



LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Lahti University of Applied Sciences

LUMENPOISTON YMPÄRISTÖTEHOKKUUDEN KEHITTÄMINEN

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikanala
Ympäristötekniikka
Ympäristöteknologia
Opinnäytetyö
Syksy 2012
Pekka Haaranen

Lahden ammattikorkeakoulu
Ympäristötekniologia

HAARANEN, PEKKA:

Lumenpoiston ympäristötehokkuuden
kehittäminen

Ympäristötekniikan opinnäytetyö, 45

Syksy 2012

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön aiheena on lumenpoiston ympäristötehokkuuden kehittäminen. Työn tarkoituksena oli kartoittaa lumenpoiston nykytilanne ja vertailla sitä Sother Oy:n uuteen lumenkeräysjärjestelmään. Sother Oy:n tavoitteena on kehittää käytännöllinen lumenkeräys- ja kuormauslaite, joka soveltuu katujen ja kujien lumenpoistoon välittömästi lumisateen jälkeen. Toimintatavan periaatteena on tarkoitus tiivistää lumi vaihtolavoille.

Työssä käsitellään Lahden kaupungin 1. luokan katuosuuksia. Katuosuuksien seuranta ja kartoitus lumenpoistosta tehtiin keväällä 2012. Kartoituksessa kierrettiin Lahden Seudun Kuntatekniikan vastuualueella ja seurattiin yrityksen työntekijöiden työskentelyä. Kartoitusta suoritettiin myös muualla Lahden kaupungin alueella. Kartoituksessa pyrittiin huomioimaan lumenpoiston nykytilaa, sen heikkouksia ja vahvuuksia. Kartoituksessa oli apuna Lahden Seudun Kuntatekniikan tilastot ja sen osaaminen.

Opinnäytetyön keskeisin aihe oli vertailla nykyistä lumenpoistoa ja uuden mekanismin eroja ja paneutua näissä ympäristöllisiin kysymyksiin. Työssä on kerrottu myös liikennemäärien ja lumenmäärien kehitystä Lahdessa ja Suomessa.

Kartoituksessa ja opinnäytetyön alkuselvityksissä kävi ilmi, ettei lumenpoistotekniikkaa ole juuri muutettu vuosikymmenien aikana. Lumenpoistoon on vain lisätty volymia ja lisätty tehoa, mutta itse tekniikkaa ei ole muutettu. Tämä herättikin mielenkiinnon siihen, että uudella mekanismilla olisi mahdollisuuksia markkinoilla.

Sother Oy:n tekemissä tutkimuksissa voitiin osoittaa, että lumikuormista voitiin vähentää noin 30–40 %. Tämä tarkoittaa myös sitä, että kuorma-autojen päästöistä pystyttäisiin karsimaan noin 30–40 %. Taloudellisestikin tämä toisi huomattavia säästöjä kuntien ja kaupunkien budjettiin. Kaupunkilaisten liikkuminen talvisin helpottuisi huomattavasti, kun lumikasat poistuisivat katukuvasta, parkkipaikoilta ja toreilta.

Asiasanat: talvikunnossapito, lumi, lumiaura, pyöräkuormaaja, kuorma-auto

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Environmental Technology

HAARANEN, PEKKA: Development of the environmental

Bachelor's Thesis in Environmental Engineering, 45 pages

Autumn 2012

ABSTRACT

The subject of this thesis is development of the environmental efficiency of snow removal. The purpose was to study the existing present snow removal situation and compare it with Sother Oy's new snow collecting system. The goal of Sother Oy is to develop a practical snow collecting and loading machine, which can be used on streets and pavements right after snowfall. The basic principle of the machine is that it compresses the snow on a demountable box.

The first category streets of Lahti were examined for this thesis. The field studies of the street networks were done in spring 2012. During the survey studied the response areas of Lahden Seudun Kuntatekniikka and followed their work. Also other areas of Lahti city were studied. The purpose of the survey was to study the present situation of the snow removal, its advantages and disadvantages. Lahden Seudun Kuntatekniikka provided their help by on their statistics and professional knowledge.

The main study field of this thesis was to compare the present snow removal and the new mechanism focusing on the environmental aspects. The thesis also deals with traffic volumes and the development of snow amounts in Lahti and in Finland.

During the survey and first steps of the thesis it was discovered that the technique of snow removal has not changed dramatically in the past few decades. There has been an increase in capacity but the technique of snow removal itself has not changed. This seems to indicate that there is a demand for new machinery on the market.

Sother Oy showed in their own studies that the snow loads on the skip could be decreased by 33%. This also meant that the emission of the trucks could be cut down by approximately 33%. Financially it would bring significant savings in the budgets of municipalities. This would also improve the movement of the people during the winter because there would not be snow piles on streets.

Key words: winter maintenance, snow, snowplough, wheel loader, truck

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	KATUJEN TALVIKUNNOSSAPITO JA SEN KEHITYS	3
2.1	Talvikunnossapidon historia	3
2.2	Lumenpoiston nykymalli	7
2.3	Katu- ja liikennemäärien kehitys Lahdessa	8
2.4	Lumenpoisto ja kaupunkilaisten yhteiselämä	10
2.5	Lumimäärien kehitys Suomessa	12
3	KATUJEN KUNNOSSAPIDON SÄÄNTELY	15
3.1	Katujen kunnossapito	16
3.2	Lahden kaupungin talvikunnossapitoluokitukset ja tasovaatimukset	17
3.3	Katujen kunnossapidon valvonta	19
4	KATUJEN TALVIKUNNOSSAPITO LAHDESSA	20
4.1	Varautuminen talveen	20
4.2	Lumenpoisto Lahden kaduilta	20
4.2.1	Case: Jalkarannantie	22
4.2.2	Case: Tapparakatu	24
4.2.3	Case: Kymintie 1.3.2012	25
4.3	Ympäristöhaitat lumenpoistossa	28
4.4	Lumenpoistomekanismit	28
5	KATUJEN LUMENPOISTON KEHITTÄMINEN	32
5.1	Kehittämistarve	32
5.2	Lumenpoiston ympäristötehokkuuden kehittäminen	33
5.3	Sother Oy:n keräävä lumenpoistaja	34
5.4	Kasvihuonekaasupäästöt ja hiilijalanjälki	35
6	VANHAN JA UUDEN MENETELMÄN VERTAILU	38
7	YHTEENVETO	41
	LÄHTEET	42
	LIITTEET	45

1 JOHDANTO

Joka talvi lumi aiheuttaa närää kaupungeissa ympäri Suomea. Lumi tukkii kaikki liikenneväylät, torit ja parkkipaikat. Laki velvoittaa kuntia ja kaupungeja huolehtimaan katujen talvikunnossapidosta puhtaanapitolaissa. Tämä hoituukin pääsääntöisesti auraten. Aurausta on harjoitettu jo iät ja ajat. Ensimmäiset auras kertomukset Suomessa ovat 1740-luvulta. Siitä tähän päivään aurasperiaate ei ole muuttunut mitenkään, eikä ole myöskään kalusto. Kalusto on vuosi vuodelta suurentunut ja hevosvoimat lisääntyneet, mutta periaate on pysynyt samana. Näin on myös lumenpoistossa. Ennenvanhaan lumi poistettiin lapioilla kuorma-auton lavalle, nykyään pyöräkuormaaja hoitaa tämän työn. Sother Oy on kuitenkin keksinyt lumenpoistoon uuden mekanismin, jolla lumi otetaan talteen ja kuljetetaan pois sen sadettua maahan.

Selvityksen kohteena oleva talvikunnossapito käsittää lumen poistamisen ja liukkauden torjunnan ajoradoilla ja jalkakäytävillä. Talvikunnossapitoon kuluu myös kadun pinnan pitäminen käyttökunnossa, jään poistaminen, liukkauden torjumiseen käytetyn kiviaineksen poistaminen keväällä ja katuojien, sadevesikourujen sekä -kaivojen toimintakuntoisena pitäminen.

Tässä työssä selvitetään lumenpoiston historiaa sekä nykytilaa. Nykytilaa vertaillaan uuteen mekanismiin. Työssä selvitetään myös lumenpoiston ympäristötehokkuuden parantamisvaihtoehtoja, joita uusi mekanismi tuo tullessaan. Työn on tehty keväällä 2012, jolloin tutkimus lumenpoistosta Lahden kaupungissa tehtiin Lahden Seudun Kuntatekniikan avustuksella. Työ on rajattu Lahteen ja sen 1 lk:n katuosuuksiin.

Lumenpoiston ympäristökysymyksiä pyrittiin havainnoitsemaan tutkimuskohteilla, jotka sijaitsivat Lahden kaupungissa. Tutkimuskohteina toimi kolme erisuuruista tie ja katuosuutta. Näistä saatiin tarvittavat tiedot lumenpoistosta kuormien määristä aina niiden painoihin saakka. Lumenpoisto kaupunkialueella tehdään yöaikaan, joten osa tästäkin tutkimuksesta on hoidettu yötyönä.

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin myös liikennemäärien kasvua ja lumimäärien vaihtelua Lahdessa ja Suomessa. Tässä on myös kuvattu muutamia

lumenpoistossa käytettyjä työkoneita pääpiirteittäin.

Työn tilaaja Sother Oy on pieni insinööritoimisto, jossa työskentelee 5 työntekijää. Idean lumenpoiston uudesta mekaniemista on heillä ollut jo pitkään ja nyt sitä ollaan tuomassa uudestaan kehitteille. Tämän takia tämäkin opinnäytetyö tilattiin.

2 KATUJEN TALVIKUNNOSSAPITO JA SEN KEHITYS

2.1 Talvikunnossapidon historia

Ensimmäiset säädökset talviaikaiseen kunnossapitoon ulottuvat vuoden 1743 lakiin. Tällöin ranta-asukkaiden huolehdittavaksi määrättiin talvitien viitoitus järvenselkien yli. Samaan lakiin sisällytettiin lumipeitteisten kesäteiden talvikunnossapito. Tähän aikaan teiden talvikunnossapito hoitui pääsääntöisesti lapioimalla. Vuoden 1883 tieasetuksessa maanteiden kesä- ja talvihoitoon määrättiin tienpitovelvollisten pitävän yleiset maantiet kulkukelpoisina ympärivuoden. Vuonna 1918 tullessa tielaissa valtio otti tiet joko välittömästi hoitoonsa tai velvoitti maalaiskuntien huolehtimaan tiestöstä valtion rahalla. Lain tullessa voimaan 1921 valtio otti hoitaakseen n.1300 km maanteitä. Lääninhallitusten hoitoon jäi suurin osa tiestöstä n. 22500 km. (Levä 1992, 9-10.)

Tähän aikaan tiestöllä kulki pääasiallisesti hevoskuormia Suomen autokannan ollessa mitätön, sillä sotien jälkeen suuri osa autoista oli pakkoluovutettu Venäjälle. 1920-luvulla Suomen autokanta alkoi kasvaa, jolloin talvikunnossapitoa ei voitu enää hoitaa pelkillä lapioilla tai hevosauroilla. Koneellinen aeraus alkoi 1922–1923, jolloin tätä kokeiltiin ensimmäisen kerran Turun ja Uudenkaupungin välillä. Aerauskalusto koostui Dinos-merkkisistä telatraktoreista, joiden aeraus nopeus oli 7 – 9 km tunnissa. Lahden ja Heinolan välinen tieosuus aurattiin koneellisesti ensimmäisen kerran vuonna 1924–1925. Tämän aikaisten määräysten mukaan tiellä sai olla enintään 10 cm:n paksuudelta lunta. (Levä 1992, 13.)

Vuonna 1930 valtio viimein määräsi valtionbudjetista rahaa tiestön talvikunnossapitoon moottoriajoneuvoja varten. Vuonna 1934 kulkulaitosten ja yleisten töiden ministeriö alkoi yhdistää talvikunnossapidon verkostoa. Teiden talvikunnossapito siirtyi kokonaisuudessaan Tie- ja vesirakennushallitukselle (TVH) vuoden 1948 alusta lähtien. Vuonna 1948–1949 tiestö jaettiin ensimmäistä kertaa hoitoluokkiin. Nämä hoitoluokat olivat 1. 2. ja 3. luokka. Ensimmäiseen luokkaan kuuluivat vilkkaimmin liikennöidyt tiet. Toisen luokan tiestö pidettiin auki moottoriliikenteelle ympärivuoden. (TAULUKKO 1.) Tämä tosin hoitui vasta ensimmäisen luokan aurauksen jälkeen. Kolmannen luokan tiestöstä

edellytettiin pidettävän huolta pelkästään hevosliikenteelle. THV:n kalustolla pystyttiin hoitamaan 1. ja 2. luokan tiet, mutta 3. luokan tiestön hoiti yksityiset, jos THV:n kalusto ei riittänyt. 1950- ja 1960-luvuilla tehdyissä tielakia koskevissa muutoksissa Suomen tiestö määrättiin valtion hoidettavaksi. (Levä 1992, 28, 47.)

