



V A A S A .
V A S A .

**VAASAN
SEUDUN
ILMANLAATU**

2021

Vaasan seudun ilmanlaatu vuonna 2021

Luftens kvalitet i Vasaregionen år 2021

Esa Hirvijärvi & Tiina Lyra

Vaasan kaupungin ympäristöosasto / Vasa stads miljöavdelning 2023

| | |
|--|----|
| 1. JOHDANTO / INLEDNING | 4 |
| 2. PÄÄSTÖT / UTSLÄPP | 5 |
| 3. MITTAUSJÄRJESTELMÄ / MÄTNINGSSYSTEM | 13 |
| 4. MITTAUSTEN LUOTETTAVUUS JA JÄRJESTELMÄN TOIMIVUUS / MÄTNINGARNAS PÅLITLIGHET OCH SYSTEMETS FUNKTION | 14 |
| 5. OHJEARVOT JA NIIDEN SOVELTAMINEN / RIKTVÄRDEN OCH DERAS TILLÄMPNING | 14 |
| 6. MITTAUSTULOKSET JA TULOSTEN ARVIOINTI / MÄTNINGSRESULTAT OCH RESULTATENS UTVÄRDERING | 16 |
| 6.1. Typpidioksidi / Kvävedioxid | 16 |
| 6.2. Typpidioksidipitoisuuksien tarkastelua / Granskning av kvävedioxidhalter | 18 |
| 6.3. Leijuva pöly / Svävande damm | 19 |
| 6.3.1. HENGITETTÄVÄT HIUKKASET / INANDNINGSBARA PARTIKLAR | 19 |
| 6.3.2. PIENHIUKKASET / SMÅPARTIKLAR | 20 |
| 6.3.3. PM1 | 21 |
| 6.3.4. LEIJUVAN PÖLYN PITOISUUKSIEN TARKASTELUA / SVÄVANDE DAMMHALTERS GRANSKNING | 22 |
| 7. ILMANLAATUINDEKSI / LUFTKVALITETSINDEX | 23 |
| 8. ILMANLAATU VERRATTUNA RAJA- JA TAVOITEARVOIHIN / LUFTKVALITET JÄMFÖRT TILL GRÄNS- OCH MÅLVÄRDEN | 25 |
| 9. YHTEENVETO / SAMMANDRAG | 28 |
| 10. LÄHDELUETTELO / Källor | 29 |
| 11. LIITELUETTELO / BILAGOR | 29 |
| LIITE 1: ILMANLAADUN MITTAUSASEMA VESITORNI/ STATION VATTENTORNET | 30 |
| LIITE 2: ILMANLAADUN MITTAUSASEMA: KESKUSTA/ STATION CENTRUM | 31 |
| LIITE 3.1 | 32 |
| LIITE 3.2 | 33 |
| LIITE 3.3 | 34 |
| LIITE 4.1 | 35 |
| LIITE 4.2 | 37 |
| LIITE 4.3 | 38 |

1. JOHDANTO / INLEDNING

Vaasan, Mustasaaren ja Maalahden ilmanlaadun tarkkailua on suoritettu vuosia 2017-2021 koskevan ilmanlaadun tarkkailusuunnitelman mukaisesti (Ilmanlaadun tarkkailutyöryhmä 2016). Tarkkailu on toteutettu ns. yhteistarkkailuna eli tarkkailun kustannuksiin ovat osallistuneet vuonna 2012 hyväksytyt yhteistarkkailusopimuksen mukaisesti alueen kunnat ja laitokset joiden ympäristöluvissa on laitos velvoitettu osallistumaan yhteistarkkailuun. Vuonna 2021 tarkkailuun osallistuivat:

Vasa, Korsholm och Malax luftkvalitetskontroll har utförts enligt åren 2017-2021 granskningsprogram (Luftkvalitetsgransknings-arbetsgrupp 2016). Kontrollen har utförts som samkontroll så att i kostnaderna har deltagit år 2012 de godkända kommuner och firmor i samkontrollavtalet vars miljö tillstånd kräver deltagande i samkontrollen. I samkontrollen 2021 deltog:

Vaskiluodon Voima Oy
Fingrid Oyj
Wärtsilä Finland Oy
Vaasan Sähkö Oy/ Vasa Elektriska Ab
YIT Oy
Vaasan sairaanhoitopiiri
Sundvik Oy
Vaasan Betoniasema Oy/ Vasa Betongstation Ab
ABB Oy Motors and Generators
NEOT Oy
Oy Teboil Ab
Vaasan satama/ Vasa hamn
Finnfeeds Oy
Westenergy Oy
Maalahden kunta/ Malax kommun
Mustasaaren kunta/ Korsholms kommun
Vaasan kaupunki/ Vasa stad

Ilmanlaadun jatkuvatoiminen mittaus käynnistettiin joulukuussa 1992 ja tämä vuosiraportti on siten kahdeskymmenesyhdeksäs, joka tuloksista laaditaan.

Vuoden 2021 mittaustiedot on kerätty Keskustan ja Vesitornin mittausasemilta. Tietoa Vaasan ilmanlaadusta on vuoden aikana ollut saatavana kaupungin internet-sivuilla, Ylen aamu-TV:n säätiedotusten yhteydessä ja Ilmatieteen laitoksen ylläpitämässä valtakunnallisessa ilmanlaatu-portaalissa (ilmanlaatu.fi).

Luftkvalitetens fortlöpande mätning inleddes i december 1992 och denna årsrapport är således den tjugonionde.

Mättningsresultat år 2021 är insamlade från Centrum och Vattentornets mätstationer. Information om Vasa stads luftkvalitet har under året fått på stadens internetsidor, i samband med Yle aamu-TV:s väderrapport och Meteorologiska institutets nationella luftkvalitetsportal (luftkvalitet.fi).

2. PÄÄSTÖT / UTSLÄPP

Päästöjä ilmaan syntyy teollisuudessa, energiantuotannossa, liikenteessä ja kiinteistöjen lämmityksessä. Arviot Vaasan seudun päästöistä on esitetty taulukoissa 1, 2 ja 3.

Teollisuus ja energiantuotanto

Ilmanlaadun yhteistarkkailuun osallistuvien laitosten hiilidioksidi- ja hiukkaspäästöt kasvoivat vuodesta 2020, mutta rikkidioksidin, haihtuvien orgaanisten yhdisteiden sekä typen oksidien päästöt vähenivät.

Tieliikenne

Liikenne keskustan kehällä kasvoi hieman edellisvuodesta (Kuva 1). Koko Vaasan seudun tieliikenteen vuotuinen kokonaissuorite on nykyisin noin 648 miljoonaa kilometriä.

Utsläpp till luften uppkommer från industrin, energiproduktion, trafiken och bostäders uppvärmning.

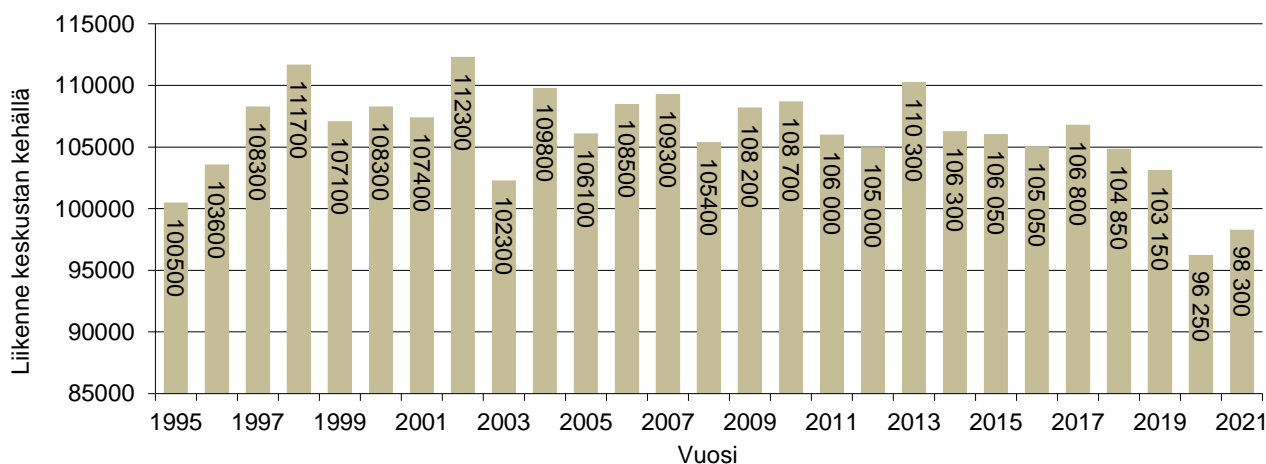
Uppskattning av utsläpp från Vasaregionen visas i tabell 1, 2 och 3.

Industri och energiproduktion

Utsläppen från de företag som deltar i samkontrollen av luftkvaliteten var för koldioxid och partiklarna större än i 2020, men lägre för svaveldioxid, flyktiga organiska föreningar och kväveoxider.

Vägtrafik

Trafiken i centrum ökade något jämfört med år 2020 (Bild 1). Vasaregions trafiks totala årliga km antal är cirka 648 miljoner.



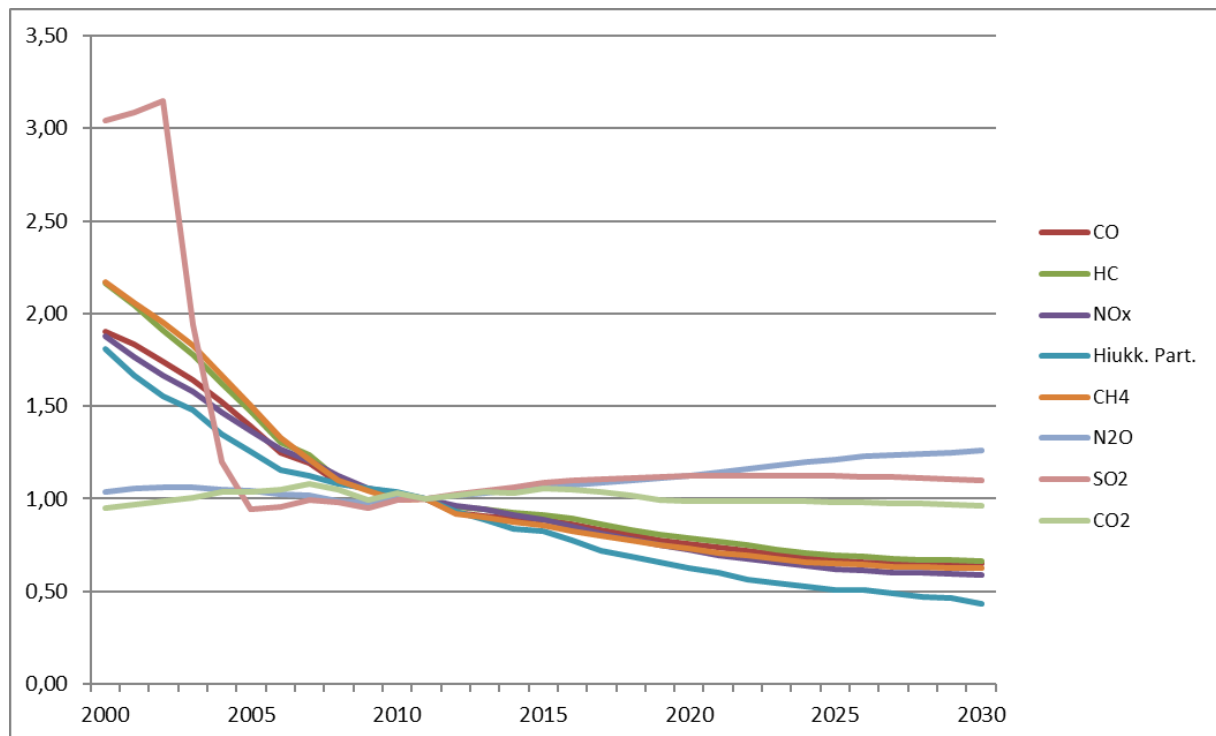
Kuva 1. Vaasan kaupungin liikennesuunnittelun ajoneuvomäärät keskustan kehällä 1995-2021 (arkivuorokausiliikenne).

Bild 1. Vasa stads trafikplanerings uträkning av fordonsmängden i centrum 1995-2021 (vardagsdygnstrafik).

Taulukko 1. Tieliikenteen suorite, polttoaineen kulutus ja päästöt Vaasan seudulla vuonna 2021. (VTT:n Lipasto/Liisa-laskentajärjestelmä)

Tabell 1. Vägtrafik tot.km, bränsleförbrukning och utsläpp i Vasa regionen år 2021. (VTT:s Lipasto/Liisa-uträkningsystem)

| | Vaasa Vasa | Mustasaari Korsholm | Maalahti Malax | Yhteensä Sammanlagt |
|-------------------------------------|---------------|------------------------|-------------------|------------------------|
| Suorite milj. km Tot. milj. km | 318,1 | 253,5 | 76,7 | 648,3 |
| Pa-kulutus t Bränslekonsumtion | 22 872,6 | 19 422,6 | 8 957,4 | 51 252,6 |
| Rikkidioksidi t Svaveldioxid SO2 | 0,25 | 0,19 | 0,07 | 0,51 |
| Typen oksidit t Kväve oxider NOx | 134,3 | 97,2 | 32,1 | 263,6 |
| Hiilidioksidi t Koldioxid CO2 | 56 943,52 | 46 165,16 | 18 820,9 | 121 929,6 |
| Metaani t Metan CH4 | 2,5 | 1,3 | 0,4 | 4,3 |
| Hiukkaset t Partiklar | 3,5 | 2,3 | 0,7 | 6,6 |
| Hiilivedyt t Kolväten HC | 27,4 | 11,3 | 3,3 | 42,0 |
| Hiilimonoksidi t Kolmonoxid CO | 206,2 | 122,5 | 36,9 | 365,6 |
| Typpioksiduuli t Kväveoxidul N2O | 1,7 | 1,2 | 0,4 | 3,3 |



Kuva 2a. Tieliikenteen päästökehitys 2000-2030 (2011=1).

Bild 2a. Vägtrafikens utsläppsutveckling 2000-2030 (2011=1).

