



Betonimatot

Betonimaton käyttö eroosiosuojauksessa

Lassi Hannula

OPINNÄYTETYÖ
Joulukuu 2024

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Infrarakentaminen

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Infrarakentaminen

HANNULA, LASSI:
Betonimatot
Betonimaton käyttö eroosiosuojauksessa

Opinnäytetyö 38 sivua
Joulukuu 2024

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia betonimattoja ja niiden käyttöä eroosiosuojauksessa Suomen olosuhteissa ja verrata niitä perinteisiin eroosiosuojausmenetelmiin. Työn tilaajana oli Tampereen kaupunki, kaupunkiympäristön palvelualue. Työssä haluttiin perehtyä tilaajalle aiemmin tuntemattomaan materiaaliin uuden kohteen myötä, johon materiaalia oli suunniteltu pilotoitavaksi.

Työn teoriaosuus tehtiin keräämällä perustietoa hulevesistä ja niiden aiheuttamista haasteista kirjallisista lähteistä. Perustietoa koskien itsessään materiaalia sai ensisijaisesti tuotevalmistajien verkkosivuilta, sekä toissijaisesti haastatteleamalla konsulttitoimisto Sitowisen suunnittelijoita, joilla oli asiasta kokemusta. Käytännön osuuden tieto hankittiin suoraan rakennusvaiheessa olleilta työmailta, joilla opinnäytetyön tekijä toimi myös työnjohtajana. Eniten konkreettista tietoa saatiin lähes päivittäisillä työmaakäynneillä havainnoimalla jo tehtyä työtä ja keskustelemalla työryhmän kanssa seuraavista vaiheista.

Työn lopputuloksena voidaan todeta betonimaton olevan erittäin käyttökelpoinen vaihtoehto Suomessa perinteisemmin käytössä oleville eroosiosuojausmenetelmille. Materiaalia tulisi käyttää kuitenkin huomattavan paljon nykyistä enemmän, jotta esimerkiksi sen käyttämisen kustannuksia voisi luotettavasti vertailla muihin menetelmiin. Materiaali vaatii myös pitkän ajan seurantaa, jotta voidaan todentaa sen todellinen käyttöikä suomalaisissa olosuhteissa.

Seuraava askel betonimattojen kanssa olisi ottaa niitä laajempaan käyttökokeiluun lisähavaintojen ja käyttökokemusten saamiseksi. Tutkimustyötä betonimattojen soveltuvuudesta eroosiosuojaukseen Suomen olosuhteissa olisi myös syytä jatkaa joidenkin vuosien päästä, jotta päästään perille siitä, miten materiaali kestää useamman talven sille aiheuttamia rasituksia.

Asiasanat: infrarakentaminen, ympäristötekniikka, betonimatto, eroosiosuojaus, hulevesi

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Civil Engineering

HANNULA, LASSI:
Concrete Mats
Concrete Mats in Erosion Protection

Bachelor's thesis 38 pages
December 2024

The purpose of this thesis was to study and gather information on concrete mats and their usage in the Finnish weather conditions compared to more traditionally used methods of erosion protection. The thesis was commissioned by the City of Tampere. The aim was to get more information about so far mostly unknown material for the client.

The theory base of the thesis was established by gathering basic information of storm waters and difficulties they produce from written sources. Knowledge on the products themselves was mainly gathered from the manufacturers' website. Further, two specialists from Sitowise were interviewed who have designed the most of the few concrete mat structures which have been carried out in Finland. The information regarding practical part of thesis was from hands-on experiences from the case study construction sites: mostly by talking with the labourer group.

The outcome of the study was that concrete mats seem to be a highly usable alternative as opposed to more classical methods of erosion prevention. Although material should be taken in more active use to gain even more experience on its cost-effectiveness. Further, already built structures need long term monitoring on how long service life it has in the harsh Finnish conditions.

Key words: civil engineering, environmental engineering, concrete mat, erosion protection, stormwater

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	Hulevedet ja eroosiosuojauksen tarve	6
	2.1 Hulevedet.....	6
	2.2 Hulevesien määrän jatkuva kasvu.....	7
	2.3 Hulevesien määrien kasvun aiheuttamat ongelmat.....	8
	2.3.1 Eroosio	8
	2.3.2 Vesistöjen pilaantuminen.....	10
	2.3.3 Järjestelmien kapasiteettien riittämättömyys	10
	2.4 Hulevesien hallinta	11
3	Betonimatto.....	13
	3.1 Perusidea betonimatossa.....	13
	3.2 Betonimaton rakenne	14
	3.3 Betonimaton soveltuvuus Suomen olosuhteisiin	16
	3.3.1 Betonimatto eroosiosuojauksessa	16
	3.3.2 Betonimaton selviäminen talvesta	17
4	Betonimaton käyttö	19
	4.1 Betonimaton käyttö ojien pohjien suojana	19
	4.2 Case 1 Kangasalantie	20
	4.2.1 Pohjoispuolen toteutus	22
	4.2.2 Eteläpuolen toteutus.....	22
	4.2.3 Tuoreiden rakenteiden koeponnistus.....	29
	4.3 Case 2 Iso-Vilusen BMX-rata	32
	4.3.1 Betonia BMX-radan kumpareisiin	32
	4.3.2 Betonimaton asentaminen kumpareen päätyihin.....	33
5	Tutkimuksen tulokset	35
6	Yhteenveto ja loppupäätelmät.....	37
	LÄHTEET.....	38

1 JOHDANTO

Tässä työssä tutkitaan betonimattoja materiaalina, sen käyttöä hulevesien eroosiosuojauksessa ja erityisesti sen soveltuvuutta Suomen olosuhteisiin. Toiseksi betonimatot ovat Suomessa vielä huonosti tunnettuja materiaaleina, mutta ilmastonmuutoksen aiheuttamien kasvavien sadantamäärien myötä materiaalin käytöstä saatavat hyödyt tulevat myös kasvamaan tulevina vuosina. Voimistuvat rankkasateet yhdistettynä alati tiivistyvään kaupunkirakentamiseen ja vettä läpäisemättömien pinta-alojen kasvuun aiheuttavat suuria virtausmääriä ja -nopeuksia sinne, missä vesi pääsee vapaasti esim. ojassa kulkemaan. Erityisen suuriksi virtausmäärät ja -nopeudet pääsevät kasvamaan niissä paikoissa, joissa hulevesiverkostot purkavat kuljettamansa veden järviin ja muihin vesistöihin. Erityisesti näissä hulevesiverkostojen purkauspaikoissa betonimatot ovat erittäin käyttökelpoinen ratkaisu niiden toimiessa kovana kulutusta kestäväenä pinnoitteena paikoissa, joissa betonimaton pintaan ei kohdistu muita ulkoisia rasituksia esim. liikennekuormaa.

Tätä työtä tehdessä pinnoitettiin betonimatolla erään hulevesiä järveen purkavan suurehkon ojan suun sekä kokeiluluontoisesti BMX-radon yhden kumppareen liikennöimättömät sivureunat. Työssä vertailtiin betonimattoa eroosiosuojausmenetelmänä verrattuna perinteisemmin käytössä olleisiin menetelmiin haastatteleamalla sekä suunnittelijoita, vihertöiden rakennuttajaa, että urakoitsijoita.

