



Ekaterina Hjerppe

Kiviasennusten työtehot Lippulaivan työmaalla talviolosuhteissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

1.5.2022

Tiivistelmä

Tekijä:	Ekaterina Hjerppe
Otsikko:	Kiviasennusten työtehot Lippulaivan työmaalla talviolosuhteissa
Sivumäärä:	27 sivua
Aika:	1.5.2022
Tutkinto:	Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine:	Infrarakentaminen
Ohjaajat:	Aluepäällikkö Matti Lahti, Peab Industri Oy Lehtori Joonas Pusila, Metropolia

Tämä opinnäytetyö tehtiin Peab Industri Oy:n tilauksesta ja työn tarkoitus oli tutkia talviolosuhteiden vaikutus kivitöihin infrarakentamisen työmaalla. Tutkimuksessa käytiin läpi Lippulaivan työmaalla talvella 2021–2022 käytetyt sääolosuhteiden aiheuttamat työmenetelmämuutokset ja lisäresursoinnit. Yritys oli arvioinut työtehokertoimen olevan 1,3, tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, oliko se riittävä kerroin, vai onko kerrointa muutettava tulevia projekteja varten. Tutkimuksessa käsitellään ainoastaan tämän työmaan toteutuneita työtehoja ja talvihaittojen tuomaa kustannuslisää, tulokset eivät ole suoraan verrannollisia muihin projekteihin, vaan ainoastaan suuntaa antavia.

Tutkimuksessa käytiin läpi kivimateriaalien ja talvihaittojen teoria puoli, jonka pohjalta ruvettiin tutkimaan Lippulaivan työmaalla tapahtunutta muutosta työtehoissa ja kustannuksissa. Tutkimukseen otettiin mukaan betonikivi, graniittilaatta sekä noppakiveys alueet, muihin kivimateriaaleihin ei otettu kantaa tässä tutkimuksessa. Raakadatan perusteella selvitettiin kesän ja talven ajalta toteutuneet työtehot ja kustannukset per neliömetri asennettua kivipintaa. Nämä tilastot verrattiin keskenään sekä vertaus tehtiin myös Ratu-tilastoista saatuun työtehoon.

Lopputuloksena saatiin tilastot, joiden perusteella todettiin, että valitulla asennuspohjan sulatus- ja lämmitysmetodilla oli suuri merkitys työteho- ja kustannuskertoimiin. Betoni- ja noppakiveys alueilla käytössä ollut Heatwork-roudansulatusvaunu ja höyryauto nostivat työtehokerrointa 1,4, joten käytössä ollut 1,3 oli arvioitu liian pieneksi. Kustannukset per asennettu neliömetri nousivat näillä kivityypeillä 2-3-kertaiseksi. Graniittilaatan asennuspohjan sulatus- ja lämmitysmetodiksi oli valittu säänsuojatelta lämpöpuhaltimella. Tämä valinta nosti työtehokertoimia vain 1,02 ja kustannuksia per asennettu neliömetri 1,55 kertaiseksi.

Yhteenvedona todettiin, että ulkoilmassa tapahtuvien kiviasennusten talvityötehokerroin pitäisi olla vähintään 1,4, kun taas säänsuojateltassa työtehot pysyvät samoina kuin kesäolosuhteissa. Säänsuojateltan käyttö on taloudellista vain silloin kun se mahdollistaa kerralla riittävän neliömäärän asennuksen, jotta sen tuomat kustannukset ja kaantuvat riittävän tasaisesti asennetuille neliömetreille.

Avainsanat: Talvihaitat, työtehot, kiviasennus

Abstract

Author: Ekaterina Hjerppe
Title: Work Efficiencies of Stone Installations at the Lippulaiva Construction Site in Winter Conditions
Number of Pages: 27 pages
Date: 1 May 2022

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Construction Site Management
Professional Major: Infrastructure Construction
Supervisors: Regional manager Matti Lahti, Peab Industri Oy
Lecturer Joonas Pusila, Metropolia

This thesis was commissioned by Peab Industri Oy, to find the actual work efficiency of the stone installations and the cost increase brought by winter conditions at the Lippulaiva construction site in the winter of 2021 – 2022. The company had estimated the work efficiency factor to be 1.3 and the purpose of the study was to find whether it was a sufficient factor or whether the factor needed to be changed for future projects. This study covers work efficiency and cost increase on only this construction site; the results are not directly proportional to other projects, but only indicative. The study starts with the theory of stone paving and winter disadvantages on the construction site, based on which the change in work efficiency and costs at Lippulaiva construction site was studied. This research included only concrete stone, granite slab and granite sett, other stone material were not included. On the basis of the raw data, the work efficiencies and costs per square meter of stone surface installed during the summer and winter were determined. These statistics were compared with each other, and a comparison was also made with the work efficiency obtained from the Ratu statistics.

The result was a conclusion that suggested that the chosen method of melting and heating the installation base played a major role in the efficiency and cost factors. The Heatwork frost melting wagon and steam trucks used on the concrete stone and granite sett areas increased the work efficiency factor by 1.4, so the 1.3 in use was estimated to be too low. The cost per installed square meter increased 2-3 times with these types of stone. A weather protection tent with a heat blower had been chosen as the method of melting and heating the granite slab installation base. This choice increased work efficiency factors by only 1.02 and cost per installed square meter by 1.55 times.

In summary, it was found that the winter work efficiency of stone installations in open air should be at least 1.4, while the work efficiency in the weather protection tent remains the same as in summer conditions. The use of a weather protection tent is economical only if it allows the installation of a sufficient number of square meters at a time so that the costs it entails are distributed evenly enough over the square meters installed.

Keywords: winter disadvantages, work efficiencies, stone installation

Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Opinnäytetyön tavoite ja toteutustapa	1
1.2	Tutkimuksen rajaus	2
2	Tutkimuksen teoria puoli	3
2.1	Katukiveyksen kehitys	3
2.2	Talvihaitat	5
3	Lippulaivan työmaa	7
4	Lippulaivan kivimateriaalit	9
4.1	Betonikiveys	9
4.2	Graniittilaatta	9
4.3	Noppakiveys	10
5	Kivityyppien asennukseen käytetyt menetelmät ja niiden kustannukset talven aikana	12
5.1	Betonikiveys	12
5.2	Graniittilaatta	14
5.3	Noppakiveys	15
6	Työtehot	17
6.1	Betonikiveys	17
6.2	Graniittilaatta	19
6.3	Noppakiveys	21
7	Johtopäätös	23
8	Yhteenveto	26
	Lähteet	27

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on tutkia talviolosuhteiden vaikutus kivitöihin infrarakentamisen työmaalla. Tutkimuksessa käydään läpi Lippulaivan työmaalla käytetyt sääolosuhteiden aiheuttamat työmenetelmämuutokset ja lisäresursoinnit.

Talviolosuhteiden tuomat haasteet vaikeuttavat infrarakentamista työmailla. Maan routiminen, kova pakkanen ja jatkuva lumen tulo hankaloittavat maankai-
vuu-, täyttö- ja asennustöitä sekä koko työmaan logistiikkaa. Pakkasilla työnte-
kijöiden työtehot pienenevät ja jopa koneiden käyttörajat saattavat tulla vastaan. Vaikutus tuntuu myös katujen pintarakenteiden toteutuksessa, laadunvarmistuk-
sessa ja resursoinnissa.

Peab Industri Oy, pääkaupunkiseudun infrarakentamisen yksikkö, törmäsi tal-
ven aiheuttamiin haasteisiin Lippulaivan työmaalla, Espoossa. Työmaalla oli
käynnissä koko talven ajan kadunrakentamista ja suurin osa pinnoista oli erilai-
sia kivipintoja, joiden asennus hankaloitui talven myötä. Alkuperäisen aikataulu-
suunnitelman mukaan kaikki kivityöt oli ajoitettu kesä ja syksy ajalle, joten tal-
vella tapahtuviin asennuksiin ei oltu varauduttu kustannuslaskennan aikana.

Työn tarkoitus on selvittää talvityön toteutunut työteho ja kustannus käyttäen
apuna toteutuneita jälkilaskentakustannuksia sekä vertailla keskenään Lippulai-
van työmaalla käytettyjä menetelmämuutoksia erilaisten kivimateriaalien asen-
nustöiden suorittamisessa. Lopputulemana tarkastellaan, riittikö yrityksen arvi-
oima 1,3 kerroin työlle vai onko kerrointa muutettava tulevia projekteja varten.

1.1 Opinnäytetyön tavoite ja toteutustapa

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää 2021–2022 talvella Lippulaivan työ-
maalla tehtyjen kivitöiden toteutuneet talvihaittakustannukset ja verrata niitä

käytössä olleeseen talvityölisään. Tarkoituksena on luoda selkeä ymmärrys siitä mitä todellisuudessa kustantaa kiviasennusten teettäminen talviolosuhteissa.

Tutkimustyö aloitetaan käymällä ensiksi läpi työmaaprojekti itsessään ja siihen urakkaan kuuluvat kivimateriaalit, joiden asentamisen viivästymisestä ja siitä johtuvasta hankaloitumisesta tämä tutkimustyö sai alkunsa.

Tärkeänä työvaiheena tässä projektissa on kaikkien toteutuneiden kustannuksien haaliminen yhdeksi kokonaisuudeksi. Tämä vaihe toteutetaan keräämällä tarvittavat tiedot niin omasta yrityksestä kuin myös aliurakoitsijoilta, jotta voidaan tehdä yhteenveto kokonaiskustannuksista. Tutkitaan myös olemassa olevaa Ratu 0448 – Päälystäminen ja asfaltointi tiedostoa liittyen kivitöiden työtehoihin. Teoriapuolta varten käydään läpi alan kirjallisuutta ja muuta julkaistua tietoa.

