

TARTU ÜLIKOOL

Mario Saarpere

**LENNART MERI TALLINNA LENNUJAAMA
TALVISTE HOOLDUSTEGEVUSTE MÕJUST
KESKKONNALE**

Lõputöö

Juhendajad: Erik Mölder, PhD

Triinu Keskküla, MSc

Tartu 2013

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	4
Lennart Meri Tallinna lennujaama iseloomustus	5
Pinnakate ja põhjavesi	6
Lennujaama sadeveevõrk	8
Lennujaama territooriumil elutsevad loomaliigid ja kasvavad taimeliigid	10
Loomaliigid	10
Taimeliigid.....	10
Seadustega sätestatud piirmäärad ja nõuded	12
Kasutatavad kemikaalid kasutuskoguste järgi.....	13
Õhusõidukite kütused	13
Radade ja perroonide libedusetõrjevahendid.....	13
Uurea.....	14
Nordway.....	14
Unisalt PA ja Unisalt SF	15
Clearway F5	15
Õhusõidukite jäätõrjevahendid	16
Propüleenglükooli baasil Safewing MP I 1938 Eco	16
Propüleenglükooosi baasil Safewing MP II Flight	17
Kasutatavate kemikaalide mõju keskkonnale	18
Õhusõidukite kütused	18
Radade ja perroonide libedusetõrjevahendid.....	18
Uurea ehk karbamiid.....	18
Kaaliumformiaadil põhinevad jäätõrjevahendid – Unisalt PA, Nordway ja Clearway F519	
Unisalt SF.....	20
Õhusõidukite jäätõrjevahendid	21
Propüleenglükooli baasil jäätõrjevedelike mõju keskkonnale	21
Ettepanekud kemikaalide kasutamise keskkonnakorralduslikule poolele Tallinna lennujaamas	
.....	23
KOKKUVÕTE.....	25
SUMMARY	27
KASUTATUD KIRJANDUS	29
Kasutatud ajakirjad	29

Kasutatud internetileheküljed ja dokumendid	29
Kasutatud normatiivmaterjalid	31
Kasutatud kemikaalide ohutuskaardid	31
LISAD	32

SISSEJUHATUS

Eesti geograafiline asend on vahemikes $57^{\circ} 30'$ ja $59^{\circ} 40'$ põhjalaiust ning $21^{\circ} 45'$ ja $28^{\circ} 15'$ idapikkust. Selline geograafiline paiknemine tingib meil nelja selgelt eristatava aastaaja olemasolu. Olenevalt aastast, kestab talv meil kuni kuus kuud ning see tekitab meil olukorra, kus liikluse korralikuks ja regulaarseks toimimiseks kogu selle perioodi vältel on vaja teostada ka Eesti suurimas – Lennart Meri Tallinna lennujaamas - lume- ning jäätõrjet.

Oma lõputöös keskendun veel kahele parasvöötme kliimas paiknevale lennujaamale ja nendes kasutatavate kemikaalide käitlemisele. Lisaks Tallinna Lennujaamale analüüsib autor veel Soome Vabariigi Vantaa lennujaamas ja Rootsi Kuningriigi suurimas Arlanda lennujaamas teostatavaid jäätõrjelahendusi nii õhusõidukitele, rajale, ruleerimisteedele kui perroonidele.

Käesoleva töö eesmärgiks on välja selgitada Tallinna lennujaamas kasutatavate kemikaalide käitlemine, nende võimalik mõju keskkonnale. Töö kokkuvõttes osas annab autor omapoolse hinnangu hetkeolukorra kohta ning soovitusel ja ettepanekud tegevuste paremaks ja keskkonnasõbralikumaks toimimiseks.

Praktiline väärtus lõputööl on see, autor ise on töötanud AS Tallinn Airport GH-s perroonikorraldajana ning teostanud õhusõidukitele jäätõrjet. See isiklik kokkupuude antud valdkonnaga tingis huvi kirjutatud teema vastu ning lisaks veel üldine seisukoht, et kas ja missugused võimalused oleksid Tallinna lennujaamas kemikaalide paremaks käitlemiseks.

Lennart Meri Tallinna lennujaama iseloomustus

AS Tallinna Lennujaam (TLL) tegeleb ettevõttele kuuluvate lennujaamade käitlemise ja arendamisega, et tagada õhusõidukite, reisijate ja kauba maapealne teenindamine.

Ettevõtte haldab Eestis paiknevaid lennujaamu, mille hulka kuuluvad lisaks Eesti Vabariigi suurimale Tallinna Lennujaamale veel Tartu, Pärnu, Kuressaare ja Kärdla lennujaamad ning Kihnu ja Ruhnu lennuväljad. AS-i Tallinna Lennujaam aktsiate omanikuks on Eesti Vabariik ning ettevõtte kuulub (04.04.2013 seisuga) Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi haldusalasse [18].

Tallinna Lennujaam paikneb kesklinnast umbes 4 km kaugusel, Tallinn-Tartu maantee idapoolsel äärel, lõunast piirneb ta Rae raba ja Mõigu poldriga, põhjast Suur-Sõjamäe tööstuspiirkonnaga, läänest üle Tartu maantee asub paarisaja meetri kaugusel ka Ülemiste järv (lisa 1, joonis 1). Lisaks on lennujaam ida - lääne suunal varustatud dreneažisüsteemiga, mille kaudu sademeveed Mõigu ja Kurna oja kaudu Mõigu poldrisse jõuavad (lisa 2, joonis 1) [15].

Ülemiste järve, kui reostustundliku veekogu ja Tallinna linna peamise joogiveeallika pärast, asub lennujaam keskkonnakaitse mõistes küllaltki sensitiivses piirkonnas. Seetõttu lähtuvalt Veeseaduse § 3⁶ igasugune keskkonda mõjutada võiv tegevus on vaja tingimata läbi mõelda ja vajadusel rakendada tõhusaid meetmeid vee ja pinnase kaitseks [26].

Arvestades jätkuvalt tõusvat trendi lennukiga reisijate arvus (lisa 3, tabel 1), siis on üha enam tarvis mõelda ka keskkonnale ja selle minimaalsele võimalikule reostatusele, mis nende reisijate teenindamine endaga kaasa võib tuua. Samuti seavad järjest karmistuvad seadused ja reeglid piirangud lennujaamade käitlemisele. Aasta aastalt suureneva reisijate arvuga suureneb ka lennuoperatsioonide arv (Lennuoperatsioonid = maandumine ja õhkutõusmine, lisa 3, tabel 2), mis toob kaasa ka järk-järgult kasvava kemikaalide kasutamise ning sellest tuleneda võiva mõju keskkonnale [19].

Pinnakate ja põhjavesi

Valdavalt on Põhja-Eesti lauskmaa lainja moreentasandiku pinnakattes levinud saviliiv- või liivsavimoreenid ning glatsiofluviaalsed kruusad ja liivad. Sellest hoolimata on pinnakate Tallinna lennujaamas õhuke (lisa 4, joonis 1) ning piirkonnas on tegemist kaitsmata või nõrgalt kaitstud põhjavee alaga [21].

Lennujaam paikneb tasasel Harju paeplatool Põhja-Eesti klindi vahetus läheduses. Kogu töös vaadeldav territoorium jääb Ülem-Ordoviitsiumi Kukruse lademe Viivikonna kihistu avamusalale. Sellele geoloogilisele üksusele on iseloomulikud detriitsed savikad lubjakivid kukersiidi vahekihtidega [13].

Veekihte on lennujaama alal kolm: Kõige pinnalähedasem, ordoviitsiumi veekiht sisaldub põhiliselt maapinnalähedaselt lubjakivide murenemiskoorikus. Sügavamal on lubjakivi monoliitne ja peaaegu veetu. Sellest tulenevalt on veekiht kohati ülaveelise iseloomuga. Selle kihi põhjaveetase on suurema ajast maapinnast 0,5 kuni 1,5m sügavusel, kuival perioodil kuni 2,5m sügavusel ja kõrgvee ajal isegi maapinnal. Veekiht on reostuse eest kaitsmata ja toitub peamiselt sademetest. Ordoviitsiumi veekihti joogiveena ei tarbita. Sügavuselt teiseks kihiks on Ordoviitsiumi-Kambriumi veekiht, mis on reostuse eest keskmiselt kaitstud diktüoneema kihi poolt. Üksikud majapidamiste puurkaevud on rajatud sellele veekihile. Viimasena ja Ülemiste järve kõrval kõige rohkem kasutatav Kambrium-Vendi veekiht on reostuse eest kaitstud sinisavi kihiga [7].

Lõunapoolsed aladel, kus pinnakate on paksem, moodustavad pinnakatte moreen või liigniiskete alade setted (madalsooturvas ja rabaturvas). Lennujaamast lõuna suunas jääb Rae raba, mis on arvele võetud kohaliku tähtsusega turbamaardlana. Suurem osa maardlast on arvel passiivse tarbevaruna, aktiivse tarbevaruna on arvel vaid üksikud plokid. Rae raba läbib peamiselt sademe- ja rabaveest toituv Soodevahe kraav [7].

Mullakihi paksus territooriumi ulatuses ei ületa 2,5 meetrit. Valdavateks mullatüüpideks lennujaama lõunapoolsel äärealal (ja ka läänesuunal) on leostunud gleimullad (Go), gleistunud leetjad mullad (KIg) ja lammi-turvastunud mullad (AG1). Samuti esineb ulatuslikult väga õhukesti (M') ja õhukesti (M'') madalloomuldasiid. Lennujaamast ida suunas

esineb valdavalt õhukest paepealset mullakihti (Kh'') (Lisa 4, joonis 2) [Autori õppematerjal
õppeaines Mullateaduse alused ja mullageograafia, Roostalu H., Emeriitprofessor].

