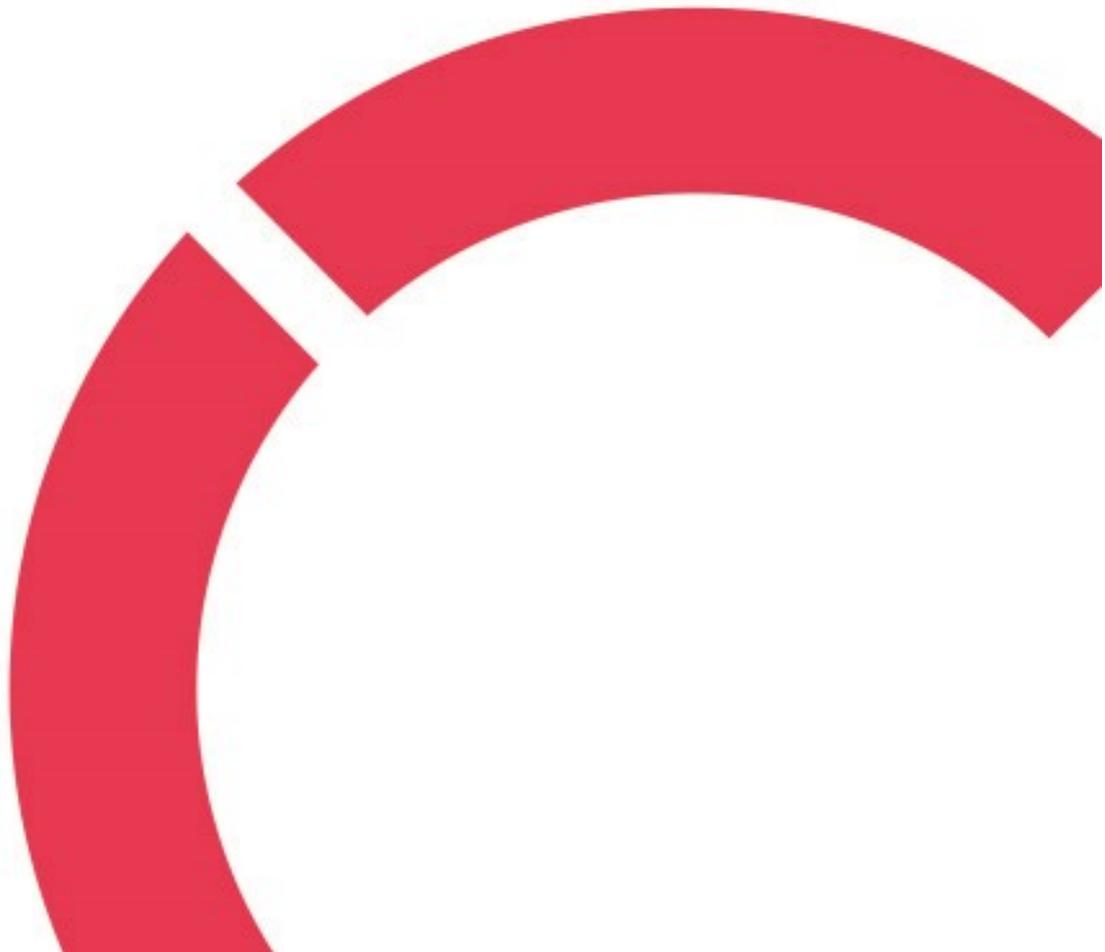


**Sami Välikangas**

**SELVITYS HAIHTUVIEN HIILIVETYJEN (VOC) PÄÄSTÖMÄÄRISTÄ JA -LÄHTEISTÄ KOKKOLAN KAUPUNGISSA VUOSINA 2002 JA 2021**

**Opinnäytetyö  
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Kemiantekniikan koulutus  
Toukokuu 2023**



<b>Centria-ammattikorkeakoulu</b>	<b>Aika</b> Toukokuu 2023	<b>Tekijä/tekijät</b> Sami Välikangas
<b>Koulutus</b> Kemiantekniikka		<input checked="" type="checkbox"/> AMK <input type="checkbox"/> YAMK
<b>Työn nimi</b> SELVITYS HAIHTUVIEN HIILIVETYJEN (VOC) PÄÄSTÖMÄÄRISTÄ JA -LÄHTEISTÄ KOKKOLAN KAUPUNGISSA 2002 ja 2021		
<b>Työn ohjaaja</b> Staffan Borg		<b>Sivumäärä</b> 70 + 18
<b>Työelämäohjaaja</b> Risto Koljonen		
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Kokkolan alueen haihtuvien hiilivetyjen (VOC, volatile organic compounds) päästömääriä ja -lähteitä Kokkolan kaupungin alueella. Selvitys on tehty kahdessa osassa, ensimmäinen osa vuonna 2005 ja toinen osa 2023. Vuoden 2005 esiselvitys oli osa Kokkolassa vuosina 2002–2006 tehtävää ilmanlaadun tarkkailusuunnitelmaa ja ensimmäinen selvitys Länsi-Suomen ympäristökeskuksen alueella. Selvitys tapahtui yrityksiin tehtävillä kyselyillä ja kirjallisuuteen pohjautuvalla tiedolla.</p> <p>Selvityksessä on käsitelty VOC-yhdisteisiin ja niiden sääntelyyn liittyviä lakeja ja asetuksia sekä suppeasti vaikutuksia terveyteen ja ympäristöön. Selvityksen tuloksena on arvioitu eri toimintojen aiheuttamia VOC-päästöjä lähteittäin sekä vuonna 2002 että vuonna 2021. Tuloksena saatiin arvio luonnon ja ihmistoiminnan aiheuttamista TVOC-päästöistä Kokkolassa.</p> <p>Vuonna 2005 tehdyn esiselvityksen aikana päätettiin tehdä myös alustavia mittauksia VOC-pitoisuuksista eri puolilla kaupunkia. VOC-pitoisuusmittaukset suoritettiin diffuusiokeräimellä. Keräimiä asetettiin Kokkolan alueelle 9 kappaletta ja keräysaika oli 28 vuorokautta. Keräimet analysoitiin Tampereen aluetyöterveyslaitoksen laboratorioissa. Analyysitulosten perusteella saatiin selvitettyä VOC-pitoisuudet eri puolilla kaupunkia. Mittauksissa saatuja bentseenin pitoisuuksia verrattiin annettuihin raja-arvoihin.</p> <p>Esiselvityksessä Kokkolan alueen TVOC-päästöiksi vuonna 2002 saatiin 718 tonnia. Luonnon osuus oli 62 tonnia ja ihmistoiminnan osuus 656 tonnia. Liikenne oli noin 42 %:n osuudella suurin ihmistoiminnan VOC-päästöjen lähde. VOC-pitoisuusmittauksissa suurimmat pitoisuudet saatiin kaupungin liikenneympäristössä. Bentseenille asetettu raja-arvo ei ylittynyt mittauspisteissä. Selvitetyt päästö- ja mittaustiedot ovat pääsääntöisesti vuodelta 2002.</p> <p>Toisessa osassa tehdyssä selvityksessä Kokkolan TVOC-päästöiksi vuonna 2021 saatiin 2241 t/a, josta luonnon osuus oli 1536 t/a ja ihmistoiminnan osuus 705 t/a. Osa selvitetyistä päästötiedoista on vuodelta 2020 ja 2017. Kokkolan liikenteen VOC-päästöjen osuus oli pienentynyt 42 %:sta 17 %:iin vuosien 2005 ja 2021 välillä ja suurin vähennys oli tapahtunut tieliikenteessä, jonka VOC-päästöt olivat pienentyneet noin kymmenesosaan vuoden 2005 päästöistä.</p>		
<b>Asiasanat</b> Diffuusiokeräimet, haihtuvat hiilivedyt, ilmanlaatu, VOC, VOC-yhdisteet.		

**ABSTRACT**

<b>Centria University of Applied Sciences</b>	<b>Date</b> May 2023	<b>Author</b> Sami Välikangas
<b>Degree programme</b> Chemical Engineering		
<b>Name of thesis</b> STUDY OF VOLATILE HYDROCARBON (VOC) EMISSION AMOUNTS AND SOURCES IN THE CITY OF KOKKOLA IN 2002 AND 2021		
<b>Centria supervisor</b> Staffan Borg	<b>Pages</b> 70 + 18	
<b>Instructor representing commissioning institution or company</b> Risto Koljonen		
<p>The purpose of the thesis was to study the emissions and sources of volatile hydrocarbons (VOC, volatile organic compounds) in the Kokkola region. The study has been conducted in two parts, the first part in 2005 and the second part in 2023. The preliminary study in 2005 was part of the air quality monitoring plan in Kokkola between 2002 and 2006 and the first study in the region of the West Finland Regional Environment Centre. The study was conducted by surveys on companies and literature-based information.</p> <p>The study dealt with the laws and regulations relating to VOCs and their regulation, as well as briefly the effects on health and the environment. The study resulted in an assessment of VOC emissions from different activities by source, both in 2002 and in 2021. The result was an estimate of TVOC emissions from nature and anthropic activity in Kokkola.</p> <p>During the preliminary study conducted in 2005 it was decided to also conduct preliminary VOC concentration measurements in different areas of the city. The VOC concentration measurements were conducted by diffusion samplers. Nine samplers were placed in the Kokkola city area, and the sampling time was 28 days. Samplers were analyzed in the laboratory of Tampere Regional Institute of Occupational Health. The results of the analysis provided information on VOC concentrations across the city. The measured benzene concentrations were compared to the given limit values.</p> <p>Based on the preliminary study, TVOC emissions in the Kokkola region in 2002 amounted to 718 t/a. Nature accounted for 62 t/a, and anthropic activity accounted for 656 t/a. Transport was the largest source of VOC emissions from anthropic activity, its portion from emissions was about 42 %. In VOC concentration measurements, the highest concentrations were obtained in urban traffic environment. The limit value for benzene was not exceeded at the measurement points. As a rule, the reported emission and measurement data are from year 2002.</p> <p>In the second part of the study, the TVOC emissions in the Kokkola region in 2021 were 2241 t/a, of which the share of nature was 1536 t/a, and the share of anthropic activity was 705 t/a. Some of the reported emissions data are from 2020 and 2017. The share of VOC emissions in Kokkola's transport had decreased from 42% to 17% between 2005 and 2021, and the most considerable reduction had occurred in road transport, where VOC emissions had decreased to around one tenth compared to 2005 emissions.</p>		

**Key words**

Air quality, diffusion samplers, VOC, VOC compounds, volatile hydrocarbons.

## KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

BTEX - yhdisteet

(=bentseeni, tolueni, etyylibentseeni ja ksyleenit)

CFC-yhdisteet

(chlorine-fluorine-carbon) freoneiksi nimitettäviä, kloorista, fluorista ja hiilestä koostuvia kemiallisia yhdisteitä.

EPNDir

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi

MTBE

(metyylitertiääributyylieetteri) on orgaaninen synteettinen kemikaali, jota käytetään bensiinin lisäaineena.

NMVOC

(Non-Methane volatile organic compounds) haihtuvia hiilivety yhdisteitä ilman metaania.

PAN

Peroksiasetyylinitraatti on yhdiste, jota syntyy auringon valon vaikutuksesta hiilivetyihin ja typenoksideihin. On savusumun (smog) ainesosa.

TVOC

(Total volatile organic compounds), eli kokonaisVOC

VNA

Valtioneuvoston asetus

VNp

Valtioneuvoston päätös

VOC

(Volatile organic compounds), eli haihtuvat orgaaniset yhdisteet, tai haihtuvat hiilivedyt

TIIVISTELMÄ  
ABSTRACT  
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY  
SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	1
2 TOIMEKSIANTAJAN ESITTELY .....	4
3 VOC-YHDISTEET .....	5
3.1 VOC-yhdisteiden määritelmä ja yleisimmin esiintyvät yhdisteet .....	5
3.2 Yleistä ilmansaasteista.....	6
3.3 VOC-yhdisteiden kemialliset reaktiot ilmassa ja muuntuminen .....	6
3.4 Päästöjen kulkeutuminen.....	7
3.5 VOC-yhdisteiden poistuminen ilmasta .....	8
3.6 Hiilivetyjen terveysvaikutukset .....	8
3.7 Otsonin terveysvaikutukset.....	9
3.8 Vaikutukset luontoon .....	9
4 VOC-YHDISTEITÄ KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ .....	10
4.1 Voimassa olevat lait ja asetukset vuonna 2022 .....	11
4.2 Kansalliset päästövähennysvelvoitteet VOC-yhdisteiden osalta .....	13
4.3 Laitostoimintojen luvanvaraisuus ja raja-arvoja orgaanisten liuottimien kulutukseen .....	15
4.4 Maalien ja lakkojen sisältämille orgaanisille liuottimille asetettuja raja-arvoja .....	17
4.5 Bensiinin varastointi ja jakelu .....	19
4.6 Bentseenin raja-arvo 2022 .....	20
5 KOKKOLAN VOC-PÄÄSTÖT VUONNA 2002 .....	22
5.1 Luonto.....	22
5.2 Liikenne .....	22
5.2.1 Liikenteen hiilivetypäästöjen lähteet ja laskentaperusteet .....	22
5.2.2 Tieliikenne .....	23
5.2.3 Rautatieliikenne .....	23
5.2.4 Vesiliikenne.....	24
5.2.5 Työ- ja pienkoneet.....	24
5.2.6 Huoltamatoiminta .....	24
5.3 Rakennusmaalaus ja maalien kotikäyttö.....	26
5.4 Kulutustuotteiden päästöt.....	26
5.5 Kiinteistökohtainen lämmitys.....	26
5.6 Eri laitostoimintojen päästöt .....	27
5.6.1 Teollisuus ja energiantuotanto.....	27
5.6.2 Pienteollisuus ja muut toiminnot .....	27
5.6.3 Painotoiminta .....	28
5.6.4 Ajoneuvojen maalaus ja korjausmaalaus .....	28
5.7 Yhteenveto Kokkolan VOC-päästöistä.....	29
6 KOKKOLAN VOC-PÄÄSTÖT VUONNA 2022 .....	31
6.1 Päästömäärien laskenta- ja arviointiperusteita .....	31
6.2 Luonnon aiheuttamat päästöt.....	31
6.3 Liikenteen päästöt.....	32

6.3.1 Liikenteen hiilivetyypäästöjen lähteet ja laskentaperusteet .....	32
6.3.2 Tieliikenteen päästöt.....	33
6.3.3 Rautatieliikenteen päästöt.....	33
6.3.4 Vesi- ja satamaliikenteen päästöt .....	34
6.3.5 Työ- ja pienkoneiden päästöt.....	35
6.3.6 Bensiinin jakelun ja varastoinnin, eli huoltamotoiminnan päästöt.....	36
6.3.7 Liikenteen aiheuttamat kokonaispäästöt Kokkolassa .....	36
6.4 Muut ihmistoiminnan päästöt .....	38
6.4.1 Maatalous.....	38
6.4.2 Tuotteet ja jätteet.....	38
6.4.3 Muu energiantuotanto .....	39
6.4.4 Energiantuotanto ja teollisuus .....	39
6.5 Yhteenveto ihmistoiminnan VOC-päästöistä.....	39
<b>7 VOC-PÄÄSTÖJEN KEHITYS .....</b>	<b>42</b>
7.1 Arvio päästöjen kehityksestä vuonna 2005 .....	42
7.2 Toteutunut päästökehitys.....	42
7.2.1 Kokkolan päästökehitys .....	42
7.2.2 Suomen päästökehitys .....	44
7.3 Päästöjen kehitys 2021 eteenpäin .....	46
<b>8 MITTAUKSET.....</b>	<b>48</b>
8.1 Mittausten tarkoitus .....	48
8.2 Mittalaitteen valinta .....	48
8.3 Passiivikeräimen toimintaperiaate, mitatut yhdisteet ja määritysrajat.....	48
8.3.1 Toimintaperiaate.....	48
8.3.2 Mitatut yhdisteet ja määritysrajat .....	49
8.4 Mittauspaikkojen valintaperusteet .....	50
8.5 Tulokset passiivikeräimillä suoritetuista mittauksista.....	51
<b>9 VERTAILUA MUIHIN TUTKIMUKSIIN .....</b>	<b>52</b>
9.1 Vertailua 2005 saatavissa olevilla tiedoilla .....	52
9.2 Vertailua muihin selvityksiin ja tietolähteisiin .....	54
<b>10 TULOSTEN ARVIOINTI.....</b>	<b>58</b>
10.1 Luonnon ja ihmistoiminnan aiheuttama VOC-päästöt.....	58
10.2 Ihmistoiminnan aiheuttamat VOC-päästöt.....	58
10.2.1 Liikenne .....	58
10.2.2 Maatalous.....	59
10.2.3 Tuotteet ja jätteet.....	60
10.2.4 Energiantuotanto ja teollisuus sekä muu energiantuotanto .....	60
10.2.5 Yhteenvetona tuloksista.....	62
10.2.6 Yleistä mittaustuloksista .....	62
<b>11 YHTEENVETO .....</b>	<b>64</b>
11.1 Yhteenveto vuoden 2005 selvityksestä .....	64
11.2 Yhteenveto päivitetyn tiedon osalta .....	65
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>67</b>
<b>LIITTEET</b>	

## KUVIOT

KUVIO 1. Liikenteen päästöjen prosentuaalinen jakauma lähteittäin Kokkolassa vuonna 2002 .....	25
KUVIO 2. VOC-päästöjen prosentuaalinen jakauma päästösektoreittain Kokkolassa 2002 .....	30
KUVIO 3. Eri laitostointojen VOC-päästöjen prosentuaalinen jakauma Kokkolassa 2002 .....	30
KUVIO 4. Kokkolan liikenteen NMVOC-päästöjen prosentuaalinen jakauma liikennemuodoittain....	37
KUVIO 5. Kokkolan NMVOC-päästöjen prosentuaalinen jakauma.....	41
KUVIO 6. Kokkolan ihmistoiminnan NMVOC-päästöjen prosentuaalinen jakauma.....	41
KUVIO 7. Kokkolan liikenteen VOC-päästökäitys vuodesta 2002 vuoteen 2021.....	44
KUVIO 8. Suomen tieliikenteen hiilivetyt päästöt (HC) 2002–2020 .....	45
KUVIO 9. Suomen VOC-päästöjen prosentuaalinen jakautuminen vuonna 2005 ja 2020 .....	46
KUVIO 10. Suomen NMVOC-päästöjen kehitys ja arvio 2005–2030.....	47
KUVIO 11. Kokkolan ja Helsingin liikenteen VOC-päästöjen prosentuaalinen suhde .....	53
KUVIO 12. Kokkolan ja Helsingin VOC-kokonaispäästöjen prosentuaalinen suhde.....	53
KUVIO 13. Kokkolan, Seinäjoen ja Helsingin ihmistoiminnan VOC-päästöjen määrät.....	55
KUVIO 14. Kokkolan, Seinäjoen ja Helsingin ihmistoiminnan VOC-päästöjen prosentuaalinen ja- kauma.....	55
KUVIO 15. Eräiden kaupunkien ihmistoiminnan VOC-päästöjen määrät.....	56
KUVIO 16. Eräiden kaupunkien ihmistoiminnan VOC-päästöjen määrät.....	57
KUVIO 17. Eräiden kaupunkien ja Suomen ihmistoiminnan VOC-päästöjen prosentuaalisia suhteita	57

## KUVAT

KUVA 1. Mittauspisteiden sijainti Kokkolan alueella .....	50
---	----

## TAULUKOT

TAULUKKO 1. Ympäristöluvan ja rekisteröintimenettelyn vaatimat toiminnot, joissa syntyy VOC- päästöjä.....	11
TAULUKKO 2. Päästökattodirektiivin päästövähennysvelvoitteet 2020–2029 ja 2030 eteenpäin.....	14
TAULUKKO 3. Eri toiminnoille asetettuja raja-arvoja.....	17
TAULUKKO 4. Eri tuotteille asetetut VOC-pitoisuuden raja-arvot vaiheissa 1 ja 2.....	18
TAULUKKO 5. VOC-pitoisuuksien raja-arvoja autojen korjausmaaleissa.....	19
TAULUKKO 6. Liikenteen arvioidut kokonaispäästöt ja jakauma Kokkolassa 2002 .....	25
TAULUKKO 7. Luonnon ja ihmistoiminnan VOC-päästöt lähteittäin Kokkolassa 2002 .....	29
TAULUKKO 8. Tieliikenteen NMVOC-päästöt Kokkolassa 2021 .....	33
TAULUKKO 9. Suomen ja Kokkolan rautatieliikenteen NMVOC-päästöt 2021 .....	34
TAULUKKO 10. Suomen ja Kokkolan vesiliikenteen NMVOC-päästöt 2021 .....	35
TAULUKKO 11. Suomen ja Kokkolan työ- ja pienkoneiden NMVOC-päästöt 2020 .....	36
TAULUKKO 12. Liikenteen NMVOC-kokonaispäästöt Kokkolassa 2021 .....	37
TAULUKKO 13. Yhteenveto Kokkolan VOC-päästöistä.....	40
TAULUKKO 14. Vertailutaulukko Kokkolan VOC-päästöistä 2002 ja 2021 .....	43
TAULUKKO 15. Suomen raportoidut (2005, 2010, 2015) ja mallinnetut (2020, 2025 ja 2030) NMVOC-päästöt.....	47
TAULUKKO 16. VOC-Yhdisteiden analysoidut pitoisuudet mittauspisteittäin Kokkolassa 2002.....	51

## 1 JOHDANTO

Euroopassa on ollut jo pidemmän aikaa tavoitteena vähentää kasvihuonekaasujen määrää. Ensimmäisiä direktiivejä päästöjen rajoittamiseen on laadittu jo 1990-luvulla. Suomen oma lainsäädäntö on seurannut EU:n asettamia tavoitteita, mutta myös omia, tiukempia tavoitteita on tehty. EU:n päästökattodirektiivi (2016/2284) asettaa velvoitteita ilman epäpuhtauksille ja velvoittaa myös laatimaan kansallisen ilmansuojeluohjelman (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2016/2284). Suomessa tällainen on Ympäristöministeriön julkaisema Kansallinen ilmansuojeluohjelma 2030. Esimerkkinä kansallisista tavoitteista Suomessa on Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisema Hiilineutraali Suomi 2035 – kansallinen ilmasto- ja energiastrategia. Tavoitteena näissä ohjelmissa ja strategioissa on vähentää kasvihuonekaasujen määrää ja hillitä ilmastonmuutosta. Myös VOC-yhdisteet kuuluvat näiden tavoitteiden piiriin ja ihmistoiminnasta aiheutuvia VOC-päästöjä halutaan vähentää. (Kansallinen ilmansuojeluohjelma 2030 2019; Hiilineutraali Suomi 2035 – kansallinen ilmasto- ja energiastrategia 2022.)

Laeissa ja asetuksissa on jo pitkän aikaa annettu velvoitteita ja raja-arvoja, joilla eri toimintojen päästöjä on pyritty vähentämään. Näistä merkittävimmät ovat kohdistuneet liikenteen pakokaasupäästöjen rajoittamiseen, bensiininjakelun ja varastoinnin, teollisuuden ja energiantuotannon sekä maalien, lakkojen ja liuotinaineiden aiheuttamiin VOC-päästöihin. Esimerkkeinä voisi mainita ilmanlaatudirektiivin, ilmanlaatuasetuksen, teollisuuspäästödirektiivin, tuote-VOC asetuksen, VOC-direktiivin, jne. Osa näistä kohdistuu pelkästään VOC-päästöjen vähentämiseen, mutta joukossa on sellaisiakin, jotka vähentävät kaikkia kasvihuonepäästöjä.

Aiemmin mainittu EU:n Päästökattodirektiivi (2016/2284) velvoittaa maat myös seuraamaan päästöjen kehitystä. Suomessa seuranta toteuttaa Suomen Ympäristökeskus SYKE, joka ylläpitää ilmapäästötietojärjestelmää ja nämä samat tiedot Suomen päästöistä toimitetaan myös EU:n komissiolle ja Euroopan ympäristökeskukselle. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2016/2284)

Kaupungit ja kunnat tekevät ilmanlaadun tarkkailusuunnitelmia ja toteuttavat niitä. Seurannalla saatua tietoa voidaan käyttää tiedottamaan asukkaita hetkellisestä ilmanlaadusta. Lupa- ja rekisteröintivelvolliset yritykset ilmoittavat itse VOC-yhdisteiden käyttö- ja päästömäärät ELY-keskusten ylläpitämään ympäristönsuojelun raportointipalveluun YLVA:an. Palvelusta kunnat ja ELY-keskukset voivat seurata valvomiensa laitosten tietoja. (ELY-keskus 2023.) VOC-yhdisteet eivät kuulu jatkuvasti seurattaviin ilman epäpuhtauksiin, mutta niillä tiedetään olevan terveyteen liittyviä vaikutuksia (Haahtela &

Reijula 1997). VOC-yhdisteet vaikuttavat myös ilmakehässä muodostaen alailmakehän otsonia, joka itsessään on haitallinen ihmisille, mutta ennen kaikkea lisää ilmaston lämpenemistä (Ruuhijärvi, Häyri-  
nen & Wallin 1983; Pleym 1983).

Opinnäytetyö on tehty kahdessa osassa, ensimmäinen osa vuonna 2005 ja toinen osa 2023. Teoria-  
osassa määritellään VOC-yhdisteet ja käsitellään ilmakehää VOC-päästöihin liittyen, sekä niiden vai-  
kutusta ympäristöön ja terveyteen. Lisäksi käydään läpi päästöjen rajoittamiseen liittyviä lakeja ja ase-  
tuksia, sekä niissä annettuja toimialakohtaisia raja-arvoja. Vuoden 2005 esiselvitys oli osa Kokkolan  
alueen ilmanlaadun tarkkailusuunnitelmaa 2002–2006. Sen tavoitteena oli selvittää haihtuvien orgaa-  
nisten yhdisteiden (VOC) päästömääriä, -lähteitä, päästöjen ajallista vaihtelua ja muita päästöihin vai-  
kuttavia seikkoja Kokkolan kaupungin alueella. Kokkolan alueelta ei ollut aiempaa tietoa hiilivety-  
päästöjen lähteistä, eikä määristä, suuria teollisuuslaitoksia lukuun ottamatta. Nämä laitokset ilmoitti-  
vat ympäristölupavalvontaan liittyen päästömääränsä vuosittain viranomaisille. Vuoden 2005 esiselvi-  
tystä Kokkolan päästöistä tehtiin siksi, että haluttiin alustavaa tietoa VOC-päästöistä ja siitä, onko nii-  
den tarkempi seuranta jatkossa tarpeellista. Esiselvityksen perusteella ei todettu olevan selkeää seuran-  
tatarvetta kaupungin alueella yleisesti. Eri teollisuus- ja laitostoiminnoille oli jo ilmoitus-, rekisteröinti-  
ja lupavelvoitteita, mutta nämä koski lähinnä suurempaa teollisuutta. Esiselvityksessä saadut päästötie-  
dot olivat siihen hetkeen riittäviä, eikä Kokkolan alueella ole tehty tarkempia selvityksiä VOC-päästö-  
jen osalta, ennen vuotta 2023.

Ensimmäisen osan tutkimuksen pohjana olivat 5.8.2001 voimaantullut valtioneuvoston asetus ilman-  
laadusta (711/2001), sekä 23.5.2001 annettu asetus orgaanisten liuottimien käytöstä eräissä toimin-  
noissa ja laitoksissa aiheutuvien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjen rajoittamisesta (VOC-  
päästöasetus 435/2001). VOC-yhdisteiden osalta ilmanlaatuasetus määrittäi raja-arvot bentseenille. Tut-  
kimustyö suoritettiin tekemällä kyselyitä Kokkolan teollisuuslaitoksiin puhelimitse sekä yrityskäyn-  
neillä. Muita päästölähteitä käsiteltiin teoreettisesti arvioiden, kirjallisuuden antamien tietojen pohjalta.  
Tutkimuksen aikana päätettiin tehdä alustavia VOC-pitoisuusmittauksia eri puolilla Kokkolan kaupun-  
kia ja verrata niitä muihin vastaaviin tutkimuksiin. Mittaukset suoritettiin diffuusiokeräimillä ja epä-  
puhtauksien keräysaika kaikilla keräimillä oli 28 vuorokautta. Kerättyjen epäpuhtauksien määrät ana-  
lysoitiin keräimistä Tampereen aluetyöterveyslaitoksella.

Selvityksen toisessa osassa, vuonna 2023, esiselvityksen tietoja päätettiin päivittää tähän päivään.  
Tämä tehtiin kirjallisuus- ja verkkolähteiden pohjalta ja siinä päivitettiin Kokkolan alueen VOC-pääs-

töjen määrät ja päästösektorit vastaamaan tämänhetkistä tilannetta. Myös VOC-päästöihin ja niiden rajoittamiseen liittyvät lait ja asetukset päivitettiin voimassa oleviin tietoihin. Toisen osan tavoitteena oli saada kattava kuva Kokkolan tämänhetkisistä VOC-päästöistä ja vertailla niitä vuoden 2005 esiselvityksessä saatuihin tietoihin.

Saatujen tulosten yksityiskohtainen vertaileminen vuosien 2005 ja 2023 selvitysten välillä osoittautui vaikeaksi, koska vastaavia lähdetietoja ei ollut saatavilla ja osassa laskentaperusteet olivat muuttuneet. Kokkola on myös tällä välin kokenut kuntaliitoksen, jonka seurauksena kaupungin pinta-ala ja väkiluku kasvoivat. Tuloksista voi kuitenkin hahmottaa VOC-päästöjen kehityksen kokonaisuudessaan Kokkolassa ja yksittäisten päästösektorien, kuten tieliikenteen, osalta päästötieto on paremmin vertailtavissa. Saatuja päästötietoja on vertailtu mahdollisuuksien mukaan, sekä Kokkolan selvitysten välillä, että muihin vastaaviin selvityksiin. Vertailusta saa suuntaa antavan kuvan Kokkolan VOC-päästöistä muihin kaupunkeihin verrattuna ja Kokkolan selvitysten välillä tapahtuneesta päästökehityksestä.

Haihtuvista orgaanisista yhdisteistä (VOC) käytetään työssä pääasiallisesti lyhyempää yleisilmaisua haihtuvat hiilivedyt, hiilivedyt tai VOC-yhdisteet (volatile organic compounds). Niillä tarkoitetaan yleensä yhdisteitä ilman metaania, NMVOC (Non-Methane volatile organic compounds).

## 2 TOIMEKSIANTAJAN ESITTELY

Ensimmäisen osan työn toimeksiantajia olivat Pohjanmaan Vesiensuojeluyhdistys ja Kokkolan kaupungin ympäristöpalvelut. Kokkolan kaupungin ympäristöpalvelut vastaa kaupungin ilmanlaadun seurannasta. Toimipiste sijaitsee Kokkolan kaupungintalolla. Kokkolan kaupungin ympäristöpalvelut valvoo kaupungin ilmanlaatua kolmella kiinteällä mittausasemalla, joista saadaan tiedot reaaliaikaisena monitorille toimipisteeseen. Saman tietoverkon kautta tulee myös reaaliaikainen tieto mm. sen hetkestä lämpötilasta, tuulensuunnasta ja -nopeudesta. Näiden tietojen pohjalta ympäristöpalvelut tiedottavat asukkaita, mikäli jonkin, tai joidenkin epäpuhtauksien pitoisuudet kaupungissa ylittävät yhdyskuntailmalle asetetut raja-arvot.

Esiselvitys oli osa Kokkolan ilmanlaadun tarkkailusuunnitelmaa vuosille 2002–2006. Ilmanlaadun tarkkailusuunnitelman mukaisista toimenpiteistä oli sovittu Kokkolan alueen yhteistarkkailusopimuksessa 2002–2006. Sopimuksen osapuolia Kokkolan kaupungin lisäksi ovat Kälviän, Kruunupyyn ja Luodon kunnat. Myös eräille alueella toimiville yrityksille oli niiden ympäristöluvissa annettu määräys tarkkailuohjelmaan osallistumisesta. Yritykset osallistuivat tarkkailusuunnitelman toteuttamiseen vastaamalla osasta kustannuksista. Sopimusosapuolina olevia yrityksiä olivat: Kokkolan Energia, Lemminkäinen Oyj, Boliden Kokkola Oy (ent. Outokumpu Zinc Oy), OMG Kokkola Chemicals Oy, Kemira Oyj, KemFine Oy, Fortum Power and Heat Oy, Nordkalk Oyj Abp, Kokkolan Voima Oy, Neste Oil Oyj Kokkolan terminaali ja Kokkolan satama.

### 3 VOC-YHDISTEET

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (Volatile Organic Compounds, VOC) nimitystä käytetään puhuttaessa sekä metaanista, että muista kaasumaisista orgaanisista yhdisteistä. Yleensä kasvihuonekaasutarkaste- luissa metaani näistä tärkeimpänä käsitellään erikseen ja VOC tarkoittaa muita hiilivetyjä. VOC:sta käytetään myös lyhennettä NMVOC (non methane VOC), joka tarkoittaa VOC:ejä ilman metaania. (Oksanen 2001.)

#### 3.1 VOC-yhdisteiden määritelmä ja yleisimmin esiintyvät yhdisteet

VOC-päästöjä syntyy Suomessa pääasiassa polttoaineiden epätäydellisestä palamisesta. Liikenne on kaupunkialueilla merkittävä VOC-päästölähde. Aromaattiset BTEX-yhdisteet (=bentseeni, tolueni, etyylibentseeni ja ksyleenit) ovat liikenteen merkittävimmät VOC-päästökomponentit. Aromaattisten yhdisteiden on todettu aiheuttavan syöpää, näistä merkittävimpana bentseeni. Haihtuvia orgaanisia yh- disteitä vapautuu ilmaan myös energiantuotannosta, luonnosta, teollisuuden liuotinaineista ja monista kulutustuotteista. (Lyly, Riki, & Syrjälä 2000; Oksanen 2001.)

Haihtuviksi orgaanisiksi yhdisteiksi määritellään, eri lähteitten mukaan, kaikki orgaaniset yhdisteet, jotka voivat tuottaa auringonvalon avulla valokemiallisia hapettimia, kuten otsonia, kun ne reagoivat ilmakehässä typen oksidien ja hapen kanssa. Haihtuvilla orgaanisilla yhdisteillä tarkoitetaan myös huo- neenlämmössä nestemäisinä olevia orgaanisia yhdisteitä, joiden kiehumispiste on välillä 60–260 °C (Lyly ym. 2000; Mroueh 1993.), sekä Valtioneuvoston asetuksen 435/2001, 2 §:n määritelmän mu- kaan: ”--orgaanista yhdistettä, jonka höyrypaine 293,15 K:n lämpötilassa on vähintään 0.01 kPa--” (Valtioneuvoston asetus 435/2001)

Haihtuviin orgaanisiin yhdisteisiin katsotaan kuuluvan puhtaiden hiilivetyjen lisäksi aldehydit, alkoholi- lit, eetterit, esterit, fenolit, ketonit ja orgaaniset hapot. Yleensä CFC-yhdisteitä ei kuitenkaan lasketa mukaan (Lyly ym. 2000). Orgaaniset liuotinaineet jaotellaan koostumuksen perusteella seuraavasti:

- alifaattiset hiilivedyt
- aromaattiset hiilivedyt
- klooratut hiilivedyt
- alkoholit

- ketonit
- esterit
- eetterit ja glykolit
- muut liuottimet (Mroueh 1993; Mroueh & Laukkarinen 1985.)