TAULUKKO 1. Maanteiden jakautuminen talvikunnossapitoluokkiin vuosina 1948–1955 (Levä 1992, 48)

Maanteiden jakautuminen talvikunnossapitoluokkiin vuosina 1948–1955			
Vuosi	Auraus lk 1 (km)	Auraus lk 2 (km)	Auraus lk 3 (km)
1948	11054	7630	7406
1949	11980	10465	6291
1950	11944	10688	6289
1951	12102	11410	6931
1952	12176	11360	4652
1953	12371	11484	5103
1954	12550	11798	6110
1955	12452	12233	6236

Vuonna 1943 perustettu Lumiauratoimikunta alkoi selvittää lumiaurojen kehittämistä ja standardoimista. Tutkimukset keskittyivät ensimmäiseksi kärkiaurojen kehittämiseen. Ensimmäiset tutkimukset tehtiin yhdeksälle kärkiauralle: mukana oli seitsemän kotimaista ja kaksi ulkomaista auraa. 1930-luvulla lumiaurat pyrittiin muotoilemaan sillä tavalla, että lumi nousisi jo auratun lumen päälle. Tällä pyrittiin ehkäisemään tien kapeneminen. Lumiaurojen kehittäminen vaati organisaatioiden tiivistä yhteistyötä, sillä tietotaito oli jakautunut laajalle. Aurojen valmistajat olivat pieniä tehtaita, eikä heillä ollut resursseja laajamittaiseen tuotantokehitykseen. Auratietouden tuonti laajassa mittakaavassakaan ei ollut mahdollista, sillä lumiolosuhteet ovat jokaisessa maassa hieman erilaiset. Parhaiten yhteistyö sujui ja sujuu ruotsalaisten, norjalaisten ja kanadalaisten kanssa. Aurojen standardointi oli välttämätöntä sillä auraukustoa oli yli 30 erilaista. Tämä siitäkin johdosta, että varaosien hankinta oli jo miltei ylitysepääsemätöntä. Tämä prosessi ei tuottanut kovinkaan paljoa päänvaivaa, sillä aurojen valmistajat olivat hyvin edustettuna Lumiauratoimikunnassa. Tärkeimmät standartit saatiin voimaan vuoteen 1952 mennessä. (Levä 1992, 36.)

1950-luvulta lähtien Suomen aurauskalusto alkoi pikkuhiljaa muuttua kärkiauroista vinoauroihin. Tämä muutos johtui siitä, että Suomen tiestö leveni eikä kärkiauroilla pystytty hoitamaan enää kunnolla koko tiestöä. Kärkiaurojen poisjäänti johtui myös sen huonosta turvallisuudesta vastaantulijoita kohtaan.



KUVIO 1. Heittävä kärkiaura peitti pahimmillaan näkyvyyden sekä aura-autolta ja vastaantulijoilta (Europeana 2012)

Vinoaurat yleistyivät hitaasti, ja vuonna 1970 niitä oli vasta vajaa puolet aurauskalustosta. Tuolloin kärkiauroja oli 1951 kpl ja vinoauroja 812 kpl. Suosituimpia vinoauroja tuolloin olivat Oy Ståhl & Co Ab:n Ajax3, A Karvonen & Pojat-yhtiö Teho 6 ja K. A Wigg'in Tuisku 6. (Levä 1992, 64.)

Sohjon poistoon ja lumivallien siirtämiseen kehiteltiin tiehöyliä 1960-luvun lopulla. Tähän haettiin mallia Kanadasta saakka ja sen jälkeen sitä kehiteltiin Sinkkilän konepajassa sopiviksi Suomen olosuhteisiin. Pääinsinööreinä hankkeessa toimi Jorma Hintikka ja Jorma Parkkivaara. Suomalainen Sic-Mac-loskanpaiskija esiteltiin suomalaisille vuoden 1970 talvipäivillä. Lumivallien siirtäminen vähentyi, mikä johtui aurojen parantuneesta lumensinkoamisesta. Tämä vähensikin tiehöyliä käyttäviä vallien leikkaamisessa. Valleja jouduttiin

leikkaamaan kuitenkin vielä risteysalueilla, joissa vallit saattoivat kasvaa jopa puolentoista metrin korkuisiksi. Tiehöyliä käytettiin jo tuolloin polanteiden poistoon, jossa se on tällä hetkelläkin tehokkain vaihtoehto. (Levä 1992, 68.)

1960- ja 1970-luvulla hankituilla aura-autoilta edellytettiin vähintään 95 km/h huippunopeutta. Moottorin tuli olla teholtaan 200 -240 hv ja auton akselivälin 4500–4700 mm. Kuorma-autojen sopivaksi massaksi katsottiin olevan 13000 kg. (Levä 1992, 71.)

Selvää oli, etteivät aurat vielä olleet saavuttaneet lopullista muotoaan.

Kehitystyötä jatkettiin pääsääntöisesti vinoaurojen osalta, sillä vuoden 1990 lopussa TVH:n 2778 aurasta vain 680 oli enää kärkiauroja. Kärkiauroja tarvittiin siitä huolimatta pohjoisessa, jossa tiepiirit olivat runsaslumisempia. Muissa tiepiireissä kärkiaurat olivat ”pahan päivän varalle”. Vinoaurojen muotoa pienennettiin mm. näkyvyyden ja kuljetettavuuden kannalta. Lumisuihkua pyrittiin myös pienentämään ja pitämään hallinnassa erilaisilla ohjainlaitteilla. 1990-luvulle lähdeäessä auran muoto oli vakinaistunut. Vinoaauran työleveys oli 2800–3000 mm, siiven korkeus oli 1200–1500 mm ja painoltaan aurat olivat noin 1000 kg. Aorauskulmana pidettiin 45 astetta ja teräkulmana 30–40 astetta. 1980-luvulla haasteeksi ei kehittynyt enää liikenteen estävä lumi vaan taloudellinen ja tarkkuutta vaativa lumenpoisto. Taloudellista näkökantaa pyrittiin huomioimaan jo kertaalleen hylätyn sivuauran ottamista mukaan kehitykseen. Sivuaurat yleistyivät vasta vuosikymmenen lopulla, jolloin Laukaan konekorjaamo kehitti kuorma-autoihin uuden tyyppisen sivuauran, joka helpotti sen asentamista ja kiinnittämistä. (Levä 1992, 114.)

Kansainvälistä yhteistyö on harjoitettu niin virallisilla kuin epävirallisilla toimilla. Viralliset toimet pitivät sisällään eri maiden tielaitosten yhteistyötä. Epäviralliset olivat yksittäisten suunnittelijoiden vierailuja eri maihin. Kansainvälinen yhteistyö on ollut hankalaa, mikä johtuu eri maiden erilaisista sääolosuhteista. Verrattaessa Keski-Euroopan säätä ja Suomen säätä voidaan havainnoida se, että Keski-Euroopassa sataa lunta kerralla paljon ja Suomessa vähän kerrallaan. Sääolosuhteiden ollessa samanlaiset niin pitkät välimatkat haittasivat yhteistyön tekemistä. Pohjoismaisen virallisen yhteistyön alkuna voidaan pitää vuotta 1948, jolloin Pohjoismaisen Tieteknillisen Liiton (PTL) Suomen osasto kutsui jäsenmaat

ensimmäisille yhteisille talvipäiville Helsinkiin. Vuonna 1959 ranskalainen Touring Club de France kutsui Suomen tieyhdistyksen seuraamaan lumenaurauksen kilpailuja. Vierailu eri maissa johtivat siihen, että alettiin järjestää kansainvälisiä talvipäiviä. Talvipäivät järjestettiin vuorovuosin Ranskassa, Italiassa, Saksan Liittotasavallassa ja Suomessa. Ensimmäinen ”Internationaler Winterkongress” järjestettiin vuonna 1969 Saksan Liittotasavallassa Berchtesgadenissa. Tähän kongressiin osallistuin teiden talvikunnossapitäjiä 14:stä eri maasta. Suomessa järjestettiin kansainväliset talvipäivät Jyväskylässä vuonna 1973, johon osallistui noin 350 osallistujaa. Ulkomaalaisia osallistujia oli eniten PIARC:n (PIARC= Permanent International Association for Road Congresses) talvikunnossapitojaoston jäsenvaltioista, joihin Suomi ainoana Pohjoismaana kuului alusta lähtien. Vuonna 1990 kansainvälisen talvipäiväkiertoon tulivat muut Pohjoismaat. (Levä 1992, 71, 73.)

Kuorma-autot ovat olleen talvikunnossapidon perusta siitä lähtien kun talvikunnossapitoa on kehitetty. Aina 1960-luvulle asti ongelmana on ollut moottorien suorituskyky, joka rajoitti toimintaa. Pulavuodet rajoittivat myös kuorma-autojen määrää. Moottorien tehot nousivat edelleen 1970- ja 1980-luvuilla. Vuodesta 1976 vuoteen 1986 keskiverto kuorma-auton suorituskyky nousi 2,3 kertaiseksi. Näkyvimpinä muutoksina kuorma-autoissa ovat olleet 3-akselisen kaluston ja hydrauliiikan lisääntyminen. (Levä 1992, 127.)

2.2 Lumenpoiston nykymalli

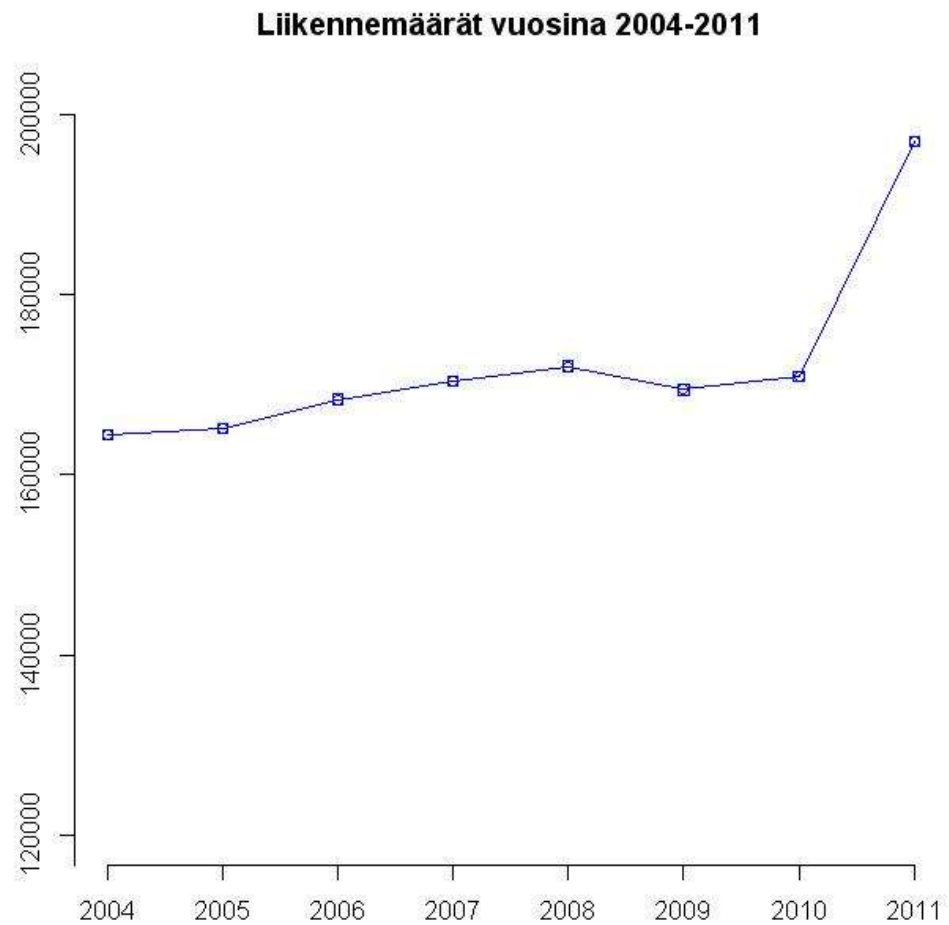
Talvisin aurouskalusto lähtee liikkeelle pääkaduilla ja kevyen liikenteen pääväylillä, kun lunta on satanut noin neljän senttimetrin verran. Muut kadut hoidetaan näiden jälkeen tai sitten kun lunta on satanut kuuden senttimetrin verran. Lumi aurataan teiden ja katujen varsille. Kaduilta lumi kasataan vielä välivarastointiin toreille tai parkkipaikoille, jossa ne odottavat pois kuljetusta. Pääkaduilta lumikasat poistetaan kahdesta kolmeen kertaan talven aikana. Lumen pois ajamisen hoitavat kuorma-autot, jotka lastataan pyöräkuormaajilla. Lumenkaatopaikat sijaitsevat keskustasta vajaan 10 km:n päässä.

Sother Oy:n menetelmällä aurous alkaisi samoilla määritelmillä kuin nykyään, mutta lumi otettaisiin haltuun suoraan aurauksesta. Tällöin aurat eivät kasaisi

lumia teiden tai katujen varsille, eikä toreille tai parkkipaikoille tarvitsisi välivarastoida lunta. Puistoalueetkin säästyisivät turhalta lumen aiheuttamalta haitalta. Kun lumi on otettu haltuun, se ajetaan samoihin lumenkaatopaikkoihin kuin nykyään. Sother Oy:n menetelmä kuormaisi lumet vaihtolavalle, jonka täytyttyä kuorma-autot veisivät tyhjennettäviksi ja aura ottaisi uuden tyhjän vaihtolavan ja jatkaisi aurausta.

2.3 Katu- ja liikennemäärien kehitys Lahdessa

Lahden kaupungin keskustan vilkkaimpia teitä ovat Hollolankatu-Lahdenkatu, Vesijärvenkatu ja Aleksanterinkatu-Karjalankatu. Näillä teillä kulkee vuorokaudessa noin 15000–35000 autoa/vrk. Tämä tarkoittanee sitä, että Vesijärvenkadulla kulkee noin 16 autoa minuutissa eli noin 1000 autoa tunnissa. Lahdessa liikennemäärät ovatkin kasvaneet tasaisesti lamavuosista 1990-luvulta, niin kuin koko Suomessa. (Räty 2012.)



