Vastaanottaja
Helsingin kaupungin Rakennusvirasto

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
18.8.2015

LUMEN VASTAANOTON VAIHTOEHDOT VUOTEEN 2050

Päivämäärä	**18.8.2015**
Laatija	**Timo Huhtinen, Riina Känkänen**
Tarkastaja	**Mikko Suominen, Anna Tienvieri**

SISÄLLYSLUETTELO

1.	**JOHDANTO**	**1**
2.	**LUMEN VASTAANOTON NYKYTILA 2014**	**2**
3.	**LÄHESTYMISTAPA JA MENETELMÄT**	**3**
3.1	Lumikuormien mitoitus maankäyttöluokittain	3
3.2	Tarkasteltavat vaihtoehdot	4
3.3	Lumen vastaanoton vaikutusten arviointi vuoden 2050 tilanteessa	5
3.3.1	Kustannukset	5
3.3.2	Ympäristövaikutukset	8
4.	**LUMEN VASTAANOTON VAIHTOEHDOT VUONNA 2050**	**9**
4.1	VE0: Ei uusia vastaanottopaikkoja	9
4.2	VE1: Lumen vastaanottopaikat maalla	10
4.3	VE2: Lumen sulatus ja vastaanottopaikat maalla	11
4.4	VE3: Lumenvastaanottopaikat merellä ja maalla	17
5.	**VAIKUTUSTEN ARVIOINTI**	**18**
5.1	Kustannukset	18
5.2	Vaihtoehdon 0 kustannukset	18
5.3	Vaihtoehdon 1 kustannukset	19
5.4	Vaihtoehdon 2A kustannukset	20
5.5	Vaihtoehdon 2B kustannukset	21
5.6	Vaihtoehdon 2C kustannukset	22
5.7	Vaihtoehdon 3 kustannukset	23
5.8	Kustannusten yhteenveto	23
5.9	Polttoainekulutuksen CO_2-päästöt	25
5.10	Muut vaikutukset	28
6.	**YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT**	**31**
7.	**SUOSITUKSET LUMEN VASTAANOTON JÄRJESTÄMISEKSI**	**34**
8.	**LÄHDELUETTELO**	**35**

LIITTEET

Liite 1	Kartta: VE0: Ei uusia vastaanottopaikkoja
Liite 2	Kartta: VE1: Lumenvastaanottopaikat maalla
Liite 3	Kartta: VE2A: Keskitetty lumensulatus Eläintarhan sulatuslaitoksessa
Liite 4	Kartta: VE2B: Hajautettu lumensulatus sulatuslaitteilla
Liite 5	Kartta: VE2C: Keskitetty lumensulatus kaupunkirakenteeseen integroiduissa sulatusasemissa
Liite 6	Kartta: VE3: Lumenvastaanottopaikat merellä ja maalla
Liite 7	Laskelmat investointikustannusten muuttamisesta vuotuiskustannuksiksi

1. JOHDANTO

Tässä selvityksessä tarkastellaan lumen vastaanoton vaihtoehtoja Helsingissä vuoteen 2050. Lumenvastaanottopaikkojen määrä Helsingissä on vähentynyt viime vuosikymmeninä, mikä on johtunut mm. maankäytön tiivistymisestä. Edellinen kattava selvitys lumenvastaanottopaikkojen tilanteesta Helsingissä tehtiin vuonna 2010 (WSP). Tämän jälkeen lumenvastaanottopaikkojen määrä Helsingissä on vähentynyt. Kaupunkirakenne on Helsingin yleiskaavaluonnoksen mukaan edelleen tiivistymässä, minkä vuoksi monien nykyisten lumenvastaanottopaikkojen käyttö on jatkossa uhattuna.

Lumikuormien määrä on vaihdellut Helsingissä vuosittain: niin sanottuina normaaleina lumitalvina lunta on ajettu noin 50 000 lumikuormaa vuodessa, kun taas runsaslumisina talvina lunta on ajettu jopa 300 000 kuormaa vuodessa. Nykyisten lumenvastaanottopaikkojen yhteenlaskettu kapasiteetti ei riitä 300 000 kuorman vastaanottamiseen. Tähän mennessä lunta on runsaslumisina talvina viety myös lumenvastaanoton varapaikoille, joita on ollut kaupungilla käytössä noin parikymmentä. Hernesaaren merkitys kantakaupungin lumenvastaanottopaikkana on ollut suuri, sillä sinne on normaalinakin lumitalvena ajettu noin puolet kaupungissa kuljetetuista lumista.

Lumen vastaanotolle tarvitaan suunnitelma lyhyellä ja pitkällä aikavälillä. Suunnitelmallisuudella voidaan varautua kaupunkirakenteen tiivistymisestä johtuvaan lumen vastaanottotarpeen kasvuun, ja runsaslumisina talvina lunta voidaan käsitellä mahdollisimman vähäisin ympäristö- ja kustannusvaikutuksin. Helsingin yleiskaavaluonnoksen mukainen maankäyttö lisää lumen vastaanottotarvetta nykyisestä. Tämän selvityksen lähtökohtana on, että lumenvastaanottokapasiteettia etsitään enintään 355 000 lumikuormalle vuodessa.

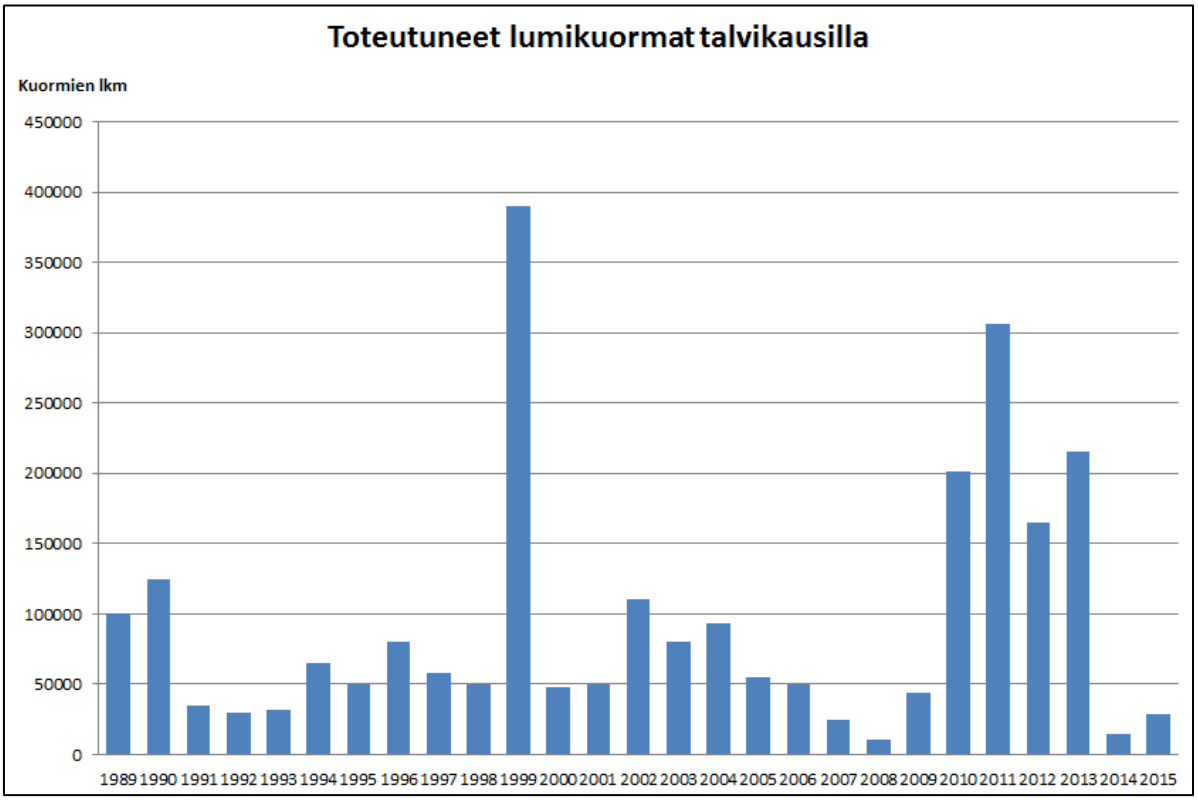
Selvityksessä tarkasteltiin kolmea vaihtoehtoista toimintaperiaatetta lumen vastaanottamiseen. Vaihtoehtojen muodostamisessa ja lumikuormien mitoitusperusteissa otettiin huomioon Helsingin yleiskaavaluonnoksen mukainen maankäyttö vuonna 2050. Vaihtoehdoista laskettiin kustannukset ja polttoaineen kulutuksen hiilidioksidipäästöt sekä arvioitiin vaikutukset maankäyttöön, liikenteeseen, resurssitehokkuuteen ja ympäristöön. Vaihtoehtoja verrattiin niin sanottuun 0-vaihtoehtoon, jossa mitään toimenpiteitä ei tehdä lumen vastaanoton järjestämiseksi Helsingissä vuoteen 2050. Arvioinnin pohjalta annettiin suosituksia lumen vastaanoton järjestämiseksi.

Työn ohjauksesta vastasi kaupungin massakoordinaattori Mikko Suomisen johdolla ohjausryhmä, johon kuuluivat Helsingin kaupungin rakennusvirastosta toimistopäällikkö Pekka Isoniemi, ylläpitoinsinööri Anna Tienvieri, ympäristöasiantuntija Annukka Eriksson, kaupunginarkkitehti Jukka Kauto sekä ympäristökeskuksesta ympäristötarkastaja Hannu Arovaara ja ympäristötarkastaja Paula Nurmi. Työn toteutuksesta vastasivat Timo Huhtinen (Sito Oy) ja Riina Känkänen (Ramboll Finland Oy).

2. LUMEN VASTAANOTON NYKYTILA 2014

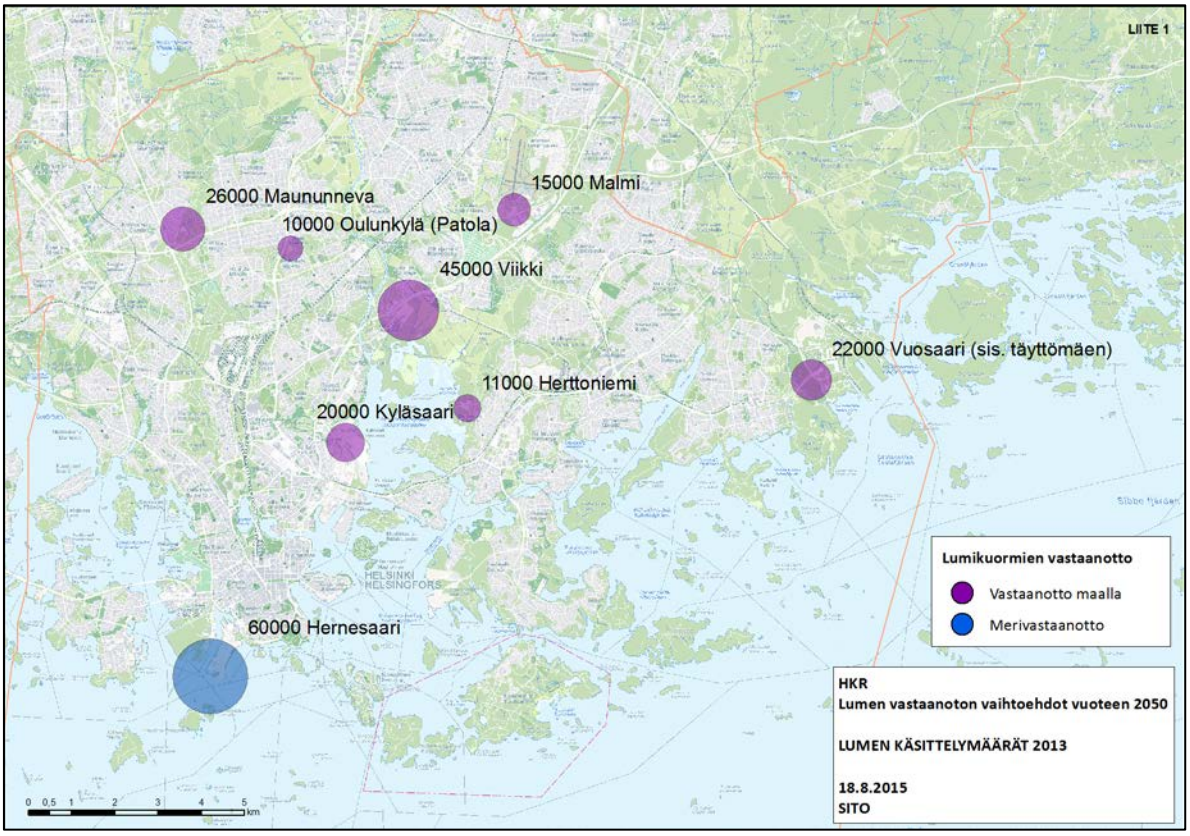
Lumenvastaanottopaikoille ajettujen lumikuormien määrä on vaihdellut Helsingissä vuosina 1988–2013 kuvan 1 mukaisesti. Viime vuosina (2009–2013) lumenvastaanottopaikoille ajettujen lumikuormien määrä on Helsingin kaupungin rakennusviraston mukaan vaihdellut 165 000-306 000 lumikuorman välillä. Lumikuormien mitoitusperusteet nykyisessä maankäytössä (2014) perustuvat edellisten vuosien kuormamääriin. Yhden lumikuorman kooksi on arvioitu 16 m^3 ja massaksi 8 tonnia. Vuoden 2014 tilanteessa käytetään seuraavia kuormamääriä kahdessa eri lumitilanteessa:

- Normaali lumitalvi 50 000 lumikuormaa vuodessa
- Runsasluminen talvi 300 000 lumikuormaa vuodessa



Kuva 1. Lumenvastaanottopaikoille ajettujen lumikuormien määrät talvikausina 1988–2015 (Helsingin kaupungin rakennusvirasto)

Helsingissä on nykyisin kahdeksan virallista lumenvastaanottopaikkaa; näistä viisi sijaitsee maalla (Herttoniemi, Malmi, Maununneva, Oulunkylä, Vuosaari), yksi on merivastaanottopaikka (Hernesaari) ja kaksi lumensulatusaltaita (Viikki, Kyläsaari) (kuva 2 ja taulukko 2). Virallisten lumenvastaanottopaikkojen yhteenlaskettu kapasiteetti on noin 200 000 kuormaa. Runsaslumisina talvina varapaikoille on ajettu jopa 100 000 kuormaa lunta.



Kuva 2. Lumenvastaanottopaikat ja niiden lumen käsittelymäärät (kuormien määrä) vuonna 2013

Taulukko 1. Vuonna 2013 käytössä olleet lumenvastaanottopaikat ja niiden lumen käsittelymäärät vuonna 2013

Lumenvastaanottopaikka	Lumen käsittelymäärät 2013 (kuormaa)
Hernesaari	60 000
Herttoniemi	11 000
Kyläsaaren lumensulatusallas	20 000
Malmi	15 000
Maununneva	26 000
Oulunkylä	10 000
Viikki	45 000
Vuosaari (sis. Vuosaaren täyttömäen)	22 000
Käsittelymäärät yhteensä (kuormaa)	**209 000**

3. LÄHESTYMISTAPA JA MENETELMÄT

3.1 Lumikuormien mitoitus maankäyttöluokittain

Työssä arvioitiin poiskuljetettavan lumen määrä yhden hehtaarin alueelta kussakin eri maankäyttöluokassa. Poiskuljetettavan lumen määrä arvioitiin runsaslumisena talvena ja normaalina talvena nykyisessä maankäytössä ja yleiskaavaluonnoksen mukaisessa maankäytössä. Yleiskaavaluonnoksen mukaisen maankäytön tarkastelulla haluttiin selvittää, kuinka paljon poiskuljetettavan lumen määrä lisääntyy maankäytön muuttuessa vuoteen 2050.

Nykyinen maankäyttö luokiteltiin yleiskaavaluonnoksen mukaisiin maankäyttöluokkiin (taulukko 2). Nykytilan maankäyttöluokka määritettiin nykyisten kerrosneliömetrien perusteella (k-m^2/ha). Nykyiset kerrosneliömetrit saatiin yleiskaavaluonnoksen ruututietoaineistosta (kerrosala yhteensä 1/2014).

