

Heinolan lumenkaatopaikan nykytila ja alueen toiminnan kehittäminen

LAB-ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK) Energia- ja ympäristötekniikka
2024
Noora Salonen

Tiivistelmä

Tekijä(t)	Julkaisun laji	Valmistumisaika
Noora Salonen	Opinnäytetyö, AMK	2024
	Sivumäärä	
	32	
Työn nimi		
Heinolan lumenkaatopaikan nykytila ja alueen toiminnan kehittäminen		
Tutkinto ja koulutusala		
Insinööri (AMK), Energia- ja ympäristötekniikka		
Toimeksiantajaorganisaatio		
Heinolan kaupunki		
Tiivistelmä		
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Heinolan lumenkaatopaikan nykytilaa ja mahdollisuuksia alueen toiminnan kehittämiseksi. Lumenkaatopaikkaan liittyy monenlaisia haasteita ja lumensulamavesien ympäristövaikutuksia on tutkittu vain vähän, minkä vuoksi lumenkaatopaikan kehittämistä on hyvä pohtia, jotta mahdollisiin riskeihin voidaan vaikuttaa.</p> <p>Teoriaosuudessa perehdyttiin kirjallisuus- ja verkkolähteiden avulla tarkemmin lumenkaatopaikan toimintaan yleisesti ja siihen vaikuttaviin riskitekijöihin ja haasteisiin. Työssä selvitettiin Heinolan lumenkaatopaikan nykyistä toimintaa ja mahdollisuuksia toiminnan kehittämiseksi.</p> <p>Kehitysmahdollisuuksia tutkittiin aiempien tutkimusten, karttatarkastelun sekä verkko- ja kirjallisuuslähteiden avulla. Toiminnan kehittämisen mahdollisuuksia tarkasteltiin väliaikaisen lumensijoittamisen mahdollisuuksien, hulevesijärjestelmän rakentamisen ja hiekoitushiekan hyödyntämisen kannalta.</p>		
Asiasanat		
lumenkaatopaikka, hulevesien hallinta, ilmastonmuutos		

Abstract

Author(s)	Type of Publication	Published
Noora Salonen	Thesis, UAS	2024
	Number of Pages	
	32	
Title of Publication		
Status and development of snow dump site in Heinola		
Degree, Field of Study		
Engineer (UAS), Energy and environmental technology		
Organisation of the client (if the thesis work is commissioned by another party)		
The city of Heinola		
Abstract		
<p>The purpose of the thesis was to find out the current state of the Heinola snow dump site and the possibilities for improving operation of the area. There are many challenges associated with snow dump sites and the environmental effects of snowmelt waters have been little studied. For this reason, it is important to find possibilities to develop snow dump site and reduce possible risks and environmental impacts.</p> <p>Operation of snow dump and the risk factors affecting it were studied in more detail with the help of literature and online sources in the theoretical part. In addition, the current operation of Heinola snow dump site and possibilities for the improvement were examined.</p> <p>Development possibilities were investigated with the help of previous studies, map review and online and literature sources. The development proposals were examined in terms of the possibilities of temporary snow dump sites, the construction of a storm water system in the area and recycling possibilities for sand that is used in winter on roads to prevent slippage.</p>		
Keywords		
snow dump site, stormwater management, climate change		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Lumenkaatopaikan hallinta	2
2.1	Maaperän hydrologia.....	2
2.2	Lumen hoidon tärkeys	2
2.3	Logistiikka	3
2.4	Lumenkaatopaikka ja alueen toimivuus	4
2.5	Lumenkaatopaikan riskitekijät ja haasteet	5
2.6	Lumenkaatopaikka ympäristövaikutukset	6
2.7	Hulevesien käsittely.....	8
2.8	Hulevesien laadullinen tutkinta ja seuranta.....	9
2.9	Lainsäädäntö ja määräykset.....	9
3	Heinolan lumenkaatopaikka	11
3.1	Kohteen esittely.....	11
3.2	Heinola talvikunnossapito.....	13
3.3	Tutkimuksen tavoite.....	14
4	Tutkimus ja tulokset	15
4.1	Väliaikainen lumen sijoitus.....	15
4.1.1	Vaihtoehto 1. Soräläjitysalue	15
4.1.2	Vaihtoehto 1. Rautsalo	16
4.1.3	Vaihtoehto 2. Hevossaari.....	17
4.1.4	Vaihtoehto 3. Vierumäen yrityspuisto.....	18
4.2	Sulamisvesien hallinta lumenkaatopaikalla.....	19
4.3	Hiekotushiekan hyödyntäminen.....	21
5	Tulosten tarkastelu	24
5.1	Väliaikainen lumen sijoitus.....	24
5.2	Sulamisvesien hallinta lumenkaatopaikalla.....	27
5.3	Hiekotushiekan hyödyntäminen	28
6	Yhteenveto	29
	Lähteet	31

1 Johdanto

Vaihtelevat talviolosuhteet ja kaupunkirakenteen tiivistyminen tuovat haasteita lumenhoitoon liittyen. Runsaslumiset talvet voivat aiheuttaa epävarmuutta lumenhoidon toimivuuden sekä kapasiteetin riittävyyden kannalta. Toisaalta olisi myös hyvä pohtia lumenkaatopaikan toiminnasta aiheutuvia ympäristövaikutuksia. Talviaikaiset hulevedet voivat aiheuttaa ympäristökuormitusta talven aikana lumeen kertyvien haitta-aineiden sekä valunnan määrän vuoksi. Alueelle rakennetulla hulevesijärjestelmällä on mahdollista kehittää lumen sulamisvesien hallintaa ja samalla vähentää lumenkaatopaikan ympäristökuormitusta.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tarkastella Heinolassa sijaitsevan lumenkaatopaikan ja sen ympäristön nykytilaa. Tavoitteena on tarkastelun pohjalta antaa kehitysehdotuksia, joilla lumenkaatopaikan alueen toimintaa voitaisiin parantaa varsinkin ympäristönäkökuulmien kannalta. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Heinolan kaupunki.

Opinnäytetyön tutkimusmenetelminä käytetään kirjallisuus- ja verkkolähteitä sekä karttataarkastelua. Tarkoituksena on kirjallisuus- ja verkkolähteitä hyödyntäen tutustua lumenkaatopaikan toimivuuteen vaikuttaviin seikkoihin, riskitekijöihin, ympäristövaikutuksiin, sulamisesta aiheutuvien vesien käsittelyyn sekä aiheeseen liittyvään lainsäädäntöön ja määräyksiin. Karttataarkastelun avulla on tarkoitus saada lisää tietoa lumenkaatopaikan nykytilasta sekä etsiä vaihtoehtoisia alueita lumen tilapäiselle vastaanotolle runsaslumisina talvina. Työssä on myös tutustuttu aiempiin tutkimus tuloksiin liittyen biosuodatusaltaan vaikutuksiin lumensulamisvesiin lumenkaatopaikalla sekä etsitty tietoa hiekoitushiekan hyödyntämisen vaihtoehtoihin liittyen.

2 Lumenkaatopaikan hallinta

2.1 Maaperän hydrologia

Veden kiertokulkuun sisältyy veden varastoitumisvaiheita ja siirtymisvaiheita. Vesi varastoituu vesistöihin, vesivarastoihin, maaperään, vesihöyrynä ilmakehään sekä lumi- ja jääpeitteeseen kiinteässä muodossa ja maaperään routana. Siirtymisvaiheisiin lukeutuu haihdunta, kosteuden kulkeutuminen ilmakehässä, sadanta ja valunta. Valunta voidaan jakaa kolmeen eri luokkaan. Pintavalunnassa vesi kulkeutuu painovoiman avulla vesistöihin. Pintakerrosvalunnassa vesi imeytyy maaperään ja kulkeutuu maan pintakerroksissa vesiuomiin. Pohjavesivalunnasta on kyse, kun vesi imeytyy maaperään ja siirtyy pohjavesivarastojen kautta lopulta vesistöihin. Maaperän hydrologiaan vaikuttaa maaperän ominaisuudet ja maan rakenne. Niillä on vaikutusta veden pidättäytymiseen ja kulkeutumiseen maaperässä. Maaperässä maarakeiden väliin jää huokosia, joissa vesi pääsee liikkumaan. Huokosten muoto ja koko riippuvat maalajin ominaisuuksista ja tiivyydestä. Maaperän vedenläpäisevyyteen voi vaikuttaa alueen kasvillisuus niiden juurien aiheuttamien reikien vuoksi, jolloin vesi pääsee kulkeutumaan helpommin maaperässä. Maanläpäisevyyttä voi aiheuttaa myös routa ja maan halkeilu. (Salaojayhdistys 2013.)

Lumen sulamiseen vaikuttaa ulkoinen ympäristö eli alueen topografia ja kasvillisuus sekä lumipeitteen ominaisuudet, joita ovat sen tiheys, lämpötila sekä lumen heijastusominaisuudet. Talvisin kaikki maalajit routaantuvat eli maaperän huokosissa oleva vesi jäätyy. Osa maalajeista routii, jolloin maan fysikaaliset ominaisuuksien muuttuminen tai maan pinnan liikkuminen tapahtuu routaantumisen tai sulamisen yhteydessä. (Salaojayhdistys 2013.) Ilmastomuutoksen vaikutukset talviolosuhteisiin ja maaperän hydrologiaan voi ilmetä talvi- valunnan lisääntymisenä, kun talviset vesisateet sekä lumen sulaminen lisääntyvät. Talvitulvat voivat lisääntyä erityisesti rannikolla. Taajamien valuma-alueilla virtaamahuiput ovat jo olleet huomattavia ja tämä kehityssuunta voi jatkua ilmastomuutoksen myötä. (Suomen kuntaliitto 2012, 101.)

2.2 Lumen hoidon tärkeys

Muuttuvat talvet luovat haasteita ja vaaditaan hyvää suunnittelua, jotta sään äärioloihin voidaan varautua. Varmuudella ei voida ennustaa ilmastomuutoksen vaikutusta talviolosuhteisiin tulevaisuudessa, mutta ennusteiden mukaan sään ääri-ilmiöt lisääntyvät ja lisääntyviin talvitulviin olisi hyvä varautua suunnittelemalla talvihoito mahdollisimman kattavasti. (Huuhtanen & Perälä, 7.)

Kaupunkisuunnittelun osalta lumi nähdään ongelmana ja liikenteen sujumuuden sekä turvallisuuden vuoksi se joudutaan kuljettamaan kaupungin katutiloista lumenvastaanottopaikoille. Puutteellinen lumenhoito voi vaikuttaa pelastusajoneuvojen kykyyn saapua hälytyspaikalle ajoissa. Lumikasat vaikuttavat autoilijoiden näkyvyyteen risteystilanteissa. Myös leikki- ja toimintapuistoissa talven olosuhteet voivat aiheuttaa turvattomuutta ja vaaratilanteita. (Huuhtanen & Perälä, 8–12.)

Lumenkaatopaikat keskittävät laajemman alueen lumen sulamisvesien vaikutukset rajatulle alueelle. Näin ollen voidaan vähentää haittavaikutuksia, joita aiheutuu lumen sisältämistä haitta-aineista. Rajatulla alueella voidaan sulamisvesien laatua tarkkailla, jolloin saadaan laajemman alueen päästölähteistä ja haitta-ainepitoisuuksista tietoa. Sulamisvesien hallinnan järjestämisellä voidaan vielä vaikuttaa ympäristökuormitukseen ennen kuin vedet johdetaan eteenpäin. (Lahden kaupunki 2024, 5.)