Vuotuisiksi hiilivety päästöiksi Suomessa on arvioitu ihmistoiminnan osalta noin 170 000 tonnia, ja luonnon osalta noin 320 000 tonnia. Suomi on sitoutunut Göteborgin pöytäkirjan mukaan vähentämään VOC-päästöjä 38 % vuoden 1990 tasosta vuoteen 2010 mennessä. VOC-yhdisteet lisäävät otsonin muodostusta alailmakehässä ja otsoni voi olla suurina pitoisuuksina terveydelle vaarallista. On myös olemassa orgaanisia yhdisteitä, jotka ovat myrkyllisiä, sekä yhdisteitä, jotka aiheuttavat syöpää tai perimän muutoksia. (Valtioneuvoston asetus 435/2001; Lyly ym. 2000; Oksanen 2001.)

### 3.2 Yleistä ilmansaasteista

Ilmaan pääsevät epäpuhtaudet kulkeutuvat tuulen ja sääolojen vaikutuksesta usein päästölähteestä alueille, joissa niistä voi olla vaaraa ihmisille tai ympäristölle. Usein onkin niin, että pistemäisen päästölähteen välittömässä läheisyydessä pitoisuudet eivät ole sen korkeampia kuin kauempanakaan, joskus jopa matalampia. Ratkaisevaa ilmansaasteista puhuttaessa onkin se, joutuuko altistuneeksi yhdelle vai usealle saasteelle, ja kuinka pitkä altistumisaika on. Ilmansaasteiden vaikutukset ovat joko suoria tai epäsuoria. Suorat vaikutukset kohdistuvat suoraan ilmasta ihmiseen, eläimeen tai kasviin. Epäsuorat vaikutukset vaikuttavat maaperään tai veteen ja näiden kautta ravinnon mukana ihmiseen. Saasteet voidaan myös jaotella kahteen ryhmään: primäärikomponentteihin ja sekundäärikomponentteihin. Primäärikomponentit ovat ilmaan päässeitä aineita, ja sekundäärikomponentit ovat ilmakehässä syntyviä aineita. Ilmansaasteiden päästöt ilmoitetaan massana aikayksikköä kohti, esimerkiksi tonnia/vuosi tai kg/tunti. Kaasumaisten epäpuhtauksien pitoisuudet ilmoitetaan massana tilavuusyksikköä kohti esimerkiksi  $\text{mg}/\text{m}^3$  tai  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . (Pleym 1983.)

### 3.3 VOC-yhdisteiden kemialliset reaktiot ilmassa ja muuntuminen

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC), joihin metaanikin kuuluu, vaikuttavat kaikki myös suoraan ja ovat jo itsessään myrkyllisiä ihmisille ja luonnolle. Niiden vaikutus on kuitenkin enemmän epäsuora,

VOC:it reagoivat ilmakehässä muodostaen alailmakehän otsonia. VOC:it reagoivat ilmakehässä muodostaen metaania ja vesihöyryä, mutta ne tuottavat myös otsonia. Hiilivetyjen suurin haittatekijä onkin otsonin muodostuminen. Alailmakehän otsoni on haitallista ihmisten terveydelle ja se myös lisää kasvihuoneilmion vaikutusta. Yleensä hiilivetyjen pitoisuudet ilmassa ovat sen verran pieniä, ettei terveyshaittoja synny. Päästölähteen välittömässä läheisyydessä pitoisuudet voivat kuitenkin olla haitallisia terveydelle. (Pleym 1983.)

Otsonin muodostuminen on fotokemiallinen reaktio, jossa haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) hapettuvat auringon valossa typpimonoksidin ja typpidioksidin läsnä ollessa. Samalla syntyy myös muita hapettimia ja ilmansaasteita, esimerkiksi vetyperoksidia, peroksisätyylinitraattia (PAN), typpihappoa, metanaalia (formaldehydiä), etanaalia (asetaldehydiä) ja orgaanisia happoja. Oksidanttien synnylle otolliset meteorologiset olosuhteet ovat seuraavanlaiset: voimakas auringonpaiste, korkea lämpötila ja saasteiden huonot leviämisolosuhteet. Tällainen tilanne syntyy helposti lämpimänä kesäpäivänä, jos vielä ilma on kohtalaisen tyyni. (Pleym 1983.)

Troposfäärissä orgaanisten peroksinitraattien elinaika voi vaihdella sekunneista useisiin tunteihin. Yksinkertaiset alkyyliperoksidijohdannaiset hajoavat nopeasti, mutta esimerkiksi peroksisätyylinitraatit (PAN) ovat paljon pysyvämpiä. PAN on yksinkertaisin pitkäikäisempi yhdiste ja sen hajoaminen riippuu voimakkaasti lämpötilasta. Maanpinnan läheisyydessä PAN:n elinaika on muutamia tunteja, mutta ylempänä se voi säilyä hajoamatta päiviä (muutaman kilometrin korkeudessa), tai jopa vuosia (ylätroposfäärissä). PAN voi kulkeutua kauas synnyinalueeltaan, jos se pääsee ilmavirtausten mukana troposfäärin ylempiin osiin. Lopulta se muodostaa hajotessaan typen oksidien lähteen sellaiselle alueelle, missä typpi yhdisteiden päästöjä ei yleensä ole (Pleym 1983.)

### **3.4 Päästöjen kulkeutuminen**

Ilmansaasteiden kulkeutumiseen ilmakehässä vaikuttavat vallitsevat sääolot, joista määräävä tekijä on ilmakehän stabiilisuus, eli lämpötilan pystysuuntainen jakauma siinä ilmakerroksessa mihin päästö tulee. Vaikuttavia tekijöitä ovat myös tuulen suunta ja nopeus. Se kuinka paljon ilmaa sekoittuu päästöön, määräytyy tuulen nopeudesta ja ilmakehän stabiilisuudesta. Vaakatasossa keskimääräisen tuulen suunnan poikki tapahtuvan leviämisen määrää tuulen epäjärjestynyt liike, eli turbulenssi. Ilmakehän

stabiilisuus jaetaan kolmeen tilaan: epästabiili, neutraali ja stabiili tilanne. VOC-päästöjen suhteen sekoittuminen tapahtuu yleensä nopeammin ja tehokkaammin, kuin raskaammilla yhdisteillä. Osa VOC-yhdisteistä on erittäin keveitä jakeita, joiden haihtuvuus on korkea ja jotka reagoivat erittäin herkästi muiden yhdisteiden kanssa. Kaukokulkeutuminen Euroopasta Suomeen on myös VOC-yhdisteiden kohdalla merkittävä taustapitoisuuksia nostava tekijä. (Pleym 1983.)

### 3.5 VOC-yhdisteiden poistuminen ilmasta

Ilmakehän itsepuhdistuskyky, eli kyky poistaa sinne joutuneita saasteita, perustuu sen hapetuskykyyn. Hapettuessaan saasteet yleensä muuntuvat myös ilmakehästä helpommin poistuvaan muotoon, vesiliukoisuus kasvaa ja/tai kyky muodostaa hiukkasia, tai reagoida niiden kanssa lisääntyy. Troposfäärin tärkein hapetin on hydroksyyli-radikaali (OH), joka aloittaa lähes kaikkien kaasumaisten saasteyhdisteiden hapetusketjut. Muita tärkeitä hapettimia ovat vetyperoksidi ( $H_2O_2$ ) ja orgaaniset peroksidiradikaalit, otsoni ( $O_3$ ) ja nitraattiradikaali ( $NO_3$ ), jonka merkitys on suuri yöllä, kun ilmakehän valokemia on pysähdyksissä. Niin kauan, kun ilmassa on reaktiivisia hiilivetyjä, typen oksideja ja valoa, valokemiallisia reaktioita tapahtuu, ja reaktion katkaisee vain jonkin osan puuttuminen. Orgaaniset yhdisteet voivat myös sitoutua suurempiin hiukkasiin ja poistua niiden mukana. (Pleym 1983.)

### 3.6 Hiilivetyjen terveysvaikutukset

VOC-yhdisteiden vaikutusta terveyteen on tutkittu pääasiassa työympäristön sisäilman altistustapauksissa. Osa sisäilmassa esiintyvistä hiilivedyistä esiintyy myös ulkoilmassa ja monien hiilivetyjen vaikutukset terveyteen ovat samankaltaiset. Sisäilmamittauksissa tutkitun formaldehydin on todettu aiheuttavan silmien ja limakalvojen ärsytystä, nuhaa, nenän tukkoisuutta ja jopa astman pahenemista. Formaldehydin aiheuttamia oireita ovat myös keskushermostolliset oireet, kuten päänsärky, pahoinvointi ja väsymys. Muut aldehydit aiheuttavat samantapaisia oireita ja niitä on esimerkiksi liimoissa ja maaleissa. Aldehydit ovat pistävän hajuisia ja niiden hapettuessa syntyy pahanhajuisia karboksyylihapoja. Tanskassa tehdyissä altistumistutkimuksissa on todettu VOC-yhdisteiden aiheuttavan silmien ja limakalvojen ärsytystä, hajutuntemuksia ja päänsärkyä jne. Rakennusmateriaaleissa käytetty styreeni ja bensiinin sisältämä bentseeni on luokiteltu syöpää aiheuttaviksi aineiksi. Styreenin on myös todettu ärsyttävän limakalvoja ja aiheuttavan keskushermosto-oireita. (Haahtela & Reijula 1997.)

### 3.7 Otsonin terveysvaikutukset

Otsonin aiheuttamat oireet ovat monilta osin samantapaisia kuin hiilivedyilläkin, joskin otsoni voi olla suurina pitoisuuksina jopa tappava. Tyypilliset oireet ovat silmien, nenän ja kurkun limakalvojen ärsytysoireet. Erityisen alttiita ovat lapset ja henkilöt, jotka kärsivät jostain hengityselin sairaudesta, kuten astmasta. Suomessa väestön tiedottamisen kynnyksarvoksi on asetettu  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (tuntikeskiarvo), joka ylittyy harvoin. (Lyly ym. 2000; Haahtela & Reijula 1997.)

### 3.8 Vaikutukset luontoon

Hiilivetyjen ilmakehässä muodostamat happamat yhdisteet lisäävät maaperän happamoitumista ja heikentävät kasvien kasvua. Hiilivetyjen välillisesti aiheuttama otsonin muodostus vaikuttaa myös luontoon. Otsonin on todettu olevan merkittävimpiä ilmansaasteita. Kaasumaiset yhdisteet aiheuttavat kasviin joutuessaan biokemiallisia prosesseja, joiden seurauksena kasvien kasvu ja lisääntyminen heikenee. Muutoksia ei aina voi havaita päällepäin ja eri kasvilajien välillä on myös suuria eroja. Jotkin kasvilajit ovat niin herkkiä otsonille, että niitä käytetäänkin otsonin indikaattoreina, esimerkkinä näistä eräät tupakkakasvit. Otsoni voi aiheuttaa vahinkoja kasveihin jo niinkin alhaisissa pitoisuuksissa kuin  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , joka on lähellä luonnon taustapitoisuutta. Otsonin pitoisuudet voivat olla korkeampia tausta-alueilla kuin esimerkiksi kaupungeissa. Syy tähän on se, että mm. liikenteestä peräisin oleva typpimonoksidi kuluttaa otsonia. (Lyly ym. 2000; Haahtela & Reijula 1997; Pleym 1983.)

## 4 VOC-YHDISTEITÄ KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ

VOC-päästöjen osalta merkittävin asetus vuonna 2005 oli 23.5.2001 annettu valtioneuvoston asetus (435/2001) orgaanisten liuottimien käytöstä eräissä toiminnoissa ja laitoksissa aiheutuvien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjen rajoittamisesta. Se perustuu neuvoston direktiiviin 1999/13/EY, orgaanisten liuottimien käytöstä tietyissä toiminnoissa ja laitoksissa aiheutuvien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjen rajoittamisesta. Asetuksen tavoitteena on vähentää orgaanisten yhdisteiden ilmaan kohdistuvia välittömiä ja välillisiä vaikutuksia. Käytännössä tämä tapahtuu rajoittamalla päästöjä toimialakohtaisesti. Asetuksella ehkäistään VOC - päästöistä aiheutuvia terveyshaittoja ja ympäristön pilaantumista. (Valtioneuvoston asetus 435/2001.)

Asetus määrittelee tavoitearvot eri toiminnoille ja niiden voimaantuloajan. Uusissa laitoksissa päästöjen on oltava 31.10.2004 alkaen alle tavoitearvon. Olemassa oleville toiminnolle päästöt saavat olla 31.10.2004 alkaen enintään 1.5 kertaa tavoitearvon ja 31.10.2007 jälkeen päästöjen on oltava alle tavoitearvon. Asetus määrittelee ympäristölupa- ja rekisteröintivelvolliset yritykset, käyttäen raja-arvona toimialakohtaista liuottimen kulutusta. Taulukossa 1 on listattu laitokset, jotka on kirjattu VOC-asetuksen mukaan ympäristölupa- tai rekisteröintivelvollisiksi. (Valtioneuvoston asetus 435/2001.)

VOC-yhdisteistä ainoastaan bentseenille on asetettu raja-arvo. Valtioneuvoston 15. elokuuta 2001 voimaan tullut ilmanlaatuasetus (711/2001) määrittelee bentseenin pitoisuudelle raja-arvon ulkoilmassa. Kalenterivuodelle lasketun keskiarvon raja-arvona on  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , olosuhteissa  $20 \text{ C}^\circ$  ja 101.3 kPa. Pitoisuuksien tulee olla raja-arvoa pienemmät 1.1.2010 mennessä. Saman asetuksen mukaan bentseenin analyysin vertailumenetelmä on standardisoitavana Euroopan standardisoimiskomiteassa (CEN). (Valtioneuvoston asetus 711/2001.)

Bensiinin jakelun ja varastoinnin osalta on tehty valtioneuvoston päätös (468/1996) bensiinin varastoinnista ja jakelusta aiheutuvien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjen rajoittamisesta. Päätös perustuu EPNDir:in (94/63 /EY) bensiinin varastoinnista ja sen jakelusta varastoalueilta huoltoasemille aiheutuvien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) päästöjen torjunnasta. Päätöksessä säädetään tavoite- ja raja-arvoja bensiinihöyryjen talteenottolaitteistojen (3 §), varastosäiliöiden (4§), kuljetettavien säiliöiden purkamisen ja kuormaamisen (5 §), sekä jakeluasemien säiliöiden täytöstä aiheutuvan kokonaishävikin tavoitearvoista. Bensiinihöyryn talteenoton osalta, laitteistojen poistokaasuissa höyryn tuntikeskiarvo saa olla korkeintaan  $35 \text{ g}/\text{Nm}^3$ . Varastoinnin ja jakeluasemien säiliöiden täyttymisen

osalta kokonaishävikin tavoitearvoksi 0.01 m-% vuotuisesta läpivirtauksesta. Kokonaishävikin tavoitearvo, kuljetettavien säiliöiden kuormaamisen ja purun osalta on 0,005 m-%:a vuotuisesta läpivirtauksesta. (Valtioneuvoston päätös 468/1996.)

TAULUKKO 1. Ympäristöluvan ja rekisteröintimenettelyn vaativat toiminnot, joissa syntyy VOC-päästöjä (mukaihen Valtioneuvoston asetus 435/2001, liite 1)

Laitos tai toiminta	Liuottimien kulutus	Menettely
julkaisusyväpainot	> 25 t/a	ympäristölupa
muut painolaitokset	> 15 t/a	ympäristölupa
tekstiilien/kartongin rotaatioseripaino	> 30 t/a	ympäristölupa
pintojen puhdistus	> 1 t/a	ympäristölupa
muu pintojen puhdistus	> 2-10 t/a	rekisteröinti
	> 10 t/a	ympäristölupa
ajoneuvojen maalaus ja	> 0-15 t/a	rekisteröinti
korjausmaalaus	> 15 t/a	ympäristölupa
jatkuvatoiminen nauhapinnoitus	> 25 t/a	ympäristölupa
muu pinnoitus sekä metallin, muovin, tekstiilien, folion ja paperin pinnoitus/maalaus	> 5-15 t/a	rekisteröinti
	> 15 t/a	ympäristölupa
puupintojen maalaus	> 15 t/a	ympäristölupa
nahan viimeistely	> 10-15 t/a	rekisteröinti
	> 15 t/a	ympäristölupa
lankalakkaus	> 5-15 t/a	rekisteröinti
	> 15 t/a	ympäristölupa
kemiallinen pesu (huom.! poikkeussäännös 5 §)	ei alarajaa	rekisteröinti
puun kyllästämisen	> 25 t/a	ympäristölupa
jalkineiden valmistus	> 5-10 t/a	rekisteröinti
	> 10 t/a	ympäristölupa
puun ja muovin laminointi	> 5-10 t/a	rekisteröinti
	> 10 t/a	ympäristölupa
liimaus	> 5-10 t/a	rekisteröinti
	> 10 t/a	ympäristölupa
maalien, lakkojen, liimojen ja painovärien valmistus	> 100 t/a	ympäristölupa
kuminjalostus	> 15 t/a	ympäristölupa
kasviöljyjen sekä eläinrasvojen uutto ja kasviöljyjen jalostustoiminnot	> 10 t/a	ympäristölupa
lääketeollisuus	> 50 t/a	ympäristölupa

#### 4.1 Voimassa olevat lait ja asetukset vuonna 2022

VOC-yhdisteiden päästöjen rajoittamiseen liittyy useita lakeja ja asetuksia sekä EU:n direktiivejä. Näiden kaikkien tarkoituksena on rajoittaa VOC-yhdisteiden päästöjä ja näin pyrkiä vähentämään niiden

ympäristö- ja terveyshaittoja. Lait ja asetukset voi jakaa karkeasti viiteen ryhmään: Ilmanlaatuun, ajoneuvojen päästöihin, laitostoimintojen päästöihin, maalien ja lakkojen sisältämiin orgaanisiin liuottimiin, sekä polttonesteiden jakeluun ja varastointiin liittyvät lait ja asetukset.

Ilmanlaatu:

- Ympäristönsuojelulaki (527/2014)
- VNA ilmanlaadusta (79/2017), tämän asetuksen vanha, kumottu versio oli VNA (711/2001)
- Ilmanlaatudirektiivi EPNDir (2008/50/EY) ilmanlaadusta ja sen parantamisesta
- Päästökattodirektiivi NECD (National Emission Ceilings Directive) EPNDir (2016/2284) tiettyjen ilman epäpuhtauksien kansallisten päästöjen vähentämisestä.

Ajoneuvojen päästöt:

- Tyyppihyväksyntädirektiivi EPNDir (EU) 2019/1161 puhtaiden ja energiatehokkaiden tieliikenteen moottoriajoneuvojen edistämisestä.
- Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2016/1628, liikkuviin työkoneisiin tarkoitettujen polttomoottoreiden kaasu- ja hiukkaspäästöjen raja-arvoihin ja tyyppihyväksyntään liittyvistä vaatimuksista, asetusten (EU) N:o 1024/2012 ja (EU) N:o 167/2013 muuttamisesta ja direktiivin 97/68/EY muuttamisesta ja kumoamisesta.

Laitostoimintojen päästöt:

- VNA (64/2015) eräiden orgaanisia liuottimia käyttävien toimintojen ja laitosten ilmaan johdettavien päästöjen rajoittamisesta, tämän asetuksen vanha, kumottu versio oli VNA (435/2001).
- Teollisuuspäästödirektiivi IED (the Industrial Emissions Directive) (2010/75/EU) teollisuuden päästöistä.

Maalien ja lakkojen sisältämät orgaaniset liuottimet:

- Tuote-VOC asetus, eli VNA (189/2022) orgaanisten liuottimien käytöstä eräissä maaleissa ja lakoissa sekä ajoneuvojen korjausmaalaustuotteissa aiheutuvien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjen rajoittamisesta. Tämän asetuksen vanhempi, kumottu versio oli VNA (837/2005).
- VOC-direktiivi, tai maalidirektiivi nimellä oleva EPNDir (2004/42/EY) orgaanisten liuottimien käytöstä tietyissä maaleissa ja lakoissa sekä ajoneuvojen korjausmaalaustuotteissa aiheutuvien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjen rajoittamisesta.

Bensiinin varastointi ja jakelu:

- VNA (1085/2011) bensiinihöyryjen talteenotosta jakeluasemilla, jonka aiempi kumottu versio oli VNp (468/1996) bensiinin varastoinnista ja jakelusta aiheutuvien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjen rajoittamisesta.
- EPNDir (2009/126/EY) bensiinihöyryn talteenotto-ohjelman toisesta vaiheesta, joka koskee moottoriajoneuvojen polttoainetäydennyksen yhteydessä huoltoasemilla tapahtuvaa talteenottoa, ja sen aiempi kumottu versio EPNDir (94/63/EY) bensiinin varastoinnista ja sen jakelusta varastoalueilta huoltoasemille aiheutuvien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) päästöjen torjunnasta.

#### 4.2 Kansalliset päästövähennysveloitteet VOC-yhdisteiden osalta

EU:n antama Päästökattodirektiivi (2016/2284) asettaa maittain veloitteita tiettyjen ilman epäpuhtauksien kansallisesta päästöjen vähentämisestä ja velvoittaa jäsenmaita laatimaan kansallisen ilmansuojeluohjelman. Yksi näistä päästöjen vähentämisen kohteena olevista epäpuhtauksista on VOC-yhdisteet ja tarkemmin NMVOC, eli VOC-yhdisteet pois lukien metaani. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2016/2284.) Ympäristönsuojelulain 149. § kansallisista päästövähennysveloitteista sanoo seuraavaa: ”Ihmisen toiminnasta peräisin olevia -- haihtuvien orgaanisten yhdisteiden lukuun ottamatta metaania (NMVOC)-päästöjä on päästökattodirektiivin 2 artiklan 1 kohdan tarkoittamilla alueilla vähennettävä vuosina 2020–2029 ja vuodesta 2030 alkaen noudattaen, mitä mainitun direktiivin 4 artiklan 1 kohdassa ja liitteessä II säädetään.” Lisäksi 149.c § määrittelee ympäristöministeriön valmistelemaan ilmansuojeluohjelman, jonka pohjalta päästökattodirektiivin kansalliset päästövähennysveloitteet toteutetaan ja direktiivin 1. artiklan mukaiset ihmisten terveyteen ja ympäristöön liittyvät tavoitteet saavutetaan. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014.) Direktiivi velvoittaa myös maat seuraamaan päästöjen kehitystä ja tekemään päästöinventaarioita, jotka toimitetaan EU:n komissiolle ja Euroopan ympäristökeskukselle (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2016/2284).

Taulukkoon 2 on poimittu päästökattodirektiivin vähennysveloitteet, VOC-päästöjen osalta, aikavälille 2020–2029 ja 2030 eteenpäin, kansallisen ilmansuojeluohjelman raportista. Taulukossa on direktiivissä asetetut prosentuaaliset päästövähennysveloitteet, vuodelle 2005 lasketusta kokonaispäästömäärästä, sekä niistä lasketut veloitteet kilotonneina vuodessa. Nämä lukuarvot ovat koko Suomea koskevia NMVOC-päästöjen kokonaismääriä. (Kansallinen ilmansuojeluohjelma 2030, 19)

TAULUKKO 2. Päästökattodirektiivin päästövähennysvelvoitteet 2020–2029 ja 2030 eteenpäin (mukaillen Kansallinen ilmansuojeluohjelma 2030, 19)

Suomen vanhat ja uudet NMVOC-päästövähennysvelvoitteet			
Vanhat velvoitteet v. 2010	Uusien velvoitteiden perusteena olevat v. 2005 päästöt	Uudet velvoitteet v. 2020–2029	Uudet velvoitteet v. 2030 alkaen
130kt	145kt	-35% (94,3 kt)	-48% (75,2 kt)

Ympäristöministeriön laatima kansallinen ilmansuojeluohjelma 2030 sisältää niitä toimia, joita tarvitaan Päästökattodirektiivin vaatimien päästövähennysvelvoitteiden saavuttamiseksi (Kansallinen ilmansuojeluohjelma 2030, 16). Päästöjen vähentämiseksi on tehty kansallisesti myös keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelma (KAISU), josta on säädetty ilmastolaissa (Ilmastolaki 423/2022). Suunnitelmassa on esitetty keinoja päästökaupan ulkopuolelle jäävien toimintojen kasvihuonepäästöjen vähentämiseksi ja tehostamiseksi (Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelma: Kohti hiili-neutraalia yhteiskuntaa 2035, 9–10). Ilman epäpuhtaudet aiheuttavat enneaikaisia kuolemia ja direktiivin tavoite on vähentää näitä, vuoden 2005 alkutilanteesta lähes puoleen, vuoteen 2030 mennessä. Päästövähennysvelvoitteet toteutuvat Suomen ympäristökeskuksen laskelmien mukaan olemassa olevilla, jo sovitulla toimenpiteillä. Ilmansuojeluohjelman asettamat tavoitteet ovat EU-lainsäädännön asettamaa tasoa tiukemmat. Tavoitteisiin päästäkseen Suomen strategia on lisätä liikenteen biopolttoaineita, sähköä ja kaasua, sekä lisätä uusiutuvan energia osuutta ja luopua kivihiilestä energiatuotannossa lähes kokonaan. (Kansallinen ilmansuojeluohjelma 2030, 9–11, 25.)

Suurimmat ilmapäästöjä aiheuttavat sektorit ovat: liikenne, energiantuotanto ja teollisuus sekä maatalous. VOC-yhdisteiden osalta energiatuotanto ja teollisuus on suuri päästölähde, ja näiden niin sanottujen direktiivilaitosten ja myös niitä pienempien laitosten päästöjä rajoitetaan ympäristönsuojelulain määräyksillä siten, että laitosten lupamääräykset perustuvat parhaan käyttökelpoisen tekniikan (BAT, best available techniques) käyttöön. (Kansallinen ilmansuojeluohjelma 2030, 28–29.) Liikenteen VOC-päästöjä on jo vähennetty, ja pyritään edelleen vähentämään, eri lainsäädäntöjen avulla. Autojen pakokaasupäästöjä vähennetään Euroopan parlamentin ja neuvoston antamalla Tyypinhyväksyntädirektiivillä ja siitä johdetuilla Euro-päästöluokka säädöksillä (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2019/1161). Henkilöautojen päästöluokat merkitään Euro 1 – Euro 6, seuraava tiukennus (Euro 7) on suunniteltu vuodelle 2025 (Henkilöautojen päästömääräykset 2022; Pakokaasupäästöjä koskevat normit EU:ssa. 2023). Raskaan kaluston luokat merkitään Euro I – Euro VI. Työ- ja pienkoneiden päästöjä säädellään Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksella (EU) 2016/1628 (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetetus 2016/1628) ja siitä johdetuilla päästöluokituksilla, Stage I – Stage V. (Työkoneet 2022.)

### 4.3 Laitostoimintojen luvanvaraisuus ja raja-arvoja orgaanisten liuottimien kulutukseen

Ympäristönsuojelulain (2014/527) 27 §:ssä määritellään yleinen luvanvaraisuus seuraavasti: ”Ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavaan toimintaan, josta säädetään liitteen 1 taulukossa 1 (*direktiivilaitos*) ja taulukossa 2, on oltava lupa (*ympäristölupa*)”. Saman lain 29 § ja 30 § määrittelee tarkemmin ilmoituksenvaraisten ja rekisteröitävän toiminnan luvanvaraisuuden. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014.)

EU:n Teollisuuspäästädirektiivissä (2010/75/EU) artiklan 3 kohdassa 3 määritellään niin sanotut direktiivilaitokset kiinteiksi teknisiksi kokonaisuuksiksi, ”jossa suoritetaan yhtä tai useampaa” (direktiivin) ”liitteessä I tai liitteessä VII olevassa osassa 1 mainittua toimintaa sekä mitä tahansa niihin suoranaisesti liittyvää samassa paikassa tapahtuvaa toimintaa, joka on teknisesti sidoksissa mainituissa liitteissä lueteltuun toimintaan ja joka mahdollisesti vaikuttaa päästöihin ja pilaantumiseen” (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/75/EU). VOC-päästöjen osalta näitä, ympäristöluvan vaativia, direktiivilaitoksia ovat ympäristönsuojelulain liitteessä 1 olevan taulukon 1 kohdassa 6 mainitut, orgaanisia liuottimia käyttävät toiminnat, jos tällaisen laitoksen orgaanisten liuottimien kulutuskapasiteetti ylittää 150 kg tunnissa, tai 200 tonnia vuodessa. Myös liitteen 1 taulukon 1, kohdissa 1–5 ja 7–14 mainitut direktiivilaitokset tarvitsevat ympäristöluvan, jos niiden orgaanisten liuottimien kulutus on kohdassa 6 mainittuja raja-arvoja suurempaa. Tällaisia laitoksia voi olla esimerkiksi metsäteollisuuteen kuuluva puun kyllästys, kemianteollisuus, jne. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014.)

Ympäristönsuojelulaissa määritellään myös muut luvanvaraiset, rekisteröintivelvolliset ja ilmoitusvelvolliset toiminnat, niiden orgaanisten liuottimien kulutuksen mukaan. Nämä toiminnat on lueteltu liitteessä 1 olevan taulukon 2, kohdassa 6. Tällaisia toimintoja ovat orgaanisia liuottimia käyttävä toiminta, jos se sisältää jotain seuraavista:

- ”Sellainen pintojen puhdistus orgaanisilla liuottimilla, jossa liuottimien kulutus on 1–200 t/a ja ne sisältävät vaaralausekkeella H340, H341, H350, H350i, H351, H360D tai H360F merkittyjä aineita ja seoksia.”
- Ympäristönsuojelulain liitteen 1 taulukossa erittelyt toiminnot, joissa orgaanisten liuottimien kulutus on yli 50, mutta korkeintaan 200 tonnia vuodessa.
- Ympäristönsuojelulain liitteen 1 taulukossa erittelyt toiminnot, joissa orgaanisten liuottimien kulutus on yli 25, mutta korkeintaan 200 tonnia vuodessa.
- Sellaiset erittelyt toiminnot, joille raja-arvona on annettu vain yli 50 t/a oleva liuottimien kulutus

- Sellaiset laitokset, joissa liuottimien kulutus on vähintään 10 t/a, tai huippukulutus vähintään 20 kg/h, kun liuottimen kulutuksesta vähennetään tuotteisiin sitoutunut osuus. Tähän luetaan mukaan myös sellaiset toiminnot, jossa raaka-aineiden sisältämästä ponne-, tai paisunta-aineesta vapautuu haihtuvia orgaanisia yhdisteitä. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014.)

Ympäristönsuojelulain nojalla annetussa Valtioneuvoston asetuksessa (64/2015) eräiden orgaanisia liuottimia käyttävien toimintojen ja laitosten ilmaan johdettavien päästöjen rajoittamisesta, säädetään tarkemmin osaa ympäristönsuojelulaissa lueteltuja luvanvaraisia ja rekisteröitäviä orgaanisia liuottimia käyttäviä toimintoja ja laitoksia (Valtioneuvoston asetus 64/2015).

Rekisteröintivelvolliset toiminnot määritellään ympäristönsuojelulain liitteessä 2, niiden orgaanisten liuottimien kulutuksen mukaan. Yleistäen toiminnalle riittää rekisteröinti-ilmoitus, jos orgaanisten liuottimien kulutus on enintään 50 t/a. Alaraja rekisteröintivelvoitteelle vaihtelee 2–10 t/a, toiminnan mukaan. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014.) Eri toiminnoille asetetut raja-arvot ympäristöluvan ja rekisteröintivelvoitteen osalta on lueteltu tarkemmin taulukossa 3. Siinä on vuoden 2001 asetuksen säätämät raja-arvot (Valtioneuvoston asetus 435/2001), sekä nykyiset voimassa olevat, vuonna 2014 ympäristönsuojelulain liitteessä 1 ja 2 säädettyt raja-arvot. Ilmoituksenvaraiset toiminnot on määritelty ympäristönsuojelulain liitteessä 4. Näissä ilmoituksenvaraisissa toiminnoissa ei ole eritelty orgaanisten liuottimien ja VOC-yhdisteiden osalta raja-arvoja. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014.)