Lennujaama sadeveevõrk

Kõik Tallinna sademevee väljalasked kuuluvad Tallinna Vesi AS-le, järelevalvet nende üle teostavad Keskkonnaameti Harju – Järva - Rapla regioon ja Tallinna Keskkonnaamet. Suur-Sõjamäe tööstusrajoonist ja Tartu mnt. piirkonnast sh. Tallinna lennuväli ning Mõigu sademe- ja drenaažveed suunatakse Tallinna lahte Russalka mälestusmärgi lähedusse. Lisaks sellele juhitakse nimetatud kollektorisse ka Ülemiste järve ülevool ning kuivendusvesi Mõigu poldrilt [12].

Mõigu polder (lisa 1, joonis 1) kujutab endast poldri kogumisbasseini ja ka biotiiki pindalaga 9,4 ha ning see koosneb kahest eraldiseisvast osast – välimisest ringtiigist pindalaga 5,3 ha ja sisemisest tiigist pindalaga 4,1 ha (minimaalse veeseisuga antud pindalad. Mõigu polder on Keskkonnaministri 28. Juuli 2009. aasta määrusega nr 4 klassifitseeritud tehisveekoguks)

Kogu lennujaama ala katab dreneaživõrgustik (lisa 5, joonis 1), mis kogub sademeveed perroonilt ning ruleerimisteedelt ja manööverdusalalt. Lisaks on ruleerimistee ja lennuraja vahel kraavitus. Tulenevalt lennujaama territooriumi kaldest, juhitakse sadeveed territooriumilt välja kahte kraavi.

Lennujaama lõunapoolselt alalt juhitakse sademevesi otse lennujaama ümbritsevasse Ruunaoja ning sealt edasi düükri kaudu Mõigu poldritiiki. Lisaks rikastub polder veel Mõigu asula sademevetest Mõigu poldritiigist pumbatakse vesi Tartu mnt kollektorisse ja sealt edasi Ülemiste järve ülevoolukanalisse. Läbi Kadrioru sademevee kanali suubub kogu Mõigu asula ja lennujaama sademevesi lõpuks Tallinna lahte Russalka väljalaskesse [15].

Lennujaama läänepoolsed (valdavalt A-perrooni) sademeveed suunatakse läbi eelpuhastussüsteemi (lisa 4, joonis 1) AS Tallinna Vesi kanalisatsiooni.

Idapoolsest osast suunatakse sademeveed Soodevahe peakraavi ja selle kaudu Pirita jõkke (lisa 2, joonis 1) [11].

Pirita jõgi on suudmest kuni Nehatu paisuni Natura 2000 loodusala. Jõgi on kaitstav loodusalana, kus kaitseväärtusteks on jõgi kui elupaik. Liigid, kelle elupaiku kaitstakse on:

tiigilendlane; harilik hink, harilik võldas, jõesilm, lõhe. Samuti on Pirita jõgi lõheliste elupaikadena kaitstavate veekogude nimekirjas, ning Vaskjala veehoidla paisust suubumiseni Soome lahte lõhe, meriforelli ja harjuse kudemis- ja elupaikade nimistus [24].

Lennujaama territooriumil elutsevad loomaliigid ja kasvavad taimeliigid

Loomaliigid

Lennujaama territoorium on ohutuse tarvis piiratud kõikjalt aiaga ning sellest tulenevalt esineb seal loomaliigi esindajatest vaid mõõtmelt väiksemaid asunikke. Liigirikkuselt esikohal on erinevad putukaliigid. Mõõtmelt väiksematest putukaliikidest väärivad mainimist hüpikpoilased (*Halticinae spp*) ja lehetäid (*Aphididae spp*). Ritsiklaste sugukonnast pärinevad rohelised lauluritsikad (*Tettigonia viridissima*) ja heinaritsikad (*Decticus verrucivorus*) on territooriumi rohualadel laialt levinud. Suuremate loomade püsielupaiku territooriumil ei esine, sattunud on nad sinna vaid eksikülalistena, näiteks imetajaliikidest halljänest (*Lepus europaeus*) ja rebane (*Vulpes vulpes*). Linnuliike üritatakse igasuguse võimaliku tegevusega territooriumilt eemal hoida samamoodi kui väikeimetajaid, eelkõige ohuga lennuliiklusele. Siiski lendab territooriumil ringi tihti kalakajakaid (*Larus canus*), kiivitajad (*Vanellus vanellus*) ja erinevaid vareseliike (*Corvus corone*). Lisaks esineb veel palju teisi linnuliike [15].

Taimeliigid

Väga mitmekesist taimeliikide kooslust Tallinna lennujaama territooriumil ei esine sealse vähese rohumaa pindala tõttu. Lennuraja ja ruleerimisteede vahelisel haljasalal kasvavad tüüpilised rohumaadele iseloomulikud rohttaimed. Kõrreliste (*Poaceae*) sugukonnast põldtimut (*Phleum pratense*) ja aruheina (*Festuca*) sugukonnast esinevad mõlemad, nii lamba aruhein (*Festuca ovina*) kui punane aruhein (*Festuca rubra*). Perekonnast orashein (*Elymus*) harilik orashein (*Elymus repens*). Sugukonnast liblikõielised on esindatud valge ristik (*Trifolium repens*) ja keskmine ristik (*trifolium medium*). Mainimist vajab, et kraavide lähedal kasvab kohati pruun-kilpsamblikku (*Peltigera rufescens*), mis on keskkonna kui puhtuse indikaatoriks. Haruldasi taimeliike territooriumil ei esine [15].

Rohumaid niidetakse suvel tihti, ühe kuu jooksul kuni kolm korda, niidetud rohi jääb koristamata. Rohumaade niitmine lennuraja ja ruleerimisteede vahel on oluline seal vahel asuva kraavituse pärast, et see ei ummistaks sademete ja sulamise korral veevoolu. Samuti

välisab niitmine olukorra, kus loomad kes siiski on lennuvälja territooriumile pääsenud, ei otsiks seal varju ega oleks seeläbi ohuks maapealsele lennuliiklusele [Talinna Lennujaama Rajameistri suulistel andmetel 2013].

Seadustega sätestatud piirmäärad ja nõuded

Kõikide ettevõtete, asutuste ja majapidamiste reostuskoormust on võimalik määrata inimekvivalentides (i.e - ühe inimese põhjustatud keskmise ööpäevase tingliku veereostuskoormuse ühik). Samuti paigad, mida ei ole võimalik määrata inimekvivalentides, (karjäärid jms.) kuid mille tegevus toob siiski kaasa heitvee tekke, on kohustatud järgima Veeseadusest tulenevalt Eesti Vabariigi Valitsuse 31.07.2001 aasta määrust nr. 268 „Heitvee veekogusesse või pinnasesse juhtimise kord.“ Selle määruse paragrahv 7 määrab ära ka saastatud sademevee veekogusse juhtimise nõuded, mille lõige üks sätestab, et saastatud sademevett peab enne suublasse juhtimist puhastama nii, et see ei halvendaks suubla seisundit. Sama paragrahvi lõige kolm määrab ära sademeveelaskme kaudu veekogusse juhitava heljuvaine sisalduse (maks. 40mg/l) ja naftasaaduste sisalduse (maks. 5mg/l). Lisaks neile kahele eelnevale on määratud ära ka ülejäänud ohtlike ainete maksimaalsed võimalikud määrad sadevees: Plii (Pb) maks. 0,5mg/l, vask (Cu) maks. 2,0mg/l) jt. [23].

Tulenevalt Keskkonnaministri 11. Augusti 2010 aasta määrusele on määratud ka tööstusmaade ohtlike ainete sisaldused pinnases, mida tuleb Tallinna lennujaama territooriumil arvestada. See märgib ära näiteks naftasaaduste süsivesinike (C₁₀-C₄₀) piirnormid, milleks on 5000 mg/kg. [25].

Lisaks Vabariigi Valitsuse ning Keskkonnaministri määrusele, juhindub AS Tallinna Lennujaam oma keskkonnakaitse eeskirjast, mille eesmärgiks on välja selgitada oma tegevusest tingitud mõju keskkonnale, määratleda prioriteetsed probleemid, püstitatud eesmärkideks on ennetada ning vältida negatiivset mõju keskkonnale [14].

Kasutatavad kemikaalid kasutuskoguste järgi

Eestis kestab talvehooaeg keskmiselt 5 kuni 6 kuud, mille jooksul ohutu ja toimiva lennuühenduse tarvis nii lennujaama asfalt-pind kui õhusõidukid lumest ja jääst vabad hoida tuleb. Selleks kasutatakse erinevad kemikaale, mis vastavalt aine koostisosadele ja omadustele nii õhusõidukid kui maandumisraja, manööverdusala ja perrooni puhtana hoiavad. Samuti kuuluvad lennujaamades kasutatavate kemikaalide hulka õhusõiduki kütused, mille puudumisel lennuliikluse toimimine võimalik ei oleks.

Õhusõidukite kütused

Kuigi õhusõidukite kütuseid ei kasutata ainult talvel, moodustavad nad kasutuskoguselt ka talveperioodil siiski suurima ainegrupi võrreldes libeduse- ja jäätõrjevahenditega. Sealt tulenevalt moodustavad nad õnnetuse korral ka suurima võimaliku ohu keskkonnale. Õhusõidukite kütustena on kasutusel Tallinna lennujaamas kahte tüüpi kütuseid: Avgas 100LL ja Jet A-1. Nende peamine erinevus seisneb selles, et Avgas 100LL -i kasutatakse kolbmootoriga õhusõidukites erinevalt Jet A-1-st. Kuna suurem osa Tallinna lennujaama küllastavatest õhusõidukitest on siiski varustatud reaktiivmootoriga, siis sellest tulenevalt on ka Jet A-1 kütusekogused kasutatavuselt suuremad. Seni (06.05.2013) ei ole ühtegi suuremat kütuseavariist tingitud keskkonnareostust Tallinna lennujaamas esinenud.

