

Jouni Linnakoski

# Kivikorien koneellinen valmistus ja asennus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Mestarityö

28.8.2013

Tekijä(t) Otsikko	Jouni Linnakoski Kivikorien koneellinen valmistus ja asennus
Sivumäärä Aika	34 sivua 28.8.2013
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennusalan työnjohto
Suuntautumisvaihtoehto	Talonrakennustekniikka
Ohjaaja(t)	Tuntiopettaja Kai Kouvo Toimitusjohtaja Jukka Siekkeli, SSTECH Oy
<p>Tässä työssä tutkitaan kivikorien koneellista valmistamista ja asentamista, ohjeistetaan uusia yrittäjiä työturvallisuuteen ja saavuttamaan asennettavien korien vaaditut laatuvaatimukset.</p> <p>Työn tarkoituksena oli tutkia, mitä pitää ottaa huomioon ennen kivikoriyömaan aloittamista. Sen johdosta laadittiin työmaalle tarkistuslista omaluovutukseen. Työssä on myös valmis tarkistuslista, joka pitää olla hyväksytysti tehtynä ennen työmaan luovuttamista tilaajalle.</p> <p>Tässä työssä tutkittiin kivikorien asentamiseen liittyviä ongelmia, työturvallisuutta työmaalla ja laadun parantamiseen liittyviä tekijöitä työmaalla.</p>	
Avainsanat	kivikori, tukimuurit, asennus, työturvallisuus

Author(s) Title	Jouni Linnakoski Title of the Thesis
Number of Pages Date	34 pages 28.8.2013
Degree	Bachelor of construction management
Degree Programme	Civil engineering and building services
Specialisation option	Construction Management
Instructor(s)	Kai Kouvo, Lecturer Metropolia Jukka Siekkeli, President SStec Oy
<p>In this study was explored gabions mechanical manufacturing and give instructions to the new entrepreneurs to work safety and to achieve of the installed gabions required quality requirements.</p> <p>The purpose of this work was to to establish what needs to be taken into account before the start of the gabion construction site, which was drawn up on the basis of a checklist for your own dispose.</p> <p>There is is also prepared checklist at work, that must be accepted before dispose the construction siteto the customer for.</p> <p>In this study was explored installing troubles of gabions,, construction site safety, as well as improving the quality of the site.</p>	
Keywords	gapon, retaining wall, installation, safety

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	2
2	Yleistä kivikoreista ja sen asentamisesta	3
2.1	Mikä on kivikori	3
2.2	Kivikorin materiaali ja valmistus	4
2.3	Kivikorien elinkaari	5
2.4	Kivikorien täyttäminen ennen	6
3	Kivikorityömaan yleissuunnittelu ja hoitaminen	8
3.1	Turvallisuus	8
3.2	Henkilöturvallisuus	9
3.3	Kivikorityömaalla tapahtuvat nostotyöt	10
3.4	Kivikorityömaan laadun ja aikataulun varmistaminen	10
3.5	Työmaasta tiedottaminen	11
3.6	Ympäristövaikutukset	12
3.7	Hankinnat	13
3.8	Työpatojen rakentaminen ja niiden kuivana pito	14
3.9	Patoaltaan kuivana pito	15
3.10	Olemassa oleva yhdyskunta tekniikka kivikori työmaalla	15
4	Uuden kivikori muurin valmistus	16
	Lähteet	32

## **Johdanto**

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on kertoa, kuinka SSTec Oy toteuttaa kiviseinämien rakentamisen. Yrityksen-alueena ovat Suomi sekä kansainväliset markkinat.

SSTec Oy on suomalainen yritys, joka keskittyy innovatiiviseen konesuunnitteluun käyttäen hyväksi viimeisimpiä konesuunnitteluohjelmistoja. SSTec toimii maanrakennusalalla, infrastruktuurin toimialalla. Henkilöstöllä on monen vuoden kokemus koneenrakentamisesta, teollisen ympäristön sekä laitevalmistuksen vaatimuksista. Varsinainen yritys, johon esiteltävä toiminta perustuu, on perustettu vuonna 2010 lokakuussa. Suunnittelun lisäksi yritys toteuttaa asiakkaalleen suunnittelun tuloksena syntyvän tuotantokoneen valmistuksen tai sarjavalmistuksen prototyypit. Yrityksen vahvuutena on pitkä kokemus ja ammattitaito.

Kivikone on innovatiivinen, uudenlainen kone, joka tuo työvoimavaltaiseen kiviseinämien rakentamiseen säästöjä ja uusia ratkaisumalleja. Yritys on suunnitellut ja valmistanut koneen, jolla voidaan valmistaa koneellisesti kivikoriseiniä ja tukimuureja. Koreja pystytään myös täyttämään käsityönä, jos ei ole kannattavaa tuoda konetta työmaalle muutaman kivikorin tekemisen tähden.

## 1 Yleistä kivikoreista ja sen asentamisesta

Kivikorit ovat kivistä ja teräsverkoista rakennettuja elementtejä, joita käytetään pääasiassa maanrakennustyömailla. Kivikorit ovat rakenteeltaan suorakaiteen mallisia. Ne täytetään kiviaineksella, jonka raekoko on 50—150 mm. Korit voidaan valmistaa erilaisista materiaaleista, kuten ruostumaton teräs, sinkittyteräs, pulverimaalattu teräs ja normaali teräs.

Kivikorirakenteiden yleisimpiä käyttökohteita ovat tukimuurit, eroosiosuojaukset, etuluiskien verhoukset sekä keilan tai etuluiskan juuren vahventaminen. Kivikorirakenteet on perustettava kantavan perusmaan varaan tai sille erikseen rakennettavan anturan varaan.

Perustamistasoon ei saa jäädä merkittävää epätasaisuutta. Jos kivikorimuuri on yli 1 m, sen perustamisesta on tehtävä erillinen perustamissuunnitelma. Kivikorirakenne on hinnallisesti erittäin kilpailukykyinen tukimuurirakenne.

Korkeisiin tukimuureihin verrattuna kivikorimuuri on huomattavasti edullisempi. Kivikorimuuri ei tarvitse ylläpitoa eikä ole graffitiherkkä. Täyttö löytyy helposti samalta työmaalta, mikä myös vähentää kustannuksia. Kivikoreja voidaan rakentaa talvityönä eikä rakentamiseen tarvitse käyttää kalliita erikoistyöntekijöillä.

### 1.1 Mikä on kivikori?

Kivikorit valmistetaan hitsaamalla, suunnittelijan suunnitelman mukaisesta materiaalista ja teräksen paksuuden mukaan. Kivikorien valmistus tapahtuu aina tehtaalla. Kivikorien mitat vaihtelevat tarpeen mukaan. Kivikorin mitat: korkeus 450—500mm, leveys 200—750 mm ja pituus 500—1950 mm. Kivikorien täyteenä käytettävien kivien tulee sopia värisävyltään ympäristöön.

Joissain tapauksissa arkkitehti valitsee kivikoriin sopivan kivilaadun sen värin perusteella. Kivikoreissa voidaan käyttää myös täyteenä kierrätysmateriaaleja, kuten betorokkia, vaahtolasia, kumirouhetta tai louhinnasta jäänyttä sopivan kokoista hukkakiveä.

Kierrätysmateriaalin koon pitää olla tarpeeksi suurikokoista. Kivikoreissa tulisi käyttää kierrätysmateriaalia, jotta sillä pystytään pienentämään hiilijalanjälkeä. Kivikoreissa on huomattavasti pienempi hiilijalanjälki verrattuna muihin vastaaviin tuotteisiin (ks. kuva 1).



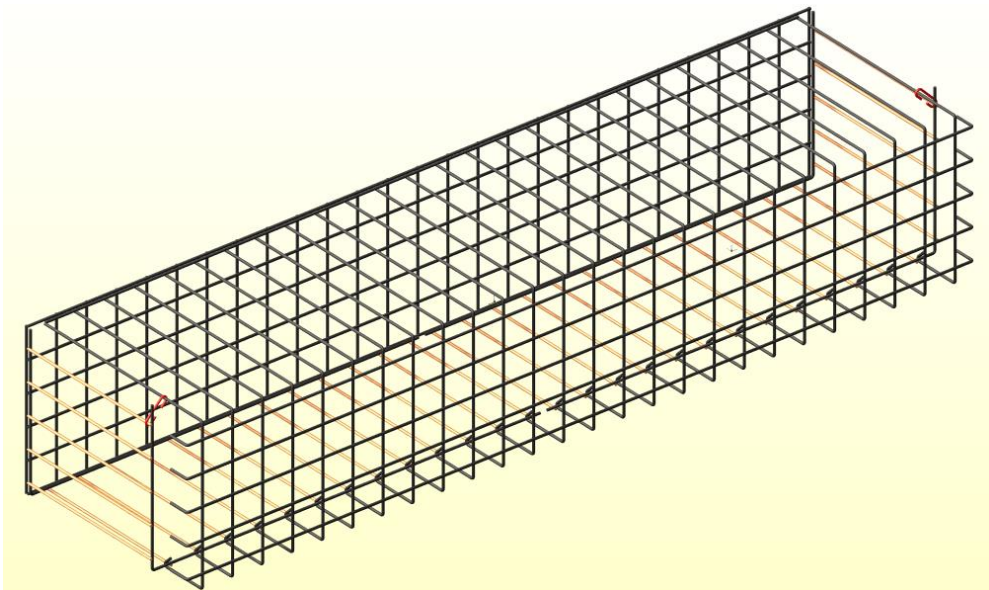
Kuva 1. Koneellisesti ladottu kivikori. [1]

## 1.2 Kivikorin materiaali ja valmistus

Kivikori valmistetaan tapauskohtaisesti (ks. kuva 3). Jokaiselle työmaalle kivikorimalli hyväksytetään valvojalla. Kivikorien tulee olla hyväksytyjä ennen työn aloittamista, jotta ei tule riitaa kivikorien laadusta ja ulkonäöstä. Kivikorien ainevahvuuksilla ja materiaaleilla voidaan vaikuttaa kivikorien kokoon, näköön ja ulkomuotoon (ks. kuva 2). Yleisesti kivikorit valmistetaan hitsaamalla, jonka jälkeen ne viedään sinkitettäväksi tai maalattavaksi. Korin valmistamiseen vaikuttavia asioita ovat materiaalin vahvuus, reikien koko (silmäkoko) ja korin mitat. Jos kivikoreja käytetään eroosiosuojaukseen meriveden vaikutuksen alaisuudessa, korin materiaalin tulee olla ruostumatonta terästä. Koreja voidaan valmistaa myös käsittelemättömästä teräksestä. Silloin tulee ottaa huomioon korroosion eteneminen korinaineenvahvuudessa. Kohteet, joissa korin annetaan luonnollisesti ruostua ovat yleensä sisustuksellisia.



