

RÖYTTÄN SATAMAKENTTIEN KUNNOSSAPITO

Mykkälä Miro

Opinnäytetyö
Tekniikka
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Insinööri (AMK)

2017

Tekniikka
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Miro Mykkälä	Vuosi	2017
Ohjaaja(t)	Kauko Nikkanen		
Toimeksiantaja	Outokumpu Shipping Oy		
Työn nimi	Röyttän satamakenttien kunnossapito		
Sivu- ja liitesivumäärä	58 + 3		

Opinnäytetyön tavoitteena oli seurata Röyttän sataman kunnossapitoa ja etsiä mahdollisia uudistuksia ja parannuskohteita toimivamman kokonaisuuden saavuttamiseksi.

Ennen opinnäytetyön kirjoittamista perehdyttiin kunnossapitoa käsittelevään kirjallisuuteen ja liukkaudentorjuntaa käsitteleviin julkaisuihin. Satama-alueen kunnossapidosta otettiin kuvia, joiden perusteella käsiteltiin epäkohtia ja niiden mahdollisia ratkaisuja.

Tarkastelun perusteella sataman kunnossapito on hyvä, mutta kehitettävää on varsinkin pölyntorjunnassa ja hulevesijärjestelmässä. Pölyntorjunnassa olisi mahdollista käyttää hyväksi vesisumua. Hulevesijärjestelmään olisi tärkeitä lisätä öljyn- ja hiekanerotusjärjestelmä. Mahdollisia suolan korvaavia liukkaudentorjunta-aineita olisi mahdollista käyttää satama-alueella paremman liukkaudentorjunnan saavuttamiseksi.

Avainsanat

Satamat, liukkaus, pölyntorjunta, lumityöt, asfaltti, hulevesi

Technology, Communication and
Transport
Degree Programme in Civil Engi-
neering
Bachelor of Engineering

Author	Miro Mykkälä	Year	2017
Supervisor	Kauko Nikkanen		
Commissioned by	Outokumpu Shipping Oy		
Subject of thesis	Maintenance of the Port of Tornio		
Number of pages	58 + 3		

The aim of the thesis was to monitor the maintenance of the Port of Tornio and find for possible reforms and improvements to achieve a more functional whole.

Before writing the thesis, the literature on maintenance and anti-slippage publications were read. Photos were taken of the maintenance of the harbour area. The photos were used to study the disadvantages and the possible solutions.

On the basis of the study, the maintenance of the harbour is good, but development is especially needed in the dust control and in the drought water system. In the dust protection, it would be possible to use water mist as part of controlling the flying dust. It would be essential to add an oil and sand deposit system to the scrubber system. Potential salt-substitute slip agents could be used in the harbour area to achieve a better anti-slippage protection.

Key words harbour, slipperiness, dust, snow removal, blacktop, drought water system

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	8
2	RÖYTTÄN SATAMA.....	9
2.1	Tietoa satamasta	9
2.2	Liikennemäärät	10
3	LIUKKAUDENTORJUNTA.....	11
3.1	Liukkauden syntyminen	11
3.2	Suolat liukkaudentorjunnassa.....	12
3.3	Suolan soveltuvuus satama-alueella	16
3.4	Hiekoitus.....	17
3.5	Liukkaudentorjunta Röyttässä.....	18
3.6	Liukkaudentorjunnan hoitoluokat	21
4	LUMEN POISTO.....	24
4.1	Lumenauraus ja hoitoluokat.....	24
4.2	Lumen hallinta satamassa	27
5	PÖLYÄMINEN	29
5.1	Pölyn muodostuminen	29
5.2	Satamassa tapahtuva pölyäminen.....	31
5.3	Sataman pölynestotoimenpiteet.....	33
5.4	Satama-alueen mahdollisia pölyntorjuntakeinoja.....	36
6	PÄÄLLYSTE	40
6.1	Vauriot	40
6.2	Paikkaus	42
6.3	Epätasaisuus	44
7	HULEVEDET	46
7.1	Hulevesikaivojen kunnossapito.....	46
7.2	Kaivojen tilanne satamassa	47
7.3	Kosteikko	49
7.4	Öljyn- ja hiekanerotuskaivo.....	50
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	54

LÄHTEET.....	56
LIITTEET	59

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Outokumpu Shipping Oy:lle.

Haluan kiittää hyvästä yhteistyöstä Mikko Kaihua, Veli-Matti Körkköä ja Pekka Harjuojaa. Lisäksi haluan kiittää sataman työnjohtoa Marko Heralaa, Juha Kestilää, Risto Lammia, Raimo Laitia ja Arto Pulkkista.

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Ilmakuva Röyttän satamasta	9
Kuvio 2. Teräsrullien lastausta laivaan	10
Kuvio 3. Natrium- kalsiumkloridin olotilakäyrät eri lämpötiloissa	14
Kuvio 4. 4/8 mm OKTO-murske	18
Kuvio 5. 16/22 mm OKTO-murske	19
Kuvio 6. Liukkaudentorjuntamateriaalin varastointi satama-alueella	20
Kuvio 7. Pyöräkone auraamassa U-auralla	26
Kuvio 8. Väliaikainen lumenvarastointi paikka satama-alueella	27
Kuvio 9. Satamakonttorin viereinen lumikinos	28
Kuvio 10. Pölyämistä kalkkilaivaa purettaessa	31
Kuvio 11. Pölyämistä satamakentällä	32
Kuvio 12. Dulevo 5000 –imulakaisuauto	33
Kuvio 13. Kierrätysterästä satamakentällä	34
Kuvio 14. Suojakaide	35
Kuvio 15. Pölyhiukkasten ja vesipisaroiden törmääminen	37
Kuvio 16. Duztech sumutykki	39
Kuvio 17. Kauhan aiheuttama vaurio päällysteessä	40
Kuvio 18. Sennebogen siirtymässä	41
Kuvio 19. Sennebogenin telan aiheuttamia vaurioita päällysteessä	42
Kuvio 20. Suuri asfaltti vaurio	43
Kuvio 21. Gottwald-nosturi ja tukijalat	44
Kuvio 22. Laiturin kallistukset	45
Kuvio 23. Ritiä painunut ja teräskappaleita ritiällä	47
Kuvio 24. Hulevesikaivon toinen puoli painunut	48
Kuvio 25. Kansisto huomattavasti korkeammalla kuin asfaltin pinta	49
Kuvio 26. Suuri lammikko keväällä satamakonttorin edessä	50
Kuvio 26. Labko Bybass -järjestelmä	51
Taulukko 1. Sumutykkien vertailutaulukko	38
Taulukko 2. Lietemäärän arviointi taulukko	53

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella Röyttän sataman kunnossapitoa ja sen pohjalta miettiä, mitä voitaisiin kehittää kunnossapidossa. Työn tarkoituksena on antaa lukijalle hyvä kokonaiskuva sataman kunnossapidosta ja sen haasteista ja ratkaisuista.

Opinnäytetyön idea on lähtöisin työn tekijän ja sataman operatiivisen johtajan keskusteluista, joissa on käsitelty laiturialueiden vaurioita ja alueiden kunnossapitoa. Sataman kunnossapidosta ei ole paljoa kirjoitettua tietoa, suurimpana tiedonlähteenä työssä oli kunnossapidon suorittajat ja valvojat. Lisäksi tietolähteinä on toiminut kunnossapitoa käsittelevät julkaisut.

Työssä käsitellään satamassa käytettäviä liukkaudentorjunta-aineita ja -materiaaleja sekä mahdollisia korvaavia vaihtoehtoja. Talvikunnossapitoa tarkastellaan lumien aurauksen ja varastoinnin kannalta. Pölyntorjuntaa käsitellään torjunta-aineiden ja harjauksen kannalta. Mahdollisia uusia satamaan soveltuvia pölyntorjunta keinoja tarkastellaan, kuten vesisumun käyttöä pölyävien materiaalien käsittelyssä. Satamakenttien kunto on kärsinyt ajan saatossa pääsääntöisesti kovan kulutuksen seurauksena, joten työssä käsitellään myös päällysteen vaurioita ja kunnostustoimenpiteitä. Sataman pintavesien keräyksen eli hulevesikaivotuksen kuntoa tarkastellaan ja vaurioihin esitetään korjaustoimenpiteet. Lisäksi hulevesijärjestelmään esitetään lisättäväksi öljyn- ja hiekanerotusjärjestelmä.

2 RÖYTTÄN SATAMA

2.1 Tietoa satamasta

Röyttän satama on perustettu 1766 ja siitä lähtien se on ollut Suomen pohjoisin satama Itämerellä (Vahtola 2015). Röyttän satama siirtyi Tornion kaupungin omistukseen 1986, satama on kuitenkin vuokrattu Outokumpu Oy:n käyttöön seuraavaksi 50 vuodeksi eli vuoteen 2036 saakka (Kuvio 1). Satamassa on seitsemän laituriipaikkaa. Satama on tärkeä osa Outokummun Tornion tehtaan tuotantoketjussa ja logistiikassa, sillä sen kautta tuodaan tarvittavia materiaalia, joita tarvitaan teräksen valmistukseen. Kierrätysteräs on myös tärkeä tuonti tuote, sillä Tornion tehtaalla käytetään kierrätettyä terästä, joka sulatetaan ja käytetään uuden teräksen valmistamiseen.



Kuvio 1. Ilmakuva Röyttän satamasta (Kansalaisen karttapaikka 2017)

2.2 Liikennemäärät

Röyttän sataman vienti on ollut vuonna 2016 1,33 miljoonaa tonnia ja tuonti 1,76 miljoonaa tonnia. Suurimpana tuontituotteena oli kierrätysteräs, jota oli 0,8 miljoonaa tonnia. Kontteja satamassa on vastaanotettu 6822 kpl ja vientiin on lähtenyt 7942 konttia. Tärkein vientituote on teräsrollat (Kuvio 2). Laivakäyntejä oli kaiken kaikkiaan 511. Sataman liikennemäärä ja materiaalien käsittelymäärä on ollut huomattavassa kasvussa jo monta vuotta. (Harjuoja 2017.)



Kuvio 2. Teräsrollien lastausta laivaan

3 LIUKKAUDENTORJUNTA

3.1 Liukkauden syntyminen

Liukkaudentorjunnan päätavoitteena on luoda turvallinen ja toimiva kokonaisuus jolla voidaan parantaa raskaanliikenteen liikkumista ja myös vähentää kävelijöidenkin kaatumistapauksia. Liukkaudentorjunnan toimenpiteillä pyritään vaikuttamaan tienpinnan liukkauteen mekaanisesti tai kemiallisesti. Näiden toimenpiteiden tavoitteena on luoda tarvittava kitkataso tienpinnan ja ajoneuvon renkaan välille. (Ahlroos, Carpén, Kaunisto, Pohjanne & Vestola 2006, 14.)

Kuinka tien pinnan liukkaus syntyy? Liukkaus voi syntyä jopa 15 eri tavalla tai erilaisissa sääolosuhteissa. Liukkauden syntyperän ymmärtäminen auttaa varautumaan tilanteisiin, joissa liukkaus on osallisena. (Tiehallinto 2005, 1.)

Jään muodostuminen tiehen voi syntyä, silloin kun tien pinta jäähtyy nopeasti ja imee ilman kosteuden pintaansa, tällöin kyseessä on musta jää. Musta jää on monesti vaarallinen, koska sen huomaaminen on vaikeaa jolloin ei monesti osata varautua liukkauteen. Kuura syntyy, kun kovan pakkasen jälkeen ilma lauhtuu ja kylmä tienpinta imee ilman kosteuden ja jäädyttää pinnan. Pakkausliukkaus on seurausta kovalla pakkasella tapahtuvasta lämpötilan vaihtelusta, koska silloin tien pintaan kondensoituu jäätä ilman kosteudesta. Huurre ilmaantuu kylmään tien pintaan, kun kostea ilma kuten sumu tiivistyy. Jäätävä vesisade eli alijäähtynyt vesisade muuttuu jääksi koskettaessa tien pintaan. Tien pinta voi muuttua todella nopeasti erityisen liukkaaksi, mikäli vettä sataa paljon ja liikenne kyseisellä alueella on vähäistä. Vesisade kylmään tienpintaan tapahtuu, kun ilma lauhtuu nopeasti ja sen yhteydessä tulee nopeasti sadekuuro. Keväällä ja syksyllä pakkasten aiheuttama liukkaus tapahtuu, kun tienpinta on märkä sateen tai sulamisvesien takia. (Tiehallinto 2005, 1.)

Liukkautta voi myös syntyä lumen aiheuttamana. Yleisin on nuoskalumi, jolla tarkoitetaan tienpintaan tiivistynyttä lunta, joka liikenteen vaikutuksesta kiillottuu liukkaaksi. Lumipolanteen pinta on kostea tai siihen kondensoituu kosteutta

ilmasta, syntyy polanteen pintaan jäätä. Pidempiaikaisen lämpimän jakson aikana lumipolanteen pinta sulaa ja kostuu aiheuttaen liukkaita. Liukkaita voi syntyä myös silloin, kun lumi ei tiivisty. Tällöin tietyssä kosteustilassa muodostuu lumipöperöä. Yleinen liukkauden lähde auramaattomalla tiellä on tietenkin irtolumi, joka riittävän määrän saavuttaessa nostaa renkaan irti tien pinnasta. Toinen lähes samaan syntyperään omaava liukkauden lähde on sohjo, joka nostaa vielä helpommin renkaan irti tien pinnasta ja tällöin aiheuttaa vaaratilanteita liikenteessä. (Tiehallinto 2005, 1.)