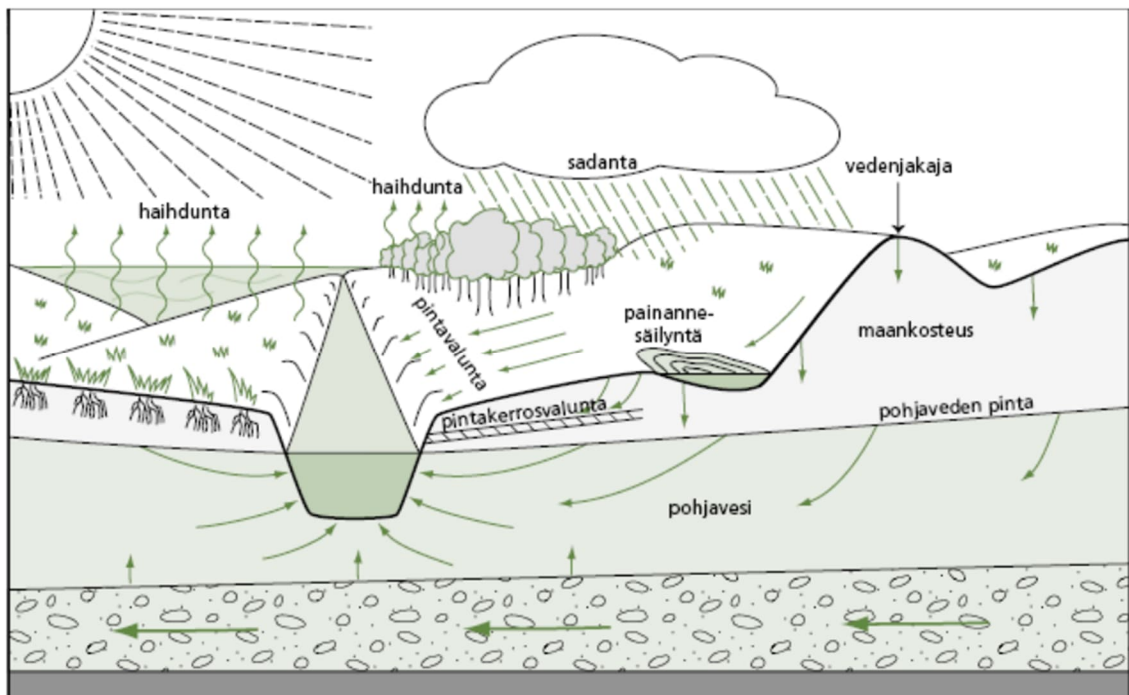
Tämän työn tarkoituksena on tuottaa kattava perustietopaketti betonimatoista niin rakennuttajille, suunnittelijoille, kuin urakoitsijoillekin. Sekä tarkoituksena on kerätä käyttökokemusta ja testata soveltuvuutta case -kohteiden myötä.

Tutkimusmenetelminä teoriapohjassa oli kirjallisiin lähteisiin perehtyminen hulevesien ja niiden aiheuttamien ongelmien osalta. Itse tuotteista parhaiten tietoa löytyi valmistajien verkkosivuilta, sekä haastatteleamalla betonimattorakenteita piirtäneitä suunnittelijoita. Käytännötiedon ja kokemukset kerättiin suoraan lähes päivittäisillä työmaakäynneillä keskustelemalla asennusryhmän kanssa työn etenemisestä ja heidän havainnoistaan sekä mahdollisista kohtaamistaan haasteista.

2 Hulevedet ja eroosiosuojauksen tarve

2.1 Hulevedet

Veden kiertokulku maapallolla voidaan jakaa neljään erilaiseen osaan. Näitä osia ovat: sadanta, valunta, haihdunta ja maaperään suotautuminen. Kierto alkaa siitä, kun vesi sataa taivaalta, osa siitä haihtuu takaisin ilmakehään saman tien ja osa suotautuu maaperään ja sitä myöten pohjavedeksi (KUVA 1). Lopusta tulee valuntaa ja sen määrään vaikuttaa useampikin seikka. Näitä ovat muun muassa sateen määrä eli kuinka rankasti sataa ja kuinka kauan, kuinka kuivaa maaperä on ollut ennen sadetta sekä maanpinnan kaltevuus. (RT 89-11196 2015.)



KUVA 1. Veden kiertokulku (Kuva: Vakkilainen, nd. hydrologinen kierto).

Nopeasti taivaalta satava suuri määrä imeytyy optimaalisissakin olosuhteissa rauhalliseen tahtiin. Jos maa on ennestään kyllästynyt vedellä niin se ei kykene ottamaan vastaan enää lisää (Kuntaliitto 2012, 94). Toisaalta myöskään rutikuivaan maaperään vesi ei imeydy kovinkaan nopeasti. Jos maaperä ei kykene edellä mainituista syistä ottamaan vettä vastaan ja maan pinnan muodot ovat jyrkästi kaltevia, aiheuttaa se silloin merkittäviä määriä valuntaa sinne.

Valunnan suuruuden määrittämiseen ja vertailemiseen käytetään valuntakertoimia. Valuntakertoimella kuvataan alueelta pois virtaavan vesimäärän ja aluesadannan suhdetta. Lähtökohtaisesti valuntakerroin suurenee, kun sade muuttuu rankemmaksi. (Kuntaliitto 2012, 94.) Valuntakertoimeen vaikuttaa myös miten läpäisevälle pinnalle sadanta osuu. Erilaisille pinnoille olevia valuntakertoimia kuvattu taulukossa 1.

Taulukko 1. Valuntakertoimen arvoja erilaisilla pinnoilla. (RIL 2004, 462, muokattu.)

Pinnan laatu	Valuntakerroin n
Katto	0,90
Asfaltti, betoni, tiivissaumainen kiveys	0,80
Hyväkuntoinen soratie	0,50
Puistomainen piha	0,20
Tasainen, tiheäkasvuinen metsä	0,05

2.2 Hulevesien määrän jatkuva kasvu

Ilmastonmuutoksen myötä lisääntyvät sään ääri-ilmiöt näyttäytyvät myös aiempaa voimakkaampina rankkasateina. Rankkasateiden voimakkuudet kasvavat kaikkina vuodenaikoina. Aiemmat mitoittavat maksimisademäärät ilmenevät jo useammin kuin mitoitusvaiheessa on laskennallisesti oletettu. Kuntaliiton hulevesioppaassa (2012) todetaan, että jo silloisen tiedon perusteella ilmastonmuutoksen myötä sademäärien vuorokautinen kasvu olisi n. 20 % vuosisadan lopulle tultaessa. Eli esimerkiksi sademäärä, joka muutoin mitoitettaisiin tapahtumaan kerran kymmenessä vuodessa, onkin tämän lisäyksen myötä kerran viidessä vuodessa. (Kuntaliitto 2012, 111)

Taajamissa sataa yleisesti ottaen enemmän kuin harvaan asutulla alueella (Kuntaliitto 2012, 91). Jatkuva kaupungistuminen sekä sen myötä tapahtuva taajamien laajeneminen ja tiivistyminen lisäävät näille alueille vettä läpäisemättömiä pintoja. Suuret kattopinnat sekä laajat katuverkostot ja pysäköintialueet estävät veden imeytymistä suoraan maahan siinä paikalla, jossa se on satanut. Nämä kaikki muutoin maahan imeytyvät vedet täytyy nyt ohjata joko suoraan

ojiin ja painanteisiin imeytymään tai vaihtoehtoisesti hulevesiverkoston ja sieltä suurempiin ojiin sekä vesistöihin. Nämä laajat ja laajenevat tiiviit pinnat yhdistettynä alati kasvaviin sademääriin aiheuttavat jatkuvasti kasvavaa rasiutusta kaikille huleveden hallintajärjestelmille.

2.3 Hulevesien määrien kasvun aiheuttamat ongelmat

Hulevesien määrien kasvu aiheuttaa välittömästi kolme ongelmaa, joilla kaikilla on omat liitännäisvaikutukset, jotka taas nivoutuvat toisiinsa erilaisilla tavoilla. Ensinnäkin suuret vesimassat liikkuessaan aiheuttavat eroosiota, joka kuluttaa reitille osuvia pintoja joko vähäisesti tai huomattavasti riippuen siitä miten kovia ja kulutusta kestäviä pinnat ovat. Toisekseen veden virratessa se ottaa mukaansa myös kaiken roskan ja epäpuhtauden mitä reitille sattuu ja kuljettaa sen sitten ensin ojiin ja puroihin sekä sitä myöten isompiin vesistöihin. Kolmanneksi kerralla satavat suuret määrät myös ensin tukkivat viemäroinnit joihin vedet eivät yksinkertaisesti mahdu kaivojen ja putkistojen kokojen rajoittaessa viemäroinnin välityskykyä niiden ollessa mitoitettu vähemmän rankoille sateille (Kuntaliitto 2012, 96). Tämän seurauksena veden pinta alkaa nousta ja tulvimista esiintyy väärissä paikoissa aiheuttaen lisää erinäisiä seurauksia sekä osaltaan pahentaen jo ennalta mainittuja ongelmia

2.3.1 Eroosio

Vedellä on virratessaan valtava voima irrottaa ja kuljettaa mukanaan kiintoainesta. Jo jääkaudella jäätiköiden sulamisvedet irrottivat maata sekä kiviä, jotka veden virtausten myötä liikkuivat, kunnes virtaus heikkeni ja maa-ainekset alkoivat kasaantua meidän nykyään tuntemiksemme harjumuodostelmiksi.

Virtaava vesi edelleen kuluttaa ja kuljettaa maa-ainesta mukanaan. Esimerkiksi jyrkät hienorakeista maalajia olevat rinteet ovat alttiita eroosiolle. Rinteen päältä valuvat vesimassat syövät rinteeseen uran (KUVA 2) kuljettaen materiaalin rinteeseen pohjalle.