Kuva 2. Kivikorien täyttömateriaali. [1]



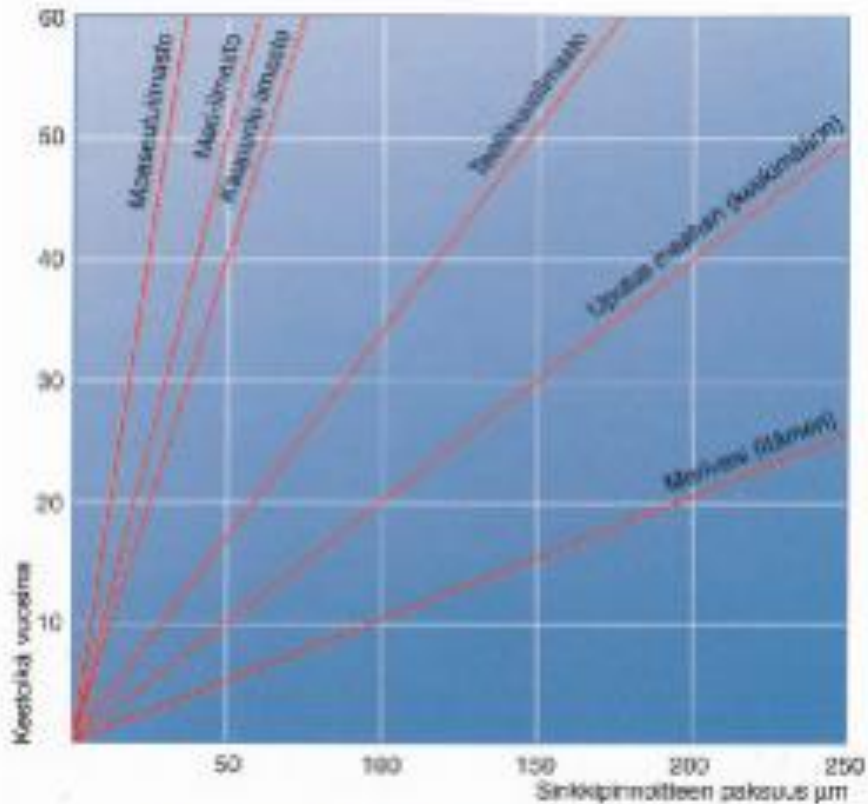
Kuva 3. Kivikorihio 1950 x 375 x 500 x 6 mm langasta 75 x 75 reikäjaolla. [1]

### 1.3 Kivikorien elinkaari

Kivikorien elinkaari on suhteellisen pitkä ja sen takia hiilijalanjälki on pieni (ks. kuva 4). Kivikorien käyttöikä on suhteellisen pitkä. Korin käyttöiäksi on laskettu 60 vuotta. Kivikorien huoltotarve on suhteellisen pieni. Suurimmat korjaustarpeet tulevat talvikunnossapidon seurauksena. Ne johtuvat yleensä siitä, jos lunta auratessa vahingoitetaan kivitoreja niin pahoin, että ne rikkoutuvat. Tämän seurauksena niistä voi päästä pur-



kautumaan täytemateriaalit pois, mutta tämä on hyvin harvinaista. Kivikorin elinkaareen vaikuttaa myös se, mistä materiaalista se on valmistettu. Lähes ikuisina kivikoreina voidaan pitää ruostumattomasta teräksestä valmistettuja meriveden kanssa kosketuksessa olevia kivikoreja, joita käytetään estämään eroosiota.



*Sinkkipinnoitteen tyypillisiä kestoikä erilaisissa ympäristöolosuhteissa.*

Kuva 4. Sinkkipinnoitteen kestoikä. [1]

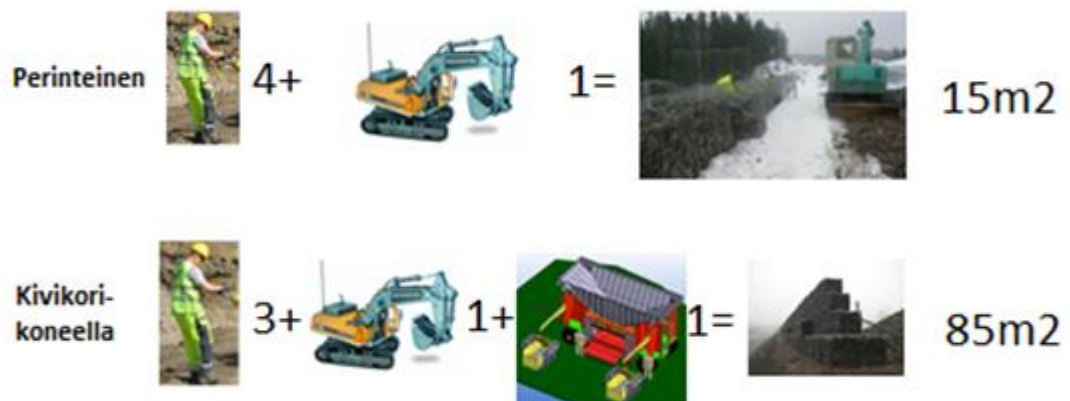
#### 1.4 Kivikorien täyttäminen ennen

Ennen kivikorien täyttö tapahtui pääasiassa miestyövaltaisesti. Työ on ollut hidasta eikä niin työturvallista (ks. kuva 5) . Työergonomiakin oli huono, koska työ on jouduttin tekemään huonoissa työasennoissa. Työn laatu ja jälki ovat vaihdelleet suuresti eri työntekijöiden välillä, mikä vaikuttaa kivikorien laatuun, ulkonäköön ja muotoon. Kivikorien täyttäminen on hidasta, kun se tehdään käsityövaltaisesti. Yhdessä työvuorossa saadaan valmista kivikoripinta-alaa vain noin 15 neliometriä (ks kuva6).



Kuva 5. Vanhaan työtapaan tehtävät kiviakorit. [1]

### Työsaavutukset kiviakoritömaalla yhden työpäivän aikana



Kuva 6. Eri työtavoilla saavutetut työmenekit. [1]

### 1.5 Erikoiskohteet kiviakorien käyttämiselle

Koreja voidaan käyttää esimerkiksi penkkeinä ja pöytinä puistoissa, kun korien päälle asennetaan täytön jälkeen karkaistu lasi, puulevy tai -lauta.

Koreja voidaan käyttää myös savusaunoissa tulipesien ulkokuorina. Ensin muurataan tulipesä ja sen ulkopuolelle asennetaan palovilla. Sen jälkeen tulipesän ulkopuolelle asennetaan ruostumattomasta teräksestä valmistetut korit. Korit voidaan täyttää louheella tai seulanpääkivellä. Korit varaavat hyvin lämpöä lämmitettäessä saunaa ja luovuttavat lämpöä tasaisesti pitkin saunomista.

Koreja voidaan myös täyttää suodatinkankaalla ja turpeella, jolloin niitä voidaan käyttää hyötykasvien viljelemiseen. Näin saadaan paljon pinta-alaa viljeltäväksi pienelläkin pihalla ja samalla se tuo pihaan näyttävyyttä.

Koreja voidaan käyttää sisustusseinien tekoon. Ne voidaan täyttää lähes millä materiaalilla tahansa. Yhtenä vaihtoehtona voisi latoa korit täyteen tyhjiä viinipulloja pohja julkisivua päin.

## 2 Kivikorityömaan yleissuunnittelu ja hoitaminen

### 2.1 Turvallisuus

Liikenteenohjauksen käsittely tässä opinnäytetyössä ei ole tarkoituksenmukaista. Huomioitakoon kuitenkin muutamia perusasioita.

Jos kivikorityömaa on liikenneviraston urakka, työskennellään silloin tiealueella ja liikennejärjestelyt on tehtävä (Liikenne tietyömaalla) ohjekansiota noudattaen. Ohjekansio on (Tiehallinnon nykyinen Liikennevirasto) julkaisema. Huomioitava on myös lisäksi mahdollisesti eri urakka-asiakirjoihin laaditut ja sisällytetyt erityisvaatimukset, jotka tulla kyseeseen suoritettaessa urakointia erikoiskuljetusreiteillä, esim. juna- ja metroratojen vaikutusalueilla.

Työ- ja Tieturva 1 -koulutus on pakollinen oltava hyväksytysti suoritettuna kaikilla, työntekijöillä. Urakoitsijoina Työ- ja liikenneturvallisuusasioita hoitavalla esimiehellä tai työryhmänjohtajalla tulee olla suoritettuna myös Tieturva 2 -kurssi hyväksytysti.

Tietyömaasta on laadittava aluesuunnitelma, mutta yleisemmin se korvataan liikenneohjaussuunnitelmalla. Liikenneohjaussuunnitelmaksi yleensä riittää yksinkertaisempikin kuva, missä ovat liikenne- sekä nopeusrajoitusmerkit ja liikenteenohjauslaitteiden sijoit-

telu, kun tien kvl (käyttäjä vähimmäisluku) on > 200 ja työn kesto on muutamien työvuorojen verran tai yli 1500 ja kesto työvuoro/päivä. Muissa tapauksissa on laadittava laajempi suunnitelma, joka tulee hyväksyttävä valvojalla. Tiehallinnossa hyväksytty liikenteenohjaussuunnitelma on samalla nopeusrajoituspäätös.