3.2 Suolat liukkaudentorjunnassa

Suomessa on käytetty natriumkloridia eli vuorisuolaa liukkaudentorjunnassa aina 1950-lopusta lähtien. Käyttömäärät kuitenkin pysyivät vähäisinä aina 1970-luvun lopulle asti. Käyttömäärät ovat hiljalleen lisääntyneet, kun teiden kunnossapitoa parannettiin ja tieverkoston kokonaispituus kasvoi. Natriumkloridin vaikutuksia pohjavesiin tutkittiin ja huomatuksen jälkeen suolan määrää on pyritty vähentämään koko maassa vuodesta 1990 lähtien. (Ahlroos ym. 2006, 17.)

Liukkaudentorjunta-aineet kuten natriumkloridi, magnesiumkloridi ja kalsiumkloridi sisältävät kloridi-ioneja, jotka kuormittavat ympäristöä ja varsinkin pohjavesiä. Aineille on kehitetty korvaavia vaihtoehtoja, kuten kalsiummagnesiumasetaatti (CMA) sekä kalium-, natrium- ja kalsiumformiaatti. Kemiallisista liukkaudentorjunta-aineista on aina esitettävä analyysin sen ainesosista ja varsinkin sisältämät raskasmetallit sekä suolapitoisuus. (Ahlroos ym. 2006, 17.)

Kemialliset liukkaudentorjunta menetelmät perustuvat joko jään muodostumisen estämiseen tai tiealueella jo esiintyvän jään sulattamiseen. Reaktio perustuu veden sulamispisteen alentamiseen suolan avulla. Jään sulaessa liuos laimenee, jos liuoksen ionipitoisuus on riittävä niin liuos ei jäädy samaisessa lämpötilassa uudestaan. Liuenneen suolan määrä ja sulamislämpötila ovat melkein suoraan verrattavissa toisiinsa. Käytettäessä liukkaudentorjunta-aineita, jotka vaikuttavat lumen ja jään sulamiseen tienpinnalla on aina otettava

huomioon sääolosuhteet sekä liikenne. Nopea ilman pakastuminen voi jäädyttää tielle kertyneen veden ja luoda otolliset olosuhteet onnettomuudelle. (Tiehallinto 2001, 37.)

Kalsiumkloridi

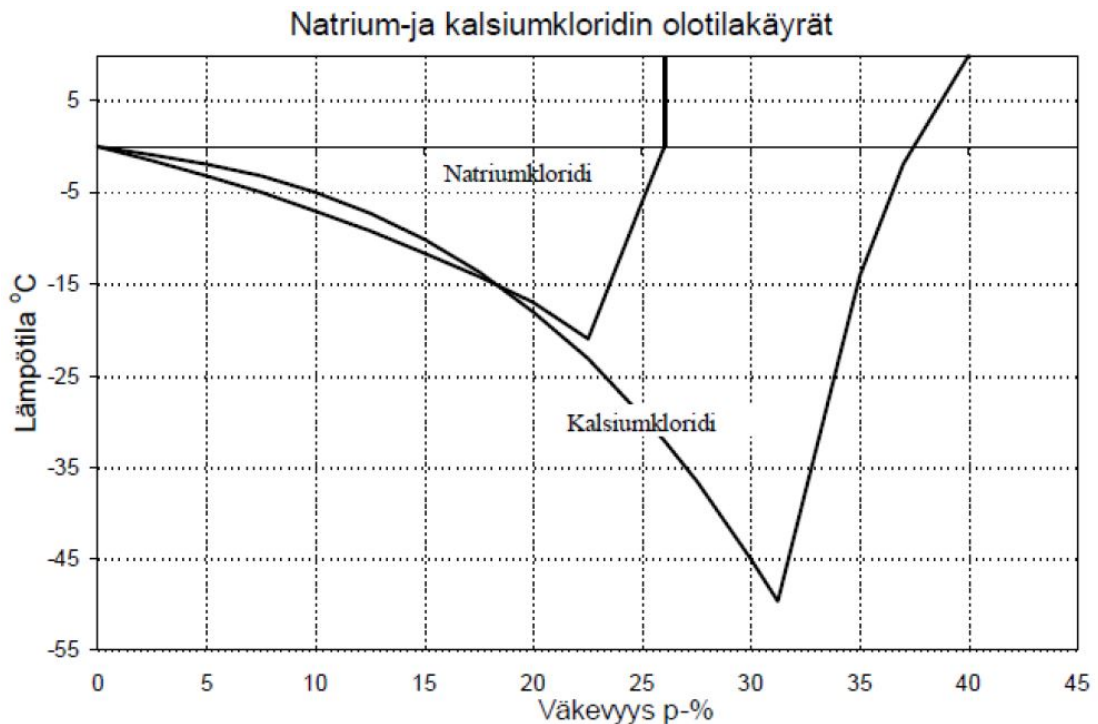
Kalsiumkloridin käyttö liukkaudentorjunta-aineena on lisääntynyt ja tällä hetkellä sen osuus kaikista liukkaudentorjunta-aineiden käyttömäärästä on noin 13 %. Käyttömäärä vaihtelee paljon alueellisesti ja osuus kaikista liukkaudentorjunta-aineista voi olla jopa 40 %. Kalsiumkloridi on osoittautunut erinomaiseksi mustan jään torjunnassa. Suomessa on määrätty rajoituksia kalsiumkloridin käyttöön, sitä saa käyttää vain liuksena pienellä annostuksella ja sitä voidaan käyttää natriumkloridin eli tiesuolan kosteuttamisessa. (Ahlroos ym. 2006, 14.)

Kalsiumkloridi pystyy imemään itseensä vettä ja muuttuu nopeasti liuosmuotoon. Tietyn väkevyyden omaava kalsiumkloridi liuos on myös hygroskooppinen eli pystyy imemään itseensä vettä. Tämän ominaisuuden avulla kalsiumkloridin on mahdollista sulattaa jäätä nopeammin kuin natriumkloridi. Kalsiumkloridin kosteuttama natriumkloridin pysyy paremmin tien pinnalla ja haluttua jään sulattamista saadaan tehostettua. Kalsiumkloridin liuos vahvuus Suomessa on yleensä 32-prosenttinen (Kuvio 3). Käyttölämpötila-alue on laaja, koska tehokkuus säilyy jopa -15 ja -20 asteeseen saakka, jos liuksen pitoisuus on tarpeeksi vahva. Kalsiumkloridin käyttö kuitenkin rajoittuu yli -7 asteen lämpötiloihin. (Ahlroos ym. 2006, 14.)

Natriumkloridi

Tiesuola eli natriumkloridi on edullinen ja tehokas liukkaudentorjunta-aine, se on yleisesti käytössä ympäri maailmaa. Natriumkloridi liukenee veteen, ja vaikuttaa siihen alentamalla sen jäätymispistettä. Sen alin jäätymislämpötila, joka voidaan saavuttaa tietyllä suolan vesiliuoksella, on -21,2 °C, liuosväkevyydellä 23,3 % (Kuvio 3). Tähän liukseen väkevyyteen pyritään liukkaudentorjunnassa, jotta sulatustehokkuus olisi mahdollisimman suuri. Mikäli natriumkloridia käytetään kuivana tien liukkaudentorjumiseen, on tämä tehokkainta -4 °C yläpuolella. Lämpötilojen -4 ja -7 °C välillä natriumkloridin sulattamistehokkuus laskee ja

vaikutus tulee viiveellä, noin 30–45 minuutin kuluttua. Kun natriumkloridi on levitetty tienpintaan, vaati se tietyn ajan muodostaakseen tarpeeksi suolavettä, jonka avulla jään ja lumen sulamisprosessi voi alkaa. Natriumkloridi menettää sulatustehokkuuden lämpötilan laskiessa $-9,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Suomessa natriumkloridia käytetään suolaliuksena kasteltuna, rakeisena tai pelkkänä liuksena. (Ahlroos ym. 2006, 17.)



Kuvio 3. Natrium- ja kalsiumkloridin olotilakäyrät eri lämpötiloissa (Nikkanen 2017)

Magnesiumkloridi

Magnesiumkloridi koostuu magnesiumionista ja kahdesta kloridi-ionista. Magnesiumkloridia voidaan erottaa merivedestä tai käsittelemällä magnesiumhydroksidi suolahapolla. Liukkaudentorjunnassa käytettävä magnesiumkloridi on yleensä liuosmuodossa. Liuetessa veteen se luovuttaa lämpöä eli tapahtuu eksoterminen reaktio. Sen alin jäätymislämpötila on noin $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ liuosväkevyydessä 21,6 %. Sulatustehon magnesiumkloridi säilyttää jopa -15 asteeseen saakka. Sulatusteholtaan se on noin 40 % kalsiumkloridia parempi. Molempien magnesiumkloridi ja kalsiumkloridi ovat hygroskooppisia

yhdisteitä, eli sitovat ilmasta kosteutta. (Ahluos ym. 2006, 17; Pöyhönen 1994, 8.)

Formiaatit

Formiaattien käyttö on yleistynyt erityisesti lentokentillä, koska niiden syövyttävä vaikutus metalleihin ja betoniin on paljon pienempi verrattuna muihin liukkaudentorjunta-aineisiin. Muurahaishaposta (HCOOH) ja kaliumhydroksidista (KOH) saadaan valmistettua muurahaishapon kaliumsuola eli kaliumformiaatti (KCOOK). Kaliumformiaatti liukenee täydellisesti veteen ja se on hajuton ja väritön. 50-prosenttisena liuksena sen jäätymispiste on jopa alle $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$. On olemassa myös muita formiaattipohjaisia liukkaudentorjunta-aineita kuten natrium- ja kalsiumformiaatti. Natriumformiaatin eli muurahaishapon suolan alin jäätymislämpötila on $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$, joka saavutetaan liuosväkevyydellä 20 %. Kalsiumformiaatin eutektinen lämpötila $-11\text{ }^{\circ}\text{C}$ saavutetaan 13% liuosväkevyydellä. Natriumkloridi on huomattavasti halvempi vaihtoehto verrattuna formiaatteihin, mutta käyttöalueilla, joissa syöpymiselle alttiita pintoja on formiaattien käyttö erittäin suotavaa. Ympäristöön joutuessa formiaatit hajoavat biokemiallisesti kuluttaen happea. Yhdisteen kationit jäävät maaperään. (Ahluos ym. 2006, 18.)

Asetaatit

CMA eli kalsiummagnesiumasettaatti on kehitetty natriumkloridin tilalle Yhdysvalloissa. Sieltä CMA käyttö on levinnyt ja nykyään sitä käytetään ympäri maailmaa. Kalsiummagnesiumasettaatti on värittään valkea ja etikan hajuinen etikkahapon suola. CMA:n optimaalinen kalsium ja magnesiumin suhde on 3:7. Tällä suhteella saavutetaan eutektinen lämpötila $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$ liuosväkevyyden ollessa 32,5 %. CMA:n vaikutus perustuu hyvään ominaisuuteen tunkeutua lumen ja jääkerroksen läpi ja liueta vasta sitten. Tämän ominaisuuden avulla sulattava vaikutus kestää kauemmin ja soveltuu erinomaisesti ennakoivaan liukkaudentorjuntaan. CMA:ta ja natriumkloridia verrattaessa on natriumkloridi

huomattavasti syövyttävämpi, sillä CMA syövyttää rautaa jopa 90 % vähemmän kuin natriumkloridi. (Ahlroos ym. 2006, 18.)

3.3 Suolan soveltuvuus satama-alueella

Kalsium- ja natriumkloridit ovat tehokkaita liukkaudentorjunta-aineita, mutta aineilla on myös sivuvaikutuksia. Sivuvaikutukset vaikuttavat mm. ympäristöön, infrarakenteisiin ja ajoneuvoihin. Pohjavesiin kloridit voi kulkeutua maaperän kautta, kuitenkin merkittävimmät kationivaihtoreaktiot rajoittuvat noin kuuden metrin sisälle tiealueesta. Suolauksen vaikutuksia pohjavesiin on havaittu myös laajemmalla alueella. Kalsiumkloridi on mielletty ympäristöystävällisemmäksi kuin natriumkloridi, mutta korroosio vaikutukset ovat kalsiumkloridilla suuremmat. Suolauksen vaikutus ajoneuvoihin on merkittävä ja korroosiovaurioita useimmiten syntyy ajoneuvojen kori- ja alusrakenteisiin. Vauriot lisäävät huoltokustannuksia. (Ahlroos ym. 2006, 28.)

Ilmankosteudella on suuri merkitys korroosion syntymisessä ja nopeudessa. Kun ilmankosteus kasvaa yli 76 % niin korroosio alkaa metallin pinnalla. Ilmankosteus ja pinnalla oleva natriumkloridi muodostavat syövyttävän liuoksen. Kun ilmankosteus taas laskee alle kriittisen pisteen, syöpyminen pysähtyy. Hygroskooppiset suolat, kuten kalsium- ja magnesiumkloridi tai merivedestä lähtöisin olevat suolat pysyvät kauan kosteina, jolloin syöpyminen jatkuu pitempään. Meri-ilmaston vaikutukset kiihdyttävät kloridien syövyttävyyttä. Liukkaudentorjunnassa käytettävien suolaseosten syövyttävyys vaikutuksia voidaan pienentää käyttämällä inhibiittejä. (Ahlroos ym. 2006, 29–30.)

Ruostumattomiin teräksiin kloridipitoiset maantiesuolat voivat aiheuttaa paikallista korroosiota rako- ja pistekorroosiota sekä jännityskorroosiota. Korroosion todennäköisyys kasvaa kloridipitoisuuden kasvaessa, myös lämpötilalla ja kosteudella on vaikutus korroosion syntymiseen. (Ahlroos ym. 2006, 29.)

