

Santeri Kaija

Kivitöiden ennallistamiseen liittyvät ongelmat

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työjohto, infrarakentaminen

Opinnäytetyö

24.1.2024

Tiivistelmä

Tekijä:	Santeri Kaija
Otsikko:	Kivitöiden ennallistamiseen liittyvät ongelmat
Sivumäärä:	34 sivua
Aika:	24.1.2024

Tutkinto:	Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Rakennusalan työnjohto
Ammatillinen pääaine:	Infrarakentaminen
Ohjaajat:	Lehtori Jari-Pekka Mustonen

Opinnäytetyössä tutkittiin yleisiä kivitöiden ennallistamiseen liittyviä ongelmia. Työn tarkoituksena oli selvittää tavallisimmat ongelmat ja mahdolliset tavat ongelmien minimointiin.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käytiin läpi tavallisimpia infrarakentamiseen käytettyjä kiviä ja kivien asennustapoja.

Opinnäytetyössä haastateltiin rakennusalan ammattilaisia kivitöissä kohdatuista ongelmista. Haastatteluiden pohjalta ruvettiin selvittämään mahdollisia tapoja ongelmien välttämiseen.

Avainsanat: Infrarakentaminen, kivityöt, ennallistaminen

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Santeri Kaija
Title: Problems related to the restoration of stonework
Number of Pages: 34 pages
Date: 24 January 2024

Degree:
Degree Programme: Construction management
Professional Major: Infra construction
Supervisors: Jari-Pekka Mustonen, Senior lecturer

Keywords: Infraconstruction, stoneworks, restoration

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	6
2	Kivien käyttö kaupunkiympäristössä	6
3	Infrarakentamisessa yleisesti käytettävät kivet	7
3.1	Betonikivet	8
3.1.1	Kivien asennus	9
3.2	Luonnonkivet	12
3.3	Reunatuot	14
3.3.1	Liimattavat reunakivet	16
3.3.2	Upotettavat reunakivet	18
3.3.3	Liukuvalu	21
3.3.4	Naulattava reunakivi	22
4	Ennallistamiskohteissa kohdattuja ongelmia	23
4.1	Uusien kivien tilaaminen	25
4.2	Kiviurakoitsijoiden kiireinen aikataulu	26
4.3	Yksityispihojen kivitöiden ennallistaminen	27
4.4	Maan painuminen	27
4.5	Asfaltin epätasaisuus	28
5	Ongelmien minimointi	28
5.1	Kivialueiden kuvaaminen	28
5.2	Vanhat kivet	28
5.3	Aikataulut	29
5.3.1	Töiden määrä	29
5.3.2	Työtahti	29
5.3.3	Muita aikataulussa huomioitavia asioita	30
5.4	Varastoalueet	31
5.5	Kustannusten ennustaminen	31
6	Yhteenveto ja pohdinta	33
	Lähteet	34

1 Johdanto

Opinnäytetyön tavoitteena on kerätä lista mahdollisista ongelmista, joita saattaa tulla vastaan kivitöiden ennallistamiseen liittyvissä töissä ja kehitellä ratkaisuja ongelmien minimointiin tulevaisuudessa. Opinnäytetyön tekemiseen käytetään omia havaintoja työmailta, sekä netistä ja haastatteluista esille tulleita asioita.

Opinnäytetyö tehdään GRK Suomi Oy:lle ja työ tehdään vain tavallisimmin ennallistamiskohteissa vastaan tulevista kivistä. Opinnäytetyö tehdään erilaisten reunakivien ja pihakivien asennuksesta. Työssä ei oteta huomioon mm. muurikiviä, porraskiviä, vesikouruja jne.

2 Kivien käyttö kaupunkiympäristössä

Rakennetun ympäristön visuaalinen ilme ja kaupunkikuva eivät muodostu yksin rakennuksista. Ympäristörakentamisen tuotteet täydentävät ja jäsentävät kokonaisuutta luoden siitä miellyttävän katsoa ja elää. Tavoitteena on ympäristö, joka on viihtyisä, toimiva ja turvallinen – sellainen, jossa ihmiset mielellään oleskelevat. (kivifaktaa.fi.)

Tavallisin ja näkyvin kivityö kaupunkiympäristössä on kaduilla käytetty joko luonnonkivinen tai betonikivinen päällyste. Katujen materiaalivalintoihin vaikuttavat katutilan käyttö, kadun kaupunkikuva ja pinnoille asetetut tekniset vaatimukset. Betonituotteista ja luonnonkivistä rakennetaan katuja, toreja, vesirakenteita ja taideteoksia. Ympäristörakentamisessa kivien käyttö on lisääntynyt ja sitä suositaan yhä enemmän myös yksityisillä alueilla (Aikaa ja käyttöä kestäviä ekologisia ratkaisuja. 2018.)

Kunnat ja kaupungit panostavat julkisten paikkojen näytävyyteen ja kestävyysmyös infrarakentamisessa. Erilaisia kivipintoja ja kivrakenteita käyttämällä

saadaan nopeasti näyttävää, kestäväää ja helppohoitoista katupäälylystettä sekä viihtyisiä ja kauniita rajauksia puistojen viheralueisiin. (Mesimäki 2002, 7.)

Kivien asennus- ja käyttötarkoitukset voivat kuitenkin poiketa suuresti toisistaan. Näistä tietämätön voi valita väärän kiveystyyppin tai asennustavan päätyä ratkaisuun, joka ei kestä sille suunniteltua käyttöä esimerkiksi liikenteen, kunnossapidon eikä vuodenaikojen vaihteluista johtuvia rasituksia. Nykyrakentamisessa suunnitteluratkaisuja laajasti ohjaavia tekijöitä ovat tekniset ja taloudelliset perusteet, jolloin erilaisten materiaalien käytöllä on suuri merkitys rakennuttajan tahdon ja suunnittelijan mielikuvien ilmaisussa. (Mesimäki 2002, 7.)

Kotimainen kivi on sataprosenttisesti kierrätettävä ekologinen lähituote ja sen hiilijalanjälki on erityisen matala. Useat kaupungit ja kunnat ovat ilmoittaneet tavoittelevansa olla hiilineutraaleja lähivuosien aikana. (Aikaa ja käyttöä kestäviä ekologisia ratkaisuja. 2018.)

3 Infrarakentamisessa yleisesti käytettävät kivet

Kaupunkiympäristössä yleisimmin näkyvät kivet ovat niin sanotut pihakivet ja reunakivet. Pihakivi-termi sisältää lukemattomia erilaisia betonisia tai luonnonkivisiä pihakiviä ja -laattoja, jotka eroavat toisistaan kooltaan, väriltään, muodoltaan, käyttötarkoitukseltaan ja/tai kestävyydeltään. Reunakivillä tarkoitetaan liimattavia-, upotettavia-, naulattavia-, tai liukuvalettaviareunakiviä. Muita kivityyppejä, joita tässä opinnäytetyössä ei käydä tarkemmin lävitse ovat porraskivet, muurikivet, opaslaatat, liuskekivet, sekä kourut.

