

Jonna Harjunen

# Liikenne- ja päästömäärien muutokset Nurmijärven alueella

Metropolia Ammattikorkeakoulu  
Insinööri (AMK)  
Auto- ja kjetustekniikka  
Insinööritö  
7.5.2013

Tekijä(t) Otsikko	Jonna Harjunen Liikenne- ja päästömäärien muutokset Nurmijärven alueella
Sivumäärä Aika	38 sivua + 4 liitettä 7.5.2012
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Auto- ja kuljetustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Logistiikka
Ohjaaja(t)	Lehtori Seppo Leppänen Työnsuunnittelija Juhani Honkanen, Stara
<p>Insinööriyön tavoitteena oli tarkastella, miten Nurmijärvelle suunniteltu kivilouhos vaikuttaa alueen liikenteen määrään ja päästöihin. Lisäksi pohditaan lyhyesti louhoksen muita vaikutuksia. Louhoksen vaikutukset liikenteeseen ja päästöihin on laskettu annettujen louhintamäärien perusteella käyttäen hyväksi maansiirtoliikenteessä käytettävien autojen massoja. Määrät on määritetty NCC:n antamien vuotuisten louhintamäärien mukaan ja laskettu siten keskiarvoina niistä.</p> <p>Työn alussa kuvataan Suomen tiestöä, sen rakennetta sekä teiden kuormituskestävyyttä. Työssä keskitytään pääsääntöisesti Uudenmaan tilanteeseen. Teoriaosuudessa käydään läpi myös liikenteen aiheuttamat suurimmat päästöt sekä niiden vaikutukset. Lisäksi esitellään Nurmijärvelle suunniteltu louhoshanke.</p> <p>Tulosten perusteella huomattiin, että louhoksen myötä alueen liikenne sekä päästöt moninkertaistuvat nykytilanteeseen verrattuna. Liikenteen ja päästöjen lisääntymisen lisäksi louhos aiheuttaa melua, pölyä sekä tärinää. Louhoksen aiheuttamat vaikutukset ovat pitkäaikaisia ja merkittäviä verrattuna nykytilanteeseen.</p>	
Avainsanat	Kivilouhos, liikennemäärät, päästöt, tierakenne, tiettyypit

Author(s) Title	Jonna Harjunen Traffic and exhaust discharge changes in Nurmijärvi
Number of Pages Date	38 pages + 4 appendices 7 May 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automotive and Transport Engineering
Specialisation option	Logistics
Instructor(s)	Seppo Leppänen, Lecturer Juhani Honkanen, Project Planner
<p>The objective of this Bachelor's thesis was to study the amount of traffic and exhaust discharges caused by a quarry under construction in the region of Nurmijärvi. Also, other aspects on which the quarry will have an influence are studied. The number of vehicles and exhaust discharge amounts were calculated by the estimated quarrying amounts and by car volumes used in excavation and earth moving.</p> <p>Firstly, Finland's road structure, the load bearing capacity and quantity of roads are presented. This study focuses mainly on Uusimaa, but as a contrast also a few other cases are presented. Secondly, the exhaust discharges a quarry would cause are analyzed. Thirdly, the quarry plan and the area where the quarry is planned to be located are introduced. Lastly, the quarry's other effects on the area are described.</p> <p>It was discovered that the traffic amount and exhaust discharges will increase outstandingly in Nurmijärvi due to the quarry. In addition, the quarry will also cause dust, noise and trembling problems in the area.</p>	
Keywords	Quarry, Vehicle amount, Exhaust discharge, Road structure

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Tierakenteet ja -tyypit	2
2.1	Suomen tiet	2
2.2	Kestopäällystetiet	3
2.2.1	Yleistä	3
2.2.2	Uudenmaan kestopäällystetyt tiet	4
2.3	Öljysora- ja vastaavat tiet	5
2.4	Soratiet	8
2.5	Kuormituskestävyys	9
2.6	Uotilan ympäristö	11
3	Liikenteen päästöt	14
3.1	Päästöjen synty	14
3.1.1	Hiilimonoksidi	14
3.1.2	Hiilidioksidi	15
3.1.3	Hiilivety-yhdisteet	16
3.1.4	Hiukkaset	16
3.1.5	Typenoksidit	17
3.2	Päästöjen määrät Suomessa	17
3.3	Louhosliikenteen aiheuttamat päästöt	19
3.3.1	Päivittäin	19
3.3.2	Kuukausittain	19
4	Uotilan kivilouhos	21
4.1	Louhos	21
4.2	Sijainti	22
4.3	Maansiirron statiikkaa	23
4.3.1	Maansiirto louhokselta	23
4.3.2	Maansiirto louhokselle	24
4.3.3	Muu liikenne louhokselle	25
4.4	Murskauslaitoksen tuottavuus	25

5	Liikennemäärien ja päästöjen muutokset	26
5.1	Liikennemäärät nykyään	26
5.2	Liikennemäärät louhoksen myötä	26
5.2.1	Päivittäin	27
5.2.2	Kuukausittain	28
5.3	Päästöt nykyään	30
5.4	Päästöt louhoksen myötä	30
5.4.1	Päivittäin	31
5.4.2	Kuukausittain	33
6	Louhoksen muut vaikutukset	35
6.1	Melu	35
6.2	Pöly	36
6.3	Tärinä	36
7	Yhteenveto	37
	Lähteet	38

#### Liitteet

Liite 1. Maantiet liikennemääräluokittain ja tiepäällysteittäin

Liite 2. Uudenmaan tiekilometrit tie tyypeittäin

Liite 3. Perttulantien liikenne nykyään ja louhoksen jälkeen

Liite 4. Autonumerot

## Lyhenteet

AB	Tiepäällyste, asfalttibetoni
BST	Kantavan kerroksen tyyppi, bitumistabilointi
M	Kantavan kerroksen tyyppi, murske
MHST	Kantavan kerroksen tyyppi, masuunihiekkastabilointi
PAB-B	Kulutuskerroksen tiepäällyste, sideaineena pehmeä tiebitumi
PAB-V	Tiepäällyste, sideaineena viskoosiluokiteltua bitumia.
SOP	Tiepäällyste, soratienpinta
SST	Kantavan kerroksen tyyppi, sementtistabilointi

## 1 Johdanto

Työ perustuu vuonna 2012 tehtyyn vastineeseen Nurmijärven ympäristölautakunnalle, joka koski NCC:n suunnittelemaa kivilouhosta. Työn tarkoituksena on tarkastella Nurmijärven tierakenteita sekä nykyistä ja mahdollisen louhoksen myötä tulevaa automäärää.

Nurmijärvelle Uutilan kylään on suunniteltu kivilouhosta jonka mahdollinen tulo vaikuttaa merkittävästi kunnan liikenteeseen ja päästötasoihin. Liikenteen lisääntyessä sen vaikutus nykyisiin teihin ja ilmastoon kasvaa huomattavasti. Tässä työssä keskitytään louhoksen aiheuttamiin liikennemääriin sekä päästöihin.

Työssä käydään läpi erilaisia teitä ja niiden rakenteita. Tarkoituksena on esitellä mistä erityyppiset tiet koostuvat ja miten ne kestävät rasitusta. Samalla esitellään Suomen tiemäärät ja käydään läpi liikennemäärät erityyppisillä teillä.

Tarkoituksena on myös esitellä mahdollinen louhos jota Nurmijärvelle ollaan suunnittelemassa. Louhostoiminnan kautta lasketaan mahdollinen liikenteen kasvu ja sen aiheuttama rasite tiestölle.

Työssä selvitetään myös liikenteen aiheuttamia päästöä, niiden syntyä, vaikutuksia ja määriä. Lisäksi käydään läpi louhoksen läheisyydessä olevat päästömäärät tällä hetkellä sekä mahdollinen muutos liikennemäärän muutoksen myötä.

Työ tehdään selvitystyönä Internetin ja saatavilla olevien kirjatietojen avulla. Lisäksi työn tiimoilta on oltu yhteydessä Maanmittauslaitokseen, Liikenteen asiakaspalvelukseen sekä Staraan.

## 2 Tierakenteet ja -tyypit

Suomen tiet jaetaan neljään ryhmään ja tierakenteet kolmeen luokkaan. Suomen tiet ovat joko valtateitä, kantateitä, seututeitä tai yhdysteitä ja rakenteeltaan ne jaetaan kestopäällystettyihin, öljysora- tai vastaaviin sekä sorateihin. [1, s. 2; 2.]

Tien rakenteeseen vaikuttaa tietyyppi ja tiellä aiheutuva liikennemäärä. Tässä luvussa tarkastellaan teiden erilaisia rakenteita ja tyyppejä. Samalla kuvataan Uotilan ympäristön tietyyppejä ja rakenteita. [2]

Tässä luvussa käydään myös läpi Suomen tiet sekä erilaiset tierakenteet. Luvuissa keskitytään Uudenmaan alueen liikenteeseen, mutta sivutaan myös koko maan tilanne vertailun vuoksi. Luvun lopussa esitellään teiden kestävä rasitus ja kuormitus.

### 2.1 Suomen tiet

Suomen tiet jaetaan karkeasti neljään luokkaan: valtateihin, kantateihin, seututeihin ja yhdysteihin. Maantiet ovat jaettu vielä erikseen kahteen omaan alaryhmään moottoriteihin ja moottoriliikenneteihin. Teiden määrä on vuosien varrella kasvanut merkittävästi, samalla kun vanhoja teitä on asfaltoitu ja merkitty karttaan. Suurin osa Suomen teistä on öljysora- tai sorapohjaisia, vaikka öljysorateita ei Suomessa enää tehdä.

Tietilastojen pitäminen on aloitettu vuonna 1940. Tällöin ei kuitenkaan ole ollut käytössä yhtä tarkka luokittelu kuin nykyään. Tuolloin maanteitä oli yhteensä 33 775 km, mutta niitä ei ollut luokiteltu tarkemmin. Sen sijaan kunnantiet ja kylätiet olivat eritelty omikseen. Nykyään ei näitä enää eritellä. Kunnanteitä ja kyläteitä oli vuonna 1940 yhteensä 34 361 km. Tilastoituja teitä on siten ollut yhteensä 68 136 km.

Teiden tarkempi luokittelu eri luokkiin alkoi vuonna 1960. Vuonna 2010 Suomessa on ollut valtateitä 8600 km, kantateitä 4729 km, seututeitä 13 574 km ja yhdysteitä 51 258 km. Yhteensä siis 78 162 km teitä, josta noin 19 702 km on päällystettyä. Lisäksi Suomesta löytyy asfalttipäällysteisiä ramppeja 1146 km verran, moottoriteitä 779 km ja moottoriliikenneteitä 124 km.



Uudenmaan alueella lasketaan olevan 9136 km teitä, josta yli puolet on kestopäällystettyä. Vertailuna Pohjois-Savossa on noin 15 944 km teitä, josta vain 3143 km on päällystettyä. Loput teistä ovat joko öljysorapohjaisia (5310 km) tai sorapohjaisia (7491 km). Vähiten teitä on Kaakkois-Suomessa, jossa teitä on yhteensä 4 171 km. Kaakkois-Suomessa tiet jakautuvat päällysteiden suhteen mukaan melko tasaisesti. [2]

## 2.2 Kestopäällystetiet

### 2.2.1 Yleistä

Tien päällysteen tehtävä on ottaa vastaan liikenteen aiheuttama rasite tielle ja samalla suojata muita tiekerroksia mekaaniselta rasitukselta sekä vedeltä. Päällyste tulee valita siten, että se kestää siihen aiheutuvan liikennemäärän kuormituksen ja kulutuksen. Päällysteen pitää myös olla turvallinen, tasainen ja ehjä, jotta ajomukavuus säilyy. [3, s. 35 - 36.]

Suomessa kestopäällystetyillä teillä tarkoitetaan erilaisia asfalttiteitä, kivipäällysteitä ja laatoituksia. Suomessa käytettäviä asfalttityyppejä on viisi erilaista: asfalttibetoni (AB), kivimastikiasfaltti (SMA), avoin asfalttibetoni (AAB), pehmeä asfalttibetoni (PAB) ja kantavan kerroksen asfaltti (ABK). Uuden tekniikan myötä eri yhtiöt kehittävät jatkuvasti uusia asfalttityyppejä. Uudet asfaltit ovat kuitenkin perusrakenteeltaan jotain edellisistä, vaikka ne rakenteeltaan muuten olisivat hiljaisempia, ohuempia tai erivärisiä. [1, s. 2.; 4]

Asfalttibetoni (AB) on hyvin suosittu tyyppi paikoissa joissa tarvitaan kulutuksen ja kantavuuden kestoja. Kerrospaksuus riippuu alueen liikennemäärästä, mitä paksumpi kerros, sitä kestävämpi kate on. Tästä syystä suurin osa Suomen kestopäällystetyistä teistä on rakennettu kyseisestä asfaltista. [4]

Asfalttiteiden rakentaminen ja kunnossapito on kallista ja aikaa vievää. Tästä syystä niitä käytetään vain teillä, joilla on suuri rasite. Jos tien rasite ei ole suuri ja sijainti ei ole aivan keskeinen, ei teitä välttämättä asfaltoida. Teiden asfaltointitarve lasketaan tien kuormitusluokan perusteella [5; 3, s. 34 - 39.]

### 2.2.2 Uudenmaan kestopäällystetyt tiet

Uudellamaalla on 4262 km kestopäällystettyä tietä. Tietyypit jakautuvat hyvin tasaisesti valtateihin, seututeihin ja yhdysteihin. Kantateiden määrä on huomattavasti pienempi.

Kuvio 1 esittää Uudenmaan alueella kestopäällystettyjen maanteiden määrän kilometreissä automäärien mukaan. Vaaka-akselilla on liikennemääräluokat ja pystyakselilla kilometrit.