Vuorovaikutus ja viestintä on olennainen osa myös lumen käsittelyä. Yleisesti näkemys lumen vaikutuksista on negatiivista. Säätilaan ei voida vaikuttaa, mutta lumesta aiheutuviin mielikuviin voidaan vaikuttaa sanavalintoja muuttamalla ja lumenhoidon suunnittelua parantamalla. Kaupungin eri yksiköiden välistä yhteistyötä ja kommunikointia parantamalla voi vaikuttaa talvihoidon hallinnan helpottamiseen. Vuorovaikutuksen parantaminen ja lisääminen voi osaltaan myös lisätä eri toimialojen arvostusta ja lisätä ymmärrystä sekä luoda uusia toimintatapoja. Vuorovaikutuksen lisääminen loppukäyttäjille eli asukkaille liittyen arjen lumitilanteisiin voisi vähentää turhautumisen tunnetta ja antaa asukkaille kaivattuja vastauksia. Arkilumen ja aurauksen viestinnän ongelmiin vaikuttavat epäselvät vastuut, tiedonantamisen haluttomuus väärinkäytösten ja ristiriitatilanteiden pelossa. Viestintä ja vuorovaikutus pitäisi kohdistaa tilaaja ja päättäjien lisäksi enemmän myös loppukäyttäjiin eli asukkaisiin. Positiivisen viestinnän merkitys esimerkiksi sosiaalisessa mediassa ja merkitys kaupungin markkinointiin. Asenteisiin, puhetapaan ja viestintään voidaan vaikuttaa. Talven toimivuuden kannalta tärkeimpiä asioita asukkaiden kannalta ovat turvallisuus, toimivuus, yhteisöllisyys ja arkiliikkuminen. Ihmisiä kiinnostaa myös ilmastonmuutoksen myötä muuttuvat talviolosuhteet ja niiden vaikutus arjen sujumuuteen sekä turvallisuuteen. Kiinnostusta ja luottamusta voi herättää myös kaupungin tekemät kestävämmät ja ilmastoystävälliset valinnat talvihoidon suhteen. (Huuhtanen & Perälä, 82–86.)

2.3 Logistiikka

Talvikaudella lumen auraus ja siirtäminen kaduilta lähisiirtopaikoille tai lumenvastaanottopaikoille on kuuluvinta ja näkyvin operaatio. Lumilogistiikka vaikuttaa merkittävästi päästöihin sekä kustannuksiin varsinkin, kun yleisesti vastaanottopaikat sijoittuvat kauemmas

kaupunkikeskustoista, jolloin myös kuljetusmatkat ja niistä aiheutuvat päästöt sekä kustannukset kasvavat. (Huuhtanen & Perälä, 63.)

Haasteita talviaikaisen logistiikan kannalta voi aiheuttaa kuntien puutteelliset talvihoidon sekä lumilogistiikan suunnitelmat. Tähän voi vaikuttaa osin talvihoidon yhtenäisyyden puute, johon taas on syynä kunnossapitolain vastuut sekä alan vakiintuneet käytännöt. Suunnittelun tarve huomataan yleisesti runsaslumisina talvina, jolloin voi aiheutua ongelmia tarvittavan säilömistilan puutteen vuoksi vastaanottoaika-kojen täyttyessä nopeammin. Lumilogistiikan kokonaisuuden hallinnassa on siis edelleen puutteita, joihin on hyvä kiinnittää huomiota. (Huuhtanen & Perälä, 63.)

Suunnittelun puutteiden vuoksi varsinkin tiiviisti rakennetuilla kaupungin keskusta-alueilla kaikki lumi on kuljetettava alueilta pois. Lumen logistiikkasuunnitelmien puutteiden vuoksi lunta voidaan joutua siirtämään enemmän pois kuin mitä tarve todellisuudessa vaatisi. Alueiden suunnitteluvaiheessa pyritään mahdollisimman tehokkaaseen ajatusmalliin, jolloin tilanpuute voi koitua ongelmaksi, kun talviolosuhteissa lumelle ei jätetä tilaa. (Huuhtanen & Perälä, 66.)

Yksi este toimialan kehittymiselle on kunnossapidon vähäinen tieto ja sen huono siirtyminen eteenpäin. Tähän mennessä digitaalinen tieto ja sen kehittäminen rakennetussa ympäristössä on liittynyt enimmiltä osin suunnitteluun ja rakentamiseen. Tiedon hallinnan kehitys lumilogistiikkaan osalta voisi parantaa loppukäyttäjryhmien tarpeiden määrittelyä sekä kuljetuskokonaisuuksien hallitsemista, mikä osaltaan voisi edistää talvihoidon palvelujen suunnittamista kustannustehokkaammin. (Huuhtanen & Perälä, 64.)

2.4 Lumenkaatopaikka ja alueen toimivuus

Lumenkaatopaikka sijaitsee yleisesti maalla, jonne teiltä aurattu lumi kuljetetaan odotta- maan luonnollista sulamista. Suomessa vain yksi lumenkaatopaikka sijaitsee merellä Hel- singin Hernesaaren eteläkärjessä, mutta toiminta pyritään lopettamaan lähivuosina ja halli- tus on antanut eduskunnalle lakiesityksen, jossa lumen mereen kaataminen kielletään (Ra- jala 2024). Sulamiskausi on pitkä alkaen kevästä ja voi kestää loppukesään tai jopa syk- syyn asti riippuen lumimäärästä ja vuosittaisista lämpötiloista. Lumenkaatopaikkana toimii yleensä hiekkakenttä, rakentamaton tontti, pelto- tai niittyalue. (Myllymaa ym. 2020, 16.) Lumenkaatopaikaksi olisi hyvä valita alue, jossa sulamisvedet pääsevät imeytymään maa- han. Päälystettyjä alueita tulisi välttää lumen kasaamisen yhteydessä, jotta voitaisiin eh- käistä riskiä hulevesiviemäreiden tulvimisesta ja viemärien roskaantumista. (Suomen kun- taliitto 2012.)

Alueen toimivuuteen vaikuttaa lumenkaatopaikan sijainti verrattuna tiiviiseen keskusta-alueeseen. Sijainnilla voidaan vaikuttaa logistiikasta aiheutuviin haittoihin. Mitä pidempi kuljetusmatka on sitä enemmän logistiikasta, aiheutuu päästöjä sekä kustannuksia. Sijainnin suhteen on tärkeää huomioida alueen sopivuus lumen vastaanotolle. Lunta ei luokitella jätteeksi, mutta lumi kerryttäessään likaa ja haitta-aineita voi aiheuttaa ympäristön roskaamista ja lopulta myös vesistöjen pilaantumista, mikä on kielletty. Lumen käsittely pitää siis huolehtia oikealla tavalla. Lumenvastaanottoaikalla on oltava käsittelyyn vaaditut oikeanlaiset logistiset ratkaisut. Sulamisvesien kannalta on tärkeää huomioida alueen sietokyky ja erilaisten talviolosuhteiden muutokset. Alueen tulisi olla suunniteltu kestämään lumen sulamisesta aiheutuvat sulamisvedet osana hulevesien käsittelyjärjestelmää sekä huomioida lumen seassa olevat roskat, jätteet, hiukkaset ja kiintoainekset, joita ei voida kierrättää. Alueen toimivuuden kannalta olisi siis hyvä muistaa lumen yhteys hulevesiin ja integroida lumen sulamisvedet hyvin osaksi hulevesijärjestelmien suunnittelua. (Huuhtanen & Perälä, 35–40.)

Eräs epävarmuustekijä lumenkaatopaikan toiminnan kannalta on maankäytön muutokset. Kaupunkirakenne tiivistyy jatkuvasti, jolloin lumenkaatopaikkojen määrä kaupungissa voi vähentyä nopeallakin aikataululla. Tällöin joudutaan etsimään uusi alue, jotta talvihoito voidaan turvata, mutta sopivan alueen löytämisen suhteen voi ilmetä haasteita. Haastetta luo maankäytön jatkuva tiivistyminen, jolloin lumenkaatopaikalle sopivan alueen löytäminen voi osoittautua haasteelliseksi. (Myllymaa ym. 2020, 16.)

2.5 Lumenkaatopaikan riskitekijät ja haasteet

Lumesta aiheutuu erilaisia ongelmia ja riskitekijöitä. Lumen seassa olevat haitta-aineet ja suola pääsevät maaperään lumen sulamisvesien mukana, jolloin niistä aiheutuvat ympäristövaikutukset on hyvä ottaa huomioon. Jäätymis-sulamissyklit aiheuttavat rakenteiden rappeutumista, nopeasti sulava lumi lisää tulvariskiä ja varjoon kasatut lumet vaikuttavat ympäristöönsä pakkasöiden jälkeen lämpiminä päivinä luomalla jäätiköitä pitkälle kevääseen asti. (Huuhtanen & Perälä, 42.) Lumen määrä voi aiheuttaa myös ongelmia runsaslumisina talvina, jolloin lumenkaatopaikan kapasiteetti ei välttämättä riitä ottamaan vastaan sen talven lumimääriä, jolloin tarvittavan talvihoidon turvaaminen voi vaikeutua. (Myllymaa ym. 2020, 16.)

Haastetta talvihoidon toimivuuteen ja samalla lumenkaatopaikan toimivuuteen voi aiheuttaa kaavoituksen osalta esiintyvä puutteellinen lumitilanteen osallistaminen, jolloin maankäytön suunnittelussa ja kaavoituksessa voi olla puutteita talvihoidon suhteen. Kaavoituksissa voi jäädä huomioimatta talven tilanteet, kun kaavoituksen havainnekuvat ovat pääsääntöisesti kesäisiä ja maininnat talvesta ja lumesta liittyvät pääsääntöisesti talviurheiluun, liikuntaan

tai joulukuun. Tarkempi lumimitoitus yleiskaavavaiheessa on siis puutteellinen ja maankäytön suunnittelussa olisi kehitettävä talviolosuhteiden ottamista mukaan suunnitteluun jo kaavoitusvaiheissa, jolloin lumelle vaadittavaa tilaa osattaisiin mitoittaa oikein. Haastetta luo se, että kaavahankkeissa on paljon eri osa-alueita, joita tulee huomioida ja talven ollessa vain yksi niistä se voi usein jäädä arvoketjussa matalammalle. (Huuhtanen & Perälä, 27–28.)

Asemakaavavaiheen tiivistyvä kaupunkirakenne ja tehokas maankäyttö luovat haasteita talven ja lumen kannalta. Infran rakennuksen suurien kulujen vuoksi uusista alueista pyritään tehdä mahdollisimman tiiviitä sekä rakenteeltaan tehokkaita. Kaavoihin ei välttämättä merkitä lumelle tilaa ja jos merkitään niin kadut vievät enemmän tilaa ja rakennusten sijoitus muuttuu kauemmas tontin rajasta ja kadusta, jolloin alueen tehokkuus heikkenee. Lumen huomioiminen kaavoituksessa voi siis aiheuttaa korttelitehokkuuteen lisäkustannuksia mutta toisaalta vähentää kunnossapitokustannuksia. Maankäytön suunnittelussa ilmenee haasteita tarvittavan tilan löytämisessä. Lumenvastaanottoaikoille voi olla haastavaa löytää sopivia maa-alueita ja jo olemassa olevia lumen vastaanottoaikoja saatetaan muuttaa asuinalueiksi, jolloin täytyy miettiä sijainti uudestaan. Lumensiirron välimatkat voivat kasvaa vastaanottoaikojen siirtyessä syrjemmäksi. Vastaanottoaikojen muuttaminen asuinalueiksi lisää kuljetusmatkojen pituutta tai voi vähentää vastaanottoaikojen määrää. (Huuhtanen & Perälä, 29.)