TAULUKKO 3. Eri toiminnoille asetettuja raja-arvoja (mukailten Valtioneuvoston asetus 435/2001; Ympäristönsuojelulaki 527/2014)

Toimintojen raja-arvot ennen vuotta 2005			Toimintojen raja-arvot 2022	
Laitos tai toiminta	Liuottimien kulutus	Menettely	Liuottimien kulutus	Menettely
Julkaisusyväpainot	> 25 t/a	ympäristölupa	10-50 t/a	rekisteröinti
Muut painolaitokset	> 15 t/a	ympäristölupa	50-200 t/a	ympäristölupa
Tekstiilien/kartongin rotaatioseripaino	> 30 t/a	ympäristölupa		
Kylmäoffset- painatustoiminta	-	-	>50 t/a	ympäristölupa
Pintojen puhdistus				
Pintojen puhdistus orgaanisilla liuottimilla, jotka sisältävät vaaralausekkeella H340, H341, H350, H350i, H351, H360D tai H360F merkittyjä aineita ja seoksia	> 1 t/a	ympäristölupa	1-200 t/a	ympäristölupa
Muu kuin edellisessä kohdassa tarkoitettu pintojen puhdistus	> 2-10 t/a > 10 t/a	rekisteröinti ympäristölupa	2-50 t/a 50-200 t/a	rekisteröinti ympäristölupa
Ajoneuvojen maalaus ja korjausmaalaus	> 0-15 t/a	rekisteröinti	<50 t/a	rekisteröinti
Ajoneuvojen alkuperäinen maalaus sekä	> 15 t/a	ympäristölupa	50-200 t/a	ympäristölupa
Muu pinnoitus sekä metallin, muovin, tekstiilien, folion ja paperin pinnoitus/maalaus	> 5-15 t/a > 15 t/a	rekisteröinti ympäristölupa	5-50 t/a 50-200 t/a	rekisteröinti ympäristölupa
Lankalakkaus	> 5-15 t/a > 15 t/a	rekisteröinti ympäristölupa	5-50 t/a 50-200	rekisteröinti ympäristölupa
Jalkineiden valmistus	> 5-10 t/a > 10 t/a	rekisteröinti ympäristölupa	5-50 t/a 50-200	rekisteröinti ympäristölupa
Puun ja muovin laminointi	> 5-10 t/a > 10 t/a	rekisteröinti ympäristölupa	5-50 t/a 50-200	rekisteröinti ympäristölupa
Liimaus	> 5-10 t/a > 10 t/a	rekisteröinti ympäristölupa	5-50 t/a 50-200	rekisteröinti ympäristölupa
Puupintojen maalaus	> 15 t/a	ympäristölupa	10-50 t/a 50-200	rekisteröinti ympäristölupa
Nahan viimeistely	> 10-15 t/a > 15 t/a	rekisteröinti ympäristölupa	10-50 t/a 50-200	rekisteröinti ympäristölupa
Kuminjalostus	> 15 t/a	ympäristölupa	10-50 t/a 50-200	rekisteröinti ympäristölupa
Kasviöljyjen sekä eläinrasvojen uutto ja kasviöljyjen jalostustoiminnot	> 10 t/a	ympäristölupa	10-50 t/a >50 t/a	rekisteröinti ympäristölupa
Jatkuvatoiminen nauhapinnoitus	> 25 t/a	ympäristölupa	25-200 t/a	ympäristölupa
Puun kyllästäminen	> 25 t/a	ympäristölupa	25-200 t/a	ympäristölupa
Maalien, lakkojen, liimojen ja painovärien valmistus	> 100 t/a	ympäristölupa	>50 t/a	ympäristölupa
Lääketeollisuus	> 50 t/a	ympäristölupa	>50 t/a	ympäristölupa
Kemiallinen pesu				
Huom.! poikkeussäännös 5 §	ei alarajaa	rekisteröinti		

#### 4.4 Maalien ja lakkojen sisältämille orgaanisille liuottimille asetettuja raja-arvoja

Maalit ja lakat sekä autojen korjausmaalaukseen tarkoitettut tuotteet sisältävät haihtuvia orgaanisia yhdisteitä, jotka voivat aiheuttaa ympäristön ja ilman pilaantumista. EU:n VOC-direktiivin (2004/42/EY) pohjalta annetussa valtioneuvoston asetuksessa (837/2005) orgaanisten liuottimien käytöstä eräissä maaleissa ja lakoissa sekä ajoneuvojen korjausmaalauksetuotteissa aiheutuvien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjen rajoittamisesta, on asetettu tällaisten tuotteiden sisältämille VOC-yhdisteille

enimmäisraja-arvoja. Raja-arvot on määritelty asetuksen 3 §:ssä. Taulukkoon 4 on koottu asetuksen liitteessä 2 eri tuotteille ilmoitetut VOC-pitoisuuden raja-arvot, asetuksen ensimmäisessä vaiheessa 2007 ja toisessa vaiheessa 2010 alkaen. (Valtioneuvoston asetus 837/2005.) Toisessa vaiheessa ilmoitetut raja-arvot ovat myös uusimman asetuksen (VNA 189/2022) liitteen 2 mukaisia, edelleen voimassa olevia raja-arvoja. Asetuksen 4 §:n mukaan myytäviin, asetuksen määrittelemiin tuotteisiin, täytyy merkitä niiden sisältämän tuotteen alaluokka, VOC-pitoisuuden raja-arvo sekä VOC-yhdisteiden enimmäispitoisuus käyttövalmiissa tuotteessa. Taulukossa 5 on esitetty raja-arvot autojen korjausmaalien sisältämille VOC-pitoisuuksille, asetuksen (VNA 189/2022) liitteessä 2 olevan taulukon 2 mukaan. (Valtioneuvoston asetus 189/2022.)

TAULUKKO 4. Eri tuotteille asetetut VOC-pitoisuuden raja-arvot vaiheessa 1 ja 2 (mukaillen Valtioneuvoston asetus 837/2005; Valtioneuvoston asetus 189/2022)

Tuotteen alaluokka	Tyyppi <sup>1</sup>	I vaihe g/l <sup>2</sup>	II vaihe g/l <sup>2</sup>
		(1.1.2007 alkaen)	(1.1.2010 alkaen)
Sisäseinien ja -kattojen himmeät maalit ja pinnoitteet (kiiltoarvo enintään 25 yksikköä 60°:n heijastuskulmalla)	VO	75	30
	LO	400	30
Sisäseinien ja -kattojen kiiltävät maalit ja pinnoitteet (kiiltoarvo yli 25 yksikköä 60°:n heijastuskulmalla)	VO	150	100
	LO	400	100
Mineraalialustaisten julkisivujen maalit ja pinnoitteet	VO	75	40
	LO	450	430
Sisä- ja ulkoverusteiden ja ulkoverhousten maalit puu- ja metallipinnoille	VO	150	130
	LO	400	300
Sisä- ja ulkolakat ja kuultavat pintakäsittelyaineet, peittävät puunsuojat mukaan luettuina	VO	150	130
	LO	500	400
Erittäin ohutkalvoiset puunsuojat	VO	150	130
	LO	700	700
Pohjamaalit	VO	50	30
	LO	450	350
Pohjustusaineet	VO	50	30
	LO	750	750
Yksikomponenttiset erikoispinnoitteet	VO	140	140
	LO	600	500
Kaksikomponenttiset reaktiiviset erikoispinnoitteet erityisiin käyttötarkoituksiin kuten lattiapinnoille	VO	140	140
	LO	550	500
Moniväripinnoitteet	VO	150	100
	LO	400	100
Koriste- ja sisustusmaalit	VO	300	200
	LO	500	200

<sup>1</sup> vesiohenteinen (VO) tai liuotinohenteinen (LO)

<sup>2</sup> g/l käyttövalmista tuotetta

TAULUKKO 5. VOC-pitoisuuksien raja-arvoja autojen korjausmaaleissa (mukaillen Valtioneuvoston asetus 189/2022)

Tuotteen alaluokka	Maalit ja pinnoitteet	VOC g/l <sup>(1)</sup>
Esikäsittely- ja puhdistusaineet	Esikäsittely	850
	Esipuhdistusaineet	200
Täytetasoitteet/kitit	Kaikentyypiset	250
Pohjamaalit	Hiomamaalit/pintatasoitteet ja yleiset metallipohjamaalit	540
	Happopohjamaalit	780
Pintamaalit	Kaikentyypiset	420
Erikoispinnoitteet	Kaikentyypiset	840

<sup>(1)</sup> "g/l käyttövalmista tuotetta. Lukuun ottamatta esikäsittely- ja puhdistusaineita, joissa käyttövalmiin tuotteen vesipitoisuus olisi vähennettävä."

#### 4.5 Bensiinin varastointi ja jakelu

Alkuperäisen selvityksen tekoajanaan vuonna 2005 oli jo voimassa EU:n direktiivin (94/63/EY) pohjalta annettu valtioneuvoston päätös (468/1996) bensiinin varastoinnista ja jakelusta aiheutuvien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjen rajoittamisesta. Näissä määriteltiin bensiinihöyryn talteenotto-ohjelman ensimmäinen vaihe ja niiden tavoitteena oli ottaa talteen bensiinin varastoinnista ja sen jakelusta huoltoasemille aiheutuvat bensiinihöyrypäästöt. (Valtioneuvoston päätös 468/1996; Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 94/63/EY.)

Talteenotto-ohjelman toinen vaihe käynnistyi vuonna 2009, kun EU antoi uuden direktiivin (2009/126/EY) bensiinihöyryn talteenotto-ohjelman toisesta vaiheesta, joka koskee moottoriajoneuvojen polttoainetäydennyksen yhteydessä huoltoasemilla tapahtuvaa talteenottoa. Tässä direktiivissä tuotiin mukaan myös moottoriajoneuvojen takkauksen yhteydessä vapautuvien bensiinihöyryjen talteenotto. Moottoriajoneuvoa tankatessa polttoainetankissa oleva ilma syrjäytyy ja vapautuu ulkoilmaan, ellei sitä jollain tavoin oteta talteen. Direktiivin tarkoituksena on, että tämä talteen otettu bensiinihöyry siirretään varastosäiliöön ja siitä takaisin jakelulaitteistoon. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/126/EY.)

Direktiivin pohjalta on Suomessa annettu valtioneuvoston asetus (1085/2011) bensiinihöyryjen talteenotosta jakeluasemilla. Asetuksen 3 § määrittelee talteenottojärjestelmän vaatimukset, 4 § bensiinihöyryn talteenoton vähimmäistason ja 7 § siirtymäsäännökset. Asetuksessa raja-arvot ja voimaantuloajat ovat direktiiviä vastaavalla tavalla seuraavasti:

- 1.1.2012 jälkeen rakennettu huoltoasema täytyy varustaa toisen vaiheen talteenotto-ohjelman laitteistolla, ”jos sen:
  - 1) todellinen tai suunniteltu bensiinin läpivirtaus on yli 500 m<sup>3</sup> vuodessa; tai
  - 2) todellinen tai suunniteltu bensiinin läpivirtaus on yli 100 m<sup>3</sup> vuodessa ja huoltoasema sijaitsee pysyvän asuin- tai työtilan alla”.
- Olemassa olevat huoltoasemat täytyy varustaa vastaavilla laitteistolla merkittävien muutostöiden yhteydessä, yllä olevien bensiinin läpivirtaus raja-arvojen mukaan.
- Ja olemassa oleviin jakeluasemiin täytyy asentaa vastaavat laitteistot viimeistään 31.12.2018, ”jos bensiinin läpivirtaus jakeluasemalla on yli 3 000 m<sup>3</sup> vuodessa”.

Asetuksessa määritellään, direktiiviä vastaavasti, talteen otettavan höyryn ja bensiinin suhteille raja-arvot ja laitteistojen talteenottotehokkuuden tarkastamisesta. (Valtioneuvoston asetus 1085/2011.)

Valtioneuvoston asetus (314/2020) nestemäisten polttoaineiden jakeluasemien ympäristönsuojeluvuatuimuksesta, niin sanottu JANO-asetus, säätää rekisteröintivelvollisiksi kaikki polttoaineiden jakeluasemat, joiden polttoainesäiliöiden kokonaistilavuus on vähintään 10 m<sup>3</sup>. JANO-asetuksella myös säädelään toiminnan tarkemmista säännöksistä. (Valtioneuvoston asetus 314/2020.) Rekisteröintivelvoite polttoaineiden jakeluasemille tulee Ympäristönsuojelulain (527/2014) 116 §:stä ja toiminnan ympäristönsuojeluvuatuimuksesta säädetään saman lain 10 §:ssä. Lisäksi asemilla voi olla tietyissä tilanteissa ympäristölupavaatimus, tästä säädetään tarkemmin ympäristönsuojelulain 30 §:ssä. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014.)

#### **4.6 Bentseenin raja-arvo 2022**

EU:n ilmanlaatudirektiivin (2008/50/EY) pohjalta annetun valtioneuvoston ilmanlaatuasetuksen (79/2017) 4. § määrittelee raja-arvot eräille ilman epäpuhtauksille. Näiden epäpuhtauksien joukossa on VOC-yhdisteiden osalta edelleen ainoastaan bentseeni ja sen raja-arvoksi on asetettu sama, jo aiemmin voimassa ollut, raja-arvo 5 µg/m<sup>3</sup>. Kyseinen raja-arvo lasketaan kalenterivuoden keskiarvona. Asetuksessa on myös säädetty ilmanlaadun seuranta-alueista yleisesti sekä erikseen bentseenin osalta. Seuranta-alueet on lueteltu asetuksen liitteessä 1. (Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta 79/2017.)

Bentseenin terveyshaittojen ehkäisemiseksi, sille on asetuksessa säädetty myös ylempi- ja alempiarviointikynnys. Asetuksen 11 §:n mukaan arviointikynnysten tarkoituksena on määrittellä raja-arvot, joiden jälkeen bentseenin pitoisuutta ilmassa täytyy seurata. Nämä bentseenipitoisuuden kynnsarvot on ilmoitettu asetuksen liitteen 2 kohdassa 6 siten, että ylempi arviointikynnys on 70 % vuosiraja-arvosta ( $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ja alempi arviointikynnys 40 % vuosiraja-arvosta ( $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Alemman arviointikynnyksen alapuolella seurannaksi riittää mallintaminen, tai päästökartoitus seuranta-alueelta. Alemman arviointikynnyksen ylittyessä voidaan seurannassa käyttää mallintamista, suuntaa antavia mittauksia, tai jatkuvatoimista mittausta. Ylemmän arviointikynnyksen ylittyessä jatkuvatoimiset mittaukset ovat ensisijainen seurantamenetelmä. (Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta 79/2017.)

## 5 KOKKOLAN VOC-PÄÄSTÖT VUONNA 2002

### 5.1 Luonto

Luonnossa hiilivetyypäästöt syntyvät pääasiassa puista vapautuvista terpeenipäästöistä. Suomessa luonto ja eritoten metsät ovat suurin yksittäinen VOC-päästöjen lähde. Suomen luonnon aiheuttamat VOC-päästöt on arvioitu olevan noin 320 000 tonnia. Luonnon päästöjen osuus Suomen kokonaispäästöistä on noin kaksinkertainen. (Lindfors & Laurila 2000, 95.)

Kokkolassa luonnon osuus oli selvästi pienempi, koska tulos perustuu metsien pinta-alaan suhteutettuun arvioon. Kokkolan asukasluku suhteutettuna metsien pinta-alaan vuonna 2005 oli suuri, tämä selittää eron päästöjen suhteissa. Arvion tarkkuus voi vaihdella puurakenteen mukaan. Kokkolan metsäpinta-ala oli 3 020 hehtaaria. Metsäpinta-alaan suhteutettuna luonnon aiheuttamiksi hiilivetyypäästöiksi arvioitiin Kokkolan alueella 62 tonnia vuodessa (Lyly ym. 2000; Kuntien tunnusluvut 2003.)

### 5.2 Liikenne

#### 5.2.1 Liikenteen hiilivetyypäästöjen lähteet ja laskentaperusteet

Liikenteeseen kuuluvia päästölähteitä tieliikenteen lisäksi on: veneily, rautatieliikenne, lentoliikenne sekä työ- ja pienkoneet. Liikenteen kokonaispäästöihin lasketaan myös huoltamotoiminta (Lyly ym. 2000).

Kokkolan alueen päästömääriä laskettaessa on käytetty Valtion Teknillisen tutkimuskeskuksen VTT:n LIPASTO-laskentajärjestelmää. LIPASTO on Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmä, jonka on toteuttanut ja ylläpitää VTT. LIPASTO 2003-laskentajärjestelmä sisältää omat alamallinsa tie-, rautatie-, vesi-, ja ilmaliikenteelle (LIISA 2003, RAILI 2003, MEERI 2003 ja ILMI 2003). LIPASTO 2003 sisältää myös työkoneiden laskentamallin TYKO 1999, joka on VTT:n rakennus- ja yhdyskuntatekniikassa toteutettu Suomen työkoneiden päästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmä.

Liikenteen hiilivetyypäästöissä on mukana myös metaani, jota ei yleensä lasketa mukaan VOC - päästöihin. Poikkeuksena liikenteen hiilivetyypäästöissä on kuitenkin pien- ja työkoneiden päästöt, joissa VTT:n LIISA-laskentajärjestelmän mukaan ei ole huomioitu metaania. (LIPASTO 2003.)

### **5.2.2 Tieliikenne**

Liikenteen päästöt syntyvät pääasiassa tieliikenteestä. Tieliikenteen osalta tiedot on saatu VTT:n LIISA 2003-laskentajärjestelmästä. Järjestelmän tiedot on koottu pitkältä aikaväliltä ja laskenta perustuu useaan eri muuttujaa, joten päästömäärien voidaan olettaa olevan tarkkoja. Tieliikenteen hiilivetyypäästöt perustuvat arvioon koko Suomen katusuoritteesta ja se on jaettu kuntien väkiluvun suhteessa kunnille.

Koko maan tieliikenteen hiilivetyypäästöt vuonna 2002 olivat VTT:n LIISA 2003-laskentajärjestelmän mukaan 37 490 tonnia. Tästä Kokkolan osuus oli 189 tonnia, joka sisältää myös moottoripyörä- ja mopoliikenteen. (LIPASTO 2003.)

### **5.2.3 Rautatieliikenne**

RAILI 2003-laskentamallissa arvioidaan päästöjä rataosuuksittain ja rataosuuksien pituudet tuntien voitaisiin tehdä myös kuntakohtainen arvio. Kokkolan osalta on arvioitu vain keskustassa sijaitsevan ratapihan aiheuttamat päästöt. Ykspihlajan teollisuusalueen rataosuuksilla on myös vilkas junaliikenne ja tämän vuoksi arvio Kokkolan osalta voi olla todellista pienempi. Muulta osin rataosuuksien päästömäärät kuntakohtaisesti ovat suhteellisen pienet ja rautatieliikenteen päästöt ovat niin vähäisiä, suhteessa koko liikenteen aiheuttamiin päästöihin, että niiden mahdollinen virhe ei vaikuta kokonaispäästömäärään paljonkaan.

Rautatieliikenteen kokonaispäästöt Suomessa vuonna 2002 olivat 184 tonnia, josta Kokkolan ratapihan päästöiksi arviointiin noin 0,8 tonnia. Rautatieliikenteen hiilivetyypäästöt eivät sisällä sähköjunaliikennettä. (LIPASTO 2003.)

#### 5.2.4 Vesiliikenne

MEERI 2003-laskentamallissa tulokset saadaan sekä valtakunnallisesti, että satamakohtaisesti. Suomen vesiliikenteen hiilivetyjen kokonaispäästöt vuonna 2002 olivat 8 859 tonnia, josta Kokkolan osuudeksi arvioitiin noin 2 tonnia. Vesiliikenteen hiilivetyypäästöt sisältävät kotimaan kauppamerenkulun lisäksi jäänmurtajat, työveneet ja huviveneet. (LIPASTO 2003.)

#### 5.2.5 Työ- ja pienkoneet

Päästöt syntyvät raskaista työkoneista ja julkisessa, että yksityiskäytössä olevista pienkoneista: kuten ruohonleikkurit, lehtipuhaltimet, moottorisahat ja muut moottorikäyttöiset pienkoneet. Poiketen muista liikenteen hiilivetyypäästöistä, työ- ja pienkoneiden päästöissä ei ole mukana metaania (NMVOC). Kokkolassa työ- ja pienkoneiden hiilivetyypäästöt ovat noin kolmasosa tieliikenteen kokonaispäästöistä, LIISA-laskentajärjestelmän mukaan perinteisesti työkoneiden päästöjen on arvioitu olevan noin neljäsosa tieliikenteen päästöistä.

Työ- ja pienkoneiden kokonaishiilivetyypäästöt Suomessa vuonna 2002 olivat 13 888 tonnia. Työ- ja pienkoneiden hiilivetyypäästöjen on arvioitu olevan suhteessa tieliikenteen päästöihin. Kun tieliikenteen päästöt Kokkolassa olivat 0,5 % koko Suomen päästöistä, niin Kokkolan työ- ja pienkoneiden hiilivetyypäästö määräksi vuonna 2002 saatiin 69,5 tonnia. (LIPASTO 2003.)

#### 5.2.6 Huoltamotoiminta

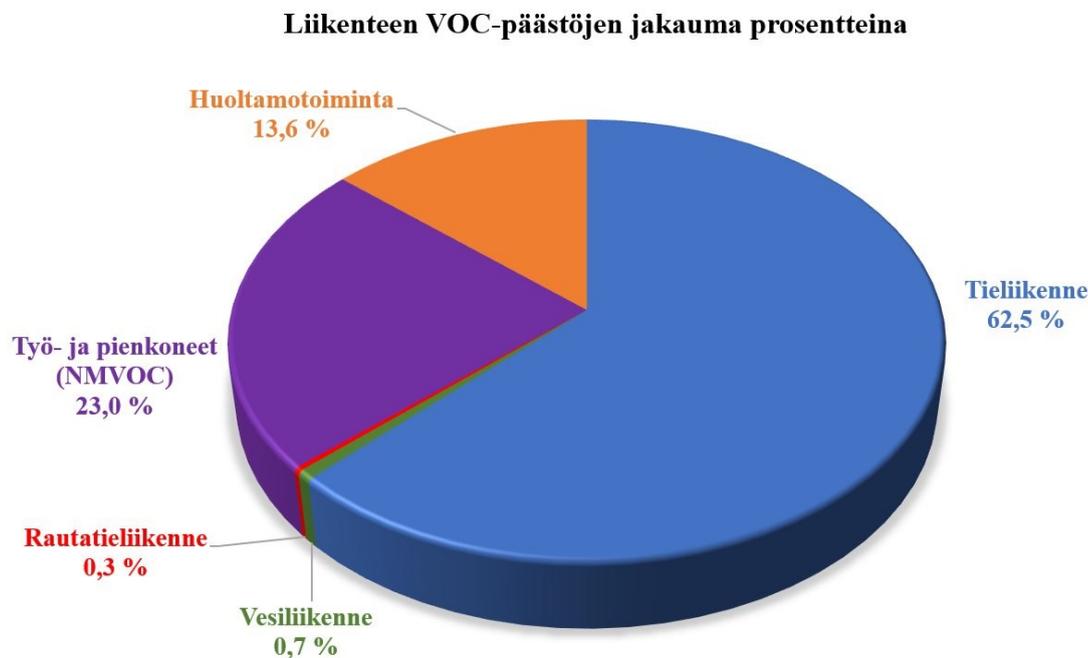
Huoltamotoiminta on tärkeällä sijalla tutkimuksessa, koska sen aiheuttamissa päästöissä oleva bensiini on ainut yksittäinen yhdiste, jonka pitoisuudelle ilmassa on asetettu raja-arvo. Kaiken kaikkiaan tavallinen bensiini sisältää noin 150–200 eri hiilivety-yhdistettä. Huoltamotoiminnan benseenipäästöt syntyvät säiliöiden täytön ja ajoneuvojen tankkauksen yhteydessä vapautuvista höyryistä.

Vuonna 2002 Kokkolan alueella oli 15 polttonesteen jakelupistettä. Huoltamotoiminnan hiilivetyypäästöjen selvittäminen yrityskyselyin ei antanut toivottuja tietoja, joten päästöt arvioitiin VTT:n LIISA-tietokannasta saatavilla liikenteen polttonesteenkulutusmäärillä ja Helsingissä 1999 tehdyn selvityksen pohjalta. Voidaan olettaa, että polttonesteen kulutus on suoraan verrannollinen huoltamotoiminnan

päästöihin. Vuonna 1999 Helsingin jakeluasemien päästöiksi arvioitiin 440 t/a, vuoteen 2002 mennessä polttonesteenkulutus oli kasvanut 4 %. Olettaen että polttonesteenkulutus on suoraan verrannollinen huoltamotoiminnan päästömäärään, oli Helsingin huoltamotoiminnan vuoden 2002 päästömäärä 458 tonnia. Kokkolassa polttonesteenkulutus vuonna 2002 oli 9 % Helsingin kulutuksesta, tästä saadaan Kokkolan huoltamotoiminnan hiilivetyypäästöjen määräksi noin 41 tonnia. Taulukossa 6 on esitetty liikenteen arvioidut VOC-kokonaispäästöt lähteittäin Kokkolassa 2002. Kuviossa 1 on esitetty, taulukon 6 pohjalta, liikenteen VOC-päästölähteiden prosentuaalinen jakauma lähteittäin. (Lyly ym. 2000; Kurki, Rasmus, & Linkola 1996; Kokkolan Yritys- ja Toimipaikkaluettelo 2000; LIPASTO 2003.)

TAULUKKO 6. Liikenteen arvioidut kokonaispäästöt ja jakauma Kokkolassa 2002 (mukaillen Lyly ym. 2000; Kurki, Rasmus, & Linkola 1996; Kokkolan Yritys- ja Toimipaikkaluettelo 2000; LIPASTO 2003)

<b>Liikenteen VOC-päästöt Kokkolassa 2002 [t/a]</b>	
Tieliikenne	189,0
Vesiliikenne	2,0
Rautatieliikenne	0,8
Työ- ja pienkoneet (NMVOC)	69,5
Huoltamotoiminta	41,0
<b>Liikenne yhteensä</b>	<b>302,3</b>



KUVIO 1. Liikenteen päästöjen prosentuaalinen jakauma lähteittäin Kokkolassa vuonna 2002

### 5.3 Rakennusmaalaus ja maalien kotikäyttö

1990-luvun alussa suomalaisten ja ruotsalaisten arvioiden mukaan liuotinainepäästöt, käytettäessä lakkoja, maaleja ja ohenteita ovat noin 2,0–2,2 kg/asukas. Maalien liuotinainepitoisuuden ovat laskeneet tämän jälkeen ja arvio voi olla suurempi, kuin todellinen määrä. Rakennusmaalien ja maalien yksityiskäytön osuus ihmistoiminnan kokonaispäästöistä Kokkolassa oli noin 11 %. Helsingissä vuonna 1999 tehdyssä tutkimuksessa oli osuudeksi saatu noin 18 %. Kun Kokkolan asukasluku vuonna 2002 oli 35 554 ja käytettäessä arvoa 2,0 kg/asukas, rakennusmaalauksen kokonaispäästökseksi saatiin noin 71 tonnia. (Lyly ym. 2000.)

### 5.4 Kulutustuotteiden päästöt

Kulutustuotteiden päästöt syntyvät henkilökohtaisista hygieniatuotteista, yleisten tilojen ja kotitalouksien puhdistusaineista, konttoritarvikkeista, sairaanhoitotuotteista ja vastaavista kulutustuotteista. Henkilökohtaiset hygieniatuotteet sisältävät kaikki kotitalouksissa käytetyt liuotinaineet ja muita haihtuvia hiilivetyjä sisältävät tuotteet. Näiden tuotteiden osalta Ruotsissa 1990-luvulla on arvioitu hiilivetyypäästöiksi 1,5 kg/asukas. Myös kulutustuotteiden liuotinainepitoisuuden ovat laskeneet tämän jälkeen ja arvio voi olla suurempi kuin todellinen määrä. Kokkolan asukasluvun ollessa 35 554 vuonna 2002, saatiin kulutustuotteiden VOC-päästökseksi Kokkolassa noin 53 tonnia. (Lyly ym. 2000.)

### 5.5 Kiinteistökohtainen lämmitys

Kiinteistökohtaisen lämmityksen tiedot on saatu teollisuuden ja energiantuotannon VAHTI-tietojärjestelmästä. Näissä tiedoissa, hiilivetyjä käsiteltäessä tarkoitetaan hiilivetyjä ilman metaania (NMVOC). Kiinteistökohtaisen lämmityksen päästöt on järjestelmässä esitetty kuntakohtaisesti. Ne jakautuvat kuntiin tasaisemmin, kuin teollisuuden ja energiantuotannon päästöt. Maaseutumaisissa kunnissa kiinteistökohtaisen lämmityksen päästöt ovat suhteessa suuremmat ja näkyvät erityisesti hiukkasten ja hiilivetyjen päästömäärissä. Korkeat hiukkasten ja hiilivetyjen ominaispäästöt ovat pienten polttokattiloiden erityispiirre. VAHTI-tietojärjestelmän mukaan kiinteistökohtaisen lämmityksen hiilivetyypäästöt Kokkolassa vuonna 2000 olivat 121 tonnia. (Koljonen 2004a.)

## 5.6 Eri laitostoimintojen päästöt

### 5.6.1 Teollisuus ja energiantuotanto

Kokkolan alueella toimi vain muutama suuryritys, joilla oli tiedot myös VOC-päästöistä. Valtaosa selvityksen kohteena olleista yrityksistä oli pieniä tai keskisuuria. Suuret yritykset tuottavat kuitenkin valtaosan VOC-kokonaispäästöistä.

Suurteollisuuteen kuuluvista yrityksistä Neste Oil Oyj:n Kokkolan terminaali on Ykspihlajan teollisuusalueella sijaitseva polttonestevarasto, jonka suurimmat VOC-päästöt syntyvät autolastauksien yhteydessä. Yrityksellä on ollut vuodesta 1998 lähtien käytössä autolastauksessa syntyvien syrjäytyskaasujen talteenottolaitos. Talteenottolaitos vastaanottaa myös säiliöautojen talteen ottamat, huoltoasemilla kuormanpurkauksen yhteydessä syntyneet syrjäytyskaasut. Talteenottolaitoksella on ollut merkittävä vaikutus VOC-päästöjen vähenemiseen. Vuoden 1997 jälkeen, jolloin talteenottolaitos ei vielä ollut käytössä, vuotuinen toimitusmäärä on kasvanut yli 100 tonnia, päästöjen kuitenkin pienentyessä noin 15 tonnia. Vuonna 2002 Neste Oil Oyj:n VOC-päästöt olivat 43,7 tonnia. OMG Kokkola Chemicals Oy on kemianalan yritys, joka valmistaa erilaisia teollisuuskemikaaleja. OMG Kokkola Chemicals Oy:n VOC-päästöt vuonna 2001 olivat 42 tonnia.

Muita suuria teollisuus- ja energiantuotantolaitoksia ovat mm. Boliden Kokkola Oy, Kemira Oyj, KemFine Oy, Fortum Power and Heat Oy, Kokkolan Energia ja Kokkolan Voima Oy. Näiltä yrityksiltä ei ollut saatavilla tarkkoja tietoja VOC-päästöistä, mutta teollisuuden kokonaispäästömääriin näillä voi olla suurikin vaikutus. Tuotannon luonteen ja yritysten koon pohjalta näiden laitosten hiilivetyypäästöiksi vuonna 2002 arvioitiin yhteensä noin 10 tonnia.

Teollisuuden ja energiantuotannon kokonaishiilivetyypäästöt, saatujen tietojen ja arvion perusteella, olivat Kokkolassa vuonna 2002 yhteensä noin 96 tonnia. (Kokkolan Yritys- ja Toimipaikkaluettelo 2000; Yrityskyselyt 2004; Koljonen 2004b.)

### 5.6.2 Pienteollisuus ja muut toiminnot

Tähän ryhmään kuuluvia toimintoja ovat: metallin, metallituotteiden, koneiden ja laitteiden valmistus sekä muu teollinen toiminta. Kokkolan alueella toimii useita kymmeniä pieniä teollisuusalan yrityksiä,

joilla on hiilivetyypäästöjä pienessä mittakaavassa. Selvitystä näiden toimialojen päästöistä tehtiin yritys-kyselyillä.

Tutkituista yrityksistä vain yksi (Blaxar Oy, pintakäsittelyalan yritys) ilmoittaa vuosittain myös VOC-päästöt, jotka ovat suuruudeltaan 4 t/a. Muita samaan ryhmään kuuluvia yrityksiä oli Kokkolan alueella vuonna 2002 noin 30 kpl, esimerkiksi useita veneiden valmistukseen erikoistunutta yritystä sekä muovi- ja lasikuituteollisuuden yrityksiä.

Pienteollisuuden ja muiden toimintojen osalta vuosittaiset hiilivetyypäästöt on arvioitu karkeasti seuraavalla tavalla toiminnan ja tuotannon mukaan: pienemmät yritykset 100 kg/a ja keskisuuret 200 kg/a. Pienteollisuuden ja muiden toimintojen kokonaispäästöiksi arvioitiin noin 8 t/a. (Kokkolan Yritys- ja Toimipaikkaluettelo 2000; Yrityskyselyt 2004.)

### **5.6.3 Painotoiminta**

Painotoiminnassa syntyvät hiilivetyypäästöt ovat lähtöisin painovärien sisältämistä liuottimista ja niiden ohentamiseen käytettävistä liuottimista, sekä painokoneiden puhdistusaineista ja painopinnan kostutusaineista. Painotoiminnasta aiheutuvien VOC-päästöjen osuudet ovat pienentyneet selvästi, koska käyttöön ovat tulleet vesiohenteiset painovärit. (Lyly ym. 2000.)

Painotoiminnan aiheuttamista hiilivetyypäästöistä Kokkolan alueella ei ollut tietoja saatavilla. Kokkolassa toimi vuonna 2005 vain yksi suurempi painoalan yritys, joten painotoiminnan VOC-päästöjen osuus arvioitiin pieneksi.

### **5.6.4 Ajoneuvojen maalaus ja korjausmaalaus**

Vuonna 2002 Kokkolan alueella toimi 10 yritystä, jotka tekivät päätoimisesti ajoneuvojen maalaus- töitä. Kyselyjen perusteella näiden yritysten maalinkulutus oli vuositasolla 150–1000 l/laitos ja muiden liuottimien käyttö 30–500 l/laitos vuodessa. Kirjallisuuslähteissä maalien kuiva-ainepitoisuuksiksi oli arvioitu 30–50 %, kyselyt kuitenkin osoittivat, että maalien kuiva-ainepitoisuudet olivat nousseet jopa 80 %:iin.

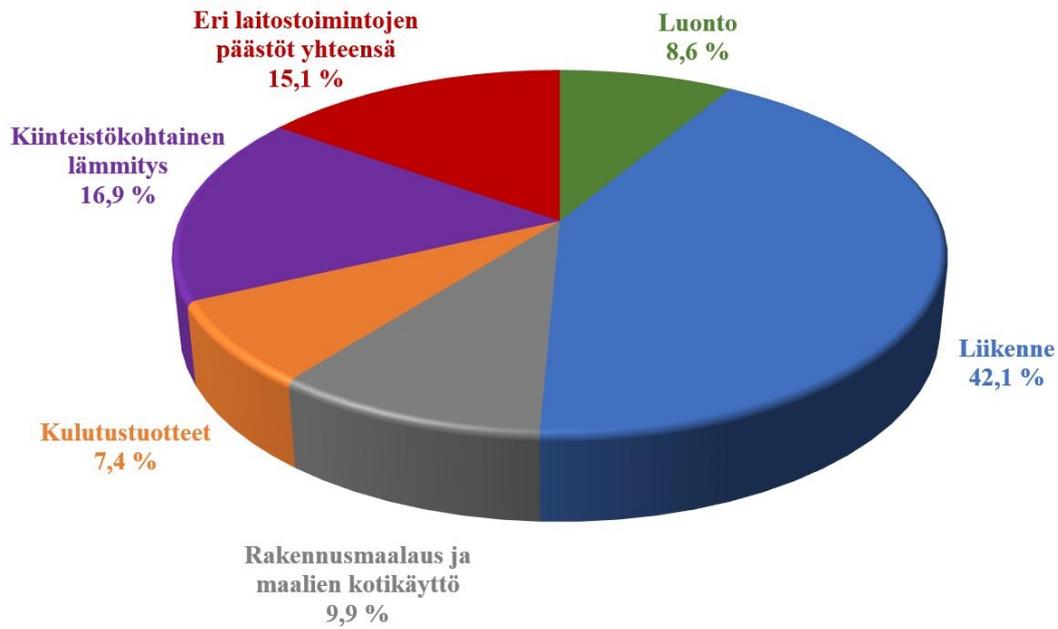
Arvioidessa ajoneuvomaalauksen päästöjä kuiva-ainepitoisuudeksi on oletettu 60 %. Maalien käytön keskikulutukseksi on oletettu 600 l/v ja muiden liuottimien keskikulutukseksi 250 l/v. Näillä arvoilla saatiin ajoneuvojen maalauksen ja korjausmaalauksen hiilivetyypäästöiksi Kokkolan alueella vuonna 2002 noin 5 tonnia. (Kokkolan Yritys- ja Toimipaikkaluettelo 2000; Yrityskyselyt 2004.)