KUVIO 2. Liikennemäärät Lahdessa vuosina 2004–2011. Liikennemäärien suuret vaihtelut voivat johtua tietöiden aiheuttamista heitoista. (Räty 2012)

Vaikka liikennemäärät ovatkin kasvaneet Lahdessa, (KUVIO 2) se ei ole vaikuttanut päästöjen määrään kovin negatiivisesti, sillä vain CO₂-päästöt ovat kasvaneet tai pysyneet entisellään, kun taas NO_x-päästöt ovat pienentyneet. NO_x-päästöjen pienentyminen selittyy katalysaattoreiden ja polttoaineen kehityksestä. (Lahti 2012d.)

Seurannan tunnusluvut	2008	2007	2006	Pidemmän ajan muutos ympäristön kannalta	
<i>Liikenteen CO₂-päästöt (LIISA 2007 mallilla), kg/as</i>					
Lahti	1 560,5	1 587,1	1 525,3	1 407,5 v. 1997	↘
Hollola	3 041,4	3 099,8	2 994,6	2 825,2 v. 1997	↘
Nastola	3 428,1	3 568,5	3 498,9	3 013,3 v. 1997	↘
<i>Liikenteen NO_x-päästöt (LIISA 2007 mallilla), kg/as</i>					
Lahti	5,5	6,1	6,4	11,9 v. 1997	↗
Hollola	11,8	12,9	13,8	26,1 v. 1997	↗
Nastola	14,4	16,6	16,5	29,9 v. 1997	↗
Seurannan tunnusluvut	2010	2009	2008	Pidemmän ajan muutos ympäristön kannalta	
<i>Liikenteen NO_x-päästöt (LIISA 2009 mallilla), kg/as</i>					
Lahti	5	5	6	12 v. 1997	↗
Hollola	11	11	12	26 v. 1997	↗
Nastola	13	13	14	29 v. 1997	↗
<i>Liikenteen CO₂-päästöt (LIISA 2009 mallilla), kg/as</i>					
Lahti	1 426	1 443	1 532	1 433 v. 1997	→
Hollola	2 731	2 758	2 919	2 813 v. 1997	→
Nastola	3 142	3 142	3 315	3 022 v. 1997	→

KUVIO 3. Liikenteen CO₂- ja NO_x-päästöjen kehitys Lahden alueella 2006–2010 (Lahti 2012d.)

2.4 Lumenpoisto ja kaupunkilaisten yhteiselämä

Talvi herättää kaupunkilaisissa aina pientä närää. Talvi tuo kylmyyttä ja lunta. Nämä asiat hidastuttavat jokaisen elämää riippumatta siitä, meneekö autolla, polkupyörällä tai kävellen. Laki onkin määrännyt kunnat hoitamaan tiestönsä käyttökelpoiseen kuntoon. Nykyään lumet siirretään moneen kertaan paikasta paikkaan ennen loppusijoitusta. Lumia pusketaan teitten ja katujen viereen, josta ne vielä työnnetään kasoihin parkkipaikoille ja sinne, minne aina kulloinkin mahtuvat. Sitten nämä lumikasat siirretään vasta lumenkaatopaikoille. Lumikasat ja penkereet tukkivatkin joka talvi keskustan jalkakäytävät ja parkkipaikat.

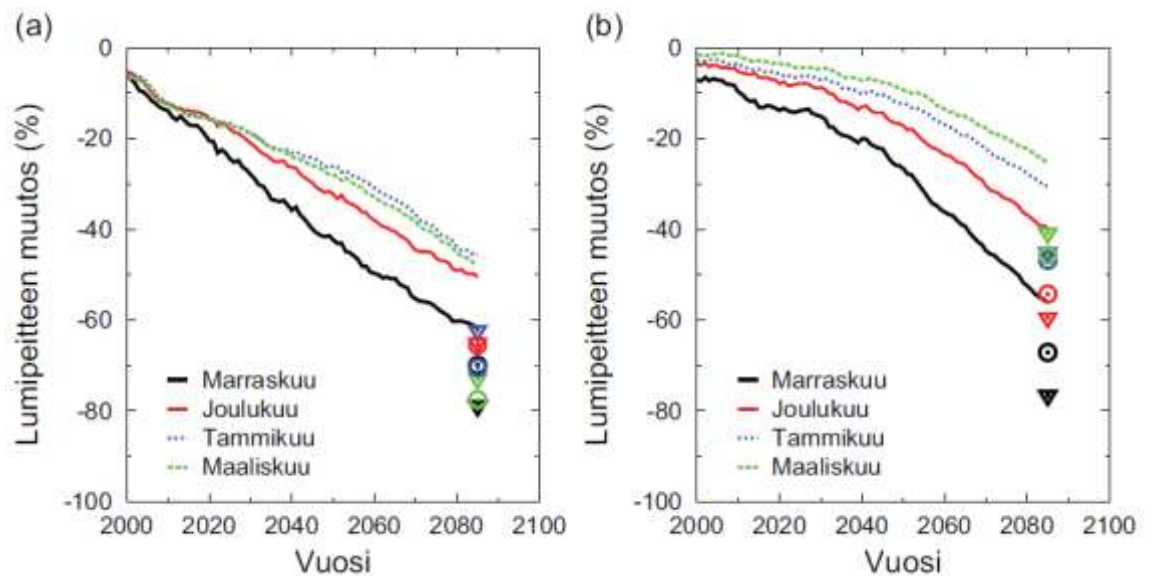


KUVIO 4. Suuret lumikasat valtaavat talvisin parkkipaita

Lumikasoja pyritäänkin poistamaan ahkerasti koko talven ajan. Keskusta-alueen kaduilta poistetaan lumet yhdestä kolmeen kertaan talvessa. Poistojen määrät riippuvat lumen määrästä ja kadun ahtaudesta sekä vilkkaudesta. Lumenpoisto suoritetaan Lahdessa yleensä yhdellä pyörökuormaajalla ja kahdella tai kolmella kuorma-autolla. Lumenpoisto aiheuttaa joka kerta hieman haittaa muulle liikenteelle. Isot koneet tukkivat tiet ja aiheuttavat melua. Lumenpoistoa onkin yritetty kehittää siten, ettei siitä aiheutuisi ylimääräistä haittaa muille. Keskusta-alueen katuja pyritään poistamaan lumesta yöaikaan, jolloin liikenne on hiljaista. Toisaalta keskustaan ei voi mennä viikonloppuisin yöaikaankaan, kun ihmiset ovat silloin tiellä ja vaarassa. (Aartolahti 2012). Asuinalueilla lumen poistoa pyritään välttämään yöaikaan, jottei meteli aiheuttaisi häiriötä ja asukkaat saisivat nukkua rauhassa. Monet pienyritykset kärsivät asiakaskadosta, kun lumivallit ovat peittäneen lähimmät parkkipaikat. Yritykset ottavatkin hanakasti yhteyttä LSKT:aan, jotta nämä tulisivat poistamaan lumet pikimmiten.

2.5 Lumimäärien kehitys Suomessa

Etelä-Suomeen on ensilumi satanut tilastojen mukaan marraskuun puoliväliin mennessä ja Lappiin jo elo-syyskuussa. Pysyvää lunta on saatu odottaa Pohjois-Suomessa lokakuulle ja Etelä-Suomessa joulukuun loppuille. Lunta on ollut maassa eri puolilla Suomea vaihtelevasti. Helsingin Kaisaniemessä oli v. 1961–1990 lunta maassa keskimäärin noin 115, Jokioisissa 150 ja Sodankylässä noin 210 päivänä vuodessa. Paksuimmillaan lumipeite on yleensä kevättalvisin Lounais-Suomessa 10–25 cm, Itä- ja Pohjois-Suomessa 50–75 cm. Tämän jälkeen lumipeite sulaakin nopeaan tahtiin. Lumisuuden tulevat muutokset heijastelevat sekä lämpötilan että sademäärän muutoksia. Tutkijoiden mukaan Suomessa on arvioitu, että lumipeite hupenee tulevina talvina, etenkin etelässä suhteellisesti enemmän kuin pohjoisessa. Lumen odotetaan vähenevän ajan mukaan melko suoraviivaisesti. Tämä huomataan myös alla olevasta kaaviosta. (Ilmatieteenlaitos 2009.)

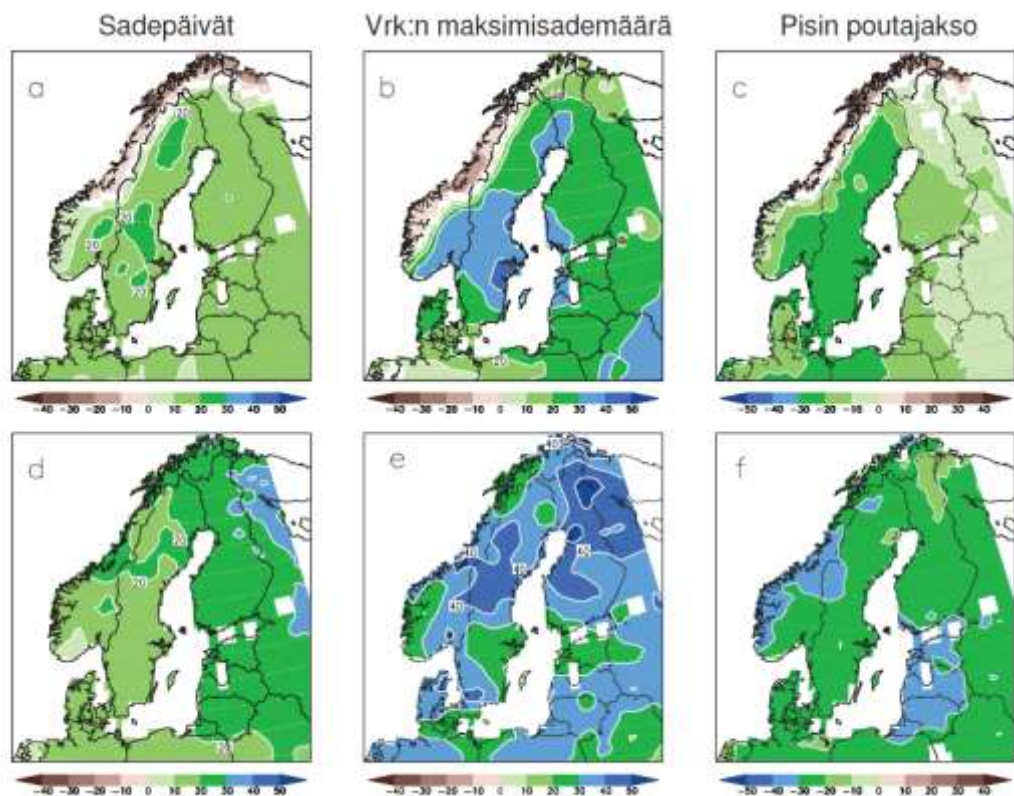


KUVIO 5. Lumipeitteen vesiarvon (mm) eli lumikuorman (kg/m²) muutos (prosentteina) (a) Keski-Suomessa lähellä Jyväskylää (62.25°N, 25.75°E) ja (b) Lapissa lähellä Sodankylää (67.25°N, 26.25°E) marras-, joul-, tammi- ja maaliskuussa A2-skenaarion toteutuessa. Käyrät esittävät 17 maailmanlaajuisen mallin tulosten 30 vuoden liukuvia keskiarvoja, ja erilliset symbolit näyttävät alueellisten mallien tulosten keskiarvot jaksolle 2070–2099 (kolmiot HadAM3H-reunaisille ja ympyrät ECHAM4/OPYCreunaisille malleille). Vertailujakso on v.

1971–2000 (Helmikuun käyrät olivat lähellä maaliskuun ja huhtikuun käyrät lähellä joulukuun käyriä.) (Ilmatieteenlaitos 2009).

Lumipeitteen muutoksista ollaan kuitenkin montaa mieltä, sillä eri laskentamallit antavat eriäviä tuloksia, sillä maailmanlaajuisissa mallinuksissa lumipeite hupenee Suomessa hitaammin kuin kansallisissa mallinuksissa. Vuotuiset lumipeitepäivät näyttävätkin vähenevän Pohjois-Suomessa noin 20–30 % tultaessa vuosisadan loppupuolelle. Etelää kohti tultaessa muutos näyttäisi olevan paljon nopeampaa. Lounais-Suomessa voidaan päästä jopa 60 %:n muutokseen. (Ilmatieteenlaitos 2009.)

Lumen rakennekin muuttuu ajankulussa. Hangen keskilämpötila muuttuu pakkaslumesta miltei sulamispisteessä olevaan hankeen. Kuivan pakkaslumen osuus vähenee, ja sulavan tai jäisen lumen osuus kasvaa merkittävästi. Tämä johtaa myös siihen, että jäisen lumen vyöhyke siirtyy pohjoisemmaksi. Talvisateet lisääntyvät myös tulevaisuudessa. Tämä johtuu kahdesta tekijästä, sadepäivät yleistyvät, mutta sateettomat jaksot pitenevät. (Ilmatieteenlaitos 2009.)



KUVIO 6. Joulu-helmikuun sadepäivien (yli 1 mm sadetta) määrän (vasen),

suurimman vuorokausisademäärän (keskellä) ja pisimmän poutajakson pituuden (oikea) muutoksen (%) maantieteellinen jakauma siirryttäessä jaksosta 1961–1990 jaksoon 2071–2100. Yläriivin karttakuvat (a–c) perustuvat seitsemän ja alarivin (d–f) kolmen alueellisen ilmastomallin tulosten keskiarvoon. Ajojen vaatimat reunaehdot on saatu kuvissa a–c HadAM3H-ilmastomallista ja kuvissa d–f ECHAM5/MPI-OM -mallista. Tuleville kasvihuonekaasujen pitoisuuksille on käytetty A2-skenaariota. Valkoisiksi jätetyillä maa-alueilla mallit ovat erimielisiä muutoksen suunnasta (katso kuvan 25 selitystekstiä). Väriasteikko on 10 %:n välein. (Ilmatieteenlaitos 2009.)