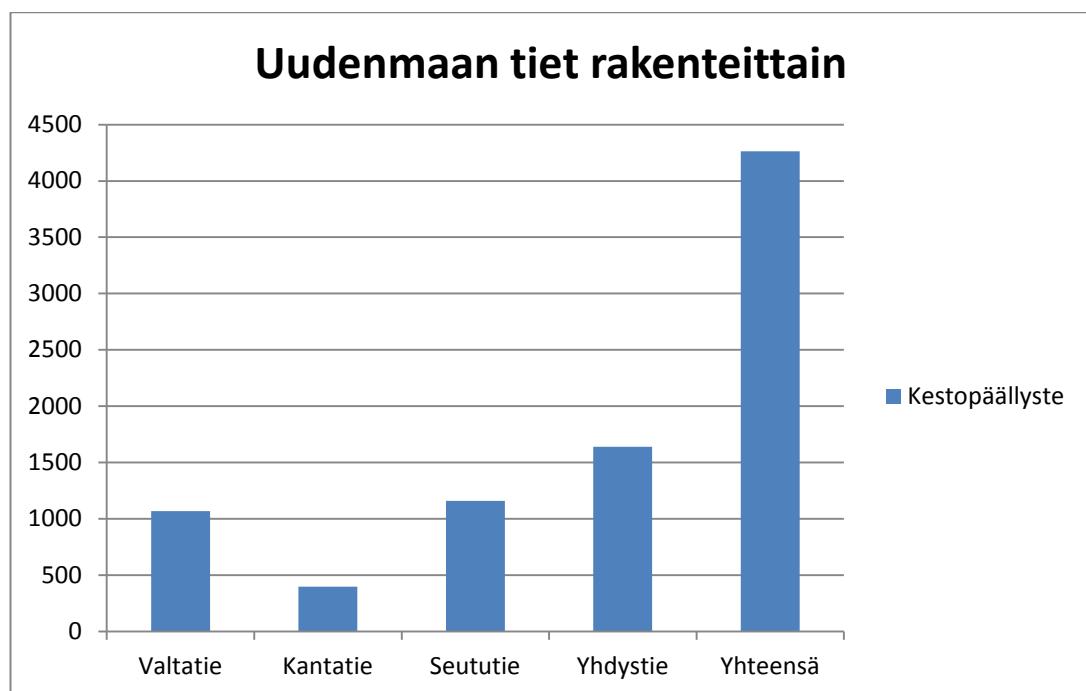
Kuvio 1. Uudenmaan kestopäällysteisten teiden liikennemäärät [2]

Kuviosta 1 nähdään, että kestopäällystettyjä teitä, joiden päivittäinen liikenne on 0 – 100 autoa, on Uudenmaan alueella 31 km. 101 - 200 autoa päivässä kantavia teitä 34 km, 201 - 350 autoa päivässä kantavia teitä 109 km, 351 - 500 autoa päivässä kantavia teitä 110 km, 501 - 1000 autoa päivässä kantavia teitä 540 km, 1001 - 1500 autoa päivässä kantavia teitä 571 km, 1501 - 3000 autoa päivässä kantavia teitä 764 km, 3001 – 6000 autoa päivässä kantavia teitä 939 km, 6001 - 9000 autoa päivässä kantavia teitä 442 km, 9001 - 12 000 autoa päivässä kantavia teitä 117 km ja yli 12 000

autoa päivässä kantavia teitä 604 km. Suurin osa Uudenmaan kestopäällystetyistä teistä kantaa päivittäin 1501 - 6000 kappaletta autoja. [2]

Uudellamaalla on kestopäällystettyjä teitä yhteensä 4262 km, joista 1067 km on valtatietoja, 397 km on kantateitä, 1158 km on seututeitä ja 1640 yhdysteitä. [2]

Kuviossa 2 pystyakselilla on kilometrit ja vaakakselilla on tietyyppi. Taulukosta huomataan että suurin osa Uudenmaan kestopäällystetyistä teistä on yhdysteitä. Valtateitä ja seututeitä on melkein saman verran, mutta kantateitä on huomattavasti vähemmän. [2]

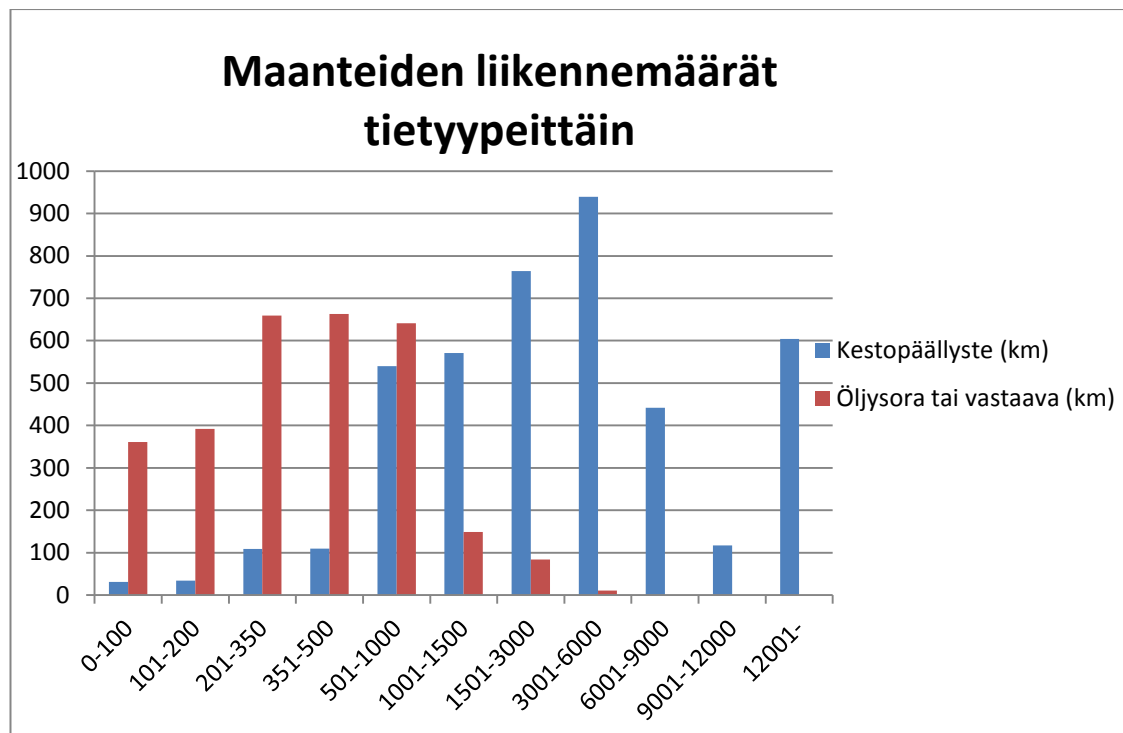


Kuvio 2. Uudenmaan kestopäällystetyt tiet tietyypeittäin [2]

### 2.3 Öljysora- ja vastaavat tiet

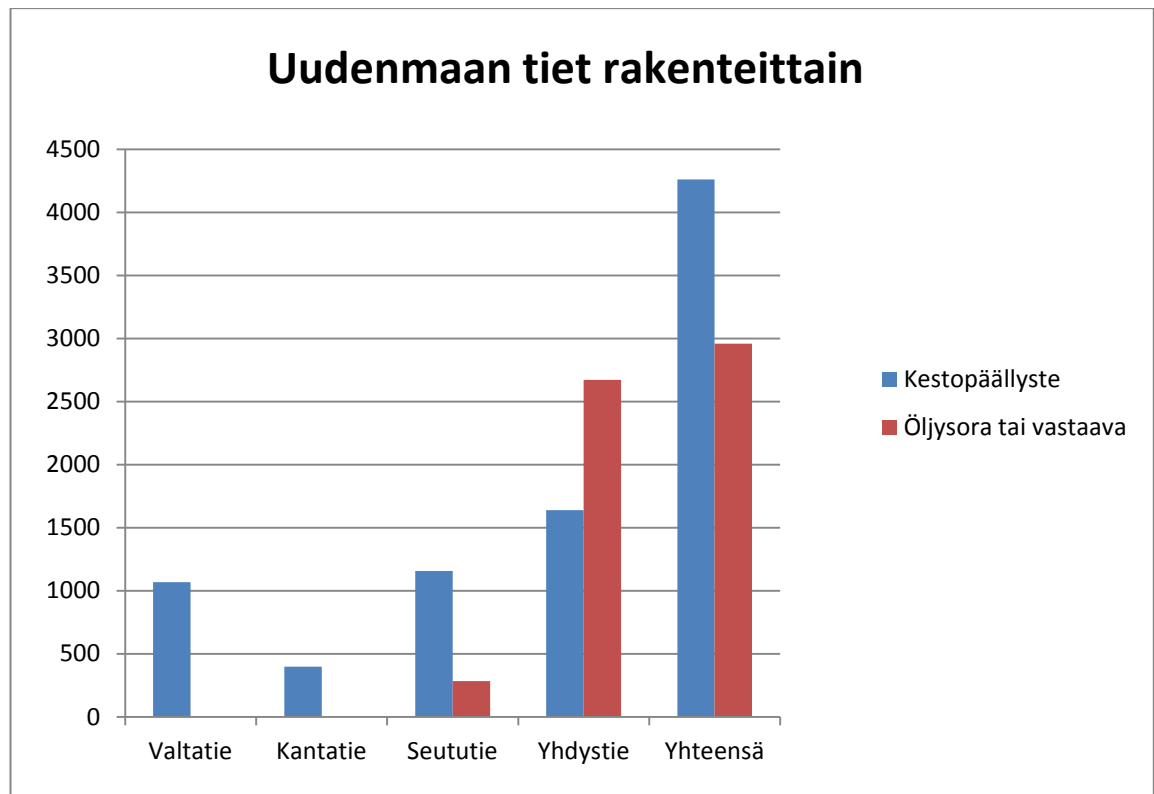
Öljysora on tienpäällyste, joka on valmistettu sitomalla soraa öljyllä. Öljysora on pinnoitteena pölyämätöntä ja kestävää pienillä liikennemäärillä. Joustavuutensa ansiosta se myös kestää pientä routimista. Toisin kuin asfaltti joka asennetaan kuumana, öljysora voidaan asentaa kylmänä. Sen korjaaminen on myös helppoa hyvän muokkautuvuuden ansiosta. Öljysoran käytöstä on kuitenkin luovuttu, sillä se sisältää bitumiöljyä, josta vapautuu hiilivetyjä. [5; 6]

Öljysora teitä käytetään pääsääntöisesti teillä, joilla on pieni liikennemäärä. Kuviossa 3 pystyakselilla on kilometrit ja vaaka-akselilla automäärät luokittain. Kuviosta 3 nähdään että öljysorateita on Uudellamaalla vielä jäljellä noin 2959 km. Niitä löytyy pääsääntöisesti teiltä joiden automäärät jäävät alle 1000 kappaleen päivässä. Sitä suuremmilla liikennemäärillä olevia teitä päällystetään suurimmaksi osaksi kestopäällysteillä, kuten asfaltilla. [2]



Kuvio 3. Kestopäällystettyjen- ja öljysorateiden liikennemäärät [2]

Kuviosta 4 huomataan, että Uudellamaalla öljysoratiet ovat suurimmaksi osaksi yhdys- teitä, yhteensä 2672 km. Öljysora päällysteisiä seututeitä on yhteensä 283 km ja kan- tateitä 5 km. Pystyakselilla on kilometrit ja vaaka-akselilla tietyypit. [2]



Kuvio 4. Uudenmaan kestopäällysteiset ja öljysorapäällysteiset tiet tyypeittäin [2]

Vastaavasti esimerkkinä Pohjanmaalla öljysoran käyttö on huomattavasti suositumpaa kuin Uudellamaalla. Pohjois-Pohjanmaalla on yhteensä 5729 km öljysorateita ja Etelä-Pohjanmaalla 3832 km. Pohjois-Pohjanmaalla tämä tekee hieman vajaa puolet alueen yhteensä 12 791 km:stä. Etelä-Pohjanmaalla öljysorateita on myös hieman vajaa puolet kaikista 8681 km:stä tietä. Yksi syy siihen että alueella on paljon öljysorateita, on tiepintojen ikä sekä öljysorateiden kestävyys. Kaikkia Pohjanmaan öljysorateita ei ole uudelleen päällystetty asfaltilla, sillä niiden korjaaminen on helppoa ja halpaa. Pohjanmaan alueella liikennemäärät ovat myös niin pieniä, että öljysoratie kestää hyvin siihen aiheutuvan rasituksen. [2; 5]

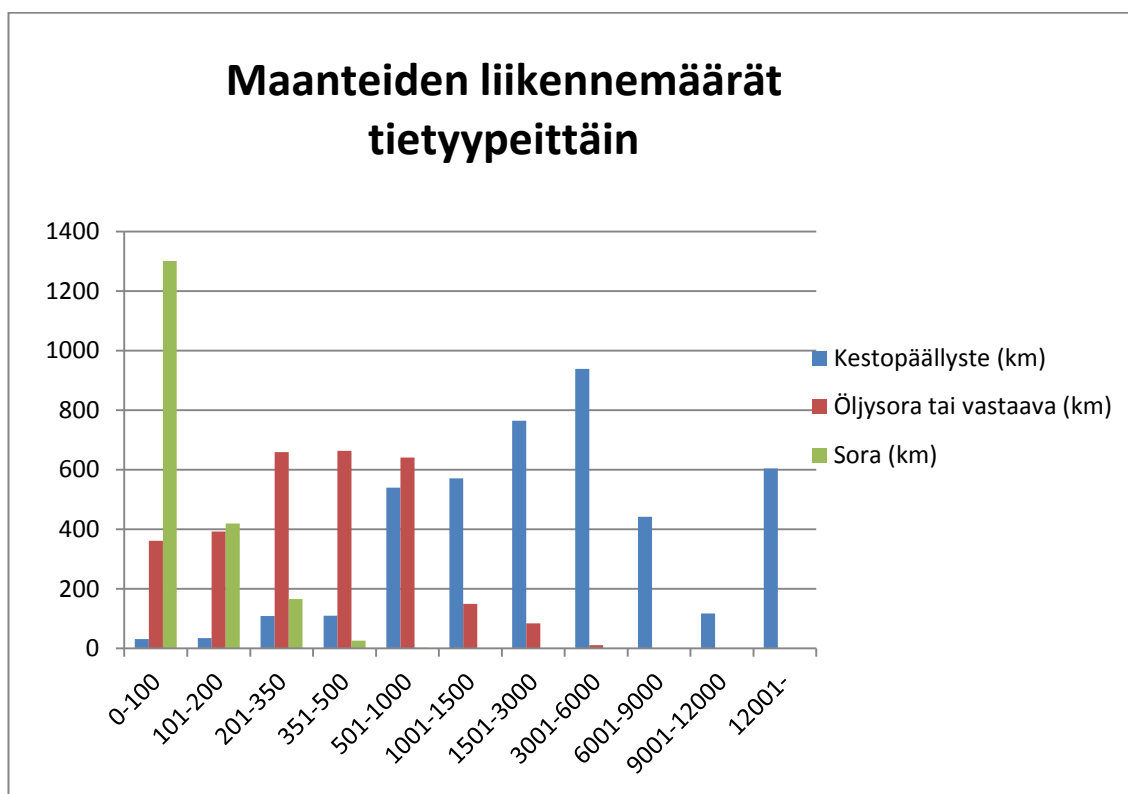
Suomessa öljysorapäällysteisiä teitä on yhteensä noin 31 314 km. Koko maan osuudesta suurin osa öljysorateista kantaa päivittäin alle 1000 autoa. Keskimäärin 23 780 km:llä kaikista öljysorateista kulkee päivittäin alle 1000 autoa.