## 5.7 Yhteenvedo Kokkolan VOC-päästöistä

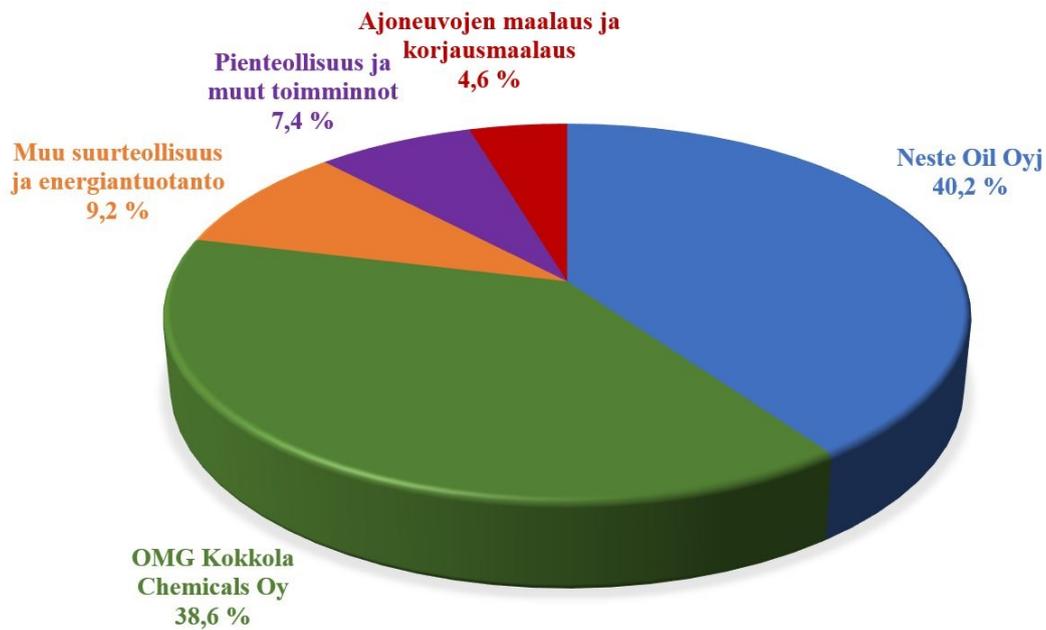
Yrityskyselyiden ja arvioinnin perusteella lasketut ihmistoiminnan VOC-päästöt Kokkolassa vuonna 2002 olivat 656 tonnia. Luonnon hiilivetyypäästöiksi arvioitiin metsäpinta-alan perusteella 62 tonnia vuodessa. Hiilivetyjen kokonaispäästöiksi Kokkolan alueella vuonna 2002 saatiin siten 718 tonnia. Taulukossa 7 on esitetty hiilivetyypäästöjen jakautuminen lähteittäin Kokkolassa 2002. Kuvio 2 kuvaa VOC-kokonaispäästöjen prosentuaalista jakaumaa lähteittäin ja kuvio 3 kuvaa eri laitostoimintojen prosentuaalista jakaumaa lähteittäin. Kuviossa 3 Neste Oil Oyj ja OMG Kokkola Chemicals Oy on eritelty muista, koska niiden hiilivetyypäästöt ovat merkittävä osa hiilivetyjen kokonaispäästöistä.

TAULUKKO 7. Luonnon ja ihmistoiminnan VOC-päästöt lähteittäin Kokkolassa 2002

<b>Yhteenvedo Kokkolan VOC-päästöistä 2002</b>	
<b>Toiminto</b>	<b>Päästöt [t/a]</b>
<b>Luonto</b>	<b>62</b>
<b>Liikenne yhteensä</b>	<b>302,3</b>
Tieliikenne	189
Rautatieliikenne	0,8
Vesiliikenne	2
Työ- ja pienkoneet	69,5
Bensiinin jakelu ja varastointi	41
<b>Rakennus maalaus ja maalien kotikäyttö</b>	<b>71</b>
<b>Kulutustuotteiden päästöt</b>	<b>53</b>
<b>Kiinteistökohtainen lämmitys</b>	<b>121</b>
<b>Eri laitostoiminnot</b>	<b>108,7</b>
Neste Oil Oyj	43,7
OMG Kokkola Chemicals Oy	42
Muu suurteollisuus ja energiantuotanto	10
Pienteollisuus ja muut toiminnot	8
Ajoneuvojen maalaus ja korjausmaalaus	5
<b>Ihmistoiminnan päästöt yhteensä</b>	<b>656</b>
<b>Kaikki toiminnot yhteensä</b>	<b>718</b>



KUVIO 2. VOC-päästöjen prosentuaalinen jakauma päästösektoreittain Kokkolassa 2002



KUVIO 3. Eri laitostoimintojen VOC-päästöjen prosentuaalinen jakauma Kokkolassa 2002

## 6 KOKKOLAN VOC-PÄÄSTÖT VUONNA 2022

### 6.1 Päästömäärien laskenta- ja arviointiperusteita

Alkuperäisessä esiselvityksessä Kokkolan alueen päästöjä on monin osin laskettu ja arvioitu Helsingissä vuonna 1998 tehdyn selvityksen pohjalta, väkilukuun, pinta-alaan tai liikennemääriin suhteutuen. Silloin sen katsottiin olevan riittävä tarkkuus esiselvitykseen. Nyt tehtyyn päästötietojen päivittämiseen oli saatavilla lähdetietoa, joka on mahdollisesti tarkempaa, kuin alkuperäisessä selvityksessä käytetty lähdeaineisto ja sen pohjalta tehdyt arviot. Vuonna 2009 tehtiin kuntaliitos Kokkolan, Kälviän, Lohtajan ja Ullavan välillä. Tämän kuntaliitoksen seurauksena Kokkolan väkiluku ja pinta-ala kasvoivat. Päästötiedot alkuperäisen esiselvityksen ja nyt tehdyn päivityksen välillä eivät ole, yllä mainituista syistä, kaikilta osin täysin vertailukelpoisia, mutta antavat kokonaiskuvan muutoksesta.

Vuonna 2005 tehdyssä esiselvityksessä ei ole huomioitu maatalouden päästöjä ollenkaan, koska luotettavaa tietoa ei ollut saatavissa, eikä sitä silloin katsottu välttämättömäksi. Nyt tehtyyn päivitykseen oli saatavilla myös maatalouden päästötietoja ja sillä on hieman vaikutusta kokonaispäästöihin, sekä päästölähteiden prosentuaalisiin osuuksiin kokonaispäästöistä.

Teollisuuden ja energiantuotannon kokonaispäästöistä löytyy myös tarkempaa lähdetietoa, mutta se ei sisällä yksittäisten laitosten tietoja, eikä laitosten, tai toimintojen koon mukaista jaottelua. Muiden päästöjen osalta avoimista tietokannoista ei löydy yksityiskohtaista päästömäärätietoa, esimerkiksi rakennusmaalien kotikäytöstä, tai kulutustuotteiden aiheuttamista päästöistä. Nämä yksittäisten tuote-, tai toiminta-alueiden tiedot ovat laskettuna muiden osa-alueiden alle.

### 6.2 Luonnon aiheuttamat päästöt

Vuonna 2000 julkaistussa meteorologian laitoksen ilmanlaatututkimuksessa Suomen luonnon VOC-päästöiksi on laskettu 319 000 t/a. Mallintamislaskenta on toteutettu vuosina 1995–1997 (Lindfors & Laurila 2000, 95). Samana vuonna, Suomen ympäristökeskuksen ilmapäästötietojärjestelmän mukaan ihmistoiminnan päästöt olivat noin 179 000 t/a, eli alle puolet luonnon VOC-päästöistä (Ilman epäpuhauksien päästöt Suomessa 2023).

Luonnon aiheuttamat hiilivetyypäästöt voivat mahdollisesti lisätä ilmakehän pienhiukkasmuodostusta ja vaikuttaa pilvien sekä sateiden muodostumiseen, näin vähentäen lämpösäteilyn vaikutuksia ja viilentäen ilmastoa, sekä hidastaen ilmastonmuutosta. VOC-yhdisteillä on havaittu monenlaisia vaikutuksia ilmakehän koostumukseen, mutta reaktiot tunnetaan edelleen huonosti. Luonnon aiheuttamissa VOC-päästöissä on myös vaihtelua vuodenaikojen mukaan (Aalto 2015, 7–8) Tässä selvityksessä on oletettu luonnon päästöjen olevan edelleen noin 320 000 tonnia vuodessa.

Suomen metsien pinta-alaksi on arvioitu 75 % maapinta-alasta (Suomen metsävarat 2023). Tässä selvityksessä käytetään tuota 75 %:n oletamaa. Suomen maapinta-ala on 303948 km<sup>2</sup> (Suomi lukuina 2022, 38), jolloin Suomen metsien pinta-ala on  $0,75 \times 303948 \text{ km}^2 = 227\,961 \text{ km}^2$  ja tämä tuottaa VOC-päästöjä 320 000 tonnia.

Koska Kokkolan metsäpinta-alasta ei löytynyt ajantasaista tietoa, on päästömäärien laskennassa oletettu Kokkolan metsäpinta-alan olevan prosentuaalisesti saman suhteinen kuin koko Suomen, eli 75 % maapinta-alasta. Kokkolan maapinta-ala on 1446,3 km<sup>2</sup> (Suomen pinta-ala kunnittain 2023), joten Kokkolan metsien pinta-ala on  $0,75 \times 1446,3 \text{ km}^2 = 1084,7 \text{ km}^2$ , joka on noin 0,48 % Suomen metsien pinta-alasta. Näillä arvoilla Kokkolan metsien ja siten luonnon aiheuttamiksi VOC-päästöiksi saadaan  $0,0048 \times 320\,000 \text{ t} = 1\,536$  tonnia.

## 6.3 Liikenteen päästöt

### 6.3.1 Liikenteen hiilivetyypäästöjen lähteet ja laskentaperusteet

Myös uusia Kokkolan alueen liikenteen päästömääriä laskettaessa on käytetty Teknologian tutkimuskeskus VTT:n LIPASTO-laskentajärjestelmää. Kaikkien liikennemuotojen päästötiedot löytyvät LIPASTO 2019-laskentajärjestelmästä. Lisäksi LIPASTO:ssa on omat alamallinsa tie-, rautatie- ja vesiliikenteelle, sekä työkoneille (LIISA 2021, RAILI 2021, MEERI 2021 ja TYKO 2020). Ilmaliikenteen laskentamallia ei enää ole LIPASTO:ssa. Kokkolan osalta ilmaliikenteen päästöjen ei oleteta olevan merkityksellisiä. LIPASTO:n laskentamallit on uudistettu 2013–2015 ja aiempien mallien luvut eivät ole suoraan vertailukelpoisia nykyisten laskentamallien lukujen kanssa. LIISA 2015 tieliikenteen alalaskentamallissa on mahdollisuus laskea myös vanhempia kuntakohtaisia päästötietoja. Laskentamallista löytyvässä kehitysindeksitaulukossa vuosille on annettu päästökertoimet, joilla kertomalla vuoden

2015 päästöarvot, saadaan halutun vuoden päästötieto. LIPASTO-laskentamallissa on päästötiedot hiilivedyille (HC), joka sisältää myös metaanin (CH<sub>4</sub>). Metaania ei yleensä kuitenkaan lasketa mukaan VOC-päästöihin. Laskentamalli antaa myös metaanille päästöarvon, joten metaanittomat haihtuvat orgaaniset yhdisteet (NMVOC) saadaan, kun vähennetään metaani kokonaishiilivedyistä. (LIPASTO 2023.)

Näissä tiedoissa on koko kuntaliitoksen muodostama Kokkola, joten liikennemäärät voivat olla suhteessa hieman suuremmat kuin vuonna 2002.

### 6.3.2 Tieliikenteen päästöt

Tieliikenteen päästötiedot on saatu VTT:n LIPASTO:n LIISA 2021-alamallin kuntakohtaisista tiedoista. Alla olevaan taulukkoon 8 on poimittu katujen, teiden sekä moottoripyörien, mopojen ja mopoautojen tuottamat kokonaishiilivety- ja metaanipäästöt, joista on laskettu metaanittomien hiilivetyjen (NMVOC) kokonaismäärät. Tieliikenteen tuottamat VOC-päästöt Kokkolassa vuonna 2021 olivat tämän mukaan noin 19,8 tonnia. (LIPASTO 2023.)

TAULUKKO 8. Tieliikenteen NMVOC-päästöt Kokkolassa 2021 (mukaiillen LIPASTO 2023)

<b>Tieliikenteen päästöt Kokkola 2021 [t/a]</b>			
	<b>HC</b>	<b>CH<sub>4</sub></b>	<b>NMVOC</b>
Yhteensä kadut	9,31	1,02	8,29
Yhteensä tiet	4,70	0,87	3,83
Moottoripyörät, mopot ja mopoautot	8,12	0,44	7,68
<b>Tieliikenne yhteensä</b>	<b>22,13</b>	<b>2,34</b>	<b>19,79</b>

### 6.3.3 Rautatieliikenteen päästöt

Rautatieliikenteen päästötiedot on saatu VTT:n RAILI 2021-alalaskentamallista. Mallissa ilmoitetut luvut ovat vielä ennakkotietoja. Laskentamallissa ei ollut nähtävillä ratapihakohtaisia tietoja, joten Kokkolan osalta tiedot on laskettu samalla suhteella, kuin vuonna 2002. Silloin koko Suomen rautatieliikenteen päästöt olivat 184 tonnia, joista Kokkolan osuudeksi arvioitiin 0,8 tonnia, eli noin 0,44 % Suomen päästöistä.

Suomen rautatieliikenteen päästöt ovat karkeasti puolittuneet vuodesta 2002. Rautatieliikenteen päästöjen osuus, liikenteen kokonaispäästöistä, on joka tapauksessa niin pieni, että mahdollinen epätarkkuus ei tässä yhteydessä ole merkittävä. Alla olevaan taulukkoon 9 on poimittua rautatieliikenteen päästömääriä koko Suomen osalta ja niistä laskettu Kokkolan osuus päästöistä. RAILI 2021-alalaskentamallin mukaan Suomen rautatieliikenteen tuottamat VOC-päästöt vuonna 2021 olivat 85,8 tonnia, josta siis Kokkolan osuus noin 0,44 %:a, eli 0,38 tonnia. (LIPASTO 2023.)

TAULUKKO 9. Suomen ja Kokkolan rautatieliikenteen NMVOC-päästöt 2021 (mukaillen LIPASTO 2023)

	Suomen ja Kokkolan rautatieliikenteen päästöt vuonna 2021 [t/a]			Kokkola <sup>(1)</sup>
	HC	Suomi CH <sub>4</sub>	NMVOC	
Henkilöliikenne yhteensä	1,4	0,3	1,1	0,005
Tavaraliikenne yhteensä	84,0	3,6	80,4	0,35
Pelkät veturit yhteensä	4,6	0,2	4,4	0,02
Sähköjunaliikenne yht. <sup>(2)</sup>	32,4	1,2	31,2	0,14
Dieseljunaliikenne yht.	90,0	4,2	85,8	0,38
<b>Sähkö ja diesel yhteensä</b>	<b>90,0</b>	<b>4,2</b>	<b>85,8</b>	<b>0,38</b>

<sup>(1)</sup> Kokkolan päästöt arvioitu samalla suhteella kuin 2002, eli 0,44 %:a Suomen kokonaispäästöistä.

<sup>(2)</sup> Sähköjunaliikenteelle laskettu sähköntuotannon aiheuttamat päästöt, mutta niitä ei ole huomioitu rautatieliikenteen kokonaispäästöihin.

### 6.3.4 Vesi- ja satamaliikenteen päästöt

Vesi- ja satamaliikenteen osalta tiedot on saatu VTT:n LIPASTO:n MEERI 2021-alalaskentamallista. Laskentamallista löytyivät erikseen Suomen vesiliikenteen päästöt ja energiankäyttötiedot sekä satamapäästöt. Vesiliikenteen päästöjen osalta löytyi vain koko Suomen vesiliikenteen päästötiedot, jotka ovat laskennallisia ennakkotietoja vuodelle 2021. (LIPASTO 2023.)

Satamaliikenteen osalta löytyi satamakohtaiset päästötiedot vuodelta 2020. Kaikkien satamien VOC-päästöt olivat 419 tonnia ja Kokkolan sataman VOC-päästöt olivat 4,96 tonnia, joka on noin 1,2 % satamien yhteispäästöistä. Vesiliikenteen VOC-päästöt Kokkolan osalta on laskettu tällä samalla suhteella Suomen kokonaispäästöistä. Kun vesiliikenteen VOC-päästöt olivat Suomessa 3643 tonnia, vuonna 2021, niin tästä 1,2 % arvioitiin Kokkolan osuudeksi, eli 43,7 tonnia. Tästä saatiin vesi- ja satamaliikenteen yhteisiksi päästöiksi Kokkolassa 48,7 tonnia. Taulukkoon 10 on poimittu MEERI 2021-

alamallista hiilivetyjen ja metaanin päästötietoja Suomen ja Kokkolan osalta ja näistä laskettu NMVOC-päästömäärät. Sataman päästötiedot ovat vuodelta 2020 ja muut vesiliikenteen tiedot ennakkotietoja vuodelta 2021. (LIPASTO 2023.)

TAULUKKO 10. Suomen ja Kokkolan vesiliikenteen NMVOC-päästöt 2021 (mukaiillen LIPASTO 2023)

Suomen ja Kokkolan vesiliikenteen päästöt 2021 [t/a]				
Kotimaanliikenne	Suomi			Kokkola <sup>(1)</sup>
	HC	CH <sub>4</sub>	NMVOC	NMVOC
Laivat	36	4	32	0,4
Risteilyalukset (sightseeing)	5,2	0,31	4,89	0,1
Huviveneet	3 566	163	3403	40,8
Kalastusalukset	85	5	80	1,0
Työveneet ja alukset	78	4,6	73,4	0,9
Lautat ja lossit	17	1	16	0,2
Jäänmurtajat	40	5	35	0,4
<b>Vesiliikenne yhteensä</b>	<b>3 826</b>	<b>183</b>	<b>3643</b>	<b>43,7</b>
Suomen ja Kokkolan satamien laivaliikenteen päästöt 2020 [t/a]				
<b>Satamat yhteensä</b>	478	59	419	<b>4,96</b> <sup>(2)</sup>
<b>Vesiliikenne ja satamat yht.</b>	<b>4 304</b>	<b>242</b>	<b>4 062</b>	<b>48,7</b>

<sup>(1)</sup> Satamapäästöjen perusteella Kokkolan vesiliikenteen NMVOC-päästöiksi arvioitu n. 1,2 % koko Suomen vesiliikenteen päästöistä. Suomen vesiliikenteen päästötieto (LIPASTO).

<sup>(2)</sup> Kokkolan sataman HC-päästöt 5,77 t/a ja CH<sub>4</sub>-päästöt 0,81 t/a (LIPASTO) --> NMVOC 4,96 t/a

### 6.3.5 Työ- ja pienkoneiden päästöt

Työ- ja pienkoneiden päästötiedot on saatu VTT:n LIPASTO:ssa olevasta TYKO 2020-päästölaskentamallista. Laskentamallilla tuotetaan Suomen viralliset päästötiedot EU:lle, YK:lle ja myös Suomen omiin tilastoihin. Mallissa on vain valtakunnalliset päästötiedot, mutta laskentajärjestelmän kuvauksessa kuntakohtaiseen laskentaan annetaan ainoaksi keinoksi jakaa valtakunnallinen tulos väkilukujen suhteella. Kokkolan osalta päästötiedot on laskettu neuvotulla tavalla. Laskentamallissa olevat päästötiedot ovat vuodelta 2020. (LIPASTO 2023.)

Tilastokeskuksen tietojen mukaan Suomen virallinen väkiluku oli vuoden 2020 lopussa 5 533 793 henkilöä (Suomen väkiluku 2020). Kokkolan väkiluku oli, tilastokeskuksen tietojen mukaan, saman vuoden lopussa 47 772 henkilöä (Kokkolan väkiluku 2020). Kokkolan väkiluku on, yllä olevilla tiedoilla noin 0,86 % Suomen väkiluvusta. Kokkolan työ- ja pienkoneiden päästöt on laskettu olevan sama, noin

0,86 % Suomen päästöistä. Tällä laskentatavalla Kokkolan työ- ja pienkoneiden NMVOC-päästöjen määräksi saatiin 44,8 t/a. Taulukossa 11 on Suomen ja Kokkolan työ- ja pienkoneiden päästötiedot, työkonetyypeittäin ja niistä lasketut NMVOC-päästöt. (LIPASTO 2023.)

TAULUKKO 11. Suomen ja Kokkolan työ- ja pienkoneiden NMVOC-päästöt 2020 (mukailien LI-PASTO 2023)

Suomen ja Kokkolan työ- ja pienkoneiden päästöt 2020 [t/a]				
Suomen työkoneet vuonna 2020 työkoneityypeittäin	Suomi			Kokkola <sup>(1)</sup>
	HC	CH4	NMVOC	NMVOC
Diesikäyttöiset ajettavat työkoneet	1533	121	1412	12,19
Bensiinikäyttöiset ajettavat työkoneet	2083	140	1944	16,78
Diesikäyttöiset siirrettävät työkoneet	224	9	214	1,85
Bensiinikäyt. siirrettävät työkoneet (myös käsik.)	1794	173	1622	14,00
<b>Työ- ja pienkoneiden päästöt yhteensä</b>	<b>5635</b>	<b>443</b>	<b>5192</b>	<b>44,82</b>

<sup>(1)</sup> Kokkolan päästötiedot laskettu suhteuttamalla Kokkolan väkiluku Suomen väkilukuun

### 6.3.6 Bensiinin jakelun ja varastoinnin, eli huoltamotoiminnan päästöt

Huoltamotoiminnan VOC- päästöt syntyvät polttonesteen jakelusta ja jakeluasemien säiliöiden täytöstä vapautuvista bensiinihöyryistä. Näiden päästöjen osalta ei löytynyt tarkkaa ja luotettavaa lähdetietoa mutta selkein arvio oli EU komission arviointiraportti bensiinihöyryjen talteenotto-ohjelman toisesta vaiheesta. Raportissa arvioitiin, että ensimmäisen ja toisen vaiheen talteenotto-ohjelmien piiriin kuuluvat toiminnot, eli bensiinin varastointi ja jakelu, aiheuttavat 0,7 % kaikista ihmistoiminnan päästöistä. (Euroopan komissio 2017) Kun Kokkolan ihmistoiminnan aiheuttamat TVOC-päästöt ovat 705 t/a, niin sen perusteella Kokkolan bensiinin jakelun ja varastoinnin päästöt ovat n. 5 tonnia vuodessa.

### 6.3.7 Liikenteen aiheuttamat kokonaispäästöt Kokkolassa

Alla olevassa taulukossa 12 on päästötiedot liikennemuodoittain ja liikenteen aiheuttamat kokonaispäästöt (NMVOC) Kokkolassa. Bensiinin jakelun ja varastoinnin päästötiedot ovat arvio, pohjautuen EU komission raporttiin vuodelta 2017 (Euroopan komissio 2017). Työ- ja pienkoneiden sekä sataman päästötiedot ovat vuodelta 2020, muut tiedot ovat vuodelta 2021 (LIPASTO 2023). Kuvio 4 kuvaa Kokkolan liikenteen NMVOC-päästöjen prosentuaalista jakaumaa eri liikennemuotojen välillä.

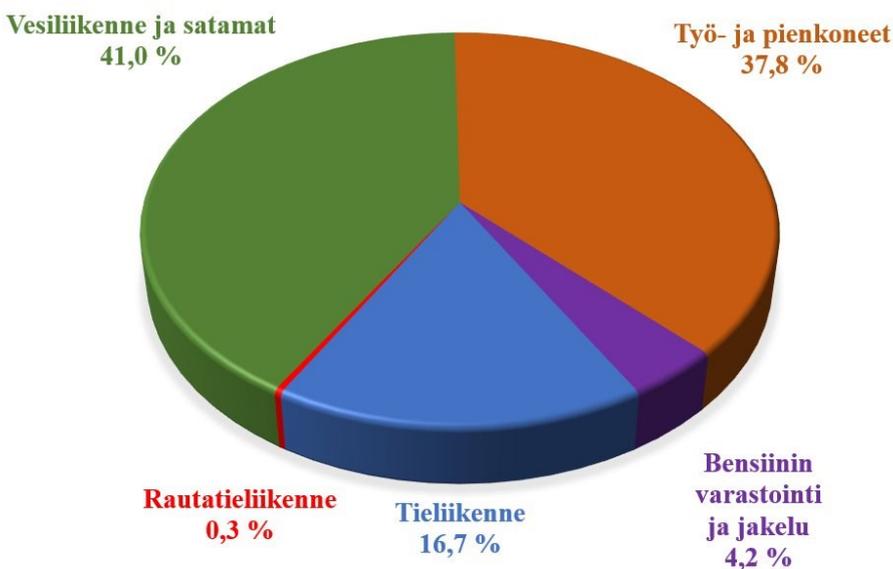
Liikenteen päästöistä löytyi myös lähdetietoa, joka on ovat Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämästä virallisesta kansallisesta ilmapäästötietojärjestelmästä. Näissä ympäristö.fi-sivustolta löytyvissä tiedoissa Kokkolan liikenteen NMVOC-päästöjen määräksi vuonna 2020 on ilmoitettu 130 tonnia, sisältäen myös jossain määrin lentoliikenteen päästöjä. Tiedon laskentaperusteita ei ole sivustolla tarkemmin kerrottu. (Ilman epäpuhtauksien päästöt Suomessa 2023) Tässä selvityksessä käytetään kuitenkin VTT:n LIPASTO:sta saatuja liikenteen VOC-päästötietoja, niiden tarkemman alajaottelun ja suurelta osin uudemman tiedon (2021) vuoksi.

TAULUKKO 12. Liikenteen NMVOC-kokonaispäästöt Kokkolassa 2021 (mukailien LIPASTO 2023; Euroopan komissio 2017)

<b>Liikenteen NMVOC-kokonaispäästöt Kokkolassa 2021 [t/a]</b>	
Tieliikenne yhteensä	19,8
Sähkö ja diesel yhteensä	0,4
Vesiliikenne ja satamat yhteensä	48,7
Työ- ja pienkoneiden päästöt yhteensä <sup>(1)</sup>	44,8
Bensiinin jakelu ja varastointi <sup>(2)</sup>	5,0
<b>Liikenteen NMVOC-päästöt yhteensä</b>	<b>119</b>

<sup>(1)</sup> Päästötiedot vuodelta 2020 (LIPASTO)

<sup>(2)</sup> VOC-päästö 0,7 % ihmistoiminnan päästöistä, arvio EU raportista 2017 (Euroopan komissio)



KUVIO 4. Kokkolan liikenteen NMVOC-päästöjen prosentuaalinen jakauma liikennemuodoittain

## 6.4 Muut ihmistoiminnan päästöt

Alkuperäisessä esiselvityksessä 2005 eriteltiin ihmistoiminnan aiheuttamia VOC-päästöjä tarkemmin eri lähteittäin, mutta niiden tarkkuudessa oli epävarmuutta. Päivitetyssä osiossa ei ole niin yksityiskohtaista luokittelua, vaan isompia kokonaisuuksia. Tähän tulevat mukaan myös maatalouden päästöt, jotka jäivät alkuperäisestä esiselvityksestä puuttumaan. Jokaisessa alaluvussa kerrotaan tarkemmin, mitkä aikaisemman selvityksen luokat kuuluvat kyseiseen päästölähdeluokkaan, sekä nykyisten päästömäärien laskentaperusteista, niiltä osin, kun se on tuloksen ymmärtämisen kannalta tarpeellista.

### 6.4.1 Maatalous

Maatalouden päästötiedot ovat ympäristö.fi-sivustolta ja ovat Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämästä kansallisesta ilmapäästötietojärjestelmästä. Maatalouden päästötietoja ei ollut alkuperäisessä 2005 tehdyssä esiselvityksessä mukana, mutta ilmapäästötietojärjestelmä antaa vuoden 2005 päästötiedoksi 170 tonnia. Tiedon laskentaperusteita ei kerrota sivustolla tarkemmin, joten ei ole tietoa, miten kuntaliitos ja Kokkolan alueen maatalouden selkeä lisääntyminen vaikuttaa päästötietoon. Jos laskentaperusteet ovat samat ja päästö määrä on laskenut 10 tonnia, huolimatta siitä, että Kokkolan pinta-ala on kasvanut 5-kertaiseksi ja maataloustuotannon määrä lisääntynyt merkittävästi, ovat yksikköpäästöt laskeneet selkeästi. Kyseisellä sivustolla maatalouden NMVOC-päästöiksi Kokkolassa vuonna 2020 on ilmoitettu 160 tonnia. (Ilman epäpuhtauksien päästöt Suomessa 2023.)

### 6.4.2 Tuotteet ja jätteet

Tuotteiden ja jätteiden päästöluokkaan kuuluvat alkuperäisen selvityksen luokat: kulutustuotteiden päästöt, rakennusmaalaus ja maalien kotikäyttö, painotoiminta ja niiltä osin myös teollisuuden liuottimien käyttöä, kun se ei ole energiantuotannon ja teollisuuden luokassa. Yksityiskohtaisia tietoja tämän luokan päästötiedoista ei julkisista ja avoimista lähteistä löytynyt, mutta maalien, lakkojen ja liuottimien VOC-päästöt ovat oletettavasti vähentyneet sääntelyn seurauksena. Esimerkiksi Tikkurilan maalitehdas kertoo omilla internet-sivuillaan, että VOC-päästöjä on saatu vähennettyä vesiohenteisiin maaleihin panostamalla ja tuotannosta syntyvien VOC-päästöjen talteenotolla ja poltolla. Sivustolla olevan graafin mukaan, suorat ja epäsuorat päästöt ovat vähentyneet vuodesta 2018, vuoteen 2021 yli 50 %.

(Tikkurila 2022.) Tämän luokan aiheuttamiksi NMVOC-päästöiksi Kokkolassa vuonna 2020 on ilmoitettu 190 tonnia (Ilman epäpuhtauksien päästöt Suomessa 2023).

### **6.4.3 Muu energiantuotanto**

Muu energiantuotanto pitää sisällään esimerkiksi pieniä lämmityskattiloita ja siihen kuuluu myös puun pienpoltto. Lisäksi tähän luokkaan kuulu yksittäisiin polttolaitoksiin kohdistumatonta polttoaineen käyttöä. Muu energiantuotanto sisältää alkuperäisen esiselvityksen kiinteistökohtaisen lämmityksen ja mahdollisesti myös osin pienteollisuutta ja muita toimintoja, siltä osin, kun ne liittyvät pienimuotoiseen energiantuotantoon.

Muu energiantuotannon NMVOC-päästöt Kokkolassa vuonna 2020 olivat 140 tonnia (Ilman epäpuhtauksien päästöt Suomessa 2023).

### **6.4.4 Energiantuotanto ja teollisuus**

Yksityiskohtaisia ja ajantasaisia päästötietoja Kokkolan alueen energiantuotannon ja teollisuuden päästöistä ei ollut saatavilla avoimista ja julkista lähteistä. Lähteenä on käytetty ympäristö.fi-sivustolta löytyviä, Suomen ympäristökeskuksen kansallisen ilmapäästötietojärjestelmän päästötietoja. Tiedot perustuvat virallisiin Suomen ilmanepäpuhtausinventaarioraportteihin. Suomen ympäristökeskus vastaa näiden epäpuhtausinventarioiden tekemisestä. Energiantuotanto ja teollisuus sisältää alkuperäisen esiselvityksen eri laitostoimintojen päästötiedot, eli: teollisuuden ja energiantuotannon, pienteollisuuden ja muut toiminnot, sekä ajoneuvojen maalauksen ja korjausmaalauksen.

Kokkolan energiantuotannon ja teollisuuden NMVOC-päästöiksi vuonna 2020 on ilmoitettu 96 tonnia (Ilman epäpuhtauksien päästöt Suomessa 2023).

## **6.5 Yhteenveto ihmistoiminnan VOC-päästöistä**

Luonnon aiheuttamiksi VOC-päästöiksi Kokkolassa saatiin 1 536 tonnia. Saatu arvo on merkittävästi suurempi kuin alkuperäisessä selvityksessä. Tähän on kaksi selkeää syytä: alkuperäisessä selvityksessä

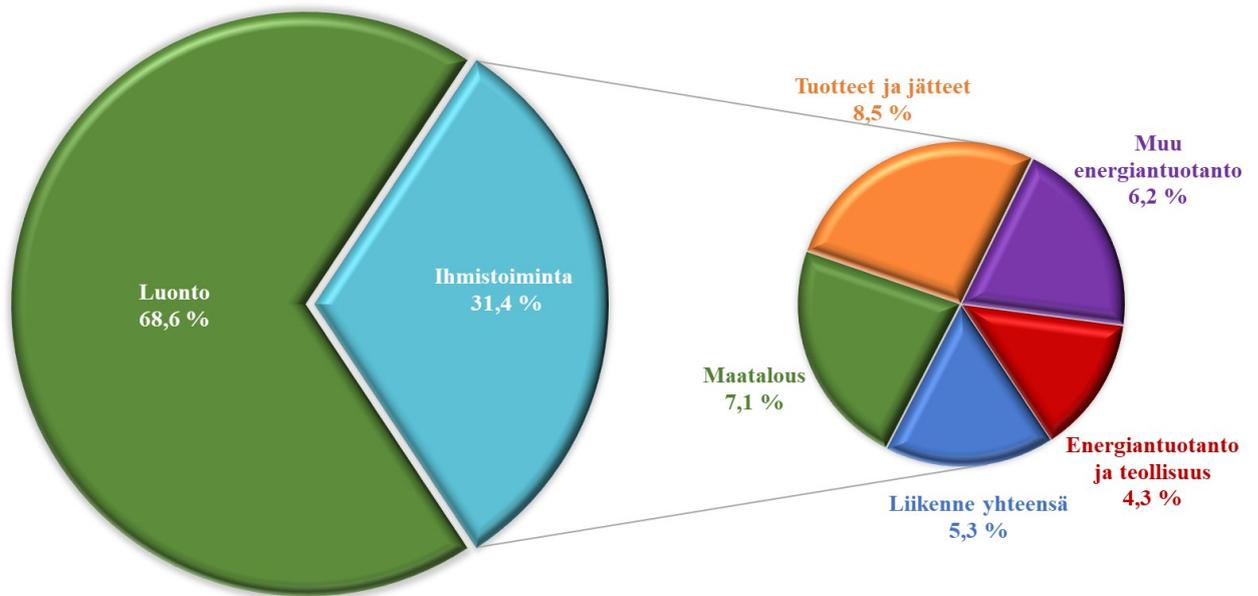
oli erilainen laskentaperuste ja toiseksi Kokkolan maapinta-ala kasvoi kuntaliitoksen myötä noin viisinkertaiseksi.