3 KATUJEN KUNNOSSAPIDON SÄÄNTELY

Katujen kunnossapitoa säädellään laissa (Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta 31.8.1978/669). Laki on pyritty säätämään siten, että jalankulkijoilla olisi turvallisempaa kulkea, kunnan ja tontinomistajien tehtävänjako selkeytyisi ja kadulla tehtävien töiden haitta pienenisi. Laki koskee asemakaava-alueen katujen lisäksi toreja, katuaukioita ja puistoja, mutta ei maanteitä eikä yksityisteitä. (Puhtaanapitolaki 547/2005 3 §.)

Tämän lain mukaan on pidettävä kunnossa ja puhtaana asemakaavalain (145/1931), rakennuslain (370/1958) tai maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukaisesti yleiseen käyttöön luovutettu tai luovutetuksi katsottava katu. (Puhtaanapitolaki 547/2005 2 §.)

Kadun kunnossapito käsittää ne toimenpiteet, joiden tarkoituksena on pitää katu liikenteen tarpeiden edellyttämässä tyydyttävässä kunnossa. Kunnossapidon tason määräytymisessä otetaan huomioon kadun liikenteellinen merkitys, liikenteen määrä, säätötila ja sen ennakoitavissa olevat muutokset, vuorokaudenaika sekä eri liikennemuotojen, kuten moottoriajoneuvoliikenteen, jalankulun ja polkupyöräilyn, tarpeet sekä terveellisyys, liikenneturvallisuus ja liikenteen esteettömyys.

Kadun kunnossapito käsittää myös ne toimenpiteet, jotka talvella ovat tarpeellisia kadun pysyttämiseksi 1 momentin mukaisessa kunnossa, kuten lumen ja jään poistamisen, kadun pinnan pitämisen tasaisena, liukkauden torjumisen, liukkauden torjumiseen käytetyn kiviaineksen poistamisen sekä katuojien, sadevesikourujen ja -kaivojen avoinna pitämisen.

Kunta voi päättää, jos liikenteelle ei aiheudu huomattavaa haittaa, että määrätty katu tai kadun osa pidetään talvella kunnossa vain osittain taikka että määrättyllä kadulla tai kadun osalla ei torjuta liukkautta, jotta sitä voidaan käyttää kelkalla kulkemiseen. Liukkauden torjumatta jättämisestä on ilmoitettava. (Puhtaanapitolaki 547/2005 3 §.)

Kadun kunnossapito kuuluu kunnalle. Tontinomistajan velvollisuutena on kuitenkin, jollei 8 §:stä muuta johdu, pitää tontin kohdalla oleva jalkakäytävä käyttökelpoisena poistamalla jalankulkua haittaava lumi ja jää sekä huolehtia liukkauden torjumisesta jalkakäytävällä ja liukkauden torjumiseen käytetyn kiviaineksen poistamisesta jalkakäytävältä. Lisäksi

tontinomistajan velvollisuutena on tarvittaessa poistaa jalkakäytävälle tai sen vierelle kertyneet lumivallit sekä pitää jalkakäytävän viereinen katuojja ja sadevesikouru lumettomana ja jäättömänä.

Tontinomistaja vastaa myös tontille johtavan kulkutien kunnossapidosta.

Pyörätien sekä rakenteellisesti toisistaan erottamattoman jalankulku- ja pyörätien kunnossapito kuuluu kunnalle sen estämättä, mitä 1 momentissa säädetään.

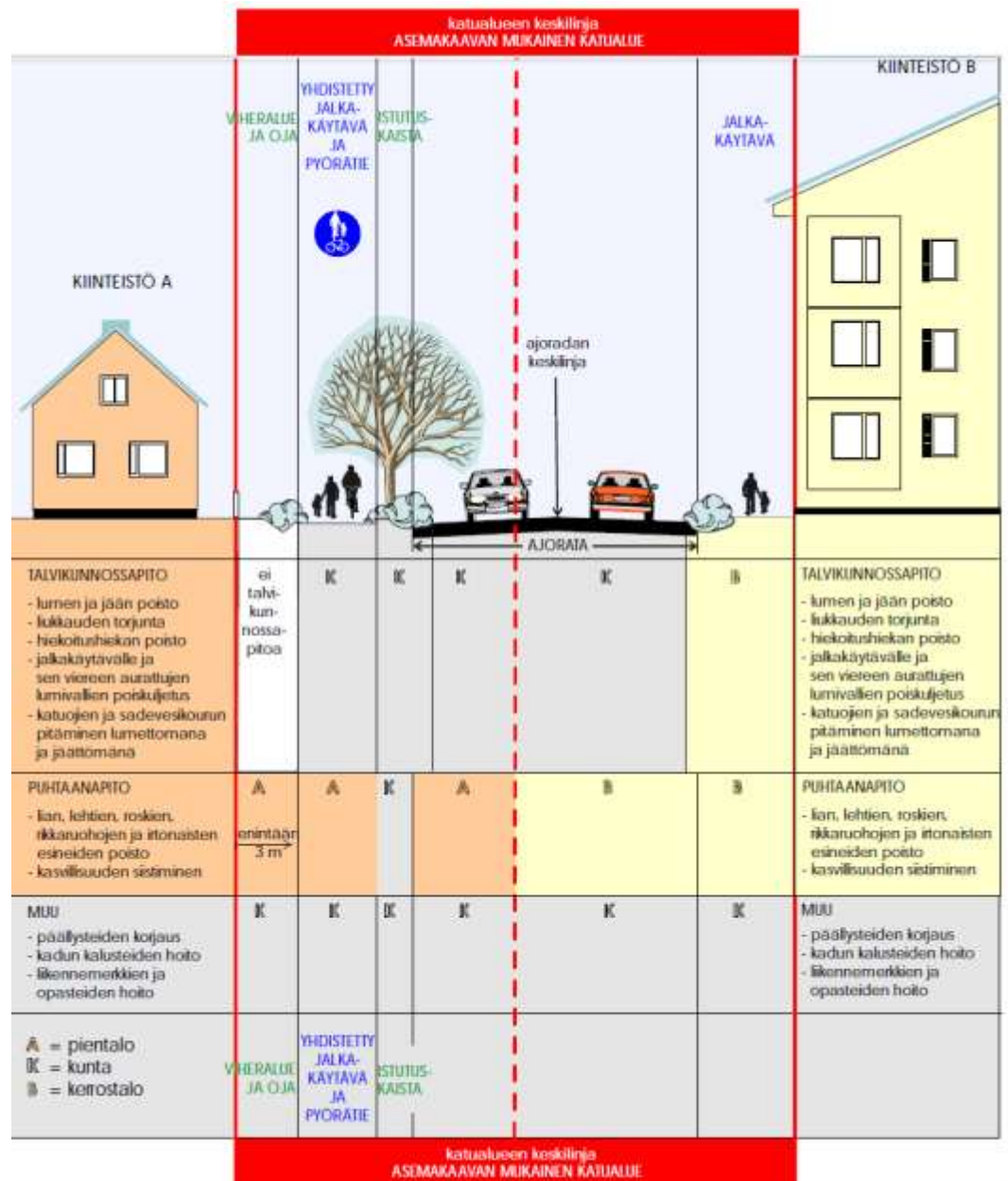
Kunta voi päättää kävelykadun, pihakadun ja muun erityistä liikennetarvetta palvelevan kadun kunnossapitovelvollisuuden jakautumisesta toisin kuin 1 momentissa säädetään.

Tontinomistajalle näin määrättävä kunnossapitovelvollisuus ei kuitenkaan saa olla olennaisesti raskaampi kuin tontinomistajalle muutoin tämän lain mukaan kuuluva kunnossapitovelvollisuus. (Puhtaanapitolaki 547/2005 4 §.)

3.1 Katujen kunnossapito

Katujen kunnossapito kuuluu niin kunnille kuin tontinomistajille. Tontinomistajan velvollisuuksiin kuuluu muun muassa poistaa lumi ja jää tontinkohdalla olevalta jalkakäytävältä. Tarvittaessa tontinomistajan on myös hoidettava liukkaudentorjunta tontin kohdalta. Puhtaanapito kuuluu tontinomistajalle tontin rajasta katualueen keskilinjaan saakka. Tontinomistajalla tarkoitetaan myös tontin vuokraajaa. (Ympäristöministeriö 2005.)

Kunnan tehtäviin kuuluu ajoratojen, pyöräteiden ja yhdistettyjen jalankulku- ja pyöräteiden talvikunnossapidosta. Kunta voi ottaa hoitoonsa tontinomistajalle kuuluvat kunnossa- ja puhtaanapitotehtävät kokonaan tai osittain kaikilla asemakaava-alueilla tai rajatulla alueella. Kunnalla on velvollisuus ottaa vastuu katujen hoidosta pientalovaltaisilla alueilla, jos alueella ei muutoin voitaisi suorittaa kunnossapitoa lain edellyttämällä tavalla. Tällöin kunnalla on mahdollisuus periä maksua tontinomistajilta kadunhoidosta. Tällöin vastuu siirtyy myös kunnalle. (Ympäristöministeriö 2005.)



KUVIO 7. Kunnossa- ja puhtaanapito vastuu kadulla (Lahti 2012a.)

3.2 Lahden kaupungin talvikunnossapitoluokitukset ja tasovaatimukset

Lahden kunnossapitovastuualueet on jaettu Lahden Seudun Kuntatekniikalle, YIT Rakennukselle ja DESTIA:lle Kuvio 7 osoittaa ne alueet, jotka kuuluvat kullekin. Liikenneväylät jaetaan ajoratojen osalta kolmeen (1, 2 ja 3) ja jalkakäytävien osalta kahteen (A ja B) kiireellisyysluokkaan. Luokitusperusteena ovat liikenteen määrä, laatu ja tarpeet. Myös maastolliset seikat vaikuttavat luokitukseen. Pääväylät ja kadut, joilla on linja-autoliikennettä tai runsasta työmatkaliikennettä, ovat luokassa yksi tai kaksi. Kolmanteen kiireellisyysluokkaan kuuluvat mm.

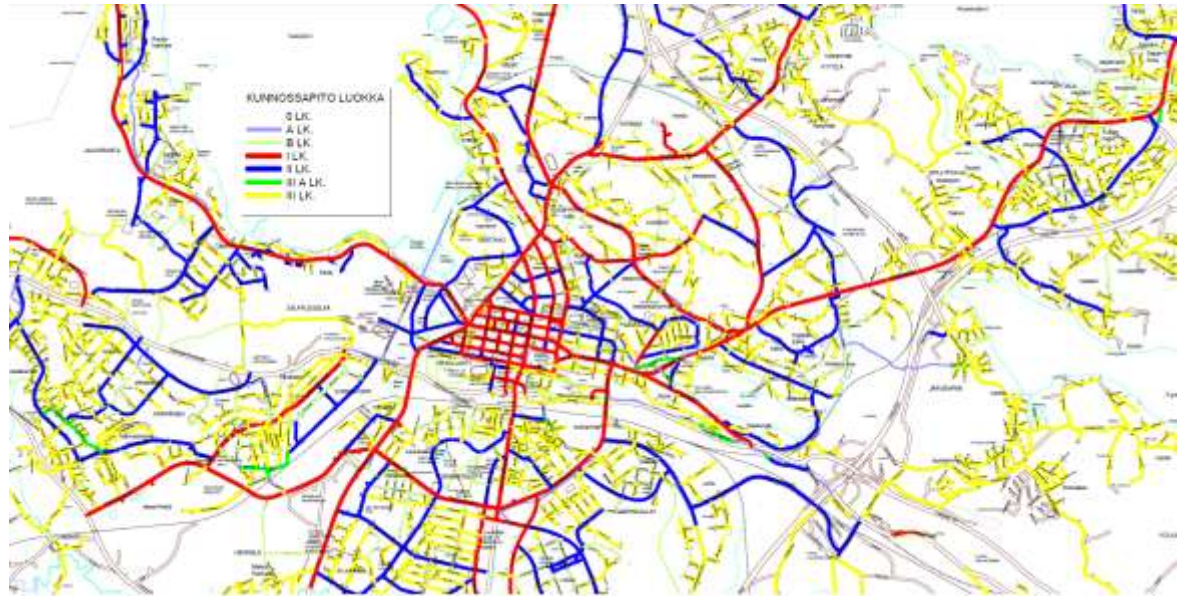
pientaloalueiden kadut. Kunnossapitoluokka 3A käsittää kevyen liikenteen pääväylästä täydentäviä ajorataosuuksia, joiden kunnossapito edellytetään tehtävän samalla tasolla kuin katuosaan liittyvillä kevyen liikenteen väylillä. Kaupungin ajoradoista ensimmäiseen luokkaan kuuluu 30 % noin 64 km, toiseen 28 % noin 99 km ja kolmanteen 42 % noin 300 km. (Lahden kaupunki 2012a) Lahden Seudun Kuntatekniikalle kuuluu ajoratoja noin 800 km ja kevyen liikenteen väyliä noin 500 km (Hurme 2012).



KUVIO 8. Kunnossapidon hoitoaluerajat 1.6.2011 (Lahti 2012b)

Lahden kaupungin tasovaatimukseen talvella kuuluu, että pääkadut ja kevyen liikenteen pääväylien auraus aloitetaan viimeistään, kun lunta on satanut neljä (4) cm. Auraus on aloitettava kuuden tunnin kuluessa lumisateen loputtua. Muut kadut ja kevyen liikenteen väylät aurataan, kun lunta on satanut kuusi (6) cm. Auraus on suoritettava 12 tunnin kuluessa lumisateen päättymisestä. Liukkautta torjutaan hiekoittamalla pääkatujen risteysalueet, mäet, linja-autojen reitit tarvittavilta osin ja jalkakäytävät heti kun vaarallista liukkautta ilmenee.