Suurin osa Suomen öljysorateista on yhdysteitä, yhteensä 20 164 km. Öljysorateista 8655 km on seututeitä ja loput 2495 km ovat valtateitä (799 km) ja kantateitä (1717 km). [2]

## 2.4 Soratiet

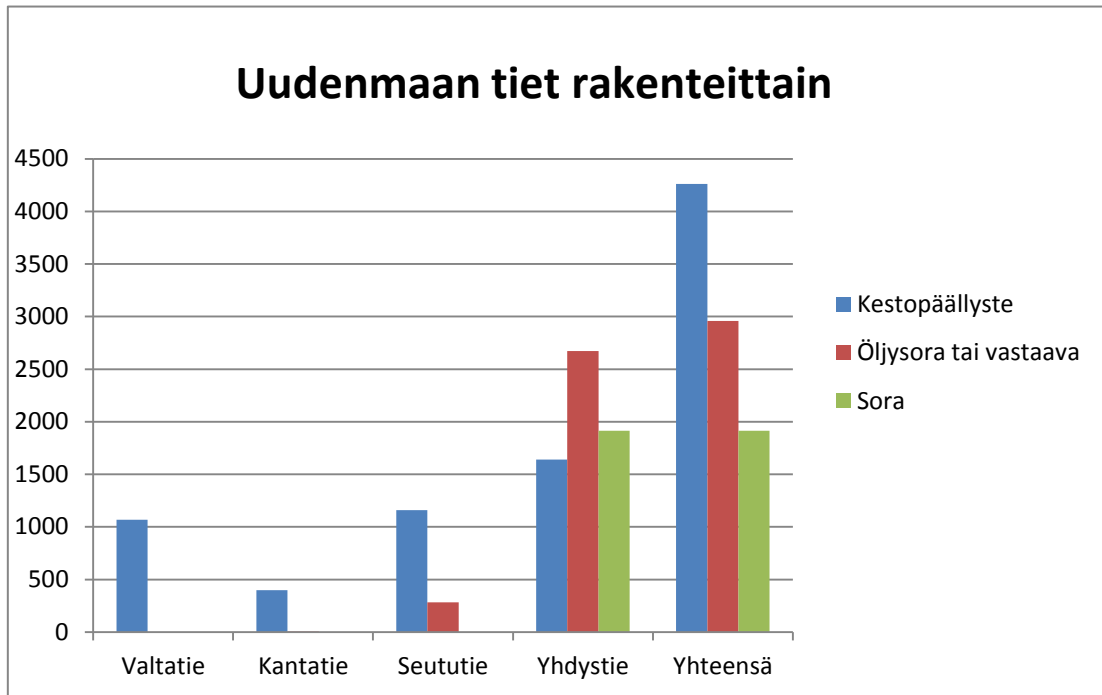
Soratiet ovat teitä, joista puuttuu päällyste. Niillä liikenne tapahtuu suoraan Kantavan kerroksen päällä, joten tien pintaa ei ole suojattu. Jotta tien pinta kestää kuormituksen ilman päällystettä, ei päivittäinen liikennemäärä voi olla suuri. [3, s. 35, 47.]

Kuviosta 5 huomataan että Uudenmaan alueella soratiet ovat käytössä sellaisilla teillä joiden liikenne on todella vähäistä. Yli puolet Uudenmaan sorateista kantaa päivittäin 0 - 100 autoa. Yli 500 autoa päivässä kantavia sorateita on Uudenmaan alueella vain 3 km. 101 - 200 autoa päivittäin kantavia teitä on 419 km, 201 - 350 autoa päivässä kantavia teitä 166 km ja 351 - 500 autoa päivässä kantavia teitä 26 km. [2]



Kuvio 5. Kestopäällystettyjen, öljysora- ja sorateiden liikennemäärät [2]

Sorateita Suomessa on noin 27 000 km, joista 1915 km on Uudellamaalla. Kaikki Uudenmaan soratiet ovat yhdysteitä, kuten kuviosta 6 huomataan. Muilla tietyypeillä päivittäinen liikennemäärä kasvaa liian suureksi, jotta tienpinta kestäisi siihen aiheutuvan rasituksen. [2; 3, s. 37.]



Kuvio 6. Uudenmaan tiet tyypeittäin ja rakenteittain [2]

Koko Suomen kaikista sorateistä valtaosa on yhdysteitä, yhteensä 26 677 km. Loput 469 km ovat seututeitä, jotka löytyvät pääasiassa Lapista, jossa niitä on 213 km. Pohjois-Savosta löytyy 90 km sorapohjaisia seututeitä ja Keski-Suomesta 80 km. Sorapohjaisia kantateitä tai valtateitä ei ole Suomessa. [2]

## 2.5 Kuormituskestävyys

Tien kuormituskestävyys tarkoittaa sen kykyä vastustaa liikenteen aiheuttamaa rasitusta, jännitystä ja muodonmuutosta tiehen. Tien päällysteen tehtävä on suojata tietä siihen aiheutuvalta rasitukselta. Päällysteen valintaan vaikuttaa tien liikennemäärän lisäksi akselikuorma, nopeus sekä autojen laatu. Päällysteen valintaan vaikuttaa myös tien kantavan kerroksen laatu ja kantavuus. Kuormituskestävyys arvioidaan koko tien rakenteen eli päällysteen sekä rakennekerrosten, jäykkyyden ja paksuuden sekä pohjamaan ominaisuuksien perusteella. [3, s. 35.]

Kuormituskestävyys jaetaan seitsemään kuormitusluokkaan sen perusteella mikä on niiden leveydellä korjatun kaistan kuormituskertaluku 20 vuoden aikana. Kuormituskertaluku lasketaan akselimäärinä. Kuormituskertaluvun on siten laskettu vastaavan tiettyä

ajoneuvomäärää vuorokaudessa. Jokaiselle kuormitusluokalle on asetettu tavoitekantavuus sekä päällysteen vähimmäispaksuus. Tavoitekantavuus ja päällysteen paksuus riippuu päällysteen materiaalista sekä kantavan kerroksen laadusta. [3, s. 35, 37 - 39.]

Kuormitusluokka 0,1 vastaa alle 150:tä ajoneuvoa vuorokaudessa. Tällä kuormitusluokalla päällystemateriaalina on SOP, PAB-V, PAB-B tai AB. Päällysteiden paksuus on määritelty olevan 40 mm, paitsi soralla, jolla ei ole päällystettyä. Tavoitekantavuus tulisi olla 115 MPa:n ja 170 MPa:n välillä riippuen päällysteestä. Kantavan kerroksen laaduna käytetään mursketta, MHST:tä tai BST:tä ja sen kantavuuden tulisi olla 115 MPa – 145 MPa. [3, s. 37.]

Kuormitusluokka 0,4 vastaa 150 - 600 kpl ajoneuvoja vuorokaudessa. Päällystemateriaalina on PAB-V, PAB-B tai AB. Kaikilla päällysteillä paksuus tulisi olla 40 mm ja päällysteen kantavuus 145 MPa - 170 MPa. Kantavan kerroksen laatu tulisi olla M, MHST tai BST. [3, s. 38.]

Kuormitusluokka 0,8 vastaa vuorokaudessa 600 – 1300 ajoneuvoa. Päällystemateriaalina käytetään PAB-V:tä, PAB-B:tä tai AB:tä. Päällysteiden paksuus tulisi olla 40 mm – 80 mm, riippuen materiaalista ja toivotusta kantavuudesta. Päällysteen tavoitekantavuus teillä on 145 MPa:n ja 390 MPa:n välillä. Tavoitekantavuus riippuu päällysteen lisäksi tien rakennusvaiheesta. Kantavan kerroksen laadun tulisi olla M, MHST, BST tai SST ja kantavuustavoite 130 MPa:n ja 280 MPa:n välillä. [3, s. 38.]

Kuormitusluokissa 2,0, 6,0, 10,0 ja 25,0 päällystemateriaalina käytetään pääsääntöisesti AB:ia ja kantavan kerroksen laatu tulisi olla M, MHST, BST tai SST riippuen siitä, mikä on tien tavoite kantavuus. Tavoitekantavuuksiin vaikuttaa vaiheittainen rakentamisen aika, eli vuodet tien avaamisesta. [3, s. 38 - 39.]

Kuormitusluokka 2,0 vastaa 1300 - 3000 ajoneuvoa vuorokaudessa, jolloin tien tavoitekantavuus on 200 MPa - 420 MPa, jolloin päällysteen kerrospaksuuden pitää olla 50 mm - 90 mm. Kuviosta 5 huomataan että Uudenmaan alueella on vielä muutamia öljysorasteita joilla kulkee yli 1300 ajoneuvoa vuorokaudessa. Annetut luvut koskevat uusia rakennettavia teitä. [3, s. 38.]



Kuormitusluokka 6,0 vastaa 3000 - 8000 ajoneuvoa vuorokaudessa, sen tavoitekantavuus on 215 MPa – 465 MPa ja päällysteen paksuus 50 mm - 140 mm.

Kuormitusluokka 10,0 vastaa 8000 - 14 000 ajoneuvoa vuorokaudessa, jolloin tavoite kantavuus on 270 MPa - 490 MPa ja päällysteen vähimmäispaksuus 90 mm — 170 mm.

Kuormitusluokka 25,0 vastaa yli 14 000 ajoneuvoa vuorokaudessa, jolloin tavoite kantavuus on 285 MPa - 520 MPa ja päällysteen vähimmäispaksuus 100 mm - 200 mm. [3, s. 38 - 39.]

## 2.6 Uotilan ympäristö

Uotilan kylä sijaitsee Nurmijärvellä Perttulassa. Uotilan ympäristö rajoittuu Uotilantiehen, Uotilankoulutiehen, Perttulantiehen, lyhyeltä osin Lopentiehen sekä alueen muihin pienempiin teihin kuten Iivarin metsätie. Suurin osa alueen teistä on kestopäällystettyjä teitä, mutta alueella on myös paljon sorateitä, kuten kuvan 1 Uotilantie. Sorateiden liikenne on huomattavasti vähäisempää kuin päällystettyjen teiden. [7]



Kuva 1. Uotilantie

Kivilouhoksen suunniteltu sijainti on Iivarin metsätien ja Uotilantien välissä. Kumpikin teistä kääntyy pohjoiseen Perttulantieltä. Perttulantie on vilkasliikenteinen maantie, joka on kestopäällystetty asfaltilla, kuten kuvasta 2 nähdään. Uotilantie on päällystämätön tie kuten moni muu Perttulantieltä haaroittuva tie. Lisäksi alueella on joitain pienempiä päällystettyjä teitä kuten Uotilankoulutie. [7]



Kuva 2. Perttulantien ja Iivarinmetsätien risteys

Perttulantien liikenne on arkipäivisin hyvin suurta, minkä takia tie on päällystetty. Perttulanttiellä kulkee päivittäin keskimäärin 3992 autoa, joista raskaita ajoneuvoja on keskimäärin 225 kappaletta. Kuten kuviosta 3 huomataan, kaikki yli 3000 autoa päivässä kantavat tiet ovat kestopäällystettyjä. Perttulantien lukeutuu tällä hetkellä kuoritusluokkaan 6,0. Koska tie on yli 2 vuotta vanha, sen tavoitekantavuus on 340 MPa - 360 MPa ja päällysteen paksuus 130 mm – 140 mm riippuen kantavan kerroksen laadusta. [3, s. 38; 8]

Uotilantiellä liikenne on huomattavasti vähäisempää. Keskimääräinen vuorokausiliikenne on noin 543 autoa joista 8 on raskasta liikennettä. Taulukon 3 perusteella Uotilantie lukeutuu pieneen osaan sorateistä, joilla liikkuu yli 500 autoa päivässä. Automäärien perusteella Uotilantien kuoritusluokka on 0,4, mutta sillä ei ole kestopäällystettä. Suosi-

tusten mukaan vain kuormitusluokkaan 0,2 lukeutuvat tiet voivat olla ilman päällystettä jotta tien pinta kestää sille aiheutuvan rasituksen. [3, s. 38; 8]

### 3 Liikenteen päästöt

Liikenne on yksi suurista kasvihuonepäästöjen lähteistä. Vuonna 2010 liikenteen aiheuttamat päästöt olivat 18,2 % kaikista kasvihuonepäästöistä. Jos huomioon otetaan vain hiilidioksidi ja kansainvälinen liikenne Suomen alueella, päästöt olivat 20,9 % kaikista päästöistä. Tästä määrästä tieliikenteen osuus oli 75,1 %. [9]

Tässä luvussa käydään läpi maantieliikenteen aiheuttamia päästöjä ilmakehään. Luvussa esitellään yleisimmät pakokaasupäästöt, mistä ne aiheutuvat ja paljonko niitä syntyy vuosittain.

