

Panu Kanamäki

Betonilattian pinnoittaminen polyurealla

Opinnäytetyö

Kevät 2018

SeAMK Tekniikka

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Rakennustekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Suunnittelu

Tekijä: Panu Kanamäki

Työn nimi: Betonilattian pinnoitus polyurealla

Ohjaaja: Jorma Tuomisto

Vuosi: 2018 Sivumäärä: 34 Liitteiden lukumäärä: 1

Tässä opinnäytetyössä perehdytään Teknosin polyureapinnoitteen toimivuuteen biojätteen käsittelytilan betonilattiassa.

Alkuperäinen betonilattia kesti viisi vuotta. Biojätteen sisältämät hapot syövyttivät betonia, ja viidessä vuodessa betonilattian teräsverkot tulivat näkyviin. Ensimmäiseksi lattia korjattiin asfaltoimalla. Asfaltti kului pahimmista paikoista vuodessa siten, että vanha betonilattia tuli näkyviin. Irronnut asfaltti rikkoi pumppuja ja venttiileitä ja kulutti putkistoa ja prosessilaitteita.

Uutta pinnoitusta suunniteltaessa vaihtoehtoiksi muodostuivat teräslevy, betoni-laatta ja polyureakäsittely. Suunnitteluvaiheessa pitää ottaa huomioon biojätteen sisältämät hapot sekä pyöräkuormaajan kauhan kuluttava liike.

Vaihtoehtoista teräslevy on kallein vaihtoehto. Lisäksi teräslevyn asentaminen 500 m² lattiaan vaatii eniten työtunteja. Betonilaatan korjaus on halvin vaihtoehto, mutta lattian korjaaminen betonilla vaatisi pitkän biojätteen varakäsittelyn, koska asentamisen lisäksi betoni vaatii pitkän kovettumisajan. Polyureapinnoituksen etu on helppo asennus ja lyhyt kuivumisaika.

Avainsanat: pinnoitus, polyurea, Teknos, pinnoitetyö

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: Structural Design

Author: Panu Kanamäki

Title of thesis: Coating concrete floor with polyurea

Supervisor: Jorma Tuomisto

Year: 2018 Number of pages: 34 Number of appendices: 1

This thesis focused on the functioning of Teknos polyurea coating on concrete floor in bio-waste treatment space.

The original concrete floor had lasted five years. Bio-waste acids had eroded concrete and after five years the steel nets of the concrete floor became visible. At first the floor was repaired with asphalt. The asphalt wore out in a year so much that the old concrete floor came visible again. The loose asphalt broke the pumps, valves and wore off the piping and process equipment.

When planning the new coating, there were several options such as steel, concrete slab and polyurea treatment. In the planning attention had to be paid to the bio-waste acids and the abrasion caused by a wheel loader.

The steel plate was the most expensive option and the installation of the steel plate on a 500 m² floor requires most working hours. Concrete slab repair would have been the least expensive choice, but the installation of the concrete floor takes time and hardening of concrete requires a long time. The advantage of using polyurea coating was easy installation and short drying time.

Keywords: coating, polyurea, Teknos, coating work

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo	5
Käytetyt termit ja lyhenteet	6
1 JOHDANTO	7
2 POLYUREAPINNOITE.....	8
2.1 Polyurean koostumus ja pohjuste	11
2.2 Ruiskutuslaitteisto	11
2.2.1 Lämmitysletkujärjestelmä.....	12
2.2.2 Siirtopumppu.....	13
2.2.3 Ruiskupistooli.....	14
2.2.4 Annostelija	14
2.3 Polyurean käyttäytyminen tulipalossa ja hävittäminen käytön jälkeen	15
3 BIOHALLIN BETONILATTIAN ONGELMA.....	17
3.1 Pinnoitevaihtoehtojen vertailu	17
3.2 Pinnoitteen valinta.....	20
3.3 Lattian olosuhteet.....	20
4 POLYUREAPINNOITUS	22
4.1 Pinnoitteen toimivuus	28
4.2 Pinnoitteen ongelmat	28
5 POHDINTA	30
LÄHTEET	31
LIITTEET	33

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Huopakaton ruiskutustyö	11
Kuva 2. PMC lämmitysketku	13
Kuva 3. GHO-siirtopumppu	13
Kuva 4. PMC AP-2 ruiskutuspistooli	14
Kuva 5. PH-40 Hydraulinen annostelija	15
Kuva 6. Biojätteen esikäsittely.	17
Kuva 7. Pinnoitetestaus.	18
Kuva 8. Biojäte varastoituna.	21
Kuva 9. Biojätevaraston lattia.....	23
Kuva 10. Biohallin lattia oikaistuna.....	25
Kuva 11. Biohallin lattia epoksilakattuna.	26
Kuva 12. Polyurean ruiskutus.	27
Kuva 13. Biohallin lattia pinnoitettuna.	28
Kuva 14. Leikkausvoiman aiheuttamat viillot seinässä.	29
 Kuvio 1. Taber-testi.....	 10
 Taulukko 1. Lattiaremonttilaskelma.....	 20

Käytetyt termit ja lyhenteet

biojätteen käsittelytila Tila jossa säilötään biojätettä ja aika ajoin käsitellään.

biojäte Eloperäistä jätettä, joka tässä tapauksessa kerätään kotitalouksista, kouluista ja terveyskeskuksista. Biojäte on orgaaninen jäte, joka mahdollistaa mikrobitoiminnan.

Allu Biojätteen esikäsittelyssä käytettävä seulamurskain.

biojätteen varakäsittely Jos käsittelyssä ilmenee ongelmia ja biojätettä ei pystytä käsittelemään, on jätehuoltoyrityksellä oltava varakäsittelypaikka, jossa biojäte voidaan käsitellä asiaan kuuluvalla laitteistolla.

VOC volatile organic compound – haihtuvia orgaanisia yhdisteitä

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä kuvataan betonilattian pinnoitusta polyurealla. Opinnäytetyön tarkoituksena on tarkastella ja vertailla vaihtoehtoja betonilattian pinnoitukseen haastavissa olosuhteissa. Lattian olosuhteet sisältävät mekaanista kulutusta ja kemiallista rasitusta. Mekaaninen kulutus aiheutuu pyöräkuormaajan kauhasta, jolla lastataan biojätettä käsittelyyn. Kemiallinen rasitus johtuu biojätteen sisältämistä hapoista. Työssä on laskettu vaihtoehtoiset kustannukset lattian pinnoitukseen ja biojätteen varakäsittelyyn. Lisäksi biojätteestä teetettiin analyysi, jota tarkasteltiin materiaalitoimittajan kemistin kanssa. Opinnäytetyö on suoritettu yhteistyössä Teknos Oy:n, Novalab Oy:n ja Kotek Factory Service Oy:n kanssa.