Radade ja perroonide libedusetõrjevahendid

Jää ja lumi raskendavad lennuliikluse toimimist. Samuti seavad erinevad regulatsioonid ja lennuohutusnõuded ette normid, mis tingimustes lennuliiklus toimuda üldse võib. Lennujaama Rajameister on isik, kes tulenevalt ilmastikuoludest määrab oma auto järgi veetava seadmega asfaltkatte haardeteguri. Samuti otsustab tema, missugust ainet jää- ja lumetõrjeks kasutada ning kooskõlas lennuliiklusteenindusega, missugune rajaosa või lõik puhastamist esmalt vajab [Tallinna Lennujaama Rajameistri suulistel andmetel. Jäätõrje kemikaalide kasutamine AS Tallinna lennuväljal].

Tallinna lennujaamas on erinevatel aastatel kasutatud maandumisraja, ruleerimisteede ja perroonide jää- ja lumetõrjeks erinevaid aineid. Ainet Clearway F5 (vedelal kujul) kasutati aastatel 2005-2010. Aastal hiljem (2011) oli vedela libedustõrjena kasutusel aine Nordway. Urea (pulbri kujul) on olnud kasutusel aastatel 2005-2012 ning viimasel 2012-2013 aasta talvel oli selleks aineks Unisalt (nii vedelal kui granuleeritud kujul). Aastased kasutuskogused on ära toodud tabelis 1 [17].

Aasta / Kogused (t)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Granuleeritud	209	158	160	210	231	30	128	149
Vedel	25	99	170	141	74	111	170	19
Kokku	234	257	330	351	305	141	298	339

Tabel 1. Raja, ruleerimisteede ja perroonide jäätõrje kasutuskogused tonnides [17].

Urea

Urea ehk karbamiid, mis sisaldab kuni 50% ulatuses lämmastikku on Tallinna lennujaamas olnud kasutusel aastani 2012. Toodetakse teda tööstuslikult sünteetilisest ammoniaagist ja süsinikdioksiidist. Urea, keemilise valemiga $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (Cas nr. 590-29-4) kasutusvaldkond on väga lai. Toodangust suurim osa kulub põllumajanduses eelkõige väetistena, kuid oma omadustelt sobib ta hästi ka jäätõrjeks. Füüsikalistelt omadustelt on ta valge ammoniaagilõhnaline kristalliline pulber. Urea lahustub suhteliselt hästi vees (vees lahustuvus on 108g/ml 20°C juures) ja annab vesilahuse vesinikeksponendi (pH) 8. Looduses (pinnases ja vees) on ta biodegradeeruv (küll mitte täiel määral). Urea kasutusvahemik on kitsas, 0°C-st kuni -5°C-ni [32].

Nordway

Aine Nordway (Cas nr. 127-08-2) on lennuraja, ruleerimisteede ja parkimisperroonide jäätõrjeks valge värvusega vedelik, mis baseerub 50% - lisel kaaliumatsetaadil (HCOOK). Lahuses annab pH väärtuseks 11,0 ja aine tihedus on 1,25-1,26 g/cm³. Aine kasutusvahemik on temperatuurini kuni -15°C. Nordway'd kasutati aastatel 2010-2011. See on mittepüsiv,

täielikult biolagunev ja keskkonnasõbralik lume ja jää sulamise toimeaine, mis on tehtud kooskõlas Ülemaailmse Lennunduse Standardi nõuetega - Aerospace Material Specification (AMS 1435A). Toode on sertifitseeritud ka Rootsi Rahvusliku Maantee ja Transpordi Instituudi meetodite poolt - Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI) [29].

Unisalt PA ja Unisalt SF

Viimasel talvel (aastal 2012/2013) oli lennujaamas kasutusel nii vedelal kui granuleeritud kujul aine Unisalt. Vedel jäätõrjevahend Unisalt PA (Potassium acetate - Kaaliumatsetaat) on oma omadustelt sama mis on Nordway, tegu on lihtsalt teise firma toodanguga. Sellest tulenevalt on tal ka ainele iseloomulikud omadused samad, mis Nordway-l.

Vedelal kujul Unisalt PA-d kasutati peamiselt perroonide ja terminaliümbruse libedusetõrjeks [33].

Granuleeritud kujul oli möödunud 2012.-2013. aastal lennujaamas kasutusel jäätõrjevahend Unisalt SF (Unisalt sodium formate) keemilise nimetusega Naatriumformiaat (HCOONa , Cas nr. 141-53-7). Aine põhineb 97%-lisel naatriumformiaadil. Aine vees lahustuvus on 81g/100ml 20°C juures ja tihedus on 1,919 g/cm³. Valdav osa granuleeritud ainest kasutati puisturite poolt lennuradade ja ruleerimisteede jäätõrjeks [34].

Clearway F5

Clearway F5 oli libedusetõrjena kasutusel aastani 2010. Omadustelt ja toimeainelt on tegemist sama ainega mis Unisalt PA ja Nordway – Kaaliumatsetaat. Sealt tulenevalt on tema füüsikalised omadused täpselt samad, mis Unisalt PA-l ja Nordwayl [28].

Õhusõidukite jäätõrjevahendid

Lumi ja jää õhusõiduki kerel on ohtlik. Seda eelkõige põhjusel, et kui madalatel temperatuuridel (üldjuhul alla 0°C) lennuki õhkutõusmise ajal koguneb lennuki kandvatele osadele - tiibadele ja stabilisaatoritele – lume või jääkiht, halvendab see õhusõiduki aerodünaamilisi omadusi. Tiiva peal olev lumi või jää takistab õhuvoolu liikumist ning tekitab keeriseid, mistõttu vähenevad tiiva aerodünaamilised omadused ning halvimal juhul lennuk võib alla kukkuda, kuna ei teki piisavalt tõstejõudu [5]. Selle vältimiseks otsustab vastava koolituse saanud ja sertifitseeritud perroonikorraldaja kooskõlas piloodiga, kas ja milline õhusõiduki osa jääst või lumest puhastamist vajab ning millise vedeliku tüübiga vajadusel jäätõrjet teostada.

Nagu ka paljudes teistes maailma lennujaamades, kasutatakse ka Tallinna lennujaamas õhusõidukite jäätõrjeks kahte liiki jäätumisevastased vedelikke – ettevõtte Clariant Produkte GmbH poolt toodetavaid Safewing MP I 1938 Eco ja Safewing MP II Flight. Jagatud on nad kasutuselt kahte rühma – tüüp üks (I) ja tüüp kaks (II). Jäätõrjevahenditele lisatakse erinevaid aineid, milleks võivad olla näiteks paksendajad, pindaktiivsed ained, korrosiooni inhibiitorid. Põhjus, miks muid erinevaid soolasisid ei kasutata jäätõrjevedelikenähtena on selles, et kloriidid on valdavalt söövitava toimega ning neid õhusõidukite kerele seetõttu kanda ei tohi. [Tallinn-Airport GH Jäätõrjespetsialist Aarne Piigert'i suulistel andmetel].

Propüleenglükooli baasil Safewing MP I 1938 Eco

Tüüp ühena (I) on jäätõrje vedelikest kasutusel propüleenglükool (Cas nr. 57-55-6) ehk keemilise nimetusega 1,2 – propaandiool. Tema keemiline valem on $C_3H_8O_2$ või HO-CH₂-CHOH-CH₃. Füüsikalistelt omadustelt on see aine lõhnatu, oranži värvusega viskoosne vedelik, nõrga magusa maitsega ning hangumistemperatuuriga -40°C. Aine seguneb veega igas vahekorras ning vastavalt õhutemperatuurile segatakse jäätõrjeautos ainet kuuma veega, andmaks õhusõidukile maksimaalset kaitset jäätumise eest. Tüüp ühena kasutatav jäätõrjevedelik koosneb 80% ulatuses glükoolist. Ülejäänud osa moodustavad vesi ja väiksemas koguses lisaained. Safewing MP I 1938 Eco's sisalduvad lisaained ei ole kuumutamisele tundlikud ega oma omadusi kaotavad, seetõttu saab ainet kuumutada kuni

kraadini 90°C. Kemikaali veega segamise vahekorrad sõltuvad otseselt välisõhu temperatuurist ja on antud tabelis 2. Lahuste pH on vahemikes 7,5-9,5.

Aine lahjendamise vahekord veega	Välisõhu temperatuur
70:30	-33 °C
60:40	-24 °C
50:50	-13 °C

Tabel 2. Välisõhu temperatuurist lähtuvad lahjendamise vahekorrad ainele Safewing MP I 1938 Eco [30].

Propüleenglükoosi baasil Safewing MP II Flight

Tüüp kahena (II) on lennujaamas kasutusel aine keemilise valemiga HOCH₂-CHOH-CH₃ (Cas nr. 57-55-6). Ta koosneb 50% ulatuses propüleenglükoolist ja sama suurest mahuprotsendist veest. Lisaks on ka selle tüübi jäätõrjevedelikule lisatud korrosiooni pidurdavaid ja vedelikku paksendavaid aineid. Selles jäätõrjevedeliku tüübis olevad lisaained (eelkõige paksendavad lisaained) on aga kuumutamisel oma omadusi kaotavad ning seetõttu on teda võimalik kuumutada jäätõrjeautos vaid kuni kraadini 60°C erinevalt tüüp I-st [31].

Kasutatavate kemikaalide mõju keskkonnale

Õhusõidukite kütused

Õnnetuse korral kujutavad õhusõidukite kütused keskkonnale kõige suuremat ohtu. Seda eelkõige oma keerulise ja toksilise koostise poolest. Õhusõidukite tankimistele ja kütuste hoidmisele on seatud ranged reeglid [27]. Sellega ja päästeteenistuse pideva valmisolekuga ohu korral minimaliseeritakse risk kütuselekete ja –reostuste tekkeks. Lisaks on lennujaama eelpuhastis naftasaaduste eraldamiseks sademeveest puhastussüsteem.