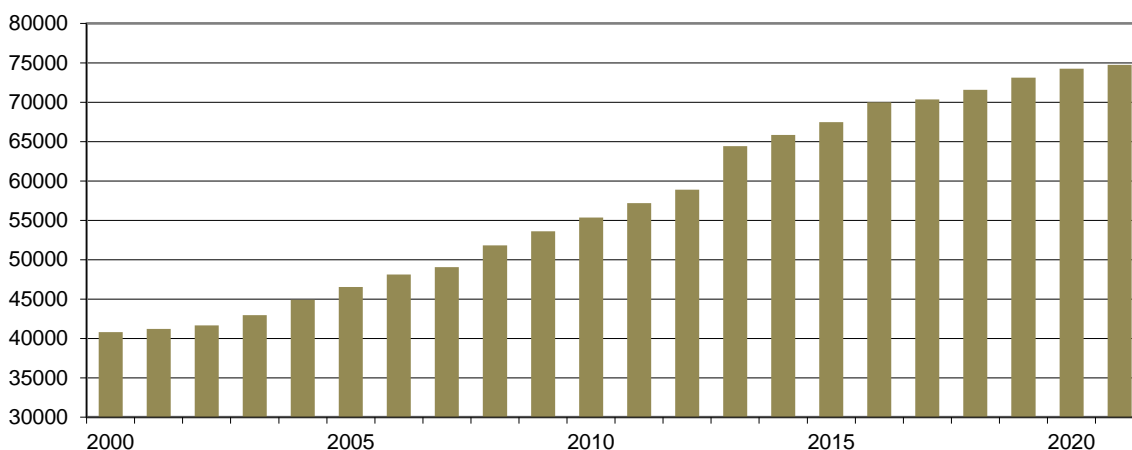
Taulukko 2. Energiantuotannon ja teollisuuden päästöt (t/a) Vaasanseudulla vuonna 2021

Tabell 2. Energiproduktion och industriutsläpp (t/a) i Vasaregionen år 2021

| | SO ₂ | NO _x | CO ₂ | NMVOC | Hiukkaset Partiklar |
|---|-----------------|-----------------|------------------|--------------|------------------------|
| Vaskiluodon Voima Oy | 216,47 | 521,20 | 612 348 | 1,46 | 26,24 |
| Fingrid Oyj | 0,006 | 0,01 | 102 | 0 | 0,007 |
| Wärtsilä Finland Oy | | | | | |
| - Delivery Centre | 1,05 | 97,31 | 9 907,9 | 10,8 | 1,18 |
| - Moottorilaboratorio | 7,01 | 88,11 | 6 517 | 0,98 | 0,78 |
| - Vaskiluoto Validation Center | 0,21 | 24,99 | 6 652 | 0 | 0,18 |
| Vaasan Sähkö Oy/Vasa elektriska | | | | | |
| - Palosaaren sillan voimalaitos | 0 | 1,226 | 1 309,8 | 0 | 0,024 |
| - Pitkämäen lämpökeskus | 0 | 1,016 | 955,1 | 0 | 0,035 |
| - Vaskiluodon lämpökeskus | 0 | 0,216 | 268,6 | 0 | 0,006 |
| - Isolahden lämpökeskus | 0 | 0,192 | 155,5 | 0 | 0,005 |
| - Klemetilän lämpökeskus | 0 | 0,055 | 71,7 | 0 | 0,000 |
| - Keskussairaalan lämpökeskus | 0 | 0,143 | 177,4 | 0 | 0,001 |
| Vaasan sairaanhoitopiiri/ Vasa sjukvårdsdistrikt | 0 | 0,713 | 916 | 0 | 0,005 |
| (YIT) Swerock | 0,030 | 0,07 | 54,23 | 0 | 0,155 |
| Rudus Oy | 0,007 | 0,057 | 82,034 | 0 | 0,0018 |
| Peab | 7,786 | 3,327 | 1 432 | 0 | 1,778 |
| Vaasan Betoniasema Oy/ Vasa Betongstation Ab | 0 | 0,13 | 121 | 0 | 0,003 |
| ABB Oy Motors and Generators | 0 | 0 | 0 | 9,7 | 0 |
| Adven Oy Uponor | 0,98 | 2,16 | 2101 | 0 | 1,51 |
| NEOT Oy | 0 | 0 | 0 | 10,6 | 0 |
| Teboil Oy | 0 | 0 | 0 | 3,3 | 0 |
| Vaasan satama/ Vasa hamn | 3,56 | 124,7 | 6 235 | 0 | 0,41 |
| Finnfeeds Oy | 0 | 0,65 | 578,9 | 0 | 0,02 |
| Westenergy Oy | 1,688 | 155,10 | 83 933 | 0 | 0,154 |
| Yhteensä | 238,8 | 1 021,4 | 733 918,2 | 36,84 | 32,5 |

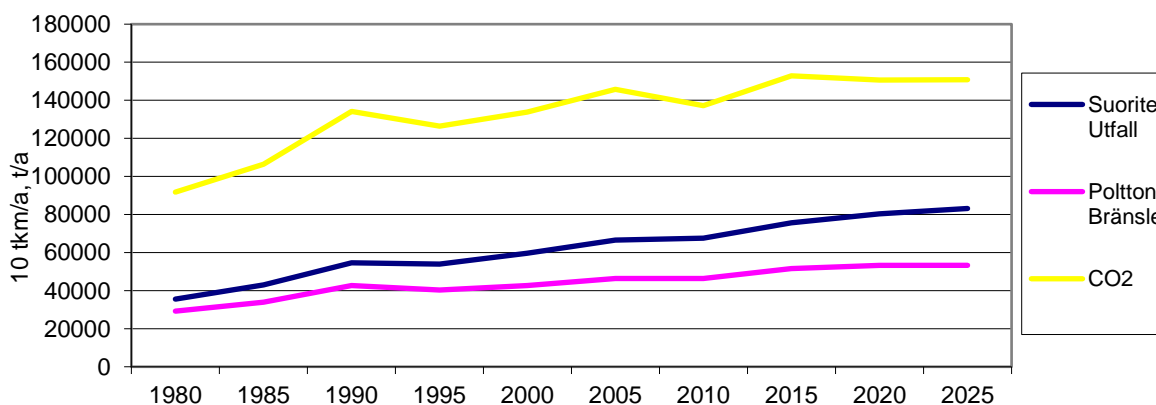
Bensiinikäyttöisten henkilöautojen liikennesuorite ajetaan lähes kokonaan katalysaattorilla varustetuilla autoilla. Sen sijaan kaksipyöräisissä ja keveissä nelipyöräisissä katalysaattori on edelleen harvinainen. Keveissä dieselajoneuvoissa hiukkassuodattimet ovat viime vuosina alkaneet yleistyä. Myös raskaiden ajoneuvojen päästörajoja on kiristetty useammassa portaassa Euro 1-6 – päästöstandardeilla vuodesta 1992 alkaen. Autokannan hitaasta uusiutumisesta johtuen toimenpiteiden päästöjä vähentävä vaikutus näkyy viiveellä (Kuva 3a-3c).

Bensindrivna personbilar körs i trafiken nästan helt med motorer utrustade med katalysatorer men i tvåhjuliga och lätta fordon är katalysatorer ännu sällsynta. I lätta dieselfordon har partikelfilter blivit mer allmänna. Också tunga dieselfordons utsläppsgränser har blivit lägre steg för steg enligt Euro 1-6 utsläppsstandarderna från år 1992. Pga. fordonsparkens långsamma förnyelse planas utsläpps-minskningen ut (Bild 3a-3c).



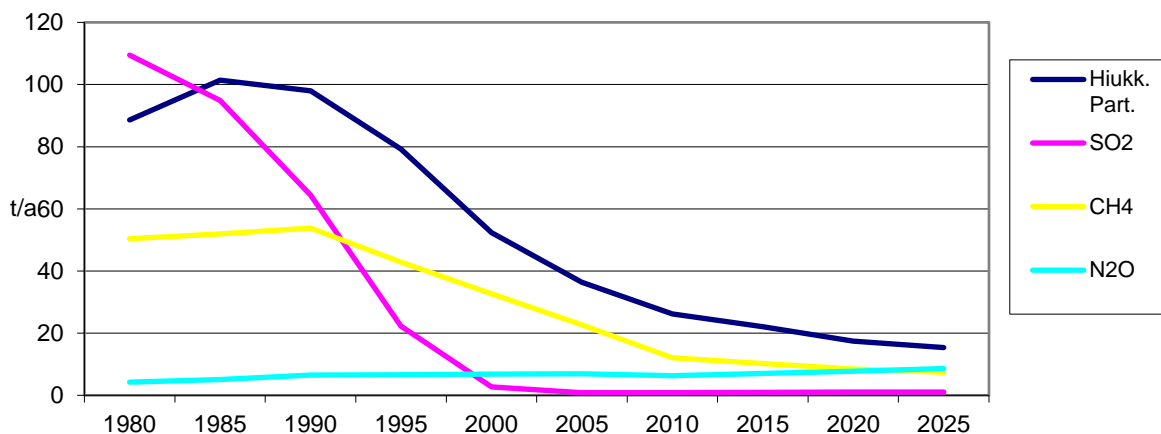
Kuva 2b. Rekisterissä olevien autojen määrä Vaasassa, Mustasaarella ja Maalahdessa vuosina 2000-2021, laskettu Liikenne- ja viestintäviraston tilastoista. Vuosien 2012-2013 eroa selittää Vaasan ja Vähänkyrön kuntaliitos.

Bild 2b. Bilarnas antal i registret i Vasa, Korsholm och Malax år 2000-2021 uträknade från Transport- och kommunikationsverkets statistik. Skillnaden mellan år 2012-2013 förklaras av kommunsammanslagning mellan Vasa och Lillkyro



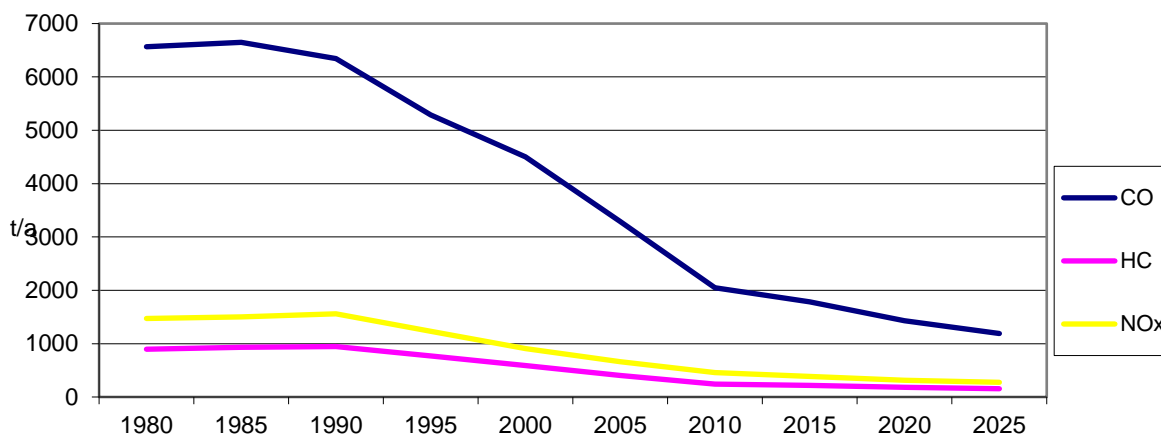
Kuva 3a. Tieliikenteen kilometrisuoriteen, polttoaineenkulutuksen ja hiilidioksidipäästön kehitys ja ennuste Vaasassa, Mustasaarella ja Maalahdessa 1980-2025.

Bild 3a. Vägtrafikens km utfall, bränsleförbrukning och koldioxidutsläpp och prognos för Vasa, Korsholm och Malax år 1980-2025.



Kuva 3b. Tieliikenteen hiukkas-, rikkidioksidi-, metaani- ja typpioksiduulipäästöjen kehitys ja ennuste Vaasassa, Mustasaarella ja Maalahdessa 1980-2025. Hiukkaspäästöissä ei ole huomioitu liikenteen tien pinnasta nostamaa pölyä.

Bild 3b. Vägtrafikens utveckling och prognos för utsläpp av partiklar, svaveldioxid, metan och kväveoxidul för Vasa, Korsholm och Malax 1980-2025. I partikelutsläpp har ej noterats av trafiken orsakad damm från vägytan.



Kuva 3c. Tieliikenteen hiilimonoksidi-, hiilivety- ja typpioksidipäästöjen kehitys ja ennuste Vaasassa, Mustasaarella ja Maalahdessa 1980-2025.

Bild 3c. Vägtrafikens utveckling och prognos för utsläpp av kolmonoxid, kolväte och kvävedioxid för Vasa, Korsholm och Malax 1980-2025

Liikenteen hiilidioksidipäästö seuraava suoraan polttonesteen kulutuksen kehitystä (kuva 3a). Biopolttoaineen osuus polttoaineessa vähentää hiilidioksidipäästöä kuitenkin nettomääräisesti muutamia prosentteja. Polttoainetalouden parantamisen vuoksi autojen polttonesteenkulutus kasvaa hitaammin kuin suorite. Katalysaattori vaikuttaa hiilimonoksidi-, hiilivety- ja typpioksidipäästöihin. Raskaiden ajoneuvojen SCR-puhdistus vähentää typpioksidipäästöjä.

Trafikens koldioxidutsläpp följer bränsleförbrukningens utveckling. Biobränslets andel av bränsle minskar koldioxidutsläpps nettoandel ändå med bara några procent. Pga bättre bränsleekonomi ökar bränsleförbrukningen mindre än kilometermängden. Katalysator inverkar på kolmonoxid- kolväte och kvävedioxidutsläpp. Tungas fordons SCR-rening minskar kvävedioxidutsläpp. Dessa utsläpps utveckling i framtiden är sjunkande även om

Näiden päästöjen määrän kehitys on tulevaisuudessakin laskeva lisääntyvästä suoritteesta huolimatta. Henkilöautojen osalta hiilimonoksidi- ja hiilivetypäästöjen vähentymistä taajamaliikenteessä hidastaa kylmäkäyntipäästöjen suuri osuus päästöistä. Katalyysaattoritekniikka on puolestaan lisännyt hieman typpioksiduulin (N₂O) päästöjä. Typen oksidien osalta kylmäkäyttö ei ole ongelma ja niihin tehoaakin katalyysaattori parhaiten (Mäkelä ym. 1996).

Henkilöautojen liikennesuoritteesta alle 5 % ajetaan bensiinimoottorisilla autoilla, joissa ei ole katalyysaattoria. Dieselmootorisilla autoilla ajetaan kolmasosa henkilöautojen ajosuoritteesta. Sähkö- ja kaasuautojen osuus on vielä minimaalinen.

