



Johannes Remitz

Geofix – Käyttökelpoisuustutkimus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Tekniikan ammattikorkeakoulututkinto, insinööri (AMK)

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma, infrarakentaminen

Insinööriyö

6.5.2024

Tiivistelmä

Tekijä:	Johannes Remitz
Otsikko:	Geofix - Käyttökelpoisuustutkimus
Sivumäärä:	44 sivua + 5 liitettä
Aika:	6.5.2024
Tutkinto:	Tekniikan ammattikorkeakoulututkinto, Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto:	Infrarakentaminen
Ohjaaja:	Laboratoriopäällikkö Anne-Marie Mäntylä

Suomessa tiestön korjausvelka oli vuoden 2023 alussa yli 2,4 miljardia euroa, josta puolet oli tien pintojen korjausvelkaa. Resurssien puute on johtanut päällysteiden ylläpitämiseen paikkauksilla, jotta seuraavaa uudelleenpäällystystä voidaan lykätä.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia Geofixia, joka on EConsultingin ja Tapojärvi Oy:n kehittämä geopolymeerinen teiden paikkausmassa. Tutkimuksessa oli tarkoitus suorittaa testipaikkauksia julkisilla teillä ja seurata paikkojen kestävyyttä sääolojen ja liikenteen kulutuksessa 5 kuukauden ajanjaksosta syksystä 2023 kevääseen 2024. Tuotteen ominaisuuksiin tutustuttaisiin etukäteen laboratorio-olosuhteissa, jossa samalla harjoiteltaisiin sen työstämistä.

Tutkimukseen saatu tuote ei vastannut sisällöltään ja laadultaan siitä annettuja tietoja, joten testipaikkauksista luovuttiin laatusyistä. Tämän vuoksi laboratoriotutkimuksiin perehdyttiin enemmän ja seurattiin Vantaan kaupungin ja Destian tekemiä testipaikkauksia vuodelta 2023 talven yli, huhtikuuhun 2024.

Destian ja Vantaan kaupungin testipaikkaukset eivät osoittaneet Geofix-paikkojen olevan kestävämpiä kuin perinteiset paikkausmenetelmät. Geofix:lle kuitenkin nähdään potentiaalia tietyissä erityistilanteissa, joissa perinteiset paikkausmenetelmät ovat tehottomia.

Avainsanat: teiden paikkaus, tutkimukset, Geofix.

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Johannes Remitz
Title: Geofix – Utility Study
Number of Pages: 44 pages + 5 appendices
Date: 6 May 2024

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Civil Engineering
Specialisation option: Environmental Construction
Instructor: Anne-Marie Mäntylä (Laboratory Manager)

The road maintenance backlog in Finland was over 2.4 milliard (U.S. billion) euros at the beginning of 2023, half of which was due to road surfaces. The lack of resources has led to maintaining road surfaces through extensive use of patching to postpone the need for full resurfacing.

The aim of this engineering thesis was to investigate Geofix, a geopolymeric road patching material developed by EConsulting and Tapojärvi Oy. The purpose of the study was to use test patches on public roads and monitor their erosion under varying weather and traffic conditions over a period of 5 months from autumn 2023 to the spring of 2024. In addition, the properties of the product were to be tested in laboratory conditions, including practice in its application.

Based on the results, the product samples provided for the study were found to not match the given specifications. Due to quality concerns the practical test patching was abandoned. Consequently, more emphasis was placed on laboratory analysis, as well as previous test patches conducted by the City of Vantaa and Destia from 2023 to April 2024.

From the laboratory experiments and monitored test patches, insights were gained regarding the environment where the product could be best suited for and the optimal mixing ratio. The test patches lacked evidence towards patches made from Geofix to be more durable than traditional asphalt product patches, but the product was assessed to have potential for areas where traditional methods are ineffective.

Keywords: road patching, research, Geofix.

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Vauriotyypit	3
2.1	Reikiintyminen	3
2.2	Halkeamat	4
2.3	Urautuminen	6
2.4	Painaumat ja kohoumat	7
3	Yleisimmät korjaustavat	8
3.1	Paikkaaminen	8
3.1.1	Asfalttibetonipaikkaus (AB-paikkaus)	9
3.1.2	Pehmeä asfalttibetonipaikkaus (PAB-paikkaus)	10
3.1.3	Valuasfalttipaikkausmenetelmät	10
3.1.4	Sirotepaikkaus	11
3.1.5	Sirotepuhalluspaikkaus	12
3.1.6	Urapaikkaus	13
3.2	Halkeamien korjaus	14
3.2.1	Avarrussaumaus	14
3.2.2	Kannukaatosauhaus	15
3.2.3	Massasaumaus	15
3.2.4	Jyrsintäkorjaus	15
3.3	Uusi päällyste	16
3.4	Rakenteen korjaus	16
4	Geofix – tuote-esittely	17
4.1	Tuotekuvaus	17
5	Laboratoriotestit	19
5.1	Metodit ja menetelmät	19
5.1.1	Kokeisiin käytetty tuote	20
5.2	Testipäiväkirja	22
5.2.1	Betonilaboratorio 20.10.2023 – Ensikosketus tuotteeseen	22
5.2.2	Kemian laboratorio 30.10.2023 – Geofix-GF2 näyte, 1. erä	26
5.2.3	Betonilaboratorio 13.11.2023 – Toinen erä	26
5.2.4	Betonilaboratorio 20.11.2023 – Päivitetyt sekoitusohjeet	28

5.2.5	Betonilaboratorio 12.12.2023 – Pakkaskokeet	29
5.2.6	Betonilaboratorio 15.12.2023 – Liukoisuuskokeet	29
5.2.7	Kemian laboratorio 19.1.2024 – Geofix-GF2 näytteet, 2. erä	29
5.2.8	Betonilaboratorio 23.1.2024 – Mekaaniset testit	31
5.2.9	Kemian laboratorio 22.2. ja 29.2.2024 – Liukoisuustestit	33
6	Testipaikkausten tuloksia	38
7	Haastattelut - tuotekokemukset lapiosta johtoon	40
7.1	Vantaan kaupunki	40
7.2	Destia – Lohja	41
8	Johtopäätökset	42
8.1	Ympäristöystävällisyys	42
8.2	Pakkaskestävyys	43
8.3	Paikan kestävyys	43
8.4	Materiaalin työstettävyys ja paikkauskalusto	44
	Lähteet	45
	Liitteet	48
	Liite 1. Geofix-GF1 – Työohje ja käyttöturvallisuustiedote	48
	Liite 2. Geofix, PowerPoint -esittely, Juha Koskinen, EConSulting	55
	Liite 3. Geofix-GF2 – Käyttöturvallisuustiedote	64
	Liite 4. 8.11.2023 suoritettun EDXRF-analyysin tulos	73
	Liite 5. 19.1.2024 suoritettujen EDXRF-analyysien tulokset	74

1 Johdanto

Rahoituksen puutteen vuoksi etenkin vähäliikenteisen tieverkon päällystevauriot joudutaan paikkaamaan uudelleenpäällystämisen sijaan. Tavoitteena on pitää tie turvallisessa ja liikennöitävässä kunnossa ja saada lisäaikaa tien mittavien remonttien, kuten uudelleenpäällystämisen, aloittamiseen. Vaikka paikkausmenetelmiä on kehitetty eri vaurioihin ja olosuhteisiin mahdollisimman sopiviksi, etenkin kostealla ja kylmällä säällä tehdyt paikkaukset kestävät huonommin liikenteen ja sään aiheuttamaa kulutusta. Tällöin samat vauriot joudutaan paikkaamaan kerta toisensa jälkeen. [1–6.]

Kirjoitushetkellä Suomen asfalttivyölylien väliaikaispaikkaukset tehdään usein kylmäasfalttituotteilla, sillä niitä ei tarvitse erikseen lämmittää ja asentaminen on helppoa ja nopeaa. Kylmäasfalttimassat säilyvät noin vuoden valmistuksesta, mutta koska kylmäasfalttipaikkausmassan kovettuminen perustuu veden tai liuottimen haihtumiseen, avatut paikkaukset on hyvä käyttää mahdollisimman pian. Valmistajat lupaavat tuotemerkestä riippuen alakäyttölämpötilaksi jopa -40 °C . [7, 8.]

Geofix on geopolymeerinen tienpaikkausmassa, jonka kehitystä on tuettu Teke-sin (nykyisin Business Finland) rahoituksella. Kylmäasfalttimassoihin verrattuna tuote on kalliimpi ja sen asentaminen on työläämpää ja vie enemmän aikaa, mutta Geofix:sta tehtyjen paikkojen mainostetaan kestävän kylmäasfalttipaikkauksia pidempään. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on verrata Geofixin elinkaarikustannuksia perinteiseen kylmäasfalttipaikkausmenetelmään ja määrittellä, milloin eri tekniikat ovat kannattavampia tien elinkaaren aikana. [9, liitteet 1 ja 2.]

Vertailu suoritetaan valmistajan tuotteesta julkaistuilla tiedoilla, arvioimalla omien tutkimuksien pohjalta saatu data, kartoittamalla olemassa olevat ja työn

aikana tehdyt testipaikat, sekä opinnäytetyötä varten tehtyjen kestävyys- ja rasi-
tustestien havaintojen perusteella. Testien lisäksi haastatellaan vertailutuottei-
den parissa työskenteleviä henkilöitä.

2 Vauriotyypit

Väylävirasto arvioi vuoden 2023 alussa Suomen väyläomaisuuden tieverkon korjausvelaksi 2433 M€. Tästä velasta noin puolet, 1238 M€, kohdistui pelkästään teiden pintakuntoon. Rahoituksen puutteen takia etenkin vähäliikenteisempien teiden päällysteen uusiminen ei ole mahdollista niin usein kun se olisi tarpeen, jolloin joudutaan jatkuvasti turvautumaan yksittäisten päällystevaurioiden paikkaamiseen. [2.]

Teiden pintojen vauriot näkyvät reikiintymisinä, halkeiluina, urautumisina, painaumuksina ja kohoumina. Pääsääntöisesti eri vauriotyppien aiheuttajan voi päätellä tarkasti, sillä erilaiset rasitukset näkyvät yksilöllisesti päällysteessä. Rikkoutuessaan asfaltin pinta altistuu nopeasti muillekin vaurion aiheuttajalle. [1–4.]

2.1 Reikiintyminen

Tien päällysteen reikiintymistä esiintyy useimmiten veden, toistuvien jäätymis- ja sulamissykliä sekä liikenteen kuormituksen yhteisvaikutuksesta. Erityisen helposti tiet reikiintyvät, kun tien pinnalla seisoo vettä ja päällysteessä on ennestään halkeamia, kuten alla olevissa kuvissa 1 ja 2. [3, 10, 11.]



Kuvat 1 (vasen) ja 2 (oikea). Ajourien tienpintaan muodostuvia reikiä.

Haurastuneeseen ja haljenneeseen asfalttiin päässyt vesi suurentaa olemassa olevia vaurioita etenkin jäätyessään, lopulta irrottaen kiviä ja paloja asfaltista. Erityisen haastavia ovat talvet, joiden aikana lämpötila sahaa 0 °C:n molemmin puolin, jolloin tie altistuu lukuisille jäätymis-sulamissykleille. [3, 10, 11.]



Kuvat 3 (vasen) ja 4 (oikea). Paikatut reiät laajentuneet alkuperäisen, heikon päällysteen kustannuksella. Alkuperäiset paikkaukset edelleen paikallaan.

2.2 Halkeamat

Pituussuuntaiset halkeamat johtuvat yleensä liian ohuista rakennekerroksista tiehen kohdistuvaan routaan nähden. Näky on yleinen kevyen liikenteen väylillä (kuva 5), sekä päällystetyillä entisillä sorateilla, joille ei ole tehty tarvittavia rakenneparannuksia muutoksen yhteydessä.

Halkeamat voivat myös olla vinoja ja muodostua ajokaistojen eri osiin riippuen siitä, mistä epätasaisesti routiva tie on noussut tai vajonnut enemmän. Toinen yleinen syy pituussuuntaisille halkeamille erityisesti tien reunoilla on liian jyrkkä luiskaus, jolloin ajoradan laidan kantava rakenne vähitellen pettää. Poikittaiset halkeamat johtuvat yleensä päällysteen kutistumisesta pakkasella (kuva 6). [3, 10.]



Kuvat 5 (vasen) ja 6 (oikea). Pituussuuntainen halkeama kevyen liikenteen väylällä ja poikittaissuuntainen halkeama, pakkaskutistumisen aiheuttama.

Teiden verkkohalkeamat (kuvat 7 ja 8) syntyvät yleensä paikkoihin, jossa tien rakenteellinen ongelma johtaa riittämättömään kantavuuteen. Vaikka verkkohalkeamat itsessään eivät vaaranna liikennettä, ne kasvavat usein nopeasti ja väleihin pääsevä vesi aiheuttaa päällysteen purkautumista ja reikiintymistä. [3, 10.]



Kuvat 7 (vasen) ja 8 (oikea). Rakenteen pettämisestä aiheutunut verkkohalkeama ja verkkohalkeama, joka on alkanut purkautumaan rei'iksi.

Keskihalkeamien muodostuminen ja niiden nopean levenemisen todennäköisyys kasvaa kapeahkoilla teillä ja kevyen liikenteen väylillä, joilla on syvät sivuojat. Näin käy, koska syväojainen routaantuva tierakenne laajenee myös leveyssuunnassa (kuvat 9–11). Vaikka keväällä routaantuva osuus laskee uudelleen, se ei kavennu leveyssuunnassa, jolloin keskihalkeama kasvaa joka routasyklillä. Rikkoutunut tienpinta voi myös alkaa nopeasti purkautumaan, kun vesi pääsee ja jää seisomaan halkeamaan. [11.]



Kuvat 9 (vasen), 10 (keskellä) ja 11 (oikea). Vasemmalla levennyt keskihalkeama, jonka matkalla tienpinta reikiintyy; keskellä keskihalkeamaan jäävä vesi, joka edesauttaa pinnan vaurioita; oikealla purkautuva keskihalkeama.

2.3 Urautuminen

Päällysteen urautumisen syynä on lähes poikkeuksetta ajoneuvojen aiheuttama kulutus (kuvat 12 ja 13). Liikenteen ohjautuessa optisesti kaistoille kulutus kohdistuu jatkuvasti samoille kohdille. Erityisesti tien pintaa kuluttavat vilkasliikenteisillä pääväylillä nastarenkaat. Ajoittain urautumista saattaa tapahtua paikoissa, joissa tien kantokyky ylittyy tai kun päällyste pehmenee kuumuudesta ja deformatuu paineen alla. [3, 10.]



Kuvat 12 (vasen) ja 13 (oikea). Ajourat tien pinnassa. Poikittaishalkeaman kohdalla alkavia purkauksia (12). Lähikuvaa liikenteen kuluttamasta ajourasta, jossa tien pinta haurastuu (13).

2.4 Painaumat ja kohoumat

Teiden pituussuuntaiset epätasaisuudet esiintyvät usein aaltomaisina painaumina, lyhyinä kohoumina tai porrastuksina tienrakenteen tai pohjamaan ominaisuuksien muuttuessa. Tavallisesti epätasaisuudet aiheuttaa tien rakenteen tiivistyminen, pohjamaan painuminen, routa, tien kantavan pohjan ja rakenteen liian äkkinäiset muutokset tai tarpeellisten vahvistustoimenpiteiden puute. [3, 10, 11.]



Kuvat 14 (vasen) ja 15 (oikea). Tierakenteen routanousua, verkkohalkeama.

3 Yleisimmät korjaustavat

Suomen maantieverkosta 65 %, eli n. 50 000 km on kestopäällystettyä ja huomattava osa tästä on uusimisien tarpeessa. Koska teiden ylläpidon määrärahojen vähyden vuoksi korjaustoimenpiteet kohdistetaan pääsääntöisesti pääväylille, olemassa olevan rahoituksen varat eivät riitä huomattavalle osalle uudelleenpäällystystä kaipaaville teille. [2–4.]

Erilaisiin olosuhteisiin ja vaurioihin on kehitetty niihin sopivia menetelmiä ja korjaustapojen valinnan avainasemassa on resurssien mahdollisimman tehokas käyttö pitkällä aikavälillä. Myös tien liikennemäärät, päällyste- ja vauriotyyppi vaikuttavat korjaustavan valintaan. Resurssien vähyys ja tehokkuusvaatimukset ovat myös johtaneet innovaatioihin, jotka ovat aiempiin tapoihin verrattuna ympäristöystävällisempiä. [1, 2, 5, 10.]

Paikkaustöiden vaatimustasot riippuvat työn laajuudesta, toteutustavasta, kohteen sijainnista sekä paikan suunnitellusta kestoikästä. Paikkaus voidaan suunnitella kestämaan useita vuosia tai toteuttaa tarvittaessa tilapäiskorjauksena, joka korvataan myöhemmin pysyvällä paikkauksella. Pysyvän paikan yleinen tavoite on, että paikattu alue vastaa ympäröivän päällysteen laatua. Paikan tulee tarttua paikkausalueeseen lujasti, eikä se saa vaurioitua tai kulua nopeammin kuin alkuperäinen päällyste tai haitata korjauskohdan materiaalin tulevaa uusiokäyttöä. [1, 10.]

3.1 Paikkaaminen

Paikkaamisen tavoitteena on pitää tien pinta turvallisessa kunnossa ja lisätä asfaltin käyttöikää lykkäämällä uudelleenpäällystystä myöhempään ajankohtaan. Huolella ja hyvissä ajoin tehdyllä paikkauksella estetään vaurion leviäminen, jolloin yksittäisten reikien ja halkeamien paikkaus on kustannustehokkaampaa ja ympäristöystävällisempää kun koko kohdan uudelleenpäällystys. [1, 10.]

Kostealla ja kylmällä säällä joudutaan usein tekemään tilapäispaikkauksia, jotka korjataan pysyvällä paikalla olosuhteiden salliessa. Mikäli epäsuotuisat olosuhteet jatkuvat pitkään, voidaan sama kohta joutua tilapäispaikkamaan useaan otteeseen. [1, 6.]

3.1.1 Asfalttibetonipaikkaus (AB-paikkaus)

Asfalttibetonipaikkauksia voidaan käyttää useimpien vaurioiden korjaamiseen. Kohteesta ja vaurion koosta riippuen työ on mahdollista tehdä joko käsin tai koneellisesti. Käsin tehtäessä vaurion alue kuivataan, reunat siistitään, irtoaines poistetaan ja sitomaton alusta tiivistetään. Koneella paikattava alue rajataan vähintään 20 mm pystysuoralla saumalla, jonka sisältä päällyste poistetaan tarvittavalta syvyydeltä. Molemmissa tapauksissa saumakohdat lämmitetään tai vaeleetaan bitumiemulsiolla, massa levitetään ja tiivistetään. Mikäli kyseessä on si-dottu alusta, siihen lisätään bitumiemulsiota liima-aineeksi myös pohjaan. [10.]



Kuva 16, Tiehallinto – päällysteiden korjaus. AB-paikkaus konetyömenetelmällä.

