

Erika Eskola

**UUSIUTUVIEN RAKENNUSMATERIAALIEN VERTAILU HIEKKATEKONURMI-
KENTÄN RAKENTAMISESSA**

UUSIUTUVIEN RAKENNUSMATERIAALIEN VERTAILU HIEKKATEKONURMI- KENTÄN RAKENTAMISESSA

Erika Eskola
Opinnäytetyö
Kevät 2024
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma, yhdyskuntatekniikka

Tekijä: Erika Eskola

Opinnäytetyön nimi: Uusiutuvien rakennusmateriaalien vertailu hiekkatekonurmikentän rakentamisessa

Opinnäytetyön englanninkielinen nimi: Comparison of renewable building materials in the construction of a sand lawn field

Työn ohjaajat: Jarmo Erho

Työn valmistusluku ja -vuosi: Kevät 2024

Sivumäärä: esim. 23 + 1 liite

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli vertailla uusiomateriaalien kustannuksia sekä muita ominaisuuksia. Vertailukohtana käytettiin hiekkatekonurmikenttä, jonka rakennekerrokset toteutetaan hiekalla ja kalliomurskeella. Uusiomateriaaleista valikoitui vertailuun Foamit-vahtolasi, ferrokromikuona OKTO-eriste sekä useilla tuotenimillä valmistettava betonimurske.

Kustannusten vertailuun käytettiin Ihku-laskentapalvelua, joka on infrarakentamisen kustannuslaskentaan kehitetty ohjelma. Sieltä saatiin ajantasaiset hinta- ja menekkitiedot jokaiselle tuotteelle. Lisäksi Odemarkin kaavaa käyttäen muokattiin uusiomateriaaleilla toteutettavat vertailtavat rakenteet vastaamaan esimerkkihoidetta. Vertailussa myös pohdittiin eri materiaalien vahvuuksia suhteessa muihin.

Lopputuloksena havaittiin, että kierrätysmateriaalit ovat niin fysikaalisilta ominaisuuksiltaan kuin kustannustehokkuudeltaan kilpailukykyisiä nykypäivän infrarakentamisessa. Lisäksi niiden ekologisuus on tärkeä arvo tulevaisuuden rakentamisessa. Lisäksi eri tuotteiden ominaisuudet tuovat mahdollisuuksia erilaisille käyttökohteille.

Käytännön osuudessa tutustuttiin tarkemmin hiekkatekonurmikentän rakentamiseen ja sen vaiheisiin myös salaojituksen osalta. Esimerkkikentän rakennekerrokset rakennettiin hiekasta ja murskeesta, joten se toimi hyvänä vertailukohtana kierrätysmateriaaleille.

Asiasanat: Kierrätysmateriaalit, infrarakentaminen, hiekkatekonurmikenttä, ekologisuus

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Civil Engineering, Option of Municipal Engineering

Author: Erika Eskola

Title of thesis: Comparison of renewable building materials in the construction of a sand lawn field

Supervisor: Jarmo Erho

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2024

Number of pages: e.g. 23 + 1 appendix

The purpose of this thesis was to compare the costs and other qualities of recycled materials. As a point of comparison was used a playing field. The structural layers of the field were implemented with sand and crushed stone. Among the recycled materials, Foamit foam glass, ferrochrome slag OKTO and crushed concrete manufactured under several brand names were selected for comparison.

The lhku calculation service, a program developed for the cost calculation of infrastructure construction, was used to compare the costs of the materials and work. All the up-to-date price and sales information for each product was obtained from there. In addition, using Odemark's formula, the comparable structures realized with recycled materials were modified to match the example site. The comparison also considered the strengths of different materials in relation to others.

As a result, it was found that recycled materials are competitive in terms of physical properties and cost-effectiveness in today's infrastructure construction. In addition, their ecology is an important value in building the green future and the qualities of the products bring opportunities for different uses.

In the practical part, we learned more about the construction of a playing field and its stages, including drainage. The structural layers of the example field were built from sand and crushed stone.

Keywords: Recycling, infrastructural building, Foamit, OKTO, crushed concrete

ALKULAUSE

Vuodet ovat olleet pitkiä, mutta loppu hämmöttää.

Suuret kiitokset perheelleni, jonka tuella tämä kaikki on ollut mahdollista.

Kiitokset myös Oulun ammattikorkeakoulun lehtori Jarmo Erholle opinnäytetyöni ohjauksesta.

