

Antti-Juhani Lehtinen

Betoni- ja luonnonkiviurakoinnin työmenekkien ja tarjouslaskennan kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Mestarityö

27.11.2015

Tekijä	Antti-Juhani Lehtinen
Otsikko	Betoni- ja luonnonkiviurakoinnin työmenekkien ja tarjouslaskennan kehittäminen
Sivumäärä	33 sivua + 3 liitettä
Aika	27.11.2015
Tutkinto	Rakennusmestari AMK
Koulutusohjelma	Rakennusalan työnjohto
Suuntautumisvaihtoehto	Talonrakennustekniikka
Ohjaajat	Lehtori Tapani Järvenpää, Metropolia AMK Toimitusjohtaja Aki Tiihonen, Kivityö Tiihonen Oy
Tarjouspyynnöt tulevat kiviasennustöissä nopeasti, ja usein halutaan jopa ensimmäisen puhelun aikana hinta-arviota tietyistä työsuorituksesta materiaaleineen. Hinnan laskeminen työlle todellisten työaikamenekkien mukaisesti on haasteellista, koska vain osalle töistä löytyy valmiita työmenekkitietoja. Tämän mestarityön tavoitteena oli selvittää eri lähteistä löytyvien työmenekkien ja työsaavutusten suhdetta tämän päivän todellisiin työmaatoteutuksiin ja kehittää kokeneilta urakoitsijoilta saadun tiedon perusteella kertoimia vastaamaan mahdollisimman tarkkaan todellista toteutumaa. Työ rajattiin koskemaan talon ulkoisia kivirakenteita. Tutkimusmenetelmänä käytettiin haastatteluita, joista saatuja tietoja vertailtiin olemassa oleviin Ratu-töaikamenekkitietoihin. Mestarityön lopputuotteena saatiin lisätietoa myös sellaisista työmenekeistä, joita ei Ratu-tiedostoissa ollut lainkaan. Työssä käydään lisäksi seikkaperäisesti läpi erityisesti kiviurakoinnin tarjouslaskennassa olennaiset muuttujat. Koottujen tietojen avulla on helppo huomioida tarvittavat asiat tarjouslaskelmassa ja saada työn tekninen hinta kohdalleen. Materiaalien ja muiden hankintojen tiedot ovat sen sijaan yleisesti helposti saatavilla, ja siksi niitä ei tässä työssä käsitellä muutoin kuin laskentaan kuuluvina muuttujina. Työ luovutetaan Kivityö Tiihonen Oy:n käyttöön, ja toivottavasti siitä hyötyvät muutkin kivialan yritykset, tarjouslaskijat ja urakoitsijat.	
Avainsanat	Työmenekki, työsaavutus, ympäristörakentaminen, urakointi, tarjouslaskenta, betonikiveys, luonnonkivi

Author Title Number of Pages Date	Antti-Juhani Lehtinen Developing labour requirements and tender calculations in concrete and natural stone infrastructure construction 31 pages + 3 appendices 16.11.2015
Degree	Bachelor of Construction Site Management
Degree Programme	Construction Site Management
Specialisation option	Building technology
Instructor(s)	Tapani Järvenpää, Senior lecturer, Metropolia AMK Aki Tiihonen, Managing director, Kivityö Tiihonen Oy
Requests for quotations come at a fast pace in the infrastructure construction business, and often prospective customers would like to get a cost estimate of the work and related materials during the initial phone call. Calculating costs based on actual labour requirements can be challenging as data are not readily available for all types of infrastructure construction tasks. This study set out to compare existing data available on infrastructure construction labour requirements and labour productivity from different sources with actual outcomes in contemporary construction sites, based on information collected from experienced contractors. The scope of this study was stone construction work outside buildings. The research data was collected through contractor interviews, and the information gathered about labour requirements was then compared with existing data from the Finnish Ratu Construction Productivity information files. The interviews also yielded information about labour requirements for a number of stone infrastructure construction tasks not yet included in the Ratu Construction Productivity information files. In addition this study covers the major variables pertinent to infrastructure construction tender calculations. The information is helpful for determining the appropriate technical price for the work, and may also be used as a checklist for tender calculation. As pricing information for materials and other procurements is readily available, these are only covered shortly in this study as calculation variables. This work will be handed over to Kivityö Tiihonen Oy, and the author hopes it will be of use to other infrastructure construction companies and constructors calculating tenders as well.	
Keywords	Labour requirements, labour productivity, tender calculation, infrastructure construction, contractor, concrete, natural stone

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Kiveykset ja kivirakenteet	2
2.1	Kaupunkikiveysten historia	2
2.2	Nykyiset kiveykset	3
2.2.1	Betonikiveykset	3
2.2.2	Pihat ja luiskat	4
2.2.3	Tasot ja reunukset	4
2.2.4	Muurit ja tukimuurit	4
2.2.5	Reunatuet	5
2.2.6	Portaat	6
2.2.7	Seinäverhoukset	6
3	Kivitöistä saatavilla olevat ohjeet ja muut tiedot	7
3.1	RATU R6026 Rakennustöiden menekit 2015 ja R6023 Aikataulukirja 2013	7
3.2	RT-kortit ja Ratu-ohjeet	7
3.3	Valmistajilta saatavat tiedot	9
4	Tutkimuksessa käytetyt käsitteet ja esimerkkilaskelmat	10
4.1	Työmenekki	10
4.2	Työsaavutus	10
4.3	Työvuoroaika tai tehollinen aika T3	10
4.4	Työvaiheen lisäaikakerroin TL3	11
4.5	Työvaiheaika tai kokonaisaika T4	11
4.6	Tehtävän keston esimerkkilaskenta	11
4.7	Neliömäärän vaikutus kertoimiin	12
5	Tutkimuksen tausta ja työmenekkien tutkimusmenetelmät	13
5.1	Ratu-työmenekkitiedot ja urakoitsijoiden näkemykset	13
5.2	Urakoitsijahaastattelut ja haastateltavien valinta	13
6	Tutkimustulokset, työmenekkitiedot ja niiden vertailu Ratu-tietoihin	15
6.1	Haastatteluilla kerätyt työmenekkitiedot	15
6.1.1	Tasokiveykset	15
6.1.2	Portaat	16

6.1.3	Muurit	16
6.1.4	Reunatuet	17
6.1.5	Verhoukset	18
6.1.6	Luonnonkivet	18
6.2	Kerättyjen työmenekkitietojen vertailu Ratu-ohjeisiin	19
6.2.1	Betonikiveys ja -laatoitus	19
6.2.2	Luonnonkivilaatoitus ja luonnonkiveykset	20
6.2.3	Reunatuet	20
6.2.4	Verhoukset	20
6.2.5	Portaat	21
6.2.6	Muurit	21
7	Tarjouslaskenta ja eri tekijöiden vaikutus hintaan	22
7.1	Määrä	22
7.2	Aikataulu ja vuodenajat	23
7.3	Materiaalit	23
7.4	Rahti	24
7.5	Hukkaprosentti	25
7.6	Pohjatyöt ja esivalmistelut	26
7.7	Erikoismateriaalit	27
7.8	Työmaasiirrot, koneet ja laitteet	27
7.9	Asennus	28
7.10	Yleiskulut	28
7.11	Kate	29
7.12	Muut hintaan vaikuttavat asiat	29
8	Tulokset	30
9	Yhteenveto	31
9.1	Laskenta, urakointi ja valmis tuote	31
9.2	Tutkimuksen jatkaminen	31
	Lähteet	32
	Liitteet	
	Liite 1. Kyselylomake urakoitsijoille, kivityö	
	Liite 2. Työmenekikeskiarvot	
	Liite 3. Työsaavutukset yksikköinä tunnissa	

1 Johdanto

Talorakennuksen ulkopuoliset kivityöt alkavat yleensä lähes samanaikaisesti sisätyövaiheen kanssa. Rakennustyömaan piha-alueilla tehdään tällöin raakapohjatöitä, kaivot ja salaojat ovat jo paikallaan ja päästään asentamaan muureja, rappusia ja kiveyksiä. Istutusalueet ja viherrakentaminen pihakalusteineen kuuluvat nykyrakennuttajalla viihtyisän asumisympäristön perusvaatimukseen.

Betoni- ja luonnonkiven käyttö on monipuolista, ja suunnittelija-arkkitehdit visioivat kauniita ja toimivia kokonaisuuksia. Kolkot asfaltoidut sisäpihat, harmaa betonikokonaisuus sorapäällysteellä sekä karut raakavaletut betonirappuset alkavat olla jo historiaa.

Työnjohtajat, urakoitsijat tai tarjouslaskijat saattavat kuitenkin edelleen joutua selvittämään päällysteiden toteutuksen hintaa sangen huonoin lähtötiedoin. Alustavat piirustukset ja työselostukset voivat olla ylimalkaisia ja mahdollinen määräluettelo puutteellinen, vaikeaselkoinen tai jopa virheellinen. Suunnittelijatkaan eivät välttämättä tiedä riittävästi materiaalien saatavuudesta ja käyttökelpoisuudesta. Kokenut urakoitsija osaa toki huomauttaa asiasta ja tarjota vaihtoehtoisia ratkaisuja.

Urakoitsijat saavat materiaalien ja kuljetusten hinnoista helposti tietoa, ja niihin liittyviä muuttujia on loppujen lopuksi melko vähän, joten työmaan materiaalikustannukset ovat suhteellisen helposti laskettavissa. Työpanosten ja asennusten tarjouslaskenta on kiivurakoinnissa sen sijaan monimutkaista, vaikka työmenekkitietoja jonkin verran löytyykään. Tutkimusongelmaksi täsmentyi *työn todellisen keston määrittäminen*.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää eri lähteiden mukaisten työmenekkien ja työsaavutusten suhdetta nykypäivän työmaatoteutukseen ja kehittää kokeneilta urakoitsijoilta saadun tiedon perusteella kertoimia vastaamaan mahdollisimman tarkkaan todellista toteutumaa. Työ on rajattu koskemaan vain talon ulkopuolisia kivirakenteita. Lisäksi työssä käydään läpi tarjouslaskentaan vaikuttavia muuttujia. Tutkimuksen tuloksena saatujen työmenekkien avulla voidaan tarjouslaskentavaiheessa huomioida tarvittavat asiat ja saada näin työn tekninen hinta kohdalleen.

2 Kiveykset ja kivirakenteet

Tässä luvussa esitellään lyhyesti kaupunkien kiveysten historiaa Suomessa ja käydään läpi tavallisimmat käytössä olevat kivirakenteet.

2.1 Kaupunkikiveysten historia

Varhaisimpia Suomen kaupungeissa säilyneitä kiveyksiä ovat Turun palon vuonna 1429 jälkeen kaupunkiin tehdyt katukiveykset [1]. Samoihin aikoihin aloitettiin rannikko-kaupungeissa yleisemminkin katujen päällystäminen niin sanotulla kenttäkivellä eli pyöreähköillä mukulakivillä. Jyväskylässä ensimmäisiä kiveyksiä tehtiin 1520-luvulla. Oulussa annettiin määräys katujen kiveämisen aloittamisesta vuonna 1777 ja vuonna 1799 osa kaduista oli jo kivetty. [2.]

Euroopassa alettiin renessanssin myötä nähdä katualueet itsenäisinä kaupunkitiloina, joille asetettiin esteettisiä vaatimuksia. Annettiin myös määräyksiä niiden aitaamisesta ja kiveämisestä. Tuleva pääkaupunki Helsinki alkoi hahmottua 1800-luvun alussa, jolloin sen esplanadit, torit ja rantabulevardit kivetettiin. [3.]