3.1 Betonikivet

Betonikivet ovat nimensä mukaisesti betonimassasta valmistettuja kiviä. Valmistusprosessin ansiosta betonikiviä pystyy valmistamaan eri muotoisia, kokoisia ja värisiä. Tämä luo lähes äärettömän määrän kuvioita ja väriyhdistelmiä, joita voidaan käyttää esimerkiksi pihojen tai kaupunkialueiden piristämiseen.

Alla esimerkkejä, kuinka erilaisista kivistä voidaan luoda miellyttävän näköisiä kiveyksiä.



Esimerkki 1 Luostarikivi (Rudus.fi)



Esimerkki 2 Riimukivi (Rudus.fi)



Esimerkki 3 Romba-kivi (Rudus.fi)

Betonikivet ja -laatat valmistetaan koneellisesti puristus täryttämällä maakosteasta betonimassasta. Värjäämättöminä betonikivistä tulee harmaita. Kivet on mahdollista värjätä ulkoapäin jälkikäteen tai läpivärjätä valmistusprosessin aikana.

Betonilaatat voivat olla pintakäsittelyltään mm. sileitä, hiekkapuhallettuja tai hienopestyjä. Kiven pintaa voidaan muokata muotoilemalla, jälkikäsittelemällä tai kemiallisella käsittelyllä ja tuottaa näin esim. elävää antiikkipintaa, profiloitua pintaa ja patinoitua pintaa. Betonikivien suorakulmaisissa särmissä voi olla viiste tai pyöristys. Kivissä voi olla myös erilaisia toiminnallisia profiileja ja/ tai koriste profiileja

Kiven kestävyys vaikuttaa suuresti kiven paksuus. 4-6 cm paksut kivet soveltuvat koristekiviksi ja jalan liikuttaville alueille, 6 cm soveltuu vähäiselle henkilöautoliikenteelle ja 8 cm ja paksummat kivet kestävät säännöllistä raskasta liikennettä.

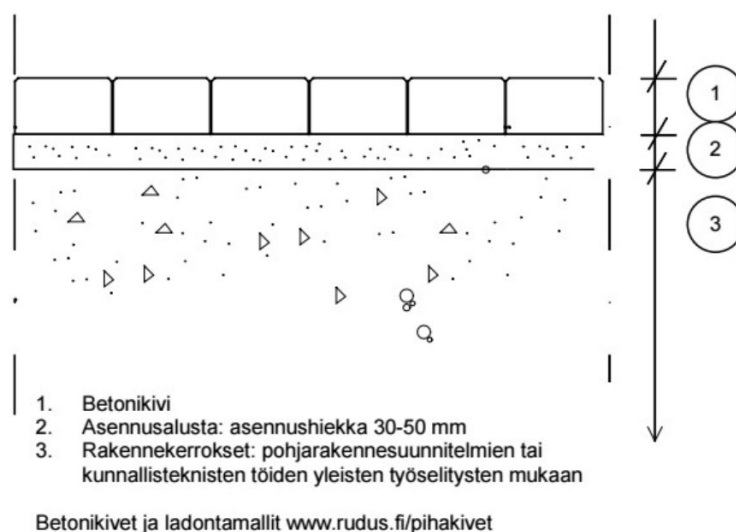
3.1.1 Kivien asennus

Betonikivien ja -laattojen asennus tapahtuu tavallisimmin asentamalla betonikivet asennushiekan (0-8 mm) tai kivituhkan (0-6 mm) varaan. Asennus alusta tasetaan valmiin pinnan muotojen mukaan ja tiivistetään painumien välttämiseksi.

Tämän jälkeen kivet asennetaan asennusalustalle yleensä tiiviisti toisiinsa tukeutuen. Saumojen linjoja seurataan linjalankojen avulla. Kivien asennuksen jälkeen kiveys tulee saumata. Saumausaineena voidaan käyttää saumaushiekkaa (0-1 mm) tai muita saumausaineita (mm. GftK- ja Grepur sauma-aineet). Saumaushiekkaa ja saumausaineita on mahdollista tilata eri värisiä, tavallisimmat värit ovat värjäämätön ja musta. Tarvittava saumausainemäärä riippuu asennettavien kivien koosta. Korkeat ja pienet kivet tarvitsevat enemmän saumaainetta, matalat ja suuret kivet vähemmän.

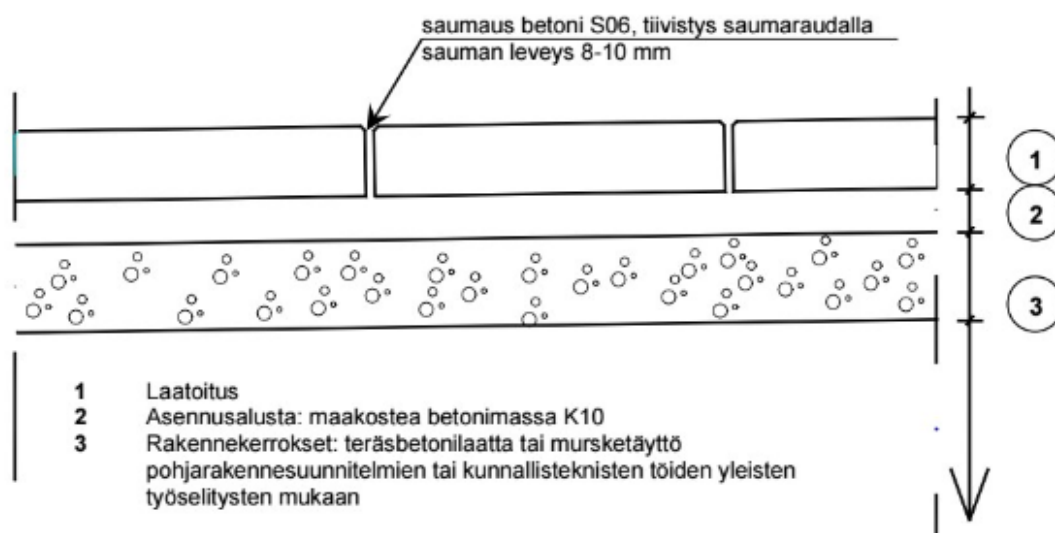
Saumaushiekkaa käytettäessä kivet tulee täryttää kumilätkällä varustetulla kevyellä tärylätkällä saumaushiekan levittämisen jälkeen. Saumaushiekkaa lisätään saumoihin, kunnes täryttäessä hiekka ei enää painu saumaan. Saumaushiekka tulee tämän jälkeen tiivistymään vielä sateisella kelillä, joten saumaushiekkaa voi joutua lisäämään myöhemmin. Saumat voi myös kastella itse, jolloin saumat saa heti viimeistelyä.

