

Teemu Lindfors

# Lumensulatuskoneen käyttömahdollisuudet Espoon kaupunkikeskuksissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu  
Insinööri (AMK)  
Maanmittaustekniikka  
Insinööriytyö  
10.5.2017

Tekijä Otsikko  Sivumäärä Aika	Teemu Lindfors Lumensulatuskoneen käyttömahdollisuudet Espoon kaupunkikeskuksissa 41 sivua + 2 liitettä 10.5.2017
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	maanmittaustekniikka
Ohjaajat	infrapalvelupäällikkö Toni Korjus yliopettaja Jussi Laari
<p>Tämän opinnäytetyön tavoite oli selvittää kustannuseroja lumensulattamisen ja lumen vastaanotto paikalle kuljettamisen välillä. Työ on tehty Espoon kaupungille, ja alueena oli Espoon viisi kaupunkikeskusta.</p> <p>Työn alussa esitellään nykyinen lumenhoitotilanne Espoossa. Työssä tuodaan esille nykyiset ja mahdollisesti tulevat lumenvastaanotto paikat. Työn alkupuoliskolla esitellään lumensulatuskone ja sen toimintaperiaate. Työssä esitellään myös lumensulattamisen reunaehdot. Ennen vertailuja työssä on myös selvitys lumensulatuspaikoista häiriötilanteissa. Vertailuosiossa on tehty kustannuslaskentaa lumensulattamisen ja lumen kuljettamisen välillä. Vertailussa on mukana kaikki viisi Espoon kaupunkikeskusta.</p> <p>Vertailun tuloksien perusteella lumensulattaminen tulee lähes kaikissa tapauksissa halvemmaksi kaupunkikeskuksissa kuin lumen kuljettaminen vastaanotto paikalle. Työssä saatiin selville, että jos matka lumenvastaanotto paikalle on yli neljä kilometriä, lumensulattaminen tulee halvemmaksi. Tämä opinnäytetyö antaa Espoon kaupungille tietoa, jonka avulla kaupunki voi suunnitella lumensulatuskoneen käyttöä.</p>	
Avainsanat	lumensulatus, lumensulatuskone, talvikunnossapito, Lumenvastaanotto paikka, Espoo

Author Title	Teemu Lindfors The use of a snow-melting machine in the urban centers of Espoo
Number of Pages Date	41 pages + 2 appendices 10 May 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Land Surveying
Instructors	Toni Korjus, Infrastructure Services Manager Jussi Laari, Principal Lecturer
<p>The aim of the Bachelor's thesis was to examine the differences in the costs of snow melting, on one hand, and transporting snow to a disposal site on the other. The project examined the situation in the five urban centers of Espoo, Finland.</p> <p>The current snow removal situation in Espoo was established and the current and future snow tips introduced. The snow-melting machine and its operating principle were also introduced. The costs of transporting snow to the tips and melting it in place were compared.</p> <p>The result of the thesis proves that snow melting is cheaper than transporting snow to a disposal site in almost every case. If the distance to a disposal site is more than four kilometers, it is cheaper to melt the snow. This Bachelor's thesis gives the city of Espoo information that helps them to plan the use of the snow-melting machine.</p>	
Keywords	snow melting, snow melting machine, winter maintenance, Espoo

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Lähtökohdat	2
2.1	Nykyinen menetelmä	2
2.2	Aurauslumien sijoitus	2
2.2.1	Ehdotukset mahdollisiksi sijoituspaikoiksi	3
2.2.2	Ehdotetut toimenpiteet	5
2.3	Lumensulatuskone	6
2.3.1	Toimintaperiaate	7
2.3.2	Lumensulatuskoneen hyödyt	9
2.4	Lumensulatuskoneen reunaehdot	9
2.5	Lumensulatuskoneen hankintakustannukset	10
2.6	Tilapäiset lumensulatuspaikat häiriötilanteissa	10
3	Vaihtoehtojen vertailu	12
3.1	Espoon keskus	13
3.1.1	Lumenkuljetus	13
3.1.2	Lumensulatus	13
3.1.3	Vertailu 1	13
3.1.4	Vertailu 2	15
3.1.5	Johtopäätökset	17
3.2	Leppävaara	19
3.2.1	Lumenkuljetus	20
3.2.2	Lumensulatus	20
3.2.3	Vertailu 1	20
3.2.4	Vertailu 2	22
3.2.5	Johtopäätökset	24
3.3	Matinkylä	26
3.3.1	Lumenkuljetus	27
3.3.2	Lumensulatus	27
3.3.3	Vertailu	28
3.3.4	Johtopäätökset	29
3.4	Tapiola	30
3.4.1	Lumenkuljetus	31

3.4.2	Lumensulatus	31
3.4.3	Vertailu 1	32
3.4.1	Johtopäätökset	33
3.5	Espoonlahti	34
3.5.1	Lumenkuljetus	35
3.5.2	Lumensulatus	35
3.5.3	Vertailu 1	35
3.5.4	Johtopäätökset	37
3.6	Vertailun tulokset	38
4	Yhteenveto	39
	Lähteet	40
	Liitteet	
	Liite 1. Espoon keskuksen aurattavat alueet	
	Liite 2. Häiriötilanteiden tilapäiset lumensulatuspaikat Espoossa	

## Lyhenteet

€ Euro

°C Celsius

ALV Arvonlisävero

dB Desibeli

h Tunti

HSY Helsingin seudun ympäristöpalvelut

kg Kilo

l Litra

m Metri

m<sup>2</sup> Neliömetri

m<sup>3</sup> Kuutiometri

min Minuutti

Short ton Yhdysvalloissa käytetty lyhyt tonni. Short ton on 2 000 paunaa eli 907.18474 kg.

## 1 Johdanto

Tähän mennessä Espoon kaupunki on kuljettanut auratut lumet lumenvastaanottopaikoille siinä vaiheessa, kun lumitilat katujen varsilla ovat täyttyneet. Ongelmaksi on noussut lumenvastaanottopaikkojen riittämättömyys pääkaupunkiseudulla. Espoon nykyisten lumenvastaanottopaikkojen toiminta on loppumassa maankäyttöisten paineiden vuoksi, eikä uusia sopivia paikkoja helposti löydy läheltä. Lumisia talvia tulee jatkossakin, ja Espoon täytyy varautua niihin. Kaupunki tiivistyy nopeasti ja lumitilojen määrä vähenee tiivistymisen myötä. Tästä syystä Espoon kaupunki hankki lumensulatuskoneen vuonna 2016.

Lumensulatuskonetta käytettäessä lunta ei tarvitse kuljettaa lumenvastaanottopaikoille läjitettäväksi, vaan se voidaan sulattaa paikan päällä ja sulamisvesi voidaan laskea huivesiviemäriin. Lumen sulattaminen perustuu vedenalaiseen palamisteknologiaan, jossa koneen puhaltaman palokaasujen lämpötila on noin 1 800 astetta. Espoon kaupunki on tietävästi ensimmäinen länsieurooppalainen julkishallinnollinen organisaatio, joka on ottanut käyttöönsä nykyaikaiseen teknologiaan perustuvan lumensulatuskoneen.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia, milloin lumensulattaminen tulee kaupungille halvemmaksi kuin lumen läjittäminen lumenvastaanottopaikalle. Tutkimusalueena ovat Espoon viisi kaupunkikeskusta. Työssä verrataan lumensulatuskoneen aiheuttamia polttoainekuluja lumen läjityksen vaatimiin ostopalvelukuluihin. Opinnäytetyö on tehty Espoon kaupungin infrapalveluyksikölle.

## 2 Lähtökohdat

### 2.1 Nykyinen menetelmä

Tähän asti Espoossa on katujen talvikunnossapidossa lumenpoisto hoidettu kuljettamalla aurattuja lumia lumenvastaanottoapaikoille, joissa ne läjitetään ja annetaan sulaa. Samanaikaisesti ollaan myös hiekoitettu ja suolattu katuja. Talvikausi 2016–2017 on ensimmäinen, kun Espoon kaupungilla on lumenhoidossa mukana lumensulatuskone.

### 2.2 Auraslumien sijoitus

Nykyiset auraslumien sijoituspaikat Espoossa ovat Vanttila ja Turvesuo. Molemmissa toiminta on päättymässä. Tästä syystä Espoon kaupunki teki vuonna 2016 selvityksen auraslumien sijoittamisesta Espoossa [1]. Selvityksen tavoitteena on löytää uusia pysyviä paikkoja auraslumien sijoittamiselle. Vuonna 2013 oli tilattu WSP Finland Oy:ltä selvitys uusista auraslumien sijoituspaikoista, mutta yhtään kriteereitä täyttävää paikka ei löytynyt. [1]

Nykyisistä paikoista Vanttila on vain väliaikainen ratkaisu. Se on otettu käyttöön 12.1.2016. Turvesuolla on tehty kaavamuuos ja päätetty myydä tontti yksityiselle yritykselle. Blominmäen vastaanottoaikka ei ole tällä hetkellä käytössä, koska siellä rakennetaan uutta jätevedenpuhdistuslaitosta ja alueen jatko vastaanottoaikkana on epävarma. Ämmäsuota on käytetty epävirallisena varapaikkana, mutta se on kaukana (edestakainen ajomatka jopa 50 kilometriä Etelä-Espoosta) ja käytöllä on reunaehdoja sulamisvesien hallinnan ja ympäristövaikutusten osalta. [1]

Espoo tarvitsee pysyviä paikkoja 5 – 6 kappaletta. Vertailuna Vantaalla on kolme ja Helsingillä seitsemän lumenvastaanottoaikkaa. Vastaanottoaikkojen tulisi olla lähellä Etelä-Espoon kaupunkikeskuksia, jotta kuljetusmatkat ja -kustannukset eivät kasvaisi liikaa. [1]

Selvityksessä asetettiin useita kriteereitä lumenvastaanottoapaikoille. Alueen koko tulee olla riittävä, jotta useampi kuorma-auto voi operoida siellä samanaikaisesti. Sijainnin pitää olla tarpeeksi lähellä kaupunkikeskuksia, ja ajoyhteyksien pitää olla hyvät. Paikka ei saa sijaita tärkeällä pohjavesialueella eikä ranta- tai tulva-alueella. Alueella ei voi olla



arvokkaita kulttuuri-, luonto- tai maisemakohteita. Maaperän ja kantavuuden täytyy soveltua lumenkasaamiseen. Sulamisvedet pitää järjestää alueella asianmukaisesti, jotta ne eivät aiheuta ympäristöpilaantumista. Liikenne täytyy saada järjestettyä niin, että se ei kulje asuinlähiöiden läpi. Paikan etäisyyden pitää olla riittävän kaukana asutuksesta, jotta se ei aiheuta melu- ja viihtyvyysoongelmia. Kaupungin ei ole pakko omistaa maa-aluetta, mutta rakennusinvestointien pitää olla kannattavia. [1]

### 2.2.1 Ehdotukset mahdollisiksi sijoituspaikoiksi

Selvityksessä ehdotetaan kolmesta eri paikkaa aurauslumien vastaanottoaikoiksi. [1]

*Riimuniitty* sijaitsee Finnoontien, tulevan Espoonväylän, varrella. Espoo omistaa kyseisen alueen. Alue on tällä hetkellä kaavoitettu ulkoilu- ja virkistysalueeksi, ja sitä koskee rakennuskielto. Tilanne saattaa kuitenkin muuttua, kun Espoonväylä rakennetaan. [1]

*Olarinluoma* sijaitsee Kehä II:n vieressä Olarinluoman teollisuusalueella. Kaupunki omistaa 0,7 hehtaarin kokoisen maa-alueen. Tällä hetkellä alue on kaavoitettu puistoalueeksi. Sulamisvedet tältä alueelta valuisivat Gräsanojaan, joka on jo valmiiksi tulvaherkkä. Tästä syystä alueelle ei voisi viedä kevääksi montaa kuormaa. Gräsanojasta nousee meritaimen, ja tämän takia kiintoainesta ei saa päästää purkuvesistöön. [1]

*Karasolmu* sijaitsee Kehä kahden pohjoispäässä. Alueella on kaavavaraus Kehätien jatkamiselle. Alue olisi vain väliaikainen ratkaisu, mikäli Kehä II:n jatko toteutetaan. Yhden hehtaarin alue toimii tällä hetkellä rakentamistavaroiden varastotilana. Rakentajilla on myös sama ongelma, että varastointipaikkoja ei tahdo löytyä läheltä. Alueella on liito-oravayhteydet, jotka pitää ottaa huomioon. [1]

*Sepänkylä* on kahden hehtaarin kokoinen alue Kehä II:n ja Turunväylän liittymän vieressä. Tontin omistaa yksityinen yritys. Alue on kaavoitettu teollisuusrakennusten kortteliksi. Tällä hetkellä on vireillä kaavamuutos (Nihtiportti 160401), jossa aluetta ollaan muuttamassa liikennerakennusten kortteliksi. Maanomistajalla on suunnitelma rakentaa alueelle liikerakennus, joten kohde ei ole potentiaalinen paikka lumensijoitustoiminnalle. [1]

*Bisankallio* sijaitsee Turunväylän ja Stenssintien kupeessa. Alue on 0,5 hehtaarin kokoinen. Alueella on asemakaava, jossa se on määritelty suojaviher- ja liikennealueeksi. Alueesta puolet on vuokrattu kiviainesten varastointiin. Alueella täytyy kiinnittää huomiota sulamisvesien käsittelyyn, sillä Lukupuron vedet kerääntyvät alueelta. [1]

*Vänrikinmäki* on hehtaarin kokoinen alue Kehä yhden ja Turunväylän vieressä. Alue on kaavoitettu lähivirkistys- ja suojelualueeksi. Alueella oleva Kallionmäki täytyisi osittain räjäyttää pois. Alueella menee kevyen liikenteen väylä, joka pitäisi järjestellä uudelleen. Alueella on metsikkö, eikä sitä saisi välttämättä raivata, sillä sen luontoarvoa ja suojavaa vaikutusta ei ole selvitetty. Alueen jatkosuunnittelua ei kannata jatkaa. [1]

*Sammalvuori* sijaitsee Länsiväylän ja Nöykkiönkadun liittymässä. Alueella ei ole asemakaavaa. Yleiskaavassa se on työpaikka-alue, johon voi sijoittaa yhdyskuntateknistä huoltoa. Hehtaarin kokoinen alue on yksityisessä omistuksessa, joten kaupungin pitäisi hankkia maa-alue tai sopia maankäytöstä. Alueelle on tällä hetkellä vireillä asemakaava (Sammalvuori 421800). Sen tavoitteena on kaavoittaa työpaikka- ja asuinalueita. Alueella on merkittävä viheryhteys Hannusmetsän ja Sammalvuoren välillä, joka täytyisi saada säilytettyä. [1]

*Vanttila* sijaitsee Kauklahtenväylän varrella. Alueella on vireillä asemakaavamuutos (Vantinkulma 522500), jolla aluetta ollaan muuttamassa asumiskäyttöön. Alueen asukkaat vaativat palautteissa lumen sijoituspaikan siirtämistä Kehä III:n ulkopuolelle koulumatkojen ja liikenneturvallisuuden takia. Selvityksen mukaan koulumatkat pystytään järjestämään turvallisesti, vaikka alueelle sijoitettaisiin lumenvastaanottopaikka. Alueen luonto ei aiheuta esteitä. Sen sijaan lähellä oleva asutus voi estää alueen yökäytön, sillä se aiheuttaisi melua. [1]

*Turvesuo* on 5 hehtaarin kokoinen alue, joka sijaitsee Tuveradantien ja Turunväylän lähellä. Turvesuosta 3,3 hehtaaria on myyty yksityiselle yritykselle, ja loput 2,2 ha ollaan myymässä myös. Aluetta voi vielä ainakin 2016–17 talven ajan käyttää. Alue on asemakaavassa kaavoitettu liikenne- ja rakennusten kortteliksi. Sulamisvesiin täytyy alueella kiinnittää huomiota, mutta muuten luonnonsuhteen ei ole esteitä. [1]

*Blominmäessä* louhitaan tällä hetkellä kallioon tunnelipuhdistamo. Louhinnan pitäisi valmistua vuonna 2017, ja puhdistamon olla valmis vuonna 2020. Sen jälkeen voidaan

tutkia, voisiko sitä käyttää lumensijoituspaikkana. Alue on vuokrattu HSY:lle 30 vuodeksi. [1]

*Malminmäkeen* louhitaan tunnelipuhdistamo, joka kulkee sieltä Blominmäen kautta Suomenojalle. Tunnelin pitäisi olla valmis 2020. Tunnelissa lämmönomavaraisuus on 100 % ja sähkön omavaraisuus yli 50 %. Lämpöenergiaa voisi teoriassa hyödyntää lumensulatukseen. Malminmäenpäässä olevaa ajotunnelia voisi käyttää lumensulatuspaikkana. Sitä ei kuitenkaan olla suunniteltu siihen tarkoitukseen, joten tarvittaisiin lisälouhintaa, joka maksaisi arvion mukaan noin 5–6 miljoonaa euroa. Arvioiden mukaan lumensulatuksen energiamaksu olisi 30 €/kuorma, joka on toistaiseksi liian korkea kustannus taloudellisesti. Lumensulatukseen vaadittava lisälouhinta olisi kannattava tehdä tässä vaiheessa, kun tunnelia louhitaan joka tapauksessa. [1]

*Keran* alueelle ollaan laatimassa asemakaavarunkoa, jonka tarkoitus on muuttaa entistä työpaikka aluetta aktiivisempaan käyttöön. Kaava on vasta laadintavaiheessa, joten aluetta voitaisiin käyttää väliaikaisena lumenvastaanottoalueena. Pohjoispuolella on liitorava- aluetta, ja se on yksityisessä maanomistuksessa, joten alue ei ole suositeltava vaihtoehto. [1]

*Kulmakorven* alue on suurimmaksi osin kaupungin omistuksessa. Asemakaava alueelle on tällä hetkellä työn alla, ja sen tavoite on kaavoittaa alue työpaikka- ja yritysalueeksi. Sen lisäksi on vireillä yleiskaava, joka koskettaa aluetta ja se tulee ottaa huomioon. Alue soveltuu lumenvastaanotto toimintaan. [1]

*Ämmässuolla* on vanhoja täyttöalueita, joita voisi harkita lumenvastaanottoalueiksi [1].