3.1.2 Pehmeä asfalttibetonipaikkaus (PAB-paikkaus)

Nimitys koskettaa kaikkia PAB-massalla tehtyjä paikkauksia ja ne voidaan tehdä kohteen koosta riippuen joko käsin tai koneella. Pehmeitä asfalttibetonipäällysteitä paikatessa noudatetaan asfalttibetonipaikkausmenetelmää (3.1.1), ellei tilapäisluonteisissa- tai talvityötapaauksissa erikseen sovita, ettei kohdan reunoja tarvitse leikata. [10.]



Kuva 17. Käsityömenetelmällä tehty pysyvä PAB-paikka.

Kiireellisissä, eli tilapäispaikkauksissa päällysteen vaurioita voidaan paikata PAB-V varastomassalla. Olosuhteiden salliessa vilkasliikenteisten teiden paikat on kuitenkin korvattava myöhemmin kuumamassapaikoilla. [10.]

3.1.3 Valuasfalttipaikkausmenetelmät

Valuasfalttipaikkaukset soveltuvat parhaiten pienten reikien, purkaumien ja korkeusasemavirheiden korjaukseen vilkasliikenteisillä teillä ja silloilla. Käsin tai kelkalla tehtyä paikkausta ei tarvitse jyrätä eikä liimata alustaan, mutta uusi pinta on karkeutettava kitkan parantamiseksi (kuva 17). Valuasfalttipaikkaus voidaan tehdä myös koneellisesti tiivistettynä, jolloin levitetty paikkaus puristetaan kiinni väylään noin 10 kN puristusvoimalla koneellisella levityslaitteella (kuva 18). [10.]



Kuva 18, Tiehallinto – Päällysteiden korjaus. Valuasfalttipaikkaus käsityönä.

3.1.4 Sirotepaikkaus

Paikkausmenetelmä soveltuu pinnoille, jonka pinnassa on lajittomia, avoimuutta, verkkohalkeamia tai liukkaita alueita. Sirotepaikkauksella voidaan myös vahvistaa tien pintaa PAB- ja valuasfalttipaikkausten ympäröivältä alueelta. [10.]

Paikkaus tehdään kuorma-auton lavalla olevalla paikkauslaitteella, joka ruiskuttaa paikkauskohtaan sideaineen ja heti sen jälkeen sirotekiveä. Tämän jälkeen paikkaus jyrätään kumipyöräjyrällä. Paikkauksen jälkeen alueen nopeusrajoitusta alennetaan siksi aikaa, kun ylimääräistä sirotetta irtoaa tai kunnes se harjataan pois. [10.]



Kuvat 19 (vasen) ja 20 (oikea), Tiehallinto – Päällysteiden korjaus. Sirotepaikkauksen sideaineen ruiskutus (19) ja sirotekiviaineksen levitys (20).

3.1.5 Sirotepuhalluspaikkaus

Sirotepuhallusta voidaan käyttää halkeamien, reikien, pienempien verkkohalkeamien paikkaamiseen asfalttibetoni-, pehmeäasfalttibetoni- ja soratiepinnoituilla (SOP) päällysteillä vähäliikenteisimmillä teillä. Menetelmässä paikkaustyöhön tarvittava paikkausmassa valmistetaan paikan päällä sekoittamalla side- ja runkoainetta keskenään ja ruiskuttamalla seos suoraan vauriokohtaan (kuva 21). [10.]



Kuva 21, Tiehallinto – Päällysteiden korjaus. Sirotepuhalluspaikkausta.

Paikkausta varten alustan on oltava kuiva ja puhdistettu irtoaineesta. Sen lämpötilan on oltava vähintään 10 °C, tarvittaessa korjausalue voidaan lämmittää erikseen. Sekoitussuuttimessa paineilmalla syötetty kiviaines ja erillistä syöttöletkua pitkin pumpattu bitumi sekoittuvat paikkausmassaksi, joka ohjataan suoraan vauriokohtaan. [10.]

3.1.6 Urapaikkaus

Urapaikkauksen avulla korjataan pääasiassa uria, reunapainauksia ja verkkohalkeamia. Menetelmää valittaessa on huomioitava, että korjaus ei saa asettaa rajoituksia tuleville uudelleenpäälystyksille ja pohjavesialueilla on huolehdittava, ettei jyräytä ulotu vesitiiviiseen asfalttikerrokseen asti. [10.]



Kuva 22, Tiehallinto – Päälysteiden korjaus. Uraremix-paikkaus.

Asfalttibetonipäälysteisiin (AB) syntyneitä vaurioita korjataan jyräjän kanssa Uraremix-menetelmällä (kuva 22), PAB- päälysteiden vaurioita Uraremo-menetelmällä (kuva 23). Vaikka jyräjämenetelmät ja -leveydet, lämmitystarpeet, massan laadut sekä tiivistystavat eroavat tapauskohtaisesti toisistaan, molemmista voidaan sanoa, että tien pinta jyrätään, sekoitetaan tuoreeseen massaan ja tiivistetään takaisin tielle. [10.]



Kuva 23, Tiehallinto – Päälysteiden korjaus. Uraremo-paikkaus.

3.2 Halkeamien korjaus

Teiden halkeamat ovat leveimmillään talvella kovilla pakkasilla teiden rakenteiden ollessa jäässä. Leveyteen ja muotoon vaikuttavat pääasiassa halkeamien tiheys, tien alusrakenne ja kantavan kerroksen materiaalit. Saumauksella korjataan päälysteiden halkeamat juottamalla ne kiinni bitumiliuoksella tai hienorakenteisella asfalttimassalla. Juotossaumausta voidaan tehdä joko avarrussaumaus- tai kannukaatosauausmenetelmillä. [10.]

3.2.1 Avarrussaumaus

Halkeamat menetelmän nimen mukaisesti avarretaan esimerkiksi jyrsimellä (kuva 24) ja kohdan irtomateriaali puhdistetaan. Paikkausalue kuumennetaan bitumin sulattamiseksi (kuva 25), mikä antaa paremman tartuntapinnan. Kuumennettu saumausaine levitetään esivalmistellulle alueelle (kuva 26) ja lopuksi

korjattu kohta voidaan jälkihoitaa sirottelemalla saumausalueelle hiekkaa, jotta bitumin tarttuminen renkaisiin minimoidaan. [10.]



Kuvat 24 (oikea), 25 (keskellä) ja 26 (vasen), Tiehallinto – Päällysteiden korjaus. Avarrussaumauksen työvaiheet: avarrus, kuumennus ja paikkausaineen levitys.

3.2.2 Kannukaatosaumaus

Kannukaatosaumauksessa ei esikäsitellä halkeamaa ennen paikkausta. Halkeamat täytetään päällystyksen yläpinnan tasoon bitumilla kannusta kaatamalla tai suuttimesta ruiskuttamalla. Jos saumaus on yli 50 mm leveä, sen pinta on karkeutettava kitkan parantamiseksi. [10.]

3.2.3 Massasaumaus

Massasaumauksella voidaan paikata pääsääntöisesti 20–50 mm leveitä halkeamia sekä pieniä reikiä ja purkauksia. Massa valmistetaan asfalttimassan sekoituslaitteessa ja levitetään paikattavaan kohtaan tarkoitukseen tehdyllä levityskengällä tai asfalttikolalla. Kuten kannukaatosaumauksessa, pinta on karkeutettava, jos paikkauksen leveys ylittää 50 mm. [10.]

3.2.4 Jyrsintäkorjaus

Jyrsintäkorjauksessa tiepinnan vauriot korjataan tien pintaa jyrsimällä ilman uuden massan lisäystä. Menetelmä soveltuu kulumisesta ja deformaatioista aiheu-

tuvien epätasaisuuksien poistamiseen. Päälystepaksuuden on oltava korjattavassa kohteessa tarpeeksi suuri, jotta jyrinnän jälkeenkin tien pinnan paksuus on riittävä eikä ulotu liian lähelle sen alapintaa. [10.]

3.3 Uusi päällyste

Korjaustarpeen vaatiessa ja rahoituksen salliessa tiet tai niiden osuudet päällystetään kokonaan uudelleen. Kustannusten pienentämiseksi vanhaa päällystettä yleensä hyödynnetään uuden valmistukseen. Tämä raaka-aineiden uusiokäyttö on myös ympäristöystävällisempää, sillä neitseellisten raaka-aineiden tarve vähenee. Tuore uusiopäällystepinta näyttää ja käyttäytyy kuin uusi, mutta nykyiset päällysteet voidaan kierrättää tehokkaasti tilanteesta riippuen vain muutamia kertoja ja jokainen kierrätysyksi lyhentää uusiopinnan kestoikää. [10.]

3.4 Rakenteen korjaus

Tien pinnan vauriot voivat johtua myös sen rungon ongelmista. Tällöin uudelleenpäällystyksen lisäksi myös rakenteelliset puutteet ja vauriot on korjattava, sillä muuten samat pinnan vauriot ilmestyisivät nopeasti uudelleen. Tapauskohtaisesti rakenteen tukemiseen voi riittää teräsverkojen ja murskeen lisääminen painaumakohtiin, mutta joskus rakennekerrokset on vaihdettava kokonaan. Rakenteiden korjaus on kalliimpaa ja edellyttää tarkempaa suunnittelua ja tutkimuksia kuin pelkän päällysteen uusinta. [3, 10.]

4 Geofix – tuote-esittely

Geofix on kaivosyhtiö Tapojärvi Oy:n ja sen intressiyhtiö EConSulting:n valmistama teiden geopolymeeripaikkausmassa. Geopolymeeri on epäorgaaninen, useista molekyyleistä koostuva pitkä ketju, joita pitävät yhdessä kemialliset sidokset.

Tämän opinnäytetyön kohteena on Geofix-tuoteperheen toinen versio, Geofix-GF2. Ensimmäinen resepti, Geofix-GF1 ajautui valmistajan mukaan kannattamattomaksi maailmanpoliittisten tilanteiden aiheuttamien raaka-aineiden hinnannousujen vuoksi. [Liitteet 1 ja 3.]

Geofix paikkausmateriaalin etuja mainostetaan seuraaviksi [Liite 2.]:

- ympäristöystävällinen – hiilinegatiivinen
- voi käyttää pakkasessa (testattu -10 °C)
- kestävä
- nopeasti lujittuva
- kustannustehokas.

Yllä mainittuja etuja ja tuotteen ominaisuuksia testattiin Metropolian Myllypuron betonilaboratoriossa ja Metropolian Myyrmäen kemian laboratoriossa. Testipaikkaukset julkisilla teillä Vantaan kaupungin alueella peruttiin (5.1.1 – Kokeisiin käytetty tuote).

4.1 Tuotekuvaus

Geofixia on ensisilmäyksellä vaikeaa erottaa muista jauhemaisista rakennusmateriaaleista, kuten laasteista ja sementeistä. Aine on harmaata, pölyävää ja

päällepäin katsottuna homogeenistä. Haju ei ole voimakas, mutta selkeän teollinen.

Käyttöönottoa varten tuote sekoitetaan veden kanssa homogeeniseksi massaksi. Veden määrästä riippuen tuote muistuttaa enemmän joko maakosteata betonia tai paksua laastia. Geofix aktivoituu nopeasti, minkä huomaa jähmettyvästä, paksuuntuvasta massasta ja eksotermisestä (lämpöä vapauttavasta) reaktiosta.

Tuote on käytettävä muutaman, viimeistään 10 minuutin päästä veden kosketuksesta riippuen veden määrästä sekä sen ja ympäristön lämpötilasta. Aine pitää tampata tai täryttää heti sijoituksensa jälkeen. Onnistunut paikkaus luo betonimaisen, harmaan ja erittäin kovan paikan. Mikäli tuotetta ei käytetä ajoissa, se ei luo kestävää paikkaa.

5 Laboriotestit

Geofix-GF2:n ominaisuuksia ja työstettävyyttä tutkittiin tekemällä tuotteesta testikappaleita Metropolian Myllypuron betonilaboratoriossa. Testien tavoitteena oli tutustua tuotteeseen ennen julkisilla teillä suoritettavia ulkotestejä ja löytää Geofix:lle sopivat käyttökohteet. Samalla selvitettiin, miten erilaiset olosuhteet ja sekoitetun veden määrä vaikuttavat tuotteen toimivuuteen.

5.1 Metodit ja menetelmät

Yhtä muovimuotteihin tehtyä testierää lukuun ottamatta kaikki testatut koekappaleet valmistettiin $150 \times 150 \times 150 \text{ mm}^3$:n ja $600 \times 100 \times 100 \text{ mm}^3$:n teräksisiin betonimuotteihin. Testeihin käytetyt koekappaleet valmistettiin ohjeistetun vesimäärän kummastakin ääripäästä, eli 7 m-% ja 15 m-% käytettyä tuotepainoyksikköä kohti vesimäärän vaikutuksen arvioimiseksi kappaleiden lujuudenkehityksessä.



Kuva 27. Käytetyt Muottimallit, $150 \times 150 \times 150 \text{ mm}^3$ ja $600 \times 100 \times 100 \text{ mm}^3$.

Kolmesta eri säkistä lähetettiin Metropolian Myyrmäen kampuksen kemian laboratorioon näytteet, joille suoritettiin EDXRF-analyysi (Energy Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer) alkuaineiden suhteellisten pitoisuuksien määrittämiseksi sekä pH-analyysi. Kahden veteen upotetun koekappaleen vesinäyte lähetettiin kemian laboratoriolle testaukseen liukoisuusanalyysiä varten. Liuokista mitattiin ainemäärät nesteessä (ppm – parts per million), pH-arvo ja niistä tehtiin EDXRF-analyysi kuivauksen jälkeen.



Kuva 28. Metropolian Myyrmäen röntgenfluoresenssilaitteistoa.

5.1.1 Kokeisiin käytetty tuote

Geofix-GF2:sta on valmistettu ainakin yksi koe-erä loppuvuodesta 2022 tai alkuvuodesta 2023, tarkkojen tietojen saaminen valmistajalta ja näiden varmistaminen oli tutkimukselle haastavaa. Erä pakattiin 25 kg:n laasti-/sementtisäkkeihin ja tuotteen alkuperäinen varastointialue oli Tapojärvi Oy:n Keminmaan varikko. Tuotetta säilytettiin valmistajan mukaan avokatoksen alla, pressulla suojattuna. Tämän tutkimuksen tarpeisiin tuotetta toimitettiin yhteensä 250 kg testejä varten kahdessa erässä. Geofix-GF2:a on toimitettu myös teitä ylläpitävälle taholle testikäyttöä varten, kuten Destialle ja Vantaan kaupungille.

Ensimmäinen 125 kg:n erä haettiin Vantaan kaupungin itäisen tienhoitopiirin varastosta 19.10.2023, jonne tuotetta toimitettiin Vantaan kaupungin paikkaustestejä varten heinäkuussa 2023. Vantaan varastossa Geofix on säilytetty mekaanisesti ilmastoidussa sisävarastossa. Tila on lämpökontrolloitu, mutta rakennuksessa on pitkin pituutta suuria kuorma-auton mentäviä nosto-ovia, jotka voivat olla auki huomattavia aikoja tavaroiden lastausten ja purkujen ajan. Toinen 125 kg:n Geofix-GF2 erä toimitettiin suoraan Keminmaan varikolta ja se saapui Metropolian Myllypuron betonilaboratorioon 9.11.2023.

Kummankaan saapuneen materiaalierän pakkauksissa ei ollut nähtävissä ulkoisia kosteus- tai muita vaurioita, mutta kaikki säkit olivat osittain kovettuneita jauhomaisen sijaan. Tämä viittaa tuotteen osittaiseen reagointiin, mahdollisesti lämpötilan ja/tai ilmankosteuden vuoksi. Tulosten arvioinnissa on siis huomiotava, että kaikki koekappaleet tehtiin tuotteesta, joka on osittain reagoinut varastointiolosuhteissa.

Alkuvuonna 2024 valmistajan kanssa käydyn keskustelun mukaan testeihin saatu tuote olisi voinut erikseen kastua jossain vaiheessa. Kuitenkin Vantaan kaupungilta saatua, kahdesta tutkimukseen saadusta erästä heikompaä käytettiin vielä onnistuneesti heinäkuussa 2023. Tämän perusteella Vantaan kaupungille lähetetty aine näyttää tulleen tehokkaan käyttöikänsä päähän viimeistään heinäkuun ja lokakuun välisenä aikana, ennen tämän tutkimuksen kokeiden alkua. Huomiona kuitenkin, että Destia suoritti koepaikkauksia ainakin vielä 9.11.2023 Lohjan ympäristössä oletettavasti saman valmistuserän tuotteesta, joten tuotteen säilytysolosuhteiden eroja on syytä selvittää tulevia suosituksia varten.

Saadun aineen kunnosta huolimatta laboratoriotesteistä saatiin tietoa tuotteen optimaalisemmasta vedensekoitussuhteesta, lujuudenkehitystä haittaavista olosuhteista sekä tuotteen käsittelyyn liittyvistä turvallisuustekijöistä. Testimateriaalin kunnan vuoksi aine-erien testauksesta liikennöidyillä teillä luovuttiin tämän tutkimuksen puolesta. Uudellamaalla teiden Geofix-testipaikkauksia tehneiden

Destian ja Vantaan kaupungin kohteita seurattiin yhteistyössä kyseisten tahojen kanssa.

5.2 Testipäiväkirja

Valmistajalta saadun tuotteen tiedot olivat tutkimuksen ajan virheelliset. Oikean version arvioitu sekoitussuhde toimitettiin kuusi viikkoa aloituskokouksen jälkeen ja oikean aineen käyttöturvallisuustiedote saatiin yli neljän ja puolen kuukauden jälkeen, jolloin kaikki betonilaboratoriotutkimukset oli jo suoritettu. Siihen asti tutkimusta varten toimitettu aineisto, kuten käyttöohjeet ja käyttöturvallisuustiedote, olivat Geofix-GF1:n, vaikka testaukseen saatu tuote oli tietämättämme Geofix-GF2, jonka sisältö ei vastaa alkuperäistä versiota. Väärien tuotteiden, tuotetietojen ja/tai käyttöturvallisuustiedotteiden toimittaminen oppilaitoksiin oppilaiden suorittamia tutkimuksia varten on virhe, joka voi johtaa vaaratilanteisiin ja vahingoittaa oppilaiden ja laitoksen työntekijöiden terveyttä. [Liitteet 1 ja 3.]

Alkuun ohjeistettu vesisuhde oli ohjeissamme Geofix-GF1 version 6–7 m-% tuotepainoyksikköä kohti, eikä testaamamme Geofix-GF2:n 7–15 m-%. Sekoitussuhde oli ilmoitettu muodossa 1,2–1,4 l/säkki, viitaten 20 kg säkkeihin. Todellisuudessa, säkkien sisältöjen punnitukset paljastivat säkkien sisältävän vähän yli 25 kg Geofixia kukin. Tämä tarkoittaa, että alkuperäisten, Geofix-GF1:n ohjeiden mukaan, vettä olisi sekoitettu todellisuudessa vain n. 5 m-% tuotepainoyksikköä kohti. Vantaan kaupungin itäisen tienhoitoyksikön edustaja mainitsi haastattelussaan (7 – Tuotekokemukset johdosta lapioon), että heidän käytännön testeissään tuotteeseen oli lisätty n. 3–5 l vettä/säkki (12–20 m-%) käyttökelpoisen massan aikaansaamiseksi. Tämä oli 2,4–5 kertainen määrä toimitettuihin ohjeisiin verrattuna. [Liite 1.]