Saumausbetonia käytettäessä saumausbetoni levitetään asennettun kiveyksen saumoihin ja saumat tiivistetään käyttäen saumarautaa. Saumausbetonia käytettäessä kiveystä ei tärytetä tärylätkällä. Tiivistyksen jälkeen kivien pinta pestään puhtaaksi.



Kuva 4 Betonikiveyksen asennus asennushiekalle (InfraRyl)

Betonikiviä ja -laattoja voidaan asentaa myös maakostean betonimassan vaaraan. Asennus tapahtuu levittämällä maakostea betonia kiveyksen asennusalustaksi, asennusalusta tasataan valmiin pinnan muotoon huomioiden pieni tiivistysvara. Juuri ennen kivien asentamista asennusalustan päälle kaadetaan sementtiliimaa, jonka päälle kivet ladotaan. Jokainen asennettu kivi tulee naputella oikeaan korkoon kuminuijalla. Kiveyksen päällä ei voi liikkua ennen maakostean betonin kovettumista, sillä kivet tulevat painumaan ja kääntymään painon seurauksena.



Kuva 5 Betonilaattojen asennus maakosteaan betonimassaan (InfraRyl)

3.2 Luonnonkivet

Luonnonkivien valmistus alkaa graniitin louhinnalla, kiintokalliosta irrotetaan ensin suuri kivilohkare eli kami. Irrotuksen jälkeen se paloitellaan pienemmiksi loh-kareiksi ja lopulta määrämittäisiksi ja määrämuotoisiksi kiviblokeiksi. Graniittia louhitaan poraamalla, räjäyttämällä ja kiilaamalla. Koska tarkoituksena on saada suuria ja ehjiä loh-kareita, käytetyt räjähdysainemäärät ovat huomatta-vasti pienempiä ja laadultaan ”hellävaraisempia” kuin esim. malminlouhinnassa kaivoksessa tai tiepohjan louhinnassa. (kivi.info.)



Kuva 6 Graniitin louhintaa (ashapura.com)

Toisin kuin betonikivissä, luonnonkivien väriin ei pysty vaikuttamaan valmistus-prosessin aikana ja värivaihtoehdot syntyvä joko louhimalla eriväristä graniittia tai värjäämällä kivet jälkikäteen. Suomessa louhittavia graniittivärejä ovat punai-nen, harmaa, vihreä, musta, ruskea ja monivärinen graniitti.

Graniittikivien pintakäsittelyyn voidaan vaikuttaa, jolloin graniittikiviä voidaan ti-lata lohkotulla, poltetulla, hiotulla tai ristipäähakatulla pinnalla.

Lohkottu pinta: Kiven lohkaisusta syntynyt karhea pinta.

Poltettu pinta: Muotoon sahatun kiven pinta poltetaan, jolloin kiven pinnasta irtoa sahausessa vaurioitunut kiviaines. Pinta on sileä ja voi olla liukas.

Ristipäähakattu pinta: Muotoon sahatun kiven pintaan hakataan koloja, jolloin kiven pinnasta tulee karhea. Kolojen syvyyteen ja etäisyyteen toisistaan pystyy vaikuttamaan.

Hiottu/kiillotettu pinta: Muotoon sahatun kiven pinta hiotaan tai kiillotetaan. Tällöin kiven todellinen väri tulee esille. voivat olla liukkaita.



Kuva 7 Pintakäsittelyltään poltettuja graniittilaattoja (keskellä) ja lohkottuja noppakiviä (sivuilla) (Rudus.fi)

Luonnonkivien asennus tapahtuu samalla tavalla kuin betonikivien ja laattojen (Katso sivut 10-12).

3.3 Reunatuet

Reunatukien tarkoitus on jäsentää ja rajata katutilaa. Reunatuilla erotetaan sen luoman tasoeron avulla eri käyttötarkoituksiin varattuja alueita toisistaan, kuten istutukset, ajoneuvoliikenne ja jalankulku. Reunatukien avulla myös vahvistetaan päälysteiden reunoja, ja ne toimivat usein osana kuivatusjärjestelmää ohjaamalla katujen vesiä. (Åvist - Leskinen 2020.)

Reunatukia käytetään mm.

- selkeyttämään ajoradan ja jalkakäytävän rajaa, erityisesti ettei heikonäköinen kävele huomaamattaan ajoradalle.
- ohjaamaan vesi pois eroosioherkistä tierakenteista ja/tai ohjaamaan vesi sadevesikaivoon.
- saarekkeissa, jotta saadaan liikenne ohjattua poispäin mahdollisista liikennemerkeistä tai kevyenliikenteen odotustilasta.

Saarekkeilla on myös oikein suunniteltuina liikenteen vauhtia hiljentävä vaikutus, jonka takia saarekkeita käytetään paljon kaupunkiympäristöissä.



Kuva 8 reunakiviä käytetään kävelytien erottamiseen ajoradasta, sekä ohjaamaan liikenne pois liikenneopasteista (akaanseutu.fi)

Reunatukia ei kuitenkaan tulisi käyttää ilman syytä, sillä reunatuet hankaloittavat kunnossapitoa ja korkeanopeuksisilla teillä voivat aiheuttaa auton kaatumisen ja/tai haitata kaiteiden toimintaa.

Reunakiviä on useampaa eri laatua. Yleisimmin kaduilla näkyvät kivet ovat upotettavat- ja liimattavat reunakivet. Myös vähemmän tunnettuja naulattavat reunakiviä ja liukuvalettavia reunakiviä näkyy satunnaisesti.

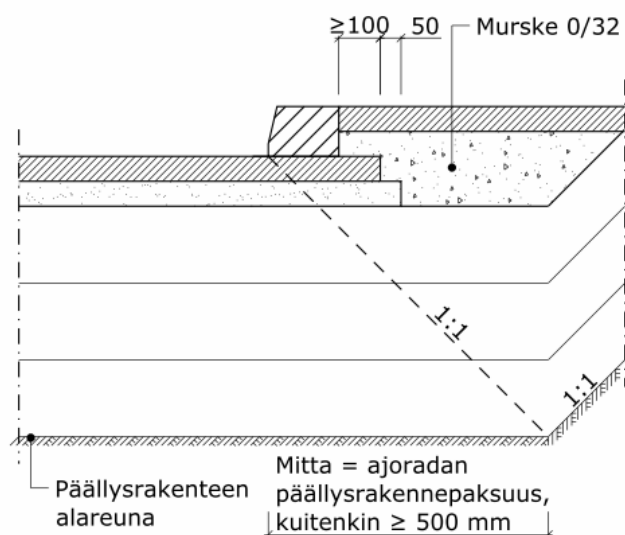
Reunakiville on asetettu kovemmat standardit kuin tavallisille pihakiville kovemman kulutuksen takia. Reunakivien tulee kestää lämpötilanvaihtelu, tiesuola, aura-auton kolistelu, jne. murenematta liikenneturvallisuuden sekä kuivatuksen takia.