### 2.2.2 Ehdotetut toimenpiteet

Mahdollisten vastaanottopaikkojen tutkimisen jälkeen selvityksessä tehtiin ehdotuksia niiden käytöstä.

Kulmakorpeen perustettaisiin pysyvä lumenvastaanottopaikka, joka täytyy huomioida yleiskaavassa. Vanttilan vastaanottopaikka säilytetään ja alueen muuta kehittämistä jatketaan. Lumensulatuskonetta testataan, ja mikäli tulokset ovat hyviä, hankitaan toinen lumensulatuskone. Blominmäkeen pyritään saamaan pysyvä vastaanottopaikka, kun jätevesipuhdistamon rakentaminen on valmista. Sammalvuoreen pyritään myös saamaan

pysyvä vastaanottoaika. Mikäli Sammalvuoren ja Blominmäen vastaanottoaikat saadaan pysyvään käyttöön, voidaan Vanttilan vastaanottoaikasta mahdollisesti luopua. Malmimäkeen louhitaan lumen kaatoon sopiva kallioluola tulevaisuuden varalle. [1]

### 2.3 Lumensulatuskone

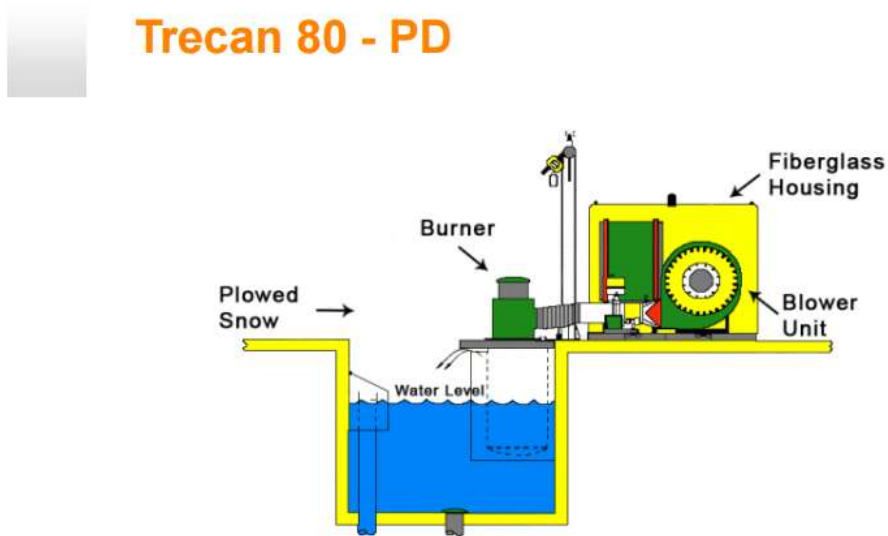


Kuva 1. Lumensulatuskone Mikkilän varikolla 5.1.2017.

Talvi 2010–2011 oli poikkeuksellisen runsasluminen. Se aiheutti maankäytöllisten paineiden takia lakkautusuhan alla olleen Turvesuon lumenvastaanottoaikan kovan ruuhkautumisen. Tämän seurauksena Espoo alkoi miettiä erilaisia keinoja selvitä lumenhoidosta. Vuonna 2013 pääkaupunkiseudulta lähti delegaatio Pietariin tutustumaan lumensulatukseen [2]. Pietarissa oli käytössä kanadalaisen valmistajan Trecanin lumensulatuskoneita. Delegaatio oli tyytyväinen näkemäänsä. Espoo ja Helsinki kiinnostuivat lumensulatuskoneesta ja alkoivat selvittää testausmahdollisuutta Suomessa. Helsinki suoritti lumensulatuslaitteen kokeilun 12.–18.2.2015 [3]. Espoossa laitetta ei testattu, koska sen toimivuudesta oltiin jo vakuuttuneita. Espoo osti Trecanin 80-PD -mallin lumensulatuskoneen 2016. Laite saapui Espooseen 15.11.2016. Laitteella on 24 kk:n takuu. Laite maksoi 358 000 euroa, ALV. 0 %. Kuvassa 1 näkyy Espoon ostama lumensulatuskone Trecan 80-PD Mikkilän varikolla.

### 2.3.1 Toimintaperiaate

Trecan 80-PD -lumensulatuslaite perustuu viimeisimpään teknologiaan. Pyöräkuormaaja kaataa lunta sulatusaltaaseen. Lumensulatuslaitteen 4,7 megawatin tehoisen polttimon liekkiin yhdistetään suuri määrä lisäilmaa. Palamiskaasut kuumenevat noin 1 800-asteiseksi. Kuuman ilman ilmakuplat absorboituvat tehokkaasti lumeen ja saavat sulamisprosessin aikaan. Kuvassa 2 näkyy esitys tästä prosessista. Sulanut vesi johdetaan putkea pitkin hule-vesiviemäriin. Lumen seassa olevat hiekat ja roskat kone erottelee omaan sedimentinerotuslaatikkoon, joka on helppo tyhjentää. [4]



Kuva 2. Lumensulatuslaitteen tekniset osat [5].

Kuten alla olevasta taulukosta 1 näkee, laitteen sulatusteho tunnissa on 153–306 m<sup>3</sup> lumen tiheydestä riippuen. Valmistaja lupaa laitteen sulatustehoksi 80 short-tonnia –1 °C:n lämpötilassa. Pyöräkuormaajan kauhan koko on noin 1,5–2 kuutiometriä. Laite ehtii käytännössä sulattaa kaiken lumen, joka siihen ehditään tunnissa kaataa. Siten lunta voidaan ilman keskeytyksiä lastata laitteeseen koko ajan.

Taulukko 1. Valmistajan ilmoittamaa dataa lumensulatuskoneesta [6].

Sulatusteho	80 short ton/h $-1^{\circ}\text{C}$ lämpötilassa (72,6 tonnia SI-järjestelmässä) 153–306 $\text{m}^3/\text{h}$
Lumen paino	240–480 $\text{kg}/\text{m}^3$
Poltin	polttoöljy, diesel tai kaasu
Kulutus	polttoöljy maksimiteholla 409 l/h (automaattisesti tehotarpeen mukaan säätyvä)
Diesel-moottori	140 hp (104,4 kW)
Tankki	2 933 l
Vesi virtaama ulos	1 211 l/min, n. 3–7 $^{\circ}\text{C}$
Paino	tyhjänä 8,636 kg, polttoaine + vesi 18,181 kg
Mitat	pituus 7,70 m, leveys 2,59 m, korkeus 3,78 m

### 2.3.2 Lumensulatuskoneen hyödyt

Lumensulatuskoneen käytössä on useita hyötyjä verrattuna lumen kuljettamiseen vastaanotto paikalle. Käytettäessä lumensulatuskonetta kuorma-autoliikenteen määrä teillä vähenee, kun lunta sulatetaan paikan päällä sen läjitysalueelle kuljettamisen sijaan. Vähempi kuorma-autoliikenne määrä vähentää melua (lunta kuljetetaan usein öisin) ja lisää liikenneturvallisuutta. Kalustoa tarvitaan myös vähemmän, kun lumenkuljettaminen läjitysalueelle vähenee. Espoon kaupunki hoitaa lumen kuljettamisen vastaanottoalueille ostopalveluna, joten kaupunki säästää siinä myös kuluja, kun ostopalvelujen tarpeen määrä vähenee.

Lumensulatuskonetta voi liikuttaa helposti, ja se ei tarvitse suurta tilaa, joten sitä pystyy hyvin käyttämään esimerkiksi ahtaissa paikoissa, kuten Espoon kaupunkikeskuksissa. Koneen voi sijoittaa esimerkiksi parkkipaikalle tai kesäaikana käytössä olevalle liikunta- paikalle. Nykyään useat kadut on rakennettu todella tiiviiksi. Kadun ja rakennuksen seinän välissä ei välttämättä ole yhtään tyhjää tilaa, jolloin lumien auraaminen on hankalaa, kun lunta ei mahdu kasaamaan. Lumensulatuskoneella lumet saisi heti sulatettua, mikä helpottaisi lumenhoitotyötä tiivistyvässä kaupunkirakenteessa.

### 2.4 Lumensulatuskoneen reunaehdot

Lumensulatuskoneen käytöllä on reunaehtoja. Kone ei ole täysin äänetön. Maahan- tuoja on mitannut koneen melua. Kymmenen metrin päästä koneesta mitattu melu oli 71,6 dB ja 60–70 metrin päästä mitattuna melu oli 64,2 dB. Koneella ei voi sulattaa lunta asutusalueen lähellä öisin (klo 22–7), jolloin alueella on hiljaisuus. [5]

Lumensulatuskone laskee putkea pitkin sulatetut lumet nesteenä. Sulatetusta lumesta on eroteltu hiekat ja muut roskat omaan säiliöön. Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY:n kanta vesien laskemiseen on se, että ne voidaan laskea hulevesiviemäriin [7]. Vedet voi laskea myös ojaan tai viivytysaltaaseen, jos sellainen on lähellä.

Lumensulatuskone kuluttaa polttoainetta 409 l/h maksimiteholla. Kone olisi normaalina työpäivänä mahdollisesti kahdeksan tuntia päällä ja saattaisi tällöin kuluttaa yli 3 000 litraa polttoöljyä. Tästä syystä koneen luona pitää olla polttoainetta saatavilla. Espoon kaupunki on suunnitellut kuljettavansa koneen vierelle polttoainesäiliöitä, joilla konetta voi tankata.

## 2.5 Lumensulatuskoneen hankintakustannukset

Espoon kaupunki hankki lumensulatuslaitteen avoimen tarjouskilpailun perusteella halvimmalta hyväksyttävän tarjouksen tehneeltä toimittajalta 358 000 euron hintaan (Alv. 0 %). Laitteella on tehtaan myöntämä 24 kk:n täysitakuu. Lumensulatuslaitteen arvioitu käyttöikä on yli 20 vuotta. Hankinnan kuoletus laskettuna kymmenelle vuodelle on 35 800 €/v. [8]

Hintaa voi verrata lumenvastaanottoaikkana käytettyyn Turvesuohon, jonka kaupunki on päättänyt myydä. Turvesuon kolmesta tontista kaksi on jo myyty yksityiselle yritykselle. Näistä kahdesta tontista kaupunki sai 2 535 000 euroa [9]. Kolmas tontti on myös varattu myymiselle, ja sen hinta-arvio on noin 3 miljoonaa euroa [10]. Kahden jo myydyt tontin pinta-ala on yhteensä noin 3,3 hehtaaria, ja kolmannen tontin pinta-ala on noin 2,2 hehtaaria. Normaali-lumisina talvina Turvesuolle on kuljetettu noin 6 000 kuormaa lunta ja runsaslumisina talvina noin 50 000 kuormaa lunta [1].

Normaalilumisena talvena Turvesuolle kuljetetut 6 000 kuormaa lunta pystyttäisiin hoitamaan kahdella lumensulatuskoneella. Tällöin yhdellä koneella olisi sulatettavaa yhden (8 h) työpäivän aikana noin 46 kuormallista. Kaksi lumensulatuskoneetta maksaisi kaupungille arviolta 716 000 euroa, mikä on kymmenelle vuodelle kuoletettuna 71 600 €/v. Vertauksena kaupunki saa yhteensä noin 5,5 miljoonaa euroa Turvesuon vastaanottoalueen myymisestä.

Vanttilan väliaikaisen lumensijoituspaikan vuokra on 55 000 €/v [11]. Vanttilaan on normaali-lumisena talvena kuljetettu noin 2 000 kuormaa lunta [1]. Lumensulatuskone, jonka kuoletus summa vuodelle on 35 800 €, pystyisi sulattamaan tuon määrän noin kahdessa kuukaudessa.

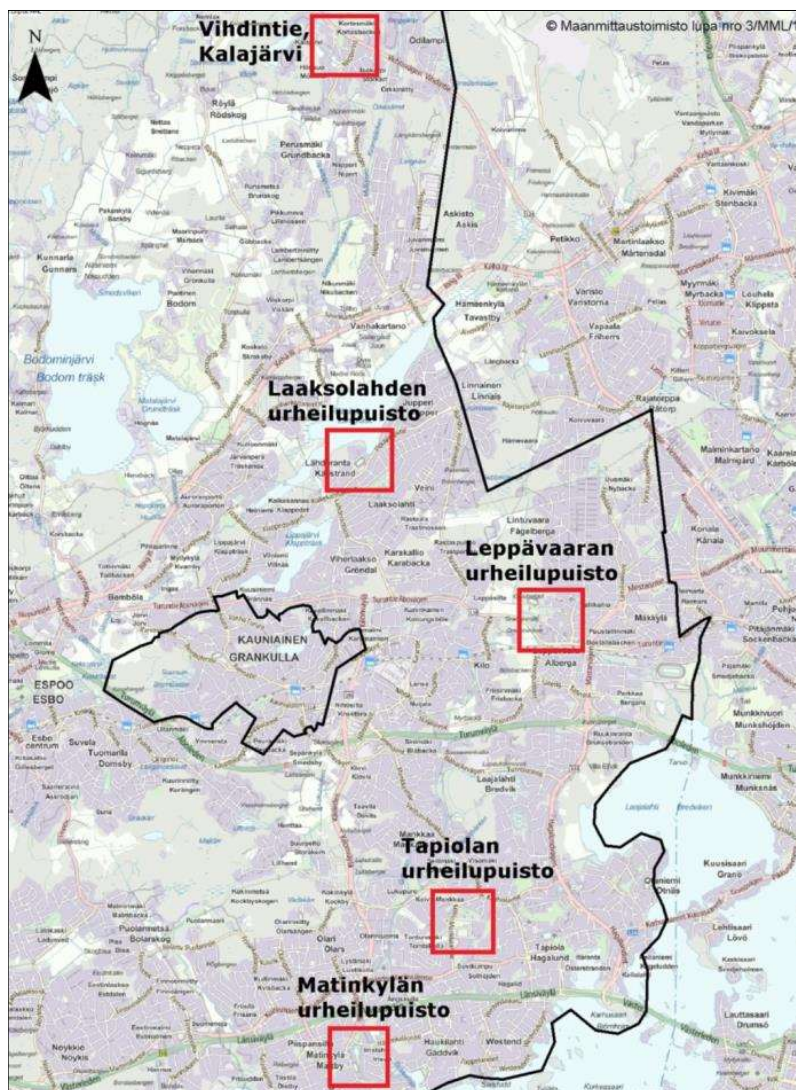
## 2.6 Tilapäiset lumensulatuspaikat häiriötilanteissa

Espoon kaupunki on laatinut 20.5.2015 ”Häiriötilanteiden tilapäinen liityntäpysäköinti Espoossa” -nimisen selvityksen, jossa on suunniteltu, mihin voidaan ohjata autot parkkiin ja jatkaa siitä julkisella liikenteellä Helsinkiin, jos Helsinki tilapäisesti kieltää yksityisauto-



liikenteen heikentyneen ilmanlaadun takia [12]. Samoja häiriötilanteiden pysäköintipaikkoja voidaan käyttää myös hätätilanteissa lumensulatukseen, jos tulee esimerkiksi todella runsaslumisia talvia ja lumenvastaanottoaikkojen kapasiteetti ei riitä.

Kuvassa 3 näkyvät paikat, jotka selvityksessä on valittu häiriötilanteiden tilapäisiksi pysäköintipaikoiksi. Näitä samoja paikkoja pystyy hyvin käyttämään myös lumensulatukseen hätätilanteissa. Leppävaaran urheilupuiston ja aseman yhteydessä on noin 680 autopaikan verran tilaa. Tapiolan urheilupuiston yhteydessä on noin 1 255 autopaikan verran tilaa. Matinkylän urheilupuiston yhteydessä on noin 150 autopaikan verran tilaa. Laaksoalahden urheilupuiston yhteydessä on noin 280 autopaikan verran tilaa, ja Vihdintien luona Kalajärvellä on noin 100 autopaikan verran tilaa. [12]



Kuva 3. Paikat joita voidaan käyttää hätätilanteissa lumensulatukseen. Kuva Häiriötilanteiden tilapäinen liityntäpysäköinti Espoossa -selvityksestä [12].

Työn lopussa on liitteenä 2 selvitys lumensulatuspaikoista häiriötilanteissa, joka on tehty ”Häiriötilanteiden tilapäinen liityntäpysäköinti Espoossa” -selvityksen pohjalta ja muokattu palvelemaan lumensulattamista häiriötilanteissa.

### 3 Vaihtoehtojen vertailu

Espoo on jakautunut viiteen kaupunkikeskukseen. Espoon kaupunki on suunnitellut, että nämä ahtaat kaupunkikeskukset olisivat sopivia paikkoja lumensulatuskoneen käyttöön. Tämän myötä näissä keskuksissa vähenisi kuorma-autoliikenne. Tässä opinnäytetyössä vertailen erikseen jokaista viittä kaupunkikeskusta ja sitä, kumpi tulee halvemmaksi, lumensulattaminen vai lumenkuljetus vastaanottopaikalle läjitettäväksi.

*Lumenkuljetus* vastaanottopaikoille hoidetaan Espoossa pääosin ostopalveluna. Keskimääräinen hinta ostopalvelulle on 58,85 €/h kuorma-autoa kohden [13]. Tätä tuntihintaa olen käyttänyt laskuissa. Etäisyydet lumenvastaanottopaikoille ja ajan kuljettaa lumi sinne, olen arvioinut Google mapsin avulla. Yhteen kuorma-autoon mahtuu noin 15 kuutiota lunta. Tätä määrää olen käyttänyt laskuissa.