5.2.1 Betonilaboratorio 20.10.2023 – Ensikosketus tuotteeseen

Vantaan kaupungin varastosta saadut Geofix-säkit olivat jauhomaisen sijaan kovia (5.1.1 – Kokeisiin käytetty tuote). Ensimmäisestä säkistä punnittiin noin puolet (12,42 kg) sekoitusastiaan. Sekoitusastian sisältö hajotettiin lapiolla ja

vasaralla mahdollisimman hienojakoiseksi, sillä tuote ei murtunut käsin (kuvat 29–32).



Kuva 29. Ensimmäinen avattu Geofixsäkki. Tuote hajotettiin lapiolla ja vasaralla.



Kuvat 30 (vasen), 31 (keskellä) ja 32 (vasen).

Hienonnettuun aineeseen lisättiin 1 l vettä, eli n. 8 m-% kuivatutomäärästä. Seos oli karheaa, kuivaa ja pölyävää. Sekoituserästä vapautuva lämpö osoitti, että aine reagoi veden kanssa.

Sekoituserästä tehtiin kolme koekappaleita, kaksi täyttä kuutiota ja yksi n. 30 mm paksuinen laatta samalla pinta-alalla. Tuotetta tärytettiin lyömällä vasaralla

muottia vasten ja tampattiin $150 \times 150 \times 150 \text{ mm}^3$ muotteihin kumivasaralla ja -lekalla, jonka jälkeen ne jätettiin jäähmettymään huoneenlämpöön.

Noin tunnin jälkeen ensimmäinen koekappaleet otettiin muoteista, mutta ne olivat verrattavissa kiinteisiin hiekkakakkuihin. Kuutiot murenivat aluksi kulmista ja murtuivat täysin, kun sen päälle astuttaessa (kuvat 33–36).



Kuvat 33 (ylävasen), 34 (ylhäällä keskellä), 35 (yläoikea) ja 36 (alhaalla). Testikappale murtui täysin, kun sen päälle astuttaessa.

Toinen puolisko säkin sisällöstä (13,06 kg) hienonnettiin samalla tavalla kuin ensimmäinen ja siihen sekoitettiin 15 m-% (2 l) vettä. Seos muuttui laastimaiseksi ja oli helpompi sekoittaa sekä asettaa muotteihin kuin kuivempi seos. Koekappaleet tärytettiin ja tampattiin kahteen $150 \times 150 \times 150 \text{ mm}^3$ muottiin, jonka jälkeen ne jätettiin jäähmettymään kolmeksi vuorokaudeksi.

Muottien purku, 23.10.2023 – Ensimmäinen kuutioista hajosi muotinpurkuvaiheessa (kuva 37), toinen selvisi kokonaisuena. Kolme vuorokautta lujittuneen

koekappaleen kulmat kuitenkin murenivat ja näpätys kumivasaralla aiheutti kuution halkeamisen (kuva 38).



Kuva 37. Muotinpurkuvaiheessa murtunut testikuutio.



Kuva 38. Kolme vuorokautta jähmettynyt, ensimmäisen testierän koekappale. Halkesi kumivasaran iskusta.

Ensimmäisten testien tuloksista ilmoitettiin valmistajalle, joka lupasi toimittaa kovettumatonta Geofixia, jotta tutkimukset voisivat jatkua. Tuotetta lähetettiin Kemnimaan varikolta, mutta tämä oli saamiemme tietojen mukaan samaa tuotetta kuin ensimmäisessä testissä.

5.2.2 Kemian laboratorio 30.10.2023 – Geofix-GF2 näyte, 1. erä

Tuotteelle tehtiin kemian laboratorioanalyysyjä Metropolian Myyrmäen laboratoriossa. Toimitettu näyte oli samasta säkistä kuin ensimmäiset, 20.10.2023 tehdyt koekappaleet. Tuotteelle tehtiin FTIR- (Fourier-Transform Infrared Spectroscopy) sekä EDXRF-analyysi (Energy Dispersive X-ray Fluorescence) tuotteen kemiallisen koostumuksen selvittämiseksi ja mahdollisten orgaanisten materiaalien tunnistamiseksi. Tämän lisäksi aineen pH mitattiin.

Analyysituloksesta selvisi (liite 4), että tuotteen sisältö ei vastannut siitä toimitettua käyttöturvallisuustiedotetta. Ilmoitimme EDXRF-analyysin tuloksista valmistajalle, mukaan lukien käyttöturvallisuustiedotteessa ilmoitettujen raaka-aineiden puutteista. Vastauksen mukaan, maailmanpoliittisesta tilanteesta johtuen tuotteen resepti on ainakin toistaiseksi muutettu kuonapohjaiseksi, minkä vuoksi tuotteen pääraaka-aineena näkyy kalsium (Ca). Valmistaja ilmoitti, että kuona on Finnsementin kaupallista jauhettua masuunikuonaa, jonka tuotetiedot löytyisivät Finnsementin sivuilta. Myöhempien selvitysten aikana selvisi, ettei tieto pitänyt paikkaansa. Emme saaneet tässä vaiheessa vastauksena päivitettyä tuoteluetteloa, käyttöturvallisuustiedotetta tai korjausta sekoitusohjeisiin. [Liitteet 1 ja 4, 13.]

FTIR-tulosten mukaan aine oli pääasiassa sementtiä tai sen kaltaista ainetta. Orgaanisen materiaalin puute varmistettiin yrityksellä uutaa aineesta orgaanista materiaalia. Materiaalinäytteen pH-arvo oli 12,83.

5.2.3 Betonilaboratorio 13.11.2023 – Toinen erä

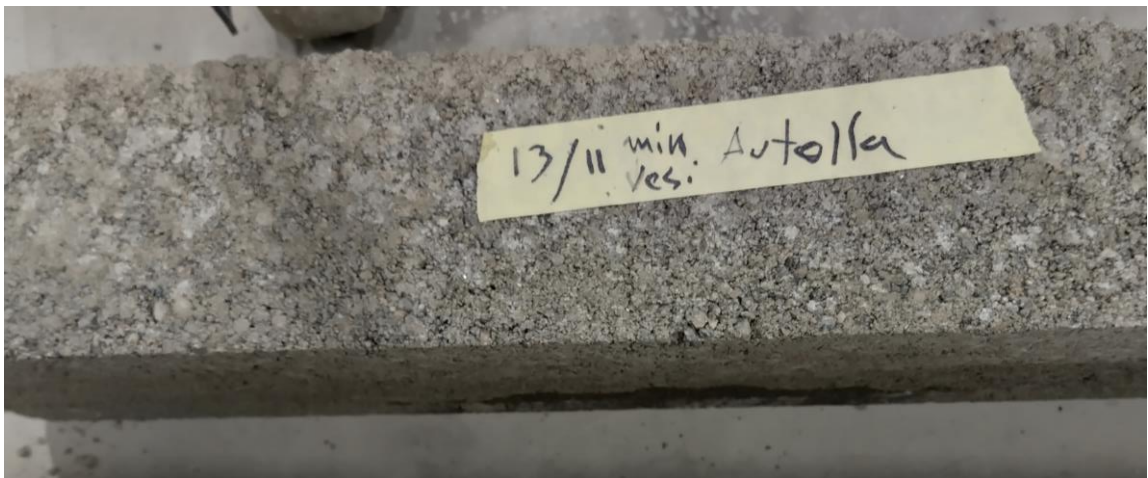
Toinen erä testattavaa ainetta, viisi 25 kg:n säkkiä, saapui Myllypuron betonilaboratorioon 9.11.2023 Tapojärvi Oy:n Keminmaan varikolta. Nämä olivat myös osittain kovettuneita, mutta eivät yhtä huonossa kunnossa kuin Vantaan kaupungilta saadut.

Uuden erän ensimmäisen säkin puoliskon (12,10 kg) pienet kovettumat hienonnettiin ja siihen sekoitettiin 6 m-% vettä (0,73 l). Tuote oli hienojakoisempaa ja

sekoittui paremmin kuin 20.10.2023 käytetty erä ja muistutti sekoittaessa kuivaa maakosteata betonia. Geofix-seos tampattiin kumivasaran ja -lekan avulla $600 \times 100 \times 100 \text{ mm}^3$ palkkimuottiin.

Säkin toiseen puoliskoon (13,60 kg) sekoitettiin n.7 m-% (0,95 l) vettä. Seos tampattiin aluksi kumivasaralla ja -lekalla identtiseen, $600 \times 100 \times 100 \text{ mm}^3$ palkkimuottiin, jonka jälkeen se tiivistettiin ajamalla sen päältä henkilöautolla. Auton renkaan ja näytteen väliin asetettiin eristelevyä, jotta massalla olisi mahdollisuus tiivistyä muotin reunojen alapuolelle. Se painui keskimäärin vähän yli 10 mm. Molemmat koekappaleet jätettiin muotteihinsa asettumaan huoneenlämpöön.

Muottien purku 20.11.2023 – Viikon jälkeen muotit purettiin ja palkkimaiset koekappaleet irrotettiin muoteista onnistuneesti (kuva 39). 6 m-% koekappaletta ei käytetty tulevissa testeissä, sillä tuotteen ilmoitettua veden sekoitussuhdetta päivitettiin (5.2.4 Betonilaboratorio 20.11.2023 – Päivitetyt sekoitusohjeet).

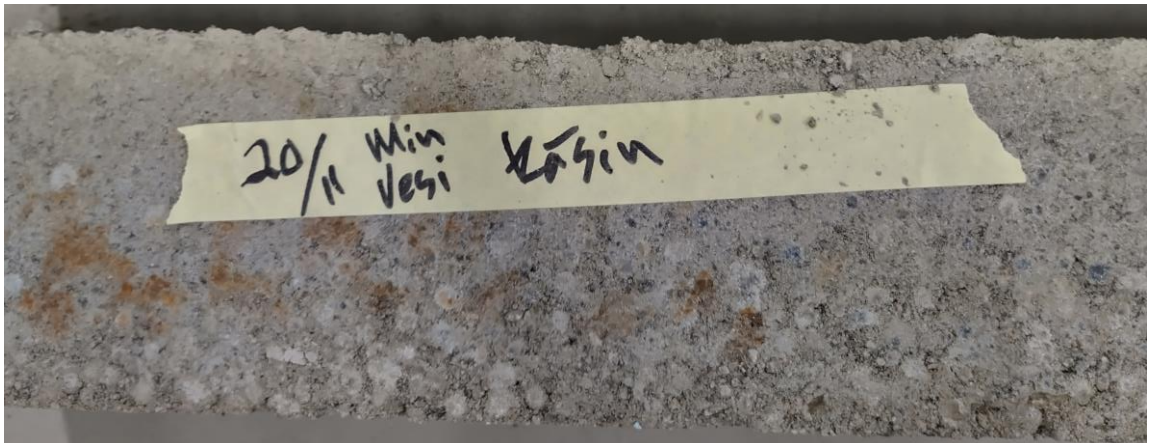


Kuva 39. 13.11.2023 $600 \times 100 \times 100 \text{ mm}^3$ palkkimuottiin tehty 7 m-% koekappale, joka tiivistettiin autolla.

5.2.4 Betonilaboratorio 20.11.2023 – Päivitetyt sekoitusohjeet

17.11.2023 valmistaja ilmoitti sähköpostitse tämän tuoteversion suositelluksi sekoitusveden määräksi 7–15 m-%. Testipäivänä tehtiin kuiva- (n. 7 m-%) ja märkäerä (n.15 m-%). Ennen säkin sisällön jakoa kahteen erään siitä poistettiin kovettuneet osat, n.10 % säkin sisällöstä (n. 2,5 kg). Säkin sisällöstä otettiin myös näyte laboratoriotutkimuksia varten (5.2.7 Kemian laboratorio 19.1.2024 – Geofix-GF2-näytteet, 2. erä).

Märkäerään mitattiin 12 kg Geofixia ja siihen sekoitettiin 1,8 l vettä (15 m-%). Kuivaerään käytettiin toinen puolisko Geofix-säkistä (11,2 kg) johon sekoitettiin 7 m-% vettä (0,78 l). Molemmat erät tampattiin kumivasaralla sekä -lekalla 600 x 100 x 100 mm³ palkkimuotteihin ja jätettiin jähmettymään.



Kuvat 40 (ylhäällä) ja 41 (alapuolella). 20.11.2023 600 x 100 x 100 mm³ palkkimuotteihin tehdyt koekappaleet, molemmat käsin tiivistetty. Kuva 40 7 m-%, kuva 41 15 m-%.

5.2.5 Betonilaboratorio 12.12.2023 – Pakkaskokeet

Säkistä tehtiin jälleen niin kuiva- kuin märkäerä. Kuivaerään käytetyn Geofixin määrä oli 13,08 kg ja siihen käytetty vesimäärä 0,92 l. Märkäerään käytetyn tuotteen määrä oli 11,4 kg, johon sekoitettiin 1,7 l vettä. Säkin sisällöstä poistettiin ennen kokeita kovettuneet osat, jonka lisäksi siitä otettiin näyte laboratorioanalyysijä varten (5.2.7 Kemian laboratorio 19.1.2024 – Geofix-GF2-näytteet, 2. erä). Erät asetettiin ja tampattiin kukin kahteen 150 × 150 × 150 mm³ muottiin. Yksi kummastakin erästä sijoitettiin heti tampauksen jälkeen pakkaseen. Kaksi jäljellä olevaa jätettiin huoneenlämpöön muotteihinsa.

Tuotteen jähmettymistä kylmässä tutkittiin asettamalla vastatehdyt, juuri tampatut koekappaleet muoteissaan -15 °C pakkaseen. Koekappaleet purettaisiin muoteistaan ja niiden vahvuutta verrattaisiin muihin koekappaleisiin puristuslujuuskokeissa (5.2.8 – Betonilaboratorio 23.1.2024 – Mekaaniset testit).

5.2.6 Betonilaboratorio 15.12.2023 – Liukoisuuskokeet

12.12.2023 tehtyjen, huoneenlämpöön jätettyjen koekappaleiden muotit hiekkapuhallettiin, pestiin ja kuivattiin ennen käyttöä. Myös testissä käytetyt ämpärit ja näiden kannet pestiin ja kuivattiin ennen kokeita näytteiden kontaminaation välttämiseksi. Kokeisiin käytetty vesi oli vesijohtovettä. Kummastakin erästä (7 m-% ja 15 m-%) sijoitettiin koekappale ämpäreihin. Ämpärit täytettiin vedellä, kunnes koekappaleet olivat kauttaaltaan peitetyjä. Ämpärit suljettiin kansilla, jotka teipattiin kiinni kontaminaatoriskin ja veden haihtumisen minimoimiseksi. Astiat avattiin mekaanisten testien päivänä ja näyte kummankin liotusvedestä lähetettiin laboratoriotutkimuksia varten (5.2.7 Kemian laboratorio 19.1.2024 – Geofix-GF2-näytteet, 2. erä).

5.2.7 Kemian laboratorio 19.1.2024 – Geofix-GF2 näytteet, 2. erä

20.11.2023 ja 12.12.2023 tehtyjen koekappaleiden Geofix-GF2-säkeistä otetuille näytteille tehtiin EDXRF-analyysi. Tavoitteena oli verrata tutkimuksille toimitettujen aine-erien sisältöjä epäselvyyksien välttämiseksi ja varmistaa, mitä

ainetta käsiteltiin. Analyysien tulokset vahvistivat aineen olevan samaa kummassakin erässä, sillä näytekohtaiset varianssit olivat pieniä. 2. tuote-erän näytteiden pH-arvot olivat 12,66 ja 12,68. [Liite 3]

Tulosta verrattaessa Finnsementin ainoan kaupallisen jauhetun masuunikuonan ilmoitettuun sisällysluetteloon huomattiin epäjohtonmukaisuuksia. Finnsementin ainoan kaupallisen masuunikuonajauheen KJ400 tuotekortin mukaan ”Masuunikuona muodostuu kalsiumin ja magnesiumin silikaateista ja alumiinisilikaateista. Suomalaisen masuunikuonan koostumus on keskimäärin seuraava:” (taulukko 1) [12.]

Taulukko 1. Finnsementin KJ400 masuunikuonan ilmoitettu koostumus.

CaO	36–42	%
SiO ₂	36–40	%
Al ₂ O ₃	8–10	%
MgO	10–12	%
S	1,5–2	%
Ti	0,9–1,3	%
K ₂ O	0,5–1,0	%
Na ₂ O	0,5–1,0	%

Geofix-GF2:sta tehdyt EDXRF-analyysit eivät erottele seoksen oksideja, mutta Finnsementin oman edustajan mukaan heidän masuunikuonansa sisältämä magnesium (Mg) näkyisi tuloksissa, mikäli Geofix-GF2 sisältäisi sitä. Kun tämä otettiin esille yhteydenotossa 2.2024, valmistajan edustaja kertoi kuonan tulevan toisesta lähteestä, mutta tätä lähdeä ja kuonan sisältöä ei ole tämän tutkimuksen osalta varmistettu.

Valmistajan edustaja mainitsi magnesiumin puuttumisen EDXRF-analyysin havaituista aineista voivan johtua analyysimenetelmän heikkoudesta havaita magnesiumia. Laitetietojen mukaan käytetty EDXRF-laitteisto havaitsee magnesiumin (Mg) 100 ppm suuremmilla pitoisuuksilla. Tuotteesta annetun informaation perusteella magnesiumipitoisuuden olisi pitänyt olla laskennallisesti noin 3000 ppm. Tuotteesta suoritettiin tämän vuoksi tarkastusmittaus.

Laitetietoihin merkityt pitoisuushavainnointimäärät ovat laboratoriopäällikön mukaan kiinteille kappaleille, joten on mahdollista, että laitteella on vaikeuksia havaita joitain aineita jauhomaisessa koostumuksessa. Kaikilla suoritetulla mitauksella ei havaittu lainkaan magnesiumia (Mg). [Liitteet 4 ja 5]

5.2.8 Betonilaboratorio 23.1.2024 – Mekaaniset testit

150 × 150 × 150 mm³ muotteihin tehdyille koekappaleille tehtiin puristuslujuustestit, 600 × 100 × 100 mm³ palkkimuotteihin tehdyille kappaleille taivutustestit. Kokeiden tuloksia vertailtiin keskenään veden sekoitussuhteen optimoimiseksi sekä tuotteen lujittumiseen vaikuttavien tekijöiden tunnistamiseksi.

Tuoreimmat koekappaleet olivat testausvaiheessa 42 vrk ikäisiä, mukaan lukien 39 vrk vedessä viettäneet kappaleet. Muut testatut koekappaleet olivat vanhempia, vanhimmat 64 vrk ikäisiä.

Kaikki 15 m-% vesimäärän koekappaleet selviytyivät kokeista huomattavasti paremmin, kuin samoissa olosuhteissa olleet 7 m-% vesimäärän kappaleet. Parhaiten selviytyivät veteen upotetut kappaleet, todennäköisesti koska näiden lujuudenkehitystä oli auttanut veden jatkuva saatavuus. 15 m-% upotettu koekappale vaati 45 MPa murtuakseen, 7 m-% murtui 16,8 MPa:n paineessa.



Kuvat 42 (vasen), 43 (keskellä) ja 44 (oikea). Parhaiten puristuslujuuskokeissa pärjänneen upotetun 15 m-% vesimäärän koekappale kokeen jälkeen.