Esitutkimuksen jälkeen kaikki kerätty raakadata analysoidaan ja muokataan tutkimusta varten tarvittavaan muotoon. Koska työt toteuttivat eritasoiset urakoitsijat ja erilaisissa työolosuhteissa, kaikesta datasta lasketaan keskiarvo, jota käytetään tässä vertailussa.

Tutkimuksen tuloksena syntyneestä lopullisesta datasta tehdään johtopäätökset, joiden perusteella arvioidaan, onko 1,3 kerroin työtehoille riittävä ja mitkä muut talven tuomat haitat on otettava huomioon kivitöitä talviolosuhteissa. Lisäksi tehdään yhteenveto siitä, minkälainen kustannuslisäkerroin eri lämmitys- ja sulatusmetodeilla pitäisi ottaa huomioon laskelmissa.

1.2 Tutkimuksen rajaus

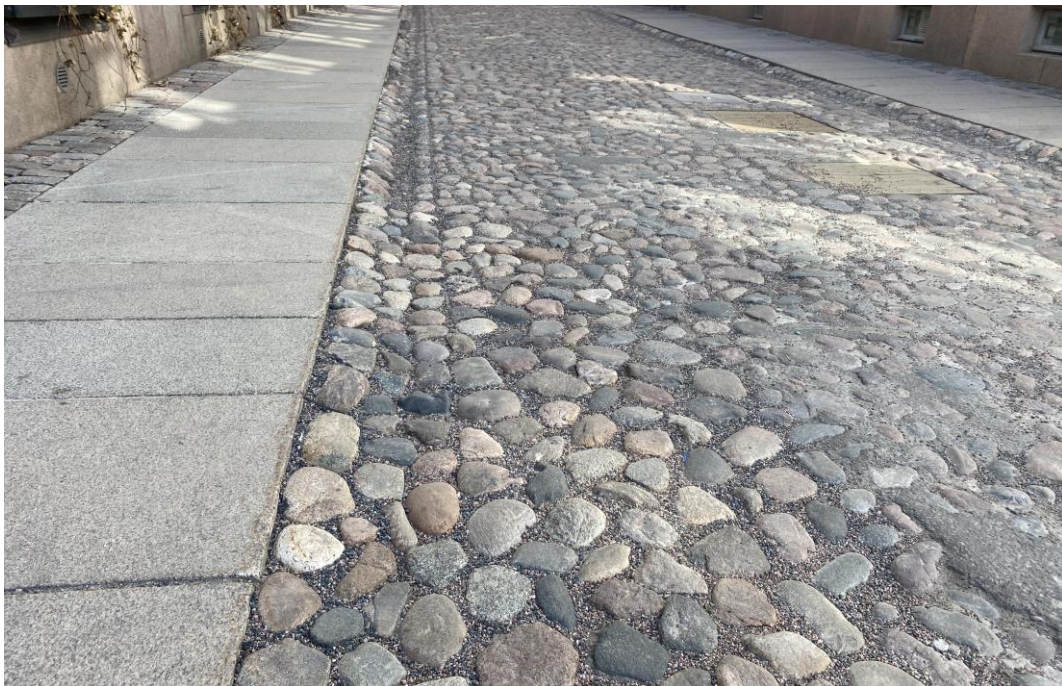
Tässä tutkimustyössä käsitellään pelkästään Lippulaivan työmaalla talviolosuhteissa toteutuneiden kiviasennuksien kustannuksia. Talviolosuhteiden luomat mahdolliset myöhemmin esille tulevat ongelmat ja kustannusmenot, kuten routimisen aiheuttamien painumien korjauksista syntyneet kustannukset, ei oteta huomioon tässä tutkimuksessa.

2 Tutkimuksen teoria puoli

2.1 Katukiveyksen kehitys

Luonnonkiviä on käytetty kautta aikojen kulkuteiden, pihojen ja torien päällysteenä. Luonnonkiven valinta pintamateriaalina on perustunut kiven lujuus- ja kestävyysominaisuuksiin sekä edustavaan ulkonäköön. Ennen kivialan kehitystä kivrakenteet toteutettiin lähiympäristöstä kerätyistä ja luonnon muotoilemista irtokivistä, joita käytettiin joko sellaisenaan tai karkeasti muotoiltuna (Kuva 1). [1.]

Suomen kallioperästä saadaan hyvänlaatuista ja kestävästä materiaalia joka soveltuu erinomaisesti rakennuskivituotantoon. Suomalaista graniittikiveä on jomonen sadan vuoden ajan hyödynnetty rakentamisessa ja korkean laadun vuoksi suomalaiset kivituotteet ovat myös kansainvälisesti kysytyjä. [2.]



Kuva 1. Sofiankadun kiveys, paasikiven ja mukulakiven yhdistelmä

Ajan saatossa kivituohteiden valmistusta on kehitetty ja koneellistettu huomattavasti monipuolisemmaksi ja nykypäivänä mittatarkkojen, sahattujen ja poltettujen tai ristipäähakattujen kivituohteiden käyttö on lisääntynyt. Raaka-aineena käytetään pääosin hyvin lohkeavia, hieno- ja keskirakeisia graniitteja. [1.]

Kuvassa 2 on Keskuskadun graniittilaatoitus, joka on toteutettu Penrosen laatoituksella. Laatasta pitäisi olla vain kaksi laattamuotoa, josta koko laatoitus pystytään toteuttamaan niin, että kuvio ei toistu missään vaiheessa ja kuvio jatkuu luovasti loputtomiin. Tässä totutuksessa kuitenkin yksi laattamuodoista jaettiin kolmeen osaan, kiven halkeamisominaisuuksien takia.



Kuva 2. Nykyaikainen kiveyksen toteutus Keskuskadulla

Pitkään suomalaisessa infrarakentamisessa käytettiin pintamateriaaleina suurimmaksi osaksi asfalttia ja luonnon kivityksiä, mutta 1970-luvulla myös betonikiven käyttö yleistyi. Alkuvaiheessa betonikiveä käytettiin vain kevyen liikenteen alueilla, mutta käyttö laajeni suhteellisen nopeasti myös suojateille ja bussipysäkeille. Betonikivi on kestävä ja kierrätettävä materiaali, minkä takia se on vakiinnuttanut asemansa suomalaisessa ympäristörakentamisessa. [3.]

Nykypäivänä betonikiviä on hyvin runsas valikoima ja tarjolla on kymmeniä erilaisia vaihtoehtoja jotka tarjoavat lukuisia erilaisia toteutusmahdollisuuksia. Suomessa on tällä hetkellä monia betonikivien valmistajia, yksi yleinen valmistaja on esimerkiksi Rudus Oy, jolla on tehtaita ympäri suomea. Osa käytetyistä betonikivistä tuodaan myös ulkomailta, pääasiassa Ruotsista. [3.]

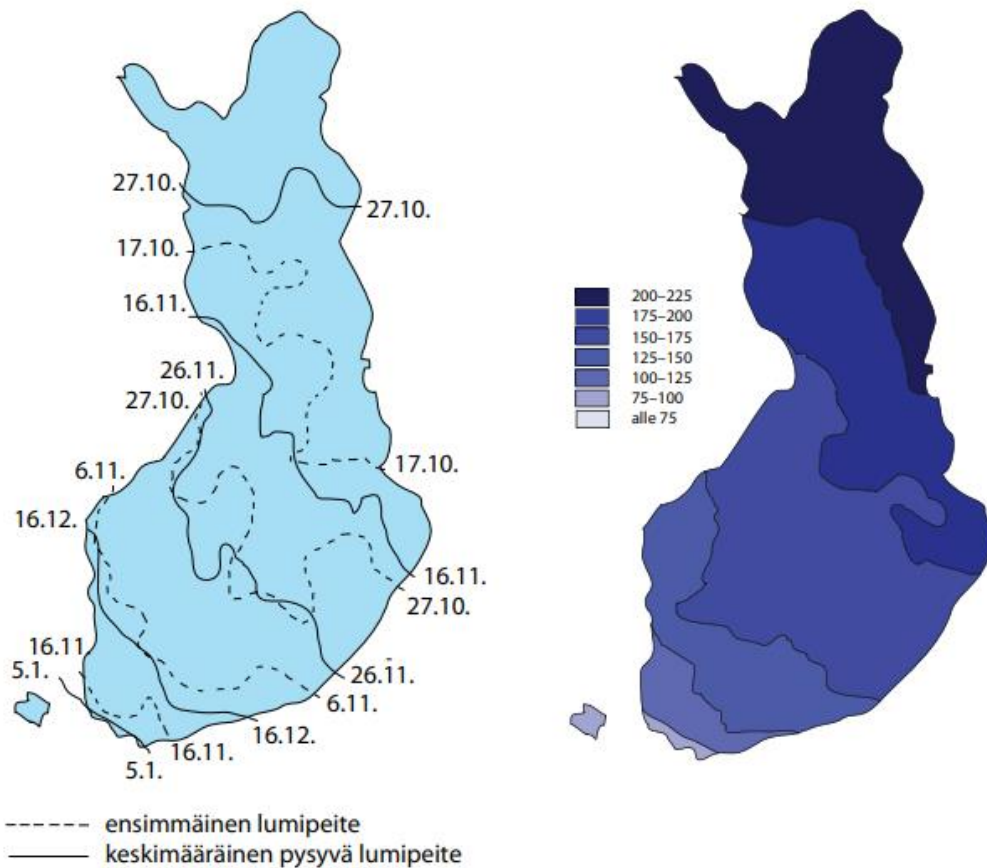
2.2 Talvihaitat

Talvi tuo haasteita infrarakentamisen työmaille ja nostattaa kustannuksia. Talvikustannukset muodostuvat kokonaistyömenekin kasvusta, muuttuneista materiaaleista sekä materiaalihukasta, koneiden ja laitteiden muuttuneesta tarpeesta ja rakennusajan kasvusta. [4.]