Vuoden 2014 ruutujen kerrosalat lajiteltiin suuruusjärjestykseen, jonka jälkeen aineisto luokiteltiin neljään luokkaan siten, että kolmeen tiheimpään luokkaan tuli ruutuja 80–85 % vuoden 2050

yleiskaavaluonnoksen vastaavien luokkien ruutujen lukumäärästä. Neljänteen eli väljimmin rakennettujen alueiden luokkaan laitettiin loput niistä ruuduista, jossa on rakennuksia.

Asiantuntija-arviona neljälle maankäyttöluokalle määritettiin lumen kuormauksen suhdeluku (tihein maankäyttö 100 % ja väljin 20 %). Nykytilan ruutujen määrä kussakin maankäyttöluokassa kerrottiin suhdeluvulla, jolloin saatiin nykytilan muunnettu ruutujen määrä.

Runsaslumisen talven lumikuormien määrä nykytilassa (300 000 kuormaa) jaettiin muunnetulla ruutujen määrällä, jolloin tulokseksi saatiin, että tiheimmän maankäyttöluokan ruudusta (eli hehtaarilta) ajettiin vuodessa 45 kuormaa lunta lumenvastaanottopaikalle.

Tuota mitoituslukua (45 lumikuormaa/hehtaari) ja lumen kuormauksen suhdelukua käyttäen laskettiin yleiskaavaluonnoksen vuoden 2050 maankäytön tuottamien lumikuormien määrä, joka on 355 000 kuormaa.

Nykyisessä maankäytössä lunta ajetaan vastaanottopaikoille normaalina lumitalvena yhteensä noin 50 000 kuormaa vuodessa. Tämä on vain noin kuudesosa ajettujen kuormien enimmäismäärästä (300 000/vuosi). Jos oletetaan, että talvien lumisuus pysyy vuonna 2050 samana kuin 2000-luvun alussa, normaalina lumitalvena kuormien määrä vuonna 2050 on 59 000 kuormaa.

Taulukko 2. Lumikuormien mitoituksen laskennassa käytetyt tiedot

MAANKÄYTTÖLUOKKA*	TYYPILLINEN KERROSNELIÖMETRIMÄÄRÄ/HA v. 2014	LUMEN KUORMAUKSEN SUHDELUKU	RUUTUJEN MÄÄRÄ/ MAANKÄYTTÖLUOKKA v. 2014	RUUTUJEN MÄÄRÄ/MAANKÄYTTÖLUOKKA V. 2050
C1, C2, A1	10 300 k-m^2/ha	100 %	2194	2739
A2, C3	3 900 k-m^2/ha	75 %	2679	3128
A3, T	2 200 k-m^2/ha	50 %	3526	4322
A4	1 100 k-m^2/ha	20 %	3571	3322
ET, LS, EP, V, VM	0 k-m^2/ha	0 %	-	-

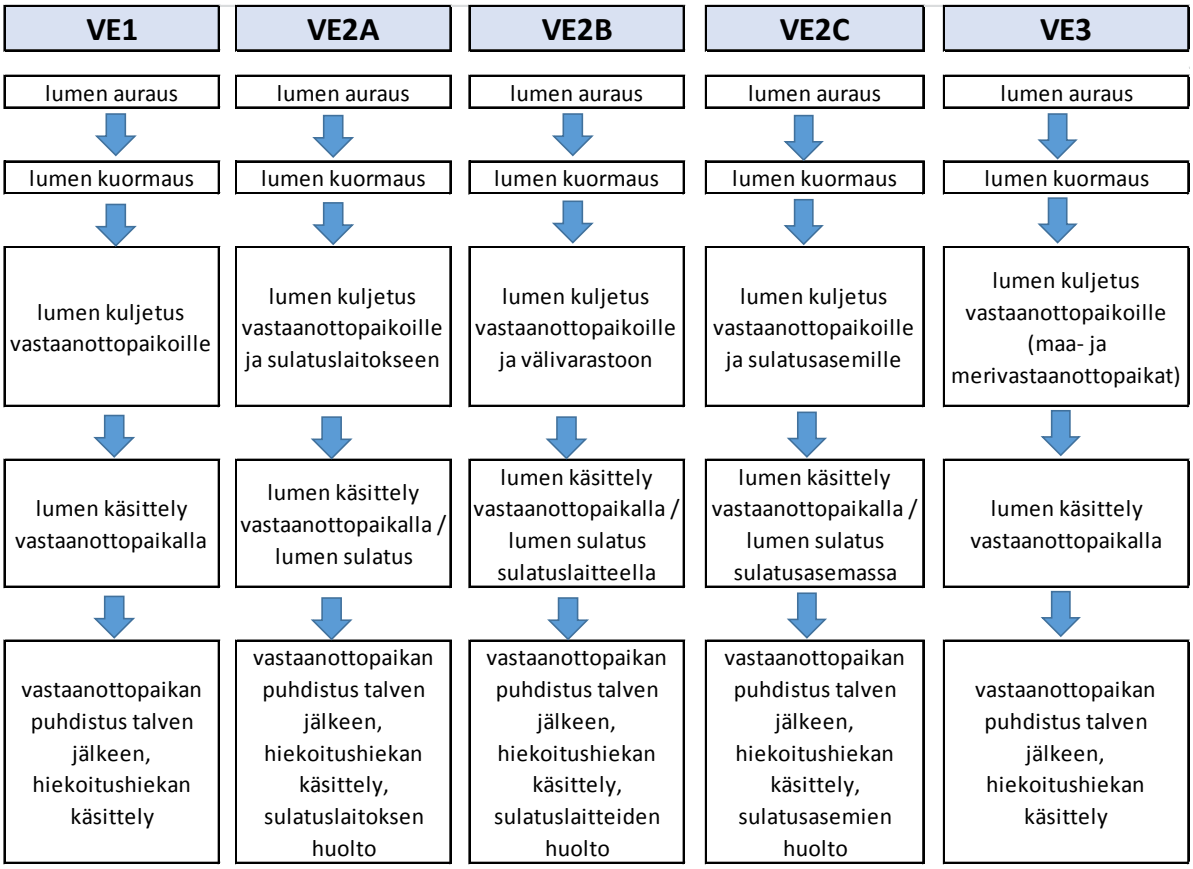
** A1 = Asuntovaltainen alue, e_k yli 1,8; A2 = Asuntovaltainen alue, e_k 1,0–2,0; A3 = Asuntovaltainen alue, e_k 0,4-1,2; A4 = Asuntovaltainen alue, e_k alle 0,4; C1 = Liike- ja palvelukeskusta; C2 =Kantakaupunki; C3 = Lähikeskusta; T = Toimitila-alue; ET =Yhdyskuntateknisen huollon alue; LS = Satama; EP = Sotilasalue; V = Virkistys- ja viheralue; VM =Merellisen virkistyksen ja matkailun alue.*

3.2 Tarkasteltavat vaihtoehdot

Työssä tarkasteltiin seuraavia vaihtoehtoisia lumenvastaanottotapoja:

- VE0: Ei uusia vastaanottopaikkoja
- VE1: Lumenvastaanottopaikat maalla
- VE2A: Keskitetty lumensulatus Eläintarhan sulatuslaitoksessa ja lumenvastaanottopaikat maalla
- VE2B: Hajautettu lumensulatus siirrettävillä lumensulatuslaitteilla ja lumenvastaanottopaikat maalla
- VE2C: Keskitetty lumensulatus kaupunkirakenteeseen integroiduissa lumensulatusasemissa ja lumenvastaanottopaikat maalla
- VE3: Lumenvastaanottopaikat merellä ja maalla

Kuvassa 3 on esitetty pääpiirteissään kunkin vaihtoehdon lumen käsittelyprosessin kulku ja siihen kuuluvat keskeiset toiminnot. Vaikutusten arviointimenetelmät on kuvattu luvussa 3.3. Tarkasteltavat vaihtoehdot on kuvattu tarkemmin luvussa 4.



Kuva 3. Lumen käsittelyn vaiheet tarkastelluissa vaihtoehdoissa

3.3 Lumen vastaanoton vaikutusten arviointi vuoden 2050 tilanteessa

Lumenvastaanottovaihtoehtojen vaikutukset arvioitiin Helsingin yleiskaavaluonnoksen vuoden 2050 mukaisessa maankäytössä kahdessa eri lumitilanteessa:

A) Runsasluminen talvi, jolloin lunta ajetaan 355 000 kuormaa
B) Normaali talvi, jolloin lunta ajetaan 59 000 kuormaa.

Helsingin yleiskaavaluonnoksen mukainen maankäyttö lisää lumen vastaanottotarvetta vuoden 2014 tilanteesta 19 prosenttia vuoteen 2050 mennessä. Runsaslumisena talvena lumikuormien määrä lisääntyy nykytilan 300 000 kuormasta arviolta 355 000 kuormaan. Normaalina lumitalvena lumen vastaanottotarve on noin kuudesosa runsaslumisen talven tarpeesta. Kuormien määrä lisääntyy normaalina talvena nykytilan 50 000 kuormasta 59 000 kuormaan. Arvioinnissa oletettiin, että satavan lumen määrä ei muutu nykytilasta verrattuna vuoteen 2050.

3.3.1 Kustannukset

Laskennassa otettiin huomioon vaihtoehtojen investointikustannukset sekä vuosittaiset käyttö- ja lumen kuljetuskustannukset (taulukko 3).

Taulukko 3. Kustannuslaskennan periaatteet.

VAIHTOEHTO	INVESTOINTIKUSTANNUKSET	KÄYTTÖKUSTANNUKSET
VE0: Ei uusia vastaanotto-paikkoja	Yhteensä 4 M€: ▪ Kyläsaaren nykyisen lumen-vastaanottopaikan kunnostus ja maisemointi 1 M€ ▪ Muiden olemassa olevassa olevin lumenvastaanotto-paikkojen kunnostus 1 M€ ▪ Helsingin kaupungin ulko-puolelle investoitavat lumen-vastaanottopaikat: 2 M€	▪ Kuljetuskustannukset ja käyttökustannukset
VE1: Lumenvastaanottopai-kat maalla	Yhteensä 4,5 M€: ▪ Kyläsaaren nykyisen lumen-vastaanottopaikan kunnostus ja maisemointi 1 M€ ▪ Muiden olemassa olevassa olevin lumenvastaanotto-paikkojen kunnostus 1 M€ ▪ Uuden lumenvastaanottopai-kan rakentaminen Laajasa-loon 0,5 M € ▪ Uuden lumenvastaanottopai-kan rakentaminen Haltialaan ja Östersundomiin 2 M€	▪ Kuljetuskustannukset ja käyttökustannukset
VE2A: Keskitetty lumensu-latus Eläintarhan sulatuslai-toksessa ja lumenvas-taanottopaikat maalla	Yhteensä 39,5 M€: ▪ Kyläsaaren nykyisen lumen-vastaanottopaikan kunnostus ja maisemointi 1 M€ ▪ Muiden olemassa olevassa olevin lumen vastaanotto-paikkojen kunnostus 1 M€ ▪ Uuden lumenvastaanottopai-kan rakentaminen Laajasa-loon 0,5 M € ▪ Eläintarhan investointikus-tannus 37 M€	▪ Kuljetuskustannukset ▪ Sulatuslaitoksen käyttö-kustannukset
VE2B: Hajautettu lumensu-latus siirrettävillä lumensu-latuslaitteilla ja lumenvas-taanottopaikat maalla	Yhteensä 17,5 M€: ▪ Kyläsaaren nykyisen lumen-vastaanottopaikan kunnostus ja maisemointi 1 M€ ▪ Muiden olemassa olevassa olevin lumenvastaanotto-paikkojen kunnostus 1 M€ ▪ Uuden lumenvastaanottopai-kan rakentaminen Laajasa-loon 0,5 M € ▪ Laitteiden investointikustan-nus 400 000*25 =10 M€ ▪ Sulatuksen edellyttämät inf-rastruktuurin investointikus-tannukset noin 200 000*25 eli noin 5 M€	▪ Kuljetuskustannukset ▪ Sulatuslaitteiden käyttö-kustannukset
VE2C: Keskitetty lumensu-latus kaupunkirakenteeseen integroiduissa lumensula-tusasemissa ja lumenvas-taanottopaikat maalla	Yhteensä 14,7 M€: ▪ Kyläsaaren nykyisen lumen-vastaanottopaikan kunnostus ja maisemointi 1 M€ ▪ Muiden olemassa olevassa olevin lumenvastaanotto-	▪ Kuljetuskustannukset ▪ Sulatusasemien käyttö-kustannukset

VAIHTOEHTO	INVESTOINTIKUSTANNUKSET	KÄYTTÖKUSTANNUKSET
	paikkojen kunnostus 1 M€ ▪ Uuden lumenvastaanottopaikan rakentaminen Laajasaloon 0,5 M € ▪ Laitteiden investointikustannukset 720 000*10 = 7,2 M€ ▪ Sulatuksen edellyttämät infrastruktuurin investointikustannukset 2,5 M€*2 = 5 M€	
VE3: Lumenvastaanottopaikat merellä ja maalla	Yhteensä 6,5 M€: ▪ Kyläsaaren nykyisen lumenvastaanottopaikan kunnostus ja maisemointi 1 M€ ▪ Muiden olemassa olevassa olevin lumenvastaanottopaikkojen kunnostus 1 M€ ▪ Uuden lumenvastaanottopaikan rakentaminen Laajasaloon 0,5 M € ▪ Merivastaanoton edellyttämän infrastruktuurin investointikustannukset 4 M€	▪ Kuljetuskustannukset ▪ Merivastaanottopaikkojen käyttökustannukset

Investointikustannukset

Investointikustannukset arvioitiin laitteista saatujen hinta- ja kustannusarvioiden perusteella sekä infrastruktuurin osalta asiantuntija-arviona. Investointikustannuksissa huomioitiin investoinnin hinta ja investoinnit infrastruktuuriin (esim. katu- ja viemäriverkko). Investoinneille määritettiin elinkaari, takaisinmaksuaika ja laskelmissa käytetty korkokanta. Laitteiden osalta korkokantana käytettiin 10 prosenttia ja infrastruktuurin osalta 5 prosenttia. Näiden tietojen perusteella muutettiin investoinnit vuotuiskustannuksiksi. (Liite 7)

Kuljetuskustannukset

Kuljetuskustannukset laskettiin taulukon 4 lähtötietojen mukaisesti.

Taulukko 4. Kuljetuskustannusten laskennan lähtökohdat.

	Kustannus
Kuormaus (pääoma-, palkka-, polttoaine- ja käyttökustannukset)*	10 euroa / kuorma
Ajo (sis. polttoaine- ja käyttökustannukset)**	0,42 euroa /kilometri
Ajon pääomakustannus (sis. kuluminen ja rahoitus)**	8,16 €/h → 0,3264 €/km (keskinopeudella 25 km/h)
Ajon palkkakustannus**	25 €/h → 1 €/km (keskinopeudella 25 km/h)

* Helsingin kaupungin rakentamispalvelun (Stara) asiantuntija-arvio
**Lähde: Tie- ja rautatieliikenteen hankearvioinnin yksikköarvot 2013 (2015), Liikenneviraston ohjeita 1/2015, sivut 10 ja 12.

Rakennusviraston mukaan yhden lumikuorman kuljetuskustannukset ovat keskimäärin 70 €/kuorma sisältäen lumen vastaanottomaksun (17,50 €/kuorma). Kustannukset vaihtelevat toimijasta riippuen 50–90 €/kuorma. Taulukossa 4 esitettyihin kuljetuskustannuksiin on siksi lisätty 20 prosentin kustannus, johon sisältyy yleiskustannukset ja urakoitsijan voitto.