Radade ja perroonide libedusetõrjevahendid

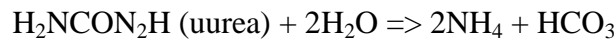
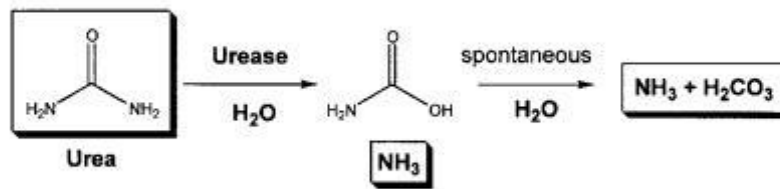
Tallinna lennujaamas talvel kasutatavate libedusetõrjevahendite kogused on suhteliselt väikesed, et need põhjustaks pinnasesse või pinnavette sattudes ulatuslikku kahju keskkonnale (tabel 1). Asjaolu parandab ka see, et aasta aastalt on hakatud rohkem kasutusele võtma loodussõbralikumaid kemikaale tulenevalt kaasaegsetest teenindus-, ohutus-, keskkonnakaitse- ja turvanõuetest ning standarditest. Kuid siiski avaldavad mõned neist kasutatavatest kemikaalidest vähest mõju keskkonnale.

Talviste hooldustegevuste käigus asfaltkatele jääv kemikaal koos lumega koristatakse rajahooldusmasinate abil kokku ning transporditakse lennujaama idaosasse hunnikusse [17]. Kevadel temperatuuri tõusuga ja koos lume sulamisega voolab aine lennujaama siseterritooriumilt sadeveekraavide kaudu (lisa 2, joonis 1) Mõigu poldrisse või Soodevahe kraavi, sealt edasi vastavalt kas Russalka väljalaskesse Tallinna lahes või Pirita jõkke, mis samuti suubub Tallinna lahte.

Uurea ehk karbamiid

Uurea ehk karbamiid võib teatud kogustes ja teatud olekus veekogus olla ohtlik elusorganismidele. Uurea lagundamine mikroorganismide poolt (ureaas) annab protsessi vahesaaduseks süsihappegaasi (CO_2) ja ammoniaagi (NH_3) (joonis 1). Ühe milligrammi uurea lagundamiseks tarvitavad mikroorganismid ära 0,27 mg. hapnikku. Ammoniaak, mis on

lämmastiku ja vesiniku gaasiline ühend, võib olla teatud kogustes toksiline nii kaladele kui teistele vees elavatele loomadele. Ta võib vees toimuva ureaasi toimel kas lenduda atmosfääri või oksüdeeruda vees oleva hapniku ja bakterite toimel esmalt nitrititeks (NO_2) ning seejärel nitraatiooniks (NO_3^-). Seda protsessi, kus ammoniaak muudetakse nitraatiooniks, nimetatakse nitrifitseerimiseks ja seda teostavaid baktereid – nitrifitseeritavateks bakteriteks. Olenevalt uurea kogusest vees, võib kogu see protsess bakterite poolt palju vees lahustunud hapnikku kulutada. Nitraatioonid aga vesikeskkonnas on ka taimedele toitaineks, pannes sobivate tingimuste (temperatuur ja valgus) koosmõjul veekogu vohama [4].



Joonis 1. Uurea ehk Karbamiidi ureaas [4].

Et lämmastikühendid siiski sademevees esinevad ja lõpuks ka väljalaskmetesse jõuavad, seda näitavad ka Tallinna sademevee väljalaskude eri aegade seiretulemused (lisa 6, tabel 1, 2 ja 3).

Kaaliumformiaadil põhinevad jäätõrjevahendid – Unisalt PA, Nordway ja Clearway F5

Unisalt PA, Nordway ja Clearway F5, mis kõik koosnevad kaaliumformiaadist, (molekulvalemiga $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{K}$) on sipelghappe kaaliumi soolad. Nad lahustuvad väga hästi vees ja annavad lahusesse väga liikuvad kaaliumi katioonid (K^+) ja formaadi (soola) anioonid (CHOO^-).

Formaadi esinemisest vesikeskkonnas on täheldatud erinevaid mõjusid. Formaadi lagundamise tõttu bakterite poolt on vähenenud vees lahustunud hapniku hulk, esineb

denitrifikatsiooni, mangaani, raua ja sulfaatide vähenemist. Eelkõige raud, mis on taimede katalüsaatoriks, mõjub puudumisel veetaimestikule negatiivselt [3].

Unisalt SF

Unisalt Sodium Formate ehk Naatriumformiaat on 9 päevaga 100% ulatuses vesikeskkonnas biolagundatav ning olenevalt lagundatavate bakterite hulgast, 3 tunni jooksul kuni 97,5% ulatuses vesikeskkonnas biolagundatav. Kasutades määratud kogustes (kuni 2000mg/kg s.o 338g/m²) naatriumformiaati jäätõrjevahendina, ei kujuta see olulist ohtu vee-elustikule [3].

Tulenevalt Tallinna lennujaamas kasutatavast kasutuskogust, mis on ca 250-300g/m² ei kujuta see lähtuvalt eelpool kirjutatud kogusest ohtu keskkonnale, sh vee-elustikule [17].

Õhusõidukite jäätõrjevahendid

Koguseliselt 80% kogu jäätõrjevedelikest mida Tallinna lennujaamas kasutatakse, satub juba õhusõidukitele pealekandefaasis asfaltkatele. Ülejäänust u. 10% eraldub õhusõidukite kerelt veel enne õhkutõusmist ning ülejäänud väga väike osa (10%) jääb õhusõidukile. Maha sattunud jäätõrjevedelike saatus on analoogne perrooni ja radade libedusetõrjevahendite saatusel, ehk kogutakse lumega kokku ja ladustatakse hunnikusse. [Tallinn-Airport GH Jäätõrjespetsialist Aarne Piigert'i suulistel andmetel]. Tallinna lennujaamas kasutuselolevad kemikaalid on kõik bioloogiliselt lagundatavad kuigi avaldavad mõju BHT₇ koormuse suurenemisele. Keskkondlikust aspektist lähtudes, võib suurtes kogustes jäätõrjevedelike sattumist otse looduskeskkonda talvel pidada negatiivseks. Seda eelkõige põhjusel, et vedeliku sattumisel pinnasesse või sademeveesüsteemi talvel, toimub bioloogiline lagundamine aeglasemalt, kuna bakterite elutegevus on passiivsem kui kõrgema temperatuuriga perioodil.

Propüleenglükooli baasil jäätõrjevedelike mõju keskkonnale

Propüleenglükooli laia kasutuse tõttu maailma erinevates lennujaamades, on ka tema mõju keskkonnale kõige rohkem uuritud. Propüleenglükooli baasil jäätõrjevedelike lagundatavus ohutuskaartide andmeil on 99% [30]. Mikroorganismid kasutavad propüleenglükooli põhiliselt primaarse süsinikupõhise energiaallikana. Ühend laguneb bakterite kaasabil nii aeroobse kui anaeroobse protsessi käigus. Aeroobse lagunemine ei too kaasa toksiliste kaasühendite teket, vaid selle protsessi käigus tekivad esmalt etanaal ja püruvaat, viimasest omakorda tekib CO₂. Anaeroobsetes tingimustes tekib redutseerivate bakterite juuresolekul propüleenglükooli lagunemisel erinevaid aldehüüde ja alkohole nagu näiteks propanool ja propanaal. Propüleenglükooli anaeroobse lagunemisega võib kaasneda nitraatide ning kättesaadava raua ja mangaani vähenemine mullas [2].

Propüleenglükooli degradatsioon võib aega võtta päevi, kuid samas võib selle lagunemiseks kuluda mitu kuud, sõltuvalt kemikaalide kontsentratsioonist, pinnase koostisest ja bakterite elutegevuseks sõltuvast temperatuurist. Propüleenglükoolil põhinevate jäätõrjevahendite kasutamise üheks miinuseks on see, et nii keskkonda kui imetajate kasvu võivad kahjustada

erinevad lisandid, mis on jäätõrjevahenditesse lisatud pindpinevuse vähendamiseks või korrosiooni vältimiseks [1].

Ettepanekud kemikaalide kasutamise keskkonnakorralduslikule poolele Tallinna lennujaamas

Õhusõidukite jäätõrje on Tallinna lennujaamas hetkel lahendatud selliselt, et seda teostatakse õhusõiduki seistes lennujaama väravas või perroonil seisuplatsil. Selleks puudub hetkel veel spetsiaalne ja eraldiseisev ala, kus seda saaks teostada. Paljud seisuplatsid paiknevad aga heitvee äravoolust kaugel ning seetõttu jääb kas suur osa jäätõrjevedelikust perroonile või koristatakse hooldusmasinate poolt koos lumega hunnikusse.

Selline lahendus tingib aga hetkel olukorra, et kevadeti esinevad kõrged lämmastiku kontsentratsioonid nii Russalka väljalaske juures kui ka Pirita jõel Tallinna lahe suudmel (lisa 6. tabel 1, 2 ja 3). Võrdluseks on toodud ka seiretulemused ajal, kui jäätõrjet ei teostatud (lisa 6, tabel 4) millest lähtuvalt võib väita, et kõrgeenenud lämmastikühendite näitajad on tingitud just lennujaamas kasutatavatest jäätõrjekemikaalidest, eelkõige urea kasutamisest. Bakterid kes rakuhingamise käigus lämmastikuühendeid aktiivselt lagundavad, kasutavad selle tarvis suurel hulgal vees lahustunud hapnikku, mis väiksemas veekogus võib viia lahustunud hapniku puuduseni. Lisaks suurele kogusele lämmastikühenditele vees võib see tekitada veekogu eutrofeerumist, mis lisaks ebameeldivale haisule võib teatud koguses olla toksiline nii veeloomadele kui ka inimestele. Seireandmetest on näha kõrgemat ammooniumi taset Mõigu poldrisse saabuvas vees (lisa 6, tabel 1).

Ohuks võib veel pidada lennujaama sademeveete juhtimist Mõigu poldritiiki külmal talvel. Seda eelkõige põhjusel, et lennuvälja peakraavi ja poldri vaheline düüker võib külmuda ning kemikaalidega rikastatud sademevesi jõuab Ülemiste-Vaskjala kanalisse kui ühte suurimasse Ülemiste järve veega rikastavasse veekogusse.