Polyurea on kaksikomponenttinen pinnoite. Työ suoritetaan ruiskulla. Ruisku annostelee säiliöstä pinnoitetta ja kovetetta. Ennen ruiskutusta annosteluyksikkö lämmitää aineen noin 85 °C:een. Ruiskutus voidaan aloittaa, kun lämpötila on saavutettu. Polyurea ja kovete sekoittuvat ruiskun suuttimessa, josta pinnoite leviää suihkumaisena käsiteltävään pintaan. Polyurea kovettuu kosketuskuivaksi noin kahdessa toista sekunnissa. Polyurea muodostaa vettä läpäisemättömän pinnan, joka on samalla kulutusta ja kemikaaleja kestävä pinnoite. Betonilattiaa pinnoitettaessa polyurea vaatii tartunta-aineen. Opinnäytetyössä tartunta-aineena käytettiin Teknofloor primer 306F-01. Pinnoitetyö vaatii suurta tarkkuutta työn suorittajalta. Opinnäytetyössä ruiskutus tehtiin siten, että pinnoite leijaili pintaan, jotta pinnasta tulisi hiukan karhea, mutta samalla vedenpitävä.

Opinnäytetyössä otettiin huomioon biojätteen sisältämät hapot ja emäkset, jotka aiheuttavat betonin syöpymistä ja rapautumista. Kemiallisten reaktioiden lisäksi otettiin huomioon murskainkauhan kuluttava vaikutus pinnoitteelle. Polyureapinnoiteen hyvien ominaisuuksien lisäksi tuote on hinnaltaan ja asennusnopeudeltaan kilpailukykyinen.

2 POLYUREAPINNOITE

Polyurea on elastomeeripinnoite, joka koostuu kahdesta reaktiivisesta komponentista, joiden ominaisuuksia säätämällä saavutetaan nopeasti kovettuva pinnoite. (Puhdasta polyureateknologiaa 2018). Polyurea koostuu samasta koveteosasta kuin polyuretaani. Polyurea eroaa kemiallisesti polyuretaanista, siten että maali-osassa hydroksyyli ryhmä (OH) korvataan amiiniryhmällä (NHR). Polyurean reaktiossa amiini reagoi isosyanaatin kanssa muodostaen ureasidoksen. Äärimmäisiä olosuhteita kestävä pinnoite kovettuu sekunneissa, jopa -30 asteen lämpötilassa (Teknos 2017.) Polyurea on luja ja sitkeä, mutta silti joustava ja kulutusta kestävä pinnoitemateriaali. Polyurea on myös kemikaalikestävyys- ja vesieristävyysominaisuuksiltaan parempi kuin polyuretaani.

Teknos mainostaa, että Teknopur 300 elastomeeripinnoite on kestävimpiä pinnoitetyyppejä. Lujautensa ja joustavuutensa ansiosta Teknopur 300 kestää kovaa kulutusta ja äärimmäisiä mekaanisia rasituksia. Saumaton, vedenkestävä maalikalvo tekee pinnoitteesta hyvän vedeneristeen. Teknopur 300 suojaa maalattuja pintoja myös korroosiolta ja kemikaaleilta. Teknopur 300 elastomeeripinnoitteen käyttölämpötila-alue on laaja. Se ulottuu -40 °C +150 °C:een (Teknos 2017.)

Teknopur 300 on lisäksi tuotteena ympäristöystävällinen, koska aine ei sisällä liuotteita eikä orgaanisia yhdisteitä. Teknos on tehnyt pinnoitteella erinäisiä testejä. Muun muassa standardin 2812-1 mukainen testi on osoittanut, että pinnoite kestää tislattua vettä ja merivettä yli kaksi vuotta ilman merkittäviä muutoksia. Lisäksi samalla standardilla on tehty testejä, joiden pitoisuus on ollut natriumhydroksidilla 50 %, ammoniakilla 20 %, rikkihapolla 20 %, etikkahapolla 10 % ja suolahapolla 10 %. Kaikilla edellä mainituilla kemikaaleilla minimiajaksi ilman merkittäviä muutoksia on tullut yli yksi vuosi.

Ympäristöystävällisyyden lisäksi pinnoite on myös käyttäjäystävällinen. Tuotteella ei ole VOC-päästöjä. VOC tulee englannin kielisistä sanoista volatile organic compound, joka tarkoittaa haihtuvia orgaanisia yhdisteitä, joiden kiehumispiste on < 250 °C ja höyrynpaine on 20 °C lämpötilassa 0,01 kPa tai enemmän. VOC-päästöt ovat haitallisia ihmisille, eläimille ja kasvillisuudelle. Käyttäjäystävällisyyteen liittyy lisäksi

paloturvallisuus. Pinnoitetta ruiskutettaessa ei tarvitse tulityölupaa, koska pinnoitettaessa ei käsitellä syttyviä materiaaleja. Teknopur 300 on paloluokituksestaan EN 13501-1: Efi. Rakennustuotteen palokäyttäytymistä koskeva standardi EN 13501-1 kertoo, miten se vaikuttaa huonepalossa. Rakentamismääräyskokoelmassa standardi sisältää seuraavanlaista tietoa: SFS-EN 13501-1 Rakennustuotteiden ja rakennusosien paloluokitus Osa 1: Palokäyttäytymiskokeiden tuloksiin perustuva luokitus Fire classification of construction products and building elements Part 1: Classification using data from reaction to fire tests. Standardissa esitetään kaikkien rakennustuotteiden, mukaan lukien rakennusosiin sisältyvien tuotteiden, palotekniiseen käyttäytymiseen perustuva luokitusmenettely. Tuotteita tarkastellaan ottaen huomioon niiden lopullinen käyttötarkoitus ja siihen liittyvät tekijät, jotka vaikuttavat kyseisen tuotteen käyttäytymiseen palotilanteessa. Tähän sisältyy mm. seuraavia tekijöitä: tuotteen laatu, suunta, sijoitus toisiin tuotteisiin nähden sekä tuotteen kiinnitysmenetelmä. Standardi on tarkoitettu kolmelle tuoteryhmälle, joita käsitellään standardissa erikseen:

- muut rakennustuotteet kuin lattianpäällysteet ja putkimaiset lämmöneristetuotteet
- lattianpäällysteet
- putkimaiset lämmöneristetuotteet.