Käyttökustannukset

Käyttökustannukset arvioitiin asiantuntija-arviona. Lumenvastaanottopaikkojen käyttökustannukset määritettiin vastaanottomaksun (17,50 €/kuorma) kautta olettaen, että lumen vastaanottomaksuilla katetaan maalla sijaitsevien lumenvastaanottopaikkojen ylläpitokustannukset. Lumensulatus- ja merivastaanottovaihtoehtojen (VE 2A, B, C, VE 3) käyttökustannukset arvioitiin henkilökustannusten kautta olettaen, että yhden henkilötyövuoden kustannus on 50 000 €. Lasken-

nassa oletettiin, että normaalin lumitalven käyttökustannukset ovat puolet runsaslumisen talven käyttökustannuksista.

Vaihtoehtojen polttoainekustannukset on esitetty käyttökustannuksista erikseen ja ne perustuvat seuraaviin yksikköhintoihin:

- Maakaasu: 43 €/MWh (alv 0 %) [1]
- Kaukolämpö 43 €/MWh (alv. 0%)[2]
- Kevyt polttoöljy 69 €/MWh (alv 0 %) [1] eli 0,69 €/l (alv 0 %)

[1] Tilastokeskus (2014), Energian hinnat 2014, 4. neljännes, energian hintoja lämmöntuotannossa joulukuussa 2014
[2] Helen (2015) Kaukolämmön energia- ja vesivirtamaksut

Vaihtoehdon 2B (siirrettävät sulatuslaitteet) käyttökustannuksissa huomioitiin polttoaineen kuljetus (40 km) tankkiautolla sulatuspaikalle (kustannus sulatettavaa lumikuormaa kohden 0,87 €).

3.3.2 Ympäristövaikutukset

Arvioinnissa huomioitiin seuraavat tekijät:

- Polttoainekulutuksen CO_2-päästöt
- Vaikutukset maankäyttöön ja resurssitehokkuuteen
- Liikenteelliset vaikutukset
- Muut ympäristövaikutukset (melu, roskaantuminen, pienhiukkaspäästöt)

Arvioinnissa huomioitiin vain käytön aikaiset ympäristövaikutukset. Muita elinkaaren aikaisia vaikutuksia, jotka aiheutuvat raaka-aineiden käyttöönotosta, tuotteiden valmistuksesta ja kuljetuksista sekä rakentamisesta, ei otettu arvioinnissa huomioon. Näiden arviointi edellyttäisi elinkaariarviointimenetelmien (LCA-menetelmien) käyttöä.

Arvioinnissa hyödynnettiin Lumensulatuslaitteen kokeilun seuranta Helsingissä -hankkeen (Ramboll 2015) tuloksia ja Eläintarhan sulatuslaitoksen liikenteellisen toimivuuden arviointi maastokokeen avulla -selvitystä (Sito 2015).

Polttoainekulutuksen CO_2-päästöt

Polttoainekulutuksen CO_2-päästöjen laskennassa otettiin huomioon taulukossa 5 esitetyt tekijät.

Taulukko 5. CO_2-päästöjen laskennan lähtökohdat

VAIHTOEHTO	PÄÄSTÖLASKENNASSA HUOMIOITU
VE0: Ei toimenpiteitä	▪ Kuljetusten CO_2-päästöt
VE1: Lumenvastaanottopaikat maalla	▪ Kuljetusten CO_2-päästöt
VE2A: Keskitetty lumensulatus Eläintarhan sulatuslaitoksessa ja lumenvastaanottopaikat	▪ Kuljetusten CO_2-päästöt ▪ Eläintarhan sulatuslaitoksen käytöstä aiheutuvat CO_2-päästöt
VE2B: Hajautettu lumensulatus siirrettävillä lumensulatuslaitteilla ja lumenvastaanottopaikat	▪ Kuljetusten CO_2-päästöt ▪ Siirrettävien lumensulatuslaitteiden käytöstä aiheutuvat CO_2-päästöt
VE2C: Keskitetty lumensulatus kaupunkirakenteeseen integroiduissa lumensulatusasemissa ja lumenvastaanottopaikat	▪ Kuljetusten CO_2-päästöt ▪ Integroidun lumensulatusaseman käytöstä aiheutuvat CO_2-päästöt
VE3: Lumenvastaanottopaikat merellä ja maalla	▪ Kuljetusten CO_2-päästöt ▪ Hinaajien (2) CO_2 päästöt

Kuljetusten päästölaskennassa otettiin huomioon lumen siirroista aiheutuvat päästöt. Lumen aurauksesta ja kuormauksesta aiheutuvat päästöt ovat kaikissa vaihtoehdoissa suunnilleen samansuuruiset, joten nämä päästöt on jätetty arvioinnin ulkopuolelle. Lumi kuljetettiin kuorma-autolla. Kuljetusten CO_2-ekv laskenta perustui Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmään (www.lipasto.vtt.fi).

Vaikutukset maankäyttöön ja resurssitehokkuuteen

Arvioinnissa huomioitiin:

- tarvittava maa-ala ja rakenteet
- lumen käsittelyn vaatima energiankulutus ja CO_2-päästöt
- energianlähteet

Liikenteelliset vaikutukset

Arvioitiin asiantuntija-arviona.

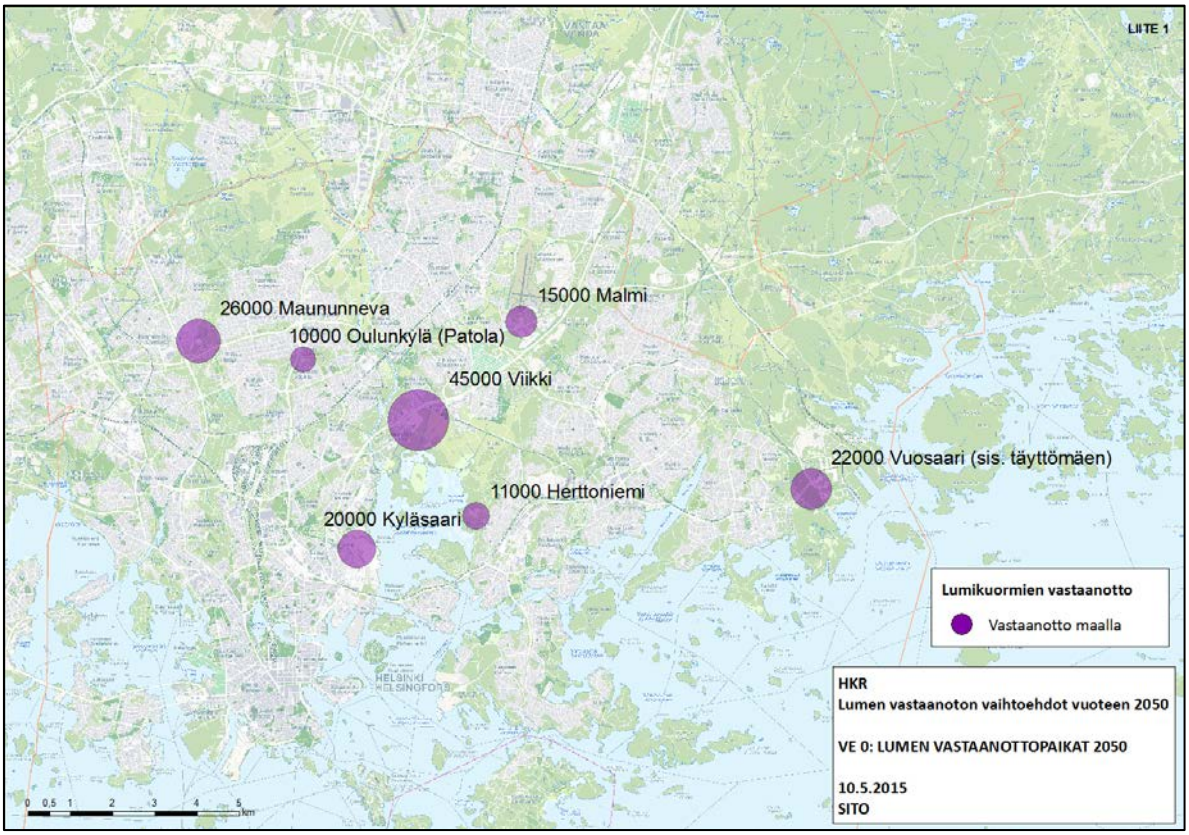
Muut ympäristövaikutukset

Melu, roskaantuminen ja pienhiukkaspäästöt arvioitiin asiantuntija-arviona.

4. LUMEN VASTAANOTON VAIHTOEHDOT VUONNA 2050

4.1 VE0: Ei uusia vastaanottopaikkoja

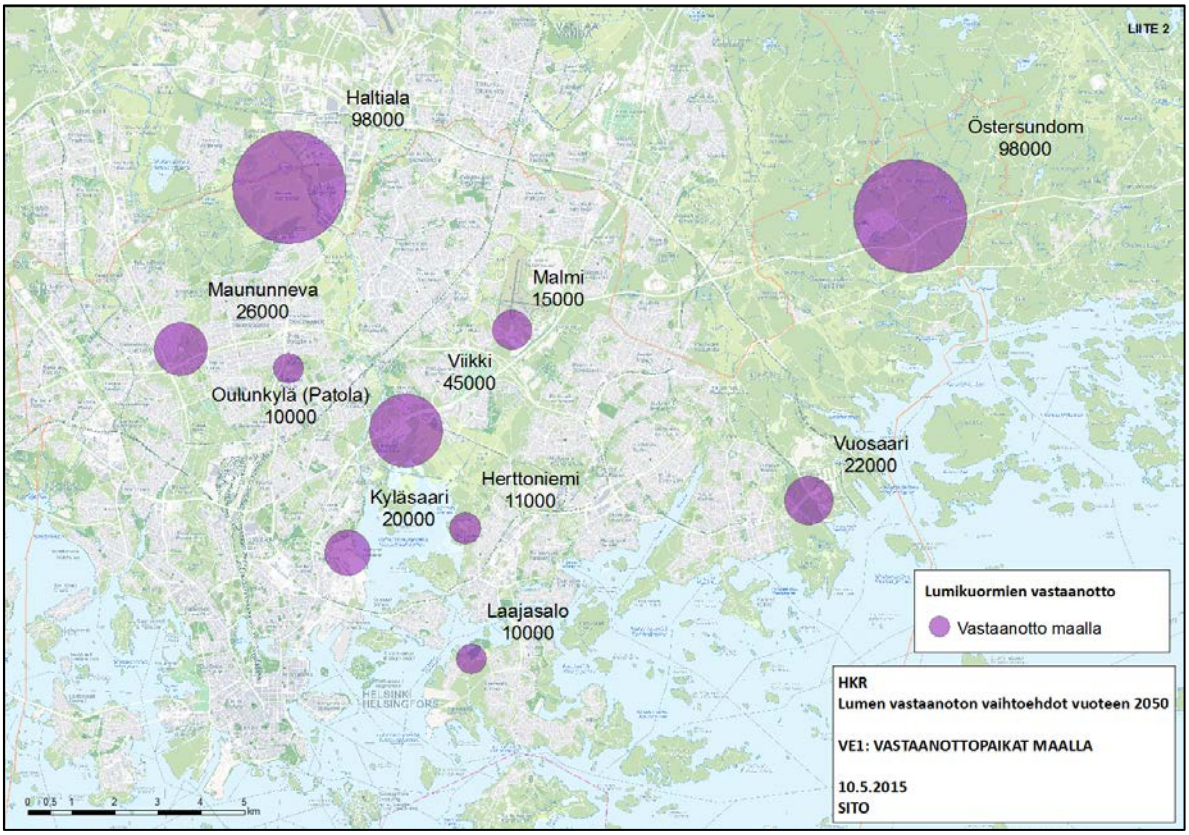
Vaikutusten arvioinnissa 0-vaihtoehdon lumenvastaanottokapasiteetti on 149 000 kuormaa ja käytettävissä olevat vastaanottopaikat ovat Malmi, Maununneva, Vuosaari, Herttoniemi, Viikki, Kyläsaari ja Oulunkylä (kuva 4, liite 1). Hernesaaren lumenvastaanottopaikan on oletettu poistuvan käytöstä. Runsaslumisina talvina 206 000 kuormaa lunta viedään myös kehä III:n ulkopuolelle Helsingin ulkopuolella sijaitseville lumenvastaanottopaikoille (edestakaiseksi kuljetusmatkaksi oletetaan noin 50 km).



Kuva 4. Lumenvastaanottopaikkojen vastaanottokapasiteetti (kuormien määrä) vuonna 2050 (vaihtoehto VE 0), liite 1.

4.2 VE1: Lumen vastaanottopaikat maalla

Vaihtoehdossa 1 kaikki Helsingistä ajettava lumi viedään virallisille lumen maavastaanottopaikoille kaupungin rajojen sisällä. Malmin, Maununnevan, Vuosaaren, Herttoniemen, Viikin, Kyläsaaren ja Oulunkylän vastaanottopaikkojen yhteenlaskettu lumenvastaanottokapasiteetti vuonna 2050 on 149 000 kuormaa. Lisäksi Laajasaloon rakennetaan uusi lumenvastaanottopaikka noin 10 000 lumikuormalle. Helsingin yleiskaavaluonnoksen mukaisen maankäytön perusteella runsaslumisina talvina 196 000 kuormaa on sijoitettava muualle. Vaihtoehdossa 1 oletetaan, että Haltialaan ja Östersundomiin rakennetaan uudet lumenvastaanottopaikat, jonne nämä lumikuormat ajetaan (Kuva 5, taulukko 6 ja liite 2).



Kuva 5. Lumenvastaanottopaikat maalla ja niiden vastaanottokapasiteetti (kuormien määrä) vuonna 2050 (vaihtoehto VE 1), liite 2.

Taulukko 6. Lumenvastaanottopaikat ja kapasiteetti maalla vuonna 2050 vaihtoehdossa VE 1.

Lumenvastaanottopaikka	**Kapasiteetti (kuormaa)**
Herttoniemi	11 000
Maununneva	26 000
Malmi	15 000
Oulunkylä	10 000
Viikki	45 000
Vuosaari	22 000
Kyläsaari	20 000
Laajasalo (uusi lumenvastaanottopaikka)	10 000
Östersundom (uusi lumenvastaanottopaikka)	98 000
Haltiala (uusi lumenvastaanottopaikka)	98 000
Kapasiteetti yhteensä	**355 000**

4.3 VE2: Lumen sulatus ja vastaanottopaikat maalla

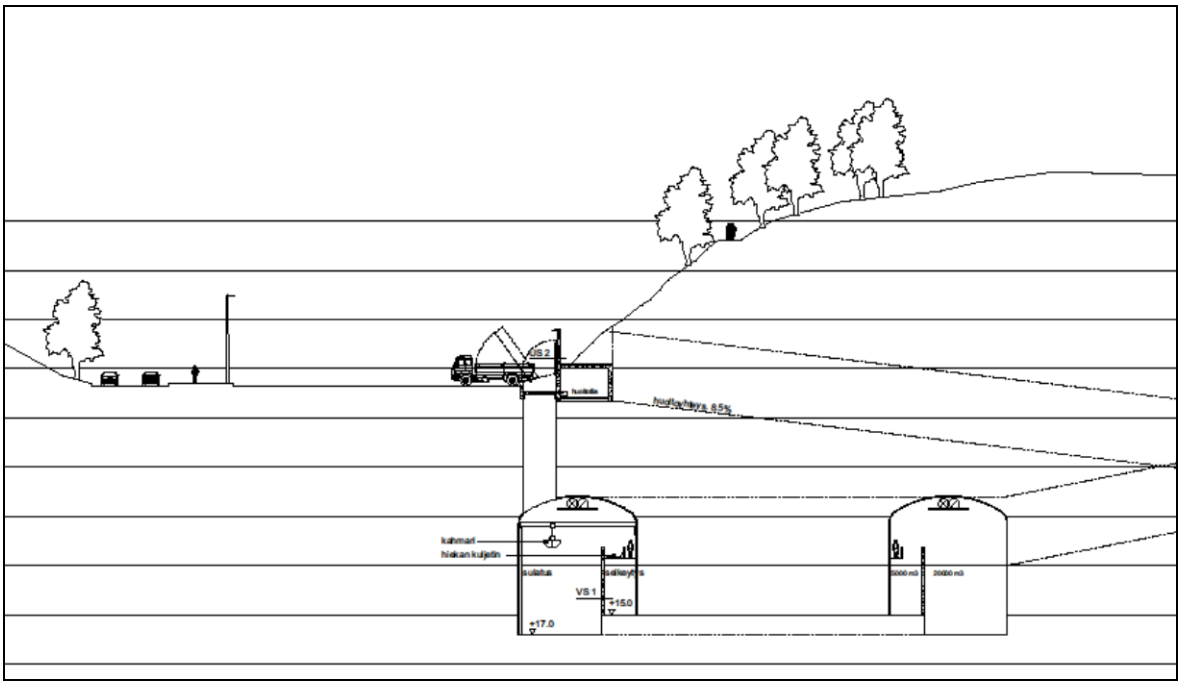
Vaihtoehdossa 2 tarkastellaan kolmea seuraavaa lumensulatukseen liittyvää vaihtoehtoa:

- VE2A: Keskitetty lumensulatus Eläintarhan sulatuslaitoksessa ja lumenvastaanottopaikat maalla
- VE2B: Hajautettu lumensulatus siirrettävillä lumensulatuslaitteilla ja lumenvastaanottopaikat maalla
- VE2C: Keskitetty lumensulatus kaupunkirakenteeseen integroiduissa lumensulatusasemissa ja lumenvastaanottopaikat maalla

VE2A: Keskitetty lumensulatus Eläintarhan sulatuslaitoksessa

Eläintarhan lumensulatuslaitos rakennetaan kallioluolaan Vauhtitien viereiseen kallioon (kuva 6). Vauhtitien varressa on neljä lumenpudotuskuilua, joissa on yhteensä 8 lumen kippauspaikkaa. Kipattu lumi jauhetaan maksimissaan n. Ø10cm suuruisiksi kappaleiksi, jonka jälkeen se pudotetaan 18 metriä alempana olevaan vesialtaaseen. Altaassa lumi sulatetaan puhdistetun jäteveden purkuvedestä otettavan lämmön tai kaukolämmön avulla. Sulamisvedet johdetaan putkia pitkin Humallahteen.