Lahenduseks sellele tooks siinkohal Soome Vabariigi suurima lennujaama – Vantaa - pealinnas Helsingis, kus on õhusõidukite jäätõrje teostuseks on loodud neile spetsiaalne seisuplats. Soome firma Finavia Oyj, kes opereerib üle Soome olevaid lennujaamu, avas sealse lennujaamas juba aastal 2007 eraldi seisuplatsi õhusõidukite jäätõrjeks [10]. Selle eraldiseisval platsil üks väga suur keskkonnaalane eelis võrreldes teiste platsidega. Nimelt on need platsid ühendatud heitveesüsteemidega ja sademeveepuhastitega, erinevalt mõnest teisest, kus jäätõrjet samuti teostatakse. Samuti koguneb kohe kõik lennukitelt maha sadestuv jäätõrjevedelik puhastamiseks äravoolusüsteemi, mitte ei säili asfaltkattel kuni see sealt spetsiaalsete masinate poolt ära pühitakse. Sellel on mitu eelist. Esimene neist, lennuohutuse

seisukohalt, seisneb eelkõige lühemas ajas, mille jooksul õhusõiduk maapinnalt õhuruumi tõuseb. See omakorda soodustab maksimaalselt lahjemate jäätõrjevedelike kasutamist ohutusega kooskõlas ning sellega kaasnevalt väiksemat ohtu keskkonnale. Sellise eraldiseisva platsi teine eelis seisneb selles, et välditakse jäätõrjevedelike sattumist sadevette kevadisel sulaperioodil, mis annavad tugevad kontsentratsiooni näitajad.

Teine keskkonda säästev lahendus mis põhjanaabrite poolt kasutust leiab, on asfaltkatte libedusetõrje vahenditena kasutatavad üha keskkonnasõbralikumad kemikaalid. Nendeks on eelkõige 50% -lisel naatrium või kaaliumformaadil põhinevad vedeliku kujul kemikaalid, uurea ehk karbamiidi kasutamist on Soomes aasta-aastalt vähendatud tulenevalt tema negatiivsest mõjust keskkonnale.

Teine lahendus kemikaalide kasutamise osas oleks analoogne Rootsi suurima lennujaama - Arlanda lennujaamaga. Kõiki Rootsis paiknevaid lennuväljasid ja -jaamu haldab sealne kohalik ettevõtte Swedavia AB, kelle ülesandeks on ka keskkonda säästev lennujaama käitlemine. Lisaks analoogselle lahendusele Vantaa lennujaamaga eraldiseisvate seisuplatside näol, mis samuti on varustatud drenaaži ja puhastusseadmetega, on seal lisaks kasutusel ka spetsiaalne jäätõrjevedelike imemisauto. Auto kogub õhusõidukitest maha jäänud jäätõrjevedeliku mahutisse ning kemikaal mis siiski asfaltkattele jääb, juhatakse drenaaži kaudu settetiikidesse. Selline lahendus vähendab koormust reoveepuhastitele ning minimaliseerib keskkonnale tekkida võivat kahju. Asfaltkatte libedusetõrjena kasutatakse Arlanda lennujaamas kaaliumformiaati uurea ehk karbamiidi asemel. [16].

Võttes arvesse nii keskkonnaohutust ja majanduslikku poolt, kui samaaegselt ka parimat lahendust, leian et Tallinna lennujaamale parim variant õhusõidukite jäätõrje osas on rajada ning kasutusele võtta eraldiseisev drenaažiga varustatud ala või alad õhusõidukite jäätõrjeks mille lahutamatuks osaks peaks saama jäätõrjevedelike eelpuhastussüsteem. Arvestades hetkelisi ja prognoositavaid lennumahtusid meie lennujaamas leian, et selle eelis Rootsis Arlanda lennujaamas kasutuseloleva tehnika ees seisneb esiteks majandamise efektiivsuses ja suurima kasumlikkuses. Arvestades analoogset või isegi pehmemat kliimat Rootsi, leian et ka meil oleks säästvale keskkonnale mõeldes otstarbekas loobuda uurea ehk karbamiidi kasutamisest.

KOKKUVÕTE

Kirjutatud töö eesmärgiks oli analüüsida talvisel ajal Tallinna Lennujaamas kasutatavate kemikaalide koostist ja nende üldist mõju keskkonnale, eelkõige vesikeskkonnale.

Töös uuriti lennujaama territooriumi aluspõhja ja mullastikku, sademeevõrgustikku ja sademeveete suubumist erinevaid veekogusid pidi Tallinna lahte. Aluspõhja puhul osutus valdavaks kivimikihiks Põhja-Eestis sh. lennujaama alal paiknev paks pindmine paekivikiht, mis aitab ära hoida kemikaalide leostumise sügavamatesse põhjavee kihtidesse. Analüüsiti ja anti ülevaade lennujaama territooriumil elavatest loomaliikidest ning kasvavatest taimeliikidest, millest selgus, et haruldasi looma- ega taimeliike vaadeldaval alal ei ela ega kasva. Töös tutvuti seadusandlusest tulenevate normatiividega ning nende vastavust Läänemere Tallinna lahe sademevee seiretulemustega.

Põhjalikult analüüsiti jää- ja lumetõrje kemikaalide kasutamist, nende koostist ja uuriti käitumist ja degradeerumist vesikeskkonnas. Sellest selgus, et lennuraja, ruleerimisteede ja perroonide libedusetõrjeks kasutatavatest kemikaalidest avaldab keskkonnale kõige rohkem mõju urea ehk karbamiid. Seda eelkõige oma lämmastikuisalduse tõttu, mis bakterite poolt lagundades veekogudes lahustunud hapniku puudust tekitada võib sest bakterid kasutavad hapnikku lämmastiku degradatsiooniprotsessis. Samuti võib lämmastik veekogude eutrofeerumist põhjustada. Kõrgenenud üldlämmastiku kontsentratsioonid on näha ka igakevadistest sademevee väljalaskude seire tulemustest Tallinna lahe Russalka kollektoris ja Mõigu poldri suudmel.

Õhusõidukite jäätõrjeks kasutatav propüleenglükool on küll täielikult biodegradeeruv nii aeroobsel kui anaeroobsel lagunemisel, kuid ökosüsteemi võivad kahjustada propüleenglükooli lisained. Lisaks võib ka propüleenglükooli lagundamine madalal temperatuuril kaasa tuua veekogus (eelkõige Mõigu poldris) CO₂ tõusu.

Töö järelduste osas keskenduti veel kahele meie laiuskraadidel paiknevale lennujaamale - Soome Vabariigi Vantaa ja Rootsi Kuningriigi suurima lennujaama Arlanda jäätõrjelahendustele. Autor leidis õhusõidukite jäätõrje parimaks lahenduseks analoogse lahenduse kui on kasutusel Vantaa lennujaamas Helsingis. Sealne lahendus peitub eraldiseisvas õhusõidukite jäätõrjeks mõeldud seisuplatsis, mis on varustatud dreanaažiga ja kemikaalide eelpuhastussüsteemiga. Firma Swedavia poolt hallatava Arlanda lennujaamas

lahendus kasutada urea asemel vaid lämmastikku mitte sisaldavaid libedusetõrjevahendeid oleks Läänemere ökosüsteemi kaitsel eeskujuks ka meile. Referatiivse uurimuse sisust võib järeldada, et leiduvad võimalused mille läbi oleks võimalik lennujaama keskkonnakorralduslikku käitlemist paremuse poole suunata.

Chemicals used in Tallinn Lennart Meri Airport in winter and their impact on the environment

Mario Saarpere

SUMMARY

Estonian geographical location is the reason we have four clearly identifiable seasons. Depending on the year the winter here lasts up to 6 months and this causes situation where to guarantee proper and regular aircraft traffic during the whole year we have to perform in Estonian's largest - Lennart Meri Tallinn airport snow and ice removal.

The goal of the written thesis was to analyze composition of chemicals used in Tallinn airport during wintertime and their impact on environment, primarily on water environment.

In the work there was studied the relief of the airport's territory, stormwater network and arrival of stormwater via different water reservoirs to Tallinn Bay. The author analyzed and gave overview of animal species living on the territory of the airport and types of plants growing there and from that appeared that there are no living rare animals no growing rare plants. The author of the work got acquainted with legislation standards and studied their compliance to the Baltic Sea Tallinn Bay stormwater monitoring of performance.

Thoroughly was analyzed the usage of snow and ice removal chemicals, their composition, behavior and degradation in water environment. Turned out that from the chemicals used for de-icing on runway, taxiways and aprons the biggest impact on environment has urea. And that mainly because it's nitrogen content, which during disintegration by bacteria can cause proliferation of aquatic plants. With the usage of urea is also connected the decreasing of dissolved oxygen in water reservoirs and that mainly because plants are using oxygen during the degradation process of nitrogen. Risen concentration of nitrogen is also seen in result of every spring's stormwater monitoring in Tallinn Bay Russalka collector and Mõigu polder.

Propylene glycol used for de-icing of aircraft is fully biodegradable in aerobic as well as anaerobic dissolution, but additives of propylene glycol can harm the ecosystem.

In the conclusions part of the work the author focused on de-icing solutions in other two airports located on our latitude – Vantaa in the Republic of Finland and Arlanda, the biggest airport in the Kingdom of Sweden. The author found out that the best aircraft de-icing

solution is the analogue used in Vantaa airport in Helsinki. The solution is to use separately situated parking lot for de-icing of aircraft equipped with drainage and pre-cleaning system for chemicals. The solution worked out by company Swedava in Arlanda airport to use nitrogen-free de-icing substances instead of urea to protect the ecological system of the Baltic Sea would be a good example for us too.