Muut $150 \times 150 \times 150 \text{ mm}^3$ muotteihin tehdyt kappaleet murtoivat pienemässä paineessa. Kuivissa olosuhteissa olleista kappaleista parhaiten kesti toinen 15 m-%, mutta tämänkin kesti vain toistakymmentä MPa ennen murtumistaan. Kuivissa olosuhteissa olleista 7 m-% kappaleista kaikki murtoivat alle 10 MPa:n paineessa.

-15 °C:n lämpötilassa 42 vrk olleet kappaleet vaikuttivat onnistuneilta, mutta olivat testeissä huomattavasti muita heikompia, eli lujuudenkehitys oli kärsinyt kylmässä. 15 m-% kappale (kuva 45) kesti melkein kaksi kertaa enemmän kuin 7 m-% kappale (kuva 46), mutta murtui 5 MPa:n jälkeen.



Kuvat 45 (vasen) ja 46 (oikea). Pakkaseen jähmettymään asetetut koekappaleet mekaanisten testien päivänä. 15 m-% vasemmalla (kuva 45), 7 m-% oikealla (kuva 46).

Taivutustestien tulokset vastasivat puristuslujuustestien tuloksia. Kolmesta tehdystä koekappaleesta 15 m-% oli voimakkain (kuvat 47 ja 48). Autolla tampattu 7 m-% kesti enemmän kuin käsivoimin tampattu 7 m-% kappale, mutta ero ei ollut merkittävä.



Kuvat 47 (vasen) ja 48 (oikea). 15 m-% palkin testaus ja läpileikkaus.

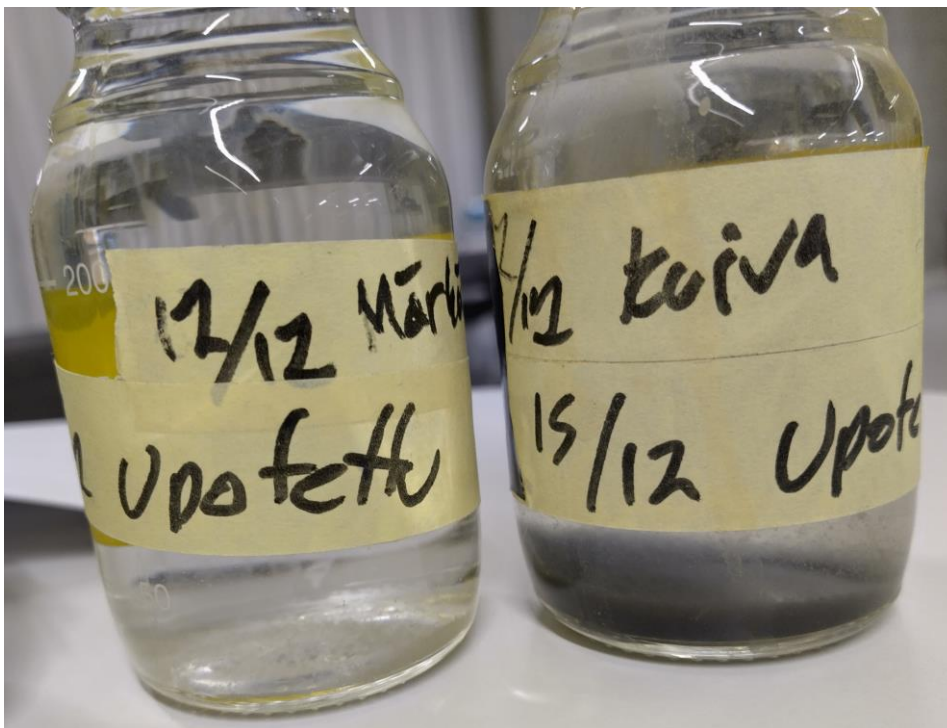
5.2.9 Kemian laboratorio 22.2. ja 29.2.2024 – Liukoisuustestit

15.12.2023 ämpäreihin sijoitetut kappaleet (5.2.6 – Betonilaboratorio 15.12.2023 – Liukoisuuskokeet) poistettiin vedestä 23.1.2024 oltuaan 39 vrk vedessä (kuvat 49 ja 50). Kummassakin ämpärissä olleesta nesteestä otettiin talteen näytteet, jotka lähetettiin Metropolian Myyrmäen kampuksen kemian laboratorioon analysoitaviksi. Niistä selvitettiin liuosten suhteelliset ainemäärät EDXRF-analyysillä (ppm), pH, sekä kuivatetun liuoksen ainemäärät suhteessa toisiinsa (EDXRF).



Kuvat 49 (vasen) ja 50 (oikea). 15 m-% vesimäärän kappaleen vesi kirkasta (kuva 49), 7 m-% kappaleen tumman harmaata (kuva 50).

15 m-% vesimäärästä tehdyn koekappaleen neste oli kirkasta (kuvat 49 ja 51), 7 m-% vesimäärästä tehdyn neste oli tumman harmaata (kuva 50 ja 51). Molemmat liuokset olivat vettä sakeampia.



Kuva 51. Vasen näytepurkki sisältäen 15 m-%:n kappaleen vesinäytteen, oikea sisältäen 7 m-%:n.

Taulukot 2 (vasen) ja 3 (oikea). 7 ja 15 m-% vesimäärän upotettujen koekappaleiden vesiliuosten EDXRF-analyytitulokset.

22.2.2024	Näyte 1, liuos, 7 m-%		
XRF - Shimadzu EDX 800			
	S	3812,520	ppm
	Ca	2864,716	ppm
	Si	2744,239	ppm
	K	965,462	ppm
	Fe	117,767	ppm
	Ti	51,059	ppm
	V	25,295	ppm
	Cu	14,455	ppm
	H ₂ O	98,940	%

22.2.2024	Näyte 2, liuos, 15 m-%		
XRF - Shimadzu EDX 800			
	S	1084,866	ppm
	K	439,430	ppm
	Ca	418,568	ppm
	Cu	10,703	ppm
	H ₂ O	99,805	%

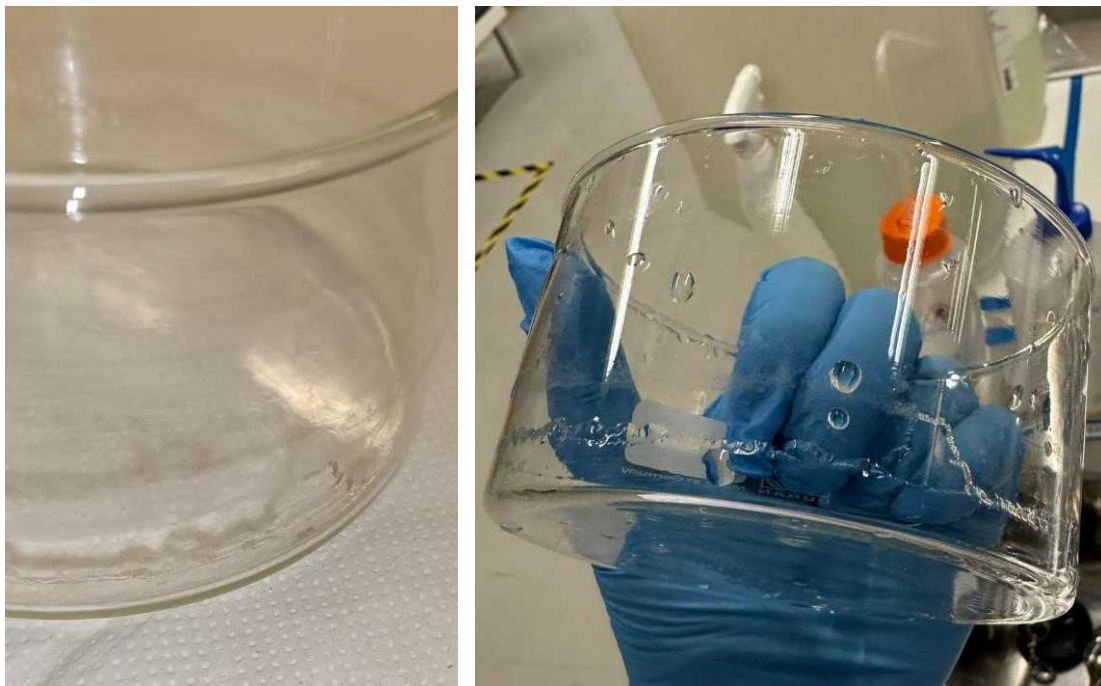
Tuloksista (taulukot 2 ja 3) selviää, että 7 m-% vesimäärän kappaleesta on liuennut moninkertainen ainemäärä 15 m-% kappaleeseen verrattuna. Tämä voi johtua osittain kappaleen epätasaisemmasta pinnasta, joka lisää kappaleen pinta-alaa, mutta on selvää, että 7 m-% testikappaleen Geofix ei ole reagoanut yhtä hyvin ja että reagoimatonta ainetta liukenee veteen. Etenkin 7 m-% kappaleen lähes 7-kertaisen liunneen kalsiumin (Ca) määrä 15 m-% kappaleeseen verrattuna viittaisi siihen, että 15 m-% sekoitussuhde oli optimaalisempi.

Koekappaleiden liotusnesteestä löytyneet korkeat rikkiarvot (S) (taulukot 2 ja 3) viittaavat sen olevan käytetyn kuonan sivuaine, joka ei reagoi tuotteen kovettumassa ja liukenee päästessään kosketukseen veden kanssa tuotteen kovettumassa. 7 m-% kappaleen liotusvedessä havaittu korkea piipitoisuus (Si) viittaa koekappaleen rosoisuuteen ja siitä irronneeseen kiviainekseen.

Kummankaan liuoksen pH-arvojen mittauksesta ei saatu tulosta, sillä laboratorion mittausvälineet eivät pystyneet mittaamaan yli 13 pH:n arvoja. Liuokset olivat kuitenkin tarpeeksi emäksisiä syövyttämään laboratorion kokeisiin käytettyjä borosilikaattilasiastioita (kuvat 52–54).



Kuva 52. Kemian laboratorion kokeissa käytetty borosilikaattilasiastia, joka on syöpyntä Geofix-GF2:n liotusnesteen vaikutuksesta.



Kuvat 53 (vasen) ja 54 (oikea). Kemiaan laboratoriokokeissa käytetty borosilikaattilasiastia, joka on syöpynyt Geofix-GF2:n liotusnesteen vaikutuksesta.

Liuokset kuivatettiin ja jäljelle jäänyt kiinteä aines testattiin ja siitä saatiin seuraavat tulokset:

Taulukot 4 (vasen) ja 5 (oikea). Liotettujen kappaleiden liotusvesien kuivatun materiaalin EDXRF-analyysin tulos.

29.2.2024	7 m-%, kuivunut		
XRF - Shimadzu EDX 800			
	Si	52,615	%
	S	25,566	%
	K	17,747	%
	Cl	1,437	%
	Ca	1,237	%
	V	0,735	%
	Fe	0,222	%
	Ti	0,178	%
	Cu	0,105	%
	Rb	0,103	%
	Sr	0,021	%
	Br	0,021	%
	Se	0,013	%

29.2.2024	15 m-%, kuivunut		
XRF - Shimadzu EDX 800			
	K	48,214	%
	S	30,187	%
	Si	12,996	%
	Ca	5,559	%
	Cl	1,945	%
	V	0,702	%
	Yb	0,117	%
	Cu	0,112	%
	Rb	0,051	%
	Ni	0,042	%
	Cr	0,027	%
	Fe	0,023	%
	Br	0,006	%
	Se	0,006	%
	Zn	0,006	%
	Ir	0,005	%
	Sr	0,002	%

Yllä olevia taulukoita 4 ja 5 luettaessa on huomioitava, että 7 m-% vesimääräkoekappaleen liotusnesteessä oli yli 5-kertainen määrä liuenneita aineita 15 m-% kappaleen liotusnesteeseen verrattuna. Nimenomaan korkea piin (Si) määrä 7 m-% kappaleen liuoksessa (taulukko 4) vahvistaa, että Geofix-GF2 ei pysy yhtä hyvin kasassa pienemmällä sekoitusvesimäärällä kuin 15m-% kappale. Tämä tarkoittaa, että sen lisäksi että pienemmän sekoitusvesimäärän paikka on heikompi paineelle kuin 15m-% kappale, se myös rapistuu nopeammin rajapinnastaan, eli irtoaa helpommin tien rakenteista.

Geofix-GF2:sta tehdyistä paikoista liukenevien aineiden ympäristövaikutukset jäävät pieneksi, elleivät olemattomaksi. Paikat ja niihin käytettävän aineen määrät ovat pieniä, jolloin myös liuenneen materiaalin pH neutraloituu nopeasti.

6 Testipaikkausten tuloksia

Vantaan kaupunki ja Destia suorittivat testipaikkauksia Geofix-GF2:lla Uudella- maalla 2023 kesällä ja syksyllä. Olli Uusitalo, joka tekee Destialle Geofixista omaa opinnäytetyötään, kertoi Destian tehneen 24 koepaikkaa tuotteella Lohjan alueella. Vantaan kaupungin itäinen tienhoitopiiri teki testipaikkoja 3.



Kuvat 55 (oikea) ja 56 (vasen). Geofix-GF2:lla 9.11.2023 tehty Destian testipaikkaus Lohjalta.



Kuva 57. Geofix-GF2:lla tehty paikkaus (kuvat 55 ja 56) edelleen paikallaan 4.3.2024.

Uusitalon mukaan, huhtikuun 2024 alussa Lohjan 24:stä Geofix-GF2:lla tehdystä testipaikkauksesta 12 (50 %) oli jäljellä. Parhaiten selvisivät paikat, joiden massojen sekoitussuhteessa käytettiin enemmän vettä. Vertailun kontrollina seurattiin 128 samoihin aikoihin tehtyä paikkausta samalla alueella, näistä oli jäljellä 74 (58 %). Vantaan kaupungin tekemät 3 testipaikkausta olivat 4.2024 saatujen tietojen mukaan haljenneet, mutta edelleen paikallaan.

Suoritettujen haastattelujen mukaan testipaikkauksista saadut tulokset eivät tue Geofix-GF2:n kestävästi paremmin kuin perinteiset paikkausmenetelmät. Paikkauksista kävi myös ilmi, että veden sekoitussuhteella oli selkeä merkitys paikan kestävyudessa, sillä paikat, jotka tehtiin suuremmalla suhteellisella vesimäärällä, olivat kestäneet paremmin.

7 Haastattelut - tuotekokemukset lapiosta johtoon

Haastateltavat olivat paikkaushenkilökuntaa ja heidän esihenkilöitään. Haastatteluita suoritettiin kasvotusten, puhelimitse ja sähköpostitse.

7.1 Vantaan kaupunki

Ainetta käsitelleiden henkilöiden ensihuomiot tuotteesta olivat sen käsiteltävyys ja veden tarve. Paikkaukset Geofix-GF2:lla ovat haastateltavien mukaan huomattavasti työläämpiä ja hitaampia tehdä kuin vastaavat paikkaukset kylmäasfalttituotteilla.

Vantaan kaupungin tienhoitoyksikön paikkauskalustona toimivat avolava-autot, joita käytettäessä Geofix-GF2 voi kastua ja talvella sekoitukseen tarvittava vesi voi jäättyä. Veden tarve ja Geofix-GF2:n pakkaustapa sementtisäkkeihin tarkoittaa, että paikkauskalustoa olisi päivitettävä, jotta tuotetta voitaisiin harkita korvaamaan perinteisiä paikkaustuotteita jokapäiväisessä toiminnassa.

Veden annostelu muodostui myös haasteeksi, sillä vähällä vedellä sekoittaessa aine jähmettyi nopeasti ja seosta oli hankala käsitellä. Runsaammalla vedellä tuote pysyi työstettävänä ja materiaali saatiin laitettua helpommin ahtaisiin koloihin ja rakoihin. Kovettumisajan piteneminen pitkitti kohteen avaamista liikenteelle.

Tuotteen hajoaminen huoletti johtoa. Vaikka Geofix-GF2-testipaikat pysyivät Vantaalla paikallaan talven yli, ne olivat haljenneet ja näyttäisivät irtoavan isoina paloina. Kysymystä herätti, kuinka hyvin uusi Geofix-GF2-paikkaus tarttuisi vanhan paikan murenevaan pintaan, vai pitäisikö jäljellä oleva paikkaus poistaa kokonaan ennen uuden asentamista. Huolta aiheuttaa myös irtoavan paikan kovuus, sillä irtoava Geofix-GF2 paikka voi aiheuttaa vaaraa liikenteelle, jos suuri, kova kappale päätyy liikenteen sekaan.

7.2 Destia – Lohja

Lohjalla tehdyt paikkaustestit olivat Vantaan kaupungin testejä laajempia. Testipaikkoja tehtiin useana päivänä 2023 kesän ja syksyn aikana ja seurattuja Geofix-paikkauksia oli 24. Materiaalin työstettävyydestä ja veden annostelusta annettiin samankaltaisia kommentteja kuin Vantaan kaupungilta.

Lisäksi paikkaushenkilökunnalla oli käytössään Geowagon – Geofix paikkauskalustoprototyyppi. Kyseessä on vedettävä, katettu peräkärri, joka sisältää aggregaatin, sementtimylyn, paikan Geofixia sisältävälle lavalle, täryttimen/tiivistäjän ja muita tarpeellisia paikkausvarusteita. Peräkärryn koon ja painon vuoksi sitä ei ole mahdollista vetää henkilöautolla, vaan työhön tarvitaan isompi ajoneuvo. [Liite 2.]

Paikkauskalustoyhdistelmän suuri koko niin leveys- kuin pituussuunnassa teki sen pysäköinnistä paikattavan kohteen lähelle haastavaa. Kaluston ja paikkausalueen pituus on yhteensä yli 20 m, jolloin kapeilla, mutkittilevilla ja mäkisillä teillä paikkaajien ohitus aiheuttaa ilman erillistä liikenteenohjausta vaaratilanteita.

Tuotteen vaaroista sen kanssa työskenteleville, kuten sen ärsyttävyydestä ja syövyttävyydestä oli tämän tutkimuksen puolesta ilmoitettu valmistajalle ensimmäisen kerran marraskuussa 2023. Tutkimukselle tuntemattomasta syystä tämä tieto ei ollut saavuttanut paikkaushenkilökuntaa tai haastateltuja esihenkilöitä. Paikkaushenkilökunta ei koskaan saanut Geofix-GF2:n käyttöturvatiedotetta.

8 Johtopäätökset

8.1 Ympäristöystävällisyys

Tuotteen markkinoinnissa esitetyt väitteet ja lupaukset eivät täysin vastanneet tehtyjen testien ja muiden tutkimusten tuloksia. Tuotteen ympäristöystävällisyyttä perusteltiin reagoinnilla veden kanssa liuosten sijaan, haihtuvien orgaanisten yhdisteiden puutteella, teollisten sivuvirtojen hyödyntämisellä sekä negatiivisella hiilijalanjäljellä. [Liite 2.]

Tuotteen käyttöä varten tämä sekoitetaan veden kanssa, joka käynnistää kemiallisen reaktion. Mitään laskelmia tai perusteluja siitä, onko tämä metodi perinteisiä paikkausmenetelmiä ympäristöystävällisempi vaihtoehto ei ole kuitenkaan esitetty tai mainittu.

