



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

KUSTANNUSTEN SÄÄSTÖMAHDOLLISUUDET KIINTEISTÖJEN PIHA-ALUEIDEN HIEKOITUSTYÖSSÄ

Toimintamallin kehittäminen Mikkelin Huoltotiimille

TEKIJÄ:

Eemeli Janhunen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennusmestarin tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä Eemeli Janhunen			
Työn nimi Kustannusten säästömahdollisuudet kiinteistöjen piha-alueiden hiekoitustyössä			
Päiväys	29.4.2020	Sivumäärä/Liitteet	31
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Mikkelin Huoltotiimi Oy			
Tiivistelmä			
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli tarkastella ja kehittää Mikkelin Huoltotiimi Oy:n ajankäyttöä liukkaudentorjunnassa. Tarkastelun kohteina olivat pihat ja jalkakäytävät. Tavoitteena oli löytää mahdollisimman tehokas tapa suoriutua nykyisellä kalustolla hiekoituksesta ja löytää järkevää vertailutietoa, jonka perusteella tulevia kalustoinvestointeja voitaisiin suunnitella.</p> <p>Aluksi tutustuttiin kiinteistöjen talvikunnossapitoon, sekä käytävissä oleviin liukkaudentorjuntamenetelmiin ja hiekoitusvälineisiin. Lisäksi selvitettiin kiinteistöjen pihojen hoitoon sovellettavia laatuvaatimuksia ja tutustuttiin aiheeseen liittyvään lainsäädäntöön. Varsinaisessa kehittämisosassa mitattiin hiekoittimien sirotusmääriä ja kuormankantokykyä. Näitä selvittämällä saatiin yksittäiselle hiekoittimelle määriteltyä kapasiteettiä. Kun kapasiteetit oli saatu määritettyä kaikille käytössä oleville hiekoittimille, mitattiin hoidettavien alueiden pinta-ala. Nämä tiedot yhdistämällä suunniteltiin tehokkaampia hiekoitusreittejä. Suunniteltujen reittien tehokkuutta verrattiin aiemmin ajettuihin reitteihin.</p> <p>Tuloksena selvisi, että tarkemmalla reittisuunnittelulla saavutetaan tehokkaampaa työskentelyä. Tehokkuus ei kuitenkaan noussut niin paljon, kun oli ajateltu. Tilaajalle saatiin kuitenkin tehtyä hyvä hiekoitusreittien suunnitelma, jota jatkokehittämällä saadaan säästettyä hiekoituksen kustannuksissa.</p>			
Avainsanat Talvikunnossapito, hiekoitus, piha, jalkakäytävä, kalusto, kiinteistönhuolto			

Field of Study Technology, Communication and Transport		
Degree Programme Degree Programme in Construction Management		
Author Eemeli Janhunen		
Title of Thesis Opportunities for Saving Costs in Sand Spreading		
Date	29 April, 2020	Pages/Appendices
		31
Client Organisation /Partners Mikkelin Huoltotiimi Oy		
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this final project was to examine and develop the time management of Mikkelin Huoltotiimi Oy in anti-skid procedures on yards and footpaths. The idea was to find the most efficient way to do gritting with the currently existing equipment and to find useful data to help to plan future investments in equipment. The thesis covers winter maintenance of the properties, as well as the available anti-skid methods and gritting equipment. The theoretical section explains the quality requirements for property yard management and introduces the related legislation.</p> <p>First, the spreading capacity and the load-bearing capacity of each gritter were measured and determined to give the total working capacity. Once the capacities were determined for all the gritters being used and the sizes of the areas were measured, the combination of this information was used to plan more efficient routes for the gritting units. The efficiency of the planned routes was compared to the routes that were previously run.</p> <p>This Thesis shows that working can be more efficient by planning the routes more carefully. However, efficiency did not increase as much as expected. Finally, the client received a good model for planning the gritting routes, which can help to save gritting costs in the long run.</p>		
<p>Keywords winter maintenance, gritting, yard, sidewalk, equipment</p>		

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
2	TALVIKUNNOSSAPITO KIIINTEISTÖJEN PIHOISSA.....	6
2.1	Kiinteistöjen pihojen talvikunnossapito	6
2.2	Liukkaudentorjuntamenetelmät.....	7
2.3	Hiekoitus ja välineet.....	8
3	KIIINTEISTÖJEN PIHOJEN LAATUVAATIMUKSET	11
3.1	Kiinteistöjen pihojen talvihoidon laatuvaatimukset.....	11
3.2	Liukkaudentorjunnan laatuvaatimukset kiinteistöjen pihoilla.....	11
3.3	Liukkaudentorjunnan toimenpidetarpeen arvioiminen	13
4	KAPASITEETTI MITTAUKSET	14
4.1	Hiekoituskapasiteettien mittaukset	14
4.1.1	Alle sirottavat hiekoittimet	14
4.1.2	Lautashiekoittimet.....	16
4.1.3	Kuorman kantokyvyn mittaukset	17
4.2	Työalueiden pinta-alamittaukset	20
4.3	GPS raporttien tulkinta	21
4.4	Tiedon yhdistäminen	23
5	HIEKOITUS REITTELASKENTA.....	24
5.1	Reittilaskenta.....	24
5.2	Ensimmäinen versio reitistä ja kuljettaja opastus	25
5.3	Toinen versio reiteistä	27
6	JOHTOPÄÄTELMÄT	28
6.1	Saavutettu työajan säästö	28
6.2	Sivutuotteena syntyneet työkalut	28
6.3	Yhteenveto.....	29
	LÄHDELUETTELO.....	30
	KUVALUETTELO	31

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää tilaajayrityksen hiekoitustyölajin ajankäyttöä ja tehokkuutta. Tavoitteena on laatia muutamia ohjeita ja taulukoita helpottamaan työn suunnittelua, tarjouslaskentaa ja laskuttamista.

Opinnäytetyössä tarkistellaan liukkauden torjunnassa käytettävää kalustoa ja työsuoritusta. Lisäksi mietitään sopivaa kalustojakoa, jolla työ saataisiin tehokkaasti suoritetuksi, kuitenkin niin, että ahimmatkin paikat tulisivat tehdyksi. Tavoitteena on löytää tehokkain kokonaisuus käytössä olevasta kalustosta. Lähdemateriaalina käytetään työssä saatua kokemusta sekä sovelletaan Kuntaliiton alueurakointi hankekohtainen yleinen tehtäväluetteloa. Lisäksi mitataan käytettävän kaluston kapasiteetteja ja pihojen pinta-aloja ja tämän perusteella suunnitellaan hiekoitusreitit.

Opinnäytetyön tilaajana on Mikkelin Huoltotiimi Oy, joka on Mikkelin talousalueella toimiva kiinteistöhuoltoyritys. Kiinteistöhuollon lisäksi Huoltotiimi suorittaa maanrakennusurakointia, kuorma-autokuljetuksia ja hoitaa kaupunki-infraa. Asiakkaita ovat kunnat, yritykset ja erilaiset kiinteistöyhtiöt. Mikkelin Huoltotiimi Oy teki vuonna 2019 kolmen miljoonan euron liikevaihdon ja työllistää vakituisesti noin 35 henkilöä.

Opinnäytetyön aihe kohdistuu Huoltotiimin kiinteistöasiakkaiden pihojen hoitotyöhön. Pihat vaihtelevat kirkkojen, liikekiinteistöjen, terminaalien pihoista, kerros – ja rivitalojen pihoihin. Toisistaan poikkeavat pihat vaativat erilaisen hoidon, josta kuitenkin tulee selviytyä samantyyppisellä kalustolla ja samalla henkilöstöllä. Yhteensä hoidettavia ja hiekoitettavia pihoja Huoltotiimin vastuulla on noin 200, joissa hoidetaan hiekoittaminen kone- ja käsityönä.

2 TALVIKUNNOSSAPITO KIINTEISTÖJEN PIHOISSA

2.1 Kiinteistöjen pihojen talvikunnossapito

Kiinteistöjen pihojen talvikunnossapito sisältää työlajista riippumatta lähes aina käsityönä ja koneella tehtävän osuuden (kuva 1). Pinta-alasta suurin osa hoidetaan koneellisesti, mutta ainakin portaat ja ovien edustat jäävät käsityönä tehtäviksi.

Talvikunnossapito muodostuu lumityöstä, sohjon poistosta, polanteen poistosta ja liukkauden torjunnasta, joka yleensä tehdään hiekoittamalla. Näiden talviaikaan kohdistuvien työlajien lisäksi keväinen hiekoitusmateriaalin poisto luetaan myös talvityölajeihin.

Koneella ja käsityönä tehtäviä toimenpiteitä ei yleensä yhdistetä saman työntekijän tehtäväksi, koska on tärkeää pitää koneiden käyttöaste korkeana silloin kun niille on käyttö tarvetta. Käsityön tekijä liikkuu kiinteistöjen välillä pakettiautolla ja kuljettaa mukanaan työssä tarvittavia välineitä.

Talvikunnossapito kalustossa pyritään siihen, että käytettävät koneet olisivat mahdollisimman monipuolisia ja niillä pystyttäisi hoitamaan useita eri työlajeja. Lisäksi käyttöasteen takia on tärkeää, että koneet soveltuvat myös kesäaikaisien töiden tekemiseen.

Alalla on myös yleistynyt toimintamalli, jossa osa kalustosta vuokrataan talven ajaksi tai käytetään töiden suorittamisessa alihankkijaa.



Kuva 1. Kiinteistöjen auraskalustoa (Janhunen 2020)

Mikkelin Huoltotiimin pihojen hoitoon käytettävä kalusto: 4 kappaletta Wille-taajamakonetta, 5 kappaletta pyöräkuormaajia, lava-auto ja traktori (kuva 2). Lisäksi käytettävissä on vielä kuorma-auto ja pyöräalustainen kaivinkone, mutta niitä käytetään kiinteistöillä vain erikoistapauksissa.



Kuva 2. Huoltotiimin auraskalustoa 2017 (Lahikainen 2017)

Talvityölajeista työmäärällisesti suurin on lumen aeraus ja liukkauden torjunta toiseksi suurin. Hiekoitushiekan poisto on kolmanneksi suurin. Sohjon ja polanteen poiston suorituskertojen vähyden takia kyseiset työajit jäävät työmäärältään selkeästi vähäisemmiksi.