KASUTATUD KIRJANDUS

Kasutatud ajakirjad

1. Doug, A. B., 2006. Propylene Glycol. Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health. *Canadian environmental quality guidelines*.
2. French, H. K. Van der Zee, S.E.A.T.M., Leijnse, A., 2001. Transport and degradation of propyleneglycol and potassium acetate in the unsaturated zone. *Journal of Contaminant Hydrology*.
3. Fries, E., Klasmeier, J., 2009. Analysis of potassium formate in airport stormwater run-off by headspace solid-phase microextraction and gas chromatography – mass spectrometry. *Journal of Chromatography*,.
4. Hausinger, R., 2004. Metabolic Versatility of Prokaryotes for Urea Decomposition. *Journal Of Bacteriology*.
5. Politovich, M. K., 2003. Aircraft Icing. National Center of Atmospheric Research, Boulder Co. *Elseiver Science*.
6. Nolan, D., 1994. A Comparison of the Effects of Urea, Potassium Acetate, Calcium, Magnesium Acetate and Sodium Formate Runway Deicers on the Environmen. *Transport Canada publication*.

Kasutatud internetileheküljed ja dokumendid

7. AS Infergate 05.02.2009 „Suur-Sõjamäe piirkonna sademevee ärajuhtimise variantlahenduste C1 ja C1/B3 keskkonnamõju hindamine“
[<http://www.tallinn.ee/est/g3566s48886>] Viimati vaadatud 01.05.2013
8. Chemical Safety Information from Intergovernmental Organizations. Ethylene Glycol
[http://www.inchem.org/documents/cicads/cicads/cicad_22.htm] Viimati vaadatud 20.04.2013
9. Chemical Safety Information from Intergovernmental Organizations. Propylene Glycol
[<http://www.inchem.org/documents/pims/chemical/pim443.htm>] Viimati vaadatud 20.04.2013

10. Finavia Corporation Finland [<http://www.finavia.fi/environment/water>] Viimati vaadatud 05.05.2013
11. Hendrikson & Ko 11.07.2011 töö nr 1511/11 „Tallinna lennujaama lähiümbruse ohuallikate kaardistamine ja keskkonnaseisundi uuring“
12. Kakum, T., 2011. Tallinna sademevee väljalaskude seire aruanne. OÜ Keskkonnauuringute Keskus, Tallinn [<http://www.tallinn.ee/est/g2914s58089>]
13. Keskkonnaministeerium, 2011. Põhja-Eesti Klindi kivimid [<http://www.klint.envir.ee/klint/est/6.html>], viimati vaadatud 04.04.2013] Viimati vaadatud 15.04.2013
14. Keskküla, T., 2010 „Keskkonnakaitse eeskirjad Tallinna Lennujaamas YKK-E-K-01“
15. Rademacher & Partner, 2004. Environmental Impact Analysis for the Technical assistance of Tallinn Airport Airside Area. Europeaid/116500/D/SV/EE. ISPA Measure 2002/EE/16/P/PA/009
16. Swedavia Swedish Airports [<http://www.swedavia.com/about-swedavia/this-is-swedavia/environment/water-and-chemicals/>] Viimati vaadatud 05.05.2013
17. Tallinna Lennujaama Hooldeteenistus, 2007. Jäätõrje kemikaalide kasutamise kord Tallinna lennuväljal.
18. Tallinna Lennujaama koduleht. Tutvustus [<http://www.tallinn-airport.ee/aboutcompany/tutvustus>] Viimati vaadatud 02.04.2013
19. Tallinna Lennujaama koduleht. Statistika ja uuringud [<http://www.tallinn-airport.ee/associates/uldinfo/statistikajauuringud/?articleID=235>] Viimati vaadatud 02.04.2013
20. Tallinna Lennujaama lennuliiklusala arendusprojekt KMH programm. 03.2013 [<http://www.tallinn.ee/est/g3566s67269>] Viimati vaadatud 17.04.2013
21. „Tallinna sademevee strateegia aastani 2030“ Tallinna Õigusaktide register, Tallinna Linnavolikogu 19.06.2012 määrus number 18 [https://oigusaktid.tallinn.ee/?id=3001&aktid=123505&fd=1&leht=1&q_sort=elex_akt_vkp] Viimati vaadatud 17.04.2013
22. United States Environmental Protection Agency. Sodium formate [<http://www.epa.gov/hpv/pubs/summaries/formates/c13438.pdf>] Viimati vaadatud 20.04.2013

Kasutatud normatiivmaterjalid

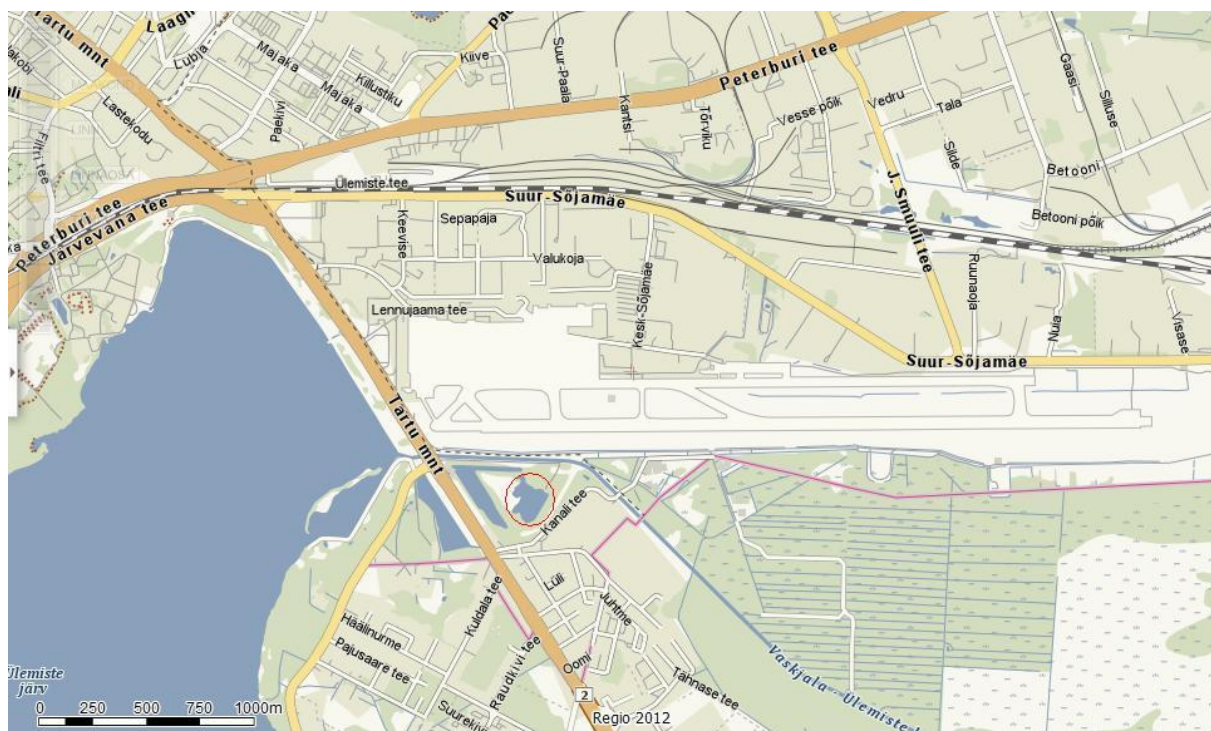
23. Heitvee veekogusse või pinnasesse juhtimise kord¹. Vabariigi valitsuse määrus nr. 269, 31.07.2001 [<https://www.riigiteataja.ee/akt/13290813>] Viimati vaadatud 04.04.2013
24. Lõheliste ja karpkalalaste elupaikadena kaitstavate veekogude nimekiri ning nende veekogude vee kvaliteedi- ja seireõuded ning lõheliste ja karpkalalaste riikliku keskkonnaseire jaamad. Keskkonnaministri määrus nr. 58, 09.10.2002 [<https://www.riigiteataja.ee/akt/129072011025>] Viimati vaadatud 15.04.2013
25. Ohtlike ainete sisalduse piirväärtused pinnases. Keskkonnaministri määrus nr. 38, 11.08.2010 [<https://www.riigiteataja.ee/akt/13348997>] Viimati vaadatud 04.04.2013
26. Veeseadus¹. Riigikogu seadus, 11.05.1994 [<https://www.riigiteataja.ee/akt/12769937>] Viimati vaadatud 04.04.2013
27. Vedelkütuse seadus. Riigikogu seadus, 29.01.2003 [<https://www.riigiteataja.ee/akt/VKS>] Viimati vaadatud 10.04.2013