Geofix-GF2 ei aiheuta haihtuvia orgaanisten yhdisteiden päästöjä käytettynä, sillä se ei sisällä orgaanisia tuotteita. Väite pitää paikkansa VOC-päästöjen (Volatile Organic Compound) osalta, sillä tutkimuksessamme emme löytäneet mitään orgaanista materiaalia tuotteesta. VOC-päästöt perinteisessä tierakentamisessa liittyvät bitumihuuruihin ja niistä haihtuviin aineisiin ja epäpuhtauksiin. Perinteisessä asfaltoinnissa suurimmat bitumihuuruultistukset koetaan levitinkuljettajina tai perämiehinä isommissa asfaltointiurakoissa, ei tien pinnan reikien ja purkaumien korjauksessa, mihin Geofix-GF2:sta olisi tarkoitus käyttää. Bitumituotteille on joka tapauksessa annettu ohjelämpötilat, joita ei saa ylittää, jolloin bitumihuuru- ja muiden epäpuhtauksien pitoisuudet jäävät huomattavasti alle suomalaisten HTP-arvojen (haitalliseksi tunnettu pitoisuus). [Liite 2, 14.]

Teollisten sivuvirtojen hyödyntämisellä tarkoitetaan masuunikuonan käyttöä tuotteessa. Vihreän siirtymän kannalta on tärkeää, että mahdollisimman suuri osa kaikista teollisuuden sivutuotteista hyödynnettäisiin, jolloin neitseellisten raaka-aineiden käyttöä voidaan vähentää monilla eri osa-alueilla.

Tuotteen esittelyssä yhtiön edustaja antoi ymmärtää, että tuote on hiilinegatiivinen. Asia oli muotoiltu sanoin ”positiivinen hiilikädenjälki = absorboi ilmasta

CO₂ sitoutumisreaktiossa”. Geofix-GF2 on käytännössä kuonalaastia, eli osa neitseellisistä raaka-aineista on korvattu masuunikuonalla. Geofix-GF2:n pääraaka-aineen, myös sementin pääraaka-aineen, kalsiumin (Ca) kalsinointi on yksi maailman huomattavimmista hiilidioksidipäästöjen lähteistä. Geofix-GF2 sitoo jonkin verran hiilidioksidia (CO₂) ilmasta kovettuessaan, mutta määrä ei ole samassa skaalassa siinä käytettyjen raaka-aineiden päästöjen kanssa. [Liite 2, 13.]

Avainasemassa on Geofix-GF2-paikan säilyvyys vastaavassa sijainnissa olevaan erilaiseen paikkausmateriaaliin ja/tai -menetelmään verrattuna ennen uutta korjaustarvetta. Mikäli Geofix-GF2:lla tehdyt tienpaikkaukset olisivat huomattavasti kestävämpiä kuin perinteiset paikkausmenetelmät, olisi hyvin perusteltua esittää vähentyneiden matkojen, käytetyn raaka-ainemäärän ja kuljetusten merkitystä ympäristöystävällisyyslaskelmissa.

8.2 Pakkaskestävyys

Tuotetta mainostetaan kehitetyksi erityisesti kylmiin olosuhteisiin, mutta suoritetujen laboratoriotutkimusten mukaan Geofix-GF2:n lujuudenkehitys heikentyy huomattavasti -15 °C:ssa, joten tarkempia tutkimuksia tuotteen käyttölämpötilasta suositellaan. Kesällä ja syksyllä 2023 tehdyistä Vantaan ja Lohjan koe- paikkauksista noin puolet oli paikallaan vielä huhtikuun ensimmäisellä viikolla 2024, kontrollipaikkojen kestävyys oli samaa luokkaa.

8.3 Paikan kestävyys

Suurimpia perusteluja Geofix-GF2:n käytölle oli tuotteen väitetty pitkäaikaiskestävyys. Tuotteen kestäessä pidempään, mahdollisesti vuosia, paikkaustarve vähenisi ja kustannustehokkuus paranisi. Valitettavasti Vantaan kaupungin ja Destian suorittamat paikkaustestit eivät ole tukeneet kestävyysväitteitä.

Tuotteen kanssa työskennelleiden henkilöiden haastattelujen mukaan tuotteella voisi olla potentiaalia paikoissa, joissa perinteiset paikkausmenetelmät ovat heikoimmillaan. Nämä alueet ovat tien pinnan kohdat, joihin kohdistuu voimakasta

painetta tai sivuttaista vääntöä ja tiealueet, joissa on jatkuvaa veden virtausta. Tällaisia alueita ovat esimerkiksi bussipysäkit, jossa samaan uraan kohdistuu jatkuvasti voimakasta painetta, kaivon kansien ympäristöt ja tien laitojen virtauskohdat. Potentiaalia tuotteelle on mahdollisesti myös paikoissa, jossa liikuntasauaman ympäristö joutuu kovalle rasitukselle, kuten siltojen liikuntasauomien kohdille, jossa perinteinen asfaltti painuu uralle ja hajoaa liikuntasauaman kohdalla. Tuotetta tulisi testata huolellisesti kyseiseen käyttöön.

8.4 Materiaalin työstettävyys ja paikkauskalusto

Tutkimuksen ja haastattelujen perusteella suurimpia haasteita Geofix-GF2:n käytössä ovat työmenetelmät ja paikkauskaluston sopivuus. Käyttöönotto vaatii tuotteen sekoituksen veden kanssa paikkausmassan aikaansaamiseksi tien varrella, jolloin paikkaushenkilökunta viettää enemmän aikaa tiealueella, missä on huomattava onnettomuusriski. [Liite 2.]

Nykyinen paikkauskalusto koostuu pääosin avolava-autoista, jotka eivät sovellu Geofixin kuljettamiseen. Tuotteen käyttöä varten on erikseen suunniteltu Geowagon, joka on ollut koekäytössä ainakin Lohjan testipaikkauskohteissa. Geowagonilla haasteeksi on syntynyt ajoneuvoyhdistelmän pituus ja käsiteltävyys, sillä korjauskohteet ovat usein kapeilla, mutkaisilla ja mäkisillä tieosuuksilla. Geowagonin konseptia on tämän tutkimuksen puolesta ehdotettu sovellettavaksi pakettiautoon, mutta ideaa ei ole vielä viety eteenpäin.

Tärkein huomio tuloksista on, että Geofix-GF2:n parissa läheisesti työskentelevien ihmisten on suojauduttava aineelta erittäin huolellisesti. Sekoittaessa ainetta pölyyää huomattavasti, jolloin erityisesti hengitystiet ja silmät ovat vaarassa. Normaalit rakennusalan suojalasit eivät suojaa tarpeeksi pölyävältä ainepilveltä. Tuotetta ei myöskään tule päästää kosketuksiin ihon kanssa, sillä aineen emäksisyys voi aiheuttaa kudonvaurioita.

Lähteet

- 1 Väylävirasto – Tieverkon kunnossapito – Korjausten kohdentaminen ja korjaustavat. Saatavissa: <https://vayla.fi/kunnossapito/tieverkon-kunnossapito/korjausten-kohdentaminen>
- 2 Väyläviraston julkaisuja 71/2023, Liikenneväylien korjausvelka 2023. Saatavissa: https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/188121/vj_2023-71_978-952-405-113-2.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- 3 Väylävirasto – Tieverkoston kunnossapito – Päällysteiden kunto ja vauriot. Saatavissa: <https://vayla.fi/kunnossapito/tieverkon-kunnossapito/paallysteiden-kunto>
- 4 Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus – Päällysteet. Saatavissa: <https://www.ely-keskus.fi/-/var-paallystetyt-tiet>
- 5 Väyläviraston oppaita 3/2022, Päällystettyjen teiden korjauksen toimenpidesuunnittelu. Saatavissa: https://ava.vayla-pilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/Opas_2022-3_paallystettyjen_teiden_korjaus.pdf
- 6 Palauteväylä – Asiakaspalvelu – Miksi tie on huonosti paikattu eikä paikka kestä? 24.02.2022. Saatavissa: https://www.palautevayla.fi/aspa/fi/liikenteen-aspa-artikkeli-miksi-tie-on-huonosti-paikattu-ja-ep%C3%A4tasainen?id=aspa_article&sysparm_article=KB0045372&sys_kb_id=3456dcbedb39c5106ab944c305961964
- 7 Kerabit Kallmak Asfalttipaikkausmassa. Saatavissa: Tuotetiedot – <https://tuotteet.kerabit.fi/tuotteet/pihakannet/82/kerabit-kallmak-asfaltinpaikkausmassa>, käyttöturvallisuustiedote – <https://tuotteet.kerabit.fi/Download/21909/Kerabit%20Kallmak%20Asfaltinpaikkausmassa%20finnish%202018-03-14.pdf>
- 8 Asfalttietieto.fi: Asfaltin korjaus ja huolto: asfaltin paikkausmassa Saatavissa: <https://asfalttietieto.fi/asfaltin-korjaus-ja-huolto/asfaltin-paikkausmassa/>

- 9 Tekesin (nykyisin Business Finland) rahoituksella tuettu tutkimus, johon Geofix perustuu. Saatavissa: https://www.researchgate.net/publication/331281466_Modification_of_Alkali_Activated_Blast_Furnace_Slag_for_Pothole_Repairs
- 10 Tiehallinto, nykyään osa Väylävirastoa – Päällysteiden paikkaus, 31.12.2009. Saatavissa: https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisu/Tiehallinto/pdf/2200009-v-09-paallysteiden_paikkaus.pdf
- 11 Väyläviraston ohjeita 6/2019, Maanteiden kuivatuksen kunnossapidon hallinta. Saatavissa: https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisu/Vaylavirasto/vo_2019-06_maanteiden_kuivatuksen_web.pdf
- 12 Finnsementti – Masuunikuonajauhe KJ400 -esite. Saatavissa: https://finnsementti.fi/wp-content/uploads/2019/02/Masuunikuonajauhe_KJ400.pdf
- 13 Scientific American – Solving Cement’s Massive Carbon Problem. Saatavissa: <https://www.scientificamerican.com/article/solving-cements-massive-carbon-problem/>
- 14 Työterveyslaitos – Asfalttityöntekijä. Saatavissa: <https://www.ttl.fi/teemat/tyoterveys/rakennusalan-ammattikohtaiset-tyopaikkaselvitykset-rats/asfalttityontekija>

Kuvat

- 1–15 Kuvaaja Johannes Remitz, 4.2024.
- 16 Tiehallinto – Päälysteiden korjaus, 31.12.2009, s. 26, kuva 4.
- 17 Kuvaaja Johannes Remitz, 4.2024.
- 18 Tiehallinto – Päälysteiden korjaus, 31.12.2009, s. 27, kuva 5.
- 19–20 Tiehallinto – Päälysteiden korjaus, 31.12.2009, s. 31, kuva 7.
- 21 Tiehallinto – Päälysteiden korjaus, 31.12.2009, s. 33, kuva 8.
- 22 Tiehallinto – Päälysteiden korjaus, 31.12.2009, s. 34, kuva 9.
- 23 Tiehallinto – Päälysteiden korjaus, 31.12.2009, s. 36, kuva 10.
- 24–26 Tiehallinto – Päälysteiden korjaus, 31.12.2009, s. 38, kuvat 12.
- 27 Kuvaaja Anne-Marie Mäntylä, 10.2023.
- 28 Kuvaaja Anne-Marie Mäntylä, 30.10.2023.
- 29–32 Kuvaaja Anne-Marie Mäntylä, 20.10.2023.
- 33–38 Kuvaaja Anne-Marie Mäntylä, 23.10.2023.
- 39–41 Kuvaaja Anne-Marie Mäntylä, 23.1.2024
- 42–44 Kuvaaja Johannes Remitz, 23.1.2024
- 45–48 Kuvaaja Anne-Marie Mäntylä, 23.1.2024
- 49–50 Kuvaaja Johannes Remitz, 23.1.2024
- 51 Kuvaaja Anne-Marie Mäntylä, 23.1.2024
- 52–54 Kuvaaja Patrik Paxal, 2.2024
- 55–56 Kuvaaja Olli Uusitalo 9.11.2023
- 57 Kuvaaja Olli Uusitalo 4.3.2024

Liitteet

Liite 1. Geofix-GF1 – Työohje ja käyttöturvallisuustiedote.

**For a sustainable
future**

X **GEOFIX**
Eco friendly road aid

+358 40 846 7293

www.econsulting.fi

Tullipuistonkatu 2, toimistohuoneisto 1,
95400 Tornio, Finland

econsulting

Työohje

GEOFIX GF1 -paikkausmateriaali on nopeasti lujittuva paikkausmassa tiereikien paikkauksiin

- ekologinen-kierrätysmateriaalipohjainen
- kestävyys moninkertainen verrattuna kylmäasfalttipaikkauksiin
- voidaan käyttää myös pakkasessa (-10°)
- kestää suola- ja pakkasrasitusta
- kustannustehokas pitkällä aikavälillä

TUOTEKUVAUS

Käyttökohde	Tiereikien paikkaus
Suosittelava kerrospaksuus	Vähintään 10 mm
Käyttöikä	n. 2...10 min sekoituksesta lämpötilassa -10...+20° C
Yliajettavuus	1...30 min lämpötilasta riippuen
Käyttölämpötila	-10...+20° C
Sekoitus	GEOFIX kuiva-aine sekoitetaan veteen juuri ennen paikkausta. Vesimäärä n. 6-7 % kuiva-aineesta (1,2...1,4 litraa/20 kg säkki kuivaseosta)
Runkoaine	Kylmäasfaltti, kierrätysasfaltti, suhteutettu murskattu kiviaine tai luonnonkiviaine
Sideaine	Geopolymeeri
Pakkasenkestävyys	Suolapakkasrasitusta kestävä (>25 sykliä)
Säilytys	Säkit säilytetään kuivassa.
Työturvallisuus	Kts. tarkemmat ohjeet työohjeen lopussa ja käyttöturvallisuustiedotteessa.
Jäädytys-sulatusrasituksen kestävyys	> 50 sykliä
Tartunta vanhaan asfaltiin	>1.0 MPa
Nastarengaskulutuksenkestävyys	Testattu sovelten PRALL-testiä
Liukkaus	Heilurikitkakoe

SUOJARUSTEET

1. Vältä pölyn hengittämistä ja käytä hengityssuojaimia sideainekomponentteja sekoitettaessa.
2. Käytä suojalaseja koko työskentelyn ajan. Jos pölyä tai massaraiskeita joutuu silmiin, huuhtelee välittömästi runsaalla vedellä ja ärsytyksen jatkuessa hakeudu lääkäriin.
3. Käytä suojakäsineitä ja suojavaatetusta. Jos paikkausmassaa joutuu iholle, pese runsaalla vedellä ja saippualla.
4. Käytä kunnostuskohteissa vaadittua asiaankuuluvaa suojarustusta.



PAIKKAUSKOH DAN ESİKÄSITTELY

Puhdista harjalla tai paineilmalla paikattava kohta ja tiepäällysteen reunat irtoaineksestä, roskista, lumesta, vedestä, hiekasta ja jäätstä yms.

Tarvittaessa järjestä vedenohjaus pois paikkauskohdasta esim. imeytystuubien avulla.

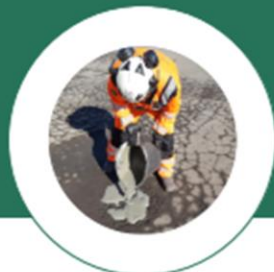
SEKOITUS TYÖMAALLA

1. Arvioi kerralla sekoitettavan massan määrä paikattavan reiän tilavuuden mukaan. Vältä liian suurta kertasekoituserää.

2. Annoksen valmistus: sekoita kuivaosa ja ohjeellinen vesimäärä keskenään.

3. Sekoita massa koneellisesti esim. taso- tai porakonesekoittimella tai lapiolla tasaiseksi n. 1 min ajan.

4. Käytä massa n. 5 minuutin sisällä olosuhteista ja vesimäärästä riippuen. Suositeltava korkein käyttölämpötila on noin 20 °C ja matalin -10 °C. Korkeammassa lämpötilassa massan käyttöaika lyhenee ja kylmemmissä pitenee.



TYÖVAIHEET

1. Kaada paikkamassa sekoitusastiasta paikattavaan reikään vähintään 10 mm kerrospaksuudella.
2. Levitä massa välittömästi sekoituksen jälkeen paikattavaan kohtaan esimerkiksi laastikauhalla tai lapiolla ja tasoita.
3. Älä lisää massaan vettä, jos se ehtii kovettua ennen paikkausta vaan sekoita uusi annos.
4. Tiivistä massa reikäkohtaan mekaanisesti esim. täryn, juntan tai lapion avulla.
5. Suojaa paikkauskohta tarvittaessa liikennekartiolla noin 15...30 min. Kovettumisaikaan vaikuttaa lämpötila ja käytetty vesimäärä.



Käyttöturvallisuustiedote

✓ KOHTA 1. Aineen tai seoksen ja yhtiön tai yrityksen tunnistetiedot

1.1 Tuotetunniste:

Kauppanimi: GEOFIX GF1

1.2 Aineen tai seoksen merkitykselliset tunnistetut käytöt ja käytöt, joita ei suositella:

Valmistetta käytetään asfalttipäällysteiden paikkaukseen.

Käyttötarkoituskoodi 13: Rakennusmateriaalit

1.3 Käyttöturvallisuustiedotteen toimittajan tiedot

EConsulting Oy

Tullipuistonkatu 2, toimistohuoneisto 1

95400 Tornio, Finland

www.econsulting.fi

1.4 Häätäpuhelinnumero:

+385-(0)9-47 19 77

Myrkytystietokeskus

Haartmanninkatu4

SF-00290 Helsinki

✓ KOHTA 2. Vaaran yksilöinti

2.1 Aineen tai seoksen luokitus

Luokitus asetuksen (EY) N:o 1272/2008 mukaisesti

Ei luokiteltu vaaralliseksi.

2.2 Merkinnät

Ei vaarallisuusmerkintöjä

2.3 Muut vaarat

PBT- ja vPvB-arvioinnin tulokset:

Tuote ei täytä PBT-/vPvB-kriteerejä

✓ KOHTA 4. Ensiaputoimenpiteet

4.1 Ensiaputoimenpiteiden kuvaus

Tarkista elintoiminnot. Jos tiedoton, ylläpidä riittävä hapensaanti ja hengitys. Jos hengitys estynyt, anna tekohengitystä tai happea. Jos sydän ei toimi, suorita elvytys. Jos uhri on tajuissaan ja hengitys raskasta, nosta puoli-istuvaan asentoon. Jos uhri on shokissa, aseta makaavaan asentoon jalat kevyesti nostettuna.

Roiskeet silmiin

Älä hiero silmiä etteivät sarveiskalvot vahingoitu. Poista piilolinssit mikäli mahdollista. Kallista päätä vahingoittuneen silmän suuntaan, avaa silmäluomet ja huuhtelee silmää (silmiä) heti juoksevilla vedellä vähintään 20 min ajan, jotta kaikki partikkelit saadaan huuhdottua pois. Vältä huuhteluveden valumista vahingoittumattomaan silmään. Jos mahdollista, käytä huuhteluun 0,9 % NaCl-liuosta. Ota yhteys lääkäriin tai silmälääkäriin.