Tonttikaduilla liukkaudentorjuntaa tehdään vain poikkeustapauksissa. (Lahden kaupunki 2012b.)



KUVIO 9. Lahden Kaupungin kunnossapitoluokat (Lahti 2012c)

3.3 Katujen kunnossapidon valvonta

Katujen kunnossapidon täyttymistä valvoo kunnan määräämä viranomainen.

Valvontaviranomainen voi kunnasta riippuen olla lautakunta, esimerkiksi tekninen lautakunta tai ympäristölautakunta tai jokin muu monijäseninen toimielin.

Alueellinen ympäristökeskus voi velvoittaa kunnan täyttämään kunnalle kuuluvan kunnossa- ja puhtaanapitovelvollisuuden. Poliisin tehtävänä on valvoa

kunnossapidon tarkkuutta yleisen järjestyksen ja turvallisuuden kannalta. Tontin omistajien on myös ilmoitettava viipymättä kunnalla tai poliisille, jos tiestössä on merkittäviä vaurioita tai muuten jokin aiheuttaa vaaraa muulle liikenteelle.

(Ympäristöministeriö 2005.)

4 KATUJEN TALVIKUNNOSSAPITO LAHDESSA

4.1 Varautuminen talveen

Lahden Seudun Kuntatekniikan osalta talveen varaudutaan joka syksy niin, että aliurakoitsijoitten kanssa tehdään sopimukset ja he hoitavat auraukset ja lumenpoiston. Aliurakoitsijoitten kanssa tehdyssä sopimuksessa vaaditaan oikeanlainen kalusto, millä pyritään varmistamaan työn laatu. LSKT huoltaa myös omaa kalustoaan ja uusii sitä tarpeen vaatiessa. Urakoitsijat ovat niin sanottuja sopimusurakoitsijoita, jotka ovat olleet LSKT:n palveluksessa useamman vuoden. Tämä myös on havaittu hyväksi toimintatavaksi, jolla pyritään hyvään laatuun. Lahden keskusta-alueella on noin 30 eri katua, joilta lumi ajetaan automaattisesti pois. Muilta katuosuuksilta lumi ajetaan pois LSKT:n oman harkinnan mukaan. Lahden Seudun Kuntatekniikka on tehnyt Lahden keskustan talvikunnossapidosta sopimuksen, joka ulottuu vuoteen 2014.

4.2 Lumenpoisto Lahden kaduilta

Lahden kaupungin talvikunnossapidosta huolehtii kolme tekijää: Lahden Seudun Kuntatekniikka (LSKT), YIT Rakennus ja DESTIA. Tässä käsitellään Lahden keskustan katualueita, joista huolehtii LSKT. LSKT:lla on tavallisesti käytössä kalustonaan kolme pyöräkuormaajaa, kuusi kuorma-autoa ja kaksi pientä pyöräkuormaajaa. Kalusto on pääsääntöisesti sopimusurakoitsijoiden mutta osa on LSKT:n omaa kalustoa.

Kadut puhdistetaan lumesta työryhmissä, joihin kuuluu yksi pyöräkuormaaja ja kaksi kuorma-autoa. Pienemmät pyöräkuormaajat otetaan käyttöön silloin kun ollaan ahtaissa paikoissa esimerkiksi polkupyörätelineiden ja puuston kohdalla. Tällöin pienet pyöräkuormaajat työntävät lumet väleistä keskemälle tietä, josta pyöräkuormaajat kasaavat. Myöhemmin lumikasat kuormataan ja siirretään loppusijoituspaikoille, joita Lahdessa on kolme kappaletta. Näitä ovat Vanhantien lumenkaatopaikka, Hakapellon lumenkaatopaikka ja Rälssin lumenkaatopaikka. Lumenkaatopaikkojen sijainnit selviävät kuvioista 10.



KUVIO 10. Lahden viralliset lumenkaatopaikat Vanhantien-, Hakapellon- ja Rälssin lumenkaatopaikat



KUVIO 11. Lumenkaatopaikoille ajetaan aurauslunta kaduilta ja piha-alueilta. (ESS 2012.)

Kuorma-auton viedessä lumikuormaa pyöräkuormaaja kasaa lunta valmiiksi kasoihin, joista on helppo ja nopea kuormata ne kuorma-autoihin. Tarkkailuiden mukaan pyöräkuormaajalla menee yhden kuorma-autokuorman tekoon noin 4-7 min. Pyöräkuormaajan tyhjäkäynti kuormien välissä oli keskimäärin 3 – 6 min. Kuorma-autolla kuormien vieni kesti keskimäärin 20 min. Tällöin lumet vietiin noin neljän kilometrin päähän. Lumenvastaanottopaikoilla kuorma-auton kuljettaja ajaa portista, joka rekisteröi kuorma-auton ja ajankohdan, milloin kippaaminen on suoritettu. Rälssin lumenkaatopaikalla on myös vaaka, joka kirjaa myös kuorma-auton painot ylös. Talven aikana kaduilta poistetaan lumet kahdesta kolmeen kertaa riippuen talven lumeisuudesta.

TAULUKKO 2. Laden lumikuormia 2010–2011 Luvuista puuttuvat YIT:n ja Destian lumimäärät. *Luvut suuntaa antavia. (Tuulivirta 2012.)

Ajankohta	1.1.2010–31.12.2010	1.1.2011–31.12.2011
Kuorma	30843 kpl	30006 kpl
Kuutiot	468825 m ³	468549 m ³
paino	86828 t*	12319t kg*

TAULUKKO 3. Lumenkaatopaikoille tuotujen lumien määrät talvella 2012 Luvuista puuttuvat YIT:n ja Destian lumimäärät. *Luvut suuntaa antavia. (Tuulivirta 2012.)

1.12.2011–3.4.2012	Kuormat	Kuutiot	Painot
Vanhatie	5936 kpl	108541 m ³	x
Hakapelto	3800 kpl	56251 m ³	x
Rälssi	6257 kpl	100472 m ³	48536 t *
yht.	15993 kpl	265264 m ³	48536 t *

4.2.1 Case: Jalkarannantie



KUVIO 12. Auratut alueet Case- Jalkarannantie

Yhtenä tutkimuskohteena on ollut Jalkarannantien puhdistaminen lumesta yöllä 29.2.2012.

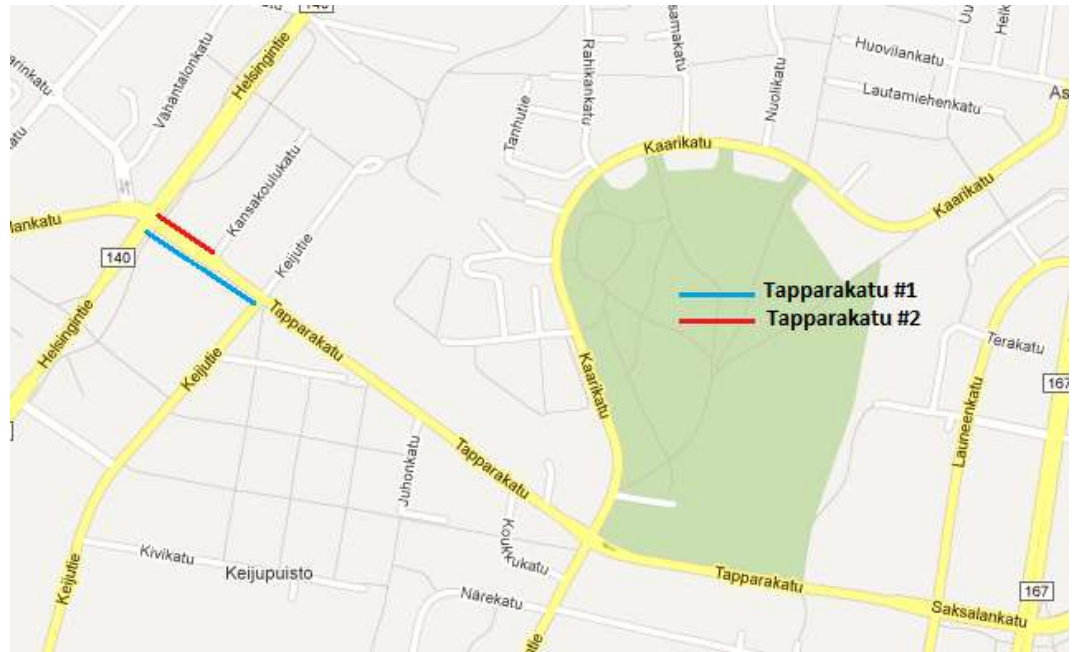
Jalkarannantien case#1:ssä putsattiin yhdellä pyöräkuormaajalla ja kahdella kuorma-autolla. Case #1:ssä lunta ajettiin 7 tunnin ajan. Kuorma-autojen tilavuudet olivat 22 m^3 ja 18 m^3 . 22 m^3 :n kuormia vietiin Vanhantien lumenkaatopaikalle 19 kuormaa ja 18 m^3 kuormia 20 kertaa. Lumenkaatopaikalle on noin 7,5 km. Tästä voidaan siis laskea, että Jalkarannantien case #1:ssä kokonaismatkoihin on mennyt noin 293 km ja lunta vietiin yhteensä noin 778 m^3 .

Jalkarannantie case#2 sijoittuu Shell-huoltamolta Ståhlberginkadun ja Jalkarannantien risteykseen. Tätä katuosuutta putsattiin yhdeksän tuntia. Työssä käytettiin yhtä pyöräkuormaajaa ja kahta kuorma-autoa. Kuorma-autojen tilavuudet olivat 20 m^3 ja 14 m^3 . Lumikuormat vietiin myös vanhantien lumenkaatopaikalle. 20 m^3 :n kuormia oli yhteensä 20 kappaletta ja 14 m^3 :n kuormia 23 kappaletta. Case#2:ssa kuutioita tuli yhteensä 722 m^3 ja matkaa 323 km. Jalkarannantie eroaa keskustan kaduista siten, että siihen kuuluu kaksi kevyen liikenteen väylää viheralue ja autotie. (Tuulivirta 2012).



KUVIO. 13 Jalkarannantien penkereet lumenvallassa

4.2.2 Case: Tapparakatu



KUVIO 14. Auratut alueet Case-Tapparakatu

Tapparakadun kohde sijoittuu Lahden Keijupuistoon. Tapparakadun case#1:ssä alue on Helsingintie ja keijutien alikulun välinen alue. Case#1:ssä työskenteli yksi pyöräkuormaaja ja kaksi kuorma-autoa yhteensä 5,5 tunnin ajan. Kuorma-autojen tilavuudet olivat 20 m^3 ja 18 m^3 . 20 m^3 :n kuormia vietiin vanhantien lumenkaatopaikalle 10 kertaa ja 18 m^3 :n kuormia vietiin 10 kertaa. Tapparakadulta vanhantien lumenkaatopaikalle on noin 5,5 km, joten yhden kuorman kulkemata matka on noin 11 km. Lunta vietiin yhteensä 216 m^3 ja kuljettu matka oli yhteensä 216 km. (Tuulivirta 2012.)



KUVIO 15. Tapparakatu ennen lumenpoistoa.

Tapparakatu case#2:n sijoittuu kohtaan Helsingintie ja Kansakoulunkadun väliselle alueelle. Kalustona käytettiin samoja kuin case#1:ssä. Tässä tapauksessa 20 m³:n vietiin 3 kertaa ja 18 m³:n kuormia vietiin 4 kertaa. Lumet kuljetettiin samaan paikkaan Vanhantien lumenkaatopaikalle. Lumikuutioita tuli yhteensä 124 m³ ja matkaa 75,6 km. Lumenajossa kesti noin puolitoistatuntia. Pyöräkuormaajan lastatessa kuorma-autoja oli tie kokonaan poikki noin 10 minuuttia kerrallaan.

4.2.3 Case: Kymintie 1.3.2012

Kymintie sijoittuu Lahdessa keskelle Puu-Paavolaa. Se on pieni tie keskellä idyllistä asuinalueita. Talvella tämä tieosuus on erityisen kapea, sillä auratulle lumelle ei ole muuta paikkaa kuin tienlaidassa talojen vieressä.



KUVIO 16. Kymintien lumenpoistoa

Koska Kymintie sijaitsee asuinalueella, niin se puhdistettiin lumesta päiväsaikaan. Kymintien putsamisessa käytettiin pyöräkuormaajaa, maantiekarhua ja kahta kuorma-autoa. Maantiekarhua ei yleensä tällaisissa operaatioissa käytetä, mutta kun siihen aikaan ei ollut maantiekarhulle muuta tehtävää, niin se avusti Kymintien putsamisessa. Tämä edesauttoi myös sen, että Kymintie saatiin kerralla putsattua kaikesta lumesta ja polanteesta. Maantiekarhun mukaanotto nosti hieman kustannuksia LSKT:n puolelta. Pyöräkuormaajan lastatessa kuorma-autoja oli tie kokonaan poikki noin 10- 20 minuuttia kerrallaan. Pyöräkuormaaja kokosi lumikasoja aina siinä välissä, kun kuorma-auto oli viemässä lumikuormaa Hakapellon lumenkaatopaikalle. Kymintieltä Hakapellon lumenkaatopaikalle on noin 3,5 kilometriä. Pyöräkuormaajalle tuli odotteluaikaa kuormien välissä aina noin kolmesta kuuteen minuuttiin. Tällöin pyöräkuormaaja oli tyhjäkäynnillä. Kymintiestä ei ole tilastoituja kuormienmääriä eikä painoja. (Tuulivirta 2012.)