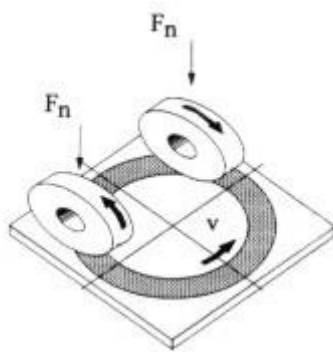
Euroopan komissio on laatinut luettelon tuotteista, joiden voidaan katsoa määrätyin edellytyksin kuuluvan luokkaan A1 tai A1FL ilman testausta. Nämä tuoteryhmät esitetään tämän liitteen luvussa 5. Lisäksi on laadittu menettely, jonka perusteella tuote voidaan määrätyin edellytyksin katsoa kuuluvan tiettyyn paloluokitukseen ilman testausta. Tällaisia tuotteita, jotka voidaan "luokitella ilman lisätestausta" (CWFT), koskevat komission päätökset julkaistaan EY:n virallisessa lehdessä. (Rakentamismääräyskokoelma 2011.)

Teknopur 300 pinnoitteella on erinomainen mekaanisen rasituksen kesto. Tuotteen fyysisiä ominaisuuksia ovat:

- Murtolujuus 25 MPa
- Murtovenymä 380 %
- Repimislujuus standardin ISO 34-1:2015 B mukaan 30 N/mm
- Repimislujuus standardin ISO 34-1:2015 C mukaan 200 N/mm
- Iskunkestävyys -40°C > 100 kg*cm

- Taber kulutuksenkesto, H-18, 1 kg, 1000 kierrosta 90 mg
- Vesihöyryn läpäisevyys 8 g/m² /päivä.

Taber-testissä materiaalille suoritetaan hankaustesti. Testissä käytetään 100 mm:n halkaisijalla olevia koekappaleita. Materiaalin pintaa hangataan kahden hiomakiven avulla. Hiomakivet ovat noin 40 mm:n etäisyydellä toisistaan. Hiomakivissä käytetään painoja, jotka lisäävät painetta kivien osumalle alueelle. Teknopur 300 testissä käytettiin yhden kilon lisäpainoa. Testissä kappaletta pyöritetään 1000 kierrosta. Kulutus perustuu materiaalin alkupainon ja hankaustestauksen jälkeiseen loppupainoon. Hankaustestillä saadaan selville grammoina materiaalin kulutus. Kuvassa havainnollistettu kuva testauksesta (Kuvio 1).



Kuvio 1. Taber-testi
(Principle of the taber abraser test).

Teknos suosittelee betonille pohjamaaliksi joko Teknopur sealer 100 tai Teknofloor primer 306F ja 310 F. Pinnoite soveltuu moneen eri kohteisiin, muun muassa

- erilaisille katemateriaaleille
- kaivosteollisuuteen
- uima-altaisiin
- putkiin
- varoaltaihin
- kuljetuskalustoihin
- teräsrakenteisiin
- betonirakenteisiin.

Vakiovärisävyjä on saatavilla musta, vaaleanharmaa, tiilenpunainen ja RAL-7031. Muita sävyjä tehdään sopimuksen mukaan. RAL classic on eri aloilla maailmanlaajuisesti käytetty väristandardi. RAL-värijärjestelmän Englanninkielinen käännös on

Colour Standards. Järjestelmän on kehittänyt German Institute of Quality Assurance and Trademark Control, joka edelleen valvoo värijärjestelmää.

Polyureapinnoitetta voidaan käyttää monissa erilaisissa kohteissa. Pinnoite toimii vedeneristeenä, korroosiosuojauksessa sekä paikoissa, jotka vaativat kulutuksenkestoa. Pinnoitteella voidaan luoda nopeasti suojaus betonille, teräkselle ja muille alustoille, kuten vesikatoille, jossa pinnoitetta ruiskutetaan huopakatonle (kuva 1).



Kuva 1. Huopakaton ruiskutustyö (Teknopur 300 elastomeeripinnoite).

2.1 Polyurean koostumus ja pohjuste

Ennen polyurean ruiskutusta alustaan suositellaan pohjusteeksi primeria. Primer parantaa pinnoitteen tarttumista alustaan. Primer levitetään alustaan joko ruiskuttamalla tai telaamalla. Kemiallisen sidoksen lisäksi alustasta tulee yhtenäinen.

2.2 Ruiskutuslaitteisto

Ruiskutuslaitteistona Kotek Factory Service Oy käyttää PMC:n valmistamaa laitteistoa.

RTV-Yhtymä Oy:n yhteistyökumppani Polyurethane Machinery Corporation (PMC) valmistaa laitteita ja tarvikkeita uretaaniteollisuuden tarpeisiin. Kaikki PMC:n tuotteet suunnitellaan ja valmistetaan Yhdysvalloissa. Yhtiö on toiminut yli 100 vuotta. (RTV-yhtymä Oy 2018.)

PMC suunnittelee kokonaiset tuotelinjat ruiskutettaville uretaanipinnoitusjärjestelmille, mukaan lukien annostelulaitteet, yksilöllisesti suunnitellut lämmitysletkujärjestelmät, siirtopumput, ruiskutuspistoolit ja urakoitsijoiden vaatimat lisälaitteet. Laitteilla levitetään eristevaahdot sekä katto-, lattia-, seinä-, silta- ja muut erikoispinnoituskohdeet polyurea- ja hybridipolyureapinnoitteilla. (RTV-yhtymä Oy 2018.)

PMC tarjoaa myynnin ja teknisen tuen maailmanlaajuisen jakeluverkoston kautta – Suomessa PMC:n laitteita yhteistyökumppanina tuo maahan RTV-Yhtymä Oy. (RTV-yhtymä Oy 2018.)

2.2.1 Lämmitysletkujärjestelmä

Ruiskutettavan polyureamassan lämpötila on noin 80 °C, minkä vuoksi lämmitysletkujärjestelmän on oltava lämpöeristetty. PMC:n järjestelmä koostuu sataprosenttisesti letkukudoksesta, jonka päälle on pursotettu PVC:tä. Letkukudoksen ympärillä on letkunsuoja, jonka sisälle on asennettu lämmityskaapelit. Niillä varmistetaan mahdollisimman tasainen lämmönsiirto. Kuvassa näkyy lämmitysletkujärjestelmä (kuva 2).



Kuva 2. PMC lämmitysketku
(PMC pinnoituslaitteet).

2.2.2 Siirtopumppu

Massan siirtopumppu on tynnyriin asennettava gho-pumppu. Pumpun tuotto on 21 litraa minuutissa. Kuvassa 3 siirtopumput kahdelle eri astiakoolle (kuva 3).



Kuva 3. GHO-siirtopumppu
(PMC pinnoituslaitteet).