Oulussa 14.4.2024

Erika Eskola

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	HIEKKATEKONURMIKENTÄN RAKENTEET	8
2.1	Materiaalit.....	8
2.1.1	Hiekka-murske-rakenne.....	9
2.1.2	Vaahtolasimurske Foamit 60.....	10
2.1.3	OKTO-eriste.....	11
2.1.4	Betonimurske.....	13
2.2	Hintavertailu materiaalien kesken kenttärakenteessa.....	15
3	KEMPELEEN MONITOIMIKENTTÄ	16
3.1	Pohjamaa ja leikkaus	16
3.2	Kuivatus	18
3.3	Kerrokset.....	19
3.4	Valaistus.....	21
4	JOHTOPÄÄTÖKSET	22
	LÄHTEET.....	23

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön päätavoite on tutkia ja vertailla perinteisiä sekä uusia materiaaleja infrarakentamisessa. Esimerkkikohteena on urheiluun soveltuva tekonurmikenttä, joka rakennettiin Kempeleeseen kesällä 2023.

Ekologiset arvot ja kierrätys ovat tulleet osaksi meidän kaikkien arkea. Uusiomateriaaleja kehitetään ja tuodaan markkinoille kiihtyvään tahtiin niin globaalisti kuin kotimaisestikin. Ekologiset arvot ja virtaukset ovat tulleet osaksi infrarakentamista, joten tutkimuksen kohteena on sekä perinteiset materiaalit hiekka ja murske että kierrätysmateriaalit betonimurske, OKTO-murske ja Foamit-vaahtolasi. Rakentamisen kustannukset ovat kasvaneet viime vuosina tuntuvasti, joten tutkimuksessa otetaan huomioon myös materiaalikustannukset.

Tavoitteena on tutkia routimattoman ja kantavan rakenteen toteutusta eri materiaaleilla niin, että rakentaminen on toimivaa ja kustannustehokasta. Lisäksi nykypäivänä on otettava huomioon myös ekologisuus ja hiilijalanjälki.

Ideaalin materiaalin valinta vaikuttaa rakenteen kestävyys, käyttöikä ja toimivuuteen. Kun laadukkaiden ja toimivien materiaalien lisäksi huomioidaan myös ekologisuus ja kustannustehokkuus, saadaan rakennettua kaikenlaisen tarkastelun kestävästä infrastruktuurista palvelemaan alueen asukkaita parhaalla mahdollisella tavalla.

2 HIEKKATEKONURMIKENTÄN RAKENTEET

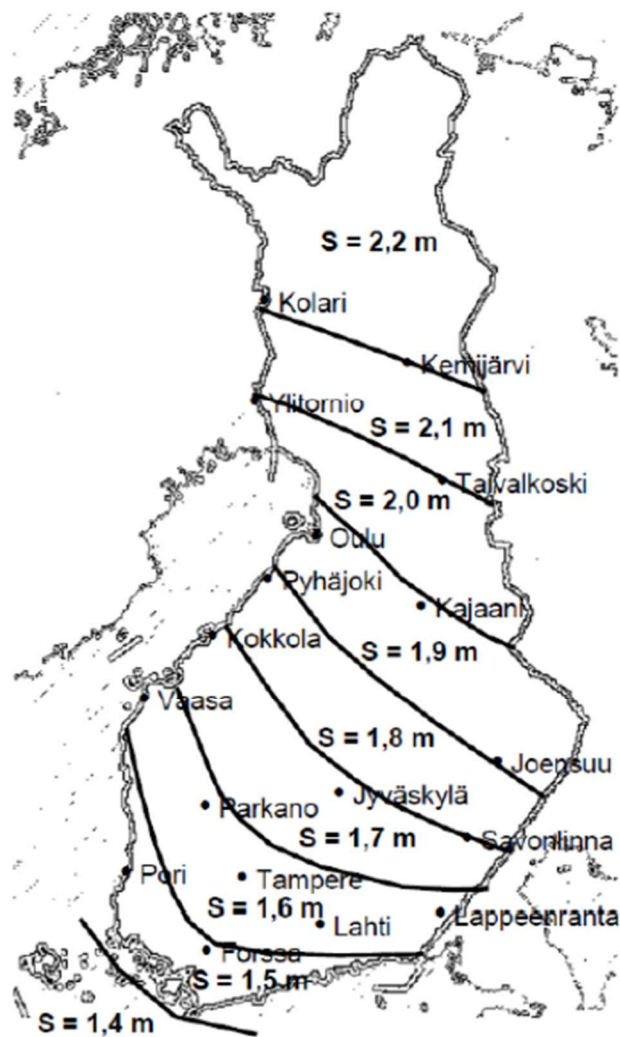
Tekonurmikentän rakenteiden suunnitteluun vaikuttaa kentän sijainti, käyttötarkoitus sekä pohjamaa. Myös käyttö talvella ja mahdollinen jäädyttäminen luistelukentäksi tulee ottaa huomioon. Lumen poistaminen kentän pinnalta lisää roudan pääsyä syvemmälle rakenteisiin. Kun tämä on otettu huomioon jo suunnitteluvaiheessa, ei ongelmia pääse syntymään. Hiekkatekonurmikentän kaikkien rakenneosien tulee olla hyvin vettäläpäiseviä, kuivuvia ja routimattomia. Ihanteellinen rakennuspaikka on sellainen, jossa pohjamaa on mahdollisimman tasalaatuista. Rakennekerroksien alosaan salaojittamalla toteutettu kuivatusjärjestelmä auttaa kenttää säilyttämään ominaisuutensa. Salaojituksen tarve tulee arvioida pohjatutkimuksen pohjalta pohjamaan ominaisuuksien mukaan.