Kasutatud kemikaalide ohutuskaardid

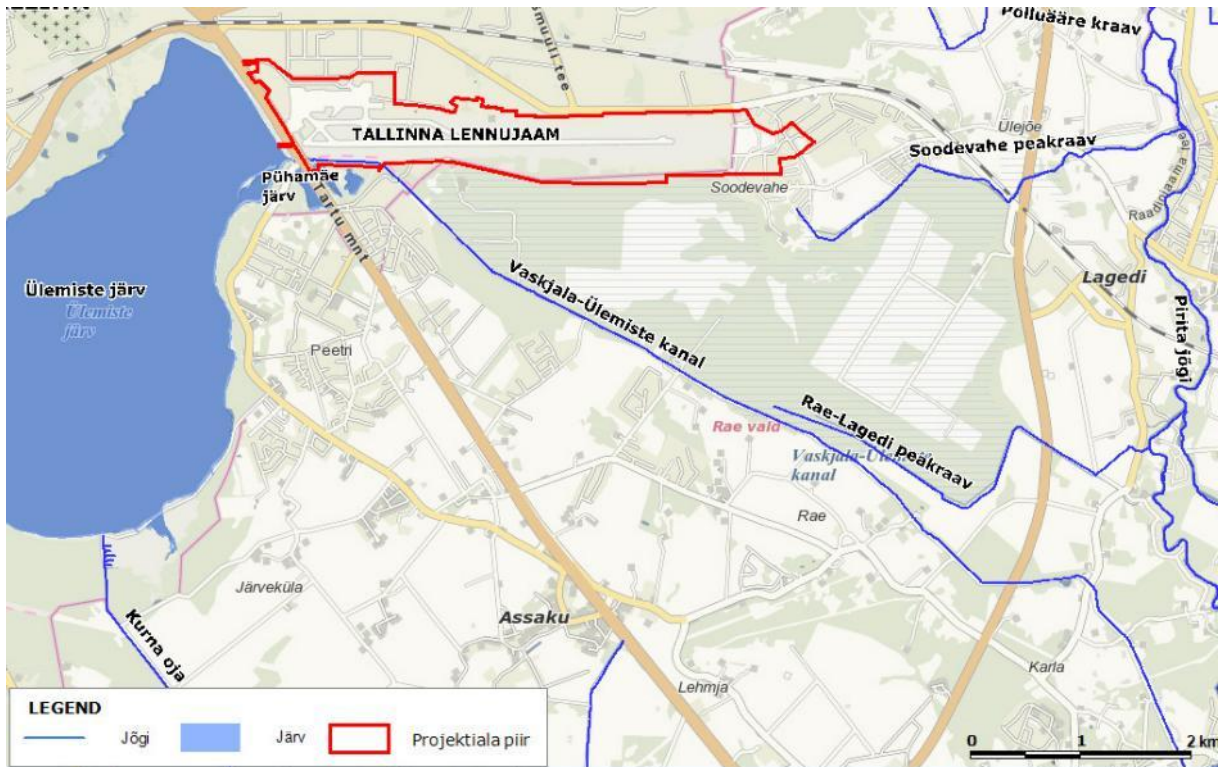
28. Ohutuskaart kemikaalile Clearway F5, 2009. Algol Chemicals OÜ, Tallinn.
29. Ohutuskaart kemikaalile Nordway, 2009. UAB „Esspo“, Anykščiai, Lithuania.
30. Ohutuskaart kemikaalile Safewing MP I 1938 Eco, 2007. Clariant Produkte GmbH, Frankfurt, Deutschland.
31. Ohutuskaart kemikaalile Safewing MP II Flight, 2007. Clariant Produkte GmbH, Frankfurt, Deutschland.
32. Ohutuskaart kemikaalile Urea, 2009. Algol Chemicals OÜ, Tallinn
33. Ohutuskaart kemikaalile Unisalt PA, 2009. Stega Joint Stock Company, Mazeikiai, Lithuania.
34. Ohutuskaart kemikaalile Unisalt SF, 2009. Stega Joint Stock Company, Mazeikiai, Lithuania.

LISAD

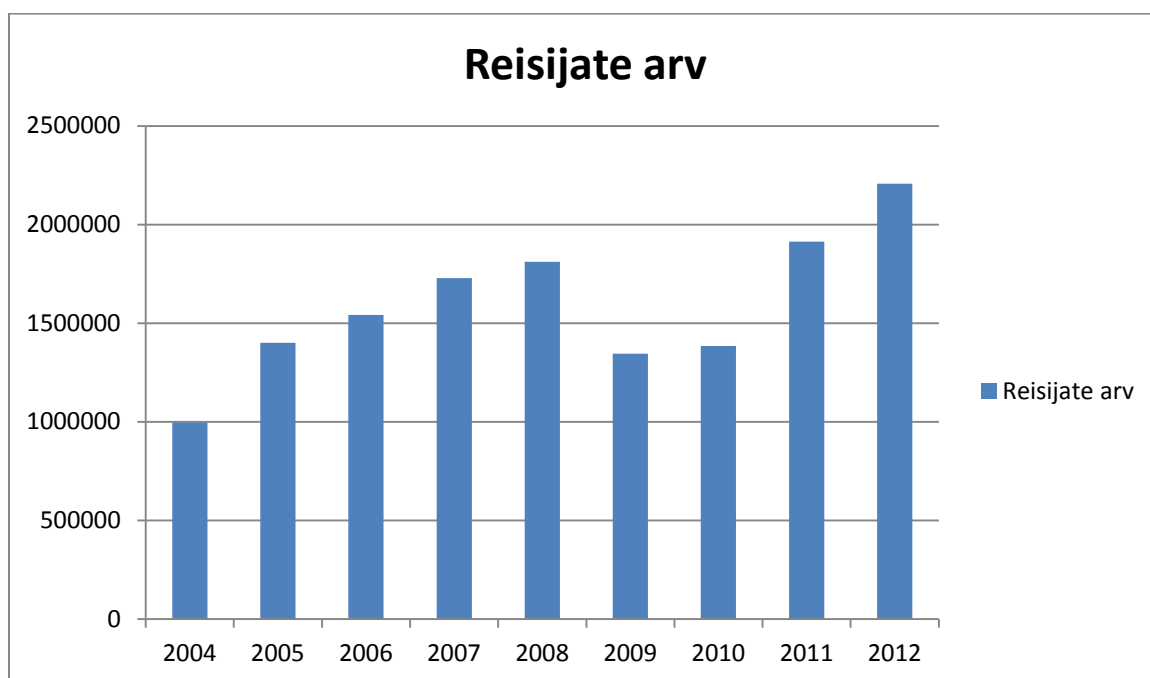
Lisa 1, Joonis 1. Tallinna Lennart Meri lennujaama asukohakaart (Punase ringiga on tähistatud Mõigu Poldri asukoht. [www.regio.ee]



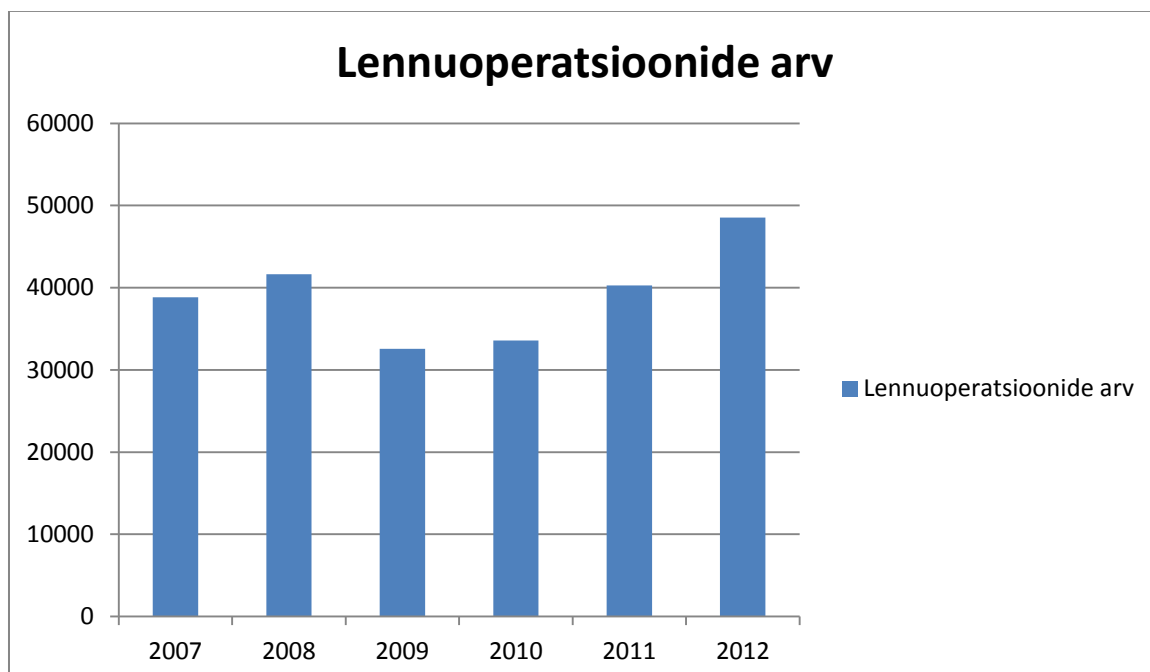
Lisa 2, Joonis 1. Sademee võrgustik lennujaamast idas ja lõunas. [EELIS (Eesti Looduse Infosüsteem Keskkonnaregister), seisuga 07.01.2013]



Lisa 3, tabel 1. Tallinna lennujaama reisijate arv aastatel 2004-2012 [19]