2.2.3 Ruiskupistooli

Pinnoitetyö tapahtuu ilmahuuhtelevalla ruiskupistoolilla. Pistooli painaa noin yhden kilon ja siihen on saatavilla lisävarusteita. Lisävarusteisiin kuuluu korkeapainesuutin, tarkkuussuutin ja huuhtelupaineastia. Pistoolin maksimi työpaine on 241 bar ja maksimi ilmanpaine on 8,5 bar. Kuvassa PMC:n valmistama ruiskupistooli (kuva 4).



Kuva 4. PMC AP-2 ruiskutuspistooli (PMC pinnoituslaitteet).

2.2.4 Annostelija

Kotek Factory Service Oy:llä on käytössä PMC:n valmistama hydraulinen annostelija pinnoitukseen (kuva 5). Annostelija varmistaa painetasapainon ja oikean lämpötilan. Annostelujärjestelmä sisältää muun muassa voitelujärjestelmän, digitaaliset lämpötilansäätimet sekä erilliset lämmityslohkot kovettajalle ja perusaineelle.



Kuva 5. PH-40 Hydraulinen annostelija (PMC pinnoituslaitteet).

2.3 Polyurean käyttäytyminen tulipalossa ja hävittäminen käytön jälkeen

Teknokselta on saatavilla myös palonkestävää polyureapinnoitetta. Jos pinnoitteelta vaaditaan palonkestoa, niin valitaan Teknopur 340 FR. Pinnoite on palosuojattu halogeenivapailla palonestoaineilla. Pinnoite täyttää pohjoismaisen katteiden palotestivaatimuksen CEN TS 1187 Test 2 tietyillä palavilla alustoilla ja kaikilla palamattomilla alustoilla. Paloluokka Cfl-s1 lattiapinnoilla.

Tulipalossa polyurea on palava materiaali, joka ei sula. Polyurea tuottaa palaessaan hiilimonoksidia, joka on ihmiselle vaarallista. Jos hiilimonoksidia kulkeutuu vereen, se heikentää elimistön kykyä kuljettaa happea. Tarpeeksi suuri määrä hiilimonoksidia veressä saa ihmisen menettämään tajuntansa.

Polyurea ei ole herkästi syttyvä materiaali. Syttymiseen tarvitaan korkea lämpötila ja happea. Palaessaan polyurean pinnalle jäävä hiilikerros tukahduttaa pinnoitteen paloreaktion. Itsestään sammuva tuote pienentää myös ympäristön laskeumaa. Pa-

lava polyurea on helppo sammuttaa, kun pinnoite on vettä läpäisemätön. Syttymisvaiheen, palon aikana ja sammutettaessa muodostuu myrkyllisiä kaasuja. Näiden vaiheiden aikana on käytettävä raitisilmamoottorimaskia.

Polyureapinnoite hävitetään jätteenpolttolaitoksissa. Jätteenpolttolaitoksissa palamisprosessi on tarpeeksi kuumaa, että Polyurea palaa puhtaasti. Pinnoite irrotetaan mekaanisesti lattiasta ja toimitetaan sopivan kokoisina paloina polttolaitokseen. Polyureapinnoite ei ole kierrätettävä materiaali. Lähin pinnoitteen hävittämiseen tarkoitettu jätteenpolttolaitos on Vaasassa toimiva Westenergy Oy.

3 BIOHALLIN BETONILATTIAN ONGELMA

Biohallin lattia on valettu vuonna 2006 loppuvuodesta. Lattialla varastoidaan ennen käsittelyä erilliskerättyä biojätettä ja teollisuudesta tulevia biojätteitä. Biojätettä käsitellään kolme kertaa viikossa. Käsittely tapahtuu pyöräkuormaajalla, johon on liitetty Allu-merkkinen seulakauha (kuva 6). Lattiaa kuluttavat biojätteen hapot ja pyöräkuormaajassa kiinni olevan Allu-kauhan aiheuttama mekaaninen kulutus. Lattian kulumisesta johtuen betonilaatan teräkset tulivat näkyviin ja harjateräksiä jouduttiin katkomaan. Lattian kulumaan reagoitiin ensimmäisen kerran vuonna 2014 touko-kuussa, jolloin kulunut betonilattia puhdistettiin kovalla vesipaineella ja päällystettiin asfaltilla. Asfaltti ei kestänyt kuin vuoden, jonka jälkeen asfaltin paloja alkoi irrota. Asfaltin irtoaminen aiheutti pumppujen ja venttiilien rikkoutumisia. Lisäksi putkistot ja säiliöt tukkeutuivat asfaltin paloista. Asfaltti poistettiin vuonna 2015 kesäkuussa, jolloin alettiin pohtia uusia vaihtoehtoja lattian pinnoittamiseen.



Kuva 6. Biojätteen esikäsittely.

3.1 Pinnoitevaihtoehtojen vertailu

Lattian kestävyysongelmasta johtuen vertailtiin lattiapinnoitteiden vaihtoehtoja. Vaihtoehtoisiksi valikoituivat polyureapinnoite, betonilaatta ja kulutusteräslevy. Pinnoitteen asennusfirma suositteli Chestertonin ARC 791 -pinnoitetta. ARC 791 on

kvartsivahvistettu komposiittiaine, joka on kehitetty uudistamaan ja korjaamaan betonipintoja. ARC 791 -pinnoitteen haittapuoli on se, että kemiallinen kestävyys ei ole riittävä biojätteessä kehittyviä happoja vastaan. Toimittaja päätyi polyureapinnoitteeseen, koska siinä yhdistyvät kulutus- ja kemiallinen kestävyys. Pinnoitteen kemialliseen kestävyys testattiin Bolidenin tehtaalla Kokkolassa, jossa rikkihappoaltaan varoallas oli pinnoitettu polyurealla. Lakeuden Etappi testasi kulutuskestävyyttä koelevyllä. Pinnoitetta ruiskutettiin viisi millimetriä styrox-levyn päälle, jota koekuormitettiin erilaisilla menetelmillä. Kuvassa pinnoitteen koepala laitettiin asfaltille ja vedettiin kahdella työkoneella eri suuntiin (kuva 7).



Kuva 7. Pinnoitetestaus.

Pinnoitteeseen ei saatu syntymään vaurioita tällä testimenetelmillä. Näin ollen polyureapinnoite oli varteenotettava vaihtoehto lattian pinnoittamiseen.