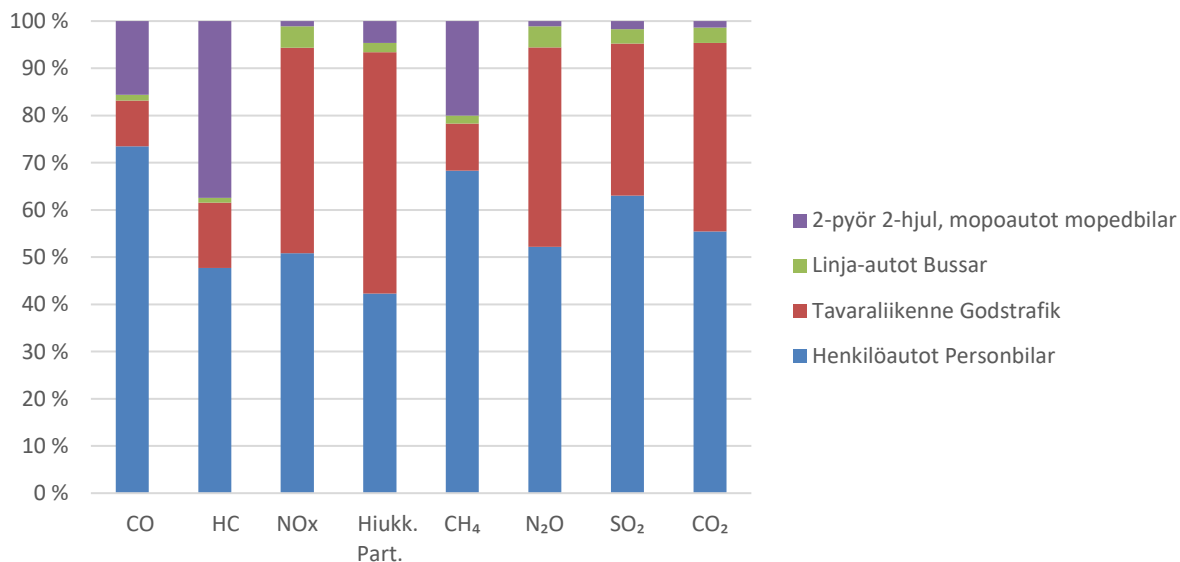
Kuvassa 4 on esitetty eri ajoneuvotyyppien osuus liikenteen pakokaasupäästöistä. Yli puolet päästöistä aiheutuu henkilöautoliikenteestä. Raskaan liikenteen päästöissä korostuvat erityisesti typen oksidit ja hiukkaspäästöt. Mopoissa vielä käytössä olevissa 2-tahtimoottoreissa tapahtuva epätäydellinen polttoaineen palaminen näkyy ajosuoritteeseen verrattuna suurina hiilivety-, metaani- ja häkäpäästöinä.

kilometermängden ökar. För personbilarnas del i tätbebyggelse minskar kolmonoxid- och kolväteutsläpp genom minskade kallstarter. Katalysatorstekniken har något ökat kväveoxidul (N₂O) utsläppen. För kväveoxidens del är kalkkörning inget problem och för dem fungerar katalysatorer bäst. (Mäkelä m.fl. 1996).

Av personbilar i trafik körs numera under 5 % utan katalysator. En tredjedel av personbilarnas kilometermängd körs med dieselmotor. El- och gasbilarnas andel är ännu obetydlig.

I bild 4 visas olika fordonstypers avgasutsläpp. Personbilar orsakar störst utsläpp då deras körkilometermängd är överlägset störst. Kvävet oxider märks speciellt i den tunga trafiken. I mopeder som ännu använder 2-taktsmotor och förbränns bränslet ofullständigt syns i förhållande till körmängden höga kolväte-, metan- och kolmonoxidutsläpp.

Eri ajoneuvojen osuus päästöistä Andel av utsläpp från olika fordon



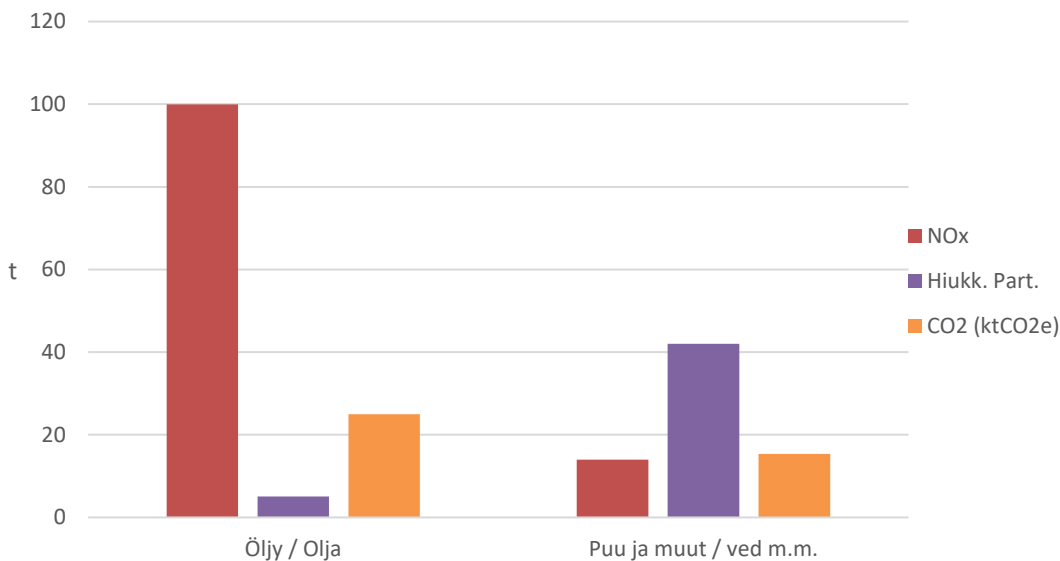
Kuva 4. Eri ajoneuvoryhmien osuus pakokaasupäästöistä, polttoaineen kulutuksesta ja kilometrisuoritteesta yhteisseurannan alueella. Mopoautot sisältyvät 2-pyöräisiin. Tavaraliikenne sisältää pakettiautot ja kuorma-autot.

Bild 4. Olika fordonstypers andel av avgasutsläpp, bränsleförbrukning och kilometermängd i samkontrollområdet. Mopedbilar tillhör 2-hjuliga. Godstrafik innebär paketbilar och lastbilar.

Kiinteistöjen lämmitys

Vaasan seudulla on yli 20 000 lämmitettyä rakennusta, jotka eivät ole kaukolämmön piirissä. Alueen lämmitettävistä neliöistä noin puolet lämpiää kaukolämmön avulla. Näiden rakennusten pinta-ala on noin 4,7 miljoonaa neliometriä. Kiinteistökohtaisista lämmitysjärjestelmistä yleisimpiä ovat sähkö- ja öljylämmitys. Erillislämmitettyjen kiinteistöjen lämmitysenergian tarve on keskimääräisenä vuonna noin 547 GWh. Tästä sähköllä tuotetaan noin 177, öljyllä 113 ja muilla lämmitysmuodoilla (esim. puu, kaasu, turve, hiili) 257 GWh. Öljyn käyttö päälämmitysmuotona on puolittunut v. 2005-2021.

Öljy- ja puulämmityksen päästöt syntyvät kiinteistöllä polton yhteydessä, sähkö- ja maalämmityksen voimalaitoksilla sähkön-tuotannon yhteydessä. Kiinteistökohtaisen lämmityksen päästöjen suuruusluokkia sähkön, öljyn ja puun osalta on esitetty kuvassa 5. Sähkö- ja maalämmön päästöt riippuvat käytetyn sähkön tuotantotavasta.



Kuva 5. Vaasan seudun erillislämmitteisistä kiinteistöistä vuonna 2021 aiheutuneet päästöt.

Kokonaispäästöt

Taulukossa 3 on arvio Vaasan seudun kokonaispäästöistä. Arvio perustuu toiminnanharjoittajien ilmoittamiin tietoihin, kiinteistötietoihin sekä LIISA-laskentajärjestelmiin. Lähtötietojen tarkkuus on hyvä teollisuuden osalta ja tyydyttävä liikenteen osalta. Kiinteistökohtaisen lämmityksen päästöarviossa on suuri virhemarginaali. Raideliikenteessä siirryttiin sähkövetureihin vuoden 2011 lopussa.

Fastigheters uppvärmning

I Vasa regionen finns över 20 000 uppvärmda hus som inte är anslutna till fjärrvärmenätet. Ungefär hälften av de uppvärmda kvadrater på området uppvärms med fjärrvärme. Dessa fastigheters yta är ca 4,7 miljoner m². Mest allmänt självständig uppvärmningssystem i fastigheter är el- och oljeuppvärmning. Enskilt uppvärmda fastigheters värmeenergibehov är i medeltal ca 547 GWh. Av detta produceras ca 177 med el, 113 med olja och med andra energiformer (bl.a. trä, gas, torv, kol) 257 GWh. Mellan åren 2005-2021 har oljeuppvärmningen som huvudsaklig värmekälla minskat med ca 50%.

Utsläpp från olje- och veduppvärmning bildas i samband med förbränningen, el- och jordvärmeutsläpp bildas i kraftverk vid elproduktion. Fastighetsspecifika uppvärmningsutsläpps storleksklasser av el, olja och ved är presenterad i bild 5. El- och jordvärmeutsläpp är beroende av elens produktionssätt.

Bild 5. Utsläpp från Vasaregionens fastighetsspecifikt uppvärmda fastigheter i 2021

Totala utsläpp

Tabell 3 visar en uppskattning av Vasa regionens totalutsläpp. Uppskattningen grundar sig på företagares anmälda uppgifter, fastighetsuppgifter samt LIISA-beräkningssystem. Uppgifternas tillförlitlighet är god för industrin och tillfredsställande för trafiken. Uppskattningen av fastigheternas utsläpp har stor felmarginal. Järnvägstrafiken började använda ellok i slutet av år 2011.

Taulukko 3. Arvio kokonaispäästöistä ilmaan Vaasan seudulla vuonna 2021 (t/a).

Tabell 3. Uppskattning av totalutsläpp i luften i Vasa regionen år 2021 (t/a).

| | SO ₂ | NOx | Hiukkaset Partiklar | CO ₂ |
|---|-----------------|----------------|---------------------|-----------------|
| Tieliikenne Vägtrafik | 0,5 | 264 | 6,6 | 121 930 |
| Lentoliikenne Flyg | 0 | 1,5 | 0 | 412 |
| Energiantuotanto, teollisuus, satama Energiprod.,industri, hamn | 239 | 1021 | 32,5 | 733 918 |
| Kiinteistökohtainen lämmitys Fastigheters uppvärmning | 7,4 | 114 | 47 | 40 390 |
| Yhteensä Sammanlagt | 246,9 | 1 400,5 | 86,1 | 896650 |

Rikkidioksidipäästöt pienentyivät Vaasassa tuntuvasti 1980-luvulla ja 1990-luvun alussa voimalaitosten puhdistusinvestointien sekä liikenne- ja lämmityspoltoaineiden rikkipitoisuuden laskun ansiosta. Useimpien muiden päästökomenttien kohdalla päästömäärien pieneneminen ei ole ollut kovin voimakasta. Lisääntyneitä päästökomentteja ovat hiilidioksidi ja typpioksiduuli. Viime vuosina päästömäärät ovat vaihdelleet pääasiassa kivihiiivoimalan käyttöasteen mukaisesti.

Päästöjen kokonaismäärien perusteella ei voi suoraan arvioida päästölähteiden vaikutuksia ilman laatuun. Päästölähteen sijainti ja päästökorkeus vaikuttavat olennaisesti mitattavaan pitoisuuteen. Korkeista savupiipuista tulevien päästöjen leviäminen riippuu sääoloista.

Tuulen nopeus, tuulen suunta ja lämpötila ratkaisevat savuviuhkan kulkusuunnan ja laimenemisnopeuden. Liikenteen päästöillä on matalasta päästökorkeudesta johtuen määräänsä nähden suuri merkitys erityisesti katu ympäristössä, jossa laimenemisolosuhteet ovat huonot. Kiinteistökohtaisen lämmityksen päästöillä on merkitystä ilman laatuun matalan päästökorkeuden sekä suurehkon hiukkaspäästön vuoksi.

Svaveldioxidutsläpp minskade i Vasa märkbart på 1980-talet och 1990-talets början pga. kraftverkens reningsinvesteringar samt lägre svavelhalt i fordons- och uppvärmningsbränslen. För andra utsläppskomponenters del har utsläppen inte minskat lika mycket. Högre utsläppskomponenter är koldioxid och kväveoxidul. Senaste år har utsläppsmängderna varierat i huvudsak beroende på kolkraftverkets användningsgrad.

På grund av utsläppens totalmängd kan man ej direkt uppskatta utsläppskällornas inverkan på miljös kvaliteten. Utsläppskällans placering och höjd inverkar märkbart på den uppmätta halten. Väderförhållanden inverkar på spridning av utsläpp från höga skorstenar. Vindhastighet, riktning och temp. inverkar på rökmolnets färdriktning och uttunningshastighet. Trafikens utsläpp har pga. den låga utsläppshöjden i förhållande till mängden stor betydelse speciellt i gatumiljö där utspädningsförhållandena är dåliga. Utsläpp från fastigheter har inverkan på luftkvaliteten pga. låg utsläppshöjd och stora partikelutsläpp.

3. MITTAUSJÄRJESTELMÄ / MÄTNINGSSYSTEM

Mittausjärjestelmä käsitti vuonna 2021 seuraavat mittausasemat ja -laitteet: keskustan (Vaasanpuistikon) mittausasemalla mitattiin typen oksideja ja hengitettäviä hiukkasia (< 10 µm). Vesitornin mittausasemalla mitattiin hengitettäviä hiukkasia (< 10 µm) ja pieniä hiukkasia (< 2,5 ja < 1 µm). Mittausasemien tarkat sijainnit ja mittaustekniikka on esitelty liitteissä 1 ja 2. Mittauspaikat on valittu aikaisempien ilmanlaatuselvitysten perusteella ja sijoitettu paikkoihin, joilla ilman epäpuhtauksien vaikutusten on odotettu selvimmin näkyvän.

Keskustan mittausasema sijaitsee alueella, jossa on vilkasta keskustaliikennettä ja jossa huomattava määrä ihmisiä liikkuu ja oleskelee. Vaasanpuistikon liikennemäärä on n. 16000 ajoneuvoa vuorokaudessa ja muidenkin katujen liikenteellä on vaikutusta pitoisuuksiin.

Vesitornin mittausasema sijaitsee keskustan korttelin sisäpihalla ja toimii kaupunkitaustasemana.

Mittaustulokset kerätään tietokantaan Envidas -ohjelmistoa käyttäen. Molemmilla asemilla on oma tietokone, joka kerää mittausdataa. Asemilta tiedot lähetetään tietoliikennekaapelin välityksellä toimistokoneelle, jolla pitoisuustarkkailu ja raportointi suoritetaan.

Mätningssystemet år 2021 bestod av följande mätstationer och apparatur: centrums (Vasaesplanaden) mäter kvävet oxider och inandningsbara partiklar (< 10 µm).

Vattentornets mätstation mäter inandningsbara partiklar (< 10 µm) och småpartiklar (< 2,5 och < 1 µm). Mätstationernas placering och mätteknik presenteras i bilaga 1 och 2. Mätningplatserna är utvalda enligt senaste luftkvalitetsutredning och placerade där luftens föroreningars effekt borde märkas bäst.

Centrums mätstation finns i ett livligt trafikerat område och där en stor mängd människor rör sig. Vasaesplanadens trafikmängd är ca 16 000 fordon/dygn och också andra gators trafik inverkar på halterna.