KUVIO 17. Lumenkuormamista Kymintiellä



KUVIO 18. Pyöräkuormaaja ja maantiekarhu putsaamassa Kymintietä lumesta

4.3 Ympäristöhaitat lumenpoistossa

Liikenne on Suomessa yleisin melun lähde. Vuonna 2003 tehdyn kartoituksen mukaan noin 750 000 suomalaista asuu alueilla, joissa tieliikenteen aiheuttama jatkuva melu ylittää valtioneuvoston hyväksymän ohjearvon 55 desibeliä. (Ympäristöhallinto 2012.) Vuonna 2012 valmistui Lahdessa EU-meludirektiivin yli 100 00 edellyttämä meluselvitys. Tulosten perusteella Lahden kaupungin 102 000 asukkaasta 29 % (29700) altistuu tieliikenteestä aiheutuvalle yli 55 dB:n vuorokausimelutasolle L_{den} . (Lahden kaupunki 2012c.)

Lumenpoistossa melua aiheuttaa kauhojen terien hankaaminen asvalttiin. Tämän ongelman huomaa varsinkin silloin kun yritetään poistaa polannetta tiestä. Maantiekarhun tuottama melu on kaikista kovinta ja haitallisinta. Koneiden varoitusäänet (peruutus piipat) aiheuttavat kortteleissa myös varsin paljon meluhaittoja. Kortteleissa melu kaikuu vielä pahemmin. Kauhojen kolinat ja paukutukset kuorma-autojen lavoihin aiheuttavat myös haitallista melua. Lahden Seudun Kuntatekniikalla on ohjeistettu, ettei turhaa melua saa aiheuttaa ja varsinkin yöaikaan on huomioitava meluhaitat (Tuulivirta 2012). Lumen kuormaamisesta aiheutuneesta melusta ei kuitenkaan ole tehty melukartoitusta (Saarinen 2012).

4.4 Lumenpoistomekanismit

Lumen poistossa on käytetty jo vuosikymmeniä samoja mekanismeja. Tavallisin tapa on kuormata lumi kuorma-autoihin pyöräkuormaajalla. Joissain kaupungeissa käytetään myös linkokuormaajaa. Linkokuormaaja on kuitenkin harvinaisempi metodi.

Pyöräkuormaajat

Lahden Seudun Kuntatekniikalla on käytössään yksi Volvo L60F-, kaksi Wille 855 C-, yksi Wille 455 B-, yksi JCB 436 E HT- ja yksi LM TRAC 586-pyöräkuormaaja. Näistä pyöräkuormaajista Volvo L60F ja JCB 436 E HT ovat

isompia, joita käytetään kuormien lastaamisessa. Muita käytetään pienissä tiloissa, joihin ei mahduta isommalla kalustolla. Pyöräkuormaajien polttoainekulutukset vaihtelevat työn mukaan. Mitä raskaampaa ja vaativampaa työtä tehdään, sitä enemmän polttoainetta kuluu. Pyöräkuormaaja kuluttaa tyhjäkäynnissä polttoainetta 3,5 l/h - 4l/h.

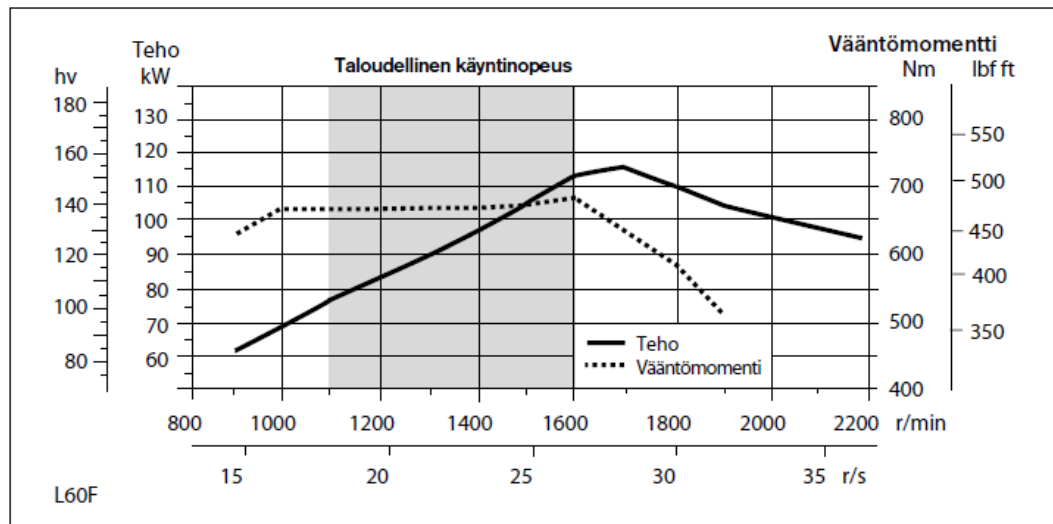
Volvo L60F:ssä on uutta polttotekniikkaa, joka mahdollistaa vieläkin paremman kulutustehokkuuden. Pyöräkuormaajassa on myös sisäinen pakokaasujen kierrätysjärjestelmä, I-EGR, joka pienentää NO_x-arvoja alentamalla palamisen huippulämpötiloja. Volvon D6E-moottori täyttää kaikki eurooppalaiset vaiheen IIIA ja USA:n Tier 3-päästövaatimukset. Pyöräkuormaajasta 95 % on uudelleen kierrätettävää. (Volvo 2012a.)



KUVIO 19. Volvo L60F LSKT:n kalustoa. Kauhan terät poistavat liukkautta.

Tekniset tiedot	L60F
Moottori:	Volvo D6E LCE3
Suurin teho nopeudella	28,3 r/s (1700 r/min)
SAE J1995 brutto:	115 kW (156 hk)
ISO 9249, SAE J1349 netto:	114 kW (155 hk)
Irritusvoima:	82,9 kN*
Staatinninen kaatokuorma täysin käännettynä:	7380 kg*
Kauhat:	1,6–5,0 m ³
Puutavarakourat:	0,7–1,3 m ²
Konepaino:	11,0–13,3 t
Renkaat:	17.5 R25, 20.5 R25 / 600/65 R25
* Kauha: 2,1 m ³ säästöterin, Renkaat: Rengas: 20.5 R25 L2, Vakioaisa	
** Kauha: 2,3 m ³ säästöterin, Renkaat: Rengas: 20.5 R25 L2, Vakioaisa	
*** Kauha: 2,5 m ³ säästöterin, Renkaat: Rengas: 20.5 R25 L2, Vakioaisa	

KUVIO 20 Volvo L60F pyöräkuormaajan teknisiä tietoja. (Volvo 2012b)



KUVIO 21. Volvo L60F teknisiä tietoja. (Volvo 2012c)

Lumenpoistoon käytettävät kuorma-autot

Lumenpoistoon käytetään kuorma-autoja, mutta käytössä on myös muutamia traktoreita peräkärriineen. LSKT:n palveluksessa oleva Kim Aartolahti liikennöi Volvo FH16 merkkisellä kuorma-autolla. Volvo FH16 mallissa on 16,1 litrainen

D16G dieselmoottori, joka tuottaa 540 hv/2650 Nm, 600hv/2800 Nm, 700 hv/3150 Nm tai 750 hv/3550 Nm mallista riippuen. (Volvo 2012d) Haastatteluissa kävi ilmi että lumenpoistossa kuorma-auton keskikulutus on noin 50l/100km. Tiedot pohjautuvat kuljettajien omiin havaintoihin. Volvon jälleenmyyjältä saatuun polttoainekulutustietojen mukaan nämä havainnot pitävät paikkansa. Volvon jälleenmyyjän antamia polttoainetietoja: puuautoyhdistelmä 60 ton. polttoainekulutus on noin 59 l / 100 km rahtiautoyhdistelmä 60 ton., noin 42 l /100km puoliperäyhdistelmä 44 ton., noin 30 l / 100 km (Kangaskolkka 2012).



KUVIO 22. Valmis lumikuorma kuorma-autossa.

5 KATUJEN LUMENPOISTON KEHITTÄMINEN

5.1 Kehittämistarve

Lahden Kaupungin tekemien arviointikyselyjen mukaan lahtelaiset ovat olleet tyytymättömiä jo kymmeniä vuosia aurauksen sujuvuuteen.

”Jälleen oltiin tyytymättömiä oman asuinkadun auraukseen, pyörä- ja jalankulkuteiden liukkaudentorjuntaan ja auraukseen sekä lähimetsien ja viheralueiden hoitoon” (Arviointikertomus 2005).

Pyörätiet ovat olleet monena talvea ala-arvoisessa kunnossa miltei läpi talven. Olen myös itse huomannut tämän asuessani Lahdessa vuodesta 2008. Olen kulkenut pyörällä joka talvi, eivätkä olosuhteet ole muuttuneet ainakaan parempaan suuntaan. Monta kertaa aamulla kouluun mennessäni olen joutunut käyttämään ajorataa kun pyörätiellä on ollut 10–20 cm lunta. Iltapäivälläkin kello 15–17 aikana ei pyöräteitä ole saatu aurattua ja olen joutunut pyöräilemään pahimmassa ruuhkassa autoteitä pitkin, mikä ei ole turvallista. Mutta ei ole ajoradoillakaan aina ollut hyvä polkea polkupyörällä, sillä useasti tiet ovat urautuneet pahasti eikä pyöräilystä ole silloin tullut mitään.

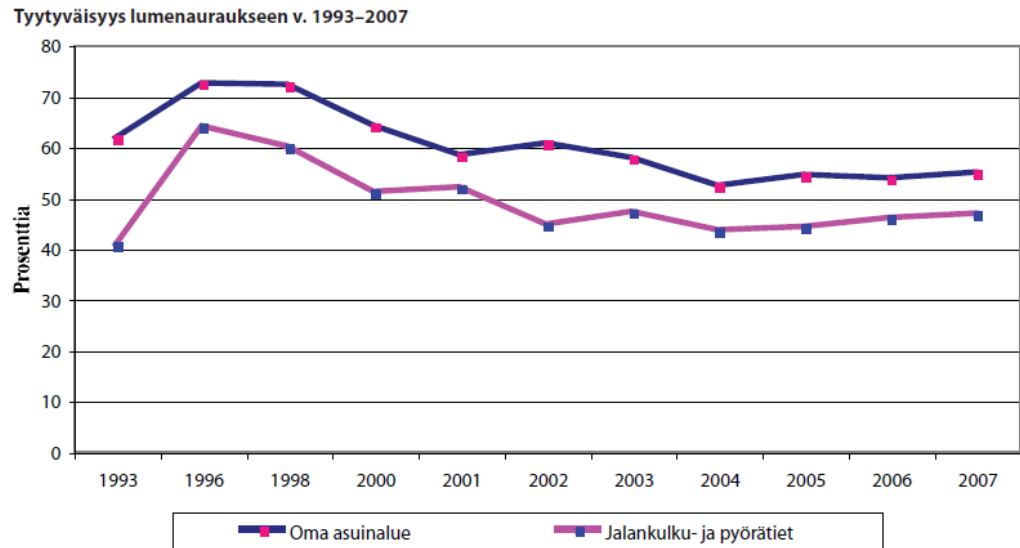
”Tarkastuslautakunnalla on ollut käsitys, että kevyen liikenteen väylät pyritään auraamaan hyvissä ajoin töihin ja kouluun meneviä varten. Käytäntöä näyttää olevan muutettu ainakin keskustan ulkopuolella. Monena aamuna lumisateen jälkeen jalkakäytävät ja pyörätiet olivat auraamatta vielä pitkään aamupäivän puolelle. Tämä puolestaan johti usein siihen, että pyöräilijät joutuivat käyttämään ajorataa, mikä aiheutti vaaratilanteita.” (Arviointikertomus 2009).

Asukaskyselyn vastausprosentti ja tyytyväisten osuus vertailuvuosina

tyytyväisiä	v. 2011	v. 2005	v. 2001	v. 1995
asukaskyselyn vastausprosentti	28,8 %	31,8 %	31,8 %	60,0 % *)
lumenauraus jalankulku- ja pyöräteillä	39,6 %	44,1 %	51,9 %	63,9 %
liukkaudentorjunta jalankulku- ja pyöräteillä	44,3 %	48,4 %	49,7 %	56,1 %
lumenauraus omalla asuinkadulla	51,9 %	54,4 %	58,3 %	72,4 %
oman asuinkadun kunto	58,7 %	68,0 %	72,6 %	69,2 %

*) alkuperäisessä kyselyssä 39 % mutta muistutuskirjeen jälkeen 60 %

KUVIO 23. Tyytyväisyys lumenauraukseen (Lahti 2012e.)



KUVIO24. Tyytyväisyys lumenauraukseen vuosina 1993–2007. (Lahti 2012f)

Näistä tilastoista voidaan vetää johtopäätös siitä, että lumenpoistossa on paljon kehittämisen varaa.

Lumen alle parkkipaikoille jää talvisin myös monia autoa tämä ongelma on havaittavissa miltei jokaisessa Suomen kaupungissa. Lumen jäätyessä autoja ei saada pois pahimmillaan vasta kuin keväällä lumen sulaessa. Parkkipaikat ovat muutoinkin tukittuna lumikasoilla, jotka haittaa autojen parkkeerausta. Tämä voi olla monelle pienyritykselle haitaksi, sillä jos yrityksen edessä olevat parkkipaikat ovat lumessa, ajaa asiakas toiseen liikkeeseen. Pientaloalueilla ongelmaksi tulevat myös pihaliittymät joiden eteen aura-auto kasaa suuren penkan, eikä autoa saada pihaan tai pihasta pois. Joukkoliikennekin kärsii oman osansa lumikaaoksesta. Liukkaus aiheuttaa myöhästymisiä aikatauluista sekä lumivallit aiheuttavat pysäkeillä ongelmia.