Hiekkatekonurmen pintakallistus ohjaa vedet reunoja kohti, mutta suurin osa vedestä imeytyy tekonurmimaton läpi. Pintakallistuksena hiekkatekonurmilla käytetään 0,5–1 %. (1.)

2.1 Materiaalit

Rakennusmateriaalien keskeisiä ominaisuuksia ovat kantavuus ja routimattomuus. Materiaalin fyysiset ominaisuudet vaikuttavat toteutettavan rakenteen kerrospaksuuksiin ja saavutettavaan tiiveyteen. Materiaalin valintaan vaikuttavat pohjamaan ominaisuudet sekä tavoiteltavat valmiin rakenteen vaatimukset. Vaatimukset vaihtelevat kohteen mukaan. Nyrkkisääntönä on, että kentän tulisi säilyttää tärkeimmät ominaisuutensa, eli kantavuutensa ja kiinteytensä, kaikissa olosuhteissa. Suomen sääolosuhteet ovat usein hyvin haastavat, joten kentän tulee kestää kylmien ja lämpimien vuodenaikojen vaihteluiden tuomat rasitukset.

Valmiin kentän mahdollisimman vähäinen routivuus on ehdoton edellytys. Routivien materiaalien käyttö vaarantaa kentän käytön niin kesä- kuin talvikaudella. Keväällä sulamisesta seuraava keli-rikko voi vaurioittaa kentän pintaa ja tehdä sen käyttökelvottomaksi pitkäksi aikaa. Kuvassa 1 on esitetty mitoitusroudansyvyys Suomen eri alueilla.



Mitoitusrou- dansyvyys S, mm	Mitoitus- pakkas- määrä F_{mit} , °Ch
2200	33611
2100	30625
2000	27778
1900	25069
1800	22500
1700	20069
1600	17778
1500	15625
1400	13611

Taulukossa

$$F_{mit} = \frac{S^2}{144} \text{ ja}$$

$$S = 12 \cdot \sqrt{F_{mit}}$$

KUVA 1: Mitoitusroudansyvyys Suomessa alueittain.

2.1.1 Hiekka-murske-rakenne

Hiekasta ja murskeesta tehtävä rakenne on hyvin varma ja paljon käytetty Suomessa. Luonnonmateriaaleja on saatavilla kattavasti ja useista paikoista. Materiaalin ominaisuudet määrittävät, millaiseen käyttöön se sopii. Esimerkiksi routimattomaan rakenteeseen käytettävän hiekan hienoisuus (rakeisuus alle 0,063) saa olla maksimissaan 7 %. (2). Toimittaja valvoo materiaalien laatua CE-merkinnällä, ja on velvollinen toimittamaan ajantasaiset laatutodistukset tilaajalle.

Hiekka otetaan Suomessa perinteisesti harjuista, mäistä tai montuista. Montuista nostettaessa hiekka joudutaan usein ruoppaamaan pohjaveden alta. Hiekan rakenne voi näyttää hyvin erilaiselta paikasta riippuen, joten sen ominaisuudet tulee selvittää laboratoriotesteillä ennen kuin sitä käytetään rakentamisessa.

Murske louhitaan usein peruskalliosta. Sitä voidaan tehdä myös luonnonkivestä seulomalla tai murskaamalla. Murskelaatuja on erilaisia eri käyttötarkoituksiin. Nimitys kertoo aina kyseisen tuotteen rakeisuudesta, esimerkiksi 0–56 mm:n murskeessa raekoko on nolasta viiteenkymmeneen kuuteen millimetriin. Mursketta, josta on seulottu hienoaines pois, kutsutaan sepeliksi.

Luonnonmateriaalien fysikaaliset ominaisuudet saattavat hieman vaihdella ottopaikan mukaan, joten niiden testaaminen vaatimusten mukaiseksi on säädeltyä (3). Rakentamisessa käytettävien materiaalien tulee kuitenkin olla säännösten mukaisia, routimattomia ja tasalaatuisia. Hiekka ja murske eivät ole erityisen eristäviä, joten routasyvyyden ollessa Oulun korkeudella 1,9–2 metriä lähes routimattoman rakenteen saavuttaminen vaatii myös paksumpia rakennekerroksia.