KUVA 2. Eroosion kuluttama rinne (Kuva: Lassi Hannula).

2.3.2 Vesistöjen pilaantuminen

Taajama-alueilla hulevesien mukana tiiviiltä pinnoilta huuhtoutuu erilaisia haitta-aineita. Huuhtouma on voimakkaimmillaan aivan sateen alussa, sillä silloin kaikki edellisen sateen jälkeen tulleet haitta-aineet lähtevät samanaikaisesti liikkeelle. Eniten on havaittu kiintoaineita, metalleja, klorideja, PAH-yhdisteitä, sekä öljyjä ja rasvoja. (Kuntaliitto 2012, 124).

Kiintoaineet samentavat vettä, sekä sedimentoituvat putkistoihin ja liitoskohtiin aikaa myöden heikentäen verkostojen välityskykyä. Erilaiset ravinteet puolestaan rehevöittävät vesistöjä ja lisäävät leväkukintoja sekä pitkällä aikavälillä aiheuttavat vesistöjen kasvamista umpeen. (Kuntaliitto 2012, 124, 129)

2.3.3 Järjestelmien kapasiteettien riittämättömyys

Voimakkaiden rankkasateiden aiheuttamat äkilliset suuret vesimäärät, jotka kaikki yhtäaikaisesti pyrkivät viemäreihin ja ojiin aiheuttavat niiden välityskapasiteetin ylittymisen. Tästä aiheutuu veden tulviminen väärissä paikoissa sekä tulvimaan suunnitelluissakin paikoissa mahdollinen padotustilavuuden ylittyminen. Tällaisessa tilanteessa sadevesikaivo ei vedä ja katu tulvii koska verkostoon ei mahdu enempää vettä kerralla sisään mitä se ehtii purkamaan ulos. (Kuntaliitto 2012, 96.)

Avo-ojissa sekä hulevesialtaissa, mihin viemärit yleensä purkavat on jokin laskennallinen korkeus mille vedenpinta voi nousta ilman, että se lähtee valumaan väärään suuntaan taikka väärään paikkaan aiheuttaen ongelmia.

Esimerkiksi jos kiinteistön hulevedet ohjautuvat ojaan, joka ei kykene imeyttämään ja johtamaan tulevia vesiä riittävän nopeasti, voi veden virtauksen suunta muuttua takaisin kohti kiinteistöä. Näin ollen oja johtaakin vettä takaisin kiinteistön pihaan, mahdolliseen kellariin sekä perustuksiin.

2.4 Hulevesien hallinta

Hulevesien hallinnan lähtökohtana on taajamien kuivatus, taajamatulvien torjunta, pohjaveden suotautumisen riittävässä määrin, pinta- ja pohjavesien suojele (RT 89-11196 2015). Hulevesien hallinnassa etupainotteinen suunnittelu ja varautuminen on kaikista merkittävimässä roolissa. Tähän kategoriaan kuuluu jo suunnittelupöydältä alkava valunnan muodostumisen rajoittaminen ja määrien vähentäminen. Tätä voidaan edesauttaa rakentamalla esimerkiksi viherkattoja ja vettä läpäiseviä kiveyksiä, joiden normaaleita kiveyksiä suuremmissa väleissä kasvaa esimerkiksi nurmikkoa.

Toinen vaihtoehto on viivyttää hulevesiä ja hidastaa sitä kautta niiden liikkuamista eteenpäin. Tässä vaihtoehtoina on rakentaa viivytyrakenteita maan alle, joissa rakenteeseen kerätään vettä ja sen purkuputki on pienempi kuin putki, jota pitkin rakenteeseen vettä tulee. Tällaiset rakenteet voivat olla suuria putkia tai sitten ihan tarkoitukseen kaupallisesti tuotteistettuja kasettijärjestelmiä. Tarkoitus on molemmissa kuitenkin sama. Ne toimivat maanalaisena säiliönä ollen pois maanpinnalla tapahtuvien aktiviteettien tieltä ja se tyhjenee hitaammin kuin mitä se täytyy. Vielä yksinkertaisempi pienemmille vesimäärille soveltuva ratkaisu on tehdä vettä läpäisevän pinnan alle imeytyskenttä. Kenttä toteutetaan karkealla kiviaineksella esimerkiksi sepelillä tai kantavalla kasvualustalla. Läpäisevä pinta päästää veden kenttään, josta se suotautuu pohjavedeksi sekä ympäröivän kasvillisuuden käyttöön. Joissain paikoissa voidaan rakentaa imeytysrakenteita myös vettä läpäisemättömien pintojen alle. Tällaisessa ratkaisussa voidaan myös hyödyntää viivyttämiseen tarkoitettuja kasettijärjestelmiä. Valuvat pintavedet johdetaan ritiläkantisten kaivojen avulla kasettijärjestelmään tai muuhun imeytyskenttään, josta se rauhalliseen tahtiin imeytyy ympäröivään maaperään.

Sopivissa paikoissa voi olla maisemallisesti perusteltua rakentaa maanpäällisiä viivytyksaltaita, joilla voidaan saavuttaa sen teknisen hulevesienviivytyrakenteen arvon lisäksi myös maisemallisia ja virkistyskäytöllisiä arvoja. Tietenkään laajoja hulevesialtaita ei kaupunkirakentamisessa ole mahdollista rakentaa joka

paikkaan, mutta sinne missä pinnanmuodot muutoinkin virkistyskäyttöön rakennettavalle viheralueelle sen mahdollistavat on niiden sinne sijoittaminen enemmän kuin perusteltua.

Tulvimisherkillä alueilla on tarpeen suunnitella lisäksi erityisiä tulvimisreittejä. Tulvimisreittien tarkoituksena johtaa valuntavedet mahdollisimman nopeasti kohti vesistöjä ehkäisten tai ainakin minimoiden taajamatulvien aiheuttamia vahinkoja. ”Tulvareitit voivat koostua erilaisista hulevesien johtamisjärjestelmistä ja ne liittyvät käytännössä kaikkiin muihinkin hulevesien hallintajärjestelmiin.” (RT 89-11196 2015).

3 Betonimatto

3.1 Perusidea betonimatossa

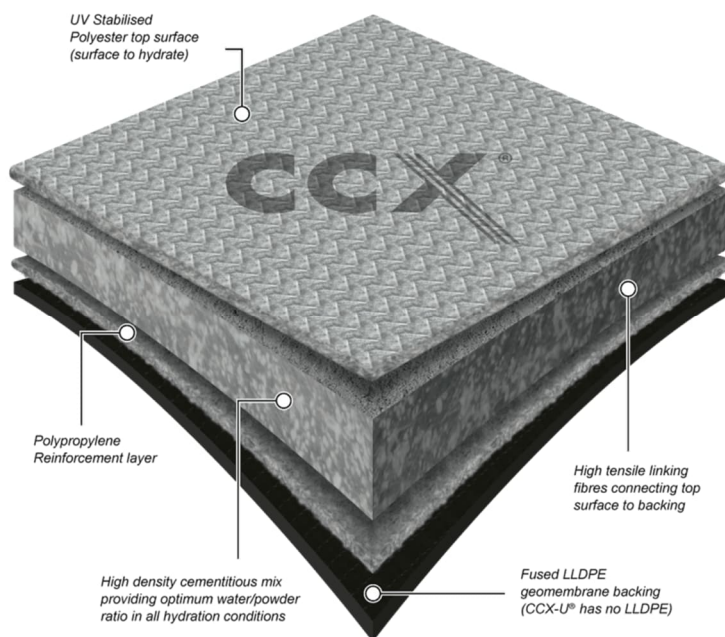
Betonimatossa kahden kankaan väliin on laitettu hienoa kuivabetonia, joka kovettuu muotoonsa, kun sen asennus vaiheessa kastelee (KUVA 3).

Keski-Euroopassa hiekkaisemmilla ja eroosioherkemmillä maaperillä betonimatot ovat yleisemmin käytössä erityisesti ojien eroosiosuojauksessa.

Betonimatto levitetään rullalta joko pitkittäin tai poikittain ojan virtaussuuntaan nähden ja kastellaan huolellisesti läpimäräksi asentamisen jälkeen.

Kovettuessaan matto muodostaa noin yhden sentin vahvuisen kovan ja tiiviin kerroksen ojan pohjalle. Betonimattoja maahantuo Suomessa kaksi yritystä.

Geosynt myy Concrete Canvas -merkkistä mattoa. ViaCon puolestaan myy Tiltex -merkkistä mattoa.