Jälleenrakentamiskomitea käynnisti katujen kiveämisen laajemmin 1850-luvulla. Mukulakiviä ryhdyttiin korvaamaan nupukivellä 1890-luvulta lähtien, jolloin ryhdyttiin asentamaan myös kantti- eli reunakiviä. Jalkakäytäväkivenä käytettiin isoja graniittipaasia, jotka ovat muutamilla Helsingin vanhimmista kaduista yhä paikallaan. [3.]

Voimakas muuttoliike kaupunkiin 1800-luvun lopulla herätti hygieniiaatteen. Vaikka kaupungeissa asui vuosina 1900–1920 vain noin 12–16 prosenttia väestöstä, kärjistyivät asumistiheys, huono rakennusmaa ja puutteelliset asuinolosuhteet terveysongelmia. Kulkutauteja vastaan taisteltaessa suurinta huomiota kiinnitettiin ympäristön, etenkin pihojen ja kujien, siisteyteen. Esimerkiksi Tampereella vesijohto- ja viemäriverkoston lisäksi rakennettavia katukiveyksiä pidettiin hygieenisinä välttämättömyyksinä. [4.]

1900-luvun alkupuolella luonnonkivipäällysteet säilyttivät edelleen valta-asemansa, mutta autojen ja asfaltin määrän kasvaessa vanhat päällysteet saivat usein väistyä. Nupukiveä ajettiin täytemaaksi ja kipattiin mereen satoja tonneja. [3.]

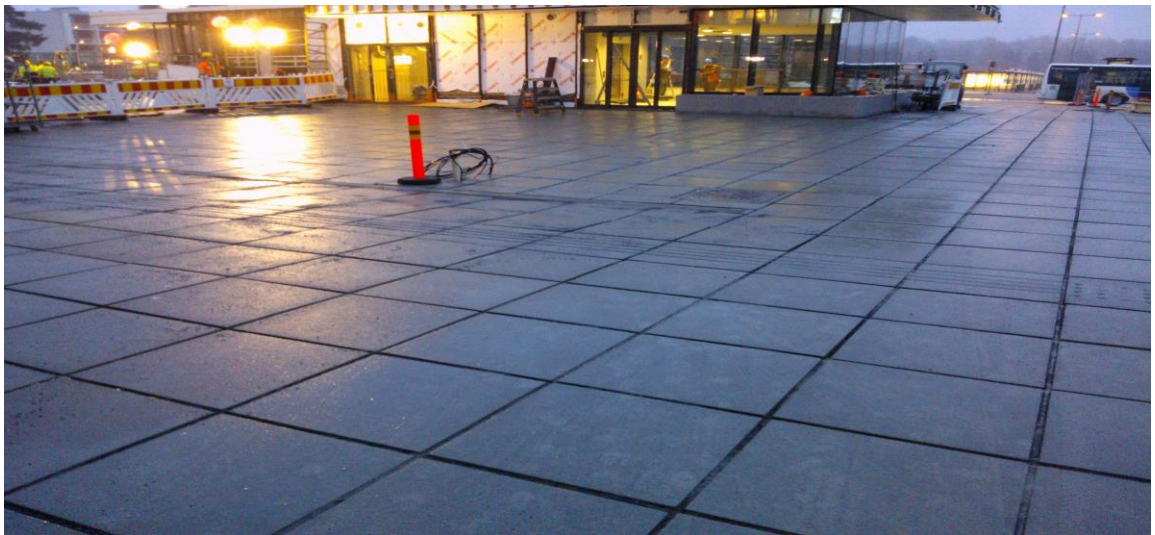
2.2 Nykyiset kiveykset

Suomalaisessa infrarakentamisessa vuorottelivat pääasiassa asfaltti ja vanhat kiveykset 1970-luvulle saakka, jolloin alettiin käyttää myös betonikiviä. Aluksi betonikiven käyttö rajoittui lähinnä kevyen liikenteen alueille, joilta se 1980-luvun puolivälissä laajeni suojateille ja bussipysäkeille. [5.] Viimeisten kolmen vuosikymmenen aikana sekä betoni- että luonnonkiven monipuolinen käyttö on ollut infrarakentamisessa tasaisessa kasvussa.

2.2.1 Betonikiveykset

Betonikiveykset ovat betonikivistä tai -laatoista tehtyjä päällysteitä. Liikennealueiden lisäksi kantavan pohjan päälle, yleisimmin asennushiekkaan tai kivituhkaan asennettavat betonikivialueet ovat erittäin suosittuja piharatkaisuja. Erityisen kantavaa pohjaa vaativilla alueilla betonikiveyksiä voidaan asentaa myös maakostean betonin varaan. Kestävänä ja kierrätettävänä materiaalina betonikivi on vakiinnuttanut asemansa suomalaisessa ympäristörakentamisessa.

Kuvassa 1 on niin kutsuttua Tapiola-laattaa, jota on Espoon Tapiolan alueella käytetty jo 1960-luvulta lähtien.



Kuva 1. Tasokiveys 700 x 700 x 100 mm:n laatoista. Koy Biens, Tapiola.

Tänä päivänä pintakäsittelyltään ennennäkemättömän monipuoliset betonikivet, pintakäsittelyaineet sekä muut oheistuotteet tarjoavat runsaasti erilaisia toteutusmahdollisuuksia.

suuksia. Sekä kotimaisilla että ulkomaisilla kivenvalmistajilla on tarjolla kymmeniä erilaisia vaihtoehtoja, joita voidaan rohkeasti myös yhdistellä.

Suomessa on lukuisia betonikiven valmistajia, ja lisäksi betonikiveä tuodaan jonkin verran ulkomailta, lähinnä Ruotsista. Suurin kotimainen betonikivivalmistaja on Rudus Oy, jolla on tehtaita ympäri Suomen ja jonka tuotevalikoimassa ovat kaikki maassa yleisesti käytössä olevat betonikivityypit. Kaikki kivivalmistajat toimittavat kivet omien kuljetustoimistojensa kautta joka puolelle Suomea.

2.2.2 Pihat ja luiskat

Pihatiet, piha-alueet ja autotallien edustat ovat yhä useammin betonikiveä. Myös luonnonkiveä käytetään, mutta sen korkeampi hinta lienee tärkein syy sen vähäisempään suosioon.

Talojen sisääntulot portaineen ja esteettömine luiskineen on helppo toteuttaa joko suoraan murskeen päälle tai betonirungolle. Esteettömyys on nykypäivää, ja luiskien enimmäiskaltevuus ja minimipituus on hyvä tarkistaa suunnittelijalta ennen työn toteuttamista.

2.2.3 Tasot ja reunukset

Tasoja ja terasseja voidaan tehdä tukimuurien avulla, ja myös pengertäminen onnistuu erilaisilla reunuksilla helposti ja nopeasti. Matalilla muureilla voidaan rajata tontteja ja tehdä turvallisesti istutusaltaita tasojen reunoille, pois rakennusten sokkeleista. Myös pysäköintialueiden rajaaminen ja korkoerojen tasaaminen onnistuu pienelläkin rinnettä käytettävissä olevalla tuotevalikoimalla helposti. Saatavilla on sekä luonnonkivisiä pultereita, lohkareita ja muurikiviä että laaja valikoima betonikivituotteita.

2.2.4 Muurit ja tukimuurit

Muurin ero tukimuriin on, että muurissa molemmat puolet ovat maan pinnan yläpuolella ja tukimuurissa vain toinen puoli. Erittäin suuren suosion ovat saavuttaneet erilaiset ladottavat ja tarvittaessa betonilla valettavat muurikivityypit. Niiden latominen ja valaminen on nopeaa, ja vakiokoot helpottavat suunnittelua ja toteutusta.

Kuvassa 2 on rakenteilla massiivista graniittitukimuuria, joka toimii myös istutuslaatikon rakennuksen seinustalla.



Kuva 2. Massiivinen tukimuri istutuksille.

Luonnonkivimuurit massiivisista lohkeista ovat nykyään harvinaisia, mutta louheesta tehtävää ladottavaa muuria sen sijaan tehdään ja myydään säkitettynä pienlouheena kotitalouksillekin. Massiivimuurien kustannukset nousevat helposti korkeiksi, sillä massiivikivien käsittely, rahti ja asennus ovat moninkertaisesti harkkomuureja kalliimpia.

2.2.5 Reunatuet

Kadunvarret, liikenteenjakajat, pysäköintihallien saarekkeet ja tiealueet reunustetaan lähes poikkeuksetta erilaisilla reunatuilla ja kivillä. Useat valmistajat tarjoavat sekä upotettavaa, bitumipohjaista ja asfalttiin liimattavaa reunatukea että erilaisia luonnonkivituotteita. Joillakin toimittajilla on valikoimissaan myös valettavaa reunatukea, jossa kiven läpi menee vetorauta ja joka ankkuroidaan asfalttiin metallitapeilla. Tuote valetaan paikalleen konein ja osin käsityönä.

Graniittiset reunatuet voivat olla profiililtaan suorareunaisia tai viisteellisiä. Yleisimmät reunatukien leveydet ovat 170 ja 220 mm, korkeus 280 mm, ja pituus 800–1700 mm. Yleisin upotettava betoninen reunatuki on kooltaan 170 x 300 x 1000 mm. Maakostean betoniin $\frac{2}{3}$ korkeudestaan asennettavat uppokivet kestävät hyvin talven rasitukset, auraukset ja liikenteen.

Bitumipohjainen liimattava reunakivi on helppo asentaa ja taipuu lukuisten kaaripalamallien ansiosta helposti haluttuun muotoon. Talvi pakkasineen, aurauksineen ja jäineen kuluttaa kuitenkin liimakiveä merkittävästi.

2.2.6 Portaat

Massiivikiviset askelkivet joko betonisena tai graniittisena ovat kestävän kehityksen ratkaisuja nykypäivän miljöössä. Maastoportaina tai betonirungolle tehtynä ne ovat merkittävästi pitkäikäisempiä kuin laastikiinnitteiset laatta-portaat. Rikkoutumisiin ja rakenteen elinkaaren lyhyteen on useimmiten raju talvihuolto. Myös kemikaalit, kuten suola ja erilaiset liuottimet, rapauttavat betonia ja betonisia saumoja nopeasti.

Betonirunkoiset talojen sisäänkäynnit voidaan päällystää betonilaatalla ja saumata joko puskusaumalla ja täyttöhiekalla tai 10 mm laastisaumoin. Askelmia voi tehdä lähes mistä tahansa betonikivityypistä käyttämällä nousuissa betonisia reunatukia.

2.2.7 Seinäverhoukset

Seinäverhouksissa laatat kiinnitetään seinään laastilla tai mekaanisesti. Laastikiinnitteiset laatat ovat kooltaan mekaanisesti kiinnitettäviä laattoja pienempiä ja ohuempia. Suuret, etenkin luonnonkiviset laatat ja laajat seinäpinnat ulkona toteutetaan yleisimmin niin sanotulla ramla-kiinnityksellä.

Ramlat eli HST/RST-kiinnikkeet ovat kulmarautoja, jotka kiinnitetään betonirunkoon kiila-ankkureilla. Graniittikivet asennetaan ramloihin 5–6 mm paksuisilla RST-tapeilla, jolloin kivien taakse jää 30–50 mm syvä tuuletusrako. Saumaukseen käytetään yleisimmin elastista massaa.

3 Kivitöistä saatavilla olevat ohjeet ja muut tiedot

Tässä luvussa käydään läpi rakennusten kivitöitä käsittelevät Ratu-ohjeet ja RT-kortit sekä esitellään lyhyesti erilaisia kivituoitteiden valmistajien asiakkailleen tarjoamia tietoja ja asiakirjoja.