2.1.2 Vaahtolasimurske Foamit 60

Vaahtolasi on kierrätyslasista valmistettua kevennemateriaalia, joka on ominaisuuksiltaan erittäin kevyttä, eristävää, kantavaa ja vettä läpäisevää. Sitä voidaan käyttää niin talo- kuin infrakohteissa. Foamit 60 valmistetaan Uusioaines Oy:n tuotantolaitoksessa Forssassa. Vaahtolasimurske on palamatonta, eikä siitä liukene myrkkijä tai kemikaaleja ympäristöön. Sen käyttö ei myöskään vaadi ympäristölupaa edes pohjavesialueilla (4). Kuvassa 2 näkyy vaahtolasin koostumusta.



KUVA 2: Foamit-vahtolasia (2.)

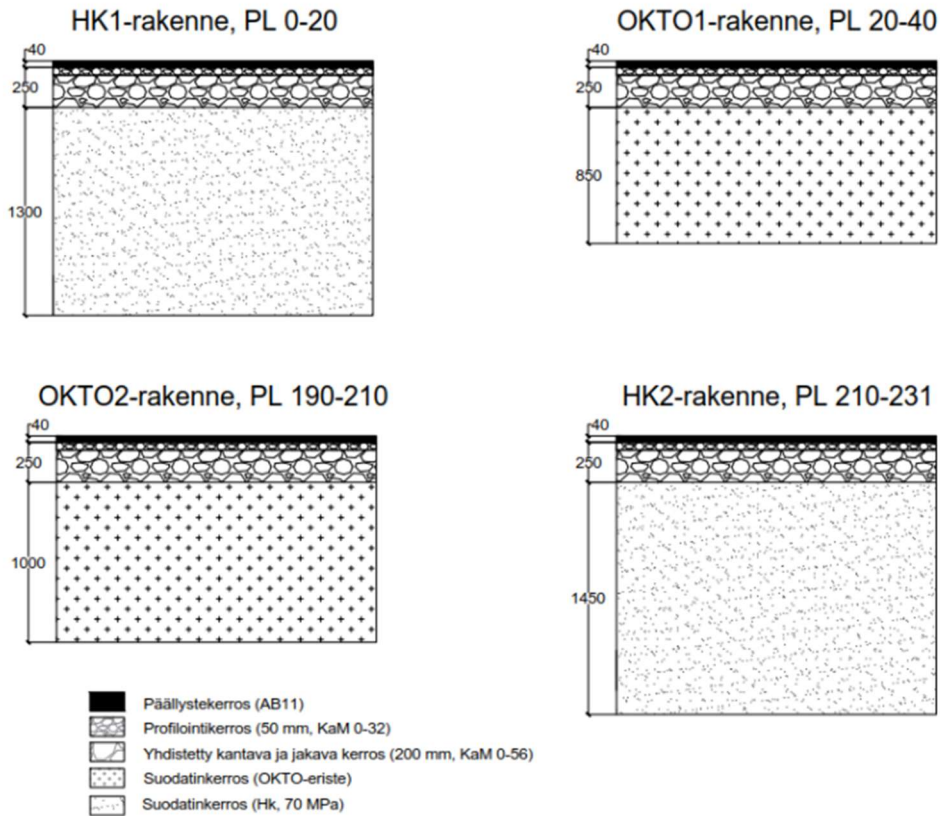
Infrakohteissa se sopii muun muassa kevennysmateriaaliksi, pengerryksiin sekä putkikaivantoihin, jolloin sen eristävyys pääsee oikeuksiinsa. Vaahtolasimurskeen koostumus on 99 % kierrätyslasi ja 1 % muuta teollisuuden sivutuotetta, joten sen hiilijalanjälki on erittäin pieni. Sen fysikaalisia ominaisuuksia on esitelty taulukossa 1. Valmis vaahtolasi sisältää 92 % ilmaa. Keveydestään huolimatta vaahtolasi kasautuu, joten sen välivarastointi onnistuu työmaalla(6).

TAULUKKO 1: Vaahtolasin Foamit 60 fysikaaliset ominaisuudet.

VAAHTOLASI FOAMIT 60		
OMINAISUUS	ARVO	YKSIKKÖ
Raekoko	0-60	
Tiheys (irtokuiva)	210	kg/m ³
Tiheys (tiivistetty, kuiva)	220-280	kg/m ³
Tilavuuspaino (tiivistetty, kuiva)	3,5	kN/m ³
Tiivistymiskerroin	1,20-1,25	
Kapillaarinen nousukorkeus	175	mm
E-moduuli	50	Mpa

2.1.3 OKTO-eriste

OKTO-eriste on ferrokromin valmistuksessa syntyvää sivutuotetta, ferrokromikuonaa, joka prosessoidaan granuloimalla rakennusmateriaaliksi. OKTO-eristettä valmistaa Outokumpu Oy Tornion tehtaallaan. OKTO-eriste on kantavaa, täysin routimatonta ja eristävää, mikä mahdollistaa ohuempien rakennekerrosten toteuttamisen infrarakentamisessa. Sen fysikaalisia ominaisuuksia on esitelty taulukossa 2. OKTO-eriste on raekooltaan 0–11 mm ja siitä on pesuseulonnalla poistettu pääosa hienoaineksesta. Materiaalin pölyäminen on hyvin vähäistä, mikä helpottaa työmaan pölynhallintaa huomattavasti. OKTO-rakennusmateriaalit sopivat tiivistettäväksi luonnon kiviainesten tapaan, ja niitä on saatavana niin murskeena kuin hienona aineksena.