5.2 Lumenpoiston ympäristötehokkuuden kehittäminen

Ympäristötehokkuuden kehittäminen lumenpoistossa on jo viety aikalailla eteenpäin jo kuorma-autojen ja pyöräkuormaajien valmistajien osalta. Valmistajat ovat kehittäneet ympäristöystävällisempiä ajoneuvoja, jotka kuluttavat ja saastuttavat vähemmän, joten missä voisimme vielä parantaa. Parantamisen osaluoteita ovat varmasti kuljettajien ajotavoissa. Tällä voidaan laskea polttoainekulutusta ja sitä kautta hiilidioksidipäästöjä. Polttoainetuottajatkin

kehittävät koko ajan entistä puhtaampia polttoaineita, jotka vähentävät ajoneuvojen päästöjä. Lumenpoiston suunnittelussa voidaan minimoida turhanpäiväistä ajamista, kun lumenpoiston reitit on suunniteltu tehokkaasti ja joustavasti. Mutta suurin kehittämisen kohden on varmaan lumien turhassa siirtelyssä. Tästä turhasta siirtelystä kun pääsemme eroon, olemme ottaneet ison askeleen parempaan. Tähän Sother Oy on kehittänyt uuden mekanismin, jolla ongelma voidaan ratkaista. Seuraavassa luvussa avataan Sother Oy:n mekanismia.

5.3 Sother Oy:n keräävä lumenpoistaja

Sother Oy:n määränpäänä on kehittää käytännöllinen lumenkeräys- ja kuormauslaite, joka soveltuu katujen ja kujien lumenpoistoon välittömästi lumisateen jälkeen. Toimintatavan periaatteena on olosuhteista riippuen kuormata lumet vaihtolavoille mahdollisimman suuren tilavuuspainon omaavana. Lumi on tarkoitus tiivistää vaihtolavoille. Lumen tiivistämisedean edullisuus todettiin keväällä 2011 koelaitteella tehdyissä koeajoissa, joilla voitiin todeta, että lumenkaatopaikoille ajettavista kuormista voitaisiin säästää vähintään joka kolmas kuorma. Tänä päivänä lumenkaatopaikoille ajettavilla kuormilla tilavuuspainot ovat noin $350 - 500 \text{ kg/m}^3$, uudella mekanismilla pyritään pääsemään $700-750 \text{ kg/m}^3$. Uuden mekanismin tilavuuspainot on määritelty tehtyjen kokeiden perusteella. Riippuen sateen määrästä aurausta voidaan soveltaa käyttäen ko. keräilijän tueksi. (Siirtola 2012.)

Uuden menetelmän hyötynä voidaan pitää sen ympäristötehokkuutta, sujuvuutta ja sen tuomaa helpotusta jokaisen kansalaisen arkielämään. Mekanismilla voidaan vähentää lumenajoa noin 30–40%. Tämä vähentäisi lumenkuljetuksen määrää huomattavasti, joka taas vähentäisi päästöjen määrää. Samalla voidaan tehdä huomattavia taloudellisia säästöjä, jotka ovat tarpeen tämänhetkisessä markkinatilanteessa. Pyöräkuormaajien pois jäänti lastauksesta vähentäisi myös hieman näitä päästöjä, kun tänä päivänä olevien pyöräkuormaajien tehot ovat noin 160hv. Ja uuden menetelmän tehot olisivat noin 150hv luokkaa. Sateen määrästä riippuen aurausta voitaisiin kuitenkin käyttää uuden mekanismin tukena. Lumi voitaisiin aurata toiselta kaistalta toiselle, jossa kyseinen keräin kuormaisi sen

suoraan vaihtolavalle. Tällöin saataisiin kerralla kaksi kaistaa aukaistua autoilijoitten käyttöön, mikä nopeuttaisi lumenpoistoa ja vähentäisi näin haittaa liikenteelle ja muille ihmisille. Tätä menetelmää voitaisiin toteuttaa myös pyörätien ja autotien osalta, kun autotieltä aurattaisiin pyörätielle ja pyörätiellä kulkeva keräyslaite pakkaisi lumen ja se vietäisiin pois lumenkaatopaikoille. Keräilijän etuna on lisäksi sen pieni tehon tarve, koska työnopeudet pysyvät maltillisina eikä se kuljeta tarpeettomasti kuormia. Yhden kuorman tekoon menisi noin 3 - 4 minuuttia. Tämän uuden mekanismin etuna on myös se, ettei turhia lumikasoja synny puistoihin, joissa lumikasat vahingoittavat istutuksia, eikä keväällä kukkapenkeistä tarvitse lakaista likaantunutta hiekoitushiekkaa tarpeettomasti pois. Lumikasat poistuisivat myös katukuvasta, mikä tarkoittaisi sitä, että autoilijoille riittäisi parkkipaikkoja ja jalankulkijat pystyisivät kulkemaan esteittä kaduilla ja toreilla.

Suurin muutos olisi kuitenkin se, että lumen moninkertainen siirtely ja kuljetus minimoituisivat. Enää ei tarvitsisi kasata lunta suuriin valleihin torin laidalle tai katujen varsiin, eikä näitä valleja tarvitsisi enää toistamiseen siirtää kuorma-auton lavalle. Tämä vähentäisi varmasti myös ylitöiden tekemistä ja helpottaisi kuljettajien työtaakkaa, sillä kuljettajat ovat joutuneet joinain talvina tekemään todella pitkiä työpäiviä jopa 30 h – 40 h (Aartolahti 2012), joka on jo turvallisuusriski liikenteessä. Uusi menetelmä kuormaisi lumet vaihtolavoille (10–12 m³), jotka soveltuvat nykyaikaisiin kuorma-autoihin.

Uutta mekanismia voidaan myös hyödyntää keväisin hiekoitushiekan poistossa. Esko Siirtola on suunnitellut tähän laitteeseen myös harjasosan, joka keräisi hiekan kaduilta pois. Tämä mekanismi toisi monikäyttöisyyttä laitteelle, eikä näin ollen olisi vain talven tuote. Tämä on kuitenkin vielä vasta alkutekiössä, eikä tästä ole tehty kokeita vielä.

5.4 Kasvihuonekaasupäästöt ja hiilijalanjälki

Kasvihuonekaasupäästöihin lasketaan hiilidioksidin (CO₂) lisäksi myös metaani (CH₄) ja typpioksiduuli (N₂O). Kasvihuonekaasut ilmaistaan hiilidioksidiekvivalentteina. Hiilidioksidin ekvivalenttipäästöihin lasketaan hiilidioksidipäästöt sellaisenaan, metaanipäästöt (CH₄) kerrottuna luvulla 21 ja

typpioksiduulipäästöt (N₂O) kerrottuna luvulla 310. Nämä kertoimet kuvaavat kyseisten yhdisteiden vaikuttavuutta kasvihuoneilmiöön hiilidioksidiin verrattuna. Kertoimet ovat IPCC 1996 Guidelinesin mukaiset, koska nämä ovat edelleen virallisesti voimassa. Vuoden 2006 Guidelinesin luvut otetaan käyttöön lähiaikoina. (LIPASTO 2012.)

”Hiilijalanjälki on niiden kasvihuonekaasupäästöjen kokonaismäärän mitta, jotka syntyvät suoraan tai epäsuorasti jonkin toiminnan seurauksena tai jotka kumuloituvat jonkin tuotteen koko elinkaaren aikana. (Nevalainen 2009).

Hiilijalanjäljen menetelmään ei ole vakinaistettu tiettyä menetelmää, vaan siitä on monia eri versioita. Kansainvälinen standardi on tosin tekeillä, mutta tähän asti hiilijalanjälkilaskentaan jokainen on saanut tehdä omat rajaukset, joita on sovellettu erilalla. Hiilijalanjäljen laskennassa käytetään yleisesti standartoitua elinkaariarvioinnin menetelmää. Hiilijalanjäljessä voidaan mitata joko pelkästään hiilidioksidia tai myös muita kasvihuonekaasuja. Pelkkä hiilidioksidin mittaamisella, joka on toiseksi merkittävin kasvihuonekaasu, saadaan tarpeeksi luotettavia tuloksia. Yksi kysymys hiilijalanjäljen määrittämiseen on se, pitäisikö hiilijalanjälkeen sisällyttää pelkästään suorat fossiilisten polttoaineiden aiheutuneet päästöt vai pitäisikö myös laskea mukaan kaikki epäsuorat päästöt. Pelkkien epäsuorien päästöjen laskeminen yksinkertaistaa laskentaa, jättäen informatiikkaa pois laskennasta. Hiilijalanjäljessä käytetään mittayksikkönä grammasta tonniin mutta voidaan laskea myös maa-alalla tällä tarkoitetaan tuotteen tai palvelun tuottamiseen tarvittavaa maa-alaa. (Nevalainen 2009.)

TAULUKKO 4. Maansiirtoauton CO₂ ekv päästöt (LIPASTO 2012)

Maansiirtoauto ilman perävaunua Kokonaismassa 32 t, kantavuus 19 t Katuajo					
	Päästö tonnikilometriä kohden		Päästö ajoneuvokilometriä kohden		
	CO ₂ ekv. [g/tkm]		CO ₂ ekv. [g/km]		
	(50 % n kuorma)	täysi (19 t kuorma)	tyhjä	(50 % n kuorma)	täysi (19 t kuorma)
--> 1993	121	72	928	1148	1367
EURO 1 (1994 - 1996)	123	73	943	1166	1389
EURO 2 (1997 - 2000)	125	74	958	1184	1410
EURO 3 (2001 - 2006)	128	76	983	1215	1447
EURO 4 (2007 - 2008)	125	74	957	1183	1410
EURO 5 (2009 -->)	125	74	957	1183	1410
EURO 6					
keskimäärin v. 2011	125.9	75.0	968	1196	1425

Taulukosta 4 voidaan laskea hiilijalanjäljen ajetuille kilometreille lumelle. Aikaisemmin olleista case- kohteista voidaan arvioida, kuinka monta kuormaa ajettiin katuosuutta kohden lunta lumenkaatopaikalle. Tästä voidaan sitten laskea hiilijalanjälki hyväksikäyttäen taulukkoa 4. Tapparakadun ja Jalkarannantien lumenpoistosta syntynyt hiilijalanjälki oli noin 1,073 t/CO₂ ekv. Katuosuuksille tuli mittaa yhteensä noin 830 m tästä voidaan laskea, että 100 m matkalta poistetun lumen hiilijalanjälki, joka on noin 1,306 t/CO₂ ekv/100m. Nämä laskelmat ovat pelkästään suuntaa antavia. Laskut löytyvät liitteestä 1.

6 VANHAN JA UUDEN MENETELMÄN VERTAILU

Vanhan ja uuden mekanismin vertailussa suurin huomion kohde kohdistuu lumen moninkertaiseen siirtelyyn ja lumenkuormaamiseen. Uudessa mekanismissa lumi kuormataan suoraan vaihtolavalle lumen sadettua maahan, kun taas nykyisessä menetelmässä lumi vain aurataan tien sivuun seuraavaa käsittelyvaihetta odottamaan. Näitä käsittelyvaiheita saattaakin olla sitten useampi, kun lunta siirrellään paikasta paikkaan eri kasoihin. Nykyisessä menetelmässä syntyy lumipenkköjä aurauksen johdosta. Nämä penkat aiheuttavat sitten liikkumisesteitä niin autoilijoille kuin jalankulkijoille. Porttikongejen eteen syntyy esteitä, joista nykyisillä autoilla ei päästä ajamaan. Autoja jää myös saarroksiin tienvarsiparkkipaikkoihin, kun auton viereen on aurattu 20–30 cm korkea lumivalli joka on yön aikana vielä jäätynyt. Uusi menetelmä sen sijaan auraa lumen suoraan vaihtolavalle ja sen jälkeen se kuljetetaan suoraan lumenkaatopaikoille, eikä näin ollen jää enää haittaamaan autoilijoita eikä jalankulkijoita. Niin kuin aikaisemmin olen maininnut, nykyisen menetelmää ei ole juurikaan kehitetty eteenpäin. Ainoastaan on koneiden tehoja nostettu ja sitä kautta pyritty tehokkaampaan tuotantoon. Tämä uusi menetelmä mullistaisikin koko auraukulttuurin. Uudella mekanismilla voitaisiin hoitaa katujen auraus tehokkaasti ja joustavasti muun liikenteen seassa, sillä aurauksesta ei syntyisi pitkäaikaista haittaa muulle liikenteelle, eikä lumivalleja jäisi lojumaan katujen varsille.

Uusi mekanismi käyttäisi 10 - 12 m³:nkokoisia vaihtolavoja, jotka soveltuvat nykykuorma-autoihin. Aina kun keräin on saanut kuorman tehtyä, se vain pudottaisi vaihtolavan perästään ja ottaisi uuden lavan kyytiin, jonka kuorma-auto olisi tuonut sille viereen. Täyden kuormalavan taas kuorma-auto noukkisi ja veisi lumenkaatopaikalle. Yhden kuorman tekemiseen menisi noin 3 – 4 minuuttia. Aurausmatkat riippuisivat lumen paksuudesta. (Siirtola 2012.)