Vattentornets mätstation finns i centrumkvarterets innergård och fungerar som stadsbakgrundsstation.

Som datauppsamlingssystem används Envidas-program. Båda stationerna har egen dator som samlar mätningdata. Från stationerna skickas resultat via datakabel till kontorets dator där haltgranskning och rapportering utförs.

4. MITTAUSTEN LUOTETTAVUUS JA JÄRJESTELMÄN TOIMIVUUS / MÄTNINGARNAS PÅLITLIGHET OCH SYSTEMETS FUNKTION

Vuoden 2021 aikana mittaustulosten ajallinen kattavuus oli tyydyttävä, kokonaisuudessaan mittaustulos kirjautui 99,6 % varmuudella koko vuoden aikana. Typen oksidien tiedot tallentuivat 98 %:n ja hengitettävien hiukkasten 100 %:n varmuudella Vaasanpuistikolla ja 100 % varmuudella Vesitornilla. Pienhiukkasten mittauksen kattavuus oli 100 % Vesitornilla.

Vuoden 2021 aikana käytettiin Imatran kaupungin ympäristötoimen ja JPP Kalibroinnin kehittämää laatujärjestelmää. Laatujärjestelmään on kirjattu laitteiden käyttötavat, laadunvarmistuksen käytännöt ja tulosten editointiperiaatteet. Laatujärjestelmän lomakkeisiin kirjataan säännöllisesti laitteiden toiminta- ja kalibrointitiedot ja laitteille tehty huoltotyöt.

Hengitettävien hiukkasten mittaukseen ei ole käytettävissä kalibrointimenetelmää, vaan laadunvarmistus perustuu laitteen toimintaparametrien seurantaan.

Ulkopuolisia laitteiden kalibrointeja, vertailumittauksia ja virtausten tarkistuksia suoritti JPP-Kalibrointi 17.3, 16.6 ja 21.-22.9 2021. Laitteiden toiminnan tarkistaminen ei aiheuttanut vaatinut mittaustulosten jälkieditointitarvetta poikkeamien pienuuden ansiosta.

Mätningens resultatens tidsmässiga täckning år 2021 var tillfredsställande. Som helhet registrerades 99,6% av resultatens under året. Kvävet oxider 98%, och inandningsbara partiklar 100% säkra resultat vid Vasaesplanaden och 100% vid Vattentornet. Småpartiklars täckning vid vattentornet var 100%.

Under år 2021 användes Imatra stads miljöverks och JPP Kalibroinnin utvecklade kvalitetssystem. I kvalitetssystemet noterat apparaternas användningssätt, kvalitetssäkringens praxis och resultatens editeringsprinciper. I kvalitetssystemets blanketter skrivs regelbundet apparaternas funktions- och kalibreringsuppgifter och utförd service.

Vid inandningsbara partiklars mätningar finns ej kalibreringsmetod utan kvalitetssäkring grundar sig på att följa apparatens funktionsparametrar.

Utomstående kalibreringar, jämförelsemätningar och flödesmätningar utfördes av JPP-Kalibrointi 17.3, 16.6 och 21.-22.9 2021. Apparaternas funktions-granskning förorsakade ej efterreditering av mätresultat pga. minimala avvikelser.

5. OHJEARVOT JA NIIDEN SOVELTAMINEN / RIKTVÄRDEN OCH DERAS TILLÄMPNING

Saatuja mittaustuloksia on verrattu valtioneuvoston asetuksessa 79/2017 annettuihin raja- ja tavoitearvoihin ja terveydellisiin haittojen estämiseksi päätöksessä 480/1996 annettuihin ohjearvoihin.

Mätta resultat är jämförda med statsrådets förordning 79/2017 givna gräns- och målvärden och beslut om förhindring av för hälsan skadeverkningar givna riktvärden 480/1996.

Taulukko 4. Ilmanlaadun ohje-, raja- ja tavoitearvot. Typpidioksidin varoituskynnys on 400 µg/m³ kolmen perättäisen tunnin aikana. Pitoisuusrajat koskevat kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelua.

Tabell 4. Luftkvalitetens rikt- gräns- och målvärden. Kvävedioxidens varningströskel är 400 µg/m³ tre på varandra följande timmar. Gränsvärden angår skydd av växtligheten och ekosystemen.

| | | ohjearvo riktvärde | raja-arvo gränsvärde | |
|--|----------------|--|-------------------------|-----------------------------|
| Typpidioksidi (NO₂) Kvävedioxid (NO₂) | tunti timme | 150 µg/m ³ (kk:n 99. prosenttipiste) (månadens 99.% punkt) | 200 µg/m ³ | (19. tunti) (19. timme) |
| | vrk dygn | 70 µg/m ³ (kk:n 2. suurin vrk) (mån. 2. högsta dygn) | | |
| | vuosi år | | 40 µg/m ³ | (keskiarvo) (medeltal) |
| Typen oksidit (NO+NO₂) Kvävets oxider (NO+NO₂) | vuosi år | | 30 µg/m ³ | (keskiarvo) (medeltal) |
| Hengitettävät hiukkaset (PM₁₀) Inandn.bara partiklar (PM₁₀) | vrk dygn | 70 µg/m ³ (kk:n 2. suurin vrk) (mån 2. högsta dygn) | 50 µg/m ³ | (36.suurin) (36. högsta) |
| | vuosi år | | 40 µg/m ³ | (keskiarvo) (medeltal) |
| Pienhiukkaset < 2,5 µm Småpartiklar < 2,5 µm | vuosi år | | 25 µg/m ³ | (keskiarvo) (medeltal) |

Mittaustuloksia on verrattu ohjearvoihin seuraavasti:

Typpidioksidin tuntiohjearvoon on verrattu kunkin kalenterikuukauden pituisella mittausjaksolla mitatuista tuntikeskiarvoista muodostetun summafrequenssijakauman 99 %:n arvoa, eli arvoa, jonka alapuolelle 99 % tuntikeskiarvoista asettuu. Ohjearvoon vertaaminen voidaan tehdä kun vähintään 75 % tuntikeskiarvojen enimmäismäärästä on käytettävissä.

Typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjearvoon on verrattu kuukausittain kunkin kalenterikuukauden toiseksi suurinta vuorokausiarvoa (tsv). Ohjearvoon vertaaminen on tehty, mikäli kuukauden jaksolta on ollut käytettävissä vähintään 22 vuorokausi-keskiarvoa. Vuorokausikeskiarvo on laskettu, mikäli käytettävissä on ollut vähintään 18 tuntikeskiarvoa.

Vuosiohje- ja raja-arvoon on verrattu kalenterivuoden pituisen mittausjakson tunti- tai

Mättningsresultat är jämförda med riktvärde enligt följande:

Till kvävedioxidens timriktvärde har jämförts timmedeltal för varje kalendermånads mättningsperiod som utgörs av summafrequensperiodens 99 % värde, under vilket 99 % av timmedelvärdet finns. Jämförelse till riktvärdet kan göras då minst 75 % av timmedelvärdet finns till förfogande.

Till kvävedioxidens och inandningsbara partiklars dygnsriktvärde är jämfört månadsvis varje kalendermånads näststörsta dygnsvärde. Jämförelse till riktvärdet är gjort om från månadsperioden finns minst 22 dygnsmedeltal. Dygnsmedeltal har räknats om minst 18 timmedelvärden finns till förfogande.

Till årsrikt- och gränsvärde har jämförts aritmetiska medeltalet för tim- eller årsmedeltalet för kalenderårets mättningsperiod. Jämförelse har gjorts då mättningsresultat finns från minst 9

vuorokausikeskiarvoista laskettua aritmeettista keskiarvoa. Vertaaminen on tehty, kun käytössä on ollut vähintään yhdeksän kuukauden mittaus tulokset eivätkä puuttuvat tulokset ole yhtenäiseltä jaksolta.

Raja-arvoihin on verrattu vastaavasti kyseessä olevan prosenttipisteen arvoa tai x. suurinta arvoa. Raja-arvoon vertaaminen on tehty, kun vähintään 75 % mittausaineiston enimmäismäärästä on ollut käytettävissä.

månader och saknade resultat är ej från en enhetlig period.

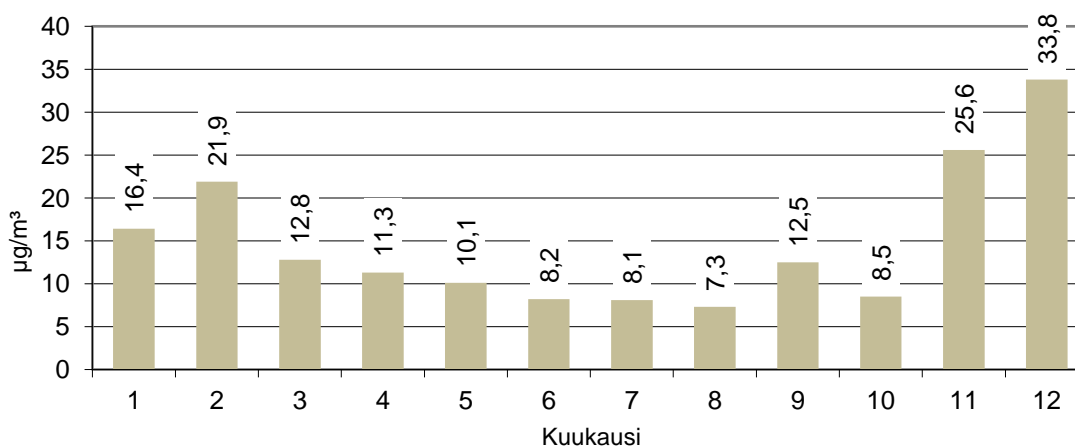
Till gränsvärde har jämförts liknande ifrågasvarande procentvärde eller x. största värde. Till gränsvärdet har jämförts om minst 75 % av mättningsresultatens maxvärde finns till förfogande.

6. MITTAUSTULOKSET JA TULOSTEN ARVIOINTI / MÄTNINGSRESULTAT OCH RESULTATENS UTVÄRDERING

6.1. Typpidioksidi / Kvävedioxid

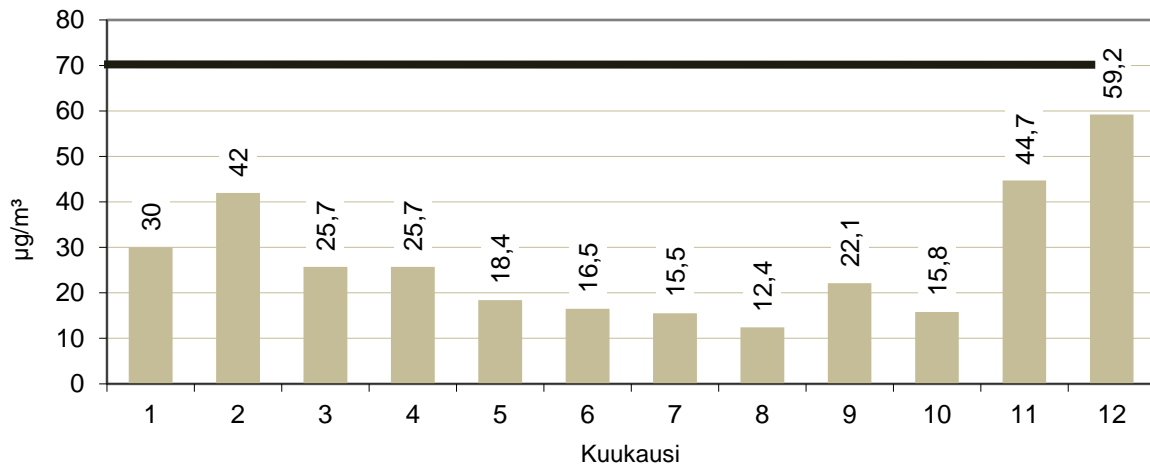
Korkein typpidioksidin kuukausikeskiarvo (33,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mitattiin joulukuussa ja pienin kuukausikeskiarvo (7,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mitattiin elokuussa (kuva 6).

Högsta månadsmedeltal för kvävedioxid (33,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mättes i december och lägsta månadsmedeltal (7,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mättes i augusti (bild 6).



Kuva 6. Typpidioksidin kuukausikeskiarvot Vaasassa vuonna 2021.

Bild 6. Kvävedioxidens månadsmedeltal i Vasa år 2021.

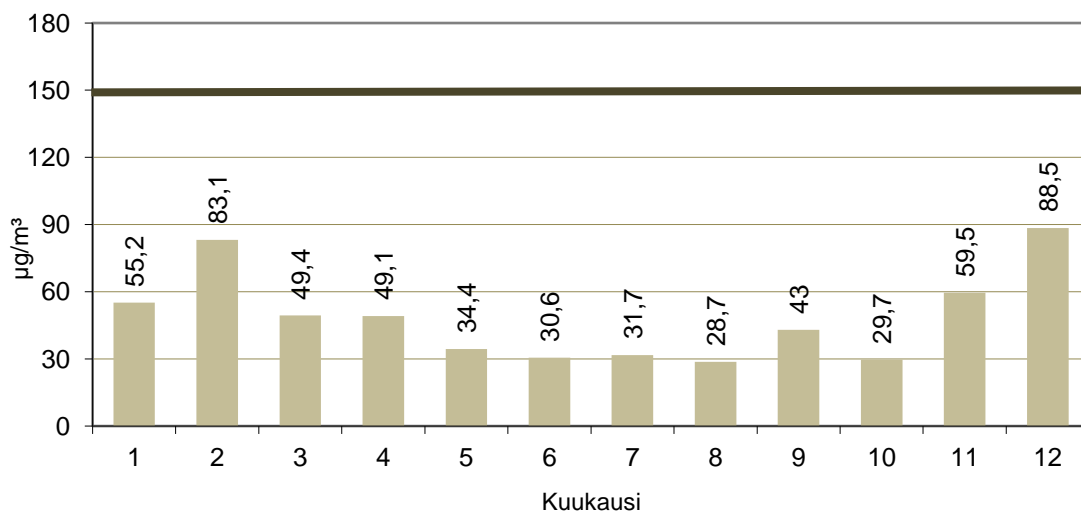


Kuva 7. Typpidioksidin toiseksi suurimmat vuorokausiarvot Vaasassa vuonna 2021. Kuvaan on merkitty ohjearvo (70 µg/m³).

Bild 7. Kvävedioxidens näststörsta dygnsvärden i Vasa år 2021. I bilden riktvärdet (70 µg/m³) utsatt.

Ohjearvoon verrattavat typpidioksidin tuntiarvot on esitetty kuvassa 8.

Till riktvärdet jämförda timvärden för kvävedioxid visat i bild 8.



Kuva 8. Typpidioksidipitoisuuksien summafrequenssin 99 % tuntiarvot Vaasassa vuonna 2021. Kuvaan on merkitty ohjearvo (150 µg/m³).

Bild 8. Kvävedioxidens 99% timvärdes summafrequens i Vasa år 2021. I bilden utsatt riktvärdet (150 µg/m³).