Kaikki liikennejärjestelyt on hoidettava asianmukaisesti ja liikennettä vaarantamatta. Hyvin hoidetut liikennejärjestelyt ovat urakoitsijan paras käyntikortti tienkäyttäjille. Tärkeä huomioitava seikka ovat kiertotiet. Niiden kantavuus on oltava raskaalle liikenteelle riittävä, ja myös kevyt liikenne on huomioitava järjestämällä riittävät kulkuyhteydet.[2 s. 19]

## 2.2 Henkilöturvallisuus

Kivikorityömaalla on noudatettava normaalia, turvallista rakennustapaa. Tiellä työskentelevän henkilöstön on käytettävä Liikenneviraston määräysten mukaista työvaatteiden suojaluokka 2:n heijastavaa työvaatetusta ja liikennettä ohjaavissa työtehtävissä luokan 3 työvaatetusta.[2 s. 65]

Pitkäkestoisissa työmaissa on vaarana niin sanottu työmaasokeus eli työntekijät eivät osaa enää huomioida työmaan työturvallisuustekijöitä, vaan luottavat siihen, että mitään vaaratekijöitä ei ole työmaalla. Tämä koskee myös juuri alalle tulleita työntekijöitä ja työuransa aloittaneita nuoria työntekijöitä, jotka eivät vielä voi hahmottaa kaikkia työmaalla olevia tai työn suorittamisen johdosta syntyviä työturvallisuusriskejä.[2 s. 19]

Liikkuvat työkoneet ovat yksi suurin kivikori- ja tietyömaan työturvallisuuden riskitekijöistä. Työkoneiden kuljettajilla on paljon katvealueita eli he eivät välttämättä näe koneenohjaamosta joka puolelle. Tämä koskee pääsääntöisesti sitä, kun koneella peruutetaan. Sen johdosta koneessa tulee olla lain määräämä peruutusta ilmaiseva hälytysääni. Myös kivikoripöydän ja kauhan kanssa tulee olla erittäin tarkkana koneen ympärillä työskentelevien perämiesten lähellä oltaessa.[2 s. 23]

Yleensä työmaa herättää huomiota paikallisissa asukkaissa, jotka tulevat uteliaisuuttaan katsomaan työmaata ja koneita. Tämä tulee ottaa huomioon perustettaessa työ-

maata, sillä vastuu työmaasta on aina kyseisellä urakoitsijalla tai sen edustajalla. Eri-tyisesti huomioon on otettava pienet lapset, jotka eivät tunnista huomioida työmaan tuottamia vaaratekijöitä.[2 s.23]

Kivikorityömaa on tämän johdosta suojattava lippusiimalla tai aidoin riittävällä suoja-  
etäisyydellä kivikorikoneen työskentelyalueesta.

### 2.3 Kivikorityömaalla tapahtuvat nostotyöt

Nostotyöt ovat työmaan vaarallisimpia työvaiheita kivikotityömaalla. Käytettävän kiviko-  
rikoneen on oltava tarkastettu ja CE—hyväksytty ja kivikorien asennuksessa käytettä-  
vien nosto- ja siirtoapuvälineiden tulee olla määräajoin tarkastettu ja hyväksytty.

Ketjuista, liinoista ja nostorakseista on löydyttävä niiden maksimikuormituksen kestä-  
vyys. Näitä ohjearvoja ei saa missään tapauksessa ylittää. Rikkoutuneet nostoapuväli-  
neet poistetaan työmaalta ja tilalle hankitaan uudet nostoapuvälineet välittömästi. Nos-  
toapuvälineet tarkastetaan joka työvuoron alussa silmämääräisesti.

### 2.4 Kivikorityömaan laadun ja aikataulun varmistaminen

Urakan tarjousvaiheessa yritys laatii Työmaan toimintasuunnitelma-asiakirjan, josta  
ilmenee työmaata koskevat asiat:

- urakoitsijan organisaatio
- työmaan riskien hallinta
- toteutunut työmaasuunnittelu
- logistiikka työmaalla
- laadunvarmistus
- poikkeamien toteaminen ja niiden kirjaaminen kirjallisesti

Kivikorityömaan kokonaisuikataulun laatii urakoitsijan edustaja usein aikataulua muuttamalla tai tarkentamalla urakan aikana. Tarkennuksia voidaan joutua tekemään esimerkiksi, jos suunnitelmat muuttuvat, sääolosuhteet estävät työn tekemistä tai valittu kivikorin täyttömateriaalin saannissa ilmenee saatavuusongelmia.

## 2.5 Työmaasta tiedottaminen

Alkavasta kivikorityömaasta on hyvä tiedottaa sen vaikutusalueella olevia asukkaita. Rakennustyömaasta on tehtävä ilmoitus, kun se kestää yhtäjaksoisesti yli kuukauden ja siellä työskentelee urakoitsijan lisäksi yli 10 työntekijää. Tällaiset kivikorityömaat ovat todella harvinaisia, koska ne kestävät vain yleensä muutamia viikkoja. Erikoistapauksia voi tietysti olla, jos tulee paljon muutoksia ja sen seurauksena joudutaan tilaamaan uudenlaiset korit tai täytemateriaalin saatavuudessa ilmenee saantiongelmia.[3 s.6 ]

Hyviä viestintäkanavia voivat olla

- lehti-ilmoitukset
- ilmoitus pelastuslaitokselle, jos joudutaan työskentelemään pelastustiellä tai sen vaikutusalueella
- Liikennevirasto, jos työmaa vaikuttaa liikenteeseen
- koulut
- päiväkodit
- isännöitsijät ja asukkaat
- infotaulut työmaalla

Ilmoitukset on hyvä tehdä kaksikielisenä, koska Suomi on kaksikielinen maa. Urakoitsijan on hyvä käyttää tulkkia ilmoituksen tekemiseen, jos hänellä ei ole riittäviä ruotsin-

kielen taitoa. Myös muiden kielisten ilmoitusten laatiminen voi tulla joissain tapauksissa kyseeseen.

## 2.6 Ympäristövaikutukset

Kivikorityömaasta aiheutuu normaaleja työkoneiden ääniä, joita voidaan pitää yleensä rakennushankkeeseen kuuluvina ääнинä. Poikkeustapauksia voi olla, jos kivikoreja joudutaan asentamaan veteen eroosiosuojaukseksi. Silloin joudutaan pumppaamaan vettä pois työmaapadon sisältä, sillä yleensä agregaattia käytetään pumppujen virranlähteenä ympärivuorokautisesti (ks. kuva 7).

Kivikorien täyttö tuottaa jonkin verran melu- ja pölyhaittaa. Pölyhaittaa voidaan vähentää huomattavasti kastelemalla täyttömateriaalikesä puhtaalla vedellä.

Työpatojen rakentaminen vesistöön ja niiden purkaminen työn päätyttyä saattavat saumentaa veden hetkellisesti. Ennen kyseisiä työvaiheita on hyvä tiedottaa asukkaita, koska vettä voidaan käyttää vaikka peseytymiseen rantasaunoilla tai kotieläinten veden käyttöön.



Kuva 7. Työpato ja sen kuivana pito. [1]

## 2.7 Hankinnat

Kivikorityömaan hankinnat ovat korit, työkalut, kivikorikone, kaivinkone, pyöräkuormaaja ja korien täyttömateriaali. Luonnollisesti käytetään tunnettuja, hyviksi ja luotettaviksi havaittuja yhteistyökumppaneita. Suurimpia hankintoja työmaalla tietenkin ovat kivikorit ja niiden täyttömateriaalit, jotka urakoitsija tilaa laadittujen piirustusten ja asiakirjojen mukaisesti hyvissä ajoin pyydettyjen tarjousten perusteella kivikorivalmistajan kanssa ennen urakan aloittamista. Toimitusaikataulut tulee sopia eli millä viikolla pitäisi mikäkin määrä kivitöitä toimittaa työmaalle ja toisaalta on selvitettävä, pystyykö valmistaja toimittamaan koreja tiiviimmällä tahdilla, jos työ etenee nopeammin kuin aikataulussa on ilmoitettu. Kun työmaata aletaan valmistella, on hyvä olla yhteydessä tarkoista toimitusajoista ja -paikoista työmaalla tavarantoimittajiin muutamaa viikkoa ennen korien asennusta.

Kivikorityömailla tarvitaan korit, korientäyttömateriaali ja täyttömaat. Niitä on melko helppoa löytää läheltäkin työmaata. Korien täyttömateriaali on syytä varmistaa ajoissa



ja varmistaa sen riittävä saatavuus työmaan aikana, mikäli kiviaineksen pitää olla tiettyjen sävyjen mukaisia kaikissa koreissa. Varsinkin käytettäessä niin sanottuja seulanpääkiviä on niiden saatavuus ja riittävyys varmistettava toimittajalta hyvissä ajoin. Kivikorit ovat ekologista, kun sen täytteenä voidaan käyttää seulottua kalliolouhetta tai kierätysmateriaalia. Toisin sanoen hiilijalanjälki on huomattavasti pienempi kuin esim. betonista valmistetuilla tukimuureilla.

Yleisimpiä rautakauppojen tuotteita saadaan lyhyelläkin varoitusajalla melkein mihin tahansa Suomessa. Konevuokraamojakin toimii laajalti suomessa, mutta on hyvä käyttää tuttuja palveluiden tuottajia. Tutuilla yhteistyökumppaneilla palveluiden laatu- ja hintatasot ovat muita halvempia ilman turhaa kilpailuttamista.