KUVA 3: Erilaisia rakenne-esimerkkejä OKTO -eristeestä (7.)

OKTO-rakennustuotteiden käyttö ei vaadi erillistä ympäristölupaa. Hyvän lämmöneristävyyden vuoksi OKTO-eristettä asennettaessa pohjamaa ei saa olla jäässä. OKTO-eristeellä voidaan korvata hiekka suodatinkerroksessa ja sitä voi käyttää myös jakavaan kerrokseen alemman luokituksen teillä (7). Kuvassa 3 on esitelty erilaisia OKTO-rakenteita tien rakentamisessa.

TAULUKKO 2: OKTO-eristeen fysikaaliset ominaisuudet

OKTO-Eriste		
OMINAISUUS	ARVO	YKSIKKÖ
Raekoko	0-11	mm
Lämmönjohtavuus	0,6	W/Km
Tiheys (irtokuiva)	1,10-1,35	tn/m ³
Tilavuuspaino (tiivistetty, kuiva)	18	kN/m ³
Kapillaarinen nousukorkeus	225-300	mm
E-moduuli	100	Mpa

2.1.4 Betonimurske

Betonimurske valmistetaan kierrätysbetonista ja -tiilestä. Se luokiteltiin aiemmin jätteeksi, mutta syksyllä 2022 voimaan tulee ”EEJ – ei enää jätettä!” -asetuksen mukaisesti valmistettujen tuotteiden kohdalla näin ei enää tehdä (9, 10). Tässä opinnäytetyössä käsittelemme juuri EEJ-betonimursketta. Kuvassa neljä on esiteltyä erilaisia betoniluokkia.

Betonimurske on uusiokiviainesta, joka soveltuu käytettäväksi monipuolisesti infrarakentamisen kohteissa korvaamaan perinteistä kalliomursketta. Betonimurske on kuormituskestävyydeltään parempaa kuin luonnonkiviainekset, sillä kosteus ja tiivistyminen saavat murskeen lujittumaan uudelleen rakenteessa. Lujittuminen on suurinta ensimmäisinä vuosina, jolloin se myös laatoittuu rakenteessa (11). Tämän vuoksi esille kaivettaessa kaivuuvastus on suurempi, mutta se on silti käsiteltävissä.

Luokka	Puristus- lujuus (Mpa)	Routivuus	E-moduuli (MPa) ⁽¹⁾	Hienoaines- pitoisuus (< 0,063 mm)
BeM I	≥ 1,2	Routimaton	700	< 7 %
BeM II	≥ 0,8	Routimaton	500	< 7 %
BeM III		Vaihtelee ⁽²⁾	280	Vaihtelee
BeM IV		Vaihtelee ⁽²⁾	Vaihtelee	Vaihtelee

(1) BeM I ja II saavuttavat E-moduulin arvon n. 1-3 kk ja BeM III n. 0-1 kk:n kuluttua kerroksen tiivistämisestä. Nämä edustavat edustavissa olosuhteissa ohjeiden mukaisesti rakennettuja betonimurskekerroksia. Muutoin kantavuuksien kehittyminen voi kestää pidempään tai niitä ei saavuteta.

(2) Tie- ja katurakenteissa edellytetään routimattomuutta myös BeM III murskeilta

KUVA 4: Betonimurskeiden ominaisuuksia ja luokituksia (7.)

Betonimursketta käytetään myös uuden betonin valmistuksessa. Se on routimatonta ja erittäin kantavaa, joten se sopii hyvin korvaamaan luonnonmurskeita varsinkin vaativissa kohteissa. Taulukossa kolme on esitelty betonin fysikaalisia ominaisuuksia. Betonimurskeen käyttöön liittyy kuitenkin rajoituksia, sillä sen käyttö on kielletty I- ja II-luokan pohjavesialueilla.