*Lumensulatus* hoidettaisiin kaupunkikeskuksissa paikan päällä. Lumensulatuskone sulattaa lunta tunnissa 153–306 kuutiota. Koska lumensulatuskonetta ei ole vielä käytetty tositoimissa, ei osata tarkasti arvioida, paljonko se sulattaa lunta tunnissa. Myös lumen tiheys vaikuttaa asiaan. Laskuissa olen laskenut kolmella eri vaihtoehdolla sulatustehokkuuden: valmistajan ilmoittaman minimin (153), maksimin (306) ja keskiarvon (230) mukaan. Valmistajan ilmoittama polttoaineen kulutus tunnissa on maksimissa 409 litraa. Helsingin kaupungin tekemässä testissä lumensulatuskone kulutti keskimäärin 216 litraa tunnissa [3]. Laskuissa olen käyttänyt maksimisulatusteholla (306) polttoaineen maksimikulutusta (409) ja muilla sulatustehoilla Helsingin toteamaa keskimääräistä polttoaineen kulutusta (216). Polttoaineen hintana laskuissa on 1,099 €/l, joka on hinta, jolla Neste Oil on Espoossa myynyt polttoöljyä 18.11.2016 polttoaine.net-sivuston mukaan [14].

### 3.1 Espoon keskus

Espoon keskus on Espoon hallinnollinen keskusta. Siellä asuu 25 303 henkilöä, Espoon asukasluku vuodenvaihteessa 2015/2016 -selvityksen mukaan [15]. Aurattavaa pintaa Espoon keskuksen ytimessä on 106 078 m<sup>2</sup>, jonka pohjalta vertailu on suoritettu. Liitteessä 1 näkyy nämä aurattavat alueet.

#### 3.1.1 Lumenkuljetus

Espoon keskusta lähinnä olevat lumensijoituspaikat ovat Vanttila (9 km, 12 min), Blominmäki (4 km, 7 min), Ämmässuo (11 km, 13 min), Kulmakorpi (9.1 km, 10 min). Vertailuun olen valinnut kaksi lähintä vastaanottopaikkaa: Vanttilan ja Blominmäen.

Vanttilaan on 9 kilometrin matka kuorma-autolla. Google mapsin mukaan matkaan kuluu keskimäärin 12 minuuttia. Arvion mukaan yhteen kuljetukseen ja sieltä takaisin palaamiseen menee yhteensä aikaa noin 31 minuuttia.

Blominmäkeen on 4 kilometrin matka kuorma-autolla. Google mapsin mukaan matkaan kuluu keskimäärin 7 minuuttia. Arvion mukaan yhteen kuljetukseen ja sieltä takaisin palaamiseen menee yhteensä aikaa noin 21 minuuttia.

#### 3.1.2 Lumensulatus

Lumensulatusvaihtoehdossa olen laskenut kustannukset, jotka syntyvät, jos lumi sulattaisiin paikan päällä Espoon keskuksessa.

#### 3.1.3 Vertailu 1

Ensimmäisessä vertailussa oletus on, että lunta on satanut yön aikana 8 cm. Lunta on tällöin aurattavana 8 486 m<sup>3</sup>.

Lumenkuljetus Vanttilaan

- 15 m<sup>3</sup>/h/kuorma-auto

- 566 matkaa
- Yhden kuljetuksen aika edestakaisin 31 min
- Viidellä kuorma-autolla yhteensä 59 h
- Ostopalveluna 58,85 €/h auto
- Yhteensä 17 361 €.

#### Lumenkuljetus Blominmäkeen

- 15 m<sup>3</sup>/h/kuorma-auto
- 566 matkaa
- Yhden kuljetuksen aika edestakaisin 21 min
- Kolmella kuorma-autolla yhteensä 67 h
- Ostopalveluna 58,85 €/h auto
- Yhteensä 11 829 €.

Tässä tapauksessa lumenkuljettaminen maksaisi noin 11 800–17 400 euroa Espoon kaupungille.

#### Lumensulatus teholla 230 m<sup>3</sup>/h

- Sulatusteho 230 m<sup>3</sup>/h
- Sulatus kestää 36,9 h
- Polttoaineen kulutus 216 l/h
- Polttoaineen hinta 1,099 €/l
- Sulatuksen hinta: 7 970 l \* 1,099 €/l = 8 759 €.

#### Lumensulatus teholla 153 m<sup>3</sup>/h

- Sulatusteho 153 m<sup>3</sup>/h
- Sulatus kestää 55,5 h
- Polttoaineen kulutus 216 l/h

- Polttoaineen hinta 1,099 €/l
- Sulatuksen hinta:  $11\,988\text{ l} * 1,099\text{ €/l} = 13\,175\text{ €}$ .

Lumensulatus teholla 306 m<sup>3</sup>/h

- Sulatusteho 306 m<sup>3</sup>/h
  - Sulatus kestää 27,8 h
- Polttoaineen kulutus 409 l/h
  - Polttoaineen hinta 1,099 €/l
- Sulatuksen hinta:  $11\,370\text{ l} * 1,099\text{ €/l} = 12\,496\text{ €}$ .

Tässä tapauksessa lumensulattaminen paikan päällä maksaisi Espoon kaupungille noin 8 800–13 200 euroa.

#### 3.1.4 Vertailu 2

Toisessa vertailussa oletus on, että lunta on satanut yön aikana 20 cm. Lunta on tällöin aurattavana 21 216 m<sup>3</sup>.

Lumenkuljetus Vanttilaan

- 15 m<sup>3</sup>/h/kuorma-auto
  - 1 415 matkaa
- Yhden kuljetuksen aika edestakaisin 31 min
- Kymmenellä kuorma-autolla yhteensä 74 h
- Ostopalveluna 58,85 €/h auto
- Yhteensä 43 549 €.

Lumenkuljetus Blominmäkeen

- 15 m<sup>3</sup>/h/kuorma-auto
  - 1 415 matkaa

- Yhden kuljetuksen aika edestakaisin 21 min
- Viidellä kuorma-autolla yhteensä 100 h
- Ostopalveluna 58,85 €/h auto
- Yhteensä 29 425 €.

Tässä tapauksessa lumenkuljettaminen maksaisi noin 29 400–43 500 euroa Espoon kaupungille.

Lumensulatus paikan päällä teholla 230 m<sup>3</sup>/h

- Sulatusteho 230 m<sup>3</sup>/h
  - Sulatus kestää 92,3 h
- Polttoaineen kulutus 216 l/h
  - Polttoaineen hinta 1,099 €/l
- Sulatuksen hinta: 19 937 l \* 1,099 €/l = 21 911 €.

Lumensulatus paikan päällä teholla 153 m<sup>3</sup>/h

- Sulatusteho 153 m<sup>3</sup>/h
  - Sulatus kestää 138,7 h
- Polttoaineen kulutus 216 l/h
  - Polttoaineen hinta 1,099 €/l
- Sulatuksen hinta: 29 960 l \* 1,099 €/l = 32 926 €.

Lumensulatus paikan päällä teholla 306 m<sup>3</sup>/h

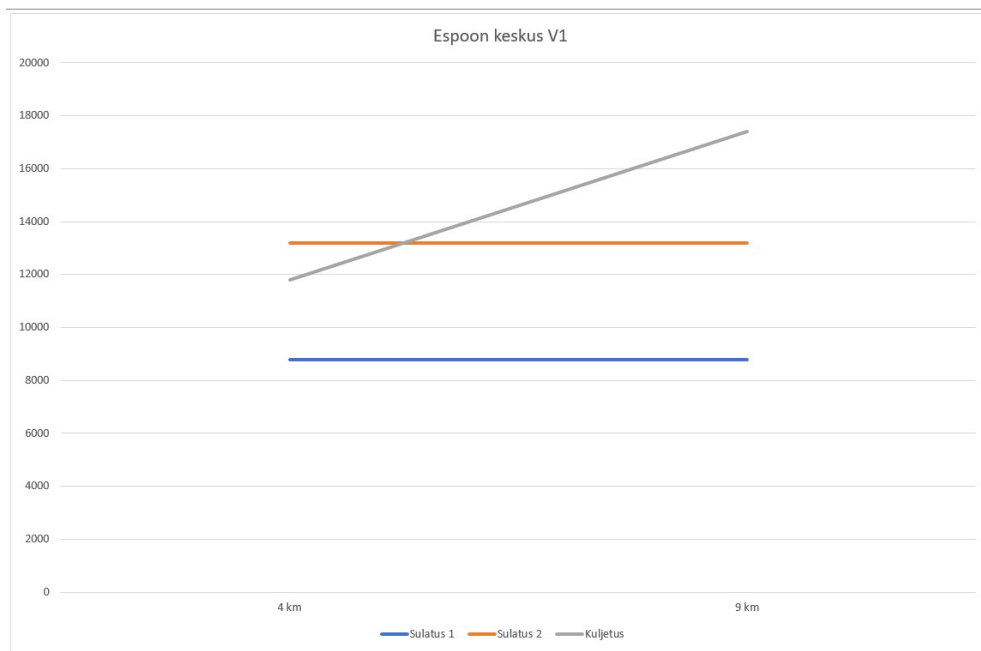
- Sulatusteho 306 m<sup>3</sup>/h
  - Sulatus kestää 69,4 h
- Polttoaineen kulutus 409 l/h
  - Polttoaineen hinta 1,099 €/l
- Sulatuksen hinta: 28 385 l \* 1,099 €/l = 31 195 €.

Tässä tapauksessa lumensulattaminen paikan päällä maksaisi Espoon kaupungille noin 21 900–32 900 euroa.

### 3.1.5 Johtopäätökset

Ensimmäisessä vertailussa, jossa lunta sataisi 8 cm, lumenkuljetus 9 kilometrin päähän Vanttilaan tulee selvästi kalliimmaksi kuin lumen sulattaminen paikan päällä. Kuljetus Vanttilaan maksaisi noin 17 400 euroa, kun taas lumensulatus, koneen tehosta riippuen, noin 8 800–13 200 euroa.

Sen sijaan kuljetus 4 kilometrin päähän Blominmäkeen maksaisi noin 11 800 euroa, joten tulisi muutama tuhat euroa kalliimmaksi kuin lumensulatus halvimmillaan. Lumensulattaminen on kalleimmillaan reilun tuhat euroa kalliimpaa kuin lumen kuljetus 4 km päähän Blominmäkeen. Graafissa 1 näkyvät graafisesti esitettynä kustannuserot ensimmäisestä vertailusta. Sulatus 1 on sulatus halvimmillaan ja sulatus 2 on sulatus kalleimmillaan.

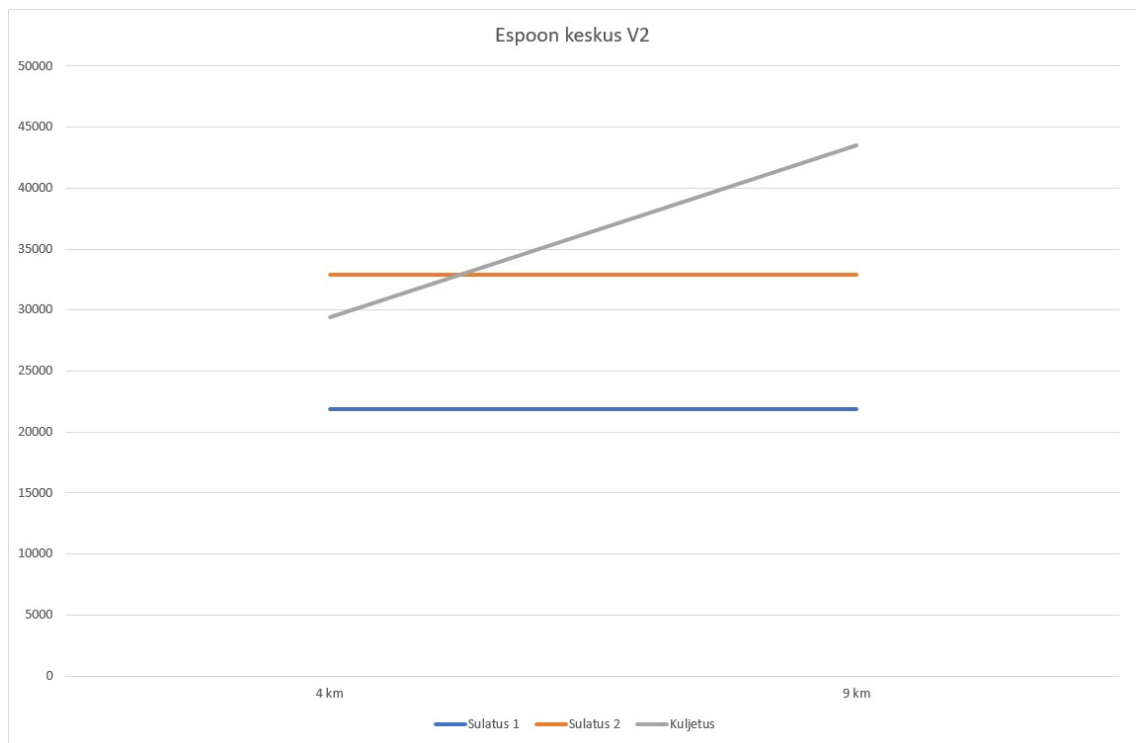


Graafi 1. Ensimmäisen vertailun tulokset taulukkomuodossa.

Myös toisessa vertailussa, jossa lunta sataisi 20 cm lumenkuljetus 9 kilometrin päähän Vanttilaan tulee selvästi kalliimmaksi kuin lumen sulattaminen paikan päällä. Kuljetus

Vanttilaan maksaisi noin 43 500 euroa, kun taas lumensulatus 21 900–32 900 euroa koneen tehosta riippuen.

Blominmäkeen kuljettaminen on selvästi kalliimpaa kuin lumensulatus halvimmillaan, mutta kalleimmillaan lumensulattaminen on muutama tuhat euroa kalliimpaa. Lumenkuljetus Blominmäkeen maksaisi kaupungille noin 29 400 euroa, kun lumensulattaminen maksaisi noin 21 900–32 900 euroa. Graafissa 2 näkyvät graafisesti esitettynä kustanuserot toisesta vertailusta. Sulatus 1 on sulatus halvimmillaan ja sulatus 2 on sulatus kalleimmillaan.



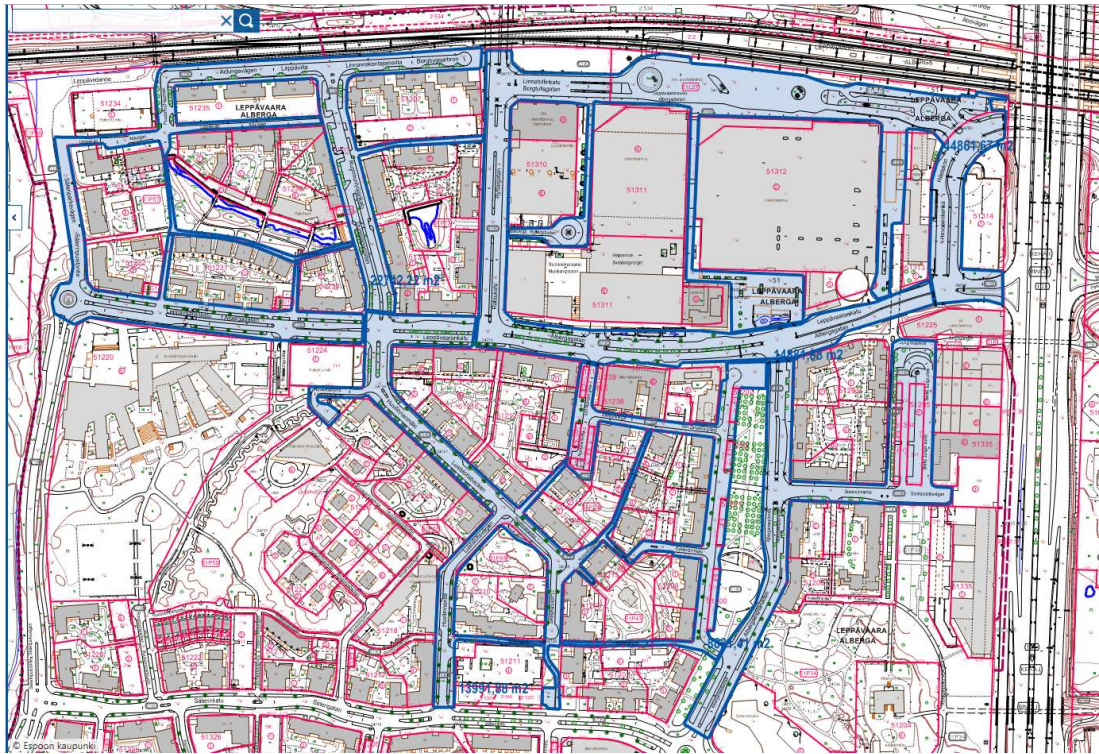
Graafi 2. Toisen vertailun tulokset taulukkomuodossa.

Näiden laskelmien perusteella lumensulattaminen paikan päällä Espoon keskuksessa on halvempaa kuin lumen kuljettaminen 9 kilometrin päähän Vanttilaan. Kuljetus 4 km:n päähän Blominmäkeen saattaa tulla joissain tapauksissa halvemmaksi kuin lumensulatus.