Lumi sulaaessaan muuttuu talven jätteestä osaksi kaupunkihydrologiaa, jolloin hulevesijärjestelmien mitoitukset ovat suuressa roolissa. Tähän liittyen haasteita voi esiintyä, jos hulevesien kokonaisvaltainen hallinta on puutteellista eikä lumen sulamisvesiä ole huomioitu hulevesijärjestelmän mitoituksessa. Vaikka rakentamista tiivistetään, kaavoituksessa otetaan kuitenkin huomioon myös luonto niin, että uusilla alueilla säästetään luonnonalueita osaksi viherverkostoa. Kaavoissa laaditaan siis selvitykset viherverkostosta sekä hulevesistä, mutta lumi ja siihen liittyvä logistiikka saattaa jäädä tarkastelematta. Haasteita liittyen lumen sulamisvesien integroinnissa hulevesijärjestelmään ilmenee myös sen takia, että hulevesijärjestelmät ovat yhteiskuntasuunnittelussa melko uusi asia ja näiden osalta on vielä paljon opittavaa ja kehitettävää. (Huuhtanen & Perälä, 29.)

2.6 Lumenkaatopaikka ympäristövaikutukset

Rakennetussa ympäristössä lumi kerätään kaduilta liikenteen ja muun liikkumisen helpottamiseksi, jolloin lumen kasaamisella on ympäristövaikutuksia sen keräyspaikkaan ja lähellä sijaitsevaan ympäristöön. Lumenkaatopaikkoihin vaikuttavia ympäristövaikutuksia ovat sulamisvesien vaikutukset, sulamisvesien sisältämät haitta-aineet ja ravinteet, haju, melu, pölyäminen, ympäristön roskaantuminen sekä alueen luonnontilaisen tilan muutokset. (Helsingin kaupungin rakennusvirasto 2010, 31.)

Lumenkaatopaikkaan meluvaikutukset kohdistuvat läheiseen alueeseen. Melua syntyy lumenaurauksesta johtuvasta koneiden äänistä. Meluvaikutusten ajankohtaan ja voimakkuuteen vaikuttaa myös vuorokautinen työ, lumenkaatopaikan läheinen liikennemäärä sekä ajonopeudet, rajoitukset ja vastaanottoaikan aikataulut. (Myllymaa ym. 2020, 29.)

Lumesta vesistöihin siirtyvistä haitta-ainesta ja niistä aiheutuvista riskeistä vesistön tilaan ei ole tällä hetkellä saatu viitteitä. Helsingissä tehtyjen selvitysten mukaan haitta-aine pitoisuudet lumenvastaanottoon liittyen ovat olleet pieniä, eikä maanvastaanottoon liittyen ole ollut näyttöä merkittävistä ympäristöhaitoista. Lumenvastaanotosta voi aiheutua pitkäaikaista ympäristöhaittaa johtuen lumen sisältämästä tiesuolasta, mikä voi johtaa maaperän suolaantumiseen. (Myllymaa ym. 2020, 26.)

Lumeen päätyy epäpuhtauksia alueen liikennepäästöistä, liukkaudenesto menetelmistä sekä laskeumana ilmakehästä. Talven aikana epäpuhtaudet kerääntyvät rakennetuilla alueilla lumiin, joista ne hiljalleen päätyvät ympäristöön sulamisvesien mukana. Rakentamisen tiiviys voi vaikuttaa sulamisvesien laatuun heikentävästi, jolloin talviaikaisen sulamisvesien laatu voi olla heikompaa kuin muun aja hulevesien laatu. Väljemmin rakennetulla alueella puhtaamman lumen sulamisvesien vaikutus voi laimentaa pitoisuuksien määrää vesissä. Sulamisjakson pituuden vuoksi sen aikana muodostunut valunta on kuitenkin sen verran suurta, että myös talviaikainen haitta-ainekuormitus on suurta alueen maankäytöstä riippumatta. (Lahden Kaupunki 2024, 4.)

Ajoneuvoliikenteen määrä vaikuttaa suoraan tienvarsilumien laatuun. Aiempien tutkimusten perusteella lumessa on havaittu olevan kiintoainetta, ravinteita, metalleja, PAH- ja PCP-yhdisteitä, partikkeleita, jotka ovat peräisin asfalttipäälysteistä ja tiemerkinämaaleista sekä paperi-, muovi- ja kumiroksia. Merkittävä sulamisvesien laatuun vaikuttava tekijä on katujen liukkaudenestomenetelmät. Varsinkin tiesuolauksen vuoksi kloridi voi kulkeutua sulamisvesistä pohjavesiin suotautumalla maaperän läpi pohjavesialueilla. Talviaikaiseen hiekoitukseen liittyy myös ongelmia, koska se lisää lumen kiintoainepitoisuutta. Kiintoaineen määrä vaikuttaa merkittävästi hulevesien laatuun, koska epäpuhtaudet pääsevät sitoutumaan kiintoaineeseen sen myötä myös kulkeutumaan ympäristöön. Tiesuolauksen sijasta on mahdollista hyödyntää formiaattipohjaisia aineita, joita pidetään ympäristöystävällisempänä vaihtoehtona liukkaudenestoon. Formiaattien käytöstä voi kuitenkin aiheutua pohjaveden tai vesistön hapenkulutuksen lisääntyminen. Metallien suhteen on tehty havaintoja, joiden mukaan suurikin osa tietyistä metalleista voi kloridin tavoin liukoisessa muodossa päästä kulkeutumaan hulevesien mukana. (Lahden kaupunki 2024, 4–5.)

Ympäristövaikutuksiin voi vaikuttaa lumenlaadun hallinnalla ehkäisemällä haitta-aineiden pääsemistä lumeen ja sulamisvesiin. Tähän voi vaikuttaa katujen talvikunnossapidon ja

lumen varastoinnin menetelmien valinnalla. Ympäristövaikutusta voi vähentää valitsemalla ympäristöystävällisempiä liukkaudentorjuntakemikaaleja esimerkiksi kalsiumkloridi ja kalsiummagnesiumasetaatti. Vaikutuksia voi vähentää myös määrittämällä tiealueet tärkeiden purojen, kosteikkojen ja luonnonvara-alueiden läheisyydessä, joilla vältetään tiesuolan käyttöä. Liukkaudentorjunta-aineiden käyttöä voi yrittää vähentää eri menetelmien avulla. Näitä voivat olla kuljettajien ja urakoitsijoiden kouluttaminen sekä laitteistojen kalibroiminen harkitulla levityksellä. Lumenkaatopaikan alueen voi valita niin, että alueen maaperä on suodatuskykyinen ja sijaitsee vähintään 30 metrin päässä purosta tai tulva-alueesta. Lumenkaatopaikka olisi myös hyvä puhdistaa keväisin kiintoaineesta ja roskista. (Lahden kaupunki 2024, 7.)

2.7 Hulevesien käsittely

Hulevesiä päätyy ympäristöön sadevesien ja lumensulamisen myötä. Hulevesiin kertyy liikaa ja haitta-aineita pinnoilta. Yleisimpiä haitta-aineita ovat kiintoaine, ravinteet, metallit, kloridi, öljyt ja rasvat. Hulevesien päästessä sellaisenaan ympäristöön, ne aiheuttavat haittoja. Hulevesien haitta-aineet kuormittavat vesistöjä ja niiden sisältämä muovi voi ympäristöön päästessään muuttua haitalliseksi mikromuoviksi. (Suomen ympäristökeskus 2022.)

Tärkeää on kiinnittää huomiota hulevesien kokonaisvaltaiseen hallintaan ja pyrkiä ehkäisemään hulevesistä aiheutuvia haittoja jo niiden syntypaikalla. Hallinnan avulla haitta-aineet saadaan suodattumaan pois, laskeutumaan altaiden ja uomien pohjaan sekä sitoutumaan kasvillisuuteen. (Suomen ympäristökeskus 2022.) Hulevesiä voidaan hallita ratkaisulla, joilla parannetaan rakennettujen alueiden hydrologista kiertoa sekä valunnan laatua. Eri-laisten toimintatapojen avulla voidaan yrittää ehkäistä hulevesien aiheuttamia tulvariskejä sekä ympäristöön aiheutuvia haittoja. Luonnonmukaisia hulevesien hallintamenetelmiä ovat hulevesien vähentäminen, käsittely, viivyttäminen ja johtaminen. (Suomen kuntaliitto 2012, 18–19.)

Hulevesien viivytyksellä tarkoitetaan menetelmiä, joilla virtaamaa hidastetaan. Hulevesi johdetaan esimerkiksi kosteikkoihin, lammikoihin tai rakennettuihin altaisiin, joissa vettä varastoidaan ja hiljalleen vapautetaan se ympäristöön. Hulevesien viivyttäminen on olennaista alueilla, joilla hulevettä syntyy paljon, kun alueen pinta on rakennettua tai sisältää paljon katto pinta-alaa. Hulevesien avoimia johtamismenetelmiä ovat avo-ojat, puret, viherpainanteet, kourut ja kanavat. Nämä menetelmät hidastavat virtaamaa, jolloin voidaan mahdollistaa epäpuhtauksien laskeutuminen ja imeytyminen. Vesien puhdistumista voidaan edistää johtamisreittien kasvillisuudella, kaltevuudella ja riittävällä pituudella. Hulevesien johtaminen on kannattavaa alueilla, joilla maankäyttö on tarpeeksi väljää tai sijaitsee pienellä valuma-alueella, jolloin rakennuksia voi olla vähän tiiviimmin. (Suomen kuntaliitto 2012, 18–

19.) Lumenkaatopaikkojen sulamisvesien puhdistus tapahtuu vaihtelevasti. Käytössä voi olla laskeutusallas, biosuodatus tai luonnonkosteikko ja kiintoaineksen eli soran ja roskien puhdistus tapahtuu lumien sulamisen jälkeen kevään tai kesän aikana. (Myllymaa ym. 2020, 16.)

Tärkeää olisi pystyä hyödyntämään hulevesien eri puhdistamisratkaisuja mahdollisimman laajamittaisesti ja tehokkaasti. Tähän liittyen ongelma voi olla hulevesiosaamisen puutteissa, jolloin ei päästä tähän tavoitteeseen. Laadullisen hallinnan osaamisessa voi esiintyä puutteita liittyen erilaisten ratkaisujen ja materiaalien tehokkuuden ymmärtämiseen, käytännön mitoitus- ja kunnossapito-ohjeisiin sekä mallinnuksen käytäntöihin ja laatuvaatimuksiin. Hulevesiosaamisessa puutteita on edelleen liittyen hulevesien laatuun, käsittelyyn, suunnitteluun, ohjeistukseen ja eri toimijoiden yhteistyöhön liittyvissä asioissa. (Vesitalous 2019, 5.)

2.8 Hulevesien laadullinen tutkinta ja seuranta

Hulevesien määrällisen hallinnan lisäksi on tärkeää seurata hulevesien laatua ja tehdä toimenpiteitä laadullisen hallinnan edistämiseksi. Hulevesien määrällisellä hallinnalla voidaan pienentää tulvariskejä. Laadullisella hallinnalla voidaan vaikuttaa hulevesien haitallisiin vaikutuksiin. (Järveläinen 2019, 5.)

Kuntien välillä voi olla vaihtelua näytteenottoon liittyen. Sulamisvesien näytteenottoa voidaan suorittaa säännöllisesti tai kertaluonteisesti. Joissakin kohteissa näytteenotolle ei välttämättä nähdä tarvetta ja joskus näytteenotolle ei ole kohdennettu tarvittavia resursseja. (Myllymaa ym. 2020, 16.)