Betonivalukorjaus olisi koostunut 100 mm paksusta teräsbetonilaatasta. Vanha betonilattia olisi pitänyt pestä puhtaaksi. Kynnysten kohdista betonia olisi pitänyt jyrsiä pykälien estämiseksi. Vanha lattia olisi pitänyt hiekkapuhalttaa ja vanhat raudoitukset ruostesuojata. Vanhaan lattiaan olisi asennettu tartuntateräksiä ja betoniverkot. Betonitarjouksessa Rudus Oy suositteli lujuudeltaan K67 olevaa betonia. Toimittaja oli tehnyt tuulimyllykoebetoneita K67-betonilla. He olivat suunnitelleet massiivisia

hybriditorneja, joissa betoni piti olla säänkestävää ja lujuudeltaan K67. Toimittaja oli tehnyt useampiakin kokeita oikean lujuuden saavuttamiseksi ja niistä viimeinen, plus-sementillä ja masuunikuonalla tehty sulfaatinkestävä, säänkestävä betoni oli saavuttanut parhaat tulokset. K7-tulos oli 54,3 MPa, K28-tulos oli 76,7 MPa ja K91-tulos oli 80 MPa. Betonista löytyi myös toinen vaihtoehto, joka on nimeltään polymeeribetoni. Ruduksen paras vaihtoehto polymeeribetonista oli normaalisti kovettuva C45/55 betoni, johon olisi lisätty silikaa neljä prosenttia. Raekoko olisi ollut 16 mm ja notkeusluokka S2. Lujuutta tarjotulla betonilla olisi yli 65 MPa, jonka lisäksi betoni kestää kulutusta ja happoja. Silikan lisäys olisi parantanut betonin lujuutta huomattavasti. Silika lisää myös betonin tiiviyyttä ja parantaa siten betonin kemiallista kestävyyttä.

Teräslevyvaihtoehto nousi esille, kun yhdellä Etapin työntekijöistä oli kokemusta teräslevyn käyttämisestä betonilattian päällä. Kävimme tutustumassa Satakierron bio-kaasulaitoksessa, jossa teräslevyllä pinnoitettu betonilattia oli käytössä. Kohteen lattia oli huomattavan paljon pienempi kuin meidän kohteessa eikä lattiassa ollut kallistuksia. Teräslevyä pidettiin silti varteenotettavana vaihtoehtona ja sitä pidettiin laskelmissa mukana. Kulutusteräslevyistä oli vaihtoehtoina kahden millimetrin ja kuuden millimetrin kulutusteräslevyt. Kahden millimetrin kulutusteräslevy olisi toimitettu kelana, joten hitsausaumoja olisi tullut vähemmän kuin kuuden millimetrin teräslevyissä. Ohuemmassa teräslevyssä alusta olisi pitänyt olla paljon suurempi kuin vahvemmassa teräslevyssä.

Laskelmissa otettiin huomioon materiaalin hinta, pohjatöiden osuus ja pinnoitteen asennus. Lisäksi huomioitiin varajärjestelmän käyttö biojätteelle. Polyureapinnoitteella lattian korjaustyöaika olisi ollut lyhin ja betonivalussa korjaustyöaika olisi ollut pisin, jolloin biojätteet olisi jouduttu ohjaamaan varakäsittelyyn, mistä syntyy lisäkustannuksia.

Taulukko 1. Lattiaremonttilaskelma.

BKL:n BIOHALLIN LATTIAREMONTTI									
Teknos Teknopur 300 - 800			RAEX 400 paksuus 2 mm			RAEX 400 paksuus 6 mm			Betonivalu 100 mm
5 mm ruiskutettava PUR pinnoite			hitsattava työtä 16h/pv			hitsattava työtä 16h /pv			pohjaverkotus ja valutyö pintatöineen
työtä 8 - 16h / pv materiaali	44500		materiaali	14000		materiaali	35000		erikoispolymeeri- betoni (tavallinen 7000€)
täyttö 1500 kg			täyttö 5 m3			täyttö 5 m3			verkko
tasoite 1,75 €/kg	2625		tasoite 0,8 €/kg	7000		tasoite 0,8 €/kg	5000		
esikäsitteily 20 h			hionta 20h			hionta 8h			pohja- ja verkkotyö 36h
tasaus 20h			tasaus 30h			tasaus 16h			valutyö 20h
pinnoitetyö 10h			hitsaus ja kiinnitys 80h			hitsaus ja kiinnitys 100h			kuivumisaika 80h
45€/h x 50 h	2250		45€/h x 130 h	5850		45€/tn x 124 h	5600		45€/tn x 136h
varajärjestelmän kustannus (400 tn/kk)			varajärjestelmän kustannus (2.5 tn/h)			varajärjestelmän kustannus (400 tn/kk)			varajärjestelmän kustannus (400 tn/kk)
veloitus 120 €/tn			veloitus 120 €/tn			veloitus 120 €/tn			veloitus 120 €/tn
1.5 vk = 100 tn x 120€	18000		1.5 vk = 150 tn X 120 €	18000		2vk = 200 tn x 120€	24000		3vk = 300 tn x 120€
Kokonaiskustannus	67375		Kokonaiskustannus	44850		Kokonaiskustannus	69600		67375 60900

3.2 Pinnoitteen valinta

Pinnoitteeksi valittiin asennusnopeuden ja nopean kuivumisen vuoksi polyurea. Samalla todettiin, että jos pinnoitteeseen tulee vaurioita, pinnoitteen korjausnopeus olisi myös etu.

Teräslevyssä epäiltiin lattian liukkautta ja metallin irtoamista teräslevystä lopputuotteeseen. Ohuemmassa teräslevyssä epäilytti kestävyys. Lattia olisi pitänyt saada erittäin suoraksi ja siltikin epäiltiin, että Allu-kauhan kulma rikkoo ohuen teräslevyn.

Betonilattiaa ei valittu, koska edellinen lattia kesti kuusi vuotta ja eikä ollut tietoa, kuinka polymeeribetoni kestää biojätteessä muodostuvia kemiallisia yhdisteitä vastaan. Seuraavaksi päätettiin yhdessä polyureapinnoitetoimittajan kanssa, että tehdään laboratoriossa tutkimukset siitä, mitä biojäte sisältää ja mitä jätteessä muodostuu, kun se on lattialla.

3.3 Lattian olosuhteet

Pinnoitteen olosuhteita alettiin tutkia lähettämällä näyte biojätettä akkreditoituun laboratorioon. Laboratorioksi valittiin Novalab Oy, jonka pääpaikka on Karkkilassa.

Pinnoitetoimittaja ilmoitti analysoitavat aineet jätteestä. Heidän mukaan pitäisi tutkia pH sekä orgaanisten ja epäorgaanisten happojen luonne. Lisäksi pitäisi tutkia pienimolekyyliset aineet, muun muassa metanoli, etanoli, metaani, emäkset ja suolat. Biojätteen ollessa lattialla sopivassa lämpötilassa jäte alkaa mädäntyä. Biojätteessä alkaa maitohappokäyminen, jossa siihen syntyy orgaanisia happoja, muurahais-, etikka-, propioni-, voi-, isovoi- ja maitohappoa. Happojen yhdisteet pudottavat biojätteen pH:n noin tasolle neljä, mikä syövyttää betonia ja hapot tuhoavat muun muassa epoksinnoitteet. Teknos Oy suosittelee Teknopur 300 polyureaa, joka kestänee kemiallisesti paremmin. Kuvassa biojäte varastoituna biojätehallin lattialle (kuva 8).