2.2 Liukkaudentorjuntamenetelmät

Liukkaudentorjuntaan on olemassa useampia menetelmiä, mutta vain osa niistä on käyttökelpoisia kiinteistöjen piha-alueiden liukkaudentorjunnassa.

Suolaus ja muut kemikaaliset liukkaudentorjuntamenetelmät.

Suolaa ei juurikaan käytetä pihojen liukkaudentorjunnassa, koska suola sulattaa lumipolanteen sohjoksi, joka sitten pitäisi poistaa. Toimiakseen kunnolla suola tarvitsee liikennettä, jota pihossa ei yleensä ole riittävästi. Lisäksi suola kulkeutuu kengissä sisälle rakennuksiin ja aiheuttaa likaantumista sekä lattioiden vahapihtojen pilaantumista. Suolaa tai muita sulatusaineita käytetään erityistapauksissa, kuten jäätyneissä portaissa.

Polanteen karhentaminen.

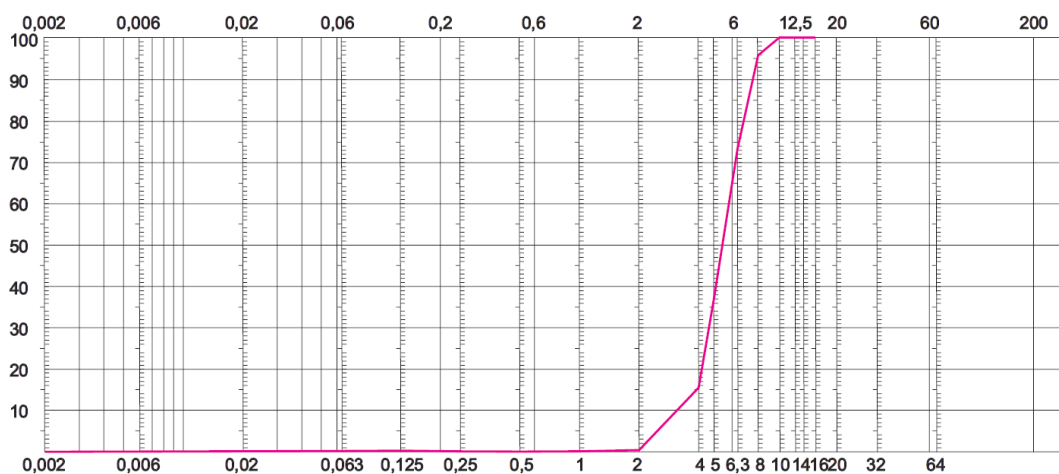
Nykyisin auroissa käytetään karhean aerausjäljen jättäviä teriä, jolla pyritään vähentämään tai ainakin siirtämään hiekoitustarvetta myöhemmäksi. Pakkaskelissä voidaan polannetta rikkomalla saada vanhaa hiekkaa nousemaan uudelleen näkyviin. Polanteen karhentamisen toinen tarkoitus on tasoittaa epätasaisuutta. Polanteen karhentamiseen ja poistoon käytetään polanneteriä, kuorma-auton alusterää, kauhan huulilevyä ja polannejyrsintä (kuva 3).



Kuva 3. Polanteen poistoa Jyrsimällä (Auvinen 2018)

Hiekoitus

Hiekoitus on liukkaudentorjunnan päätyömenetelmä. Nimestään huolimatta pihossa ei käytetä hiekoitukseen hiekkaa, vaan kalliosepeliä 2 – 8 mm. Sepelin raekoko vaihtelee jonkin verran tavarantoinittajan mukaan. Kuvassa 4 on esitetty Vilkonharjun Sora Oy:n toimittaman hiekoitussepelin rakeisuuskäyrä.



Kuva 4. Vilkonharjun Sora Oy:n toimittaman materiaalin rakeisuuskäyrä

Sepeli on hiekkaa parempi vaihtoehto pihossa, koska se on painavampaa eikä lähde liikkeelle niin helposti. Lisäksi sepelin liukkautta torjuva ominaisuus säilyy, vaikka pintaan sataisi hieman lunta, tämä ominaisuus on riippuvainen materiaalin jaekoosta. Suurempi jaekoko sietää enemmän lunta, ennen kun se ns. "hukkuu" ja menettää liukkaudentorjuntakykynsä.

2.3 Hiekoitus ja välineet

Käsityönä tapahtuvassa hiekoituksessa välineet ovat lapio ja laatikko, josta hiekkaa otetaan. Koneellisessa hiekoituksessa käytettävien hiekoittimien koon määrittää peruskoneen kantokyky. Suurimmat hiekoittimet ovat kuorma-auton päälle asennettavia. Kuormaaja tyyppisissä koneissa hiekoittimien suurimmat koot ovat noin 3 m³, joka vaatii taakseen yli 15 tonnisen koneen. Eri kokoisia hiekoittimia löytyy kaikkiin kokoluokkiin. Taajamakoneissa ja traktoreissa on myös mahdollista eteen ja taakse

asennettuina käyttää kahta hiekoitinta yhtä aikaa, joka kasvattaa koneen kapasiteettia entisestään. Hiekoittimet voidaan jakaa kahteen päätyyppiin toimintatavan mukaisesti

Alle sirottavat hiekoittimet

Hiekoitusmateriaali putoaa hiekoittimen alta hiekoitin telalta tai epäkeskolevytä laitteen alle. Materiaali ei juurikaan leviä laitetta leveämmällä. Alle sirottavalla hiekoittimella voidaan käyttää suurempaa ajonopeutta ja se vaatii koneen kuljettajalta vähemmän huomiota. Kuvassa 5 on Wille 665 -taajama-koneeseen asennettuna Wille Optim 550 alle sirottava hiekoitin.



Kuva 5. Alle sirottava hiekoitin (Janhunen 2020)

Lautashiekoittimet

Lautashiekoittimessa materiaali valuu pyörivälle lautaselle, joka heittää sen leveämmälle alueelle. Lautashiekoittimella voidaan saavuttaa jopa 10 metriä leveä hiekoitusalue yhdellä ajolla. Laitteen käyttäminen vaatii kuitenkin kuljettajalta huomattavasti enemmän huomiota, koska lentävillä kivillä on mahdollista vaurioittaa esimerkiksi lähelle pysäköityjä autoja. Hiekoitustyössä käytettävä ajonopeus on sovitettava hiekoitus leveyden ja työkohteen vaatiman tarkkuuden mukaisesti. Kuvassa 6 Pyöräkuormaajaan soveltuva lautashiekoitin Tokvam TSA 2100.



Kuva 6. Lautashiekoitin (Janhunen 2020)

Mikkelin Huoltotiimissä on siirrytty käyttämään enimmäkseen lautashiekoittimia niiden suuremman työtehon vuoksi.

Lisäksi lautashiekoittimen säädettävyys antaa kuljettajalle mahdollisuuden käyttää suurempaa tai pienempää hiekoitusmäärää ja tietenkin säädettävä hiekoitusleveys mahdollistaa käytön niin suurella parkkialueella kun kapealla pihakäytävälläkin.

3 KIINTEISTÖJEN PIHOJEN LAATUVAATIMUKSET

3.1 Kiinteistöjen pihojen talvihoidon laatuvaatimukset

Yleensä kiinteistöhuoltosopimukset ja sopimuksien liitteet eivät ota kovin tarkasti kantaa talvihoidon laatuvaatimuksiin. Siltä osin tilanne eroaa paljonkin kuntien tai valtion hallinnassa olevien teiden hoitamisesta. Valtion teillä tavoitellulle kitka-arvolle on annettu selkeät vaatimukset.

Vastaavia laatuvaatimuksia talvikunnossapidolle ei löydy esimerkiksi Kiinteistö RYL 2009:stä. Ainoa kohta, jossa Kiinteistö RYL 2009:ssä käsitellään talvikunnossapitoa, on kohta 4.3 Päälysrakenteet. Kohdassa jaetaan sidotut ja sitomattomat alueet laatuluokkiin A1 ja A2, ja näille laatuluokille on annettu vaatimus lumen maksimipaksuudesta, joka sallitaan ennen aurauksen aloittamista.

Liukkaudentorjunnan osalta sanotaan: Liukkautta torjutaan niin usein, että hoidattavaksi sovitut alueet ovat turvallisia. Liukkaudentorjuntamateriaalin levitysjälki on tasainen koko alueella. Materiaalimäärä on työselostuksen mukainen. (Rakennustieto Oy 2009, 113 - 114.)

Käytännössä yksityisissä kiinteistöissä talvikunnossapitotöiden laadun kriteerejä peilataan kaupungin laatuvaatimuksiin ja yritetään sovittaa laatuvaatimukset kiinteistöjä ympäröivien katu- ja kevyenliikenteenväylien hoitoluokkien mukaiseksi.

Osittain yksityisten kiinteistöjen hoitotason laadusta pitää huolen myös kilpailu muiden samaa palvelua tarjoavien yhtiöiden kanssa. Kun asiakkailta on mahdollisuus vaihtaa halutessaan palvelun tarjoajaa, tarjottu laatutaso ei voi olla kilpailijoihin nähden merkittävästi huonompi.