Lumen seassa oleva hiekoitushiekka ja muu kiintoaines putoaa lumen sulaessa sulatusaltaan pohjalle. Kiintoaines poistetaan altaan pohjalta siltanosturiin liitettävällä kahmarikauhalla ja kuljetetaan kuorma-autoilla pois. Kelluva kiintoaines välpätään pinnalta ja nostetaan poiskuljetettavaksi.



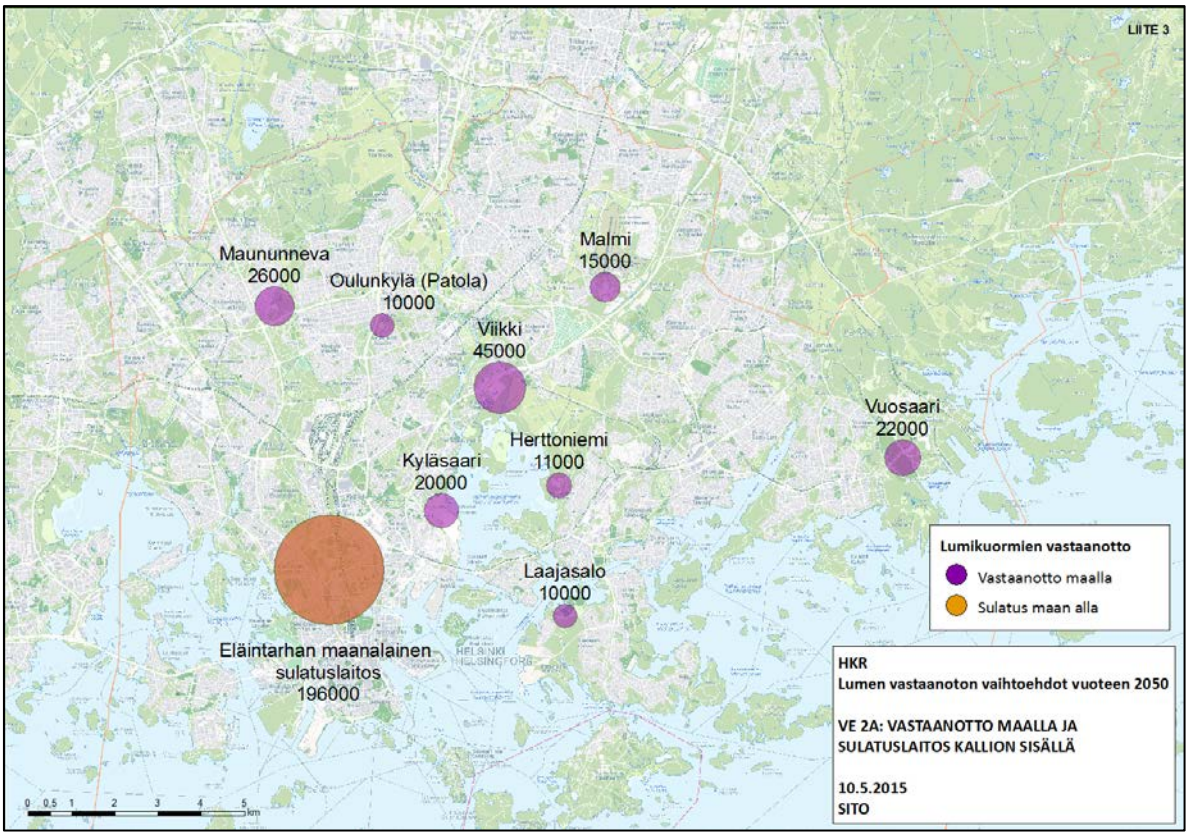
Kuva 6. Eläintarhan sulatuslaitoksen periaatekuva. (kuvan lähde Eläintarhan lumensulatuslaitoksen hankesuunnitelma, luonnos (HKR))

Vaihtoehdossa 2A oletetaan, että lunta ajetaan virallisille lumenvastaanottopaikoille ja sulatetaan maanalaisessa Eläintarhan lumensulatuslaitoksessa (kuva 7, taulukko 7 ja liite 3). Eläintarhan sulatuslaitoksen maksimikapasiteetiksi on runsaslumisena talvena laskettu seuraava:

- käsittelee 2800 kuormaa vuorokaudessa
- käyttöaika 24 h/vrk, 70 vuorokautta/vuosi
- sulattaa 196 000 kuormaa/vuosi
- sulatusteho 90 MW
- elinkaari 40 vuotta
- energianlähteenä kaukolämpö / jätevedenpuhdistamon purkuvesi
- energiankulutus vuodessa 105 840 MWh

Laskelmissa käytetty laitoksen käyttöaika on teoreettinen. Käyttöajan määritys perustuu laitoksen vastaanottokapasiteettiin.

Tässä vaihtoehdossa oletetaan, että normaalina lumitalvena sulatuksen energianlähteenä käytetään jätevedenpuhdistamon purkuvettä, jolla pystytään sulattamaan enintään 59 000 lumikuormaa. Tämän määrän sulattamiseen ei kulu kaukolämmön energiaa. Runsaslumisenakin talvena sulatuslaitoksessa käytetään kaukolämpöä enintään 137 000 kuorman sulattamiseen. Tällöin laitos käyttää kaukolämmöstä saatavaa energiaa 49 vrk x 24 h x 90 MW = 105 840 MWh.



Kuva 7. Lumenvastaanottopaikat maalla ja maanalainen lumensulatuslaitos sekä vastaanottokapasiteetti (kuormien määrä) vuonna 2050 vaihtoehdossa VE 2A, liite 3

Taulukko 7. Lumenvastaanottopaikat maalla ja maanalainen lumensulatuslaitos vuonna 2050 vaihtoehdossa VE 2A.

Lumenvastaanottopaikka	**Kapasiteetti (kuormaa)**
Herttoniemi	11 000
Maununneva	26 000
Malmi	15 000
Oulunkylä	10 000
Viikki	45 000
Kyläsaari	20 000
Vuosaari	22 000
Laajasalo (uusi lumenvastaanottopaikka)	10 000
Eläintarhan maanalainen lumensulatuslaitos	196 000
Kapasiteetti yhteensä	**355 000**

VE2B Hajautettu lumensulatus sulatuslaitteilla

Vaihtoehdossa 2B oletetaan, että lunta ajetaan virallisille lumenvastaanottopaikoille ja sulatetaan siirrettävillä lumensulatuslaitteilla (Trecan 80-PD) (kuva 8). Trecan 80-PD -sulatuskoneen tehtävänä on sulattaa lumi suoraan kohteessa, jolloin sulatuksella vältetään lumen kuljettaminen lumenvastaanottopaikoille. Markkinoilla on saatavilla myös muita lumensulatuslaitteita, kuten Snow Dragon, ja lisäksi uusia laitteita on kehitteillä.

Sulatuskoneen lastauksessa käytetään pyöräkuormaajaa, joka nostaa paikalle kasatun lumen sulatuskoneen sulatus-/vesikaukaloon. Lumen sulattaminen tapahtuu dieselkäyttöisen turbiinin ja polttimen yhteisvaikutuksesta. Sulatusaltaan pohjalle ohjataan 1 800 °C tulen ja paineilman sekoitusta, joka sulattaa altaaseen kuormatun lumen ja sekoittaa altaassa olevaa vettä.

Lumen sulamisvesi lasketaan sulatuksessa suoraan lähistöllä olevaan viemäriin tai avo-ojaan. Sulamisvettä voidaan myös johtaa muutamia metrejä laitteeseen erikseen asennettavan vesienpoistoputken avulla. Sulatuskone erottelee sulamisvedestä hiekoitushiekan ja roskat, jotta ne eivät päädy sulamisvesien mukana viemäriin tai ympäristöön. Eroteltu hiekka poistetaan laitteessa olevasta laatikosta luukun kautta. Eroteltu hiekoitushiekka on lähtökohtaisesti mahdollista pestä ja ohjata hyötykäyttöön esimerkiksi maatäyttöihin ja maisemointiin. Sulatuskoneen kuljettamiseen käytetään joko kuorma-autoa tai traktorivetoista tai erillistä lavettikuljetusta. Koneen tarvitsema polttoöljy tuodaan sulatuspaikalle tankkiautolla.

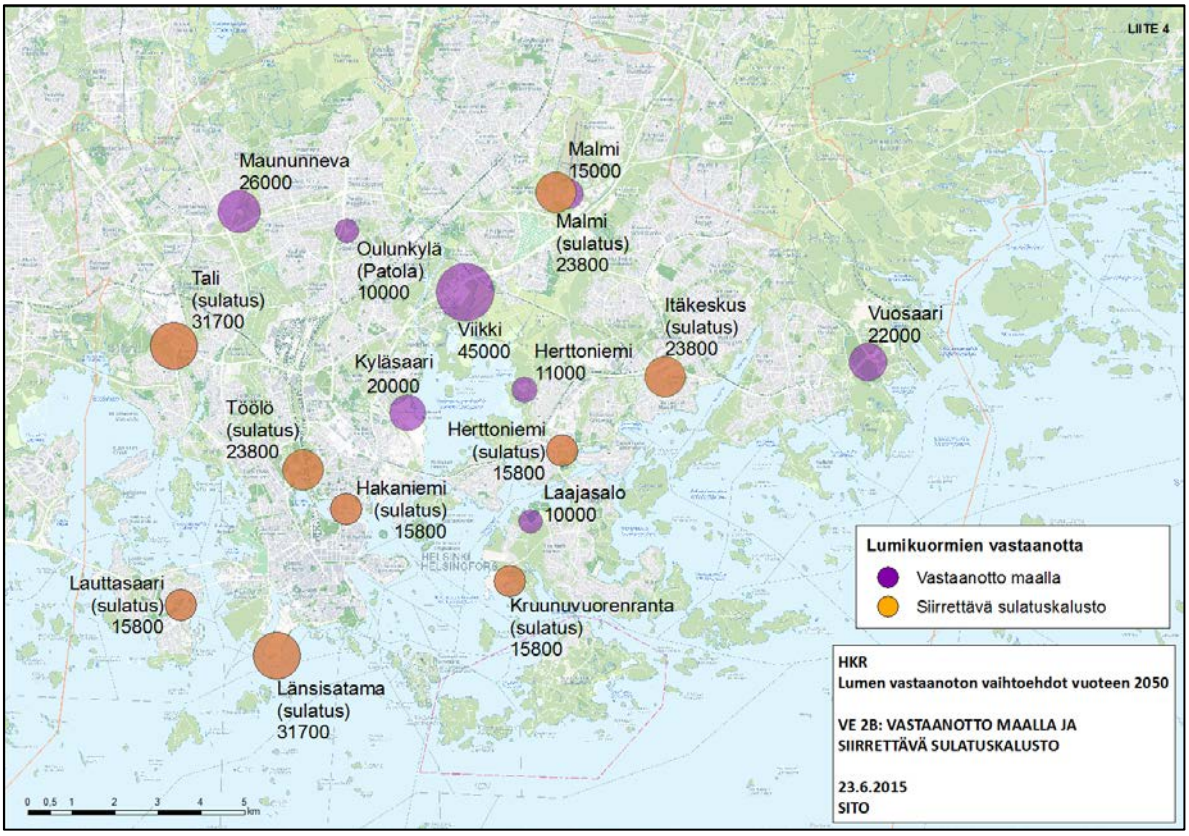
Kuva 8. Trecan sulatuslaite kokeilussa Mäntymäen kentällä (Kuvan lähde: Ramboll)

Laitteen valmistaja on ilmoittanut Trecan 80-PD -laitteen sulatuskapasiteetiksi 80 t/h. Tässä käytetty laitteen sulatuskapasiteetti perustui Trecan 80-PD -laitteen kokeilun seurantaan Helsingissä (Ramboll 2015) ja kokeilun aikana mitattuun laitteen sulatuskapasiteettiin. Toteutunut sulatuskapasiteetti oli kokeilun perusteella noin kolmanneksen pienempi kuin laitteen valmistajan ilmoittama sulatuskapasiteetti (Ramboll 2015). Käyttöajan määritys perustui siihen, että laitetta voidaan käyttää kaupunkiympäristössä vain päiväsaikaan ja sulatus voi tapahtua neljänä kuukautena vuodessa. Laitteen yhden vuorokauden energiankulutus vastaa kahdeksan tunnin energiankulutusta täydellä teholla.

Yhden siirrettävän Trecan 80-PD -sulatuslaitteen kapasiteetiksi on laskettu seuraava:

- kokeilussa mitattu sulatuskapasiteetti 53 t/h, 6,6 kuormaa/h, 66 kuormaa/vrk
- käyttöaika 10 h/vrk, 120 vrk/vuosi
- sulattaa 7 920 kuormaa/vuosi
- elinkaari 20 vuotta
- energianlähteenä kevyt polttoöljy
- energiankulutus 409 l/h (täydellä teholla), 3 272 l/vrk, 392 640 l/vuodessa

196 000 kuorman käsittelyyn tarvitaan arviolta 25 Trecan 80-PD -laitetta. Arvioinnissa oletettiin, että lumensulatuslaitteet sijaitsevat eri puolilla kaupunkia (Kuva 9, Taulukko 8 ja liite 4).



Kuva 9. Lumenvastaanottopaikat maalla ja siirrettävät lumensulatuslaitteet sekä vastaanottokapasiteetti (kuormien määrä) vuonna 2050 vaihtoehdossa VE 2B, liite 4

Taulukko 8. Lumenvastaanottopaikat maalla ja siirrettävät lumensulatuslaitteet vuonna 2050 vaihtoehdossa VE 2B.