KUVA 3. Betonimatton rakenne (Concrete Canvas Ltd.)

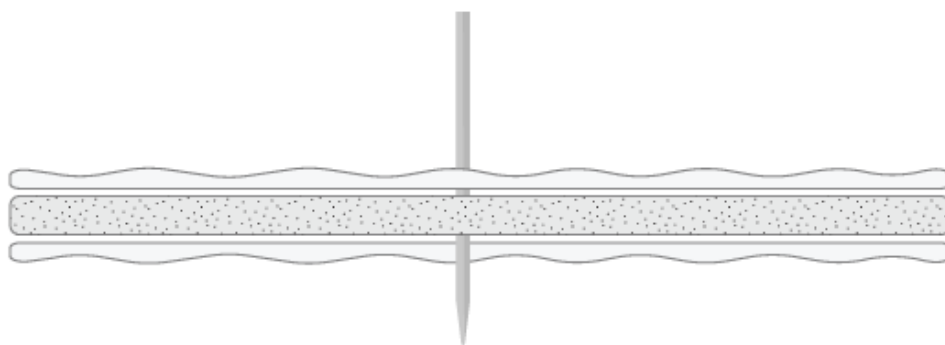
Betonimaton yleisin käyttökohde Euroopassa on ojien ja kanaalien pinnoittaminen. Lisäksi betonimattoa voidaan käyttää erilaisten tiivisrakenteiden toteuttamiseen. Esimerkiksi sillä voidaan pinnoittaa altaita, joista ei haluta vuotavan mitään altaan ulkopuolelle. Betonimattoa voidaan käyttää myös pohjaveden suojauksessa estämässä pintavesien ja pohjavesien sekoittuminen.

Betonimattojen myyntivaltti ojien ja kanaalien pinnoituksessa on sen helppo ja nopea asennusprosessi verrattuna perinteisemmin Euroopassa käytössä olevaan tapaan tehdä koko oja/kanaali paikallavalurakenteena. Betonimaton asentaminen ei vaadi mitään erikoisempaa osaamista vaan sen asentaminen luonnistuu keneltä tahansa. Betonimattoa käytettäessä muottityöt jäävät pois ja kaikki kuljetusten kustannukset tehtaalta työmaalle sekä hiilijalanjälki pienenevät merkittävästi, sillä kuivana kuljetettavan betonimaton paino on vain 14,5–15,5 kg per neliö valmista pinnoitettua aluetta. Verrattuna perinteisellä rakennebetonilla toteutettavan 10 cm vahvan valun 220 kg per neliö valmista pinnoitettua aluetta. (Concrete Canvas Ltd. n.d.)

3.2 Betonimaton rakenne

Betonimatot tehdään kahdesta kerroksesta geotekstiiliä, joiden välissä on valmistajan suhteuttamana tarkoitukseen sopivaa kuivabetonia. Valmis kolmikerroksinen rakenne ommellaan yhteen kaikkien kerrosten läpi, jolloin täyteaine lukittuu paremmin paikalleen (KUVA 4). Tällä varmistetaan täyteaineen tasaisempi jakauma maton sisällä.

Molemmilla valmistajilla on erilaisia variaatioita tuotteistaan. Merkittävimmät erot tuotteiden välillä saman merkin sisällä tulee tuotteen paksuudesta ja painosta neliömetriä kohden, sekä onko maton maata vasten asennettava puoli pinnoitettu geomembraanilla.



KUVA 4. Betonimaton rakenne ja ompelu (tiltexsystem.com)

3.3 Betonimaton soveltuvuus Suomen olosuhteisiin

Betonimaton ollessa Suomessa vielä kohtalaisen vieras materiaali, oli siitä vaikeaa löytää aiempia kokemuksia. Tässä opinnäytetyössä käsiteltävän case 1-kohteen suunnittelijat olivat suunnitelleet niitä harvoja kohteita, joita on Suomessa jo toteutettu.

Betonimatto soveltuu hyvin Suomen olosuhteissa käytettäväksi erityisesti paikoissa, joissa tarvitaan kovia ja tiiviitä kerroksia ehkäisemään eroosiota suurten virtaamien paikoissa. Lisäksi betonimatto soveltuu paikkoihin, joissa halutaan ehkäistä veden ja muiden aineiden imeytyminen maaperään kohteella, mutta alue ei ole sellaisen kuormituksen vaikutuksen alaisena, että se kannattaisi esimerkiksi asfaltoida. (Nissinen & Hakala 2024).

3.3.1 Betonimatto eroosiosuojauksessa

Pelkän eroosion hallinnassa monesti maisemallisesti on perusteltavissa käyttää ennemmin esimerkiksi kookoskuituisia eroosiosuojamattoja. Luonnon monimuotoisuuden kannalta kookoskuituiset matot ovat hyviä vaihtoehtoja. Osaan niistä on laitettu valmiiksi erilaisten kasvien siemeniä nopeuttaakseen kasvien kasvuun lähtöä ja sitä kautta myös eroosion vähenemistä, kun kasvien juuret pitävät maamassaa paikallaan. Kuitenkin tarpeeksi jyrkkiin luiskiin siirryttäessä vesi voi ruveta kuluttamaan luiskaa kookoskuitumatosta huolimatta. Niiden tehon perustuessa osaltaan maton omaan voimaan pitää maamassoja paikallaan sekä siihen, että niiden läpi alkaa kasvillisuus puskemaan ajan myötä, jolloin myös kasvillisuuden juuret osaltaan pidättävät luiskan massoja paikallaan. Suunnittelijoiden näkemys oli, että luiskan jyrkkyyden ylittäessä viisi prosenttia, alkaisi kookoskuituisen maton pidätysominaisuudet loppua kesken etenkin ennen kasvien kasvua ja juurtumista. Eli jyrkissä luiskissa ja paikoissa, missä virtausnopeudet ovat jatkuvasti kovat eikä ole aikaa odotella kasvien kasvamista sekä juurien juurtumista olisi betonimatto parempi vaihtoehto teknisessä mielessä. (Nissinen & Hakala 2024)

3.3.2 Betonimaton selviäminen talvesta

Työtä tehdessä opinnäytetyön tekijä pääsi tutustumaan betonimatolla pinnoitettuun hulevesialtaaseen (Kuva 5). Kyseinen allas oli rakennettu jo edellisellä kesänä eli se oli päässyt kokemaan pakkasen siihen aiheuttamat mahdolliset raskitukset.



KUVA 5. Ensimmäisen talven selättänyt hulevesiallas. (Kuva: Lassi Hannula)

Yleisilmeeltään allas ja matto oli lähes kuin uusi eikä siitä pystynyt suoraan päättelemään milloin se oli rakennettu. Lähempää maton reunoja tarkastellessa huomasi asennusvaiheessa leikatuista kohdista täytteenä olevan betonin valuneen ulos kankaiden välistä (KUVA 6). Tämän voisi kuitenkin olettaa tapahtuneen jo asennusprosessin aikana ennen betonin sitoutumista, sillä pakkasrauma reilun sentin syvyydelle mattoa yhden talven jälkeen tuntuu kovin epätoiminnalliselta. Tehtaan viimeistelemä maton reuna kuitenkin oli täysin ehjä ja ulkoisesti täysin vastaavassa kunnossa miltä talvea kokemattomatkin reunat.



KUVA 6. Edelliskesänä asennetun betonimaton asennusvaiheessa leikattu reuna sekä tehtaalla tehty reuna. (Kuva: Lassi Hannula)

Tämän yhden esimerkin perusteella voidaan sanoa, että betonimatto kestää myös Suomen talvea ja pakkasia ainakin tilanteessa, jossa siihen ei pääse kohdistumaan luonnonvoimia suurempia ulkoisia mekaanisia rasituksia. Tässä täytyy ottaa huomioon kohteen sijainti eteläisessä Suomessa, jossa talvet ovat leudompia, kuin esimerkiksi pohjoisemmassa osassa Suomea. Tässä kohteessa todennäköisemmin suuremman ongelman pitkällä aikavälillä aiheuttanee materiaalin likoaminen altaan vedessä ja sen perättäiset jäätymis-sulamis-syklit.

Huomionarvoista on myös se, ettei betonimattorakenteiden alle tehdä erillistä routasuojasta eristeillä. Tässä kohteessa maton alle oli rakennettu hulevesialtaan muut rakennekerrokset sisältäen muovikalvon, 100mm kerroksen suoja-hiekkaa ja 300mm muotoilukerroksen kalliomursketta raekooltaan 0-32mm , mutta case 1 - esimerkikohteessa betonimatto asennettiin suoraan hienorakeisen pohjamaan päälle.

