennan tuloksena saadaan hankkeen rakenneluettelo, joka edelleen hinnoitellaan rakennelaskelmaksi panosrakenteiden ja –hinnaston sekä ennakkotarjousten avulla. Saatu luettelo voidaan jakaa osiin aina tarpeen mukaan, esimerkiksi sijainnin, hankintojen, vastualueiden, kustannuspaikkojen tai aikataulujen mukaan. (Lindholm & Junnonen 2012, 44.)



Kuva 4. Maahan kaivettujen putki- ja johtokaivannon määrämittaus ja työvarat (Infra-nimikkeistö 2015, 56).

3.1.2 Panospohjainen laskenta

Panos pohjainen kustannusarvio on osakohteittain tehtävä laskelma, joka perustuu yleensä projektiosittelun alimman tason tehtävien resurssitarpeen arviointiin. Mallinnus edellyttää, että kohteesta on tehty yksityiskohtaiset suunnitelmat ja käytössä on panoksia koskevia menekki- ja hintatietoja. Rakennussuunnitelmista mitataan rakennusosien määrät ja määritellään keskeiset kustannusmuuttujat (esim. Kuljetusetäisyys, kaivettavuus jne.) Rakennusosat hinnoitellaan panospohjaisesti määrittämällä kunkin eritellyn osan suorittamiseen tarvittavat suoritukset, jotka hinnoitellaan panoshinnastojen avulla. Panospohjaisessa menetelmässä on tunnettava rakennusosien määrät ja niihin vaikuttavat tekijät. (Lindholm & Junnonen 2012, 41.)

Infrahankkeissa olosuhdetekijöillä on huomattava vaikutus hankkeiden välisiin kustannuseroihin. Kustannuseroja aiheuttavat mm.

- pohjaolosuhteet (maaperä, kalliolaatu)
- rakennettu ympäristö (keskusta, taajama, haja-asutusalue)

- työaika-rajaukset (esim. Ratojen korjaus ja perusparantaminen, louhinta)
- ympäristötekijät. (RIL 2006, 17.)

Tarjousvaiheen rakennusosalaskennan keskeisiä periaatteita ovat seuraavat:

- Laskennan käytössä ovat alustavat tuotantosuunnitelmat.
- Laskennassa käytetään pääasiassa kohdekohtaisia rakennusosarakenteita eli oleelliset rakennusosarakenteet muokataan vastaamaan hankkeen suunnitteluratkaisuja.
- Rakennusosien yksikkökustannukset ovat yrityksen panoshinnaston mukaisia, yleisiä hintatietoja ei käytetä.
- Osa hintatiedoista hankitaan ennakkotarjouksilla. (Lindholm 2009, 23.)

3.1.3 Kapasiteetti

Jo kauan sitten Tie- ja vesirakennushallitus pyrki kohottamaan omassa piirissään maarakennusalan työsuunnittelun tasoa. Tällöin otettiin käyttöön tilavuuskäsitteet (m3ktr, m3ktd, m3itd tai t, m3rtd ja m3rtr), mutta myös maarakennuskoneiden käyttöä tutkittaessa tarpeelliset kapasiteettikäsitteet. Nykyisin yleiseen kielenkäyttöönkin pesiytynyt sana kapasiteetti tarkoittaa tässä yhteydessä karkeasti tulkittuna ”*kykyä standardissa näytettyyn työsuoritukseen*”, mutta myös, että ”*tietty kone pystyy asiallisesti järjestetyssä ja johdetussa työssä standardissa esitettyyn suoritukseen*.” (Jääskeläinen 2010, 46.)

Pyrittäessä perusteellisesti tutkimaan jonkin maarakennuskoneen ”*kykyä johonkin työsuoritukseen*” on heti havaittavissa, että on välttämätöntä sopia joukosta erilaisia käsitteitä: lasketaanko koneen työsaavutusta aikayksikössä mitattaessa työajaksi vain se, kun kone ihanneolosuhteissa tekee taukoamatta vain juuri perusliikettä vai huomioidaanko työajaksi muutakin? (Jääskeläinen 2010, 46.)

Siis miten huomioidaan, kun esimerkiksi kaivinkoneen tulee siirtyä välillä paikasta toiseen voidakseen jatkaa työtään, tasata alustansa, odottaa kuormaustyössä kuorma-autojen vaihtoa ja niin edelleen? Miten huomioidaan koneen tankkaukset, pienet huollot, kahvitauot, esimiesten ohjeiden kuuntelut tai kone joutuu ajoittain odottelemaan eikä pääse taukoamatta työskentelemään. (Jääskeläinen 2010, 46.)

Kaiken yllä olevan pohjalta nousee esiin ns. **peruskapasiteetti (K1), menetelmäkapasiteetti (K2), työvuorokapasiteetti (K3) ja työvaihekapasiteetti (K4):**

- **Peruskapasiteetti (K1)** on liki teoreettinen käsite. Se on koneen ihanneoloissa saavuttama tulos. Todellisessa työvuorossa saavutettu teho voi olla puolet tai vähemmän tästä tuloksesta.
- **Menetelmäkapasiteetti (K2)** mitattaessa kuljettaja ja kone eivät pidä taukoja, mutta jos työmenetelmään kuuluu silloin tällöin tehtäviä koneen siirtoja, jotta työ voi jatkua, ne luetaan työaikaan, samoin esimerkiksi kaivinkoneen kuormatessa autoihin, autojen vaihdon odotukset, pohjan tasaukset autoille ym.
- **Työvuorokapasiteetti (K3)** huomioidaan edellä olleiden lisäksi kahvittauot, työnjohdon ohjeiden kuuntelemiset, koneen tankkaukset ja pienet (alle tunnin) huollot ym. Näin on tultu tasolle, jolla työelämässä määräytyvät jo kustannukset. Nimenomaan aikaveloitteiset kustannukset pystytään laskemaan tällä tavalla, mutta tämä muodostaa perustan myös urakkatarjouksen laskijalle.
- **Työvaihekapasiteetti (K4)** työhön käytettyyn aikaan lisätään vielä edellisten kapasiteettiaikojen lisäksi isoissa projekteissa esiintyviä erilaisia seisokkeja ja muita työntekoa viivyttäviä odotusjaksoja. Laadinnan tukena on aiempien isojen projektien tietoa. K4-kapasiteettia ei liene koskaan laajemmin käytetty. (Jääskeläinen 2010, 46.)

Liitteessä 4 on kaivinkoneen (KKH 10-35) kapasiteetit maanleikkaus ja kuormaus ja liitteessä 5 vastaavat pyöräkuormaajan (KUP 06-35) kapasiteetit.

3.1.4 Hinnointelu

Tarjouslaskentavaiheen määrälaskennan tuloksena saatava yksityiskohtainen rakennusluettelo hinnoitellaan rakennusosien yksikkökustannuksilla rakennelaskelmaksi. Rakennusosien yksikkökustannukset lasketaan hankkeen rakennusosarakenteiden, yrityksen tai hankkeen panosrakenteiden, hankkeen panoshinnaston tai kyselyistä ja ennakkotarjouksista saatujen tietojen avulla. (Lindholm & Junnonen 2012, 44.)

Rakennusosarakenteet kuvaavat rakennusosien tekemiseksi tarvittavat tarvikkeet ja niiden suhteelliset määrät. Tarvikkeiden kiinnittäminen lopputuotteeksi edellyttää myös muita panoksia, erityisesti työpanoksia, jotka määräytyvät yrityksen standardin mukais-

ten työläjien ja menetelmien sekä niiden taustalla olevien panoksien perusteella. (Lindholm & Junnonen 2012, 44.)

Kun rakennusosarakenteen tarvikkeet ja panosrakenteen osoittamat muut panokset hinnoitellaan panoshinnoin, saadaan panoslaskelma (kuva 5), jolla osoitetaan rakennusosan yksikkökustannukset. (Lindholm & Junnonen 2012, 45.)

TUOTANTO-OSA JA PANOKSET	PANOS-TYYPPI	YKS	PANOSMENEKKI	PANOSHINTA €/yks	HINTA €/m
Kaivannon kaivu					
Kaivulaite	KKH 17	h	0,163636 m3ktr/m	45	7,36
Miestyö	RM	tth	0,327273 yks/m	15	4,91
Kuljetus		1,35 m3itd	12,15 yks/m		
Kuljetusväline	KA8	h	0,163636 yks/m	50	8,18
Sora-arina ja ympäristäyttö			m3ktr/m		
Täyttölaite	KKH17	h	6,354602 yks/m	45	285,96
Tiivistyslaite	TL05	h	0,9078 yks/m	10	9,08
Miestyö	RM	tth	0,9078 yks/m	15	13,62
Rummun kokoaminen			1 jm/m		
Kokoamislaitte	KKH17	h	0,149254 yks/m	45	6,72
Miestyö	RM	tth	0,298507 yks/m	15	4,48
		kokonaisaika	1,22069 yks/m		
Materiaalit					
Betonirumpu mm	1000 mm	kpl	1 yks/m	120	120,00
Arina	Murske	m3itd	2,142857 yks/m	20	42,86
Ympäristäyttö	hiekkä	m3itd	6,935145 yks/m	10	69,35
Aluspuut	50*100	jm	2,4 yks/m	1	2,40

Kuva 5. Esimerkki panoslaskelmasta. (Lindholm & Junnonen 2012, 45.)