Röyttän sataman tärkeä vientituote on teräsrollat, jotka voidaan luokitella kylmä- ja kuumavalssatuiksi rulliksi. Rullat kuljetetaan tehtaalta satama-alueelle, jossa ne joko lastataan suoraan laivaan tai varastoidaan pihalle odottamaan seuraavaa lastausta. Kuumavalssattuja rullia ei suojata, mutta kylmävalssatut rullat kääritään muoviin, jolla pyritään suojaamaan rullaa ulkopuolisilta haitoilta kuten suolalta. Kuumavalssattuja rullia säilytetään ulkona satama-alueella, jolloin ne ovat alttiita suolalle, mikäli suolaa käytetään liukkaudentorjunnassa rullien läheisyydessä. Kalsium- ja natriumkloridin käyttö alueella liukkaudentorjunta-aineena mahdollistaa korroosion, siksi olisikin hyvä, että alueella käytettäisiin korvaavia liukkaudentorjunta-aineita. Mahdollisia korvaavia aineita voisi olla kaliumformiaattia tai kalsiummagnesiumasetaatti. Kaliumformiaatin korroosio vaikutukset ovat huomattavasti pienempiä kuin kloridi-pitoisten aineiden ja se on ympäristöystävällisempi kuin suolat. (Ahlroos ym. 2006, 30.)

Rautaruukin tehdasalueella on käytetty kaliumformiaattia varsinkin syksyisin tienpintojen sulana pitämiseen yöpakkasten aikaan. Kaliumformiaatti on kuitenkin huomattavasti kalliimpi kuin natrium- ja kalsiumkloridi, joka aiheuttaa kysymyksen sen kannattavuudesta. Kalsiummagnesiumasetaatti on toinen hyvä vaihtoehto syövyttävien suolojen tilalle, sillä se syövyttää rautaa jopa 90 % vähemmän kuin kalsiumkloridi. (Saurento 2011, 12.)

3.4 Hiekoitus

Hiekoitus on yleinen liukkaudentorjunta keino. Hiekan toimintaperiaate on yksinkertainen, sen avulla pyritään luomaan kitkaa tienpinnan ja renkaan välille. Pääsääntöisesti hiekkaa käytetään kaupunki- ja taajama-alueilla sekä kevyenliikenteen liukuesteenä. Liukkaudentorjuntamateriaali on aina levitettävä auratulle tienpinnalle, mikäli materiaali levitetään lumen sekaan, menetetään liukkaudentorjuntamateriaalilla haluttu kitka vaikutus lähes kokonaan. Lumi tiivistyy nopeasti liikenteen vaikutuksesta ja liukkaudentorjuntamateriaali jää sen alle. Tiellä olevan lumimäärän saavuttaessa maksimilumisyyvyyden on alue aurattava, jolloin suurin osa liukkaudentorjuntamateriaalista ajautuu aurauksen myötä tien reunoille eli pois halutulta vaikutus alueelta. Yleinen ja tiedostettu

ongelma on hiekoitusmateriaalien pysyvyys tiellä, sillä renkaiden vaikutuksesta hiekka yleensä lentää sivuun halutulta hiekotusalueelta. (Kukkonen 2008, 13.)

3.5 Liukkaudentorjunta Röyttässä

Röyttän satamassa ja Outokummun Tornion tehtaalla käytetään OKTO-mursketta liukkaudentorjuntamateriaalina. OKTO-murske on ferrokromin valmistuksessa syntyvä sivutuote, joka soveltuu hyvin liukkaudentorjuntamateriaaliksi. Mursketta käytetään Outokummun tehdasalueella liukkaudentorjuntaan jopa 10 000 tonnia talvessa, josta noin 2000 tonnia käytetään satama-alueelle. Satamassa käytetään kahta eri raekoon omaavaa mursketta, suurempi on 16/22 mm ja pienempi 4/8 mm (Kuvio 4). (Harjuoja, Kaihu & Körkkö 2017.)



Kuvio 4. 4/8 mm OKTO-murske

Suuremman 16/22 mm (Kuvio 5) murskeen tarkoitus on luoda pitoa maansiirtoautoille ja muille raskaille ajoneuvoille. Raekooltaan pienemmän murskeen käyttötarkoitus on lisätä kitkaa kevyenliikenteenväylillä ja myös sellaisilla alueilla, joilla ei tarvitse suuremman raekoon omaavaa mursketta. (Harjuoja, Kaihu & Körkkö 2017.)



Kuvio 5. 16/22 mm OKTO-murske

Suurempi murske on koettu satamassa työskentelevien henkilöiden mielestä liian suurirakeiseksi, koska kengän alla olevat murskeen rakeet voivat lähteä vierimään ja kävelijä menettää kengän ja tienpinnan välisen kitkan ja lopputuloksena voi olla kaatuminen. Toisaalta suurirakeinen murske on todella tärkeä alueella työskentelevien työkoneiden liikkumisille ja ilman murskeen luomaa kitkaa työnteko vaikeutuu. Murskeesta johtuvasta mahdollisesta kaatumavaarasta on ilmoitettu satamassa työskenteleville ja on suositeltu normaalia varovaisempaa liikkumista alueilla, joissa mursketta esiintyy. OKTO-murskekasoja (Kuvio 6) säilytetään satama-alueella, jotta saatavuus ja levitys tapahtuisi mahdollisimman nopeasti. Käyttämällä tehtaan sivutuotetta

liukkaudentorjunnassa säästetään kuljetuskustannuksissa ja suojellaan ympäristö kierrättämällä materiaalia. (Harjuoja, Kaihu & Körkkö 2017.)



Kuvio 6. Liukkaudentorjuntamateriaalin varastointi satama-alueella

Alueella työskentelevät ahtaajat ja nosturienkuljettajat liikkuvat kävellen ja pyöräillen ympäri vuoden, joka luo haasteita liukkaudentorjuntamateriaalien levitykselle. Alueella on merkitty muutamia suojateitä ja kevyenliikenteenväyliä, joita työntekijät käyttävät. Liukkaudentorjuntamateriaalien levittäjien on tärkeää tietää mitä alueita ja väyliä käytetään, jotta saavutettaisiin mahdollisimman tehokas kohdennettu kevyenliikenteen liukkaudentorjunta. (Harjuoja, Kaihu & Körkkö 2017.)

Röyttän satama-alueella liukkaudentorjuntamateriaali eli OKTO-murske levitetään pyöräkoneeseen asennettavan hiekoituskauhan avulla tai normaalilla kauhalla ripottelemalla. Materiaalin levitys pyritään tekemään mahdollisimman nopeasti aamulla ennen töiden aloittamista. Tärkeimmät kohdat ja työalueet pitää ottaa huomioon ensimmäisenä, siksi on tärkeää, että hiekoituksen

suorittaja ja sataman työnjohto tekevät yhteistyötä mahdollisimman hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi. Myös muiden alueella työskentelevien henkilöiden liukkaudentorjunta tarpeet on otettava huomioon, kuten teräsrullien vastaanottotrukin kuljettajan tarpeet. Hyvin suoritettulla liukkaudentorjunnalla on suora vaikutus koneiden turvalliseen ja esteettömään liikkumiseen ja näin ollen myös niiden tehokkuuteen töiden suorittamisessa. (Harjuoja, Kaihu & Körkkö 2017.)

3.6 Liukkaudentorjunnan hoitoluokat

Satama-alueella on käytössä Outokummun määräämät laatuvaatimukset toimenpideluokittain, jotka määräävät aurauksen, polanteen paksuuden, pinnan tasaisuuden ja liukkaudentorjunta toimenpiteiden vaatimukset. Vaatimukset ovat olleet voimassa jo vuodesta 2009 saakka ja jatkuvat edelleen (Körkkö 2017). Määräyksiä tulee noudattaa satama-alueella ja laatua on tarkkailtava. Seuraavaksi on esitetty alueen hoitoluokat ja niiden liukkaudentorjunta vaatimukset.

Väylät, hoitoluokka T1b

Hoitoluokan teitä hoidetaan melko korkeatasoisesti, mutta yleensä ilman suolaamista. Tien pinta voi olla osittain paljas riippuen liikennemäärästä, tai tie voi olla kokonaan lumipolanteen peittämä. Tiellä tulee olla hyvä talvikeli aina muulloin kuin vaikeiden sääolosuhteiden aikana. Polanneurat ja -pinta pyritään pitämään mahdollisimman tasaisena turvallisen liikennöinnin takaamiseksi, mutta polanneurat voivat olla syvemmät kuin korkeammassa 1b luokassa. Suolaa käytetään syksyisin ja keväisin liukkauden torjumiseen, sekä mahdollisesti erikoistilanteissa parantamaan liikenneturvallisuutta. (Laatuvaatimukset toimenpideluokittain 2009, 1.)

Röyttän satamassa T1b hoitoluokka on korkein luokka ja siihen voidaan luokitella tärkeimmät liikennöintiväylät. Liukkaudentorjunta T1b hoitoluokan väylillä suoritetaan suolan ja hiekan avulla. Suolaa levitetään yleensä vain syksyisin liukkauden torjumiseen ja keväisin polanteen pehmentämiseksi. Toimenpiderajaksi on asetettu vaatimus hyvästä talvikelistä. Karkean jää- ja lumipolanteen kitkaksi on määritelty kitka-arvo 0,25–0,29, joka luokitellaan

hyväksi talvikeliksi. Suolan levityksen toimenpideaika on kolme tuntia ja hiekan (OKTO-murske) toimenpideaika on neljä tuntia, eli kun toimenpideraja alittuu, on seuraavan kolmen tunnin aikana suolattava tie tai neljän tunnin aikana hiekoitettava. Määräyksille on annettu voimassaoloaika, joka on klo 5:00–22:00, ja yöllä tarvittaessa liikenteen mukaan. Satamassa harvoin työskennellään yöllä, mutta poikkeavuuksia voi olla, normaali työaika on 6:00–24:00. (Laatuvaatimukset toimenpideluokittain 2009, 1.)

Väylät, hoitoluokka III

Hoitoluokassa tien pinta on pääosin polannepintainen ja lisäksi polanne saa olla osittain urautunut. Normaalitylanteessa tiellä täytyy olla riittävä kitka maltilliseen liikennöintiin. Risteysalueille, mäkiin ja kaarteisiin levitetään liukkaudentorjuntamateriaali niin että saavutetaan turvallinen liikkuminen kyseisellä alueella. Teiden pintoja pyritään karhentamaan ja näin lisäämään kitkaa. Vaikeiden sääolosuhteiden aikana voidaan tie hiekoittaa kokonaan, jotta saavutetaan tarpeeksi turvalliset olosuhteet sujuvalle liikennöinnille. Toimenpideaika voi olla pitkä ja näin ollen mahdollisen nopean sääolosuhteen muutoksen vaikutuksesta täytyy tien käyttäjän noudattaen erityistä varovaisuutta liikennöidessään tiellä. (Laatuvaatimukset toimenpideluokittain 2009, 1.)

Hoitoluokka III on annettu määräys, että kyseisen luokan alueilla ei saa esiintyä liukkautta. Suurimpana erona T1b luokkaan on huomattavasti pitempi toimenpideaika, joka on 10 tuntia. Liukkaudentorjunnassa käytetään linjahiekoitusta, joka suoritetaan OKTO-murskeella satama-alueella. Voimassaoloaika on klo 6:00–22:00, ja yöaikaan liikenteen mukaan. (Laatuvaatimukset toimenpideluokittain 2009, 1.)

Varastoalueet, L1 kevennetty

Varastoalueilla satama-alueella tarkoitetaan alueita, joissa säilytetään esimerkiksi kontteja tai kuumavalssattuja rullia. Myös muut alueet, joissa ei ole väyliä luokitellaan varastointialueeksi. Vaatimukset ovat melkein samantasoiset kuin hoitoluokan III väylillä. Alue ei saa olla liukas ja mikäli liukkautta esiintyy on alue hiekoitettava. Liukkaudentorjunnan toimenpideaikaksi on määritetty kaksi

tuntia liukkauden syntymisestä, jolla pyritään saavuttamaan turvallinen, jatkuva ja tehokas työskentely. Haasteita varastoalueiden liukkaudentorjunnassa aiheuttaa kuumavalssattujen rullien varastointialue. Alueelle tuotavat rullat ovat yleensä vielä lämpimiä satamaan saapuessa ja nostattaessa telineelle rullat luovuttavat lämpöä ympärilleen ja sulattavat lunta ja jäätä lähetyviltä. Alueen liukkautta on tarkasteltava useasti päivän aikana varsinkin silloin, kun rullia kuljetaan satamaan varastoon ja tarvittaessa suorittaa liukkaudentorjuntaa levittämällä OKTO-mursketta liukkaalle alueelle. (Laatuvaatimukset toimenpideluokittain 2009, 1.)

Keuyen liikenteen väylät, hoitoluokka K1

Keuyen liikenteen väylillä liukkaus, lumisuus tai epätasaisuus ei saa haitata turvallista liikkumista. Väylän täytyy olla tarpeeksi hyvässä kunnossa, jotta sen käyttäjä ei missään nimessä siirry ajoradalle. Laatuvaatimuksissa on annettu määräys, että väylällä ei saa esiintyä liukkautta. Toimenpideajaksi on määritely kaksi tuntia liukkauden syntymisestä. Toimenpideraja on määritely säätilan tai paikallisten olosuhteiden aiheuttaessa liukkautta tai heti lumenpoiston jälkeen. (Tiehallinto 2009, 21.)