Luonnonkiviset reunakivet ja niiden vaatimukset on määritelty standardissa SFSEN 1343 ja SFS 7017. Kiven alkuperän tulee olla tunnettu ja louhimon sijaintipaikkakunnan koordinaattitietojen tulee ilmetä alkuperäistiedoissa. Kivissä ei saa olla lohkeamia, rapautumia tai muita lujuuteen haitallisesti vaikuttavia halkeamia tai tekijöitä. Näkyviin jäävällä pinnalla ei saa näkyä porausjälkiä. Reunakivien on oltava valmistettu kallion luston suuntaisesti katkeamisen estämiseksi. (InfraRYL.)

Betoniset reunakivet tulee olla CE-merkittyjä, mutta jos tuotteen kelpoisuutta ei ole ositettu CE-merkinnällä, asiakirjoissa vaaditut tuotteen ominaisuudet voidaan osoittaa luotettavasti rakennuspaikkakohtaisilla kokeilla tai asioista vastaavan ministeriön tuotehyväksynnällä. EU:n rakennustuoteasetus (305/2011) edellyttää, että valmistajan on osoitettava myyntiin tarkoitettujen betonisten reunatukien 14 ominaisuudet suoritustasoilmoituksella (DoP) SFS-EN 1340:n mukaisesti sekä tuotteeseen liitetyllä CE-merkinnällä. (InfraRYL.)

3.3.1 Liimattavat reunakivet

Liimattavat reunakivet saavat nimensä asennustavastaan. Kivet asennetaan liimalla ne asfalttiin tai muulle kovalle pinnalle. Ennen kivien asennusta asfalttiin merkataan linja, jota pitkin kivet tullaan asentamaan. Linjaa merkatessa tarkistetaan vielä, että asfaltissa ei ole suurempia muhkuroita tai halkeamia, jotka estäisivät kivien asennuksen. Samalla varmistetaan, että asfalttia on tarpeeksi leveällä alueella ja että asfalttia riittää vielä vähintään 10 cm kivien takapuolelle, jolloin asfaltti ei pääse murtumaan kiven alta esim. aura-auton kolautuksesta.



Kuva 9 Liimattavan reunakiven oikeaoppinen asentaminen (InfraRYL)

Jotta liimattavien reunakivien asennus voidaan aloittaa, tulee asfaltin pinnan olla kuiva ja puhdas kaikenlaisesta irtopölystä. Kiven asennus tapahtuu lämmittämällä asennuskohdan asfalttia ja kiven pohjassa olevaa bitumiliimanauhaa tehokkaalla kaasuliekillä koko kiven pituudelta, kun bitumiliimanauha on sulanut tarpeeksi asennetaan kivi merkkien mukaisille paikoille ja nuijitaan se kuminuijalla tiiviisti alustaan ja edelliseen kiveen kiinni. Bitumi jäähdyttää paikoilleen

muutamassa sekunnissa, jonka jälkeen kiveä ei pysty siirtämään vahingoittamatta joko kiveä tai asennus-alustaa.

Liimattavia reunakiviä on mahdollista tilata eri kokoisina. Nykyään yleisimmin käytetyt koot ovat korkeudeltaan 16 cm, 12 cm, 8 cm ja 6 cm. Kivien pituudet vaihtelevat riippuen haluaako suoraa kiveä, kaarrekiveä vai madalluskiveä. Eri korkuiset reunakivet eroavat toisistaan myös sivuprofiilinsa puolesta.

16 cm ja 12 cm liimattavat reunakivet ovat muodoltaan neliömäisiä ja käytetään pääsääntöisesti pääkaduilla ja kokoojakaduilla. 8 cm reunakivi on hieman kolmiomainen ja kiveä käytetään yleisimmin rauhallisemmilla tonttikaduilla ja hidaskaduilla. 6 cm kivi on muodoltaan litteä. Kiveä käytetään pääsääntöisesti yliajokivenä, tarkoittaen että kiveä käytetään pakoissa joissa halutaan veden pysyvän ajoradan puolella, mutta kiven yli ajetaan usein tai muuten tarvitaan matalampi kivi, esimerkiksi pihaliittymät ja suojatiet.



Kuva 10 Madalluskiven käyttäminen 12 cm -> 6 cm

Irrotettuja tai purettuja liimattavia reunakiviä ei pysty/saa käyttää uudelleen, joten työmaat joutuvat tilaamaan uudet kivet ennallistamista varten. Kun uusia kiviä joudutaan tilaamaan, tulee olla tarkka vanhojen kivien mitoista, etenkin

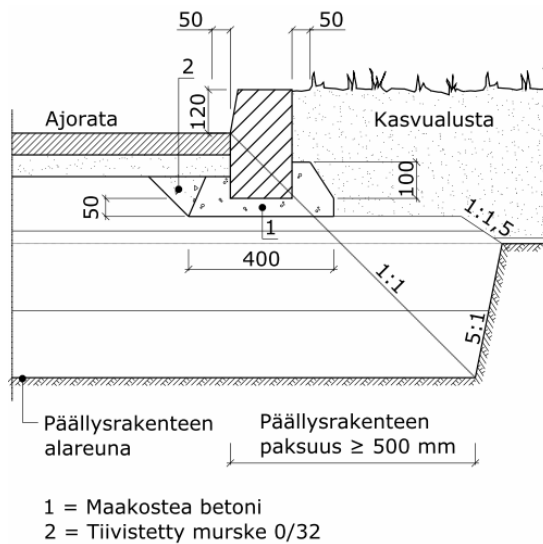
kaarrekivien kanssa kannattaa olla tarkka ja mitata jokaisen puretun kaarreki-
ven pituus ja kaarteiden säde sillä on mahdollista, että tismalleen saman kokoista
kiveä ei valmisteta enää.

3.3.2 Upotettavat reunakivet

Katu- ja tiealueilla reumatuki tulee yleensä jakavan tai kantavan kerroksen va-
raan. Tuen alus tehdään 0-8 mm:n murskeesta. Asennuskerroksen paksuuden
tulisi olla n. 50 mm. Mikäli kadun omat rakennekerrokset eivät ole riittävät, tiivis-
tetään asennusmurskeen alle kantava sora- tai murskekerros. Asennusta varten
tehdään riittävän leveä ja tasainen asennusalue. Reumatuen asennuslinjalle
kaivetaan asennusura, joka on 30–50 mm reumatuen suunnitellun alapinnan
alapuolella sekä vähintään 500 mm leveä. (maisemabetoni.fi.)

Upotettava reumatuki asennetaan siten, että se tukeutuu koko pituudeltaan ja le-
veydeltään huolellisesti sullottuun maakosteaan betoniin. Kivi tuetaan molem-
min puolin sullomalla täyttö reumatukea vasten

Upotettavat reumatuet voi tukea myös säänkestävällä lujuusluokan C16/20 beto-
nilla. Upotettavaa reumatukea asennettaessa asennusbetonin menekki on noin
30...50 l/m. Asennusbetoni ulotetaan korkeintaan noin 50 mm:n etäisyydelle
päälle tulevan päällystyksen alapinnasta. Asennusbetoni on käytettävä 2 tunnin
kuluessa valmistamisestaan, ja siinä tulee olla riittävästi kosteutta, jotta tiivistä-
minen sullomalla onnistuu vaikeuksitta. Kosteuden haihtumista voidaan estää
peittämällä. (InfraRYL.)