Lumenvastaanottopaikka	**Kapasiteetti (kuormaa)**
Herttoniemi	11 000
Maununneva	26 000
Malmi	15 000
Oulunkylä	10 000
Viikki	45 000
Kyläsaari	20 000
Vuosaari	22 000
Laajasalo (uusi vastaanottopaikka)	10 000
Siirrettävät lumensulatuslaitteet (25 kpl) yhteensä	196 000
Kapasiteetti yhteensä	**355 000**

VE2C Keskitetty lumensulatus kaupunkirakenteeseen integroiduissa sulatusasemissa

Vaihtoehdossa 2C oletetaan, että lunta ajetaan virallisille lumenvastaanottopaikoille ja sulatetaan kaupunkirakenteeseen integroiduissa sulatusasemissa. Integroidulla sulatuslaitteella tarkoitetaan laitetta, joka voidaan rakentaa maan alle (Kuva 10). Laitteen toimintaperiaate on pääpiirteissään sama kuin siirrettävissä sulatuslaitteissa, mutta integroidussa laitteessa energianlähteenä voidaan käyttää myös kaasua. Integroituja sulatusasemia on käytössä kansainvälisillä lentokentillä ja muun muassa Moskovassa ja Pietarissa.

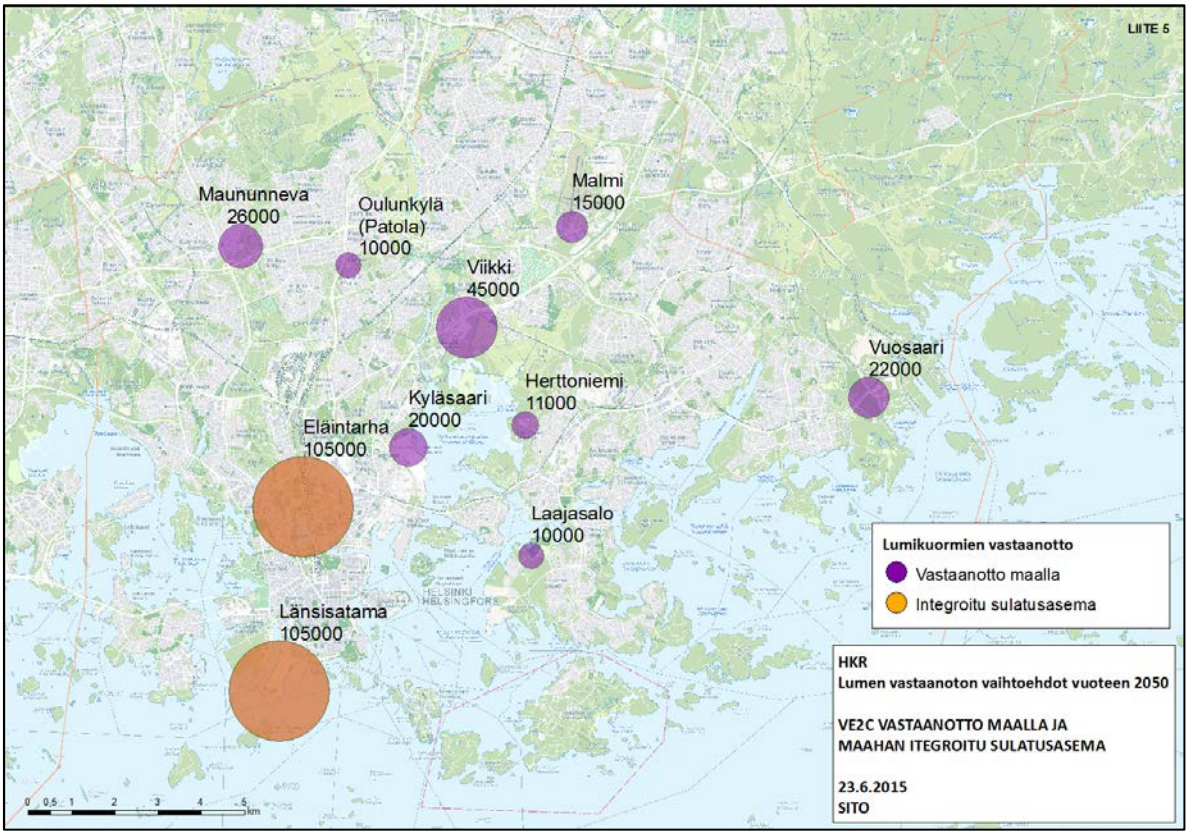
Kuva 10. Trecan sulatusasema (Kuvan lähde: Trecan)

Kaupunkirakenteeseen integroidun lumensulatusaseman sulatuskapasiteetti on laitteen valmistajan mukaan 300 t/h. Sulatusaseman sulatuskapasiteetti määritettiin tässä siirrettävän lumensulatuslaitteen kokeilun seurantatulosten (Ramboll 2015) pohjalta olettaen, että sulatusaseman todellinen sulatuskapasiteetti on siirrettävän sulatuslaitteen tapaan kolmanneksen pienempi kuin laitteen valmistajan ilmoittama sulatuskapasiteetti. Sulatusaseman käyttöajan määritys perustui sulatusaseman vastaanottokapasiteettiin, joka on oletettu samaksi kuin Eläintarhan sulatuslaitoksen vastaanottokapasiteetti.

Yhden kaupunkirakenteeseen integroidun lumensulatusaseman polttimen kapasiteetiksi on laskettu seuraava:

- sulatuskapasiteetti 200 t/h, 25 kuormaa/h
- käyttöaika 12 h/vrk, 70 vrk/vuosi
- käsittelee 300 kuormaa/vrk
- sulattaa 21 000 kuormaa / vuosi
- elinkaari 20 vuotta
- energianlähteenä maakaasu

Seuraavassa kuvassa on esitetty kaksi viitteellistä paikkaa sulatusasemille. Molempiin sulatusasemiin on osoitettu viisi poltinta. Näiden sulatusasemien yhteenlaskettu sulatuskapasiteetti riittää 196 000 vuosittaisen kuorman käsittelyyn (Kuva 11, taulukko, 9, liite 5).



Kuva 11. Lumenvastaanottopaikat maalla ja kaupunkirakenteeseen integroidut sulatusasemat sekä vastaanottokapasiteetti (kuormien määrä) vuonna 2050 vaihtoehdossa VE 2C, liite 5.

Taulukko 9. Lumenvastaanottopaikat maalla ja kantakaupungin rakenteeseen integroidut lumensulatusasemat vuonna 2050 vaihtoehdossa VE 2C

Lumenvastaanottopaikka	**Kapasiteetti (kuormaa)**
Herttoniemi	11 000
Maununneva	26 000
Malmi	15 000
Oulunkylä	10 000
Viikki	45 000
Kyläsaari	20 000
Vuosaari	22 000
Laajasalo (uusi vastaanottopaikka)	10 000
Integroidut lumensulatusasemat (10 kpl polttimia) yhteensä	196 000
Kapasiteetti yhteensä	**355 000**

Taulukko 10. Lumensulatuslaitosten käyttämän energian kustannukset.

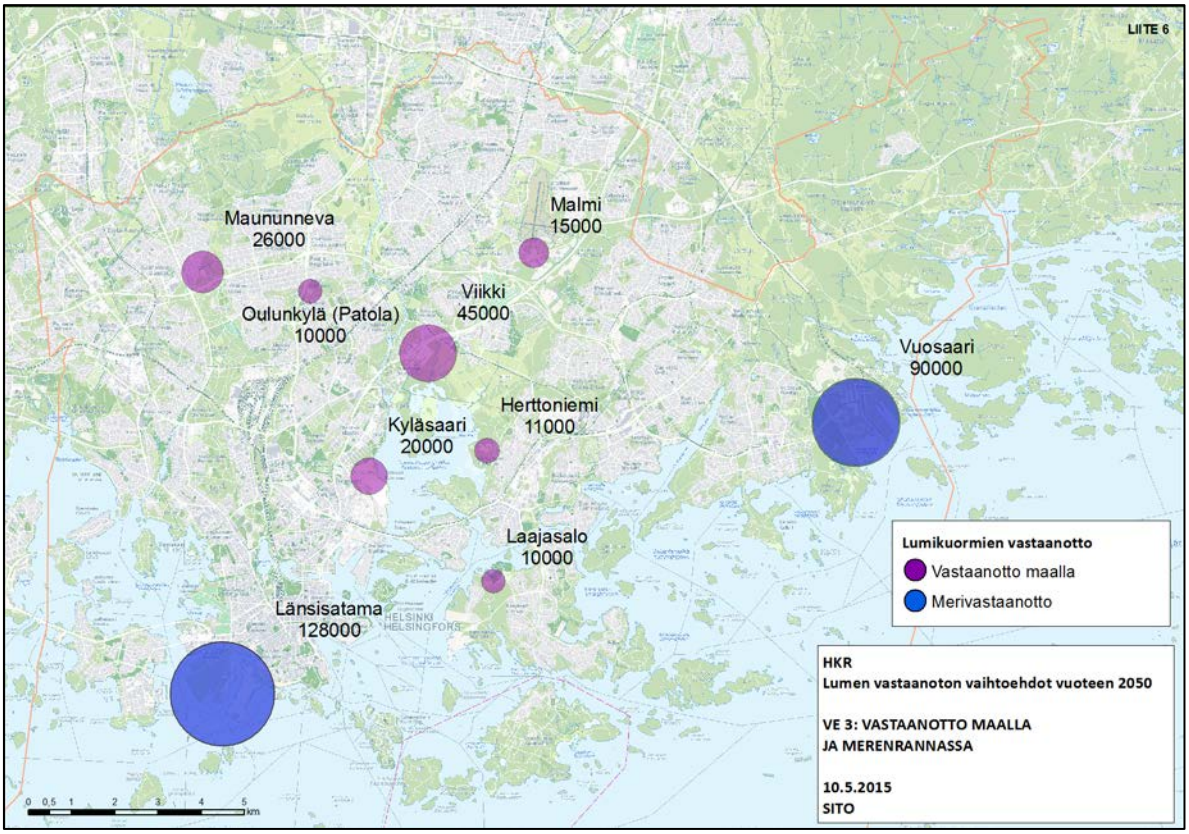
	käytettävä energialähde	**energian yksikkökustannukset (€ / MWh)**	**Sulatuksen tuotettu energia (MWh) normaali talvi**	**Sulatuksen tuotettu energia (MWh) runsasluminen talvi**	**Sulatusenergian kustannus normaali talvi**	**Sulatusenergian kustannus runsasluminen talvi**
Eläintarhan lumensulatuslaitos	kaukolämpö ja puhdistettu jätevesi	43	0	105 840	0 €	4,55 M€
Siirrettävä lumen sulatusasema (Trecan pd80)	kevyt polttoöljy	69	16 393	98 356	1,13 M€	6,79 M€
Intergoitu sulatusasema	Maakaasu	43	16 393	98 356	0,70 M€	4,23 M€

4.4 VE3: Lumenvastaanottopaikat merellä ja maalla

Vaihtoehdossa 3 lunta ajetaan virallisille lumenvastaanottopaikoille. Lisäksi on käytössä kaksi merivastaanottopaikkaa Hernesaaressa ja Vuosaaressa (Kuva 12, taulukko x, liite 6).

Merivastaanottopaikkojen edustalla liikennöivän hinaajan polttoaineen kulutus:

- polttoaineena diesel
- polttoaineen kulutus 60 l/h
- käyttöaika 24 h /vrk, 38 vrk/talvi
- polttoaineen kulutus 54 720 l/talvi



Kuva 12. Lumenvastaanottopaikat maalla ja merenrannassa sekä vastaanottokapasiteetti (kuormien määrä) vuonna 2050 vaihtoehdossa VE 3, liite 6.

Taulukko 11. Lumenvastaanottopaikat maalla ja merenrannassa vuonna 2050 vaihtoehdossa VE 3

Lumenvastaanottopaikka	Kapasiteetti (kuormaa)
Herttoniemi	11 000
Maununneva	26 000
Malmi	15 000
Oulunkylä	10 000
Viikki	45 000
Kyläsaari	20 000
Laajasalo (uusi vastaanottopaikka)	10 000
Vuosaari (merivastaanotto)	90 000
Länsisatama (merivastaanotto)	128 000
Kapasiteetti yhteensä	**355 000**

5. VAIKUTUSTEN ARVIOINTI

5.1 Kustannukset

Eri vaihtoehtojen kustannuksissa on määritelty investointikustannukset, kuljetuskustannukset ja käyttökustannukset. Investointikustannukset on muutettu vuotuiskustannuksiksi diskonttaamalla investointi tasasuuruiseksi vuotuiskustannukseksi koko käyttöiän ajalle. Laskennassa käytetyt yksikköhinnat on esitetty kohdassa 3.3.1. Seuraavissa kohdissa on kuvattu vaihtoehtojen kustannukset normaalina lumitalvena ja runsaslumisena talvena. Normaalina lumitalvena lumen vastaanottotarve on noin kuudesosa runsaslumisen talven tarpeesta ja sulatus tapahtuu lumensulatuspaikoilla ja -laitoksissa samassa suhteessa kuin runsaslumisina talvina

Liitteessä 7 on esitetty laskelmat investointikustannusten muuttamisesta vuotuiskustannuksiksi.

5.2 Vaihtoehdon 0 kustannukset

Normaali lumitalvi

Taulukko 12. Vaihtoehdon 0 kustannukset normaalina lumitalvena.

Vaihtoehto 0 Ei toimenpiteitä	**yksikkö**	**kustannus €/kuorma**	**kustannus €/vuosi**
Kuormaus ja kuljetuskustannukset vuodessa olemassa oleville lumenvastaanottopaikoille Helsingissä	59 000 kuormaa	43,44	2 562 960
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka olemassa oleville lumenvastaanottopaikoille Helsingissä	15 km		
Vastaanottopaikkojen ylläpitokustannukset vuodessa (eli vastaanottomaksuista saadut tulot)			1 032 500
Kuormat vuodessa Helsingin ulkopuolella sijaitseville lumenvastaanottopaikoille	0 kuormaa	116,78	0
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka Helsingin ulkopuolella sijaitseville lumenvastaanottopaikoille	50 km		
Vastaanottopaikkojen ylläpitokustannukset vuodessa (eli vastaanottomaksuista saadut tulot)			0
Infran ja laitteiden investoinnit vuotuisena kuluna			233 113
Kuormaus-, kuljetus- ja investointikustannukset yhteensä			**3 828 573**

Runsasluminen talvi

Taulukko 13. Vaihtoehdon 0 kustannukset runsaslumisena talvena.

Vaihtoehto 0 Ei toimenpiteitä	**yksikkö**	**kustannus €/kuorma**	**kustannus €/vuosi**
Kuormaus ja kuljetuskustannukset vuodessa olemassa oleville lumenvastaanottopaikoille Helsingissä	149 000 kuormaa	43,44	6 472 560
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka olemassa oleville lumenvastaanottopaikoille Helsingissä	15 km		
Vastaanottopaikkojen ylläpitokustannukset vuodessa (eli vastaanottomaksut)			2 607 500
Kuormat vuodessa Helsingin ulkopuolella sijaitseville lumenvastaanottopaikoille	206 000 kuormaa	116,78	24 056 680
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka lumenvastaanottopaikoille	50 km		
Vastaanottopaikkojen ylläpitokustannukset vuodessa (eli vastaanottomaksut)			3 605 000
Infran ja laitteiden investoinnit vuotuisena kuluna			233 113
Kuormaus-, kuljetus- ja investointikustannukset yhteensä			**36 974 853**

5.3 Vaihtoehdon 1 kustannukset

Normaali lumitalvi

Taulukko 14. Vaihtoehdon 1 kustannukset normaalina lumitalvena.

Vaihtoehto 1 **Lumen vastaanottopaikat maalla**	**yksikkö**	**kustannus €/kuorma**	**kustannus €/vuosi**
Kuormat vuodessa olemassa oleville lumenvastaanottopaikoille Helsingissä	59 000 kuormaa	43,44	2 562 960
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka olemassa oleville lumenvastaanottopaikoille Helsingissä	15 km		
Vastaanottopaikkojen ylläpitokustannukset vuodessa (eli vastaanottomaksut)			1 032 500
Kuormat vuodessa uusille lumenvastaanottopaikoille Helsingissä	0 kuormaa	95,83	0
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka uusille lumenvastaanottopaikoille Helsingissä	40 km		
Vastaanottopaikkojen ylläpitokustannukset vuodessa (eli vastaanottomaksut)			0
Infran ja vastaanottopaikan investoinnit vuotuisena kuluna			262 252
Kuormaus-, kuljetus- ja investointikustannukset yhteensä			**3 857 712**

Runsasluminen talvi

Taulukko 15. Vaihtoehdon 1 kustannukset runsaslumisena talvena.