Kuva 8. Biojäte varastoituna.

4 POLYUREAPINNOITUS

Ennen lattiaremontin aloittamista mietittiin Kotek Factory Service Oy:n kanssa mahdolliset alustustyöt ennen pinnoitteen ruiskuttamista. Mahdollisimman hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi pitää pohjustustyöt tehdä huolellisesti. Alustavan suunnitelman mukaan lattia pestään korkealla paineella ja kuumalla vedellä. Pohjapuhdistus voi olla vesipiikkaus, jyrshintä tai hiekkapuhallus. Seuraavaksi lattia pitää raudoittaa ruostumattomalla teräsverkolla ja ruostesuojata näkyvissä olevat raudoitukset. Ennen lattian oikaisua pintaan pitää levittää tartunta-ainetta. Syöpyneet kohdat lattiasta oikaistaan. Viimeisenä on vuorossa pinnoitteen ruiskutus.

Lattiaremontti aloitettiin tyhjentämällä hallin lattialta kaikki ylimääräinen tavara ja materiaali pois. Seuraavaksi vuorossa oli lattian pesu kuumapesurilla. Käytössä oli Kärcher HDS 798C eco -mallinen kuumavesikorkeapainepesuri. Pesurissa paine on maksimissaan 150 bar ja veden lämpötila 150 °C. Pesun aikana ilmeni, että lattia oli syöpynyt niin pahasti, että lattialämmitysputkisto oli tullut näkyviin (kuva 9). Lattialämmitysputkisto oli pysynyt ehjänä, vaikka useampi putki tuli näkyviin pesun aikana.



Kuva 9. Biojätevaraston lattia.

Ennen hiekkapuhallusta sähkömoottorit suojattiin muovipusseilla ja viemärit tulpatettiin. Lattia ja seinät hiekkapuhallettiin kahden metrin korkeuteen asti. Alihankkija imuroi irtonaisen hiekkapuhallushiekan lattialta ja seinistä kuivaimuautolla. Imuroinnin jälkeen Kotek Factory Service Oy käsitteli esiin tulleet harjateräkset. Käsittelyaineena he käyttivät Webervetonit REP 05 -korroosiosuojalaastia. Laasti on tarkoitettu puhdistettujen betoniraidoitteiden korroosiosuojaukseen, joka muodostaa teräksen ympärille hitaasti läpäisevän, alkalisen kerroksen. (Korroosiosuojalaasti 1.12.2017.) Laastia voidaan käyttää myös tartuntaa parantavana massana betonin ja korjauslaastin välillä silloin, kun alusbetonin pinta ei ole riittävän karhea. Lattian ja seinien isojen syöpymien täyttöön käytettiin MasterEmaco S 5400 -rakennekorjauslaastia. Laasti on yksikomponenttinen, sulfaatteja kestävä, kutistumakompensoitu, sementtipohjainen ja kuituvahvisteinen rakennekorjauslaasti. (MasterEmaco S 5400 2013.)

Laastin edut:

- soveltuvuus sisä- ja ulkotiloihin, pystypinnoille sekä yläpuolisiin pintoihin, kuiviin ja märkiin tiloihin

- kehitetty uuden nanoteknologian ja kutistumisen kompensointimenetelmin minimoimaan halkeilu
- mahdollisuus levittää jopa 50 mm paksuuteen ilman lisäraudoitusta
- korkea alku- ja loppulujuus
- erinomainen työstettävyys
- erinomainen tartunta alusbetoniin ja hyvä kuormituksen siirtokyky
- erinomainen jäätymisen / sulamisenkesto
- korkea karbonatisoitumisenvastus
- sulfaatteja kestävä
- hyvä veden- ja kloridienpitävyys.

Biohallin lattian suunnitteluvaiheessa oli tullut yksi virhe, joka saatiin samalla korjattua. Lattia kaataa kahdelta suunnalta kanaaliin, josta vedet johdetaan eteenpäin. Kanaali oli suunniteltu ja tehty liian pitkälle, jolloin kanaaliin pääsi biojätteen mukana olevaa muovia. Ylimääräinen kanaali täytettiin Vetonit 6000 -lattiamassalla. Massa on käsin levitettävä, nopeasti kovettuva ja kuivuva sementtipohjainen lattiamassa, jolla voi olla kerrospaksuutta jopa 250 mm. (Pikamassa 1.12.2017.) Ennen varsinaista tasoitetta lattiaan levitettiin Vetonit MD16 -pohjustusaine. Pohjustusaine on dispersiokäsittely, joka parantaa tasoitteen tartuntaa alustaan sekä estää ilmakuplien syntymistä ja tasoitteessa olevan veden imeytymistä alustaan liian nopeasti. (Dispersio 1.12.2017.) Pohjustusaineen kuivamisen jälkeen lattia tasoitettiin Vetonit 4655 -tasoitteella. Tasoite on sementtipohjainen nopeasti kovettuva ja kuivuva. Tasoite on tarkoitettu teollisuuslattioihin. Lattia on pinnoitettavissa vuorokaudessa tasoituksen jälkeen. Tasoitteelle soveltuvat pinnoitteet ovat muun muassa vesiohenteinen liuotinaineeton epoksi ja polyuretaanipohjainen maali. Kuivumisen jälkeen seinissä huomattiin pieniä huokosia. Seinät tiivistettiin Sylothix 51 -paksunnekuidulla. Sylothix 51 sopii huokoisten alustojen kittaukseen. Kun lattiat ja seinät oli tasoitettu, tarkistettiin ilmankosteus ja lämpötila (kuva 10).



Kuva 10. Biohallin lattia oikaistuna.

Teknos suosittelee Teknopur 300 -elastomeeripinnoitteelle pohjustusaineeksi Teknofloor primer -epoksilakkaa. Teknoksen käyttöohjeen mukaan betonipinnan ja lakan lämpötila pitää olla enemmän kuin + 10 °C ja ilman suhteellinen kosteus pitää olla < 80 %. Lakkaustyön ja lakan kuivumisen aikana ilman lämpötila oli + 18 °C ja ilman suhteellinen kosteus 30 %, joten olosuhteet olivat työohjeen mukaiset. Teknofloor primer 306F-01 on kaksikomponenttinen epoksilakka. Sitä käytetään betonilattian pohjustamiseen epoksipinnoitteita ja -massoja käytettäessä. Sitä voidaan myös käyttää uuden betonilattian suojaamiseen likaantumiselta koneiden asentamisen ajaksi. Lakka kestää hyvin vettä, kemikaaleja, öljyä, rasvoja ja bensii-niä. Kulutuskestävyys on erittäin hyvä. (epoksilakka 22.2.2017.) Lakka levitettiin kauttaaltaan ja lakkaustulos tarkistettiin. Huokoisia paikkoja ei silmämääräisesti löytynyt. Kuvassa epoksilakattu biohallin lattia (kuva 11).