#### 3.1 Päästöjen synty

Päästöjä syntyy polttoaineen palamisesta. Polttoaineen palaessa hiilivety, ilma, lisäaineet ja epäpuhtaudet palavat synnyttäen päästöjä. Yhdestä bensiini litrasta muodostuu 16 kg pakokaasuja. Valtaosa tästä on typpeä ja 2,4 kg hiilidioksidia. Palamisreaktiosta syntyy hiilimonoksidia (CO), hiilidioksidia (CO<sub>2</sub>), hiilivety-yhdisteitä (CH), hiukkaisa (PM), vettä (H<sub>2</sub>O), typen oksideja (NO<sub>x</sub>) ja epäpuhtauksia. Kyseisille päästöille on asetettu rajat pakokaasulainsäädännön avulla. Lain tarkoituksena on pienentää päästöjen syntyä. [9; 10]

Päästöt ja niiden aiheuttamat pienhiukkaset vaikuttavat haitallisesti kaikkeen ympäristöön. Ne aiheuttavat terveysongelmia, ilman lämpenemistä, vesien rehevöitymistä sekä vaikuttavat muuhun kasvillisuuteen. Tästä syystä niiden määrää ja syntyä pyritään hillitsemään jatkuvasti. [11]

Suomen hiilidioksidi päästöistä noin neljännes syntyy tieliikenteestä. Uusien autojen pienentynyt polttoaineen kulutus, sekä kehittyneemmät katalysaattorit ja hiukkas-suodattimet ovat pienentäneet liikenteen päästöjä, mutta hiilidioksidipäästöt eivät ole pienentyneet. [12]

##### 3.1.1 Hiilimonoksidi

Hiilimonoksidi eli häkä syntyy polttoaineen epätäydellisestä palamisesta. Se kattaa noin 73 % kaikista tieliikenteen päästöistä. Hiilimonoksidi muuttuu muutamassa tunnissa

hiilidioksidiksi eikä siten ole terveydelle riski avoimissa paikoissa. Tunneleissa ja parkkialleissa, joissa häkä ei pääse tekemisiin ilmakehän hapen kanssa eikä siten muutu hiilidioksidiksi, se voi kuitenkin olla riski. [10; 13]

Hiilimonoksidin muodostumiseen vaikuttaa suurelta osin ajonopeus; hiljaisemmissa nopeuksissa sekä lujaa tai nykivästi ajaessa sitä syntyy enemmän. Sen pääasiallinen lähde on kuitenkin vanhat bensiinikäyttöiset autot, joissa ei ole katalysaattoria. [13]

Hiilimonoksidien määrä on vähentynyt 1990-luvun alusta lähtien noin 90 %. Syynä päästöjen pienenemiseen on katalysaattorien pakollisuus jolla päästöjä pystytään vähentämään. Myös bensiinin kehitys on vähentänyt hiilimonoksidin kehittymistä. [13]

Vuonna 2011 hiilimonoksidipäästöjä syntyi 165 840 tonnia. Bensiinikäyttöisistä henkilöautoista sitä syntyi 128 363 tonnia ja kuorma-autoista 4412 tonnia. [13]

### 3.1.2 Hiilidioksidi

Hiilidioksidi muodostuu polttoaineen täydellisestä palamisesta vesihöyryn kanssa. Sillä ei ole terveydelle haitallisia vaikutuksia, mutta sillä on suuri vaikutus ilmaston muutokseen ja kasvihuoneilmiöön. Hiilidioksidin määrä on suoraan verrannollinen kulutetun polttoaineenmäärään ja sen laatuun, eikä sen muodostumiseen voi suoraan vaikuttaa ajotavalla. Jokaisesta bensiinilitrasta syntyy 2350 grammaa ja dieselöljylitrasta 2660 grammaa hiilidioksidia. Noin neljännes Suomen hiilidioksidipäästöistä syntyy tieliikenteestä [9; 11; 13]

Vuonna 2011 henkilöautojen hiilidioksidipäästöt ovat olleet noin 144,8 g/km. Vuoden 2012 alusta EU asettaa uusille henkilöautoille CO<sub>2</sub>-päästönormin, jonka tarkoituksena on vähentää hiilidioksidipäästöjä. Tavoitteeksi on asetettu 130 g/km, joka muodostuu, kun kulutus on noin 5 - 5,5 l/ 100 km. Vuoden 2020 tavoitteeksi on asetettu 100 g/km. [9]

Ainoa toimiva keino hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi on ajosuoritteiden vähentäminen ja biopolttoaineiden lisääminen. Biopolttoaineesta muodostunut hiili sitoutuu osittain takaisin raaka-aineeseen, jolloin päästöjen määrän voidaan katsoa vähentyneen. [9]

Vuonna 2011 hiilidioksidipäästöjä syntyi 11 389 152 tonnia, josta 6 849 253 tonnia on henkilöautoista muodostunutta ja 2 812 901 tonnia kuorma-autoista. [13]

### 3.1.3 Hiilivety-yhdisteet

Hiilivetyryhmään kuuluu satoja erilaisia hiilivetyjä. Hiilivedyt ovat palamatonta polttoainetta, joka muodostuu epätäydellisestä palamisesta, ja niitä syntyy eniten ajaessa hitaasti tai todella lujaa. Autojen kylmäkäyttö ja kylmänä ajo lisää päästöjen syntyä. Tie-liikenne aiheuttaa 47 % kaikista vuotuisista hiilivetypäästöistä. Hiilivedyillä voi olla suoria myrkyvaikutuksia, ja osa yhdisteistä aiheuttaa jopa syöpää. [13]

90-luvulle saakka hiilivetypäästöt nousivat jatkuvasti lisääntyvän liikennesuorituksen takia, mutta katalysaattoritekniikan avulla päästöt saatiin laskemaan. Nykyään jopa 95 % hiilivetypäästöistä saadaan puhdistettua. Nykyiset hiilivetypäästöt syntyvät pääsääntöisesti vanhoista henkilöautoista joissa ei ole katalysaattoria. Hiilivetypäästöjen vähemiseen on vaikuttanut myös polttoaineen kehittyminen. [13]

Vuonna 2011 hiilivetypäästöjä oli yhteensä 18 617 tonnia, josta 11 379 tonnia oli henkilöautoista ja 2701 tonnia kuorma-autoista. Loput päästöt olivat linja-autojen, paketti-autojen ja moottoripyörien aiheuttamia. [13]

### 3.1.4 Hiukkaset

Hiukkaset syntyvät polttoaineen palamisen yhteydessä. Ne sisältävät enimmäkseen hiiltä, mutta niihin in kiinnittynyt haitallisia hiilivetyjä. Hiukkaset ovat liikenteen päästöistä hankalimpia, sillä niiden terveysvaikutuksia ei tiedetä vielä kokonaan. Hiukkasia muodostuu usean kokoisia ja pienimät niistä aiheuttavat eniten terveysvaikutuksia, sillä ne tunkeutuvat syvemmälle hengityskanavaan kuin isommat ja painavammat. [10; 13]

Hiukkaspäästöjä mitataan ja annetaan kokonaismassana, jolloin kokonaismäärä sisältää usean kokoisia hiukkasia. Massan mukaan mitattuna dieselmoottorit tuottavat 10 kertaa enemmän hiukkaspäästöjä kuin bensamoottorit. Jos huomioon otetaan hiukkasten koko ja lasketaan vain alle 1 mikronin läpimittaiset hiukkaset, ovat diesel- ja bensamoottorin päästöt melko samalla tasolla. Nykyisin käytetään luokitusta, jossa mitataan

ja jaotellaan alle 10 mikronin ( $PM_{10}$ ) ja alle 2,5 mikronin ( $PM_{2,5}$ ) kokoiset hiukkaset. [10; 13]

Tieliikenne aiheuttaa 17 % vuotuisista hiukkaspäästöistä. Hiukkaspäästöt ovat dieselmoottoreiden suuri ongelma. Hiukkaspäästöt ovat kuitenkin vähentyneet polttoaineiden kehittymisen myötä. Rikin väheneminen polttoaineissa on vähentänyt merkittävästi hiukkaspäästöjä. Polttoaineiden kehittymisen lisäksi voiteluaineiden kehittyminen ja autojen hiukkasloukut ovat vähentäneet hiukkaspäästöjä. [10; 13]

Vuonna 2011 hiukkaspäästöt olivat 2304 tonnia, josta 1030 tonnia aiheutui henkilöautoista ja 561 tonnia kuorma-autoista. [10; 13]

### 3.1.5 Typenoksidit

Typen oksidit muodostuvat typpimonoksidista ja typpidioksidista. Suurin osa typen oksideista vapautuu monoksidina ja hapettuu ilman vaikutuksesta dioksidiksi ja siitä muiksi typpiyhdisteiksi. Typen oksideista typpidioksidi on haitallisempi ja se vaikuttaa hengityselimistöön. Oksidit muodostuvat pääasiassa kiihdyttäessä ja ajettaessa luja. [10; 13]

Tieliikenne aiheuttaa 48 % vuotuisista päästöistä. Päästöjen määrä on vähentynyt noin 95 % 80-luvulta. Päästöjen vähenemiseen on vaikuttanut katalysaattorien pakollisuus. Typen oksideja ei muodostu kylmäkäynnillä enempää kuin lämpimänä, joten katalysaattori poistaa päästöjä jatkuvasti täydellä teholla. [10; 13]

Vuonna 2011 typenoksidipäästöt olivat 40 925 tonnia, josta 18 276 tonnia oli henkilöautojen muodostamaa ja 15 669 tonnia kuorma-autojen. [10; 13]

## 3.2 Päästöjen määrät Suomessa

Suuri osa Suomen vuotuisista päästöistä on laskenut 80-luvulta. Hiilidioksidipäästöt ovat ainoita päästöjä, jotka eivät ole vähentyneet. Ne ovat sen sijaan rajussa kasvussa. Hiilimonoksidi, hiilivety, hiukkaset ja typen oksidit ovat sen sijaan vähentyneet rajusti vuosien aikana. [10; 13]

Vuonna 1980 Suomen hiilimonoksidi päästöt henkilöautoilla olivat 425 950 tonnia. Vuoteen 2011 mennessä ne olivat laskeneet 139 000 tonniin, eli yhteensä 67 %. Hiilimonoksidi on pääsääntöisesti henkilöautojen ongelma. Kuorma-autoilla päästöt vuonna 1980 olivat 16 016 tonnia, ja vuoteen 2011 mennessä ne olivat laskeneet 72 % eli 4412 tonniin. [10; 13]

Kaikista päästöistä hiilidioksidi on ainoa, jonka tasoa ei ole saatu pudotettua. Vuonna 1980 henkilöautojen hiilidioksidipäästöt olivat 4,1 miljoonaa tonnia. Vuoden 1980 ja 2011 välillä henkilöautojen hiilidioksidipäästöt ovat nousseet 40 % ja kuorma-autojen 21 %. Ainoa toimiva keino vähentää hiilidioksidipäästöjä on liikenteen vähentäminen. Liikenteen ja automäärän lisääntyminen on pääsyy hiilidioksidipäästöjen kasvuun. Hiilidioksidi on molempien moottoreiden ongelma, mutta raskasliikenne ei ole kasvanut samaa vauhtia henkilöliikenteen kanssa, jolloin päästöjen kasvu on vähäisempää. [10; 13]

Hiilivetyypäästöt ovat myös henkilöautojen rasite. Dieselmoottorista ei synny yhtä paljon hiilivetyypäästöjä. Vuonna 1980 henkilöautojen hiilivetyypäästöt olivat 47 671 tonnia ja vuonna 2011 11 379 tonnia. 31 vuoden aikana päästöt ovat laskeneet 76 %. Kuorma-autoilla päästöt sen sijaan ovat laskeneet 67 %, 8266 tonnista 2701 tonniin. [10; 13]

Henkilöautojen hiukkaspäästöt ovat vuoden 1980 ja vuoden 2011 välillä laskeneet vain 24 %, kun kuorma-autoilla vastaava luku on 87 %. Suureen eroon on vaikuttanut hiukkasmittauksen muuttuminen partikkelikoon mukaan. Bensiini- ja dieselmoottoireiden aiheuttamat hiukkaspäästöt ovat erikokoisia. Dieselmoottorin aiheuttamat hiukkas-  
set ovat isompia kuin bensiinimoottorin aiheuttamat, jolloin pelkästään massassa mitattuna dieselmoottorit tuottavat enemmän hiukkasia. [10; 13]

Myös typenoksidipäästöt ovat 31 vuoden aikana laskeneet merkittävästi. Vuonna 1980 henkilöautojen päästöt ovat olleet 53 176 tonnia ja vuonna 2011 18 267 tonnia. Typenoksidipäästöt henkilöautoilla ovat 31 vuoden aikana laskeneet 66 %. Kuorma-autoilla typenoksidipäästöt ovat laskeneet 72 %. Vuonna 1980 päästöt ovat olleet 55 273 tonnia ja vuonna 2011 ne olivat 15 669 tonnia. [10; 13]



### 3.3 Louhosliikenteen aiheuttamat päästöt

Louhosalueella tapahtuva liikenne tapahtuu pääsääntöisesti dieselmootoreilla varustetuilla ajoneuvoilla. Tässä luvussa otetaan kuitenkin huomioon louhosliikenteen aiheuttamat muutokset CO-, CO<sub>2</sub>-, HC-, PM- sekä NOx-tasoissa.

Louhoksen aiheuttama liikenne moninkertaistaa alueen nykyisen päästömäärän. Vuonna 2008 Nurmijärven liikenteen päästöt ovat olleet kolme kertaa korkeammat kuin Helsingissä. Louhoksen myötä päästöero kaupunkien välillä kasvaa merkittävästi. [14]

#### 3.3.1 Päivittäin

Päivittäin louhokselle ja sieltä pois ajaa 39 kappaletta autoa numero kuusi, joko lastin kanssa tai ilman. Näiden autojen tyhjänä ajo lisää Nurmijärven CO-päästöjä 91,26 g, CO<sub>2</sub>-päästöjä 336,648 kg, HC-päästöjä 60,84 g, PM- päästöjä 28,40 g ja NOx-päästöjä 2535 g.

247 tonnikilometrin matkalla autot lisäävät CO- päästöjä alueella 105,96 g, CO<sub>2</sub>- päästöjä 0,453 tonnia, HC- päästöjä 57,80 g, PM- päästöjä 36,61 g, ja NOx- päästöjä 3,275 kg.

Kokonaisuudessaan päästöt 19 tonnin kuormalla ja 13 kilometrin matkalla yhden päivänä aikana nousevat CO:n osalta 197,22g, CO<sub>2</sub>:n osalta 789,40 kg, HC:n osalta 118.64 g, PM:n osalta 65 g ja NOx:n osalta 5,810 kg.