Lumen sulamisen jälkeen lumenkaatopaikan maaperästä ja sulamisvesistä otettuja näytteitä voidaan verrata lainsäädännössä annettuihin ohje- ja raja-arvoihin. Tulosten arvioinnin perusteella saadaan tietoa lumenlaadusta ja sen vaikutuksista läheiseen ympäristöön. (Helsingin kaupungin rakennusvirasto 2010, 31.) Hulevesien laadulle ei ole vielä asetettu ohjearvoja Suomessa eikä kansainvälisellä tasolla lumen sisältämille haitta-ainepitoisuuksille. Arvioidessa haitta-ainepitoisuuksien haitallisuutta sekä tarvetta hallinnalle voidaan arvioida esimerkiksi Ruotsin hulevesille asettamien laatukriteerien avulla. (Lahden kaupunki 2024, 8.)

2.9 Lainsäädäntö ja määräykset

Lumen kaatopaikan toiminta ei edellytä ympäristöluvan hakemista, koska lumi ei ole jätettä (Korkein hallinto-oikeus 2016). Lumenkaatopaikkoja koskee kuitenkin jätelain (646/2011) roskaamiskielto sekä ympäristösuojelulain pohjaveden pilaamiskielto ja muut pilaamiskiellot

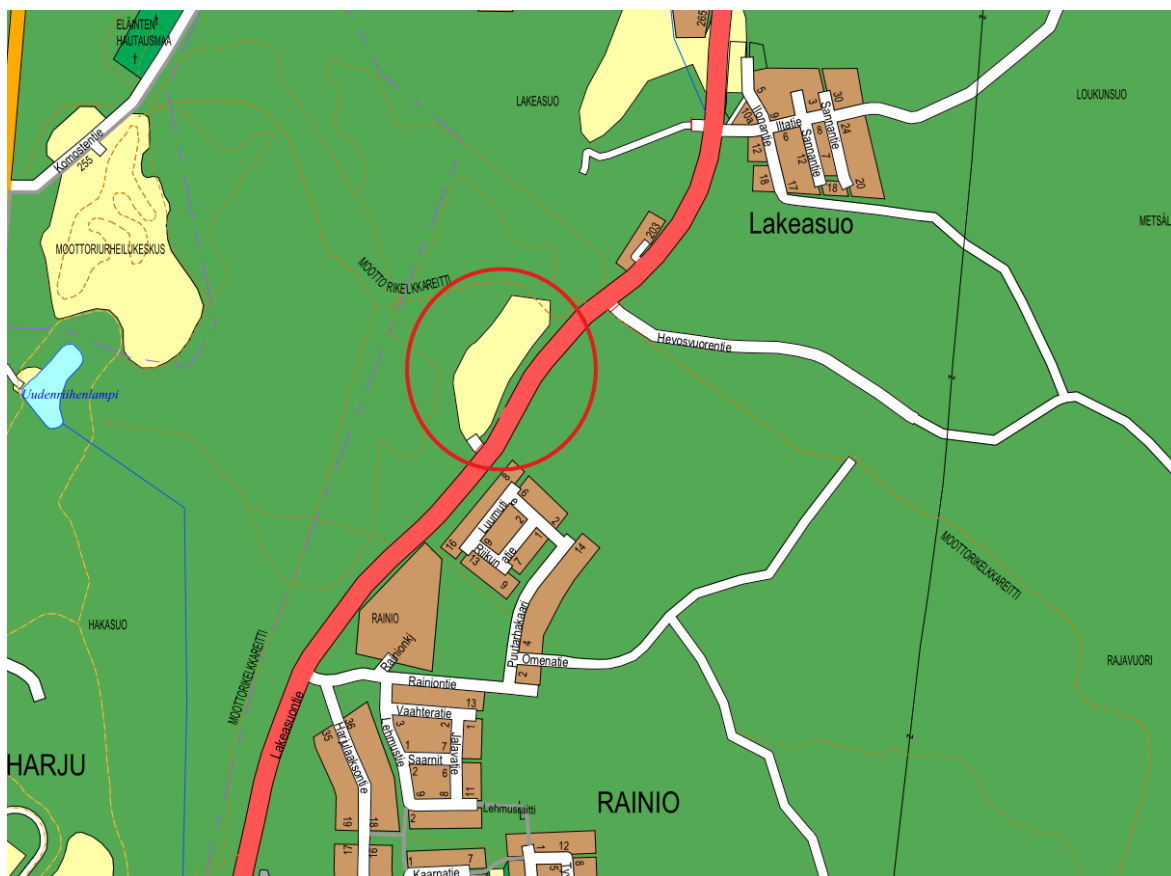
(Myllymaa ym. 2020). Talviympäristön kannalta merkittäviä lakeja ovat maankäyttö- ja rakennuslaki sekä laki katujen ja muiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta (Huuhtanen & Perälä). Ympäristönäkökuilmien kannalta ei ole olemassa lumen käsittelyyn annettua ohjeistusta kunnille (Lahden kaupunki 2024, 5).

Hulevesien kannalta merkittävät lait löytyvät maankäyttö- ja rakennuslaista (132/199, MRL), vesilaista (587/2011, VL) vesihuoltolaista (119/2001, VHL) sekä tulvariskilaista (620/2010). Muuta lainsäädäntöä liittyen hulevesiin on vesienhoitolaki (1299/2004, VHJL), ympäristönsuojelulaki (527/2014, YSL), luonnonsuojelulaki (1096/1996), laki katujen ja muiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta (669/1978, KatuL), maantielaki (503/2003) ja rata-laki (110/2007). (Suomen kuntaliitto 2017)

3 Heinolan lumenkaatopaikka

3.1 Kohteen esittely

Tarkastelun kohteena oleva lumenkaatopaikka sijaitsee Heinolan kaupungissa. Heinolan kaupunki sijaitsee noin 30 km päässä Lahdesta ja Heinolan kaupungin asukasluku on 17838 vuoden 2024 lokakuun tietojen mukaan. (Heinola 2024a.) Lumenkaatopaikan etäisyys keskustaan nähden on noin 3 km ja sijainnin voi nähdä kartalla ympäröitynä alueena kuvassa 1. Etäisyys lähimpään pohjavesialueeseen on 600 m. Etäisyys lähimpään päiväkotiin on 900 m ja kouluun 1500 m. Lumenkaatopaikan maalaji on pääosin hiekkamoreenia ja osin kalliomaata. Hiekkamoreenin vedenläpäisevyys on pieni/kohtalainen. (GTK Maan-
kamara.)



Kuva 1 Lumenkaatopaikka sijainti kartalla (Heinolan karttapalvelu)

Lumenkaatopaikan alue on kolmessa eri tasossa. Alueen jokaiselle tasolle kulkee oma tie, joita pitkin kuormia siirretään. Aluetta ympäröi metsä. Sulamisvedet valuvat alempien tasojen suuntaisesti. Kuvassa 2 on havainnollistettu lumenkaatopaikan kerrostumaa. Kuva on otettu elokuun lopulla, jolloin kaikki lumet ovat jo sulaneet. Kuva on otettu ylimmältä tasolta ja kuvassa näkyvä kenttä on alemmalta tasolta.



Kuva 2 Lumenkaatopaikan keskimäinen taso

Lumenkaatopaikan nykytilanne on se, että maaperä on luonnonmukaisessa tilassaan eikä toiminnassa ole minkäänlaista hulevesijärjestelmää vaan sulamisvedet päätyvät maaperään sellaisenaan ja jatkavat siitä eteenpäin matkaansa vesistöihin. Kuvassa 3 on esitelty tarkemmin ylimmän tason maaperää, jossa näkyy myös alueen kasvillisuuden rehevyys.

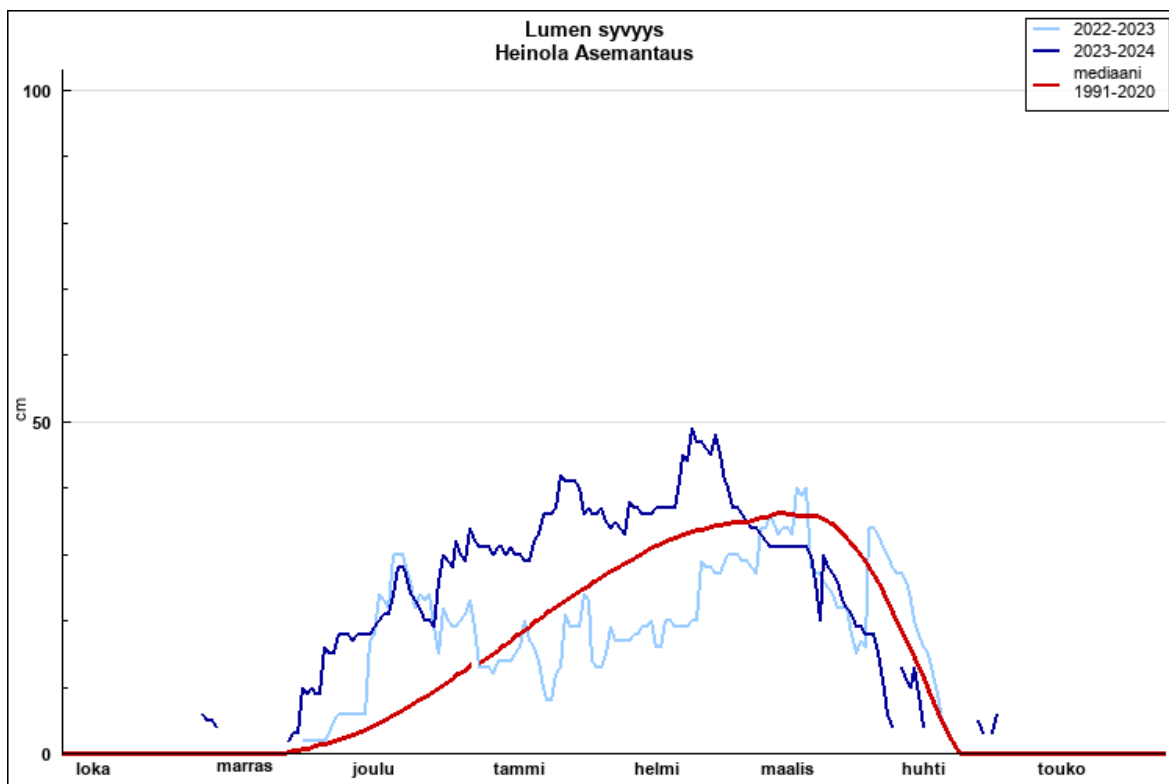


Kuva 3 Lumenkaatopaikan maaperä ylimmällä tasolla

Lumenkaatopaikan yksi ongelmista on lumensulamisen jälkeen maaperään jäävän hiekoitushiekan määrä. Hiekoitushiekkaa kulkeutuu alueelle aurattujen lumien mukana ja lumen sulaessa hiekoitushiekka jää alueelle, minkä jälkeen se on käsiteltävä. Talviolosuhteiden vaihtelu vaikuttaa myös lumenkaatopaikan toiminnan kannalta. Runsaslumisina talvina alueen kapasiteetti voi koitua ongelmaksi.