3.2 Liukkaudentorjunnan laatuvaatimukset kiinteistöjen pihoilla

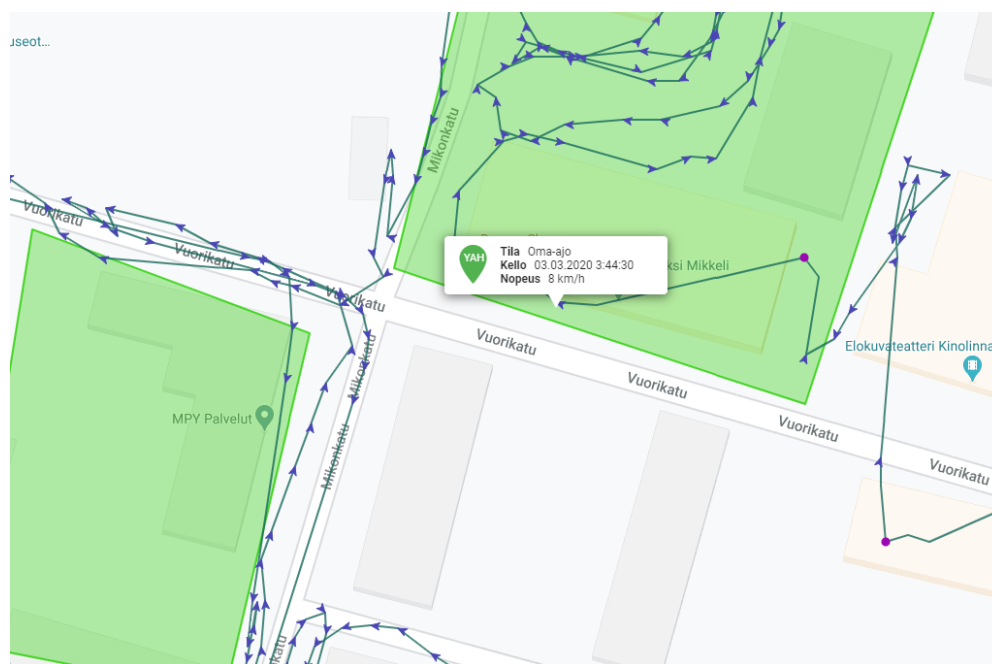
Katujen ja jalkakäytävien talvikunnossapidosta säädetään 'laissa kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta' eli katulaissa.

Lain mukaan kadun kunnossapito käsittää ne toimenpiteet, joiden tarkoituksena on pitää katu liikenteen tarpeiden edellyttämässä kunnossa. (Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta, 669/1978)

Katulaki ei koske kiinteistöjen pihoja, mutta käytännössä pihoilla odotetaan samantasoista kunnossapitoa. Liukkauden torjunnan laatuvaatimuksiin on osaltaan vaikuttanut oikeuskäytännössä katsottu korostettu huolellisuusvastuu. Käytännössä tämä tarkoittaa, että vähäisempikin huolimattomuus liukkauden torjunnassa voi aiheuttaa korvausvelvollisuuden vahinkotapauksissa. Korvausvelvollinen on kiinteistö, jonka alueella vahinko on tapahtunut, mutta jos työ on tilattu palvelun tarjoajalta, edellytetään tämän toimivan niin ettei korvausvastuuta pääse syntymään. Korvausvelvollisuudelta vältytään vain, jos työt hoidetaan niin, ettei vaarallista liukkautta esiinny. Vahinkotapauksissa kunnossapitäjällä on näyttövelvollisuus asianmukaisesti hoidetuista toimenpiteistä. (Finanssiala ry, 2017)

Korvausvelvollisuuden välttämiseksi kunnossapitäjän on pidettävä huolellista päiväkirjaa tekemistään toimenpiteistä. Yleisesti liukkaudentorjuntakalustossa käytetään GPS paikannukseen perustuvaa raportointijärjestelmää, josta voidaan tarkastaa toimenpiteet tarkkoine kellonaikoinen. Korvausvelvollisuudesta voi myös vältyä, jos olosuhteet ovat olleet sellaiset, ettei huolellisillakaan toimenpiteillä

olisi saatu aikaiseksi sellaisia olosuhteita, ettei liukkautta olisi esiintynyt. Kuvassa 7 KIHO-seuranta-järjestelmästä otettu kuvakaappaus, jossa ilmenee seurattavan työkoneen ajoreitti kellonaikoinen.



Kuva 7. GPS seurantaraporttia, Kiho järjestelmästä

Useiden kaupunkien hoitovastuuseen kuuluvilla kevyenliikenteenväylien kunnossapidossa sovelletaan yleisesti Suomen Kuntaliiton julkaisua Alueurakointi: yleinen tehtäväluettelo 2003, johon kunnat ovat tehneet omia urakoitaan varten selvennyksiä ja tarkennuksia.

Kuvassa 8 Tehtäväkortti 1530 on otettu Mikkelin kaupungin alueurakan aineistosta, tehtäväkortin ohjeet ovat hyvin sovellettavissa kiinteistöjen pihojen hoidossa. (Mikkelin Kaupunki, 2020)

1530 LIUKKAUDEN TORJUNTA, JALKAKÄYTÄVÄT, KEVYEN LIIKENTEEN VÄYLÄT, LINJA-AUTOPYSÄKIT, PIHAT, TORIT, SATAMAT, PUISTOKÄYTÄVÄT, LEIKKIPAIKAT
MILLOIN TYÖ ON SUORITETTAVA

Työhön on ryhdyttävä kun säätilassa tapahtunut muutos aiheuttaa liukkauden tuntuvan lisääntymisen. Tällaisia tilanteita ovat sään lauhtuminen, alijäähtynyt sade, kostean pinnan jäätyminen (musta jää), jalkakäytävälle tai kevyen liikenteen väylälle valuneen veden jäätyminen ja joissain tapauksissa lumisade.

Liukkaudentorjunnan aloitus ajoitetaan taulukon 1 mukaisesti

Taulukko 1: Liukkaudentorjunnan ajoitus

Kunnossapitoluokka	Liukkaudentorjunnan aloitus
I	Liikenteen kannalta liukkaudentorjunta tulee tehdä välittömästi, aina kun säätila aiheuttaa tarpeen koko poikkileikkaukselta. Kiinteistöjen osalta työt aloitetaan ennakoivasti kun liukkauden esiintyminen on todennäköistä ja työ tulee olla tehtynä ennen työmatkaliikenteen huipputunteja ja muulloinkin tarvittaessa.
II	Työt aloitetaan I-kunnossapitoluokan töiden jälkeen välittömästi tai samanaikaisesti Leikkipaikkojen liukkauden torjunta tehdään aina kun säätila aiheuttaa tarpeen.

TYÖSELOSTUS

Samaan kunnossapitoluokkaan kuuluvat kohteet pyritään pitämään yhdenmukaisessa kunnossa. Liukkaudentorjuntaan käytetään pestyä sepeliä 1 - 6 mm tai sepeliä 3 - 6 mm keli ja paikalliset olosuhteet huomioiden. Ohjeelliset käyttösuositukset ovat seuraavassa taulukossa 2.

Taulukko 2: Sepelin ohjeelliset käyttösuositukset

Materiaali	Pesty sepeli
Kohteet	Tehtäväkortin 1530 kohteet
Kelit	aurauksen jälkeen tai liukkaalla kelillä
Rakeisuus	1 - 6 mm
Levitysmäärä	100 - 350 g/m ²

Suolan käyttö piha-alueiden, leikkipaikkojen ja puistokäytävien

liukkaudentorjunnassa on kielletty. Käytävillä käytettävään pestyyn sepeliin sekoitetaan suolaa noin 2 % varustoinnin yhteydessä.

I Kunnossapitoluokka

Yleensä käsitellään kerralla koko leveydeltään ja pituudeltaan. Erityistä huomiota tulee kiinnittää jyrkkiin mäkiin, linja-autopysäkkeihin, portaisiin ja pihojen kulkuväyliin.

II Kunnossapitoluokka

Käsitteleyveys on normaalisti hiekoittimien leveys. Kevyen liikenteen väyliin liittyvät suojatiet käsitellään liukkaudentorjunnan yhteydessä.

Mikäli kiinteistöillä ei ole ilta-, yö- tai viikonloppukäyttöä, lumenpoistoon voidaan sallia lievennys.

Liukkaudentorjuntamateriaalin hankkii urakoitsija kustannuksellaan.

LAATUVAATIMUKSET

Liukkaudentorjuntamateriaali on levitettävä tasaisesti käsiteltävälle väylälle/ alueelle. Materiaalia levitetään työselityksen mukainen määrä.

LAADUN TOTEAMINEN

Jalkakäytävien ja kevyen liikenteen väylien yms. liukkaudentorjunta todetaan pääsääntöisesti silmäämääräisesti. Laadun toteutumista voidaan täydentää kitkamittauksin.

Materiaalien käyttömäärät ja käyttötilanteet todetaan kuukausittain. Laadun toteutumisen seuranta voidaan täydentää kitkamittauksin

MÄÄRÄMITTAPERUSTE

Mittayksikkö	Mittaustapa
m ²	Työkohdeluettelossa ilmoitettu pinta-ala

Työhön kuuluu jalkakäytävän, kevyen liikenteen väylän, pihan, puistokäytävän, leikkipaikan yms. liukkaudentorjunta. Työ suoritetaan urakoitsijan hankkimalla ja tilaajan hyväksymällä materiaalilla. Työhön kuuluu myös siirtoajo työkohteeseen.

DOKUMENTOINTI

Sää- ja keliolosuhteet ja käytetty liukkaudentorjuntamateriaalin käyttö dokumentoidaan sää- ja keli- sekä työmaapäiväkirjaan. Merkintöjen tulee olla yksityiskohtaisia, niin että tarvittaessa mahdollisten vahingonkorvausvaatimusten osalta pystytään toimenpiteiden onnettomuuskohdassa tarkasti todentamaan.

Kuva 8. Työlajikortti 1530. Mikkelin kaupungin tekemät muokkaukset punaisella värillä. (Mikkelin Kaupunki 2020)

3.3 Liukkaudentorjunnan toimenpidetarpeen arvioiminen

Työnjohtaja arvioi vallitsevan sään, sääennusteen ja tarvittaessa tarkastuskierroksen perusteella liukkaudentorjuntatarpeen. Vaikka käytettävissä olisi useampiakin sääennusteita, voi arvio silti epäonnistua. Vakaisissa sääolosuhteissa tarpeen arvioiminen on helppoa, mutta säätyypin muuttuessa virhearvion mahdollisuus kasvaa. Liukkauden torjunnassa pyritäänkin tarvetta ennakoimaan eli hiekoitus aloitetaan ennen kuin olosuhteet ovat päässeet vaarallisen liukkaaksi.

4 KAPASITEETTI MITTAUKSET

4.1 Hiekoituskapasiteettien mittaukset

Kapasiteetin mittausten tavoitteena oli selvittää jokaisen hiekoittimen kapasiteetti, eli selvittää kuinka suuren neliömäärän kyseisellä hiekoittimella voisi hiekoittaa ennen materiaalin loppumista. Pihojen pinta-alojen mittauksella puolestaan selvitettiin kuinka moneen pihaan hiekoittimen kapasiteetti riittäisi.