Iho

Jos altistuminen tapahtuu kuivalle tuotteelle, puhdistetaan iho aineesta ja huuhdellaan runsaalla vesimäärällä ja saippualla. Jos tuote on märkää, pese iho runsaalla vesimäärällä. Riisu saastunut vaate, kengät, kello jne. ja puhdista ne perusteellisesti ennen käyttöä.

Hengitys

Siirrä potilas raittiiseen ilmaan. Pöly kurkusta ja sieraimista pitäisi poistaa välittömästi. Ota yhteys lääkäriin, mikäli esiintyy ärsytystä tai jos esiintyy epämiellyttävää yskimistä.

Nieleminen

Jos henkilö on tajuissaan, puhdistetaan suu vedellä ja juotetaan runsaasti vettä. Otetaan välittömästi yhteyttä lääkäriin tai myrkytyskeskukseen.

✓ KOHTA 3. Koostumus ja tiedot ainesista

Aineen nimi	CAS-, EY- tai indeksinumero	REACH-rekisteröintinumero	Pitoisuus	Luokitus
Monokaliumfosfaatti	(CAS No.) 7778-77-0 (EC no) 231-913-4 (CAS No.) 7778-77-0 (EC no) 231-913-4	01-2119490224-41 01-2119490224-41	25-35 %	Ei luokiteltu
Magnesiumoksidi	1309-48-4 215-171-9	Aine on vapautettu rekisteröintivelvoitteesta asetuksen (EY) N:o 1907/2006 2 artiklan 7 kohdan b alakohdan (liite V) mukaisesti.	30-70%	Ei luokiteltu

4.2 Tärkeimmät oireet ja vaikutukset, sekä välittömät että viivästyneet

Silmät: Punaisuutta, lievää ärsytystä.

Iho: Toistuva tai pitkittynyt kontakti voi aiheuttaa ärsytystä.

Hengittäminen: Yskä. Ärsytystä nenän limakalvoilla.

Nieleminen: Suuret määrät voivat aiheuttaa pahoinvointia ja oksentamista.

4.3 Mahdollisesti tarvittavaa välitöntä lääketieteellistä apua ja erityishoitoa koskevat ohjeet

Hoito oikeen mukaan (kts. 4.1.)

✓ KOHTA 5. Palontorjuntatoimenpiteet

5.1 Sammutusaineet. Sopivat sammutusaineet: Vesi, vaahto, jauhe, CO₂

5.2 Aineesta tai seoksesta johtuvat erityiset vaarat

Tuote ei ole palavaa, eikä räjähtävää, eikä se edesauta tai ylläpidä muiden materiaalien palamista. Tuote voi reagoida voimakkaiden happojen ja emästen kanssa.

5.3 Palontorjuntaa koskevat ohjeet

Pysy tuulen yläpuolella, harkitse evakuoitinta, lähialueella ovet ja ikkunat suljettuina.

Erityiset suojaimet tulipaloa varten

Sammutushenkilöstöltä normaali perustusvarustus.

✓ KOHTA 6. Toimenpiteet onnettomuuspäästöissä

6.1 Varotoimenpiteet, henkilönsuojaimet ja menettely hätätilanteessa

Varmista riittävä ilmastoitu. Käytä suojakäsineitä, suojavaatetusta ja suojalaseja (kts. kohta 8). Käytä suojajalkineita. Merkitse vaara-alue. Estä pölypilven muodostuminen esim. kastelemalla. Pese saastuneet vaatteet. Jos ilmastoitu on riittämätön, käytä hengityssuojaimia.

Ympäristöön kohdistuvat varotoimet: Ei saa päästää viemäriin tai vesistöön. Estä vuodot ja hallitsemattomat päästöt ympäristöön.

6.2 Suojarakenteita ja puhdistusta koskevat menetelmät ja -välineet

Estä vuodot jos turvallista. Lakaise kiinteä materiaali suljettuun astiaan. Pese saastuneet pinnat vedellä. Pese vaatteet ja välineet käsittelyn jälkeen. Älä pese vedellä herkässä ympäristössä. Hävitä tuote saastumisen mukaan paikallisten viranomaisohjeiden mukaan.

6.3 Viittaukset muihin kohtiin

Kts. kohdat 1, 8 ja 13.

✓ KOHTA 7. Käsittely ja varastointi

7.1 Turvallisen käsittelyn edellyttämät toimenpiteet

Käytä riittävää ilmastointia. Vältä pölyämistä. Käytä suojakäsineitä, suojavaatetusta ja suojalaseja (kts. kohta 8). Vältä iho- ja silmäkontaktia. Pese likaantuneet vaatteet. Pidä astia suljettuna. Noudata viranomaisten ohjeita. Pese kädet sen jälkeen, kun olet käsitellyt tuotetta. Älä syö, juo tai tupakoi käytön aikana. Ei saa säilyttää yhdessä elintarvikkeiden tai eläinravinnon kanssa.

7.2 Turvallisen varastoinnin edellyttämät olosuhteet, mukaan luettuina yhteensopimattomuudet

Varastoi tuote kuivassa ja hyvin ilmastoidussa paikassa erossa kuumuudelta, syttymiseltä ja suoralta auringonpaisteelta. Säilytä alkuperäispakkauksessa. Pidä aine erossa palolähteistä, voimakkaita hapoista ja alkaleista, hapettavista aineista, vedestä ja kosteudelta suojattuna. säilytä kuivalla alueella ja hyvin ilmastoidussa paikassa. Tuote ei ole syttyvä.

7.3 Erityinen loppukäyttö: Ei luokiteltu vaaralliseksi.

✓ KOHTA 8. Altistumisen ehkäiseminen ja henkilönsuojaimet

8.1 Valvontaa koskevat muuttajat

Työpaikan ilman haitalliseksi tunnetun pitoisuuden raja-arvo: Suositeltu suurin HTP-arvo (Sosiaali- ja terveysministeriö, 2014) 10 mg/m³ / 8h (hengitettävä pöly).

8.2 Altistumisen ehkäiseminen

Varmista hyvä ilmastoitu työpisteessä. Silmähuuhtelusemä ja hätäsuihku työpaikalla.

Termiset vaarat

ei ole

Ympäristöaltistumisen torjuminen

Älä päästä tuotetta viemäriin, pinta- tai pohjaveteen.

Tekniset torjuntatoimenpiteet

Silmien tai kasvojen suojaus

Käytä suojalaseja.



Ihon suojaus

Käytä vedenpitäviä, emäksisyyttä ja kulutusta kestäviä suojakäsineitä, joiden sisävuori on puuvillaa. Käytä saappaita, pitkähihaista suoja-asua sekä muita suoja tuotteita välttääksesi pitkäaikaista ihokontaktia



Hengityksen suojaus

Käytettävä EN-standardien mukaista hengityksensuojainta P1, mikäli altistutaan suurille pölypitoisuuksille. Pölyhaitat minimoidaan hyvällä ilmastoinnilla, pölynpoistolla ja puhdistusmenetelmillä, joista ei synny pölyä.



Käyttöturvallisuustiedote

✓ KOHTA 9. Fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet

9.1 Fysikaalisia ja kemiallisia perusominaisuuksia koskevat tiedot

Olomuoto	Jauhe
Väri	Vaalea
Haju	Lähes hajuton
Hajukynnys	Ei määrätty
pH-arvo	
Olosuhteen muutos	
Sulamispiste	Ei määritelty
Kiehumispiste	Ei määritelty
Leimahduspiste	Ei määritelty
Syttyvyys	Tuote ei ole syttyvää
Syttymislämpötila	Ei määrätty
Hajoamislämpötila	Ei määrätty
Räjähdysominaisuudet	Tuote ei ole räjähdyshaarallinen
Räjähdyksrajat	
Alempi:	Ei määrätty
Ylempi:	Ei määrätty
Hapettavat ominaisuudet	Ei määrätty
Höyrynpaine	Ei käytettävissä
Irtotiheys	
höyryntiheys	Ei voida käyttää
Höyrystymisnoopeus	Ei voida käyttää
Liukenevuus/ sekoittuvuus	Ei liukene orgaanisiin liuottimiin
Jakaantumiskerroin	Ei määrätty
Viskositeetti	
Dynaaminen	Ei määritelty
Kinemaattinen	Ei määritelty

9.2 Muut tiedot

Merkittäviä lisätietoja ei ole saatavilla.

✓ KOHTA 10. Stabiilisuus ja reaktiivisuus

10.1 Reaktiivisuus

Ei ole reaktiivinen normaaleissa olosuhteissa. Reagoi halogeenien ja happojen kanssa. Jauhemainen tuotekomponentti reagoi veden kanssa muodostaen nopeasti kovettuvan aineen.

10.2 Kemiallinen stabiilisuus

Stabiili normaaleissa olosuhteissa.

10.3 Vaarallisten reaktioiden mahdollisuus

Voi syttyä tai räjähtää kuumennettaessa sublimoidulla rikillä, magnesiumjauheella tai alumiinijau-

heella. Aine reagoi kiivaasti interhalogeenien, kuten klooritrifluoridin (ClF₃), bromipentafluoridin (BrF₅) tai fosforipentafluoridin (PF₅) kanssa, ja aiheuttaa liekkejä, räjähdyksiä tai hehkuja (PCIS:n tapauksessa).

10.4 Vältettävät olosuhteet

Suojattava kosteudelta. Kosteat olosuhteet säilytyksen aikana voivat aiheuttaa paakkuuntumista ja jauhekomponentin laadun heikkenemistä.

10.5 Yhteensopimattomat materiaalit

Magnesium, alumiinijauhe, rikki, hapettavat aineet, hapot, halogeenit

10.6 Vaaralliset hajoamistuotteet:

Saattaa vapauttaa myrkyllisiä ja korrosiivisia kaasuja palaessa (fosforioksideja).

✓ KOHTA 11. Myrkyllisyyteen liittyvät tiedot

11.1 Tiedot myrkyllisistä vaikutuksista

Välitön myrkyllisyys: Ei luokiteltu.

Luokitukseen vaikuttavat LD/LC50-arvot:

Ei luokitustietoja saatavilla.

Ärsyttävyyttä ja syövyttävyyttä ihoon:

Saattaa ärsyttää ihoa ja limakalvoja.

Silmiin: Kuiva pöly saattaa ärsyttää silmiä.

Herkistymisen: Ei ole tiedossa.

Muut terveysvaikutuksiin liittyvät tiedot:

Kuiva pöly saattaa ärsyttää hengitysteitä.

Toistuvan annostelun myrkyllisyys:

Pitkäaikaisia haittavaikutuksia ei ole tiedossa. Suuria määriä nautittaessa saattaa aiheuttaa vatsa- ja suolihäiriöitä.

✓ KOHTA 12. Tiedot vaarallisuudesta ympäristölle

12.1 Myrkyllisyys

Myrkyllisyys vesieläimille:

Lievästi vahingollinen kaloille. Saattaa aiheuttaa lievää rehevöitymistä. Lievästi vesiä saastuttava.

12.2 Pysyvyys ja hajoavuus

Ei tiedossa. Tuote epäorgaaninen.

12.3 Biokertyvyys

Tuote epäorgaaninen. Biologisen hajoamisen määrittämissä menetelmissä eivät sovellu epäorgaanisille aineille. Kovettumisen jälkeen ei toksista vaaraa.

12.4 Liikkuvuus maaperässä

Käsittelyn yhteydessä voi siirtyä pölynä ympäristöön. Liikkuvuus maaperässä ei ole merkityksellinen. Kovettumisen jälkeen ei toksista vaaraa. Yleisohjeita: Estettävä pääsy pohjaveteen, vesistöihin tai viemäristöön.

12.5 PBT- ja vPvB-arvioinnin tulokset

Ei merkityksellinen, koska tuote on epäorgaaninen

materiaali. Kovettumisen jälkeen ei toksista vaaraa.

12.6 Muut haitalliset vaikutukset

Merkittäviä lisätietoja ei ole saatavilla.

✓ KOHTA 13. Jätteiden käsittelyyn liittyvät näkökohdat

11.1 Jätteiden äsittelymenetelmät

Kuiva tuote: Kerää talteen säilytysastioihin. Hävitä paikallisten jätteenkäsittelymääräysten mukaisesti. Tuotetta ei pidä päästää vesistöihin eikä viemäriin.

Liete tai märkä tuote: Anna kovettua ja hävitä paikallisten jätteenkäsittelymääräysten mukaisesti.

✓ KOHTA 14. Kuljetustiedot

14.1 YK-numero ADR, ADN, IMDG, IATA	Ei tarpeellinen
14.2 Kuljetuksessa käytettävä virallinen nimi ADR, ADN, IMDG, IATA	Ei tarpeellinen
14.3 Kuljetuksen vaaraluokka ADR, ADN, IMDG, IATA	Ei tarpeellinen
14.4 Pakkausryhmä ADR, IMDG, IATA	Ei tarpeellinen
14.5 Ympäristövaarat	Ei voida käyttää
14.6 Erityiset varoitimet käyttäjälle	Ei voida käyttää
14.7 Kuljetus irtolastina MARPOL 73/78-sopimuksen II liitteen ja IBC-säännösten mukaisesti	Ei voida käyttää
Lisätietoja	Ei vaarallinen aine yllä olevan määritelmän mukaan.
UN "Model Regulation":	-

✓ KOHTA 15. Lainsäädäntöä koskevat tiedot

15.1 Nimenomaisesti ainetta tai seosta koskevat turvallisuus-, terveys- ja ympäristösäännökset tai -lainsäädäntö

Tietoja ei ole käytettävissä

15.2 Kemikaaliturvallisuusarviointi:

Kemikaaliturvallisuusarviointia ei ole tehty.

✓ KOHTA 16. Muut tiedot

Käyttöturvallisuustiedotteen tiedot perustuvat tämänhetkiseen tietämyksemme. Tiedote ei ole takuu tuotteen ominaisuuksista eikä luo oikeudellisesti sitovaa sopimussuhdetta.

Käyttöturvallisuustiedotteen julkaisija:

ECONSULTING Oy
Tullipuistonkatu 2
Toimistohuoneisto 1
95400 Tornio, Finland
www.econsulting.com
Yhteystiedot:
Puh. +358-16-458-8600

Lyhenteet ja lyhytnimet:

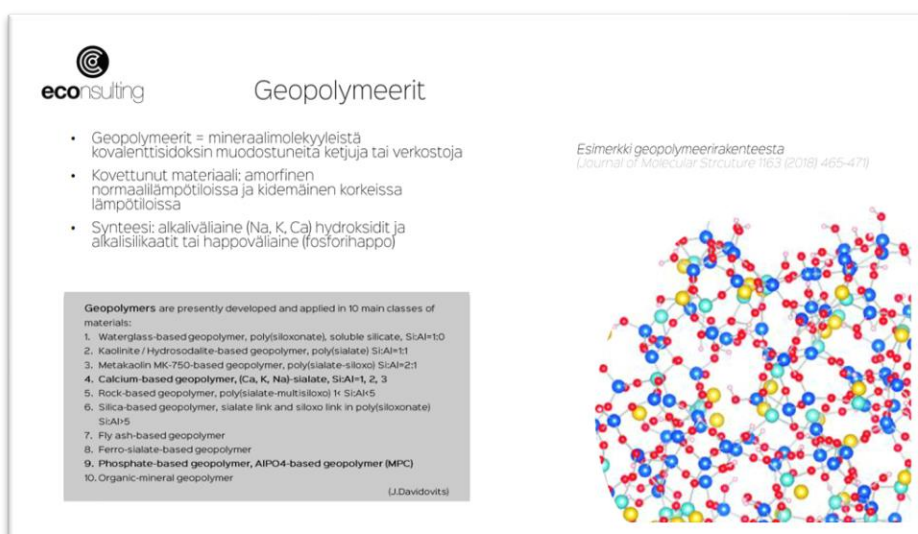
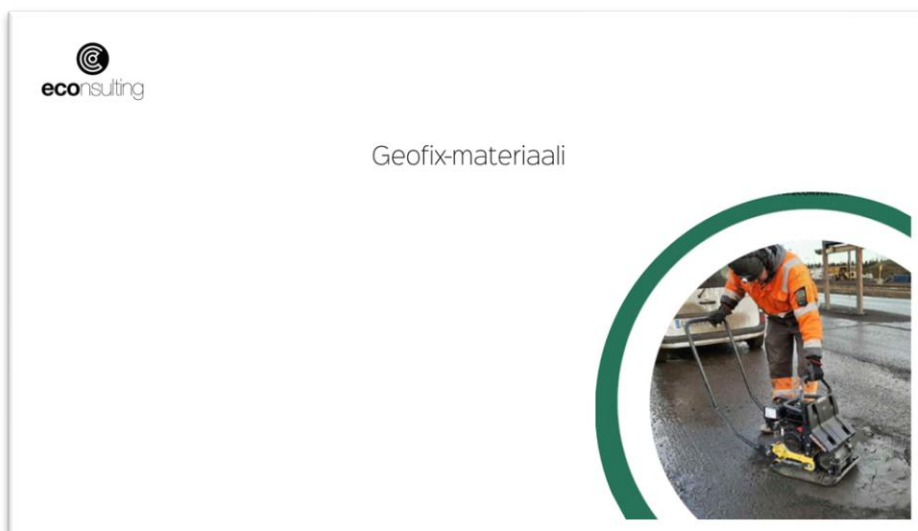
CLP = Classification, labelling and packaging
DNEL = Derivative No Effect Level
PNEC = Predicted No Effect Concentration
REACH = Registration, evaluation and autorisation of chemicals.

Käytetyt tietolähteet:

BIG-database
ECHA Website: Information on Registered Substances Handbook of Chemistry and Physics CRC Press Inc
Information from suppliers
REACH registration dossier.

- Tämän käyttöturvallisuustiedotteen sisältämät tiedot perustuvat lähteisiin, tieteelliseen ja tekniseen tietämykseen ja voimassa olevaan kansalliseen ja EU-lainsäädäntöön, mutta eivät ole tae niiden oikeellisuudesta.
- Tiedote on tarkoitettu palvelemaan tuotteen turvallista käyttöä, eikä siinä esitettyjä tietoja voida pitää takuuna tuotteen ominaisuuksista.
- Emme tunne emmekä valvo tuotteen käyttäjien työskentelymenetelmiä tai -olosuhteita, ja tarvittavista toimenpiteistä, joilla varmistetaan voimassa olevien säädösten noudattaminen kemikaalien käsittely, varastoinnin, käytön ja hävittämisen yhteydessä, joista huolehtiminen on viime kädessä aina käyttäjän vastuulla.

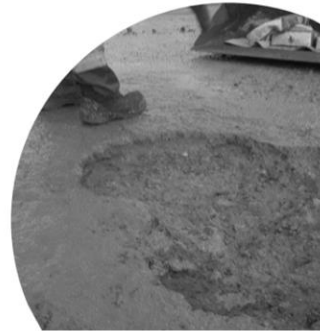
Liite 2. Geofix, PowerPoint -esittely, Juha Koskinen, EConSulting.