Panosten veloituslaskennan määrittelyssä noudatetaan seuraavia menettelyjä:

Miestyö

- Hintatietona käytetään pysyvän työvoiman osalla työntekijän keskituntiansiota.
- Keskituntiansioon lisätään sosiaalikulut kertonalla ansio 1,73-1,75 riippuen tehtävän luonteesta.

Koneet

- Hinnoittelun perusteena käytetään varatun ajan mukaan määrättyä hintaa (koneen hinta sisältää myös kuljettajan palkan sosiaalikuluihin).
- Erityisesti on otettava huomioon oman koneen hinnoittelun sisältö (esim. kateodotus, poistot, korot jne.)

Kuljetukset

- Kuljetukset hinnoitellaan suunnitellun taksaperusteen mukaisesti tai mikäli taksa perustetta ei suunnitella, tuntiveloituksen mukaisena.
- Tietolähteenä käytetään kuljetustarjouksia, tehtyjä sopimuksia tai yleisiä hinnastoja.

- Kuljetuksen hinnoittelussa on tarkistettava, onko kuljetus tahdistavana työvaiheena.

Materiaalit

- Materiaalit hinnoitellaan käyttötarpeen mukaan.
- Maamassojen käyttötarpeessa on otettava huomioon työvarat, ryöstö-, täyttö, löyhymis- ja tiivistymiskertoimet (Liite 3)
- Hinnoittelutietoina käytetään sopimuksia, aikaisempia toteumatietoja, toimittajapalvelua ja hinnastoja. Merkittävät materiaalierät hinnoitellaan ennakkotarjousten tai toimittajapalvelun mukaan. (Lindholm & Junnonen 2012, 58-59.)

3.2 Riskivaraus

Riskillä tarkoitetaan epäedullista, usein yllättäen esille tulevaa poikkeamaa toivotusta tapahtumasta. Rakennustuotannossa riskejä aiheuttavat yritys itse, rakennuttaja ja ulkoiset olosuhteet. Riskeihin varaudutaan tarjouslaskennassa tarjoushintaa korottavina riskivarauksina. Tyypillisiä kustannuslaskennassa käsiteltäviä riskejä ovat tekniset riskit, hallinnolliset riskit, sopimustekniset riskit, epätarkkuus riskit ja muut riskit. (Lindholm 2009, 33.)

Teknisellä riskillä tarkoitetaan vaikean työvaiheen, uuden menetelmän tai uuden rakenneratkaisun aiheuttamaa riskiä. Teknisiin riskeihin varaudutaan tarjoushintaa muodostaessa. (Lindholm 2009, 33.)

Hallinnollinen riski merkitsee esimerkiksi toiminnan laajuuden, toimialan tai toiminta-alueen muutosta. Siitä voi aiheutua kertainvestointien luontoisia henkilö- tai konehankintoja, joiden aiheuttamat poikkeukselliset kulut on erikseen harkittava tarjouslaskennassa. (Lindholm 2009, 33.)

Sopimusteknisiä riskejä aiheuttavat laskenta-asiakirjoissa esiintyvät vaikeasti hinnoiteltavat ehdot. Sellaisia ehtoja ovat muun muassa poikkeaminen YSE:n menettelyistä tai tavanomaisista urakkarajoista. (Lindholm 2009, 33.)

Epätarkkuusriski on määrälaskennan tai hinnoittelun epätarkkuutta. Määrälaskennan epätarkkuusriski voidaan välttää, jos tuotesuunnitelmat ovat täysin valmiit. Hinnoittelun epätarkkuutta voidaan välttää hankkimalla ennakkotarjouksia mahdollisimman monesta toimituksesta ja aliurakasta. (Lindholm 2009, 33.)

Maarakennusalalla suuri epävarmuustekijä on sääolosuhteet. Poikkeukselliset sadekelit tai pakkaset, ilkeät pyryilmatkin voivat muuttaa ajateltuja aikatauluja ja työsaavutuksia aivan uusiksi. (Jääskeläinen 2010, 49.)

Eräs epävarmuustekijä on myös tiedot pohjaolosuhteista. Tarvitaan todella luotettavat pohjatutkimukset, jotta riskit poistuisivat kokonaan tältä osin. Kallionpinnan korkeudet ja maakerroksetkin on usein esitetty oikein. Se, miten maa käyttäytyy jouduttaessa kaivamaan ja liikkumaan pohjavesipinnassa tai sen alla, on joskus iso kysymysmerkki. (Jääskeläinen 2012, 49.)

3.3 Työmaakate

Tarjouspolitiikka synnyttää katevaatimuksen hankkeelle. Tarjouspolitiikan avulla yrittäjäjohto:

- säätelee yrityssuunnittelun ja yrityksen toiminta-ajatuksen muovaamaa tuotantoa, eli miettii minkä tyyppisiä rakennustöitä tehdään
- ohjaa tilikauden sisällä katteen muodostusta, eli pitää toiminnan kannattavana
- mitoittaa tuotannon yrityksen resursseille, eli pitää resurssien käyttöasteen korkeana. (Lindholm 2009, 34.)

Työmaakate on yrittäjäjohtajan hankkeeseen kohdistama tuotto-odotus, joka vastaa myyntikatetta. Työmaakate sisältää myös sellaiset yrityksen toiminnasta aiheutuvat kustannukset, jotka eivät ole kohteen välittömästi käyttämien ja sille kohdistettavien resurssien kustannuksia. (Lindholm 2009, 34-35.)

Työmaakatteeseen sisältyvät yrityksen keskushallinnon kulut, muut hankkeille kohdistamattomat kustannukset, korot, verot, poistot ja voitot (Lindholm & Junnonen 2012, 49).

Keskushallinnon kulut ovat yrityksen kiinteitä kustannuksia. Ne otetaan huomioon yleensä prosenttilukuna, joka keskimääräisesti vastaa keskushallinnon kulujen osuutta yrityksen vuosilaskutuksesta. Keskushallinnon kuluja ovat mm. hallinnon henkilökun-

nan palkat, konttorihuoneistojen vuokrat, tietotekniikka kulut ja yleensä toiminnot, jotka palvelevat koko yritystä. (Lindholm & Junnonen 2012, 50.)

Korot, verot, poistot ja voitot sisältyvät käyttökateeseen. Käyttökatevaatimuksen määrittelyssä käytetään apuna yrityksen toimintavuoden budjettia tai kirjanpidon tuloslaskelmaa edelliseltä tilikausilta. Katevaatimus otetaan huomioon prosenttilukuna, joka vastaa mainittujen erien osuutta yrityksen liikevaihdossa tai laskutuksessa. (Lindholm & Junnonen 2012, 50.)

Suhdannetilanne säätelee saatavissa olevaa katetta. Yleensä urakan saannin todennäköisyys laskee katevaatimuksen noustessa. Optimaalinen tarjous asettuu tasolle, jossa saannin todennäköisyys ja kate on riittäviä. (Lindholm & Junnonen 2012, 50.)

3.4 Havaittu käytäntö

Maarakennusalalla on monenlaisia tarjouspyyntöjä. Esimerkiksi Tampereen kaupungin yksikköhintoihin perustuva kokonaisurakka on mielestäni hyvä ja tasapuolinen tarjoajia kohtaan. Siinä myös tilaajaa ottaa vastuun määristä, joten urakoitsijoiden ei tarvitse kaikkien itsekseen laskea määriä ja korvaus määräytyy toteutuneiden määrien ja yksikköhintojen mukaisesti.

Vastaavasti pientilaajien tarjousasiakirjoissa ei ole aina määräluetteloa liitetty tarjouspyynnön mukana, jolloin jokainen urakoitsija joutuu laskemaan määrät ja tällöin voi tulla suuriakin eroavaisuuksia tarjoushintoihin, koska laskuvirheiden mahdollisuus kasvaa.

Erimielisyydet urakkaan kuuluvista ja kuulumattomista tehtävistä lisääntyvät puutteellisilla tarjousasiakirjoilla. Nämä tilaajat teettävät pääosin suunnitelmat suunnittelutoimistoilla, joten heillä on oltava määräluettelot suunnittelun tuloksena, että pystyvät tekemään kustannusarvion ja listan mitä työvaiheita suunnittelu sisältää. Se on hyvä muistaa, että jos laskuvirhe sattuu määrissä, niin materiaalitoimittajat ja aliurakoitsijat ottavat silti aina omansa.

4 KUSTANNUSSEURANTA

Urakoitsijan kustannusvalvonta tarkoittaa sitä, että jatkuvasti kerätään tietoa toteutuneista kustannuksista, verrataan niitä tavoitteeseen ja tarvittaessa reagoidaan poikkeamiin, jotta saavutetaan tavoitearvion tavoitteen. (Lindholm 2009, 40.)