Hiekoituskapasiteettien mittaukset suoritettiin 1.2.2020. Mittauksien tarkoituksena oli saada selville käytettävissä olevien hiekoittimien kapasiteetit: kuorman kantokyky ja sirotusmäärät (g/m^2). Näillä mittauksilla selvitettiin, kuinka suuren pinta-alan on mahdollista saada hiekoitettua kyseisellä hiekoittimella.

Mittaukset jakautuivat kolmeen eri osaan: alle sirottavat hiekoittimet, lautashiekoittimet ja kuorman kantokyvyn mittaukset.

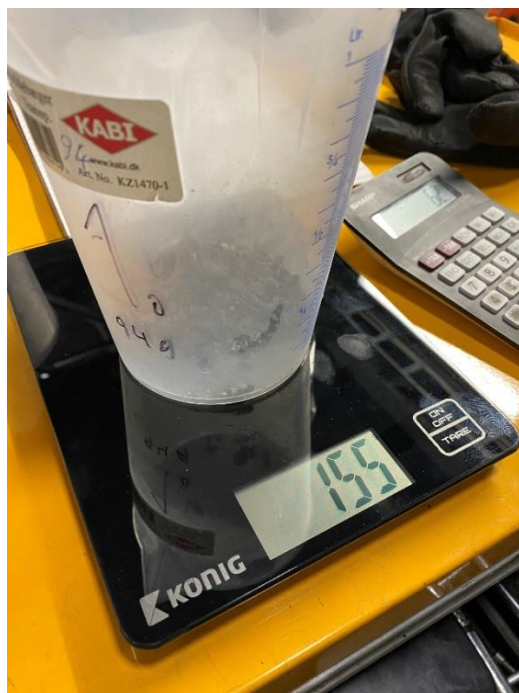
4.1.1 Alle sirottavat hiekoittimet

Kuvassa 9 näkyvä alle sirottavat hiekoittimet säädettiin ajamalla tasaista vauhtia kahden mittausneliön yli. Mittausneliöt, kuvassa 11, ovat telttapressusta kyseistä tarkoitusta varten leikattuja tasan neliön kokoisia palasia. Mittausneliöille tippunut materiaali kerättiin astiaan ja punnittiin. Ajonopeus ylijajettaessa oli 12 km/h, joka on tyyppillinen hiekoitustyössä käytettävä nopeus.

Ensimmäisen ajon jälkeen hiekoittimen syöttöä säädettiin niin, että hiekoitusmääräksi saatiin noin 100 g/m^2 . Kuvassa 12. Hiekoittimen virtauksen säätöventtiili, jolla sirotusmäärä säädetään.



Kuva 9. Alle sirottavan hiekoittimen mittausajo (Janhunen 2020)



Kuva 10. Materiaalin punnitus (Janhunen 2020)



Kuva 11. Mittaneliö ja mitattavaa materiaalia (Janhunen 2020)



Kuva 12. Lukittu säätö ja säätöpäivä merkittynä (Janhunen 2020)

4.1.2 Lautashiekoittimet

Lautashiekoittimia ajettiin tasaisella nopeudella sirottimelle tyypillisellä levitys leveydellä mitta-alueen yli. Mitta-alueelle oli asetettu kaksi kappaletta mittausneliöitä. Ensimmäinen koe suoritettiin materiaalin syötönsäätö puolivälissä, toisella ajolla haettiin noin 100g/m² määrää. Jos toisella ajolla ei saatu haettua materiaalmäärää, suoritettiin säätö ja uudelleenajo.

Alueen leveys oli pyöräkuormaajien hiekoittimissa 5- metriä ja taajamakoneissa 3 metriä, jotka ovat tyypillisiä kyseisille koneille.

Pakettiauton lavalle asennettu Blizzart-hiekoitinta ei säädöstä huolimatta saatu edes lähelle tavoiteltua arvoa. Kuvassa 13 taajamakoneen Serco-lautashiekoitin mittaajossa. Kuvassa 14 on esitetty samaisen hiekoittimen säätöyksikkö, joka on ohjaamossa kuljettajan ulottuvilla.



Kuva 13. Lautashiekoittimen mittaajajo (Janhunen 2020)

Kun saavutettiin haettu sirotusmäärä, se merkattiin hiekoittimen ohjainlaitteeseen.



Kuva 14. Serco-lautashiekoittimen ohjainlaite, josta sirotusmäärä merkinnät vielä puuttuvat (Janhunen 2020)

4.1.3 Kuorman kantokyvyn mittaukset

Viimeisenä mittauksena suoritettiin kantokyvyn mittaukset eli kuinka paljon mihinkin hiekoittimeen saa kuormattua hiekoitusmateriaali. Materiaalina käytettiin hiekoitussepeä, jonka ominaismassa oli 1,4 tonnia kuutiolta. Mittaukset suoritettiin pyöräkuormaajalla, jossa oli Loadmaster-mittalaite. Mittauksissa täyden hiekoittimen sisältö tyhjennettiin kuormaajan kauhaan ja punnittiin.



Kuva 15. Täyden hiekoittimen tyhjennys kauhaan, hiekoittimen kapasiteetin mittausta varten (Janhunen 2020)



Kuva 16. Tokvam TSA 2100 -hiekoittimen mittaustulos (Janhunen 2020)

Hiekoittimien mittauspäivänä havaittiin, että keskenään samanlaisissa hiekoittimissäkin on eroa, joka selittyy pääosin osien kulumisella. Taulukossa 1 nähtävissä hiekoittimien mittaustulokset.

Sivutuotteena syntyi Huoltotiimin käyttöön hiekoittimien kalibrointi ohje, joka otetaan käyttöön yrityksessä. Kalibrointi on tarkoitus tehdä aina kun hiekoitinta on korjattu ja kauden alussa. Kuvat 17 esittää kuluneen ja uuden hiekoittimen syöttöruuvin eroa, ruuvi Tokvam TSA 2100 -hiekoittimesta.



Kuva 17. Tokvam TSA 2100 hiekoittimen uusi ja loppuun kulunut syöttöakseli (Matilainen 2020)

Taulukko 1. Hiekoittimien mittaukset

1.2.2020				paino	1395 g/l		
				Levitys g/m ²			
				Kuorman			
Lautasirottajat	s/n	peruskone	rek	paino	1	2	Työleveys (m)
Tokvam TSA 2100		Volvo L120D	OAX	3650	27	71	5
Tokvam TSA 2100		Liebherr L526	3-HT	3650	55	69	5
Serco LKS 450	LKS 0196	Wille 455b	YAH	820	77	68	3
Serco LKS 1000	LKS 0060	Wille 665	1-HT	1600	43	83	4
Serco LKS 1000	LKS 0138	Wille 665	9-HT	1600	53	81	4
Serco LKS 2000		Liebherr L524	CAE	3200	60	77	5
BLizzard Icechaser		VW T5 pickup		1900	45	55	4
Allesirottavat				säädetty			
Stark HK 700	999838	Wille 455	JAL	780	171	110	1,7
Vila 370 (sinkitty)	948	Wille 455	YAH	520	285	81	1,4
Vila 370	65	Wille 455	JAL	520	93	93	1,4
Vila 550	379	Wille 665	1-HT	780	180	91	1,8
Vila 550 (sinkitty)	2067	Wille 665	9-HT	780	96	86	1,8

4.2 Työalueiden pinta-alamittaukset

Pihojen pinta-alat mitattiin että saatiin hiekoitusreiteille arvioitua kuluva materiaalin määrä. Pinta-alamittauksiin käytin kansalaisen karttapaikan (Maanmittauslaitos, 2020) pinta-alan mittaustyökälua. Mittaustyökäluun tarkkuus on käyttötarkoitukseen riittävä, tarkemman mittauksen olisi voinut suorittaa esimerkiksi cad- ohjelmalla, mutta se olisi ollut hitaampaa. Mitattavia pihvoja oli yli 200 kpl (kuva 18) ja sen lisäksi jalkakäytävää noin 5 km. (kuva 19)



Kuva 18. Pihojen neliöitä kartassa (Maanmittauslaitos, 2020)



Kuva 19. Jalkakäytävien metrit (Maanmittauslaitos, 2020)

Kun mittaukset olivat suoritettu, saatiin jonkinlainen käsitys, kuinka monta pihaa täydellä hiekoittimella saataisiin hiekoitettua.

4.3 GPS raporttien tulkinta

Koska opinnäytetyön tarkoituksena oli saada selville, olisiko hiekoitustyölajia mahdollista tehostaa, tarvittiin aiempaa tietoa hiekoituksesta. Kävin läpi kolmen hiekoituspäivän raportit ja koostin niistä taulukkolaskennat. Samalla sain verrattu mittaamalla saatuja hiekoittimien hiekoituskapasiteetteja toteutuneisiin. Huomasin että mittauksissa oli saavutettu pienempiä lukemia, kun käytännön hiekoitus työssä. Kaikkiaan kävin läpi 14 työpäivän ajot, joita sitten käytin lopussa vertailutietona.