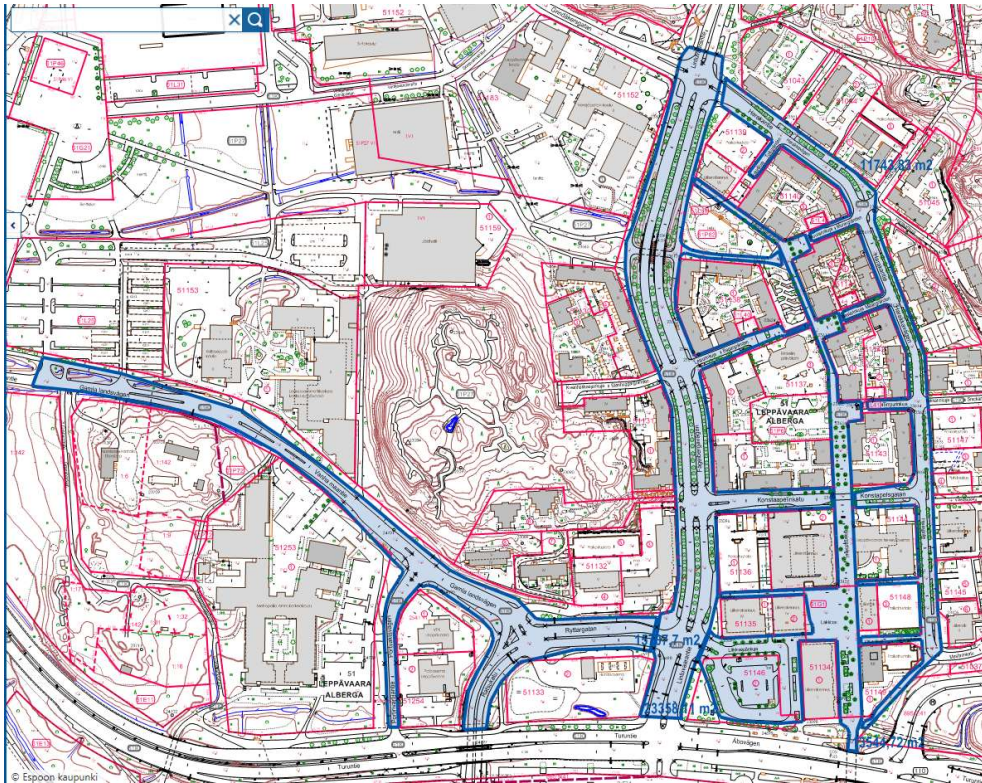


### 3.2 Leppävaara

Leppävaara on asukasluvultaan isoin Espoon kaupunkikeskuksista. Leppävaarassa asuu Espoon asukasluku vuodenvaihteessa 2015/2016 -selvityksen mukaan 43 288 ihmistä [15]. Kuvissa 4 ja 5 näkyvät Leppävaaran ytimessä olevat alueet, jotka on otettu mukaan laskuihin. Yhteensä aurattavaa pinta-alaa niissä on 169 713 m<sup>2</sup>.



Kuva 4. Aurattavan alueen pinta-ala 105 359,06 m<sup>2</sup>.



Kuva 5. Aurattavan alueen pinta-ala 64 354,36 m<sup>2</sup>.

### 3.2.1 Lumenkuljetus

Lähimmät lumensijoituspaikat Leppävaarasta katsottuna ovat Vanttila (20 km, 20 min), Blominmäki (15 km, 14 min), Kulmakorpi (18 km, 16 min). Vertailussa olen laskenut kuljetuskustannukset näihin kolmeen lumensijoituspaikkaan.

### 3.2.2 Lumensulatus

Lumensulatusvaihtoehdossa olen laskenut kustannukset, jotka syntyvät, jos lumi sulattettaisiin paikan päällä Leppävaarassa.

### 3.2.3 Vertailu 1

Ensimmäisessä vertailussa oletus on, että lunta on satanut yön aikana 8 cm. Lunta on tällöin aurattavana 13 577 m<sup>3</sup>.

Lumenkuljetus Vanttilaan

- 15 m<sup>3</sup>/h/kuorma-auto
  - 906 matkaa
- Yhden kuljetuksen aika edestakaisin 48 min
- Kymmenellä kuorma-autolla yhteensä 73 h
- Ostopalveluna 58,85 €/h auto
- Yhteensä 42 961 €.

#### Lumenkuljetus Blominmäkeen

- 15 m<sup>3</sup>/h/kuorma-auto
  - 906 matkaa
- Yhden kuljetuksen aika edestakaisin 36 min
- Kymmenellä kuorma-autolla yhteensä 55 h
- Ostopalveluna 58,85 €/h auto
- Yhteensä 32 368 €.

#### Lumenkuljetus Kulmakorpeen

- 15 m<sup>3</sup>/h/kuorma-auto
  - 906 matkaa
- Yhden kuljetuksen aika edestakaisin 40 min
- Kymmenellä kuorma-autolla yhteensä 61 h
- Ostopalveluna 58,85 €/h auto
- Yhteensä 35 899 €.

Tässä tapauksessa lumenkuljettaminen maksaisi noin 32 400–43 000 euroa Espoon kaupungille.

#### Lumensulatus paikan päällä teholla 230 m<sup>3</sup>/h

- Sulatusteho 230 m<sup>3</sup>/h

- Sulatus kestää 59,0 h
- Polttoaineen kulutus 216 l/h
  - Polttoaineen hinta 1,099 €/l
- Sulatuksen hinta:  $12\,744\text{ l} * 1,099\text{ €/l} = 14\,006\text{ €}$ .

Lumensulatus paikan päällä teholla 153 m<sup>3</sup>/h

- Sulatusteho 153 m<sup>3</sup>/h
  - Sulatus kestää 88,7 h
- Polttoaineen kulutus 216 l/h
  - Polttoaineen hinta 1,099 €/l
- Sulatuksen hinta:  $19\,159\text{ l} * 1,099\text{ €/l} = 21\,056\text{ €}$ .

Lumensulatus paikan päällä teholla 306 m<sup>3</sup>/h

- Sulatusteho 306 m<sup>3</sup>/h
  - Sulatus kestää 44,4 h
- Polttoaineen kulutus 409 l/h
  - Polttoaineen hinta 1,099 €/l
- Sulatuksen hinta:  $18\,160\text{ l} * 1,099\text{ €/l} = 19\,958\text{ €}$ .

Tässä tapauksessa lumensulattaminen paikan päällä maksaisi Espoon kaupungille noin 14 000–21 100 euroa.

### 3.2.4 Vertailu 2

Toisessa vertailussa oletus on, että lunta on satanut yön aikana 20 cm. Lunta on tällöin aurattavana 33 943 m<sup>3</sup>.

Lumenkuljetus Vanttilaan

- 15 m<sup>3</sup>/h/kuorma-auto
  - 2 263 matkaa

- Yhden kuljetuksen aika edestakaisin 48 min
- Kymmenellä kuorma-autolla yhteensä 181 h
- Ostopalveluna 58,85 €/h auto
- Yhteensä 106 519 €.

#### Lumenkuljetus Blominmäkeen

- 15 m<sup>3</sup>/h/kuorma-auto
  - 2 263 matkaa
- Yhden kuljetuksen aika edestakaisin 36 min
- Kymmenellä kuorma-autolla yhteensä 136 h
- Ostopalveluna 58,85 €/h auto
- Yhteensä 80 036 €.

#### Lumenkuljetus Kulmakorpeen

- 15 m<sup>3</sup>/h/kuorma-auto
  - 2 263 matkaa
- Yhden kuljetuksen aika edestakaisin 40 min
- Kymmenellä kuorma-autolla yhteensä 151 h
- Ostopalveluna 58,85 €/h auto
- Yhteensä 88 864 €.

Tässä tapauksessa lumenkuljettaminen maksaisi noin 80 000–106 500 euroa Espoon kaupungille.

#### Lumensulatus paikan päällä teholla 230 m<sup>3</sup>/h

- Sulatusteho 230 m<sup>3</sup>/h
  - Sulatus kestää 147,6 h
- Polttoaineen kulutus 216 l/h



- Polttoaineen hinta 1,099 €/l
- Sulatuksen hinta:  $31\,882\text{ l} * 1,099\text{ €/l} = 35\,038\text{ €}$ .

Lumensulatus paikan päällä teholla 153 m<sup>3</sup>/h

- Sulatusteho 153 m<sup>3</sup>/h
  - Sulatus kestää 221,8 h
- Polttoaineen kulutus 216 l/h
  - Polttoaineen hinta 1,099 €/l
- Sulatuksen hinta:  $47\,909\text{ l} * 1,099\text{ €/l} = 52\,652\text{ €}$ .

Lumensulatus paikan päällä teholla 306 m<sup>3</sup>/h

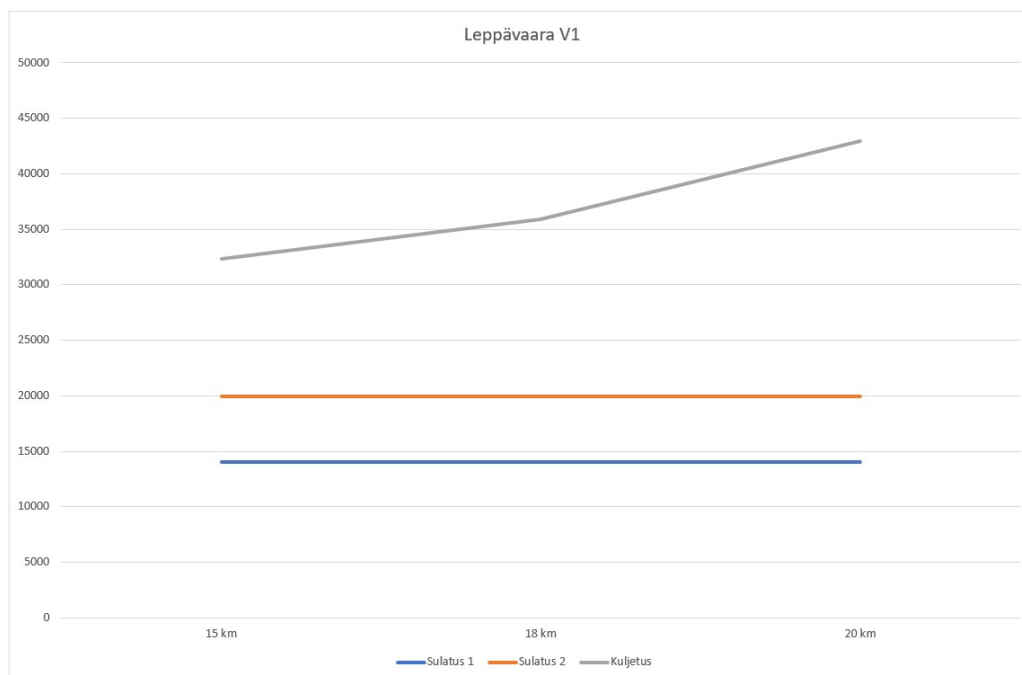
- Sulatusteho 306 m<sup>3</sup>/h
  - Sulatus kestää 110,9 h
- Polttoaineen kulutus 409 l/h
  - Polttoaineen hinta 1,099 €/l
- Sulatuksen hinta:  $45\,358\text{ l} * 1,099\text{ €/l} = 49\,848\text{ €}$ .

Tässä tapauksessa lumensulattaminen paikan päällä maksaisi Espoon kaupungille noin 35 000–52 700 euroa.

### 3.2.5 Johtopäätökset

Ensimmäisessä vertailussa, jossa lunta satoi 8 cm, lumensulattaminen paikan päällä Leppävaarassa tulee selvästi halvemmaksi kuin kuljettaminen lähimpinä oleviin lumen-vastaanottoaikoille. Lumenkuljetus vastaanottoaikoille maksaisi 32 400–43 000 euroa, kun taas lumensulattaminen maksaa vain 14 000–21 100 euroa.

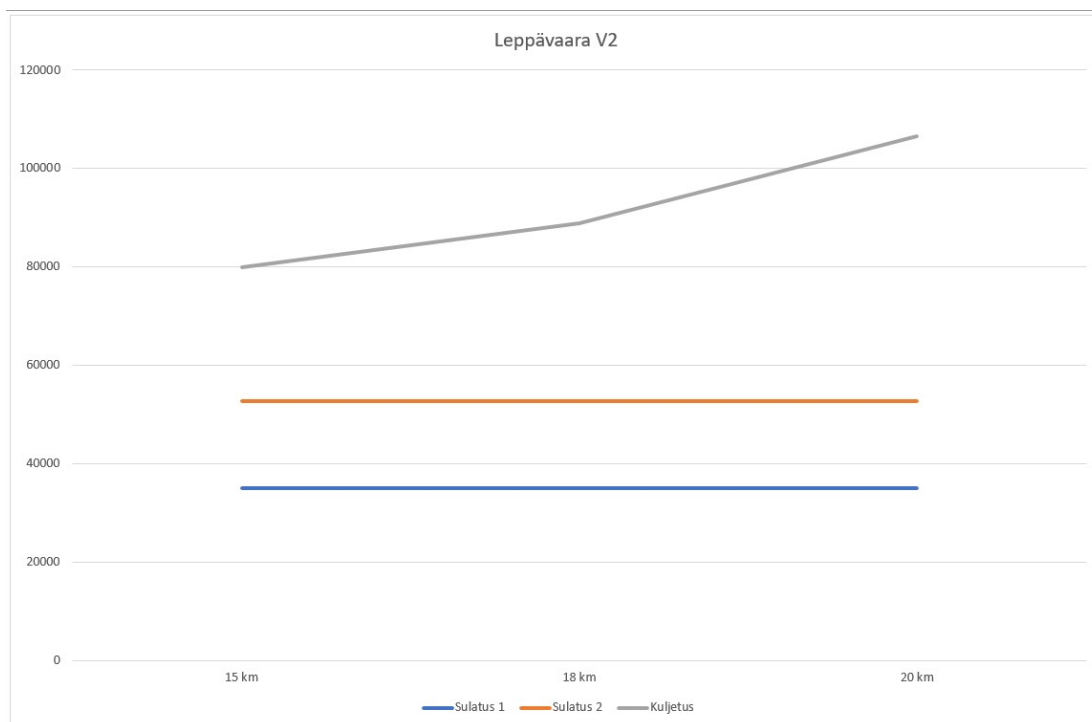
Lähin lumen vastaanottoaika olisi Blominmäki, jonne on 15 kilometriä Leppävaarasta. Kuljetus sinne maksaisi noin 32 400 euroa, kun taas lumensulatus maksaa kalleimmillaankin laskujen mukaan vain 21 100 euroa. Alla olevassa graafissa 3 näkyvät ensimmäisen vertailun tulokset graafisessa muodossa. Sulatus 1 on lumensulattaminen halvimmillaan ja sulatus 2 on lumensulatus kalleimmillaan.



Graafi 3. Ensimmäisen vertailun tulokset.

Toisessa vertailussa, jossa lunta satoi 20 cm, tulos pysyy samana. Lumensulattaminen paikan päällä Leppävaarassa on selvästi halvempaa. Kuljettaminen maksaisi 80 000–106 500 euroa, kun taas lumensulatus maksaisi 35 000–52 700 euroa.

Lähimmälle lumen vastaanotto paikalle Blominmäkeen 15 kilometrin päähän kuljetus maksaisi noin 80 000 euroa, kun taas lumensulatus maksaisi kalleimmillaan 52 700 euroa. Graafissa 4 näkyvät toisen vertailun tulokset graafisessa muodossa. Sulatus 1 on lumensulattaminen halvimmillaan ja sulatus 2 on lumensulatus kalleimmillaan.



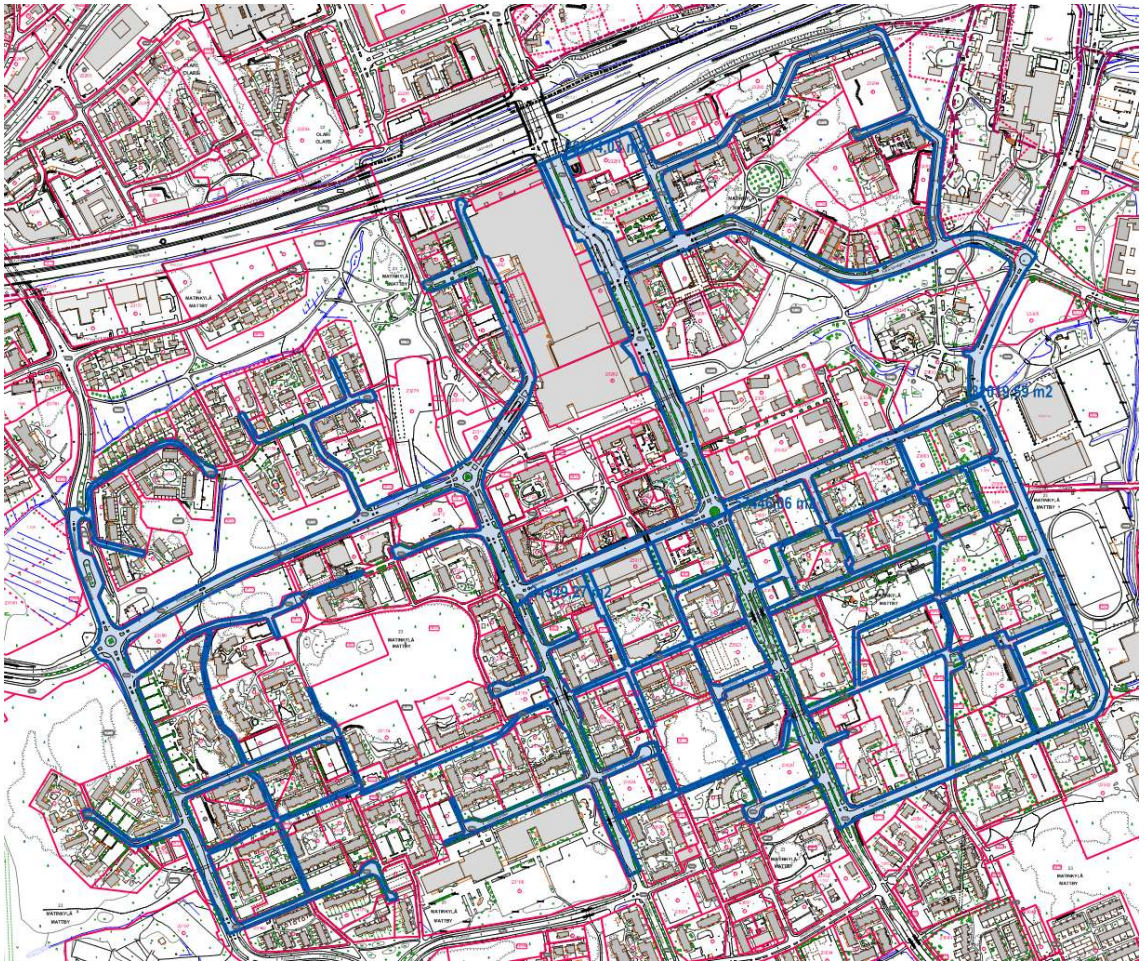
Graafi 4. Toisen vertailun tulokset taulukkomuodossa.