Kuva 11. Biohallin lattia epoksilakattuna.

Teknopur 300 -elastomeeripinnoitteen ruiskutus aloitettiin alle vuorokauden kuluttua lakan levittämisestä, koska jos lakkauksesta on kulunut alle 24 h, pintaa ei tarvitse karhentaa, jolloin säästetään kustannuksia ja turhaa työtä.

Ruiskutustyöhön osallistui kaksi henkilöä (kuva 12).



Kuva 12. Polyureaan ruiskutus.

Toinen ruiskuttaa pinnoitetta ja toinen ohjaa letkuja. Ruiskutustyyliä on erilaisia. Pinnan karheus riippuu siitä, miten ruiskutuksen sumu ohjataan pintaan. Tässä tapauksessa, kun lattialla kävellään, haluttiin pintaan karheutta liukkauden torjumiseksi. Pinnan karheus saadaan siten, että ruiskutussumu leijailee pintaan eli ei suunnata ruiskua suoraan pintaan nähden. Pinnoitteen ruiskutus aloitettiin aamulla, koska pinnoitettavaa pinta-alaa oli 700 neliömetriä. Parhaan lopputuloksen saamiseksi ja saumojen välttämiseksi työ olisi hyvä saada tehtyä valmiiksi yhdellä kerralla. Vastaavanlaista lattiaa ei ole polyurealla pinnoitettu. Kerrospaksuudeksi asetettiin kulutusta vaadittavilta pinnoilta viisi millimetriä. Muualla riitti kolmen millimetrin paksuinen kerros, kuten seinissä, kanaalin kourussa ja alueella, johon työkonella ei pääse. Pinnoitteen ruiskuttamiseen meni aikaa 14 h. Lopputuloksena oli hyvin onnistunut pinnoitus (kuva 13).



Kuva 13. Biohallin lattia pinnoitettuna.

4.1 Pinnoitteen toimivuus

Kaksi päivää pinnoituksen jälkeen päästiin testaamaan lattiaa. Kun työkoneen renkaiden ja lattian välissä oli biojätettä, niin lattia oli erittäin liukas. Jatkossa biojätteen esikäsittelytyö pitää tehdä rauhallisemmin, ja se vaatii enemmän tarkkaavaisuutta. Käyttöhenkilökunta piti hyvänä ominaisuutena lattian pesua. Uusi tasainen pinta on helppo pitää puhtaana lämpöisellä vedellä ja kovalla vesipaineella. Biojätteen kuljettajat olivat tyytyväisiä puhtaustasoon. Huonoksi puoleksi kuljettajat mainitsivat lattian liukkauden.

4.2 Pinnoitteen ongelmat

Pinnoite ehti olla lattiassa alle vuoden, kunnes alkoi ilmetä ongelmia. Pinnoite alkoi irrota lattiasta. Yksi ongelmista oli se, että ihmiset sekoittavat biojätteeseen metallia ja lasia. Biojätteen esikäsittelyssä pyöräkuormaajan Allu-kauhalla otetaan biojätettä

lattialta. Kun ajetaan kauha lähellä lattian pintaa, on mahdollista, että metalli tai lasi jää kauhan ja lattian väliin aiheuttaen leikkaavan voiman, jota pinnoite ei kestä. Pinnoitteeseen syntyi ajan saatossa leikkausjälkiä. Kun leikkausviiltoja alkoi olla monta ja tarpeeksi syviä, biojäte pääsi pinnoitteen ja lattian väliin. Biojätteen hapot alkoivat syövyttää epoksilakkaa, jolloin pinnoite irtosi lattiasta. Toinen leikkaava voima tuli pyöräkuormaajan ja pienkuormaajan kauhan nurkasta, joka osui jätettä lastattaessa seinään. Leikkausvoimasta johtuen seinään tuli viiltoja, jotka puhkaisivat pinnoitteen (kuva 14).



Kuva 14. Leikkausvoiman aiheuttamat viillot seinässä.

5 POHDINTA

Valitessamme lattiavaihtoehtoista polyureapinnoitetta ei huomattu ottaa huomioon leikkaavan voiman vaikutusta lattiaan. Myöskään kuormituskokeissa ei leikkaavaa vaikutusta testattu. Toisaalta pinnoitteen korjaus on nopeaa, jos vertaa betonilattian korjaukseen. Tämän hetken tiedon perusteella olisin valinnut kuuden millimetrin kulutusteräslevyn lattian pinnoitteeksi. Haastattelin Satakierron entistä työntekijää, jossa oli käytössä teräslevy biojätevaraston lattiassa.

” Teräslevy tuli vähän kuin vahingossa valittua. Eurassa on yritys, joka valmistaa pääasiassa kauhoja kulutusteräksestä. He olivat ostaneet suuren levyerän ja myöhemmin huomanneet etteivät sitä enää juurikaan tarvitse. Levyt sai siis hyvin halvalla. Siitä määräytyi myös paksuus. Se oli joko 6 tai 8 mm, en ole enää ihan varma. Levyn liukkaus huolestutti, mutta päätimme jättää sen käsittelemättä. Levyt ainoastaan hitsattiin yhteen niin, että muodostui allas. Pohjatöiksi riitti pelkkä pesu ja kuivaus. Paksu levy antoi anteeksi pienet pinnanerot. Levy toimi yllättävän hyvin. Se kiillottui jonkin verran kuormausta tehdessä, mutta ruostui taas yön aikana eikä ollut erityisen liukas. Mahdollisista kulumista tai korroosio-ongelmista en ole tietoinen näin pidemmältä ajalta. Ainakin sen vuoden kaikki toimi ilman ongelmaa.” (Backlund 2018.)