4 Betonimaton käyttö

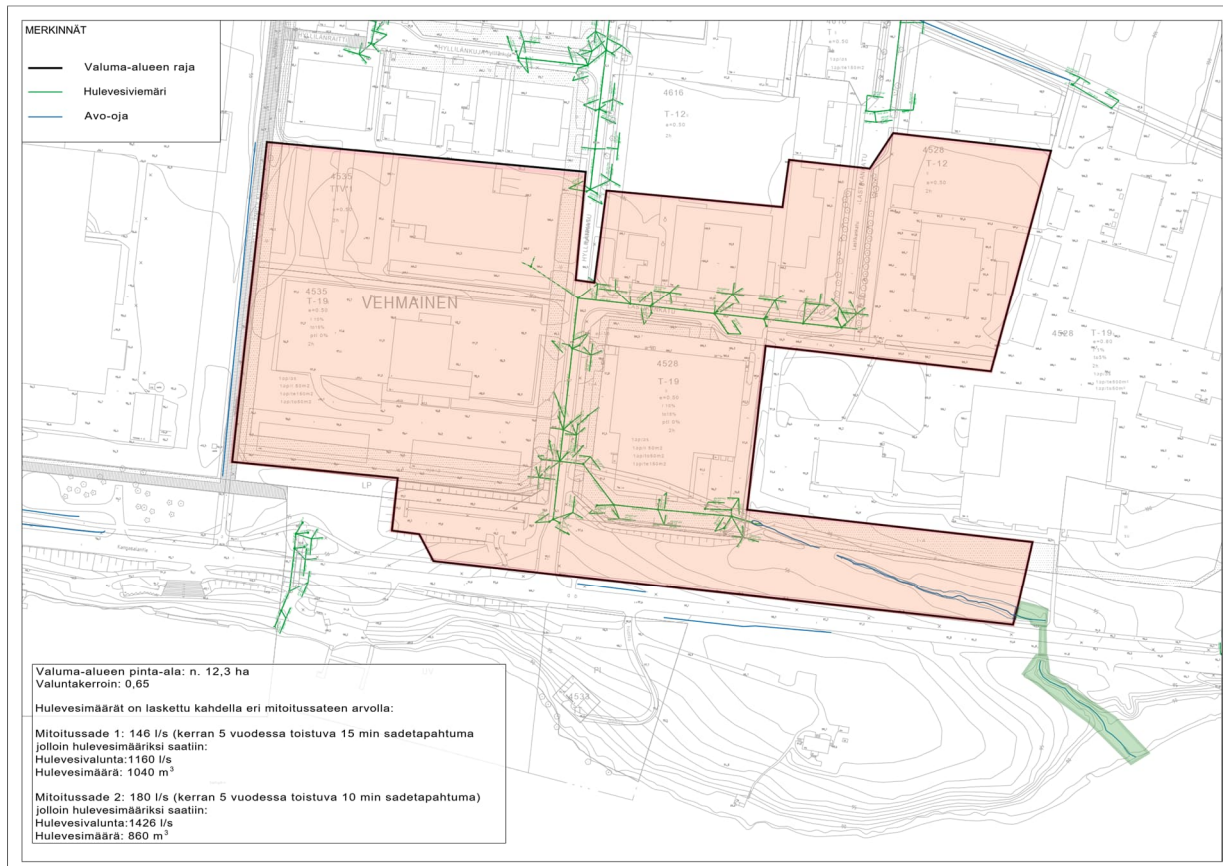
4.1 Betonimaton käyttö ojien pohjien suojana

Maissa, jossa maaperä on hiekkaisempaa ja hienorakeisempaa Suomeen verrattuna, on eroosio vielä merkittävämpi ongelma. Karkeamman kiviaineksen, esimerkiksi kalliomurskeen tai louheen ollessa huomattavasti kalliimpaa ja vaikeammin hankittavaa, on suurten virtaamien paikoissa turvauduttu valamaan ojat suoraan betonista. Betoninen uoma mahdollistaa myös sen koon ja muodon pysyvän tarkemmin halutun laatuksena, jolloin se mahdollistaa tehokkaamman maankäytön uoman ympärillä. (Schoener 2022, 2)

Toinen käyttötarkoitus betonimateriaaleille ojien pohjissa on estää ojassa virtaavan veden suotautumista pohjaveden sekaan tai ulkomailla kuivuudesta muutenkin kärsivissä paikoissa estetään kallisarvoisen veden päätyminen maaperään sen hyötykäytön sijaan. Jyväskylässä Tourujoen kunnostus -hankkeessa osa Tourujoen pohjasta pinnoitetaan betonimatolla. Siinä hankkeessa betonimaton rooli on nimenomaan estää pohjavedenpinnan nousua ja pintaveden suotautumista puhtaamman pohjaveden sekaan (Toikkanen 2024).

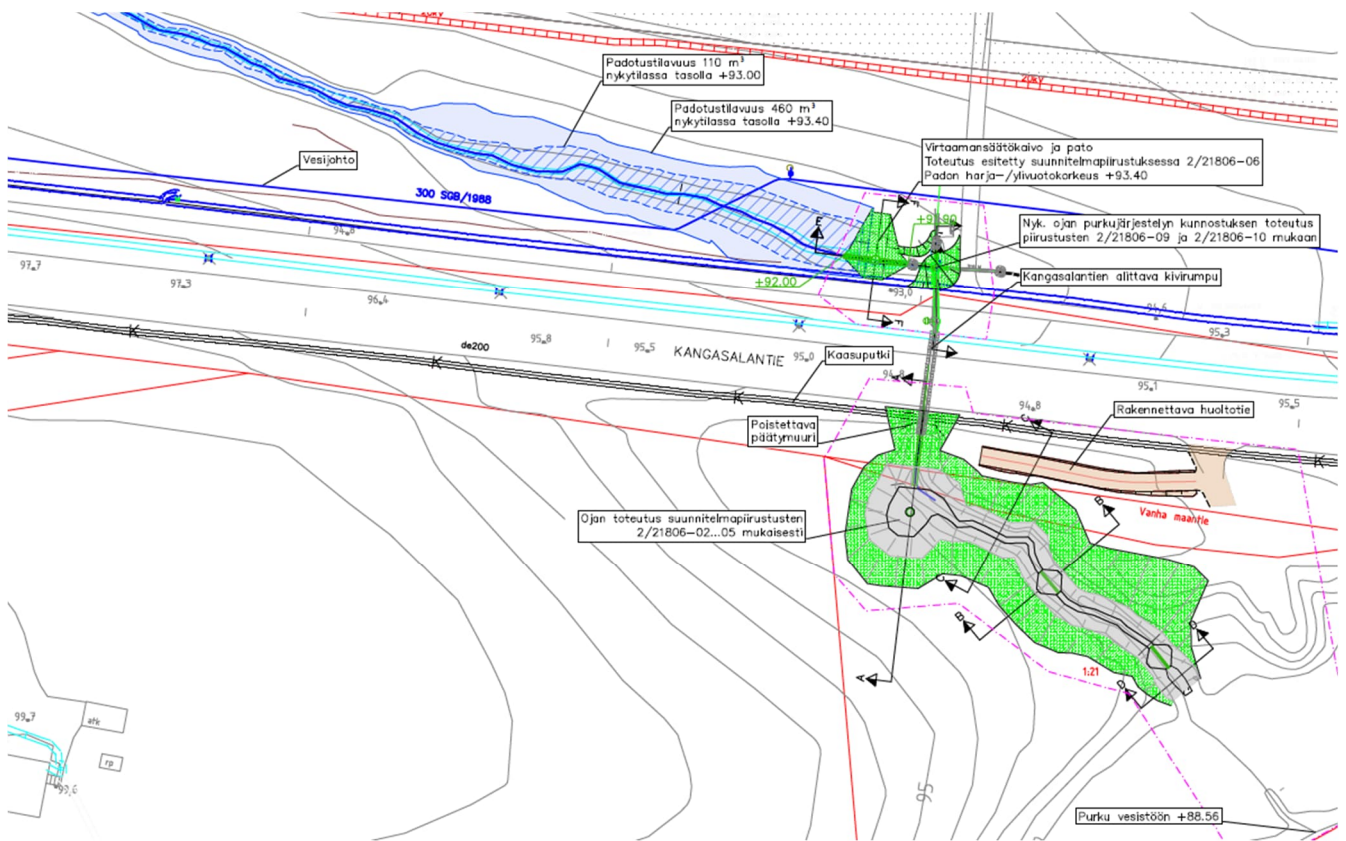
4.2 Case 1 Kangasalantie

Kangasalantien kohteen valuma-alueella sijaitsevalla teollisuusalueella on paljon tiivistä vettä läpäisemätöntä pintaa. Tässä case -esimerkinä olleen urakan laskennallinen valuma-alue on noin 12 hehtaaria (Kuva 7). Todellisuudessa se on kuitenkin suurempi, sillä kohteeseen valuu hulevesiä myös laskennallista valuma-aluetta ympäröiviltä tonteilta.