## 2.8 Työpatojen rakentaminen ja niiden kuivana pito

Työmaapadon rakennusmateriaalina parasta on savinen moreeni. On tärkeää huomioida, että padon rakennusaineen dimensiot ovat riittävän suuret vedenpaineelle ja veden pinnan vaihteluille työn aikana. Suurimpia ongelmia moreenipadoille ovat säästä johtuvat kuluttavat vaikutukset, voimakkaat sadekuurot, jotka aiheuttavat kuivuneen patoluiskan pinnan, mistä aiheutuu patoon eroosiovaikutus. Kyseiseen tapaukseen voidaan vaikuttaa tekemällä pato sellaisella maa-aineksella, jossa on riittävän suuri dimensio sekä suojamateriaalien käytöllä.

Vaikka työpato saataisiin vettä pitäväksi, monesti alapuolisista kerroksista padon sisälle tunkeutuu vettä. Tämän johdosta pato on rakennettava riittävän pitkälle kivikoreista, jotta saadaan kaivettua syvennykset uoppopumpuille. On myös huolehdittava siitä, että pumpput eivät tukkeudu lietteestä.

Patoa rakennettaessa tulee muistaa huomioida työaikaiset padon korjaamiseen ja korrattamiseen liittyvät työt. Paras padon rakenne on, jos sen päälle voidaan mennä kaivinkoneella tai muuten se on rakennettava niin, että sitä yletytään kunnostamaan pitkäpuomisella kaivinkoneella padon vaikutusalueelta.

On myös huomioitava padon purkaminen työn valmistuttua. Pato pitää rakentaa niin, että se pystytään purkamaan turvallisesti kivikorimuurin valmistuttua. Huomioitava että

saadaan kuljetettua patomateriaali pois turvallisesti ja kustannustehokkaasti työmaalta työn valmistuttua.

## 2.9 Patoaltaan kuivana pito

Pumppuja tarvitaan patoaltaan kuivana pitoon työn aikana. Pumppujen koon määrittelevät veden määrä sekä niiden sähköntarve. Paras vaihtoehto on saada työmaalle 3-vaihesähkö suoraan valtakunnan verkosta. Toinen vaihtoehto on tuottaa voimavirtaa riittävän suurella agregaatilla, mutta se ei ole kustannustehokasta, jos sähköä joudutaan tuottamaan pitkiä aikoja yhtäjaksoisesti. Myös niiden saatavuus vuokraamoista on suhteellisen hankalaa. Kun tiedetään agregaatin tuottama yhtäjaksoinen teho, tiedetään kuinka suuria pumppuja se jaksaa pyörittää. Vain vähän pumpattavilla työmailla voidaan käyttää valovirta—agregaatteja.

Pumput ja niihin kytkettävät poistoletkut tulee varustaa niin sanotuilla kynsiliiittimillä. Poistoletkua tulee varata työmaalle riittävästi heti työmaan alussa. Varalla on hyvä olla muutama poistoletku, jos ne tukkeutuvat talvella ja sen seurauksena ne jäätyvät tai letkuun kohdistuu mekaanista rasitusta, jonka seurauksena ne alkavat vuotamaan.

## 2.10 Olemassa oleva yhdyskuntatekniikka kivikoriyömaalla

Työmaan aloittamista suunniteltaessa on aina selvitettävä, onko kyseisellä työmaa-alueella jo olemassa olevia kaapeleita, valokuituja, kaukolämpöä tai vesi- ja viemärijoh-toja. Näistä tiedot ovat parhaiten saatavilla verkkojen ja rakenteiden omistajilta. Omis-tajatahoja voi olla useita. Niitä voi tiedustella paikallisesta rakennusvirastosta.

Kuntien teknisestä toimesta kannattaa tiedustella työmaalla olevista kunnallisteknisistä rakenteista.

Ilmassa kulkevat kaapelit hankaloittavat korien nostotöitä, jos ne ovat työmaa-alueella. Korien asennus on suunniteltava siten, että turvaetäisyys (5m) täyttyy. Erityisesti mata-lalla kulkevat kaapelit vaikuttavat kyseiseen työhön koko työmaan ajan. Silloin olisi mie-tittävä niille mahdollinen väliaikainen kulkureitti, jos se vain on mahdollista.

Tehtäessä kivikorin perustustöitä maakaapelit ja niiden suojausputket hankaloittavat töitä. Varsinkin kuitukaapelit ovat hankalia siirtää. Jos ne vahingoittuvat, niistä tulevat korjauskustannukset ovat kohtuuttoman suuria.

Johtotieto on valtakunnallinen palvelun tarjoaja, josta saa tietoa Elisan, Soneran, DNA:n, Fortumin ja muiden paikallisten toimijoiden kaapeleista paikkakunnasta riippuen. Johtotieto osaa myös neuvoa, mistä voi kysellä sen muista kaapeleista. Verkonhaltijoihin on siis oltava yhteydessä riittävän aikaisessa vaiheessa, jotta he ehtivät tehdä verkkoihinsa tarvittavat toimenpiteet, jos ne jäävät työmaan valmistuneen työn alle. Kuitukaapeleiden siirrosta voi syntyä pitkiäkin viiveitä työmaalle, kun niiden siirrosta ja jatkamisesta voidaan joutua sopimaan kuukautta ennen katkospäivää.

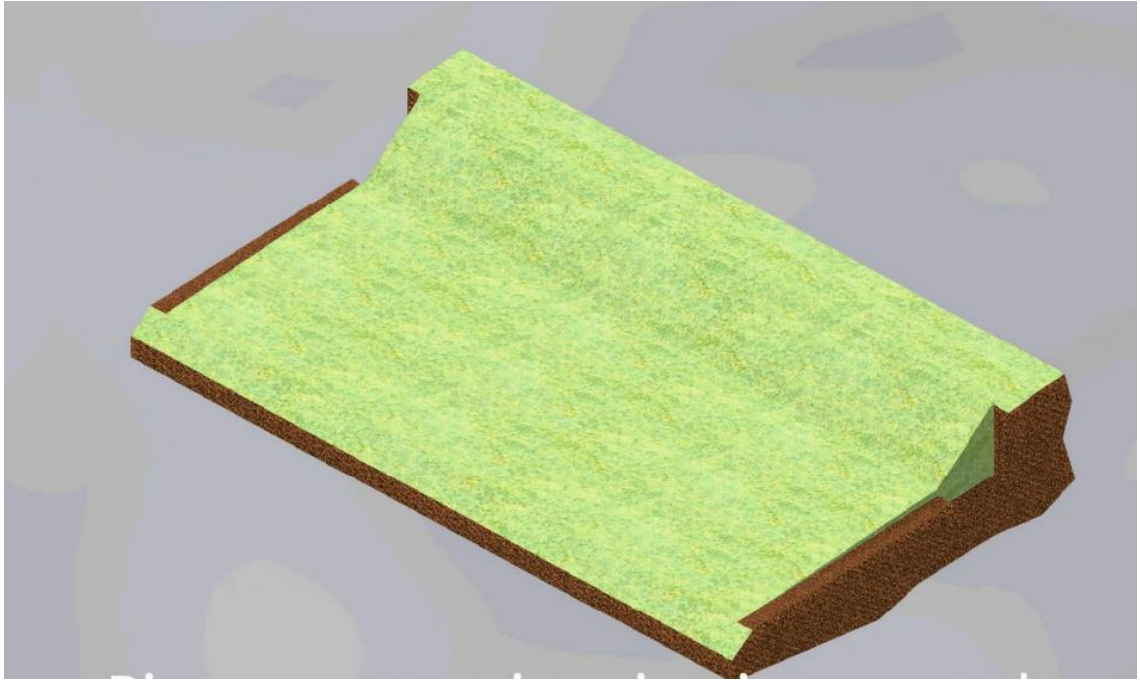
Mikäli kaapeleihin ei saada tehtyä jatkoslenkkiä, täytyy muistaa pyytää johtonäytössä, että kaikki kaapelit merkataan maastoon riittävän pitkällä matkalla. Se helpottaa kaapeleiden esille kaivamista. Kaapeleihin olisi hyvä pyrkiä saamaan mahdollisimman paljon löysää, mikä tarkoittaa sitä, että kaapeleita voidaan joutua kaivamaan pitkiäkin matkoja esiin. Kaapeleita esiin kaivettaessa on noudatettava erityistä tarkkuutta, ja kaivinkonekuskilla on oltava tarkkasilmäinen ja vastuuntuntoinen perämies.

Jos kaapeleita kaivaessa sattuu vahinko ja kaapeli rikkoutuu, pitää muistaa tehdä välittömästi vikailmoitus. Aina pitää pyytää johtonäyttö ennen työn aloittamista. Muuten urakoitsija vastaa kaikista sattuneista vahingoista täysimääräisesti.

### 3 Uuden kivikorimuurin valmistus

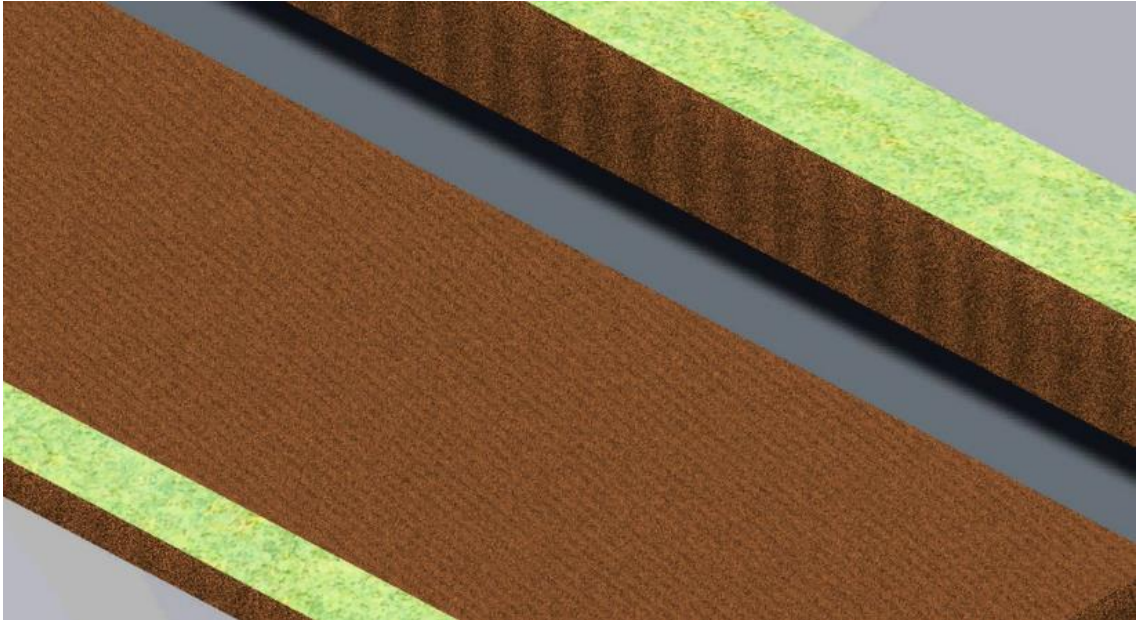
Kivikorimuurin valmistaminen aloitetaan muurin perustustöillä. Ensin kaivetaan perustamiskorkeuteen suunnitelmien mukaisesti. Perustamiseen vaikuttavia seikkoja ovat pohjamaan kantavuus, muurissa täyteaineen paino ja muurin korkeus, leveys ja pituus sekä ajourat työmaalle.