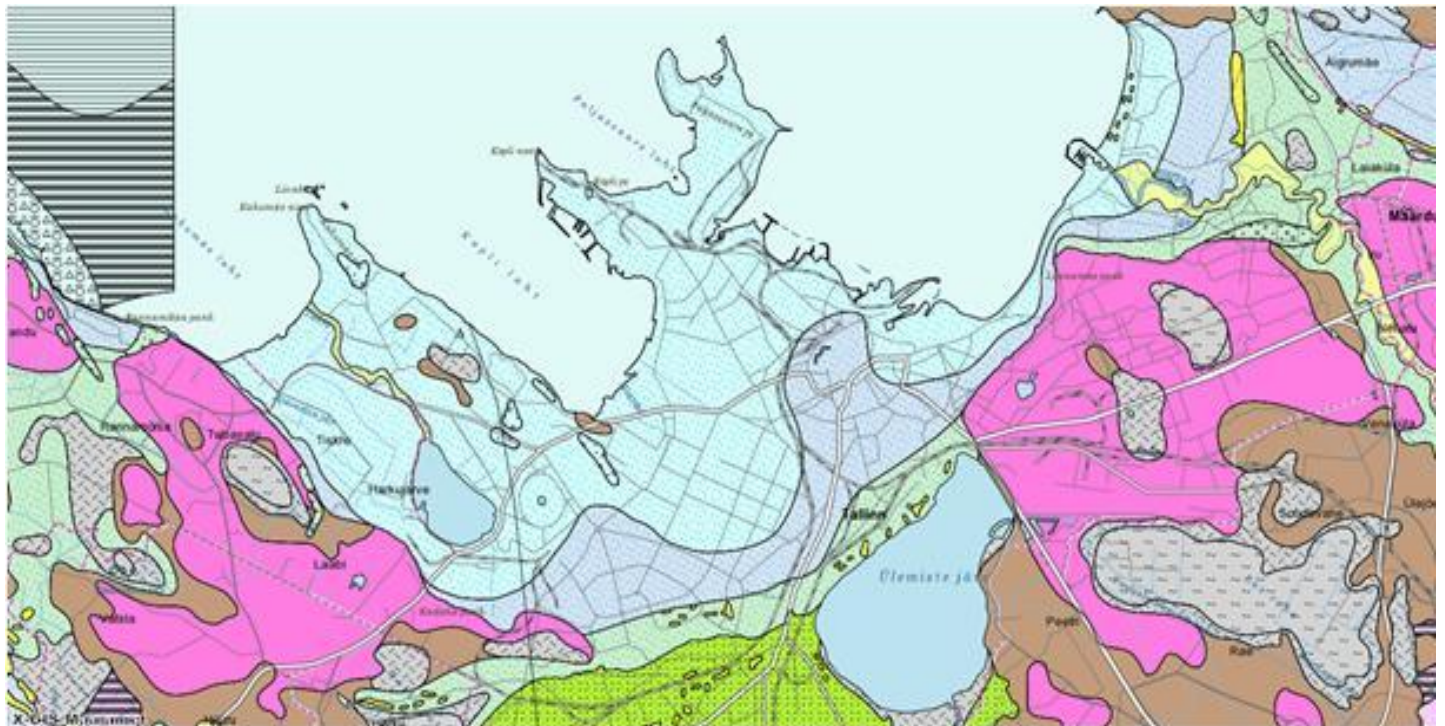


Lisa 3, tabel 2. Tallinna lennujaama lennuoperatsioonide arv aastatel 2007-2012 [19]



Lisa 4, joonis 1. Tallinna pinnakatte geoloogiline kaart

[https://oigusaktid.tallinn.ee/?id=3001&aktid=123505#_Toc327357528]



Stratigraafilis geneeblised seissetüübid

- dIV Tehnoogensed setted
- vIV Holotseeni tuulesetted
- aIV Holotseeni jõesetted
- IIIV Holotseeni järvesetted
- bIV Holotseeni soosetted
- cIV Holotseeni nõlvasetted
- mIV_m Linnamere setted
- mIV_l Litorinamere setted
- IIIV_{an} Antsülusjärve setted
- vIII_r Pleistotseeni tuulesetted
- gIII_r Võrtsjärve alamkihistu glatsiogeensed setted
- III_r Võrtsjärve alamkihistu glatsiofluviaalsed setted
- IgIII_r Võrtsjärve alamkihistu jääjärvesetted
- gIII_r Valgjärve alamkihistu glatsiogeensed setted
- Õhukese pinnakattega ala

Litoloogilised seissetüübid

- Pseerliiv
- Eritsealine liiv
- Jämelis
- Kruus
- Väinrad ja munakad
- Aluurt
- Savi
- Vihasev
- Liivakivi vihvete
- Mätkakotuvase
- Rabaturvas
- Järvetüvi
- Järvetüde
- Mõnede alvatoruunide
- Mereline muda

Lisa 5, joonis 1. Lennujaama ala drenaazivõrgustiku kaart (roosad jooned tähistavad drenaazitorustikku, helesinised jooned tähistavad avatud kraave) [14]



Lisa 6, tabel 1. 14.03.2011 OÜ Keskkonnauuringute Keskuse poolt tehtud mõõtmiste ja võetud vee proovide analüüside tulemused. [<http://www.tallinn.ee/est/g2914s58089>]

Näitaja	Ühik	Saare tee	Lauluväljak	Rocca al Mare	Mustoja	Russalka	Ülemiste polder
Lahustunud O2	mg/l	13,3	12,4	12,1	12	15,9	0,6
Temperatuur	°C	3,6	7,4	4,8	5,9	1,1	1,0
El. juhtivus	µS/cm	1596	1789	1253	965	714	1015
Hõljuvaine	mg/l	13	2	64	16	8	4
pH	-	7,76	7,88	7,51	7,72	7,79	7,14
BHT7	mg/l	<3	<3	13	5,6	9,9	18
Üldlämmastik	mg/l	4,8	3,3	3,4	2,7	8,1	9,7
Üldfosfor	mg/l	0,26	0,13	0,39	0,15	0,06	0,27
Naftaproduktid	mg/l	-	-	0,044	0,030	-	-
Vooluhulk	m3/d	623	3230	12000	18000	23500	-
E. coli	PMÜ/100 ml	250000	51000	80000	40000	17000	0
Enterokokid	PMÜ/100 ml	24000	7400	56000	9000	1400	10
Salmonella ssp.		ei leidu	ei leidu	ei leidu	ei leidu	ei leidu	ei leidu

Lisa 6, tabel 2. 23.03.2011 OÜ Keskkonnauuringute Keskuse poolt tehtud mõõtmiste ja võetud vee proovide analüüside tulemused [<http://www.tallinn.ee/est/g2914s58089>]

Näitaja	Ühik	Saare tee	Lauluväljak	Rocca al Mare	Mustoja	Russalka	Ülemiste polder
Lahustunud O2	mg/l	13,1	11,1	10,7	10,8	14,3	0,7
Temperatuur	°C	3,0	7,4	5,3	5,2	2,0	1,1
El. juhtivus	µS/cm	1760	1643	950	1279	1013	937
Hõljuvaine	mg/l	84	20	64	416	80	2
pH	-	7,8	7,99	7,72	7,86	8,15	7,25
BHT7	mg/l	5,0	9,0	8,5	21	45	4,5
Üldlämmastik	mg/l	4,1	5,0	3,5	4,7	18	5,9
Üldfosfor	mg/l	0,59	0,44	0,58	2,2	0,24	0,24
Naftaproduktid	mg/l	-	-	0,478	0,452	-	-
Vooluhulk	m3/d	2110	5820	21100	38900	20900	-
E. coli	PMÜ/100 ml	130000	99000	73000	50000	38300	300
Enterokokid	PMÜ/100 ml	1550	11800	53000	3400	1900	0
Salmonella ssp.		ei leidu	ei leidu	ei leidu	ei leidu	ei leidu	ei leidu

Lisa 6, tabel 3. 27.03.2012 tehtud mõõtmiste ja võetud vee proovide analüüsi tulemused (kollasega tähistatud kõrgemad näitajad) [Tallinna sademevee seire 2012-2014 vahearuanne II, Teostatud AS Tallinna Vesi Tallinna Tehnikaülikooli Keskkonnatehnika instituudi poolt].

Näitaja	Ühik	Rocca al Mare	Saare tee	Laulu-väljak	Russalka	Ülemiste polder	Mustjõe
Lahustunud O ₂	mg/l	11,1	11,9	11,4	14,0	3,7	11,6
Temperatuur	°C	5,0	3,5	6,7	2,7	2,6	5,5
El. juhtivus	µS/cm	841	849	1187	765	658	897
Heljum	mg/l	12	5	6	36	8	3
pH	-	8,09	8,01	8,36	8,01	7,66	7,84
BHT ₇	mg/l	7,3	13,0	6,7	14,0	7,7	3,8
Üldlämmastik	mg/l	3,58	3,51	9,87	12,50	13,30	9,64
Üldfosfor	mg/l	0,24	1,37	0,80	0,080	0,063	0,13
Naftaproduktid	mg/l	0,21					0,05
Vooluhulk	l/s	146,1	107,3	-	394,3	334,0	293,2
E. coli	PMÜ/100 ml	24000	1200000	120000	2000	180	15000
Enterokokid	PMÜ/100 ml	5900	100000	21000	170	23	600
Salmonella ssp.		Ei leidu	Ei leidu	Ei leidu	Ei leidu	Ei leidu	Ei leidu
NH ₄	mg/l	0,68				5,48	0,34

Lisa 6, tabel 4. 21.08.2012 tehtud mõõtmiste ja võetud vee proovide analüüsi tulemused (kollasega tähistatud kõrgemad näitajad) [Tallinna sademevee seire 2012-2014 vahearuanne II, Teostatud AS Tallinna Vesi Tallinna Tehnikaülikooli Keskkonnatehnika instituudi poolt].

Proovivõtu koht	Ühik	Rocca-al Mare	Saare tee	Lauluväljak	Russalka	Ülemiste polder	Mustjõe
Vooluhulk, l/s	l/s	32.1	8.3	29.1	89.2	42.5	171.4
Temp., °C	°C	14.0	14.0	13.5	15.5	16.0	13.0
Lahust. hapnik, mgO/l	mg/l	8.4	7.2	9.4	9.3	0.7	8.9
pH	-	7.67	7.73	7.99	8.06	7.51	7.78
El. juhtivus	µS/cm	927	2810	1047	924	798	798
NH ₄ , mg/l	mg/l					0.01	0.71
Heljum, mg/l	mg/l	5	5	2	6	4	6
BHT ₇ , mgO/l	mgO/l	1.9	2.0	<1,3	5.7	5.3	1.7
ÜldN, mgN/l	mgN/l	1.94	2.72	3.15	1.81	1.07	3.11
ÜldP	mgP/l	0.18	0.43	0.08	0.11	0.06	0.14
Naftaproduktid	mg/l	<0,02					0.08
Escherichia coli,	PMÜ/100ml	14 000	3 600	3 800	43 000	18	50 000
Enterokokid,	PMÜ/100ml	6 300	7 100	1 700	2 700	26	4 200
Salmonellad		Leidub	Leidub	Leidub	Ei leidu	Ei leidu	Ei leidu

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina _____ Mario Saarpere

(autori nimi)

(sünnikuupäev: _____ 06.02.1986

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Lennart Meri Tallinna Lennujaama talviste hoolduste tegevuste mõjust keskkonnale

(lõputöö pealkiri)

mille juhendajad on _____ Erik Mölder PhD ja Triinu Keskküla MSc _____,

(juhendaja nimi)

- 1.1.reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
 - 1.2.üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
 3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, **20.05.2013**