Typhen oksidien (NO + NO₂) yhteenlasketulle pitoisuudelle on valtioneuvoston päätöksessä annettu vuosiohjearvo (30 µg/m³). Ohjearvo on asetettu kasvillisuusvaikutusten ehkäisemiseksi ja sitä sovelletaan vain maa- ja metsätalousalueilla. Vaasanpuistikolla tämä vuosikeskiarvo oli 25,1 µg/m³.

För kvävetts oxiders (NO + NO₂) sammanlagda halter har i beslut av statsrådet getts ett årsriktvärde (30 µg/m³). Riktvärdet är satt för skyddande av växtligheten och tillämpas bara på jord- och skogsbruksområden. På Vasa-esplanaden var detta årsmedeltal 25,1 µg/m³.

6.2. Typpidioksidipitoisuuksien tarkastelua / Granskning av kvävedioxidhalter

Typpidioksidin päästömäärät ovat pysyneet viimeksi kuluneina vuosina melko tasaisina. Päästölähteistä suurin on Vaskiluoto 2, jonka osuus kokonaispäästöstä on noin puolet.

Ilman typpidioksidipitoisuus oli edellisvuotta korkeampi, mitattu vuosikeskiarvo oli 14,7 µg/m³. Raja-arvot ja ohjearvo eivät ylittyneet. Vaasan keskustassa typpidioksidin pitoisuuden määräävät säätilanne ja liikenteen viikkaus. Korkeimmat pitoisuudet mitattiin huhtikuussa, jolloin aamuisten työmatkaliikenteen päästöt nousivat Vaasan keskustassa ajoittain korkeiksi.

Typpidioksidin vuosisykli on liikenneympäristössä heikompi kuin tausta-alueilla. Pitoisuudet ovat molemmissa alhaisimmillaan kesäaikana, mutta suhteellinen ero kesä- ja talvipitoisuuksien välillä on kaupunkioiloissa pienempi kuin maaseudulla.

Liikenteen typen oksidien päästöistä 90-95 % on typpimonoksidia, minkä vuoksi välittömästi päästölähteen läheisyydessä suurin osa ilman typen oksideista on typpimonoksidia. Pääasiassa otsonin vaikutuksesta typpimonoksidi hapettuu kuitenkin nopeasti typpidioksidiksi (Kartastenpää ym 1992). Paikallisesti otsonin loppuun kuluminen liikenneympäristössä rajoittaa typpimonoksidin hapettumista.

Katalysaattoritekniikan käyttöönotto vähensi aluksi typpimonoksidin pitoisuuksia, typpidioksidin pitoisuudet lähtivät laskuun vasta kun typpimonoksidipitoisuudet olivat pienentyneet alle "otsonitason".

Talvisin typpimonoksidin hapettuminen on hitaampaa johtuen mm. alhaisesta lämpötilasta ja alhaisemmista otsonipitoisuuksista. Tästä on seurauksena, että ilmassa typpimonoksidin pitoisuudet ovat suhteellisesti korkeammat kuin typpidioksidin pitoisuudet. Etenkin talvella otsonin vähyys kasvattaa typpioksidin pitoisuutta suhteessa typpidioksidin pitoisuuteen (kuva 9).

Kvävedioxidhalterna har under senaste år stannat på en ganska jämn nivå. Största utsläppskällan är Vasklot 2, vars andel av utsläppen är ca hälften.

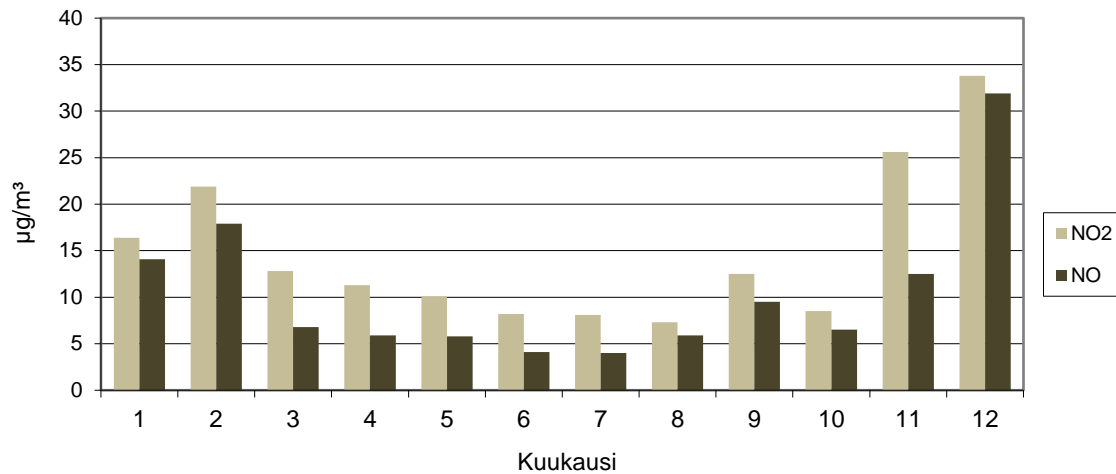
Luftens kvävedioxidhalt var högre jämfört med föregående år, det mätta årsmedeltalet var 14,7 µg/m³. Gräns- och riktvärde överskreds inte. Väderläge och trafikmängd bestämmer kvävedioxidens halt i Vasa centrum. De högsta halterna uppmättes i april när rusningstrafikens utsläpp steg högt tidvis om morgnarna.

Kvävedioxidens årscykel är i trafikmiljö svagare än på landsbygden. Halterna är på båda platser som lägst sommartid men den proportionella skillnaden mellan sommar- och vinterhalter är lägre i stadsmiljö än på landsbygden.

Av trafikens kväveoxid utsläpp är 90-95% kvävemonoxid varför nära utsläppskällan består den största delen av luftens kväveoxider av kvävemonoxid. Ozonets inverkan på kvävemonoxid gör att det omvandlas till kvävedioxid ganska snabbt (Kartastenpää m.fl. 1992). Lokalt begränsas kvävemonoxidens oxidering av ozonets slutförbrukning i trafikmiljö.

Vid ibruktagning av katalysatorer minskade först kvävemonoxidhalterna. Kvävedioxid-halterna sjönk först när kvävemonoxidhalterna var under "ozonnivån".

Under vintern är kvävemonoxidens oxidering långsam pga. låg temp. och lägre ozonhalt. Följden är att luftens kvävemonoxidhalt är förhållandevis högre än kvävedioxidhalten. Främst på vintern ökar kväveoxidhalten jämfört med kvävedioxidhalten pga. låg halt av ozon (bild 9).



Kuva 9. Typen oksidien kuukausikeskiarvojen vertailu vuonna 2021.

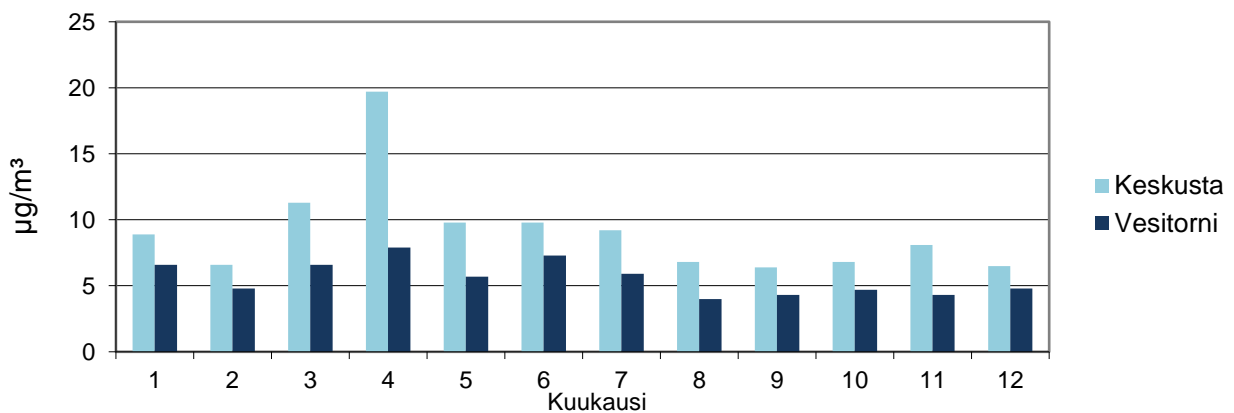
Bild 9. Kvävets oxiders månadsmedeltalsjämförelse år 2021.

6.3. Leijuva pöly / Svävande damm

6.3.1. HENGITETTÄVÄT HIUKKASET / INANDNINGSBARA PARTIKLAR

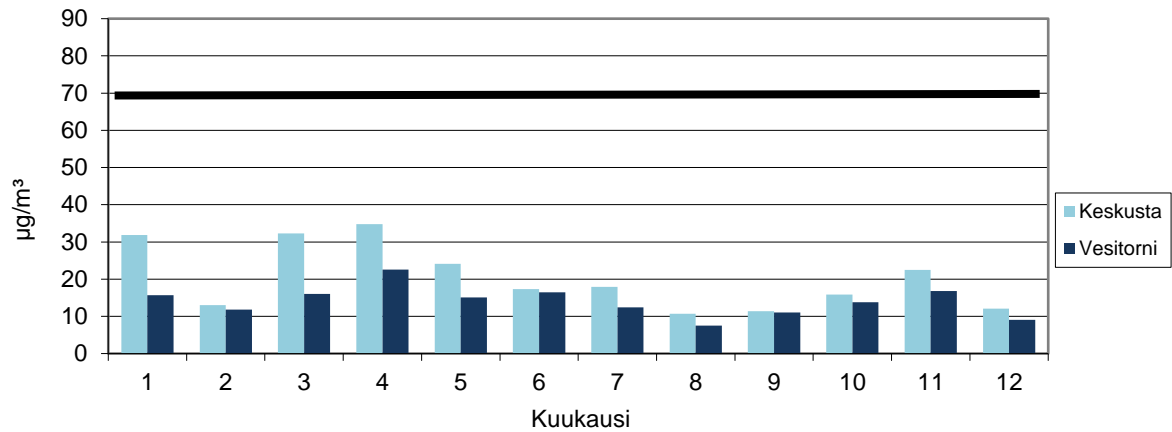
Hengitettävän pölyn (hiukkasten halkaisija < 10 µm) vuosikeskiarvo keskustan mittausasemalla oli 9,2 µg/m³. Suurin kuukausikeskiarvo (19,7 µg/m³) mitattiin huhtikuussa ja pienin kuukausikeskiarvo (6,4 µg/m³) syyskuussa. Vesitornin mittausasemalla vuosikeskiarvo oli 5,6 µg/m³. Suurin kuukausikeskiarvo (7,3 µg/m³) mitattiin kesäkuussa ja pienin kuukausikeskiarvo (4,0 µg/m³) elokuussa.

Inandningsbara partiklars (diameter < 10 µm) årsmedeltal vid mätstationen i centrum var 9,2 µg/m³. Högsta månadsmedeltalet (19,7 µg/m³) uppmättes i april och lägsta (6,4 µg/m³) i september. Vid vattentornets mätstation var årsmedeltalet 5,6 µg/m³. Högsta månadsmedeltalet (7,3 µg/m³) uppmättes i juni och lägsta (4,0 µg/m³) i augusti.



Kuva 10. Hengitettävän pölyn (PM10) kuukausikeskiarvot Vaasassa vuonna 2021.

Bild 10. Inandningsbara partiklars (PM10) månadsmedeltal i Vasa år 2021.



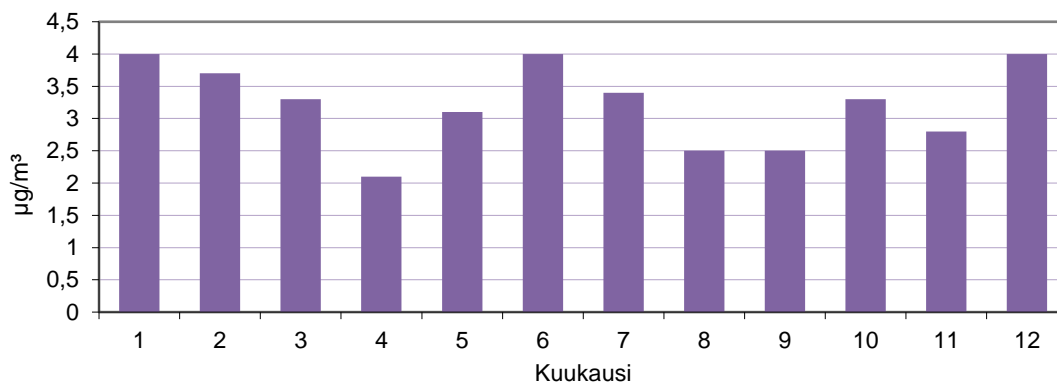
Kuva 11. Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon (70 µg/m³) verrattavat toiseksi suurimmat vuorokausikeskiarvot kuukausittain.

Bild 11. Inandningsbara partiklars till riktvärde (70 µg/m³) jämförda näst största dygnsmedeltal månadsvis

6.3.2. PIENHIUKKASET / SMÅPARTIKLAR

Vesitornin mittausasemalla vuosikeskiarvo oli 3,2 µg/m³. Suurin kuukausikeskiarvo (4,0 µg/m³) mitattiin tammi-, kesä- ja joulukuussa ja pienin kuukausikeskiarvo (2,1 µg/m³) huhtikuussa.

Årsmedeltalet vid vattentornet var 3,2 µg/m³. Högsta månadsmedeltalet (4,0 µg/m³) mättes i januari, juni och december. Lägsta månadsmedeltal (2,1 µg/m³) mättes i april.

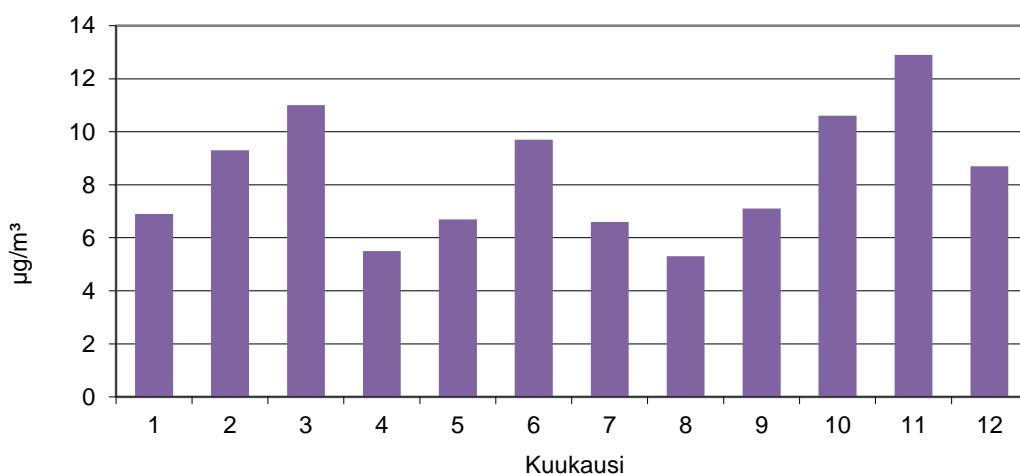


Kuva 12. Pienten hiukkasten kuukausikeskiarvot Vaasassa vuonna 2021.