### 3.1 Kivikorimuurin teko



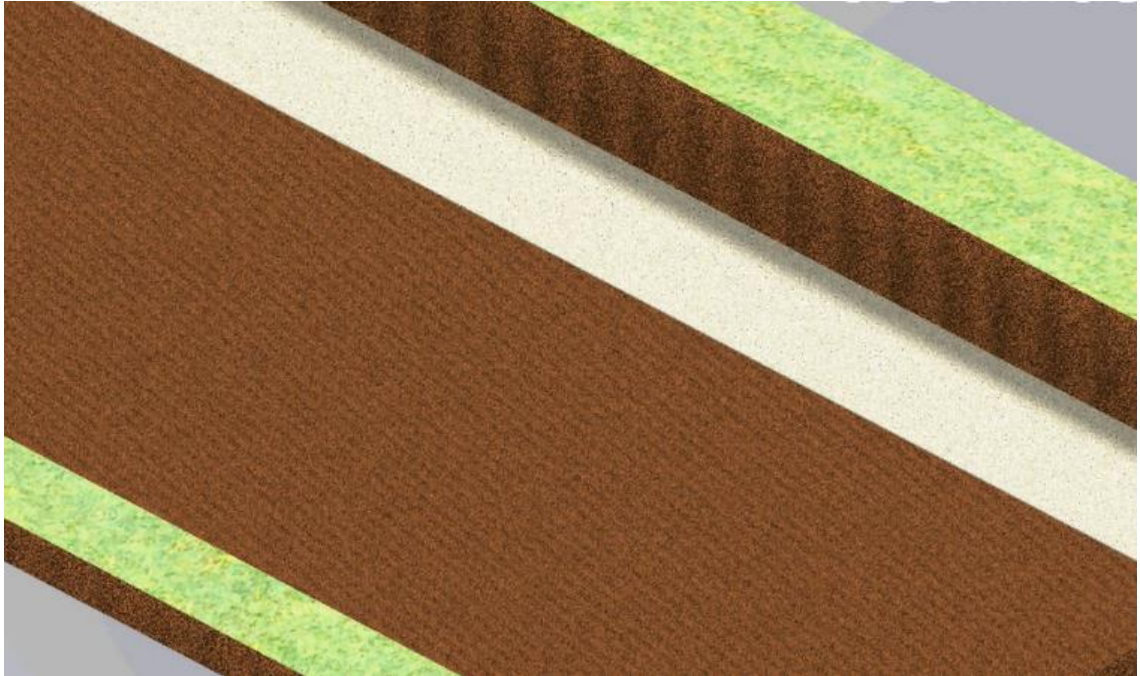
Kuva 8. Perusmaa. [1]

Tuleva kivikorimuurin paikka käydään mittaamassa työmaalle mittamiehen avulla. Mittamies merkitsee maastoon muurin kulmapisteet ja perustamiskoron. Huomioitavaa on, että kaivuu tehdään riittävän syväksi, jotta saadaan tehtyä tarpeeksi kantava perustus muurille (ks. kuva 8).



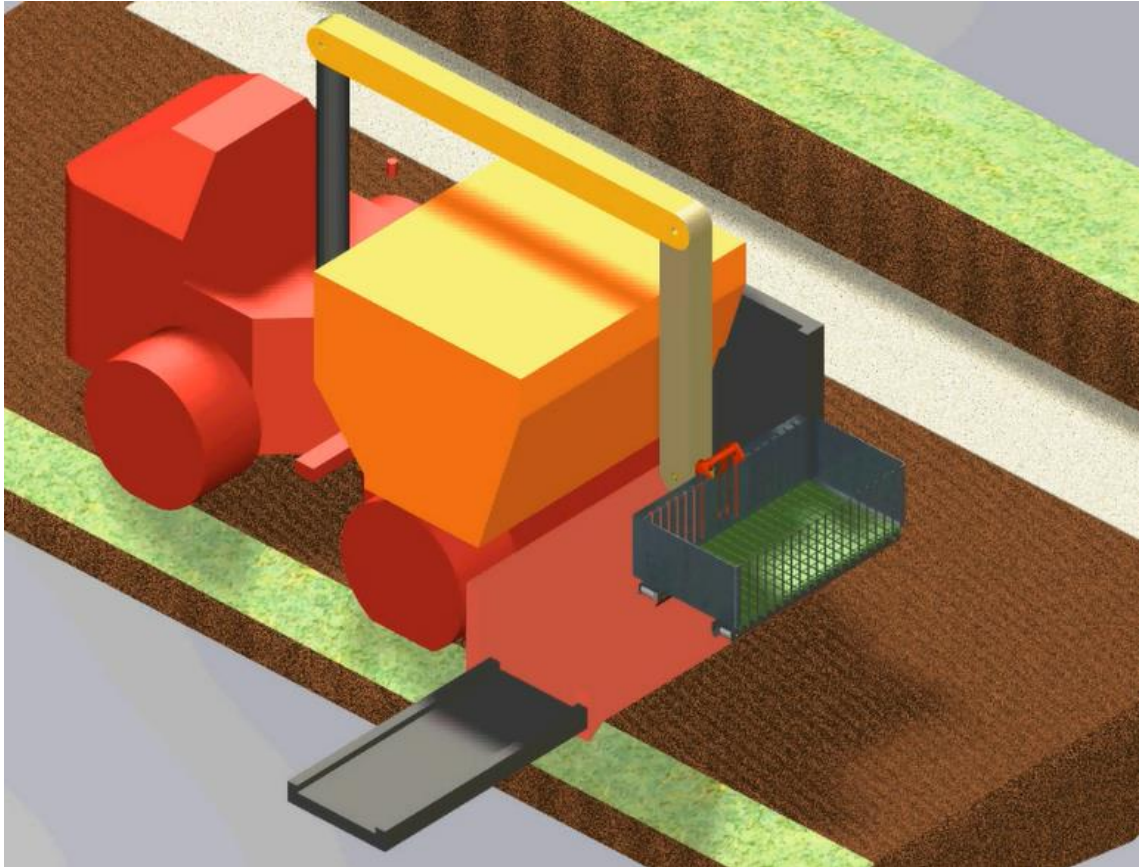
Kuva 9. Muurin perustusten tekeminen. [1]

Kun perustukset on kaivettu annettuun perustamiskorkoon. Sen jälkeen se tiivistetään riittävän hyvin. Seuraavaksi pohjalle asennetaan suodatinkangas riittävän huolellisesti, ja kankaan pitää olla riittävästi limitetty jatkoskohdissa (ks. kuva 9).



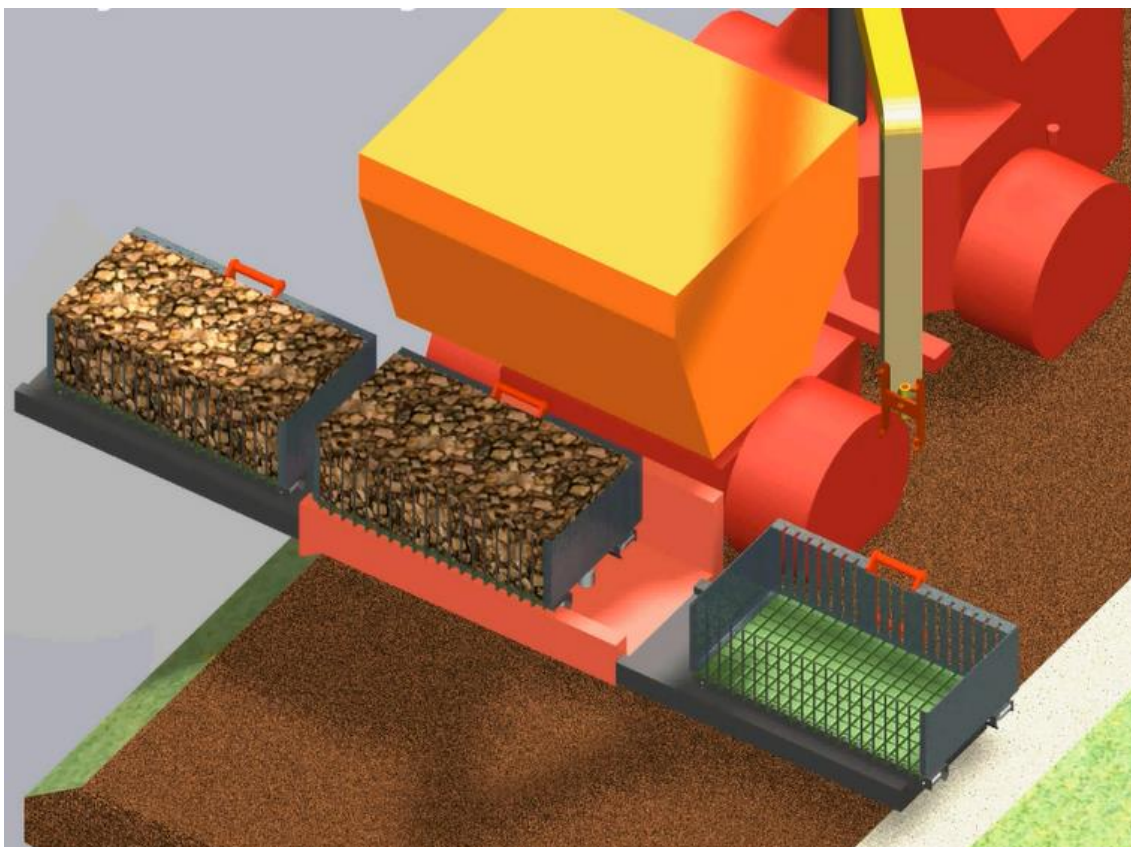
Kuva 10. Tukimuurin pohjan kantavien kerrosten rakentaminen. [1]