Ihmistoiminnan aiheuttamiksi päästöiksi saatiin 705 tonnia, joka on samaa suuruusluokkaa, kuin alkuperäisessä selvityksessä saatu päästöarvo. Uudemmissa tiedoissa on kuitenkin mukana esimerkiksi maatalous ja vesiliikenteen osalta myös satamat, joita ei alkuperäisessä selvityksessä ollut. Myös liikenteen päästömäärien lähdetietona oleva laskentamalli on muuttunut ja voi osaltaan aiheuttaa suuren eron vesiliikenteen ja satamien päästömääriin.

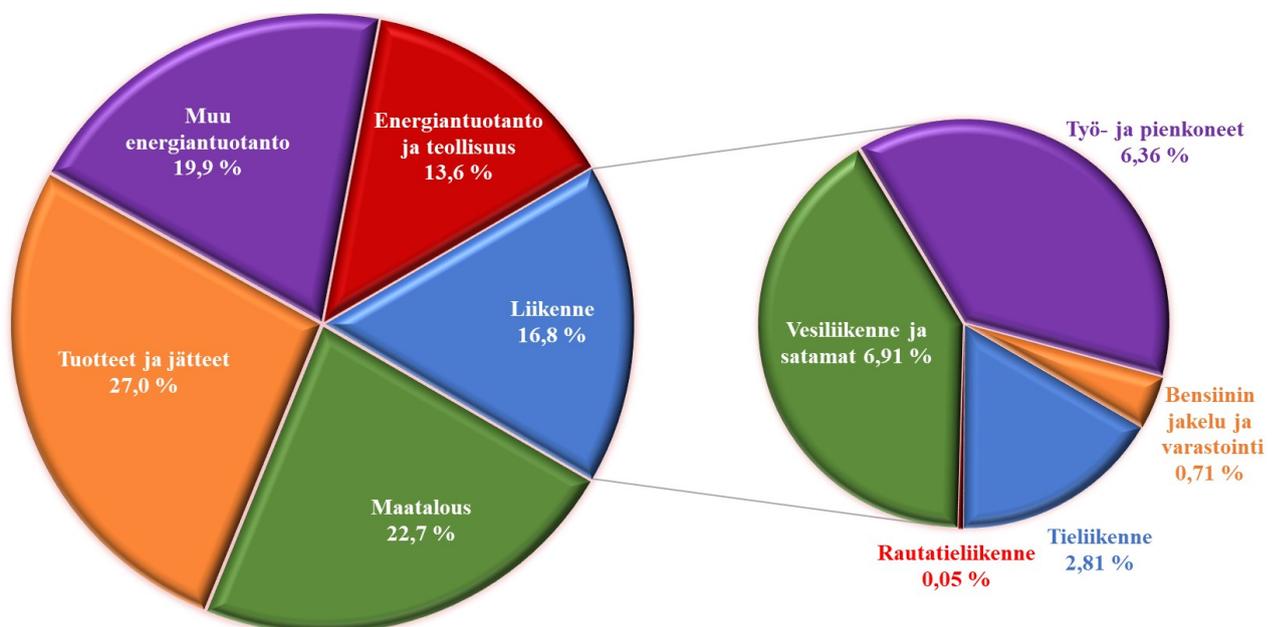
Kansallisen ilmapäästötietojärjestelmän mukaan Kokkolan ihmistoiminnan NMVOC-kokonaispäästöt olisivat 720 tonnia (Ilman epäpuhtauksien päästöt Suomessa 2023). Tämä on lähellä saatua arvoa, koska suurin osa ihmistoiminnan päästömäärätiedoista on kyseisestä lähteestä, ainoastaan liikenteen päästömäärät ovat VTT:n LIPASTO-laskentajärjestelmästä. Taulukkoon 13 on kerätty yhteenveto Kokkolan VOC-päästöistä. Kuvioissa 5 ja 6 on esitetty Kokkolan VOC-päästölähteiden prosentuaalisia jakaumia, taulukossa 13 esitettyjen tietojen pohjalta.

TAULUKKO 13. Yhteenveto Kokkolan VOC-päästöistä (mukaillen Suomen metsävarat 2023; Lindfors & Laurila 2000; LIPASTO 2023; Euroopan komissio 2017; Ilman epäpuhtauksien päästöt Suomessa 2023)

<b>Yhteenveto Kokkolan VOC-päästöistä [t/a]</b>	
<b>Päästösektori</b>	<b>Päästöt</b>
<b>Luonto</b>	<b>1536</b>
<b>Liikenne</b>	
Tieliikenne	19,8
Rautatieliikenne	0,4
Vesiliikenne ja satamat	48,7
Työ- ja pienkoneet	44,8
Bensiinin jakelu ja varastointi	5,0
<b>Liikenne yhteensä</b>	<b>119</b>
<b>Maatalous</b>	<b>160</b>
<b>Tuotteet ja jätteet</b>	<b>190</b>
<b>Muu energiantuotanto</b>	<b>140</b>
<b>Energiantuotanto ja teollisuus</b>	<b>96</b>
<b>Ihmistoiminnan päästöt yhteensä</b>	<b>705</b>
<b>Kaikki yhteensä</b>	<b>2241</b>



KUVIO 5. Kokkolan NMVOC-päästöjen prosentuaalinen jakauma (mukaillen Suomen metsävarat 2023; Lindfors & Laurila 2000; Ilman epäpuhtauksien päästöt Suomessa 2023; LIPASTO 2023; Euroopan komissio 2017)



KUVIO 6. Kokkolan ihmistoiminnan NMVOC-päästöjen prosentuaalinen jakauma (mukaillen Ilman epäpuhtauksien päästöt Suomessa 2023; LIPASTO 2023; Euroopan komissio 2017)

## 7 VOC-PÄÄSTÖJEN KEHITYS

### 7.1 Arvio päästöjen kehityksestä vuonna 2005

Autokannan uusiutuminen vähemmän saastuttaviksi tulee laskemaan lähivuosina liikenteen päästöjä. Direktiiveissä säädettyjen talteenottomenetelmien seurauksena myös huoltamotoiminnan VOC-päästöt vähenevät. Liikenteen päästöjen osuus päästöjen kokonaismäärästä on niin suuri, että niiden väheneminen vähentää selvästi myös ihmistoiminnan kokonaispäästöjä. VTT:n tekemän arvion mukaan liikenteen hiilivetyypäästöt tulevat vähenemään vuoden 2002 tasosta, joka on noin 50 000 tonnia vuodessa, vuoteen 2022 mennessä noin 20 000 tonniin vuodessa. (LIPASTO 2003.)

Teollisuuden VOC-päästöt ovat jo nyt jossain määrin tiedossa, mutta uudet raja-arvot pakottavat lisää yrityksiä tarkkailemaan ja vähentämään päästöjään. Talteenotto- ja puhdistustekniikoiden parantuessa, saadaan myös näitä päästöjä vähennettyä.

Rakennusmaalauksessa ja maalien yksityiskäytössä, sekä kulutustuotteiden VOC-päästöissä tapahtuu varmasti myös päästöjen vähenemistä. Koko ajan kehitetään uusia maaleja, joiden liuotinainepitoisuus on pienempi. Kun Rakennusmaalauksen ja maalien yksityiskäytön osuus on Kokkolassa esimerkiksi noin 10 % VOC-päästöjen kokonaismäärästä, pienentää tuntuvasti maalaustoiminnan päästöjen väheneminen VOC-yhdisteiden kokonaispäästöjä Kokkolassa.

Energiantuotannon tarve on kasvanut Suomessa koko ajan ja päästöjen väheneminen onkin paljon kiinni uusista tuotantomuodoista. Fossiilisten polttoaineiden käytön vähentyessä voidaan odottaa myös VOC-päästöjen vähentyvän. Suomessa on useissa kaupungeissa käynnissä selvityksiä ja rakennushankkeita mm. tuulivoiman osalta.

### 7.2 Toteutunut päästökehitys

#### 7.2.1 Kokkolan päästökehitys

Taulukkoon 14 on kerätty Kokkolan VOC-päästötiedot vuosilta 2002 ja 2021. Tästä voi tehdä suurpiirteistä vertailua päästökehityksestä ja eri toimintojen muutoksesta tällä aikavälillä. Tulokset eivät ole

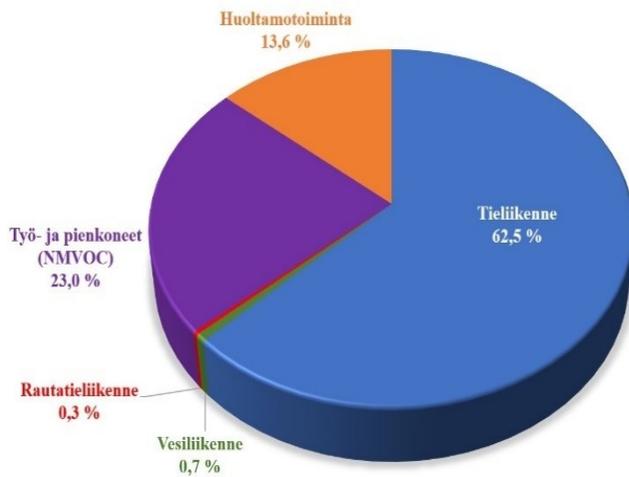
täysin vertailukelpoisia, joten tämä kannattaa huomioida niitä tulkitessa ja vertaillessa. Selkein muutos on kuitenkin nähtävissä liikenteen ja ennen kaikkea tieliikenteen päästöjen vähenemisessä. Myös näiden päästöjen laskentatavassa on tapahtunut muutosta, joten ne eivät ole täysin 'yks-yhteen' verrattavissa. Päästökäytös kuitenkin seuraa yleistä Suomessa olevaa linjaa, eli liikenteen päästöt ovat laske-  
neen merkittävästi. Muiden päästöjen osalta muutokset eivät ole selkeitä ja erot voivat selittyä laskentatavan muutoksista, kuin myös päästöjen kehityksestä.

TAULUKKO 14. Vertailutaulukko Kokkolan VOC-päästöistä 2002 ja 2021

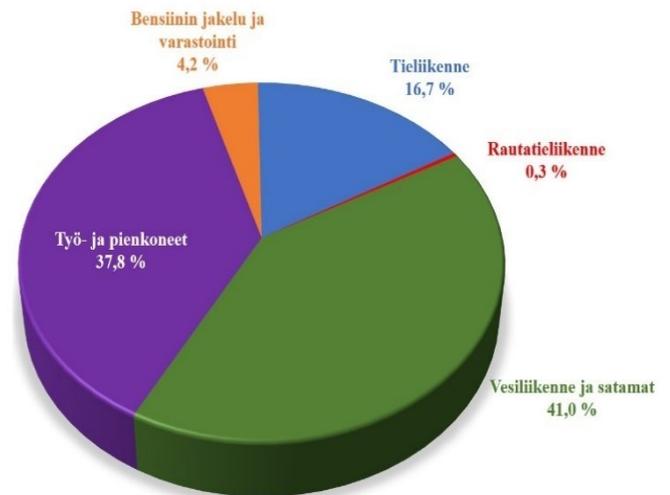
Yhteenveto Kokkolan VOC-päästöistä (2020-2021)		Yhteenveto Kokkolan VOC-päästöistä 2002	
Toiminto	Päästöt [t/a]	Toiminto	Päästöt [t/a]
<b>Luonto</b>	<b>1536</b>	<b>Luonto</b>	<b>62</b>
<b>Liikenne</b>		<b>Liikenne</b>	
Tieliikenne	19,8	Tieliikenne	189
Rautatieliikenne	0,38	Rautatieliikenne	0,8
Vesiliikenne ja satamat	48,7	Vesiliikenne	2
Työ- ja pienkoneet	44,82	Työ- ja pienkoneet	69,5
Bensiinin jakelu ja varastointi	5	Bensiinin jakelu ja varastointi	41
<b>Liikenne yhteensä</b>	<b>119</b>	<b>Liikenne yhteensä</b>	<b>302,3</b>
<b>Maatalous</b>	<b>160</b>		
<b>Tuotteet ja jätteet</b>	<b>190</b>	<b>Rakennus maalaus ja maalien kotikäyttö</b>	<b>71</b>
sis. kulutustuotteet, rakennusmaalaus ja maalien kotikäyttö, painoiminta ja osin liuottimien käyttöä		<b>Kulutustuotteiden päästöt</b>	<b>53</b>
<b>Muu energiantuotanto</b>	<b>140</b>	<b>Kiinteistökohtainen lämmitys</b>	<b>121</b>
sis. kiinteistökohtainen lämmitys ja osin pienteollisuutta ja muita toimintoja			
<b>Energiantuotanto ja teollisuus</b>	<b>96</b>	<b>Eri laitostoiminnot</b>	<b>108,7</b>
sis. suurteollisuus ja energiantuotanto, pienteollisuus ja muut toiminnot, ajoneuvojen maalaus ja korjausmaalaus		Neste Oil Oyj	43,7
		OMG Kokkola Chemicals Oy	42
		Muu suurteollisuus ja energiantuotanto	10
		Pienteollisuus ja muut toiminnot	8
		Ajoneuvojen maalaus ja korjausmaalaus	5
<b>Ihmistoiminnan päästöt yhteensä</b>	<b>705</b>	<b>Ihmistoiminnan päästöt yhteensä</b>	<b>656</b>
<b>Kaikki yhteensä</b>	<b>2241</b>	<b>Kaikki yhteensä</b>	<b>718</b>

Kuviossa 7 on vertailtu Kokkolan liikenteen aiheuttamien VOC-päästöjen jakauman muutosta vuosien 2002 ja 2021 välillä. Muutos on esitetty liikennelähteiden prosenttiosuuksien muutoksena. Vuoden 2002 päästötiedoissa on työ- ja pienkoneita lukuun ottamatta kaikki VOC-päästöt. Vuoden 2021 päästötiedot ovat NMVOC-päästöjä.

Kokkolan liikenteen VOC-päästöjen prosentuaalinen jakauma 2002



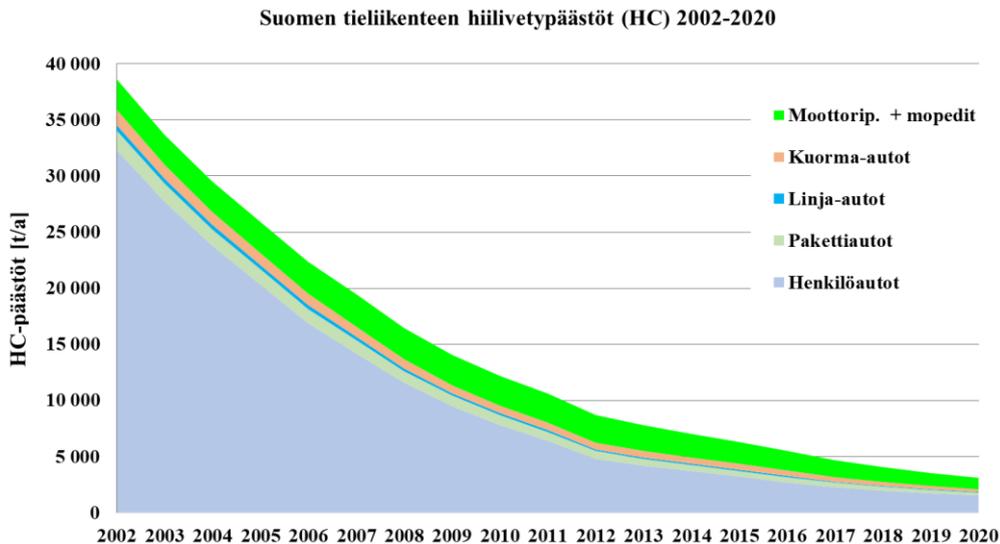
Kokkolan liikenteen NMVOC-päästöjen prosentuaalinen jakauma 2021



KUVIO 7. Kokkolan liikenteen VOC-päästökehitys vuodesta 2002 vuoteen 2021

### 7.2.2 Suomen päästökehitys

Haihtuvien hiilivetyjen ja myös muiden epäpuhtauksien ilmapäästöt ovat vähentyneet alkuperäisen, vuonna 2005 tehdyn, selvityksen jälkeen. Ihmistoiminnan aiheuttamien VOC-päästöjen osalta selkein ja merkittäväin vähennys on tapahtunut tieliikenteen osalta. Kuvioon 8 on poimittu VVT:n LIPASTO-laskentajärjestelmästä eri tieliikennevälineiden hiilivetypäästötiedot vuosilta 2002–2020. Kuviossa on kokonaishiilivetypäästöt (HC), eli muista poiketen myös metaani (CH<sub>4</sub>) mukana. Tästä nähdään selvästi henkilöautoliikenteen hiilivetypäästöjen vähentyminen. Koko liikennesektorin hiilivetypäästöt (HC) ovat VTT:n LIISA-alamallin mukaan vähentynyt vuoden 2002 tasosta, joka oli vajaa 50 000 tonnia vuodessa, vuoteen 2019 mennessä alle 10 000 tonniin vuodessa. Myös tämän tiedon pohjalta suurin vähennys on tapahtunut tieliikenteen hiilivetypäästöissä (HC), mutta myös vesiliikenteen osalta on tapahtunut vähenemistä. Tämä tieto ei kuitenkaan sisältänyt työ- ja pienkoneiden hiilivetypäästöjen kehitystä. (Ilman epäpuhtauksien päästöt Suomessa 2023; LIPASTO 2023.)



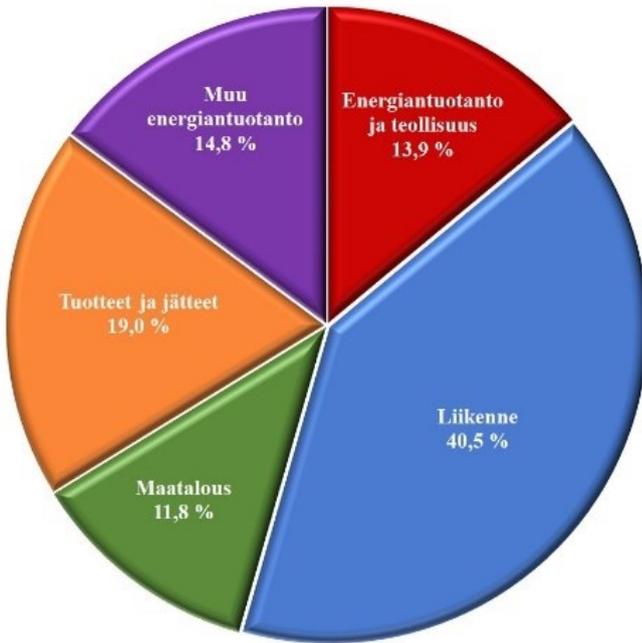
KUVIO 8. Suomen tieliikenteen hiilivetypäästöt (HC) 2002–2020 (mukaillen LIPASTO 2023)

Kansallisen ilmansuojeluohjelman mukaan Suomen NMVOC-päästöjen kokonaismäärä on vähentynyt vuoden 2002 noin 170 000 tonnista, vuoteen 2017 mennessä noin 85 000 tonniin. Tässä tiedossa ovat mukana seuraavat päästösektorit: energiantuotanto, liikenne, teollisuus, tuotteet ja maatalous. Päästöjen kokonaismäärä on siis karkeasti puolittunut tällä aikavälillä. Tämänkin lähdetiedon pohjalta merkittävin väheneminen on tapahtunut liikenteen NMVOC-päästöjen osalta. Päästöjen väheneminen on ollut seurausta eri lainsäädäntöjen asettamista päästörajoitteista ja autokannan kehittymisestä sekä vähittäisestä sähköistymisestä. Myös teollisuuden ja tuotteiden aiheuttamat NMVOC-päästöt ovat tällä aikavälillä hieman vähentyneet. Energiantuotannon ja maatalouden osalta päästöissä ei ole nähtävissä selkeää muutosta suuntaa tai toiseen. (Kansallinen ilmansuojeluohjelma 2030, 36, 39.)

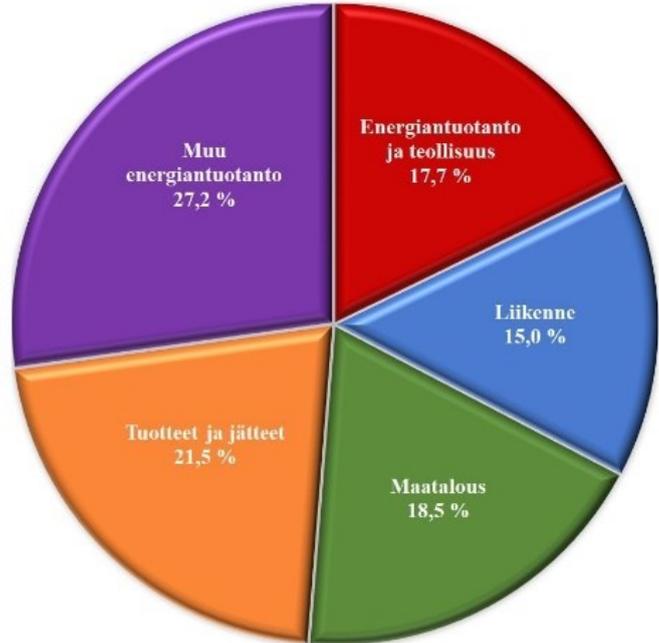
Ympäristö.fi sivustolla on Suomen ympäristökeskuksen kansallisen ilmapäästötietojärjestelmän tietoja ilman epäpuhtauksista ja niiden päästömäärien kehityksestä. Sivustolla olevan kuvaajan, Suomen NMVOC-päästöjen kehityksestä, mukaan NMVOC-päästöt vuonna 2002 ovat olleet 168 000 t/a ja vuoteen 2020 mennessä päästöt olivat vähentyneet noin 84 500 tonniin, eli puolittuneet. (Ilman epäpuhtauksien päästöt Suomessa 2023)

Kuviossa 9 on esitetty Suomen eri NMVOC-päästöjen prosentuaalinen osuus päästöluokittain vuonna 2005 ja 2020, kansallisen ilmapäästötietojärjestelmän tietojen mukaan. Tästäkin nähdään selkeästi liikenteen osuuden pieneneminen ja muiden päästöluokkien prosentuaalisten osuuksien vastaava kasvu.

Suomen NMVOC-päästöjen osuudet päästölähteittäin 2005



Suomen NMVOC-päästöjen osuudet päästölähteittäin 2020



KUVIO 9. Suomen VOC-päästöjen prosentuaalinen jakautuminen vuonna 2005 ja 2020 (mukaiillen Ilman epäpuhtauksien päästöt Suomessa 2023)

### 7.3 Päästöjen kehitys 2021 eteenpäin

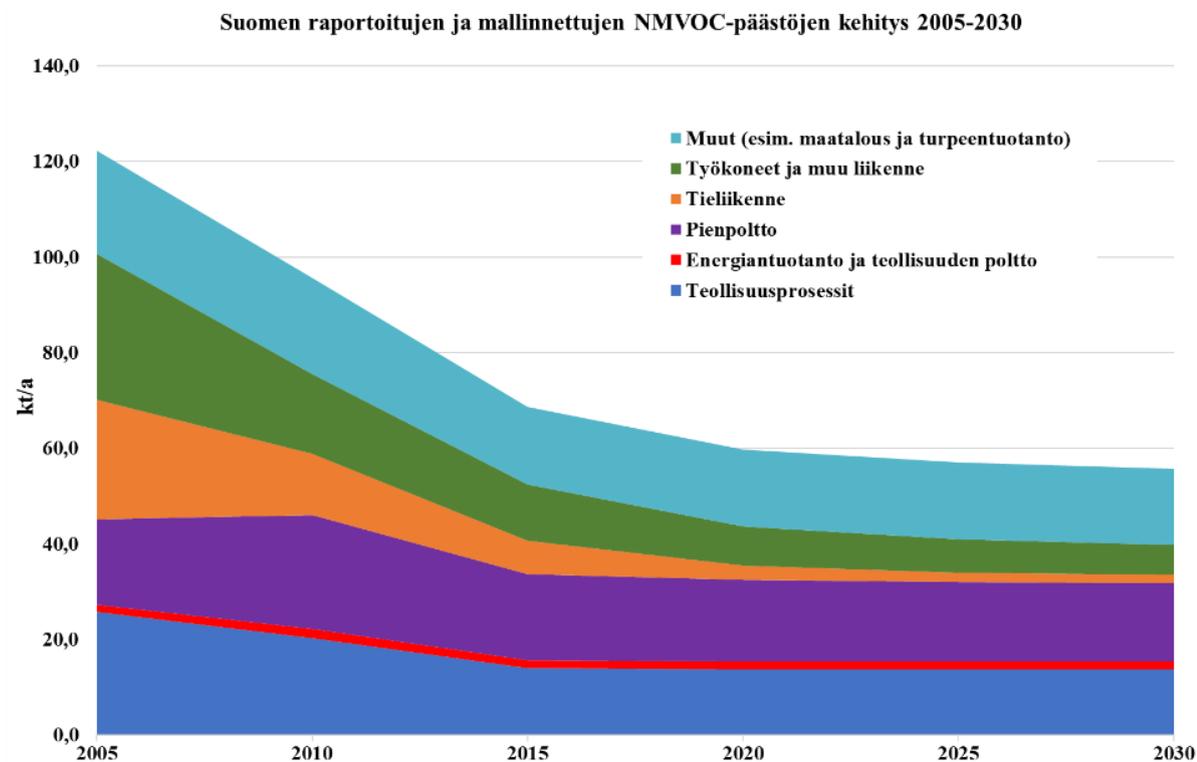
Kuten edellä on kuvattu ja kerrottu, ovat VOC-päästöt kokonaisuudessaan vähentyneet selvitetyllä aikavälillä. Merkittävin väheneminen on ollut liikenteen ja etenkin tieliikenteen päästöissä, mutta myös teollisuuden osalta on tapahtunut vähenemistä. Kun päästökehitystä yritetään arvioida tulevaisuudessa, pitää ottaa huomioon jo tiedossa olevat päästövähennystavoitteet ja niihin pääsyä ohjaavat lait ja asetukset. VTT:n LIISA-alamallissa on mallinnettu ja ennustettu Suomen tieliikenteen hiilivetyypäästöjen kehitystä vuoteen 2050 asti. Mallinnuksen ja ennusteen mukaan päästöt jatkavat edelleen vähenemistään, mutta hidastuen. (LIPASTO 2023.) Tieliikenteen osalta päästöjen absoluuttinen vähenemisen on ollut suurta ja ollaan jo tasolla, josta ei saada enää suurta muutosta aikaan. Tämänhetkisistä päästöistä voidaan vielä mahdollisesti 'nipistää' kymmeniä prosentteja, mutta tonnimääräinen väheneminen ei voi enää olla suurta.

Taulukkoon 15 on poimittu Kansallisen ilmansuojeluohjelman liitteessä 1 olevat NMVOC-päästöjen raportoidut tiedot vuosilta 2005, 2010 ja 2015, sekä mallinnetut päästöt vuosille 2020, 2025 ja 2030. Näissä tiedoissa on mukana ainoastaan päästökattodirektiivin asettamiin vähennysvelvoitteisiin liittyvät päästösektorit. (Kansallinen ilmansuojeluohjelma 2030, 88.)

TAULUKKO 15. Suomen raportoidut (2005, 2010, 2015) ja mallinnetut (2020, 2025 ja 2030) NMVOC-päästöt (mukaiillen Kansallinen ilmansuojeluohjelma 2030, 88)

Suomen raportoidut (2005, 2010, 2015) ja mallinnetut (2020, 2025, 2030) NMVOC-päästöt [kt/a]						
Päästökattodirektiiviin vähennysvelvoitteisiin sisältyvät päästösektorit	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Energiantuotanto ja teollisuuden poltto	1,5	2	1,7	1,7	1,7	1,7
Teollisuusprosessit	25,7	20,2	14	13,7	13,7	13,7
Pienpoltto	17,9	23,8	17,9	17	16,6	16,3
Tieliikenne	25,1	12,9	7,1	3	2	1,8
Työkoneet ja muu liikenne	30,5	16,6	11,7	8,2	7	6,2
Muut (esim. maatalous ja turpeentuotanto)	21,6	20,1	16,2	16,1	16,0	16,0
<b>Yhteensä</b>	<b>122.3</b>	<b>95.6</b>	<b>68.6</b>	<b>59.7</b>	<b>57.0</b>	<b>55.7</b>

Kuviossa 10 on kuvattuna edellisen taulukon Suomen raportoitujen ja mallinnettujen NMVOC-päästöjen kehitys eri päästösektorien välillä, 2005 alkaen ja arviota vuoteen 2030 asti. Tästä nähdään, että päästöt ovat karkeasti puolittuneet 2005–2020 välillä ja jatkaisivat hidasta vähenemistään. Tässä enusteessa liikenteen ja työkoneiden päästöjen oletetaan edelleen vähenevän, muiden osalta ei odoteta selkeää vähenemistä. (Kansallinen ilmansuojeluohjelma 2030, 68)



KUVIO 10. Suomen NMVOC-päästöjen kehitys ja arvio 2005–2030 (mukaiillen Kansallinen ilmansuojeluohjelma 2030, 68)

## 8 MITTAUKSET

### 8.1 Mittausten tarkoitus

Mittausten tarkoituksena oli saada alustava kuva Kokkolan alueen VOC-pitoisuuksista ilmassa.

### 8.2 Mittalaitteen valinta

Selvityksen luonteen vuoksi oli löydettävä mittalaite, joka on samalla kohtuullisen edullinen ja kykenee luotettavasti mittaamaan useita yhdisteitä samanaikaisesti. Selvitettäessä eri vaihtoehtoja päädyttiin passiivikeräimeen, jolla on mahdollista mitata useita yhdisteitä samanaikaisesti.

Mittaukseen käytettiin 3M:n valmistamaa 3M 3500 diffuusiokeräintä. Muita mittalaitteita on myös saatavilla, mutta niiden toiminta perustuu enemmän hetkellisen arvon mittaamiseen. Kaasukromatografiaan perustuvilla mittalaitteilla voidaan myös mitata pidempiäkin ajanjaksoja ja saada keskiarvo tiedonkeräysohjelmalla. Tällaisten laitteiden hintataso oli kuitenkin liian korkea selvityksen tarpeeseen suhteutettuna. (Tampereen aluetyöterveyslaitos 2002; Suomen 3M Oy 2002.)

### 8.3 Passiivikeräimen toimintaperiaate, mitatut yhdisteet ja määrittämissrajat

#### 8.3.1 Toimintaperiaate

Epäpuhtauksien kertyminen keräimeen perustuu diffuusioon. Keräimessä on aktiivihiiliadsorbentti, jonka pinnalle epäpuhtaus kerääntyy. Näytteenottoaika ja epäpuhtauksien pitoisuus vaikuttavat adsorboituvan epäpuhtauden määrään. Keräyksen päätyttyä keräimestä poistetaan valkoinen suojakalvo, ja painetaan muovikansi tiiviisti paikoilleen. Näyte suljetaan takaisin rasiaan, jossa se toimitettiin. Näytteet lähetetään analysoitavaksi laboratorioon, jossa epäpuhtaudet liuotetaan keräimestä ja analysoidaan kaasukromatografisesti. (Kurki, Rasmus, & Linkola 1996; Tampereen aluetyöterveyslaitos 2002; Suomen 3M Oy 2002.)

Keräimien asettelussa oli myös otettava huomioon pitkä keräysaika. Keräimien joutuminen alttiiksi vesisateelle ja auringonpaiste voisi olla haitallista, haihduttaen jo kertyneen herkästi haihtuvan yhdisteen. Keräimen käyttäminen näytteenottovälineenä vaati pitkän näytteenottoajan, koska oli oletettavaa, että epäpuhtauksien pitoisuudet ilmassa eivät ole suuria. Keräysaika kaikilla keräimillä oli 28 vuorokautta.

Passiivikeräin on suunniteltu mittaamaan keskimääräistä pitoisuutta ilmassa ja sitä käytetään myös yleisesti altistusmittauksissa, kun tutkitaan esimerkiksi työpaikan ilmanlaatua (Tampereen aluetyöterveyslaitos 2002).

### 8.3.2 Mitatut yhdisteet ja määrittämissrajat

Mittauksen tarkoitus oli saada selville kokonaisVOC-pitoisuudet (TVOC) ilmassa, sekä yleisimmät yhdisteet: bentseeni, tolueni ja ksyleenit (BTX). Laboratoriota pyydettiin myös analysoimaan mahdolliset etikkahappopitoisuudet. Määrittämissraja oli 0,2–0,8 µg/näyte, yhdisteen mukaan. Etikkahappoa ei todettu olevan näytteissä, toteuttamisraja tolueniksi laskettuna olisi ollut 3 µg/m<sup>3</sup>.