Taulukko 2. Kahden koneen hiekoitus lenkit 3.1.2020

alku	loppu	Tokvam 2100		alku	loppu	Vila 550 + Serco 1000	
3:16				3:16			
3:18	3:26	Lyseo		3:17	3:20	Rölli	
3:27	3:31	Vuori 2		3:20	3:25	Kaarisilta PK	
3:31	3:34	PK27 takapiha		3:26	3:30	Emola PK	
3:34	3:40	Matkakeskus		3:30	3:33	SRK Rouhiala	
3:40	3:42	Jalo työmaa		3:33	3:36	Emola Koulu	
3:42	3:46	PK 17 ja 19		3:38	3:46	Enkku PK	
3:47	4:06	Tuomio. Savi 18 ja 20		3:46	3:49	ESE P	
4:07	4:10	Partinkartano		3:49	3:59	Hiekan haku	halli
4:10	4:20	Hiekan haku	halli	3:59	4:16	Päämaja, teatteri, lukio	
4:21	4:23	ST1 manner		4:17	4:21	Mikael	
4:24	4:25	K-Lähemäki		4:21	4:26	Hiekan haku	rätti
4:27	4:30	S-Peitsari		4:26	4:30	Joutokäynti 5min	
4:36	4:41	Motonet		4:30	4:35	Hiekan haku	
4:47	4:51	Leipomo		4:35	5:03	Kalevankangas koulu PK	
4:53	5:00	Päiväkoti kirkonvarkaus		5:03	5:13	Hiekan haku	
5:06	5:14	Setri ja tokmanni		5:13	5:25	Mikael	
5:19	5:27	Päiväkeskus		5:28	5:38	Siekkilä kehveli	
5:27	5:29	ex TK		5:40	5:48	Oksakuja	
5:31	5:32	Neste otavankatu		5:49	5:52	Hiekan haku	
5:33	5:43	Pitäjän kirkko ja naapurit		5:52	5:57	Joutokäynti 5min	
5:43	5:48	Hiekan haku	halli	6:03	6:05	hevoshaka	
5:48	6:00	Tauko		6:07	6:08	Pahnakuja	
6:00	6:08	Hiekan haku	halli	6:10	6:23	Naistingintie	
6:08	7:14	XAMK		6:24	6:29	Janin koti	
7:16	7:19	Yrityskulma		6:29	6:38	Hiekan haku	rskylä
7:19	7:21	Häke		6:44	6:54	Länsi- ja kotirinne	
7:25	8:02	Tauko		6:54	6:59	Eteläväylä	
8:04	8:06	Nuija 33		6:59	7:12	kummelit ja pohjoisväylä	
8:07	8:13	Saattotie 2		7:13	7:30	Hiekan haku	rätti
8:14	8:18	veskari		7:30	7:34	Hydrauliikka	
8:19	8:23	Pihlaja 8		7:36	7:40	Rantakone	
8:23	8:35	Hiekan haku	rätti	7:43	8:06	Tauko 23 min	
8:35	8:39	Pihlaja 10		8:07	8:08	SRK pitkäjärvi	
8:42	8:52	Joutokäynti 8min		8:09	8:13	Kiillekujat	
9:00	9:08	pillipiipari		8:13	8:24	Hiekan haku	halli
9:09	9:14	Saatukirja		8:26	8:44	Pellontorpantien päät	
9:14	9:17	hernepuisto		8:46	8:49	Tyyntenpirtti ja EVPK	
9:18	9:23	viherkeiju		8:50	8:53	Siwa kansankatu	
9:23	9:28	lambilankartano		8:53	9:03	Hiekan haku	halli
9:30	10:00	Mikalo Savisilta		9:03	9:04	Sininen talo	
	10:55	tankkaus ja pesu		9:05	9:09	Mikalo uus	
		pihoissa käytetty aika		9:10	9:12	Arkistokatu	
		6:42 Työaika		9:14	9:20	Rostholli 2	
	0:35	hiekan haku		9:25	9:49	Mikalo peitsari	
				10:00	10:05	Metsäsairila lähemäki	
						pihoissa käytetty aika	
					6:48	Työaika	
					1:20	hiekan haku	

4.4 Tiedon yhdistäminen

Kun olin saanut mittaukset suoritettua, arvioin uudelleen hiekoittimien hiekoitus määrää ja kapasiteettia. Päädyin lopputulokseen, että laskennallisesti noin 130g/m² olisi oikea sirotusmäärä pihojen hiekoituksessa, jota sitten käytin reittisuunnitelmassa.

Taulukko 3. Eri hiekoittimien ja koneiden kapasiteetit

Hiekoitus määrä g/m ²	130	
Hiekoittimet	kuorma (g)	kapasiteetti (m ²)
Tokvam TSA 2100	3650	28077
Serco LSK 2000	3200	24615
Serco LSK 1000	1600	12308
Serco LSK 450	820	6308
Vila 550	780	6000
Vila 370	520	4000
Stark HK 700	780	6000
Kaksi hiekoitinta yhteensä		
W665		18308
W455		10154

5 HIEKOITUS REITTIKASKENTA

5.1 Reittilaskenta

Merkittävin muutos reittilaskennassa oli se, että nyt reittien suunnittelussa otettiin huomioon materiaalin riittävyys ja täydennyspaikat määriteltiin valmiiksi laskennan pohjalta.

Lisäksi päätettiin valmiiksi mikä kone minkäkin hiekoituslenkin ajaa. Tämä oli välttämätöntä, koska kaikkien koneiden kapasiteetti ei ole sama eikä suurimmilla koneilla sovi kaikkiin pihoihin. Taulukossa 4 on esitetty vanha hiekoitus suunnitelma. Myös pihojen neliömäärät näkyvät taulukossa.

Taulukko 4. Vanha hiekoitus suunnitelma ja pihojen neliömäärät

KELLOPAIKAT, KAUPAT YMS	PÄIVÄKODIT JA KOULUT	TUSKU/KARIKKO	PEITSARI/TUPALA	
ST 1 Mannerheimintie	1294 Päiväkoti Röllä	1189 Arkistotalo (Elka)	3277 Peitsarinhaka	
K- Lähemäki	727	Harjun P-Alueet	3068 Karpalorivi	
Peitsarin liikekeskus (=S Market)	2125 Rouhialan päiväkoti	1158 Siekkilän palvelukoti	1895 Sensio Oy Juvantie 26	799,00
Motonet	7091 Rouhialan koulu	1888 Oksakuja 1 ja 2 palvelutalot	2700 Peitsarinpelto	1520,00
Suur-Savon Leipomo	3959 Rouhialan SRK (huom kellonaika)	1654 Rahtie 1	932 Kappalaisenkatu 5	2793,00
Päiväkoti Sirius (=Väänänenpolku)	700 Naisvuoren päiväkoti	2500 ST1 Tusku	1455 Kappalaisenkatu 6	1511,00
Hoivakoti (Katuentie)	500 ESE:n Parkkialue	1900	Hoivakoti Kotikyliä (=Poikolanrinne 2)	
Kattilansillan liikekeskus (=Sa)	1052 Teatteri ja puvustamo (sisäpiil)	1366 Casemet Insinöörinkatu	8537 Päiväkoti Sävelpolku (=Poikolanrinne 1)	
Kauppakeskus Setri	8823 Lukio/Päämajat./Kansalaisop.	5051 Ahlström	9359	
Tokmanni	5611 Päämajakoulu / Viola	5178 Savilahden Auto	8450 PIETARINKATU	
		Karikon kiinteistö	13800 Marskinpolku	429,00
KESKUSTA 2	Kalevank. Koulu	16100 Suomi-Soffa	9110 Pietarinpiirtti	764,00
Maaherrankatu 44 (Mikalo)	1422 Kalevank. Päiväkoti	2856 Milpro	2050 Pietarinmäki	410,00
Maaherrankatu 19	742 Mikaeli	9346	Pietarinportti	520,00
Pusankulma katto ja sisäpiha	1956	RANTAKYLÄ	Pietarinpiha	1477,00
Akeeli	1198 KESKUSTA 4 (pääosin asuintalot)	Hevoshaantie 1	869 Pietarinkatu 24	574,00
Latisenkulma	864 Anninkatu 1 (MVPK) YIT	1105 Naistingintie 7-10	3094 Metsolankatu 2 YIT	304,00
Mikrankulma	2255 Linnaparkki	1184 Pahnakuja 3	187 Metsolankatu 1	1103,00
Mikonrinne	1149 Linnake (suomen pankki)	727 As Oy Kyläpuisto	1069 Lamminseutu	299,00
Mikkelin Helmi	620 As Oy Urheilupuisto	284	Toimkesk Veturi (Vuorikatu) YIT	171,00
MPY	1096 Annipuisto painoraj 4,5t	567 PITKÄJÄRVI		
Kinolinna	396 As Oy Väinö	695 Killekuja 1	707 KIRJALA	
Natulinikulma	1387 As Oy Mikkelä	723 Killekuja 3	399 XAMK (kartasta sin. ja pun.)	40513,00
Kulttuuritalo Tempo	382 Urheilupuiston koulu	3428 Pitkäjärven SRK	691 Jääkärintie 18	1247,00
Naisvuoren luolan sis.käynnit	200 Vanha pohj.haut.maa läpikäytävä	800 Ketunniementie 7	4519 Jääkäri 1	3174,00
Ristimajat	489 Kivenkatu 4-12	1592 E-S Hydraulikkakeskus	3409 Yrityskulma	1808,00
	Satanen As Oy	281 Kummeli 1	1250 Cramo	2565,00
		Kummeli 2	1680	
LAAJALAMPI	SATAMA	Pohjoisväylä	1185 Kirjalan lemmikkien haut.mas	800,00
Paahotkallionpossut	8059 Ratakatu 2	3090		
	Laiturikatu 8	3345 Kotirinne	1320 VISULAHTI	
	Postin terminaali	9179 Länsirinne	1008 Ojaniitty	900,00
KAUPAT !!!	Vanha veturitali YIT	1727		

Vanhassa suunnitelmassa kohteet oli jaettu toiminnan ja sijainnin perusteella. Joissain kaupungin osissa käytiin kahdesti, kun liikekiinteistön viereistä asuintaltoa ei ajettu samalla. Lisäksi jokaisella hiekoituslähdöllä oli erikseen sovittava ajojärjestys, jossa oli vakiintunut toimintamalli. Lisäksi raportteja katsottaessa selvisi että, joitain lenkkejä jaettiin kahdelle koneelle tai joillain alueella ajettiin kahdella koneella yhtä aikaa.

Havaittujen puutteiden perusteella tehtiin uuden hiekoitus suunnitelman. Ensimmäisessä vaiheessa otettiin kalustoksi kolme pyöräkuormaaja ja kaksi Willeä. Suunniteltiin näille koneille hiekoituslenkin.