Kuva 11 Upotettavan reunatuen asennus (InfraRyl)



Kuva 12 Upotettavan reunakiven asennus (Maisemabetoni.fi)

Upotettavia reunakiviä valmistetaan eri korkuisia, paksuisia ja pituisia, Tämän lisäksi valmistetaan myös kaarre- ja madalluskiviä. Infrarakentamisessa käytettävät betoniset upotettavat reunakivet ovat 300 mm korkeita ja 170 mm paksuja,

pituuudet vaihtelevat 1 metrin ja 0,5 metrin välillä, riippuen valitseeko suoran kiven vai kaarre- tai madalluskiven.

Toisin kuin liimattavia reunakiviä, ehjiä upotettavia reunakiviä pystyy uusiokäyttämään ennallistamistyömailla

Upotettavien reunakivien asennus eroaa muiden reunakivien asennuksista työjärjestyksensä takia. Liimattavat-, naulattavat ja liukuvalettavat reunakivet vaativat allensa asfaltin, joten tapauksissa, joissa liimattavilla-, naulattavilla tai liukuvalettavilla reunakivillä erotetaan kevyenliikenteenväylä ajoradasta kivien asennusjärjestys on 1. Ajoradan asfaltointi, 2. liimattavien, naulattavien tai liukuvalettavien reunakivien asennus 3. Kevyenliikenteenväylän asfaltointi. Tämä tarkoittaa, että asfalttiporukka joutuu tulemaan työmaalle kahtena eri kertana. Upotettavien reunakivien hyötynä on, että reunakivet voidaan asentaa paikalleen jo ennen asfaltointia ja asfaltointi voidaan hoitaa yhdellä kertaa. Tällöin työjärjestys on 1. Upotettavien reunakivien asennus 2. Ajoradan ja kevyenliikenteenväylän asfaltointi.



Kuva 13 Betoninen upotettava reunakivi



Kuva 14 Luonnonkivinen reunakivi madalluksella

3.3.3 Liukuvalu

Liukuvalu on hyvä vaihtoehto perinteisiin reunakiviin verrattuna. Liukuvalumenetelmällä saadaan aikaiseksi kestävä, yhtenäinen ja siisti lopputulos. Liukuvalun etuina on mm. saumaton rakenne, hyvä aurauksen ja tiesuolan kesto. Liukuvalu on helppo tapa korottaa vanhoja reunakiviä ja asennus onnistuu myös epätasaiselle alustalle. Huonoja puolia on, että betonin kuivuminen vie aikaa ja jos liukuvalulla estetään kulku esim. tonteille niin liukuvalun päälle tulee asentaa yliajosuojat kovettumisajaksi

Liukuvalussa käytetään kuitubetonia, joka kestää hyvin kulutusta sekä suolan ja lämpötilavaihteluiden aiheuttamaa räsytystä. Valun yhteydessä asennetaan raudoitus, joka lisää tuotteiden kestävyyttä. Valettavat reunakivet ankkuroidaan alustaan harjaterästapeilla, jolloin ne kestävät sivusuuntaista räsytystä.

Liukuvalutekniikalla voidaan kunnostaa vanhat huonokuntoiset tai liian matalat reunakivet ilman, että vanhaa rakennetta täytyy ensin poistaa. Vanhojen reunakivien päällystäminen ja korottaminen liukuvalubetonilla säästää kustannuksia,

koska tällöin vältetään vanhan rakenteen poistamiselta ja uudelta asfaltoinnilta. Uusi reunakivi valetaan vanhan rakenteen päälle.



Kuva 15 Liukuvalu (Betonilaatta.fi) (Kuva ei ole otettu GRK:n Työmaalta)

3.3.4 Naulattava reunakivi

Naulattavan reunakiven käytöllä on useita etuja upotettavien tai liimattavien reunakivien käyttöön verrattuna. Naulattavia reunakiviä voidaan asentaa sateella tai pakkasella. Myös kivien kanssa työskentely on helpompaa, koska kivi naulataan kiinni vasta kun se on oikealla paikalla. Naulattavien reunakivien asentaminen on yleensä myös nopeampaa, kuin upotettavien tai liimattavien reunakivien asennus. Yksittäisen vaurioituneen kiven vaihtaminenkin sujuu helposti, koska kiven pystyy irrottamaan alustaa vaurioittamatta.

Spikma-naulattavissa reunakivissä on esiasennetut naulat. Ne ovat asennettuna uraan, joka ohjaa naulat suoraan alustaan ja poravasaran iskuriin. Naula 70 x 4,7 on valmistettu erikoisteräksestä, jossa on erittäin vahva korroosiosuojaus. Naulan leikkauslujuus on 115 kp/mm², joka tarkoittaa 2,3 tonnia/naula. (pihakivipori.fi.)

Naulattavien reunakivien asennus on yksinkertainen prosessi. ensiksi varmistetaan asennusalueen tasaisuudesta ja harjataan irtosora pinnalta pois.

Seuraavaksi kivet asetetaan haluttuun linjaan ja tarkistetaan, että linja näyttää hyvältä ja lopuksi kivet naulataan kiinni. Naulauksessa käytetään yleensä naulausvarustuksella varustettuja sähköisiä poravasaroita. Asennettaessa pitkiä matkoja voidaan poravasarat asettaa aggregaattivaunuun. Lyhyitä matkoja naulataessa voidaan naulaukseen käyttää myös käsikäyttöistä naulainta.



Kuva 16 Naulattava reunakivi (Benders.se) (kuva ei ole otettu GRK:n työmaalta)

4 Ennallistamiskohteissa kohdattuja ongelmia

Työmaan ennallistaminen tarkoittaa, että työmaa-alue tulee palauttaa vastaavaan kuntoon, jollainen alue on ollut juuri ennen työmaan aloittamista. Tämä tarkoittaa kivitöiden osalta sitä, että kivetyksien pitää näyttää silmämääräisesti samalta kuin ennen työmaan aloitusta. Myös korot pitää olla samassa korkeudessa, jossa ovat olleet ennen työmaan aloitusta ja kaikkien kaatojen pitää osoittaa oikeisiin suuntiin kuivatuksen toimivuuden takaamiseksi.

Jokainen ennallistamiskohde on erilainen ja jokaisessa tulee vastaan omat haasteensa. Kivitöitä voidaan ennallistaa joko käyttämällä vanhat kivet uudelleen tai asentamalla uudet kivet vanhojen tilalle. Jotta ennallistaminen onnistuisi kustannustehokkaimmin, tulee työmaan aloittamisen yhteydessä päättää kannattaako säilyttää vanhat kivet vai korvata vanhat kivet uusilla kivillä.