Rakennusteollisuus Ry:n ja Rakennustietosäätiön julkaisemat kirjat ja oppaat ovat hyviä suunnittelun apuvälineitä. Ratu-tiedostoissa annetaan päällystysalan hyvän rakentamistavan mukaisia työmenetelmäkuvauksia sekä materiaali- ja työmenekkitietoja. Hyvä rakentamistapa tarkoittaa oikeita työmenetelmiä, oikeanlaista ajoitusta, sopivia laadunvarmistusmenetelmiä sekä työ- ja ympäristöturvallisuutta. [8.]

3.1 RATU R6026 Rakennustöiden menekit 2015 ja R6023 Aikataulukirja 2013

RATU R6026 Rakennustöiden menekit 2015 on Rakennusteollisuus Ry:n ja Rakennustietosäätiön yhdessä julkaisema kirja, jonka on kustantanut Rakennustieto Oy. Kirjan sivuotsikoissa annetaan työlahin nimi ja Talo 2000 -tunnus. Työlajiryhmien aloitussivuilla annetaan esimerkkejä työlahin karkeutetuista työsaavutuksista. [6.]

RATU R6023 Aikataulukirja 2013 on Rakennusteollisuus Ry:n ja Rakennustietosäätiön yhdessä julkaisema kirja, jonka on kustantanut Rakennustieto Oy. Aikataulukirja on rakennushankkeen ajallisen suunnittelun perustiedosto. [7.]

3.2 RT-kortit ja Ratu-ohjeet

RT-kortiston verkkosivuilla kerrotaan, että tietojen laadun takeena ovat alan parhaat suunnittelun ja rakentamisen asiantuntijat, jotka Rakennustietosäätiön jäsenenä toimittavat yhteistyössä Rakennustieto Oy:n kanssa julkistettavat tiedot RT-kortistoon. [8.]

Kivitöiden RT-ohjekortteja löytyy sekä sisätiloja että ulkopuolisia rakennusosia varten. Ratu-ohjeista löytyy työmenetelmiä, materiaaleja ja huomioitavia seikkoja helpottamaan työn suunnittelua sekä menekkien ja kustannusten laskemista.

RATU 18–0254 Alueen pintarakennetyöt

Ohjekortti käsittelee talonrakennuksen ulkoalueiden pintarakennetöitä, kuten kiveyksiä, portaita ja muita päällysteitä sekä asfaltti, nurmetus ja vihertöitä. Ohje on kattavin saa-

tavilla olevista työkorkeista, vaikka sisältääkin vain ylimalkaisen läpileikkauksen eri kivi-
töihin. Ohjeen ansiona on työmenekkien antaminen esimerkkityömaan avulla, mikä
auttaa käyttäjää kokonaisuuden hahmottamisessa. Annetut työmenekit ovat työvuoro-
aikoja (T3), jotka muutetaan työvaiheajoiksi (T4) kertomalla työvuoroaika työvaiheen
lisäaikakertoimella (TL3).

Ohjeessa käydään hyvin läpi koko piharakentamisen työkokonaisuus: alkutila, mittaus
ja merkintä, työvaiheet ja työmenekit, työmenetelmät, materiaalit, työvälineet, koneet ja
kalusto, työturvallisuus, lopettavat työt sekä laadunvarmistus. Prosessikaaviona se on
hyvä työkalu piharakennuksen työsuunnitteluun.

RT 30–10314 Luonnonkivet, suomalaiset rakennuskivet

Kortissa esitellään kotimaiset rakennuskivilajit määritelmineen, nimityksineen ja omi-
naisuuksineen. Kivien vaihtoehtoisia pintakäsittelyitä on esitetty selkein värikuvin. Kor-
tista selviävät myös käyttötekniikan pääpiirteet kuten arkkitehtisuunnittelu, laattakoko ja
limitys, saumat, kivilajit, pintakäsittelyn valinta sekä rakenteelliset periaatteet.

RT 82–11015 Luonnonkivijulkisivut

Kortissa annetaan luonnonkivijulkisivun suunnittelun peruslähtökohdat kuten rasitukset
ja laatuvaatimukset, rakenneosat kuten pintakäsittely, limitys, mitoitus sekä mittatark-
kuus ja nurkkien muotoilu. Ohjeeseen on listattu myös rakenteellisia asioita, kuten tuu-
letuksen ja saumojen suunnittelua sekä rakenteen muodonmuutokset. Lisäksi kiinnitys-
tekniikoista esitellään perinteisen ja kiskokiinnitystekniikan periaatteet.

RT 82–11024 Luonnonkiviseinät

Kortissa annetaan perustietoja sisätilojen verhoustratkaisuista ja suunnitteluun liittyvistä
asioista, kuten rasituksista ja rakenteiden laatuvaatimuksista. Rakenneosalistassa käsi-
tellään pintakäsittely, limitys, mitoitus ja mittatarkkuus, kiviseinän rakenne, liikun-
tasaumat sekä jalkalistat.

RT 84–11021 Luonnonkivilattiat

Kortissa annetaan luonnonkivijulkisivun suunnittelun peruslähtökohdat kuten rasitukset
ja laatuvaatimukset, kivityypit ja pintakäsittelyt, kivilaattakoko ja limitys, mitoitus ja mit-
tatarkkuus sekä lattian rakennetyypit. Ohjeessa käsitellään myös saumojen suunnittelu,
päällysteen kosteustekninen toiminta sekä lämmitetty kivilattia.

RT 84–11040 Luonnonkiviporta

Kortissa annetaan perustiedot sisäportaiden suunnitteluun, mutta ohje on sovellettavissa myös ulkotilojen porraskorjauksiin. Ohjeessa käsitellään porrastyypit, laattojen kiinnittäminen, mitoitus ja mittatarkkuus, kaiteiden kiinnitys, massiiviportaat sekä porraskorjauksiin liittyvät osat. Lisäksi ohjeessa esitetään havainnollisesti luonnonkivisten avoportaiden askeltuenta, lankkujen kiinnitys porraskorjaukseen sekä kaiteiden kiinnitys.

RT 89–11175 Muurit ja tukimuurit

Ohjeessa käsitellään betonikivistä, harkosta, tiilestä ja luonnonkivimateriaaleista rakennettavia muureja sekä puusta, lujitemaarakenteista ja kivikoreista tehtäviä tukimuureja. Geoteknisen ja rakennesuunnittelun, talvimuurauksen ja -betonoinnin vaikutusten sekä muurien perustusten selkeän esittelyn lisäksi ohjeessa käydään läpi myös muuriin liittyvät muut rakenneosat kuten portit, puukaiteet ja kasvillisuus.

RT 89–11184 Muurien ja tukimuurien korjaaminen

Ohje käsittelee luonnonkivistä, tiilistä ja betonista tehtyjen muurien ja tukimuurien korjaamista, ja siinä annetaan tietoa kuntotutkimuksesta, muurin vakaudesta ja rakenteen turvallisuudesta sekä sopivista korjauslaasteista. Tiili ja betonimuurien korjaaminen ovat omat lukunsa. Kirjallisuusluettelon lisäksi ohjeessa avataan käytetyt käsitteet, mikä auttaa vanhojen termien ymmärtämisessä ja tiedon hakemisessa. [8.]

3.3 Valmistajilta saatavat tiedot

Monet kivituuotteiden valmistajat tarjoavat ammattirakentamisessa tarvittavia tietoja ja ladattavia asiakirjoja verkkosivuillaan, mistä ne ovat helposti ja nopeasti niin rakennuttajan, tilaajan kuin urakoitsijankin saatavilla.

Esimerkiksi Ruduksen verkkosivuilta löytyy betonisten ja graniittisten maisematuotteiden suoritustasoilmoituksia, Ruduksen tehtaiden CE-sertifikaatit sekä erilaisia tuotesertifikaatteja. Betonituotteiden ISO-sertifikaatit ovat saatavilla sekä suomeksi että englanniksi. Ruduksen sivuilta löytyy myös Pakkausalan ympäristörekisteri PYR Oy:n pakkausten tuottajavastuutodistus. [9.]

Vastaavaa palvelua tarjoaa myös toinen suuri suomalainen valmistaja, HB-betoniteollisuus Oy. Heidän verkkosivuiltaan löytyy myös sähköinen rahtilaskuri, joka on tosin suunnattu enemmän kuluttajien käyttöön. [10.]

4 Tutkimuksessa käytetyt käsitteet ja esimerkkilaskelmat

Tässä luvussa käydään lyhyesti läpi työssä käytettävät käsitteet työmenekki, työsaavutus ja työn keston laskenta sekä työalueen neliömäärien vaikutus edellä mainittuihin.

4.1 Työmenekki

Työmenekki eli työntekijätunti (tth) jaettuna suoriteyksiköllä (m^2) on aika, jonka työntekijä, työryhmä tai työkone tarvitsee yhden suoriteyksikön aikaansaamiseen. Työryhmän työmenekki saadaan laskemalla työryhmään kuuluvien työntekijöiden työmenekkien summa. [7.]

Esimerkki 1: Työntekijän työvuorosaavutus työvuorossa (tv) on $15 m^2$. Kahdeksan työntuntia jaetaan saavutuksella ($15 m^2$). Työmenekkitulokseksi saadaan $0,533$.

Esimerkki 2: Kohteen suoritemäärä kerrotaan työmenekillä. Betonikiveys $300 m^2 \times 0,29 tth/m^2 = 87 tth$

4.2 Työsaavutus

Työsaavutus on sovitun työryhmän aikayksikössä tuottamien suoritteiden lukumäärä. Työsaavutuksesta käytetään myös nimityksiä *teho* ja *kapasiteetti*. Yhden työntekijän (tt) työsaavutus voidaan laskea työmenekin käänteislukuna eli $1 / 0,29 tth/m^2 = 3,44 m^2/tth$. [7.]

Esimerkki: Työryhmän yhden työvuoron työsaavutus saadaan jakamalla työvuoron työntekijätunnit työmenekillä. Kun ryhmässä on kaksi työntekijää (RAM): $(2 tt \times 8 h/tv) / 0,29 tth/m^2 = 55,17 m^2/tv$.

4.3 Työvuoroaika tai tehollinen aika T3

T3-aika eli tehollinen aika tai työvuoroaika on tavoitteellinen työmenekki, joka ei sisällä yli tunnin kestäviä häiriöitä tai keskeytyksiä. Tehollista aikaa käytetään rakentamisvaiheikataulujen, viikkoaikataulujen ja tehtäväsuunnitelmien tehtävien kestoja laskettaessa. [11.]

4.4 Työvaiheen lisäaikakerroin TL3

TL3-kerroin on työvaiheen lisäaikakerroin. Työvaiheen lisäajat ovat vähintään tunnin pituisia työajan keskeytyksiä, pieniä erillisiä työvaiheita tai koneiden ja laitteiden rikkoutumisia tai huoltoja, odotusaikoja, säähaittoja, tapaturmia tai muita vastaavia tapahtumia.

4.5 Työvaiheaika tai kokonaisaika T4

T4-aika eli kokonaisaika tai työvaiheaika sisältää kaikki työhön käytetyt tunnit, myös tunnin mittaiset ja pidemmät työskentelyn keskeytykset. Kokonaisaikaa käytetään kustannusten arvioimiseen ja yleisaikataulujen laadintaan. T4-aika saadaan kertomalla tehollinen aika (T3) työvaiheen lisäaikakertoimella TL3 seuraavasti: $T4 = TL3 \times T3$. [7.]