Ovien edustat ja pääkulkuväylät vaativa ja edustava

Hoitoluokan K1 lisäksi on määritely muutama luokka, jotka antavat vaatimuksia kävelevien henkilöiden käyttämien väylien kunnossapitoon. Näitä hoitoluokkia ei esiinny muualla kuin satamakonttorin läheisyydessä. Liukkaudentorjunnan kannalta vaativa ja edustava hoitoluokka ovat lähes identtiset. Ainoana erona on hoitoluokkien voimassaoloaika, joka vaativassa on arkisin 7:00–22:00 ja pyhäisin 12:00–22:00 kun taas edustavassa voimassaoloaika on jatkuva. Liukkaudentorjuntamateriaalina käytetään kävelijöille soveltuvaa mursketta, kuten 4–8 mm OKTO-mursketta, myös tarvittaessa polannetta karhentamalla lisätään pitoa. Toimenpideajaksi on annettu heti lumenpoistotöiden jälkeen tai viimeistään kaksi tuntia liukkauden syntymisestä. Alueella ei saa esiintyä liukkautta. (Laatuvaatimukset toimenpideluokittain 2009, 1.)

4 LUMEN POISTO

4.1 Lumenauraus ja hoitoluokat

Lumenauration avulla pyritään pitämään liikennöintialueet mahdollisimman hyvässä kunnossa ja turvallisena niiden käyttäjille. Tärkeimpiä talvikunnossapidon mittareita on tielle satanut lumimäärä, polanteen paksuus ja pinnan tasaisuus. Alueelle on määritelty erilaisia hoitoluokkia joiden vaatimukset vaihtelevat väylien tai alueiden käyttötärpeen mukaan. Tärkeimmät alueet ovat paremmassa hoitoluokassa, joka tarkoittaa että vaatimukset ovat tarkemmat ja kovemmat kuin alemman luokan hoitoluokissa. Satama-alueella on määritelty seitsemän eri hoitoluokkaa, joista neljä koskee satamakenttiä ja loput kolme määrittelevät kevyenliikenteenväylien vaatimuksia. Talvihoidon ymmärtämiseksi on tärkeää tietää toimenpideaika käsite. Toimenpideaika tarkoittaa aikarajaa, jonka aikana sateen päätyttyä väylät tai alueet täytyy olla aurattu. Sateen aikana auraus on aloitettava viimeistään, kun puolet maksimilumisyyvyydestä ylittyy. Maksimilumisyyvyys ei saa missään vaiheessa ylittyä. (Teiden talvihoito 2001, 11.)

Satama-alueen korkein hoitoluokka on T1b, jota pyritään pääsääntöisesti hoitamaan ilman suolan käyttöä. Väylät voivat olla sydäntalvella polannepintaiset, mutta tiellä vallitsee hyvä talvikeli liikennöidä. Polanneurat ja pinta pyritään pitämään mahdollisimman tasaisena, mutta väylillä voi esiintyä polanneuria, koska ajoneuvojen alhaisen nopeuden takia liikenteelle ei aiheudu vaaratilanteita. Hoitoluokan polanteen paksuus saa olla 4 cm ja sitä paksumpi polanne täytyy poistaa käyttäen esimerkiksi tiehöylää. Pinnan epätasaisuus raja on 3 cm, eli sitä syvempiä uria ei saa esiintyä väylällä. (Laatuvaatimukset toimenpideluokittain 2009, 1.)

Hoitoluokka III:ssa tiellä on normaalitilanteessa riittävä kitka ja polanne, joka saa olla osittain urautunut. Lumen-, sohjon ja loskanpoiston toimenpideraja on asetettu 10 cm ja toimenpideaikaksi 6 tuntia. Voimassaoloaika on 06:00–22:00 tai toimenpideaikassa. Polanteenpaksuuden toimenpiderajaksi on asetettu 8 cm ja toimenpideaika polanteen poistamiseen on seuraava vuorokausi rajan

ylityttyä. Polanteen tasaisuuden raja on 4 cm ja tasoituksen toimenpideajaksi on määritetty 3 vuorokautta. (Laatuvaatimukset toimenpideluokittain 2009, 1.)

Satama-alue on laaja ja osaa alueista käytetään harvoin, mutta kuitenkin talvikunnossapito on tärkeää koko alueella. Suurin osa satamassa voidaan luokitella varastointialueeksi ja näin ollen varastoalue hoitoluokka on suurin alueella. Varastointialueella irtolumi-, sohjo- tai loskakerros ei saa haitata liikennöintiä. Toimenpiderajaksi on määritetty 10 cm ja toimenpiderajan ylittyessä on alueet aurattava seuraavan vuorokauden kuluessa, eli toimenpideaika on todella pitkä. Aurausta suoritettaessa on tärkeää aukaista ensimmäisenä tärkeimmät varastointi- ja työskentelyalueet, jolla pyritään vähentämään lumen tiivistymistä kentille polanteeksi ja mahdollistamaan hyvät työnteko olosuhteet. Voimassaoloaika auraukselle on jatkuva. Polanteen paksuus varastointialueella on 8 cm, toimenpiderajan ylittyessä on seuraavan vuorokauden aikana suoritettava polanteen höyläys. Voimassaoloaika on jatkuvaa koko talven. Pinnan tasaisuus ei saa olla liikennettä haittaava eli jäätyneitä uria tai epätasaisuutta ei saa olla alueella. Toimenpiderajaksi on määrätty 4 cm ja toimenpiteet polanteen tasaukseen on suoritettava seuraavan vuorokauden kuluessa. Voimassaoloaika on jatkuva. (Laatuvaatimukset toimenpideluokittain 2009, 1.)

Polanteen toimenpideraja varastoalueella (8 cm) on aika suuri, polanteen sulaminen vaikuttaa varsinkin keväällä pinnan tasaisuuteen. Siksi onkin tärkeää yrittää höylätä polannetta pois myös silloin kun sääolosuhteet ovat hyvät, vaikka toimenpideraja ei olisikaan ylittynyt. Jos polannetta on vähän, asfaltin päällä oleva lumi ja jää sulaa tasaisesti ja kuoppia ei synny paljoa. Suolan käyttö polanteen pehmentämiseen on mahdollista. Satamassa on myös huomattu, että joskus tietynlainen pieni keräysmetalli, jota laivaa purkaessa tippuu satamakentälle, jäätyy kiinni polanteeseen muodostaen vaarallisia piikkejä, jotka voivat puhkaista työkoneiden renkaat. Piikkejä on pyritty poistamaan mahdollisimman nopeasti, mikäli niitä on huomattu polanteessa. Poistossa on käytetty pyöräkonetta ja tarpeen vaatiessa tiehöylää. (Harjuoja, Kaihu & Kärkkö 2017.)

Satamassa työntekoalueet vaihtelevat paljon, sillä työnteko tapahtuu aina sen mukaan, millä laituripaikalla laivoja puretaan tai lastataan. Aurausta suoritettaessa on tärkeää tietää, millä alueella tehdään töitä ensimmäisenä, jotta auraus voidaan kohdentaa oikealle alueelle heti aamulla ja näin ollen mahdollistaa hyvät olosuhteen ahtaustyön suorittamiselle. Tärkeimpinä kulkuväylinä satamassa toimii kaksi tietä, joita pitkin liikenne kulkee tehtaalta satamaan ja satamasta tehtaalle, on suositeltavaa puhdistaa kyseiset väylät ensimmäisenä.

Aurausta voidaan suorittaa monenlaisella erilaisella työkoneella, kuten esimerkiksi kuorma-autolla, johon on asennettu lisälaitteeksi vinoaura ja mahdollisesti sivuterä laajemman auraus tuloksen saavuttamiseksi. Röyttän satamassa alueiden auraus suoritetaan pyöräkoneella, jonka käytössä on erilaisia auroja ja kauhoja tarpeen mukaan. Yleisesti käytetään leveää U-auralla (Kuvio 7), jolla saadaan tehokkaasti aurattua laajoja satamakenttiä mahdollisimman nopeasti ja hyvin. (Harjuoja, Kaihu & Körkkö 2017.)



Kuvio 7. Pyöräkone auraamassa U-auralla

4.2 Lumen hallinta satamassa

Lumet varastoidaan satama-alueella suuriksi kasoiksi ennalta määrättyihin paikkoihin, joista lumet kuljetetaan lumenkaatopaikalle kuorma-autoilla (Kuvio 8). Lunta on myös varastoitu satamakonttorin vieressä ja takana olevalle alueelle (Kuvio 9). Jossa lumi annetaan sulaa kevään aikana ja sulamisvedet valuvat alueen takana olevaan kosteikkoon. Kosteikkoa käsitellään lisää hulevesi osuudessa luvussa 7.2.



Kuvio 8. Väliaikainen lumenvarastointipaikka satama-alueella

Talvikunnossapidolla on vaikutusta loppukevään ja alkukesän liukkaudentorjuntamateriaalien pölyämiseen. Tehokkaalla lumenaurauksella ja lumen poiskuljetuksella voidaan vaikuttaa huomattavasti liukkaudentorjuntamateriaalien määrään alueella. Mikäli lumi ehtii pakkautua tiiviiksi ennen kuin väylä tai alue aurataan syntyy polannetta. Polanteen päälle levitetään useasti paljon liukkaudentorjuntamateriaalia, jolloin talven aikana polanteeseen kertyy paljon mursketta. Polanteen sulaessa murskekerros jää asfaltin pinnalle ja satamassa on joskus huomattu jopa 10 cm paksuisia

kerroksia liukkaudentorjuntamateriaalia. Aurausta ja lumepoistoa tehostamalla voidaan vähentää hiekoituksen tarvetta, kun polannetta saadaan poistettua tehokkaasti ympäri talven. Hiekoituksen vähennettyä myös katupölyäminen vähenee keväällä. (Kupiainen, Pirjola, Tervahattu & Viinanen 2007, 75.)



Kuvio 9. Satamakonttorin viereinen lumikinos

5 PÖLYÄMINEN

5.1 Pölyn muodostuminen

Pölyämistä pyritään hallitsemaan erilaisilla aineilla, jotka levitetään tielle ehkäisemään pölyn nousua tienpinnasta. Veden avulla voidaan kosteuttaa tienpinta, jolloin veden kosteus sitoo irtoaineksen ja näin ehkäisee pölyämistä. Veden käyttö ei ole kovin tehokasta, sillä vesi haihtuu todella nopeasti tienpinnalta ja pölynsidonta loppuu. Merivesi on vähän tehokkaampaa kuin makeavesi, koska meriveden suola sitoo kosteutta ja pitää pinnan kauemmin kosteana. Itämeren vedet ovat vähäsuolaisia (noin 0.5 %), joten vesien hyödyntäminen ei ole järkevää. (Tiehallinto 2003, 15.)

Ilman epäpuhtaudet ja hiukkaset on todettu aiheuttavan ennenaikaisia kuolemisia, astmaoireiden pahenemista ja hengitystieinfektioita, joten voidaan puhua merkittävästä terveyshaitasta (Kupiainen, Räisänen & Tervahattu 2005, 2). Pöly koostuu yleensä erikokoisista hiukkasista ja terveydelle vaarallisimpia ovat pienimmän hiukkaset. Hiukkasen pinnalle voi kertyä raskasmetalleja, viruksia ja bakteereja, jotka ovat haitallisia joutuessa keuhkoihin. (Ihalainen 2000, 42.)

Liukkaudentorjuntamateriaalit lisäävät pölyämistä, mutta kaikki pöly ei johdu materiaalista vaan asfaltin kulumisesta. Hiekka tai murske kuluttaa asfaltin pintaa renkaiden luoman paineen ja liikkeen avulla. Tätä ilmiötä kutsutaan hiekkapaperi-ilmiöksi. Päälysteestä ilmiön seurauksena irronnut hienomateriaali lisää ja nopeuttaa kulumista. Ilmiön estämiseksi asfaltti on tärkeää pitää mahdollisimman puhtaana irtonaisista materiaaleista, jotta pölyn syntyminen olisi vähäisempää. (Kupiainen ym. 2005, 8–10.)

Orgaanisia pölynsidonta-aineita on kokeiltu Suomessa kaivoksilla ja ulkomailla. Pölynsidonta-aineet ovat erilaisia teollisuuden sivutuotteita, jotka voivat olla peräisin esimerkiksi puunjalostuksesta ja ruokateollisuudesta. Sivutuotteita on muun muassa mäntyöljyhartsia, sulfiittilipeä, mäntyterva, lignosulfaatti, melaasi ja myös erilaiset kasviöljyt. Näiden aineiden toiminta perustuu kevyiden

pölypartikkelien sitominen suurimmiksi ja raskaammiksi kappaleiksi, sekä kosteuden sitominen suolojen ja sokerin avulla. Aineiden tehokkuudesta ollaan saatu todella vaihtelevia tuloksia ja niiden kallis hinta on vähentänyt käyttöä. Huonoja puolia on ollut myös aineiden säänkestävyys, tahmaisuus sekä orgaanisten aineiden haju. (Tiehallinto 2003, 17–18.)

Suomessa on aikaisemmin käytetty pölynsidonassa raakaöljypohjaisia aineita kuten öljyä ja bitumiemulsioita. Niiden toiminta periaate on sitoa hienoaines yhtenäiseksi kalvoksi tai liimamaiseksi liukseksi. Suomessa on kuitenkin luovuttu niiden käytöstä haitallisten hiilivetyjen takia, jotka vaikuttavat ympäristön hyvinvointiin. (Kurki 2005, 10.)

Yleisimmät vettä sitovat pölynsidonta-aineet ovat kloridit, suolat ja suolavedet. Käytetyimpiä ovat kalsiumkloridi (CaCl_2) ja magnesiumkloridi (MgCl_2). Suolaliuoksia on käytetty Suomessa pitkään ja nykyään ne ovat suosituimpia pölyntorjunta-aineita. Suolojen toiminta perustuu niiden ominaisuuteen sitoa vettä itseensä eli hygroskooppisuuteen. Sitomalla vettä ja kosteutta tienpintaan ne hidastavat veden normaalia haihtumista. Hygroskooppisuuden tehokkuus riippuu paljon lämpötilasta ja ilman suhteellisesta kosteudesta. (Tiehallinto 2003, 15.)