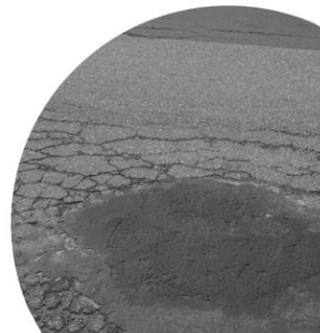
Geofix-paikkausmateriaalin etuja

- Ympäristöystävällinen
- Voi käyttää pakkasella
- Kestävä
- Nopeasti lujittuva
- Kustannustehokas



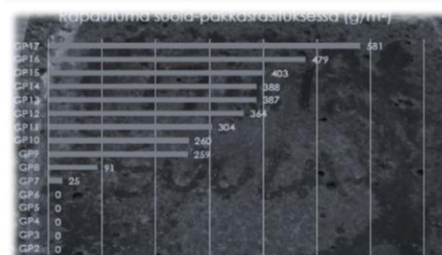
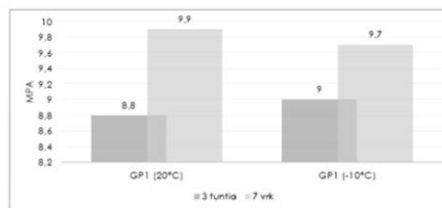
Ympäristöystävällisyys

- Reagoi veden kanssa eikä liuosten kanssa kuten yleisesti muut paikkausaineet
- Ei aiheuta VOC-päästöjä (haittuvia orgaanisia yhdisteitä)
- Hyödyntää teollisia sivuvirtoja raaka-aineena
- Positiivinen hiilikädenjälki = absorboi ilmasta CO2 sitoutumisreaktiassa



Pakkasenkestävyys

- Kehitetty erityisesti kylmiin olosuhteisiin
- GP-paikkamassa lujittuu -10°C lämpötilassa
- Sitoutumisreaktio tuottaa lämpöä (=eksoterminen)
- Geopolymeeri paikka kestää suola- ja pakkasrasitusta
- Kestää nastarengaskulutusta





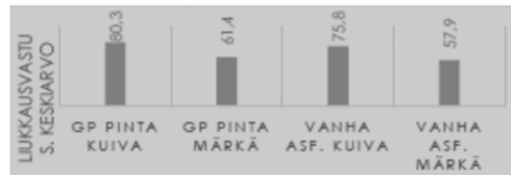
Geofix -paikan pitkäaikaiskestävyys

- Geopolymeerimassa tarttuu hyvin vanhaan asfalttiin
- Korvaa väliaikaista paikkaustarvetta - kestää vuosia
- Kestävyys vähentää toistuvaa paikkaustarvetta ja parantaa kustannustehokkuutta



Geofix-paikkauksen turvallisuus

- Geopolymeeripaikan liukkausvastus on suurempi kuin vanhan asfaltin
- Ei aiheuta VOC-päästöjä (haittuvia orgaanisia yhdisteitä)
- Ei sisällä liuoksia
- Ei sisällä liuosmaisia alkaliaktivaattoreita



Kokemuksia kentältä





Nurmes, Raisio, Ivalo, Raahe Paikkaukset 2020 – seuranta 2021

KOMMENTTEJA

- Työpäällikkö, Raisio: Positiivista on että paikka kyllä kestää huomattavasti paremmin kuin normaali össipaikka. Olemmekin käyttäneet tätä menetelmää viikasliikenteisillä teillä missä on yksittäisiä reikiä.
- Työpäällikkö, Nurmes, Koepaikkaukset kevät ja kesä: tehdyt paikat olivat pysyneet lähes muuttumattomina, [työmenetelmiä täytyisi kehittää nopeammiksi ja helpommiksi](#).
- Ivalossa massa toimi hyvin, mutta [työmenetelmän heikkoudessa todettiin olevan kehittämisen varaa](#).



Geofix-paikkaukset

Urakoitsijan kommentteja:

- Menetelmää on testattu pienimuotoisesti useissa urakoissa – tulokset ovat olleet rohkaisevia.
- Käsien paikkausten laatu nykyisillä kylmäpaikkausmassoilla on varsin heikkoa – sama paikkaus joudutaan uusimaan useaan kertaan.
- Paikkauksen kestäväällä on merkitystä tienpidon taloudellisuuden lisäksi tienkäyttäjien kokemaan laatuun, vahingonkorvauksiin ja työntekijöiden työturvallisuuteen.
- Päälystepaikkauksilla on haastavaa ylläpitää riittävää päälysteiden kuntoa – tarvitaan tehokkaampia työmenetelmiä.
- Käsien paikkauksen menetelmä rajoittaa Geofixin tuotantomäärää
- Työkustannuksiltaan kalliimpi työmenetelmä on sovitava urakkasopimuksiin.



Geofix-paikkamassan käyttö vaativissa kaivoskohteissa





Teiden ylläpito maanalaisessa kaivoksessa

- Kaivosympäristössä raskas liikenne ja työkoneet rasittavat tiestöä
- Virtaavat vedet ovat jatkuva ongelma
- Asvaltoitujen teiden reikintyminen on turvallisuusriski alueella kulkijoille
- Tärinä ja iskut aiheuttavat haittoja sekä työterveydelle että kalustolle.



Huonokuntoisten teiden vaikutukset

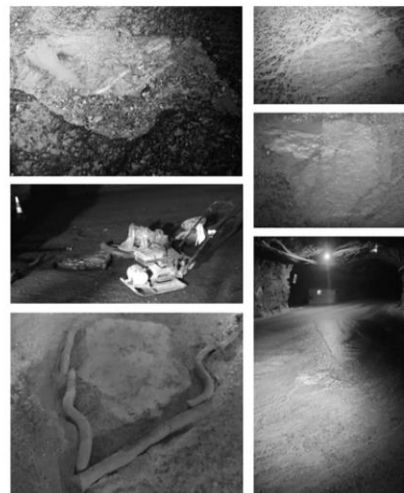
- Tärinä
- Ihmiseen kohdistuva liiallinen tärinä aiheuttaa terveyshaittoja ja tapaturmariskiä.
 - Tärinäaltitukselle on olemassa toiminta- ja raja-arvot tärinän haittojen tunnistamiseksi ja vähentämiseksi.
 - Toiminta-arvon ylittyessä työnantajan velvollisuus on laatia riskinarvioinnin perusteella tärinätorjuntaohjelma.
 - Raja-arvon ylittyessä työnantajan on viipymättä ryhdyttävä toimenpiteisiin alitistuksen alentamiseksi.

- Kalusto
- Epätasaisuudet ja kuopat yms. rasittavat alustaa ja lyhentävät sen osien käyttöikä
 - Tiestön kunto näkyy suoraan kunnossapitokuluissa.
 - Vinotunnelien huono kunto, kuoppaisuus ja liukkaus voivat aiheuttaa seinäänajoja
 - Työtaturmia ja kaluston korjauskuluja.
 - Ylimääräiset iskut isoilla lasteilla aiheuttavat rasitusta renkaan rungolle sekä voivat tiputtaa lastista renkaiden kylkiä tai pintoja rikkovia lohkareita.
 - Vierintävastus kasvaa, mikä lisää polttoainekustannuksia.
 - Yllättävät laiterikot aiheuttavat töiden viivästymistä ja voivat vaikuttaa myös tuotantoon.



Geofix-esimerkki 1

- Maanalaisen kaivoksen vinotunnelin syvä risteyksialueen kuoppa on huomattava turvallisuusriski.
- Virtaavan veden ja raskaan liikenteen vuoksi kylmäasvalti ei ole menestynyt kohteessa paikkausmateriaalina.
- Asvaltti reikiintynyt toistuvasti samasta kohdasta paikkausten tai uudelleen-asvaltoitien jälkeen
- Geofix-paikkauksen jälkeen ohuimpia paikkakohtia kului pois reunoilta ja kalliopinnan päältä, mutta valtaosa paikasta kesti raskasta kulutusta kuukausia.
- Geofix-paikka on kestänyt uuden asvaltikerroksen alla, eikä alue ole reikiintynyt uudestaan.





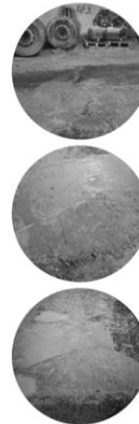
Geofix-esimerkki 2

- Kaltevalla pinnalla virtaava vesi syövyttää ajouraan kuopan, johon ajoneuvojen renkaat iskeytyvät.
- Vesivirtausta paikkauskohteeseen on mahdotonta täysin estää.
- Asfaltti reikiintyi toistuvasti samasta kohdasta paikkausten tai uudelleen-asfaltointien jälkeen. Vesi virtasi myös asfalttikerrosten välissä heikentäen rakennetta.
- GF-paikkauksen onnistuminen ja tarttuminen paikattavaan pintaan varmistetaan ohjaamalla vesi pois paikkausalueelta.
- Koneellinen tiivistäminen välittömästi täytön jälkeen määrässä kaivosympäristössä takaa paikan kestävyuden.
- Vesi virtaa GF-paikatun kohteen päällä ja ympäristössä edelleen, mutta paikka kestää raskasta kulutusta hyvin, kuvissa kesto 3 kk.



Geofix-johtopäätöksiä

- Geofix-paikkausmassalla voidaan paikata reikiä maanalaisessa kaivosympäristössä sekä muissa erityisen vaativissa ja raskaasti liikennöidyissä kohteissa.
- Paikkauksilla voidaan vähentää tien huonosta kunnosta johtuvia tärinän ja kuopista syntyvien iskujen aiheuttamia työterveydellisiä riskejä sekä kalustokuluja ja konerikkoja.
- Oikea työmenetelmä on avain kestävään paikkaukseen:
 - Vedenohjaus pois paikattavasta kohteesta
 - Veden tasainen sekoitus Geofix-massaan
 - Tehokas koneellinen tiivistys
- Geofix-paikkausmenetelmällä saavutetaan nopea, turvallinen, kustannustehokas ja pitkäkestoinen paikkaratkaisu haastaviin olosuhteisiin, joissa kylmäasfalttien sekä bitumipaikkojen käytettävyys ja kestävyys ovat jääneet puutteelliseksi.



Menetelmäkehitys & Geowagon





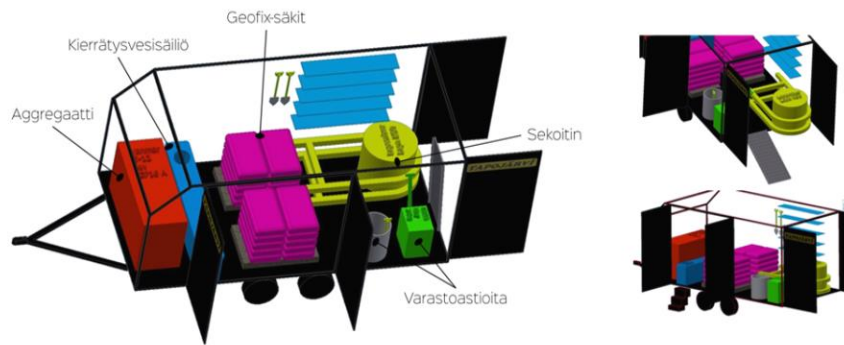
Ongelma: useat käsityövaiheet, välineiden ja tarvikkeiden nostot sekä siirrot





Geowagon – menetelmäkehitys

Kustannustehostaa ja työturvallistaa Geofix-paikkausta



Geowagon

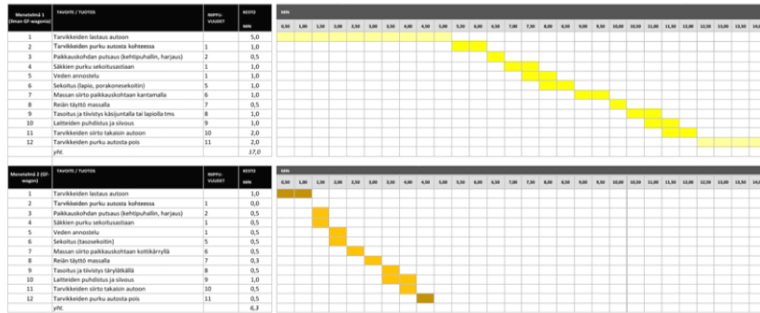


Geowagon





Geowagonin ajansäästö



Geofixin koepaikkaukset Vantaalla 7/2023



Motonet, Anstatie

Oolannintie

Pakkalan tie



Kiitos!

Juha Koskinen
toimitusjohtaja
juha.koskinen@econconsulting.fi
ECONsulting Oy
Tullipuistonkatu 2, 95400 Tornio
www.econconsulting.fi



Liite 3. Geofix-GF2 – Käyttöturvallisuustiedote.



GEOFIX GF2

KOHTA 1: Aineen tai seoksen ja yhtiön tai yrityksen tunnistetiedot

1.1 Tuotetunniste

Kauppanimi: GEOFIX GF2

1.2 Aineen tai seoksen merkitykselliset tunnistetut käytöt ja käytöt, joita ei suositella

Aineen/valmisteen käyttötarkoitus Käytetään asfalttipäällysteiden paikkaukseen.

Käyttötarkoituskoodi 13: Rakennusmateriaalit

1.3 Käyttöturvallisuustiedotteen toimittajan tiedot Valmistaja/toimittaja:

ECConsulting Oy
Tullipuistonkatu 2
Toimistohuoneisto 1
95400 Tornio, Finland
www.econsulting.com

1.4 Häätäpuhelinnumero:

+385(0)9-47 19 77

Myrkytystietokeskus Haartmanninkatu 4 SF-00290 Helsinki

KOHTA 2: Vaaran yksilöinti

2.1 Aineen tai seoksen luokitus

Luokitus asetuksen (EY) N:o 1272/2008 mukaisesti

Ihoärsytys

Vakavan silmävaurion vaaraärsytys

Hengityselinärsytys

2.2 Merkinnät



Vaara

Vaaralausekkeet:

H318 Vaurioittaa vakavasti silmiä

H315 Ärsyttää ihoa

H335 Saattaa aiheuttaa hengitysteiden ärsytystä.

H290 Voi syövyttää metalleja.

H314 Voimakkaasti ihoa syövyttävää ja silmiä vaurioittavaa.



P102: Säilytettävä lasten ulottumattomissa
 P280: Käytä suojakäsineitä/suojavaatetusta/silmien suojausta/kasvosuojainta
 P305+P351+P338+P310: JOS KEMIKAALIA JOUTUU SILMIIN: Huuhto huolellisesti vedellä usean minuutin ajan. Poista pitoainssit, jos sen voi tehdä helposti. Jatka huuhtomista.
 P302+P352+P333+P313: JOS KEMIKAALIA JOUTUU IHOLLE: Pese runsaalla vedellä ja saippualla. Jos ilmenee ihoärsytystä tai ihottumaa: Hakeudu lääkäriin.
 P261+P304+P340+P312: Vältettävä pölyn hengittämistä.
 P301 + P330 + P331 JOS KEMIKAALIA ON NIELTY: Huuhdo suu. Ei saa oksennuttaa
 JOS KEMIKAALIA ON HENGITETTY: Siirrä henkilö raittiiseen ilmaan ja pidä lepoasennossa, jossa on helppo hengittää. Ota yhteys MYRKYTYSTIETOKESKUKSEEN tai lääkäriin, jos ilmenee pahoinvointia.
 P501 Hävitä sisältö/pakkaus paikallisten määräysten mukaisesti.
 Pöly saattaa ärsyttää hengityselimiä.
 Tuote reagoi veden tai kosteuden kanssa, jolloin syntyy emäksinen liuos. Kosteaa tuotteen emäksisyys aiheuttaa ihon ja silmien ärsytystä.
 Tuote sisältää pienen määrän (<10 %) sementtiä. Kromi (Cr 6+) yhdisteet saattavat aiheuttaa jollekin henkilölle herkistymistä. Sementin vesiliukoisten kromi (Cr 6+) yhdisteiden pitoisuus on passivoitainneiden ansiosta alle 2 mg/kg kuivan sementin painosta.
 Lisäohjeet: Ihokosketus määrän tuotteen, tuoreen betonin tai laastin kanssa voi aiheuttaa ärsytystä, ihottumaa tai syöpymistä. Voi syövyttää alumiinia ja muita epäjalvoja metalleja.

2.3 Muut vaarat

PBT- ja vPvB-arvioinnin tulokset Tuote ei täytä PBT-vPvB-kriteerejä

KOHTA 3: Koostumus ja tiedot aineosista

3.2 Kemialliset ominaisuudet: Seos

Aineen nimi	CAS-, EY- tai indeksinro	REACH- rekisteröintinro	Pitoisuus	Luokitus 12/22/2008
Portland-sementti-klinkeri (30 %)	65 997-15-1	Ei ole	2-5 %	Ihoärsytys: 2 Vakavan silmävaurion vaaraärsytys: 1 Hengityselinärärsytys: 3 H318: Vaurioittaa vakavasti silmiä H335: Ärsyttää ihoa H335: Saattaa aiheuttaa hengitysteiden ärsytystä
Granuloitu masuunikuona	65 996-69-2	012119487456-25	10-30 %	Ei luokitusta
Natriumsilikaatti	229-912-9	012119449811-37-0004	2-5 %	H335 Saattaa aiheuttaa hengitysteiden ärsytystä H290 Voi syövyttää metalleja



Käyttöturvallisuustiedote
GEOFIX Pakkausmassa GF2

Aineen nimi	CAS-, EY- tai indeksinro	REACH+ rekisteröintinro	Pitoisuus	Luokitus 1272/2008
Kalkkivi	1317-65-3	Ei ole	0-2%	H314 Voimakkaasti ihoa syövyttävää ja silmiä vaurioittavaa. Ei luokitusta Ei luokitusta
Kvartsi	14808-60-7 238-878-4	Ei sovellettavissa	45-75%	Kvartsi RCS(1%) Ei luokiteltu

KOHTA 4: Ensiaputoimenpiteet

4.1 Ensiaputoimenpiteiden kuvaus

Ensiaputoimenpiteiden kuvaus:

Henkilökohtaisia suojaimia ei vaadita ensiapuhenkilöstöltä. Kontaktia kosteaan tuotteeseen tulee välttää. **Roiskeet silmiin**

Älä hiero silmiä etteivät sarveiskalvot vahingoitu. Poista pölyinssiä mikäli mahdollista. Kallista päätä vahingoittuneen silmän suuntaan, avaa silmäluomet ja huuhtelee silmää (silmiä) heti juoksevalla vedellä vähintään 20 min ajan, jotta kaikki partikkelit saadaan huuhdottua pois. Vältä huuhteluveden valumista vahingoittumattomaan silmään. Jos mahdollista, käytä huuhteluun 0,9 % NaCl:uosta. Ota yhteys lääkäriin tai silmä lääkäriin.

Iho

Jos altistuminen tapahtuu kuivalle tuotteelle, puhdistetaan iho aineesta ja huuhdellaan runsaalla vesimäärällä. Jos tuote on märkää, pese iho runsaalla vesimäärällä. Riisu saastunut vaatetus, kengät, kello jne. ja puhdista ne perusteellisesti ennen käyttöä. Ota yhteys lääkäriin, mikäli esiintyy ärsytystä tai syöpyymistä.

Hengitys

Siirrä potilas raittiiseen ilmaan. Pöly kurkusta ja sieraimista pitäisi poistaa välittömästi. Ota yhteys lääkäriin, mikäli esiintyy ärsytystä tai jos esiintyy epämiellyttävää yskimistä.