#### 3.3.2 Kuukausittain

Kuukausittain louhos aiheuttaa Nurmijärven alueella 848 kappaletta enemmän kuorma-autoja numero 6. Näiden autojen tyhjänä ajo lisää alueen CO-päästöjä 1984,32 g, CO<sub>2</sub>-päästöjä 7319,93 kg, HC-päästöjä 1,323 kg, PM-päästöjä 617,34 g ja NOx-päästöjä 55,12 kg.

247 tonnikilometrin matkalla louhoksen aiheuttama liikenne lisää Nurmijärven CO-päästöjä 2,304 kg, CO<sub>2</sub>-päästöjä 9,844 tonnia, HC-päästöjä 1,257 kg, PM-päästöjä 795,93 g ja NOx-päästöjä 71,22 kg.

Kokonaisuudessaan kuukauden aikana 13 kilometrin matkalla ja 19 tonnin kuormalla ajaessa Nurmijärven päästöt nousevat seuraavasti: CO-määrä 4,288 kg, CO<sub>2</sub>-määrä 17,164 tonnia, HC-määrä 2,579 kg, PM-määrä 1,413 kg ja NOx-määrä 126,335 kg.

## 4 Uotilan kivilouhos

Nurmijärven Perttulaan on suunnitteilla kivilouhos, jonka toiminta vaikuttaa suoraan alueen liikennemääriin. Tässä luvussa käydään läpi louhosta ja sen statiikkaa. Lisäksi käydään läpi louhoksen aiheuttamat automäärät. Syntyvät automäärät on laskettu NCC:n antamien louhintamäärien mukaan ja maansiirtoon käytettävien autojen massojen avulla.

### 4.1 Louhos

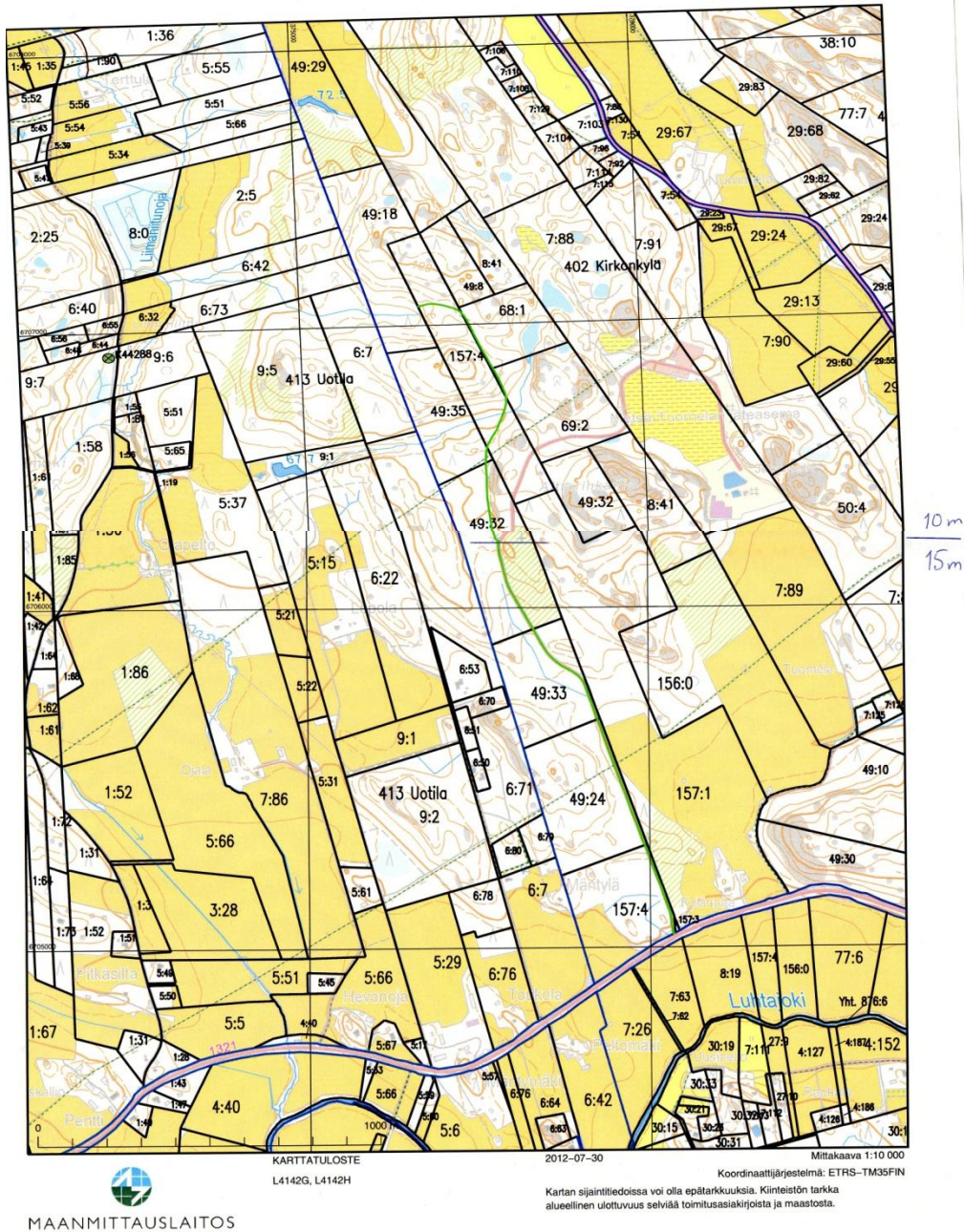
Suunnitellun louhoksen pinta-ala on 18,8 hehtaaria ja louhittava pinta-ala 8,6 hehtaaria. Louhittavan ja murskattavan kiviaineksen määrä NCC:n ilmoituksen mukaan on yhteensä 2 300 000 tonnia. Tämä tarkoittaa vähintään 150 000 tonnia louhittavaa ja murskattavaa kiviainesta vuosittain, maksimissaan 400 000 tonnia vuodessa. Tämä oletuksena, että louhoksen toiminta-aika jää 15 vuoteen. Kallion louhinta-aika on 1.9. - 31.5. Louhos toimii kello 6 - 22 maanantaista lauantaihin. Kuljetuksia järjestetään kuitenkin koko vuoden ympäri.

Alueelle on myös tarkoitus ottaa vastaan puhtaita maa-aineksia 40 000 tonnia vuosittain, kuitenkin enintään 215 000 tonnia 15 vuoden aikana. Maa-aineksilla on tarkoitus rakentaa meluvalleja ja 15 vuoden jälkeen käyttää alueen muotoiluun ja jälkihoitoon.

[7]

## 4.2 Sijainti

Louhosalue sijaitsee Nurmijärvellä, Perttulassa, Uotilan kylässä tilalla RN:o 9:5. Louhos jää Uotilantien, tie 11436, ja Iivarin Metsätien väliin. Kuvassa 3 näkyy Uotilantie mustana viivana kuvan vasemmassa reunassa ja Iivarin metsätie vihreänä viivana keskellä.



Kuva 3. Uotilan kivilouhoksen sijainti [15]

### 4.3 Maansiirron statiikkaa

Louhokselta suunnitellun massamäärän siirtämiseen tarvitaan valtavat määrät kuorma-autoja tai ajoneuvoyhdistelmiä. Tässä luvussa on laskettu, kuinka suuri liikennemäärä on kyseessä. Tulokset on laskettu sillä olettamuksella, että kuljetuksia järjestetään 12 kuukautena vuodessa, 22 päivänä kuukaudessa. Apuna on käytetty Staran kuljetuksissa käytettäviä maansiirtoautoa ja niiden massatietoja.

#### 4.3.1 Maansiirto louhokselta

Jotta alueelta vuosittain louhittava 153 000 tonnia saadaan täyteen 12 kuukauden aikana, tarvitaan tähän kuukausittain 614 kappaletta 5-akselisia kuorma-autoja (auto 1), 791 kappaletta 4-akselisia (auto 2), 1151 kappaletta 3-akselisia autoja (auto 4) tai 339 kappaletta 4-akselisia autoja kasetin kanssa (auto 5). Päivätasolla tämä tarkoittaa 28 kappaletta autoja 1, 36 kappaletta autoja 2, 52 kappaletta autoja 4 tai 15 kappaletta autoja 5.

Luvut ovat laskettu keskimääräisen louhittavan määrän suhteen kuukaudessa, jotta lopullinen 230 0000 tonnia tulee täyteen 15 vuoden aikana. NCC:n ilmoittama maksimilouhintamäärä kuukaudessa on 400 000 tonnia. Tällöin tarvittavat automäärät ovat kuukausittain 19 231 kappaletta autoja 1, 24 768 kappaletta autoja 2, 18561 kappaletta autoa 3 tai 10 610 kappaletta autoa numero 5. Päivätasolla tämä tekee 847 kpl autoja 1, 1126 kappaletta autoja 2, 1638 kappaletta autoa 4 tai 482 kappaletta autoja 5.

15 vuoden aikana louhimolta pitää kuljettaa yhteensä 110 577 kuorma-autolastillista soraa autolla 1, 142 415 lastillista autolla 2, 106 729 lastillista autolla 3 tai 61 008 lastillista autolla 5, jotta louhokselta kerättävä 2 300 000 tonnia saadaan siirrettyä pois. Kun lasketaan yhteen kuukausittain tarvittava automäärä 12 kuukauden sisällä, saadaan huomattavasti pienempi summa kuin 15 vuoden kokonaismäärällä laskettuna. Tämä tarkoittaa, että kuukausittainen ja päivittäinen rekkamäärä louhoksella kasvaa.

Autoliikennettä tapahtuu kahteen suuntaan, louhokselle ja louhokselta pois. Kun laskeaan teille muodostuva liikennemäärä jonka louhokselta soraa pois vievät autot aiheuttavat, tämä tekee jo kaksinkertaisen määrän autoja. Jos soraa kerätään vuosi tasolla 150 000 tonnia, tämä tarkoittaa kuukausittain 1229 autoa 1, 1582 autoa 2, 1186 autoa 4 tai 678 autoa 5. 400 000 tonnia vuodessa kerättäessä tämä tarkoittaisi kuukausittain 38 462 autoa 1, 49 536 autoa 2, 37 123 autoa 4 tai 21 220 autoa 5.

Autot jotka hakevat sorat pois louhokselta ajavat louhokselle tyhjänä, sillä soraa ei ajeta samoille työmaille kuin mistä maa-aineksia louhokselle haetaan. Tästä syystä louhoksen liikenne on suurempaa kuin yllä laskettu.

#### 4.3.2 Maansiirto louhokselle

Louhokselle on tarkoitus ottaa vastaan 15 vuoden aikana 215 000 tonnia puhtaita maa-aineita, joilla rakennetaan meluvallit ja hoidetaan alueen lopputyöt. Vuositasolla puhtaita maa-aineita voidaan ottaa vastaan 40 000 tonnia. Kuukaudessa tämä tekee keskimäärin 3333 tonnia ja päivässä 152 tonnia.

15 vuoden aikana alueen liikennemäärä kasvaa louhoksen myötä useilla tuhansilla autoilla louhoksen myötä. 15 vuoden aikana louhokselle kuljetetaan maamassoja 10 337 lastillista autolla 1, 13 313 lastillista autolla 2, 19269 lastillista autolla 4 tai 5703 lastillista autolla 5. Autot kuitenkin kulkevat molempiin suuntiin, joten autoista aiheutuva rasite paikalliselle infrastruktuurille on kaksinkertainen.

Vuosittain 40 000 tonnien siirtämiseen tarvitaan 1923 kpl autoja 1, 2477 kpl autoja 3, 3604 kappaletta autoja 4 tai 1061 kappaletta autoja 5. Kuukausittain autoja tarvitaan 160 kpl autoja 1, 206 kpl autoja 2, 300 kpl autoja 4 tai 88 kpl autoja 5. Päivätasolla kuormia kuljetetaan 7 lastillista autolla 1, 9 lastillista autolla 2, 14 lastillista autolla 4 tai 4 lastillista autolla 5.

Myös maa-aineksia tuovat autot kulkevat alueella molempiin suuntiin. Täten liikennemäärä ja liikenteestä teille aiheutuva rasite kaksinkertaistuu. Päivätasolla tämä tarkoittaa keskimäärin 14 kpl autoja 1, 18 kpl autoja 2, 28 kpl autoa 4 tai 8 kpl autoja 5.

#### 4.3.3 Muu liikenne louhokselle

Kiviaineksen kuljettamisen louhokselle ja sieltä pois lisäksi tapahtuu muuta liikennettä. Muuta liikennettä louhokselle aiheuttavat yleiset huoltotoimenpiteet, polttoainekuljetukset, vesikuljetukset sekä työmatkaliikenne. Vaikka näiden kuljetusten aiheuttamia määriä on vaikea etukäteen arvioida, on niillä vaikutusta paikalliseen liikenteeseen ja teiden rasitukseen.

Jos kuljetuksia keskitetään siten, että autot, jotka tuovat maata louhokselle ottavat sitä myös mukaansa, tarvitaan louhosalueella huomattavan suuri määrä vettä. Veden avulla autojen lavat pestään, jotta sorat eivät sekoitu keskenään ja jotta louhittu maa ei jää kiinni lavoihin. Veden avulla on tarkoitus myös sitoa maasta lähtevää pölyä. Pölynsi-dontaa tarvitaan louhosalueen lisäksi louhokselle johtavalla tiellä, jos sille ei asenneta kestopäällystettä.

#### 4.4 Murskauslaitoksen tuottavuus

Murskauslaitoksen tyypillinen tuottavuus on 150 - 450 t/h. NCC:n suunnitteleman louhoksen työaika päivittäisille porauksille on 14 tuntia. 14 tunnin aikana, pienimmällä tuottavuudella mitattuna kyseinen louhos voisi louhia päivittäin 2100 tonnia maata. Olettaen, että louhos on kuukausittain toiminnassa 22 vuorokautena ja vuosittain 9 kuukautena, olisi louhoksen mahdollista louhia vuosittain 415 800 t kiviainesta vuodessa. [16]

## 5 Liikennemäärien ja päästöjen muutokset

Tässä luvussa käsitellään louhoksen aiheuttamia muutoksia liikennemääriin sekä alueen päästöihin. Laskuissa on käytetty apuna liikenteen asiakaspalvelusta saatuja nykyisiä tietoja liikennemääristä sekä laskettu nykyisten automäärien perusteella nykyiset päästöt.