Vettä sitovat aineet ovat tehokkaita pölynsitojia ja yksinkertaisia käyttää, mutta huonoja puolia on säästä riippuva levitys. Parhaimman tuloksen suolan levityksessä saadaan, kun se levitetään tienpinnalle tihkusateella tai vaikka aamuyöstä, jolloin vesi ei kerkeä haihtua tienpinnalta ja kosteus on tarpeeksi korkea pitempiaikaisen vaikutuksen saavuttamiseksi. Lämpiminä kesäpäivinä tienpinnan ollessa kuiva vettä ei ole saatavissa, jolloin sitä pitäisi lisätä suolan yhteydessä. Suolat aiheuttavat myös korroosiota ajoneuvoille ja teräksille, joten käyttöä korrosio herkillä alueilla on harkittava tarkkaan. (Tiehallinto 2003, 15–16.)

5.2 Satamassa tapahtuva pölyäminen

Satamassa suurin pölyäminen tapahtuu, kun laivojen lasteja puretaan (Kuvio 10). Pölyämiseen vaikuttavia tekijöitä ovat sääolot, materiaalien rakeisuus ja lastinpurku nopeus ja laiturin sijainti satamassa. Sääolot kuten kova tuuli vaikuttaa huomattavasti pölyämisen määrään ja siihen, kuinka kauas pöly kulkeutuu tuulen mukana. Toinen pölyn leviämiseen vaikuttava tekijä on ilmankosteus ja sade. Sateella vesipisarat osuvat pölyhiukkasiin ja tuovat ne alas ilmasta aina tienpinnalle saakka. Röyhtän satamassa käsitellyt materiaalit ovat eri raekoon omaavia, jolla on vaikutusta pölyämiseen, sillä hienorakeisemmat materiaalit lähtevät helpommin tuulen mukana leviämään kuin raskaammat kappaleet. Lastia purkava nosturinkuljettaja voi vähän vaikuttaa pölyämiseen hidastamalla työnopeuttaan ja laskemalla materiaalin varovasti maansiirtoauton lavalle. Tämä ei kuitenkaan ole taloudellisesti kannattavaa, koska työtehon laskiessa myös työhön vaadittava aika kasvaa, josta seuraa kustannuksien nousu.



Kuvio 10. Pölyämistä kalkkilaivaa purettaessa

Satama-alueella pöly pääsee helposti leviämään työkoneiden ja maansiirtoautojen ja muiden ajoneuvojen avulla (Kuvio 11). Ajoneuvot

nostattavat pölyn tienpinnasta ja tuuli tai ajoneuvon vauhdista johtuva tuulivirta levittää hienorakeista materiaalia laajemmalle alueelle. Raskaat ajoneuvot myös jauhavat suurempia rakeita pienemmäksi renkaiden avulla, jolloin pienen raekoon omaava materiaalimäärä kasvaa ja pölyäminen lisääntyy.



Kuvio 11. Pölyämistä satamakentällä

Keväällä tapahtuva pölyäminen on suurimmillaan silloin, kun aurinko sulattaa lumen ja jään ja myös kuivattaa OKTO-murskeen. Murske murskaantuu työkoneiden painosta hienojakoiseksi pölyksi, joka nousee ilmaan tienpinnalta koneiden ja autojen luoman ilmavirtauksen avulla tai tuulen vaikutuksesta. Ilmasto-olosuhteista riippuen voivat pölyhiukkaset jäädä leijumaan ilmaan jopa moneksi tunniksi noustuaan tienpinnasta. (Kupiainen ym. 2007, 8–9.)

Liukkaudentorjuntamateriaalien oikea-aikainen poisto on tärkeää pölyämisen minimoimiseksi. Mitä myöhemmin satama-alueen kevätsiivous aloitetaan, sitä suurempi on tienpinnasta nousevan pölyn määrä. Mikäli liukkaudentorjuntamateriaalit kerätään pois kenttien pinnoilta ja liukkautta syntyy uudestaan loppukevästä esimerkiksi lumen sulamisvesistä, joudutaan

puhdistetulle tienpinnalle levittämään uudestaan liukkaudentorjuntamateriaalia. Tällöin alueen siivous joudutaan tekemään kahdesti samana keväänä. (Harjuoja, Kaihu & Körkkö 2017.)

5.3 Sataman pölynestotoimenpiteet

Satama-aluetta puhdistetaan urakoitsijan kalustolla, johon kuuluu mm. Dulevo 5000 -harjakone (Kuvio 12) ja Bucher Optifant 60 -lakaisukone. Lisäksi alueella käytetään pesuautoa, johon on asennettu keulapesuri, autolla puhdistetaan laiturin reunakaiteiden ympäristä, jota ei normaalilla harjauskalustolla ole mahdollista puhdistaa. Käytössä on myös pyöräkone, johon on lisälaitteena asennettu kasteleva avoharja, jolla kerätään romusilppua kentiltä. (Kaihu 2017.)



Kuvio 12. Dulevo 5000 -imulakaisuauto

Kunnossapitourakoitsijan imulakaisuautoja käytetään tarpeen mukaan. Imulakaisuauto on tehokas puhdistamaan tienpinnan ja saa kerättyä pienenkin raekoon omaavan materiaalin talteen. Satama-alueella ongelmia tuottaa kierrätysteräs, jota tuodaan laivoilla satamaan, missä se puretaan joko laiturille

tai maansiirtoautoihin. Kierrätysteräs voi olla monessa eri muodossa ja erin kokoisina kappaleina. Purettaessa laivojen lastia osa teräksestä tippuu kourasta satamalaiturin pinnalle ja voi lähteä tuulen avulla leviämään satama-alueelle. Joskus laivojen kierrätysteräs lasteja joudutaan purkamaan suoraan satamakentälle (Kuvio 13), mikäli kuljetuskalustoa ei ole tarpeeksi. Jos kierrätysteräskappaleita joutuu imulakaisuauton koneiston sisälle ne vaurioittavat auton kumiosia kuten kuljetinmattoja, lisäksi kappaleet tukkivat suulakkeet ja putkistot. Tämän takia on tärkeää puhdistaa alueet ensin keräävällä harjalaitteella kaikki teräskappaleet, jotka voivat vahingoittaa imulakaisuauton koneistoa. Näin säästytään huoltokustannuksilta ja puhdistamista voidaan jatkaa keskeyttämättä. (Harjuoja, Kaihu & Körkkö 2017.)



Kuvio 13. Kierrätysterästä satamakentällä

Satamalaiturin reunassa on suojakaide (kuvio 14), jonka tarkoituksena on kiinnittää huomiota ja mahdollisesti estää tippuminen mereen laiturilta. Kunnossapidollisesti suojakaiteen ympärystän puhdistus on hankalaa, koska kaiteen tolpat ovat lähekkäin ja vaaka putki on todella matalalla. Kaiteen alle kerääntyy paljon erilaista materiaalia, kuten liukkaudentorjuntamateriaalia,

teräsromua ja muita satamassa käsiteltäviä materiaaleja. Suojakaiteen ympäriltä on puhdistettu koneellisesti harjalla materiaali, mutta vaikeuksia tuottaa kaiteen alapuolen puhdistus. Mahdollinen ratkaisu ongelmaan on kaiteen korottaminen, jolloin harjalla voitaisiin harjata myös kaiteen alta. Korottamalla kaidetta myös sen huomattavuus parantuisi. Lisäämällä heijastavat merkit kaiteeseen saataisiin myös parannettua huomaavuutta pimeänä aikana.



Kuvio 14. Suojakaide

Työalueita puhdistetaan myös satamassa työskentelevien ahtaajien toimesta. Heillä on käytössä Bobcat-koneeseen asennettu keräävä harjalaite. Satamassa on myös käytössä Volvon pyöräkone, jossa on keräävä harja asennettuna etukuormaajan kauhan tilalle. Sataman harjauskalustolla pyritään puhdistamaan aluetta mahdollisimman paljon, mikäli vain on mahdollista. Harjauksen suorittavat ahtaajat, joilla ei ole sillä hetkellä muita työtehtäviä. Kevätsiivouksen eli liukkaudentorjuntamateriaalin keräyksen satamakentiltä suorittaa kunnossapito urakoitsija. (Harjuoja, Kaihu & Körkkö 2017.)

Kesällä pölyämistä pyritään hallitsemaan myös käyttämällä suolaliuosta, joka levitetään liuosautolla sumuna asfaltti alueille. Suolaliuoksella pystytään vaikuttamaan pölyämiseen pitemmäksi ajaksi kuin pelkällä vedellä. Suolaliuos sitoo kosteutta ja vettä asfaltin pintaan ja pitää pölyn kauemmin kosteana, jolloin pöly ei pääse leviämään tuulen vaikutuksesta. (Harjuoja, Kaihu & Körkkö 2017; Tiehallinto 2003, 15.)

5.4 Satama-alueen mahdollisia pölyntorjuntakeinoja

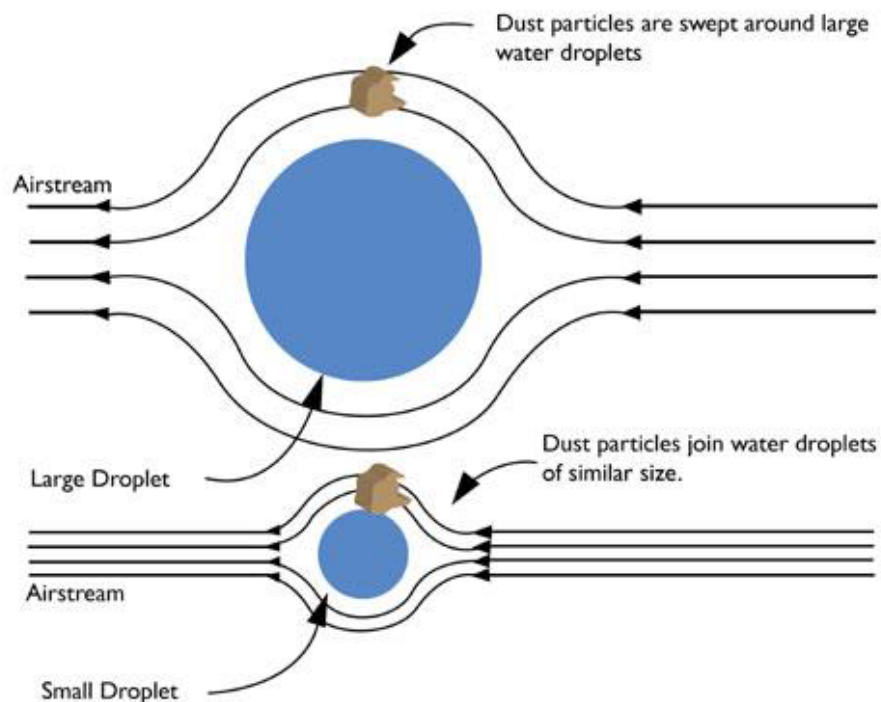
Suomessa pölyämistä tapahtuu paljon sorateilla ja erilaisia pölyntorjuntamenetelmiä on kehitetty ehkäisemään pölyämistä juurikin sorateilla. Näitä samoja keinoja voidaan hyödyntää myös satama-alueen pölyntorjuntaan.

Yksinkertaisimpana pölyntorjunta ratkaisuna pidetään veden levittämistä tienpinnalle. Veden vaikutus on yleensä vain hetkellinen, sillä se menettää tehonsa yleensä jo vuorokauden aikana. Tämän takia vettä täytyisi levittää lyhyin väliajoin uudestaan. Veden haihduttua tuuli ja ilmavirrat nostattavat pölyn liikkeelle tienpinnalta. Vaikka vesi on halpaa, työvoima ja työkoneet tuovat helposti merkittäviä kustannuksia veden levitykseen. Siksi vettä tulisikin käyttää vain väliaikaisena ratkaisuna. (Harjuoja, Kaihu & Körkkö 2017; Tiehallinto 2003, 15.)

Suolaliuosta on käytetty satama-alueella, mikäli pölyäminen on ollut erityisen voimakasta. Suolan haitalliset vaikutukset kuten korroosio ei ole ollut ongelma, kun suolan pitkäjaksoista käyttöä vältetään ja levitystä tehdään hallitusti. Muita pölynsidonta aineita voisi olla erilaiset orgaanisia pölynsidonta-aineet. Orgaanisten pölynsidonta-aineiden huonona puolena on ollut hinta ja vaihteleva pölynsidonta tulos. Korroosion estämiseksi orgaaninen pölynsidonta olisi paras mahdollinen vaihtoehto, koska silloin ainetta voitaisiin levittää suurempia määriä ja useammin. Satamassa on käytetty aikoinaan mäntyöljyä pölynsidonnassa, mutta öljyn haittavaikutuksena huomattiin päällysteen pehmeneminen. Myös aineen kallistuminen vaikutti käytön lopettamiseen. (Kaihu 2017.)

Vesisumu

Vesisumun käyttäminen pölyntorjunnassa on yleistynyt varsinkin purkutöissä ja kaivosteollisuudessa. Vesisumun käyttäminen perustuu veden ja pölyhiukkasten yhteen törmäykseen, jolloin yhdistymällä ne luovat tarpeeksi suuren kappaleen, joka putoaa maahan. Tutkimusten mukaan vesisumu on tehokkaampaa kuin normaalin sadettimen luoma vesisade, koska sumuttimen avulla vesipisarat saadaan samankokoiseksi, kun pölyhiukkaset. Jos vesipisarat ovat suurempia kuin pölyhiukkaset, pääsevät ne ilmavirran avulla kiertämään pisaran (Kuvio 15). (Cooper, Ren & Yarlagadda 2011, 241–242.)