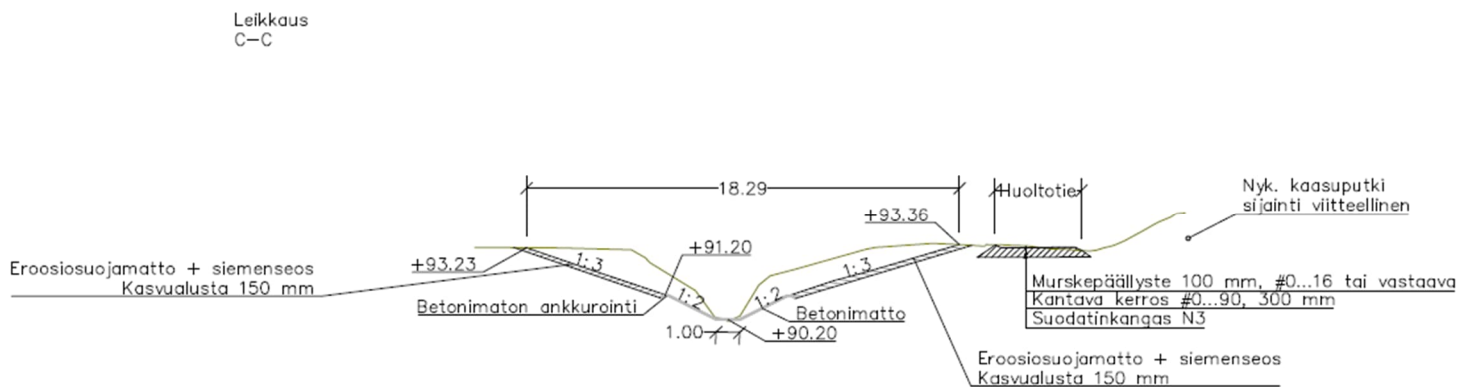
KUVA 7. Laskennallinen valuma-alue kuvassa punaisella ja vihreällä reitti, jota pitkin vesi laskee Kaukajärveen. (Kuva: Sitowise).

Kangasalantien alitse hulevedet kulkevat kymmeniä vuosia vanhassa kivirummussa. Rummun jälkeen vedet virtaavat kohti Kaukajärveä kuluttaen mennessään ojan pohjaa vähän kerrallaan syvemmäksi (KUVA 8). Kohteessa kulkee vettä yli tuhat litraa sekunnissa rankkasateella. Ojaan vesi kertyy läheiseltä teollisuusalueelta, jonka laajat kattopinta-alat suurine asfalttikenttineen aiheuttavat suuren määrän valuntaa.



KUVA 8. Kangasalan tien asemapiirros (Kuva: Sitowise).

Tässä hankkeessa Kangasalan tien pohjoispuolisen ojan padotustilavuutta kasvatettiin sekä ojaan asennettiin padotuskaivo rajoittamaan kivrumpuun ja sen kautta kadun alitse eteläpuoliseen ojaan virtaavan veden määrää sekä sen nopeutta. Eteläpuolen ojan luiskia loivennettiin reilusti ja pohjaan asennettiin Concrete Canvasin CCX-M betonimatto ottamaan vastaan virtaavan veden aiheuttaman eroosion suurimmat rasitukset (KUVA 9). Ojan luiskien yläreunat verhoiltiin kookoskuituisella siemeniä sisältävällä eroosiosuojamatolla.



KUVA 9. Kangasalan tien eteläpuolen ojan poikkileikkaus (Kuva: Sitowise).

4.2.1 Pohjoispuolen toteutus

Talvella pohjoispuolen ojasta poistettiin sinne kasvanut vesakko, sekä levennettiin ja syvennettiin sitä tarvittavilta osin. Tämän jälkeen rakennettiin väliaikainen murskepintainen kiertotie jalankulku- ja polkupyöräliikenteelle, jotta oli mahdollista kaivaa kaikkien kaivojen ja putkien kaivannot kerralla. Vaikka tammikuussa routaa oli metrin verran ja parikymmentä astetta pakkasta, virtasi silti viereisen tuotantolaitoksen hulevesien purkuputkesta jatkuvasti vettä kaivantoon. Kaivantoa täytyi siksi keskellä talveakin pitää kuivana järeillä voimavirtaa tarvitsevilla uppopumpuilla.

Suurimmat kaksi betonikaivoa painoivat yli kuusi tuhatta kiloa kappaleelta, joten niiden asentamisessa täytyi käyttää ajoneuvonosturia. Putkien ja kaivojen asentamisen jälkeen jalankulku- ja polkupyöräliikenne saatiin siirrettyä takaisin omalle reitilleen töiden siirtyessä toiselle puolen Kangasalantietä.

4.2.2 Eteläpuolen toteutus

Eteläpuolen toteutus alkoi kivirummun vanhan kaatumassa olleen päätymuurin korjaamisella. Tämän jälkeen suoritettiin työalueelle jäävien puiden poisto. Seuraavaksi kohteessa pääsi aloittamaan maanleikkuun olevien jyrkkien luiskien loiventamiseksi sekä ojan pohjan virtauksensäätöpatojen karkean muotoilemisen. Virtauksensäätöpatojen korkeus on 60 senttimetriä ja padot lävistää niiden alareunasta 315 millimetrinen muoviputki.

Betonimatto vaatii, että ulkolämpötila on vuorokauden verran nollan yläpuolella, jotta betoni ehtii sitoutua riittävästi kestääkseen ympäristön aiheuttamat rasitukset. Tällaista keliä ei vielä talvella ollut, joten kyseinen työmaa täytyi laittaa väliaikaisesti tauolle odottamaan kevättä ja ilman lämpenemistä sopivammaksi.

Tällä välin oli hyvin aikaa suunnitella millä ja miten mattorullasta itse mattoa saisi parhaiten levitettyä. Erilaisia nostopuomeja ja aukirullaimia olisi saanut helpostikin vuokrattua suurimmilta geoteknisten tuotteiden myyjiltä, mutta niissä suurimmaksi ongelmaksi muodostui niiden koko suhteessa kohteessa käytettyjen betonimattorullien kokoon. Vuokrattavissa olleet puomit olivat tehty pisimmillään kahdeksan metrin mittaisille rullille ja lyhimmilläänkin vain viiden metrin rullille. Kohteessa olleiden betonimattorullien pituus oli kaksi metriä sekä sen sisähylsyn pituus hieman yli kaksi metriä. Tästä johtuen kohteeseen täytyi hankkia erikseen juuri kyseisten rullien levittämiseen sopiva nostoapuväline.

Kelien lämmitessä riittävästi pystyi kohteessa aloittamaan betonimaton asennusprosessin. Käytössä ollut betonimatto vaatii valmistajan ohjeiden mukaan 100 mm limityksen, limitetyn osan toisiinsa ruuvauksen 100 mm välein (KUVA 10), sekä yläreunojen ankkuroinnin maakiiloilla limityskohdista ja yläreunan taittamisen/upottamisen asennusuraan joka maakiilojen asentamisen jälkeen täytettiin muun luiskan tasoon.



KUVA 10. Betonimaton ankkurointi maahan ja liittäminen toisiinsa. (Kuva: J-P Mäkinen).

Itse asennusprosessi oli suoraviivaista ja nopeaa kun asennusryhmä oppi toimivan tekniikan. Mattorulla nostettiin kaivinkoneella ojan päälle, josta maton reuna vedettiin vastapuolen asennusuraan, ankkuroitiin maakiiloilla sinne kiinni ja sitten koko rulla vedettiin ojan toiselle puolelle (KUVA 11). Siinä matto katkaistiin timanttilaikalla varustetulla kulmahiomakoneella haluttuun mittaan ja ankkuroitiin myös toisesta päästään asennusuraan. Tämän jälkeen matto ruuvattiin edelliseen kiinni ja prosessi alkoi alusta.