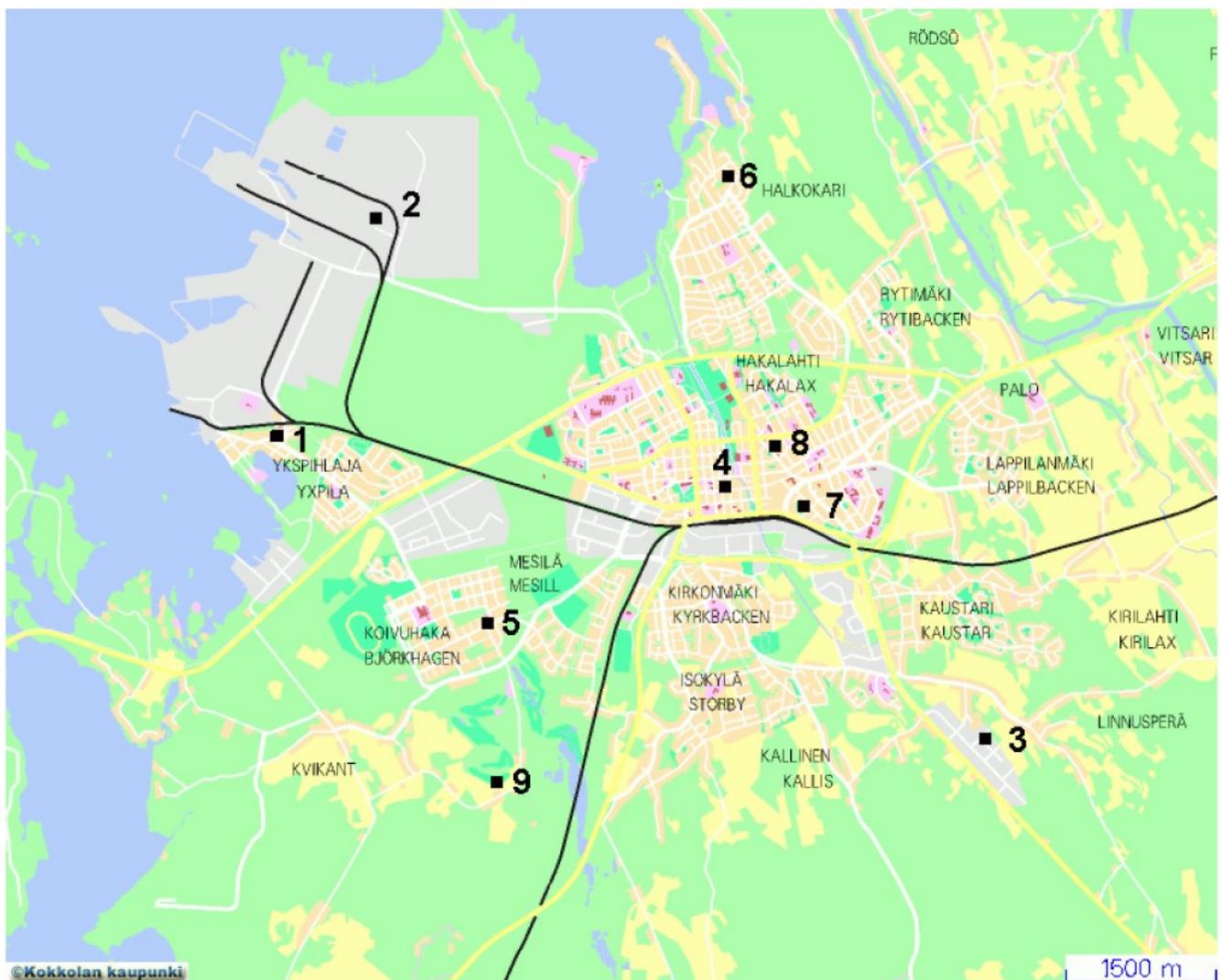
Muita mittauksessa esille tulleita yhdisteitä oli: MTBE (metyylitertiääributyylieetteri), C4-C5-hiilivedyt, tetrahydrofuraani ja alfa-pineeni. MTBE (metyylitertiääributyylieetteri) on syntettilinen, orgaaninen kemikaali ja sitä käytetään bensiinin lisäaineena. Sen tehtävänä on bensiinin oktaaniluvun kohottaminen ja toimiminen polttoaineen palamista tehostavana hapettimena. MTBE:n raaka-aineet ovat isobutyyleeni ja metanoli. MTBE:ä ei luokitella syöpää aiheuttavaksi aineeksi. MTBE:n haitallinen vaikutus johtuu sen alhaisesta haju- ja makukynnuksestä. Suomessa yli 10 prosentin MTBE-pitoisuudet bensiinissä ovat tavanomaisia. MTBE:ä käytettiin Suomessa vuonna 1997 noin 210 000 tonnia.

Tetrahydrofuraani on liuotin, jota käytetään hartsien, liimojen, lakkojen, painomusteiden ja magneettisten teippien valmistuksessa. Tetrahydrofuraanin terveyshaittoina on esimerkiksi ihon, silmien ja hengitysteiden ärsytys. Suurempina pitoisuuksina se aiheuttaa keskushermoston lamaantumista ja pysyviä hengitystie-, maksa- ja munuaisvaurioita. Kahdeksantunnin HTP-arvo työpaikan ilmassa on 300 milligrammaa ilmakeuutiometrissä, keräimestä analysoitu pitoisuus on tästä noin 1/30000.

Alfa-pineeni on luonnossa esiintyvien terpeenien sisältämä yhdiste. Sitä syntyy myös hajoamiskaasuna kompostoinnissa. Haju on mäntyyn vivahtava ja hajukynnys on noin 0,7 mg/m<sup>3</sup>. (Tampereen aluetyöterveyslaitos 2004.)

## 8.4 Mittauspaikkojen valintaperusteet

Mittauspaikkojen valinnassa tärkeintä oli saada kattava kuvaus koko Kokkolan kaupungin alueen VOC-pitoisuuksista. Paikkojen valinnassa keskityttiin mahdollisia päästöjä aiheuttaviin kohteisiin, sekä alueisiin, joissa ei ole selkeitä päästölähteitä, mutta joissa on asutusta tai muuta päivittäistä toimintaa. Mittauspaikkoja oli 9 kappaletta, joista 3 teollisuusympäristössä, 1 kaupungin keskustassa liikenneympäristössä, 4 asuinympäristössä ja 1 taustamittauspiste. Mittauspisteiden tarkemmat kuvaukset ja mittalaitteen sijoittelu on kuvattu liitteissä 1–9. Kuvassa 1 olevassa kartassa on esitetty mittauspisteiden sijoittelu Kokkolan kaupungin alueella.



1. Ykspihlajan mittauspiste
2. Boliden/OMG aluevalvontakeskus
3. Indolan mittauspiste
4. Keskikaupungin mittauspiste
5. Koivuhaan mittauspiste
6. Halkokarin mittauspiste
7. Nahkurin päiväkot
8. Sepänkadun mittauspiste
9. Hepo-Ventusnevan taustamittauspiste.

KUVA 1. Mittauspisteiden sijainti Kokkolan alueella (mukaihen Kokkolan paikkatietopalvelu 2004)

## 8.5 Tulokset passiivikeräimillä suoritetuista mittauksista

Mittauksista analysoitiin seuraavia yhdisteitä: TVOC (kokonaisVOC-pitoisuus), bentseeni, tolueni, ksyleenit, etyylibentseeni, C4 - C5-yhdisteet ja MTBE (metyylitertiääributyylieetteri). Analyysit tehtiin Tampereen aluetyöterveyslaitoksella, josta keräimet myös toimitettiin. Saadut mittauks tulokset on esitetty mittauspisteittäin taulukossa 16. Taulukossa olevat pitoisuudet on ilmoitettu mikrogrammoina ilmakuutiometrissä ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

TAULUKKO 16. VOC-yhdisteiden analysoidut pitoisuudet mittauspisteittäin Kokkolassa 2002

Mittauspisteen nimi	Keräysaika	TVOC	Bentseeni	Tolueni	Ksyleenit	Etyyli- bentseeni	C4-C5 - hiilivedyt	MTBE	Alfa- pineeni	Tetrahyd- rofuraani
Ykspihlajan mittauspiste	9.4.02 klo. 16.30 - 7.5.02 klo. 15.02	30	1	5	3	1	6	3		
Boliden / OMG aluevalvontakeskus	9.4.02 klo. 16.30 - 7.5.02 klo. 15.05	9	<1	1	<1	<1				
Indolan mittauspiste	9.4.02 klo. 16.30 - 7.5.02 klo. 15.04	47	1	9	7	2	8	2		
Keskikaupungin mittauspiste	9.4.02 klo. 16.30 - 7.5.02 klo. 15.00	48	2	7	4	1	14	3		
Koivuhaan mittauspiste	9.4.02 klo. 16.30 - 7.5.02 klo. 15.03	7	1	2	1	<1				
Halkokarin mittauspiste	9.4.02 klo. 16.30 - 7.5.02 klo. 15.06	11	<1	2	2	<1				
Nahkurin päiväkot	9.4.02 klo. 16.30 - 7.5.02 klo. 15.08	18	<1	1	1	<1				11
Sepänkadun mittauspiste	9.4.02 klo. 16.30 - 7.5.02 klo. 15.07	8	<1	1	1	<1				
Hepo - Ventusnevan taustamittauspiste	9.4.02 klo. 16.30 - 7.5.02 klo. 15.01	3	<1	<1	<1	<1			2	

## 9 VERTAILUA MUIHIN TUTKIMUKSIIN

### 9.1 Vertailua 2005 saatavissa olevilla tiedoilla

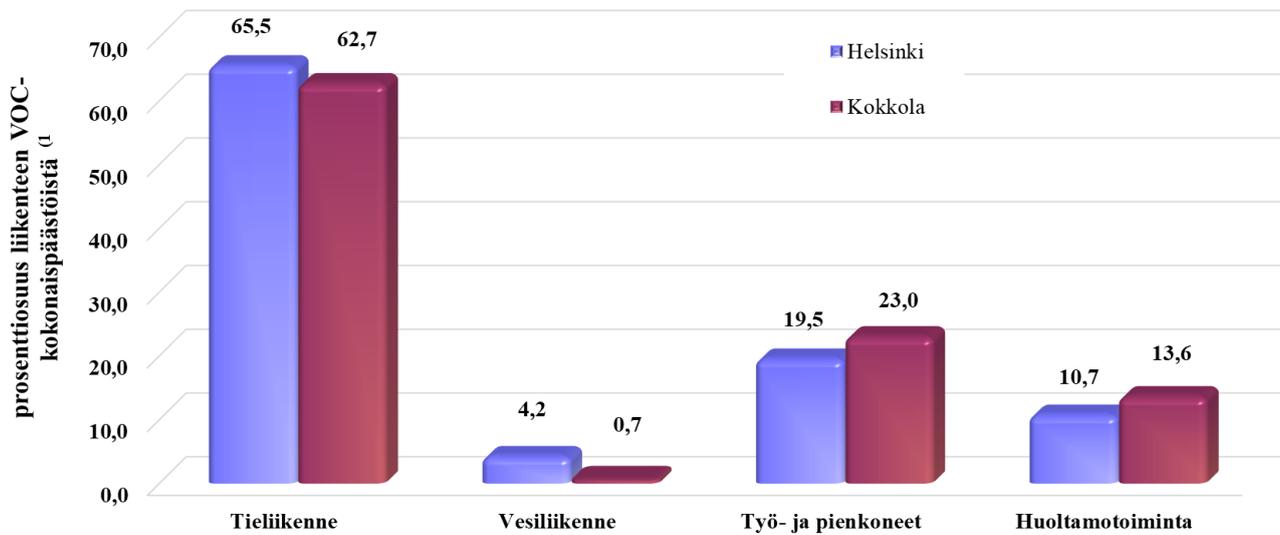
Vastaavia tutkimuksia VOC-päästöjen määristä kaupunkialueilla oli hyvin vähän saatavilla. Eri kaupungeissa Suomessa ja Ruotsissa on tehty tutkimuksia VOC-päästöjen suhteen, mutta yhteisen menetelmän puuttuessa tulokset eivät ole useinkaan vertailukelpoisia. Tutkimuksissa VOC-päästöjä on usein mitattu erilaisilla menetelmillä ja laitteistoilla. (Lyly ym. 2000)

Helsingissä on tehty vuonna 1999 tutkimus ihmistoiminnan aiheuttamista hiilivetyjen vuosipäästöistä. Tutkimuksen tulokset perustuvat yrityksiin tehtyjen kyselyiden ja kirjallisuuden tietoihin. (Lyly ym. 2000)

Kuviossa 11 on vertailtu Kokkolan ja Helsingin liikenteen aiheuttamien VOC-päästöjen prosentuaalisia suhteita. Helsingin selvityksessä ei ollut mukana rautatieliikennettä ja Kokkolan selvityksessä ei ollut mukana ilmaliikennettä, joten näiden osuudet on vähennetty kokonaispäästömäärästä. Helsingin liikenteen tiedot ovat VTT:n LIPASTO-tietokannasta ja perustuvat arvioon koko Suomen katusuoritteesta, joka on jaettu kuntien väkiluvun suhteessa kunnille. Kokkolan tiedot ovat myös LIPASTO-tietokannasta, tämän vuoksi prosentuaalisissa suhteissa ei ole merkittäviä eroja. (Lyly ym. 2000)

Kuviossa 12 on vertailtu Kokkolassa vuonna 2002 saatuja VOC-kokonaispäästöjä Helsingissä vuonna 1999 tehdyn selvityksen tuloksiin. Selvitysten välillä oli pieniä eroja lähinnä päästölähteiden jaottelemisessa. Vertailuun on pyritty keräämään toisiaan vastaavia päästölähteitä. Helsingin selvityksessä luonnon osuus kokonaispäästöistä oli selvästi pienempi, tämä aiheuttaa muiden osuuden kasvun. Varsinkin liikenteen osuus oli selvästi Kokkolan osuutta suurempi. Eri laitostoimintojen osuus oli Kokkolassa huomattavasti suurempi. Eri laitostoiminnot sisältävät kaiken teollisuuden ja Kokkolassa on kaupungin kokoon nähden paljon teollisuutta. (Lyly ym. 2000)

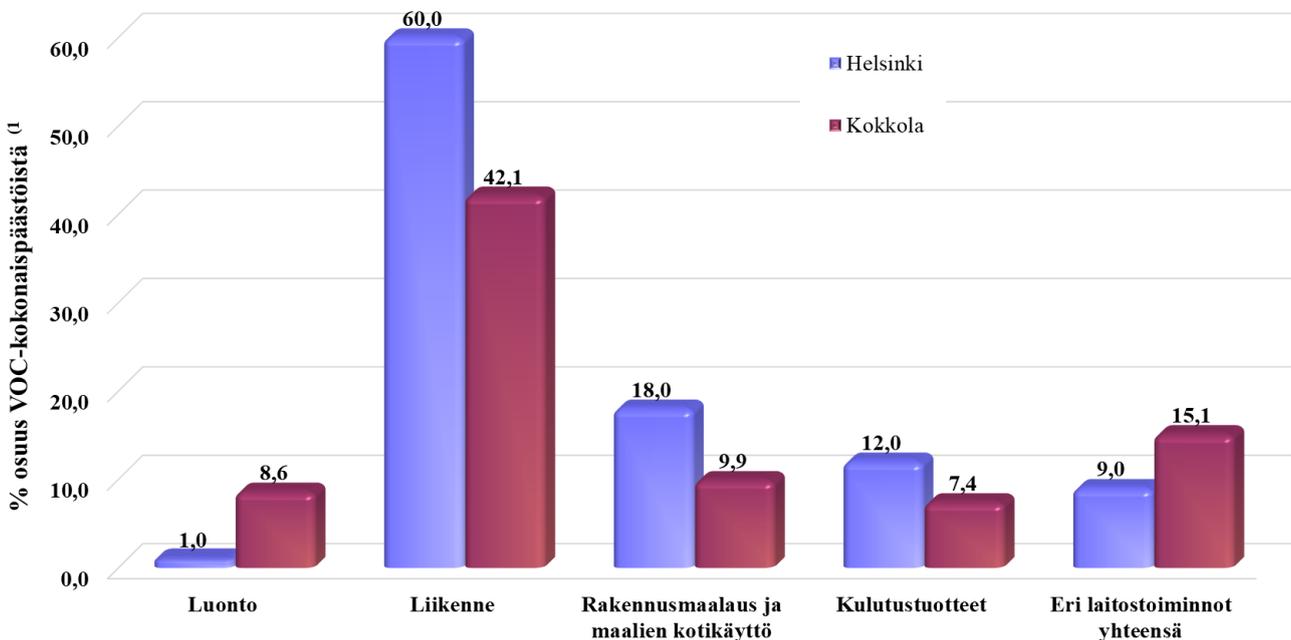
### Kokkolan ja Helsingin liikenteen aiheuttamien VOC-päästöjen suhde prosentteina



<sup>(1)</sup> Kokonaispäästöistä vähennetty lento- ja rautatieliikenteen päästöt, sekä Helsingin osalta katujen päällystykseen aiheuttamat päästöt

KUVIO 11. Kokkolan ja Helsingin liikenteen VOC-päästöjen prosentuaalinen suhde (mukaillen Lyly ym. 2000)

### Kokkolan ja Helsingin VOC-kokonaispäästöjen prosentuaalinen suhde



<sup>(1)</sup> Kokkolan päästöissä jätetty pois kiinteistökohtainen lämmitys, jonka osuus oli 16,9 %

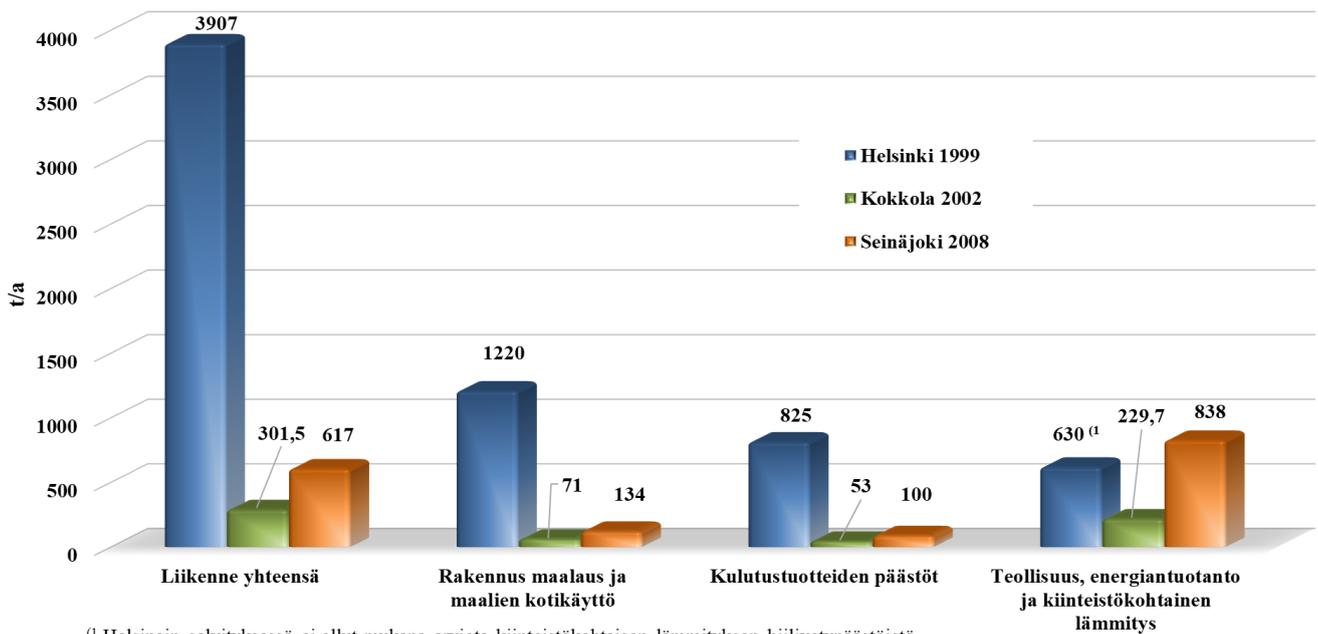
KUVIO 12. Kokkolan ja Helsingin VOC-kokonaispäästöjen prosentuaalinen suhde (mukaillen Lyly ym. 2000)

## 9.2 Vertailua muihin selvityksiin ja tietolähteisiin

Selvityksiä VOC-päästöjen määristä on tehty useissa kaupungeissa, mutta selvityksissä ei ole mitään yhtenäistä tapaa laskea ja arvioida päästömääriä. Esimerkiksi pääkaupunkiseudun satamien VOC-päästöiksi on ilmoitettu Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2020 julkaisussa 57 t/a (Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2020), kun samalle vuodelle VTT:n LIPASTO:n MEERI-alalaskentajärjestelmässä on Helsingin satamien NMVOC (HC-CH<sub>4</sub>) -päästöiksi mallinnettu 109 t/a (LIPASTO 2023). Toisin sanoen päästömäärät voivat vaihdella paljon, sen mukaan miten niitä on arvioitu ja mitä laskennassa on otettu huomioon. Vertailutuloksia lukiessa kannattaa ottaa huomioon tämä seikka ja tulkita niitä suuntaa antavina tietona kokonaispäästöjen osalta.

Seuraavalla sivulla olevissa kuviossa 13 ja 14 on vertailtu alkuperäisen esiselvityksen vuoden 2002 tietoja, Helsingissä vuonna 2000 ja Seinäjoella 2009 tehtyjen selvitysten ihmistoiminnan VOC-päästöihin, tonneina ja prosentuaalisena jakaumana. Helsingin selvityksessä ei ollut mukana rautatieliikennettä ja Kokkolan vuoden 2005 selvityksessä ei ollut mukana lentoliikennettä, joten näiden osuudet on vähennetty kokonaispäästö määrästä. (Lyly ym. 2000; Heinänen 2009) Helsingin selvityksessä oli tieliikenteen päästöihin laskettu mukaan myös katujen päällystys, mutta tämä vähennettiin Helsingin tieliikenteen päästöjen määrästä, jotta saatiin paremmin vertailukelpoiset tulokset (Lyly ym. 2000, 20). Helsingin selvityksessä ei ollut mainintaa kiinteistökohtaisen lämmityksen VOC-päästöistä, joten oletettu, ettei niitä ole kyseisessä selvityksessä huomioitu VOC-päästöihin.

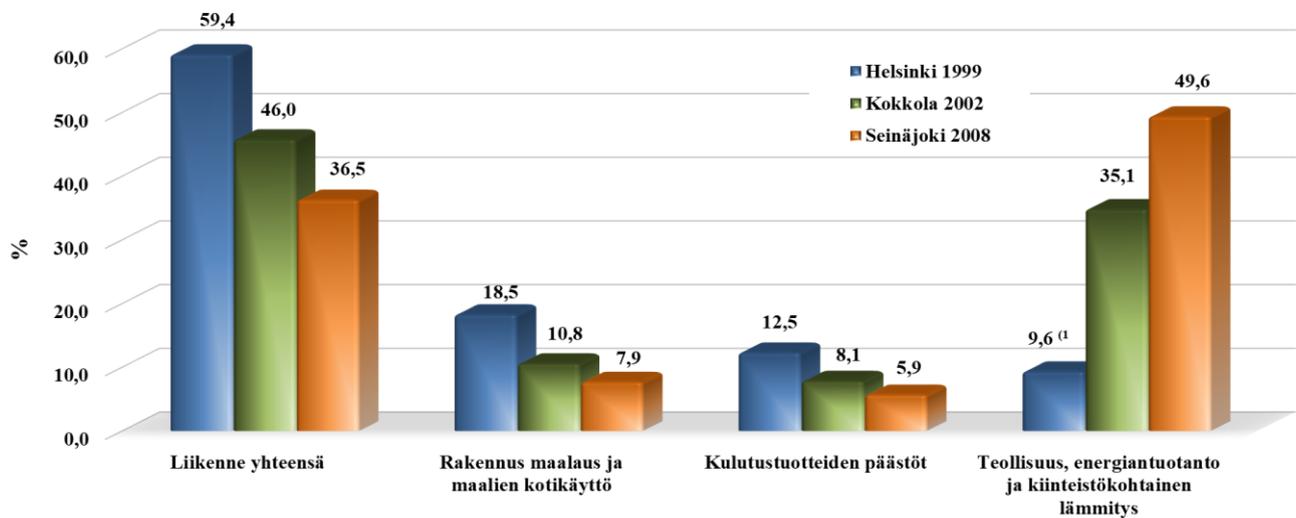
Helsingin, Kokkolan ja Seinäjoen ihmistoiminnan VOC-päästöjen määrät [t/a]



<sup>1)</sup> Helsingin selvityksessä ei ollut mukana arviota kiinteistökohtaisen lämmityksen hiilivetypäästöistä

KUVIO 13. Kokkolan, Seinäjoen ja Helsingin ihmistoiminnan VOC-päästöjen määrät (mukailien Lyly ym. 2000; Heinänen 2009)

Helsingin, Kokkolan ja Seinäjoen ihmistoiminnan VOC-kokonaispäästöjen prosentuaalinen jakauma

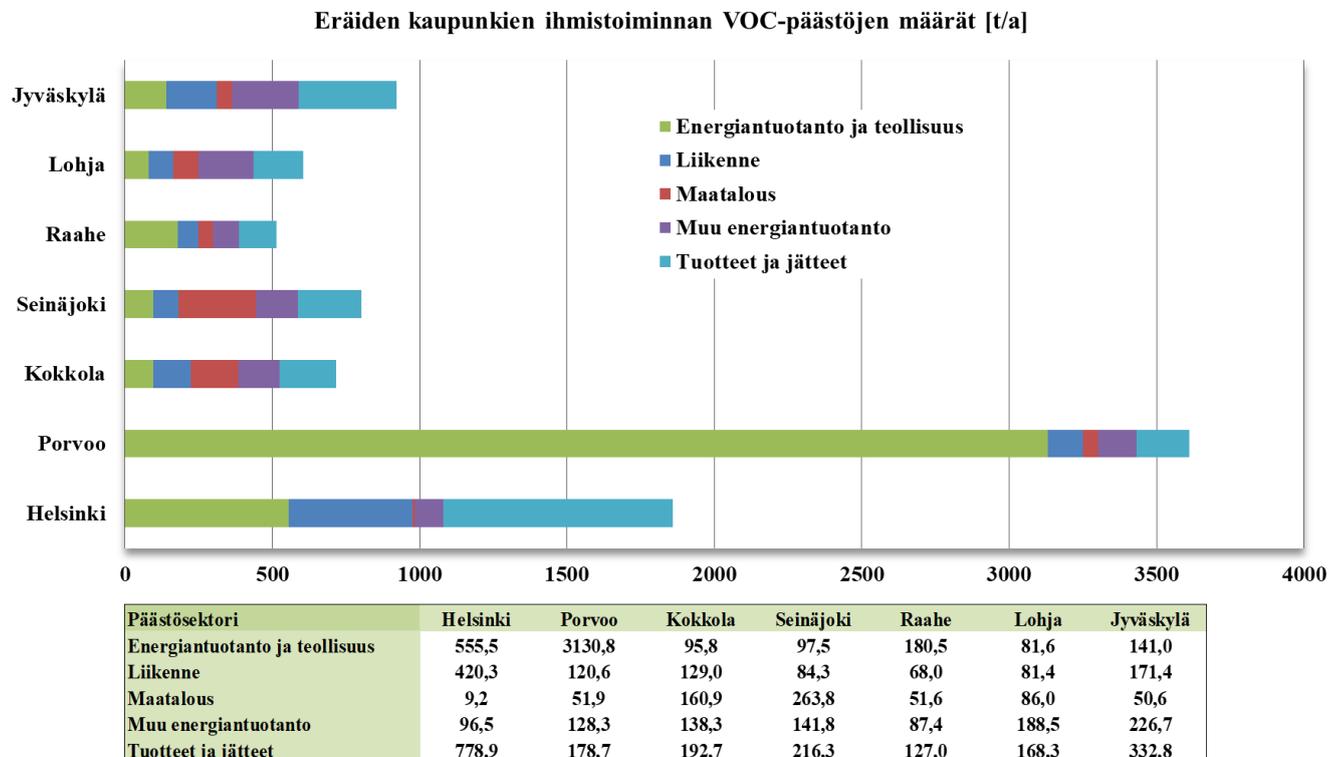


<sup>1)</sup> Helsingin selvityksessä ei ollut mukana arviota kiinteistökohtaisen lämmityksen hiilivetypäästöistä

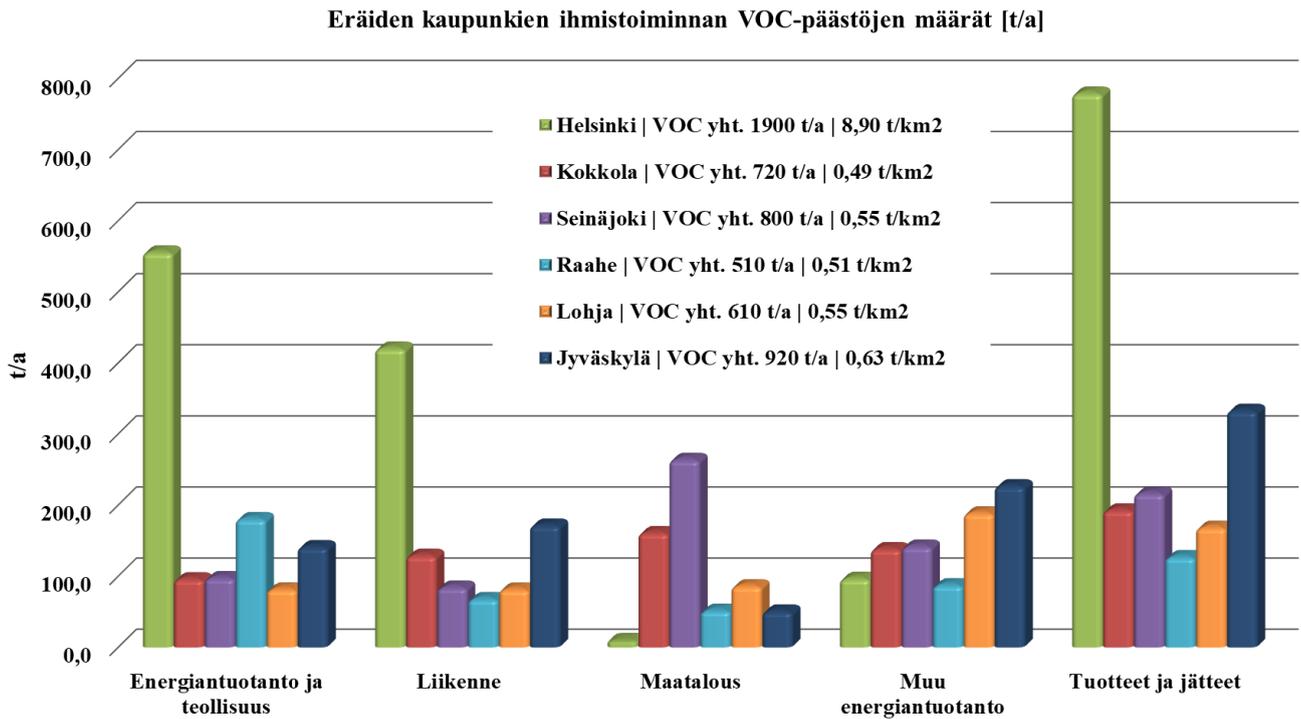
KUVIO 14. Kokkolan, Seinäjoen ja Helsingin ihmistoiminnan VOC-päästöjen prosentuaalinen jakauma (mukailien Lyly ym. 2000; Heinänen 2009)

Kuvioihin 15–17 on poimittu ympäristö.fi-sivustolta Suomen ympäristökeskuksen kansallisen ilmapäästötietojärjestelmän NMVOC-päästötietoja 7 kaupungin osalta. Näissä on vertailtu kyseisten kaupunkien päästöjä tonneina ja prosentuaalisina suhteina. Kuvion 22 grafiikasta näkee selkeästi sen, että kaupungin koko vaikuttaa päästömääriin erittäin paljon. Lisäksi Porvoon osalta voi todeta, että kaupungin teollisuuden suuri osuus tekee merkittävän 'piikin' VOC-päästöihin. Kuvioista 23 ja 24 jätettiin tarkoituksella Porvoon tiedot pois, koska ne olivat korkeana 'piikkinä' ja muiden vertailu olisi sen vuoksi ollut vaikeaa. Avoimista lähdetiedoista ei löytynyt Porvoon suurimpia päästölähteitä, mutta voisi ajatella, että Nesteen jalostamolla voi olla iso vaikutus. (Ilman epäpuhtauksien päästöt Suomessa 2023.)

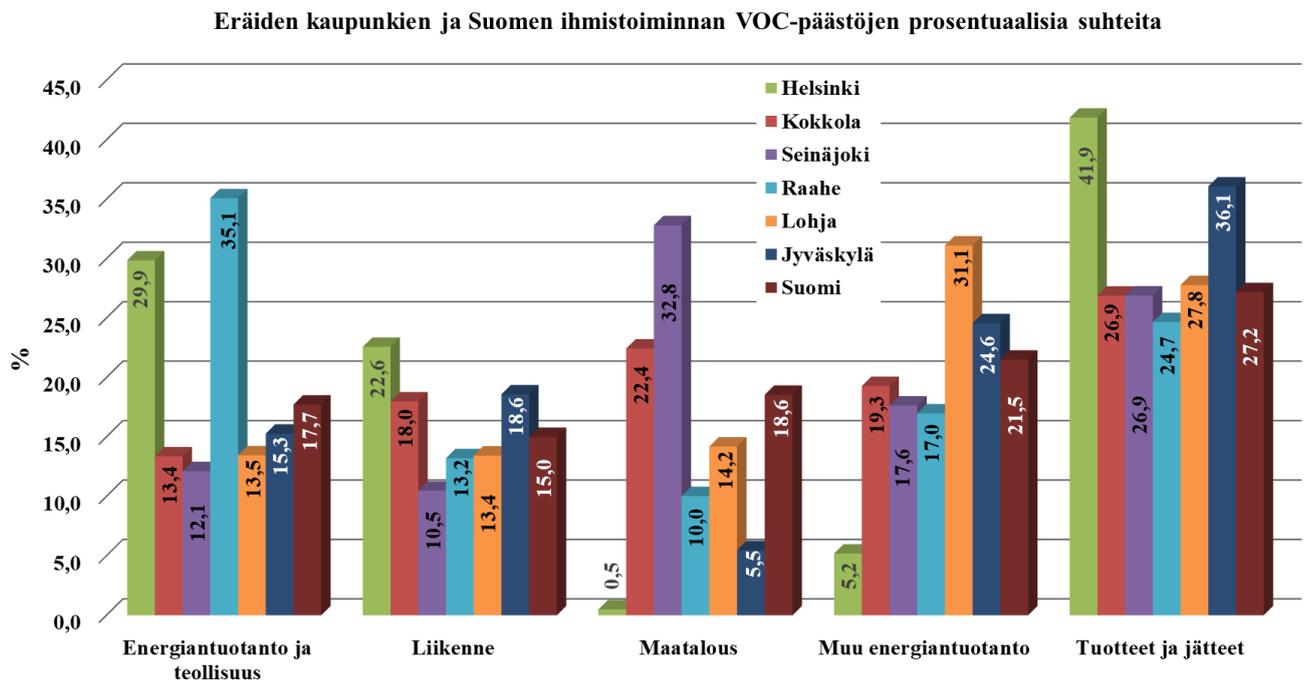
Kuvioista voi nähdä sen, että suuremmassa kaupungissa liikenteen, energiantuotannon ja teollisuuden sekä tuotteiden ja jätteiden osuudet ovat suurempia ja vastaavasti maatalouden osuus pienempi. Kaupungin teollisuuden vaikutuksen näkee hyvin kuviossa 24, jossa Helsingin ja Raahen osalta teollisuuden ja energiantuotannon prosentuaalinen osuus on selvästi muita suurempi. Kuviossa 24 on mukana myös koko Suomen VOC-päästöjen prosentuaaliset osuudet ja siitä näkee hyvin, että Kokkola sijoittuu VOC-päästöjensä osalta lähelle Suomen keskiarvoa, prosentuaalisten jakaumin mukaan. (Ilman epäpuhtauksien päästöt Suomessa 2023.)