Kantavien kerrosten tekemisessä pitää olla todella huolellinen. Sen vaikutukset ovat suuret muurin ulkonäköön. Kerrosten tekemiseen vaikuttaa täytön kerroksen paksuus. Jos kerrospaksuus on pieni, se tehdään 0—31 mm:n murskeella. Täytöt tehdään kerroksittain huolellisesti tiivistäen ja vettä käyttäen, jos se on mahdollista. Pohjan korkoeroa saa olla noin 20 mm. Suuremmat korkoerot vaikuttavat suoraan tehtävään kivi-  
korimuriin. Huomioitavaa on, että muurin ympärillä on tarpeeksi tasaista maata kiviko-  
rikoneella työskentelyyn (ks. kuva 10).



Kuva 11. Koneen asentaminen työvalmiuteen. [1]

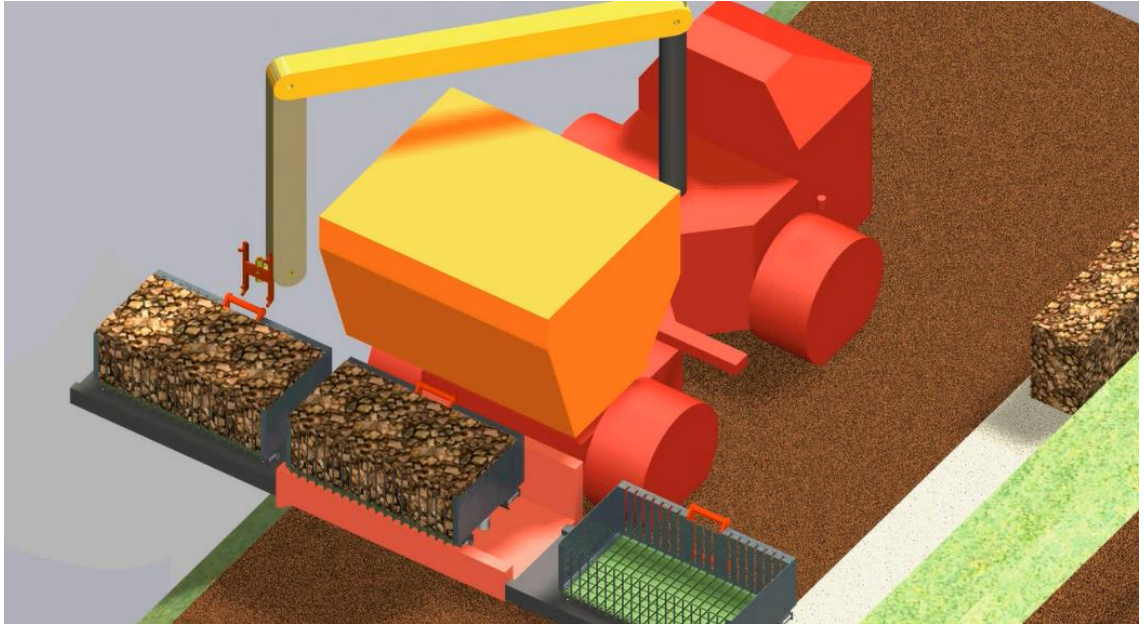
Kivikorikoneen paikalleen asentamisessa ja työkuuntoon saattamisessa on oltava todella huolellinen. On tärkeää noudattaa koneen turvaetäisyyksiä. Koneella on oltava hyvin kantava pohja, kun se asennetaan työkuuntoon. Kone voi kaatua, jos perusmaa pääsee sortumaan tai painumaan koneen tassujen alta. Huomioitava on myös turvaetäisyydet puomin suhteen. Puomi voi osua esim. avolinjoihin, koneen lähistöllä työskenteleviin työntekijöihin tai työmaan ulkopuolella liikkuviin ihmisiin. Koneen sivustalla pitää olla riittävästi tilaa, jotta sille saadaan tuotua tai varastoitua korien täyttömateriaalia.



Kuva 12. Korien täyttäminen. [1]

Kivikorin täyttö tehdään niin, että pöytään on asennettu korit ja sen jälkeen kuupasta kipataan sinne kulloinkin olevaa täyttömateriaalia. Korin ollessa tarpeeksi täysi se tärytetään huolellisesti tärypöydällä. Valmiiseen koriin asennetaan lopuksi sidelangat, mikä tekee korista siistin ja tukevan korin (ks. kuva 12).

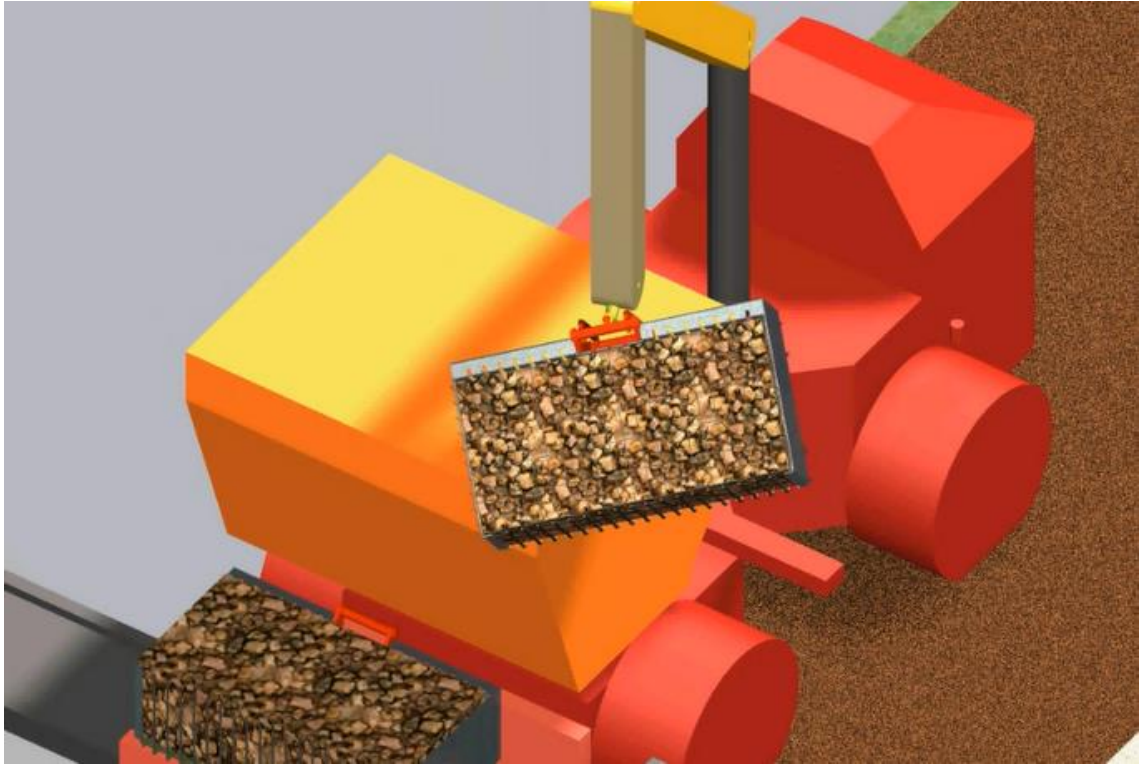




Kuva 13. Korin siirto koneella. [1]

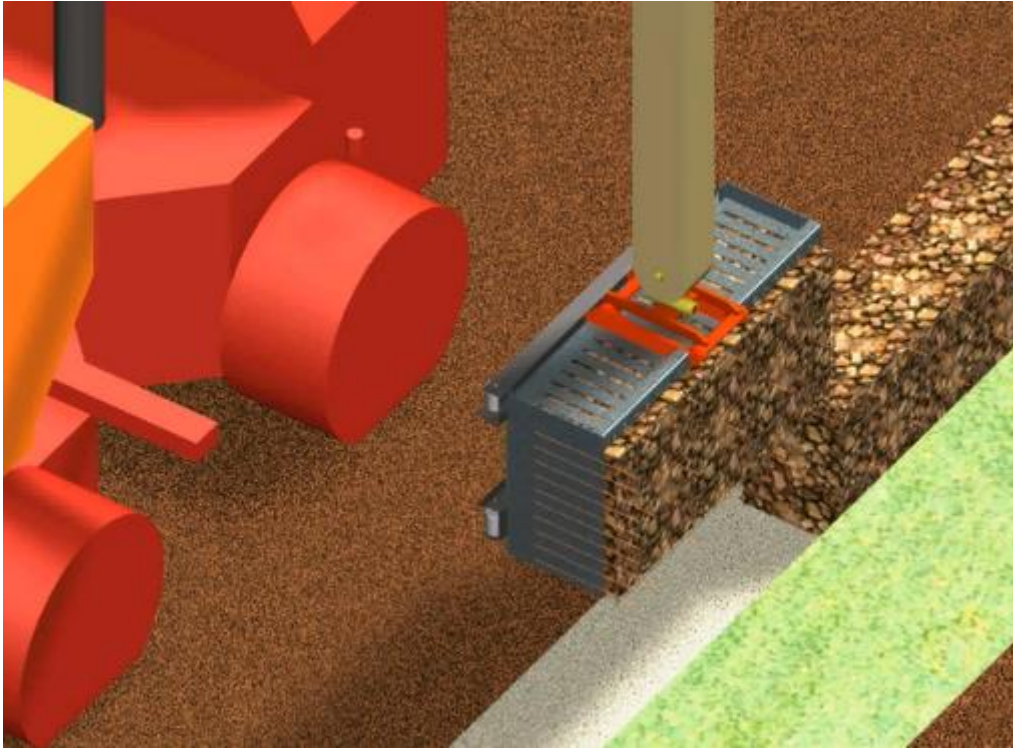
Valmiiksi sidotun ja täytetyn korin nouto nosturilla on tarkkaa työtä. On huolehdittava siitä, että korin ja nosturin välissä ei ole työntekijöitä. On varmistuttava siitä, että nosturin kiinnike kiinnittyy muottiin huolellisesti. Ennen noston aloittamista tulee varmistaa nostoalue huolellisesti, jotta nostaminen on työturvallista (ks. kuva 13).