4.1 Tarkkailulaskennan periaatteet

Kohteen toteutuksen taloudellisen tavoitteena on tehdä kohde tavoitearvion mukaisena. Haasteena toteutuksessa on se, että tehtävien ja hankintojen kustannukset voivat poiketa budjetista. Siksi on erityisen tärkeää selvittää kohteen tavoitteet ennen tehtäviin ryhtymistä ja hankintakauppojen tekemistä. (Lindholm 2009, 40.)

Kustannusvalvonnalla tarkoitetaan toteutuneiden kustannustietojen keräämistä kohteesta ja niiden vertaamista tavoitteeseen sekä toimenpiteisiin ryhtymistä, jos kohde ei pysy tavoitteessa. Toteutuneiden kustannusten ja tavoitteen avulla voidaan ennustaa, miten kohde etenee taloudellisesti. (Lindholm 2009, 40.)

Tarkkailulaskennan avulla saadaan tietoa siitä, miten kohde etenee verrattuna budjettiin (kuva 6). Toteutuneiden määrien, tuntien ja kustannusten avulla voidaan myös ennustaa kustannukset työvaiheen tai hankkeen lopussa. (Lindholm 2009, 41.)

Työ	Suunniteltu budjetti €	Suunniteltu aikataulu	Toteutuneet kustannukset €	Valmiusaste %	Toteutunut aikataulu	Ero budjettiin €
Hankinta 1	65 000	1.4.	62 500	100	1.4.	-2 500
Tehtävä 1	44 000	15.6.	46 800	100	10.6.	2 800
Hankinta 2	23 000	15.8.	21 000	100	10.8.	-2 000
Hankinta 3	68 000	10.9.	10 000	15	nykyhetki	-58 000
Tehtävä 2	12 000	25.10.		0		
Yhteensä	212 000		140 300			-71 700

Kuva 6. Tarkkailulaskennan esimerkki (Lindholm 2009, 40)

Pelkkä passiivinen ennustaminen ei riitä, vaan tarvitaan myös aktiivista ohjausta, jotta hanke saadaan pidettyä budjetissa. Tarkkailulaskenta on siten tärkeä ohjauksen mahdollistava työkalu. Kustannukset ja työmenekit kerätään työmaan ja yrityksen rutiinijärjes-

telmien eli panoslaskentajärjestelmien avulla. Työmaa kerää toteutuneet määrät. (Lindholm 2009, 41.)

Työmaa kohdistaa toteutuneet tunnit ja palkat työtehtäville. Palkanlaskenta käsittelee tiedot ja siirtää ne kohteen kustannustarkkailuun. Hankintatoimi hankkii tarvikkeet ja aliurakat yhdessä kunkin työmaan johdon kanssa. Työmaa tai hankinta kohdistaa tehdyt kaupat hankintatehtäville. Tarvike- ja aliurakkalaskenta kohdistaa toteutuneet laskut niille tehtäville. Kalustolaskenta kohdistaa kalustokustannukset työmaan työmaateknisille tehtäville. (Lindholm 2009, 41.)

Työnaikaisen budjettitarkkailun tarkoituksena on tilanteen selvittäminen ja lopputuloksen ennustaminen. Budjettitarkkailussa valvotaan tehtyjä suoritemääriä, hankintakauppoja sekä toteutuneita tunteja ja kustannuksia. (Lindholm 2009, 42.)

4.2 Ennakkotarkkailu

Hankkeen tavoitebudjetti kuvaa vain erään kustannuslaskijoiden mallin työn toteuttamiseksi. Jokainen tehtävä on suunniteltava yksityiskohtaisesti ennen ajoitusta, jotta tehtävästä vastuullinen henkilö tuntee tehtävän sisällön sekä aika- ja kustannustavoitteet. Tarvittavasta suunnittelusta käytetään nimitystä tehtäväsuunnittelu. (Lindholm 2009, 42.)

Tehtäväsuunnitelman tarkoituksena on varmistaa, että työ voidaan toteuttaa tavoitebudjetin kustannuksin ja yleisaikataulun osoittamassa ajassa. Samalla varmistetaan, että suunnitellut resurssit ovat käytettävissä ja työvoiman käyttö ei ylitä tavoitebudjetin tuntitavoitetta. (Lindholm 2009, 42.)

Tehtäväsuunnitelmassa osoitetaan, millä resursseilla työ tehdään, mitä työvaiheita tehtävä sisältää ja missä ajassa se tehdään. Suunnitelma sisältää siis sekä tehtävän ajallisen mitoituksen että taloudellisuuslaskelman. Taloudellisuuslaskelmassa työn toteuttamiseksi suunniteltujen panosten aiheuttamia kustannuksia verrataan tavoitebudjetissa määritettyyn suunnitelman sisältöä vastaavaan tavoitteeseen. Suunnitelman sisältö ei välttämättä vastaa tavoitebudjetin laadinnassa käytetyn tehtävän sisältöä vaan voi poiketa siitä huomattavasti. (Lindholm 2009, 42.)

4.3 Budjettitarkkailu

Kohteen työtehtävien edistymistä ja tuottavuutta valvotaan tuotannonarvolaskelmalla. Laskelmalla selvitetään työtehtävien aikataulu- ja tuottavuuserot sekä koko kohteen tuotannon edistyminen ja työn tuottavuus. Kun laskelma täydennetään keskituntiansiolla, saadaan selville myös oman työn taloudellisuus. (Lindholm 2009, 43.)

Tuotannonarvolaskelma tehdään palkkajaksojen mukaisesti säännöllisin välein tai merkittävän rakennusvaiheen, esimerkiksi maanleikkauksen, lopussa. Rakennusvaiheen loppuun ajoitetulla laskelmalla ei kuitenkaan saavuteta tarkkailun ohjauksellista hyötyä eikä tarkkailulla saadun tiedon perusteella voida käynnistää korjaavia toimenpiteitä, koska tehtävät ovat lopussa tai alkamatta. (Lindholm 2009, 43.)

4.4 Jälkilaskennan periaate

Toteutuneiden kustannusten jälkilaskennan avulla tarkistetaan kohteen ja sen osien taloudellinen onnistuminen sekä määrät ja hinnat. Jälkilaskentaan perustuen päivitetään yrityksen kustannustiedostot palvelemaan uusien kohteiden kustannusarvio- ja tarjouslaskentaa. (Lindholm 2009, 45.)

Jälkilaskennasta tulevalla tiedolla valvotaan, kuinka tarkasti kustannuslaskennat kuvasivat toteutuneita kustannuksia. Useiden hankkeiden jälkilaskentatietojen avulla voidaan havaita eri nimikkeiden kustannusten taso- ja tarkkuuserot työ- ja hankintatehtävittäin. Tietoja käytetään myös hankkeen lopullisen tuloksen selvittämiseen sekä viitetietona uusien kohteiden kustannuslaskennassa ja tuotannosuunnittelussa. (Lindholm 2009, 45.)

Kun kohde valmistu, rakennusyriyksellä on käytössä ajantasaista kustannustietoa kohteesta. On kuitenkin mahdollista, että jotkut asiat hankkeessa ovat onnistuneet ja jotkut epäonnistuneet. Jälkilaskennasta saatavalla tilastotiedolla on mahdollista kohdistaa yrityksen laskentajärjestelmän ylläpidon toimenpiteet niihin alueisiin, joissa on kustannuseroja tavoitteen ja toteuman välillä. Jälkilaskennan avulla voidaan löytää kustannuseroihin vaikuttavien tekijöiden seuraukset, mutta ei syitä. (Lindholm 2009, 45-46.)

4.5 Havaittu käytäntö

Tällä hetkellä kohdeyrityksessä kustannusseuranta on pientä, joten työkalu tulee tarpeeseen. Kustannusseurannassa seuraamme vain suurimpia litteroita palkat, alihankinnat materiaalit ja koneiden kulut.

5 LASKENTATYÖKALU

5.1 Lähtökohta

Lähtökohtana oli kehittää urakkalaskentaan työkalu, joka parantaa ja tehostaa nykyistä tarjouslaskentaa, joka aiemmin on tehty käsilaskentana. Tarjouslaskenta on infra-alalla kausiluontoista, joten hetkittäin laskettavaa on paljon. Ohjelmasta on huomattava apu, jos kohteet ovat samankaltaisia. Ohjelman avulla on helppo kerätä vanhaa laskentatietoa vertailtavaksi uusiin samantyyppisiin kohteisiin.

Kohdeyrityksen kustannus seuranta oli ollut hyvin vähäistä. Työkalun panospohjaisen tarjouslaskennan tuloksena ohjelmasta saadaan kustannusarvio jokaiseen työvaiheeseen, jolloin siitä saadaan pohja myös kustannustenseurantaan.

Koska harvoin määräluettelo tulee valmiina excel -muodossa, niin yhden välilehden alle kirjattiin infra-nimikkeistö litteroineen. Sieltä on nopea hakea tarjoukseen kuuluvat literat.

5.2 Ohjelman käyttöalue

Työkalu soveltuu hyvin kokonais- ja yksikköhintaurakoiden tarjouslaskentaan. Työkalusta pyrittiin tekemään yksinkertainen. Ohjelmaan joutuu syöttämään arvoja paljon käsin, joten tuntuma laskennassa pysyy hyvin harkinnassa ja huomaa, miten muutokset vaikuttavat yksikköhintaan. Tarjouksen hienosäätö käy vaivattomasti, koska yksikköhintojen ja työtehon muutokset näkyvät heti kokonaishinnassa.