3.2 Heinola talvikunnossapito

Heinolan kaupungin kunnossapidon vastuualueeseen sisältyy 250 km liikenneväyliä (Heinola 2024b). Talvikunnossapidon kannalta kadut on luokiteltu kolmeen eri hoitoluokkaan, joita ovat pääväylät ja linja-autoreitit (I-luokka), kokoojakadut (II-luokka) sekä asuinkadut (III-luokka). Lumet aurataan I ja II-luokan teiltä, kun lumikerroksen paksuus on 5 cm ja III-luokan teiltä, kun lumikerroksen paksuus on 8 cm. Valtiohoitoiset tiet kuuluvat ELY-keskukseen hoidettavaksi. (Heinola 2023.) Heinolan lumitilannetta on havaittu kuvassa 4, jossa on nähtävillä Heinolan lumitilanne vuosilta 2022–2024 sekä vuosien 1991–2020 mediaani.



Kuva 4 Heinola lumiseuranta (Ilmatieteen laitos)

3.3 Tutkimuksen tavoite

Työn tavoitteena on tarkastella Heinolan lumenkaatopaikan nykytilannetta ja tutkia mahdollisuuksia alueen toiminnan kehittämiseksi. Yhtenä kehittämismahdollisuutena tarkastellaan hulevesien hallinnan mahdollisuutta alueella. Tässä työssä vaihtoehtona tutkitaan biosuodatusalueen mahdollisuutta. Biosuodatusalueen toimivuutta lumenkaatopaikalla tutkitaan aiemman hulevesihankkeen tulosten pohjalta, jossa on tarkasteltu Tampereen lumenkaatopaikalla sijaitsevaa laskeutusallasta ja sen vaikutuksia alueen sulamisvesien haitta-aine pitoisuuksiin.

Toisena tutkimuksen tarkastelun kohteena on runsaslumisten talvien vaikutus ja lumenkaatopaikan kapasiteetin riittävyys. Karttatarkastelua hyödyntäen tutkitaan alueen mahdollisuuksia väliaikaiseen lumenvastaanottoon. Tässä työssä vertailtiin neljän eri alueen mahdollisuuksia väliaikaiseen lumenvastaanottoon. Kolmantena tutkimuksen tavoitteena on tutkia hiekoitushiekan hyödyntämisen mahdollisuuksia, minkä osalta on hyödynnetty verkkolähteitä.

4 Tutkimus ja tulokset

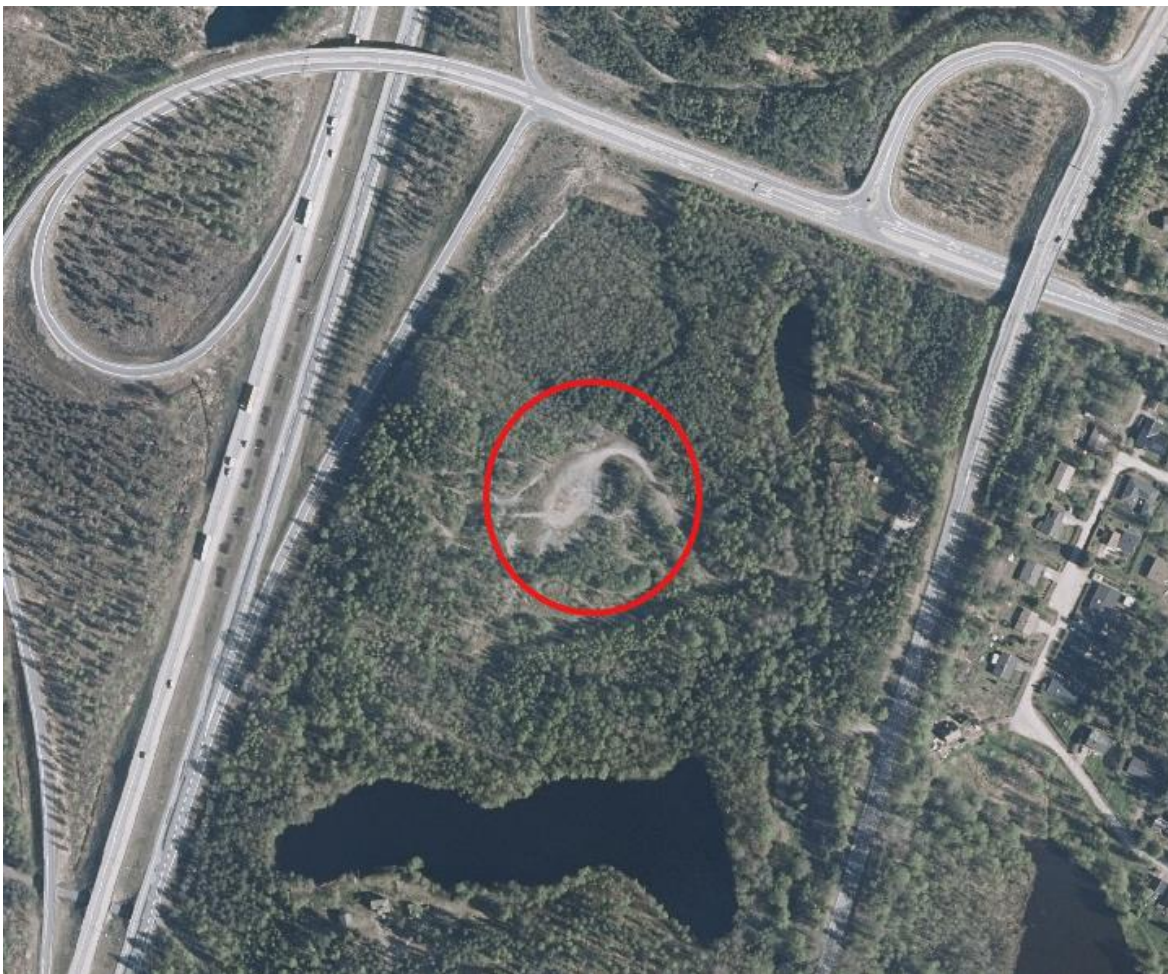
4.1 Väliaikainen lumen sijoitus

Lumiolosuhteet vaihtelevat vuosittain ja vaikka ilmastonmuutos vaikuttaa myös talviolosuhteisiin vähentäen lumen määrää niin talviolosuhteet voivat merkittävästi vaihdella ja joinakin talvina lunta on enemmän kuin yleensä. Näinä talvina lumen kaatopaikan kapasiteetti ei välttämättä riitä vastaanottamaan kaikkea tarvittavaa lumimäärää, jolloin olisi hyvä olla tiedossa paikka väliaikaiselle lumenläjitykselle, jotta tarvittava talvihoito voidaan järjestää mahdollisimman tehokkaasti.

Lumenkaatopaikan toiminta lasketaan ympäristöhäiriötä aiheuttavaksi toiminnaksi, jolloin tietyt reuna ehdot paikan soveltuvuudelle on asetettava. Karttatarkastelun reunaehtoina käytettiin tietoja, jotka löytyivät Espoon kaupungin laatimasta lumen vastaanoton vaihtoehtot vuoteen 2060 mennessä selvityksestä. Lumenkaatopaikan toimintaan soveltuva alueen etäisyys asutukseen ja herkkiin kohteisiin eli päiväkoteihin, kouluihin ja sairaalaan on päiväsaikaan 100 m. Ympäri vuorokautisen toiminnan suhteen sopiva etäisyys asutukseen ja herkkiin kohteisiin on 200 m. Alue ei saa sijaita pohjavesialueella. Sopivalla alueella on luonnonsuojelualueisiin 50 m suojavyöhyke. Maakunnallisesti merkittävät kulttuuriympäristöt rajataan pois. Alueen sijaintia on tarkasteltu myös kaupungin maanomistuksen avulla. Näiden rajaehtojen mukaisesti löytyi neljä sopivaa aluetta. (Kuusisto-Hjort & Lämsä 2023.)

4.1.1 Vaihtoehto 1. Soraläjitysalue

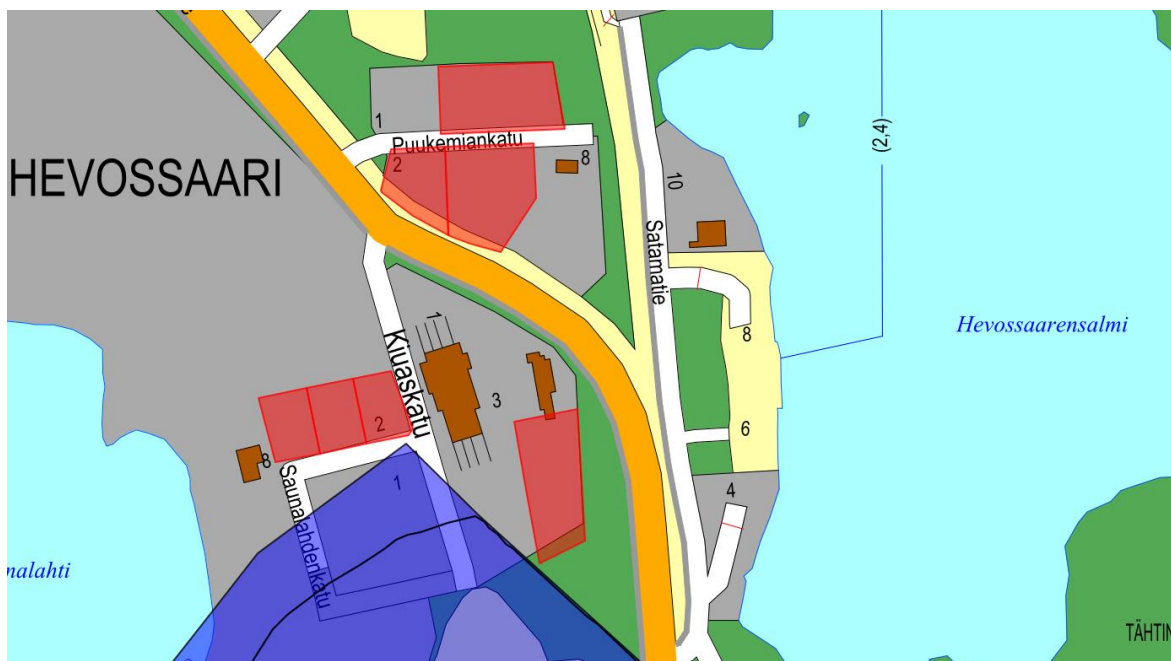
Heinolan kirkonkylässä sijaitseva soraläjitysalue, jonka tarkka sijainti kartalla näkyy kuvassa 5. Alueen sijainti keskustaan on noin 6 km. Alue ei sijaitse pohjavesialueella. Lähimpään asutukseen on noin 200 metriä. Maalajina on hiekkaa ja alueen maapeitepaksuus on 10 m. Hiekan vedenläpäisevyys on suuri. (GTK Maankamara.)



Kuva 5 Soraläjäalueen sijainti kartalla (Heinolan karttapalvelu)

4.1.2 Vaihtoehto 1. Rautsalo

Toisena tarkastelun kohteena olevana alueena on vapaa kaupungin omistuksessa oleva yritystontti, joka sijaitsee 2500 m etäisyydellä keskustasta Rautsalon alueella. Alue ei sijaitse pohjavesialueella ja etäisyyttä lähimpään asutukseen ja herkkiin kohteisiin on 1500 m. Alueen sijainti kartalla näkyy kuvassa 4. Alueen maalaji on myös pääosin hiekkamoreenia ja kalliomaata. Hiekkamoreenin vedenläpäisevyys on pieni/kohtalainen. (GTK Maankamara.)



Kuva 7 Hevossaaren alueen tontin sijainti kartalla (Heinolan karttapalvelu)

4.1.4 Vaihtoehto 3. Vierumäen yrityspuisto

Viimeisenä vaihtoehtona oleva tontti näkyy kuvassa 6 ja sijaitsee Vierumäen yrityspuiston alueella, josta etäisyys keskustaan on 10 km. Tällä alueella ei myöskään sijaitse lähellä asutusta tai muita herkkiä kohteita. Alueen maalaji on hiekkamoreenia sekä karkeaa hiekkaa. Hiekkamoreenin vedenläpäisevyys on pieni/kohtalainen ja karkean hiekan vedenläpäisevyys on kohtalainen. (GTK Maankamara.)