Työn kesto lasketaan jakamalla työntekijätunnit työryhmän koolla (2 RAM) tai työryhmän yhdessä työvuorossa tekemillä työtunneilla. [7.]

Esimerkki: *Työn kesto tunteina:* $87 \text{ tth} / 2 \text{ RAM} = 43,5 \text{ tth}$
Työn kesto työvuoroina: $87 \text{ tth} / (2 \text{ tt} \times 8 \text{ h/tv}) = 5,43 \text{ tv}$

4.6 Tehtävän keston esimerkkilaskenta

Tehtävät ovat töitä tai toimintoja, joihin tarvitaan aikaa ja resursseja. Tehtävän kesto voidaan laskea joko työryhmän työsaavutuksen tai työryhmän työmenekin avulla. [7.] Seuraavassa esimerkkilaskelmassa noppakiveyksen suoritemäärä on 187 m², työryhmän työsaavutus 11,94 m²/ tv ja työmenekki 0,67 tth/m². Työryhmä on yksi kiviasentaja.

Työn kesto voidaan laskea jakamalla kohteen suoritemäärä työryhmän työsaavutuksella eli $187 \text{ m}^2 / (11,94 \text{ m}^2 / \text{tv}) = 15,66 \text{ tv}$. [7.]

Vaihtoehtoisesti kesto saadaan laskemalla ensin työhön kuluvat työntekijätunnit eli kohteen suoritemäärä kerrottuna työmenekillä. Saadut työntekijätunnit jaetaan työryh-

män työvuorossa tekemällä tuntimäärällä eli 8 tth. $187 \text{ m}^2 \times 0,67 \text{ tth/m}^2 / (8 \text{ tth/tv}) = 15,66 \text{ tv}$. [7.]

4.7 Neliömäärän vaikutus kertoimiin

Pienet, alle 60 m^2 kokoiset alueet kerrotaan työvaiheen lisäaikakertoimella (TL3) 1,3. Neliömäärän kasvaessa noin sataan neliömetriin käytetään TL3-kerrointa 1 ja kun tehdään isompia alueita kerrallaan, voidaan $150\text{--}200 \text{ m}^2$ jälkeen TL3-kertoimena käyttää lukua 0,9. [8.]

5 Tutkimuksen tausta ja työmenekkien tutkimusmenetelmät

Tässä luvussa kerrotaan tutkimuksen taustasta ja menetelmistä.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli kerätä urakoitsijahaastatteluilla kivitöiden todellisia menekkikertoimia ja verrata niitä Ratu-tiedostoista löytyviin esimerkkietoihin.

5.1 Ratu-työmenekkitiedot ja urakoitsijoiden näkemykset

Ratu-työmenekkitutkimuksissa lähtöaineisto kootaan käynnissä olevista tai juuri valmistuneista kohteista, jokaista tutkittavaa työtä kohden vähintään kymmeneltä eri työmaalta. Tietojen keräämisen nopeuttamiseksi työmenekki kirjataan kokonaisaikana. Muita olennaisia tietoja ovat työryhmien koko, olosuhteet, määrät ja suunnitelmaratkaisut. Aineistoa käytetään testaamaan ja parantamaan laadittua standardiaikajärjestelmää vastaamaan vähintään ± 10 %:n tarkkuudella toteutuneita tietoja. [8.]

Urakoitsijahaastatteluilla koottiin työmenekit infrarakennusalan yleisimmistä kivitöistä. Erikoistyöt rajattiin tutkimuksen ulkopuolelle, sillä ne kannattaa suunnitella aina tapauskohtaisesti, eikä keskimääräisistä työmenekkeistä ole erikoiskohteiden tarjouslaskennassa vastaavaa hyötyä.

Tutkimuksen keskeisiä kiinnostuksenaiheita olivat Ratu-kertoimien suhde todelliseen tilanteeseen tämän päivän työmailla sekä työtään pitkän kokemuksen kautta jäsentävien urakoitsijoiden tapa arvioida työmenekkejä.

5.2 Urakoitsijahaastattelut ja haastateltavien valinta

Haastateltavaksi valikoitiin Uudeltamaalta urakoitsijoita, jotka alati kovenevassa kilpailussa pärjätäkseen ovat kehittäneet yhdessä tilaajaosapuolen ja pääurakoitsijoiden kanssa työmenetelmiä, hyödyntävät uusia tekniikoita ja laitteita sekä kouluttavat työsäään nuoria tulokkaita ammattilaisiksi.

Useat koulutuskeskukset Suomessa tarjoavat kestoaltaan yleensä reilun vuoden mittaista kivimieskoulutusta. Alalla ajatellaan yleisesti, että perinteistä työssä oppivaa kislammattia edustava kivasentaja valmistuu työmaaolosuhteissa ammattiin noin viides-

sä vuodessa. Myös erikoistuminen ja erilaisten työkoneiden käyttö asettavat tänä päivänä omat haasteensa kivialalle.

Haastatelluilla urakoitsijoilla oli kullakin kokemusta kiviurakoinnista keskimäärin 26,7 vuotta, eli haastattelijan käytettävissä oli alan työkokemusta kaikkiaan kunnioitettavat 287 vuotta. Suurin osa haastateltavista työskentelee pääasiassa betonikiven kanssa ja neljä keskittyy lähinnä luonnonkivitöihin, mutta kaikki haastateltavat ovat tehneet kaikkia listattuja töitä.

Urakoitsijahaastatteluiden toteuttamisesta sovittiin haastateltavaksi valittujen yhden-toista urakoitsijan kanssa kesän 2015 aikana. Haastattelut tehtiin syyskuussa 2015 käyttäen kolmisivuista haastattelulomaketta, joka on tämän työn liitteenä 1. Kaikilta haastatelluilta kysyttiin samat kysymykset.

6 Tutkimustulokset, työmenekkitiedot ja niiden vertailu Ratu-tietoihin

Tässä luvussa verrataan tutkimustuloksia ja tutkimuksen osana tehdyistä urakoitsija-haastatteluista saatuja tietoja Ratu-ohjeista löytyviin työmenekkitietoihin.

6.1 Haastatteluilla kerätty työmenekkitiedot

Haastattelulomakkeessa (liite 1) oli omat osionsa tasokiveyksistä, portaista, muureista, reunatuista, seinäverhouksista sekä erilaisista luonnonkivipäälysteistä. Kaikkiaan työmenekki saatiin haastattelujen avulla laskettua 23 työmenetelmälle. Lisäksi haastattelu-tietoja urakoitsijoiden käytännön kokemuksista kirjattiin sanallisesti tarjouslaskennan osioon. Kymmenen haastatelluista toimii urakoitsijoina, yhdestoista haastateltava las-kentapäällikkönä betoni- ja luonnonkiviurakointiyksikössä.

6.1.1 Tasokiveykset

Haastatteluissa kerätyt tiedot ilmoitetaan seuraavassa työmenekkeinä eli työntekijätun-teina yksikköä kohti. Tulokseksi saatu työmenekki on kymmenen urakoitsijan haastatte-lutulosten pohjalta laskettu keskiarvo. Taulukossa 1 esitetään tasokiveysten työmenek-kikeskiarvot.

Taulukko 1. Tasokiveysten työmenekit

TASOKIVEYKSET	yksikkö	TYÖMENEKKI tth/yksikkö
Betonikiveys, sidekivi, h = 60 mm, hiekan varaan asen- nettuna	m ²	0,25
Betonikiveys, sidekivi, h = 80 mm, hiekan varaan asen- nettuna	m ²	0,25
Betonikiveys, laatta, h = 50 mm, keskimääräinen koko 300 x 300 mm, hiekan varaan asennettuna	m ²	0,21
Betonikiveys, laatta, h = 80 mm, keskimääräinen koko 400 x 400 mm, hiekan varaan asennettuna	m ²	0,22
Roomalainen ladonta, kuusi eri laattakokoa	m ²	0,26
Graniittilaatat, h = 40 mm, keskimääräinen koko 300 x 600 mm, maakostean betoniin sementtiliimalla asen- nettuna	m ²	0,56

6.1.2 Portaات

Portaat asennetaan joko laatta- tai massiivikivellä. Taulukossa 2 esitettävät kivityypit ovat kooltaan yleisimpiä rakennuksilla käytettäviä betonikiviä.

Taulukko 2. Portaiden työmenekit

PORTAAT	yksikkö	TYÖMENEKKI tth/yksikkö
Portaat, laatta, 50 mm, keskimääräinen koko 400 x 400 mm, maakostea betoni/laastiasennus	jm	0,52
Portaat, laatta, 50 mm, tasot, keskimääräinen koko 400 x 400 mm, maakostea betoni/laastiasennus	m ²	0,57
Otsalankut, portaiden etuseinä	jm	0,58
Portaat, massiiviaskelet, h = 150–200 mm, maakostealla betonilla valetulle betonirungolle	jm	0,63
Portaat, massiiviaskelet, h = 150–200 mm, betonirungon päälle asennuspalojen varaan, juotosvalu	jm	0,91
Portaat, massiiviaskelet, h=150–200 mm, maastoportaat hiekan/ maakostean betonin varaan tiivistetylle maapohjalle	jm	0,70
Laastisauma, rautasauma	jm	0,24
Laastisauma, vesi-sementti-hiekkasauma eli lillisauma	m ²	0,38

6.1.3 Muurit

Monimuotoisista luonnonkivistä poiketen ladottavat muurikivet ovat vakiokokoisia kappaleita, joille pystytään määrittämään mahdollisimman tarkka työmenekki. Siksi tässä työssä vertaillaan ainoastaan ladottavan muurikiven työmenekkejä.

Useiden eri valmistajien muurikivityyppi on lähes identtinen. Vaihtelut kiviparin elementtien pituudessa ja leveydessä ovat ainoa merkittävä ero. Korkeussuunnassa mitat ovat samoja.

Kansikivien kiinnitystapoja on useita. Tässä työssä ei oteta kantaa kansikivien kiinnitysmenetelmään, vaan keskiarvo on laskettu haastateltavien urakoitsijoiden ilmoittamista asennusajoista. Taulukossa 3 esitetään ladottavan muurikiven työmenekkikeskiarvo.

Taulukko 3. Muurikivien työmenekit

MUURIT	yksikkö	TYÖMENEKKI tth/yksikkö
Ladottava muurikivi (esimerkiksi Rudus Aitakivi), ei sisällä valutöitä eikä kansikivien kiinnitystä	m ²	0,45
Kansikivien kiinnitys	jm	0,24

6.1.4 Reunatuet

Upotettavan, betonisen tai graniittisen reunatuen asennus ei vaikuta työmenekkiin. Oheisessa taulukossa 4 on huomioitu myös nurmilista, jota käytetään yleisesti rakennusten piha-alueilla.

Taulukko 4. Reunatukien työmenekit

REUNATUET	yksikkö	TYÖMENEKKI tth/yksikkö
Reunatuki, upotettava, betoni, h = 300 mm, sisältää urankaivun ja täytön tiivistetyllä maakostealla betonilla	jm	0,28
Reunatuki, upotettava, graniitti, h = 270–300 mm, sisältää urankaivun ja täytön tiivistetyllä maakostealla betonilla	jm	0,28
Reunatuki, nurmilista, h = 150–280 mm, asennus samalle pohjalle betonikiven kanssa	jm	0,17
Reunatuki, nurmilista, h = 150–280 mm, asennus uraan 0–50 mm näkymällä, täyttö tiivistetyllä maakostealla betonilla	jm	0,34
Reunatuki, liimattava bitumipohjainen, h = 60–160 mm, kaarteiden keskimääräinen osuus 15 %	jm	0,09

6.1.5 Verhoukset

Taulukossa 5 annetaan yhden työntekijän työmenekki pelkkään asennustyöhön.