Kuvio 15. Pölyhiukkasten ja vesipisaroiden törmäminen (Peterson 2006)

Vesisumun luomiseen käytetään puhdasta vettä, joka on ympäristöystävällistä. Sumutykki luo ilmavirran tuulettimen avulla ja levittää vesisumua halutulle alueelle, jossa pölyämistä tapahtuu. Ruotsissa toimiva Duztech yritys tekee sumutykkeitä ja on erikoistunut teollisuudessa tarvittaviin sumuttajiin (Kuvio 16). Seuraavassa taulukossa on verrattu Duztech yrityksen sumutykkeitä. (Duztech 2017.)

Taulukko 1. Sumutykkien vertailutaulukko (Duztech 2017)

Malli	A30	A40	A60
Heittoetäisyys (m)	30 m	40 m	60 m
Vedenkulutus (l/min)	säädettävä 15-65 l/min		
Kokonaisteho (kWh)	8,5 kWh	12 kWh	33 kWh
Vedenkulutus m ³ /20h	18 - 78 m ³		
Sähkönkulutus (kWh/20h)	170 kWh/20h	240 kWh/20h	660 kWh/20h

Taulukosta 1 nähdään, että heittoetäisyydeltä suuremmat tykit kuluttavat huomattavasti enemmän sähköä. Vedenkulutus Duztech sumutykeissä on säädettävä tilanteen mukaan 15 l/min aina 65 l/min. Taulukkoon 1 on otettu myös 20 tunnin sähkön- ja vedenkulutus, joka kuvastaa yhden kalkkilaivan purkamiseen kuluvaan aikaan. Duztech lupaa toimivuuden jopa -20°C lämpötilassa, mikäli tykkiin on asennettu talvivarustus. (Duztech 2017.)

Vesisumun käyttö satamassa voisi olla mahdollista kalkkikiveä purettaessa laivasta (Kuvio 10). Kalkkipöly on hienorakeista ja lähtee helposti tuulen mukana leviämään satama-alueelle. Kalkin purku tapahtuu Gottwald nosturilla, joka nostaa kauhalla kalkin laivan ruumasta kuljettimen suuaukolle. Suurin pölyämisen lähde on kalkin tiputtaminen kuljettimelle. Kuljettimen avulla kalkki siirretään lähistöllä sijaitsevalle SMA-SAXO Mineral Oy:n kalkkitehtaalle jatkojalostusta varten.

Kalkin kastuminen ei ole ongelma, mutta kuljettimen sähkökytkennät täytyy tarkistaa ja suojata kastumiselta. Sumutykin käytöllä saataisiin kalkin pölyäminen hallitusti satamalaiturille kuljettimen lähialueelle, jolloin myös purkualueen siivous on tehokkaampaa ja helpompaa suorittaa. Kovan tuulen avulla kalkkipöly voi levitä laajalle alueelle ja tiedostettuja ongelmia on

kalkkipölyn leviäminen satamakonttorin takana olevalle parkkipaikalle. Kalkkipöly tarttuu auton pintaan ja vaurioittaa maalipintaa.



Kuvio 16. Duztech sumutykki (Duztech 2017)

6 PÄÄLLYSTE

6.1 Vauriot

Satamakenttien asfalttivauriot ovat pääsääntöisesti syntyneet Gottwald nostureiden kauhoista, kun asfaltti on toiminut lastausalustana bulkki tavaralle. Laivaan lastattava materiaali esimerkiksi ferrokromi kuljetetaan maansiirtoautoilla tehtaalta satamakentälle, josta se lastataan Gottwald-nosturin avulla laivaan. Kesällä lämpötilan noustessa ja asfaltin lämmitessä nosturin kauha aiheuttaa vaurioita päällysteeseen (Kuvio 17). Vanhan laiturin (pohjoinen laituri) päällysteenä toimii asfalttibetoni 25/120 ja uuden laiturin (eteläinen laituri) päällyste on asfalttibetoni 25/150. Rikkonaisen asfaltin pinnan läpi huuhtoutuu pintavesiä, jolloin vesi kuljettaa hienoaineksen syvemmälle rakennekerrokseen muuttaen sen raejakautaa ja näin ollen myös kerroksen laatu muuttuu. Veden kulkeutuessa syvemmälle tien kerrokseen on mahdollista, että syntyy tyhjätiloja veden huuhtoessa rakennusmateriaaleja pois kerroksista.



Kuvio 17. Kauhan aiheuttama vaurio päällysteessä

Sennebogen-kaivinkoneen aiheuttamat vauriot ovat pääsääntöisesti lähtöisin koneen liikuttamisesta (Kuvio 18). Vaurioita syntyy yleensä kesäisin lämpiminä päivinä, jolloin asfaltti altistuu helpommin vauriolle. Vaurioiden välttämiseksi Sennebogenin siirtämistä tulisi välttää tai pyrkiä suunnittelemaan laivojen sijainnit niin, että tarpeelliset siirtymät olisivat mahdollisimman lyhyet. Suurin rasite tulee konetta kääntäessä, jolloin vain toisella telalla ajetaan eteenpäin (Kuvio 19).



Kuvio 18. Sennebogen siirtymässä

Asfaltin vaurioituminen ja hajoaminen heikentävät asfaltin tärkeintä tehtävää, joka on paineen jakaminen laattamaisesti kantavaan kerrokseen ja näin ollen rikkiäinen asfaltti vaikuttaa koko rakenteeseen. Päälysteen vaurioituminen leviää nopeasti suuren rasituksen takia, tässä tapauksessa suurien työkoneiden ja nostureiden painosta ja niiden liikkeistä satamakentällä. Laivoja lastatessa ja purettaessa asfaltille tippuu erilaisia kappaleita aina teräsromusta hienoon bulkkitavaraan kuten dolomiittia, koksia ja ferrokromia. Vauriot päälysteessä sijoittuvat lähes poikkeuksetta lastaus- ja purkualueelle, jossa tavara- ja

ajoliikenne on suurinta. Vauriokohtiin kerääntyvät satama-alueella käsiteltäviä materiaaleja.



Kuvio 19. Sennebogenin telan aiheuttamia vaurioita päällysteessä

6.2 Paikkaus

Paikattavien kohtien tavoitteena on saavuttaa toimiva, ehjä ja vanhan päällysteen veroinen rakenne (Tiehallinto 2009, 25). Jotta saavutettaisiin toimiva paikkaus, on tärkeää tehdä tarvittavat valmistavat toimenpiteet ennen AB:n levittämistä. Päällystettä paikattaessa on noudatettava seuraavia ohjeistuksia kestävän päällysteen saavuttamiseksi.

Paikattavan alueen reunat leikataan, sahataan tai jyrsitään kohtisuoriksi, jolloin kiinnittyminen vanhaan rakenteeseen on mahdollista. Kun alue on leikattu, poistetaan siitä vanha päällyste ja rakenteeseen kuulumaton materiaali. Paikkauksen pysyvyyden kannalta on tärkeää muotoilla reunat säännöllisiksi, ehjäpintaisiksi ja jyrkkäreunaisiksi. Tarkistetaan kantavan kerroksen laatu ja poistetaan lajittunut murske ja siihen sekoittuneet ylimääräiset materiaalit, joita

satamassa esiintyvissä vaurio kohdissa on yleensä runsaasti (Kuvio 20). Korvataan poistettu kiviaines murskeella, jonka E-moduuli tulee olla 280 MPa, jotta rakenteen kantavuus ei muutu. Murskeen lisäyksen jälkeen paikkauskohta tiivistetään hyvin ja tasoitetaan asfaltin lisäystä varten. Paikkauskohdan reunoihin eli vanhan asfaltin sahattuun reunaan sivellään bitumiliuosta tai bitumiemulsiota ($0,2...0,3 \text{ kg/m}^2$), jolla varmistetaan paikattavan kohdan tarttuminen vanhaan rakenteeseen. Seuraavaksi lisätään paikkausmassa AB 25, joka levitetään tasaisesti paikkausalueelle joko koneellisesti tai käsin paikkauksen koosta riippuen. Lopuksi paikkauskohta tiivistetään sekä käsitellään paikan ja siihen liittyvän vanhan päällysteen saumat bitumiliuoksella tai bitumiemulsiolla. Saumakohtien tiivistäminen on tärkeää, sillä huonosti tiivistetty sauma voi lähteä helposti purkautumaan ja näin ollen aiheuttaa uudelleenkorjaus toimenpiteitä. (Tiehallinto 2009, 25.)



Kuvio 20. Suuri asfalttivaurio

6.3 Epätasaisuus

Satamakenttien asfaltti päällysteen täytyy olla tarpeeksi tasainen nostureiden esteettömän liikkumisen takaamiseksi. Tarpeelliset kaadot veden johtamiseksi alueelta hulevesikaivoihin eivät vaikeuta nostureiden asentamista purkupaikalle, mikäli kaadon kallistuskulmat eivät ole liian jyrkkiä. Gottwald-nosturin tukijalat lasketaan maahan ennen kuin nosturilla voidaan aloittaa työskentely. Kuviossa 21 toisen puolen tukijalat koskettavat jo asfaltin pintaan, kun taas toisella puolella on kymmeniä senttejä väliä asfaltin ja jalan alapinnan välillä. Nosturi ei anna laskea tukijalkoja, mikäli toinen puoli ottaa jo vastaan ja toinen ei. Tämä vaikeuttaa nosturin asentamista laivan purkamiseen tarkoitetulla alueella ja kuljettaja joutuu todennäköisesti ajamaan edestakaisin löytääkseen tarpeeksi tasaisen paikan laskeakseen tukijalat ja aloittamaan työnteon.

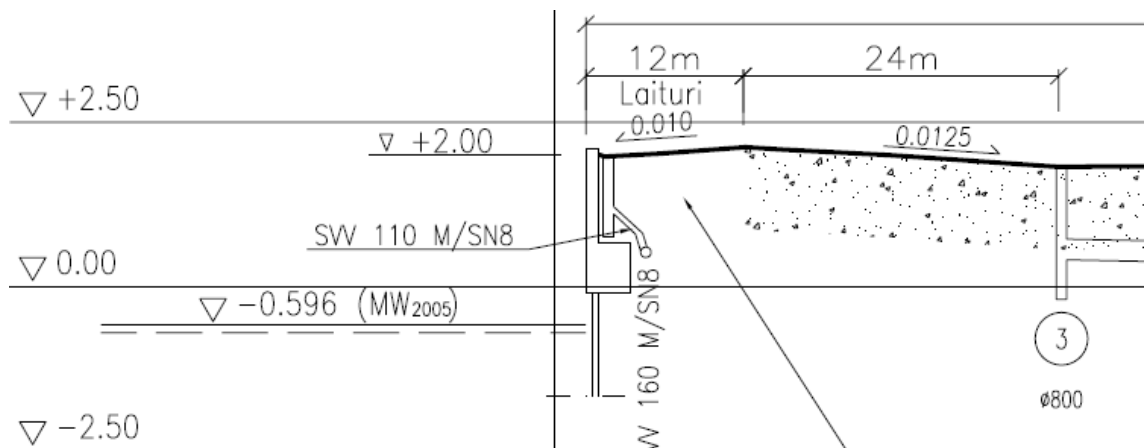


Kuvio 21. Gottwald-nosturi ja tukijalat

Suurin epätasaisuus on havaittavissa laituripaikalla 4, jossa on painaumia. Laituripaikan päällyste on kärsinyt todella paljon ja on myös rikkonainen. Alueen

kulutuskerroksen uusiminen olisi aiheellista ja siinä samalla suoritettaisiin kantavuustarkastelu kyseiselle alueelle. Tarvittaessa kantavuutta voitaisiin parantaa lisäämällä mursketta ennen uuden päällystyksen tekoa.

Kallistukset laiturille on tehty niin, että 12 metrin pituinen kaato laiturin laitaan päin 1 cm / metri ja toiselle puolelle 1,25 cm / metri, jonka etäisyys hulevesikaivolle on 24 metriä (Kuvio 22). Muilla laituri- ja nosturipaikoilla kyseiset kallistukset ovat toimineet hyvin, mutta painuneella laituri- ja nosturipaikalla 4 kaadot eivät toteudu. Satamassa käytettävien nostureiden leveys tukijalkojen kohdalta on noin 10–12 m nosturin koosta riippuen, joten siksi olisi tärkeää saada mahdollisimman tasainen päällyste operointi-alueelle. Nosturit ovat yleensä noin kuvion 20 mukaisen etäisyyden päästä laiturin reunasta. Suunniteltaessa uuden päällysteen kallistuksia on tärkeää ottaa huomioon nosturit ja mahdollisesti käydä keskustelua kuljettajien kanssa, jotta saavutettaisiin paras mahdollinen lopputulos.



Kuvio 22. Laiturin kallistukset

7 HULEVEDEET

7.1 Hulevesikaivojen kunnossapito

Hulevesiviemäriverkostolla pyritään hallitsemaan ja keräämään pintavesiä. Verkoston avulla vesi johdetaan putkien avulla pois alueelta. Asfaltin päältä vesi johdetaan kaatojen avulla ritiläkaivoihin ja edelleen putkistoon. Hulevesikaivojen pohjalla on syvennys, jota kutsutaan sakkapesäksi. Sinne kerääntyy kaivon päässyt kiintoaines, sakkapesä puhdistetaan tarpeen mukaan. Mikäli kaivoja ei huolleta ja kaivon sakkapesä täyttyy, alkaa kiintoaines kulkeutua putkistoon ja vaikuttaa näin ollen virtaamaan. Hulevesiverkosta täytyy seurata jatkuvasti, jotta järjestelmä toimii moitteettomasti. Putkissa, rummuissa ja kansistoissa ei saa olla mitään haitallisia roskia tai kiintoainesta (Kuvio 23). Suositellaan, että hulevesikaivot tarkistetaan keväisin liukkaudentorjuntamateriaalien poiston jälkeen ja puhdistetaan perusteellisesti hiekasta ja kivistä ja muusta kiintoaineksesta. Kesän aikana on hyvä tarkkailla kaivojen kuntoa ja sakkapesien täyttymistä, mikäli sakkapesät alkavat olemaan täynnä ja kiintoaineksen joutuminen putkistoon on mahdollista, on aika suorittaa puhdistus. Talvella ja varsinkin keväällä lumien sulamisen alettua on tärkeää pitää kaivojen kannet vapaana lumesta ja jäästä. Mikäli kaivossa oleva vesi on jäähtynyt, voidaan ne aukaista esimerkiksi vesihöyryllä. Sulamisvesien hallinta on helpompaa toimivan ja hyvässä kunnossa olevan hulevesijärjestelmän avulla. (Hulevesiopas 2012, 265.)