Kuva 8 Vierumäen yrityspuiston alueen sijainti kartalla (Heinolan karttapalvelu)

4.2 Sulamisvesien hallinta lumenkaatopaikalla

Lumenkaatopaikka on nykyisellään luonnonmukaisessa tilassa, jolloin sulamisvedet päätyvät sellaisenaan ympäristöön. Lumen sisältämiä haitta-aineita on alettu tutkimaan ja samalla niiden vaikutuksia ympäristöön. Ympäristön kuormituksen kannalta olisi hyvä pohtia mahdollisuutta hulevesijärjestelmän rakentamiseen alueelle, jolloin lumen sisältämiä haitta-aine pitoisuuksia voitaisiin mahdollisesti vähentää, jolloin myös ympäristökuormitusta saataisiin pienennettyä.

Suomessa on jo joissain kaupungeissa otettu käyttöön hulevesien hallintajärjestelmää lumenkaatopaikalla esimerkkinä Espoon ja Tampereen lumenkaatopaikat. Espoon Vanttilassa sijaitsee lumenkaatopaikka, jossa on toteutettu biosuodatus- ja laskeutusaltaat (Kuusisto-Hjort & Lämsä 2023). Tampereella lumenkaatopaikalla on selkeytysaltaat, joihin sulamisvedet johdetaan. Tampereen lumenkaatopaikalla toteutetaan myös jatkuvaa laadunvalvontaa ottamalla näytteitä. Lisäksi alueella on kulunvalvontajärjestelmä sekä

valvontakamerat, joiden avulla voidaan tarkkailla alueen kävijöitä. Lumen seasta erottuu noin 120m³ jätettä, joka siirretään muualle käsiteltäväksi. (Tampereen infra 2024.)

Tässä työssä tarkastellaan lähemmin Tampereen Lielahden lumenkaatopaikkaa, joka on ollut osana HULE-hanketta, jossa kosteikkojen ja biosuodatusalueen toimivuutta on seurattu. Hankkeen tulosten avulla saadaan tietoa hulevesijärjestelmän toimivuudesta lumenkaatopaikalla. Lielahden alue koostuu laskeutusaltaasta ja kasvillisuuden peittämästä suodatuskentästä. Lumenkaatopaikan sulamisvedet johdetaan altaaseen, jossa pidätetään karkein kiintoaines sekä öljyt. Viivytyksen jälkeen vesi siirtyy suodatuskentälle, jossa se suodattuu kasvillisuuden ja maakerrosten läpi. Hankkeessa seuranta toteutettiin vuosina 2012–2015, jolloin vesinäytteitä otettiin manuaalisesti ja lisäksi toteutettiin jatkuvatoimisia seurantamittauksia. Vesinäytteistä analysoitiin pH, sähkönjohtavuus, sameus, kiintoaine, kemiallinen hapenkulutus, kokonais- ja fosfaattifosfori sekä kokonaistyyppi. (Jormola ym. 2016, 26–28.)

Hankkeen tuloksista saatuja haitta-aineiden keskipitoisuuksia on kerätty kaavioihin (kuvio 1, kuvio 2), joissa näkyy tarkemmin eri haitta-aineiden keskipitoisuudet suodatusalueelle tulevassa vedessä ja alueelta pois lähtevässä vedessä. Tuloksissa ilmeni, että Tampereella biosuodatusalue on vähentänyt veden sameutta, sinkkiä, rautaa sekä onnistunut tehokkaasti pidättämään kiintoainesta. Kokonaisfosforin suhteen suodatusalue oli tutkimuskohdeista tehokkain ja onnistui hyvin vähentämään kokonaisfosforia sulamisvesistä. (Jormola ym. 2016, 28–35.)



Kuvio 1 Haitta-aineiden keskipitoisuudet (mukailtu Jormola ym. 2016)

Joidenkin haitta-aineiden pitoisuudet toisaalta kasvoivat suodatusalueelta lähtevissä vesissä verrattuna suodatusalueelle tuleviin vesiin. Pitoisuuksien määrän kasvua oli havaittavissa typin ja kloridin osalta. (Jormola ym. 2016, 28–35.)



Kuvio 2 Kokonaistypin ja raudan keskipitoisuudet (mukailtu Jormola ym. 2016)

Biosuodatusalue vaikuttaa tulosten perusteella lupaavalta hulevesien hallintamenetelmältä. Hyvin suunniteltu, oikein mitoitettu ja rakennettu voi toimia hyvin tehokkaasti sameuden, kiintoaineen, fosforin ja metallien poiston kannalta. Biosuodatusalueen etuna on myös se, että ne voidaan rakentaa hyvinkin pieniin tiloihin. Tutkimusten mukaan biosuodatusalueen toimivuus voi vaihdella vuodenajoin kylmissä olosuhteissa ja kylmyys voi vaikuttaa joihinkin menetelmän puhdistusmekanismeihin. Siitä huolimatta menetelmä sopii myös talviolosuhteisiin ja voi toimia tehokkaasti talvellakin. Talviolosuhteiden osalta on kuitenkin hyvä varmistaa, että biosuodatusalueen vedenläpäisevyys säilyy riittävänä pakkasen ja roudan vaikutuksista riippumatta. Vedenläpäisevyyteen talviaikana vaikuttaa suodatinkerroksen kyllästyminen vedellä. Jos suodatin ei ole päässyt kyllästyneeseen vedellä niin vedenläpäisevyys voi olla erittäin hyvä myös talvikuukausien aikana. (Jormola ym. 2016, 23–45.)

Biosuodatusalueelle on valmiiksi määriteltä hinta-arvioita ja esimerkkinä Häriskiven asema-kaava ja hulevesiselvitys ja hallintasuunnitelmasta löydyntä hinta-arvio biosuodatusalueelle on 30–60 €/m². Samasta selvityksestä saatu hinta-arvio viivytysalueelle on 20–50 €/ m² (FCG 2014.)

4.3 Hiekotushiekan hyödyntäminen

Lumenkaatopaikalle kertyy lumien sulamisen yhteydessä paljon liukkaudenestossa käytettyä hiekotushiekkää, joka kulkeutuu alueelle teiltä auratun lumen mukana. Hiekan hyödyntämistä on alettu kehittämään vasta äskettäin, joten aiheesta ei vielä löydy paljoa tutkimusta ja tuloksia. Liukkaudenestoon käytettävää kiviainesta kuluu vuosittain paljon. Suuri osa tästä päätyy lumen mukana lumenkaatopaikalle ja katujen puhdistamisen jälkeen

työmaakohteisiin. Hiekoitussepin hyödyntämiskohteita voi olla vanhojen kaatopaikkojen täyttö, liikenteen meluvallit tai kuntoilureittien rakennusaineet. (Manninen 2019.) Hyödyntämätön hiekoitushiekka päätyy maankaatopaikoille tai kaatopaikoille (Pokkinen 2024, 2).

Hiekoitushiekan hyödyntämiseen liittyy tiettyjä haasteita. Hiekan sisältämät epäpuhtaudet vaikuttavat uusiokäyttömahdollisuuksiin, koska hiekan sisältämiä epäpuhtauksia ei saisi olla liikaa ja sen käyttö esimerkiksi maarakentamisessa edellyttää ympäristöluvan hakemista, mikä voi vaikuttaa siihen, ettei hiekoitushiekkaa tule hyödynnettyä. (Manninen 2019.)

Hiekan sisältämiä epäpuhtauksia ovat uusiokäyttöön kelpaamaton suola, bitumi, pakokaasujen saasteet tai pölyksi jauhautuva kivi. Epäpuhtauksia voidaan erotella pois hiekoitussepelistä hyödyntämällä puhdistus- ja kuivatusprosesseja. Kokeilujen perusteella on saatu tuloksia, joissa pystytään hyödyntämään puhdistettu hiekoitusseppi lähes sataprosenttisesti. Puhdistuksen ja kuivatuksen jälkeen uusiomateriaali on laadultaan parempaa kuin kalliosta peräisin oleva louhittu kivimurske. Uusiomateriaalin hyviä puolia on sen hiotumpi muoto, jolloin se ei aiheuta samalla tavoin haittaa polkupyörän renkaille ja myös sisältää vähemmän hienojakoista pölyä. Puhdistus- ja kuivatusprosessista jäljelle jäävät jättejakeet voidaan myös hyödyntää esimerkiksi kompostimullan sideaineena ja tähän kelpaamattomat polttaa energiana. Puhdistamiseen liittyy taloudelliset haasteet, sillä arvioiden mukaan hiekan keräys ja puhdistus maksaa saman verran kuin uuden hiekoitussepin osto. Lisäksi yhtenä haasteena hiekoitussepin hyödyntämisen kannalta on sen käyttö maanrakentamisessa, koska tämä edellyttäisi ympäristöluvan hakemista. (Manninen 2019.)

Hiekoitushiekan uudelleenhyödyntämiseen on tutkittu mahdollisia menetelmiä, jolloin käsittelyn jälkeen materiaali ei aiheuttaisi ympäristön pilaantumisen vaaraa. Yleisimpänä hiekoituksessa käytetty hiekoitusseppi kerätään keväisin lumien sulamisen jälkeen kaduilta keräävillä harjakoneilla. Osa tästä hiekoitussepelistä on päätynyt talven aikana lumien mukana lumenkaatopaikalle. Hiekoitusseppiä voidaan jakaa eri laatuluokkiin sen alkuperän perusteella, jolloin kerätyt hiekoitusseppelit voidaan lajitella eri kasoihin. Ensimmäiseen laatuluokkaan kuuluu kevyenliikenteenväylillä sekä vähäliikenteisillä ajoradoilla käytetty seppi. Toiseen laatuluokkaan lukeutuu pienempään muotoon hienontunut seppi ja viheralueilta kerätty seppi, jonka joukossa on enemmän lehtiä ja muuta orgaanista jätettä. Kolmanteen laatuluokkaan kuuluu lumenkaatopaikalle kertynyt hiekoitusseppi, jonka seassa on myös karkeaa kiviainesta, puuainesta sekä roskia. Kerääminen tapahtuisi esimerkiksi luvan varaiselle varastoalueelle aiemmin kuvattujen laatuluokkien mukaisesti. Kerätyistä kasoista voidaan ottaa kokoomanäytteet, joilla saataisiin tietoa hiekoitussepin sisältämistä haitta-ainepitoisuuksista ja saatuja tuloksia voidaan verrata raja-arvoihin ja arvioida uudelleen käytön mahdollisuuksia. Mekaanista seulontaa voidaan suorittaa maa-ainesten seulontaan

tarkoitetuilla siirrettävillä seulontalaitoksilla, joiden avulla voidaan poistaa suuremmat roskat, oksat ja kivet sekä tehdä materiaalista tasalaatuisempaa. (Pokkinen 2024, 2–8.)

Vaihtoehtona hiekoitushiekan käsittelyyn on olemassa myös yritykset, joissa hiekoitushiekkaa otetaan vastaan ja käsitellään. Esimerkkinä Hyvinkääläinen Fescon Oy ottaa vastaan käytettyä hiekotussepeä ja puhdistaa sen uudelleen käyttöä varten Hyvinkäällä, Raahessa, Harjavallassa ja Haukiputaalla. (Pallonen & Ässämäki 2022.)