Taulukko 5. Verhousien työmenekit

VERHOUKSET	yksikkö	TYÖMENEKKI tth/yksikkö
Graniittiseinäverhous, 40 mm, kiven keskimääräinen koko 500 x 1000 mm, asennus RST-kiinnikkeillä betonirunkoon	m ²	1,58
Graniittiseinäverhous, 10–30 mm, kiven keskimääräinen koko 250 x 500 mm, laastikiinnitys betonirunkoon	m ²	1,32

6.1.6 Luonnonkivet

Luonnonkivipäällysteistä tähän työhön valittiin yleisimmät käytössä olevat luonnonkivimateriaalit. Taulukossa 6 esitetään vakionopan, kenttäkiven ja nupun työmenekkiarvot.

Taulukko 6. Luonnonkivien työmenekit

LUONNONKIVET	yksikkö	TYÖMENEKKI tth/yksikkö
Vakionoppa, 90 x 90 x 90 mm + ± 15 mm, hiekan varaan, hiekkasaumattuna	m ²	0,54
Kenttäkivi, 150–200 mm, hiekan varaan, hiekkasaumattuna	m ²	0,38
Nupu, 140 x 220 x 140 mm + ± 15 mm, hiekan varaan, hiekkasaumattuna	m ²	0,45

6.2 Kerättyjen työmenekkitietojen vertailu Ratu-ohjeisiin

Ratu-tiedostoista löytyi valmiita työaikamenekkejä yhteentoista kivityötyyppiin. Oheisessa taulukossa 7 verrataan Ratu-tiedostojen tietoja haastattelututkimuksella kerättyihin tietoihin.

Taulukko 7. Tutkimustulosten vertailu Ratu-tietoihin

VERTAILUTAUUKKO		RATU tth/yksikkö	Haastattelut tth/yksikkö
1.	Betonikiveys	0,29	0,25
2.	Betonilaatoitus	0,23	0,21
3.	Luonnonkivilaatoitus	0,25	0,56
4.	Luonnonkiveys, nupu	0,67	0,45
5.	Luonnonkiveys, noppa	0,67	0,54
6.	Betoniset reunakivet, upotettava	0,38	0,28
7.	Betoniset reunakivet, liimattava	0,16	0,09
8.	Verhous, mekaaninen kiinnitys, kivi 0,5 m ²	1,6	1,58
9.	Verhous, laastikiinnitys, kivi 0,18 m ²	1	1,32
10.	Portaat, laattaporras, leveys 1,5 m	1	0,52
11.	Harkkomuuri, ladottu ja valettu	0,9	0,45 + 0,25 + 0,23 = 0,93

6.2.1 Betonikiveys ja -laatoitus

Kuten vertailutaulukosta käy ilmi, betonikiveysten osalta Ratu-ohjeiden ja haastatteluilla saatujen tietojen ero on 15,9 % eli urakoitsijat käyttävät vähemmän aikaa yhden yksikön asentamiseen. Sadan neliömetrin kivialueella ero merkitsee käytännössä noin kahden kivilavan eroa työvuorokohtaisessa työsaavutuksessa. Sen sijaan betonilaatoituksessa urakoitsijoiden keskiarvo oli 9,5 % Ratu-menekkiä pienempi, mikä on niin pieni ero, ettei sillä ole käytännön merkitystä työmaalla.

Erot Ratu-menekkien ja urakoitsijamenekkien välillä selittynevät sillä, että urakoitsijat tekevät asennuksen pääsääntöisesti urakkatyönä, jolla pyritään 20–30 % suurempaan saavutukseen ja ansioon kuin tuntityössä. Urakoitsijat pyrkivät maksimaaliseen työtehoon ja tulokseen.

6.2.2 Luonnonkivilaatoitus ja luonnonkiveykset

Ratu-ohjeissa luonnonkivilaatoituksella lienee tarkoitettu luonnonkivisten laattojen asennusta betonilaattojen tapaan hiekalle. Tässä tutkimuksessa haastateltuja oli kuitenkin kehoitettu miettimään työmenekkiä maakostealle betonille asennettavalle luonnonkivilaatalle, mikä on käytännössä se työtapa, jota urakoitsijat tarjoavatkin. Ratu-tietojen ja haastattelutulosten välinen huikea ero (0,25/0,56) tasoittuu, jos vertailuluvuksi otetaan lähimpänä kysyttyä kivityötapaa oleva Ratu-ohje paksulaastikiinnityksestä sisälattioille, jonka työmenekki on 0,45 tth/m². [8.]

Nupu- ja noppakiville on annettu Ratu-ohjeissa samat työmenekit. Käytännössä nupua asennetaan kuitenkin samassa ajassa hieman enemmän, vaikka se on raskaampaa käsitellä. Joskus työsaavutus voi olla työvuoroa kohden jopa 20 % suurempi. [20.] Työmailla lyödään noppaa ja nupua noin 14–17 m² työvuoroa kohden. Vaihtelu johtuu lähinnä asennuskuviosta, kentän muodosta ja kiveysalueen aukkojen määrästä.

6.2.3 Reunatuet

Reunatukien osalta upotettavan kiven työmenekkierot olivat huomattavat. Urakoitsijat asensivat sekä betonisen että graniittisen reunatuen peräti 35,7 % nopeammin kuin Ratu-ohjeissa oli arvioitu. Eroja oli myös liimattavassa reunatuessa: keskimäärin urakoitsijat laskivat liimakiviasennuksen saavutukseksi 100 metriä päivässä. Koska liimattavan reunatuen asennus- ja materiaalikate on erittäin pieni, kannattavuus saavutetaan vain suuren määrän kautta. Monien urakoitsijoiden mielestä pieniä määriä ei kannata edes ottaa tehtäväksi. [15.]

6.2.4 Verhoukset

Mekaanisesti kiinnitetyn seinäverhouksen työmenekkeissä ero oli 1,2 %, millä ei käytännössä ole merkitystä. Sen sijaan laastikiinnitteisen seinäverhouksen ero oli haastatelluilla peräti 32 % Ratu-menekkiä suurempi, mikä saattaa johtua haastateltujen vähäisestä kokemuksesta kyseisessä työmenetelmässä. Yleisesti ottaen, jos urakoitsijalta puuttuu kokemusta tietyistä työmenetelmistä, hän lisää työmenekkiarvioon niin kutsutun ”varmuuskertoimen” – mikä on osoitus urakoitsijan yleisestä työkokemuksesta. [18.]

6.2.5 Portaat

Laattaportaiden tekeminen on yleensä nopeaa ja kokenut ammattilainen voi päästä haastateltujen urakoitsijoiden arvioimaan työmenekkiin, 0,52 tth/jm. Portaissa työmaolosuhteet vaikuttavat kuitenkin merkittävästi saavutukseen. Siirrot, tasot, mutkat ja leikkaukset hidastavat asennusta, jolloin todellinen työsaavutus työvuorossa voi olla arvioitua pienempi. Tällöin Ratu-menekki 1 tth/jm lienee lähempänä oikeaa. [20.]

6.2.6 Muurit

Harkkomuuri ja ladottava muuri ovat käytännössä sama asia. Haastattelussa käytettiin esimerkkinä Rudus Oy:n valmistamaa Aitakivi-muuria, joka on tällä hetkellä yksi urakoitsijoiden yleisimmin käyttämistä muurityypeistä. Ero Ratu-työmenekkiin verrattuna oli huomattava eli 28,5 %. Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että harkkomuuri on Ratu-ohjeessa ilmoitettu ladottuna ja valettuna eli täysin valmiina tuotteena (0,9 tth/m²). Haastatteluissa muurin työmenekkiä kysyttiin ladottuna ilman valua ja kansikivien kiinnitystä, jolloin arvoksi saatiin 0,45 tth/m². Kun tähän lisättiin Ratun matalan harkkomuurin betonoinnin työmenekki 0,25 tth/m² sekä urakoitsijoiden keskiarvomenekki kansikivien kiinnittämiseksi 0,23 tth/m², päästiin lukuun 0,93 tth/m². Erotukseksi jäi 3 %, mikä on käytännössä merkityksetön työmaatasolla.

7 Tarjouslaskenta ja eri tekijöiden vaikutus hintaan

Tarjoukset halutaan yleensä nopeasti ja kiireessä tärkeätkin asiat unohtuvat helposti, joten kuvassa 3 esitettävän prosessikaavion käyttö on suotavaa. Johdonmukaisesti tehty tarjous myös valmistuu nopeammin. Tässä luvussa käydään läpi tarjottavan kiveyksen hintaan vaikuttavia tekijöitä.



Kuva 3. Tarjouslaskennassa huomioitavat seikat prosessikaaviona.

7.1 Määrä

Toteutettavan alueen neliömäärä vaikuttaa sekä materiaalien että työn hintaan. Seuraavassa käydään läpi erilaisia työkokonaisuuksia koon mukaan ja annetaan niille sopivat työmenekikertoimet, jotka löytyvät teoksesta *RATU R6026 Rakennustöiden menekit*. [8.]

Yhtenäisen kiveysalueen ollessa noin 100 neliömetrin luokkaa voidaan TL3-kertoimena käyttää lukua 1. Suurissa alueissa tehon kasvu saavutetaan volyymin kautta ja kool-

taan yli 150 neliömetrin yhtenäisissä alueissa voidaan TL3-kertoimena käyttää lukua 0,9.

Esimerkiksi rakennusten eteen tehtävissä pienissä sisääntulokiveyksissä materiaalien siirrot ja aloittavat työt, kuten mittaus, vievät suhteessa enemmän aikaa kuin suurissa kokonaisuuksissa. Kerralla tehtävien päällysteiden koko jää tavallisesti alle 60 neliömetrin, jolloin TL3-lisäkertoimena voidaan käyttää lukua 1,3.

Tiealueilla toteutettavien töiden menekkejä laskettaessa kannattaa huomioida myös, että jakajat ja pienet saarekkeet vaativat huomattavasti enemmän työtä kuin esimerkiksi piha-alueiden yhtenäiset kiveykset. Vaikka kokonaisneliömäärä tietyökohteissa olisi-kin suuri, hajallaan olevat pienet päällystysalueet sitovat enemmän resursseja kuin yhtenäinen suuri alue. [8.]

7.2 Aikataulu ja vuodenajat

Kiviurakointi on Suomessa kausityötä, jota tehdään lämpötilan ollessa yli 5 °C. Kiirepiikit osuvat usein alkukesään ja syksyyn. Vaikka hintojen vaihtelu kauden ajanakin on tavanomaista, kauden loppupään työt ovat tyypillisesti yksikköhinnaltaan korkeampia. Alkusyksystä on usein tilausruuhkaa, kun tilaajien kesälomakausi venyttää päätöksentekoa ja siten tilauksia ja työmaan aloituksia.

Tilaajasta johtuvaa aikataulun poikkeuksellista kireyttä ja kiirettä voidaan käyttää perusteena asennuksen lisähinnalle. Tilaajan toiveesta tehtävät viikonloppu- tai yötyöt merkitsevät aliurakoinnissa yleensä niin sanottujen ryntäysrahojen maksamista asentajille. Urakointihinnan päälle maksettava ryntäysraha neuvotellaan tällöin työmaakohtaisesti.

Talvityöt ja erilaiset vaikeasti määriteltävät korjaukset tehdään yleensä tuntiveloituksena. [13.]