Vaihtoehto 1 **Lumen vastaanottopaikat maalla**	**yksikkö**	**kustannus €/kuorma**	**kustannus €/vuosi**
Kuormat vuodessa olemassa oleville lumenvastaanottopaikoille Helsingissä	159 000 kuormaa	43,44	6 906 960
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka olemassa oleville lumenvastaanottopaikoille Helsingissä	15 km		
Vastaanottopaikkojen ylläpitokustannukset vuodessa (eli vastaanottomaksut)			2 782 500
Kuormat vuodessa uusille lumenvastaanottopaikoille Helsingissä	196 000 kuormaa	95,83	18 782 680
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka uusille lumenvastaanottopaikoille Helsingissä	40 km		
Vastaanottopaikkojen ylläpitokustannukset vuodessa (eli vastaanottomaksut)			3 430 000
Infran ja vastaanottopaikan investoinnit vuotuisena kuluna			262 252
Kuormaus-, kuljetus- ja investointikustannukset yhteensä			**32 164 392**

5.4 Vaihtoehdon 2A kustannukset

Normaali lumitalvi

Taulukko 16. Vaihtoehdon 2A kustannukset normaalina lumitalvena.

Vaihtoehto 2A Keskitetty lumensulatus Eläintarhan sulatuslaitoksessa	**yksikkö**	**kustannus €/kuorma**	**kustannus €/vuosi**
Kuormat vuodessa olemassa oleville lumenvastaanottopaikoille Helsingissä	21 439 kuormaa	43,44	931 310
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka olemassa oleville lumenvastaanottopaikoille Helsingissä	15 km		
Vastaanottopaikkojen ylläpitokustannukset vuodessa (eli vastaanottomaksut)			375 183
Kuormat vuodessa Eläintarhan lumensulatuslaitokseen	37 561 kuormaa	32,96	1 238 011
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka Eläintarhan lumensulatuslaitoksella	10 km		
Vastaanottopaikkojen ylläpitokustannukset vuodessa (henkilötyö)	1 henkilöä		50 000
Infran ja laitteiden investoinnit vuotuisena kuluna (Eläintarhan lumensulatuslaitos)			3 929 294
Käytetyn sulatusenergian kustannus (kaukolämpö)			0
Kaukolämmön liittymämaksu vuodessa			1 400 000
Käytetyn sulatusenergian kustannus (puhdistettu jätevesi)			0
Laitteiden käyttökustannukset vuodessa			100 000
Kuormaus-, kuljetus- ja investointikustannukset yhteensä			**8 023 797**

Runsasluminen talvi

Taulukko 17. Vaihtoehdon 2A kustannukset runsaslumisena talvena.

Vaihtoehto 2A Keskitetty lumensulatus Eläintarhan sulatuslaitoksessa	**yksikkö**	**kustannus €/kuorma**	**kustannus €/vuosi**
Kuormat vuodessa olemassa oleville lumenvastaanottopaikoille	159 000 kuormaa	43,44	6 906 960
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka olemassa oleville lumenvastaanottopaikoille	15 km		
Vastaanottopaikkojen ylläpitokustannukset vuodessa (eli vastaanottomaksut)			2 782 500
Kuormat vuodessa Eläintarhan lumensulatuslaitokseen	196 000 kuormaa	32,96	6 460 160
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka eläintarhan lumensulatuslaitokseen	10 km		
Vastaanottopaikkojen ylläpitokustannukset vuodessa (henkilötyö)	2 henkilöä		100 000
Infran ja laitteiden investoinnit vuotuisena kuluna (Eläintarhan lumensulatuslaitos)			3 929 294
Käytetyn sulatusenergian kustannus (kaukolämpö)			4 551 120
Kaukolämmön liittymämaksu vuodessa			1 400 000
Käytetyn sulatusenergian kustannus (pudistettu jätevesi)			0
Laitteiden käyttökustannukset vuodessa			200 000
Kuormaus-, kuljetus- ja investointikustannukset yhteensä			**26 330 034**

5.5 Vaihtoehdon 2B kustannukset

Normaali lumitalvi

Taulukko 18. Vaihtoehdon 2B kustannukset normaalina lumitalvena.

Vaihtoehto 2B Hajautettu lumensulatus siirrettävillä laitteilla	**yksikkö**	**kustannus €/kuorma**	**kustannus €/vuosi**
Kuormat vuodessa olemassa oleville lumenvastaanottopaikoille	21 439 kuormaa	43,44	931 310
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka olemassa oleville lumenvastaanottopaikoille	15 km		
Vastaanottopaikkojen ylläpitokustannukset vuodessa (eli vastaanottomaksut)			375 183
Kuormat vuodessa lumensulatuslaitteille	37 561 kuormaa	18,29	686 991
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka lumensulatuslaitteille	3 km		
Vastaanottopaikkojen ylläpitokustannukset vuodessa (henkilötyö)	25 henkilöä		1 250 000
Infran ja laitteiden investoinnit vuotuisena kuluna (25 laitetta, viemäröinti)			1 752 824
Käytetyn sulatusenergian kustannus (kevyt polttoöljy)			1 128 840
Polttoöljyn kuljetuskustannus sulatuslaitteille (40 km kuljetusmatka)			32 678
Laitteiden käyttökustannukset vuodessa			800 000
Kuormaus-, kuljetus- ja investointikustannukset yhteensä			**6 956 825**

Runsasluminen talvi

Taulukko 19. Vaihtoehdon 2B kustannukset runsaslumisena talvena.

Vaihtoehto 2B Hajautettu lumensulatus siirrettävillä laitteilla	**yksikkö**	**kustannus €/kuorma**	**kustannus €/vuosi**
Kuormat vuodessa olemassa oleville lumenvastaanottopaikoille	159 000 kuormaa	43,44	6 906 960
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka olemassa oleville lumenvastaanottopaikoille	15 km		
Vastaanottopaikkojen ylläpitokustannukset vuodessa (eli vastaanottomaksut)			2 782 500
Kuormat vuodessa lumensulatuslaitteille	196 000 kuormaa	18,29	3 584 840
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka lumensulatuslaitteille	3 km		
Vastaanottopaikkojen ylläpitokustannukset vuodessa (henkilötyö)	50 henkilöä		2 500 000
Infran ja laitteiden investoinnit vuotuisena kuluna (25 laitetta, viemäröinti)			1 751 824
Polttoöljyn kuljetuskustannus sulatuslaitteille (40 km kuljetusmatka)			170 520
Käytetyn sulatusenergian kustannus (kevyt polttoöljy)			6 773 040
Laitteiden käyttökustannukset vuodessa			1 600 000
Kuormaus-, kuljetus- ja investointikustannukset yhteensä			**26 069 684**

5.6 Vaihtoehdon 2C kustannukset

Normaali lumitalvi

Taulukko 20. Vaihtoehdon 2C kustannukset normaalina lumitalvena.

Vaihtoehto 2C Keskitetty lumensulatus lumensulatusasemissa	**yksikkö**	**kustannus €/kuorma**	**kustannus €/vuosi**
Kuormat vuodessa olemassa oleville lumenvastaanottopaikoille	21 439 kuormaa	43,44	931 310
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka olemassa oleville lumenvastaanottopaikoille	15 km		
Vastaanottopaikkojen ylläpitokustannukset vuodessa			375 183
Kuormat vuodessa lumensulatusasemille	37 561 kuormaa	28,77	1 080 630
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka lumensulatusasemille	8 km		
Vastaanottopaikkojen ylläpitokustannukset vuodessa (henkilötyö)	2 henkilöä		100 000
Infran ja laitteiden investoinnit vuotuisena kuluna (10 kiinteää laitetta, viemäröinti)			1 383 697
Käytetyn sulatusenergian kustannus (maakaasu)			704 887
Laitteiden käyttökustannukset vuodessa			600 000
Kuormaus-, kuljetus- ja investointikustannukset yhteensä			**5 175 707**

Runsasluminen talvi

Taulukko 21. Vaihtoehdon 2C kustannukset runsaslumisena talvena.

Vaihtoehto 2C Keskitetty lumensulatus lumensulatusasemissa	**yksikkö**	**kustannus €/kuorma**	**kustannus €/vuosi**
Kuormat vuodessa olemassa oleville lumenvastaanottopaikoille	159 000 kuormaa	43,44	6 906 960
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka olemassa oleville lumenvastaanottopaikoille	15 km		
Vastaanottopaikkojen ylläpitokustannukset vuodessa (eli vastaanottomaksut)			2 782 500
Kuormat vuodessa lumensulatusasemille	196 000 kuormaa	28,77	5 638 920
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka lumensulatusasemille	8 km		
Vastaanottopaikkojen ylläpitokustannukset vuodessa (henkilötyö)	4 henkilöä		200 000
Infran ja laitteiden investoinnit vuotuisena kuluna (10 kiinteää laitetta, viemäröinti)			1 383 697
Käytetyn sulatusenergian kustannus (maakaasu)			4 229 322
Laitteiden käyttökustannukset vuodessa			1 200 000
Kuormaus-, kuljetus- ja investointikustannukset yhteensä			**22 341 399**

5.7 Vaihtoehdon 3 kustannukset

Normaali lumitalvi

Taulukko 22. Vaihtoehdon 3 kustannukset normaalina lumitalvena.

Vaihtoehto 3 Lumen vastaanottopaikat merellä ja maalla	yksikkö	kustannus €/kuorma	kustannus €/vuosi
Kuormat vuodessa olemassa oleville lumenvastaanottopaikoille	21 439 kuormaa	43,44	931 310
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka olemassa oleville lumenvastaanottopaikoille	15 km		
Vastaanottopaikkojen ylläpitokustannukset vuodessa			375 183
Kuormat vuodessa uusille lumenvastaanottopaikoille	37 561 kuormaa	32,96	1 238 011
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka uusille lumenvastaanottopaikoille	10 km		
Vastaanottopaikkojen ylläpitokustannukset vuodessa (henkilötyö)	1 henkilö		50 000
Infran ja laitteiden investoinnit vuotuisena kuluna			378 808
Laitteiden käyttökustannukset vuodessa (hinaajat, niiden polttoaine)			29 252
Kuormaus-, kuljetus- ja investointikustannukset yhteensä			**3 002 564**

Runsasluminen talvi

Taulukko 23. Vaihtoehdon 3 kustannukset runsaslumisena talvena.

Vaihtoehto 3 Lumen vastaanottopaikat merellä ja maalla	yksikkö	kustannus €/kuorma	kustannus €/vuosi
Kuormat vuodessa olemassa oleville lumenvastaanottopaikoille	159 000 kuormaa	43,44	6 906 960
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka olemassa oleville lumenvastaanottopaikoille	15 km		
Vastaanottopaikkojen ylläpitokustannukset vuodessa			2 782 500
Kuormat vuodessa uusille lumenvastaanottopaikoille	196 000 kuormaa	32,96	6 460 160
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka uusille lumenvastaanottopaikoille	10 km		
Vastaanottopaikkojen ylläpitokustannukset vuodessa (henkilötyö)	2 henkilöä		100 000
Infran ja laitteiden investoinnit vuotuisena kuluna			378 808
Laitteiden käyttökustannukset vuodessa (hinaajat, niiden polttoaine)			175 514
Kuormaus-, kuljetus- ja investointikustannukset yhteensä			**16 803 942**

5.8 Kustannusten yhteenveto

Seuraavassa taulukossa on yhteenveto lumen vastaanottovaihtoehtojen vuosittaisista kustannuksista normaalina lumitalvena ja runsaslumisena talvena. Investointikustannukset on muutettu vuosikustannuksiksi.

Taulukko 24. Lumen vastaanottovaihtoehtojen kustannusten yhteenveto normaalina lumitalvena ja runsaslumisena talvena

Vaihtoehto	VE 0	VE 1	VE 2A	VE 2B	VE 2C	VE 3
Vuosittaiset kustannukset normaalina lumitalvena (miljoona euroa, M€)	3,8	3,9	8,0	7,0	5,2	3,0
Vuosittaiset kustannukset runsaslumisena talvena (miljoona euroa, M€)	37	32	26	26	22	17

Normaalina lumitalvena suurimmat kustannukset aiheutuvat vaihtoehdosta 2A (keskitetty lumensulatus Eläintarhan sulatuslaitoksessa). Kustannuksiltaan halvin on vaihtoehto 3 (lumenvastaanottopaikat merellä ja maalla).

Runsaslumisena talvena suurimmat kustannukset ovat vaihtoehdossa 0 (ei uusia vastaanottopaikkoja). Kustannuksiltaan halvin on vaihtoehto 3 (lumenvastaanottopaikat merellä ja maalla).

Lumensulatusvaihtoehdoista hieman muita kalliimpi on sekä normaalina sekä runsaslumisena talvena 2A (keskitetty lumensulatus Eläintarhan sulatuslaitoksessa).

5.9 Polttoainekulutuksen CO_2-päästöt

Normaalina lumitalvena suurimmat hiilidioksidipäästöt aiheutuvat lumensulatusvaihtoehdoista 2B (4,8 kt CO2-ekv) ja 2C (3,8 kt CO2-ekv) (Taulukko 25). Normaalina lumitalvena pienimmät päästöt (0,7 kt CO2-ekv) aiheutuvat Eläintarhan sulatuslaitoksen vaihtoehdosta 2A ja merivastaanottovaihtoehdosta 3. Normaalina lumitalvena Eläintarhan sulatuslaitoksen lumensulatusprosessista (VE 2A) ei katsota aiheutuvan hiilidioksidipäästöjä, mikäli sulatuksen energianlähteenä käytetään jätevedenpuhdistamon purkuvettä.

Runsaslumisena talvena suurimmat hiilidioksidipäästöt aiheutuvat vaihtoehdosta 2B (lumen sulatus siirrettävillä lumensulatuslaitteilla) (30 kt CO2-ekv) ja pienimmät päästöt vaihtoehdosta 3 (lumen vastaanotto merellä ja maalla) (5 kt CO2-ekv) (Taulukko 26). Vaihtoehdon 2B vuosittaiset hiilidioksidipäästöt ovat runsaslumisena talvena noin kuusi kertaa suuremmat kuin vaihtoehdon 3. Runsaslumisena talvena toiseksi suurimmat hiilidioksidipäästöt aiheutuvat vaihtoehdosta 2A (Eläintarhan sulatuslaitos). Vaihtoehdon 2A vuosittaiset hiilidioksidipäästöt ovat runsaslumisena talvena yli viisi kertaa suuremmat kuin vaihtoehdon 3 (lumenvastaanottopaikat merellä ja maalla). Runsaslumisena talvena vaihtoehtojen 0, 1 ja 2C vuosittaiset hiilidioksidipäästöt ovat pienemmät kuin vaihtoehdoissa 2A ja 2B, mutta suuremmat kuin vaihtoehdossa 3.

Vaihtoehdon 2B (lumen sulatus siirrettävillä lumensulatuslaitteilla) hiilidioksidipäästöt ovat runsaslumisena talvena noin prosentin Helsingin kaupungin vuosittaisista kokonaispäästöistä (noin 2 600 kt CO2-ekv) (Helsingin kaupungin ympäristöraportti 2014). Kokonaispäästöt sisältävät jätteen ja jäteveden, teollisuuden ja työkoneet, liikenteen, kulutussähkön ja lämmityksen päästöt. Suurimmat päästöt aiheutuvat Helsingissä kaukolämmön ja kulutussähkön käytöstä sekä liikenteestä.

Lumen käsittelystä aiheutuviin päästöihin voidaan vaikuttaa merkittävimmin energianlähteen valinnalla ja pitämällä lumen kuljetusmatkat mahdollisimman lyhyinä. Lumensulatusvaihtoehtojen päästöjä voidaan vähentää huomattavasti, mikäli sulatuksen energianlähteenä käytetään polttoöljyn ja maakaasun sijaan biokaasua tai muita biopolttoaineita tai sulatuksessa hyödynnetään yhteiskunnan muista prosesseista aiheutuvaa hukkalämpöä (esim. teollisuuden, jäteveden ja konesalien hukkalämpö).