Työkalun avulla aletaan myös seuraamaan työkohteiden kustannuksia sekä yhtenäistämään yrityksen toimintoja kustannus seurannassa. Kustannuksista seurataan vain suurimpia kulueriä, kuten miesten palkat, koneiden kulut, materiaalit ja aliurakoitsijoiden kustannukset. Sillä tarkkuudella saadaan riittävän luotettavaa tietoa hankkeen edistymisestä.

5.3 Ohjelman toiminta

Aluksi muodostetaan tarjouksen määräluettelon mukaiset litterat ja nimikkeet rakenne-määrineen laskenta-välilehdelle. Seuraavaksi syötetään kone ja materiaali-välilehdelle koneiden tuntihinnat ja materiaalien hinnat laskentaa varten. Ennakkotarjouksista saadut hinnat esimerkiksi putkista ja kaivoista voidaan syöttää suoraan laskenta-välilehdelle (kuva 7).

61											
62			MÄÄRÄ	YKS.	LEVITYS	KULJETUS	KONETYÖ	MATERI-	ALIHAN-	YKSIKKÖ-	TYÖHINTA
63	LITT.	NIMIKE			TYÖ	MURSKKE	MIESTYÖ	AALI	KINNAT	HINTA	YHT.
64											
65	1141	Poistettavat pintamaat	5 000	m2			1			1,00	5 000
66	1613	Maaleikkaus, läjitykseen	700	m3ktr	1	3	3			7,00	4 900
67	1613	Maaleikkaus, kiv rakennekerroksen poisto	185	m3ktr		3	3			6,00	1 110
68	1621	Putkikaivannon kaivu	514	m3ktr		3	4			7,00	3 598
69	3121	Hulevesiviemäri 315mm	15	mtr			5	30		35,00	525
70	3123	Muovitarkastuskaivot 560mm	4	kpl			100	100		200,00	800
71										0,00	0

Kuva 7. Laskenta-välilehti.

Koneiden ja miestöiden työtehojen arvot on syötetty ja tuntihinnat ovat siirtyneet automaattisesti työtehot-välilehdelle (kuva 8). Työtehojen määrittämiseen on käytetty vanhoja TVH:n TS-kortteja ja osa tiedoista on haettu Ratu-korteista sekä yliopettaja Reijo Rasmuksen menetelmä ja kapasiteetitmonisteesta.

PUUSTON RAIVAUS				
		Kasvillisuuden kaataminen ja keruu	hyötypuun korjuu	Kantojen poisto
1	Harva	1000 m2/h	500 m2/h	500 m2/h
2	Normaali	500 m2/h	200 m2/h	400 m2/h
3	tiheä	250 m2/h	75 m2/h	300 m2/h
4	oma	1200 m2/h	700 m2/h	550 m2/h
	Moto +ajokone		30 €/h	

Kuva 8. Puuston raivaukset työtehot.

Kapasiteetti-välilehdellä lasketaan kone- ja miestöiden yksikköhintoja. Ohjelmassa voidaan valita alusvetovalikosta sopiva kone tehtävään, jolla työ tehdään. Ohjelma hakee koneen tuntihinnan ja työtehon automaattisesti. Työtehoa voi muuttaa prosenttien avulla, jos maastokäynnin perusteella on havainnut asioista, jotka vaikuttavat työtehoon (kuvat 9&10).

Pintamaan poisto	helppo ---> 85 % teho => vaikea	
määrä		2900 m ²
KKh 25	5	14 €/h
KA 5-aks	3	10 €/h
KA lukumäärä		2 kpl
työteho		100 m ² /h
laskennan teho		100 %
aika		29,00 h
kokonaishinta		986,00 €
yksikköhinta		0,34 €/m ²

Kuva 9. Pintamaan poiston yksikköhinnan laskeminen.

Hyötypuun poisto		Jätepuun ja kasvillisuuden poisto		Kantojen poisto	
koneen hinta moto+ajaja	250 €/h	2 RM	20 €/h	5	KKh 25 14 €/h
määrä	4000 m ²	määrä	4000 m ²	määrä	4000 m ²
työteho	Normaali 2 200 m ² /h	teho	500 m ² /h	teho	400 m ² /h
aika	20,00 h	aika	64,00 h	aika	80,00 h
yksikköhinta	1,25 €/m ²	yksikköhinta	0,32 €/m ²	yksikköhinta	0,28 €/m ²

Kuva 10. Puun, kasvillisuuden ja kannon poiston yksikköhinnan laskeminen.

Kun kaikki nimikkeet on hinnoiteltu, niin lopuksi lisätään yhteiskustannukset ja työmaakate. Niistä muodostuu tarjoushinta laskenta-välilehden yläosaan (Liite 6). Samalla lasketaan myös kerroin, jolla saadaan yhteiskustannukset ja kate sisällytettyä yksikköhintoihin (kuva 11).

	A	B	C
1		YKSIKÖHINTATAULUKKO	
2	Littera	Nimike	Yksikköhinta
3	1141	Poistettavat pintamaat	1,10 €
4	1613	Maaleikkaus, läjitykseen	7,70 €
5	1613	Maaleikkaus, klv rakennekerroksen poisto	6,60 €
6	1621	Putkikaivannon kaivu	7,70 €
7	3121	Hulevesiviemäri 315mm	38,52 €
8	3123	Muovitarkastuskaivot 560mm	220,10 €
9	0	0	- €

Kuva 11. Yhteiskustannukset ja katteen sisältävät yksikköhinnat.

Kustannusseurantaan ohjelmasta saadaan kustannusarvio koottua suuremmista kokonaisuuksista helposti ja sitä täyttämällä pystytään seuraamaan hankkeen kulkua (kuva 12).

Työnjohto seuraa viikoittain maa- ja murskemeneekkiä ja saa siitä käsityksen onko kapasiteetti lasketun mukainen.

1										
2										
3	TYÖ	Suunniteltu budjetti	Toteutuneet kustannukset							ero budjettiin
4			heinäkuu	elokuu	syyskuu	lokakuu	marraskuu	joulukuu		
5	PINTAMAAN POISTO									
6	(sis. Puun poiston, kasvillisuuden ja kantojen poiston)	8 386,00 €								
7	koneet		3000							
8	palkat		1000						2 386,00	
9	alihankinta		2000							
10	MAANLEIKKAUS									
11		2 367,80 €								
12	koneet									
13	palkat								2 367,80	
14	alihankinta									

Kuva 12. Taulukko kustannusseurannasta.

5.4 Ohjelman tulosten luotettavuus ja käyttö

Työkalun eri versioilla on sekä voitettu että hävitty tarjouskilpailuja. Kilpailutilanteet ovat vaikuttaneet paljon tuloksiin, koska kilpailijoiden on ollut ”pakko” ottaa itselleen työmaita. Yksikköhintavertailusta (liite 1) huomaa, että toisinaan yksikköhinnat ovat lähellä toisiaan ja toisissa taas on suuriakin eroja. Yksikköhintojen eroille voi olla muitakin syitä kuin kilpailutilanteen aiheuttamat hintojen ”ruuvaukset”. Esimerkiksi virheet määrien laskennassa, työvaiheiden kapasiteettien arvioinnissa tai oivallus työvaiheen edullisemmasta rakentamisesta.

Käsin laskennan tarkistuslaskentaa ei tarvitse tehdä, joten ohjelma nopeuttaa tarjouslaskentaa ja laskuvirheiden määrä vähenee. Kapasiteetin laskennan muokattavuus on nopeaa, voit muokata esimerkiksi maaleikkauksessa työtehoa, ajoaikaa ja maalajin vaikutusta, jolloin niiden aiheuttamat vaikutukset näkyvät heti. Vanhat tarjouslaskennat löytyvät nopeasti ja on helppo vertailla kapasiteettejä keskenään. Nyt tiedot syötetään kerralla ohjelmaan ja on sieltä tulostettavissa haluttavassa muodossa.

6 YHTEENVETO

Tarjouslaskenta on maarakennusyrityksen tärkeimpiä toimintoja. Kiristynvä kilpailutilanne luo omat haasteensa tarjouslaskentaan, joten urakoiden kustannusten seuranta on ratkaisevassa roolissa, että pysytään johtamaan voitokkaasti urakat läpi.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä excel- työkalu helpottamaan ja nopeuttamaan yrityksen tarjouslaskentaa tarkkuudesta tinkimättä sekä luomaan tarkkailutaulukon kustannusten seuranta varten. Työkalun avulla voidaan vertailla samantyyppisten urakoiden kustannusrakenteita ja johtopäätöksenä voidaan todeta, että infra-nimikkeistöön ja pannonpohjaiseen tarjouslaskentaan perustuva laskentatyökalu selkeyttää urakkalaskennan vaiheita, vähentää päällekkäisyyksiä ja virhemarginaalia.