KUVIO 15. Eräiden kaupunkien ihmistoiminnan VOC-päästöjen määrät (mukailten Ilman epäpuhtauksien päästöt Suomessa 2023)



KUVIO 16. Eräiden kaupunkien ihmistoiminnan VOC-päästöjen määrät (mukailien Ilman epäpuhtauksien päästöt Suomessa 2023)



KUVIO 17. Eräiden kaupunkien ja Suomen ihmistoiminnan VOC-päästöjen prosentuaalisia suhteita (mukailien Ilman epäpuhtauksien päästöt Suomessa 2023)

## 10 TULOSTEN ARVIOINTI

### 10.1 Luonnon ja ihmistoiminnan aiheuttama VOC-päästöt

Luonnon aiheuttamiksi hiilivetyypäästöiksi arvioitiin vuonna 2002 Kokkolan alueella 62 tonnia vuodessa. Kokkolassa luonnon osuus oli selvästi pienempi kuin Suomessa keskimäärin. Luonnon päästöt ovat pääasiassa lähtöisin metsistä, joten tulos perustuu metsien pinta-alaan suhteutettuun arvioon. VOC-päästömittauksissa taustamittauspisteen kokonaishiilivetyjen (TVOC) pitoisuus oli alhainen 3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , ja tästä määrästä oli 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  luonnosta peräisin olevaa alfapineeniä.

Päivitettyssä arviossa luonnon aiheuttamiksi VOC-päästöiksi saatiin 1536 tonnia vuodessa. 2002 ja 2021 saatujen VOC-päästöjen määrissä on suuri ero, joka selittyy pääasiassa kahdella seikalla: Kokkolan pinta-ala on kasvanut noin viisinkertaiseksi vuoden 2002 jälkeen ja VOC-päästöjen laskentatapa myös muuttui. Uusi päästötieto on noin 0,5 % Suomen luonnon VOC-päästöistä, joiden on arvioitu olevan 320 000 tonnia. Tulos perustuu oletamaan, että Kokkolan metsien pinta-ala vastaa keskimäärin Suomen metsien pinta-alaa ja päästöt ovat saman suhtaisia. Saatu luonnon VOC-päästö määrä on todennäköisesti lähempänä oikeaa määrää, kun aiemmassa selvityksessä. Toisaalta luonnon VOC-päästöt eivät ole niin merkittävässä asemassa, koska ne mahdollisesti vaikuttavat vähemmän ilmaston lämmemiseen ja voivat jopa hillitä sitä. Lisäksi luonnon hiilivetyypäästöjen määriin on vaikea vaikuttaa millään toimilla.

### 10.2 Ihmistoiminnan aiheuttamat VOC-päästöt

#### 10.2.1 Liikenne

Alkuperäisessä selvityksessä liikenteen aiheuttamat VOC-päästöt näkyivät selvästi mittauksissa saaduissa tuloksissa. Mittauspisteissä, joissa oli suurin liikennetiheys, liikenteen aiheuttamien C4-C5-hiilivetyjen osuus oli merkittävä, verrattuna muihin mitattuihin hiilivetyypitoisuuksiin. Samoissa pisteissä oli myös muita korkeammat MTBE:n ja tolueenin pitoisuudet. Selvityksessä saatujen tulosten perusteella Kokkolassa liikenteen VOC-päästöjen osuus VOC-kokonaispäästöistä oli noin 42 %. Kokkolan liikenteen osuus, verrattuna Helsingissä 1999 tehtyyn selvitykseen oli selvästi pienempi. Helsingin alueen VOC-päästöistä liikenteen osuus oli noin 60 %.

Liikenteen VOC-päästöissä tieliikenne, huoltamotoiminta sekä työ- ja pienkoneet aiheuttavat valtaosan päästöistä. Muiden liikennemuotojen osuus on häviävän pieni, joskin vesiliikenteen merkitys voi paikallisesti esimerkiksi kesäajan huviveneilyn vuoksi olla suurempi.

Uuden päivitetyn tiedon pohjalta tieliikenteen päästöt ovat selvitysten välillä pudonneet noin kymmenesosaan. Myös rautatieliikenteen päästöt ovat noin puolittuneet. Merkittävin tekijä näihin on ollut todennäköisesti tie- ja raideliikenteen sähköistyminen, sekä polttomootoriautojen pakokaasupäästöjen rajoittamiseksi tehdyt sääntelyt. Päästöjen vähentyminen on saman suuntaista koko Suomessa.

Työ- ja pienkoneiden päästötulokset nousivat hieman esiselvityksen ajoista, mutta tämä selittynee erilaisella laskentatavalla ja mahdollisesti myös niiden määrän lisääntymisellä. Voidaan olettaa, että työ- ja pienkoneisiin tehdyt sääntelyt (Stage I-V) ovat vaikuttaneet yksikköpäästöihin ja päästö määrä olisi todennäköisesti suurempi ilman tehtyjä sääntelyjä.

Vesiliikenteen päästöt kasvoivat merkittävästi, tähän vaikutti varmasti laskentatavan muutos, mutta Kokkolan alueen vesiliikenteen määräkin on voinut kasvaa vuodesta 2002, tästä ei kuitenkaan löytynyt luotettavaa lähdetietoa.

Bensiinin jakelun ja varastoinnin osalta päästöt laskivat merkittävästi vuodesta 2002. Tämäkin tulos selittyy erilaisella arviotavalla, mutta myös bensiinihöyryjen talteenoton 2-vaihe on tullut voimaan näiden selvitysten välisenä aikana ja on osaltaan vähentänyt päästöjä.

### **10.2.2 Maatalous**

Maatalouden osuutta ei ollut alkuperäisessä selvityksessä, mutta päivitettyyn tietoon se otettiin mukaan, koska on merkittävä VOC-päästöjen lähde, yli 20 % osuudella ihmistoiminnan VOC-päästöistä. Maatalouden päästöjen eri lähteitä ei selvitetty tarkemmin, tyydyttiin lähdetiedoista saatuun kokonaispäästö tietoon.

### 10.2.3 Tuotteet ja jätteet

Tuotteet ja jätteet sektorin alle kuuluu alkuperäisen selvityksen päästölähteistä: kulutustuotteet, rakennusmaalaukset ja maalien kotikäyttö, painotoiminta ja osin liuottimien käyttöä. Vuoden 2005 selvityksessä arvioitiin erikseen rakennusmaalauksen ja kulutustuotteiden hiilivety päästöjä. Arvio niiden määristä perustuu 1990-luvulla Suomessa ja Ruotsissa tehtyihin arvioihin kulutuksesta asukasta kohden. Maalien ja kulutustuotteiden liuotinainepitoisuuden ovat laskeneet tämän jälkeen ja arvio oli mahdollisesti suurempi kuin todellinen määrä. Rakennusmaalien ja maalien yksityiskäytön osuus VOC-kokonaispäästöistä Kokkolassa vuonna 2002 oli noin 10 %. Helsingissä vuonna 1999 tehdyssä tutkimuksessa oli osuudeksi saatu noin 18 %, Kokkolassa saatu tulos oli kuitenkin selvästi tätä pienempi, johon osittain maalien kasvaneesta kuiva-ainepitoisuudesta viime vuosien aikana.

Päivitetyssä selvityksessä saatu tuotteiden ja jätteiden VOC-päästömäärä perustuu Suomen viralliseen kansalliseen ilmapäästötietojärjestelmään ja sen pohjalta tuloksen voi olettaa olevan luotettava ja riittävän tarkka tähän selvitykseen. Kokkolan osalta ei avoimista ja julkisista lähteistä löytynyt yksityiskohdaisempaa tietoa tämän sektorin sisältämistä päästömääristä. Tämän vuoksi on perusteetonta lähteä vertailemaan nyt saatua tulosta aikaisemman selvityksen tuloksiin. Uudemman tiedon pohjalta voidaan kuitenkin olettaa, että etenkin maalien, lakkojen ja liuottimien VOC-päästöt ovat edelleen vähentyneet sääntelyn seurauksena.

### 10.2.4 Energiantuotanto ja teollisuus sekä muu energiantuotanto

Vuoden 2005 selvitystä, eri toimialojen päästöistä tehtiin myös yritys kyselyillä. Kokkolan alueella toimi vain muutama suuryritys, joilla oli tiedot myös VOC-päästöistä. Valtaosa selvityksen kohteena olleista yrityksistä oli pieniä, tai keskisuuria teollisuuden yrityksiä. Tietojen löytyminen näiltä yrityksiltä oli erittäin vaikeaa. Päästöjen arviointi oli myös erittäin hankalaa, koska kyseisillä yrityksillä ei ollut selkeitä päästöjä, eivätkä he olleet velvollisia mittaamaan VOC-päästöjen suuruutta. Monet yrityksistä työllistivät vain yhden tai muutaman henkilön, eikä heillä ollut ympäristöasioihin perehtynyttä henkilöä. Yrityksissä ei myöskään pääsääntöisesti ollut tietoa vuotuisista aineiden kulutuksista. Henkilöstö tiesi ainoastaan käyttämiensä puhdistus- ja liuotinainepitoisuuksien, maalien yms. kaupan nimet, ei niiden sisältämiä liuotin- tai kuiva-ainepitoisuuksia. Näiden yritysten kohdalla turvauduttiin karkeaan arvioon päästöistä, yrityksen koon ja toimialan perusteella. Yrityskohtaisia päästömääriä ei siis ole esitetty tässä selvityksessä. Voidaan kuitenkin olettaa, että keskiarvona käytetyillä määrillä saatiin kohtalaisen

hyvä arvio VOC-päästöjen kokonaismäärästä. (Kokkolan Yritys- ja Toimipaikkaluettelo 2000; Yrityskyselyt 2004,)

Neste Oil Oyj:n ja OMG Kokkola Chemicals Oy:n VOC-päästöistä saatiin tarkat tiedot, näiden osuus Kokkolan alueen eri laitostoimintojen VOC-päästöistä vuonna 2002 on lähes 80 %. Neste Oil Oyj oli saanut vähennettyä VOC-päästöjensä määrää mm. syrjäytyskaasujen talteenottolaitoksen avulla. Talteenottomenetelmien vielä kehittyessä, sekä polttonestevaraston kuin huoltamoidenkin osalta, voidaan päästöjen olettaa vielä vähenevän.

Muiden alueen suurien teollisuus- ja energiantuotantolaitosten osalta ei ollut saatavilla tarkkoja tietoja VOC-päästömääristä. Näiden yritysten yhteenlasketut VOC-päästöt voivat olla merkittäviä ja vaikuttaa teollisuuden kokonaispäästömäärään huomattavasti. Tämän vuoksi niitä ei voinut jättää selvityksessä huomioimatta, joten muiden teollisuus- ja energiantuotantolaitosten yhteenlasketuksi VOC-päästömääräksi vuonna 2002 arvioitiin 10 t/a.

Energiantuotannon ja teollisuuden VOC-päästöjen vertailu vuoden 2005 ja 2020 välillä on vaikeaa, koska päästöjen osalta ei ollut samaa lähdetietoa saatavilla. Tähän sektoriin kuuluvien toimintojen päästöt olivat 2002 noin 109 t/a ja vuonna 2020 päästöt olivat 96 t/a. Uudempi tieto on Suomen ympäristökeskuksen kansallisesta ilmapäästötietojärjestelmästä, joka on myös Suomen EU:lle lähettämää virallista päästötietoa. Voidaan siis olettaa tiedon olevan luotettavaa.

Ilmapäästötietojärjestelmässä on myös sektori muu energiantuotanto, jonka päästöt Kokkolassa vuonna 2020 olivat 140 t/a. Osa alkuperäisen selvityksen teollisuuden päästöistä voi olla myös tämän sektorin sisällä. Lisäksi tähän sektoriin kuuluu kiinteistökohtainen lämmitys, pienet lämmityskattilat ja yksittäisten polttolaitosten polttoaineen käyttöä. Voidaan kuitenkin olettaa, että iso osa tämän sektorin päästöistä syntyy pienpoltosta, jossa ei ole tapahtunut päästöjä vähentävää kehitystä selvitysten välillä. Kiinteistökohtaisen lämmityksen päästöiksi vuonna 2002 arvioitiin 121 t/a. Vuodelle 2020 saatu päästömäärä muulle energiantuotannolle oli 140 t/a, sisältäen tuon lämmityksen ja pienpolton. Tuloksista voidaan kuitenkin päätellä, että ollaan oikeassa suuruusluokassa, koska tulokset ovat lähellä toisiaan ja tällä sektorilla Suomen VOC-päästöt eivät ole selkeästi vähentyneet.

Uudempiin lähdetietoihin ja selvityksiin tuloksia verratessa voidaan Kokkolan VOC-päästöjen sanoa olevan keskimääräistä tasoa Suomessa. Isojen teollisuus- ja energiantuotantolaitosten osalta ei ollut saatavilla laitoskohtaisia tietoja, joten niiden päästökäytystä ei voitu vertailla. Yleisesti ottaen VOC-

päästöt ovat vähentyneet yksittäisten laitosten kohdalla, mutta poikkeuksiakin voi olla. Kokkolan osalta teollisuuden ja energiantuotannon määrä on oletettavasti jonkin verran kasvanut, joka lisäisi kokonaispäästöjä. Mutta saadut tulokset tältä sektorilta eivät osoita päästöjen selkeää kasvua. Jos oletetaan, että teollisuuden ja energiantuotannon määrä on kasvanut, mutta samalla sektorin kokonaispäästöt ovat jossain määrin pienentyneet, niin yksikköpäästöt ovat pienentyneet selkeästi.

### **10.2.5 Yhteenvetona tuloksista**

Liikenteen osalta nähdään selkeää VOC-päästöjen vähenemistä, eteenkin tieliikenteessä, mutta hieman myös muissa. Maatalouden päästöt tulivat uutena sektorina, joten muutoksen vertailu vaikeaa. Suomessa maatalouden VOC-päästöissä ei ole tapahtunut isoa muutosta selvitysten välillä. Kokkolan osalta maatalouden päästöt ovat todennäköiset kasvaneet kuntaliitoksen myötä. Muut ihmistoiminnan VOC-päästöt ovat pysyneet samalla tasolla, tai hieman laskeneet. Tässä voisi ajatella niin, että päästöt ovat samaa suuruusluokkaa, mutta kaupungin pinta-ala ja sen asukasluku ovat kasvaneet, joten päästöt henkilöä kohden ovat laskeneet.

### **10.2.6 Yleistä mittaustuloksista**

Keräimillä tehdyissä mittauksissa yhdisteiden pitoisuudet, kaikilla mittauspisteillä, olivat selkeästi terveyttä vaarantavien rajojen alla. Selvityksessä mittausaika oli varsin pitkä ja hetkelliset arvot voivat olla tietysti korkeampia.

Suurteollisuusalueella mittauspisteessä (Boliden / OMG aluevalvontakeskus) TVOC ja muiden yhdisteiden pitoisuudet olivat yllättävän alhaisia, alueen teollisuuden kokoon ja liikenteen määrään nähden. Suurteollisuuden välittömässä läheisyydessä VOC-pitoisuudet näyttävät koostuvan muista, kuin tuotannon lähteistä. Tästä voidaan päätellä VOC-yhdisteiden olevan sen verran helposti haihtuvia, että keräin kannattaa sijoittaa hyvin lähelle päästölähdettä. Pienteollisuusalueella sijainneen Indolan mittauspisteen tuloksissa näkyy enemmän mittauspisteenä olleen yrityksen toimiala ja alueen liikenne.

Indolan teollisuusalueella olleessa mittauspisteen tuloksissa TVOC-pitoisuus oli suhteessa muita korkeampi. TVOC:in pitoisuutta nostavat näytteessä olleet tolueenin ja ksyleenin pitoisuudet. Mittauspiste

sijaitti autopurkamion pihalla ja mittausta aloitettaessa huomattiin piha-alueella polttonesteen / öljyn haju.

Ilmanlaatuasetus (711/2001) määrittelee bentseenin ulkoilman pitoisuudelle vuosi-raja-arvon  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Selvityksessä tehdyissä mittauksissa bentseenin pitoisuudet Kokkolan ulkoilmassa vuonna 2002 olivat korkeimmillaan  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Tämän perusteella pitoisuudet eivät olleet lähellä raja-arvo. Selvityksessä käytetty mittausaika oli 28 vuorokautta, eikä ole suoraan vertailukelpoinen vuosikeskiarvoon, mutta on kuitenkin suuntaa antava ja riittävän pitkä tasoittamaan mahdolliset hetkelliset vaihtelut. Vastaavia tuloksia bentseenin pitoisuudelle on saatu myös muissa kaupungeissa tehdyissä mittauksissa ja onkin oletettavaa, että raja-arvo ei tavallisessa kaupunkiympäristössä ylity koskaan.

Nahkurin päiväkodin mittauspisteessä TVOC-pitoisuutta nosti näytteessä ollut tetrahydrofuraani, joka oli peräisin eristeenä käytettävästä vuorivillasta. Tämä olisi voitu välttää keräimen toisenlaisella sijoittamisella.

Vuodenajalla on jonkin verran vaikutusta mittaustuloksiin. Lahdessa ja Heinolassa vuonna 2004 tehdyssä ulkoilman VOC-pitoisuuksien selvityksessä oli mitattu VOC-pitoisuuksia useissa eri paikoissa vuoden ajan. Lahden ja Heinolan selvityksessä huhti-toukokuun vaihde, jolloin Kokkolan mittaukset tehtiin, näytti olevan lähellä keskipitoisuutta sekä bentseenin, että muiden yhdisteiden osalta. Lahden ja Heinolan selvityksen perusteella VOC-pitoisuudet ovat korkeimmillaan helmi-maaliskuussa ja matalimmillaan kesä-heinäkuussa. (Ulkoilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) pitoisuudet Lahdessa ja Heinolassa 2004.)

## 11 YHTEENVETO

### 11.1 Yhteenveto vuoden 2005 selvityksestä

Alkuperäisen työn tarkoituksena oli laatia esiselvitys Kokkolan alueen haihtuvien hiilivetyjen (VOC) päästömääristä ja -lähteistä, sekä muista päästöihin vaikuttavista seikoista. Selvitys oli osa Kokkolan alueen ilmanlaadun tarkkailusuunnitelmaa 2002–2006. Kokkolan alueelta ei ollut aiemmin tehty selvityksiä haihtuvien hiilivetyjen päästöistä.

Selvitystyö suoritettiin yrityskyselyin Kokkolan alueen teollisuuslaitoksiin, sekä arvioiden päästömääriä kirjallisuustietojen pohjalta. Selvityksen aikana päätettiin myös tehdä alustavia VOC-pitoisuusmittauksia.

Osasta alueen suuryrityksistä oli saatavilla tarkat tiedot vuotuisista VOC-päästömääristä ja joidenkin kohdalla VOC-päästömäärät arvioitiin yrityksen koon ja toiminnan mukaan. Yrityskyselyissä ongelmaksi muodostui pienten ja keskisuurten yritysten oma tiedonpuute käytetyistä liuottimista ja niiden käyttömääristä. Huoltamotoiminnan osalta tiedot jäivät myös suurelta osin puutteellisiksi. Huoltamotoiminnan osalta ongelmana oli jakelupisteiden vuotuisten myyntimäärien julkistaminen kilpailusiihin vedoten. Päästöjä näiden toimintojen osalta arvioitiin saatujen tietojen ja kirjallisuuden pohjalta.

Kokkolan alueen haihtuvien hiilivetyjen kokonaispäästöiksi vuonna 2002 saatiin noin 718 tonnia vuodessa. Luonnon aiheuttaman päästön osuus tästä oli 62 tonnia ja ihmistoiminnan aiheuttama osuus noin 656 tonnia. Ihmistoiminnan päästöt jakautuivat seuraavasti: liikenne kokonaisuudessaan 302,3 tonnia, rakennusmaalaus ja maalien kotikäyttö 71 tonnia, kulutustuotteet 53 tonnia, kiinteistökohtainen lämmitys 121 tonnia ja eri laitostoiminnot 108,7 tonnia. Hiilivetypäästöjen arviointi kirjallisuustietojen pohjalta perustuu ns. keskimääräiseen kuntatyyppiin ja voi aiheuttaa epätarkkuutta arviossa, johtuen eri kuntien välisistä rakenteellisista eroista. Verratessa tuloksia muihin selvityksiin havaittiin, että eri VOC-päästöjen jakauma oli hyvin samankaltainen.

Mittaukset kaupunki-ilman VOC-pitoisuuksien selvittämiseksi tehtiin diffusiokeräimillä, joita asetettiin 9 kappaletta eripuolille Kokkolaa. Sijoittelussa pyrittiin saamaan mahdollisimman hyvä yleiskuva Kokkolan VOC-pitoisuuksista, valitsemalla mittauspisteiksi teollisuusalueita, kaupunkiympäristöä ja

keskustan ulkopuolista asutusta. Mittausajaksi valittiin 28 vuorokautta, jotta saataisiin mahdollisimman hyvä pitoisuuskeskiarvo ja verrannolliset tulokset Helsingissä tehtyyn VOC-selvitykseen. Keräimet analysoitiin Tampereen aluetyöterveyslaitoksen laboratoriossa.

Analysoidusta tuloksista voidaan päätellä, että Kokkolan alueella ei ole korkeita pidemmän aikavälin VOC-pitoisuuksia. Tuloksista voidaan myös päätellä, että keräimen sijoittelu on tärkeää. VOC-yhdisteet ovat niin keveitä jakeita, että keräin täytyy sijoittaa hyvin lähelle päästölähdettä, mikäli aikoo mitata pistemäisen lähteen vaikutusta. Mittaustuloksista voi hyvin nähdä liikenteen merkityksen VOC-päästöjen määrään. Keskikaupungin mittauspiste sijaitsi alueella, joissa on vilkas liikenne. Näissä tuloksissa liikenteen aiheuttamien C4-C5-hiilivetyjen pitoisuudet ovat selvästi korkeammat. Mittauksissa saadut bentseenin pitoisuudet eivät olleet lähellä sille asetettua ulkoilman pitoisuuden vuosiraja-arvoa. Valittuna mittaussajankohtana VOC-pitoisuudet näyttävät, muiden tutkimusten pohjalta, olevan lähellä vuoden keskipitoisuutta.

Selvitys antaa hyvän kokonaiskuvan Kokkolan alueen haihtuvien hiilivetyjen päästömääristä, vaikka tavoitteena ollut tarkka tieto yrityskohtaisista päästömääristä jäikin saavuttamatta. Selvitys toimii myös hyvänä pohjatietona mahdollisille tuleville jatkoselvityksille aiheesta. Mittaustietoja voidaan hyvin soveltaa erityisesti mittauspaiikkoja valittaessa.

## 11.2 Yhteenveto päivitetyn tiedon osalta

Selvitysten välillä on tullut muutoksia lakeihin ja asetuksiin, joilla VOC-päästöjä pyritään hillitsemään. Näillä voi tulosten perusteella nähdä olleen vaikutusta, eteenkin tieliikenteen osalta, mutta pienissä määrin myös muilla sektoreilla. Kokkolan TVOC-päästöjen kohdalla ei ole tapahtunut selkeää tonnimääräistä muutosta. Vuonna 2005 ihmistoiminnan VOC-päästöiksi arvioitiin 656 t/a ja vuonna 2021 päästömääräksi arvioitiin 705 t/a. Tulosten ero menee pelkästään laskennan ja arvioiden 'virhemarginaaliin'. Samaan aikaan kaupungin pinta-ala on noin viisinkertaistunut ja asukasluku kasvanut 35 554 asukkaasta (2002) 47 772 asukkaaseen (2020), eli yli 30 prosenttia.

VOC-päästöjen selvitysten osalta on tapahtunut myös muutos siten, että niiden tarkempi mittaus ja selvittely kaupunkiympäristössä yleisesti ei ole tarpeellista. Suomessa kaupungit seuraavat ilmanlaatua ja julkaisevat raportteja näistä, mutta ne keskittyvät yleensä muihin terveydelle haitallisiin epäpuhtauk-

siin. Useat VOC-yhdisteet ovat niin herkästi haihtuvia, että niiden mittaaminen ulkoilmassa on epäluotettavaa ja siten myös usein turhaa. VOC-päästöjen selvittäminen ja mahdollinen mittaaminen onkin keskittynyt yksittäisiin toimintoihin, kuten vaikka teollisuuteen, tai polttoaineen varastointiin. Myös rakennustekniikan puolella VOC-päästöjä mitataan ja arvioidaan, asumis- ja työympäristöterveyteen liittyen. Näillä mittauksilla ja selvityksillä haetaan enemmän toimintoihin liittyvien henkilöiden terveyden suojelua, kuin itse päästöjen pienentämistä. Toki nämä kulkevat osin 'käsi kädessä', eli ihmisten suojaaminen haitallisilta päästöiltä, vähentää osaltaan myös niiden vapautumista ilmakehään.

Selvitystä päivittäessä oli mielenkiintoista nähdä, että muutosta on tapahtunut ja VOC-päästöt ovat edelleen tärkeässä 'roolissa' kasvihuonepäästöjen saralla. Monet kasvihuonepäästöjä rajoittavat toimet keskittyvät hiilidioksidipäästöjen rajoittamiseen, mutta nämä toimet yleensä vähentävät myös VOC-päästöjä osaltaan. Tästä parhaana esimerkkinä tieliikenne, jossa osa VOC-päästövähennyksestä on seurausta hiilidioksidipäästöjen rajoittamisesta. Lähdeaineiston perusteella Suomi pääsee, ja on jo päässyt sille asetettuihin EU:n päästövähennysvelvoitteisiin. Säädelyjen päästölähteiden osalta jo asetetut rajoitteet vaikuttavat olevan riittäviä ja tulevat vielä vähentämään päästöjä. Maatalous on iso päästöjen lähde ja siinä varmasti riittäisi kehitettävää, mutta tämä tulee viemään aikaa. Esimerkiksi biokaasun tuotanto maatalouden lietteestä ja lannasta vähentäisi eteenkin näiden metaanipäästöjä, mutta samalla myös VOC-päästöjä ilmakehään.

Vaikka selvityksissä saatujen päästömäärien vertailu onkin vaikeaa ja kokonaispäästöjen tulos ei osoita tonnimääräistä vähenemistä, voidaan Kokkolan VOC-päästöjen osalta todeta, että kehitys seuraa Suomen päästökehitystä ja monilta osin yksikköpäästöt ovat vähentyneet vuodesta 2002 vuoteen 2021. Päivitetyt päästötiedot ovat todennäköisesti luotettavampia, kuin alkuperäisen selvityksen arviot. Tämä huomioden, voi päästöjen väheneminen olla tuloksissa saatuja arvoja suurempaa. Kaiken kaikkiaan päivitetty selvitys täydentää hyvin alkuperäisen selvityksen tietoja ja tuo ne tähän päivään, laki- ja asetusmuutoksineen sekä päästösektoreiden osalta.

## LÄHTEET

- Aalto, J. 2015. *Seasonal and spatial variation of VOC emissions from boreal Scots pine forest. Dissertationes Forestales 208*. Faculty of Agriculture and Forestry of the University of Helsinki. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-651-506-2> <http://hdl.handle.net/10138/158094>. Viitattu: 11.3.2023.
- ELY-keskus. 2023. Ympäristönsuojelun tietojärjestelmän valvontaosa (YLVA). Saatavissa: <https://www.ely-keskus.fi/web/ylva>. Viitattu 7.4.2023.
- Euroopan komissio. 2017. *Komission kertomus Euroopan parlamentille ja neuvostolle bensiinihöyryn talteenotto-ohjelman toisesta vaiheesta, joka koskee moottoriajoneuvojen polttoainetäydennyksen yhteydessä huoltoasemilla tapahtuvaa talteenottoa, 21 päivänä lokakuuta 2009 annetun Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2009/126/EY 7 artiklan mukaisesti*. Saatavilla: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:52017DC0118&from=EN>. Viitattu: 13.3.2023.
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 94/63/EY. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:31994L0063&from=FI>. Viitattu 24.3.2023
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/126/EY. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=celex%3A32009L0126>. Viitattu 26.3.2023.
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/75/EU. *Teollisuuspäästädirektiivi*. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=celex%3A32010L0075>. Viitattu: 22.3.2023.
- Euroopan parlamentin ja neuvoston asetetus (EU) 2016/1628. Saatavissa: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/fi/TXT/?uri=CELEX%3A320-16R1628#ntr3-L\\_2016252FI.01005301-E0003](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/fi/TXT/?uri=CELEX%3A320-16R1628#ntr3-L_2016252FI.01005301-E0003). Viitattu: 22.3.2023.
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2016/2284. *Päästökattodirektiivi*. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=CELEX%3A32016L2284>. Viitattu: 21.2.2023.
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2019/1161. *Tyyppihyväksyntädirektiivi*. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:32019L1161>. Viitattu: 22.3.2023.
- Haahtela, T. & Reijula, K. 1997. *Sisäilman terveyshaitat ja ehdotukset niiden vähentämiseksi*. Sosiaali- ja terveysministeriön työryhmämuistio 1997:25. Helsinki: Sosiaali- ja terveysministeriö.
- Henkilöautojen päästömääräykset. 2022. Motiva. Saatavissa: [https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava\\_liikenne\\_ja\\_liikkuminen/valitse\\_auto\\_viisaasti/henkiloautojen\\_paastomaaraykset](https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/valitse_auto_viisaasti/henkiloautojen_paastomaaraykset). Viitattu: 21.3.2023.
- Heinänen, S. 2009. *Ulkoilman VOC- ja PAH-pitoisuus Seinäjoen seudulla*. Seinäjoen seudun ilmanlaadun tarkkailutyöryhmä. Tampere: AX-Suunnittelu. Saatavissa: <https://www.seina-joki.fi/wp-content/uploads/2020/03/2009-Ulkoilman-VOC-ja-PAH-pitoisuus-Seinajoen-seudulla.pdf>. Viitattu: 31.3.2023.
- Hiilineutraali Suomi 2035 – kansallinen ilmasto- ja energiastrategia. Työ- ja elinkeinoministeriö. 2022. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2022:53. Helsinki: Valtioneuvoston hallintoyksikkö, Julkaisu- ja viestintätoimisto. Saatavissa: <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-811-0>. Viitattu: 20.3.2023.

Ilman epäpuhtauksien päästöt Suomessa. 2023. Suomen ympäristökeskus (Syke). Päivitetty: 21.3.2023. Saatavissa: <https://www.ymparisto.fi/fi/saasteettomuus-ja-ymparistoriskit/puhdas-ilma/ilman-epapuhtauksien-paastot-suomessa>. Viitattu: 24.3.2023.

*Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2020*. 2020. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY. Saatavissa: <https://julkaisu.hsy.fi/ilmanlaatu-paakaupunkiseudulla-vuonna-2020-1.pdf>. Viitattu 31.3.2023.

*Ilmastolaki 423/2022*. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2022/20220423>. Viitattu: 21.2.2023.

*Kansallinen ilmansuojeluohjelma 2030*. 2019. Ympäristöministeriö. Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:7. Helsinki: Valtioneuvoston hallintoyksikkö, Julkaisutuotanto. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-008-8>. Viitattu: 11.3.2023.

*Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelma: Kohti hiilineutraalia yhteiskuntaa 2035*. 2022. Ympäristöministeriö. Ympäristöministeriön julkaisuja 2022:12. Helsinki: Valtioneuvoston hallintoyksikkö, Julkaisutuotanto. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-262-4>. Viitattu: 15.3.2023.

Kokkolan paikkatietopalvelu. 2004. Kokkolan kaupunki – Tekninen palvelukeskus. Saatavissa: <http://ipp.kokkola.fi/internetwebmap/>. Viitattu: 25.11.2004.

Kokkolan väkiluku. 2020. Tilastokeskus. Saatavissa: [https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/-StatFin/StatFin\\_synt/statfin\\_synt\\_pxt\\_12dv.px/table/tableViewLayout1/](https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/-StatFin/StatFin_synt/statfin_synt_pxt_12dv.px/table/tableViewLayout1/). Viitattu: 12.3.2023.

*Kokkolan Yritys- ja Toimipaikkaluettelo*. 2000. Kokkolan kehityskeskus.

Koljonen, R. 2004a. Henkilökohtainen tiedonanto. Kokkolan kaupungin ympäristöpalvelut. Tietoja Teollisuuden ja energiantuotannon VAHTI-tietojärjestelmästä.

Koljonen, R. 2004b. Henkilökohtainen tiedonanto. Kokkolan kaupungin ympäristöpalvelut osaton yrityksiltä saamia tietoja.

Kuntien tunnusluvut 2003. Tilastokeskus. Saatavissa: <http://pxweb2.stat.fi/dialog/Saveshow.asp>. Viitattu: 10.11.2004.

Kurki, E., Rasmus, E. & Linkola, E. 1996. *Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) pitoisuudet ulkoilmassa Helsingissä*. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 1/96. Helsinki: Helsingin kaupungin ympäristökeskus.

Lindfors, V. & Laurila, T. 2000. *Biogenic volatile organic compound (VOC) emissions from forests in Finland*. Boreal Environment Research 5: 95–113. Helsinki. Saatavissa: <http://www.borenv.net/BER/archive/pdfs/ber5/ber5-095.pdf>. Viitattu: 24.3.2023.

LIPASTO. 2003. Läänien ja kuntien tieliikenteen pakokaasupäästöt vuonna 2003. Saatavissa: <http://lipasto.vtt.fi/lipasto/liisa/kunnat2.htm>. Viitattu: 10.11.2004.

LIPASTO. 2023. Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmä. Teknologian tutkimuskeskus VTT. Saatavissa: <http://lipasto.vtt.fi/index.htm>. Viitattu: 11.3.2023.