Taulukko 25. Polttoaineen kulutuksen CO_2-päästöt normaalina lumitalvena (59 000 kuormaa).

			CO_2 kg / kuorma	CO_2 kg / vuosi
Vaihtoehto 0: Ei toimenpiteitä		**yksikkö**		
Kuormat nykyisille lumenvastaanottopaikoille/v	59 000	kuormaa	15	858 450
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka nykyisille lumenvastaanottopaikoille	15	km		
			Yhteensä	**858 450**
Vaihtoehto 1: Lumen vastaanottopaikat maalla				
Kuormat nykyisille lumenvastaanottopaikoille/v	59 000	kuormaa	15	858 450
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka nykyisille lumenvastaanottopaikoille	15	km		
			Yhteensä	**858 450**
Vaihtoehto 2A: Keskitetty lumensulatus Eläintarhan sulatuslaitoksessa				
Kuormat nykyisille lumenvastaanottopaikoille/v	21 439	kuormaa	15	311 937
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka nykyisille lumenvastaanottopaikoille	15	km		
Kuormat sulatuslaitokselle/v	37 561	kuormaa	10	364 342
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka uusille lumenvastaanottopaikoille	10	km		
Lumensulatuslaitoksen polttoaineen kulutus /v				0
			Yhteensä	**676 279**
Vaihtoehto 2B: Hajautettu lumensulatus siirrettävillä laitteilla				
Kuormat nykyisille lumenvastaanottopaikoille/v	21 439	kuormaa	15	311 937
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka nykyisille lumenvastaanottopaikoille	15	km		
Kuormat siirrettäville sulatuslaitteille/v	37 561	kuormaa	3	109 303
Polttoöljyn kuljetus sulatuslaitteille	40	km		29 094
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka uusille lumenvastaanottopaikoille	3	km		
Laitteiden polttoaineen kulutus/v				4 376 856
			Yhteensä	**4 798 096**
Vaihtoehto 2C: Keskitetty lumensulatus lumensulatusasemissa				
Kuormat nykyisille lumenvastaanottopaikoille/v	21 439	kuormaa	15	311 937
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka nykyisille lumenvastaanottopaikoille	15	km		
Kuormat sulatusasemille/v	37 561	kuormaa	8	291 473
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka uusille lumenvastaanottopaikoille	8	km		
Aseman polttoaineen kulutus/v				3 245 759
			Yhteensä	**3 849 169**
Vaihtoehto 3: Lumen vastaanottopaikat merellä ja maalla				
Kuormat nykyisille lumenvastaanottopaikoille/v	21 439	kuormaa	15	311 937
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka nykyisille lumenvastaanottopaikoille	15	km		
Kuormat merivastaanottopaikoille/v	37 561	kuormaa	10	364 342
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka uusille lumenvastaanottopaikoille	10	km		
Merivastaanottopaikan hinaajan polttoaineen kulutus/v				48 578
			Yhteensä	**724 857**

Taulukko 26. Polttoaineen kulutuksen CO_2-päästöt runsaslumisena talvena (355 000 kuormaa).

			CO_2 kg / kuorma	CO_2 kg / vuosi
Vaihtoehto 0: Ei toimenpiteitä		**yksikkö**		
Kuormat nykyisille lumenvastaanottopaikoille/v	149 000	kuormaa	17	2 540 078
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka nykyisille lumenvastaanottopaikoille	15	km		
Kuormat vuodessa uusille lumenvastaanottopaikoille	206 000	kuormaa	57	11 705 950
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka uusille lumenvastaanottopaikoille	50	km		
			Yhteensä	**14 246 028**
Vaihtoehto 1: Lumen vastaanottopaikat maalla				
Kuormat nykyisille lumenvastaanottopaikoille/v	159 000	kuormaa	17	2 710 553
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka nykyisille lumenvastaanottopaikoille	15	km		
Kuormat vuodessa uusille lumenvastaanottopaikoille	196 000	kuormaa	45	8 910 160
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka uusille lumenvastaanottopaikoille	40	km		
			Yhteensä	**11 620 713**
Vaihtoehto 2A: Keskitetty lumensulatus Eläintarhan sulatuslaitoksessa				
Kuormat nykyisille lumenvastaanottopaikoille/v	159 000	kuormaa	17	2 710 553
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka nykyisille lumenvastaanottopaikoille	15	km		
Kuormat sulatuslaitokselle/v	196 000	kuormaa	11	2 227 540
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka uusille lumenvastaanottopaikoille	10	km		
Lumensulatuslaitoksen energiankulutus/v				23 284 800
			Yhteensä	**28 222 893**
Vaihtoehto 2B: Hajautettu lumensulatus siirrettävillä laitteilla				
Kuormat nykyisille lumenvastaanottopaikoille/v	159 000	kuormaa	15	2 710 553
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka nykyisille lumenvastaanottopaikoille	15	km		
Kuormat siirrettäville sulatuslaitteille/v	196 000	kuormaa	3	668 262
Polttoöljyn kuljetus sulatuslaitteille	40	km		174 566
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka uusille lumenvastaanottopaikoille	3	km		
Laitteiden (25 kpl) energiankulutus/v				26 261 137
			Yhteensä	**29 814 519**
Vaihtoehto 2C: Keskitetty lumensulatus lumensulatusasemissa				
Kuormat nykyisille lumenvastaanottopaikoille/v	159 000	kuormaa	15	2 710 553
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka nykyisille lumenvastaanottopaikoille	15	km		
Kuormat sulatusasemille/v	196 000	kuormaa	9	1 782 032
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka uusille lumenvastaanottopaikoille	8	km		
Asemien (10 kpl integroituja laitteita) energiankulutus/v				19 474 551
			Yhteensä	**23 967 136**
Vaihtoehto 3: Lumen vastaanottopaikat merellä ja maalla				
Kuormat nykyisille lumenvastaanottopaikoille/v	159 000	kuormaa	15	2 710 553
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka nykyisille lumenvastaanottopaikoille	15	km		
Kuormat merivastaanottopaikoille/v	196 000	kuormaa	11	2 227 540
Keskimääräinen edestakainen kuljetusmatka uusille lumenvastaanottopaikoille	10	km		
Merivastaanottopaikan hinaajien (2 kpl) energiankulutus /v				291 466
			Yhteensä	**5 229 559**

5.10 Muut vaikutukset

Vaikutukset maankäyttöön, resurssitehokkuuteen ja liikenteeseen sekä melu, ilmapäästöt ja roskaantuminen on arvioitu runsaslumisen talven tilanteessa (355 000 kuormaa/v) ja esitetty alla olevassa taulukossa.

Vaihtoehdoissa 1, 2A, 2C ja 3 vaikutukset maankäyttöön ovat pysyviä, ja vaihtoehtoehtojen toteuttaminen rajoittaa muuta maankäyttöä. Vaihtoehdossa 2B maankäyttövaikutukset ovat tilapäisiä ja lyhytkestoisia.

Vaihtoehdossa 2B lumenkuljetusmatkat ja polttoaineen kulutus ovat vaihtoehdoista pienimmät. Toiseksi pienimmät ne ovat vaihtoehdossa 2C. Pisimmät kuljetusmatkat ja suurin polttoaineen kulutus ovat vaihtoehdoissa 0 ja 1.

Vaihtoehdossa 0 lumen kuljetuksen aiheuttaman melun ja ilmapäästöjen vaikutusalue on vaihtoehdoista suurin. Vaihtoehdossa 1 lumen kuljetuksen aiheuttaman melun ja ilmapäästöjen vaikutusalue on 0-vaihtoehtoa pienempi, mutta suurempi kuin vaihtoehdoissa 2 A, B, C ja 3. Vaihtoehdossa 3 roskia päätyy lumen mukana mereen. Muissa vaihtoehdoissa meren roskaantuminen vähenee.

VAIHTOEHTO	**VAIKUTUKSET MAANKÄYTTÖÖN JA RESURSSITEHOKKUUTEEN**	**LIIKENTEELLISET VAIKUTUKSET**	**MUUT YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET (MELU, ILMAPÄÄSTÖT, ROSKAANTUMINEN)**
VE0: Ei toimenpiteitä	Ei merkittäviä vaikutuksia maankäyttöön. Resurssitehokkuus: Vaihtoehdossa vältetään uusien lumenvastaanottopaikkojen rakentamisen aiheuttama luonnonvarakulutus, mutta kaupunki siirtää vastuun vastaanottopaikkojen toteuttamisesta muualle. Lisäksi ei ole varmuutta, onko naapurikunnissa tarpeellista lumenvastaanottokapasiteettia. Pitkiin lumen kuljetusmatkoihin kuluu vuosittain eniten polttoainetta.	Runsaslumisena talvena riittävää kuljetuskalustoa voi olla vaikea saada, koska yhden kuorman kuljettamiseen menee enemmän aikaa.	Lumen kuljetuksen aiheuttaman melun ja ilmapäästöjen vaikutusalue on vaihtoehdoista suurin. Roskia päätyy lumen mukana vastaanottopaikoille. Meren roskaantuminen vähenee (erityisesti kelluvat roskat).
VE1: Lumen vastaanottopaikat maalla	Hernesaaressa poistuvan lumen vastaanottopaikan kohdalla vaikutukset maankäyttöön ovat myönteiset. Haltialassa ja Östersundomissa vastaanottopaikat rajoittavat maankäyttöä, joten niissä vaihtoehdolla on kielteisiä maankäyttövaikutuksia. Resurssitehokkuus: Kahden uuden lumenvastaanottopaikan rakentamiseen ennestään rakentamattomalle maalle kuluu luonnonvaroja. Lumen kuljetusmatkoihin kuluu polttoainetta vähemmän kuin vaihtoehdossa 0.	Runsaslumisena talvena riittävää kuljetuskalustoa voi olla vaikea saada, koska yhden kuorman kuljettamiseen menee aikaa enemmän kuin vaihtoehdoissa 2 ja 3.	Lumen kuljetuksen aiheuttaman melun ja ilmapäästöjen vaikutusalue on suurempi kuin vaihtoehdoissa 2 ja 3. Roskia päätyy lumen mukana vastaanottopaikoille. Meren roskaantuminen vähenee (erityisesti kelluvat roskat).

VAIHTOEHTO	VAIKUTUKSET MAANKÄYTTÖÖN JA RESURSSITEHOKKUUTEEN	LIIKENTEELLISET VAIKUTUKSET	MUUT YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET (MELU, ILMAPÄÄSTÖT, ROSKAANTUMINEN)
VE2A: Keskitetty lumensulatus Eläintarhan sulatuslaitoksessa ja lumenvastaanottopaikat	Ei merkittäviä vaikutuksia maankäyttöön. Resurssitehokkuus: Uuden sulatuslaitoksen rakentamiseen kuluu luonnonvaroja ja energiaa. Lumen sulatus kuluttaa energiaa. Energianlähteen valinnalla voidaan huomattavasti vaikuttaa sulatuslaitoksen käytönaikaiseen resurssitehokkuuteen. Lumen kuljetusmatkat ja polttoaineen kulutus on samaa luokkaa kuin vaihtoehdoissa VE2C ja VE3, mutta pienemmät kuin vaihtoehdoissa VE0 ja VE1.	Runsaslumisena talvena Vauhtitien kautta ajetaan 2 800 lumikuormaa vuorokaudessa eli yli kaksi kuormaa minuutissa. Vauhtitien kautta on mahdollista hoitaa tuo liikennemäärä ilman merkittäviä liikenteellisiä haittoja.	Lumensulatuksen merkittävimmät melulähteet ovat pyöräkuormaaja ja kuorma-auto. Itse sulatuksen melu on näitä pienempi. Laitoksen päästöt ilmaan hallitaan voimalaitoksessa ja haitat ovat vähäiset. Lumen kuljetuksen aiheuttamat melu ja ilmapäästöt ovat samaan luokkaa kuin vaihtoehdoissa VE2C ja VE3, mutta pienemmät kuin vaihtoehdoissa VE0 ja VE1. Roskia päätyy lumen mukana vastaanottopaikoille. Meren roskaantuminen vähenee (erityisesti kelluvat roskat).
VE2B: Hajautettu lumensulatus siirrettävillä lumensulatuslaitteilla ja lumenvastaanottopaikat	Hernesaaressa poistuvan lumenvastaanottopaikan kohdalla vaikutukset maankäyttöön ovat myönteiset. Siirrettävien lumensulatuslaitteiden edellyttämät alueet ja sulatusvesien johtaminen on otettava huomioon maankäytössä, joten vaihtoehdolla on vähäisiä kielteisiä vaikutuksia maankäyttöön. Resurssitehokkuus: Sulatuslaitteiden valmistukseen kuluu luonnonvaroja ja energiaa. Lumen sulatus kuluttaa fossiilisilla polttoaineilla tuotettua energiaa. Lumen kuljetusmatkat ja polttoaineen kulutus on vaihtoehdoista pienimmät.	Vaihtoehto on liikenteen järjestämisen kannalta paras ratkaisu. Kuljetusmatkat ovat selvästi lyhimmät, joten liikenteen määrä on vähäisin. Sulatusasemien kohdalla lumikuljetukset voivat heikentää liikenneturvallisuutta ja aiheuttaa meluhaittaa.	Lumensulatuksen merkittävimmät melulähteet ovat pyöräkuormaaja ja kuorma-auto. Itse sulatuslaitteen melu on näitä pienempi. Lumensulatuslaitteen merkittävimmät ilmapäästöt muodostuvat pääpolttimen savukaasuista. Sulatuslaitteen savukaasupäästöt jäävät hengitysilman korkeudelle. Päästöjen pitoisuus ei kuitenkaan ylitä raja-arvoja eikä laitteiden käyttö aiheuta haittaa hengitykselle. Melu ja ilmapäästöjä aiheuttavia laitteita on useammassa paikassa kuin vaihtoehdoissa 2A ja 2C. Lumen kuljetuksen aiheuttamat melu ja ilmapäästöt ovat vaihtoehdoista pienemmät. Roskia päätyy lumen mukana vastaanottopaikoille. Meren roskaantuminen vähenee (erityisesti kelluvat roskat).

VAIHTOEHTO	VAIKUTUKSET MAANKÄYTTÖÖN JA RESURSSITEHOKKUUTEEN	LIIKENTEELLISET VAIKUTUKSET	MUUT YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET (MELU, ILMAPÄÄSTÖT, ROSKAANTUMINEN)
VE2C: Keskitetty lumensulatus kaupunkirakenteeseen integroiduissa lumensulatusasemissa ja lumenvastaanottopaikat	Hernesaaressa poistuvan lumenvastaanottopaikan kohdalla vaikutukset maankäyttöön ovat myönteiset. Kahden lumensulatusaseman rakentaminen ja sulatusvesien johtaminen on otettava huomioon näiden kohtien maankäytössä ja liikennejärjestelyissä, joten vaihtoehdolla on vähäisiä kielteisiä vaikutuksia maankäyttöön. Resurssitehokkuus: Sulatusaseman valmistukseen kuluu luonnonvaroja ja energiaa. Lumen sulatus kuluttaa fossiilisilla polttoaineilla tuotettua energiaa. Lumen kuljetusmatkat ja polttoaineen kulutus on samaa luokkaa kuin vaihtoehdoissa VE2A ja VE3, mutta pienemmät kuin vaihtoehdoissa VE0 ja VE1.	Liikenteen hoitamisen kannalta melko hyvä vaihtoehto, koska kantakaupungin lumikuljetukset jakautuvat kahteen paikkaan. Kuljetusmatkat ovat toiseksi lyhimmät.	Lumensulatuksen merkittävimmät melulähteet ovat pyöräkuormaaja ja kuormaauto. Itse sulatuslaitteen melu on näitä pienempi. Lumensulatusaseman merkittävimmät ilmapäästöt muodostuvat pääpolttimen savukaasuista. Sulatusaseman savukaasupäästöt jäävät hengitysilman korkeudelle. Päästöjen pitoisuus ei kuitenkaan ylitä raja-arvoja eikä laitteiden käyttö aiheuta haittaa hengitykselle. Lumen kuljetuksen aiheuttamat melu ja ilmapäästöt ovat samaan luokkaa kuin vaihtoehdoissa VE2A ja VE3, mutta pienemmät kuin vaihtoehdoissa VE0 ja VE1. Roskia päätyy lumen mukana vastaanottopaikoille. Meren roskaantuminen vähenee (erityisesti kelluvat roskat).
VE3: Lumenvastaanottopaikat merellä ja maalla	Ei merkittäviä vaikutuksia maankäyttöön. Resurssitehokkuus: Vastaanottopaikkojen toimintojen rakentamiseen ja ylläpitoon kuluu jonkinverran luonnonvaroja ja energiaa. Lumen kuljetusmatkat ja polttoaineen kulutus on samaa luokkaa kuin vaihtoehdoissa VE2A ja VE2C, mutta pienemmät kuin vaihtoehdoissa VE0 ja VE1.	Kuljetusmatkat ovat melko lyhyet, joten liikenteen määrä säilyy kohtuullisena. Runsaslumisena talvena liikenne meriläjityspaikalle saattaa ruuhkautua.	Lumen kuljetuksen aiheuttamat melu ja ilmapäästöt ovat samaan luokkaa kuin vaihtoehdoissa VE2A ja VE2C, mutta pienemmät kuin vaihtoehdoissa VE0 ja VE1. Roskia päätyy lumen mukana vastaanottopaikoille. Mereen päätyvät roskat voivat heikentää veden laatua, jos roskaantumista ei millään tavalla estetä.