Kunnossapitotoimenpiteet

- roskien ja kiintoaineksen poisto ritilöistä
- sakkapesän tyhjennys
- jään poisto ritilöistä
- kiintoaineksen poisto putkistosta
- kansiston korkeusaseman tarkastus
- kaivojen suoruuden tarkastus.



Kuvio 23. Ritolä painunut ja teräskappaleita ritilällä

7.2 Kaivojen tilanne satamassa

Hulevesikaivot ovat kärsineet kovan rasituksen takia ja monessa kaivossa on selviä vaurioita. Satamassa liikennöi suuria työkoneita, jotka rasittavat kaivoja ja niiden kansistoja. Yleisempiä vaurioita on kansiston painuminen (Kuvio 24) ja ympäröivän asfaltin painuminen, joka estää veden pääsyä kaivoon. Vesi pyrkii aina alaspäin ja vähitellen tekee raon yleensä kaivonkannen lähelle ja valuu kaivon ulkoreunaa pitkin alaspäin. Vesi voi tehdä vaarallisia tyhjätiloja rakenteeseen mikäli suuria määriä vettä pääsee valumaan samasta kohdasta tienrakenteisiin. Vesi kuljettaa matkassaan rakennekerroksista materiaalia ja seurauksena voi olla kaivon ympärillä olevan alueen painuminen (Kuvio 25). (Betoniviemärit 2003, 86–88.)



Kuvio 24. Hulevesikaivon toinen puoli painunut

Korjaustoimenpiteiden kartoittaminen aloitetaan tarkastamalla kaivon kansiston kunto ja korkeusaseman yhteensopivuus ympäröivään maastoon. Hulevesikaivojen kansien pitää olla 5–10 mm päällysteen pintaa alempana. Kansiston ollessa vino on hyvä tarkastaa, johtuuko vinous kaivon vaurioista vai onko kaivo kokonaisuudessaan painunut vinoon. Seuraavaksi tarkastetaan kaivon sisäiset rakenteet eli betonisten kaivonrenkaiden ja renkaiden sauma kohdat. Kaivonrenkaiden saumat tulee olla kohdallaan ja vettä tai hienoaainesta ei saa tulla läpi saumasta. Renkaiden liikkeen aiheuttaja on yleensä routa, joka voi nostaa rengasta ja sulaessaan laskee renkaan väärään kohtaan. (Betoniviemärit 2003, 86–88.)



Kuvio 25. Kansisto huomattavasti korkeammalla kuin asfaltin pinta

Vaurioarvion perusteella tehdään tarvittavat korjaustoimenpiteet. Normaali korjaustoimenpide on kaivon rikkiäisten osien korvaaminen uusilla kappaleilla, esimerkiksi kansiston vaihtaminen. Kaivon vinouden korjauksessa joudutaan poistamaan koko kaivo ja tarkistamaan kaivon alapuoliset maakerrokset ja tarvittaessa tekemään massanvaihto tai lisäämään mursketta ja tiivistämään kerrokset. (Betoniviemärit 2003, 86–88.)

7.3 Kosteikko

Aikaisemmin luvussa 4.2 mainittu satamakonttorin takana sijaitseva kosteikko, joka toimii osittain myös lumen sulatusalueena. Kosteikon poisto-oja on tärkeä osa satamakonttorin ympäröivien hulevesien poistamisessa. Kosteikossa on seisova vesi koko kesän, koska poisto-oja on kasvanut umpeen hidastaen veden kulkua pois alueelta. Toimivan pintavesien poisjohtamisen kannalta on tärkeää aukaista kyseinen oja ja tarkistaa kaadot, jotta vesi saadaan virtaamaan pois. Kosteikkoon valuu ojaa pitkin myös satamakonttorin eteen kertyvät vedet (Kuvio 25). Satamakonttorin edessä oleva oja on matala ja rumpuja on jouduttu

suurentamaan, jotta vesi kulkeutuisi paremmin ojaan pitkin. Poisto-ojaan tehtävät kunnostustoimenpiteet todennäköisesti auttavat huomattavasti veden kulkua.

Toinen vaihtoehto olisi yhdistää satamakonttorin edusta hulevesijärjestelmään jolloin myös kyseinen alue tulisi öljyn- ja hiekanerotuskaivojen toiminnan piiriin. Satamakonttorin edessä on työkoneiden pysäköintialue, joka olisi hyvä saada öljyntorjunnan kannalta liitettyä hulevesijärjestelmään. Tämä vaihtoehto on huomattavasti kalliimpi, koska alueelle jouduttaisiin tekemään kaivuutöitä kaivojen lisäämiseksi.



Kuvio 25. Suuri lammikko keväällä satamakonttorin edessä

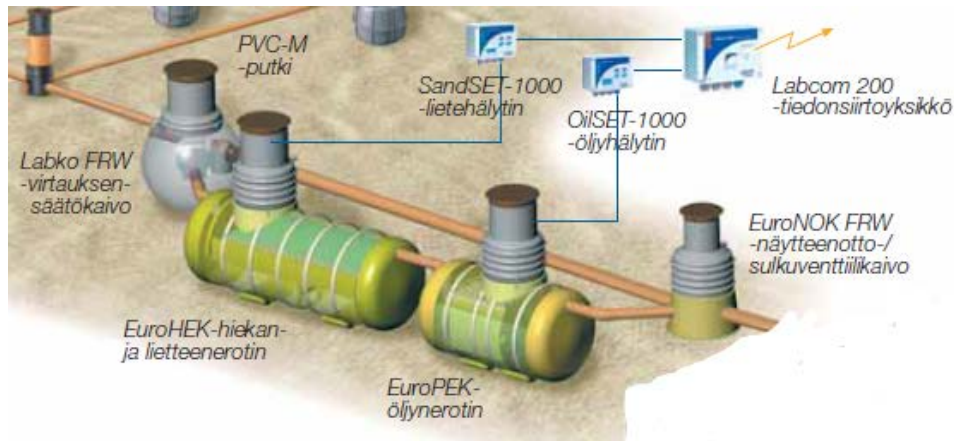
7.4 Öljyn- ja hiekanerotuskaivo

Päällystetyiltä alueilta kulkeutuu sadevesien mukana hulevesiviemäristön läpi luontoon öljyä ja raskasmetalleja. Raskasmetalleista jopa 80 % voi olla sitoutuneena sadevesien mukana kulkeutuvaan kiintoainekseen kuten hiekkaan (Labko- öljynerotinjärjestelmät 2010, 2). Tällä hetkellä satama-alueen kahdesta laiturista vain toisessa on öljyn- ja hiekanerotusjärjestelmä. Vanhaan laituriin on suunniteltu lisättäväksi erotusjärjestelmä, jonka avulla pystytään hallitsemaan hulevesijärjestelmään pääsevien öljyjen ja hienoaineksen kulkua. Alueella

liikennöivät suuret koneet voivat aiheuttaa huomattavia öljyvahinkoja, mikäli esimerkiksi hydraulikkajohto vaurioituu ja järjestelmä tyhjenee asfalttikentälle.

Labko Bybass -järjestelmä

Labko Bybass -järjestelmä koostuu virtauksensäätökaivosta, hiekan- ja lietteenerotuskaivosta, öljynerotuskaivosta ja näytteenotto- sulkuventtiilikaivosta (Kuvio 25). Järjestelmän toiminta perustuu tutkimuksiin, joissa on havaittu, että suurin osa hulevesiviemäriin pääsevistä raskasmetalleista ja öljystä huuhtoutuu järjestelmään heti sateen alkuvaiheessa. Virtauksensäätökaivolla voidaan hallita puhdistusjärjestelmään johdatettua vettä niin että sateen alkuvaiheessa kaikki vesi suodatetaan järjestelmän läpi. Jos sade jatkuu ja järjestelmän huippuvirtaama saavutetaan, kaivo päästää osan sadevedestä järjestelmän ohii. Ohivirtaava vesi liitetään takaisin järjestelmään näytteenotto-kaivon kohdalla, joka sijaitsee viimeisenä puhdistusjärjestelmä ketjussa. Ohivirtauksesta huolimatta järjestelmä pystyy puhdistamaan vuotuisesta sademäärästä noin 95 %. (Labko-öljynerotinjärjestelmät 2010, 2.)



Kuvio 26. Labko Bybass -järjestelmä (Labko- öljynerotinjärjestelmät 2010, 7)

Hiekan- ja lietteenerotuskaivo

Hiekan- ja lietteenerotuskaivon avulla sadevedestä suodatetaan sen mukana kulkeutuva hiekka ja hienorakeintainen materiaali. Tärkein tehtävänä kaivolla on puhdistaa sadevesi ennen sen johtumista öljynerotuskaivoon, näin voidaan varmistaa öljynerotuskaivon häiriötön toiminta. Hiekan- ja lietteenerottaminen

tapahtuu gravitaatio voiman avulla. Kun hulevesijärjestelmästä tuleva vesi virtaa kaivoon siitä erottuu vettä raskaammat kappaleet kuten hiekka. Kappaleet laskeutuvat erottimen pohjalle, josta materiaali poistetaan imevällä lieteautolla, kun noin 1/3 tilavuudesta on täyttynyt. (Labko- öljynerotinjärjestelmät 2010, 7.)

Öljynerotuskaivo

Erotimeen johdettu vesi virtaa koalisattorin läpi, joka vetää puoleensa öljyä. Koalisattorin toiminta perustuu öljypisaroiden tartumisesta sen pinnalle. Kun öljypisaroita on tarpeeksi ne yhdistyvät toisiinsa ja erottuvat vesivirtauksesta. Öljypisaran koko vaikuttaa nousunopeuteen, mitä suurempi pisara on, sitä nopeammin se nousee koalisattorin kulkukanavia pitkin ylös. Erottuneet öljypisarat varastoituvat erottimen veden pinnalle yhtenäiseksi kerrokseksi. Koalisattori voidaan puhdistaa ja käyttää uudelleen, joka on erinomainen ominaisuus järjestelmän huoltokustannuksien ja hoitokustannusten kannalta. (Labko- öljynerotinjärjestelmät 2010, 8.)

Näytteenotto- /sulkuventtiilikaivo

Järjestelmään kuuluu aina näytteenottokaivo öljynerotinstandardin EN 858 mukaisesti. Näytteenottokaivon avulla voidaan tarkkailla järjestelmän läpi kulkevan veden laatua. Kaivo asennetaan järjestelmän viimeiseksi osaksi, jolloin myös ohivirtausputki voidaan liittää kaivoon ja näin ollen voidaan tarkkailla myös huippuvirtaaman aikaisen veden laatua. (Labko- öljynerotinjärjestelmät 2010, 11.)

Järjestelmä satamaan

Sataman vanhan laiturin alueella on toimiva hulevesijärjestelmä, joka käsittää laituri paikat 5,6 ja 7 sekä lisäksi varastointi alueen. Alueella on kaksi toisistaan erillään olevaa hulevesijärjestelmää, joissa kummassakaan ei ole minkäänlaista erotusjärjestelmää. Laituri paikka 5 ja sen pohjoispuoleiset alueet sekä puolet rullien lastausalueesta ovat yksi järjestelmä, joka laskee mereen laituri paikkojen viisi ja kuusi välistä. Järjestelmässä on kaikkiaan 15 kaivoa. Toinen järjestelmä muodostuu laituri paikkojen 6 ja 7 alueiden lisäksi rullien varastointialueen toisesta osasta. Järjestelmä kattaa kaikkiaan 16 kaivoa. Öljyn- ja hiekanerotusjärjestelmän koon laskemiseksi tarvitaan muutamia lähtötietoja,

joita ovat hulevesijärjestelmän kattama pinta-ala, mitoitussade määrä ja pintamateriaalista johtuva valumakerroin. Ensimmäisenä on laskettava sadevirtaama kaavalla:

$$\dot{q} = k \times q_s \times A \quad (1)$$

missä

\dot{q}	on	sadevesivirtaama (l/s)
k	on	pintamateriaalista johtuva valumiskerroin
q_s	on	mitoitussade (l/(s x m ²))
A	on	mitoitettavan alueen pinta-ala (m ²)

Kun saadaan sadevesivirtaama laskettua, voidaan laskea öljynerottimen nimelliskoko kaavalla:

$$NS = q \times f_d \quad (2)$$

missä

NS	on	öljynerottimen koko
q	on	sadevesivirtaama (l/s)
f_d	on	öljyn tiheyskerroin, joka määräytyy öljyn tiheyden ρ (g/cm ³) mukaan ($\rho \leq 0,85 = 1$), ($0,85 < \rho \leq 0,9 = 1,5$) ($0,9 < \rho \leq 0,95$)

Kun öljynerottimen koko saadaan laskettua, voidaan valita sitä vastaava kaivo. Mikäli rakennetaan Labko Bypass -järjestelmä voidaan öljynerottimen nimelliskokoa pienentää kolmannekseen alkuperäisestä mitoituksesta. Lopuksi määritellään vielä hiekan- ja lietteenerotuskaivon koko öljynerottimen koon avulla ja seuraavan taulukon mukaisesti:

Taulukko 2. Lietemäärän arviointi taulukko (Labko- öljynerotinjärjestelmät 2010, 4)

Oletettu lietemäärä		Minimilietetilavuus
Pieni	kiintoaineksen määrä oletetaan olevana pieni	(100*NS)/fd
Keskimääräinen	huoltoaseman piha-alue, pysäköintialueiden sadevedet	(200*NS)/fd
Suuri	alueet, joilla varastoidaan ja liikkuu työ-, maatalous- ja maansiirtokoneita	(300*NS) fd

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Seuraavaksi esitellään työn johtopäätökset, jotka käsittelevät kaikkia opinnäytetyön osioita. Liukkaudentorjunnan kannalta olisi mahdollista käyttää suolan korvaavia aineita kuten kaliumformiaatti ja kalsiummagnesiumasetaatti. Korvaavien aineiden korroosio vaikutukset ovat huomattavasti pienempiä kuin nykyisin käytettävät kloridi-pohjaiset liukkaudentorjunta-aineet. OKTO-murskeen käyttö liukkaudentorjuntamateriaalina on edullista ja suotavaa helpon saatavuuden vuoksi.