Suurimpana työteknisenä haasteena oli mattorullan pyöriminen tai sen pyörimättömyys itse levityslaitteessa. Ensimmäisten rullien kohdalla rulla ei meinannut ensin pyöriä ollenkaan auki ja sitten kun sen suuren massan sai pyörimään niin sitten se ei meinannut pysähtyä. Tämä johti siihen, että painavaa mattoa päätyi maahan toivottua enemmän, jota sitten työryhmä joutui lihasvoimin siirtämään koska sen takaisin rullalle pyörittäminen ei sen painon vuoksi ollut mahdollista. Tästä ongelmasta päästiin eroon kääntämällä nostolaitteen päätyjen laipat toisinpäin suhteessa rullaan, jolloin ne jarruttivat pyörimistä vähemmän.



KUVA 11. Betonimaton levitys ojaan. Taustalla olevat siniset rullat ovat avaamattomia betonimattorullia (Kuva: Lassi Hannula)

Suoran ojanpohjan kohdalla mattojen asentaminen oli yksinkertaista ja nopeaa. Hieman enemmän haastetta tuli virtauksensäätopatojen kohdalla sekä niiden pohjassa olevien putkien läpivientien toteuttaminen ja maton asettelu ojan yläjuoksun loiskekupin muotoon. Virtauksensäätopatojen yli matto pystyttiin asentamaan normaalisti mutta pohjasta padon lävistävien 315 rumpuputkien ympä-

rykset aiheuttivat pientä miettimistä työryhmälle. Padon päältä katsottuna viimeinen matto asennettiin rummun yläreunaan asti. Seuraava matto leikattiin leveyssuunnassa puoliksi halki ja se ujutettiin rummun ympärille (KUVA 12). Läpivienti viimeisteltiin asentamalla uusi ehjä matto vielä halkileikatun maton päälle (KUVA 13).



KUVA 12. Halkaistu matto rummun ympärillä. (Kuva: Lassi Hannula)



KUVA 13. Liitoskohdan tiivistäminen vielä yhdellä ehjällä matolla. (Kuva: Lassi Hannula)

Ennen loiskekupin pinnoittamista suunnittelijat sekä Tampereen Kaupungilta, että Sitowiseltä kävivät kohteessa perehtymässä asennusprosessiin, jolloin tarjoutui mahdollisuus keskustella myös loiskekupin lopullisesta muodosta. Alun perin kuppi oli lähes pyöreä. Suunnittelijoiden kanssa käydyn keskustelun myötä tuli selväksi sen lopullisen muodon olevan toissijainen seikka, joten lopputuloksesta tuli enemmän soikea (KUVA 14). Näin mattoa pystyi asentamaan lähes samaan tyyliin kuin ojan suoralle osuudellekin ilman, että mattoa olisi tarvinnut limittää merkittäviä määriä tai vaihtoehtoisesti leikata paljon pieniä hukkapaloja pois. Suorakaiteen muotoisesta ja n. 150 kg/metri painavasta matosta olisi ollut hyvin työlästä väkisin muotoilla pyöreää loiskekuppia.



KUVA 14. Loiskekupista tuli pyöreän sijasta soikea. (Kuva: Lassi Hannula)

Kuten aiemmistakin kuvista tulee ilmi, virtaa ojassa kuivallakin kelillä lähes jatkuvasti vettä. Loiskekupin ollessa muuta ojaa syvempi ja laajempi ja täten kerästen suoria osuuksia enemmän vettä, täytyi Kangasalan tien alitse tulevaa vesimäärää rajoittaa entisestään. Toiselle puolelle jo talvella asennettu virtauksen säätökaivo oli jo aiemmin laitettu kiinni, mutta työteknisistä syistä kohteessa haluttiin minimoida vesimäärä joka asennuskohtaan päätyisi. Siksi rumpuun asennettiin vielä paineilmalla täytettävä viemärinsulkutulppa. Kohteeseen sopivaa riittävän suurta tulppaa oli haasteellista löytää. Kuitenkin sopiva tulppa löytyi vuokralle kohtuullisella vaivalla ja viimeinenkin osuus matosta saatiin asennettua.

4.2.3 Tuoreiden rakenteiden koeponnistus

Maisemointi- ja viimeistelytöiden ollessa käynnissä kesän ensimmäinen ukkos- aiheuttama rankkasade pääsi yllättämään rakentajat ja samalla mahdollisti rakenteen toimivuuden havainnoinnin kovemmalla sateella. Betonimaton reunojen korkeus riitti juuri ja juuri pysymään vedenpintaa korkeammalla (KUVA 15).



KUVA 15. Vedenpinta betonimaton ja kookoskuituisen siemeneroosiosuojamaton reunassa. (Kuva: Lassi Hannula)

Samalla pääsi todentamaan viivytyspatojen ylivuodon toimiminen suunnitellulla tavalla (KUVA 16) sekä se kuinka paljon vettä kadun alitse tulevasta vanhasta kivrummusta mahtuu kerralla tulemaan (KUVA 17).



KUVA 16. Viivytyspaton ylivuoto. (Kuva: Lassi Hannula)



KUVA 17. Kivirummun läpi tuleva vesimäärä. (Kuva: Lassi Hannula)

Lisäksi Kangasalantien pohjoispuolen padotuskaivo ja -rakenteet saivat oman osansa tästä sekä 12 hehtaarin valuma-alueen vesimäärät konkretisoituivat kunnolla, kun pääsi havainnoimaan millä voimalla (KUVA 18) padotuskaivosta sekä naapuritontilta vesi virtasi kohti kadun alittavaa kivirumpua.



KUVA 18. Tulevat vesimäärät padotuskaivosta sekä naapuritontilta muovirum-
musta. (Kuva: Lassi Hannula)

4.3 Case 2 Iso-Vilusen BMX-rata

Ensimmäisestä kohteesta jäi kaksi rullaa betonimattoja käyttämättä. Näille haluttiin löytää toisenlainen käyttökohde. Kohteeksi valikoitui Tampereella Iso-Vilusen uudisharjun päälle rakennettu BMX-rata (KUVA 19).



KUVA 19. Iso-Vilusen harjun BMX-rata ja etuoikealla kumpare, jota pinnoitettiin betonimatolla. (Kuva: Lassi Hannula)

4.3.1 Betonia BMX-radan kumpareisiin

BMX-radan lähtömäen jälkeistä ensimmäistä kumpareta (KUVA 19) oli ollut tarvetta asemoida uudelleen suhteessa lähtömäkeen ja sen päädyt olivat murskepintaisena odottamassa jotain paremmin eroosiota kestävästä materiaalista päällystä. Aiemmin BMX-radan kumpareiden päätyjä on pinnoitettu maakostealla betonilla, mutta sen ominaisuuksiin kuuluu sen rapistuminen ja lohkeilu laajoilla pinnoilla säälle alttiina ollessaan.

Kun urakoitsijalla oli jo valmiiksi hankittuna ja toistaiseksi käyttökohdetta vaille olevaa betonimattoja, päätti rakennuttaja kokeilla hyödyntää betonimattoja korvaamaan perinteistä maakostealla betonilla kumpareiden päätyjen pinnoittamista.

4.3.2 Betonimaton asentaminen kumpareen pätyihin

Betonimaton asentaminen kumpareeseen tapahtui vastaavasti kuin mihin tahansa muuhunkin rinteeseen. Ensinnäkin täytyi kaivaa maton reunalle asennusura kumpareen päälle sekä kumpareen juurelle mihin maton reunan pystyi ankkuroimaan harjateräksestä tehdyillä hakasilla.

Kumpareen päällä täytyi tarkkaan suunnitella, miten pitkälle ylös mattoa tarvitsi tuoda riittävän ankkuroinnin varmistamiseksi. Kovin ylös sitä ei kumpareiden ajosuunnassa tulo- ja meno reunoissa pystynyt ankkuroimaan, sillä ne kohdat kumpareista oli päällystetty asfaltilla (KUVA 20) muun kumpareen ollessa kivituhkapintaista.



KUVA 20. Asfaltin ja betonimaton rajapinta. (Kuva: Lassi Hannula)

Muutoin asennus tapahtui jo aiemmin toteutetulla tavalla limitysten ja mattokais-
taileiden toisiinsa ruuvaamisen osalta. Poikkeuksena maton reunan ankkurointi
poikittaissuunnassa kumpareeseen nähden. Tämä suoritettiin samalla tavalla
kuin maton ylä- ja alareunatkin eli ensin kaivettiin asennusura, jonne reuna tai-

tettiin, sitten se ankkuroitiin harjateräksillä ja lopuksi maton reuna peitettiin täytämällä ura. Tätä täytyy tulevaisuudessa käydä tarkkailemassa miten raekooltaan 0-11 millimetrinen kalliomurske pysyy siinä asennusurassa ja betonimaton päällä. Riskinä on, että kuluttaako ensimmäiset rajummat vesisateet kaiken kalliomurskeen mennessään jättäen pelkän paljaan betonimattopinnan sekä paljastaen samalla ankkurointiin käytetyt harjateräkset.