Näiden laskelmien perusteella lumensulattaminen paikan päällä Leppävaarassa on halvempaa kuin lumen kuljettaminen lähimmille vastaanottoaikoille. Vertailujen kesken ei ole havaittu tuloksissa merkittäviä eroja, joten voidaan todeta, että sataneen lumen määrä ei vaikuta kustannuksiin ratkaisevasti. Seuraavissa kaupunkikeskuksissa käytetään vain yhtä vertailua.

### 3.3 Matinkylä

Matinkylä on yksi Espoon viidestä kaupunkikeskuksesta. Matinkylässä asuu Espoon asukasluku vuodenvaihteessa 2015/2016 -selvityksen mukaan 20 397 ihmistä [15]. Kuvassa 6 näkyvät vertailuun lasketut aurattavat pinnat, joita on yhteensä 202 289 m<sup>2</sup>.





Kuva 6. Aurattavan alueen pinta-ala Matinkylässä 202 288,95 m<sup>2</sup>.

### 3.3.1 Lumenkuljetus

Matinkylää lähimmät lumenvastaanottoaikat ovat Sammalvuori (6.4 km, 10 min) ja Vanttila (10.4 km, 12 min). Vertailussa olen laskenut kuljetuskustannukset näihin kahteen lumensijoituspaikkaan.

### 3.3.2 Lumensulatus

Lumensulatus vaihtoehdossa olen laskenut kustannukset, jotka syntyvät, jos lumi sulattaisiin paikan päällä Matinkylässä.

### 3.3.3 Vertailu

Vertailussa oletus on, että lunta on satanut yön aikana 8 cm. Lunta on tällöin aurattavana 16 183 m<sup>3</sup>.

#### Lumenkuljetus Sammalvuoreen

- 15 m<sup>3</sup>/h/kuorma-auto
  - 1 079 matkaa
- Yhden kuljetuksen aika edestakaisin 28 min
- Kymmenellä kuorma-autolla yhteensä 51 h
- Ostopalveluna 58,85 €/h auto
- Yhteensä 30 014 €.

#### Lumenkuljetus Vanttilaan

- 15 m<sup>3</sup>/h/kuorma-auto
  - 1 079 matkaa
- Yhden kuljetuksen aika edestakaisin 32 min
- Kymmenellä kuorma-autolla yhteensä 58 h
- Ostopalveluna 58,85 €/h auto
- Yhteensä 34 133 €.

Tässä tapauksessa lumenkuljettaminen maksaisi noin 30 000–34 100 euroa Espoon kaupungille.

#### Lumensulatus paikan päällä teholla 230 m<sup>3</sup>/h

- Sulatusteho 230 m<sup>3</sup>/h
  - Sulatus kestää 70,4 h
- Polttoaineen kulutus 216 l/h
  - Polttoaineen hinta 1,099 €/l

- Sulatuksen hinta:  $15\,207\text{ l} * 1,099\text{ €/l} = 16\,712\text{ €}$ .

Lumensulatus paikan päällä teholla  $153\text{ m}^3/\text{h}$

- Sulatusteho  $153\text{ m}^3/\text{h}$ 
  - Sulatus kestää 105,8 h
- Polttoaineen kulutus  $216\text{ l/h}$ 
  - Polttoaineen hinta  $1,099\text{ €/l}$
- Sulatuksen hinta:  $22\,853\text{ l} * 1,099\text{ €/l} = 25\,115\text{ €}$ .

Lumensulatus paikan päällä teholla  $306\text{ m}^3/\text{h}$

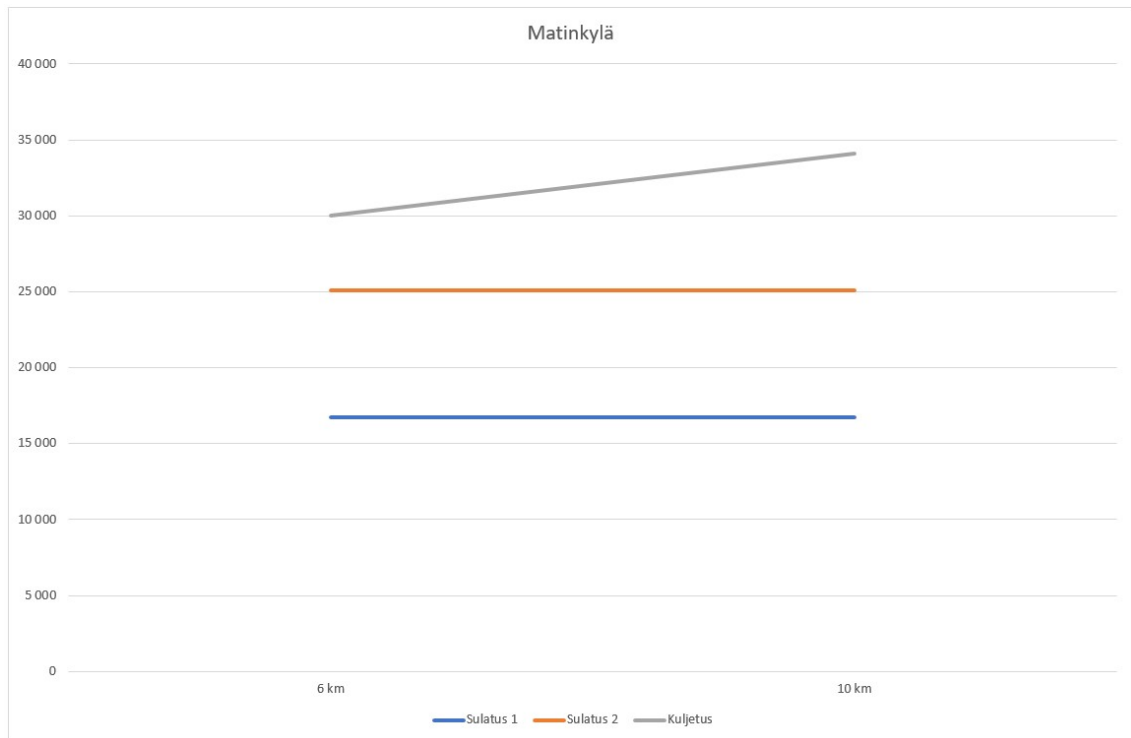
- Sulatusteho  $306\text{ m}^3/\text{h}$ 
  - Sulatus kestää 52,9 h
- Polttoaineen kulutus  $409\text{ l/h}$ 
  - Polttoaineen hinta  $1,099\text{ €/l}$
- Sulatuksen hinta:  $21\,636\text{ l} * 1,099\text{ €/l} = 23\,778\text{ €}$ .

Tässä tapauksessa lumensulattaminen paikan päällä maksaisi Espoon kaupungille noin 16 700–25 100 euroa.

#### 3.3.4 Johtopäätökset

Vertailussa lumensulattaminen paikan päällä Matinkylässä tulee selvästi halvemmaksi kuin kuljettaminen lähimpinä oleviin lumenvastaanottoapaikoille. Lumenkuljetus vastaanottoapaikoille maksaisi 30 000–34 100 euroa, kun taas lumensulattaminen maksaa vain 16 700–25 100 euroa.

Lähin lumen vastaanottoaika olisi Sammalvuori, jonne on 6,4 kilometriä Matinkylästä. Kuljetus sinne maksaisi noin 30 000 euroa, kun taas lumensulatus maksaa kalleimmillaankin laskujen mukaan vain 25 100 euroa. Graafissa 5 näkyvät vertailun tulokset graafisessa muodossa. Sulatus 1 on lumensulattaminen halvimmillaan ja sulatus 2 on lumen sulatus kalleimmillaan.

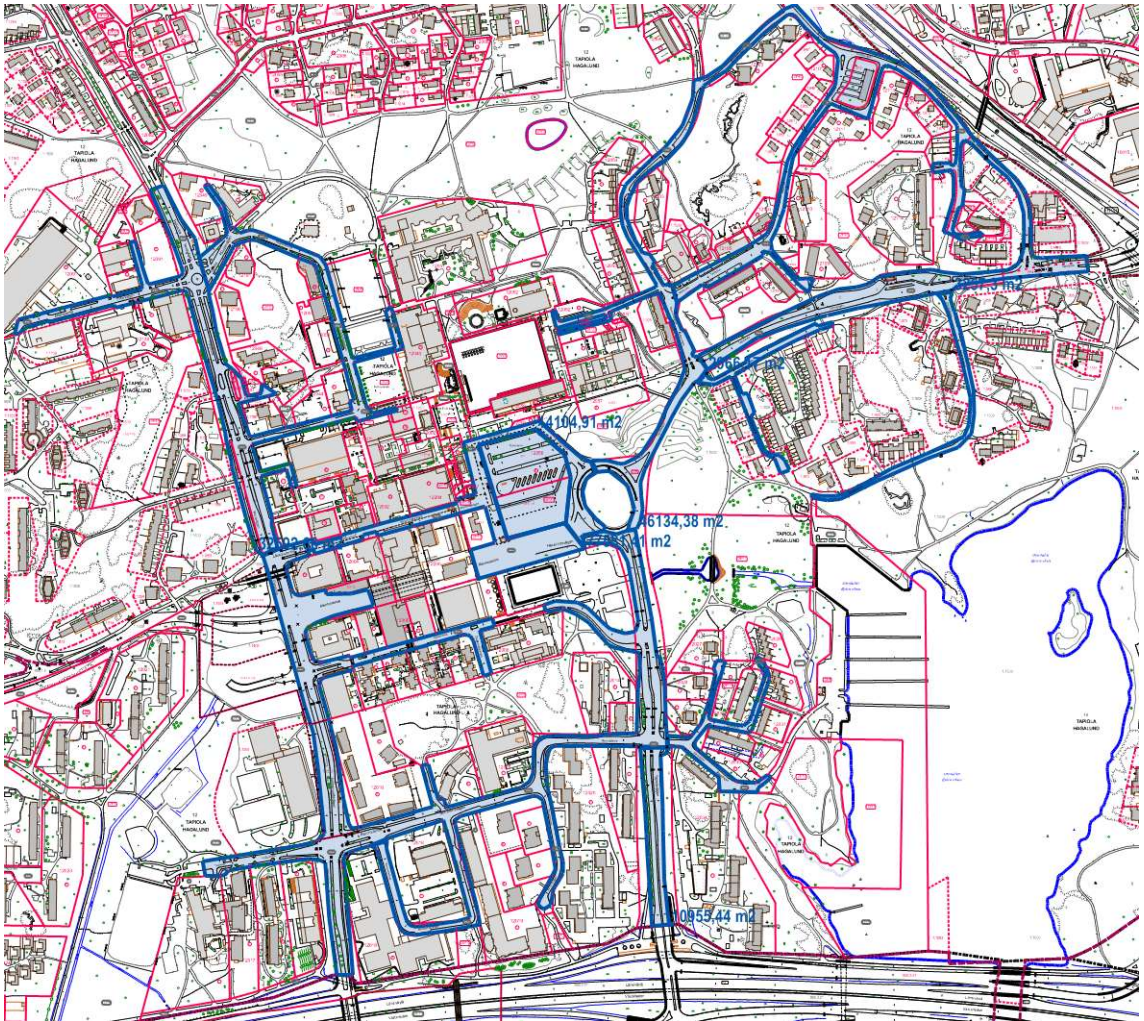


Graafi 5. Vertailun tulokset taulukkomuodossa.

### 3.4 Tapiola

Tapiola on yksi Espoon viidestä kaupunkikeskuksesta. Tapiolassa asuu Espoon asukasluku vuodenvaihteessa 2015/2016 -selvityksen mukaan 20 538 ihmistä [15]. Kuvassa 7 näkyvät vertailuun lasketut aurattavat pinnat, joita on yhteensä 187 592 m<sup>2</sup>.





Kuva 7. Aurattavan alueen pinta-ala Tapiolassa 187 592,27 m<sup>2</sup>.

### 3.4.1 Lumenkuljetus

Lähimmät lumensijoituspaikat Tapiolasta katsottuna ovat Sammalvuori (10.6 km, 16 min) ja Blominmäki (19.3 km, 18 min). Vertailussa olen laskenut kuljetuskustannukset näihin kahteen lumensijoituspaikkaan.

### 3.4.2 Lumensulatus

Lumensulatusvaihtoehdossa olen laskenut kustannukset, jotka syntyvät, jos lumi sulattaisiin paikan päällä Tapiolassa.

### 3.4.3 Vertailu 1

Ensimmäisessä vertailussa oletus on, että lunta on satanut yön aikana 8 cm. Lunta on tällöin aurattavana 15 007 m<sup>3</sup>.

#### Lumenkuljetus Sammalvuoreen

- 15 m<sup>3</sup>/h m<sup>3</sup>/h/kuorma-auto
  - 1 000 matkaa
- Yhden kuljetuksen aika edestakaisin 40 min
- Kymmenellä kuorma-autolla yhteensä 67 h
- Ostopalveluna 58,85 €/h auto
- Yhteensä 39 430 €.

#### Lumenkuljetus Blominmäkeen

- 15 m<sup>3</sup>/h/kuorma-auto
  - 1 000 matkaa
- Yhden kuljetuksen aika edestakaisin 44 min
- Kymmenellä kuorma-autolla yhteensä 74 h
- Ostopalveluna 58,85 €/h auto
- Yhteensä 43 549 €.

Tässä tapauksessa lumenkuljettaminen maksaisi noin 39 400–43 500 euroa Espoon kaupungille.

#### Lumensulatus paikan päällä teholla 230 m<sup>3</sup>/h

- Sulatusteho 230 m<sup>3</sup>/h
  - Sulatus kestää 65,3 h
- Polttoaineen kulutus 216 l/h
  - Polttoaineen hinta 1,099 €/l

- Sulatuksen hinta:  $14\,105\text{ l} * 1,099\text{ €/l} = 15\,501\text{ €}$ .

Lumensulatus paikan päällä teholla  $153\text{ m}^3/\text{h}$

- Sulatusteho  $153\text{ m}^3/\text{h}$ 
  - Sulatus kestää  $98,1\text{ h}$
- Polttoaineen kulutus  $216\text{ l/h}$ 
  - Polttoaineen hinta  $1,099\text{ €/l}$
- Sulatuksen hinta:  $21\,190\text{ l} * 1,099\text{ €/l} = 23\,288\text{ €}$ .

Lumensulatus paikan päällä teholla  $306\text{ m}^3/\text{h}$

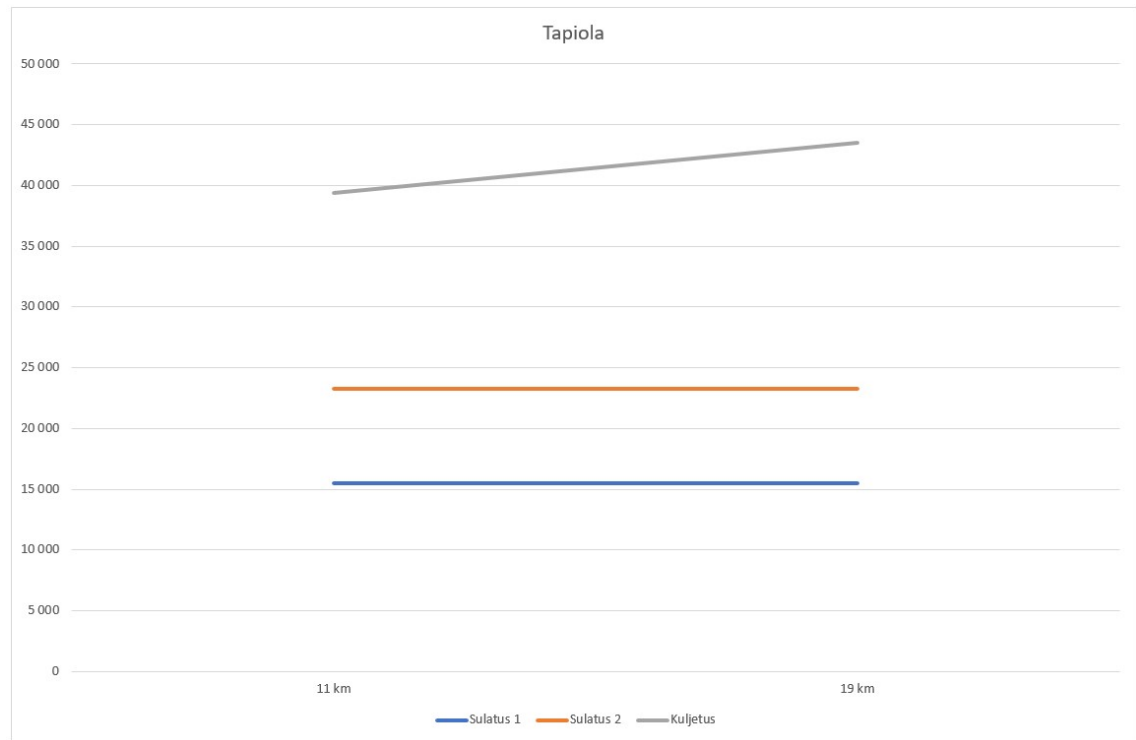
- Sulatusteho  $306\text{ m}^3/\text{h}$ 
  - Sulatus kestää  $49,0\text{ h}$
- Polttoaineen kulutus  $409\text{ l/h}$ 
  - Polttoaineen hinta  $1,099\text{ €/l}$
- Sulatuksen hinta:  $20\,041\text{ l} * 1,099\text{ €/l} = 22\,025\text{ €}$ .