Työn rajaaminen ja pitäminen yksinkertaisena ja selkeänä laskentataulukkona oli haastavaa. Tarjouslaskennassa on niin monta muuttuvaa tekijää, että laskentaa ei kannata automatisoida kovin pitkälle, sillä seuraavassa urakassa se ei enää toimikaan. Tuntuma pysyy paremmin hallussa, kun joutuu manuaalisesti muuttamaan parametreja. Jokaisen tarjouslaskennan aikana pitää käydä katsomassa paikan päällä, jotta huomaa ympäristön tuomat haasteet ja mahdollisuudet.

Yhteenvetona voidaan todeta, että tehtyä Excel-laskentataulukkoa on testattu opinnäytetyön teon ohessa ja todettu toimivaksi työkaluksi kohdeyrityksessä. Kun on saavutettu riittävästi urakkalaskentoja tarjouskohteista ja joku niistä voitettukin, voidaan kustannuseurannan työkalu ottaa kohdeyrityksessä vähitellen käyttöön. Excel- laskentataulukko ei ole täysin valmis. Työkalua pystyy kehittämään työtehojen päivittämisellä ja kapasiteettilaskennasta saatavan työajan käyttäminen aikataulutuksen pohjana.

LÄHTEET

Enovaara, E., Haveri, H. & Jeskanen, P. 1998. Rakennushankkeen kustannushallinta. 3.painos. Helsinki: Rakennustieto oy.

Infra-nimikkeistö. 2015. Infra 2015 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö määramittausohje. Helsinki. Rakennustieto Oy.

Jääskeläinen, R. 2010. Maanrakennuksen ja louhinnan perusteet. Tampere: Amk-Kustannus oy.

Lindholm, M. 2009. Kustannushallinta rakennushankkeessa. Helsinki: Suomen Rakennusmedia oy.

Lindholm, M. & Junnonen, J-M. 2012. Infrahankkeen tuotannonhallinta. Helsinki: Suomen Rakennusmedia oy.

Rasmus, R. 2016. Menetelmä- ja kapasiteettitietoa. Opetusmateriaali.

RIL. 2006. Infrarakentamisen kustannushallinta. Helsinki: Suomen Rakennusinsinööri Liitto RIL ry.

TVH. 1977. TS-kortti 5022 . Tien tekeminen ja työnsuunnittelu. Helsinki.

TVH. 1982. TS-kortti 6025 . Tien tekeminen ja työnsuunnittelu. Helsinki.

1 (2)

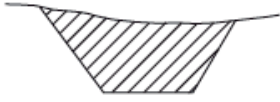
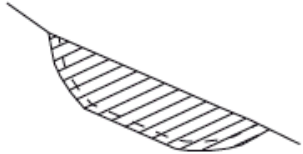

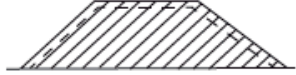
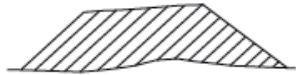
LIITTEET

Liite 1. Yksikköhintavertailu

A	B	C	D	E	F	G	H	
								Määrä yht.
1								
2	Rakennusosa							
3	Jätteenpuu, kasvillisuuden poisto ja pintamaan poisto, sis. juurien ja kantojen poiston	14960	2,55	38148	1,2	17952	1,33	19896,8
4	Pylvään vaihto nykyiseen jalustaan	3	250	750	118	354	237,53	712,59
5	Metallipylvään purku	6	100	600	90	540	113,37	680,22
6	Rummun murskearina	24	35	840	25	600	40,27	966,48
7	Puupylväs ja ilmapaapeli, purku ja kuljetus	30	180	5400	85	2550	105,81	3174,3
8	Liikennemerkkiin siirto	4	100	400	60	240	53,98	215,92
9	Liikennemerkkiin siirto	1	150	150	90	90	107,97	107,97
10	Ulkokouluetin puisen opastetaulun uusiminen	1	500	500	750	750	215,94	215,94
11	Betonirumpu Ø300 B/Ek-8	21	30	630	60	1260	41,49	871,29
12	Asfalttipäällysteen poisto kaivamalla	2850	1,05	2992,5	2	5700	2,81	8008,5
13	Pohjarakenteet							
14	Rakenteen yhteydessä olevat saiaojat Ø110/96M SN8	520	10	5200	9	4680	4,1	2132
15	Saiaojan tarkastuskaivot Ø315/200 M valurautaisella kanistrolla 40t	7	250	1750	250	1750	162,49	1137,43
16	Maaleikkaukset ja -kaivannot							
17	Maaleikkaukset, massojen kuljetus penk. ja täyttöihin tai kaatopaikalle sis. Vastaanottomaksun	1060	11,7	12402	7	7420	13,8	14628
18	vastaanottomaksun	4000	11,7	46800	7	28000	13,8	55200
19	Purkikaivannon kaivu ja kuljetus (sis. Esikuormitusrakenteen louheen kaivun)	51	15	765	15	765	14,68	748,68
20	Kaapelsuojaputken asennus nykyiseen katurakenteeseen, sis. Suojähiekan ja rakenteen ennallistamisen	120	12,5	1500	12	1440	21,59	2590,8
21	Kaapelsuojaputken asennus katurakenteeseen, sis. Suojähiekan	900	5	4500	5	4500	3,67	3303
22	Kaapelikaivanto, sis. Kaivun ja täytön sekä suojähiekan	1200	8	9600	8	9600	4,25	5100
23	Rumpukaivannon kaivu	39	10	390	15	585	21,59	842,01
24	Massanvaihdon kaivannot, massojen kuljetus penk. ja täyttöihin tai kaatopaikalle, sis. Vastaanottomaksun	13980	11,7	163566	9	125820	8,02	112119,6
25	Kallioleikkaukset, -kaivannot ja -tunnellit							
26	Kallion irrotus, kuormaus ja kuljetus penkereisiin, h < 1m, katualueen ulkopuolinen osuus	125	26,1	3262,5	25	3125	19,76	2470
27	Kallion irrotus, kuormaus ja kuljetus penkereisiin, h > 1m, sis. Irttöuhinnan ja maakivet > 2m3	10240	22,6	231424	17	174080	16,74	171417,6
28	Kallion irrotus, kuormaus ja kuljetus penkereisiin, h > 1m, sis. Irttöuhinnan, katualueen ulkopuolinen osuus	2440	22,6	55144	17	41480	16,74	40845,6
29	Kallion irrotus, kuormaus ja kuljetus penkereisiin, h < 1m	100	26,1	2610	25	2500	19,76	1976
30	Penkerieet, maapadot ja täytöt							
31	Louhepenget hankkeen sisältä, sis. Kiihtäuksen	4790	3	14370	2	9580	1,1	5269
32	Maapenger hankkeen sisältä	360	1	360	1,8	648	1,1	396
33	Luiskatäyttö kaivumassoilla	1060	1	1060	1,8	1908	1,28	1356,8
34	Tasauskerros murskeesta Kam O/16	11	39	429	30	330	41,62	457,82
35	Aikutäyttö murskeesta Kam O/16	40	35	1400	25	1000	41,62	1664,8
36	Aikutäyttö murskeesta rummulle	15	35	525	25	375	41,62	624,3
37	Massanvaihdon täyttö kovaan pohjaan, louhe hankkeen sisältä, sis. Kiihtäuksen	13980	2,5	34950	1,5	20970	1,28	17894,4
38	Päälly- ja pintarakenteet							

Liite 1. Yksikköhintavertailu

Rakennusosa	Määrä yht.	Oma			Kilpailija 1			Kilpailija 2			Kilpailija 3		
		Yksikkö hinta	HINTA	Yksikkö hinta	HINTA	Yksikkö hinta	HINTA	Yksikkö hinta	HINTA				
1													
2													
38	Pääilyys- ja pintorakenteet												
39	Pääilyysrakenteen osat ja radan alusrakennekerrokset												
40	Suodatin kangas N3	11550	1,2	13860	1	11550	1,08	12474					
41	Lakava kerros murskeesta KAM 0/90	7985	23,6	188446	13	103805	30,53	243782,05					
42	Sitomaton kantava kerros KAM 0/32	1860	26	48360	28	52080	39,66	73767,6					
43	Luiskaverrous murskeella KAM 0/32, paksuus 50 mm	1515	1,3	1969,5	3	4545	4,65	7044,75					
44	Murskepäällyste, KAM 0/11, paksuus 50 mm	75	2	150	3	225	6,42	481,5					
45	Kivituhkäpäällyste #0-3..4, paksuus 50 mm	6270	1,1	6897	2,5	15675	0,98	6144,6					
46	Siirtymäkiljan teko	97	15	1455	21	2037	21,59	2094,23					
47	Pienartäyte KAM 0/16	33	50	1650	34	1122	256,83	8475,39					
48	Reunatuet, kourut, askelmat ja eroosiosuojaukset												
49	Eroosiosuojaus KAM 50/100, sis. Suodatin kankaan N3	10	26,2	262	30	300	107,97	1079,7					
50	Kasvillisuusrakenteet												
51	Tuotteistettu kasvialusta nurmelle A3, kerrosvahvuus 200 mm	430	21	9030	25	10750	16,2	6966					
52	Nurmikko A3	2500	2	5000	1	2500	3,24	8100					
53	Järjestelmät												
54	Vesihuollon järjestelmät												
55	Hulevesiviemäri 200 PVC/K SN8	29	16,85	488,65	24	696	17,03	493,87					
56	Hulevesiviemäri 250 PVC/K SN8	29	23,5	681,5	31	899	22,25	645,25					
57	Hulevesiviemärin tarkastuskaivo Ø800 EK-kaivo liitokseen, sis. Kaivu- ja täyttötöyt sekä muovin	1	1000	1000	800	800	649,98	649,98					
58	Hulevesiviemärin tarkastuskaivon umpikanisto 550/50, 40 tn	1	180	180	200	200	215,94	215,94					
59	Hulevesikaivo Ø800 EK-kaivo liitokseen, sis. Kaivu- ja täyttötöyt sekä muovin	4	1000	4000	800	3200	649,98	2599,92					
60	Hulevesikaivon rtiläkanisto 550/50, 40 t	4	180	720	200	800	215,94	863,76					
61	Hulevesiviemärin liitos nykyiseen kaivoon poraamalla	1	150	150	350	350	161,95	161,95					
62	Turvallisuusrakenteet ja opastusjärjestelmät												
63	Sähkö-, tele- ja kone tekniset järjestelmät												
64	Suojaputki TEL-75	967	3,5	3384,5	4	3868	3,53	3413,51					
65	Suojaputki TEL-75A	1350	4,5	6075	5	6750	4,88	6588					
66	Taipuisa suojaputki TEL-75	60	10	600	15	900	4,88	292,8					
67	Taipuisa suojaputki TEL-110	50	10	500	20	1000	5,74	287					
68	Y-haara 110-110-110	3	30	90	30	90	18,91	56,73					
69	Supistus 110-75	55	11	605	15	825	16,75	921,25					
70													
71				937 972		695 559		864 624					