5 Tutkimuksen tulokset

Betonimaton käyttäminen eroosiosuojauksessa on jotain Suomessa uutta ja vielä toistaiseksi vierasta. Se, mikä on perinteisesti toteutettu vain laittamalla kiviä painoksi päälle eroosioherkälle materiaalille, voidaan nyt toteuttaa menetelmällä, jossa voidaan aktiivisesti tarkkailla sekä virtaamien määrää. Lisäksi voidaan tarkkailla sitä, miten paljon tai vähän vesien mukana kulkeutuu muualta muita aineita, kun vettä pääsee silmämääräisesti helposti tarkastelemaan. Lisäksi maton päältä virtaavasta vedestä päästään ottamaan helposti vesinäytteitä tarpeen vaatiessa.

Osaltaan louheen tai muiden isompien kivien käyttö vaatii tilaa materiaalille itse eroosiosuojattavassa kohteessa, sekä rakentamisen aikaisesti. Yhdellä kuorma-auto kuormalla louhetta ei vielä eroosiosuojata suuria aloja, joten kohteen läheisyydessä on oltava tilaa läjittää materiaalia ennen levittämistä. Optimaalisissa olosuhteissa louhetta voi päästä kippaamaan kuorma-auton lavalta suoraan ojaan, jossa se vain levitetään ja muotoillaan kaivinkoneella. Kaupunkiympäristössä, jossa tilaa ei yleensä ole, aiheuttaa tämä yleensä yhden suurimmista haasteista.

Toinen haittapuoli kiviainesta käytettäessä on pelkästään sen siirtämisen vaativa kuljetusten määrä ja sen vaikutus kohteen ympäristöön. Huomionarvoisia asioita ovat ainakin työmaalle johtavien ajoväylien kantavuus sekä se mitä mahdollisesti lähistöllä asuvat ihmiset tykkäävät jatkuvasta kuorma-auto liikenteestä. Kaikkeen rakentamiseen liittyy aina kuorma-autoliikennettä, mutta se miten paljon on monesta tekijästä kiinni. Niistä kaikkiin ei yksinkertaisesti voida vaikuttaa, mutta osaan voidaan, sen mukaan millaisia valintoja muuten projektissa on tehty.

Kuivan betonimaton ollessa niin tiivistä ja siksi helppoa kuljetettavaa, saa yhdellä kuorma-auto kuormallisella betonimattorullia valmista eroosiosuojattua aluetta moninkertaisen määrän louhekuormaan verrattuna. Työkohteen sijainnista riippuen määrällisesti suurin kuljetettava materiaali on vesi, jota käytetään maton kastelemiseen. Case 1 -työmaalla pystyttiin kuitenkin hyödyntämään ojassa jatkuvasti rauhallisesti virtaavaa vettä ja tarvittaessa olisi vesi nostettu

suoraan järvestä, johon kyseinen oja laskee. Eli siellä edes vettä ei tarvinnut erikseen kuljettaa, mutta Case 2 -työmaalla joutui turvautumaan paikalle erikseen tuotuihin vedellä täytettyihin ibc-kontteihin.

Louhetta tai muuta kiviainesta eroosiosuojauksessa käytettäessä manuaalista ja fyysistä työtä ei tarvitse tehdä lähtökohtaisesti ollenkaan. Betonimaton asennuksessa käsin tehtävää työtä ei voida välttää, sillä ankkurointiin käytettäviä ruuveja ei voi kaivinkoneella ruuvata. Maakiiloja periaatteessa pystyisi painamaan maahan kiinni kaivinkoneella, mutta täytyisi ne asetella käsin kuitenkin paikalleen ennen koneella painamista.

Jos pelkkää materiaalin hintaa tuijottaa, puoltaa se Suomessa ehdottomasti louheen käyttöä. Louhe on Suomessa halpaa ja sitä on yleensä kohtalaisen helposti saatavilla. Betonimatto taas on ainakin vielä toistaiseksi pienten myyntivolyymien takia kallista materiaalia ja saatavuuskin on heikompaa louheeseen verrattuna. Mattoa valmistavien tehtaiden ollessa Suomen rajojen ulkopuolella toimitukseen kuluu lähes poikkeuksetta useampi viikko tilaushetkestä.

6 Yhteenveto ja loppupäätelmät

Kun otetaan huomioon betonimaton hankintahinta, levityksen ja ankkuroinnin sekä konetyön että miestyön kustannukset, kastelun ja veden kohteeseen siirtämisen kustannukset, näen että kustannukset ovat kokonaisuudessaan samalla tasolla kuin jos vastaavassa kohteessa käytettäisiin louhetta. Louhetta käyttäessä sen matalan hankintahinnan ja pelkän koneellisen levityksen lisäksi merkittävä kustannuserä tulee sen kuljetuskustannuksista.

Kuten aiemmin todettiin, ei yhdellä kuormalla louhetta saa eroosiosuojattua vielä kovin laajaa aluetta ja yleensä louhettakin ajetaan sellaisen välimatkan päästä, ettei yhdellä autolla ehdi kuin kaksi tai aivan optimaalisissa olosuhteissa korkeintaan kolme kuormallista tunnissa. Todennäköisemmin määrä on jotain yhden ja kahden kuorman välillä tunnissa, joten autoja täytyy olla paljon ajossa kerrallaan, ettei levitystyötä tekevä kaivinkone joudu odottamaan turhaan.

Aiemmin vesi on vain virrannut kivien välissä ja aikaa myöten lähtenyt myös virtaamaan kivien alla aiheuttaen näin mahdollisen eroosio-ongelman jatkumisen. Virtaus on ollut kivien väleissä hitaampaa, jolloin eroosion voimakkuuskin on heikentynyt, mutta betonimatolla voidaan ongelmasta päästä ainakin valmistajan lupauksen mukaan eroon vuosikymmeniksi.

Yhteenvetona betonimatto on käyttökelpoinen tuote myös Suomen olosuhteissa. Se ei ole autuaaksi tekevä ja ehdottoman paras ratkaisu kaikkiin paikkoihin, joissa eroosiosuojausta tarvitaan, mutta ainakin suurimmassa osassa eroosiosuojausta vaativissa kohteissa sen käyttöä voisi ainakin harkita yhtenä vaihtoehtona. Tässä vaiheessa olisin tarpeen saada sitä tunnetummaksi materiaaliksi ja paljon lisää käyttökokemuksia erilaisista kohteista eripuolilta Suomen maata. Seuraava vaihe olisikin tutkia miten matto ja siitä tehdyt rakenteet toimivat sekä kestävät aikaa Suomessa.

LÄHTEET

Concrete Canvas. CCX n.d. Concrete Canvas Ltd. Viitattu 25.8.2024.
<https://www.concretecanvas.com/ccx/>

Kuntaliitto. 2012. Hulevesiopas. Helsinki: Suomen Kuntaliitto. Viitattu 29.3.2024
<https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2012/1481-hulevesiopas>

Nissinen, O. Suunnittelupäällikkö. 2024., Hakala, A. Suunnittelija 2024. Haastattelu 16.4.2024. Sitowise Tampere.

RT 89-11196 Hulevesien hallinta. 2015. RT-kortisto. Rakennustieto Oy. Viitattu 11.8.2024. Vaatii käyttöoikeuden. <https://kortistot.rakennustieto.fi/>

Schoener, G. 2022. Impact of urbanization and stormwater infrastructure on ephemeral channel transmission loss in a semiarid watershed. Julkaisusarjassa Journal of Hydrology: Regional Studies, Volume 41. Viitattu 8.9.2024.
<https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2022.101089>

Sitowise oy, Kankainen, K., Liljeström, E., Larjosto, V., & Huotari, T. (2022). Ilmastomuutokseen sopeutuminen ja varautuminen.

Tiltex. About Tiltex n.d. Eurobent Sp. z o.o.. Viitattu 29.3.2024.
<https://tiltexsystem.com/about-tiltex/>

Toikkanen, J. Viherrakennuttaja. 2024. Työmaakierros 7.10.2024. Jyväskylä

Vakkilainen, P. nd. Hydrologinen kierto. Viitattu 11.11.2024.
https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/1286900/mod_folder/content/0/1-Hydrologinen%20kierto.pdf?forcedownload=1