TAULUKKO 3: Betonimurskeen fysikaaliset ominaisuudet

Betonimurske		
OMINAISUUS	ARVO	YKSIKKÖ
Raekoko	0-45	mm
Tiheys (irtokuiva)	2,4	tn/m ³
Tilavuuspaino (tiivistetty, kuiva)	19	kN/m ³
E-moduuli	500	Mpa

2.2 Hintavertailu materiaalien kesken kenttärakenteessa

Vertailukentän koko oli 108 x 62 metriä ja rakennekerrosten sivukaltevuus oli 1:1. Hintojen lähteenä toimi Ihku-laskentapalvelu, joka on infrarakentamisen urakkalaskentaan suunniteltu ohjelma. Se ylläpitää ajantasaista tietoa rakennusmateriaalien hinnoista. Kustannuslaskenta suoritettiin 6.4.2024 ja siinä vertailtiin materiaalihintoja. Kuljetus- tai levityskustannuksia ei otettu huomioon, sillä yksittäisen urakan sijainti vaikuttaa aina kuljetuskustannuksiin. Esimerkiksi FOAMIT-vahtolasin kuljetuskustannukset ovat Ouluun suuremmat kuin Tampereelle.

OKTO-eristeen ominaisuudet lämmöneristävyyden ja kantavuuden suhteen sallivat suodatinkerroksen ohentamisen 400 millimetriin. Tämä yhdistettynä 300 millimetrin kantavaan kerrokseen toi vertailun sekä ohuimman että edullisimman rakenteen. Eristävyyden ja kantavuuden osalta OKTO-eriste sopii erinomaisesti kohteisiin, joissa ohuemmista rakennekerroksista on etua.

Foamit-vahtolasin E-moduuliluku vastaa hiekkaa, joten kantavuuden säilyttämiseksi sen rakennepaksaus säilyi 1200 millimetrissä. 300 millimetrin kantavan kerroksen kanssa Foamit tuli noin 10 % kalliimmaksi kuin hiekkarakenne. Foamitin selkeä etu on kuitenkin sen keveys, 220–280 kg/m³ (3.), joten paikoissa, joissa tarvitaan kevyttä rakennetta esimerkiksi heikon pohjamaan vuoksi, tuote on parhaimmillaan.

Vertailussa BEM II -luokan betonimurske toimi 300 millimetrin kantavana kerroksena 1200 millimetrin suodatinhiekkakerroksen päällä. Se tulee noin 40 % edullisemmaksi kuin kalliomurske vastaavana kerroksena, joten se on kustannustehokkuudeltaan varteenotettava ratkaisu moniin kohteisiin korvaamaan luonnonkiviaineksia. Betonimurskeen lujittumisominaisuuden vuoksi se sopii erinomaisesti suurta kantavuutta vaativiin kohteisiin.

Hiekalla ja murskeella tehty rakenne on perinteinen ja Suomessa paljon käytetty ratkaisu. 1200 millimetrin suodatinkerros hiekasta ja 300 millimetrin kantava kerros kalliomurskeesta on vertailukohteessa toimiva ja sijoittuu hintavertailussa keskivaiheille betonimurskeen ja vahtolasin väliin. Luonnonmateriaaleja on laajasti saatavilla ympäri Suomen, joten niille on varmasti paikkansa vielä jatkossakin. Kuitenkaan ekologisuuden kannalta katsottuna ne eivät aina ole paras vaihtoehto.

3 KEMPELEEN MONITOIMIKENTTÄ

Kempeleeseen rakennettiin kesällä 2023 monitoimikentäksi suunniteltu hiekkatekonurmikenttä uuden koulurakennuksen yhteyteen. Kenttä rakennettiin pesäpallokentän standardien mukaan, ja siitä löytyykin niin miesten, naisten kuin junioreidenkin kenttä. Talvisin kenttä on tarkoitus jäädyttää luistelukentäksi koulun käyttöön. Kenttä myös aidattiin kauttaaltaan teräsverkkoaidalla.

Työvälineinä oli kaksi suurikokoista ja tela-alustaista kaivinkonetta sekä vaihteleva määrä kuljetuskalustoa. Kerrosten ajamisen suunnittelu oli tärkeässä roolissa, sillä varsinkin alussa reitit työmaalle olivat ahtaat ja kasetointiin soveltuvia paikkoja vain rajallisesti. Tilanne kuitenkin helpottui, kun kerroksia saatiin rakennettua niin, että myös kantavan kerroksen päälle pääsi kasetoimaan. Merkittävä osuus leikkausmaasta saatiin jäämään työmaan alueelle, sillä niitä tarvittiin viheralueiden ja suunniteltujen pulkkamäkien rakentamiseen.

3.1 Pohjamaa ja leikkaus

Pohjamaa kentän kohdalla oli viiden metrin syvyyteen asti löyhä, routiva laSa, saSi, Si, siHk, joka sisälsi tiiviimpiä hiekkakerroksia. Pohjamaa oli tasalaatuista koko rakennusalueella. Alueen pinnassa oli noin 50 cm:m kerros peltomultaa, joka poistettiin ennen kerroksien rakennusta. Leikkauksen pohja todettiin hyvin kantavaksi ja työtä kestäväksi, mikä helpotti töiden suunnittelua. Alueella ei myöskään ollut työtä hidastavia haittoja, kuten maakaapeleita.