Tässä tapauksessa lumensulattaminen paikan päällä maksaisi Espoon kaupungille noin  $15\,500\text{--}23\,300$  euroa.

#### 3.4.1 Johtopäätökset

Vertailussa lumensulattaminen paikan päällä Tapiolassa tulee selvästi halvemmaksi kuin kuljettaminen lähimpinä oleviin lumenvastaanottopaikoille. Lumenkuljetus vastaanotto- paikoille maksaisi  $39\,400\text{--}43\,500$  euroa, kun taas lumensulattaminen maksaa vain  $15\,500\text{--}23\,300$  euroa.

Lähin lumen vastaanottoaika olisi Sammalvuori, jonne on  $10,6$  kilometriä Tapiolasta. Kuljetus sinne maksaisi noin  $39\,400$  euroa, kun taas lumensulatus maksaa kalleimmillaankin laskujen mukaan vain  $23\,300$  euroa. Graafissa 6 näkyy vertailun tulokset graafisessa muodossa. Sulatus 1 on lumensulattaminen halvimmillaan ja sulatus 2 on lumensulatus kalleimmillaan.

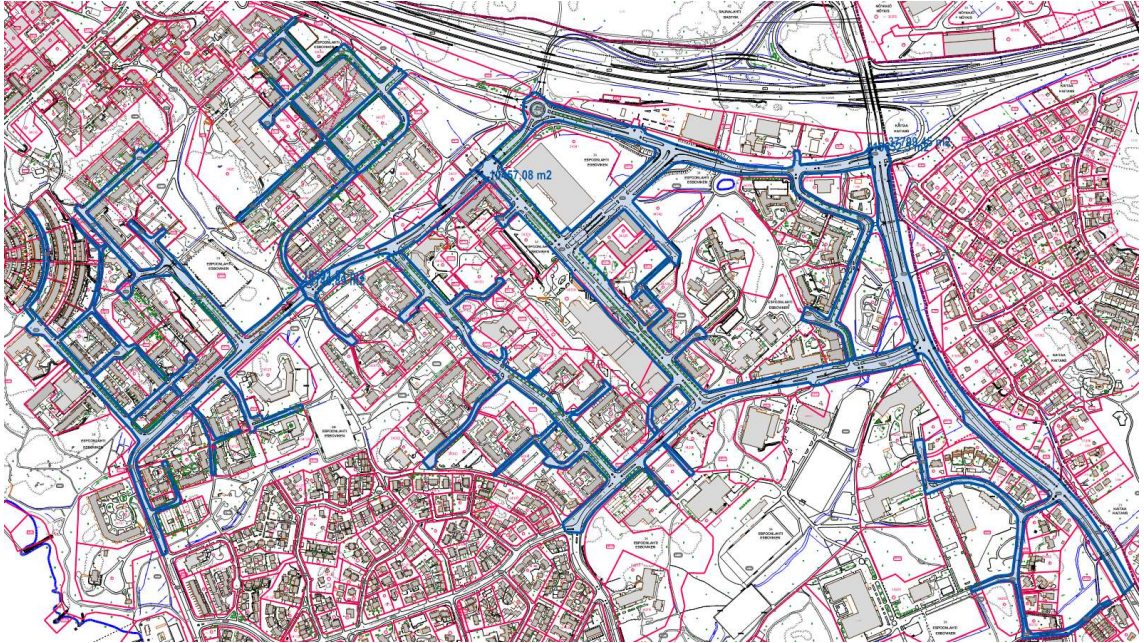


Graafi 6. Vertailun tulokset taulukkomuodossa.

### 3.5 Espoonlahti

Espoonlahti on yksi Espoon viidestä kaupunkikeskuksesta. Espoonlahdessa asuu Espoon asukasluku vuodenvaihteessa 2015/2016 -selvityksen mukaan ihmistä [15]. Kuvassa 8 näkyvät vertailuun lasketut aurattavat pinnat, joita on yhteensä 220 648 m<sup>2</sup>.





Kuva 8. Aurattavan alueen pinta-ala Espoonlahdessa 220 647,73 m<sup>2</sup>.

### 3.5.1 Lumenkuljetus

Lähimmät lumensijoituspaikat Espoonlahdesta katsottuna ovat Sammalvuori (1,3 km, 3 min) ja Vanttila (6,6 km, 10 min). Vertailussa olen laskenut kuljetuskustannukset näihin kahteen lumensijoituspaikkaan.

### 3.5.2 Lumensulatus

Lumensulatusvaihtoehdossa olen laskenut kustannukset, jotka syntyvät, jos lumi sulattaisiin paikan päällä Espoonlahdessa.

### 3.5.3 Vertailu 1

Ensimmäisessä vertailussa oletus on, että lunta on satanut yön aikana 8 cm. Lunta on tällöin aurattavana 17 652 m<sup>3</sup>.

Lumenkuljetus Sammalvuoreen

- 15 m<sup>3</sup>/h/kuorma-auto

- 1 177 matkaa
- Yhden kuljetuksen aika edestakaisin 14 min
- Kymmenellä kuorma-autolla yhteensä 27,5 h
- Ostopalveluna 58,85 €/h auto
- Yhteensä 16 184 €.

#### Lumenkuljetus Vanttilaan

- 15 m<sup>3</sup>/h/kuorma-auto
- 1 177 matkaa
- Yhden kuljetuksen aika edestakaisin 28 min
- Kymmenellä kuorma-autolla yhteensä 54,9 h
- Ostopalveluna 58,85 €/h auto
- Yhteensä 32 309 €.

Tässä tapauksessa lumenkuljettaminen maksaisi noin 16 200–32 300 euroa Espoon kaupungille.

#### Lumensulatus paikan päällä teholla 230 m<sup>3</sup>/h

- Sulatusteho 230 m<sup>3</sup>/h
- Sulatus kestää 76,7 h
- Polttoaineen kulutus 216 l/h
- Polttoaineen hinta 1,099 €/l
- Sulatuksen hinta: 16 567 l \* 1,099 €/l = 18 058 €.

#### Lumensulatus paikan päällä teholla 153 m<sup>3</sup>/h

- Sulatusteho 153 m<sup>3</sup>/h
- Sulatus kestää 115,4 h
- Polttoaineen kulutus 216 l/h

- Polttoaineen hinta 1,099 €/l
- Sulatuksen hinta:  $24\,926\text{ l} * 1,099\text{ €/l} = 27\,394\text{ €}$ .

Lumensulatus paikan päällä teholla 306 m<sup>3</sup>/h

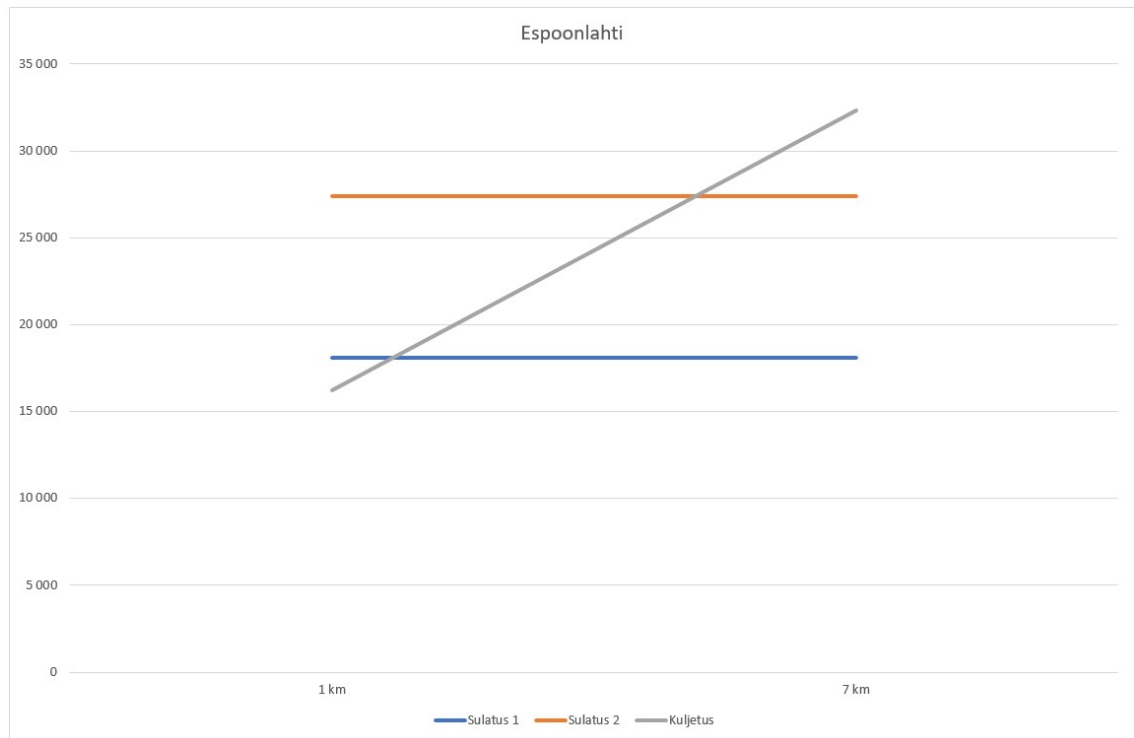
- Sulatusteho 306 m<sup>3</sup>/h
  - Sulatus kestää 57,7 h
- Polttoaineen kulutus 409 l/h
  - Polttoaineen hinta 1,099 €/l
- Sulatuksen hinta:  $23\,599\text{ l} * 1,099\text{ €/l} = 25\,935\text{ €}$ .

Tässä tapauksessa lumensulattaminen paikan päällä maksaisi Espoon kaupungille noin 18 100–27 400 euroa.

#### 3.5.4 Johtopäätökset

Lumenkuljetus vain 1,3 km päässä sijaitsevaan Sammalvuoreen tulee halvimmaksi vaihtoehdoksi. Se maksaa noin 16 200 euroa, kun taas lumensulattaminen maksaa noin 18 100–27 400 euroa. Lumensulattaminen tulee kuitenkin halvemmaksi kuin lumenkuljetus 6,6 km päähän Vanttilaan, joka maksaa noin 32 300 euroa.

Graafissa 6 näkyvät vertailun tulokset graafisessa muodossa. Sulatus 1 on lumensulattaminen halvimmillaan ja sulatus 2 on lumensulatus kalleimmillaan



Graafi 7. Vertailun tulokset taulukkomuodossa.

### 3.6 Vertailun tulokset

Testin tulokset ovat selkeät. Lumensulattaminen kaupunkikeskuksissa tulee melkein kaikissa tapauksissa Espoon kaupungille halvemmaksi kuin lumen kuljettaminen vastaanottoaikoille. Vertailussa mukana olleet lumenvastaanottoaikat sijaitsivat 1–20 kilometrin päässä Espoon kaupunkikeskuksista. Ainoastaan kilometrin päähän sijaitsevaan lumenvastaanottoaikalalle lumen kuljettaminen tulee selvästi edullisemmaksi kuin lumensulatus. Neljän kilometrin päässä olevalle lumenvastaanottoaikalalle lumen kuljettaminen tulee jo kalliimmaksi kuin lumensulatus halvimmillaan. Lumen kuljettaminen neljän kilometrin päähän tulee kuitenkin halvemmaksi kuin lumensulatus kalleimmillaan. Sen sijaan lumen kuljetus kuuden kilometrin päähän vastaanottoaikalalle tulee jo kalliimmaksi kuin lumensulatus kalleimmillaan.

Vertailujen pohjalta voidaan todeta, että neljän kilometrin etäisyys on aika lailla rajakohta. Alle neljän kilometrin päässä sijaitseville lumensulatuspaikoille lumen vieminen tulee halvemmaksi kuin lumensulattaminen, ja yli neljän kilometrin päässä sijaitseville paikoille lumenkuljetus tulee kalliimmaksi kuin lumensulattaminen.

## 4 Yhteenveto

Halvinta ja ekologisinta olisi, jos lunta ei tarvitsisi hävittää ollenkaan auruksen jälkeen, vaan kaduilla olisi riittävät tilat, johon auratut lumet voisi jättää. Sellainen ei kuitenkaan ole maankäytöllisestä näkökulmasta järkevää, eikä se myöskään olisi ympäristöltään erityisen viihtyisä. Kaupungin kasvaessa myös paine kaavoittaa lumensulatuspaikat muuhun käyttöön kasvaa. Tästä syystä tutkitaan uusia vaihtoehtoja lumenhoitoon.

Tässä opinnäytetyössä olen suorittanut kustannusvertailua lumensulattamisen ja lumen vastaanottopaikalle kuljettamisen välillä Espoon kaupunkikeskuksissa. Selvityksen perusteella lumensulattaminen tulee kaupungille taloudellisesti järkevämmäksi kuin lumen kuljettaminen vastaanottopaikoille lähes kaikissa kaupunkikeskuksissa. Tulosten perusteella lumensulattaminen tulee kaupungille halvemmaksi, kun lumenvastaanottopaikka on yli neljän kilometrin päässä.

Liikenteellisestä näkökulmasta myös lumensulattaminen on luultavasti parempi vaihtoehto, mutta tätä asiaa tulisi tutkia tarkemmin. Myös eri vaihtoehtojen vaikutusta ympäristöön pitäisi tutkia. Tällä hetkellä tiedetään, että lumensulatauskoneesta voi tehdä ympäristöystävällisemmän käyttämällä biopolttoaineita, jolloin voidaan joidenkin tutkimusten mukaan saavuttaa jopa 90 %:n säästöt kasvihuonepäästöissä verrattuna perinteisen dieselin käyttöön.

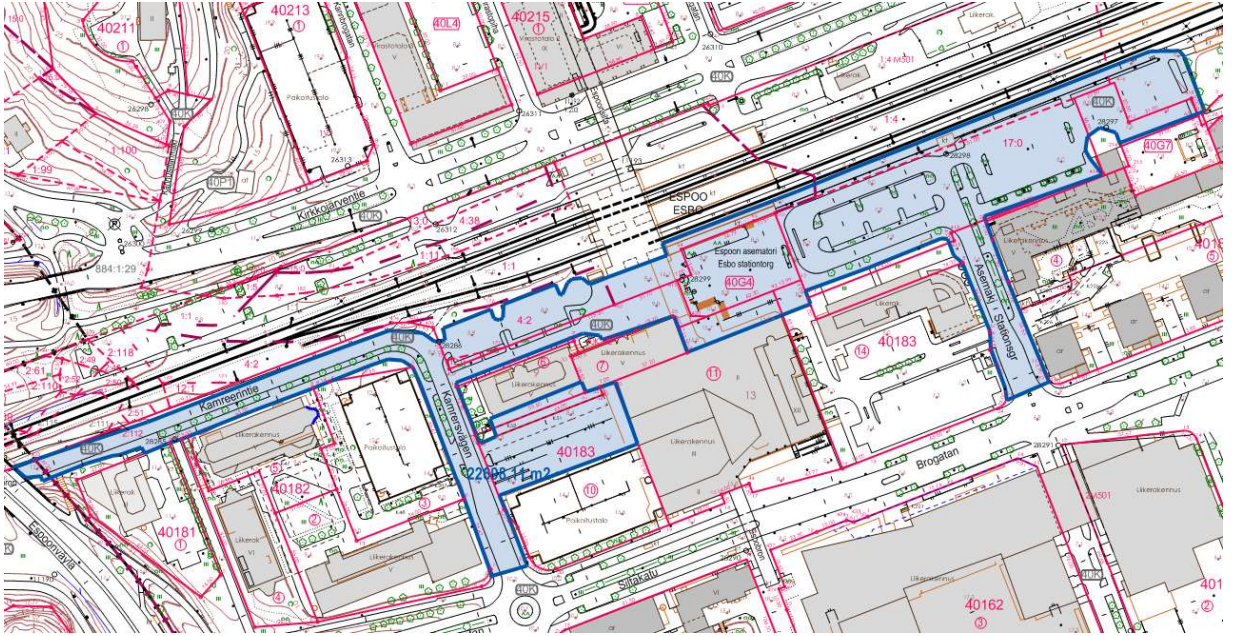
## Lähteet

- 1 Hanttu, Kaasinen, Kuusisto-Hjort, Rauhala, Korjus, Uusikauppila, Kämpe, Nuotio, Hakala. 2016. Selvitys auraslumien sijoittamisesta Espoossa. Espoo: Espoon kaupunki.
- 2 Lumesulatusta\_2013. 2013. Verkkodokumentti. Suomen videokanava. <<https://www.youtube.com/watch?v=6XI1rqrqoGo&sns=em>>. 26.3.2013. Luettu 13.1.2017.
- 3 Känkänen, Paavilainen, Järvinen, Hosiokangas, Jäntti. 2015. Lumensulatuslaitteen kokeilun seuranta Helsingissä. Verkkodokumentti. Helsingin kaupunki. <<http://www.hel.fi/static/hkr/temp/lumensulatus.pdf>>. 28.5.2015. Luettu 13.1.2017.
- 4 Operator's manual Trecan 40-PD, 60-PD & 80-PD snowmelters. 2016. Kanada: Trecan.
- 5 Trecan 80 – PD lumensulatus. 2014. Diaesitys. 12.06.2014.
- 6 Trecan snowmelters 80-PD production sheet. 2016. Kanada: Trecan.
- 7 Tarima Anu. 2016. HSY. Sähköpostikeskustelu. Vastaanotettu 25.11.2016.
- 8 Tekninen lautakunta. 2016. Lumensulatuslaite. Diasarja. Espoon kaupunki. 16.11.2016.
- 9 Kahden liiketontin myynti ja liiketontin varaus Laajalahdesta Nordic Real Estate Partners Oy:lle, kortteli 17060. 2016. Pöytäkirja. Espoon kaupunki. <<http://es-poo04.hosting.documenta.fi/kokous/2016364655-4.PDF>>. 7.3.2016. Luettu 6.2.2017.
- 10 Hakala Katja. 2017. Espoon kaupunki. Sähköpostikeskustelu. Vastaanotettu 9.1.2017.
- 11 Uusikauppila Teemu. 2016. Espoon kaupunki. Sähköpostikeskustelu. Vastaanotettu 19.1.2016
- 12 Nyberg Johanna. 2015. Häiriötilanteiden tilapäinen liityntäpysäköinti Espoossa. Verkkodokumentti. Espoon kaupunki. 20.5.2015. Luettu 17.2.2017.
- 13 Salo Leo, Uusikauppila Teemu. 2016. Espoon kaupunki. Sähköpostikeskustelu. Vastaanotettu 4.1.2016

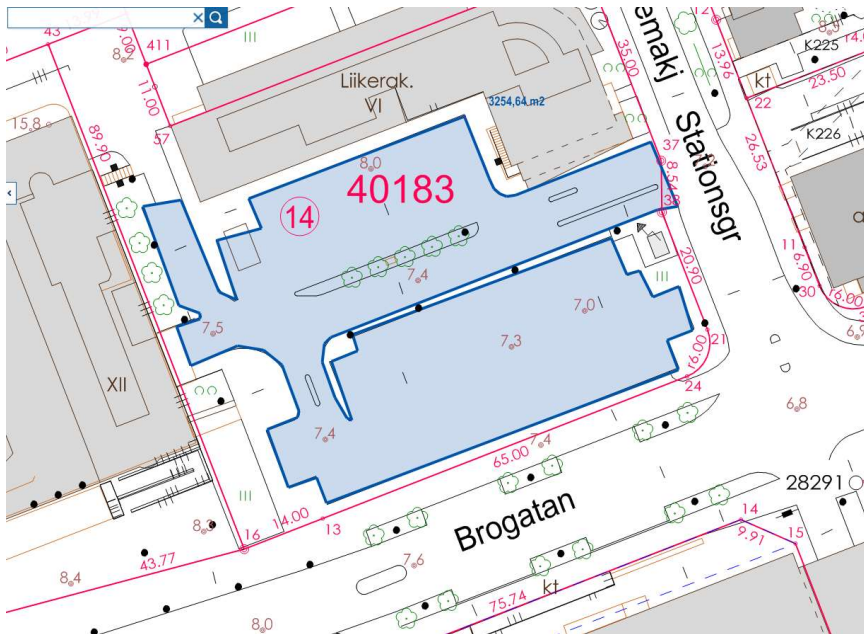
- 14 Polttoaineen hinta. 2017. Verkkodokumentti. <<http://www.polttoaine.net/index.php?cmd=oljy>>. Katsottu 6.2.2017.
- 15 Espoon asukasluku vuodenvaihteessa 2015/2016. 2016. Verkkodokumentti. Espoon kaupunki. <<http://www.espoo.fi/download/noname/%7BB0E935AE-0669-48B6-A11D-C765275B507A%7D/71023>>. Luettu 30.1.2017.