Taulukko 5. Uusi hiekoitus suunnitelma versio 1

Volvo 120, Tokvam TSA 2 Liebherr 526, Tokvam TS Liebherr 524, Serco LSK W665, Serco 1000 + Vila W455, Serco 450 + Vila 5									
Tuomiokirkko	4661	Torikoski (=muikko)	685	Päiväkoti Röllä	1189	K- Lähemäki	727	PK 68-64 YIT JK	1250
Savilahdenkatu 18	1562	Kaupungintalo VPH	4135	Rouhialan päiväkoti	1158	Peitsarin liikekeskus (=	2125	Rouhialankatu YIT JK	600
Savilahdenkatu 20	1230	Otonkulma	650	Rouhialan koulu	1888	Peitsarinpelto	1520	MH 44 JK	350
Harjun P-Alueet	3068	Kuvernööri	1003	Naisvuoren päiväkoti	2500	Motonet	7091	Arkistokatu 6 JK	90
Casemet Insinöörikat	8537	Raaticimikko	1542	ESE:n Parkkialue	1900	Marsalkanranta	667	LYSEO JK	955
Ahlström	9359	Säästöimikko	627	Teatteri ja puuvuostamo	1366	Lähenmäen SRK	1529	Lehtokulma JK	273
RÄTTIHALLI	28417	Kauppa-keskus Setri	8823	Lukio/Päämajat./Kans	5051	Airopuisto	1407	Maaherrankatu 19	742
Savilahden Auto	8450	Tokmanni	5611	Päämajakoulu / Viola	5178	OMAHALLI	15066	Naisvuoren luolan sis.l	200
Karikon kiinteistö	13800	Vaakuna	511	RÄTTIHALLI	20230	Lyseo YIT	3570	Kinolinna + JK	496
Suomi-Soffa	9110	PK 8	808	Kalevank. Koulu	16100	Vuorikatu 2 (Mikalo)	1300	Natulininkulma + JK	1587
RÄTTIHALLI	31360	Matkakeskus VPH	4885	Kalevank. Päiväkoti	2856	PK 27 VVD & PK 27A	796	Kulttuuritalo Tempo +	582
ST1 Tusku	1455	OMAHALLI	29280	Arkistotalo (Elka)	3277	PK 19+autohallin edus	1581	Ristimajat + JK	489
Rahtie 1	932	XAMK	40513	RÄTTIHALLI	22233	PK 17/Asemarinne/Ve	1102	MPY ja Helmi JK	328
KARKIALAMPI (Ph	61900	RÄTTIHALLI	25607	Kattilansillan liikekesku	1052	Vanhhat viljasilto (JALC	500	Rinne ja Mikra JK	600
RÄTTIHALLI	32144	Jääkärikatu 18	1247	Paahotkallionpoussut	8059	Partinkartano	466	MH 10	1222
KARKIALAMPI (Phrakl)	3174	Jääkäri 1	3174	Hoivakoti (Kaituentie)	500	Graniitti talo VPH	719	KONTTI	9763
RÄTTIHALLI	32144	Yrityskulma	1808	Päiväkoti Sirius (=Vääl	700	Siekkilän palvelukoti	1895	PK 17 - 21 JK	325
Mikaeli	9346	Cramo	2565	Suur-Savon Leipomo	3959	Oksakuja 1 ja 2 palvelu	2700	PK 23 JK	238
Ratakatu 2	3090	Kirjalan lemmikkien ha	800	Anninkatu 1 (MVPK)	1105	RÄTTIHALLI	14629	PK 27 JK	255
Laiturikatku 8	3345	Killekuja 1	707	Urheilupuiston koulu	3428	Pahnakuja 3	187	Stella JK	978
Postin terminaali	9179	Killekuja 3	399	Vanha pohj.haut.maa	800	Mipro	2050	Akseli-Laitinen JK	538
Vanha veturitali YIT	1727	RÄTTIHALLI	25607	OMAHALLI	19603	As Oy Kyläpuisto	1069	Laitisenkulma	864
OMAHALLI	26687	Pihlajatie 10	677	Sensio Oy Juvantie 2E	799	Uus mökki	500	Akseli	1198
		Pihlajatie 8	604	Peitsarinhaka	800	Hevoshaantie 1	869	Graniitti ja Parti JK + a	300
		Kiiskinkarjala	923	Karpalorivi	800	Naistingintie 7-10	3094	Mikko, otto ja kuvernöö	713
		Kiiskinmäen Päiväkesk	1264	Kappalaisenkatu 5	2793	RANTAKYLÄ	7769	Kaupungin talo JK + al	1458
		Mikkelin Lehmus	964	Kappalaisenkatu 6	1511	Ketunniementie 7	4519	KONTTI	6865
		Ilmarisenpuisto	482	Hoivakoti Kotikylä (=Pe	800	E-S Hydraulikkakesku	3403	Vaakuna JK	260
		Nuijamiestenkatu 33	688	Päiväkoti Sävelpolku (	800	Kummeli 1	1250	vaakuna ja MH 10 JK +	310
		Suur-Savon Museo	399	Ahonlaita 4 (Mikalo)	1362	Kummeli 2	1680	PK 8 JK	275
		Neste Express Otavank	581	Kuusirinne 1 (Mikalo)	2325	Pohjoisväylä	1185	Linnaparkki ja Linnake	745
		Maasrk kirkko ja Otava	5751	Kuusirinne 2 (Mikalo)	616	Kotirinne	1320	Pusankulma katto ja si	1956
		Otavankatu 7 YIT	4034	Oravinharjuntie 3 (Mika	1236	Länsirinne	1008	Mikrankulma	2255
		ST 1 Mannerheimintie	1294	Oravinharjuntie 5 (Mika	1136	Pitkäljärven SRK	691	Mikonrinne	1149
		Tenholankatu 1 YIT	985	Mäkituvantie/Savupirtti	2318	RÄTTIHALLI	15062	Mikkelin Helmi	620
		Rokkalan kartano	5777	OMAHALLI	17296	Marskinpolku	423	MPY	1096
		Maijanpoussut	1862	Ojaniitty	900	Pietarinpirtti	764	KONTTI	8666
		Rokkalan nelostorni	1435	Arinakatu 17 (Mikalo)	710	Pietarinmäki	410	Linnaparkki	1184
		OMAHALLI	27720	Arinakatu 19 (Mikalo)	819	Pietarinpirtti	520	Linnake (suomen parn	727
		Savisillan kehvelitalo	1591	Toivakan halli	479	Pietarinpiha	1477	As Oy Urheilupuisto	424
		Viherpiipari	917	Ollinaukio	826	Pietarinkatu 24	574	Anninpuisto painoraj.	817
		Hernepuisto	892	Peitsarinukuja 3 (Mikalo)	1614	Metsolankatu 2 YIT	304	As Oy Väinö	795
		Satunmaa	708	Peitsarinukuja 5 (Mikalo)	1404	Metsolankatu 1	1103	As Oy Mikkeli	880
		Paimenpoika	800	Peitsarinukuja 7 (Mikalo)	1704	Lammiseutu	299	Kivenkatu 4-12	1592
		Viherkeiju	982	Peitsarinukuja 9 (Mikalo)	2030	Toimkesk Veturi (Vuori	171	Satanen As Oy	281
		Lavilankartano	1443	Peitsarinukuja 11 (Mikal	1605	Arkistokatu 6	190	Maaherrankatu 44 (Mil	1422
		Menninkäisentaival 1,2	1187	Suntionkuja 4 (Mikalo)	1478	Maaherrankatu 31 YIT	233	OMAHALLI	8122
		Menninkäisentaival 4 (	1643	Kappalaisenkatu 3 (Mi	1579	Sakastikuja 5 (Mikalo)	743	Aseman laiturit	6263
		Menninkäisentaival 6 (	1353	Peiponkuja 2 (Jäte)	300	Siwa Kansankatu	485	OMAHALLI	6263
		Hiidenpolku 6 (Mikalo)	1623	Tallakuja 12	1488	Esikaupungin VPK	558		
		Hiidenpolku 1 (MOAS)	1706	Tallakuja 2	1250	Tyynenpirtti	380		
		Hiidenpolku 2 (MOAS)	2481	OMAHALLI	18186	Petroffinranta	400		
		Maahisentaival 2 (Mika	1307			Rouhialan SRK	1654		

5.2 Ensimmäinen versio reitistä ja kuljettaja opastus

Kuluneen vuoden helmikuussa ei paljon talvikunnossapito töitä tehty, joten reitissuunnitelman versiota 1 päästiin testaamaan vasta 3.3.2020.

Jo ennen toteutusta suunnitelmaa jouduttiin muuttamaan, koska yksi pyöräkuormaaja tarvittiin lumenajoon. Pienin pyöräkuormaajista jäi pois ja sen tilalle otettiin Wille 665, jonka kapasiteetti on jonkin verran pienempi. Hiekoitus päivän olosuhteet olivat sinäkin päivänä vähän siinä ja tässä, että olisiko hiekoitus edes ollut tarpeen, mutta koereitit joka tapauksessa ajettiin.

Edellisenä iltapäivänä pidettiin kuljettajille opastustilaisuus, jossa selvitettiin mitä ja miksi ollaan tekemässä. Lisäksi kävimme läpi hyvin tarkasti sen, että kyseessä on ensimmäinen versio ja havaitut

ongelmat on kirjattava ja ettei kukaan saa sooloilla, vaan listaa on noudatettava tarkasti. Yhdelle työhön osallistujista annettiin tehtäväksi toimia muodostelman johtajana. Jos jotain pitäisi muuttaa, hän olisi se henkilö, joka tekisi päätöksen muutoksesta ja siitä, miten se toteutetaan.