Lyhenne	Nimitys	Selitys	
m^3ktr	teoreettinen kiintotilavuus	luonnontilainen, teoreettinen poikkileikkaus (mitattu piirustuksista)	
$y_1 = \frac{m^3ktd}{m^3ktr}$	ryöstökerroin		
m^3ktd	todellinen kiintotilavuus	luonnontilainen, todellinen poikkileikkaus (mitattu luonnossa)	
$k_1 = \frac{m^3itd}{m^3ktd}$	löyhtymiskerroin		
m^3itd	todellinen irtotilavuus	todellinen tiettyssä käsittelyvaiheessa	
$k_2 = \frac{m^3rtd}{m^3itd}$	tiivistymiskerroin		
m^3rtd	todellinen rakennetilavuus	rakenteessa, todellinen poikkileikkaus (mitattu luonnossa)	
$y_2 = \frac{m^3rtr}{m^3rtd}$	täyttökerroin		
m^3rtr	teoreettinen rakennetilavuus	rakenteessa, teoreettinen poikkileikkaus	

Maalaji	Massakertoimien yhdistelmät ja käänteisarvot						
	Tilavuusyksikkö ennen kertomista massakertoimella						
	1) m ³ ktr	2) m ³ ktd	3) m ³ itd	4) m ³ rtd	5) m ³ rtr		
			$\frac{1}{y_1}$	$\frac{1}{k_1} \times \frac{1}{y_1}$	$\frac{1}{k_2} \times \frac{1}{k_1} \times \frac{1}{y_1}$	$\frac{1}{y_2} \times \frac{1}{k_2} \times \frac{1}{k_1} \times \frac{1}{y_1}$	
Savi			0,95	0,60	1,10	1,10	1) m ³ ktr
Siltti			0,94	0,63	0,98	0,98	
Hiekka			0,95	0,77	1,05	1,16	
Sora			0,87	0,77	1,05	1,16	
Louhe			0,91	0,52	0,57	0,52	
M-sora			0,83	0,46	0,60	0,67	
Murske			0,83	0,40	0,54	0,60	
	y_1			$\frac{1}{k_1}$	$\frac{1}{k_2} \times \frac{1}{k_1}$	$\frac{1}{y_2} \times \frac{1}{k_2} \times \frac{1}{k_1}$	
Savi	1,05			0,63	1,16	1,16	2) m ³ ktd
Siltti	1,06			0,66	1,04	1,04	
Hiekka	1,05			0,80	1,10	1,21	
Sora	1,15			0,87	1,20	1,33	
Louhe	1,10			0,57	0,63	0,57	
M-sora	1,20			0,56	0,72	0,80	
Murske	1,20			0,48	0,65	0,73	
	$y_1 \times k_1$		k_1		$\frac{1}{k_1}$	$\frac{1}{y_2} \times \frac{1}{k_2}$	
Savi	1,68		1,60		1,85	1,85	3) m ³ itd
Siltti	1,59		1,50		1,56	1,56	
Hiekka	1,30		1,25		1,37	1,52	
Sora	1,32		1,15		1,39	1,54	
Louhe	1,93		1,75		1,11	1,01	
M-sora	2,16		1,80		1,30	1,45	
Murske	2,52		2,10		1,37	1,52	
	$y_1 \times k_1 \times k_2$		$k_1 \times k_2$	k_2		$\frac{1}{y_2}$	
Savi	0,91		0,86	0,54		1,00	4) m ³ rtd
Siltti	1,02		0,96	0,64		1,00	
Hiekka	0,95		0,91	0,73		1,11	
Sora	0,95		0,83	0,72		1,11	
Louhe	1,74		1,58	0,90		0,91	
M-sora	1,66		1,39	0,77		1,11	
Murske	1,84		1,53	0,73		1,11	
	$y_1 \times k_1 \times k_2 \times y_2$		$k_1 \times k_2 \times y_2$	$k_2 \times y_2$	y_2		
Savi	0,91		0,86	0,54	1,00		5) m ³ rtr
Siltti	1,02		0,96	0,64	1,00		
Hiekka	0,86		0,82	0,66	0,90		
Sora	0,86		0,75	0,65	0,90		
Louhe	1,91		1,74	0,99	1,10		
M-sora	1,49		1,25	0,69	0,90		
Murske	1,66		1,38	0,66	0,90		

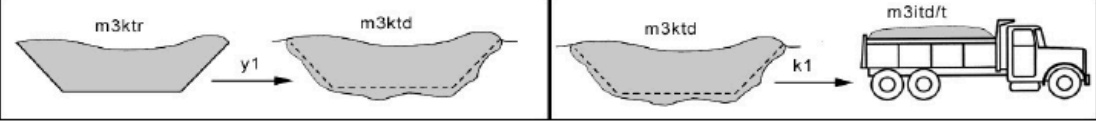
Massakertoimien yhdistelmät ja käänteisarvot on laskettu valmiiksi numeroarvoiksi.

HKR Taloudellisuus- standardit Maarakennusala Kunnallis- teknilliset työt Tilavuus- ja painoyksiköiden muuntokertoimet	0000 Kasitetiedot ja laatustandardit	Sijoitus kansioon	Rek. nro	Työnvaihe N, RO
	Massakertoimet	0	2254/1 (5)	2100, 3100
	y_1, k_1, k_2, y_2, ρ	Laatija	HKR/Kao	1996

MATERIAALI	LAADINTAPERUSTEET
Sa, Si, (Hs, Ht), HHk, Hk, srHk, hkSr, Sr, HtMr, HkMr, M (= murske)	TVL-standardeja HKR:n työntutkimuksia

TILAVUUS- JA PAINOYKSIKÖIDEN MUUNTOKERTOIMET Taulukko 1

Rakenne	Maalajit	Leikkauksesta kuljetus- välineeseen $y_1 \times k_1 \times p$ ($m^3ktr \rightarrow t$)	Kuljetusvälineestä rakenteeseen $1/\rho \times k_2 \times y_2$ ($t \rightarrow m^3rtr$)	Kuljetus- välineessä $1/\rho$ ($t \rightarrow m^3itd$)
Penger	Sa	2,52	0,36	0,66
	Si (Hs, Ht)	2,54	0,40	0,62
	HHk	1,90	0,50	0,70
	Hk	1,82	0,47	0,71
	srHk	1,95	0,45	0,65
	hkSr	2,20	0,40	0,60
	Sr	2,24	0,38	0,58
	HtMr	2,55	0,40	0,60
	HkMr	2,30	0,40	0,60
Eristys	Hk	1,83	0,47	0,71
Jakava	Sr	2,27	0,38	0,58
	M	3,56	0,41	0,60
Kantava	Sr	2,27	0,38	0,58
	M	3,56	0,41	0,60
Massankulku		$m^3ktr \rightarrow t$	$t \rightarrow m^3rtr$	$t \rightarrow m^3itd$
$\rho = \text{irtotiheys}$ $= t/m^3itd$				

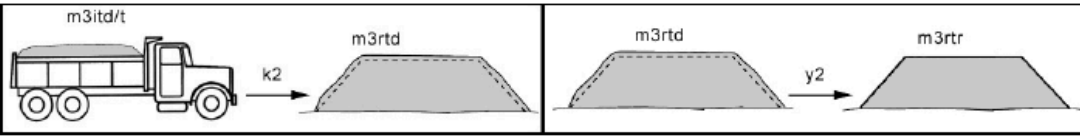


	ryöstö	löyhtyminen	yhdistelmä	kääntäen
	y1	k1	y1*k1	1/(k1*y1)
Materiaali	m3ktr-m3ktd	m3ktd-m3ltd	m3ktr-m3ltd	m3ltd-m3ktr
Sa	1,05	1,60 ¹⁾	1,68	0,60
Si	1,06	1,50	1,58	0,63
HHk	1,05	1,30	1,37	0,73
Hk	1,05	1,25	1,31	0,76
KHK	1,10	1,25	1,38	0,73
Sr	1,15	1,15	1,32	0,76
HkMr	1,10	1,35	1,49	0,67
Murske	1,10	2,00	2,20	0,45
Louhe	1,10	1,75	1,93	0,52

Huomioitavaa: Maan suuri luonnontilainen märkätiheys johtaa suurempiin k1 -kertoimen arvoihin. Ei sovellu märän saven tai hienon siltin arvioimiseen. y1 –kertoimia ei saa käyttää kuvaamaan kaivantojen (esim. massanvaihto, rumpukuoppa) ryöstön määrää. Louheen ja murskeen y1*k1-arvojen tarkkuus ± 15 %. Ehjä kallio ja rakoammunta johtavat pienempiin arvoihin ja päinvastoin. 1) löyhtymiskerroin saven kuivakuorelle.