Bild 12. Småpartiklars månadsmedeltal i Vasa år 2021.

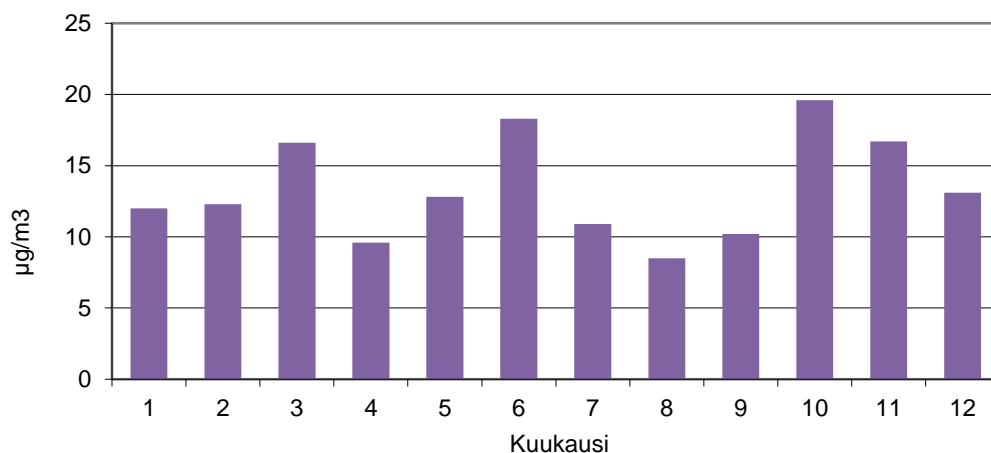
Kuvaan 13 on koottu pienten hiukkasten toiseksi suurimmat vuorokausikeskiarvot kuukausittain. Suurimmat toiseksi suurimmat vuorokausiarvot (12,9 µg/m³) mitattiin marraskuussa.

I bild 13 finns småpartiklars näststörsta dygnsmedeltal månadsvis. Det högsta näststörsta dygnsmedeltalet (12,9 µg/m³) uppmättes i november.



Kuva 13. Pienten hiukkasten toiseksi suurimmat vuorokausikeskiarvot Vaasassa vuonna 2021.

Bild 13. Småpartiklars näststörsta dygnsmedeltal i Vasa år 2021.



Kuva 14. Pienten hiukkasten suurimmat 8 tunnin arvot kuukausittain Vaasassa 2021.

Bild 14. Småpartiklars största 8 timmarsvärde månadsvis i Vasa år 2021

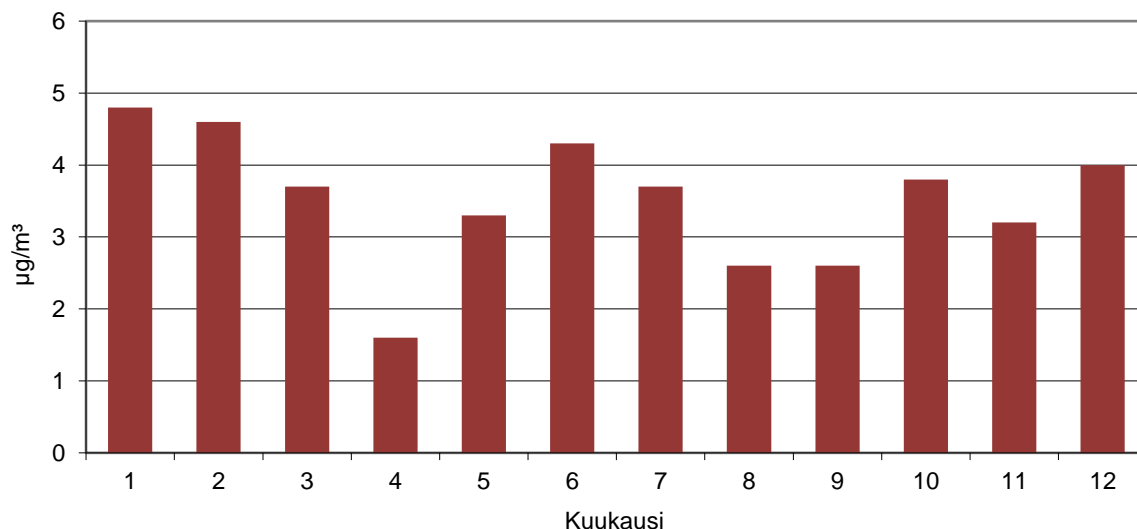
6.3.3. PM1

PM1-hiukkasista saatiin neljästoista koko vuoden kattava mittausjakso vesitornin mittausasemalla vuonna 2021. Pienimpien hiukkasten vuodenaikaisvaihtelu on vähäisempää kuin suurempien hiukkasten, mutta toisaalta niissä näkyvät herkemmin kaukokulkeumasta, kuten

PM1-partiklar mättes hela mättningsperioden för fjortonde året vid vattentornet år 2021. Småpartiklars årsvariation är mindre än större partiklars, men de märks mera från fjärrtransport som skogsbränder och åkerbränning. Ultrafina

metsäpaloista ja peltojen kulotuksista aiheutuvat episodit. Pienimpien hiukkasten korkeimmat kuukausikeskiarvot mitattiin tammikuussa.

partiklars högsta månadsmedeltal uppmättes i januari.



Kuva 15. PM1-hiukkasten kuukausikeskiarvot Vaasassa vuonna 2021.

Bild 15. PM1-partiklars månadsmedeltal i Vasa år 2021

6.3.4. LEIJUVAN PÖLYN PITOISUUKSIEN TARKASTELUA / SVÄVANDE DAMMHALTERS GRANSKNING

Leijuva pöly on merkittävimpiä ilmanlaatuongelmia kaupunkialueilla. Ulkoilman hiukkaspitoisuudet ovat suuria erityisesti keväisin, kun lumien sulettua ja katujen kuivuttua talven aikana kaduille ja jalkakäytävälle levitetty hiekoitushiekka pölyää ilmaan tuulen ja liikenteen nostattamana. Hiekoitushiekan lisäksi leijuva pöly sisältää tienpinnasta ja autojen renkaista irronneita sekä autojen pakokaasujen, energiantuotannon ja teollisuuden päästöjen sisältämiä hiukkasia.

Leijuvan pölyn merkittävin haitallinen vaikutus on sen mahdollinen vaikutus terveyteen. Monissa tutkimuksissa on havaittu yhteys kohonneiden ilman pölypitoisuuksien ja hengityselinsairauksien lisääntymisen välillä. Hiukkasiin on myös kiinnittyneenä suuri joukko myrkyllisiä orgaanisia ja epäorgaanisia aineita. Kokonaisleijuman hiukkasista huomattavan suuri osa on kuitenkin halkaisijaltaan liian suuria hiukkasia tunkeutuakseen syväälle alempiin hengitysteihin. Hengitettävien (< 10 µm) hiukkasten ja pienhiukkasten mittaustulokset ovat sen vuoksi paremmin yhteydessä terveysvaikutuksiin.

Svävande damm är ett märkbart luftkvalitetsproblem i stadsområden. Luftens partikelinnehåll är höga genast efter snösmältningen. Sanden som samlats på vägar och gator under vintern och slagget från vägytan som härrör från slitage från nabbdäck stiger upp i luften från den torra vägytan i samband med trafikrörelser och vindar. Också bilarnas avgaser, energiproduktion och industrins utsläpp innehåller partiklar.

Svävande damms mest betydande skadliga effekt är dess möjliga inverkan på hälsan. Många undersökningar har visat ett samband mellan förhöjda dammhalter och ökade luftvägssjukdomar. Till partiklarna är kopplade också en stor mängd giftiga organiska och oorganiska ämnen. Av den totala mängden damm är en stor mängd partiklar ändå för stora att gå ner djupt i de nedre luftvägarna. De inandningsbara (<10µm) och småpartiklarnas mätresultat är därför mera kopplade till hälsoeffekter.

År 2021 översteg inandningsbara partiklars halt det av statsrådets satta gränsvärdet vid

Vuonna 2021 hengitettävän pölyn pitoisuudet ylittivät valtioneuvoston asettaman raja-arvotason Keskustan asemalla 1 kerta ja vesitornin asemalla 0 kertaa kun ylityksiä sallitaan enintään 35 vuosittain. Kuukauden toiseksi suurimmalle vuorokauden keskiarvopitoisuudelle asetettu ohjearvo ($70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ei ylittynyt. Asemien mittaustuloksissa näkyy selvästi liikenteen hiukkaspitoisuuksia kohottava vaikutus. Vesitornin mittausasemalla kevään katupölykausi erottuu heikommin kuin Keskustan asemalla vilkkaan kadun vieressä. Kesän 2021 aikana ei ollut metsäpalojen tai kulotusten aiheuttamia merkittäviä pienhiukkasepisodeja.

Mitatut pienhiukkaspitoisuudet alittivat selvästi niiden raja-arvon $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vuosikeskiarvona.

centrumstationens station 1 gång och vid vattentornets station 0 gånger. Överskridningar tillåts 35/år. Månadens näststörsta dygnsmedeltals satta riktvärde ($70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) överskreds inte. I stationernas mätresultat syns klart trafikens höjande effekt av partikelhalten. Vid Vattentornets mätstation syns svagare inverkan av vårens gatudamm än vid centrumstationen som finns vid en livligt trafikerad gata. Under sommaren år 2021 förekom inte i nämnbar grad skogs- eller gräsbränder som syntes i småpartikelmätningarna.

Småpartikelhalten understeg klart årsmedeltalets gränsvärde $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

7. ILMANLAATUINDEKSI / LUFTKVALITETSINDEX

Vaasassa on käytössä HSY:n ympäristötoimiston kehittämä ilmanlaatuindeksi. Ilmanlaatuindeksi on mittaustuloksista tunneittain laskettava luku, joka ottaa huomioon useita mitattavia ilman epäpuhtauksia. Indeksien tarkoituksena on esittää vallitseva ilman laatu helposti käsiteltävissä muodossa ilmanlaadusta tiedotettaessa.

Indeksin laskennassa Vaasan mittauksista otetaan huomioon typpidioksidin, hengitettävän pölyn ja otsonin tuntipitoisuudet. Kullekin epäpuhtaudelle määritetään indeksiarvo siten, että kukin mittaustulos suhteutetaan ohje-, raja- kynnys- tai tavoitearvoihin. Vuorokauden korkein tuntindeksiarvo valitaan ko. vuorokauden ilmanlaatuindeksiksi. Indeksien laskentaperusteita muutettiin vuonna 2007, joten vanhempia indeksiarvoja ei voi suoraan verrata nykyisiin. Indeksien arvo 100 vastaa ohjearvopitoisuutta. Indeksien arvo on yli 100, jos ilmanlaatu on ohjearvoa huonompi ja alle 100 jos ilmanlaatu on ohjearvoa parempi. Taulukossa 5 on esitetty ilmanlaatuindeksien arvojen luonnehdinnat.

I Vasa används HRM:s Miljötjänsters utvecklade luftkvalitetsindex. Indexet är uträknat från mätresultatets timvärden, som beaktar många i luften mätta föroreningar. Indexets ändamål är att visa luftens kvalitet på ett ändamålsenligt sätt.

Vid uträkning av index i mätningar i Vasa tas i beaktande kvävedioxid, inandningsbara partiklar och ozonets timhalter. För varje förorening bestäms ett indexvärde så att till varje mätvärde beaktas rikt-, gräns-, tröskel-, eller målvärde. Dygnets högsta tim-indexvärde bestämmer dygnsindexet. Indexets beräkningsgrunder ändrades år 2007 så att gamla indexvärden kan jämföras med nuvarande.

Indexvärde 100 motsvarar riktvärdehalten. Indexvärde är över 100 om luftkvaliteten är sämre än riktvärdet och under 100 om luftkvaliteten är bättre än riktvärdet. I tab. 5 förevisas luftkvalitetens klassificering.

Taulukko 5. Ilmanlaatuindeksin arvoluokkien luonnehdinnat.

Tabell 5. Luftkvalitetens klassificering.

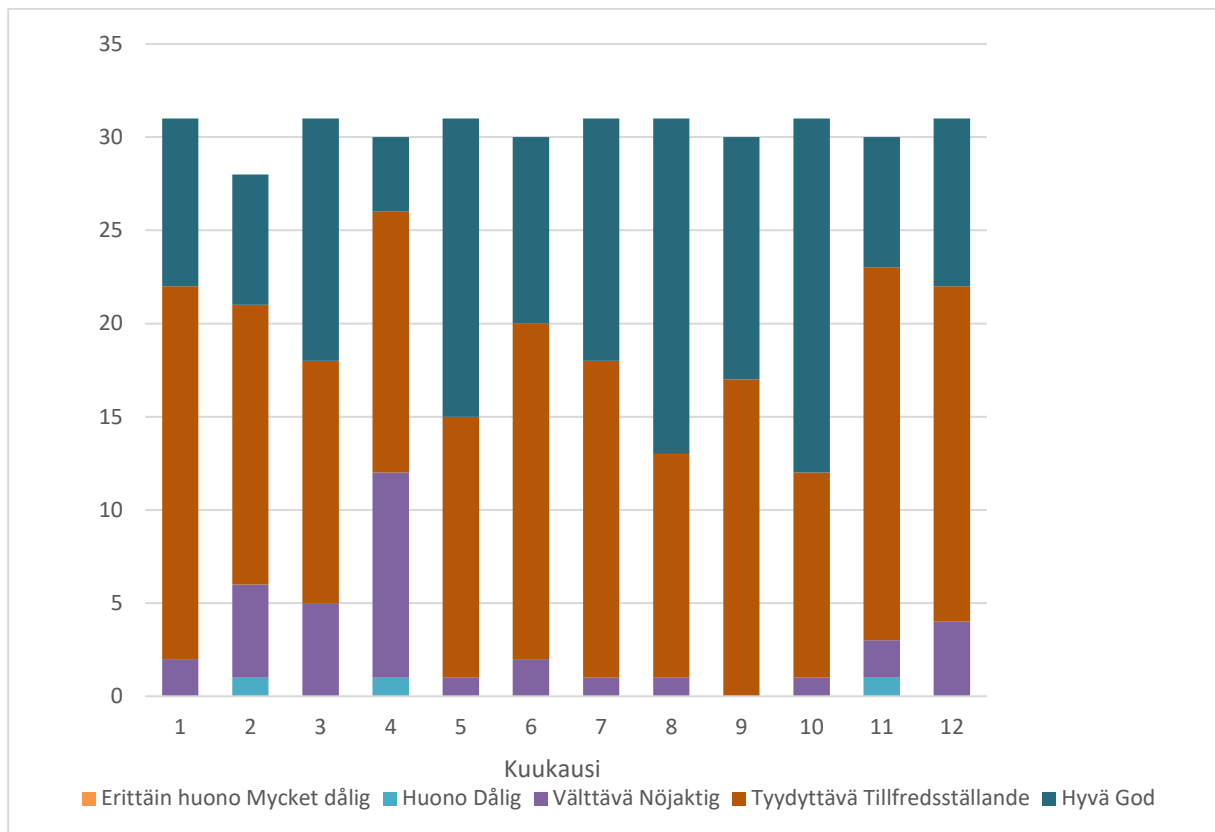
| Indeksi Index | Luonnehdinta Luftkvaliten | Terveysvaikutukset Hälsorisker | Muut vaikutukset Annan påverkan |
|--------------------------|--------------------------------------|--|---|
| 0 - 50 | HYVÄ GOD | Ei todettuja Inga påvisbara | Lieviä luontovaikutuksia pitkällä aikavälillä Lindrig miljöpåverkan under långtids exponering |
| 51-75 | TYYYDYTTÄVÄ TILLFREDSSTÄLLANDE | Hyvin epätodennäköisiä Ytterst osannolika | Lieviä luontovaikutuksia pitkällä aikavälillä Lindrig miljöpåverkan under lång tids exponering |
| 76 - 100 | VÄLTÄVÄ NÖJAKTIG | Epätodennäköisiä Osannolika | Selviä kasvillisuus- ja materiaali-vaikutuksia pitkällä aikavälillä Tydlig påverkan på miljö och material under lång tidsexponering |
| 101 - 150 | HUONO DÅLIG | Mahdollisia herkillä yksilöillä Möjliga för känsliga personer | Selviä kasvillisuus- ja materiaali-vaikutuksia pitkällä aikavälillä Tydlig påverkan på miljö och material under lång tids exponering |
| 151 - | ERITTÄIN HUONO MYCKET DÅLIG | Mahdollisia herkillä väestöryhmillä Möjliga för känsliga befolkningsgrupper | Selviä kasvillisuus- ja materiaali-vaikutuksia pitkällä aikavälillä Tydlig påverkan på miljö och material under lång tids exponering |