Timo	Jesus	ASA + Wille	ILPO	Matias
Wivo 120, Tokvam TSA 2100	Liebherr 526, Tokvam TSA 2100	Liebherr 524, Serco LSK 2000	W665, Serco 1000 + Vila 550	W455, Serco 450 + Vila 370
Tuomiokirkko	4661 Torikoski (=muikko)	685 Päiväkoti Rölli	1189 K- Lahemäki	727 PK 68-64 YIT JK
Savilahdenkatu 18	1562 Kaupungintalo VPH	4135 Rouhialan päiväkoti	1158 Peitsarin liikakeskus (=	2125 Rouhialankatu YIT JK
Savilahdenkatu 20	1230 Ötonkulma	650 Rouhialan koulu	1888 Peitsarinpello	1520 MH 44 JK
Harjun P-Alueet	3068 Kuvamööri	1003 Naisvuoren päiväkoti	2500 Motonet	7091 Arkistokatu 6 JK + Pk
Cesemet Insinöörinkatu	8537 Raatimikko	1542 ESE:n Parkkialue	1900 Marsalkanranta	667 LYSEO JK
Ahström	9359 Säästöliikko	627 Teatteri ja puustamo (	1366 Lähemäen SRK	1529 Lehtokulma JK
RÄTTIHALLI	28417 Kaupakeskus Setri	8823 Lukio/Päämajat./Kansa	5051 Airopuisto	1407 Maaherrankatu 19
Savilahden Auto	8450 Tokmanni	5611 Päämajakoulu / Viola	5178 OMAHALLI	15066 Naisvuoren luolan sis.k
Karikon kiinteistö	13800 Vuokko	511 RÄTTIHALLI	20230 Lyseo YIT	3570 Kinnoinna + JK
Suomi-Soffa	9110 PK 8	808 Kalevank. Koulu	16100 Vuorikatu 2 (Mikalo)	1300 Natulinikulma + JK
RÄTTIHALLI	31360 Mattakeskus VPH	4885 Kalevank. Päiväkoti	2856 PK 27 VVO & PK 27A	796 Kulttuuritalo Tempo + J
ST1 Tusku	1455 OMAHALLI	29280 Arkistotalo (Eika)	3277 PK 19+autohallin edust	1581 Ristimajat + JK
Rahtie 1	932 XAMK	40513 RÄTTIHALLI	22233 PK 17/Asemarinne/Veti	1102 MPY ja Helmi JK
KARKIALAMPI (Phrak	61900 RÄTTIHALLI	25607 Kattilansillan liikakesku	1052 Vanhat viljasillat (JALO)	500 Rinne ja Miksa JK
RÄTTIHALLI	32144 Jaaskarinkatu 18	1247 Paahotkallionposust	8059 Partinkartano	466 MH 10
KARKIALAMPI (Phrak)	32144 Yhtyskulma	3174 Hoivakoti (Kaituentie)	500 Granitti talo VPH	719 KONTTI 321
RÄTTIHALLI	9346 Cramo	1808 Päiväkoti Sirius (=Vään	709 Sielöllän palvelukoti	1895 PK 17 - 21 JK
Mikaeli	3090 Kirjalan lemmikkien hai	2565 Suur-Savon Leipomo	3959 Oksakuja 1 ja 2 palvelu	2700 PK 23 JK
Laiturikatu 8	3345 Killekuja 1	800 Anninkatu 1 (MVPK)	1105 RÄTTIHALLI	14629 PK 27 JK 443 443
Postin terminaali	9179 Killekuja 3	707 Urheilupuiston koulu	3428 Pahnakuja 3	187 Siella JK
Vanha veturitalli YIT	1727 RÄTTIHALLI	399 Vanha pohj. haut. maa li	800 Mipro	2050 AkseE-Laitinen JK
OMAHALLI	26687 Pihlajatie 10	25607 OMAHALLI	19603 As Oy Kylläpuisto	1069 Laitisenkuja
	Pihlajatie 8	677 Sensio Oy Juvantie 26	799 Uusmäki	500 AkseE 443
	Kiiskinkarjala	604 Peitsarinhaka	800 Hevosshaantie 1	869 Granitti ja Partti JK + a
	Kieskimäen Päiväkesk	923 Karpalorivi	800 Naistingintie 7-10	3094 Mikko, otto ja kuvamöö
	Mikkelin Lehmus	1264 Kappalaisenkatu 5	2793 RANTAKYLÄ	7769 Kaupungin talo JK + atx
	Ilmarisenpuisto	964 Kappalaisenkatu 6	1511 Ketunniementie 7	4519 KONTTI 321
	Nujamieskatu 33	482 Hoivakoti Kotikyliä (=Po	800 E-S Hydraulikkakeskus	3409 Vaakuna JK
	Suur-Savon Museo	688 Päiväkoti Sävelpolku (=	800 Kummeli 1	1250 vaakuna ja 443 443
	Neste Express Otavank	399 Ahonlaite 4 (Mikalo)	1362 Kummeli 2	1680 PK 8 JK
	Maasrk kirkko ja Otava	581 Kuusirinne 1 (Mikalo)	2325 Pohjoisvetyä	1185 Linnaparkki ja Linnake
	Otavankatu 7 YIT	5751 Kuusirinne 2 (Mikalo)	616 Kotirinne	1320 Pusankulma katto ja si:
	ST 1 Mannerheimintie	4034 Oravinhajuntie 3 (Mika	1236 Länsirinne	1008 Mikrankulma
	Tenholankatu 1 YIT	1294 Oravinhajuntie 5 (Mika	1136 Piikajärven SRK	691 Mikrorinne
	Rokkelankartano	985 Mäkituvantie/Savupirtin	2318 RÄTTIHALLI	15062 Mikkelin Helmi
	Majjanposust	5777 OMAHALLI	17296 Marskinpolku	428 MPY
	Rokkalan nelostornit	1862 Ojanmäy	900 Pietarinpirtti	764 KONTTI 321
	OMAHALLI	1435 Arinakuja 17 (Mikalo)	710 Pietarinmäki	410 Linnaparkki
	Savisiian kehvelitalo	27720 Arinakuja 19 (Mikalo)	819 Pietarinportti	520 Linnake (suomen pankki)
	Viherpiiperi	1591 Toivakan halli	479 Pietarinpiha	1477 As Oy Urheilupuisto
	Hernepuisto	917 Ollinaukio	826 Pietarinkatu 24	574 Anninpuisto painoraj,4
	Satunmaa	892 Peitsarinukuja 3 (Mikalo)	1614 Metsolankatu 2 YIT	304 As Oy Väinö
	Paimenpoika	708 Peitsarinukuja 5 (Mikalo)	1404 Metsolankatu 1	1103 As Oy Mikkel
	Viherkuja	800 Peitsarinukuja 7 (Mikalo)	1704 Lamminseutu	299 Kivenkatu 4-12
	Lavilankartano	982 Peitsarinukuja 9 (Mikalo)	2030 Toimikesk Veturi (Vuori)	171 Satanen As Oy
	Menninkäisentaival 1,2	1443 Peitsarinukuja 11 (Mikalo)	1605 Arkistokatu 6	190 Maaherrankatu 44 (Mik
	Menninkäisentaival 4 (T	1187 Suntionkuja 4 (Mikalo)	1478 Maaherrankatu 31 YIT	OMAHALLI 321
	Menninkäisentaival 6 (T	1643 Kappalaisenkatu 3 (Mik	1579 Sakastikuja 5 (Mikalo)	743 Aseman laiturit
	Hiidenpolku 6 (Mikalo)	1353 Peiponkuja 2 (Jäte)	300 Siwa Kansankatu	485 OMAHALLI
	Hiidenpolku 1 (MOAS)	1823 Tallakuja 12	1488 Esikaupungin VPK	558 03.10 - 06.19
	Hiidenpolku 2 (MOAS)	1706 Tallakuja 2	1250 Tympenpirtti	380
	Maahisentaival 2 (Mika	2481 OMAHALLI	18186 Petrofinranta	400
	Maahisentaival 3 (Mika	1307	Rouhialan SRK	1654
	Maahisentaival 4 (Mika	1032	Rusthollinkatu 1 (MOA)	680
	Maahisentaival 5 (Mika	1367	Luharintty	1316
	Maahisentaival 6 (Mika	1443	Kruunukartano	1389
	Maahisentaival 1 (MOA	1237	Tullimyyt	1270
	OMAHALLI	1715	OMAHALLI	15355
	OMAHALLI	25427		

Kuva 20. Kuljettajapalautteet paperilla

Lenkkien jälkeen keskusteltiin jokaisen työhön osallistuneen kuljettajan kanssa. Osa oli tehnyt hyvät kirjalliset muistiinpanot. Yleisin palaute oli, että hiekka riitti hyvin tämän kaltaiselle säälle, mutta to-della liukkaissa olosuhteissa olisi hiekan määrä ollut riittämätön. Lenkkien pituus vaihteli 3,5 ja 6 -tunnin välillä. Selvää oli, että näissä olosuhteissa, työn olisi ennättänyt tekemään työpäivän aikana, vaikka koneita olisi ollut yksi vähemmän.

5.3 Toinen versio reiteistä

Keskustelimme työnjohdon kanssa ensimmäisen version palautteesta ja sen perusteella päädyimme ratkaisuun tehdä kaksi eri versiota reitistä. Vähäisen liukkauden reitti toteutettaisiin neljällä koneella ja todella liukkaina päivinä käytettäisiin viittä konetta hiekoitukseen. Vähäisen liukkauden reitissä päätettiin pitämään hiekoitusmäärä noin 130 g/m^2 ja liukkaan kelin hiekoituksissa määrä nostettiin 200 g/m^2 .

Uusia reittisuunnitelmia ei päästy testaamaan käytännössä, koska talvi loppui.

6 JOHTOPÄÄTELMÄT

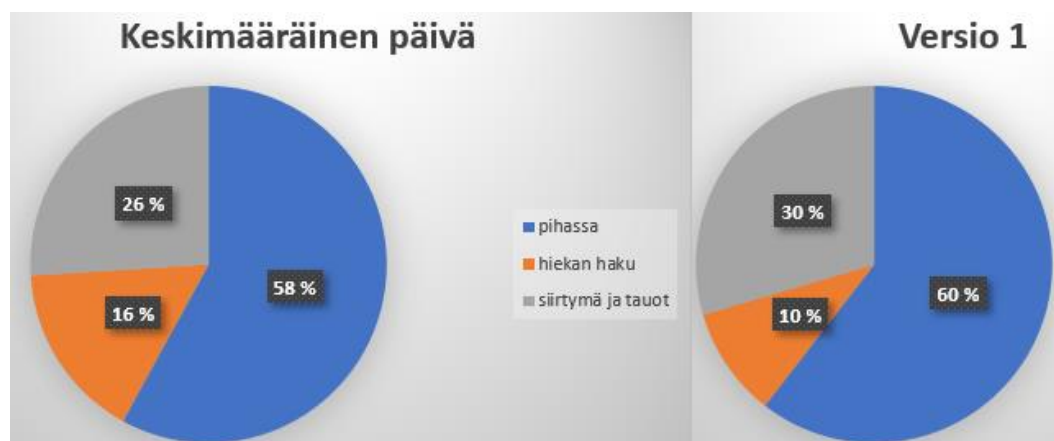
6.1 Saavutettu työajan säästö

Olosuhteet kaikilla mitatuilla hiekoituskerroilla eivät ole olleet keskenään samanlaiset. On mahdollista, että historiatietona käytetyssä kolmessa hiekoituskerrassa on vallinnut liukkaammat olosuhteet, kun suunnitellulla versio1 reitillä.