Kokonaistyömenekki kasvaa talvityöhaittojen aiheuttamasta työtä hidastavasta vaikutuksesta. Työnteolle sopivat lämpötila- ja valaistusolosuhteet heikkenevät, mitkä lisäävät työn keskeytyksiä ja pienentävät työsuoritusta. [4.]

Talvella yleensä monen infrarakennustyömaan työpäivä alkaa lumen aurauksella ja jään sekä roudan sulatuksella tai sulatuslaitteiden purulla, joten talvihaitat näkyvät erillisenä lisätyövaiheena jo ennen työnteon varsinaista aloittamista. Tämän tapaisten talvilisätöiden takia joudutaan yleensä ottamaan työmaalle lisää työvoimaa ja –koneita sekä tarvittavat laitteet lämmityksiä varten. [4.]

Laitteissa ja oheistuotteissa talvihaitoista syntyvä kustannuslisä koostuu pääosin lämmitys- ja sulatuslaitteistosta ja niihin liittyvistä menoista, joita ei parempien sääolosuhteiden aikana olisi tarvittu. Talviolosuhteet luovat tarpeen esimerkiksi suojapeitteille, jotka harvoin kestävät koko talven, joten työalueen tai –materiaalin suojaukseen joudutaan käyttämään rahaa, minkä käytölle kesällä ei olisi ollut tarvetta. Talviolosuhteiden vaikutuksessa olevat päivät ovat esitetty kuvassa 3. [4.]



Kuva 3. Talven todennäköinen tulo ja lumipeitepäivien lukumäärä vuodessa keskimäärin (1971-2000). Kuvan lähde Ratu F31-0346 Talvityöt ja -kustannukset.

Talvihaitat näkyvät myös materiaalien kustannuksissa. Jossain tapauksissa itse materiaalia joudutaan vaihtamaan tai tilaamaan epäkäytännöllisissä määrissä. Pakkaspäivinä kivasennuksiin tarvittava asennushiekka voidaan joutua tilaamaan lämmitettynä. Lämmitettyä asennushiekkaa tilataan vain yhden päivän asennustarpeisiin, ylijäänyttä massaa ei voida varastoida työmaalla koska maaines jääty ja peittyy lumella, joten siitä tulee käyttökelvoton seuraavan päivän asennuksia varten. [4.]

3 Lippulaivan työmaa

Lippulaiva on täysin uusi, maaliskuussa 2022 avautunut, kaupunkikeskus Espoonlahdessa (Kuva 4). Vuonna 2017 samalta sijainnilta purettiin vanha Lippulaivan kauppakeskus (Kuva 5) ja modernisoidun kaupunkikeskuksen rakentaminen aloitettiin. Lippulaivan koko kasvoi kaksinkertaiseksi ja se sisältää nykyään monien kauppojen ja ravintoloiden lisäksi kirjaston, päiväkodin, terveystalvuita, bussiterminaalin ja metroaseman, jonka on tarkoitus avautua vuoden 2023 aikana.



Kuva 4. Maaliskuussa 2022 avautunut kaupunkikeskus Lippulaiva

Lippulaivan kaupunkikeskus on kokonaisuudessaan noin 500 metriä pitkä kaksi kerroksinen rakennus, joka sisältää vuokrattavia kauppaneliöitä noin 44 00. Kaupunkikeskuksen omistaa Citycon Oyj, päätoteuttajana toimi vuoteen 2018 asti Lehto Group Oyj, jonka jälkeen yhteistyö jouduttiin keskeyttämään ja uudeksi urakoitsijaksi kaupunkikeskukselle valittiin Skanska Oy ja metroasemalle SRV Rakennus Oy. Lippulaivan yhteyteen rakennetaan myös kahdeksan kerrostaloa, joihin tulee yhteensä 550 vuokra-asuntoa.



Kuva 5. Vuonna 2017 purettu Lippulaivan kauppakeskus

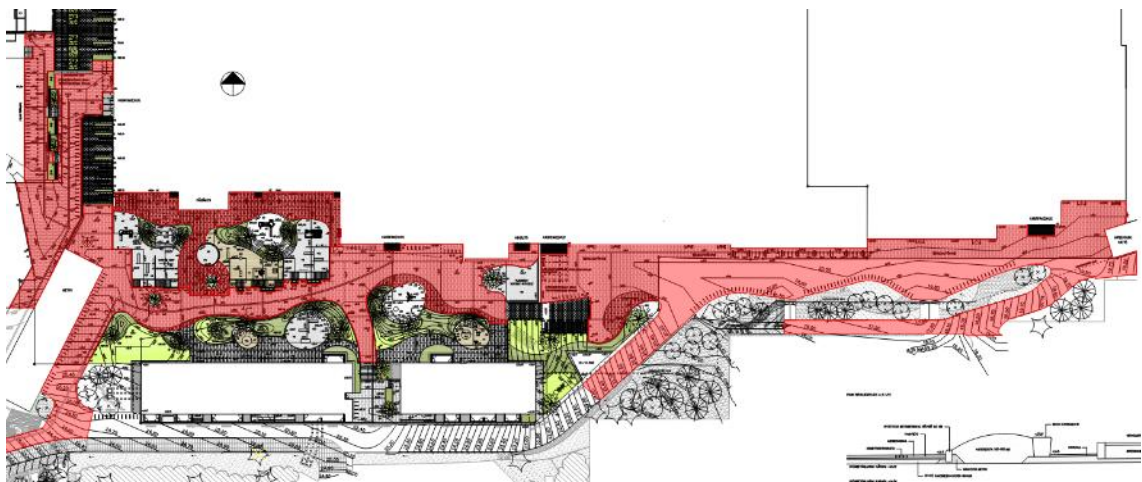
Peab Industri Oy aloitti työt Espoonlahdessa Lippulaivan työmaalla maaliskuussa 2021 ja urakkaan kuului kadunpintarakenteet, katu- ja liikennevalot, liikennemerkkit, kansirakenteiden sekä päiväkodin pihatyöt.

Työt tehtiin molemmin puolin kaupunkikeskusta sekä osittain muutamalla pienemällä kujalla jotka liittyivät nykyisen Lippulaivan tonttiin. Tontin pohjoispuolelle rakennettiin noin 600 metrin pituinen katu, joka koostui ajokaistoista molempiin suuntiin sekä molemmin puolin katua kevyenliikenteen väylät. Eteläpuolella oli suurimmaksi osaksi kansirakenteiden päälle rakennettavaa kivitettyä piha- ja torialuetta.

4 Lippulaivan kivimateriaalit

4.1 Betonikiveys

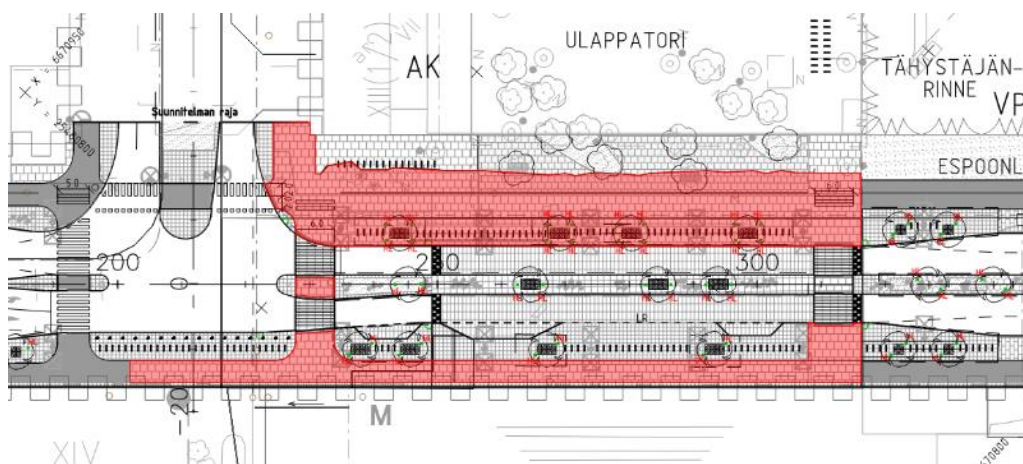
Työmaan eteläpuolella, Espoonlahdenreitillä sekä kansirakenteilla katujen pinnat toteutettiin betonikivestä. Asennettua kivipintaa oli yhteensä noin 5670 m² (Kuva 6), väriltään kivi oli vaaleaa sekoitusta, johon sisältyi harmaan, mustan ja ruskean kiven sekoitusta. Betonikivi asennettiin asennushiekkaan joko pohja-asfaltin tai kansirakenteen päälle.