Kotek Factory Service Oy on korjannut lattiaa kahteen kertaan, joista ensimmäinen kerta meni takuun piiriin ja toinen kerta korjattiin omakustannehintaan. Tilanne helpottuisi, jos Teknoksella olisi tarjota vastaavan kaltaista pinnoitetta, jota voisi itse levittää. Jos Teknopur 300 -pinnoitetta ja kovetetta sekoittaa, se jähmettyy kymmenessä sekunnissa eli ei ole mahdollista niin sanotusti kotikonstein paikata vauriokohtia. Tällä hetkellä meillä on testauksessa BASF:n tarjoama Masterseal M 808 elastinen polyuretaanikalvo, joka on myös kaksikomponenttinen. Korjauspinnoitteella on korkea kemiallinen ja kulumisen kestävyys. Tulevaisuudessa kun biojätteen esikäsittelylaitteisto uusitaan, lattian mekaaninen kulutus vähenee, jolloin polyureapinnoite on toimiva ratkaisu. Uudistuksessa pyöräkuormaajakäsittelyn tilalle tulisi laite, johon biojätekuskit kippaisivat biojätteet suoraan laitteen sisälle.

LÄHTEET

Backlund, A. 2018. Kehityspäällikkö biotuotteet. Lakeuden Etappi Oy. Haastattelu 26.1.2018.

Dispersio 1.12.2017. Verkkosivun esite. [Verkkosivu]. [Viitattu 4.2.2018]. Saatavana: <http://shop.e-weber.fi/kronodocs/55064.pdf>

epoksilakka 22.2.2017. Verkkosivun esite. [Verkkosivu]. [Viitattu 4.2.2018]. Saatavana: https://www.teknos.com/globalassets/inriver/resources/fi_306f-01_4.pdf

Korroosiosuojalaasti 1.12.2017. Verkkosivun esite. [Verkkosivu]. [Viitattu 4.2.2018]. Saatavana: <http://shop.e-weber.fi/kronodocs/54542.pdf>

MasterEmaco S 5400 07/2013. Verkkosivun esite. [Verkkosivu]. [Viitattu 26.1.2018]. Saatavana: [https://assets.master-builders-solutions.basf.com/Shared%20Documents/PDF/Finnish%20\(Finland\)/BetoninkorjausMasterEmaco/TDS/MBS_TDS_MasterEmaco_S5400_FIN.pdf](https://assets.master-builders-solutions.basf.com/Shared%20Documents/PDF/Finnish%20(Finland)/BetoninkorjausMasterEmaco/TDS/MBS_TDS_MasterEmaco_S5400_FIN.pdf)

Pikamassa 1.12.2017. Verkkosivun esite. [Verkkosivu]. [Viitattu 4.2.2018]. Saatavana: <http://shop.e-weber.fi/kronodocs/54521.pdf>

PMC pinnoituslaitteet. 2016. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 26.1.2018]. Saatavana: <http://www.rtv.fi/kone-ja-pintakaesittelyosasto/pmc/PMC%20Pinnoituslaitteet%20Tuoteluettelo%202016.pdf>

Principle of the taber abraser test 2018. Taber Abraser. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 26.1.2018]. Saatavana: <http://www.iot.rwth-aachen.de/index.php?id=909>

Puhdasta polyureateknologiaa 2018. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 4.2.2018]. Saatavana: <https://www.teknos.com/fi-FI/teollisuus/erikoispinnoitteet/polyureateknologia/>

Rakentamismääräyskokelma 2011. Paloturvallisuus. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 24.9.2017]. Saatavana: http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Paloturvallisuus

RTV-Yhtymä Oy 2018. Verkkosivun esite. [Verkkosivu]. [Viitattu 24.1.2018]. Saatavana: <http://www.rtv.fi/kone-ja-pintakaesittelyosasto/pmc>

Teknos 08/2017. Vertaansa vailla olevaa puhdasta polyureateknologiaa. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 24.1.2018]. Saatavana: https://www.teknos.com/globalassets/teknos.fi/teollisuus/downloads/fi_teknopur_300_esite_2017_web.pdf

Tekonpur 300 elastomeeripinnoite. 2017. Verkkosivun esite. [Verkkosivu]. [Viitattu 26.1.2018]. Saatavana: https://www.teknos.com/globalassets/teknos.fi/teollisuus/downloads/fi_teknopur_300_esite_2017_web.pdf

LIITTEET

Liite 1. tutkimustodistus_1606329_Biojäte_1

Liite 1. Biojätteen tutkimustodistus.



TUTKIMUSTODISTUS

Tilaus: 1606329
Pvm: 9.12.2016

1(2)

Lakeuden Etappi Oy
Pam Kanamäki
Laskumäentie 15
60760 Pojanluoma



Tilauksen nimi: Biojäte
Näyte: 16ML1375 Biojäte
Näytteenottoaika:
Näyte saapui: 23.11.2016
Analysointi aloitettu: 24.11.2016

Määrittäminen		Tutkimustulos	Menetelmä
Kuiva-aine	%	21,2	Novalab 010
pH		3,9	SFS-EN 13037
Etanoli	%	9,6	GC-MS
Isopropanoli	mg/kg	74	Novalab 049
Muuraishappo	mg/kg	1780	HPLC
Etikkahappo	mg/kg	2460	HPLC
Propionihappo	mg/kg	1792	HPLC
Butaanihappo (voihappo)	mg/kg	<100	HPLC
Rauta, kokonais (Fe)	mg/kg	2000	SFS-EN 13650, Novalab 067
Sulfaatti, kokonais (SO ₄), laskennallinen	mg/kg	6900	Novalab 067
Kloridi (Cl ⁻)	mg/kg	16000	Novalab 065
Ammoniumtyppi (NH ₄ -N), tulokosteassa	kg/tn	0,19	SFS-EN 13652, Novalab 001.B
Vesiliukoinen typpi (Nliuk.vl), tulokosteassa	kg/tn	0,23	SFS-EN 13652, Novalab 001.B
Nitraattityppi (NO ₃ -N) tulokosteassa	kg/tn	<0,1	SFS-EN 13652, Novalab 001.B, laskennallinen
Fosfaatti (PO ₄)	mg/kg	920	SFS-EN 13652, SFS-EN ISO 15681- 2:2005
Kalsium (Ca)	g/kg	9,6	Novalab 070*
Kalium (K)	g/kg	10	Novalab 070*
Magnesium (Mg)	g/kg	1,3	Novalab 070*
Mangaani (Mn)	mg/kg	41	Novalab 070*
Natrium (Na)	mg/kg	8900	Novalab 070*
Kupari (Cu)	mg/kg	8,8	Novalab 070*
Rikki (S)	mg/kg	2300	Novalab 070*

*Akkreditoitu menetelmä. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Raporttia ei saa kopioida osittain ilman testuslaboratorion lupaa. Analyysin mittausepävarmuudet ovat saatavilla pyydettäessä.

Toimisto ja laboratorio
Lepolantie 9
FI-03600 Karkkila
Finland

puh (09) 2252 860
www.novalab.fi

Pankki
Länsi-Uudenmaan Op
Karkkila
FI43 5297 2820 0007 16

Y-tunnus 0733227-8
Kotipaikka Karkkila
Alv.rek.