Päästöt ovat laskettu auto numero 6:n lukumäärien mukaan 13 kilometrin matkalta, Iivarinmetsätieltä Klaukkalan keskustaun Gunnarintien kohdalle. Auto 6 on neliakselinen auto, jonka kantavuus on 19 tonnia. Autoa 6 käytetään näissä laskuissa, sillä maansiirtoautojen keskimääräiset päästöt Lipaston tiedoissa on laskettu kyseisellä autotyypillä. Nykyisten päästötasojen laskuissa oletetaan että nykyiset kuorma-autot ajavat saman matkan. Päästöt ovat laskettu päivätasolla sekä kuukausitasolla louhokselle tavaraa noutaville sekä vieville autoille. Lisäksi huomioon on otettu autojen ajaminen louhokselle tai sieltä pois tyhjänä.

### 5.1 Liikennemäärät nykyään

Liikennemäärät nykyään ovat saatu liikenteen asiakaspalvelulta. Laskentapisteiksi on otettu Perttulantie Uotilantien risteuksen kohdalla, Lopentie Perttulantien risteuksen kohdalla, sekä Klaukkalan keskusta Gunnarintien risteuksen kohdalla. Kaikki liikennemäärät ovat keskiarvoja päivittäisistä automääristä. Laskuissa on otettu huomioon ainoastaan raskas liikenne, sillä louhos aiheuttaa pääsääntöisesti raskasta liikennettä.

Perttulanttiellä, Uotilantien risteuksen kohdalla kuorma-autoja kulkee päivittäin noin 225 kappaletta, kuukaudessa autoja kulkee 4950 kappaletta. Lopentiellä autoja kulkee päivittäin 418 kappaletta ja kuukausittain autoja kulkee 9196 kappaletta. Klaukkalan keskustassa kuorma-autoja kulkee päivittäin noin 1222, jolloin kuukaudessa tämä tekee jo 26 884 kappaletta. [13]

### 5.2 Liikennemäärät louhoksen myötä

Luvussa 4 laskettujen automäärien perusteella sekä Liikenteen asiakaspalvelusta saatujen tietojen avulla saatiin laskettua louhoksen jälkeinen kokonaisliikenne. Taulukoihin

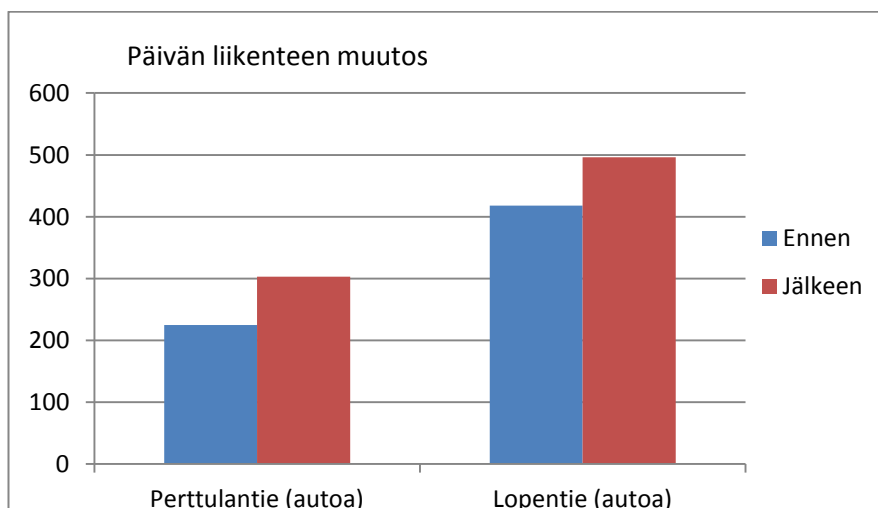


on otettu huomioon automäärät autolla numero 6, sillä samalla autolla laskettiin myös aiheutuvat päästöt. Laskentapisteet ovat samat kuin nykyisillä automäärillä.

### 5.2.1 Päivittäin

Louhoksen myötä päivittäinen liikenne Nurmijärven alueella nousee yhteensä vähintään 12,4 %. Prosentuaalinen nousu riippuu kuitenkin teiden nykyisestä liikennemäärästä.

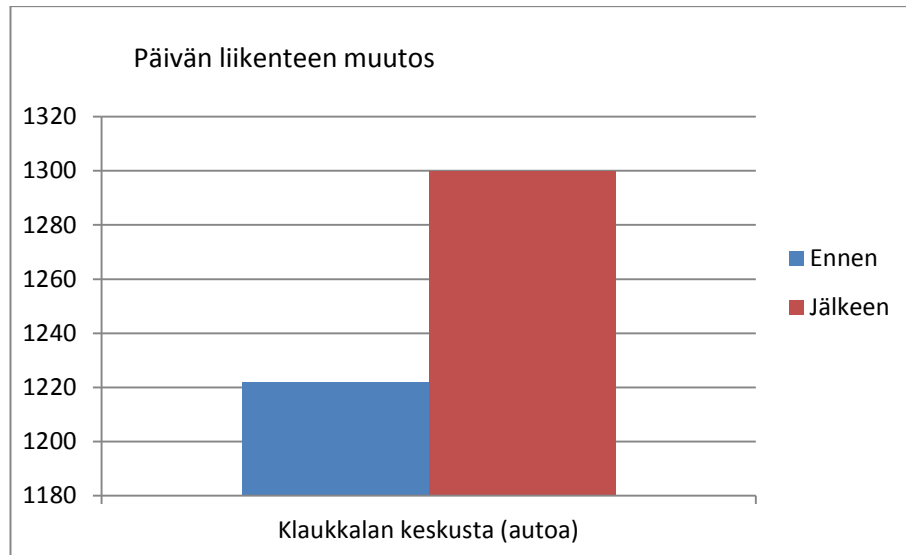
Kuviosta 7 nähdään louhoksen aiheuttama muutos liikenteeseen Perttulanttiellä ja Lopentiellä. Perttulanttiellä päivittäinen automäärä lisääntyy 25,7 %, keskimäärin 78 auton verran. Sinisessä palkissa huomataan nykyinen automäärä 225 autoa ja punaisessa tuleva yhteisliikenne, yhteensä 303 autoa.



Kuvio 7. Päivittäisen liikenteen muutos Perttulanttiellä ja Lopetiellä

Lopentiellä päivittäinen liikenne lisääntyy 15,7 %, kun nykyiseen automäärään lisätään louhoksen päivittäin aiheuttama 78 auton lisä. Sinisessä palkissa on nykyinen 418 autoa ja sinisessä nykyiset sekä tulevat autot, yhteensä 496 autoa

Kuviosta 8 huomataan Klaukkalan keskustassa tapahtuva liikenteen muutos. Klaukkalan keskustassa raskas liikenne kasvaa päivittäin 78 autolla yhteensä 6 %. Sinisessä palkissa nähdään nykyinen päivittäinen 1222 kuorma-autoa ja punaisessa tuleva 1300 kuorma-auton määrä.

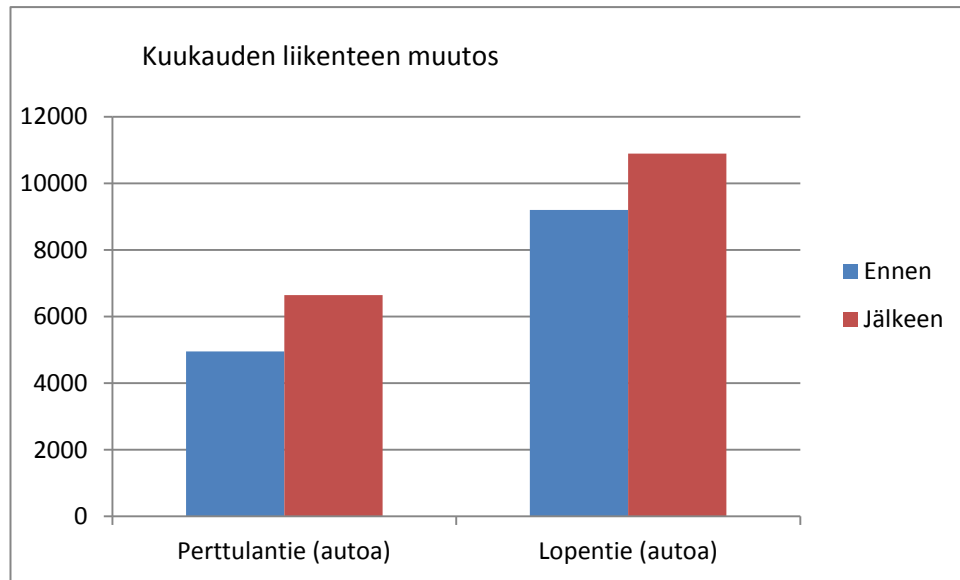


Kuvio 8. Päivittäisen liikenteen muutos Klaukkalan keskustassa

### 5.2.2 Kuukausittain

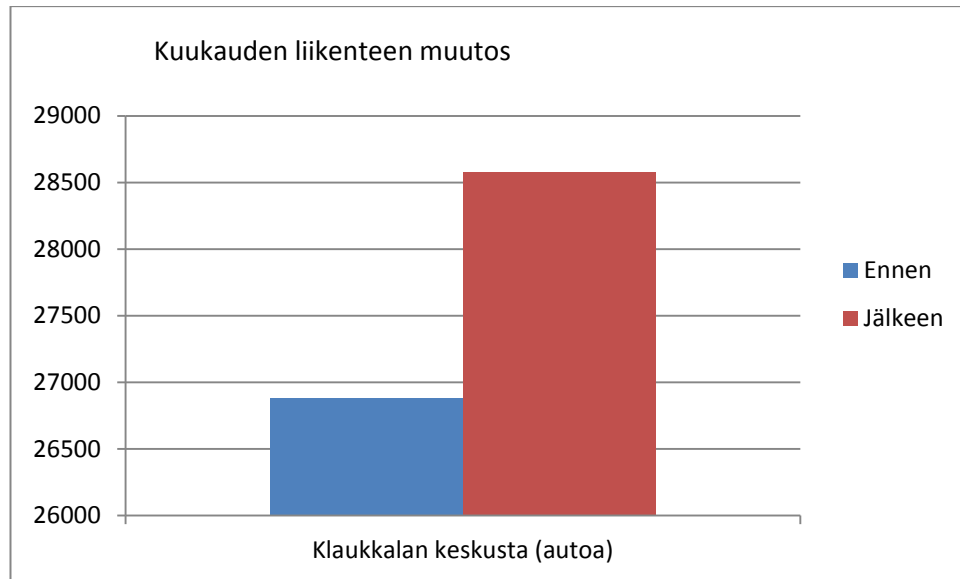
Kuukausittainen liikennemäärä louhoksen jälkeen on laskettu olettamuksella että nykyiset automäärät pysyvät arkipäivisin samana 22 päivän ajan. Kuukauden aikaiset autot on siten vain 22 päivälle.

Kuviosta 9 nähdään Perttulanttiellä ja Lopentiellä tapahtuva muutos louhoksen myötä. Perttulanttiellä liikenne kasvaa 25,7 %, nykyisestä 4950 kuorma-autosta 6646 kuorma-autoon. Lopentien liikenne kasvaa kuukausittain 15,7 %. Sinisessä palkissa on nykyinen 9196 auton liikenne ja punaisessa tuleva 10 892 auton liikenne.



Kuvio 9. Kuukausittainen liikenteen muutos Perttulanttiellä ja Lopentiellä

Kuviosta 10 nähdään, että Klaukkalan keskustassa liikenne lisääntyy kuukaudessa nykyisestä 26 884 autosta 28 580 autoon, yhteensä siis 5,9 %. Sinisessä palkissa nähdään nykyinen liikennemäärä ja punaisessa liikennemäärä louhoksen jälkeen.



Kuvio 10. Kuukausittainen liikenne Klaukkalan keskustassa

### 5.3 Päästöt nykyään

Nykyiset päästömäärät ovat laskettu Liikenteen asiakaspalvelusta saatujen automäärien mukaan. Tällä hetkellä päivittäiset päästöt alueella 247 tkm:n matkalla ovat seuraavat: CO- päästöt 611,33 g, CO<sub>2</sub>-päästöt 2612,03 kg, HC- päästöt 333,45 g, PM- päästöt 211,19 g ja NO<sub>x</sub>-päästöt 18,90 kg.

Kuukaudessa CO-päästöjä muodostuu 13,50 kg / 247 tkm, CO<sub>2</sub>-päästöjä 57 464 kg / 247 tkm, HC-päästöjä 7,34 kg / 247 tkm, PM-päästöjä 4,64 kg / 247 tkm ja NO<sub>x</sub>- päästöjä 415,70 kg / 247 tkm.

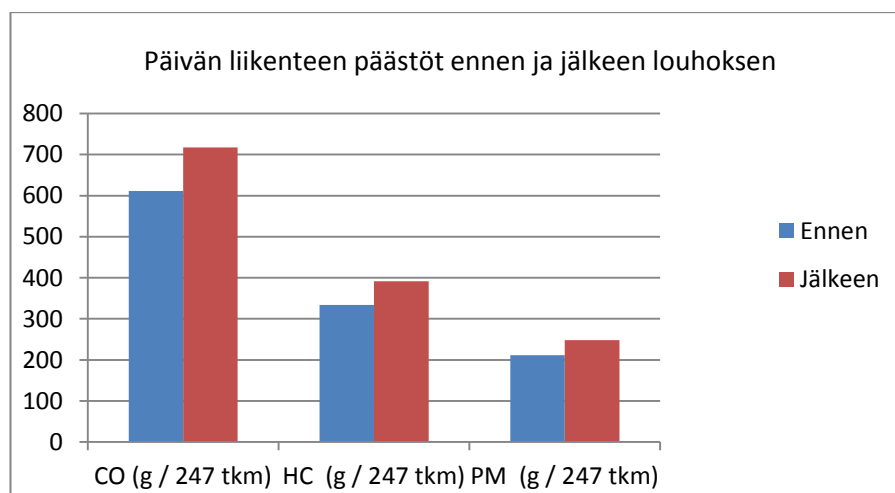
### 5.4 Päästöt louhoksen myötä

Louhoksen myötä päivittäiset ja kuukausittaiset päästöt nousevat merkittäväsi. Kuvioissa sinisessä palkissa nykyisen päästö määrä ja punaisessa louhoksen ja nykyisen liikenteen aiheuttama yhteispäästöt. Pystyakselilla on gramma tai kilogramma määrät, vaak akselilta löytyy päästötyyppi. Siniset palkit kuvaavat päästöjä nykyisellä liikenteellä ja punaiset palkit nykyisellä sekä louhoksen aiheuttamalla yhteisliikenteellä.