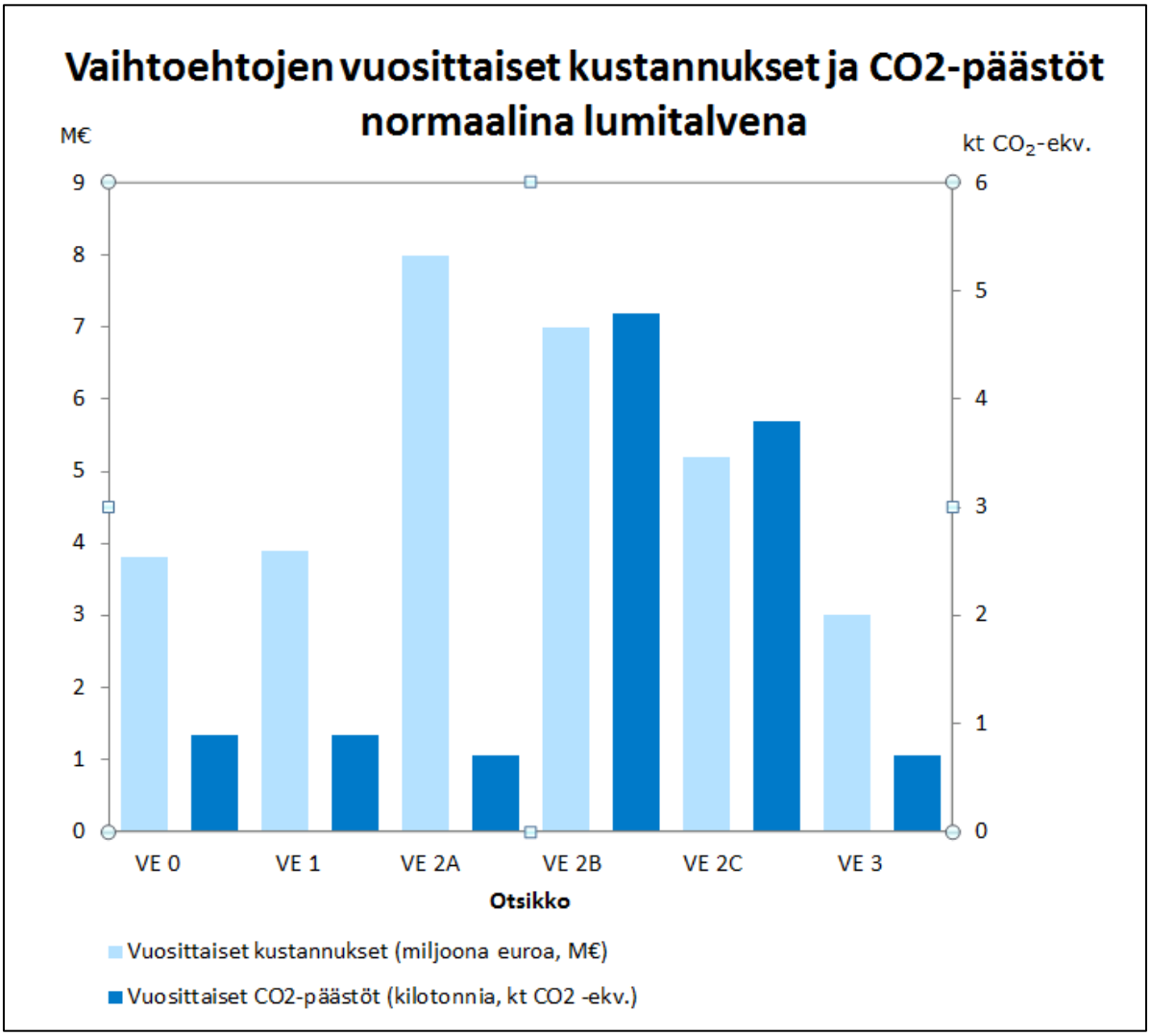
6. YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT

Vaikutusten arvioinnin perusteella vaihtoehto 3 (lumenvastaanottopaikat merellä ja maalla) on vaihtoehdoista kustannusten ja hiilidioksidipäästöjen perusteella arvioiden paras. Se on kustannuksiltaan halvin ja päästöiltään pienin sekä normaalina lumitalvena että runsaslumisena talvena. Vastaanottopaikka merellä lähellä kantakaupunkia mahdollistaa lyhyet kuljetusmatkat, mutta tuo kuitenkin riittävästi kapasiteettia myös runsaslumisena talvena. Ympäristön roskaantuminen on kuitenkin tässä vaihtoehdossa suurinta. Kelluvien roskien lisäksi merenpohja roskaantuu hallitsemattomalla tavalla, jos roskaantumista estäviä toimenpiteitä ei tehdä.

Normaalina lumitalvena (59 000 lumikuormaa) virallisten lumenvastaanottopaikkojen kapasiteetti riittää lumen vastaanottamiseen myös vuonna 2050. Malmin, Maununnevan, Vuosaaren, Herttoniemen, Viikin, Kyläsaaren ja Oulunkylän yhteenlaskettu kapasiteetti on normaalin lumitalven vastaanottotarpeeseen nähden yli kaksinkertainen. Suurin osa näistä lumenvastaanottopaikoista sijaitsee kuitenkin kaukana Helsingin kantakaupungista, josta ajetaan eniten lumikuormia. Hernesaaren merkitys kantakaupungin lumenvastaanottopaikkana on ollut suuri, sillä sinne on normaalinakin lumitalvena ajettu noin puolet kaupungissa aurattavasta lumesta. Kantakaupunkiin tarvitaan myös jatkossa lumenvastaanottopaikka.

Lumen sulatusvaihtoehtojen kustannukset ovat selvästi muita vaihtoehtoja korkeammat. Normaalina lumitalvena Eläintarhan sulatuslaitoksessa lumi pystytään sulattamaan puhdistetun jäteveden sisältämällä lämmöllä, jolloin käyttökustannukset ovat alhaiset. Investointi on kuitenkin niin suuri, että kokonaiskustannuksiltaan se on kallein vaihtoehto.

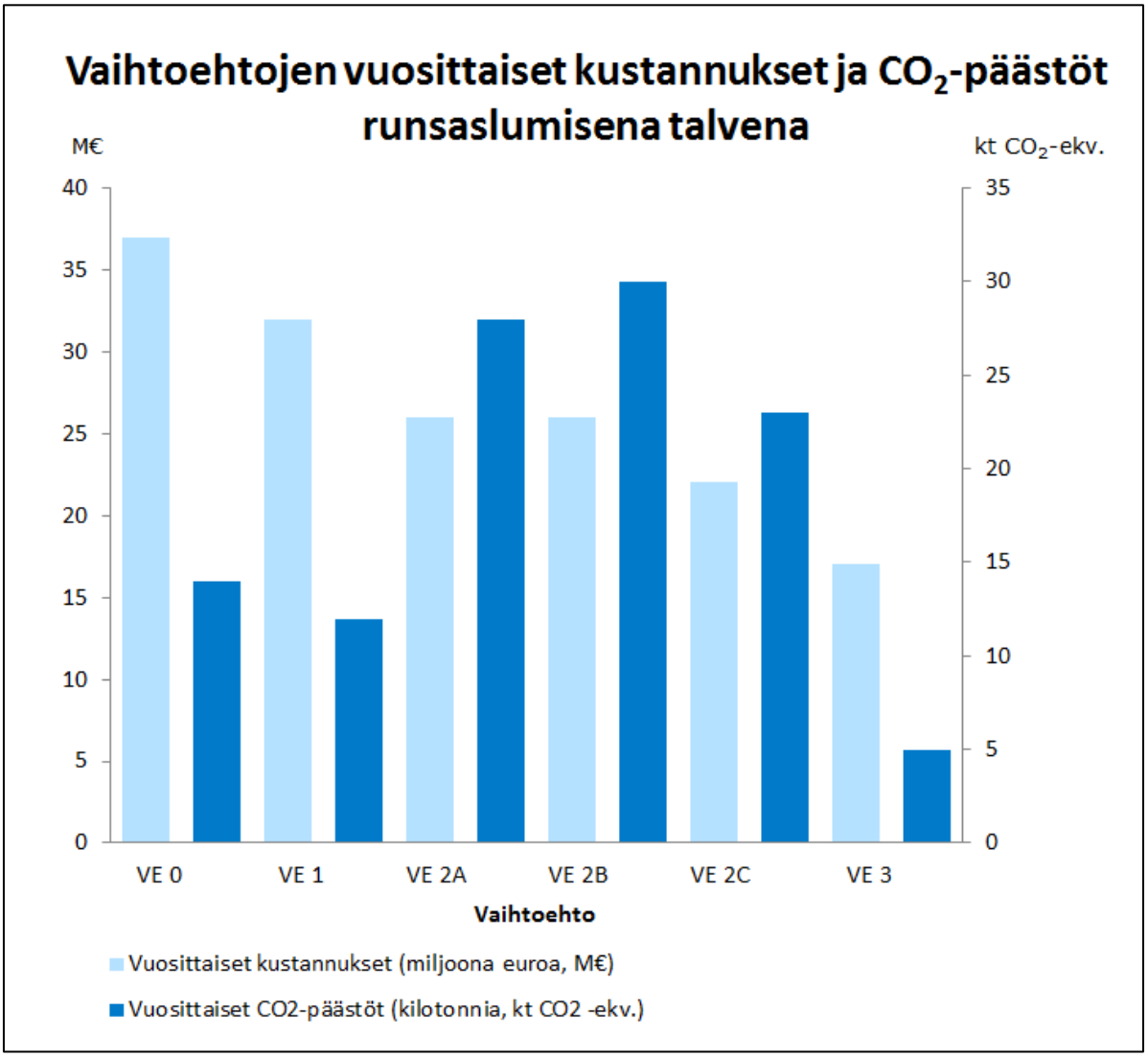
Yhteenveto lumen vastaanottovaihtoehtojen vuosikustannuksista ja hiilidioksidipäästöistä on esitetty kuvissa 13 ja 14 sekä taulukoissa 27 ja 28.



Kuva 13. Vaihtoehtojen vuosittaiset kustannukset ja CO_2-päästöt normaalina lumitalvena

Taulukko 27. Vaihtoehtojen vuosittaiset kustannukset ja CO_2-päästöt normaalina lumitalvena

Vaihtoehto	VE 0	VE 1	VE 2A	VE 2B	VE 2C	VE 3
Vuosittaiset kustannukset (miljoona euroa, M€)	3,8	3,9	8,0	7,0	5,2	3,0
Vuosittaiset CO_2 -päästöt (kilotonnia, kt CO_2 -ekv.)	0,9	0,9	0,7	4,8	3,8	0,7



Kuva 14. Vaihtoehtojen vuosittaiset kustannukset ja CO_2-päästöt runsaslumisena talvena

Taulukko 28. Vaihtoehtojen vuosittaiset kustannukset ja CO_2-päästöt runsaslumisena talvena

Vaihtoehto	VE 0	VE 1	VE 2A	VE 2B	VE 2C	VE 3
Vuosittaiset kustannukset (miljoona euroa, M€)	37	32	26	26	22	17
Vuosittaiset CO_2 -päästöt (kilotonnia, kt CO_2 -ekv.)	14	12	28	30	23	5

7. SUOSITUKSET LUMEN VASTAANOTON JÄRJESTÄMISEKSI

Lyhyen aikavälin toimenpiteet (2020 mennessä)

Toimenpiteinä ehdotetaan seuraavia:

- Kyläsaaren sulatusallas kunnostetaan ja maisemoidaan, jolloin sen vastaanottokapasiteettia voidaan lisätä ja toiminto sovittaa entistä paremmin osaksi muuta kaupunkiympäristöä.
- Laajasaloon rakennetaan uusi lumenvastaanottopaikka
- Selvitetään lumen merivastaanottopaikat kantakaupungissa sekä keinot ja kustannukset meren roskaantumisen ehkäisemiseksi lumen merivastaanottovaihtoehdossa.

Rakennusvirasto käynnistää em. toimenpiteiden edellyttämän virastojen välisen yhteistyön (mm. HKR, KSV, Ympäristökeskus) syksyllä 2015.

Suositukset yleiskaavoitukseen

Kaikille vaihtoehdoille yhteiset lumenvastaanottopaikat Malmi, Maununneva, Vuosaari, Herttoniemi, Viikki, Kyläsaari ja Oulunkylä on tarpeen ottaa huomioon lumenvastaanottopaikkoina Helsingin kaavoituksessa. Myös eteläisen kantakaupungin alueelle tulee kaavoittaa lumenvastaanottopaikka. Viralliset vuonna 2050 käytössä olevat lumenvastaanottopaikat on tarpeen esittää yleiskaavamateriaalissa.

Suosituksia nykyisille lumenvastaanottopaikoille

Rakennusvirasto laatii olemassa oleville lumenvastaanottopaikoille toimintasuunnitelmat. Suunnittelussa otetaan huomioon mm. muiden teknisen huollon toimintojen yhteensovittaminen. Hanke käynnistetään syksyllä 2015.

8. LÄHDELUETTELO

Helen (2015). Kaukolämmön energia- ja vesivirtamaksut

Helsingin kaupungin rakennusvirasto (2015). Eläintarhan lumensulatuslaitoksen hankesuunnitelma, luonnos 8/2015

Helsingin kaupungin ympäristöraportti (2014).
http://www.hel.fi/www/Helsinki/fi/asuminen-ja-ymparisto/ymparistonsuojelu/ymparistopolitiikka/raportointi/

Helsingin yleiskaavaluonnos, 25.11.2014
http://www.yleiskaava.fi/yleiskaava/aineistot/

Liikennevirasto (2015). Tie- ja rautatieliikenteen hankearvioinnin yksikköarvot 2013. Liikenneviraston ohjeita 1/2015, sivut 10 ja 12

Ramboll (2015). Lumensulatuslaitteen kokeilun seuranta Helsingissä, Helsingin kaupungin rakennusviraston selvityksiä

Sito (2015). Eläintarhan sulatuslaitoksen liikenteellisen toimivuuden arviointi maastokokeen avulla, Helsingin kaupungin rakennusviraston selvityksiä

Tilastokeskus (2014). Energian hinnat 2014, 4. neljännes, energian hintoja lämmöntuotannossa joulukuussa 2014

WSP (2010). Lumenvastaanottopaikat -selvitys, Helsingin kaupungin rakennusviraston julkaisut 2010:16 / Katu- ja puisto-osasto

www.lipasto.vtt.fi