TAULUKKO 4. Aurasmatka riippuen lumenpaksuudesta (Siirtola 2012)

Lumenpaksuus	Aurattumatka
5cm	640m
10cm	320m
15cm	220m
20cm	160m

Toimintatavan periaatteena on olosuhteista riippuen kuormata lumi vaihtolavalle mahdollisimman suuren tilavuuspainon omaavana. Tavoite on saada kuormaan 700 – 800 kg/m³ tilavuuspaino (Siirtola 2012). Nykyisellään lumikuormien tilavuuspainot ovat vain noin 350 – 450 kg/m³ riippuen lämpötilasta

Kustannuksiin uusi mekanismi toisi tuntuja säästöjä vuosittain. Lahdessa talvikunnossapitoon on käytetty vuonna 2010 noin 1,9 milj. € vuonna 2011 käytettiin noin 2,1 milj. € ja vuonna 2012 noin 2 milj. €. Lumen kuormaus ja kuljetus maksoi vuosina 2011 ja 2012 urakoitsijasta riippuen 2,85 – 3,2 €/m³ (Tuhkanen 2012). Aiemmasta taulukosta 3 huomataan, että Lahdessa ajettiin vuonna 2010 468825 m³ ja vuonna 2011 468549 m³ lunta lumenkaatopaikoille. Tästä voidaan laskea karkean arvion, mitä nämä olisivat maksaneet ja kuinka paljon voidaan säästää uudella mekanismilla, jos tällä voitaisiin vähentää lumikuormia 30 -40 %. Vuonna 2010 lumikuormaus ja kuljetus maksoin noin 1,3milj€ ja vuonna 2011 1,3milj€. Jos lumikuormia olisi 33 % vähemmän, säästöä olisi tullut kumpaisenakin vuonna noin 440000€. Nämä hinnat ovat laskettu halvimalla kuormahinnalla (2,85€/m³).

Pääkaupunkiseudulla lumikuorma maksoi kuormaltaan 17,50€+ alv 23 % (Helsingin kaupunki, Rakennusvirasto 2012). Tästä voidaan laskea, kuinka paljon pystytään säästämään rahaa, jos uusi järjestelmä vähentäisi noin 33 % lumikuormista. Vuonna 2010 kuormia oli 30843 kpl ja nämä olisivat maksaneet 539752,5+alv 23 %. Verollinen hinta on 663 895,57 €. Vuonna 2011 kuormia oli 30006 kpl, silloin nämä olisivat maksaneet 525105 €+alv 23 %. Verollinen hinta 645 879,15€. Jos kuormista olisi säästetty joka kolmas, niin hinnat olisivat olleet seuraavat: Vuonna 2010 361634,175 € + alv23 % ja vuonna 2011 351820,185€+alv23 %. Säästöä olisi tullut vuonna 2010 noin 1,8 milj. € ja vuonna 2011 noin 1,7 milj. €. Nämä hinta-arviot on laskettu Pääkaupunkiseudulta

saaduilla hinnoilla, joita on vertailtu Lahdessa vietyjen lumikuormien määrän kanssa.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aiheena oli lumenpoiston ympäristötehokkuuden kehittäminen. Työn tilaajana on Shother Oy. Työ liittyy heidän uuteen lumenpoiston menetelmään. Esko Siirtola on tätä menetelmää suunnitellut jo monta vuotta ja haluaakin nyt toteuttaa ideaansa. Uuden menetelmän tarkoituksena on vähentää lumenpoistosta syntyvää ympäristökuormitusta 30 - 40 %. Tämä saadaan siten, että lumi otetaan haltuun suoraan kadulta sen sadettua maahan, jonka jälkeen se tiivistetään vaihtolavalle ja kuljetetaan pois. Menetelmän ympäristöhyötyinä voidaan laskea, siitä johtuvat polttoaine kulutuksen vähenemiset ja lumen turhan saastumisen ehkäisy kaduilla. Menetelmä toisi myös kunnille ja kaupungeille säästöä lumenkuljetuksen vähenemisestä. Työssäni on myös huomioitu Lahden kaupungin liikennemäärien kehitystä ja kuinka Lahdessa on lumenpoistossa onnistuttu. Tutkimuksessa on hyväksi käytetty Lahden kaupungin tekemiä kyselyitä sekä omia havaintoja lumenpoistosta. Suurena apuna on ollut myös Lahden Seudun Kuntatekniikka. LSKT:ta olen saanut kattavaa ja laadukasta apua opinnäytetyössäni.

Työ on ollut opettavaista, niin tiedonhankinnallisesti kuin raportoinnillisesti. Olen saanut olla yhteyksissä alalla toimiviin suuriin ja keskisuuriin yrityksiin, sekä tutkia laaja-alaisesti Suomen kunnossapidon nykytilaa. Olen huomionut opinnäytetyössäni niin autoilevia kuin liikuntarajoitteisia ihmisiä. Omaan kokemusta olen käyttänyt pyöräilijän näkökulmasta. Lumen saastepitoisuuksien tarkkailu lumikasoista voisi olla yksi jatkotutkimusaiheista. Tässä voitaisiin tutkia lumen saastepitoisuudet nykyisellä mallilla ja uudenmenetelmän kanssa. Tämä antaisi lisäpontta uudenmenetelmän kehitykselle ja sen markkinoinnille.

LÄHTEET

Europeana 2012. Heittävä kärkiaura peitti pahimmillaan näkyvyyden sekä aura-autolta ja vastaanulijoilta. [viitattu 20.3.2012] Saatavissa:

<http://www.europeana.eu/portal/record/08521/19C62B494953DE4AF7674C031E43EAA01E471223.html?start=90&query=what%3Aatavikunnossapito&startPage=85>

ESS 2012. Lumenkaatopaikoilla on vielä tilaa. [viitattu 13.5.2012] saatavissa:

<http://www.ess.fi/?article=361531>

Helsingin kaupunki, Rakennusvirasto, 2012 Vastaanottomaksu. [Viitattu 20.6.2012] Saatavissa

http://www.hel.fi/wps/portal/Rakennusvirasto/Kadut?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/HKR/fi/Kadut/Hoito/Lumi+ja+liukkaus/Lumen+vastaanottopaikat

Ilmatieteenlaitos 2009, Arvioita Suomen muuttuvasta ilmastosta sopeutumistutkimuksia varten. [viitattu 20.6.2012] Saatavissa

<https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/15711/2009nro4.pdf?sequence=1>

Jani Tuhkanen, Lahden kaupunki / Kunnallistekniikka, Ylläpitövalvoja.

Haastattelu 21.6.2012

Janne Kangaskolkka, kuorma-automyyjä Volvo Truck Center, Volvo Finland Ab.

Haastattelu 2.4.2012

Kim Aartolahti, kuorma-autonkuljettaja. Haastattelu 29.2.2012

Lahden Kaupunki. 2012a Kunnossapitoluokitukset. [Viitattu 2.4.2012]. saatavissa

<http://www.lahti.fi/www/cms.nsf/pages/832B4C528F1F5113C2256E86003BF56C>

Lahden kaupunki 2012b Kesä- ja talvikunnossapidon tasovaatimukset. [Viitattu 2.4.2012] Saatavissa

<http://www.lahti.fi/www/cms.nsf/pages/639F2344C53E224BC225722600452A65>

Lahden kaupunki 2012c, Melualueet Lahdessa. [Viitattu 25.5.2012] Saatavissa

<http://lahti.fi/www/cms.nsf/pages/1B6BE1BA2328A8E9C2256F6B002CE96E>

LIPASTO 2012. [Viitattu 20.6.2012] Saatavissa <http://lipasto.vtt.fi/liisa/co2s.htm>

Lahti 2012a. Kunnossa ja puhtaanapito vastuu kadulla [Viitattu 2.4.2012]

Saatavissa:

[http://www.lahti.fi/www/images.nsf/files/222D483C576DEA96C225790200419354/\\$file/kadunhoidon%20poikkileikkaus2%20allu.pdf](http://www.lahti.fi/www/images.nsf/files/222D483C576DEA96C225790200419354/$file/kadunhoidon%20poikkileikkaus2%20allu.pdf)

Lahti 2012b. Kunnossapidon hoitoalueajat 1.6.2011 [Viitattu 2.4.2012]

Saatavissa:

[http://www.lahti.fi/www/images.nsf/files/f6c6f19ca89f57d8c22578a200258d88/\\$file/hoitoalueet_20110601.jpg](http://www.lahti.fi/www/images.nsf/files/f6c6f19ca89f57d8c22578a200258d88/$file/hoitoalueet_20110601.jpg)

Lahti 2012c. Lahden Kaupungin kunnossapito luokat. [Viitattu 2.4.2012]

Saatavissa:

[http://www.lahti.fi/www/images.nsf/files/0FD893196835428BC225778A004836E3/\\$file/Kunnossapitoluokitus.pdf](http://www.lahti.fi/www/images.nsf/files/0FD893196835428BC225778A004836E3/$file/Kunnossapitoluokitus.pdf)

Lahti 2012d. . Liikenteen CO₂ ja NO_x päästöjen kehitys Lahden alueella 2006–2010. [Viitattu 2.4.2012] Saatavissa:

[http://www.lahti.fi/www/images.nsf/files/66FF13AEE45C93C4C22578A90044AD11/\\$file/YmparistoKatsaus10auk.pdf](http://www.lahti.fi/www/images.nsf/files/66FF13AEE45C93C4C22578A90044AD11/$file/YmparistoKatsaus10auk.pdf)

Lahti 2012e Tyytyväisyys lumenauraukseen. [viitattu 14.5.2012] saatavissa:

[http://www.lahti.fi/www/images.nsf/files/315FEC4C5C8CBB13C22579E90033D3E4/\\$file/Arviointikertomus%202011.pdf](http://www.lahti.fi/www/images.nsf/files/315FEC4C5C8CBB13C22579E90033D3E4/$file/Arviointikertomus%202011.pdf)

Lahti 2012f. Tyytyväisyys lumenauraukseen vuosina 1993–2007. [viitattu 14.5.2012] saatavissa:

[http://www.lahti.fi/www/images.nsf/files/8ED62A5A24FD2B6CC2257432002A7AA0/\\$file/Arviointikertomus%202007.pdf](http://www.lahti.fi/www/images.nsf/files/8ED62A5A24FD2B6CC2257432002A7AA0/$file/Arviointikertomus%202007.pdf)

Levä, K. 1992 Lumiaura. Suomen Tieyhdistys Jyväskylä, Gummerus Kirjapaino Oy

Nevalainen 2009. Hiilijalanjälki ekotehokkuuden mittarina. [viitattu 10.8.2012] saatavissa: <http://doria17-kk.lib.helsinki.fi/bitstream/handle/10024/46496/nbnfi-fe200906241646.pdf?sequence=3>

Puhtaanapitolaki 547/2005 [viitattu 8.5.2011]. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2005/20050547>

Olli Hurme, Lahden Seudun Kuntatekniikka, toimitusjohtaja. Haastattelu.

16.2.2012

Räty 2012. Liikennemäärät Lahdessa vuosina 2004–2011 Haastettu. 9.5.2012

Seppo Tuulivirta, Lahden Seudun Kuntatekniikka, työnjohtaja. Haastattelu

1.3.2012

Volvo, 2012a [viitattu 14.5.2012] saatavissa:

http://www.volvoce.com/SiteCollectionDocuments/VCE/Documents%20Global/wheel%20loaders/ProductBrochure_L60FtoL90F_FI_15D1002737_2009-08.pdf

Volvo, 2012d [viitattu 14.5.2012] saatavissa:

http://www.volvotrucks.com/trucks/finland-market/fi-fi/trucks/Volvo-FH16/Volvo_FH16/Pages/Introduction.aspx

Volvo 2012b. Volvo L60F pyöräkuormaajan teknisiä tietoja. [viitattu 14.5.2012] saatavissa:

http://www.volvoce.com/SiteCollectionDocuments/VCE/Documents%20Global/wheel%20loaders/ProductBrochure_L60FtoL90F_FI_15D1002737_2009-08.pdf

Volvo 2012c. Volvo L60F teknisiä tietoja. . [viitattu 14.5.2012] saatavissa:

http://www.volvoce.com/SiteCollectionDocuments/VCE/Documents%20Global/wheel%20loaders/ProductBrochure_L60FtoL90F_FI_15D1002737_2009-08.pdf

Ympäristöministeriö, 2012a [viitattu 15.5.2012] Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=4923&lan=fi>

Ympäristöministeriö, 2005 [viitattu 8.5.2011] Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=42906>

LIITTEET

LIITE 1. Hiilijalanjälki laskelmat

Maansiirtoauto ilman perävaunua Kokonaismassa 32 t, kantavuus 19 t Katuajo					
	Päästö tonnikilometriä kohden		Päästö ajoneuvokilometriä kohden		
	CO ₂ ekv. [g/tkm]		CO ₂ ekv. [g/km]		
	(50 %:n kuorma)	täysi (19 t kuorma)	tyhjä	(50 %:n kuorma)	täysi (19 t kuorma)
--> 1993	121	72	928	1148	1367
EURO 1 (1994 - 1996)	123	73	943	1166	1389
EURO 2 (1997 - 2000)	125	74	958	1184	1410
EURO 3 (2001 - 2006)	128	76	983	1215	1447
EURO 4 (2007 - 2008)	125	74	957	1183	1410
EURO 5 (2009 -->)	125	74	957	1183	1410
EURO 6					
keskimäärin v. 2011	125,9	75,0	968	1196	1425

	km yht.	Täysiä km	tyhjänä km
Jalkarannantie	615	307,5	307,5
Tapparankatu	291,6	145,8	145,8

	kgCO ₂ ekv/km	katuosuus km	Katu/metri/kgCO ₂
	735,8475	0,6	
	348,8994	0,23	
yht:	1084,7469	0,83	130,6924 kgCO ₂ ekv/m 1,306924 kgCO ₂ ekv/100m

kertoimet vuoden 2011 mallin kuorma-autolle
 tyhjä kuorma Täysi kuorma
 0,968 1,425