## Espoon keskuksen aurattavat alueet

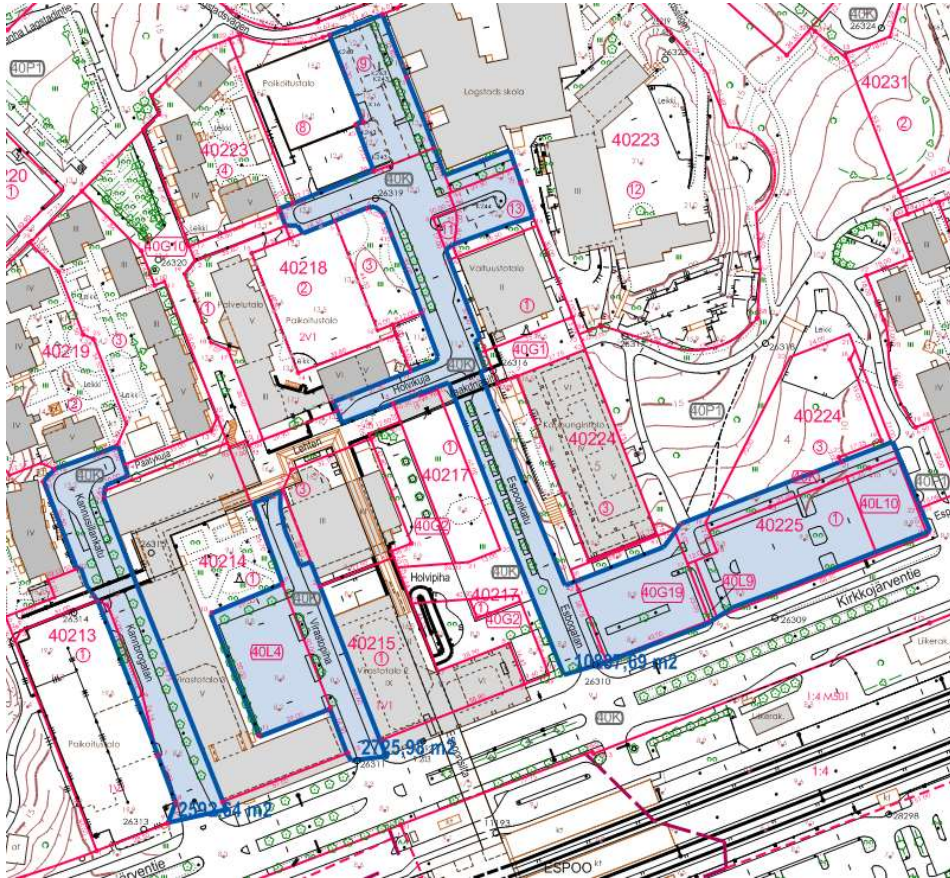


Aurattavan alueen pinta-ala 22 698 m<sup>2</sup>.

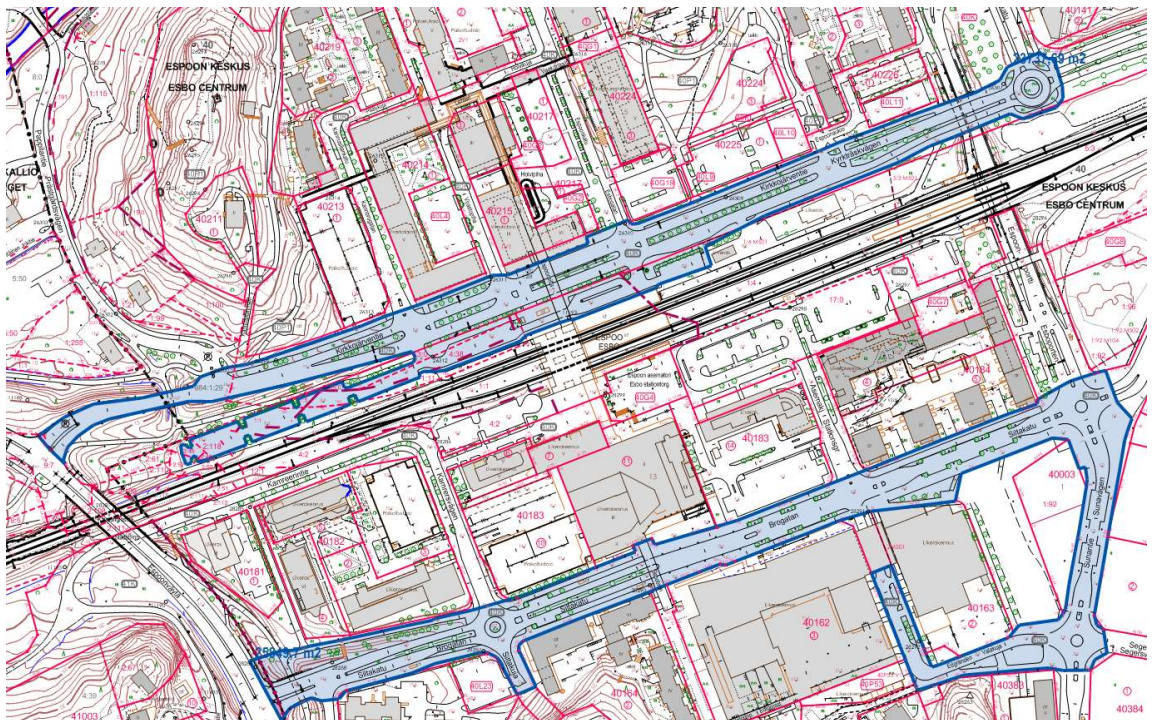


Aurattavan alueen pinta-ala 3 254 m<sup>2</sup>.



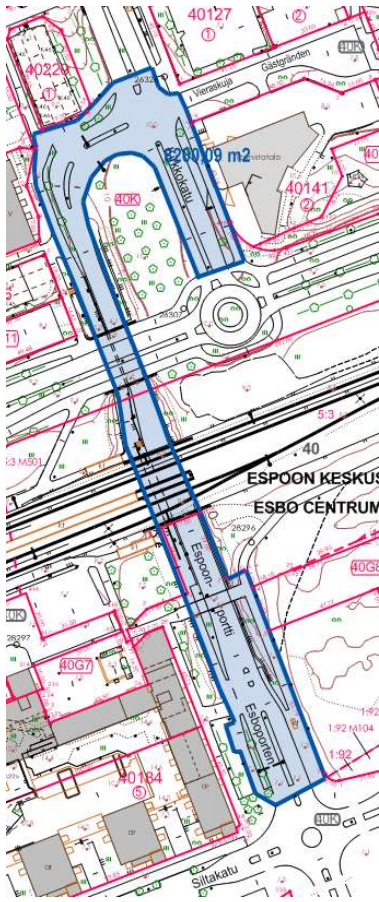


Aurattavan alueen pinta-ala 16 155 m<sup>2</sup>.

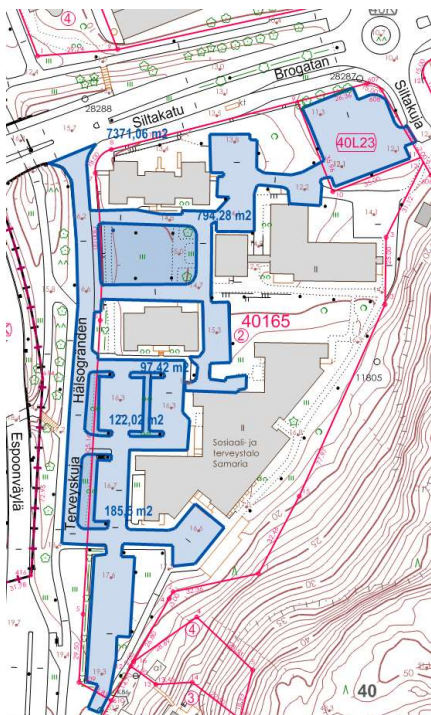


Aurattavan alueen pinta-ala 49 600 m<sup>2</sup>.





Aurattavan alueen pinta-ala 8 200 m<sup>2</sup>.



Aurattavan alueen pinta-ala 6 171 m<sup>2</sup>.

## Häiriötilanteiden tilapäiset lumensulatuspaikat Espoossa

## Häiriötilanteiden tilapäiset lumensulatuspaikat Espoossa

## Yhteenveto

Tämän selvityksen tavoitteena oli laatia suunnitelma väliaikaisista lumensulatuspaikoista häiriötilanteissa

## Sisällysluettelo

1 Lähtökohdat ja tavoitteet	4
2 Lumensulatuspaikat	4
2.1 Leppävaara urheilupuisto ja asema	6
2.2 Tapiolan urheilupuisto	7
2.3 Matinkylän urheilupuisto	8
2.4 Laaksoalahden urheilupuisto	9
2.5 Vihdintie, Kalajärvi	10

## 1 Lähtökohdat ja tavoitteet

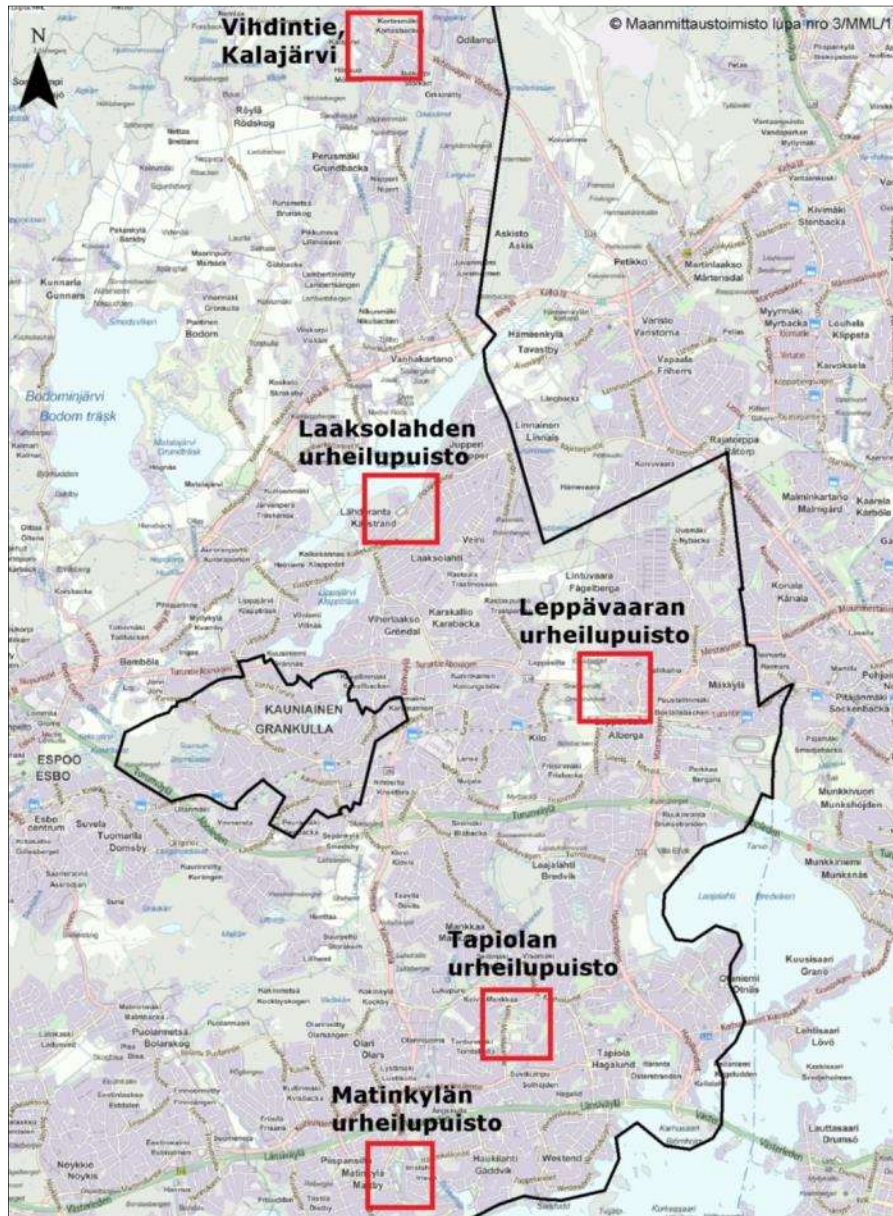
Espoon kaupunki on laatinut 20.5.2015 ”Häiriötilanteiden tilapäinen liityntäpysäköinti Espoossa” nimisen selvityksen, jossa on suunniteltu mihin voidaan ohjata autot parkkiin ja jatkaa siitä julkisella liikenteellä Helsinkiin, jos Helsinki tilapäisesti kieltää yksityisauto-liikenteen heikentyneen ilmanlaadun takia. Tämän työn tavoite on tehdä samanlainen selvitys lumensulatuksenpaikoista häiriötilanteissa.

Samoja pysäköintipaikkoja voidaan käyttää myös lumensulatukseseen häiriötilanteissa. Esimerkiksi, jos tulee todella runsaslumisia talvia ja lumenvastaanottoa paikkojen kapasiteetti ei riitä.

## 2 Lumensulatuspaikat

Häiriötilanteiden tilapäinen liityntäpysäköinti Espoossa -selvityksessä käytiin läpi kaikki HSL:n raportissa ”*Häiriötilanteiden tilapäinen liityntäpysäköinti Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelma-alueella*” (2014) Espoon kaupungin omistamille alueille esitetyt liityntäpysäköintialueet. Nämä alueet soveltuvat hyvin lumensulatuspaikoiksi häiriötilanteissa.