Kuljettajatkin ovat vaihdelleet ja on mahdollista, että versio 1 reitillä on ollut ”paremmat” kuljettajat kun aiemmillä reiteillä. Tietysti silläkin, että koereitillä ajaneet ovat tienneet, että suoritus tutkitaan, on saattanut vaikuttaa suoritukseen. Verrattujen hiekoitustyöpäivien osalta pihossa itse työn tekoon kului 55 – 60 % työajasta, kun taas hiekan hakuun kului 10 – 21 % ajasta. Loppu työajasta on kulunut siirtymiin hiekoituskohteiden välillä ja taukoihin.

Tehokkain päivä verratuista oli tarkimmin suunniteltu, sinä päivänä hiekan hakuun kului vain 10% ajasta ja itse hiekoitustyössä käytetty aika oli myös suurin.

Keskiarvo muille verratuille päiville oli 16% hiekanhakua ja 58% hiekoitus työtä.



Kuva 21. Ajankäyttö ympyrä diagrammissa

Tarkemmin suunnitteleamalla saavutettiin tehokkaampi hiekoituspäivä, mutta huomionarvoista on kuitenkin se, että yhtenä vertailupäivänä saavutettiin hyvin lähelle samantasoisia prosentteja.

Syyksi tämän yhden päivän selvästi muita parempaan suoritukseen en keksi muuta, kun sinä päivänä on ollut töissä hyviä kuljettajia. Se tulkinta pitääkin siltä osalta paikkansa, että neljällä viidestä kuljettajasta oli takanaan lähes kymmenen vuoden kokemus tekemisestä. Tuloksia arvioitaessa on huomioitava se, että versio 1 on testattu tasan yhden kerran ja siihen ei ole voitu tehdä parannuksia, eikä siitä ole viilattu yksityiskohtia kohdalleen. Nyt hiekan haussa saavutettu säästö oli 5%, mutta jatkokehittämällä asiaa, on tehokkuutta mahdollisuus vielä parantaa. Jos 5% työajan säästö muutetaan rahaksi se tarkoittaa vuosittain noin 2000€:n säästöä ja silti laatu ei ole muuttunut.

6.2 Sivutuotteena syntyneet työkalut

Sivutuotteena syntyi oikeastaan kolme asiaa tai toimintamallia.

Ensimmäisenä todettiin tarve kalibroida hiekoittimet jollekin sovitulle arvolle. Syntyi hiekoittimien kalibrintiohje, joka on tarkoitus ottaa käyttöön niin että syksyisin ja aina suuremman huollon jälkeen hiekoitin kalibroidaan ja lukitaan tai merkitään kalibrintipiste.

Toisena syntyneenä tuotteena voidaan pitää hiekoituksen suunnittelumallia. Nyt kun kaikki pihat on neliöity, voidaan hiekoituslenkit suunnitella konekohtaisesti ja ottaa huomioon hiekan täydennystarpeet.

Kolmantena asiana havaittiin, että pihojen neliömäärä on myös sopiva jakaja, kun laskutetaan talven hiekoitussepelejä. Taulukkoa jatkokehittämällä saatiin hiekoituskerrat syöttämällä aikaiseksi laskutusaineisto talven aikana kulutetusta hiekoitussepeleistä. Aikaisemmin laskutus on perustunut kuljettajan arvioon käytetystä määrästä, jota on sitten verrattu kokonaiskulutukseen.

6.3 Yhteenveto

Projektin oli hyödyllinen niin tekijälleen, kuin tilaajalleenkin. Saavutetut tulokset ovat ennakkoon kuvitellun suuntaisia. Itse jopa ajattelin, että ero olisi ollut suurempikin. Selväksi tuli myös se, että tehokkainta on käyttää suurinta mahdollista hiekoitinta, jos hiekoitettavat pihat eivät aseta rajoitusta.

Tarkempi suunnittelu vie tekemistä kuitenkin oikeaan suuntaan. Tällä tavalla jatketaan ja kehitetään tekemistä edelleenkin saatujen tulosten perusteella. Seuraavana jatkokehitysvaiheena aloitetaan miettimään voisiko yksi hiekoitussepelevarasto lisätä tehokkuutta ja saataisiinko siihen investoitu raha takaisin kohtuullisella takaisinmaksuajalla. Karkea sijaintikin varastolle on jo mietitty. Kesän aikana selvitettäväksi jää maapohjan vuokra ja varastohallin hankintahinta.

Hiekoittimien tekniikkaa tai oikeastaan sen puutetta olen myös jaksanut ihmetellä koko projektin ajan. Olen myös kysellyt löytyisikö markkinoilta teknisempiä hiekoittimia. Kuorma-autoissa käytettävissä sirotusautomaateissa on ollut jo vuosikymmeniä mukana automatiikka, joka säätää hiekoitusmäärää suhteessa ajonopeuteen, jolloin sirotusmäärä on ajonopeudesta riippumaton. Vastaavalaista tekniikkaa ei tunnu kuitenkaan löytyvän taajama- ja pyöräkuormaaja kokoluokan hiekoittimiin. Projektin lopussa olin yhteydessä yhteen kotimaiseen työlaitetoimittajaan ja kuulin, että kyselemäni hiekoitintyyppi on demovaiheessa ja meillä olisi mahdollisuus päästä ensi syksynä kokeilemaan laitetta.

LÄHDELUETTELO

Finanssiala ry. Opas liukastumisvahinkojen korvaamisesta. Pdf-tiedosto. Julkaistu 1.10.2017

<https://www.fine.fi/media/julkaisut-2017/opas-liukastumisvahinkojen-korvaamisesta.pdf> Viitattu 21.3.2020

Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta. 1978/669

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1978/19780669> Viitattu 21.3.2020

Mikkelin Kaupunki. Yleinen tehtäväluettelo, Mikkelin keskustan kunnossapito urakka 2020-2025.

Rakennustieto Oy 2009. KiinteistöRYL 2009. Rakennustietosäätiö RTS.

KUVALUETTELO

Kuva 1. Janhunen, Eemeli 2020. Kiinteistöjen aurauskalustoa. Valokuva. Mikkeli: Eemeli Janhusen kokoelmat.	6
Kuva 2. Lahikainen, Teemu 2017. Huoltotiimin aurauskalustoa 2017 Valokuva. Mikkeli: Teemu Lahikaisen kokoelmat.....	7
Kuva 3. Auvinen, Arsi 2018. Polanteen poistoa Jyrsimällä. Valokuva. Mikkeli: Arsi Auvisen kokoelmat.	8
Kuva 4. VilkoHarjun Sora Oy, 2020. Vilkonharjun Sora Oy:n toimittaman materiaalin rakeisuuskäyrä	8
Kuva 5. Janhunen, Eemeli 2020. Alle sirottava hiekoitin. Valokuva. Mikkeli: Eemeli Janhusen kokoelmat.....	9
Kuva 6. Janhunen, Eemeli 2020. Lautashiekoitin. Valokuva. Mikkeli: Eemeli Janhusen kokoelmat.	10
Kuva 7. GPS seurantaraporttia, Kiho järjestelmästä	12
Kuva 8. Mikkelin Kaupunki, 2020. Työlajikortti 1530. Mikkelin kaupungin tekemät muokkaukset punaisella värillä.	13
Kuva 9. Janhunen, Eemeli 2020. Alle sirottavan hiekoittimen mittausajo. Valokuva. Mikkeli: Eemeli Janhusen kokoelmat.....	14
Kuva 10. Janhunen, Eemeli 2020. Materiaalin punnitus. Valokuva. Mikkeli: Eemeli Janhusen kokoelmat.	15
Kuva 11. Janhunen, Eemeli 2020. Mittaneliö ja mitattavaa materiaalia. Valokuva. Mikkeli: Eemeli Janhusen kokoelmat.....	15
Kuva 12. Janhunen, Eemeli 2020. Lukittu säätö ja säätöpäivä merkittynä . Valokuva. Mikkeli: Eemeli Janhusen kokoelmat.....	16
Kuva 13. Janhunen, Eemeli 2020. Lautashiekoittimen mittausajo. Valokuva. Mikkeli: Eemeli Janhusen kokoelmat.	16
Kuva 14. Janhunen, Eemeli 2020. Serco-lautashiekoittimen ohjainlaite, josta sirotusmäärä merkinnät vielä puuttuvat. Valokuva. Mikkeli: Eemeli Janhusen kokoelmat.	17
Kuva 15. Janhunen, Eemeli 2020. Täyden hiekoittimen tyhjennys kauhaan, hiekoittimen kapasiteetin mittausta varten. Valokuva. Mikkeli: Eemeli Janhusen kokoelmat.	18
Kuva 16. Janhunen, Eemeli 2020. Tokvam TSA 2100 -hiekoittimen mittaustulos. Valokuva. Mikkeli: Eemeli Janhusen kokoelmat.....	18
Kuva 17. Matilainen, Antti 2020. Tokvam TSA 2100 hiekoittimen uusi ja loppuun kulunut syöttöakseli. Valokuva. Mikkeli: Antti Matilaisen kokoelmat.....	19
Kuva 18. Maanmittauslaitos. Karttapaikka. Verkkopalvelu. Pihojen neliöitä kartassa. https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/ . Viitattu 6.2.2020.....	20
Kuva 19. Maanmittauslaitos. Karttapaikka. Verkkopalvelu. Jalkakäytävien metrit. https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/ . Viitattu 6.2.2020.....	21
Kuva 20. Kuljettajapalautteet paperilla	26
Kuva 21. Ajankäyttö ympyrä diagrammissa	28