Työturvallisuus on tärkeää, kun työskennellään koneella ja nostettavat korit painavat suhteellisen paljon. Varoalueet on eristettävä vähintään lippusiimalla tai työmaa-aidalla paikasta riippuen.



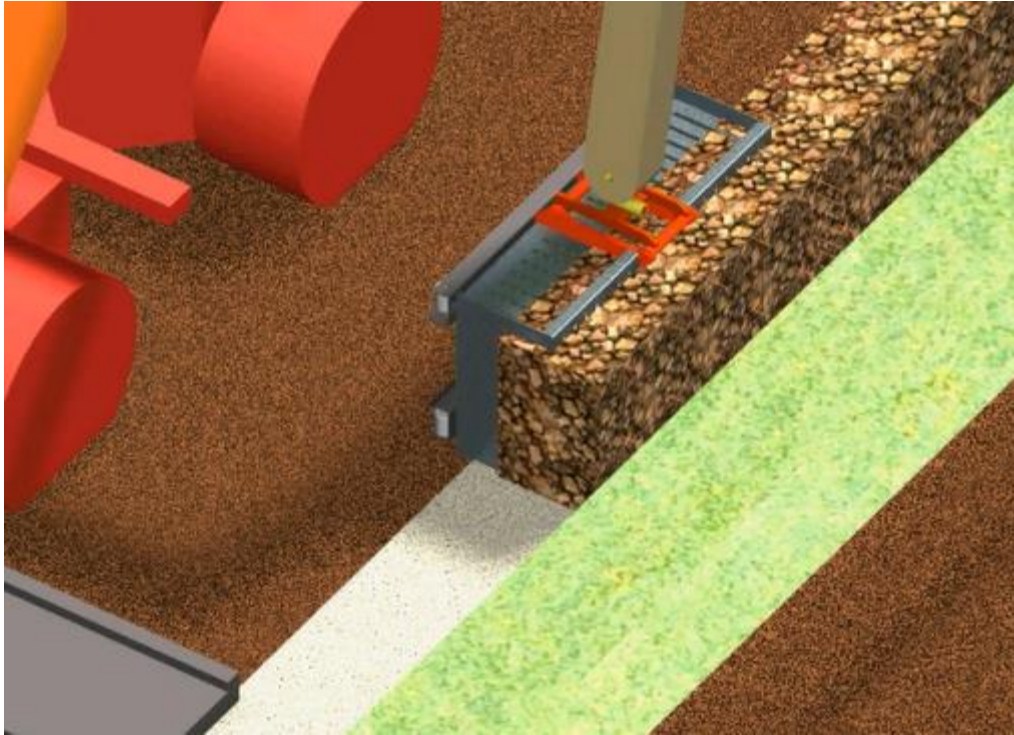
Kuva 14. Muotinkääntö. [1]

Muotin kääntö asennusasentoon tapahtuu koneellisesti. Käännettäessä muottia pitää huomioida, että korin alla ei työskentele ketään. Korista voi pudota pikku kiviä tai pahimmassa tapauksessa koneeseen voi tulla vika, jonka seurauksena kori voi pudota (ks. kuva 14).



Kuva 15. Korin asentaminen muuriin. [1]

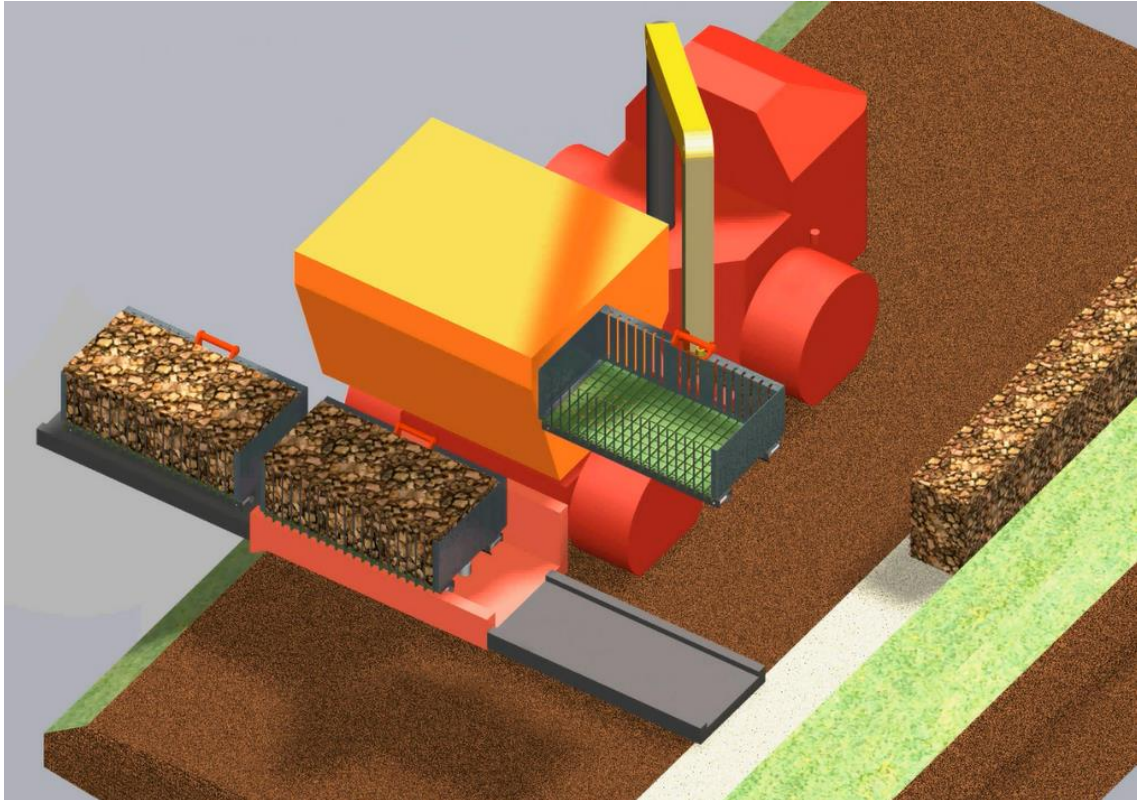
Asentaminen muuriin tehdään huolellisesti. Sen vaikutukset näkyvät heti muurin julkisivussa. Korit tulee asentaa niin huolellisesti, että edellinen ja seuraava kori koskettavat toisiaan. Seuraavan kerroksen alussa tarkistetaan, että edellisen kerroksen pinta on mahdollisimman tasainen (ks. kuva 15).



Kuva 16. muotin avaaminen. [1]

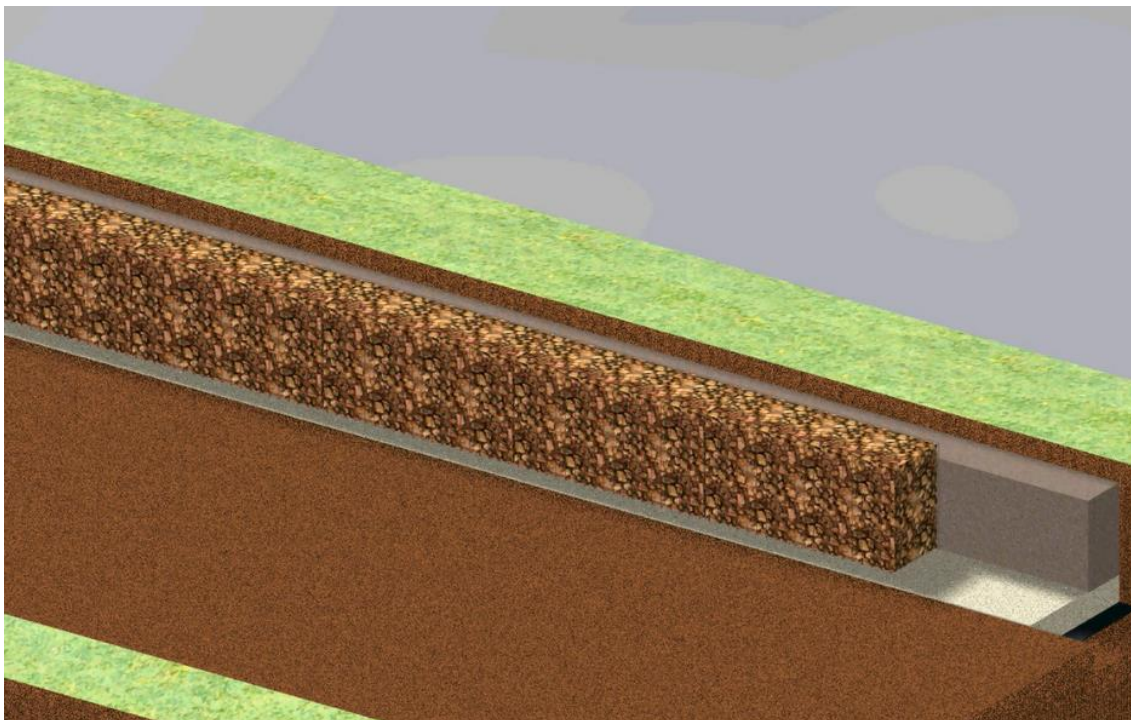
Muotin avaaminen tapahtuu hydraulisesti, kun se on saatu oikeaan paikkaan muurissa. Silloin kori on paikallaan ja uudelleen asettelu on paljon hankalampaa (ks. kuva 16).