- Lyly, O., Riki, V. & Syrjä, V. 2000. *Haihtuvien hiilivetyjen (VOC) vuosipäästöt Helsingissä 1998–1999*. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 9/2000. Helsingin kaupungin ympäristökeskus. Helsinki.
- Mroueh, U-M. 1993. *Orgaanisten liuotteiden käyttö Suomessa*. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisusarja A 156. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallitus.
- Mroueh, U-M. & Laukkanen, A. 1985. *Teollisuuden ilmansuojeluseelvitys: Haihtuvat liuottimet*. Ympäristön- ja luonnonsuojeluosaston julkaisu A:38. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- Oksanen, U. 2001. Suomen ympäristökeskus. Saatavissa: <http://www.vyh.fi.poltavo/keke/indikaat/voc.htm>. Viitattu: 10.1.2002.
- Pakokaasupäästöjä koskevat normit EU:ssa. 2023. Autotuoajat ja -teollisuus. Saatavissa: [https://www.autotuoajat.fi/uutishuone/autoalan\\_termistoa/euro-paastoluokat](https://www.autotuoajat.fi/uutishuone/autoalan_termistoa/euro-paastoluokat). Viitattu: 21.3.2023.
- Pleym, H. 1983. *Ympäristötekniikka*. (Suom.) Sundberg, J. 1991. Tampere: Tammertekniikka.
- Ruuhijärvi, R., Häyrinen, U. & Wallin, A. 1983. *Ympäristönsuojelu: 1, Ympäristön pilaantuminen ja hoito*. Helsinki: Kirjayhtymä.
- Suomen 3M Oy. 2002. *3520 diffuusiokeräimet liuotinhöyryjen mittaukseen*. Esite. Espoo.
- Suomi lukuina. 2022. Tilastokeskus. Saatavissa: [https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/185257/yyti\\_sul\\_202200\\_2022\\_25505\\_net.pdf](https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/185257/yyti_sul_202200_2022_25505_net.pdf). Viitattu: 11.3.2023.
- Suomen metsävarat. 2023. Maa- ja metsätalousministeriö. Saatavissa: <https://mmm.fi/metsat/suomen-metsavarat>. Viitattu: 11.3.2023.
- Suomen pinta-ala kunnittain. 2023. Maanmittauslaitos. Saatavissa: [https://www.maanmittauslaitos.fi/sites/maanmittauslaitos.fi/files/attachments/2023/02/Vuoden\\_2023\\_pinta-alatilasto\\_kunnat\\_maakunnat.pdf](https://www.maanmittauslaitos.fi/sites/maanmittauslaitos.fi/files/attachments/2023/02/Vuoden_2023_pinta-alatilasto_kunnat_maakunnat.pdf). Viitattu: 11.3.2023.
- Suomen väkiluku. 2020. Tilastokeskus. Saatavissa: [https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/Stat-Fin/Stat-Fin\\_vaerak/statfin\\_vaerak\\_pxt\\_11rb.px/table/tableViewLayout1/](https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/Stat-Fin/Stat-Fin_vaerak/statfin_vaerak_pxt_11rb.px/table/tableViewLayout1/). Viitattu: 12.3.2023.
- Tampereen aluetyöterveyslaitos. 2002. *3M 3500 diffuusiokeräimen käyttöohje*. Esite.
- Tampereen aluetyöterveyslaitos. 2004. Mittaustulokset ja tiedot mitatuista yhdisteistä. Henkilökohtainen tiedonanto.
- Tikkurila. 2022. Vastuullinen tuotanto – VOC-päästöt. Saatavissa: <https://www.tikkurila-group.com/fi/vastuullisuus/vastuullinen-tuotanto>. Viitattu: 16.3.2023.
- Työkoneet. 2022. Motiva. Saatavissa: [https://www.motiva.fi/julkinen\\_sektori/kestavat\\_julkiset\\_hankinnat/tietopankki/tyokoneet](https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/kestavat_julkiset_hankinnat/tietopankki/tyokoneet). Viitattu: 22.3.2023.
- Ulkoilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) pitoisuudet Lahdessa ja Heinolassa*. 2004. Lahden tutkimuslaboratorio. Lahti: Lahden kaupunki.

Valtioneuvoston asetus 64/2015. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150064>. Viitattu: 22.3.2023.

Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta 79/2017. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170079>. Viitattu: 1.4.2023.

Valtioneuvoston asetus 189/2022. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2022/20220189>. Viitattu: 24.3.2023.

Valtioneuvoston asetus 314/2020. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2020/20200314>. Viitattu 26.3.2023.

Valtioneuvoston asetus 435/2001. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2001/20010435>. Viitattu: 22.3.2023.

Valtioneuvoston asetus 711/2001. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2001/20010711>.

Valtioneuvoston asetus 837/2005. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2005/20050837>. Viitattu: 24.3.2023.

Valtioneuvoston asetus 1085/2011. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20111085>. Viitattu 26.3.2023.

Valtioneuvoston päätös 468/1996. *Bensiinin varastoinnista ja jakelusta aiheutuvien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjen rajoittamisesta*. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1996/19960468>. Viitattu: 24.3.2023

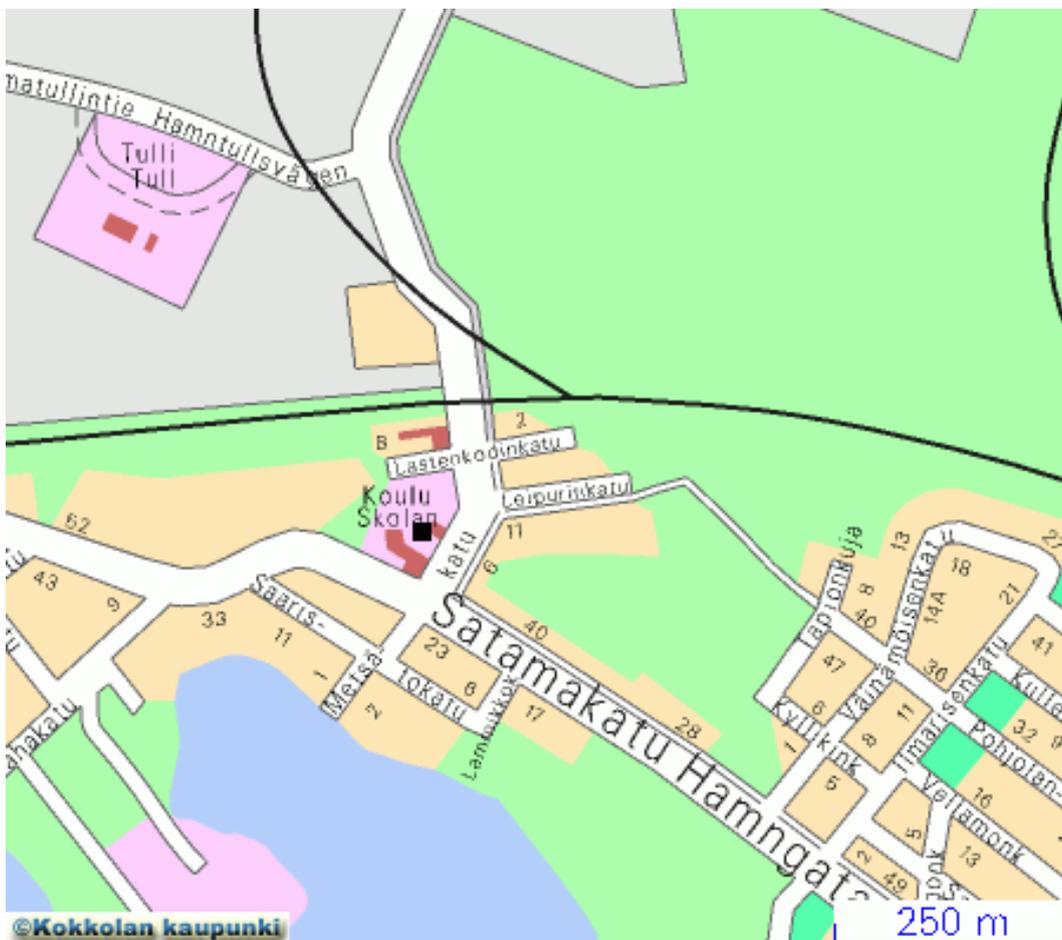
*Ympäristönsuojelulaki* 527/2014. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527>. Viitattu: 21.2.2023.

Yrityskyselyt. 2004. Henkilökohtainen tiedonanto, puhelinkeskustelut selvityksen kohteena oleviin yrityksiin.

## Ykspihlajan mittauspiste

Ykspihlajan mittauspisteen tarkoituksena oli mitata teollisuuden ja energiantuotannon aiheuttamia VOC-pitoisuuksia asutusalueella lähellä suurteollisuutta. Mittauspiste sijaitsi peruskoulun ala-asteen piha-alueella, missä sijaitsee myös kaupungin ilmanlaadun tarkkailuasema. Ilmanlaadun tarkkailuasema mittaa rikkidioksidin, hengitettävien hiukkasten (PM10) ja hiukkasten kokonaisleijuman (TSP) pitoisuuksia. Mittauspisteen sijainti oli osoitteessa Metsäkatu 15.

Lähimmät päästölähteet ovat: Ykspihlajan teollisuusalue n. 1 km:n etäisyydellä, Kokkolan satama n. 700 metrin etäisyydellä ja kaupungin keskusta n. 4 km:n etäisyydellä. Etäisyys tiehen oli noin 20 metriä.



Kartta 1. Ykspihlajan mittauspiste on merkitty karttaan merkinnällä ■ (Kokkolan paikkatietopalvelu 2004)

Keräin sijoitettiin koulun pihamaalla olevan ulkorakennuksen räystäään alle 2,5 metrin korkeuteen. Samassa rakennuksessa sijaitsee myös kaupungin ilmanlaadun tarkkailuasema.



## Boliden / OMG:n mittauspiste

Mittauspisteen tarkoituksena oli mitata VOC-pitoisuuksia suurteollisuus alueella, jossa sijaitsee noin kilometrin säteellä useita erityyppisiä päästölähteitä. Alueella toimivat tuolloin Outokumpun (nyk. Boliden), Kemiran ja OMG:n tuotantolaitokset sekä Fortum Power and Heat Oy:n turvevoimalaitos ja Neste Oil Oyj:n polttonestevarastot. Alueella sijaitsee myös kaupungin ja teollisuuslaitoksien satamat. Mittauspisteen osoite oli Outokummuntie 8. Etäisyys kaupungin keskustaasta n. 4 km.



Kartta 2. Boliden / OMG:n mittauspiste on merkitty karttaan merkinnällä ■ (Kokkolan paikkatietopalvelu 2004)

Keräin sijoitettiin Bolidenin ja OMG:n yhteisen aluevalvontakeskus rakennuksen räystäään alle n. 3,0 metrin korkeuteen.



## Indolan mittauspiste

Mittauspisteen tarkoitus oli mitata VOC-pitoisuuksia pienteollisuusalueelta, joka on etäällä keskustasta ja suurteollisuudesta. Alueella sijaitsee useita auto- ja konealan yrityksiä, jotka sekä huoltavat että myyvät autoja, koneita ja niiden osia sekä tarvikkeita. Alueella on myös muuta pienteollisuutta. Sijointipaikkana oli teollisuusalueella sijaitseva autopurkamo osoitteessa Rajaniityntie 6.

Lähimmät päästölähteet ovat: kaupungin keskusta n. 4 km:n etäisyydellä, sekä teollisuusalueen omat yritykset 0–1 km:n säteellä.



Kartta 3. Indolan teollisuusalueen mittauspiste on merkitty karttaan merkinnällä ■ (Kokkolan paikkatietopalvelu 2004)

Keräin sijoitettiin autopurkamo rakennuksen räystäään alle n. 4,0 metrin korkeuteen.



## Keskikaupungin mittauspiste

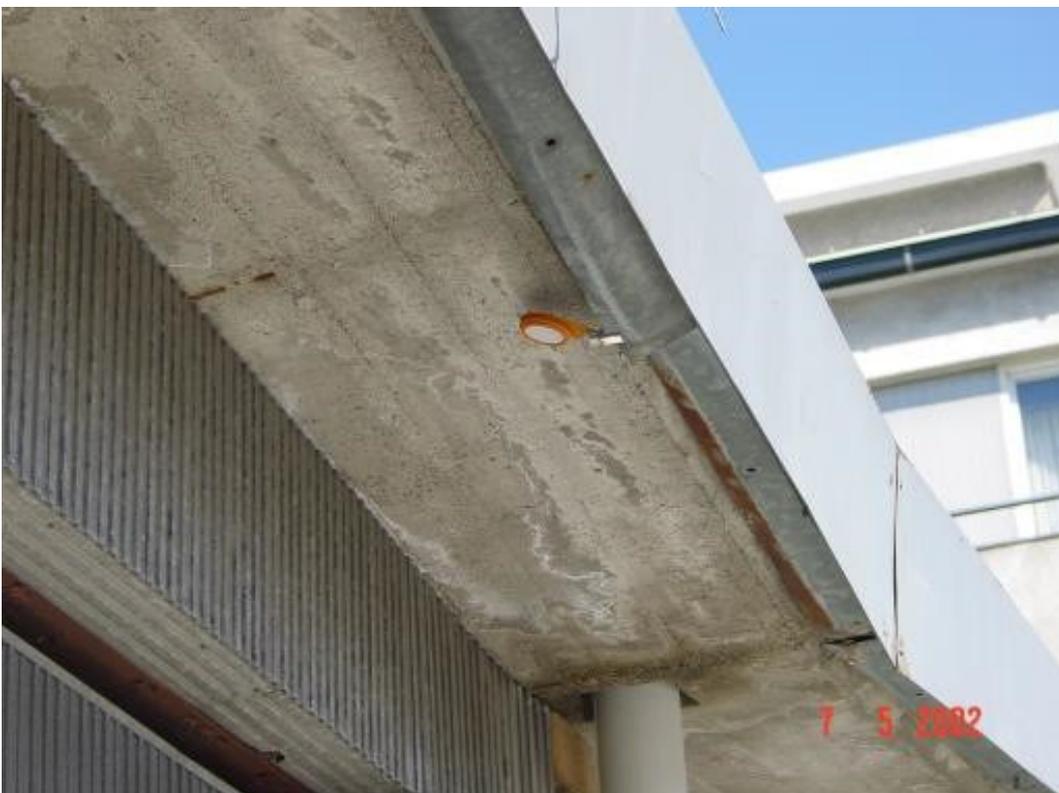
Mittauspisteen tarkoitus oli mitata kaupunki ilman VOC-pitoisuuksia, joista lähinnä liikenteen aiheuttamat päästöt. Mittauspiste on tyypillinen kaupunkitausta- asema, ja sijaitsee keskustan läheisyydessä. Mittauspiste ei kuitenkaan ole liian lähellä vilkkaimmin liikennöityjä teitä, eikä läheisyydessä ole suuria yksittäisiä päästölähteitä. Mittauspisteellä saadaan mitattua kaupunkialueen keskimääräisiä VOC-pitoisuuksia. Keskikaupungin mittauspiste sijaitsi osoitteessa Pitkänsillankatu 22. Samassa paikassa on myös kaupungin ilmanlaadun tarkkailuasema, joka mittaa rikkidioksidin, typen oksidien, hiilimonoksidin ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia kaupunki-ilmasta.

Lähimmät päästölähteet ovat: rautatieasema noin 300 metrin etäisyydellä, Kosilan voimalaitos noin 1 kilometrin etäisyydellä ja Ykspihlajan teollisuusalue noin 5 kilometrin etäisyydellä.



Kartta 4. Keskikaupungin mittauspiste on merkitty karttaan merkinnällä ■ (Kokkolan paikkatietopalvelu 2004)

Keräin sijoitettiin 3,0 metrin korkeuteen katutasosta, mitta-asemarakennuksen kadunpuolelle. Keräimen etäisyys ajorataan, oli sivusuunnassa noin 2 metriä.

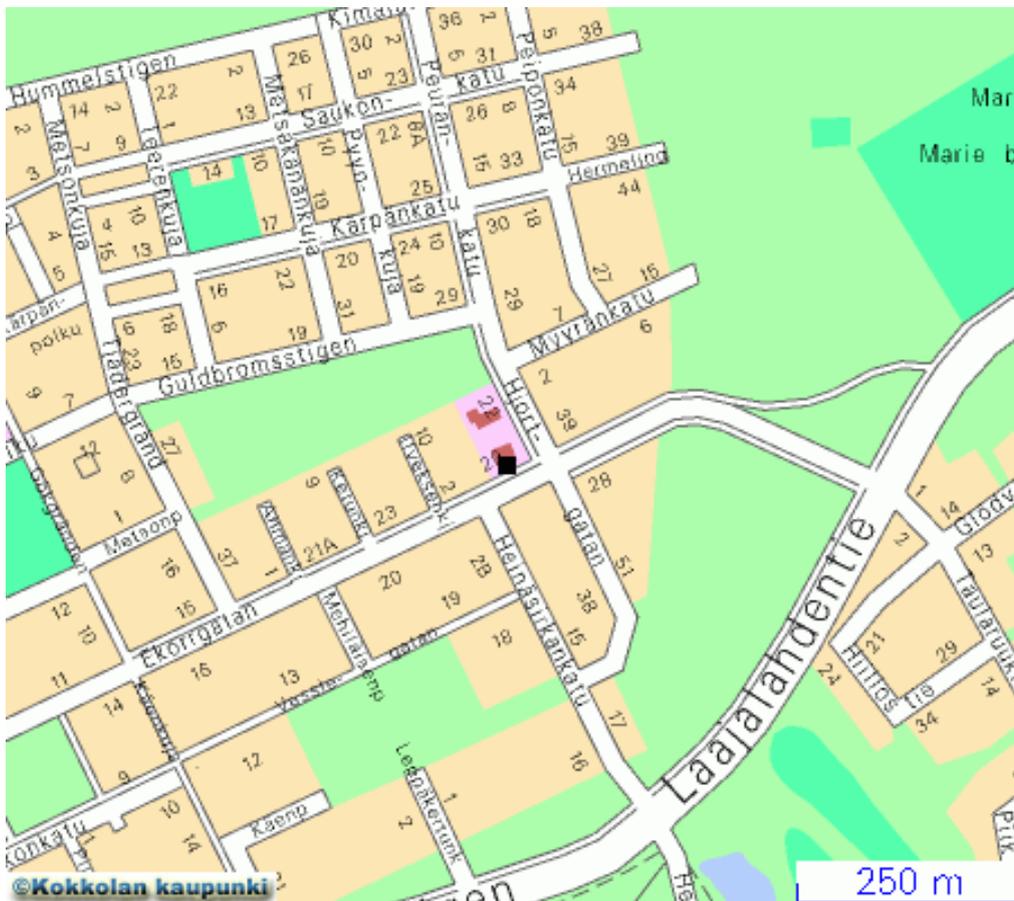


## Koivuhaan mittauspiste

Koivuhaan mittauspisteen tarkoituksena oli mitata keskustan ulkopuolella olevan ison kaupunginosan VOC-pitoisuuksia, alueella, jossa on paljon asutusta mutta ei suuria yksittäisiä päästölähteitä. Mittauspiste sijaitsee riittävän etäällä vilkasliikenteisistä kaduista ja teistä, sekä teollisuuslaitoksista. Keräimen sijoituspaikkana, oli Koivuhaassa sijaitseva Koivuristin seurakuntatalo, osoitteessa Oravankatu 29. Samassa paikassa on myös kaupungin kolmas ilmanlaadun tarkkailuasema, jolla mitataan hiukkasten kokonaisleijumaa (TSP).

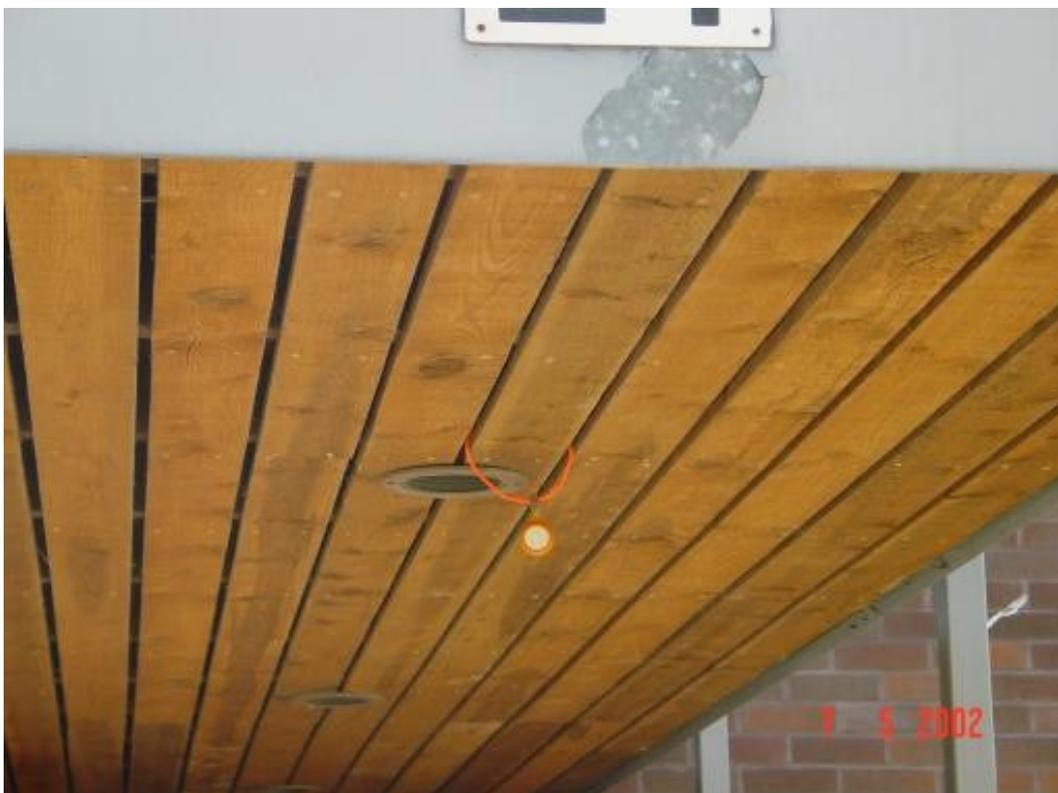
Lähimmät päästölähteet ovat: Yksipihlajan teollisuusalue n. 3,5 km:n etäisyydellä, Kokkolan satama n. 3 km:n etäisyydellä, kaupungin keskusta n. 4 km:n etäisyydellä, Kosilan lämpökeskus n. 2 km:n etäisyydellä ja koivuhaan lämpökeskus n. 1 km:n etäisyydellä, sekä n. 1,5 km:n etäisyydellä on pienteollisuutta Mesilän alueella.

Etäisyys tiehen oli noin 10 metriä.



Kartta 5. Koivuhaan mittauspiste on merkitty karttaan merkinnällä ■ (Kokkolan paikkatietopalvelu 2004)

Keräin sijoitettiin seurankuntatalon edessä olevan katoksen alle 2,3 metrin korkeuteen.



## Halkokarin mittauspiste

Mittauspisteen tarkoitus oli mitata VOC-pitoisuuksia asutusalueella, jossa ei ole yksittäisiä päästölähteitä, mutta joka sijaitsee n. 3 km:n etäisyydellä suurteollisuudesta ja on päätuulensuunnassa teollisuusalueelta. Mittauspiste sijaitsi osoitteessa Isopurjeenkuj 3.

Lähimmät päästölähteet ovat: Ykspihlajan teollisuusalue n. 3 km:n etäisyydellä ja Kokkolan satama n. 5 km:n etäisyydellä päätuulensuunnassa, sekä kaupungin keskusta n. 2 km:n etäisyydellä.



Kartta 6. Halkokarin mittauspiste on merkitty karttaan merkinnällä ■ (Kokkolan paikkatietopalvelu 2004)

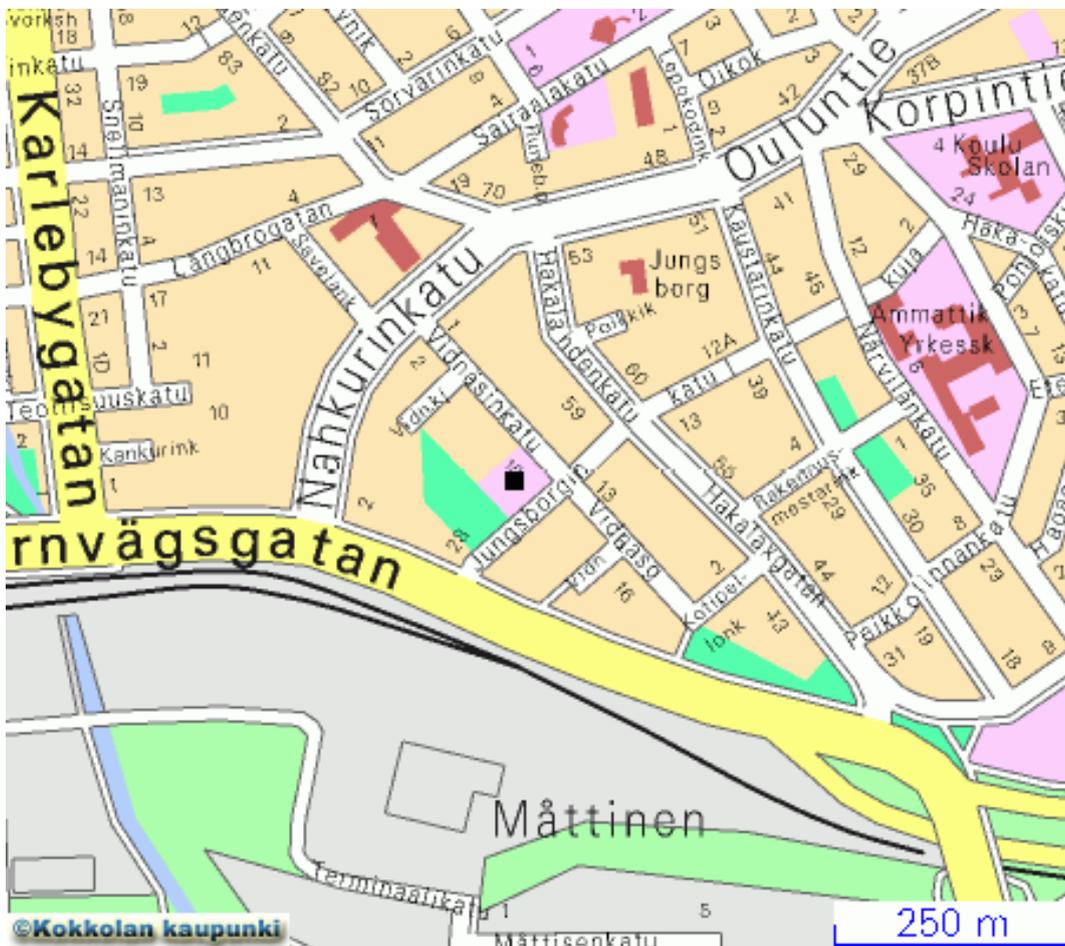
Keräin sijoitettiin omakotitalon pihamaalle, talon ja autotallin välisen katoksen alle n. 2,0 metrin korkeuteen.



## Nahkurin päiväkodin mittauspiste

Mittauspisteen tarkoitus oli mitata VOC-pitoisuuksia päiväkodin piha-alueelta. Päiväkodin sijainti lähellä huoltamoita ja vilkkaasti liikennöityä tietä oli myös valintaperuste. Päiväkodin piha-alueella oli samaan aikaan myös muita maa-aines tutkimuksia epäilyttävän hajun vuoksi. Mittauspiste sijaitsi osoitteessa Vidnäsinkatu 10.

Lähimmät päästölähteet ovat: huoltamo n. 200 metrin etäisyydellä, rautatie n. 300 metrin etäisyydellä, vilkkaasti liikennöity tie (Rautatienkatu) n. 100 metrin etäisyydellä ja kaupungin keskusta n. 1 km:n etäisyydellä.



Kartta 7. Nahkurin päiväkodin mittauspiste on merkitty karttaan merkinnällä ■ (Kokkolan paikkatietopalvelu 2004)

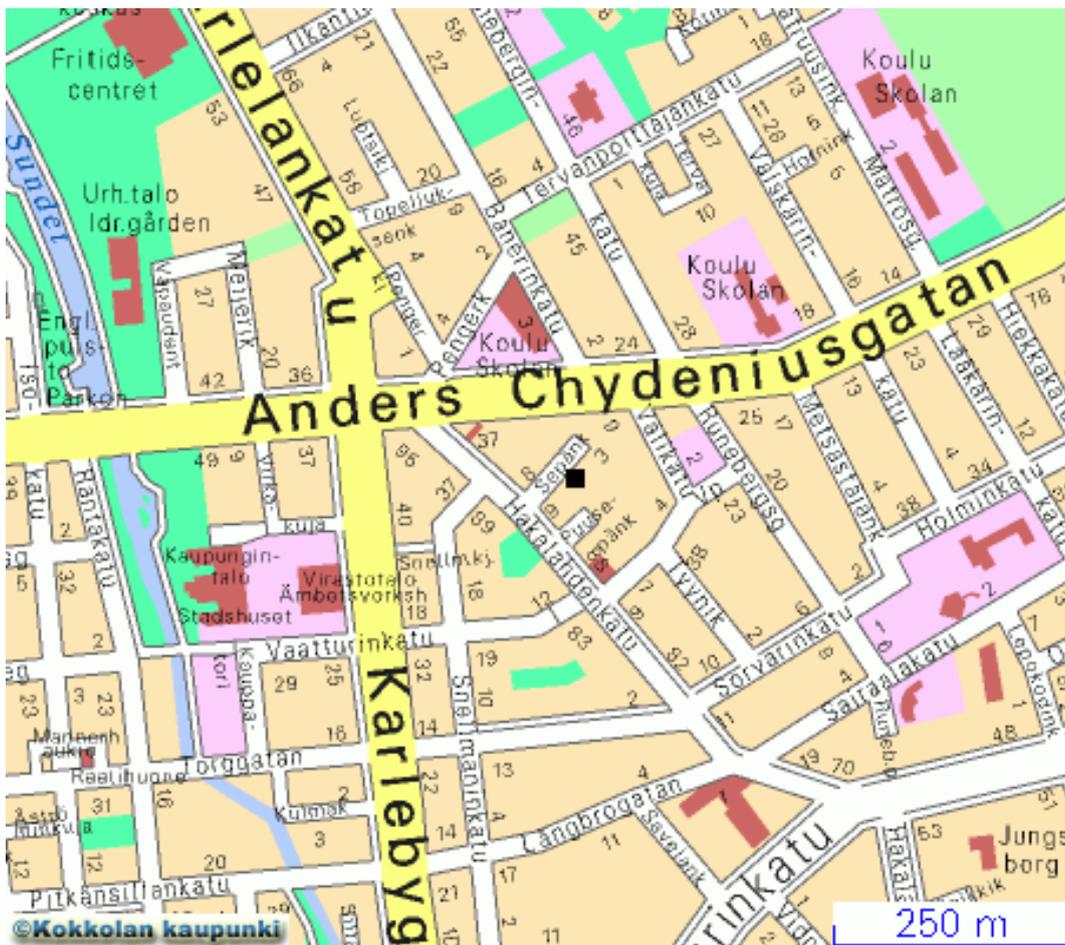
Keräin sijoitettiin päiväkotirakennuksen räystäään alle n. 3,0 metrin korkeuteen.



## Sepänkadun mittauspiste

Mittauspisteen sijoituspaikalla on sijainnut pesula, jonka jäljiltä tontilla on tehty maa-ainestutkimuksia. Lähistöllä oli myös tiheää asutusta. Mittauspiste sijaitsi osoitteessa Sepänkatu 5.

Lähimmät päästölähteet ovat: kaupungin keskusta n. 1 km:n etäisyydellä ja huoltamo n. 300 metrin etäisyydellä.



Kartta 8. Sepänkadun mittauspiste on merkitty karttaan merkinnällä ■ (Kokkolan paikkatietopalvelu 2004)

Keräin sijoitettiin tontilla sijaitsevan ulkorakennuksen räystäään alle n. 2,0 metrin korkeuteen.

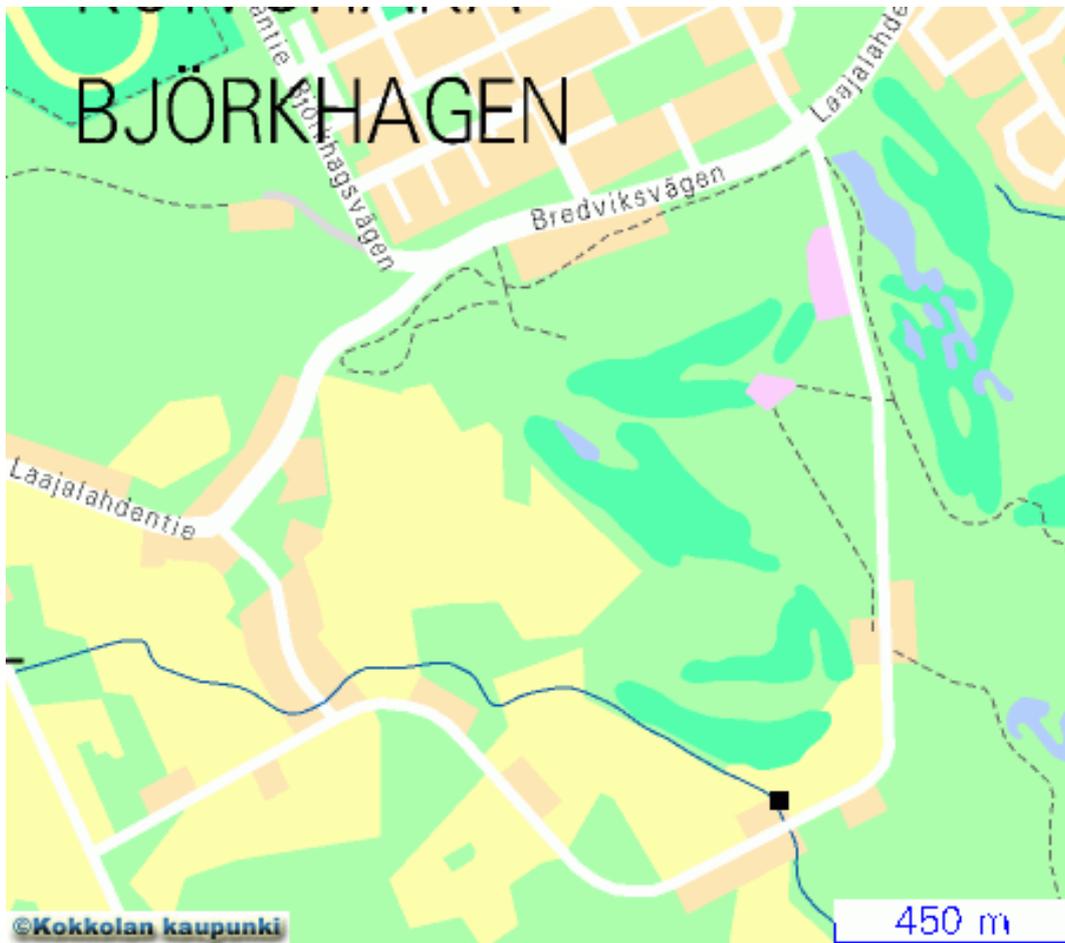


## Hepo – Ventusnevan taustamittauspiste

Mittauspisteen tarkoitus oli mitata VOC-pitoisuuksien tausta-arvoja, jotta saadaan vertailukohta muiden mittauspisteiden antamille pitoisuuksille.

Mittauspiste sijaitsi ositteessa Hepo-Ventuksentie 146, noin 4 kilometriä kaupungin keskustasta lounaaseen. Mittauspisteen läheisyydessä oli vain yksi asuinrakennus, noin 200 metrin etäisyydellä mittauspisteestä. Mittauspisteen vieressä sijaitsi golf-kenttä.

Lähimmät päästölähteet ovat: kaupungin keskusta noin 4 kilometrin etäisyydellä, Ykspihlajan teollisuusalue noin 5 kilometrin etäisyydellä ja valtatie 8 noin kilometrin etäisyydellä.



Kartta 9. Hepo - Ventusnevan taustamittauspiste on merkitty karttaan merkinnällä ■ (Kokkolan paikkatietopalvelu 2004)

Keräin sijoitettiin pienen ulkorakennuksen räystäään alle 2,2 metrin korkeuteen.