Kivien uudelleenkäytön edellytyksenä on, että kivet ovat ehjiä ja puhtaita. Haljenneita kiviä ei voi asentaa uudelleen ja jos kivet ovat päässeet esim. sammaloitumaan, niin sammal tulee poistaa kiven pinnasta ennen takaisin asennusta.



Kuva 17 Ennallistettu kivetys uusilla kivillä (kiveyksen vasen yläkulma)

Osittain purettujen kivetysten ennallistaminen on hitaampaa kuin uuden kivetysalueen rakentaminen. Syinä on mm.

- Usein kiviä joudutaan purkamaan hieman laajemmalta alueelta, jotta pohja saadaan tiivistettyä vanhaa pohjaa vastaavaksi.
- Jos pohjan uusi korko on muuttunut työmaan aikana, leikkauskivet eivät välttämättä sovi entisille paikoilleen ja kivet täytyy leikata uudestaan

- Jos leikkauskivet joudutaan uusimaan, niin tarvitaan lisää kiviä kivetyksen ennallistamiseen, usein tarve selviää vasta kun asennus on alkanut
- Painuminen joudutaan huomioimaan tarkemmin
- Jos kivetyksessä on kuviointia, joka on luotu leikkauspaloilla, niin oikean palan löytäminen tiettyyn kohtaan voi olla hidasta.



Kuva 18 Pihaliittymän ennallistamisessa vanhat leikkauskivet käytetty uudelleen, jolloin reunakiven ja kivetyksen väliin jäänyt parin sentin sauma

4.1 Uusien kivien tilaaminen

Uusien kivien tilaamisen luulisi olevan ihan yksinkertainen juttu, mutta kun ottaa huomioon, että tälläkin hetkellä myynnissä on tuhansia eri kokoisia, värisiä ja eri pintakäsittelyillä olevia kiviä, joten juuri oikean kiven löytäminen voi osoittautua hankalaksi.

Kivet myös haalistuvat auringonpaisteessa, joten saman väristä kiveä voi olla mahdotonta löytää mistään. eri kivet haalistuvat eri tahtiin, joten joitain uusia kiviä pystyy sekoittamaan myös vanhojen kivien sekaan eikä kukaan huomaisi

eroa, toiset kivet taas menettävät värinsä täysin muutamassa vuodessa ja ne tulisi korvata vain toisilla yhtä haalistuneilla alkuperäisin samanvärisillä kivillä.

Työmailla on tullut myös vastaan ongelmia, että tarvittavan kokoisia/muotoisia kiviä ei valmisteta enää, eikä kiviä ole saatavilla edes tilaustuotteina. Tästä syystä etenkin reunakiviä tilatessa tulee olla tarkkoja kaarrekivien säteiden, sekä pituuksien kanssa.



Kuva 19 Uusi ja vanha betoninen upotettava reunakivi

4.2 Kiviurakoitsijoiden kiireinen aikataulu

Loppukesä ja syksy ovat kiviurakoitsijoiden kiireisintä aikaa ja jos kiviurakoitsijoiden palkkaaminen jää viime hetkeen niin saattaa olla hankala löytää työntekijöitä. Kivitöiden teosta kannattaa sopia mahdollisimman pian, jotta pystyy arvioimaan tarvittavien kivitöiden määrää ja mahdollista aikataulua.

4.3 Yksityispihojen kivitöiden ennallistaminen

Yksityispihoja ennallistettaessa tulee vastaan samat ongelmat kuin muissakin kivitöissä, mutta lisäksi tulee ongelmaksi kommunikoinnin tarve työmaan ja pihan omistajan/käyttäjän kanssa. Kommunikointi on yksi tärkeimmistä tavoista taata, että pihan ennallistaminen onnistuu ongelmitta. Laadukas kommunikointi luo luottamusta työmaan ja pihan omistajan välille, tämä helpottaa itse töiden tekoa, sekä asioiden ratkaisua mahdollisten ongelmatilanteiden kohdalla.

Mitä kommunikoinnin tulisi sisältää vähintään:

- Ennen työmaan aloitusta ilmoitus pihan omistajalle, että pihan kivitöitä tullaan purkamaan ja samalla kerrotaan, että piha tullaan ennallistamaan myöhemmin. On myös hyvä mainita, että tästä ei synny kuluja pihan omistajalle. Samalla voidaan kysyä mistä kivet ovat ostettu ja minkä nimisiä kivet ovat, sekä minkälaista saumaushiekkaa on käytetty (Laatu, väri jne.). Tämä auttaa, jos kiviä tarvitsee tilata lisää.
- Ilmoitus tarkasta päivämäärästä ja ajasta milloin kivet puretaan pihalta. Tämä sen takia, että pihalta ei voi hetkeen lähteä autolla liikkeelle.
- Ilmoitus tarkasta päivästä milloin kivet tullaan asentamaan takaisin ja arvio tarvittavasta ajasta. Tämä sen takia, että pihalta ei voi hetkeen lähteä autolla liikkeelle.

4.4 Maan painuminen

Maan painuminen on tavallinen ilmiö työmailla ja yleensä huomioitu jo rakenteiden suunnittelussa. Siistin ja tasaisen lopputuloksen kannalta kivitöitä ennallistettaessa on tärkeää huomioida uuden kivetyksen painuminen vanhaan kivetykseen verrattuna.

Vanha kivetyks ei todennäköisesti tule painumaan enää ilman ulkopuolisia syitä, kun taas uusi kivetyks tulee lähivuosina todennäköisesti painumaan muutaman millin tai sentin, riippuen pohjamaasta ja kuinka hyvin pohja on tiivistetty. Varsinkin kivetykset, jotka joutuvat kestäämään ajoneuvoliikennettä.

4.5 Asfaltin epätasaisuus

Liimattavia reunakiviä asennettaessa on hyvin tärkeää, että kiven kohdalla oleva asfaltti on tasaista, sillä kiveä ei saa tarttumaan liian epätasaiseen pintaan. Jos liima ei ole tarttunut kiinni koko kiven pituudelta niin kivellä on suuri riski irrota ja halkeilla, etenkin talvella lumiauran tönäistessä kiveä.

5 Ongelmien minimointi

5.1 Kivialueiden kuvaaminen

Jo ennen työmaan aloittamista jokainen työmaa-alueelle kuuluva kivialue kannattaisi käydä kuvaamassa ja riippuen työmaan ennallistamista varten annettujen mallien laadusta kannattaa myös käydä kiertämässä mittamiehen kanssa kivialueet läpi ja tallentaa korkotiedot, sekä kivialueiden rajat, ennallistamistyön helpottamiseksi.