Jos virhe pääsee tapahtumaan, niin silloin on käytettävä korin siirtoon liinoja tai ketjuja, jotka on hyväksytty nostotyöhön. Uudelleen asennuksessa on oltava erittäin tarkkana, jotta ei tapahdu työtaturmaa. Suurin vaaranpaikka on, että sormet jäävät korin alle tai kori hajoaa vääränlaisen noston johdosta.



Kuva 17. Korin palauttaminen työasemaan. [1]

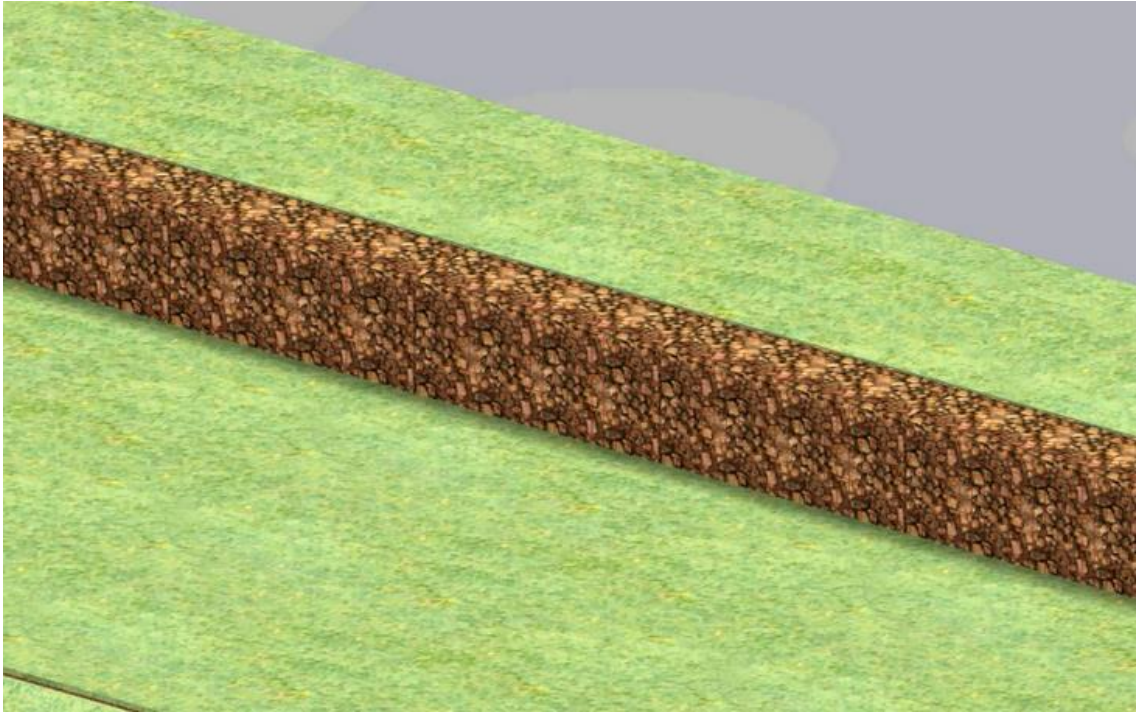
Tyhjän muotin palauttaminen täyttöasemaan tapahtuu siten, että pohja on kiinnitetty hydraulisesti. Korin palauttamisen jälkeen haetaan toisesta päästä valmiiksi täytetty ja sidottu kori. Sen jälkeen voidaan taas aloittaa alusta uuden korin asennus kivikorimuurin (ks. kuva 17).



Kuva 19. Muurin taustan täyttäminen. [1]

Taustan täyttö tehdään vettäläpäisevällä maa-aineksella. Täyttöön voidaan käyttää sepeliä, ylijäänyttä korin kivimateriaalia tai vaikka huokolasia (ks. kuva 19). Muurin taakse voidaan joutua tekemään salaojat. Silloin on varmistettava, että salaojissa on oikeanlaiset kaadot.

Muurin taustan täyttö tapahtuu kerroksittain täyttäen ja täryttäen. Liian suurta täryä ei saa käyttää, jotta se ei vahingoita asennettua kivikorimuuria.



Kuva 20. Pintojen viimeistely. [1]

Pinnan viimeistely tapahtuu sen jälkeen, kun muurin taustat on täytetty valmiiksi. Muurin ympärykset täytetään suunnitelmien mukaisesti (ks. kuva 20).

Myös työaikaiset työalueet muotoillaan niin, että hulevedet kaatavat pois päin muurista. Tällä vältetään siitä, että routa pääsisi turhaan nostelemaan muuria. Routa voi muuttaa korien muotoa, tasaisuutta ja ulkonäköä.



Kuva 21. Valmiskivikori muuri. [1]

Valmis kivikoritukimuuri joka on tehty Siilitien metroasemalle. Tekijänä on SStec Oy (ks. kuva 21).

### 3.2 Laadun varmistus

Laadun varmistamiseksi, laadittiin lista joka pitää tehdä jokaisella työmaalla. Kun noudatetaan asetettuja laatuvaatimuksia, niin se parantaa tyotehokkuutta ja tuottavuutta huomattavasti.

Malliasennuskatselmus on hyvä tehdä heti muutaman korin jälkeen. Asennus hyväksytetään valvojalla tai tilaajalla sen jälkeen voidaan aloittaa loppujen korien asentaminen.

Työn tekeminen kerralla kunnolla on välttämätöntä, koska korien korjaaminen ja niiden vaihto uusiin ei ole kannattavaa.

- Urakoitsijalla ajan tasalla olevat ohjeet ja kuvat.
- Työmaalla on hyväksytyt kivet ja korit.



- Malliasennus, hyväksytysti tehty.
- Silmämääräinen tarkistaminen, korit ovat ehjiä.
- Julkisivun ulkonäöllinen tarkastaminen.
- Aitalinjan suoruus ja vaadittujen mittatarkkuuksien toteaminen.
- Muurin taustatäyttö, tehty.
- Julkisuvun ja yleisilmeen viimeistely
- Työmaan saattaminen luovutuskuntoon
- Työmaan luovuttaminen

### 3.3 Riskianalyysi

Riskianalyysin kartoitus tehtiin sen takia, että työstä saataisiin mahdollisimman tehokasta ja tuottavaa. Jo ennakkoon tiedettävät riskit pitää minimoida, turhan työn ja kulu-  
jen välttämiseksi.

Ennalta arvaamattomiin riskeihin on varauduttava esim. talvella tehtävillä työmailla roudansulatuskalustolla. Tällöin vältetään turhilta riskeiltä, että perustus on jäänyt ja sen sulettua kivikorimuuri voi kallistua ja muuttaa muotoaan.

- Korit huonoja > Reklamaatio valmistajalle
- Kiviaines epätasaisuus > Kivien uudelleen seulonta
- Korin tiiveys riittämätön > Tärypöydän kunnon toteaminen
- Kantavan kerroksen toteaminen > Korjaus
- Aitalinjan asemointi > Mittamies / linjalanka

- Korienasemointi > Silmäääräinen tarkistus ja korjaus
- Vahingoittuneet korit > Vaihdetään uusiin
- Vieraan esineen joutuminen koriin > Korin uudelleen teko
- Graffiti > Pesu tai korin uudelleen teko
- Ilkivalta > Korjaus
- Kivikorikoneen rikkoutuminen > Säännöllinen huolto ja tarkistus
- Kallistuminen > Tukemisen parantaminen
- Lumi > Poistaminen asennettavalta pinnalta ja koreista
- Routa > Sulatus
- Taloudelliset riskit > Maksupostin laadinta
- Talouden loppuselvitys > Asioiden parempi tekeminen

## 4 Yhteenveto

Ennalta ehkäisevien toimenpiteiden toteuttaminen kivikorityömaalla lisää tuottavuutta, työturvallisuutta ja pienentää laatuvaihteluita. Vain näihin asioihin huolella paneutuminen lisää tuottavuutta ja taloudellisuutta.

Työmailla tulee olla hyväksytyt ja viimeiset kuvat ennen työn aloittamista, jolloin vältetään turhalta työltä ja väärinkäsityksiltä. Pitää olla myös hyväksytetty kiven laatu arkkitehdillä, selvitettävä kiven värin ja laadun saatavuus koko työmaan keston ajan. Huomioitavaa on myös korien saatavuus valmistajalta, jos kyseessä on korimäärältään ja laadultaan pitkäkestoinen työmaa.

Pitää huomioida työmaan alussa käsin ladottujen korien määrä. Jos niitä on paljon niin se vaikuttaa suoraan työn kestoon, joka pitää huomioida työmaan aikataulussa.

Työmaalla pitää olla osaava henkilökunta, jolla on riittävä työmoraali tekemään työnsä. Hyvällä asenteella ja tunnollisuudella vaikutetaan työn laatuun, tuottavuuteen, aikatauluun ja työturvallisuuteen. Hyvä työn suunnittelun ja seurannan ansiosta päästään halettuun lopputulokseen, joka on kustannustehokasta.

## Lähteet

- 1 Kuvat Jukka Siekkelin tiedostot SStec Oy
- 2 Tieturva 1. Tietöiden liikenteen järjestely- ja turvallisuuskoulutus. Tiehallinto, Asiantuntijapalvelut. Helsinki 2005.