Talvikunnossapitoa parantamalla on vaikutusta polanteen paksuuteen ja liukkaudentorjuntamateriaalin menekkiin. Vähentämällä hoitoalueiden polanteen paksuutta voidaan vaikuttaa tarvittavaan liukkaudentorjuntamateriaalin määrään ja näin ollen myös kevät pölyäminen vähentyy kun mursketta on vähemmän satamalaitureilla. Lumien varastointi alueena ei kannata käyttää jatkossa satamakonttorin viereistä aluetta. Aluetta voidaan käyttää, mikäli poisto-oja aukaistaan ja veden poistuminen saadaan johdettua ojaa pitkin pois.

Pölyntorjuntaan satamakentillä voitaisiin kokeilla jotain orgaanista pölynsidonta-ainetta kuten mäntyöljyhartsia suolan korvaajana. Keväällä tapahtuva liukkaudentorjuntamateriaalien siivousta voitaisiin aikaistaa mikäli sää olosuhteet ovat mahdollista. Oikein ajoitetulla siivouksella on huomattava vaikutus kevät pölyämiseen. Mahdollista sumutykkiin investointia kannattaa harkita ja tehdä lisätutkimuksia sen erilaisista hyödyntämistavoista satama-alueella.

Asfaltin paikkauksessa on otettava huomioon suuri rasitus, jota satamakentillä esiintyy. Paikkauksen ohjeistusta täytyy noudattaa, jotta saavutetaan kestävä ja pitävä paikkaus. Epätasaisuudet satamakentillä voidaan korjata uusimalla koko päällyste ongelma alueelta ja tasoittamalla kaadot oikeisiin kallistuskulmiin. Hulevesikaivoihin johtavat laskut on syytä tarkastaa ja korjata, jotta veden kulku kaivoon on esteetön. Osa kaivojen kansistoista on uusinnan tarpeessa ja myös mahdolliset kaivon muut korjaukset tulee suorittaa mahdollisimman pian.

Öljyn- ja lietteenerotuskaivojen asentaminen vanhaan laituriin on suotavaa, jotta öljyvuodon sattuessa öljyä ei pääse valumaan mereen hulevesijärjestelmän kautta. Öljyn- ja lietteenerotusjärjestelmänä voisi mahdollisesti toimia Labko Bybass -erotusjärjestelmä.

LÄHTEET

Ahluos, T., Carpén, L., Kaunisto, T., Pohjanne, P. & Vestola, E. 2006. Kalsiumkloridin sivuvaikutukset. Helsinki: Tiehallinnon selvityksiä 38/2006. Viitattu 13.3.2017

http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf/3201014-vkalsiumkloridin_sivuvaik.pdf.

Betoniviemärit 2003. Rakennusteollisuus RT ry. Viitattu 7.4.2017

<http://betoni.com/wp-content/uploads/2015/09/Betoniviem%C3%A4rit.pdf>.

Cooper, G., Ren, T. & Yarlagadda, S. 2011 Development of a Water-mist Based Venturi System for Dust Control from Maingate Chocks and BSL. Australia: University of Wollongong. Viitattu 28.3.2017

<http://ro.uow.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=2025&context=coal>.

Duztech 2017. Dust control with mist cannons. Viitattu 13.3.2017

<http://duztech.com/>.

Harjuoja, P. 2017. Outokumpu shipping Oy. Satamapäällikkö haastattelu 24.2.2017.

Harjuoja, P., Kaihu, M. & Körkkö, V-M. 2017. Palaveri 1.16.2017. Tornio: Röyttän satama.

Hulevesiopas 2012. Helsinki: Kuntaliitto. Viitattu 12.3.2017

http://www.jyvaskylanenergia.fi/filebank/993-Hulevesiopas_2012.pdf.

Ihalainen, E. 2000. Ympäristönsuojelutekniikan perusteet. Turku: Turun yliopiston täydennys-koulutuskeskuksen julkaisuja A: 76, Turku: Turun yliopisto. Viitattu 27.3.2017.

Kaihu, M. 2017. Opinnäytetyö satamaan. Sähköposti mikko.kaihu@lassilatikanoja.fi 14.3.2017. Tulostettu 15.3.2017.

Kansalaisen karttapaikka 2017. Maanmittauslaitos. Viitattu 3.2.2017

<https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/>.

Kupiainen, K., Räisänen, M. & Tervahattu, H. 2005. Tutkimuksia katupölyn koostumuksesta ja lähteistä. Helsinki: Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta (YTV). Viitattu 25.2.2017

http://www.hsy.fi/seututieto/Documents/YTV_julkaisusarja/PJS_B_12_2005_katupoly.pdf.

Kurki, T. 2005. Vähäliikenteisten teiden päällysteiden uudet ideat. Espoo: VTT rakennus ja yhdyskuntatekniikka. Tutkimusraportti. Viitattu 27.2017
http://alk.tiehallinto.fi/s14/docs/vahaliik_%20paallysteiden_uudet_ideat_kirjallisu_uselvitys%20.pdf.

Labko- öljyerotinjärjestelmät 2010. Viitattu 12.3.2017
<http://labko.wavin.com/web/download?id=597871>.

Liikennevirasto 2017. Teiden talvihoito. Viitattu 22.2.2017
<http://www.liikennevirasto.fi/tieverkko/kunnossapito/talvihoito#.WOYE2fnyhE>

Nikkanen, K. 2017. Liikenneväylien hoidon ja ylläpidon osaaminen -opintojakso. Lapin ammattikorkeakoulussa keväällä 2017.

Peterson, E. 2006. White Paper on Dust Theory. Viitattu 28.3.2017
<http://www.dustboss.com/support/white-paper-on-dust-theory/>.

Pöyhönen, A. 1994. Magnesiumkloridi (MgCl₂) pölynsidonnassa. Helsinki: Tielaitos. Viitattu 22.1.2017 http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf2/4000061-v-magnesiumkloridi_polynsidonnassa.pdf.

Saurento, J. 2011. Teollisuus- ja satama-alueiden liukkaudentorjunta ja hiekoitusmateriaalin poisto. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Tiehallinto 2001. Teiden talvihoito. Viitattu 17.1.2017
<http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2230006-01i.pdf>.

Tiehallinto 2003, Sorateiden pölynsidonta-aineiden ympäristövaikutuksia. Helsinki. Viitattu 27.2.2017
http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf/3200811v_sorateiden.pdf.

Tiehallinto 2005. Kuinka tien pinnan liukkaus syntyy? Viitattu 17.1.2017
<http://feed.ne.cision.com/wpyfs/00/00/00/00/00/06/61/85/wkr0014.pdf>.

Tiehallinto 2009. Päällysteiden paikkaus. Viitattu 12.3.2017
http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2200009-v-09-paallysteiden_paikkaus.pdf.

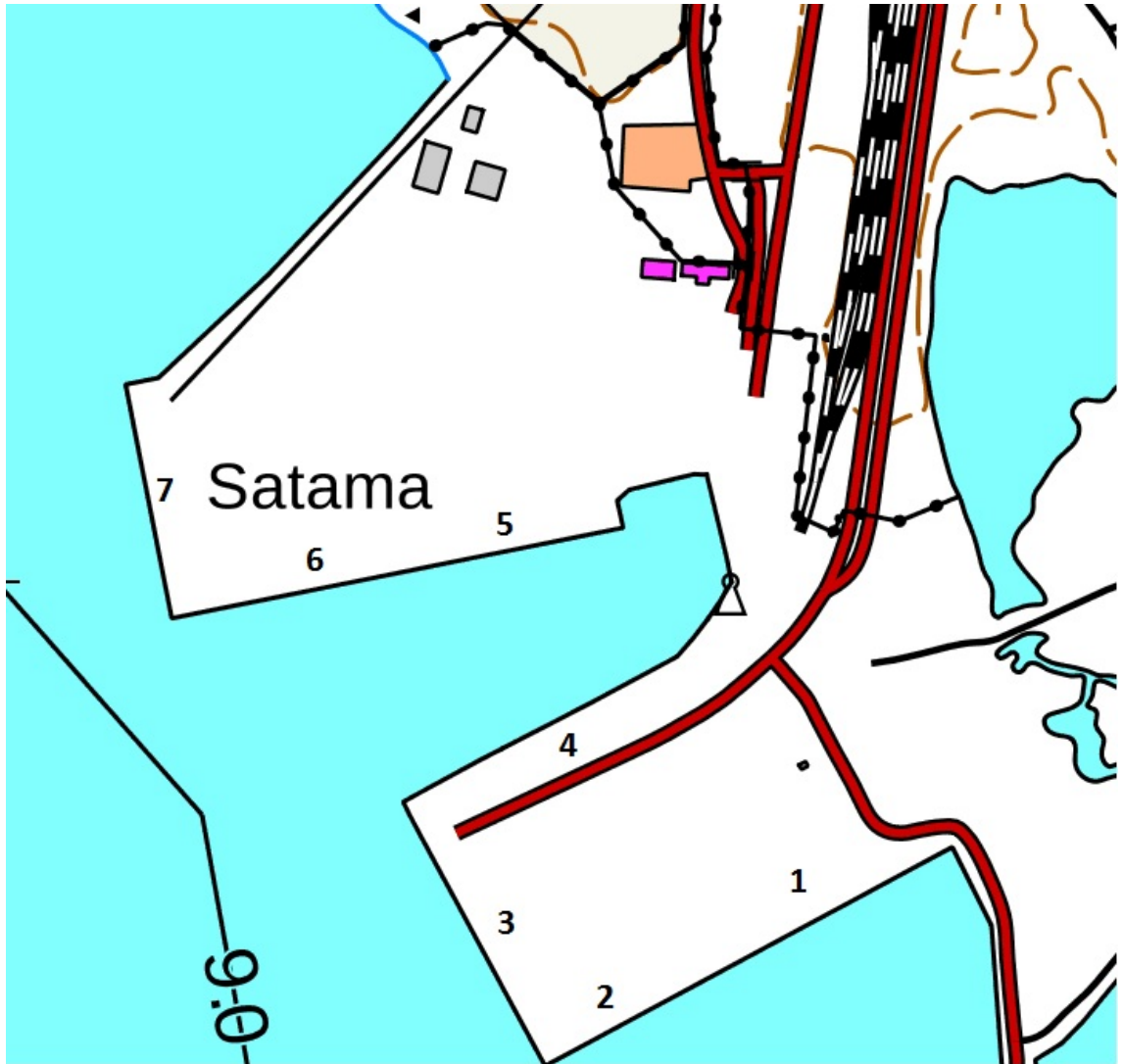
Tiehallinto 2009. Teiden talvihoito. Laatuvaatimukset. Viitattu 22.2.2017
http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/talvihoidon_laatuvaatimukset_2009.pdf.

Vahtola, J. 2015. Tornio - vuosisatojen portti Lappiin ja länteen. Tornion kaupunki. Viitattu 20.3.2017
<http://www.tornio.fi/index.php?p=Tornionhistoria&highlight=satama>.

LIITTEET

- Liite 1. Sataman kartta
- Liite 2. Kunnossapitokysely

Liite 1. Sataman kartta



Liite 2. Kunnossapitokysely

Kysely: Satamankunnossapito

1. Millaista kalustoa käytetään lumenpoistamiseen?
2. Käytetäänkö tiehöylää polanteen poistamiseen?
3. Millaisia liukkaudentorjuntamateriaaleja käytetään (raekoot)?
4. Millä perusteella liukkaudentorjuntamateriaaleja käytetään?
5. Materiaalien käyttömäärät eri alueilla tai koko satama-alueella kg/m² tai tn?
6. Käytetäänkö lisäaineita liukkauden torjumiseen kuten: suolaa, kalsiummagnesiumasettaattia (CMA) tai kaliumformiaattia?
7. Miten käytettävät materiaalit varastoidaan?
8. Millaista kalustoa käytetään keväällä liukkaudentorjuntamateriaalin poistamiseen satama-alueella ja miten siivous toteutetaan?
9. Käytetäänkö alueella imulakaisuautoa, jos käytetään kuinka usein, koska ja mihin tarkoitukseen?
10. Miten pölyämistä estetään/vähennetään kesällä, mitä aineita käytetään?
11. Kuinka usein satama-alueen hulevesikaivojen sakkapesät tarkastetaan ja huuhdellaan?
12. Alueen haasteet, onko tiettyjä alueita, jotka tuottavat vaikeuksia tai mitkä koetaan haastaviksi, miksi?