Kuvien ottamisesta on hyötyä koko työmaan ajan. Kuvien avulla pystyy laskemaan mahdollisten korjattavien kivien määrää, kuvat pystytään jakamaan ennallistamistyön tekeville kivihenkilöille lopputuloksen laadun takaamiseksi ja tärkeimpänä kuvista näkee mahdolliset ennen työmaata olleet epätäydellisyydet, esim. jo olemassa oleva painumat työmaa-alueen ulkopuolella, tai jos kivetykseen on käytetty eri värisiä kiviä.

5.2 Vanhat kivet

Lähes kaikki kivialueet on mahdollista purkaa kiviä rikkomatta ja kivet on mahdollista uusiokäyttää ja asentaa takaisin työmaan jälkeen, mutta tämä ei kuitenkaan aina ole kustannustehokkain tapa.

Pienillä kivialueilla kivien säästäminen on yleensä kustannustehokkain tapa, kun taas isoilla kivialueilla uusien kivien tilaaminen on kustannustehokkaampaa.

Esimerkki 1: Työmaalle kuuluu ainoastaan pieni pala purettavaa kivetystä, oletetaan n.15 m², kivet on helppo kasata lavan päälle ja siirtää sivuun odottamaan takaisin asennusta. näin säästyy aikaa ja rahaa, joka menisi uusien kivien tilaamiseen ja toimitukseen. Eikä näin myöskään tule ongelmia mahdollisten väri eroavaisuuksien kanssa

Esimerkki 2: Työmaa sijaitsee keskusta-alueella ja varastotilaa on rajoitetusti. Purettavaa kivetystä on 500 m² tai enemmän. Kivien lastaaminen lavoille ja varastotilan varaaminen haittaisivat työmaan etenemistä niin paljon, että on helpompaa ja tehokkaampaa tilata uudet kivet vanhojen tilalle.

5.3 Aikataulutus

Hyvin suunniteltu ja luotettava aikataulu on tärkeä tapa suunnitella ja seurata työmaan edistymistä. Hyvän kivitöiden aikataulun tekemisessä huomioitavia asioita ovat mm. töiden määrä ja työryhmän työtahti.

5.3.1 Töiden määrä

Jo työmaan alkuvaiheilla kannattaa ottaa huomioon kuinka paljon kivitöitä joudutaan purkamaan työmaan edestä. Työmäärästä tulisi laskea arvioidut neliömäärät betonikiville sekä metrimäärät reunakiville

5.3.2 Työtahti

Kahden henkilön kivityöryhmä saa rakennettua uutta kivetystä keskimäärin 50 m² 8 tunnin työpäivän aikana riippumatta kiven koosta tai asennusalustasta. Työtahti voi jopa puolittua, kun kivetystä pitää ruveta sovittamaan vanhan kivityksen kanssa, etenkin ahtaissa paikoissa. Työtahti voi hidastua myös, jos kivitykseen tulee paljon kuviointeja ja/tai leikkuupaloja.

Kahden henkilön kivityöryhmä saa asennettua liimattavaa- ja/tai naulattavaa reunakiveä keskimäärin 170 metriä jokaista 8 tunnin työpäivää kohden. Työtahti

voi hidastua linjan kaarteiden, sekä madallus- ja kaarrekivien käytön seurauksena.

Upotettavan reunakiven asennus on hieman hitaampaa, joten kahden henkilön kivityöryhmä saa asennettua upotettavaa reunakiveä keskimäärin 60 metriä 8 tunnin työpäivää kohden. Olettaen että työryhmälle ei ole kaivettu asennusuraa valmiiksi. Työtahti voi hidastua linjan kaarteiden, sekä kaarre- ja madalluskivien käytön seurauksena

Työtahdissa ja laadussa voi olla suuriakin eroja eri urakoitsijoiden välillä, jonka takia kannattaa valita urakoitsijat tarkkaan.

5.3.3 Muita aikataulussa huomioitavia asioita

Työjärjestys: Liimattavat, naulattavat ja liukuvalettavat reunakivet vaativat alensa asfaltin, kun taas upotettavat reunakivet tulisi asentaa ennen asfaltointia. Pihakivien asennus onnistuu joko ennen asfaltointia tai asfaltoinnin jälkeen, poikkeuksena tapaukset, joissa kiveys rajautuu asentamattomaan liimattavaan, naulattavaan tai liukuvalettavaan reunakiveen.

Kivitulaukset: Tilataanko kaikki kivet kerralla vai useammassa tilauksessa. Kerralla tilattaessa säästää toimituskuluissa, mutta kivimäärät tulee olla tarkemmin laskettuja, jotta kivet eivät loppuisi kesken. Useammalla tilauksella kivien riittävyyttä pystyy arvioida työmaan edetessä ja mahdolliset kesken loppuneet tai loppumaisillaan olevat kivet saadaan samaan tilaukseen mukaan. Kivihukkaa syntyy, kun kivetyksen kuviointi tai rajausta edellyttää leikkuupalojen käyttöä. Myös varastotilan riittävyys tulisi huomioida tilausta suunnitellessa

Muut materiaalitilaukset: Betonikiveys asennetaan tavallisimmin 0-8 mm asennushiekkan tai 0-5 mm kivituhkan varaan. Muita asennuslustoja on mm. maakosteaa betonimassa. Kiveyksiä asennettaessa kivien väleihin jäävät saumat tulee peittää joko saumaushiekalla tai muilla saumausmenetelmillä. Saumausaineen tarve riippuu täysin asennettavien kivien koosta. Pienille 208x68x80 mm

luostarikiville saumaushiekkaa kuluu n. 6 kg/m², Suuremmille 698x698x80 mm betonilaatoille saumaushiekkaa kuluu vai n. 1 kg/m².

5.4 Varastoalueet

Varastoalueita suunniteltaessa otetaan huomioon lavojen määrä, koko, paino ja voidaanko lavoja varastoida päällekkäin. Lavamäärää voi laskea kivien tarpeen mukaan. Ruduksen nettisivuilla on heidän tuotteillaan merkitty täysien lavojen painot, sekä kuinka monta neliömetriä lavallisella saa asennettua kiveystä. Lavapainot ja neliömäärät vaihtelevat tuotteiden välillä.

Esimerkiksi Luostarikiveä tulee 6,48 m² yhdellä lavalla ja lavapaino on 1 180 kg, Paitsi Oulun lavakoko on 8,2 m² ja 1 500 kg.

Reunakivissä lavakoot vaihtelevat hieman enemmän reunakivityyppien välillä. Upotettavaa suoraa H1 reunakiveä 1000x300x170 on yhdellä lavalla vain 12 metriä, painoa lavalla on 1 350 kg. Liimattavaa suoraa reunakiveä 1000x130x120 mahtuu yhdelle lavalle 48 metriä ja lavapaino on 1 640 kg.

5.5 Kustannusten ennustaminen

Kustannuslaskenta voidaan karkeasti jaotella kolmeen muotoon. Kustannusten ennustamiseen, kustannusten reaaliaikaiseen laskentaan ja kustannusten jälkilaskentaan. Tässä työssä keskitymme kustannusten ennustamiseen

Jotta kustannuksia pystytään ennustamaan, tulee tietää valitut työmenetelmät, kone- ja työntekijäkustannukset, materiaalihinnat, -menekki, -hukka ja toimituskustannukset. Muita kustannuksien määrään vaikuttavia ovat myös mm. rakennuskohteen koko, olosuhteet ja sijainti.