7.3 Materiaalit

Suurin materiaalihintaan vaikuttava tekijä on urakoitsijan vuosisopimus kivitoimittajan kanssa. Ostojen määrän mukaan materiaalihinnoista saatava alennus on yleisesti 20–30 %, yksittäisten artikkelien osalta toisinaan enemmänkin. Voimassa olevan vuosisopimuksen lisäksi kannattaa isommissa urakkaerissä pyytää vielä erikseen kohdekoh-

taista tarjousta rahteineen. Valmistajat ja myyjät ovat usein valmiita räätälöimään kaikkia osapuolia tyydyttävän ratkaisun.

Urakoitsijat ostavat kiveä myös ulkomailta, ja etenkin luonnonkiven osalta tämä alkaa olla enemmän sääntö kuin poikkeus. [13.]

Kivien lisäksi asennusmassat ja saumaustavara ovat merkittävä menoerä, joiden kilpailuttaminen kannattaa. Murskeiden, kivituhkan, maakostean betonin ja muiden massojen hintatarjous kannattaa pyytää sekä työmaalle toimitettuna että noudettuna, jos urakoitsijalla on omaa kuljetuskapasiteettia. Suuremmissa kohteissa on myös tavallista, että massatoimittajat haluavat laskea tarjouksensa kohdekohtaisesti. Nämä hinnat saattavat olla huomattavasti vuositarjousta edullisempia.[14.]

7.4 Rahti

Kivitoimittajien rahtitaulukoissa hinta yleensä pienenee suhteessa sitä mukaa, mitä enemmän painotonneja kuljetetaan. Pienten kuormien ajaminen on kallista, joten tilaukset kannattaa tehdä mahdollisuuksien mukaan täysinä kuormina eli 38 tonnin täysperävaunurekka kerrallaan.

Alla olevassa kuvassa 4 puretaan 218 m²:n betonikivilastia valmiin kiveyksen päälle.



Kuva 4. Täysperävaunurekka tuo kerralla 38 tonnia betonikiveä.

Kuljetuksiin voidaan käyttää myös muita kuin kivitoimittajien kuljetusyrityksiä, mutta se ei välttämättä ole edullisempaa eikä varsinkaan käytännössä yhtä sujuvaa. Jos urakoitsijalla on omia autoja ja kuljettajia, heidän palkkansa on luonnollisesti laskettu kiinteinä kustannuksina tarjottavan yksikköhinnan sisään. Hintavertailussa lähirahti urakoitsijan omalla kalustolla saattaa tulla hieman edullisemmaksi. Usein kiviä on kuitenkin kuljetettava satoja kilometrejä, jolloin oman kaluston käyttämisestä saatava etu häviää käytettyyn aikaan ja, koska yleensä muuta rahdattavaa ei ole, toiseen suuntaan tyhjänä ajamiseen.

Myös asennusmassojen kuljetus kannattaa tilata täysinä kuormina kasettiautoilla. Yleensä on kannattavampaa pyytää tarjous asennusmassoista toimitettuna työmaalle kuin ajaa suuria massamääriä itse.

Kiviasennuksen kokonaishintaan on muistettava laskea myös siivouskuorman osuus. Ylijäämä, leikkausjäte ja kaikki muu materiaali, jota ei pystytä kierrättämään tilaajan osoittamille jätelavoille, on ajettava pois työmaalta. Tällöin on huomioitava myös mahdolliset maankaato- ja ongelmajätelmaksut, jotka voivat olla merkittävä kuluerä. [14.]

7.5 Hukkaprosentti

Hukkaa syntyy sekä asennuksen yhteydessä että materiaalien vahingoittumisen, huonon varastoinnin tai käsittelyn seurauksena. Tarjoustä laskettaessa on tärkeää mitoitaa työmaa jo ennakolta eli on osattava ottaa huomioon, kuinka suuri osa työmaasta voidaan toteuttaa täysin kivin.

Vaikka kiviasennuksessa voidaan hyödyntää reunojen leikkaamisessa syntyneitä palasia tiettyyn pisteeseen saakka, hukka voi olla merkittävä kuluerä esimerkiksi timanttisauhauksella tehdyissä raidoissa tai sahattavan kappaleen koon ja asennuskuvion vuoksi.

Turhan leikkaamisen välttäminen on sekä urakoitsijan että tilaajan etu, ja useimmiten mittojen tarkentaminen tästä syystä työmaalla hyväksytään. Myös suunnittelussa mitoitetaan jo suhteellisen yleisesti esimerkiksi käytävät ja reunatukien paikat täysien kiviladontakuvioiden mukaan.

7.6 Pohjatyöt ja esivalmistelut

Pintarakenteet asennetaan pääsääntöisesti tilaajan hyvin tärytetylle murskepohjalle tai betonirungolle. Esimerkiksi tasokiveyksissä tilaajan raakapohjan korko lasketaan kaavalla asennettavan kiven paksuus + asennusmassa 30–50 mm alle valmiin pinnan koron.

Kuvassa 5 raakapohjatyöt ovat käynnissä samaan aikaan asennuspohjien tekemisen kanssa.



Kuva 5. Pohjatöitä Jatke Oy:n työmaalla Vantaalla.

Asennusmassojen varastointi työmaalla voi olla hankalaa etenkin, kun kyseessä on pientalotyömaa tai ahdas kaupunkikohde. Erilliset pientoimitukset lisäävät rahtikustannuksia. Pientalotyömailla alusmassojen kaivu- ja vaihtotyöt saattavat kuulua kokonaisurakkaan, jolloin tulee selvittää lähin maankaatopaikka. Kaupunkien ja kuntien maankaatopaikat saattavat vaihtua vanhojen täyttyessä. Myös ympäristösäädöksiä

muutetaan toisinaan ja maankaatohinnat vaihtelevat massojen lajin ja puhtauden mukaan. Tarjouslaskijan kannattaa päivittää tietonsa pari kertaa vuodessa ja välttää näin ikävät yllätykset.

Massalaskentaan kuuluvat pois kaivettavan materiaalin löyhtynyt määrä sekä uusien kerrosten tiivistetty määrä. Myös mahdollinen pilaantunut maamateriaali on kierrätettävä erikseen, jos sellaista alueelta löytyy. [14.]

7.7 Erikoismateriaalit

Erikoismateriaaleja ovat muun muassa erilaiset kiinnikkeet, kuten kiila-ankkurit, RST-harjaterästapit, ramlat eli RST-teräksestä valmistetut luonnonkivien asennuskulmat, RST-tapit sekä kivikitit ja liimat ja muut vastaavat tarvikkeet, jotka täytyy tilata erikseen hyvissä ajoin. Tietyn kokoisia ramloja tai erityiskokoisia kiviä joudutaan usein teettämään, jolloin tilausaika saattaa olla 8–12 viikkoa. Myös sauma-aineet ja erikoislaastit on syytä varata ajoissa.

7.8 Työmaasiirrot, koneet ja laitteet



Kuva 6. Koy Biens- työmaa, Tapiola.

Kuvassa 6 näkyy huonosti järjestetty työmaa, jossa kivien siirto oli lähes mahdotonta ja odotustuntien määrä kohosi erittäin suureksi. Tämä lisäsi luonnollisesti kustannuksia ja vaati työnjohtolta nopeita toimia ja reagointia reklamaatioiden tekemisessä. Yksikköhintaa (€/m², €/jm) laskiessa on hyvä miettiä myös siirtojen osuutta: joudutaanko mate-

riaalit ajamaan pitkän matkan päästä vai voidaanko toimitukset purkaa suoraan työkohteelle, tarvitaanko ehkä työmaanosturia, ja joudutaanko materiaaleja siirtämään mestalla toistuvasti työn etenemisen mukaan

Aliurakoitsijat tuovat työmaalle omat koneensa ja pieni kone, jolla voidaan siirtää kivilavoja ja massoja, on välttämättömyys. Kuluja syntyy myös työkoneiden siirrosta työmaalle. Jos kohteessa tarvitaan lyhytaikaisesti erikoisnostimia tai muuta kalustoa, niiden vuokraaminen ja hinta sekä mahdolliset muut kulut on selvitettävä ennen työn tarjoamista

7.9 Asennus

Vaikka tilaajalle tarjottaisiin kokonaishintaurakkaa, asentamiselle lasketaan yleensä yksikköhinta ja asentaja tai aliurakoitsija veloittaa valmiista yksiköistä. Aliurakointisopimusta tehdessä on syytä tarkistaa sovittavat asiat huolellisesti ja kirjata tarkasti, mitä asioita kukin työ pitää sisällään. Kiviurakoinnissa yksikköinä käytetään yleensä neliömetrejä (m²) tai juoksumetrejä (jm).

Betonikiviasennuksissa asentamiseen sisältyy yleensä asennushiekan levittäminen, tärytys ja tasaaminen sekä mittaus ja linjat, kun lähtötiedot on saatu. Kivien leikkaaminen lasketaan neliömetrihintaan kuuluvaksi, mutta se voidaan tarjota myös erikseen giljotiini- tai timanttisahaleikkauksena (€/jm).

Kivitöissä asennus tapahtuu pääosin työpareina. Työmenekkitietojen avulla päästään käsiksi urakan kestoon ja voidaan laskea työn osuus karkeasti, vaikka yksittäisen työvaiheen suorittamistapaa ei tunnettaisikaan.

7.10 Yleiskulut

Yleiskuluja ovat asennustöihin liittyvät muut sekalaiset ja yleensä pienet hankinnat, kuten työvaatteet, käsityökalut, asennustarvikkeet, mahdolliset kaivuluvat ja kaapelipeilaukset sekä polttoaineet ja koneenosat.

7.11 Kate

Tässä tutkimuksessa ei käsitellä katetta muuten kuin tarjouslaskennan muistettavana kohtana. Yritykset päättävät ja säätelevät katteensa itse.

7.12 Muut hintaan vaikuttavat asiat

Usein urakan toteuttamisen yhteydessä joudutaan tekemään lisä- ja muutostöitä, jotka vaikuttavat siten, että lopullinen summa on eri kuin tarjottu. Vaikka lisä- ja muutostyöt eivät vaikuta varsinaiseen tarjoukseen, siihen tulee kirjata lisä- ja muutostyöhinnat omana kohtanaan. Kesken urakoinnin joudutaan yleensä myös tekemään lisätyötarjouksia erillisistä töistä, joten sovitut hinnat helpottavat ja nopeuttavat tarjouksen tekemistä.

Muutokset suunnitelmissa lisäävät kustannuksia. Materiaalien saatavuus, hinta tai työtavan muuttuminen sekä tarvittavat laitteet ja koneet voivat nostaa hintaa tuntuvastikin. Jos tarjouksen ja tilauksen välillä kuluu runsaasti aikaa tai urakka on jaettu monelle vuodelle, voi olla perusteltua tehdä tarjoushintaan myös indeksikorotuksia.

Olosuhteet ja vuodenaika on otettava huomioon aina. Saneeraustyömaalla varsinainen urakkatyö saattaa muuttua nopeasti tuntityöksi monta kertaa työvuoron aikana. Huolellinen tuntikirjanpito ja tuntien päivittäinen kuittaaminen on välttämätöntä.

8 Tulokset

Tutkimustavoitteena oli betoni- ja luonnonkiviurakoinnin työmenekkien ja tarjouslaskennan kehittäminen. Ratu-ohjeista löytyi yksitoista varsinaiseen ulkoalueiden kiviasentamiseen liittyvää työmenekkitietoa. Tähän työhön tehtyjen haastattelujen otanta oli Ratu-tutkimuksen mukainen vähintään kymmenen vertailutietoa.

Tutkimuksessa verrattiin olemassa olevien yhdentoista Ratu-työmenekin suhdetta vastaaviin urakoitsijahaastatteluilla saatuihin työmenekkitietoihin. Niissä havaittiin poikkeamia, mutta noin puolet yhdestätoista oli erittäin lähellä toisiaan.