Kuva 1. Betonikiveyksen laajuus Espoonlahdenreitillä ja kansirakenteilla

4.2 Graniittilaatta

Espoonlahdenkadulla Ulappatorin kohdalla kevyenliikenteen väylät sekä torin pinnat toteutettiin graniittilaatoituksesta. Graniittilaatoitus asennettiin maakostean betoniin pohja-asfaltin päälle ja saumattiin märällä sementti-hiekka-vesiseoksella. Pinta-alaltaan asennettua graniittilaattaa oli noin 1579 m² (Kuva 7).



Kuva 2. Graniittilaatoitus alueet Espoonlahdenkadulla

Laatoitus tehtiin ylämaan ruskeasta graniitista, jonka yläpinta oli poltettu ja laodontamallina tiililadonta. Pieni osa torin aluetta toteutettiin mustalla kivellä kaanruotoladonnalla ennallistaakseen torilla olevaa kuviointia (Kuva 8).

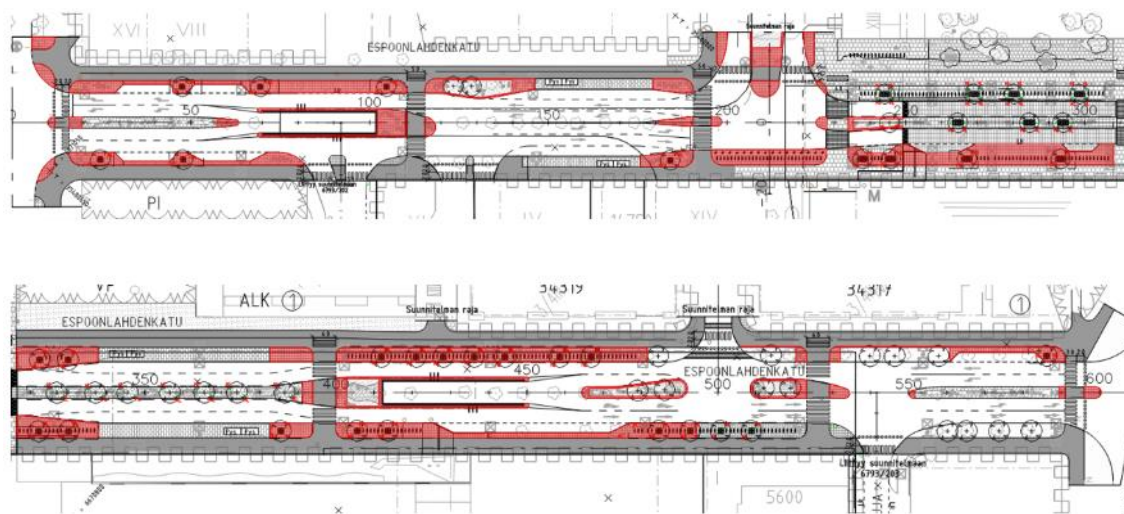


Kuva 3. Lippulaivan valmis graniittilaatoituksella tehty Ulappatori

4.3 Noppakiveys

Noppakiveystä asennettiin Espoonlahdenkadulla yhteensä noin 2540 m². Kivenä oli suurimmaksi osaksi harmaata lohkontua vakionoppaa, kooltaan

90*90*90. Sisäänkäyntiovien sekä kaikkien portaiden ala- ja yläpäässä tehtiin huomiokiveys mustasta, samankokoisesta nopasta jossa oli poltettu yläpinta.



Kuva 4. Noppakiveys alueet Espoonlahdenkadulla

Kuva 9 havainnollistaa noppakiveysalueiden hajanaisuuden työmaan pohjoispuolella. Alueita oli useita eri kokoisia, suurinta osaa alueista ei päästy tekemään kokonaisina alueina vaan jouduttiin tekemään osissa. Tämä johtui yleensä jatkuvasta tilanpuutteesta, joten muut urakoitsijat käyttivät usein meidän työalueita varastoalueina minkä takia oli yleensä mahdotonta tehdä alueita kokonaisina valmiiksi.

5 Kivityyppien asennukseen käytetyt menetelmät ja niiden kustannukset talven aikana

Talven aikana Lippulaivan työmaalla käytettiin erilaisia menetelmiä vähentääkseen talviolosuhteiden vaikutusta niin työtehoihin kuin myös tuotettuun laatuun. Menetelminä olivat säänsuojateltta lämpöpuhaltimilla, Heatwork-roudansulatusvaunu sekä höyryauto. Eri kivilaatuihin oli löydettävä sopivimmat sulanapito- ja lämmitysmenetelmät, jotka vaihtelivat kiven asennusvaatimusten ja työalueen sijainnin mukaan.

5.1 Betonikiveys

Betonikiveyksen asentamisessa jouduttiin tekemään muutoksia porrastetusti, ensimmäisessä vaiheessa tehtiin muutoksia asennusmateriaaliin, toisessa vaiheessa otettiin käyttöön sulatus- ja lämmityskalusto.

Talven ensimmäisinä päivinä ennen kovia pakkasia ja lumen tuloa, jouduttiin tilaamaan kivituhkaa lämmitettynä asfalttiasemalta. Lämmitetyn kivituhkan käyttö ei vaikuttanut negatiivisesti työtehoihin, mutta kustannuksissa nousu näkyi. Lämmitetyn kivituhkan käyttö varmistaa sen, että asennukseen käytetty materiaali on varmasti sula. Ongelmana tässä on materiaalin tilaus määrä, jota voidaan tilata vain toimituspäivän tarvitsema asennusmäärä. Lämmitettyä kivituhkaa ei voida varastoida työmaalla koska muuten se jäätyy ja lämmityksen hyöty katoaa.

Lämmitetyn kivituhkan hintaero tavalliseen kivituhkaan on 18,2 euroa tonnia kohden. Talviolosuhteissa työmaalle ajettiin lämmitettyä kivituhkaa 3-akselisella nappikuorma-autolla, jonka tilavuus on 14 tonnia. Hintaeroa tuli yhdelle kuormalle 254,8 euroa. Lisäkustannus tuli ylimääräisesti toimitusmaksusta, koska materiaalia ei voitu tilata kasettiautolla niin kuin kesällä.

Talven edetessä pelkkä lämmitetty kivituhka ei enää riittänyt takaamaan tarvittavat asennusolosuhteet, joten asennuspohjan lämmitystä varten otettiin Heatwork-roudansulatusvaunu käyttöön. Laitteen letkut, joissa kulkee noin 80

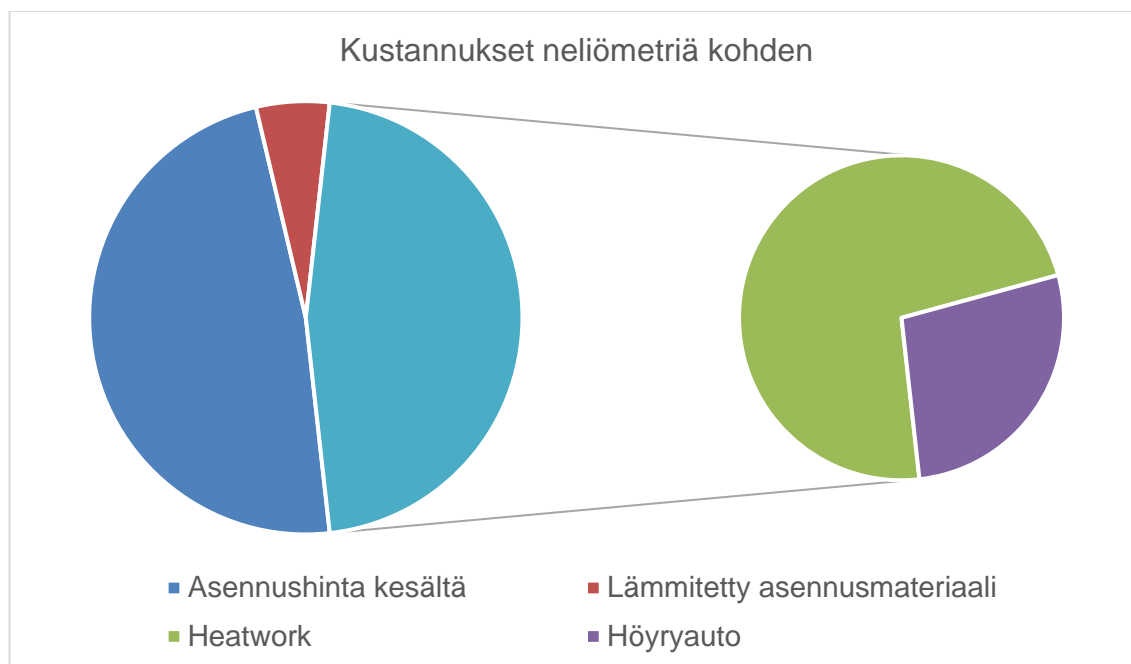
°C:een lämmitetty glykoli, levitettiin yöksi tarvittavalle alueelle ja peitettiin suojamatoilla lämpöhukan vähentämiseksi. Tällä menetelmällä saatiin sulatettua asennuspohja kiviasennuksia varten yhden yön aikana siltä alueelta mihin oli tarkoitus päästä asennustöihin seuraavana päivänä.

Heatwork-laitteen käytön kustannuksiin on otettava huomioon myös vaaditut letkujen levitykseen ja purkuun tarvittavat työntekijät ja -aika. Laitteen purkuun meni joka aamu noin 1,5 tuntia ja päivän päätteeksi noin 1,5 tuntia levitykseen, työ vaati koko ajan kaksi työntekijää.