Nieleminen

Ei saa oksennuttaa. Jos henkilö on tajuissaan, puhdistetaan suu vedellä ja juotetaan runsaasti vettä. Otetaan välittömästi yhteyttä lääkäriin tai myrkytyskeskukseen.

4.2 Tärkeimmät oireet ja vaikutukset, sekä välittömät että viivästyneet

Silmät: Sekä kuiva että kostea aine voi aiheuttaa vakavia palautumattomia silmävammoja.

Iho: Voi aiheuttaa ärsytystä kostealla iholla. Pitkäaikainen ja toistuva altistus voi aiheuttaa ihotulehduksen. Pitkäaikainen altistus märälle aineelle esim. kovettuneen aineen päällä polvillaan olo jopa vaatteiden läpi voi aiheuttaa vakavaa ihon syöpyymistä.

Hengittäminen: Toistuva pitkäaikainen altistuminen pölylle lisää keuhkosairauksen riskiä.

Ympäristö: Normaalkäytössä tuote ei ole ympäristölle haitallinen.

Kuiva aine aiheuttaa ärsytystä iholla, hengityselimissä ja silmissä. Lisäksi kostean aineen voimakas emäksisyys aiheuttaa ihon ja silmien ärsytystä sekä silmävaurion vaaran.

4.3 Mahdollisesti tarvittavaa välitöntä lääketieteellistä apua ja erityishoitoa koskevat ohjeet

Ota tämä käyttöturvallisuustiedote mukaan, kun otat yhteyttä lääkäriin.



Käyttöturvallisuustiedote
GEOFIX Pakkausmassa GF2

KOHTA 5: Palontorjuntatoimenpiteet

5.1 Sammutusaineet Sopivat sammutusaineet:

Tuote ei ole palava, rajoituksia ei ole.

5.2 Aineesta tai seoksesta johtuvat erityiset vaarat

Tuote ei ole palavaa, eikä räjähtävää, eikä se edesauta tai ylläpidä muiden materiaalien palamista.

5.3 Palontorjuntaa koskevat ohjeet

Erityiset suojaimet tulipaloa varten

Sammutushenkilöstöltä ei vaadita erityissuojaimia, koska tuote ei aiheuta erityisvaaraa palotilanteessa.

KOHTA 6: Toimenpiteet onnettomuuspäästöissä

6.1 Varotoimenpiteet, henkilönsuojaimet ja menettely hätätilanteessa

Käytä kohdassa 8 mainittuja suojaimia ja noudata kohdan 7 käsittelyohjeita.

Hätätilanteissa käytettävä hengityksensuojainta, mikäli pölyä on paljon.

6.2 Ympäristöön kohdistuvat varotoimet: Ei saa päästää viemäriin tai vesistöön.

6.3 Suojarakenteita ja puhdistusta koskevat menetelmät ja -välineet

Jätteet kerätään kuivana, mikäli mahdollista.

Kuiva tuote: Kerää kuiva tuote talteen pölynimurilla (HEPA-suodattimella varustetulla) tai vastaavalla

menetelmällä, joka ei lisää pölyämistä. Älä koskaan käytä paineilmaa

Vaihtoehtoisesti tuotteen voi poistaa mopilla, märällä harjalla tai kastelemassa kuiva jauhe ja

poistamalla syntynyt liete. Mikäli edellä mainitut menetelmät eivät tule kyseeseen, huolehdi

työntekijöiden suojaimista ja estä pölyn leviäminen. Kerää jätteet säilytysastiaan ja anna niiden

kovettua ennen hävitystä.

Märkä tuote: Kerää märkä tuote säilytysastiaan ja anna sen kuivua ja kovettua ennen hävitystä.

6.4 Viittaukset muihin kohtiin

Turvallista käsittelyä koskevia ohjeita kappaleessa 7. Henkilökohtaista suojavarustusta koskevia ohjeita

kappaleessa 8. Aineen hävitystä koskevia ohjeita kappaleessa 13.

KOHTA 7: Käsittely ja varastointi

7.1 Turvallisen käsittelyn edellyttämät toimenpiteet

Älä käsittele tai säilytä elintarvikkeiden, virvokkeiden tai tupakkatuotteiden läheisyydessä.

Vältä pölyn muodostumista. Noudata kohtien 6.3 ja 8 ohjeita.

Käytä suojalaseja ja hengityksensuojainta, mikäli se pölyämisen vuoksi on tarpeen. Käytä suojakäsineitä ja vältä ihokosketusta.

Palo- ja räjähdysuojaohejeet: Erikoistoimenpiteitä ei vaadita.

7.2 Turvallisen varastoinnin edellyttämät olosuhteet, mukaan luettuina yhteensopimattomuudet

Pakattu tuote säilytetään avaamattomassa säkissä viileässä ja kuivassa paikassa irti maasta ja liiallisesta vedosta suojattuna.

Alumiinisia säilytysastioita ei voi käyttää.

7.3 Erityinen loppukäyttö Merkittäviä lisätietoja ei ole saatavilla.

KOHTA 8: Altistumisen ehkäiseminen ja henkilönsuojaimet



Käyttöturvallisuustiedote
GEOFIX Pakkausmassa GF2

8.1 Valvontaa koskevat muuttujat

Työpaikan ilman haitalliseksi tunnetun pitoisuuden raja-arvo:

Suosittelu suurin HTP-arvo (Sosiaali- ja terveysministeriö, 2014) 5 mgm³/8h (hengitettävä pöly).

Muut raja-arvot

Epäorgaaninen pöly (hengittävä pöly) 10 mgm³/8h ja 20 mgm³/lyhytakainen

Epäorgaaninen pöly (alveolijae) 3 mgm³/8h ja 6 mgm³/lyhytakainen

DNEL-arvot

Työperäinen altistus: 4 mgm³ (hengittävä pöly)

Muu altistus: Ei merkitystä

PNEC-arvot

PNEC		Varmuuskerroin
Makea vesi	5 g/l	10
Merivesi	0,5 mg/l	100
Jätevedenpuhdistamo	10 g/l	1
Maaperä	1000mg/kg maata	10
Sedimentti (makea vesi)	Ei merkitystä	100
Ilma	Ei merkitystä (ei haittava)	---

8.2 Altistumisen ehkäiseminen

Yleisesti

Vältä polvillaan oloa tuoreen massan päällä. Jos se ei ole mahdollista, käytä polvisuojia tai vedenpitäviä housuja. Älä syö, juo tai tupakoi, kun työskentelet tuotteen kanssa, välttääksesi kontaktia iholle tai suuhun. Ennen kuin aloitat työskentelyn tuotteen kanssa käytä suojaavaa kosteusvoidetta käsissä, toista toimenpide säännöllisesti. Työntekijöiden tulisi peseytyä heti työskentelyn jälkeen ja käyttää ihon kosteusvoiteita. Riski likaantuneet vaatteet, jalkineet, kello jne. ja puhdistaa ne perusteellisesti ennen seuraavaa käyttöä.

Tekniset torjuntatoimenpiteet

Pölyhaitat minimoidaan hyvällä ilmastoinnilla, pölynpoistolla ja kuivapuhdistusmenetelmillä, joista ei synny pölyä.



Silmien tai kasvojen suojaus

Käytä suojalaseja (EN166) kun käsittelet kuivaa tai kosteaa tuotetta, ettei tuotetta joudu silmiin.



Ihonsuojaus

Käytä vedenpitäviä, emäksisyyttä ja kulutusta kestäviä suojakäsineitä, joiden sisävuori on puuvillaa.



Käyttöturvallisuustiedote
GEOFIX Pakkausmassa GF2

Käsinemateriaali: Nitrilikumi
Käsineen paksuus: 0,11 mm
Läpäisy aika: > 480 min

Suojakäsineiden on oltava EU direktiivin 89/686/EEC ja EN374- standardin mukaiset, esim. KCL 741 Dermatril® L (täysikosketus), KCL 741 Dermatril® L (roiske kosketus).

Käytä saappaita, pitkähihaista suoja-asua sekä muita suojatuotteita välttääksesi pitkäaikaista ihokontaktia märkään tuotteeseen. Estä märän tuotteen joutuminen saappaisiin. Välttämättä tuotteen käsittelyn jälkeen, iho tulee pestä ja rasvata ihoa kosteuttavilla tuotteilla.



Hengityksensuojaus

Käytettävä EN-standardien mukaista hengityksensuojainta, mikäli altistutaan suurille pölypitoisuuksille. Pölyhaitat minimoidaan hyvällä ilmastoinnilla, pölynpoistolla ja puhdistusmenetelmillä, joista ei synny pölyä.

Termiset vaarat

Ei ole

Ympäristöaltistumisen torjuminen

Ei pidä päästää sementtiä viemäriin, eikä pinta- tai pohjaveteen.

KOHTA 9: Fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet

9.1 Fysikaalisia ja kemiallisia perusominaisuuksia koskevat tiedot Yleiset tiedot

Olomuoto:	jauhe
Väri:	harmaa
Haju:	lähes hajuton
Hajukynnys:	ei määrätty.
pH-arvo:	10-13
Olosuhteen muutos:	
Sulamispiste/sulamisalue:	Ei määritely.
Kiehumispiste/kiehumisalue:	Ei merkitystä.
Leimahduspiste:	Ei määritely.
Syttyvyys (kiinteät aineet, kaasut):	Tuote ei ole syttyvää.
Syttymislämpötila:	Ei määrätty.
Hajoamislämpötila:	Ei määrätty.
Räjähdysominaisuudet:	Tuote ei ole räjähdysvaarallinen.
Räjähdyksrajat:	
Alempi:	Ei määrätty.
Ylempi:	Ei määrätty.
Hapettavat ominaisuudet:	Ei määrätty.
Höyrynpaine:	Ei käytettävissä.



Käyttöturvallisuustiedote
GEOFIX Pakkausmassa GF2

Irtotiheys: Höyryntiheys	n. 1,2 kg/m ³
Höyrystymisnopeus	Ei voida käyttää. Ei voida käyttää.
Liukenevuus/sekoittuvuus Veteen:	Ei liukene orgaanisiin liuottimiin
Jakaantumiskerroin (n-oktanolivesi):	Ei määrätty.
Viskositeetti:	
Dynaaminen:	Ei määritelty
Kinemaattinen:	Ei määritelty
9.2 Muut tiedot	Merkittäviä lisätietoja ei ole saatavilla.

KOHTA 10: Stabiilisuus ja reaktiivisuus

10.1 Reaktiivisuus

Ei ole reaktiivinen normaaleissa olosuhteissa. Jauhemainen tuotekomponentti reagoi alkaliaktivaattorikomponentin kanssa muodostaen voimakkaasti emäksisen liuoksen, joka kovettuu nopeasti.

10.2 Kemiallinen stabiilisuus Stabiili normaaleissa olosuhteissa.

10.3 Vaarallisten reaktioiden mahdollisuus Alumiinijauheen käyttö tuotteen kanssa aiheuttaa vetykaasun muodostumista.

10.4 Vältettävät olosuhteet Suojattava kosteudelta. Kosteat olosuhteet säilytyksen aikana voivat aiheuttaa paakkuuntumista ja jauhekomponentin laadun heikkenemistä.

10.5 Yhteensopimattomat materiaalit: Alumiinijauheen käyttö tuotteen kanssa aiheuttaa vetykaasun muodostumista.

10.6 Vaaralliset hajoamistuotteet: Tiedossa ei ole vaarallisia hajoamistuotteita.

KOHTA 11: Myrkyllisyyteen liittyvät tiedot

11.1 Tiedot myrkyllisistä vaikutuksista Välitön myrkyllisyys: Seoksen myrkyllisyysominaisuuksista ei ole kokeelliseen näyttöön perustuvia tietoja.

Luokitukseen vaikuttavat LD₅₀-arvot: Ei luokitustietoja saatavilla.

Ärsyttävyyden ja syövyttävyyden Ihoon: Saattaa ärsyttää ihoa ja limakalvoja.

Silmiin: Kuiva pöly saattaa ärsyttää silmiä.

Herkistymisen: Ei ole tiedossa.

Muut terveysvaikutuksiin liittyvät tiedot: Kuiva pöly saattaa ärsyttää hengitysteitä.

Toistuvan annostelun myrkyllisyys Pitkäaikaisia haittavaikutuksia ei ole tiedossa.

KOHTA 12: Tiedot vaarallisuudesta ympäristölle

12.1 Myrkyllisyys

Myrkyllisyys vesieläimille: Ei tiedossa.

12.2 Pysyvyys ja hajoavuus Ei tiedossa. Tuote epäorgaaninen.

12.3 Biokertyvyys. Tuote epäorgaaninen. Kovettumisen jälkeen ei toksista vaaraa.

Käyttäytyminen eri ympäristöolosuhteissa:



Liikkuvuus maaperässä: Käsitelyn yhteydessä voi siirtyä pölynä ympäristöön. Liikkuvuus maaperässä ei ole merkityksellinen. Kovettumisen jälkeen ei toksista vaaraa.

Muita tietoja: Ei tunnetta.

Ekologisia lisätietoja:

Yleisohjeita: Estettävä pääsy pohjaveteen, vesistöihin tai viemäristöön.

12.4 PBT- ja vPvB-arvioinnin tulokset Ei merkityksellinen, koska tuote on epäorgaaninen materiaali. Kovettumisen jälkeen ei toksista vaaraa.

12.5 Muut haitalliset vaikutukset Merkittäviä lisätietoja ei ole saatavilla.

KOHTA 13: Jätteiden käsittelyyn liittyvät näkökohdat

13.1 Jätteiden käsittelymenetelmät

Kuiva tuote: kerää talteen säilytysastioihin. Hävitä paikallisten jätteenkäsittelymääräysten mukaisesti. Tuotetta ei pidä päästää vesistöihin eikä viemäriin.

Liete tai märkä tuote: anna kovettua ja hävitä paikallisten jätteenkäsittelymääräysten mukaisesti.

KOHTA 14: Kuljetustiedot

14.1 YK-numero

ADR, ADN, IMDG, IATA Ei tarpeellinen

14.2 Kuljetuksessa käytettävä virallinen nimi ADR, ADN, IMDG, IATA	Ei tarpeellinen
14.3 Kuljetuksen vaaraluokka ADR, ADN, IMDG, IATA luokka	Ei tarpeellinen
14.4 Pakkausryhmä ADR, IMDG, IATA	Ei tarpeellinen
14.5 Ympäristövaarat:	Ei voida käyttää.
14.6 Erityiset varotoimet käyttäjälle	Ei voida käyttää.
14.7 Kuljetus irtolastina Marpol 73/78 - sopimuksen II liitteen ja IBC-säännösten mukaisesti	Ei voida käyttää.
Lisätietoja:	Ei vaarallinen aine yllä olevan määritelmän mukaan.
UN "Model Regulation":	-

KOHTA 15: Lainsäädäntöä koskevat tiedot

15.1 Nimenomaisesti ainetta tai seosta koskevat turvallisuus-, terveys- ja ympäristösäännökset tai -lainsäädäntö

15.2 Kemikaaliturvallisuusarviointi: Kemikaaliturvallisuusarviointia ei ole tehty.



Käyttöturvallisuustiedote
GEOFIX Pakkausmassa GF2

KOHTA 16: Muut tiedot

Käyttöturvallisuustiedotteen tiedot perustuvat tämänhetkiseen tietämykseen. Tiedote ei ole takuu tuotteen ominaisuuksista eikä luo oikeudellisesti sitovaa sopimussuhdetta.

Asiaankuuluvat lausekkeet

H335 Saattaa aiheuttaa hengitysteiden ärsytystä.

Käyttöturvallisuustiedotteen julkaisija:

ECConsulting Oy
Tullipuistonkatu 2
Toimistohuoneisto 1
95400 Tornio, Finland
www.econsulting.com

Yhteystiedot:

Puh. +358-16-458-8600

Lyhenteet ja lyhennykset:

ADR: Accord européen sur le transport des marchandises dangereuses par Route (European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road)
IMDG: International Maritime Code for Dangerous Goods IATA: International Air Transport Association
GHS: Globally Harmonised System of Classification and Labelling of Chemicals EINECS: European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances ELINCS: European List of Notified Chemical Substances
CAS: Chemical Abstracts Service (division of the American Chemical Society) LC50: Lethal concentration, 50 percent
LD50: Lethal dose, 50 percent
Skin Irrit. 2: Skin corrosion/irritation, Hazard Category 2
Eye Dam. 1: Serious eye damage/eye irritation, Hazard Category 1 Skin Sens. 1: Sensitisation - Skin, Hazard Category 1
STOT SE 3: Specific target organ toxicity - Single exposure, Hazard Category 3

Käytetyt tietolähteet

Kemikaalilainsäädäntö.

Materiaalikohtaiset laboratoriotulokset.

Lisäykset, poistot ja muutokset

Tämän käyttöturvallisuustiedotteen sisältämät tiedot perustuvat lähteisiin, tieteelliseen ja tekniseen tietämykseen ja voimassa olevaan kansalliseen ja EU-lainsäädäntöön, mutta eivät ole taanin oikeellisuudesta. Tiedote on tarkoitettu palvelumaan tuotteen turvallista käyttöä eikä siihen esitettyä tietoa voida pitää takuuna tuotteen ominaisuuksista. Emme tunne emmekä valvo tuotteen käyttäjien työskentelymenetelmiä tai -olosuhteita, ja tarvittaessa toimenpiteistä, jolla varmistetaan voimassa olevien säädösten noudattaminen kemikaalien käsittely-, varastoinnin, käytön ja hävittämisen yhteydessä joista huolehtiminen on viime kädessä aina käyttäjän vastuulla.

Liite 4. 8.11.2023 suoritettun EDXRF-analyysin tulos.

7.11.2023			
XRF - Shimadzu EDX 800			
	Ca	55,157	%
	Si	24,004	%
	Al	7,274	%
	Fe	4,430	%
	K	2,858	%
	S	2,594	%
	Ti	2,395	%
	Mn	0,665	%
	Sr	0,262	%
	V	0,164	%
	Zr	0,072	%
	Rb	0,045	%
	Zn	0,020	%
	Cu	0,019	%
	Cr	0,016	%
	Y	0,011	%
	Ir	0,008	%
	Th	0,005	%

Liite 5. 19.1.2024 suoritettujen EDXRF-analysien tulokset.

19.1.2024		2. erä		19.1.2024		2. erä	
XRF - Shimadzu EDX 800				XRF - Shimadzu EDX 800			
	Ca	57,198	%		Ca	55,832	%
	Si	21,951	%		Si	22,637	%
	Al	7,107	%		Al	7,752	%
	Fe	4,371	%		Fe	4,438	%
	S	2,846	%		S	2,825	%
	Ti	2,707	%		K	2,709	%
	K	2,560	%		Ti	2,632	%
	Mn	0,583	%		Mn	0,551	%
	Sr	0,310	%		Sr	0,300	%
	V	0,142	%		V	0,148	%
	Zr	0,055	%		Zr	0,054	%
	Ag	0,050	%		Rb	0,044	%
	Rb	0,046	%		Zn	0,020	%
	Cu	0,024	%		Cu	0,020	%
	Zn	0,022	%		Ir	0,012	%
	Ir	0,011	%		Y	0,010	%
	Y	0,011	%		Cr	0,009	%
	Th	0,005	%		Th	0,005	%