KUVA 5: Leikkauspohjaa

Alueen koko mahdollisti töiden porrastamisen tehokkuuden parantamiseksi. Kun leikkaus oli vielä käynnissä, rakennettiin samanaikaisesti salaoituksen päälinjoja ja asennettiin kaivoja pitkille sivuille. Tämä havainnollistuu hyvin kuvassa viisi.

Leikkauksen pohjalla kulki pituussuunnassa vanha pelto-oja, joka täytettiin pohjamaalla leikkauksen yhteydessä. Lisäksi purettiin pieni pätkä vanhaa hulevesilinjaa, joka oli jäänyt jäljelle, kun tonnilta oli purettu aiemmin vanha rakennus. Leikkauksen pohjalle asennettiin suodatinkangas erottamaan uudet kerrokset pohjamaasta.

3.2 Kuivatus

Leikkauksen pohjalle rakennettiin salaojitus, joka purkautuu yhdestä kulmasta perusvesikaivon kautta kunnan hulevesiverkoston. Salaojakaivoja asennettiin kentän reunalle 21 kappaletta, jotka yhdistettiin kenttää kiertäen 160 mm:m halkaisijaltaan olevalla salaojaputkella. Kuvassa 6 on salaojasuunnitelma, jonka mukaisesti kaivojen välille asennettiin 110 mm halkaisijaltaan olevalla salaojaputkella leveys suunnassa haaroitukset kulkemaan kentän poikki yhdistäen pitkien sivujen kaivot toisiinsa.



KUVA 6: Periaatekuva salaojituksesta

Salaojitus asennettiin niin, että purkukulmasta nähdessä vastakkainen kulma oli vesijuoksun suhteen korkein kohta. Lisäksi leveys suunnassa katsottuna salaojat kävivät korkeammalla kentän keskilinjalla, jolloin kerrosten läpi imeytyvä vesi pääsee imeytymään kummallekin pitkälle sivulle kaivoihin. Salaojien päälle ja sivuille laitettiin 6/16 mm salaojasepeliä 200 mm:n vahvuinen kerros. Kuvassa 7 näkyy sepelillä peitetyt haarat, joiden päälle rakennekerrokset rakennettiin.



KUVA 7: Salaojituksen rakentamista

Salaojat rakennettiin leveys suunnassa kahdessa osassa niin, että ensin tehtiin keskilinjalla eteläpuoli ja sitten pohjoispuoli. Kun kentän kerrokset oli rakennettu, salaojalinjat huuhdeltiin toiminnan varmistamiseksi.

3.3 Kerrokset

Suodatinkankaan ja salaojien asennuksen jälkeen kentälle ajettiin 1200 mm:n kerros routimatonta hiekkaa suodatinkerrokseksi. Kerros jyrättiin kahdessa osassa tiiveyden varmistamiseksi. Tiivistyksen ensimmäinen kerros tehtiin salaojalinjoiden suuntaisesti, jotta ne eivät vaurioidu.

Suodatinkerroksen päälle laitettiin 400 mm:n kantava kerros 0/56 mm kalliomurskettä. Murske tiivistettiin huolellisesti. Kuvassa 8 näkyy rakennekerroksen kolme vaihetta, jotka kaikki tiivistettiin erikseen. Näin saatiin varmistettua, että myös paksu hiekkakerros tiivistyy kunnolla. Kantavan kerroksen tiivistämisen jälkeen siihen tehtiin kuusi kappaletta noin 1 x 1 metrin kokoisia koekuoppia, joista mitattiin suodatinkerroksen tiiveys. Tämä vaihe päätettiin tehdä vasta kantavan kerroksen tiivistämisen jälkeen, jotta voitiin varmistua suodatinkerroksen varmasti asettuneen lopulliseen muotoonsa.



KUVA 8: Rakennekerrokset

Kantavan kerroksen päälle tuli 50 mm:n profilointikerros 0/16 mm kalliomurskeella, sekä kivituhkaa. Nämä asennettiin mittalaitteilla varustetulla pyöräkoneella, joka pääsi vetämään koko kentän viimeiset kerrokset kerralla sekä varmistamaan kaltevuudet. Kuvassa 9 näkyy valmis kivituhkapinta. Tämän jälkeen kentän pinnasta otettiin tarkemittaukset, joilla varmistettiin pinnan oikeat korot ja muoto. Kenttä myös aidattiin, ja tekonurmipinta tullaan asentamaan kesällä 2024.



KUVA 9: Valmis kivituhkapinta.

3.4 Valaistus ja aitaus

Kentän pitkille sivuille asennettiin kuusi kappaletta valaisinpylvästä ja näiden välille 110 mm:n kaapelinsuojaputket. Suojaputket ja valaisinpylväät asennettiin suodatinkerroksen rakentamisen yhteydessä. Lisäksi asennettiin kaapelikaivo, jota kautta reititys onnistui. Rakennekerrosten valmistuksen jälkeen sähköurakoitsija veti kaapeloinnin putkien kautta pylväisiin. Pylväisiin asennettiin valojen lisäksi myös kaiutinjärjestelmä.