Kustannusennusteen laskeminen lähtee liikkeelle tarvittavien materiaalien kuten kivien, kivituhkan, maakostean betonin jne. määrien laskemisella. Ennallistettaessa tulee laskuissa huomioida mahdolliset uudelleenkäytettävät materiaalit.

Kun tarvittavien materiaalien määrästä on suurin piirteinen käsitys, voidaan aloittaa tarjouspyyntöjen laatiminen.

Kivitiöiden määrän laskemisen jälkeen voidaan arvioida kivien asennukseen tarvittava aika. Ajan saa laskettua ottamalla kivialueen koon ja jakamalla tämän luvun työtahdilla. Esimerkki: työalue on 200 m^2 tavallista betonikiveystä, kivityöryhmän koko on 2 työntekijää (työtahti n. $50 \text{ m}^2/\text{työvuoro}$). Näin ollen arvio vaadittavasta ajasta on $200 \text{ m}^2 / 50 \text{ m}^2 = 4$ työvuoroa. Esimerkissä ei ole huomioitu kiveyksen yhdistämistä vanhaan kiveykseen, eikä kuviointeihin/leikkuupaloihin kuluva aikaa, joten todellinen aika tulee todennäköisesti olemaan hieman pidempi.

Kun tarjouspyyntöihin saadaan vastaukset, saadaan samalla kustannusten enustamista varten käytettävät materiaali-, työ- ja konehinnat. Näitä hintoja ja kiviöiden arvioitua kestoja apuna käyttäen voidaan laskea erikseen työmaalle tulevat päivittäiset-, materiaali- ja työkustannukset. Päivittäisillä kustannuksilla tarkoitetaan kustannuksia, jotka tulevat työmaalle riippumatta edistyykö työt vai ei. Esim. kone- ja varastoaluevuokrat. Työkustannuksilla tarkoitetaan itse työstä tulevia kustannuksia, kuten työntekijöiden palkka.

Päivittäiset kustannukset ovat täysin työmaa kohtaisia, mutta jos oletetaan että esimerkkityömaalle kuuluu päivittäisiin kustannuksiin ainoastaan kiviensiirtelyyn tarvittava pyöräkuormaaja, niin työmaan päivittäiset kustannukset kiviöiden osalta olisivat ainoastaan koneen vuokran verran. Työkustannukset vaihtelevat työntekijän kokemuksen ja työnlaadun mukaan. Työkustannukset voidaan laskea ottamalla työntekijän tuntiansio ja lisäämällä tähän sosiaalikulut. Näin ollen, jos oletetaan että työntekijän tuntiansio on 23 €/h ja tähän lisätään sosiaalikulut (73%) saadaan tulokseksi $23 \text{ €/h} \times 1,73 = 39,79 \text{ €/h}$. Pyöristettynä työkustannukset olisivat n. 40 €/h jokaista kivityöntekijää kohden.

Yllä mainittua esimerkkiä hyödyntäen voidaan olettaa, että 200 m^2 kiveyksen asentamiseen menee n. 4,5 työvuoroa riippuen leikkuupalloista ja kiveyksen yhdistämisestä toiseen kiveykseen. Näin ollen esimerkki työmaalle tulisi arvion mukaan 5 päivän päivittäiset kulut ja 4,5 työvuoron työkustannukset eli 2

henkilöä x 8 tuntia x 4,5 työvuoroa x 40 €/h = 2 880 €. Näiden kustannuksien lisäksi työmaalle tulee vielä itse materiaali-, toimitus- ja siivouskustannukset sekä mahdolliset varastoaluevuokrat, lisä/muutostyöt, korjaustyöt jne.

Varmimmat tavat taata kustannusennusteen luotettavuus on tehdä kustannusennuste laadukkaasti, sekä palkkaamalla luotettava ja työnsä hyvin tekevä kiivurakoitsija, näin työmaa saa parhaan mahdollisuuden välttää mahdollisilta yllätyskustannuksilta.

6 Yhteenveto ja pohdinta

Työn tavoitteena oli selvittää kivitöiden ennallistamiseen liittyviä ongelmia ja kehitellä ratkaisuja ongelmien minimointiin

Työ eteni tarkastellen erilaisia niin ennallistettuja kuin myös uusia kiveyksiä ja vertaillen uutta ja vanhaa pintaa. Tämän jälkeen alkoi eri kivien vertailu toisiinsa ja asennustavan tarkempi arvostelu.

Työssä haastateltiin kivitöille erikoistuvia rakennusalan yrityksiä. Haastatteluista selvisi mm. ennallistamiseen liittyviä ongelmia, eri kivien asennusnopeuksia, sekä muita parannusehdotuksia työmaita varten.

Opinnäytetyön ongelmien minimointi tapojen toimivuutta ei päästy varmistamaan, joten ne jäivät vain teoreettisiksi tavoiksi.

Lähteet

1. Kivifaktaa nettisivut, <https://kivifaktaa.fi/>, Luettu 20.8.2023
2. Kivi.info nettisivut, <https://kivi.info/>, Luettu 5.1.2024
3. Helsingin kaupungin nettisivut, <https://kaupunkitilaohje.hel.fi/>, Luettu 20.8.2023
4. Rudus Oy nettisivut, <https://www.rudus.fi/>, Luettu 15.1.2024
5. Ashapura nettisivut, <https://www.granite.ashapura.com/>, Luettu 22.1.2024
6. Akaan seudun nettisivut, <https://akaanseutu.fi/>, Luettu 22.1.2024
7. Geologian tutkimuskeskus GTK:n nettisivut, <https://www.gtk.fi/>, Luettu 2.1.2024
8. Katu 2020 nettisivut, <https://katu2020.info/2020/>, Luettu 2.1.2024
9. Rakennustieto nettisivut, <https://www.rakennustieto.fi/>, Luettu 20.8.2023
10. Väyläviraston nettisivut, <https://vayla.fi/etusivu>, Luettu 20.8.2023
11. Invalidiliiton nettisivut, <https://www.invalidiliitto.fi/>, Luettu 20.8.2023
12. Asfalttietietä nettisivut, <https://asfalttietieto.fi/>, Luettu 20.8.2023
13. Maisemabetoni nettisivut, <https://maisemabetoni.fi/fin/>, Luettu 2.1.2024
14. Betonilaatta oy nettisivut, <https://www.betonilaatta.fi/etusivu.html>, Luettu 2.1.2024

15. Kivikopla nettisivut, <https://kivikopla.fi/>, Luettu 2.1.2024

16. Benders nettisivut, <https://www.benders.se/fi-fi/>, Luettu 28.12.2023

17. Rakennustieto Oy – Rakenneosien kustannuksia 2023