#### 5.4.1 Päivittäin

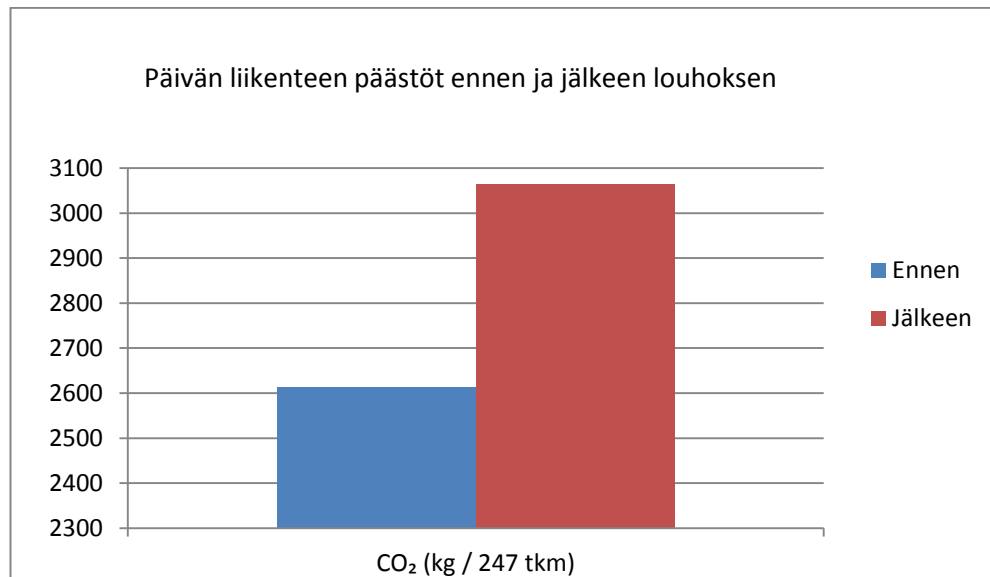
Louhoksen myötä päivittäiset päästöt nousevat 17,33 % kaikilla päästötyypeillä.

Kuviosta 11 huomataan että tällä hetkellä päivittäiset CO-päästöt ovat 611,33 g. Louhoksen myötä CO-päästöt nousevat 717,30 g:aan. HC-päästöt louhosliikenteen jälkeen ovat 391,45 g päivässä ja PM-päästöt 247,80 g.



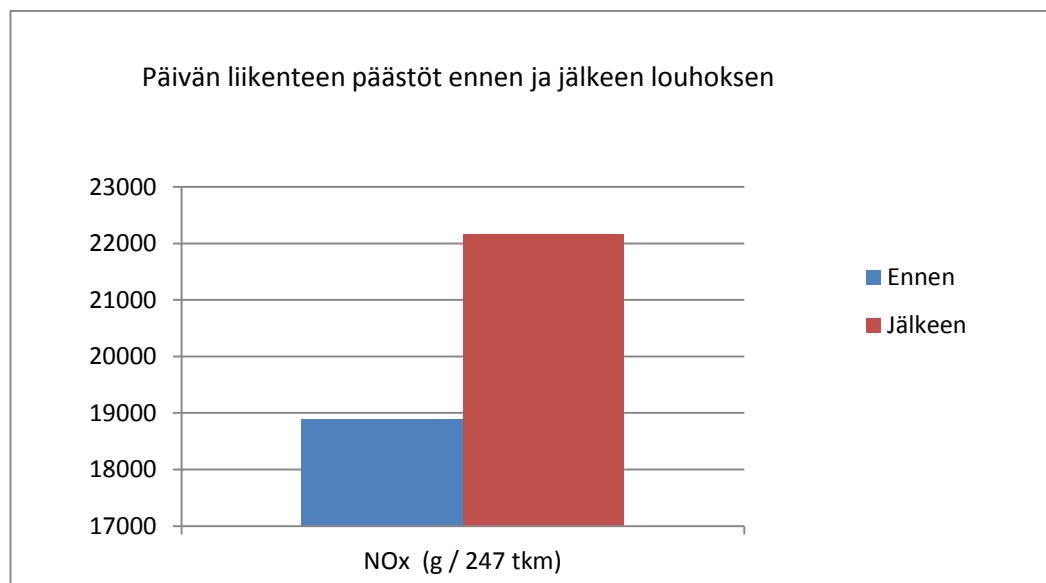
Kuvio 11. Päivittäiset CO-, HC- ja PM-päästöt ennen ja jälkeen

Tällä hetkellä CO<sub>2</sub>- päästöt 247 tkm matkalla ovat 2612,03 kg. Louhoksen myötä päästöt ovat 3064,78 kg, kuten kuviosta 12 huomataan.



Kuvio 12. Päivittäiset CO<sub>2</sub>-päästöt ennen ja jälkeen

Kuten muutkin päästöt myös NO<sub>x</sub>-päästöt nousevat 17,33 % louhoksen myötä. Kuviosta 13 huomataan, että nykyään NO<sub>x</sub>-päästöjä vapautuu 18,9 kg ja louhoksen jälkeen vastaava määrä on 22,17 kg. Kaaviossa määrät ovat merkattu grammoina.

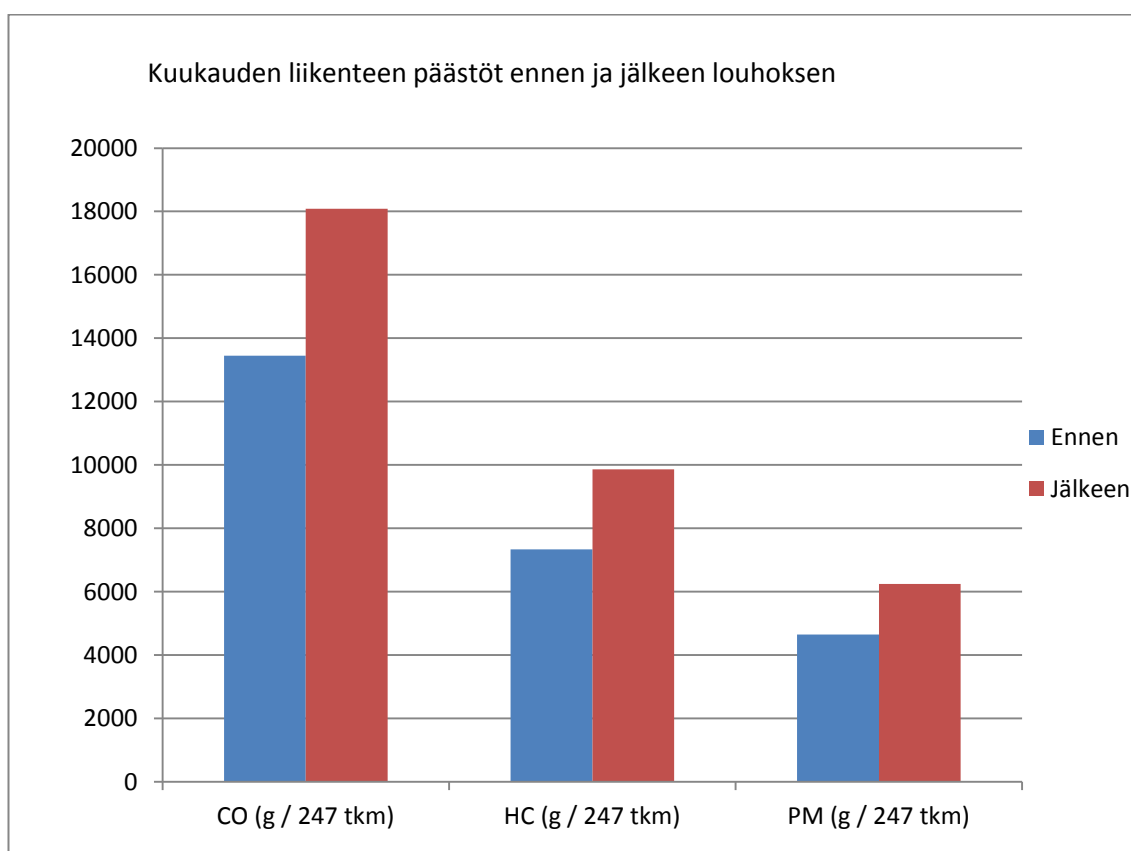


Kuvio 13. Päivittäiset NO<sub>x</sub>-päästöt ennen ja jälkeen

#### 5.4.2 Kuukausittain

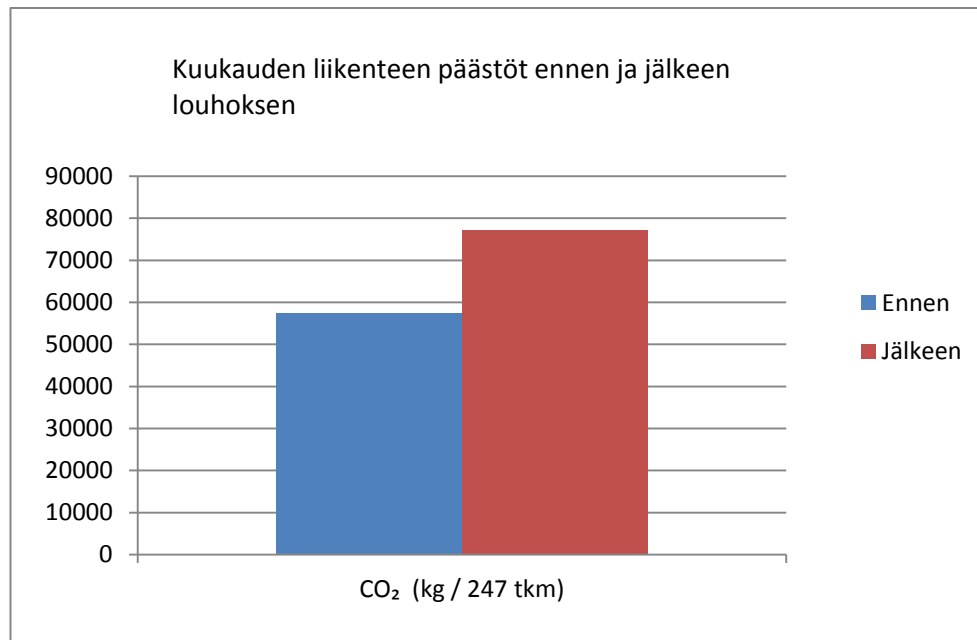
Kuukaudessa Nurmijärven päästöt nousevat 247 tkm:n matkalla 34,46 %. Päästöjen kasvu on kuitenkin suurempaa kuin ajettut kilometrit lisääntyvät

Kuviosta 14 huomataan, että kuukaudessa louhosliikenteen aiheuttamat lisäpäästöt ovat merkittäviä. Kuukaudessa CO-päästöt kasvavat 13,50 kg:sta 18,08 kg:aan. HC-päästöt kasvavat 2,53 kg, eli kuukausittaiset päästöt ovat 9,86 kg. PM-päästöt kasvavat louhoksen myötä 211,19 g:sta 247,80 g:aan. Kuviossa 14 kaikki määrät on annettu grammoissa vertailun helpottamiseksi.



Kuvio 14. Kuukausittaiset CO-, HC- ja PM-päästöt ennen ja jälkeen

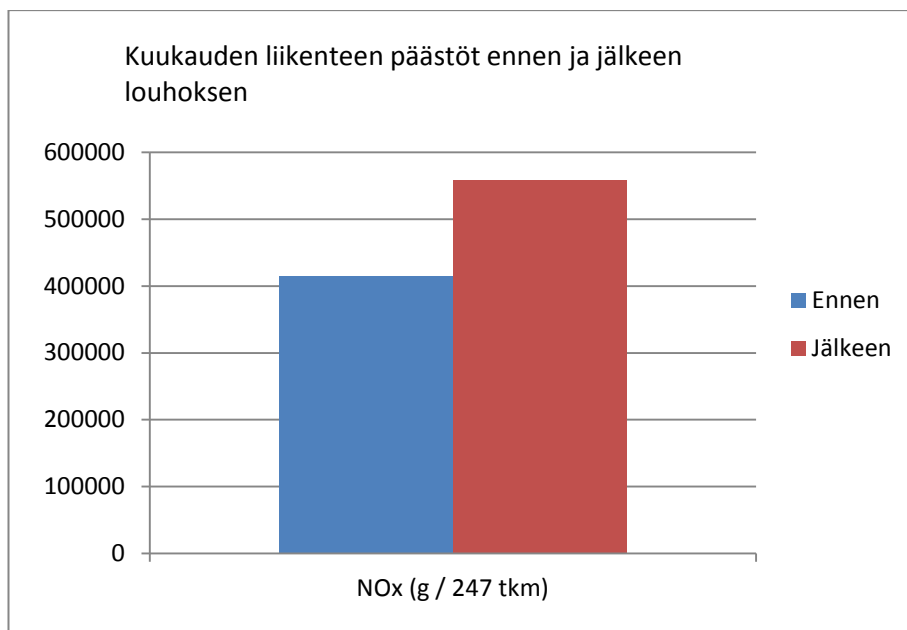
Kuviosta 15 nähdään CO<sub>2</sub>:n kuukausittainen lisääntyminen louhoksen myötä. Ennen louhosta CO<sub>2</sub>-päästöt kuukaudessa ovat 57 464 kg / 247 tkm, mutta louhoksen myötä päästöt nousevat 77 269,5 kg:aan / 247 tkm.



Kuvio 15. Kuukauden CO<sub>2</sub>-päästöt ennen ja jälkeen

Louhoksen myötä myös alueen NO<sub>x</sub>-päästöt nousevat huomattavasti, kuten kuviosta 16 huomataan. Ennen louhosta NO<sub>x</sub>-päästöt ovat kuukaudessa 415,7 kg / 247 tkm, mutta louhoksen jälkeen päästöt ovat 558,97 kg / 247 tkm.