5 Tulosten tarkastelu

5.1 Väliaikainen lumen sijoitus

Talviolosuhteet sekä lumimäärät vaihtelevat vuosittain ja nykyisen lumenkaatopaikan kapasiteetti riittää normaalilumisina talvina. Ilmastonmuutos vaikuttaa talviolosuhteisiin vähentämällä lumen määrää, mutta siitä huolimatta vuosittaiset vaihtelut ovat mahdollisia ja runsaslumisiin talviin on hyvä varautua, jotta yllättävistä lumiolosuhteista ei aiheutuisi haittoja esimerkiksi alueen liikenteen turvallisuuden kannalta. Lumen väliaikaisessa sijoituksessa on otettava huomioon sen vaikutus läheiseen ympäristöön. Eri alueiden haittoja ja hyötyjä sekä vertailua toisiinsa on tehty SWOT-analyysin avulla taulukoissa 1–4 ja analyysin pohjalla on hyödynnetty Espoon kaupungin laatimasta lumen vastaanoton vaihtoehtoista vuoteen 2060 mennessä löytyviä arvioita lumen vastaanoton kannalta. (Kuusisto-Hjort & Lämsä 2023.)

Vahvuudet	Heikkoudet
<ul style="list-style-type: none"> -Maalajina hiekka, jonka vedenläpäisevyys on suuri -Sijaitsee aurattavien alueiden läheisyydessä -Hyvät liikenneyhteydet -Alue jo käytössä, ei tarvetta metsänraivaukselle 	<ul style="list-style-type: none"> -Alueen koko pieni noin 0,08 ha
Mahdollisuudet	Uhat
<ul style="list-style-type: none"> -Alueen sijainti suhteessa lumenkaatopaikkaan on eri, jolloin mahdollistaa kuljetustarpeen vähenemisen - Sijainti aurattaviin kohteisiin on hyvä, jolloin kuljetuskustannukset sekä niiden ympäristövaikutukset ovat maltilliset 	<ul style="list-style-type: none"> -Etäisyys läheiseen vesistöön 130 m ja Aitjärveen 170 m, sulamisvesien vaikutukset vesistön tilaan

Taulukko 1 SWOT-analyysi Soräläjitysalue

Soraläjitysalueen sijainti on hyvä suhteessa aurattaviin alueisiin sekä lumenkaatopaikkaan nähden. Kun lumen sijoituskohde on aurattavien alueiden läheisyydessä kuljetusmatkat eivät turhaan pitene, jolloin vaikutetaan kuljetuskustannuksiin ja kuljetuksesta aiheutuviin päästöihin. Väliaikaisen vastaanoton sijaitessa eri suunnalla verrattuna lumenkaatopaikkaan mahdollistetaan myös kuljetustarpeen väheneminen, koska lumen aurausta ja kuljetamista vastaanotto paikalle voidaan suunnitella ennakkoon, jolloin lumet viettäisiin lähemmälle sijainnille. Soraläjitysalueella on eri maalaji verrattuna muihin kohteisiin. Hiekan vedenläpäisevyys on suurta, mikä puolestaan on hyvä asia sulamisvesien imeytymisen kannalta ja vähentää samalla tulvariskiä. Sijainnin suhteen myös läheisillä teillä on merkitystä, koska niillä on oltava valmius kuormienkuljetukseen alueella. Soraläjitysalue on jo toiminnassa oleva alue, jolloin maankäytön muokkaukselle ei ole juurikaan tarvetta. Alue on pieni, mutta koska on kyse vain väliaikaisesta lumen sijoituksesta runsaslumisina talvina alueen koolla ei ole niin suurta merkitystä, koska Heinolan lumenkaatopaikka on jatkossakin toiminnassa.

Vahvuudet	Heikkoudet
-Sijaitsee lähellä aurattavia alueita	-Kaavoituksessa varaus mahdolliselle tulevalle yritystoiminnalle lyhyellä varoitusajalla -Alueen toiminnan epävarmuus -Maalajina hiekkamoreeni, jonka vedenläpäisevyys on heikko/kohtalainen -Sijainti samalla suunnalla lumenkaatopaikan kanssa
Mahdollisuudet	Uhat
-Sijainti aurattaviin kohteisiin on hyvä, jolloin kuljetuskustannukset sekä päästöt ovat maltilliset	-Lumensäilöntäpaikan äkillinen muutos tontin käyttötarpeen vaihtuessa -Sijainti ranta-alueen läheisyydessä, vaikutukset vesistöön

Taulukko 2 SWOT-analyysi Rautsalo

Rautsalo on sijainnin puolesta hyvä vaihtoehto, mutta alueella epävarmuutta luo alueen kaavoitus ja maankäytön äkillisetkin muutokset. Tontin käyttötärpeeseen voi tulla nopealla aikataululla muutoksentarpeita, jolloin alueelle kasattu lumimassa aiheuttaisi haasteita. Alue sijaitsee myös ranta-alueen läheisyydessä, jolloin sulamisvesien vaikutuksia läheiseen vesistöön on hyvä miettiä.

Vahvuudet	Heikkoudet
<ul style="list-style-type: none"> -Sijainti lähellä aurattavia alueita -Sijainti lumenkaatopaikkaan verrattuna -Alueella sopivan kokoisia vapaita tontteja useampi vapaana. 	<ul style="list-style-type: none"> -Maankäytön tulevaisuus -Metsäiset tontit, tarve maankäytön muutokselle
Mahdollisuudet	Uhat
<ul style="list-style-type: none"> - Sijainti aurattaviin kohteisiin on hyvä, jolloin kuljetuskustannukset sekä niiden ympäristövaikutukset ovat maltilliset - Alueen sijainti suhteessa lumenkaatopaikkaan on eri, jolloin mahdollistaa kuljetustarpeen vähenemisen 	<ul style="list-style-type: none"> -Alueen käytön epävarmuus

Taulukko 3 SWOT-analyysi Hevossaari

Hevossaaren alueella on useampia sopivan kokoisia vapaita tontteja, joille lumenvastaanottoa voidaan harkita. Alueen tontit ovat metsäisiä, jolloin maankäyttöä olisi muokattava lumenvastaanottoon sopivaksi. Myös tällä alueella on joitain epävarmuustekijöitä tulevan suhteen, mutta koska alueella on useampi tarkoitukseen sopiva tontti niin kokonaisuudessaan alue on varmempi kuin Rautsalo tai Vierumäen yrityspuisto.

Vahvuudet	Heikkoudet
<ul style="list-style-type: none"> -Useampi sopivan kokoinen vapaa tontti alueella. -Hyvät kulkuyhteydet -Sijainti suhteessa lumenkaatopaikkaan -Maalajina hiekkamoreeni ja hiekka 	<ul style="list-style-type: none"> -Etäisyys aurattaviin alueisiin nähden huono -Alueen toiminnan epävarmuus
Mahdollisuudet	Uhat
<ul style="list-style-type: none"> -Meluhaitat vähäisiä, koska ei asutusta tai herkkiä kohteita (koulut, päiväkodit, sairaalat) alueen suunnalla -Alueen sijainti suhteessa lumenkaatopaikkaan on eri, jolloin mahdollistaa kuljetustarpeen vähenemisen 	<ul style="list-style-type: none"> -Kuljetuskustannukset ja päästömäärät -Lumensäilöntäpaikan äkillinen muutos tontin käyttötarpeen vaihtuessa

Taulukko 4 SWOT-analyysi Vierumäen yrityspuisto

Vierumäen yrityspuisto sijaitsee kauempana verrattuna muihin tarkastelun kohteena oleviin sijainteihin. Sijainniltaan se on huono, koska aurattavat alueet sijaitsevat pääosin kauempana, jolloin kuljetuskustannukset ja päästön määrä kasvavat kuljetusmatkan lisääntyessä. Alueella pätee samat epävarmuustekijät toiminnan jatkuvuudesta kuin aiemmissakin kohteissa, mutta alue on jo raivattu, jolloin maankäytön muutos vastaanottoa varten ei vaadi yhtä paljon.

SWOT-analyysin pohjalta voisi todeta, että sopivimmat alueet lumen väliaikaiseen varastointiin runsaslumisina talvina löytyisivät Hevossaaren vapaista tonteista ja soraläjitäsalueltä. Runsalumisina talvina väliaikainen lumenvarastointi sille kohdistetulla alueella voisi auttaa pitämään katujen ja pihojen tilat toimivina eikä kuormittaisi liikaa lumenkaatopaikan aluetta. Väliaikaisen lumen sijoitus toisaalle mahdollistaisi myös lumen sulamisajan lyhentämisen runsaslumisina talvina, kun lumia ei tarvitsisi kasata korkeampiin kasoihin. Lumikasojen ollessa korkeampia sulamisaika luonnollisesti on pidempi kuin silloin, kun lumet kasataan pienempiin kasoihin.

5.2 Sulamisvesien hallinta lumenkaatopaikalla

Teoria osuudessa on laajemmin käsitelty lumenkaatopaikan vaikutuksia ympäristöön ja sen ongelmakohtia sekä haasteita. Tutkimusta liittyen lumen sulamisvesien

ympäristövaikutuksiin on tehty niukasti ja vaikka joidenkin tutkimusten mukaan lumen sisältämät haitta-aine pitoisuudet eivät ole kovin korkeat, niin niiden vaikutuksia läheiseen ympäristöön ei tarkalleen tiedetä. Olisi hyvä ennaltaehkäistä mahdollisia ympäristövaikutuksia järjestämällä hulevesienhallintaa lumenkaatopaikalle. Hulevesien käsittely suoraan niiden syntypaikalla tässä tapauksessa lumenkaatopaikalla mahdollistaisi sulamisvesien paremman hallinnan ja kuormittaisi vähemmän läheistä ympäristöä.

Tampereen lumenkaatopaikan biosuodatusalueen tulosten perusteella laskeutusaltaan rakentaminen alueelle on toimiva menetelmä vähentämään lumen sulamisvesissä olevia haitta-aine pitoisuuksia. Laskeutusaltaalla voidaan vaikuttaa sulamisvesien laadunhallintaan, jolloin vähennetään lumenkaatopaikasta aiheutuvia haittoja ympäristölle. Ympäristönäkökulmien kannalta hyvä vaihtoehto lumenkaatopaikan toiminnan kehittämiseksi. Biosuodatusalueen puolesta puhuu myös se, että altaan rakennus pieniinkin tiloihin on mahdollinen. Jatkoselvityksiä tarvitaan tarkan mitoituksen suunnittelua varten ja lopullisten kustannusten selvittämisen suhteen.

5.3 Hiekoitushiekan hyödyntäminen

Hiekoitushiekan hyödyntämiseen liittyy teknisiä haasteita ja hiekan sisältämät haitta-aine pitoisuudet vaikuttavat uudelleenkäyttö mahdollisuuksiin. Mahdollisuuksia hiekoitushiekan hyödyntämiseen on aloitettu vasta äskettäin tutkimaan enemmän. Vaikka hiekan kierrättämisestä ei tule taloudellisia säästöjä niin ei siitä myöskään taloudellista tappiota aiheudu, koska kulut liittyen kierrätettyyn hiekoitushiekkaan ovat samat kuin uuden hiekoitushiekan valmistuksessa. Ympäristönäkökulman kannalta hiekoitushiekan kierrättäminen on kannattavaa ja tulosten perusteella myös käytännön hyötyjä kierrätetyn hiekan aiheuttaessa vähemmän vahinkoa esimerkiksi polkupyörien renkaisiin. Hiekoitushiekan hyödyntämisen kannalta hyvä puoli on myös se, että hyödyntämiseen on jo olemassa monia eri vaihtoehtoja maanrakennuksesta hiekoitushiekan uudelleenkäyttöön. Puhdistuksen kannalta positiivista on se, että puhdistusprosessin jälkeen se voidaan hyödyntää lähes kokonaan ja kulujen puolesta puhdistusprosessi vastaa samaa kuin uuden hiekan käyttöönotto. Menetelminä voi harkita, itse hiekoitushiekan keräämistä ja käsittelyä jatkohyödyntämistä varten tai hyödyntää hiekoitushiekan puhdistukseen erikoistuvia yrityksiä.