Lisäksi haastatteluissa kerättiin työmenekikertoimet kahdelletoista uudelle työlle. Työmenekkien kehittämisen osalta tutkimustavoite saavutettiin siis erinomaisesti.

Tutkimuksen osana tuotettiin lisäksi prosessikaavio selitteineen kivityöurakan tarjouslaskennan avuksi. Tärkeimmät tarjouslaskennassa huomioitavat asiat avattiin selkeästi ja saavutettiin tutkimustavoite myös näiltä osin.

Tutkimuksessa kerättyjä työmenekkitietoja, tarjouslaskuria sekä tarjouslaskennan prosessikaaviota on käytetty yhteensä 18 kuukauden ajan käytännön työssä. Lasketut tarjoukset ovat pitäneet melko hyvin paikkansa sekä kustannusten että aikataulujen suhteen. Oma osansa onnistumisissa luonnollisesti on myös kokeneilla urakoitsijoilla.

9 Yhteenveto

9.1 Laskenta, urakointi ja valmis tuote

Kun laskijalla on näkemys työmenekistä ja resursseista ja käytössään laskentatyökalu tai taulukko-ohjelma, tarvittavien tietojen kokoaminen on melko yksinkertaista. Kuvassa 7 on helposti toteutettava Excel-laskuri, jonka sarakkeiden yksinkertaiset kaavat laskevat nopeasti yhteen tarvittavat tiedot.

	A	B	C	D	E	F
1	Selite	Betonikivi	Reunakivi	Betonivalu, k35		
2	Yksikkö (m2, jm, m3)	m2	Jm	m3		
3	Määrä	365		1		
4	Kuljetus (€/tn)	2,5				
5	Asennus	11				
6	Massat	1,5				
7	Sora, murske					
8	Pohjan muotoilu					
9	Kiinnikkeet					
10	Erikoismateriaalit					
11	Hukka					
12	Siirrot	1				
13	Materiaali betoni	14,2				
14	Materiaali graniitti					
15	Työmaahinta	11023	0	0	0	0
16	Kate %					
17	Hinta ALV 0%					

Kuva 7. Esimerkkilaskuri kiviurakoiden laskentaan.

Edellä mainitut laskentaan liittyvät asiat voidaan esittää myös prosessikaaviona, jota seuraten numerot voidaan listata laskentaohjelmaan. Hinnat, katteet, rahdit ja menekit muotoillaan tarjoukseksi, joka toivottavasti johtaa tilaukseen. Tuloksena on valmis ja laadukas, hyvän rakennustavan mukaisesti tehty tuote, joka täyttää asiakkaan vaatimukset.

9.2 Tutkimuksen jatkaminen

Tutkimuksen jatkaminen mittaustulosten osalta olisi perusteltua tietojen tarkentamiseksi. Työmaaoloissa suoritettavat objektiiviset mittaukset eri työvaiheista tarkentaisivat ja toisivat kenties uutta tietoa työmenekistä.

Tarjouslaskentaa pystyttiin tämän työn puitteissa käsittelemään vain lyhyesti ja pinta-puolisesti, vaikka muistilistanomainen prosessikaavio saattaa käytännön työtä helpottaakin. Kivityöurakoinnin tarjouslaskennassa olisi kuitenkin riittävästi ainesta aivan omaksi tutkimuskohteekseen.

Lähteet

1. Räsänen, Marika, Välimäki, Reima, Kaartinen, Marjo (toim.). 2012. Turun tuomiokirkon suojissa. Artikkel, Turun historiallinen yhdistys, Turku, s. 46.
2. Halila, A. 1953. Oulun kaupungin historia 2, Kirjola Oy, Oulu.
3. Penttilä, Marikki. 1984. Kunnallislehti nro 11, s. 36–37.
4. Harjula, Minna. 2007. Terveysten jäljillä, Tampere University Press, Tampere.
5. Kettunen, Mikko. 2012. Selvitys betonikivien kulutuskestävyydestä ja soveltuvuudesta ajoneuvoliikenteen alueille, diplomityö, Yhdyskunta- ja ympäristötekniikka, Aalto Yliopisto, insinööritieteiden korkeakoulu.
6. Wind, Nora, Kivimäki, Christian, Koistinen, Lauri, Lahtinen, Matti, Koskenvesa, Anssi. 2014, R6026 RATU Rakennustöiden menekit, Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS, Rakennustieto Oy, Tammerprint Oy, Tampere.
7. R6023 RATU Aikataulukirja 2013, Rakennustieto Ry, Helsinki.
8. R6026 RATU Rakennustöiden menekit 2015, Rakennustieto Ry, Helsinki.
9. Pihakivet ja maisematuotteet. Verkkodokumentti. Rudus Oy. <http://www.rudus.fi/tuotteet/pihakivet-ja-maisematuotteet/betonikivet>. Haettu 15.11.2015.
10. Etusivu ja tuotteet. Verkkodokumentti. HB- betoni Oy. <http://www.hb.fi/>. Haettu 15.11.2015.
11. R6026 RATU Rakennustöiden menekit 2015. Verkkodokumentti, RT- net. www.rakennustieto.fi. Haettu 20.9.2015.
12. Brosman, Andi. 2015. Urakoitsija. Kivityö Brosman Ky, Vantaa, haastattelu 23.9.2015.
13. Kaasalainen, Atte. 2015. Toimitusjohtaja. Kivityö Granitix Oy, Vantaa, haastattelu 17.9.2015.

14. Lamminmäki, Jorma. 2015. Laskentapäällikkö, Lemminkäinen Infra Oy, Vantaa, haastattelu 16.9.2015.
15. Lehtinen, Aimo. 2015. Urakoitsija. Insinööritoimisto Ympäristöurakointi Oy, Nurmijärvi, haastattelu 15.9.2015.
16. Lehtinen, Jani. 2015. Urakoitsija. Kivityö J. Lehtinen Oy, Lahti, haastattelu 12.9.2015.
17. Mustonen, Janne. 2015. Urakoitsija. Kivifixi Oy, Vantaa, haastattelu 16.9.2015.
18. Nousiainen Tarmo. 2015. Urakoitsija. Vantaan kivasennus Oy, Vantaa, haastattelu 14.9.2015.
19. Seppänen, Esa. 2015. Kivimies, itsenäinen työsuorittaja, Vantaa, haastattelu 9.9.2015.
20. Soininen, Jukka. 2015. Urakoitsija. Suomen Graniittiasennus Oy, Vantaa, haastattelu 12.9.2015.
21. Tiihonen, Aki. 2015. Urakoitsija. Kivityö Tiihonen Oy, Inkoo, haastattelu 7.9.2015.
22. Tiihonen, Jussi. 2015. Urakoitsija evp. Vantaa, haastattelu 12.9.2015.

Kyselylomake urakoitsijoille, kivityö

KYSELYLOMAKE URAKOITSIJOILLE, KIVITYÖT					
Työsaavutus sisältää kaikki alustavat työt, asennuksen sekä leikkaukset ja saumauksen. Työsaavutus tarkoittaa täysin valmista tuotetta.					
Yritys:					
Yhteyshlö:					
Toimenkuva:					
Pvm:					
Kokemus				Asennusryhmän koko:	
TYÖSUORITE			Yksikkö	Työsaavutus/ tth	Työsaavutus/ tv
TASOKIVEYKSET					
1	Betonikiveys, sidekivi, 60 mm, hiekan varaan asennettuna	m ²			
2	Betonikiveys, sidekivi, 80 mm, hiekan varaan asennettuna	m ²			
3	Betonikiveys, laatta, 50 mm. Keskimääräinen koko 300 mm x 300 mm, hiekan varaan asennettuna	m ²			
4	Betonikiveys, laatta, 80 mm. Keskimääräinen koko 400 mm x 400 mm, hiekan varaan asennettuna	m ²			
5	Roomalainen ladonta	m ²			
6	Graniittilaatat, keskimääräinen koko 300x 600 mm, h=40 mm, maakosteaan betoniin sementtiliima-asennuksella				

PORTAAT				
7	Portaat, laatta, 50 mm, Keskimääräinen koko 400 mm x 400 mm, maakostea betoni/laastiasennus	jm		
8	Portaat, laatta, 50 mm, tasot, Keskimääräinen koko 400 mm x 400 mm, maakosteabetoni/laastiasennus	m ²		
9	Otsalankkujen asennus	jm		
10	Portaat, massiiviaskel, h=150-200 mm, maakostea betonilla valetulle betonirungolle	jm		
11	Portaat, massiiviaskel, h=150-200 mm, betonirungon päälle asennuspalojen varaan, juotosvalu	jm		
12	Portaat, massiiviaskel, h=150-200 mm, maastoportaat hiekan/ maakostean betonin varaan tiivistetylle maapohjalle			
13	Laastisaumaus, rautasauma	jm		
14	Laastisaumaus, vesi-sementti-hiekkasauma eli lillisauma	jm		
15	Ladottava muurikivi. Esimerkiksi Rudus Aitakivi. Ei sisällä valutöitä eikä kansikivien kiinnitystä.	m ²		
16	Kansikivien kiinnitys	jm		
17	Valutyöt, pumppuautolla	m ²		
REUNATUET				
18	Reunatuki, upotettava, betoni, h=300 mm, sisältää urankaivun ja tiivistetyn maakostea betonitäytön	jm		

19	Reunatuki, upotettava, graniitti, h=270- 300 mm, sisältää urankaivun ja tiivistetyn maakostea betoni -täytön	jm		
20	Reunatuki, nurmilista, h=150-280 mm. Asennus samalle pohjalle betonikiven kanssa.	jm		
21	Reunatuki, nurmilista, h=150-280 mm. Asennus uraan 0-50 mm näkymällä, tiivistetty maakosteabetoni täyttö	jm		
22	Reunatuki, liimattava bitumipohjainen, h=60- 160 mm, kaarteiden keskimääräinen osuus 15 %			
VERHOUKSET				
23	Graniittiseinäverhous, 40 mm, kiven keskimääräinen koko 500 mm x 1000 mm, RST-kiinnikkeillä betonirunkoon			
24	Graniittiseinäverhous, 10- 30 mm, kiven keskimääräinen koko 250 mm x 500 mm, laastikiinnitys betonirunkoon			
25	Vakionoppa	m ²		
26	Kenttäkivi	m ²		
27	Nupu	m ²		