Heatwork laitteen kustannus päivässä oli 660 euroa, mikä sisälsi laitteen, siihen tarvittavat suojapeitteet sekä vielä kahden työntekijän tunnit, jotka hoitivat laitteen levityksen ja purun. Nämä työntekijät tekivät täysimittaisen työviikon, keskittyen pelkästään Heatwork laitteiden käyttöön.

Taulukossa 1 voidaan tarkastella, miten talviolosuhteiden takia tarvittavat menetelmämuutokset nostivat hintaa asennettua neliometriä kohden. Kokonaisuudessaan nämä talviolosuhteiden vaatimat menot nostivat kustannukset 2,09 kertaiseksi neliometriä kohden kesään verrattuna. Taulukossa esitetään asennetun neliometrin kustannus, joka jakautuu siniseen kesän asennushintaan 48 %, punaiseen lämmitettyyn asennusmateriaalin 5 % sekä vaaleansiniseen osaan joka vastaa 48 % kokonaishinnasta sulatus- ja lämmitysmenetelmien kustannuksia.

Taulukko 1. Kustannusten jakautuminen talviolosuhteiden asennushinnassa



5.2 Graniittilaatta

Graniittilaattojen saumaus tehtiin sementti-hiekka-vesiseoksella, joka kovettuu vain lämpimässä ilmassa. Tästä syystä graniittilaattojen asennus toteutettiin sääsuojateltassa, joissa lämmitystä ylläpidettiin isoilla lämpöpuhaltimilla.

Teltan olleessaan vähintään +5 °C:inen, vuodenaikalla itse kiviasennukseen ei ollut suuresti vaikutusta. Lisäkustannuksia tähän työhön, oli teltan asennuksen ja vuokran kustannukset sekä lämpenemisen, ja siirtojen aikaisesta odottamisesta syntyvät haitat ja materiaalin siirtäminen teltan sisälle lähemmäs työkohtetta. Materiaalinen siirtäminen ei ollut työtehoihin kovin vaikuttava tekijä, ainoastaan hidasti liikkumista ajoittain. Materiaalia ei saanut tarpeeksi lähelle työpis-tettä, vaan asennusmateriaali ja kivet jouduttiin ajamaan pienellä kauhakuor-maajalla teltaan.

Teltoa oli vuokralla viisi viikkoa, jonka aikana ehdittiin sulattaa maata, asentaa ja saumata graniittilaatat, siirtää teltoa, ja toistaa sulatus, asennus ja saumaus.

Teltan päiväkohtainen kustannus oli 458 euroa. Tämä hinta sisältää teltan vuokran, asennuksen ja purun, yhden kerran teltan siirron sekä ison lämpöpuhaltimen vuokran.

Talven aikana asennuttujen graniittilaatta kustannukset per neliometri nousi teltan käytön yhteydessä 1,55-kertaiseksi.

5.3 Noppakiveys

Noppakiven pohjien sulatusta toteutettiin kolmella eri menetelmällä talviolosuhteissa, teltassa, Heatwork-laitteella sekä höyryautolla. Menetelmien valinta perustui pääosin noppakiveyksien sijainteihin ja kokojen mukaan.

Teltan avulla tehtiin vain työmaan isoin noppakivialue, joka oli kooltaan 138 m². Teltassa toteutetun noppakiveyksen kustannuslisä muodostui samoista asioista kuin graniittilaatoitus alueella, eli asennuksen ja lämpenemisen odotuksen kustannuksista sekä materiaalien siirron hidastumisesta syntyvistä haitoista.

Kaikki loput työmaan noppakiveysalueet sulatettiin Heatwork-laitteen avulla, koska niissä teltan käyttö olisi ollut useiden siirtojen takia ja pienempien asennusneliöiden takia hankalaa ja epätaloudellista. Noppakiveysalueet sisälsivät alueita kuten liikenteenjakaajat, ohjausraidat, oven edustat, eli alueet joissa on huomattavasti vähemmän neliömetrejä, joten jakaessa teltan käytöstä aiheutuvat kustannukset neliömäärälle olisi kustannukset per neliometri nousseet liian korkealle.

Heatworkin käytöstä syntyvät kustannukset tulevat laitteen vuokrasta sekä laitteen käytöstä syntyvistä työtunneista. Laitteen käytön ongelmaksi ajoittain muodostui sulatusalueet, joissa työalueen ympärillä oli ahtaat tilat ja asennusta ei päästy tekemään kuin 5–10 neliometriä kerralla. Noppakiveys sijoittui pinnemmille ja kapeammille alueille kuin betoni- tai graniittilaatoitus, eikä koko Heatwork-laitteen lämmitystehoa pystytty hyödyntämään näillä alueilla.

Heatwork-laitteen ollessaan käytössä vain yhdellä työntekijän tarvitsemalla työalueella, kustannus neliometriä kohden 5,17-kertaantui. Koska laitteen lämmityskapasiteetti oli isompi kuin vain yhden työntekijän tarpeet, laitetta käytettiin usein niin, että kaksi vähintään kaksi työntekijää pääsivät asentamaan noppakivetystä viereisillä alueilla. Tämä laski kustannuksia 3,08-kertaiseksi neliometriä kohden kesään verrattuna.

Tilanteissa joissa tarvittiin monia pieniä alueita eri sijainneissa sulaksi, työmaalla päätettiin käyttää höyryautoa. Höyryauton hyötyjä kahteen edelliseen sulatusmenetelmään olivat helppo liikutettavuus ja nopea pohjan sulatus. Haittapuolena höyryssä oli sulatuksesta syntyvä ylimääräinen vesi, joka kokoontui lammikoiksi työalueelle. Vedestä päästiin eroon joko uppopumpulla tai valmisteluvien töiden aikana vesi ohjattiin kaatojen mukana sadevesikaivoihin.

Höyryauton käytölle oli näistä kaikista menetelmistä kallein päivakohtainen kustannus, joka oli noin 2000 euroa päivässä. Kustannus ei ollut kokonaan yhden kivilajin kuormana, vaan hinta jaetaan noppa- ja betonikiven kesken, sekä osittain myös reunakiville, joita ei tässä tutkielmassa käsitellä.

Höyryauton muutti kustannuksia neliometriä kohden yhden työntekijän kohdalla 5,42-kertaiseksi ja kahden työntekijän kohdalla 3,21-kertaiseksi.

6 Työtehot

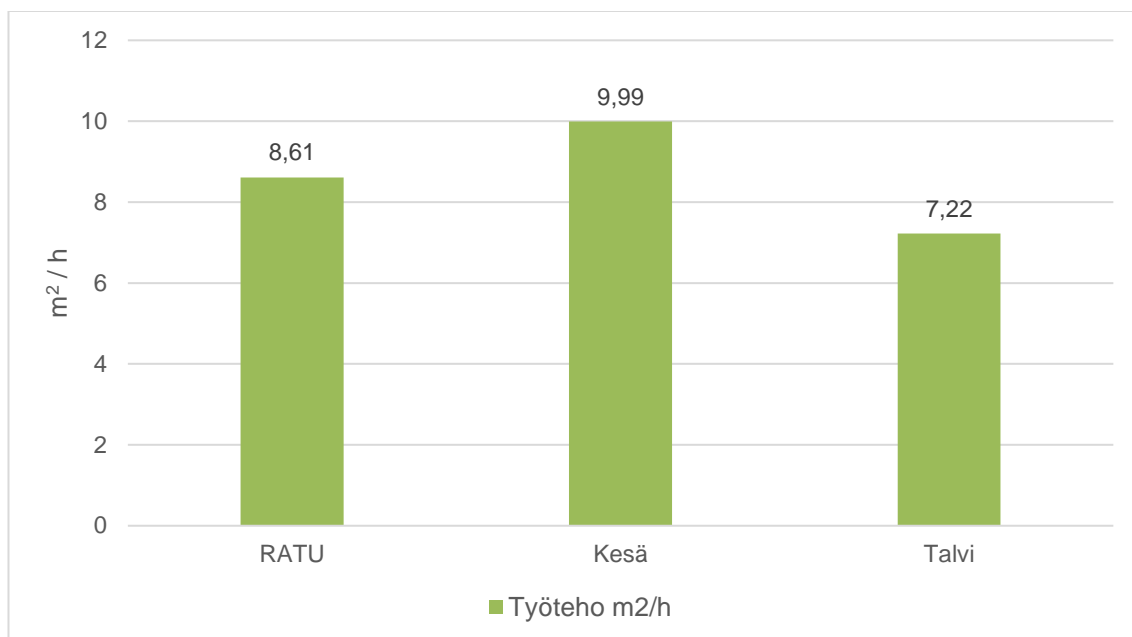
Työtehojen laskentaan käytettiin tämän projektin toteutuneita työsaavutuksia ja niihin käytetty työaika. Kaikki raakadata minkä pohjalta tehtiin laskelmat, käytiin läpi ja poistettiin tuntilistoista lisätyöt, jotta pystytiin laskemaan puhdas työteho. Vertailu tehtiin myös Ratu:n [5] kesänaikaisiin työtehoihin.

Tutkimuksessa selvitetään ja käytetään termiä työteho, joka ilmaisee yhden tunnin aikana asennuttujen neliömetrien määrää. Ratu:n kortistoissa käytetään termiä työmenekki, joka ilmaisee yhden neliömetrin asennukseen käytettyä työvoimaa. Tämän takia Ratu:n työmenekeistä on laskettu tutkimusta varten työtehot, jotta voitiin tehdä suora vertaus.