Kentän ympärille rakennettiin myös neljä metriä korkea teräsverkkoaita. Aitaan tehtiin kolme leveää kulkuporttia ylläpitokalustolle sekä pienempiä kulkuaukkoja jalankulkijoille. Lisäksi tehtiin yleisöportti joka on myös esteetön.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tarkoituksena oli vertailla kierrätysmateriaalien ja luonnonmateriaalien kustannuksia infrarakentamisessa esimerkkikohteen kautta. Kierrätysmateriaaleja on markkinoilla useita erilaisia ja uusia kehitetään koko ajan. Tähän opinnäytetyöhön valikoituneet ovat käyttökohteiltaan monipuolisia ja keskenään erilaisia, mutta ominaisuuksiltaan vertailukelpoisia. Teoriaosassa käytiin läpi niiden ominaisuuksia sekä kustannuksia esimerkkirakenteen avulla. Käytännön osuudessa perehdyttiin työvaihekohtaisesti Kempeleeseen rakennettuun hiekkatekonurmikenttään.

Tutkittaessa materiaalien hintoja havaittiin uusiomateriaalit hyvin kilpailukykyisiksi luonnonmateriaaleihin verrattuna. Lisäksi niiden fysikaaliset ominaisuudet tuovat etua monissa erityispiirteitä omaavien kohteiden kohdalla, esimerkiksi kantavuutta vaativissa kohteissa tai paikoissa, joissa pohjamaa on heikkoa. Haastetta tuo tosin saatavuus, sillä uusiomateriaalien saatavuus vaihtelee alueittain. Kuljetuskustannukset ovat merkittävä kuluerä rakennustyömaan kulurakenteessa.

Kierrätysmateriaalit pärjäävät vertaillessa niin fysikaalisilta ominaisuuksillaan kuin ekologisuudellaan luonnonmateriaaleille. Johtopäätöksenä siis voidaan todeta, että kierrätysmateriaalien käyttö kannattaa hyvin monella tavalla erilaisissa rakennuskohteissa. Kierrätysmateriaalien pieni hiilijalanjälki ja ekologisuus on merkittävä etu rakennettaessa vihreämpää tulevaisuutta.

LÄHTEET

1. Pesäpalloliitto. Pesäpallon hiekkatekonurmiopas. Hakupäivä 15.1.2024
2. Erho, Jarmo, 2024. TS00DT09-00 Maarakennustekniikka 5 op. Opintojakso non-stop Campus Online. Oulun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö. Hakupäivä 11.4.2024
3. Infra. (14.1.2021). Betonimurskeiden tekninen soveltuvuus ja käyttö tierakenteissa. Hakupäivä 29.3.2024 https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/Betonimurske%20tekni- sen%20soveltuvuuden%20arviointi_web.pdf
4. Foamit Oy. Vaahtolasimurske. Hakupäivä 22.2.2024 <https://foamit.fi/wp-con- tent/uploads/2024/02/foamit-infra-esite-210x297mm-v2.pdf>
5. Foamit Oy. Vaahtolasimurske maanrakentamiseen. Hakupäivä 22.2.2024 https://foamit.fi/wp- content/uploads/2024/02/foamit_tuotekortti_infrarakent_210x297_20240209_lr.pdf
6. Foamit Oy. Asennusohje infrarakentamiseen. Hakupäivä 22.2.2024 https://foamit.fi/wp-con- tent/uploads/2020/04/foamit_asennusohje_19-03-2020.pdf
7. Destia Oy. OKTO-rakennustuotteiden suunnittelu- ja rakentamisohje tie-, katu- ja maaraken- teissa. Hakupäivä 15.3.2024 <https://www.destia.fi/app/uploads/2022/04/okto-suunnittelu-ja-mi- toitusohje.pdf>
8. Väylävirasto 2022. Tien kiviainesten laadun tarkastaminen. Hakupäivä 6.4.2024. https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/opas_2022-4_tien_kiviainesten_laadun_tar- kastaminen_web.pdf
9. Rudus Oy, Betoroc-betonimurskeen jätestatus poistui. Hakupäivä 15.3.2024. <https://www.ru- dus.fi/tuotteet/kierratys/betonimurske>
10. Valtioneuvoston asetus betonimurskeen jätteeksi luokittelun päättymisen arviointiperusteista 466/2022. Hakupäivä 11.4.2024. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2022/20220466>
11. Aro, Marko 2023. Betonimurskeen hyödyntäminen rakentamisessa. Seinäjoen ammattikorkea- koulu. Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö. Hakupäivä 11.4.2024. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/789990/Marko_Aro.pdf?sequence=2&isAllo- wed=y