Kuvio 16. Kuukauden NOx-päästöt ennen ja jälkeen

## 6 Louhoksen muut vaikutukset

Liikenteen ja päästöjen lisäksi louhoksella on vaikutusta myös alueen muihin osa-alueisiin. Louhoksen myötä alueen melu-, pöly- sekä värinä määrät lisääntyvät. Tässä luvussa käydään lyhyesti läpi louhoksen muita vaikutuksia alueella.

### 6.1 Melu

Alueelle on tehty NCC:n maksaa meluselvitys Promethor Oy:n toimesta. Meluselvityksessä otettiin huomioon porausyksikön, kauhakuormaajan, murskauslaitoksen sekä rikottimen aiheuttama melu. Räjäytysten aiheuttamaa melua ei ole otettu huomioon ja tulokset on laskettu keskiarvojen mukaan, jolloin hiljaiset hetket kuten ruokatauot pienentävät tuloksia. Selvityksessä on otettu myös huomioon laitteiden toiminta-aika päivän aikana, sekä lisätty 1 - 5 dB impulssimaisuuskorjaus. Laskentaepävarmuus kaikissa kohteissa on 1 - 3 dB.

Selvityksen perusteella melu alittaa valtioneuvoksen päättämän melutason ohjearvon 993/1992. Kaikilla loma-asunnoilla melu jää alle 45 dB kaikissa laskentatilanteissa. Vakituisesti asutuissa kohteissa melu jää alle 55 dB:n kaikissa laskentatilanteissa. [17; 18]

## 6.2 Pöly

Alueelle ei ole tehty pölynlaskeumalaskentaa. Louhostoiminnan kaikki toimenpiteet aiheuttavat pölypäästöjä, mutta erityisesti niitä aiheuttavat murskaus ja räjäytys. Myös kuljetuksista ja maansiirrosta aiheutuu suuria määriä pölyä. Toiminnasta muodostuvaa pölynmäärää on tarkoitus minimoida parhaan mahdollisen tekniikan avulla sekä sijoittamalla toiminnot mahdollisimman lähelle seinämää sekä mahdollisimman matalalle. Pölyn sitomiseen käytetään vettä. [7; 19]

Louhostoiminnasta aiheutuu sekä isoja ja pieniä hiukkasia, riippuen louhittavasta kivi-materiaalista ja sen raekoosta. Isot hiukkaset laskeutuvat usein itse louhosalueelle, mutta terveydelle vaarallisemmat, pienemmät hiukkaset kulkeutuvat usein tuulen mukana pitkiäkin matkoja, sillä ne laskeutuvat hitaasi.  $1,0\text{ }\mu\text{m}$ :n kokoisen hiukkasen laskeutumiseen kuluu 7,9 tuntia ja  $0,1\text{ }\mu\text{m}$ :n kokoisen hiukkasen laskeutumiseen 315 tuntia. Hiukkasten koon lisäksi niiden leviämiseen vaikuttavat säätilanne. Kovalla tuulella hiukkaset leviävät laajemmalle alueelle kuin tyynellä ilmalla. Sateella hiukkasten leviäminen on hyvin vähäistä.

Pienempien hiukkasten sitominen ja poistaminen ilmasta on myös huomattavasti hankalampaa kuin isojen, sillä ne eivät pienen kokonsa takia törmää helposti niille asetettuihin esteisiin, kuten vesimolekyyleihin. [19]

## 6.3 Tärinä

Alueen länsipuolella sijaitsee maakaasuputki, jota mahdollinen poraamisesta ja räjäytyksistä aiheutuva tärinä voi vaurioittaa. Louhostoiminnasta aiheutuva tärinä voi joissain tapauksissa vaikuttaa myös lähimpien asuinkiinteistöjen rakenteisiin, mutta räjäytykset ja muu toiminta lasketaan ja mitoitetaan NCC:n mukaan siten, että haitta on mahdollisimman vähäistä. [20]

## 7 Yhteenveto

Insinööriyön tarkoituksena oli tutustua NCC:n Nurmijärvelle suunnittelemaan kivi-louhokseen ja sen liikenne- ja päästöongelmiin. Työssä tutkittiin mistä Suomen tieverkosto koostuu, sekä mitä päästöjä louhos alueella aiheuttaa. Pääpaino työssä asetettiin Uudenmaan alueella oleville teille. Samalla käytiin läpi Uudenmaan teiden liikennemäärät. Lisäksi lyhyesti kerrottiin louhoksen muista ongelmista: pölystä, melusta ja tärinästä.

Suomen tieverkosto koostuu valtateistä, kantateistä, seututeistä ja yhdysteistä. Lisäksi tieverkkoon luetaan moottoritiet, moottoriliikennetiet sekä sillat. Rakenteellisesti tiet ovat kestopäällystettyjä, öljysora- tai vastaavia, tai sorateitä. Kestopäällystettyjä teitä Uudellamaalla on yhteensä 4262 km, öljysora- ja vastaavia teitä 2959 km ja hiekkateitä 1915 km. Eniten liikennettä tapahtuu kestopäällystetyillä teillä, joiden kantavuus on suurempi kuin kahdella muulla.

Louhoksen myötä Nurmijärven päästöt moninkertaistuvat. Louhoksen liikenne aiheuttaa hiilimonoksidia (CO), hiilidioksidia (CO<sub>2</sub>), hiilivety-yhdisteitä (CH), hiukkaisa (PM), ja typen oksideja (NOx). Kuukausitasolla Nurmijärven hiilimonoksidipäästöt lisääntyvät 4,58 kg, hiilidioksidipäästöt 19 805 kg, hiilivety-yhdisteidenpäästöt 2,53 g, hiukkaset 36,61 g ja typen oksidit 143,27 kg.

Työssä tehdyt laskut ja niiden tulokset autojen ja päästöjen osalta tulisi ottaa huomioon lopullista päätöstä louhoksen suhteen tehdessä. Lopullisia automääriä on mahdoton ennustaa, sillä annetut louhintamäärät ovat vain arvioita. Todellinen liikenne- ja päästömuutokset riippuvat kokonaan vuosittain louhittavasta määrästä, sekä siitä miten paljon kuljetuksia on mahdollista yhdistää.

## Lähteet

1. Rakennustieto Oy. 2009. Asfalttipäällysteet. Helsinki: Lemminkäinen Infra Oy.
2. Kuikka, Hannu. 2011. Tietilastot. Verkkodokumentti. Liikennevirasto. <[http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lti\\_2012-08\\_tietilasto\\_2011\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lti_2012-08_tietilasto_2011_web.pdf)>. Luettu 17.12.2012.
3. Rakennustieto Oy. 2006. Infa RYL, Infrarakentamisen yleiset vaatimukset, Osa 1 väylät ja tiet. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS
4. NCC infrapalvelut. 2008-2012. NCC Oy. Verkkodokumentti. <[www.ncc.fi](http://www.ncc.fi)>. Luettu 15.12.2012.
5. Kurki, Timo. 2005. Vähäliikenteisten teiden päällysteiden uudet ideat. Verkkodokumentti. VTT. <[http://alk.tiehallinto.fi/s14/docs/vahaliik\\_%20paallysteiden\\_uudet\\_ideat\\_kirjallisuuserelvitys%20.pdf](http://alk.tiehallinto.fi/s14/docs/vahaliik_%20paallysteiden_uudet_ideat_kirjallisuuserelvitys%20.pdf)>. Luettu 18.3.2013.
6. SuomiSanakirja.fi. 2012. Verkkodokumentti. <<http://suomisanakirja.fi/%C3%96ljysora>>. Luettu 15.12.2013.
7. Kauppi, Matti. 2010. Maa-ainesten ottamissuunnitelma. Tampere: NCC
8. Hämäläinen, Matti. 2013, Liikenteen asiakaspalvelukeskus. Tampere. Sähköpostihaastattelu 18.2.2013.
9. Liikenteen päästöt. 2012. Verkkodokumentti. Autoalan tiedotuskeskus. <[http://www.autoalantiedotuskeskus.fi/ymparisto/liikenteen\\_paastot/](http://www.autoalantiedotuskeskus.fi/ymparisto/liikenteen_paastot/)>. Luettu 4.1.2013.
10. Ylhäinen, Pertti. 2011, Autoalan perusteet. Luentomoniste. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
11. Terveysvaikutukset. 2012. Verkkodokumentti. Health and Environmental Alliance, European Federation of Allergy and Airways Diseases Patients' Association. <<http://www.knowyourairforhealth.eu/spip.php?rubrique13>>. Luettu 4.1.2013.
12. Liikenteen päästöt. 2011. Verkkodokumentti. Tietohallinto ja VTT Liisälaskentajärjestelmä. <<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=196129&lan=FI>>. Päivitetty 8.2.2008. Luettu 28.1.2013

13. Tieliikenteen pakokaasupäästöt. 2011. Verkkodokumentti. VTT.  
<<http://lipasto.vtt.fi/index.htm>>. Päivitetty 25.4.2012. Luettu 20.2.2013
14. Nurmijärven liikenteestä tulee kolmikertaisesti Helsingin päästöt. 2008. Helsingin Sanomat.  
<<http://www.hs.fi/kaupunki/artikkeli/Nurmij%C3%A4rven+liikenteest%C3%A4+tee++kolminkertaisesti+Helsingin+p%C3%A4%C3%A4st%C3%B6t/HS20080928SI1KA014ap>>. Luettu 9.2.2013.
15. Nyberg, Greger. 2012. Maanmittauslaitos. Porvoo. Keskustelu 27.7.2012.
16. Metso MTC Finland. 2011. Tela-alustaiset murskaussyksiköt ja seulat, Verkkodokumentti. Metso MTC Finland.  
<[http://www.metso.com/miningandconstruction/MaTobox7.nsf/DocsByID/0112518590D65B1BC22576020024545E/\\$File/Lokotrack\\_Contractor\\_Finnish.pdf](http://www.metso.com/miningandconstruction/MaTobox7.nsf/DocsByID/0112518590D65B1BC22576020024545E/$File/Lokotrack_Contractor_Finnish.pdf)>. Luettu 9.4.2013.
17. Virjonen, Tero. 2011. Ympäristömeluraportti. Turku: NCC
18. Meluntorjuntalaki. 993/1992/01.01.1993.
19. Toivonen, Matti, 2010. Kiviainestuotannon pölypäästöt. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto.
20. Torri, Kaisa. 2010. Luontoselvitys. Nurmijärvi: NCC
21. Honkanen, Juhani. 2012. Työsuunnittelija. STARA. Keskustelu 29.1.2013

**Maantiet liikennemääräluokittain ja tiepäällysteittäin**

Oheisessa taulukossa Uudenmaan maantiet luokiteltuna päällysteittäin ja automäärittäin. Ensimmäisessä sarakkeessa ovat automäärät ja seuraavissa päällystetyyppi ja sen kilometrimäärät kyseisellä päivittäisellä automäärällä. [2]

Kpl	Kestopäällyste (km)	Öljysora tai vastaava (km)	Sora (km)
0 - 100	31	361	1301
101-200	34	392	419
201-350	109	659	166
351-500	110	663	26
501-1000	540	641	2
1001-1500	571	149	
1501-3000	764	84	1
3001-6000	939	11	
6001-9000	442		
9001-12000	117		
12001-	604		

**Uudenmaan tiekilometrit tie tyypeittäin**

Oheisessa taulukossa ovat Uudenmaan tiet jaoteltuna tie tyypeittäin ja rakenteittain. Teiden määrä mitataan kilometreissä. [2]

	Valtatie	Kantatie	Seututie	Yhdystie	Yhteensä
Kestopäällyste	1067	397	1158	1640	4262
Öljysora tai vastaava	0	5	283	2672	2959
Sora	0	0	0	1915	1915

## Perttulantien liikenne nykyään ja louhoksen jälkeen

Oheisissa taulukoissa näkyvät lasketut kuorma-automäärät tällä hetkellä ja louhoksen jälkeen päivittäin sekä kuukausittain. Taulukoissa näkyvät päästöt tyhjäkäynnillä, grammaa 247 tonnikilometriä kohden sekä grammaa 13 kilometriä kohden.

	Perttulantien liikenne nykyään			Nykyinen + tuleva		
	1 päivä			1 päivä		
	225			264		
	tyhjä	g / 247 tkm	g / 13 km	tyhjä	g / 247 tkm	g / 13km
CO (g / 247 tkm)	526,5	611,325	614,25	617,76	717,288	720,72
CO <sub>2</sub> (kg / 247 tkm)	1942,2	2612,025	2588,625	2278,848	3064,776	3037,32
HC (g / 247 tkm)	351	333,45	35,1	411,84	391,248	41,184
PM (g / 247 tkm)	163,8	211,185	204,75	192,192	247,7904	240,24
NOx (g / 247 tkm)	14625	18895,5	19012,5	17160	22170,72	22308

	Perttulantien liikenne nykyään			Nykyinen + tuleva		
	1 kuukausi			1 kuukausi		
	4950			6656		
	tyhjä	g / 247 tkm	g / 13km	tyhjä	g / 247 tkm	g / 13km
CO (g / 247 tkm)	11583	13449,15	13513,5	15575,04	18084,352	18170,88
CO <sub>2</sub> (kg / 247 tkm)	42728,4	57464,55	56949,75	57454,59	77269,504	76577,28
HC (g / 247 tkm)	7722	7335,9	772,2	10383,36	9864,192	1038,336
PM (g / 247 tkm)	3603,6	4646,07	4504,5	4845,568	6247,3216	6056,96
NOx (g / 247 tkm)	321750	415701	418275	432640	558970,88	562432



**Autonumerot**

Oheisessa taulukossa on esitelty työssä käytettävät autot numeroineen. Taulukossa näkyvät autonnumero, sen tyyppi, auton omamassa tonneissa, auton sallittu kantavuus tonneissa sekä todellinen kantavuus. [21]

Auto	Tyyppi	oma massa (t)	Sallittu kantavuus (t)	Kantavuus (t)
Auto 1	5 aks.	17.2	38	20.8
Auto 2	4 aks	14.9	31.05	16.15
Auto 3	Kasetti	8.4	16.15	21.55
Auto 4	3 aks.	14.9	30	11.1
Auto 5	4 aks. + kasetti	23.3	60	37.7
Auto 6	4 aks.	13	32	19