Indeksin perusteella arvioituna ilmanlaatu oli Vaasassa vuonna 2021 yleisimmin tyydyttävää (51,8 % päivistä). Ilmanlaatu hyvä 37,8 %, välttävä 9,6 %, huono 0,8 % ja erittäin huono 0 %.

Talviaikaan ilmanlaatua huononsivat typpidioksidin ja hiukkasten pitoisuudet. Ilmanlaatu oli parhaimmillaan kesällä ja huonoimmillaan keväällä.

Enligt indexet var luftkvaliteten år 2021 för det mesta tillfredsställande (51,8% av dagarna). Luftkvaliteten var god 37,8 %, nöjaktig 9,6 %, dålig 0,8 % och mycket dålig 0%.

Luftkvaliteten vintertid försämrades av kvävedioxid- och partikelhalter. Luftkvaliteten var bäst under sommaren och sämst under våren.



Kuva 16. Ilmanlaatuindeksin päivittäisten arvojen jakautuminen ilmanlaatuokkiin Vaasassa vuonna 2021.

Bild 16. Luftkvalitetsindexets dagliga värden fördelat i luftkvalitetsklasser i Vasa år 2021

8. ILMANLAATU VERRATTUNA RAJA- JA TAVOITEARVOIHIN / LUFTKVALITET JÄMFÖRT TILL GRÄNS- OCH MÅLVÄRDEN

Euroopan unioni on antanut direktiivit, jotka sisältävät vuosina 2001-2010 voimaan tulleet ilmanlaadun raja-arvot rikkidioksidille, typpidioksidille, typen oksideille, hiukkasille, lyijylle, hiilimonoksidille, bentseenille ja otsonille. Suomessa nämä uudet raja-arvot on saatettu voimaan valtioneuvoston asetuksella 79/2017. Uusien raja-arvojen ylityksiä ei Vaasassa ole mitattu.

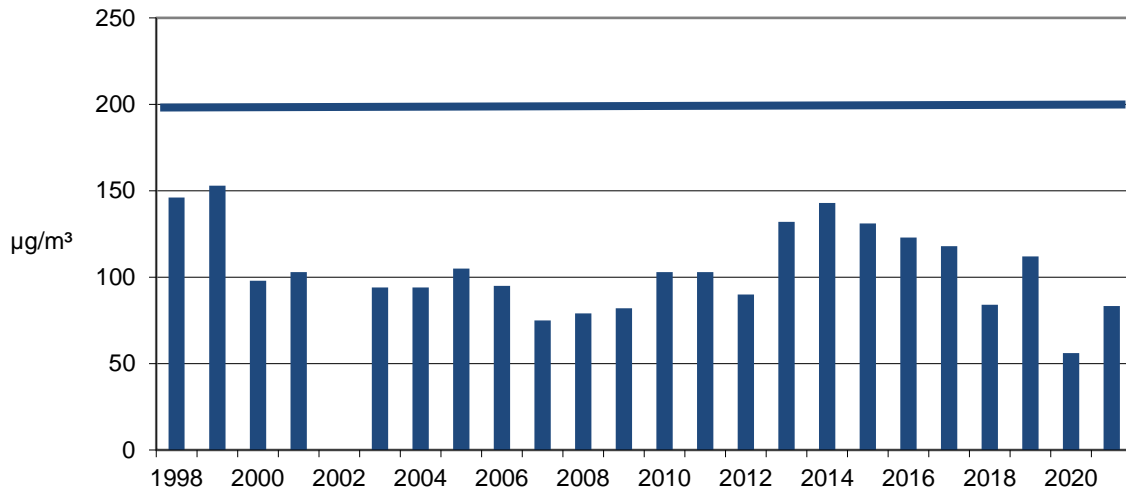
Valtioneuvoston asetuksella 164/2007 on asetettu tavoitearvo bentso(a)pyreenin pitoisuudelle ulkoilmassa. Bentso(a)pyreenin pitoisuudesta Vaasassa julkaistiin erillinen arvioreportti vuonna 2010.

Kuvissa 17-21 on esitetty ilmanlaadun mittaustuloksia vuosilta 1998-2021 verrattuna raja- ja tavoitearvoihin.

Europeiska unionen har gett direktiv för luftkvalitets gränsvärden som trätt i kraft år 2001-2010 för svaveldioxid, kvävedioxid, kvävetts oxider, partiklar, bly, kolmonoxid, bensen och ozon. I Finland har dessa gränsvärden tagits i bruk med statsrådets förordning om luftkvalitet 79/2017. Nya gränsvärdens överskridningar har ej mätts i Vasa.

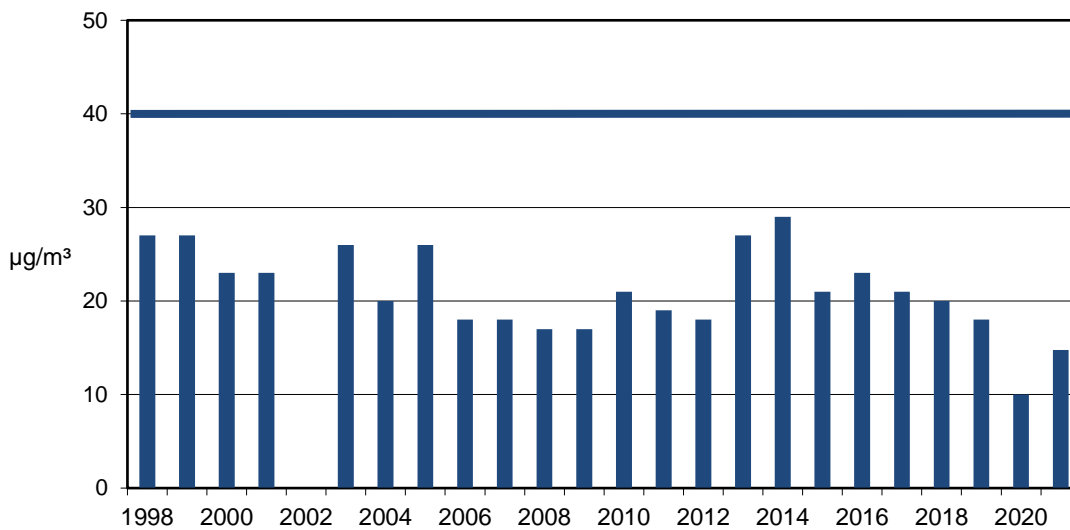
I statsrådets förordning 164/2007 har satts ett målvärde för benso(a)pyrenhalt i uteluften. Benso(a)pyrenhalt uppskattningsrapport publicerades i Vasa i 2010.

I bilder 17-21 visas luftkvalitetens mätresultat från år 1998-2021 jämförda till gräns- och målvärden.



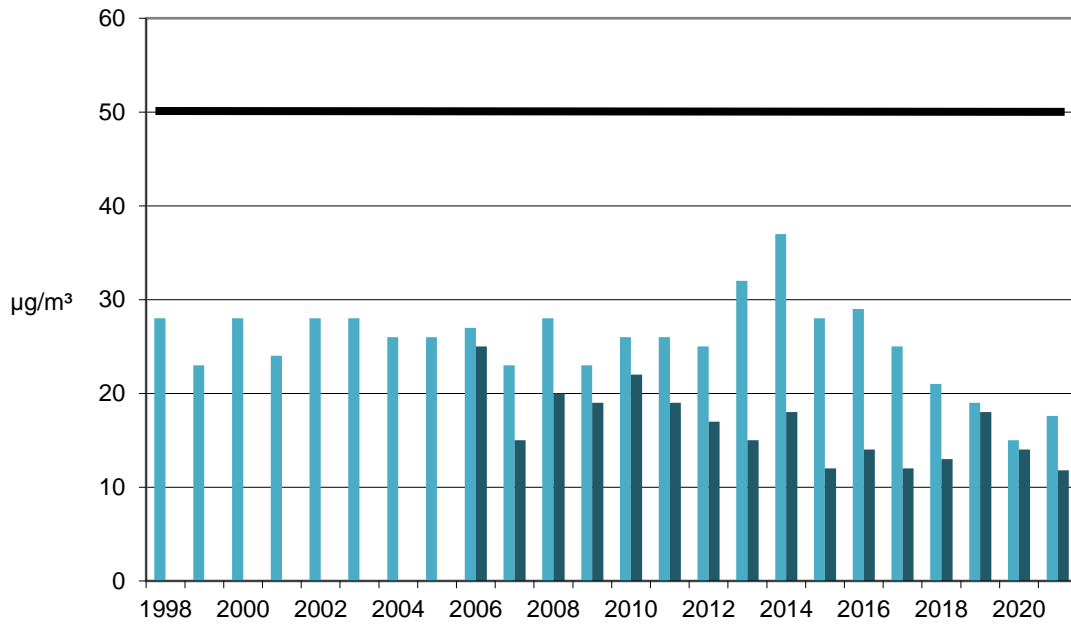
Kuva 17. Raja-arvoon verrannolliset 19. suurimman tunnin typpidioksidipitoisuudet Keskustan mittausasemalla vuosina 1998-2020.

Bild 17. Till gränsvärde jämförda 19. största timmens kvävedioxidhalt vid centrummätstationen åren 1998-2020.



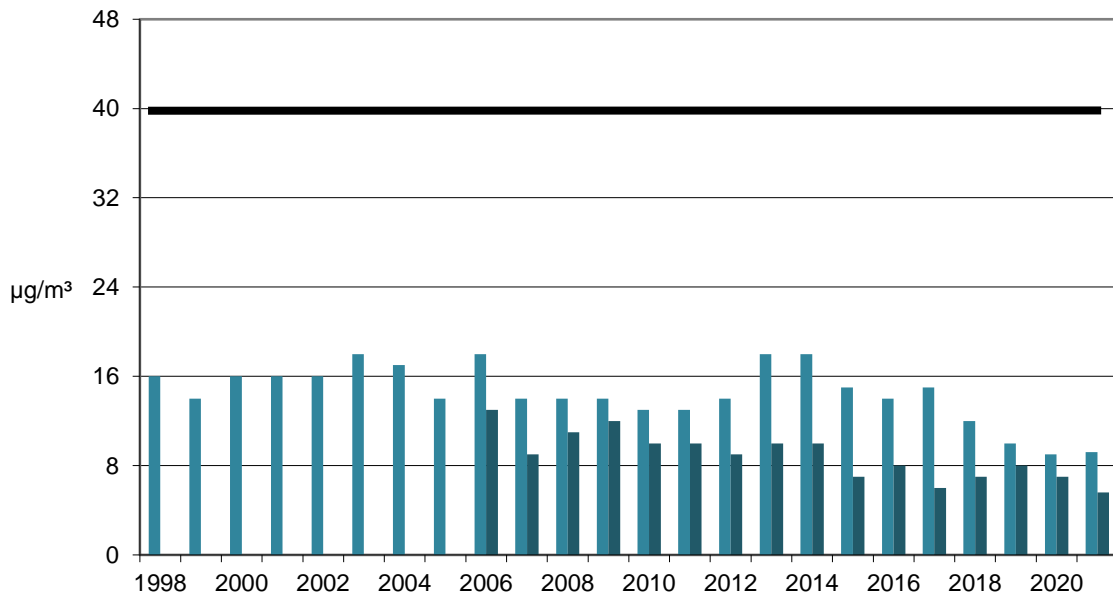
Kuva 18. Raja-arvoon verrannolliset typpidioksidin vuosikeskiarvopitoisuudet Keskustan mittausasemalla vuosina 1998-2021.

Bild 18. Till gränsvärde jämförda kvævedioxid årsmedeltalhalter vid centrumstationen åren 1998-2021.



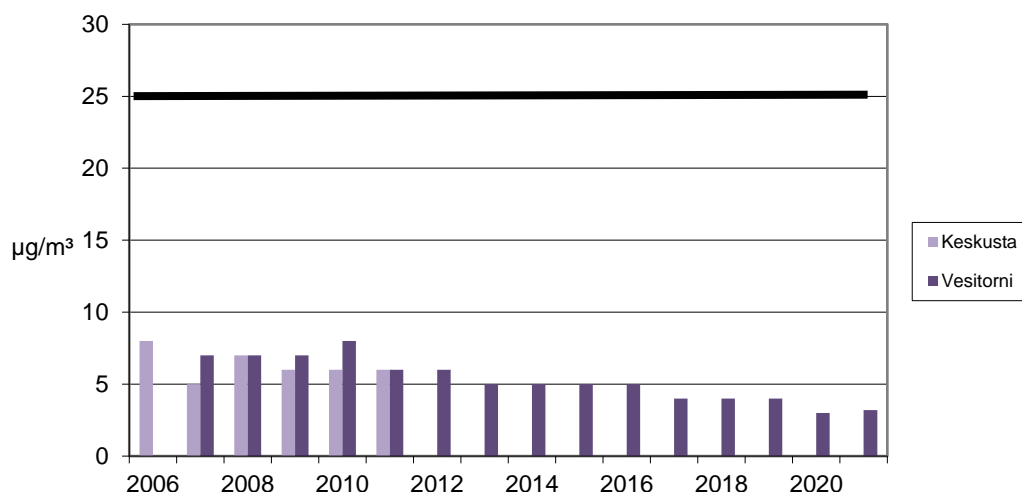
Kuva 19. Raja-arvoon verrannolliset hengitettävien hiukkasten 36. suurimmat vuorokausipitoisuudet Keskustan mittausasemalla vuosina 1998-2021 ja Vesitornin mittausasemalla 2006-2021.