Työmenekkeskiarvot

TYÖMENEKKI tth/yksikkö	Yksikkö	Urakoitsija 1	Urakoitsija 2	Urakoitsija 3	Urakoitsija 4	Urakoitsija 5	Urakoitsija 6	Urakoitsija 7	Urakoitsija 8	Urakoitsija 9	Urakoitsija 10
TASOKIVEYKSET		tth/yks.	tth/yks.	tth/yks.	tth/yks.	tth/yks.	tth/yks.	tth/yks.	tth/yks.	tth/yks.	tth/yks.
Betonikiveys, sidekivi, 60 mm, hiekan varaan asennettuna	m ²	0,4	0,3	0,22	0,133	0,2	0,26	0,32	0,26	0,2	0,22
Betonikiveys, sidekivi, 80 mm, hiekan varaan asennettuna	m ²	0,4	0,3	0,22	0,133	0,22	0,26	0,32	0,26	0,2	0,22
Betonikiveys, laatta, 50 mm. Keskimääräinen koko 300 mm x 300 mm, hiekan varaan asennettuna	m ²	0,32	0,24	0,22	0,133	0,2	0,16	0,26	0,22	0,184	0,16
Betonikiveys, laatta, 80 mm. Keskimääräinen koko 400 mm x 400 mm, hiekan varaan asennettuna	m ²	0,4	0,253	0,22	0,123	0,2	0,177	0,26	0,22	0,184	
Roomalainen ladonta	m ²	0,53	0,3	0,22	0,2	0,22	0,26	0,26	0,22	0,26	0,16
Graniittilaatat, keskimääräinen koko 300x600 mm, h=40 mm, maakostean betoniin sementtiliima-asennuksella	m ²	0,625	0,64	0,66	0,53	0,53	0,53	0,8	0,444	0,48	0,4
PORTAAT											
Portaat, laatta, 50 mm, Keskimääräinen koko 400 mm x 400 mm, maakosteabetoni/laastiasennus	jm	0,8	0,5	1	0,32	0,4	0,333	0,615	0,53	0,4	0,32
Portaat, laatta, 50 mm, tasot, Keskimääräinen koko 400 mm x 400 mm, maakosteabetoni/laastiasennus	m ²	0,625	0,64	0,66	0,53	0,53	0,8	0,8	0,53	0,133	0,444
Otsalankut		0,625	0,5	1	0,32	0,53	0,8	0,615	0,53		0,4
Portaat, massiivi-askel, h=150-200 mm, maakostea betonilla valetulle betonirungolle	jm	0,8	0,8	0,8	0,26	0,53	0,454	0,8	0,53	0,5	0,8
Portaat, massiivi-askel, h=150-200 mm, betonirungon päälle asennuspalojen varaan, juotosvalu	jm	0,625	1,2	1,33	0,53	0,8	0,454	2	0,53	1	0,625
Portaat, massiivi-askel, h=150-200 mm, maastoportaat hiekan/ maakostean betonin varaan tiivistetylle maapohjalle	jm	0,8	0,8	0,8	0,53	1	0,454	0,8	0,8	0,5	0,53
Laastisauma, rautasauma	jm	0,266	0,235	0,4	0,053	0,053	0,26	0,2	0,25	0,25	0,4
Laastisauma, vesi-sementti-hiekkasauma eli lillisauma	jm	0,625	0,615	0,08	0,4	0,4	0,133	0,8	0,16	0,16	0,4

TYÖMENEKKI tth/yksikkö	Yksikkö	Urakoitsija 1	Urakoitsija 2	Urakoitsija 3	Urakoitsija 4	Urakoitsija 5	Urakoitsija 6	Urakoitsija 7	Urakoitsija 8	Urakoitsija 9	Urakoitsija 10
Ladottava muurikivi. Esimerkiksi Rudus Aitakivi. Ei sisällä valutöitä eikä kansikivien kiinnitystä.	m ²	0,8	0,22	0,87	0,26	0,26	0,53	0,4	0,53	0,2	0,4
Kansikivien kiinnitys	jm	0,2	0,08	0,28	0,53	0,4	0,055	0,04	0,125	0,2	0,4
REUNATUET											
Reunatuki, upotettava, betoni, h=300 mm, sisältää urankaivun ja tiivistetyn maakostea betoni-täytön	jm	0,64	0,4	0,16	0,133	0,22	0,21	0,26	0,26	0,24	0,24
Reunatuki, upotettava, graniitti, h=270-300 mm, sisältää urankaivun ja tiivistetyn maakostea betoni-täytön	jm	0,64	0,4	0,16	0,133	0,22	0,21	0,26	0,26	0,24	0,24
Reunatuki, nurmilista, h=150-280 mm. Asennus samalle pohjalle betonikiven kanssa.	jm	0,26	0,199	0,26	0,053	0,4	0,066	0,1	0,1	0,08	0,16
Reunatuki, nurmilista, h=150-280 mm. Asennus uraan 0-50 mm näkymällä, tiivistetty maakosteabetoni täyttö	jm	0,53	0,6	0,16	0,2	0,53	0,4	0,2	0,26	0,2	0,32
Reunatuki, liimattava bitumipohjainen, h=60- 160 mm, kaarteiden keskimääräinen osuus 15 %		0,228	0,12	0,053	0,053	0,08	0,08	0,064	0,1	0,08	0,066
VERHOUKSET											
Graniittiseinäverhous, 40 mm, kiven keskimääräinen koko 500 mm x 1000 mm, RST-kiinnikkeillä betonirunkoon	m ²	0,625	0,625	2	2,133	0,625	2	2	2	2	1,777
Graniittiseinäverhous, 10- 30 mm, kiven keskimääräinen koko 250 mm x 500 mm, laastikiinnitys betonirunkoon	m ²	2	0,625	2	2,133	1,126	2	0,625	1	0,4	0,4
Vakionoppa	m ²	0,625	0,53	0,5	0,53	0,53	0,53	0,53	0,615	0,66	0,32
Kenttäkivi	m ²	0,37	0,4	0,25	0,4	0,4	0,4	0,47	0,444	0,444	0,26
Nupu	m ²	0,37	0,4	0,5	0,53	0,333	0,4	0,53	0,53	0,66	0,26

Työsaavutukset yksikköinä tunnissa

TYÖSAAVUTUS yksikkö/h	Yksikkö	Urakoitsija 1	Urakoitsija 2	Urakoitsija 3	Urakoitsija 4	Urakoitsija 5	Urakoitsija 6	Urakoitsija 7	Urakoitsija 8	Urakoitsija 9	Urakoitsija 10	Keskiarvo
TASOKIVEYKSET		Yksikkö/h	Yksikkö/h	Yksikkö/h	Yksikkö/h	Yksikkö/h	Yksikkö/h	Yksikkö/h	Yksikkö/h	Yksikkö/h	Yksikkö/h	Yksikkö/h
Betonikiveys, sidekivi, 60 mm, hiekan varaen asennettuna.	m ²	2,5	3,33	4,5	7,51	5	3,84	3,125	3,84	5	4,54	4,32
Betonikiveys, sidekivi, 80 mm, hiekan varaen asennettuna.	m ²	2,5	3,33	4,5	7,51	4,54	3,84	3,125	3,84	5	4,54	4,27
Betonikiveys, laatta, 50 mm. Keskimääräinen koko 300 mm x 300 mm, hiekan varaen asennettuna.	m ²	3,125	4,16	4,5	7,51	5	6,25	3,84	4,54	5,43	6,25	5,06
Betonikiveys, laatta, 80 mm. Keskimääräinen koko 400 mm x 400 mm, hiekan varaen asennettuna	m ²	2,5	3,95	4,5	8,13	5	5,63	3,84	4,54	5,43	6,25	4,98
Roomalainen ladonta	m ²	1,88	3,333	4,5	5	4,54	3,84	3,84	4,54	3,84	6,25	4,16
Graniittilaatat, keskimääräinen koko 300x 600 mm, h=40 mm, maakosteaan betoniin sementtiliima-asennuksella	m ²	0,625	1,56	1,5	1,88	1,88	1,88	1,25	2,25	2,08	2,5	1,74
Portaat, laatta, 50 mm, Keskimääräinen koko 400 mm x 400 mm, maakosteabetoni/laastiasennus	jm	1,25	2	1	3,125	2,5	3	1,62	1,88	2,5	3,125	2,20
Portaat, laatta, 50 mm, tasot, Keskimääräinen koko 400 mm x 400 mm, maakosteabetoni/laastiasennus	m ²	0,625	1,56	1,5	1,88	1,88	1,25	1,25	1,88	7,51	2,25	2,16
Otsalankut		0,625	2	1	3,125	1,88	2	1,626	1,88		2,5	1,85
Portaat, massiivi-askel, h=150-200 mm, maakostea betonilla valetulle betonirungolle	jm	1,25	1,25	1,25	3,84	1,88	2,2	1,25	1,88	2	1,25	1,81
Portaat, massiivi-askel, h=150-200 mm, betonirungon päälle asennuspalojen varaen, juotosvalu	jm	0,625	0,83	0,75	1,88	1,25	2,2	0,5	1,88	1	0,625	1,15
Portaat, massiivi-askel, h=150-200 mm, maastoportaat hiekan/ maakostean betonin varaen tiivistetylle maapohjalle		1,25	1,25	1,25	1,88	1	2,2	1,25	1,25	2	1,88	1,52
Laastisauma, rautasauma	jm	3,75	4,25	2,5	18,8	18,8	3,84	5	4	4	2,5	6,74
Laastisauma, vesi-sementti- hiekkasauma eli lillisauma	jm	0,625	1,626	12,5	2,5	2,5	7,51	1,25	0,06	0,06	2,5	3,11

TYÖSAAVUTUS yksikkö/h		Urakoitsija 1	Urakoitsija 2	Urakoitsija 3	Urakoitsija 4	Urakoitsija 5	Urakoitsija 6	Urakoitsija 7	Urakoitsija 8	Urakoitsija 9	Urakoitsija 10	Keskiarvo
Muurit	Yksikkö	Yksikkö/h	Yksikkö/h	Yksikkö/h	Yksikkö/h	Yksikkö/h	Yksikkö/h	Yksikkö/h	Yksikkö/h	Yksikkö/h	Yksikkö/h	Yksikkö/h
Ladottava muurikivi. Esimerkiksi Rudus Aitakivi. Ei sisällä valutöitä eikä kansikivien kiinnitystä.	m ²	1,25	4,54	1,15	3,84	3,84	1,88	2,5	1,88	5	2,5	2,84
Kansikivien kiinnitys	jm	5	12,5	3,5	1,88	2,5	18	25	8	5	2,5	8,39
Reunatuki, upotettava, betoni, h=300 mm, sisältää urankaivun ja tiivistetyn maakostea betoni-täytön	jm	1,56	2,5	0,06	7,51	4,54	4,76	3,84	3,84	4,16	4,16	3,69
Reunatuki, upotettava, graniitti, h=270-300 mm, sisältää urankaivun ja tiivistetyn maakostea betoni-täytön	jm	1,56	2,5	0,06	7,51	4,54	4,76	3,84	3,84	4,16	4,16	3,69
Reunatuki, nurmilista, h=150-280 mm. Asennus samalle pohjalle betonikiven kanssa.	jm	3,84	8,4	3,84	18,86	2,5	15,15	10	10	12,5	6,25	9,13
Reunatuki, nurmilista, h=150-280 mm. Asennus uraan 0-50 mm näkymällä, tiivistetty maakosteabetoni täyttö	jm	1,88	1,66	0,06	5	1,88	2,5	5	3,84	5	3,125	2,99
Reunatuki, liimattava bitumipohjainen, h=60- 160 mm, kaarteiden keskimääräinen osuus 15 %	jm	4,38	8,33	18,86	18,86	12,5	12,5	15,62	10	12,5	15,1	12,87
Graniittiseinäverhous, 40 mm, kiven keskimääräinen koko 500 mm x 1000 mm, RST-kiinnikkeillä betonirunkoon.	m ²	0,625	0,625	0,5	0,468	0,625	0,5	0,5	0,5	0,5	0,56	0,54
Graniittiseinäverhous, 10- 30 mm, kiven keskimääräinen koko 250 mm x 500 mm, laastikiinnitys betonirunkoon.	m ²	0,5	0,625	0,5	0,468	1,126	0,5	0,625	1	0,94	2,5	0,88
Vakionoppa	m ²	0,625	1,88	2	1,88	1,88	1,88	1,88	1,62	1,5	3,125	1,83
Kenttäkivi	m ²	0,37	2,5	4	2,5	2,5	2,5	2,127	2,25	2,25	3,84	2,48
Nupu	m ²	0,37	2,5	2	1,88	3	2,5	1,88	1,88	1,5	3,84	2,14