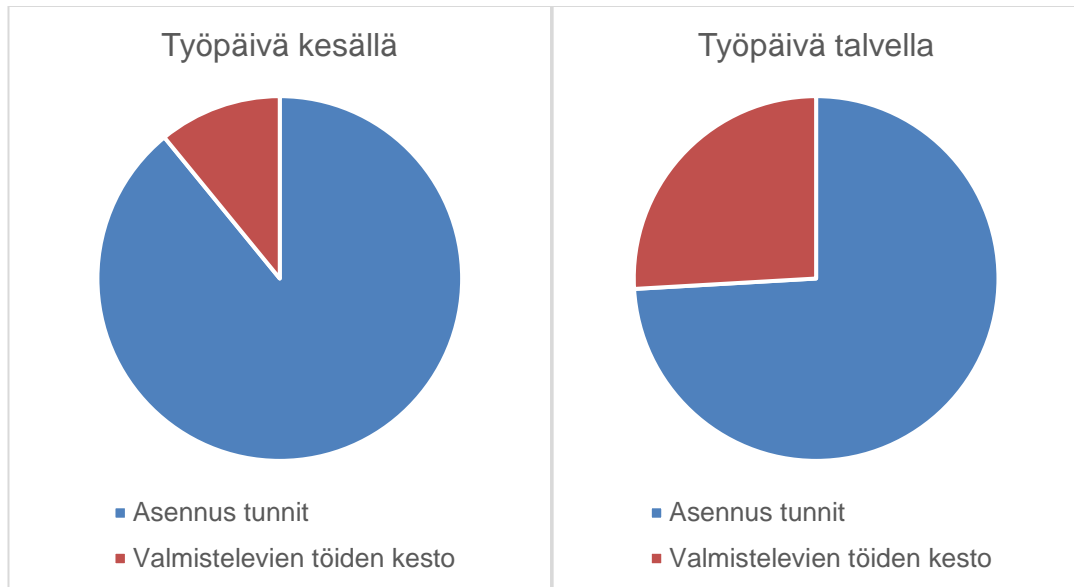
On huomioitavaa, että talviolosuhteiden aikana pelkkä työteho ei ilmaise varsinaista työsaavutusta työpäivän aikana, vaan kuvastaa pelkästään kiviasennuksen työtehoa. Ennen ja jälkeen varsinaista kiviasennusta, on varattava työaika talvilisätöihin. Riippuen talven aikana käytetystä sulatus- ja lämmitys menetelmästä, jokaisella kivimateriaalilla tuli ilmi laskelmissa oma asennukseen käytettyjen tuntien määrä per työpäivä.

6.1 Betonikiveys

Betonikiveyksen työtehoissa ilmeni selkeä lasku talviolosuhteissa. Kesäaikaiset työtehot olivat todellisuudessa 1,385 kertaa isommat, mikä ei ollut kovin kaukana 1,3 kertoimesta mitä käytettiin työmaalla (Taulukko 2).

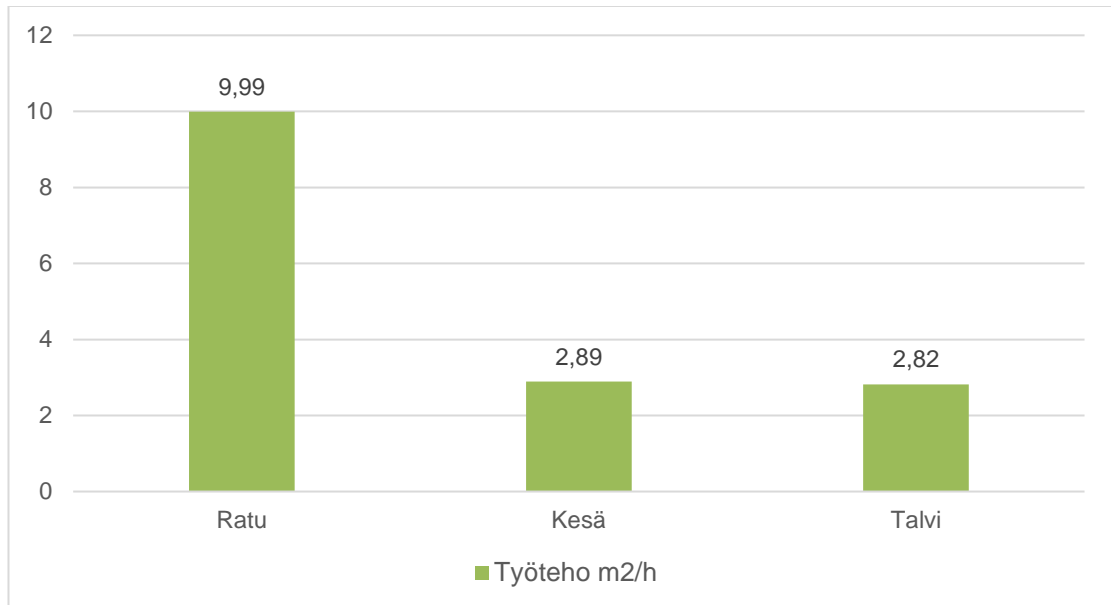
Taulukko 2. Betonikiveyksen työtehot

Pelkät työtehot eivät kuitenkaan kerro todellista saavutusta työpäivän aikana, koska on huomioitavaa myös talven aiheuttamat lisätyöt. Lisätyöt muodostuivat työalueen valmistelusta ja materiaalin kuljetuksesta ja putsamisesta. Nämä työvaiheet veivät talvella enemmän aikaa kuin kesällä, joten aktiivisia asennustunteja oli päivässä vähemmän. Näiden tuntien jakautuminen työpäivän aikana esitetään taulukossa 3.

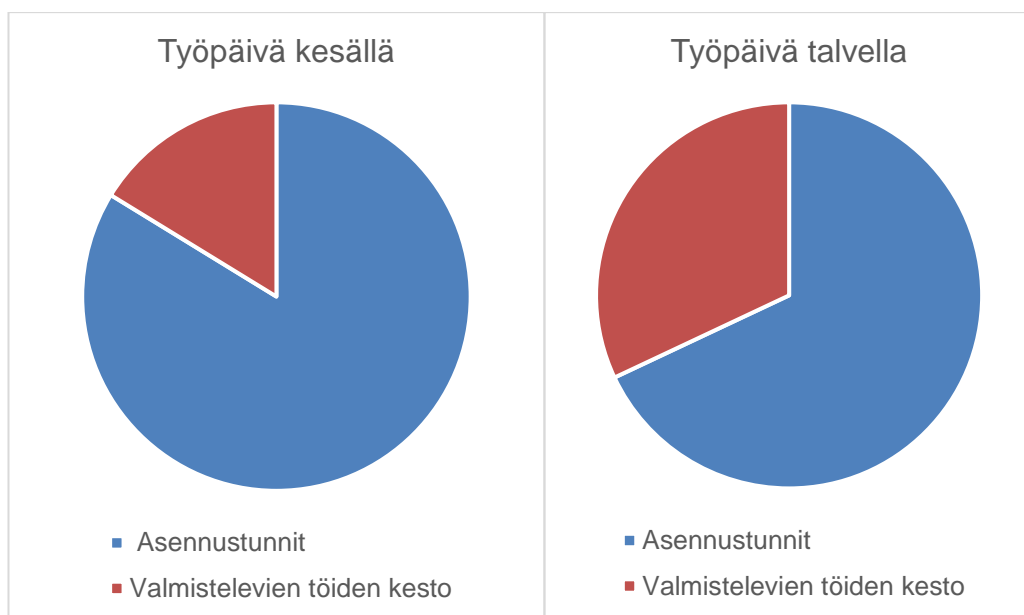
Taulukko 3. Työpäivän tuntien jakautuminen

6.2 Graniittilaatta

Graniittilaatoituksen työtehoissa ei huomattu suurta eroa kesä ja talven väliseen asennuksen työtehoon, mikä johtui siitä, että asennus jouduttiin tekemään talvella lämmitetyssä teltassa, jotta graniittilaatan saumaus onnistuisi. Suurin ero oli Ratu tilastoista saatuihin työtehoihin, mitkä olivat noin kolme kertaa isommat mitä tällä työmaalla pystyttiin toteuttamaan. Nämä työtehot on esitetty taulukossa 4. Kesän ja talven työtehojen ero oli vain 1,02-kertainen. Tässä tapauksessa työmaalla käytetty 1,3 kerroin työteholle oli turha.

Taulukko 4. Graniittilaatoituksen työtehot

Varsinaiseen asennukseen käytetyissä tunneissa oli näkyvä muutos, johtuen liikkumisen ja materiaalin saamisen työpisteelle hankaloitumisesta. Nämä tilastot voidaan tarkastella taulukossa 5.