Esimerkki: 100 m3ktr soramaan leikkauksesta tulee noin 132 m3itd, Kääntäen: 100 m3itd soran saamiseksi on leikattava 76 m3ktr.

Lähteet: TS – kansiot, Reijo Rasmuksen päivittämät TS -kortit, Kunnallisteknisten töiden määrämittauserusteet KM02.



		tiivistyminen	täyttö/hukka	yhdistelmä	kääntäen
		k2	y2	k2*y2	1/(k2*y2)
Rakenne	Maalaji	m3itd-m3rtd	m3rtd-m3rtr	m3itd-m3rtr	m3rtr-m3itd
Penger	Sa	0,54	1	0,54	1,85
	Si	0,65	1	0,65	1,55
	HHk	0,70	1	0,70	1,43
	Hk	0,74	1	0,74	1,35
	KHk	0,73	1	0,73	1,38
	Sr	0,71	1	0,71	1,42
	HkMr	0,70	1	0,70	1,43
	Louhe	0,90	1,1 ⁽¹⁾	0,99	1,01
Suodatinkerros	Hk	0,74	0,9	0,67	1,49
Jakava kerros	Sr	0,71	0,9	0,64	1,57
	MSr	0,76	0,9	0,68	1,47
Kantava kerros	Sr	0,71	0,9	0,64	1,57
	MSr	0,76	0,9	0,68	1,47
	M	0,74	0,9	0,67	1,49

Huomioitavaa: Päälysrakennekerrokseen menevä materiaali optimikosteudessa. Rakenteet tiivistetään vaatimusten mukaan. 1) Louhepenkereeseen tarvitaan 10-15% louheen määrästä tasausmassaa louheen koosta riippuen.

Esimerkki: 1000 m3itd jakavan sorasta saadaan 640 m3rtr valmista kerrosta. Kääntäen: 1000 m3rtr suodatinkerroksen rakentamiseen tarvitaan noin 1570 m3itd soraa.

Lähteet: TS –kansiot, Reijo Rasmuksen päivittämät TS-kortit, Kunnallisteknisten töiden määrämittauserusteet KM02. Esitetyt luvut keskiarvoja. Lähdetiedot luokkaa keskiarvo ±1 %.

Rakenne	Maalaji	t/m3ltd	m3ltd/t	t/m3ktr ¹	t/m3rtr ²	tarkkuus
Penger	Sa	1,50	0,67	2,52	2,78	
	Si	1,60	0,63	2,53	2,47	
	HHk	1,30	0,77	1,77	1,86	
	Hk	1,50	0,67	1,97	2,02	*
	KHk	1,65	0,61	2,27	2,28	± 10%
	Sr hieno	1,60	0,63	2,12	2,26	*
	Sr karkea	1,80	0,56	2,38	2,55	*
	HkMr hieno	1,50	0,67	2,23	2,14	
	HkMr karkea	1,70	0,59	2,52	2,43	
	HkMr kivinen	1,90	0,53	2,82	2,71	
	Louhe	1,80	0,56	3,47	1,82	
	Suodatinkerros	Hk	1,40	0,71	1,84	2,09
Jakava kerros	Sr	1,70	0,59	2,25	2,67	**
	MSr 0-20	1,55	0,65		2,28	
	MSr 0-65	1,73	0,58		2,53	± 2%
Kantava kerros	Sr	1,70	0,59	2,25	2,67	
	MSr 0-20	1,55	0,65		2,28	**
	MSr 0-65	1,73	0,58		2,53	± 2%
	M 0-20	1,52	0,66	3,34	2,27	± 2%
	M 0-65	1,62	0,62	3,56	2,42	± 5%

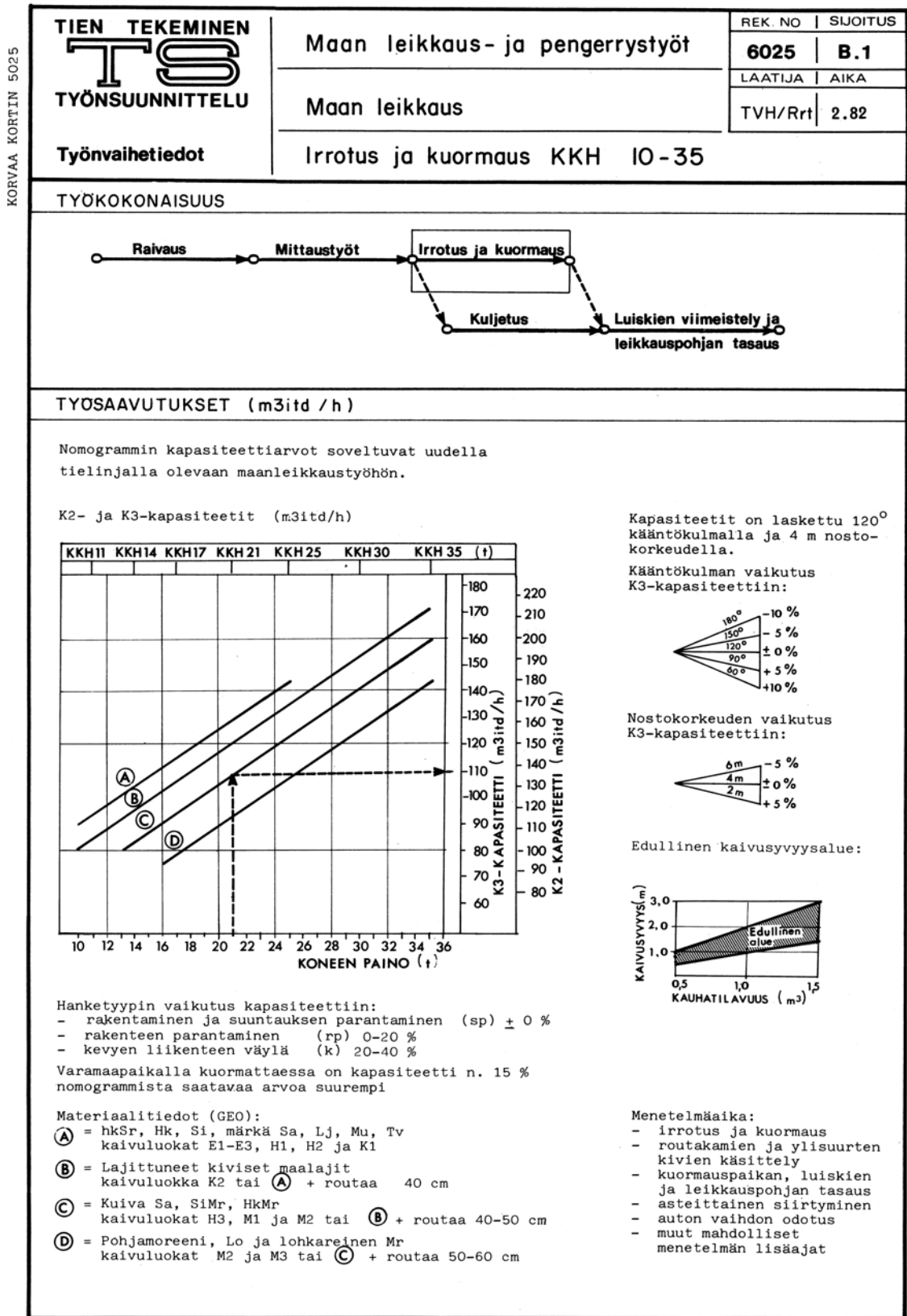
Huomioitavaa: Yksityiskohtaisempi taulukko alla olevasta linkistä.

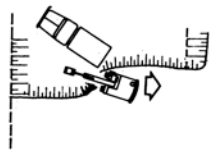
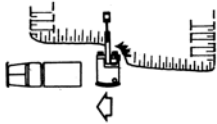
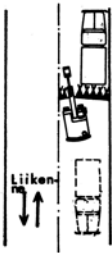
Massatiedot kahdesta lähteestä. Jos lähteissä toisistaan poikkeavat arvot, on ilmoitettu keskiarvo ja tarkkuus, jolla päästään lähdetietoihin.