- Leppävaaran urheilupuisto ja asema (~680 autopaikkaa)
- Tapiolan urheilupuisto (~1 255 autopaikkaa)
- Matinkylän urheilupuisto (~150 autopaikkaa)
- Laaksoalahden urheilupuisto (~280 autopaikkaa)
- Vihdintie, Kalajärvi (~100 autopaikkaa)

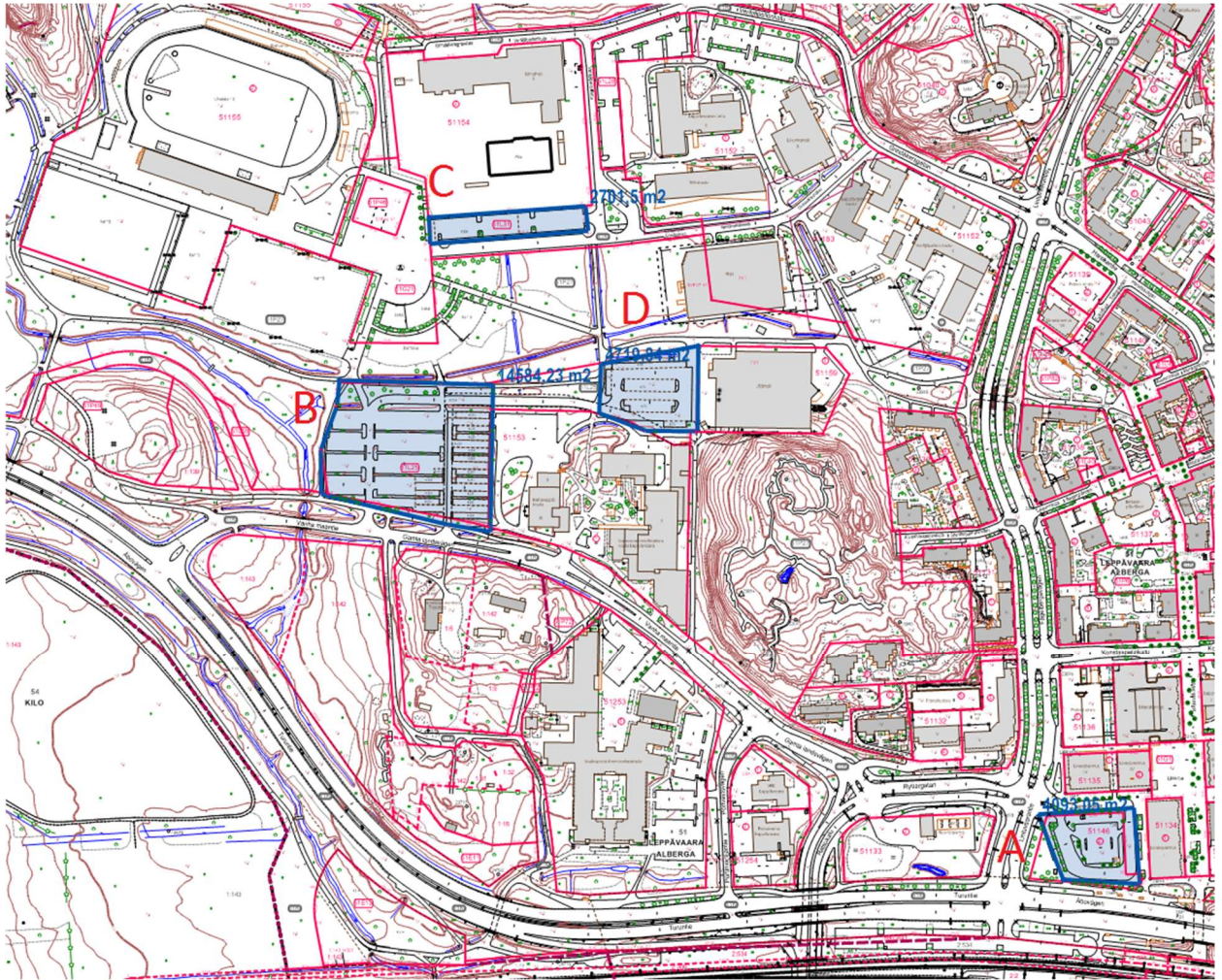


Kuva 1. Lumensulatuspaikat häiriötilanteissa.



## 2.1 Leppävaara urheilupuisto ja asema

- A – Läkkipänkujan pysäköintialue (4 093 m<sup>2</sup>),
- B – Leppävaaran urheilupuiston pysäköintialue (14 584 m<sup>2</sup>)
- C – Leppävaaran uimahallin pysäköintialue (2 702 m<sup>2</sup>) ja
- D – Leppävaaran jäähallin pysäköintialue (4 720 m<sup>2</sup>).

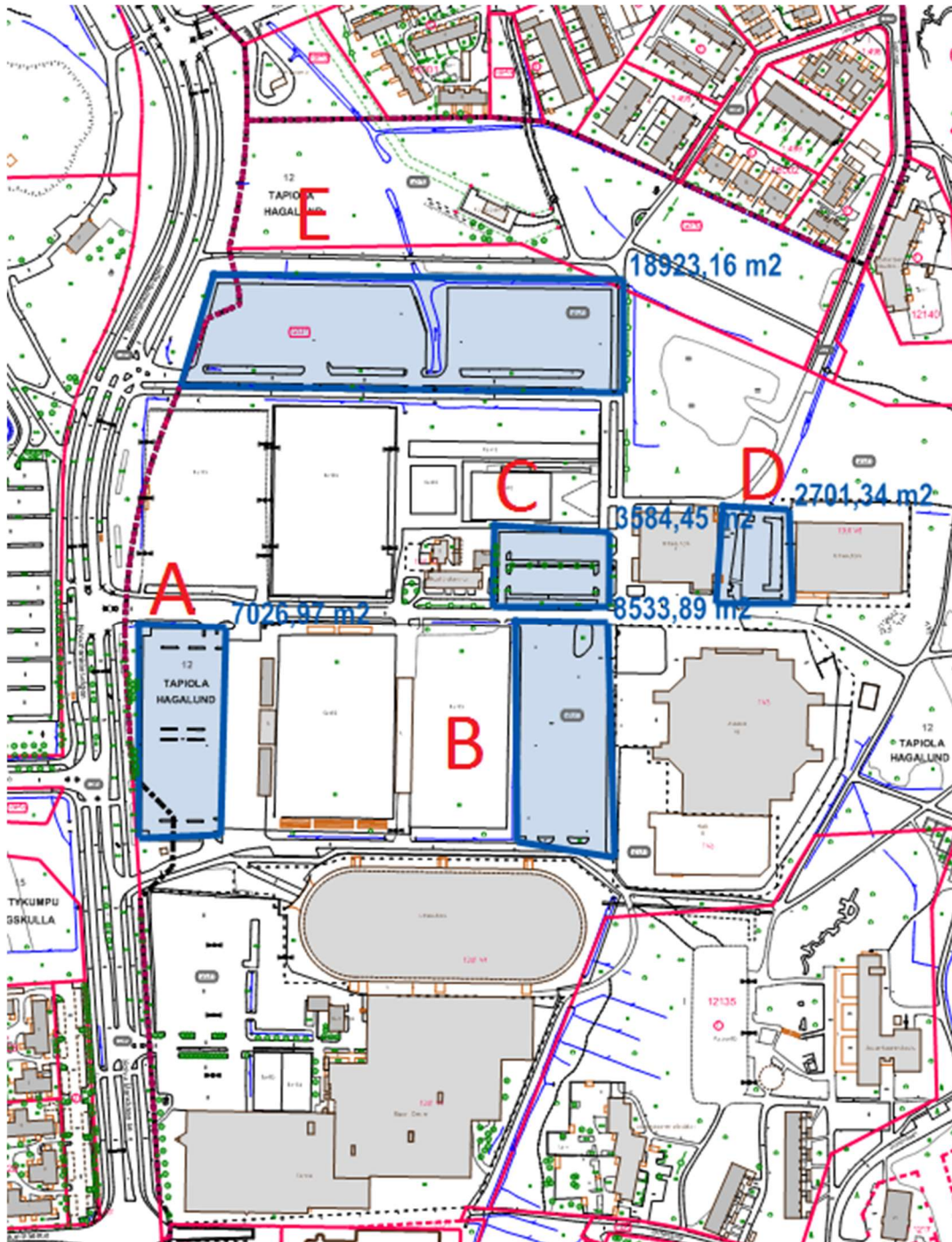


Kuva 2. Leppävaaran alueelle esitetyt lumensulatuspaikat.



## 2.2 Tapiolan urheilupuisto

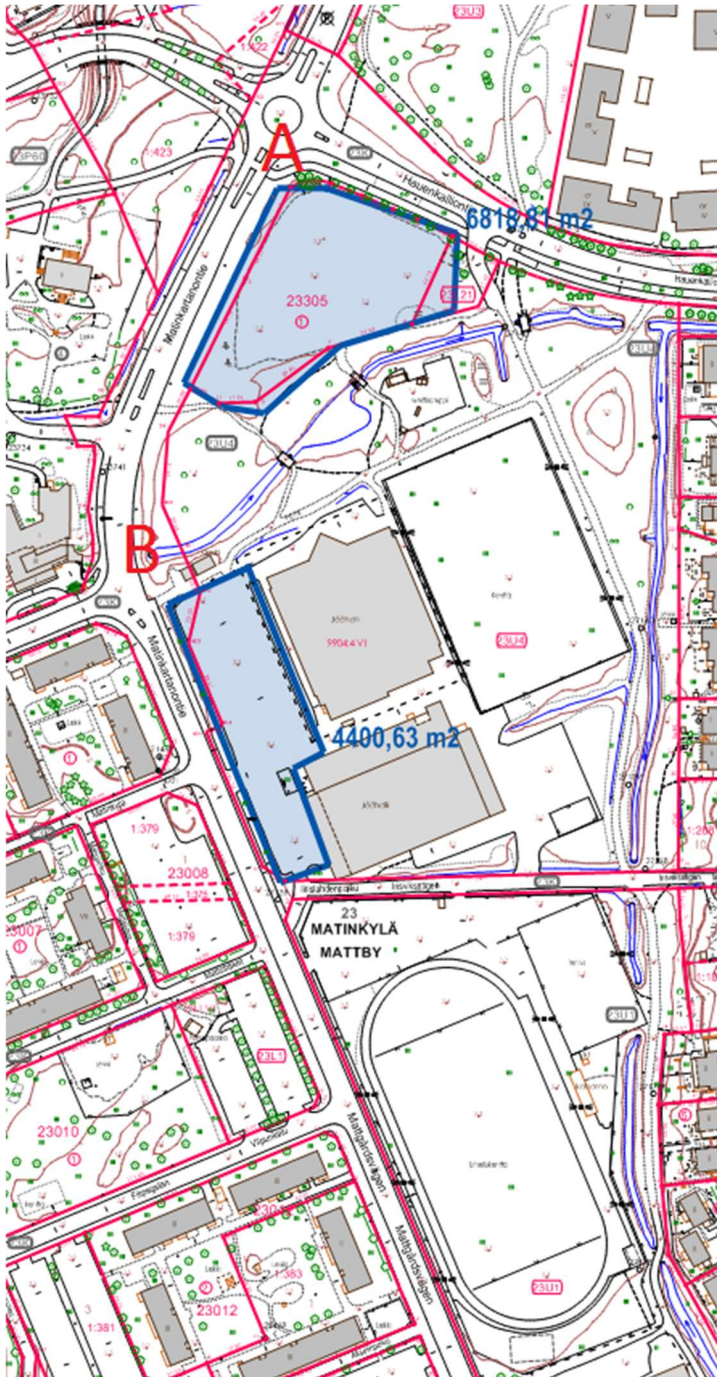
- Alue A (7 027 m<sup>2</sup>)
- Alue B (8 534 m<sup>2</sup>)
- Alue C (3 584 m<sup>2</sup>)
- Alue D (2 701 m<sup>2</sup>)
- Alue E (18 923 m<sup>2</sup>)



Kuva 3. Tapiolan urheilupuiston alueelle esitetyt lumensulatuspaikat.

### 2.3 Matinkylän urheilupuisto

- Alue A (6 819 m<sup>2</sup>)
- Alue B (4 401 m<sup>2</sup>)

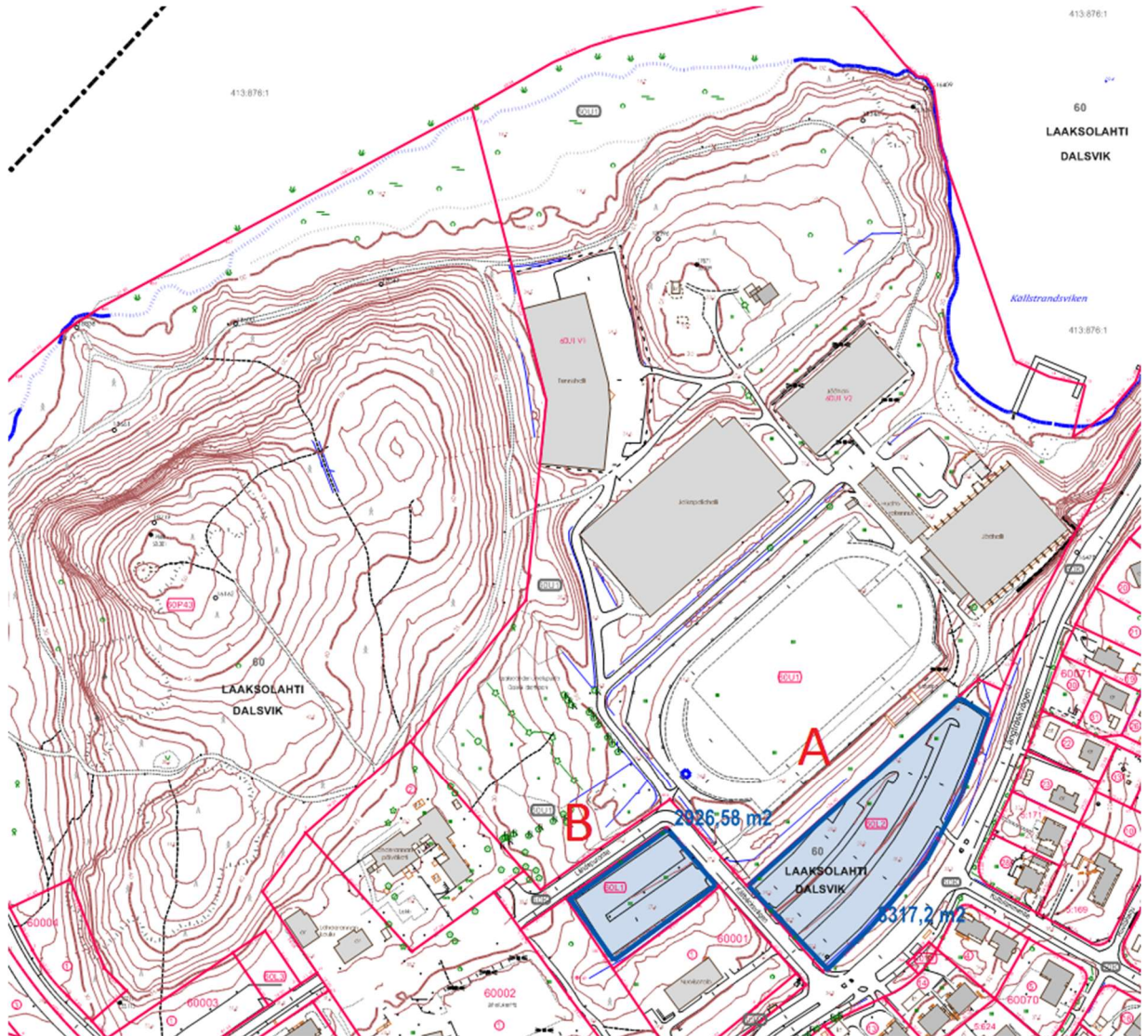


Kuva 4. Matinkylän urheilupuiston alueelle esitetyt lumensulatuspaikat.



## 2.4 Laaksolahden urheilupuisto

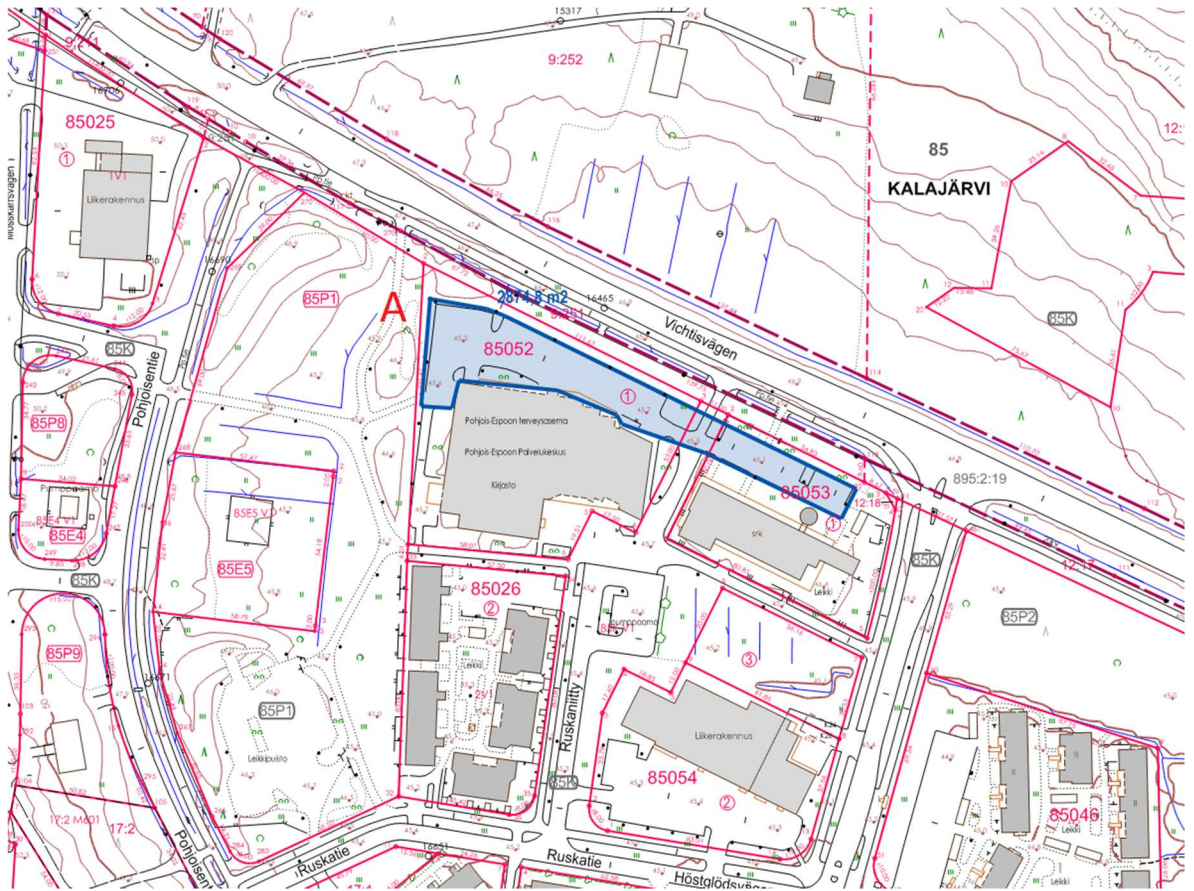
- Alue A (33 317 m<sup>2</sup>)
- Alue B (2 927 m<sup>2</sup>)



Kuva 5. Laaksolahden pysäköintialueelle esitetyt lumensulatuspaikat.

2.5 Vihdintie, Kalajärvi

- Alue A (2 875 m<sup>2</sup>)



Kuva 6. Kalajärven keskukseen ehdotettu lumensulatuspaikka.