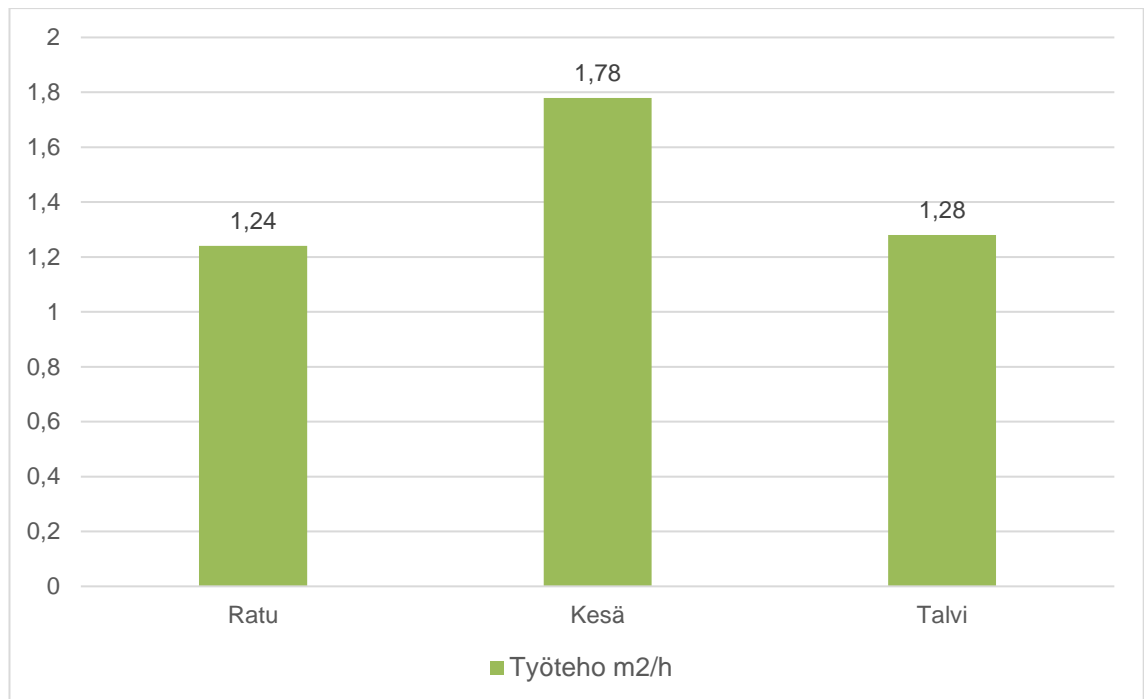
Taulukko 5. Työpäivän tuntien jakautuma

Taulukossa 5 näkyy selkeästi miten paljon hankalampi liikkuminen hidastaa työntekoa. Talven aikana työskennellyt työryhmä käytti päivittäin noin kolme tuntia siihen, että saivat siivottua reitin työpisteelle, tuotua sinne tarvittavat materiaalit sekä päivän päätteeksi suljettua teltan huolellisesti lämmönhävikin estämiseksi.

6.3 Noppakiveys

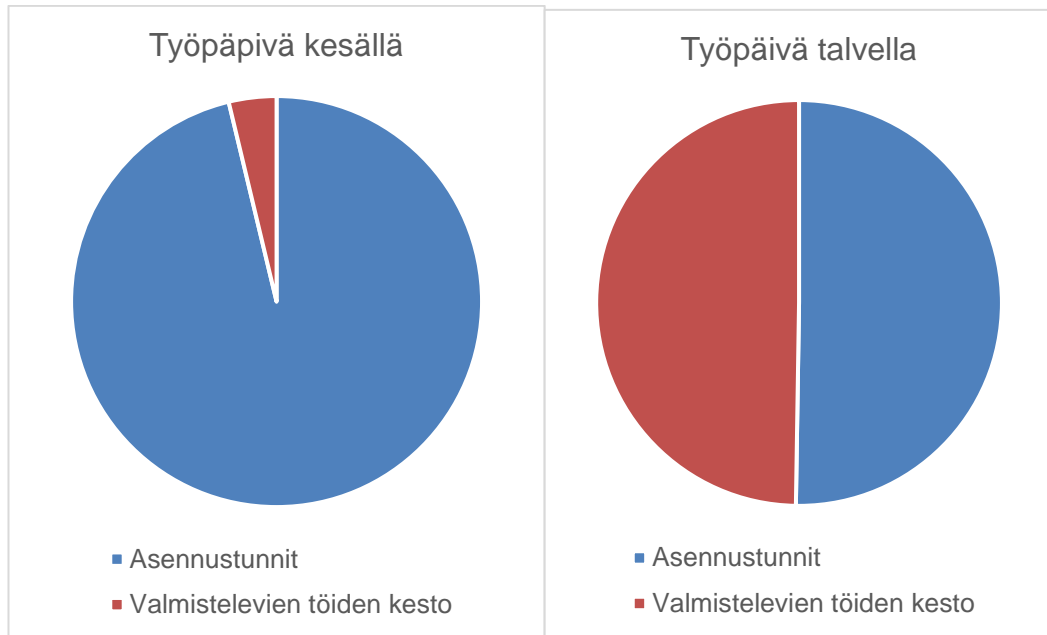
Noppakiveyksen työtehot tipuivat myös näkyvästi. Talven työtehoihin verrattuna kesän työtehot olivat 1,39-kertaiset. Talviolosuhteissa kiviasennuksen työtehot olivat korkeammat kuin mitä Ratu-tilastoista saadut työtehot, jotka on laskettu kesäajalle. Kesäolosuhteissa työmaalla kiviasennusta pystyttiin toteuttamaan selkeästi paremmilla työtehoilla. Nämä tilastot on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Noppakiveyksen työtehot



Noppakiveyksen asennuksessa suurin ero kesä- ja talviolosuhteissa oli työpäivän aikana käytetyissä tunneissa tehokkaaseen asentamiseen. Saman pituiseksi työpäivästä varsinaiseen asennukseen pystyttiin käyttämään vain noin puolet ajasta, tiedot esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. Työpäivän tuntien jakautuma



Noppakiveyksen suurin ajallisesti haittaa tuova tekijä oli lämmitysmetodin valinnasta johtuvat valmistelevat työt. Noppakivetysalueet olivat usein pieniä ja eri puolilla työmaata, mikä hidasti Heatwork-roudansulatuslaitteen purkua ja siirtoa pois työalueelta.

7 Johtopäätös

Lippulaivan työmaalla talvella 2021-2022 toteutuneiden kiviasennusten tehojen ja kustannus arvioinnin jälkeen tultiin tulokseen, että käytössä ollut 1,3 kerroin työtehoille ei ole aina riittävä. On otettava huomioon sulatus- ja lämmitysmetodin oikeanlainen valinta riippuen kivimateriaalista ja työpisteen sijainnista. Tämä valinta vaikuttaa myös selkeästi asennetun neliömetrin kustannuksiin.

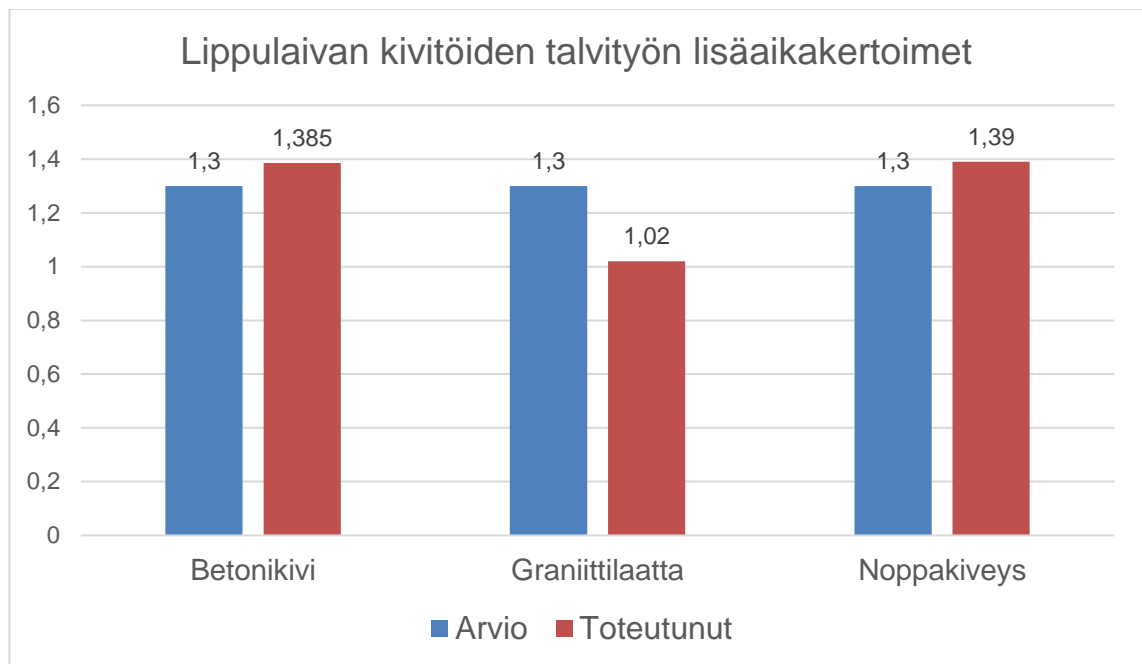
Betonikiven työtehojen muutoskerroin oli 1,385. Asennuspohjan sulatusmetodiksi oli valittu Heatwork-roudansulatusvaunu, joka nosti asennetun neliömetrin kustannuksia 2,09-kertaiseksi. Heatwork-laitteen valinta oli tässä tilanteessa pakollista, koska töitä tehtiin alueella missä oli paljon muiden urakoitsijoiden liikennettä, joten ei voitu ottaa koko aluetta omaan käyttöön. Jos tilanne olisi ollut eri niin asennus teltassa olisi ollut myös hyvä vaihtoehto tälle kivityypille.

Graniittikiven asennukseen oli pakollista käyttää sääsuojatelttaa, saumaukseen vaaditun lämpötilan takia. Tämä valinta oli loppujen lopuksi talven aika taloudellisin valinta eri lämmitysmetodeista. Jatkuvasti lämpöisen työalueen ansiosta graniittilaatan työtehoissa oli hyvin pieni muutoskerroin 1,02. Kustannuksetkaan eivät nousseet kuin vain 1,55-kertaiseksi asennettua neliometriä kohden.