6 Yhteenveto

Moni asia vaikuttaa lumenkaatopaikan toimivuuteen ja sen vaikutuksiin ympäristön kannalta. Epävarmuutta voi luoda talviolosuhteiden vaihtelut vuosittain sekä kaavoitus, jossa lumenhoitoa ei välttämättä osata huomioida tarpeeksi hyvin suunnitteluvaiheessa. Vaikka lumenkaatopaikan toiminta ei ole ympäristöluvanvaraista, niin sen toiminta ei siitä huolimatta saisi aiheuttaa ympäristön pilaamista ja tiettyjä reunaehtoja voidaan sopivien alueiden suhteen asettaa. Teiltä aurattava lumi sisältää monia eri haitta-aineita, joiden pitoisuuksia olisi tarpeen tarkkailla ja mahdollisuuksien mukaan ottaa hulevesien hallintaa alueella käyttöön, jolloin sulamisvedet voitaisiin käsitellä suoraan niiden syntypaikalla. Lumenkaatopaikan vaikutusten tutkimus on vielä uutta ja tarkalleen ei voida kertoa toiminnan aiheuttamista ympäristö vaikutuksista. Olisi toivottavaa, että toimintaa kehitettäisiin järjestämällä hulevesien hallintaa alueelle, jolloin alueen mahdollista ympäristökuormitusta voidaan hallita ja vähentää. Lumenkaatopaikan toimintaan tuo haastetta se, että lumenkaatopaikan toiminnalle ei ole määritelty tarkkoja ohjeistuksia, joita kunnat voisivat hyödyntää.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli ottaa selvää Heinolan lumenkaatopaikan nykytilasta ja siitä, miten alueen toimintaa voitaisiin kehittää. Eräänä kehittämisen näkökulmana oli ympäristönäkökulmat sulamisvesien laadunhallinnan sekä hiekoitushiekan hyödyntämismahdollisuuksien suhteen. Työssä tarkasteltiin myös runsaslumisten talvien vaikutusta ja mahdollisuuksia tällöin lumen väliaikaiseen sijoittamiseen, jos lumenkaatopaikan kapasiteetin suhteen ilmenee ongelmia. Työn tuloksia pohdittiin aiempien tutkimusten, verkkolähteiden ja karttatarkastelun avulla. SWOT-analyysi auttoi havainnollistamaan neljän eri alueen mahdollisuuksia ja uhkia. Työn tulokset antavat suuntaa sille, miten lumenkaatopaikan toimintaa voitaisiin parantaa. Lumenkaatopaikan laadunhallintaan voitaisiin vaikuttaa parantavasti rakentamalla hulevesijärjestelmä alueelle, minkä avulla pystytään hallitsemaan sulamisvesien haitta-aineiden määriä ennen kuin nämä vedet johdettaisiin maaperään ja siitä eteenpäin vesistöihin.

Tulosten luotettavuutta voitaisiin lisätä suorittamalla näytteenotto, jolloin saataisiin tarkkaa tietoa tutkittavan kohteen sulamisvesistä ja päästölähteistä. Lumensulamisvesien käsittely ja niiden jatkuva tarkkailu voisi antaa kattavaa tietoa koko alueen vesiin kulkeutuvista haitta-aineista ja niiden päästölähteistä koska lunta kerätään koko Heinolan alueelta ja lumi toimii väliaikaisena varastona näille aineille ja sulaa hallitusti lumenkaatopaikalla. Jatkoselvityksiä tarvittaisiin mitoituksen ja lopullisten kustannusten suhtaan, jotta saataisiin tarkkoja tietoja lopullisista kustannuksista.

Opinnäytetyössä käsitelty aihe on todella mielenkiintoinen ja tarvitaan vielä lisätutkimusta lumenkaatopaikkojen toimintaan liittyen. Toivottavaa olisi, että lumenhoitoon ja

lumenkaatopaikan toimintaa liittyvää ohjeistusta lisättäisiin ja annettaisiin ohjeistukset kunnille toiminnan kehittämisen suhteen. Huolestuttavaa on juuri se, että sulamisvesien pitkäaikaisista ympäristövaikutuksista ei ole kunnolla saatu vielä tietoa. Tämän vuoksi olisi tärkeää aloittaa kehitystoiminta lumenkaatopaikkojen suhteen ja yrittää ennaltaehkäistä lumen sulamisvesistä aiheutuvia ympäristö haittoja. Lumia kerätään laajalta alueelta ja ne sisältävät paljon erilaisia haitta-aineita ja roskaa. Varsinkin muovin päätyminen sulamisvesiin ja niiden mukana kulkeutuminen ympäristöön, mihin se jää mikromuovina olisi hyvä yrittää parhaan mukaan estää. Sulamislaitteiden mahdollisuutta lumen sulatuksessa on hyvä myös tutkia, koska laitteilla pystytään hallitsemaan paremmin roskan erottelua sulamisvesistä, jolloin ne eivät päätyisi maaperään vaan voitaisiin helpommin poistaa alueelta.

Lähteet

- FCG 2014. Häriskiven asemakaavan hulevesiselvitys ja hallintasuunnitelma – Vaihe 1. Viitattu 11.10.2024. Saatavissa https://www.tuusula.fi/attachments/text_editor/34618.pdf
- GTK Maankamara. Viitattu 30.10.2024. Saatavissa <https://gtkdata.gtk.fi/maankamara/#>
- Heinola 2024a. Heinola lukuina. Viitattu 4.11.2024. Saatavissa <https://www.heinola.fi/kaupunki-ja-paatoksenteko/kaupunkiesittely/tietoa-heinolasta/heinola-lukuina/>
- Heinola 2024b. Katujen kunnossapito. Viitattu 3.9.2024. Saatavissa <https://www.heinola.fi/asuminen-ja-ymparisto/kadut-puistot-ja-yleiset-alueet/katujen-kunnossapito/>
- Heinola 2023. Talvikunnossapito: Ajoratojen hoitoluokat. Viitattu 3.9.2024. Saatavissa <https://www.heinola.fi/asuminen-ja-ymparisto/kunnallistekniset-palvelut-2/talvikunnossapito-ajoratojen-hoitoluokat/>
- Helsingin kaupungin rakennusvirasto. 2010. Lumen vastaanottopaikat selvitys. Viitattu 18.5.2024. Saatavissa https://www.hel.fi/hel2/hkr/julkaisut/2010/lumen_vastaanottopaikat_selvitys_2010.pdf
- Huhtanen, E. & Perälä, T. Lumitilaopas – ohjeet parempaan talveen. Viitattu 25.5.2024. Saatavissa <https://link.webropolsurveys.com/Participation/Public/8c72f5dd-a145-47c9-b724-20bacc6f9861?displayId=Fin3011669>
- Jormola, J., Kasvio, P., Koskiahho, J., Ulvi, T. 2016. Kosteikkojen ja biosuodatusalueiden toimivuus hulevesien käsittelyssä HULE-hankkeen loppuraportti. Viitattu 10.10.2024 Saatavissa <https://helda.helsinki.fi/bitstreams/e0f35aba-964d-41ad-bb1a-57f1cd04fceb/download>
- Järveläinen, J. 2019. Laadullisen hallinnan merkitys korostuu tulevaisuuden hulevesirakentamisessa. Vesitalous 2/2019, 5. Viitattu 3.9.2024 Saatavissa https://vesitalous.fi/wp-content/uploads/2019/03/VT1902_lowres.pdf
- Korkein hallinto-oikeus. 2016. Muu päätös 174/2016. Viitattu 10.9.2024. Saatavissa <https://www.kho.fi/fi/index/paatokset/muitapaatoksia/1453284851590.html>
- Kuusisto-Hjort, P. & Lämsä, S. 2023. Lumen vastaanoton vaihtoehdot vuoteen 2060. Viitattu 3.10.2024. Saatavissa <https://admin.espoo.fi/sites/default/files/2024-02/800100%20YK2060%20Lumen%20vastaanoton%20vaihtoehdot%20vuoteen%202060%202023.pdf>

- Lahden kaupunki. 2024. Lumen ja sulamisvesien aiheuttamien laadullisten riskien kartoitus. Viitattu 12.11.2024. Saatavissa <https://www.lahti.fi/tiedostot/lumi-ja-sulamisvesien-mittausraportti-2024/>
- Manninen, O. 2019. Mihin hiekoitushiekka päätyy kaduilta? Viitattu 2.9.2024. Saatavissa <https://www.op-media.fi/liikenne/mihin-hiekoitushiekka-paatty-kaduilta/>
- Myllymaa, T., Salminen, J., Turunen, S., Virkkunen, H. 2020. Selvitys lumen mereen kaatamisen kieltämisestä. Viitattu 2.6.2024. Saatavissa https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162518/YM_2020_25.pdf
- Pallonen, K. & Ässämäki, A. 2022. Hiekoitushiekan kierrätyskokeilut tyssäivät kustannuksiin ja pölyyn Jyväskylässä – hiekan kierrättäjä kehottaa kuntien päättäjiä perehtymään asiaan. Viitattu 5.9.2024. Saatavissa <https://yle.fi/a/3-12410397>
- Pokkinen, M. 2024. Hakemus käytetyn hiekoitussepin jättestatuksen päättymiselle koskien kiinteistöä 837-320-6030-9 osoitteessa Lempääläntie 31. Viitattu 24.11.2024. Saatavissa https://www.tampere.fi/sites/default/files/2024-01/hakemus_sepeli_lempaalantie_31.pdf
- Rajala, S. 2024. Lumen kaataminen mereen kielletään lailla – Helsinki vaikeuksissa: ”Täytyy hyväksyä heikommat liikenneolosuhteet”. Viitattu 24.11.2024. Saatavissa <https://www.hs.fi/helsinki/art-2000010834554.html>
- Salaojayhdistys. 2013. Hydrologian perusteet ja maan vesitalous. Viitattu 1.11.2024. Saatavissa https://www.salaojayhdistys.fi/wp-content/uploads/2022/06/hydrologian_perusteet_ja_maan_vesitalous_2013.pdf
- Suomen kuntaliitto. 2012. Hulevesiopus. Viitattu 31.10.2024. Saatavissa <https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2012/1481-hulevesiopus>
- Suomen kuntaliitto. 2017. Hulevesioppaan päivitettyt luvut lainsäädännön muutosten osalta. Viitattu 10.9.2024. Saatavissa <https://julkaisut.kuntaliitto.fi/1829>
- Suomen ympäristökeskus. 2022. Hulevesien ympäristöriskit. Viitattu 7.7.2024. Saatavissa <https://www.vesi.fi/vesitieto/hulevesien-ymparistoriskit/>
- Tampereen infra. 2024. Kiertotalous. Viitattu 28.7.2024. Saatavissa <https://tampereeninfra.fi/mita-teemme/palvelut/kiertotalous/>
- Ympäristöviestintä YVT Oy. 2019. Hulevesien laadullinen hallinta. Viitattu 12.5.2024. Saatavissa https://vesitalous.fi/wp-content/uploads/2019/03/VT1902_lowres.pdf