* Tieto vain lähteestä: Rasmus. ** Tieto vain lähteestä: RAIKU. 1)

Laskettu $y1 \cdot k1 \cdot t / m3itd$. 2) Laskettu $1 / (k2 \cdot y2) \cdot t / m3itd$.

Lähteet: Reijo Rasmuksen päivittämät TS-kortit, RAIKU - massamuunnosohjelma



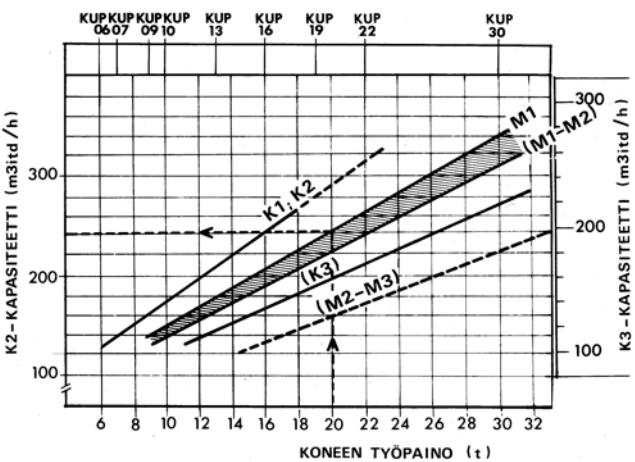
TYÖN KULKU JA TYÖMENETELMÄT	
<p>Toimintayksikkö: KKH + n x KA (TRD, MA) + 1 RM ja mahdollisesti tarvittava viimeistelykone.</p>	
<p>Työmenetelmät:</p>  <p>KUVA 1</p>	<p>Rintamakaivu (kuva 1)</p> <p>KKH kuormaa ja liikkuu kuvan 1 mukaisesti. Auton vaihtomatka on pyrittävä pitämään mahdollisimman lyhyenä ja auto lähellä rintausta. Auto voi olla joko koneen tasossa tai leikkaustasossa.</p>
 <p>KUVA 2</p>	<p>Yhdensuuntaiskaivu (kuva 2)</p> <p>KKH kuormaa ja liikkuu kuvan 2 mukaisesti, KKH voi kuormata kahdelle puolelle. Jos rintausta on > 4 m, niin leikkaus tehdään useammassa kerroksessa.</p>
 <p>KUVA 3</p>	<p>Leikkauksen teko kaistoittain (kuva 3)</p> <p>Työ voidaan suorittaa jako rintama- tai yhdensuuntaiskaivuna. Suoritustavan valinta määräytyy kussakin työkohteessa erikseen vallitsevien olosuhteiden mukaan. Valintaan vaikuttavat liikeradan saaminen mahdollisimman lyhyeksi sekä auton vaihdon nopeus. Tavallisimmin tätä työmenetelmää käytetään yleisen liikenteen alaisissa rakenteenparantamistöissä.</p>
KÄYTTÖESIMERKKI	
<p>Esim. 1:</p>	<p>Uudella tielinjalla olevan maanleikkaustyön suuruus on 3520 m³ctr. Kaivettava materiaali on hiekkamoreenia (HkMr). Kaivukoneessa KKH 21, kääntökulma 120° ja nostokorkeus 4m. Kuinka kauan työ kestää?</p>
<p>Ratkaisu:</p>	<p>Tietokortista nro 5012 saadaan $y \times k \times l = 1,50$ $1,50 \times 3520 \text{ m}^3\text{ctr} = 5280 \text{ m}^3\text{itd}$ Nomogrammista saadaan $K3 = 110 \text{ m}^3\text{itd/h}$ $\frac{5280 \text{ m}^3\text{itd}}{110 \text{ m}^3\text{itd/h}} = 48 \text{ h} = 6 \text{ tv}$</p>
<p>Esim. 2:</p>	<p>Rakenteenparantamistömaalla on 3520 m³ctr hiekkamoreenileikkaus. Kaivukoneena KKH 21, kääntökulma 180° ja nostokorkeus 4 m. Kuinka kauan työ kestää?</p>
<p>Ratkaisu:</p>	<p>Nomogrammista saadaan $K3 = 110 \text{ m}^3\text{itd/h}$ - hanketyypin vaikutus (- 10 %); $0,1 \times 110 = 11 \text{ m}^3\text{itd/h} \rightarrow K3 = 99 \text{ m}^3\text{itd/h}$ - kääntökulman vaikutus (- 10 %); $0,1 \times 99 = 10 \text{ m}^3\text{itd/h} \rightarrow K3 = 89 \text{ m}^3\text{itd/h}$ $\frac{5280 \text{ m}^3\text{itd}}{89 \text{ m}^3\text{itd/h}} = 59 \text{ h} = 7,5 \text{ tv}$</p>

TIEN TEKEMINEN  TYÖNSUUNNITTELU Työnvaihetiedot	Kaivu- ja kuormaustyöt	REK NO SIIJOITUS
	Pyöräkuormaajat KUP 06... 35	5022 B.1.
	Leikkaus ja kuormausta kuljetusvälineeseen	LAATIJA AIKA TVH/Rrt 11.77

TYÖKOKONAISUUS

Tietokortin alueeseen kuuluu kuormausta maaleikkauksissa (tielinjan leikkaukset) sekä hiekka-, sora- ja varamaanottokuopilla. Kuormausta tapahtuu kasasta (erillisenä työnä irrotettu ja kasattu materiaali) tai rintauksesta (irtiotto ja kuormausta). Tietokortin kapasiteettiarvoihin ei sisälly leikkauksen tai varamaanottoaikan rakennepoikkileikkauksen muotoilu ja viimeistely (pohjan muoto, sivuajat, luiskat, rintausta) ei myöskään työturvallisuussyistä mahdollisesti tarvittava korkean rintausta ajoittainen madaltaminen. Rakennepoikkileikkauksen muotoilu ja viimeistely tasaus suoritetaan yleensä puskukoneella. Viimeistelymassojen kuormausta kasoista sensijaan sisältyy kuormaajan työhön.

K2-JA K3-KAPASITEETIT (m³itd / h)



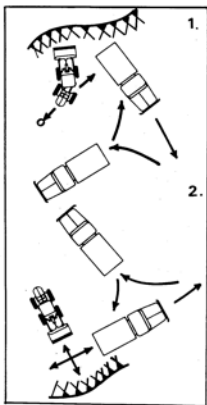
MATERIAALIKUVAUS (GEO)

K1 - hiekat
K2 - sorat
K3 - somero
M1 - löyhät, kivettömät tai kiviset moreenit
M2 - keskitiiviit, kivettömät tai kiviset moreenit
M3 - tiiviit moreenit, runsas-kiviset moreenit

a₂ = 0,80

- Mikäli kaivuluokissa K1 ja K2 esiintyy huomattavasti irrotusta tai routakamien ja pintamaiden sivuunkantoa tai kivisyyden suuri (> 15 %) tai kuljettajan ammatitaito on heikko, pienenee kapasiteetti kaivuluokan K3 tasolle.
- Mikäli kaivuluokassa M1 on materiaali vaikeasti irrotettavissa, otetaan kapasiteetti M2:n mukaisena.

TYÖMENETELMÄT



TYÖMENETELMÄ 1

Auto on paikallaan ja sijoitettuna mahdollisimman lähelle rintausta siten, että kuormaajan kantomatka ja kääntymisliike jää mahdollisimman pieneksi.

Työmenetelmä 1 on yleensä nopeampi kuin työmenetelmä 2, koska kuljetusväline ei joudu tarkkaan yhteistoimintaan kuormaajan kanssa. Menetelmä soveltuu erityisesti runko-ohjatuille pyöräkuormaajille.

TYÖMENETELMÄ 2

Kuormaaja ja kuljetusväline liikkuvat suorassa kulmassa toisiinsa nähden. Menetelmä edellyttää hyvää yhteistyötä kuormaajan ja kuljetusvälineiden välillä.

Kuormaustyössä tulee aina ottaa huomioon seuraavia seikkoja:

- autojen vaihtomatka pidettävä lyhyenä (< 20 m)
- autot mahdollisimman lähelle rintausta
- autojen lavakoot suunnilleen samanlaiset
- autojen ja kuormaajan liikkeet lyhyitä ja samanaikaisia
- kuormaustilasta pidettävä tasaisena
- jos kuormaustiloiden lavakoot eivät ole kuormaajan kauhakoon kerrannaisia, kapasiteetti pienenee.

K3 - KAPASITEETTI
Päivittäistä työsaavutusta laskettaessa tulee K2-kapasiteetin arvo kertoa a2-kertoimella. Kuormaustyössä KUP:n $a_2 = 0,75 - 0,80$
KÄYTTÖESIMERKKI
Pyöräkuormaaja (20 t) kuormaa kivetöntä moreenia (M1). Mikä on menetelmäkapasiteetti? Ratkaisu: Nomogrammista K2 = 240 m ³ itd/h
KÄYTTÖRAJOITUKSET