Noppakiveyksen työtehojen muutoskerroin oli hyvin samanlainen kuin betonikivessä, kertoimeksi muodostui 1,39. Lämmitysmetodinä oli Heatwork-laite, mikä nosti kustannuksia asennettua neliometriä kohden 3,08-kertaiseksi sekä höyryauto, jonka kerroin kustannuksille oli 3,21. Molemmat kustannuskertoimet on laskettu kahden työntekijän työalueen sulatuksesta. Jos olisi työalue johon mahtuu vain yksi työntekijä tekemään asennuksia päivän aikana, niin kustannukset neliometriä kohden olisivat nousseet yli viisinkertaiseksi.

Taulukossa 8 on yhteenveto talviolosuhteissa kivitöiden asennuksen arvioidusta työtehokertoimesta sekä toteutuneesta kertoimesta. Johtopäätöksenä 1,3 kerroin työtehoissa on joko lähes täysin tarpeeton tai se on liian pieni kerroin, riippuen kivityypistä ja sen vaatimista asennusolosuhteista sekä valitusta lämmitys- ja sulatusmenetelmästä.

Taulukko 8. Yhteenveto arvioiduista ja toteutuneista talvityön lisäaikakertoimista

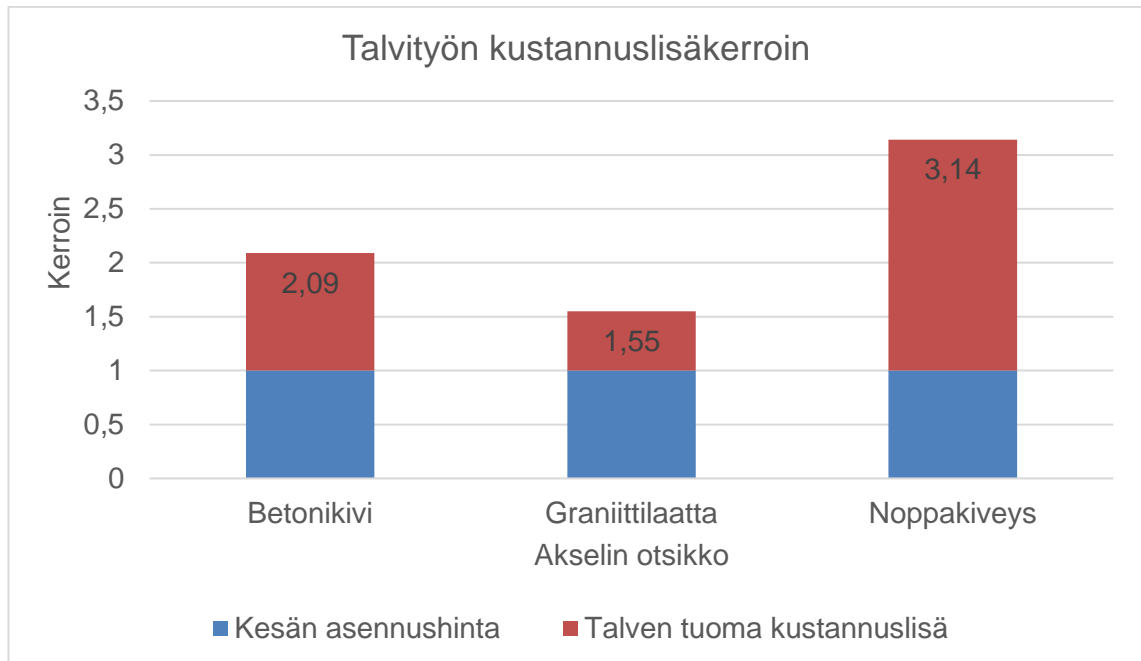


Tämän työmaan toteutuneiden kustannusten perusteella voidaan todeta, että taloudellisin vaihtoehto talviolosuhteissa kiviasennuksen toteutukselle on sääsuojateltan ja lämpöpuhaltimien käyttö. Kaikista vaihtoehdoista tämän nosti kustannuksia vähiten ja työtehot pysyivät lähes samoina. On kuitenkin huomioitava, että pitää olla laaja työalue ja tarpeeksi asennettavia neliömetrejä teltan käytölle, että teltan kustannukset jakautuvat järkevästi.

Kiviasennusten toteutuksessa ulkoilmassa käyttäen lämmitys- ja sulatusmetodeina Heatwork laitetta ja höyryautoa työteho- ja kustannuseroin muuttuu huomattavasti. Työmaalla käytössä ollut 1,3 kerroin työtehoille oli arvioitu liian matalaksi ja todellisuudessa kertoimen pitäisi olla 1,4. Kustannuseroin oli 2-3-kertainen. Jos noppakiveystä oli tehty laajemmalla alueella, olisi voinut jakaa lämmityskustannukset useamman työntekijän kesken, jolloin kustannuseroin olisi ollut noin kaksinkertainen.

Taulukossa 9 on yhteenveto talviolosuhteiden luomista kustannuslisäkertoimista. Taulukossa on esitetty sinisellä kesäaikainen asennushinnan osuus sekä punaisella talven lisäkustannuksien osuus.

Taulukko 9. Lippulaivan kivitöiden asennuksen talviolosuhteiden luomat kustannuslisäkertoimet



Myös työpäivän pituudessa huomattiin muutos eri kivilajeilla tällä työmaalla. Betonikiven ja graniittilaatan asennukseen käytettiin työpäivästä 68 % - 74 %, loput ajasta meni talven aiheuttamiin lisätöihin, jotka eivät suoranaisesti liittyneet kiviasennukseen. Noppakiveyksessä työpäivästä meni jopa 50 % ylimääräisiin töihin. Tämä ajankäytön data ei kuitenkaan ole vertailukelpoinen muihin työmaihin ja sitä ei voida käyttää tulevien töiden aikatauluttamiseen. Nämä työajat johtuvat täysin tämän työmaan järjestelyistä sekä hyvin vaikeiden talviolosuhteiden takia.

8 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli tutkia talviolosuhteiden vaikutus kivitöihin infrarakentamisen työmaalla. Tutkimuksen tilasi Peab Industri Oy, pääkaupunkiseudun infrarakentamisen yksikkö, joka törmäsi talven aiheuttamiin haasteisiin Lippulaivan työmaalla, Espoossa. Työmaalla oli käynnissä koko talven ajan kadunrakentamista ja suurin osa pinnoista oli erilaisia kivipintoja, joiden asennus hankaloitui talven myötä.

Työmaan arvio oli työtehojen muutoskerroin 1,3 yleisesti kaikkiin kivityyppeihin. Työmaalla jouduttiin valitsemaan erilaiset lämmitys- ja sulatusmetodit jokaiselle työalueelle ja kivityypille ja työtehot muuttuivat näiden mukaan.

Tutkimukseen käytettiin Lippulaivan työmaalla toteutuneiden kiviasennusten työtehojen ja kustannusten keskiarvot kesältä ja talvelta, joiden perusteella tehtiin laskelma todellisesta talvityökertoimesta. Selvitettiin myös eri käytössä olleista sulatus- ja lämmitysmetodeista taloudellisin verraten niistä syntyneistä kustannuksia asennettuun neliömäärään.

Työtehojen todellinen kerroin suorittaessa töitä ulkoilmassa näiden tietojen perusteella pitäisi olla 1,4, jotta voitaisiin vastata kesäolosuhteissa asennettuun neliömäärään. Jos töitä suoritetaan säänsuojateltassa, työtehojen muutoskerroin on luokkaa 1,02 eli on käytännössä merkityksetön.

Kustannusten kannalta Heatwork-laitteen tai höyryauton käyttö nostaa neliömetrin hintaan 2-3-kertaiseksi, kun taas säänsuojateltan kustannuskerroin on vain 1,55. Teltan käyttöä on kuitenkin vältettävä, jos työalueet ovat pienet ja eri alueilla, välttääkseen ylimääräisiä purku ja siirto kustannuksia jotka nostattaisivat kustannuskerrointa turhan korkealle.

Lähteet

1. Kiviteollisuusliiton verkkosivut, Luonnonkivirakenteiden suunnitteluohje 2006, luku 5, ulkotilojen luonnonkivirakenteet, http://www.suomalainen-kivi.fi/vanha/wp-content/uploads/2016/03/luonnonkivirakenteiden_suunnitteluohje_osa5.pdf, luettu 5.4.2022.
2. Suni, T. 2021. Luonnonkivien asennus ja saumaus katualueilla. Metropolian Ammattikorkeakoulu. Insinöörityö. Luettu 6.4.2022. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/504840/Luonnonkivien%20asennus%20ja%20saumaus%20katualueilla.pdf?sequence=2>
3. Lehtinen, A-J. 2015. Betoni- ja luonnonkiviurakoinnin työmenekkien ja tarjouslaskennan kehittäminen. Metropolian Ammattikorkeakoulu. Mestari-työ. Luettu 6.4.2022. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/99925/betoni-j.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
4. Ratu C8-0377 Talvityöt ja –kustannukset. Suunnitteluohje, julkaistu 8.11.2010, verkkodokumentti, <https://www.rakennustieto.fi/>, luettu 7.4.2022.
5. Ratu 0448 Päälystäminen ja asfaltointi, julkaistu 1.10.2019, verkkodokumentti, <https://www.rakennustieto.fi/>, luettu 9.4.2022.