Bild 19. Till gränsvärde jämförda inandningsbara partiklars 36. största dygns-halter vid centrumstationen åren 1998-2021 och Vattentornets mätstation 2006-2021.



Kuva 20. Raja-arvoon verrannolliset hengitettävien hiukkasten vuosikeski-arvopitoisuudet Keskustan mittausasemalla vuosina 1998-2021 ja Vesitornin mittausasemalla 2006-2021.

Bild 20. Till gränsvärde jämförda inandningsbara partiklars årsmedeltalhalter vid centrumstationen åren 1998-2021 och Vattentornets mätstation 2006-2021.



Kuva 21. Raja-arvoon verrannolliset pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuudet Keskustan mittausasemalla 2006-2011 ja Vesitornin mittausasemalla 2007-2021.

Bild 21. Till gränsvärde jämförda småpartiklars årsmedeltalhalter vid centrumstationen 2006-2011 och Vattentornets mätstation 2007-2021.

9. YHTEENVETO / SAMMANDRAG

Teollisuuden ja energiantuotannon palamisperäiset kaasumaiset päästöt olivat edellisvuoteen verrattuna samaa suuruusluokkaa. Raskasta polttoöljyä käytetään alueella enää laivoissa ja moottoreiden tuotekehityksessä sekä asfaltin valmistuksessa.

Kaupunkiympäristössä liikenteen päästöt määräävät typpidioksidin pitoisuustasot. Typpidioksidin ohje- tai raja-arvot eivät ylittyneet. Erityisen korkeita hetkellisiä pitoisuuksia ei esiintynyt. Leuto talvi esti inversiotilanteiden muodostumisen, joten päästöt laimenivat hyvin. Keskiarvopitoisuus oli edellisvuosien tasolla.

Hengitettävän pölyn pitoisuuksien vuosikeskiarvo keskustan asemalla oli hieman korkeampi kuin aikaisempina vuosina (9,2 µg/m³). Vuorokauden raja-arvon tason ylityksiä tuli vuoden aikana 1 kpl kun ylityksiä sallitaan vuoden aikana 35 kpl. Kuukauden toiseksi suurimmalle vuorokaudelle asetettu ohjearvo ei ylittynyt.

Indeksin perusteella arvioituna ilmanlaatu oli Vaasassa vuonna 2021 yleisimmin tyydyttävää 51,8 % päivistä (189 päivänä). Ilmanlaatu oli hyvä 37,8 % (138 päivänä), välttävä 9,6 % (35 päivänä), huono 0,8 % (3 päivänä) ja erittäin huono 0%.

Talviaikaan ilmanlaatua huononsivat typpidioksidin pitoisuudet. Keväällä pölypitoisuudet huononsivat ilmanlaatua.

Industrins och energiproduktionens gasformiga förbränningsutsläpp var ungefär på samma nivå jämfört med förra året. Tung brännolja används på området endast i fartyg och produktutveckling av motorer samt för asfaltproduktion.

Utsläppen från trafiken i stadsmiljö bestämmer kvävedioxidhalterna. De rådande rikt- eller gränsvärdena överskreds inte. Särskilt höga kortvariga halter förekom ej. Mild vinter förhindrade formation av inversionläge, spädningen av utsläpp var således bra. Medeltalhalten var på samma nivå som under de föregående åren.

De inandningsbara partiklarnas årsmedeltal vid centrumstationen var något högre än under tidigare år (9,2 µg/m³). Dygnetns gränsvärdes överskridningar blev under året 1 st., 35 st. överskridningar tillåts under ett år. Månadens näststörsta dygnsvärdes riktvärde överskreds inte.

Enligt indexets bedömning var luftkvaliteten i Vasa år 2021 för det mesta tillfredsställande 51,8 % av dagarna (189 dagar). Luftkvaliteten var god 37,8 % (138 dagar), nåjaktig 9,6 % (35 dagar), dålig 0,8 % (3 dagar) och mycket dålig 0,0%.

Under vintern försämrades luftkvaliteten av kvävedioxidhalterna. Dammhalterna försämrade luftkvaliteten under våren.

Ilmanlaatu oli parhaimmillaan syksyllä ja huonoin keväällä.

Luftkvaliteten var bäst på hösten men sämst på våren.

Mittausten ajallinen kattavuus oli typen oksidien osalta hyvä ja hiukkasten osalta hyvä.

Mätningarnas tidsmässiga täckning var god för kvävet oxider och god för partiklar.

10. LÄHDELUETTELO / KÄLLOR

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/50/EY ilmanlaadusta ja sen parantamisesta.

Ilmanlaadun tarkkailutyöryhmä 2016: Vaasan seudun ilman laatu -tarkkailusuunnitelma 2017-2021.

Järvinen, Jukka: Vaasan alueella ilmassa esiintyvän bentso(a)pyreenin arviointiraportti. Ympäristöosasto 2010.

Kartastenpää, R., Hämekoski, K. & Lumme, E. 1992: Ilmanlaatu. -teoksessa: Liikenne ja ympäristö. Tilastokeskus, Ympäristö 1992:2.

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom, <https://www.traficom.fi/fi/tilastot-ja-julkaisut>.

Mäkelä, K., Kanner, H. & Laurikko, J. 1996: Suomen tieliikenteen pakokaasupäästöt. Liisa 95-laskentajärjestelmä. VTT Tiedotteita 1772.

Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta 79/2017.

Valtioneuvoston asetus ilmassa olevasta arseenista, kadmiumista, elohopeasta, nikkelistä ja polysyklisistä aromaattisista hiilivedyistä 164/2007.

Valtioneuvoston päätös ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvosta 480/1996.

Suomen tieliikenteen pakokaasupäästöjen laskentajärjestelmä LIISA <http://lipasto.vtt.fi/>

Saarnio, Karri et al. 2017: Ulkoilman SO₂-, NO- ja O₃ -mittausten kansallinen vertailumittaus sekä ilmanlaatumittausten laatu- ja kenttäauditointi 2017. Ilmatieteen laitoksen raportti 2018:1.

WHO 2006: Air Quality Guidelines: Global Update 2005.

HSY, Ilmanlaatuindeksin arvoluokkien luonnehdinnat, <https://www.hsy.fi/fi/asiantuntijalle/ilmansuojelu/ilmanlaatu-tiedotus/Sivut/Ilmanlaatuindeksi.aspx>

11. LIITELUETTELO / BILAGOR

LIITE 1: Vesitornin mittausasema
LIITE 2: Keskustan mittausasema
LIITE 3: Vuoden 2020 mittausarvoja
LIITE 4: Vertailu raja- ja ohjearvoihin

BILAGA 1: Station Vattentornet
BILAGA 2: Station Centrum
BILAGA 3: Mättningsvärden 2020
BILAGA 4: Jämförelse med gräns- och riktvärden

LIITE 1: ILMANLAADUN MITTAUSASEMA VESITORNI/ STATION VATTENTORNET



Aseman nimi, St. namn:
Osoite, Adress:

Vesitorni, Vattentornet
Vesitorni, Kp. 25, Vattentornet, Kyrkoespl 25

Mätparametrar:
Mittausparametrit:

hengitettävät hiukkaset, inandn.bara part.(PM₁₀)
pienhiukkaset, småpartiklar (PM_{2,5})
PM₁

Koordin:

701035 : 322829

Näytteenottokorkeus:
Provtagningshöjd:

maanpinnasta, från markytan +5 m
merenpinnasta, från havsnivån +19 m

Ympäristö, miljö:

Korttelin keskellä, ruutukaava-alueen
työssäkäynti- ja asuinalue
Kvarterets mitt, arbets- och bostadsområde

Merkitykselliset pistelähteet:
Betydande objekt:

Vaasan Sähkö 1 km
Wärtsilä Oy 1 km
Vaskiluodon Voima Oy 3 km

Mittauslaitteet, apparatur
Grimm 180

PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁
Mittausmenetelmät/metod
laserdiffraktio

LIITE 2: ILMANLAADUN MITTAUSASEMA: KESKUSTA/ STATION CENTRUM



| | |
|---|--|
| Aseman nimi/ St. namn: | Keskusta/ Centrum |
| Osoite/ Adress: | Vaasanpuistikko 22/ Vasaespl. 22 |
| Mittausparametrit/ Mätparametrar: | typen oksidit/ kvävets oxider hengitettävät hiukkaset (PM₁₀) |
| Koordin: | 701051 : 322859 |
| Näytteenottokorkeus/ Provt.höjd: | maanpinnasta/ från marknivå: +4 m merenpinnasta/ från havsnivå: +15 m |
| Ympäristö/ Miljö: | Keskikaup., vilkasliikent. katujen läheisyydessä Centrum, livligt trafikerade gator |
| Merkitykselliset pistelähteet/ Betydande objekt: | Vaskiluodon Voima Oy 3 km Wärtsilä Oy 1 km |
| Mittauslaitteet/apparatur: Environnement AC32M Environnement MP101 | NOx PM₁₀ |
| | Mittausmenetelmät/metod: kemiluminessensi β -säteilyn absorptio |

LIITE 3.1

| NO₂ | Keskiarvo | 2. suurin vrk | 99%(h) | Edustavuus |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|
| Kuukausi | µg/m³ | µg/m³ | µg/m³ | % |
| 1 | 16,4 | 30 | 55,2 | 98 % |
| 2 | 21,9 | 42 | 83,1 | 98 % |
| 3 | 12,8 | 25,7 | 49,4 | 98 % |
| 4 | 11,3 | 25,7 | 49,1 | 98 % |
| 5 | 10,1 | 18,4 | 34,4 | 98 % |
| 6 | 8,2 | 16,5 | 30,6 | 98 % |
| 7 | 8,1 | 15,5 | 31,7 | 83 % |
| 8 | 7,3 | 12,4 | 28,7 | 98 % |
| 9 | 12,5 | 22,1 | 43 | 98 % |
| 10 | 8,5 | 15,8 | 29,7 | 98 % |
| 11 | 25,6 | 44,7 | 59,5 | 98 % |
| 12 | 33,8 | 59,2 | 88,5 | 98 % |

| NO_x | Keskiarvo | 2. suurin vrk | 99%(h) | Edustavuus |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|
| Kuukausi | µg/m³ | µg/m³ | µg/m³ | % |
| 1 | 38 | 91,5 | 178,2 | 98 % |
| 2 | 49,2 | 92,1 | 331,1 | 98 % |
| 3 | 23,2 | 50 | 105 | 98 % |
| 4 | 20,3 | 43,8 | 110,2 | 98 % |
| 5 | 18,9 | 35,6 | 79 | 98 % |
| 6 | 14,4 | 29,7 | 53,5 | 98 % |
| 7 | 14,3 | 25,2 | 54,1 | 83 % |
| 8 | 16,3 | 29,2 | 77,1 | 98 % |
| 9 | 27,1 | 53,4 | 132,1 | 98 % |
| 10 | 18,4 | 45,2 | 93,5 | 98 % |
| 11 | 44,7 | 111,8 | 254,1 | 98 % |
| 12 | 82,6 | 308,5 | 637,6 | 98 % |

LIITE 3.2

| PM10 Keskusta | Keskiarvo | 2. suurin vrk | Max 1 h keskiarvo | Edustavuus |
|--------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------|
| Kuukausi | µg/m³ | µg/m³ | µg/m³ | % |
| 1 | 8,9 | 31,9 | 87,7 | 100 % |
| 2 | 6,6 | 13 | 33 | 100 % |
| 3 | 11,3 | 32,3 | 88,4 | 100 % |
| 4 | 19,7 | 34,8 | 162,2 | 100 % |
| 5 | 9,8 | 24,1 | 61,7 | 100 % |
| 6 | 9,8 | 17,3 | 43,2 | 100 % |
| 7 | 9,2 | 17,9 | 50,6 | 100 % |
| 8 | 6,8 | 10,7 | 53,9 | 100 % |
| 9 | 6,4 | 11,4 | 30,8 | 100 % |
| 10 | 6,8 | 15,9 | 69,7 | 100 % |
| 11 | 8,1 | 22,5 | 102,8 | 100 % |
| 12 | 6,5 | 12,1 | 58,8 | 100 % |

| PM10 Vesitorni | Keskiarvo | 2. suurin vrk | Max 1 h keskiarvo | Edustavuus |
|---------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------|
| Kuukausi | µg/m³ | µg/m³ | µg/m³ | % |
| 1 | 6,6 | 15,7 | 43,7 | 99 % |
| 2 | 4,8 | 11,8 | 17,3 | 100 % |
| 3 | 6,6 | 16 | 58,1 | 100 % |
| 4 | 7,9 | 22,6 | 151,2 | 100 % |
| 5 | 5,7 | 15,1 | 30,4 | 100 % |
| 6 | 7,3 | 16,5 | 51,3 | 100 % |
| 7 | 5,9 | 12,4 | 37,9 | 100 % |
| 8 | 4 | 7,5 | 15,8 | 100 % |
| 9 | 4,3 | 11 | 18 | 100 % |
| 10 | 4,7 | 13,8 | 29,3 | 100 % |
| 11 | 4,3 | 16,8 | 49,1 | 100 % |
| 12 | 4,8 | 9,1 | 42,7 | 100 % |

LIITE 3.3

| PM2,5 Vesitorni | Keskiarvo | 2. suurin vrk | Max 1 h keskiarvo | Edustavuus |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------|
| Kuukausi | µg/m³ | µg/m³ | µg/m³ | % |
| 1 | 4 | 6,9 | 16,8 | 100 % |
| 2 | 3,7 | 9,3 | 13,4 | 100 % |
| 3 | 3,3 | 11 | 18,2 | 100 % |
| 4 | 2,1 | 5,5 | 24,1 | 100 % |
| 5 | 3,1 | 6,7 | 15 | 100 % |
| 6 | 4 | 9,7 | 25,7 | 100 % |
| 7 | 3,4 | 6,6 | 13,6 | 100 % |
| 8 | 2,5 | 5,3 | 11,5 | 100 % |
| 9 | 2,5 | 7,1 | 11,6 | 100 % |
| 10 | 3,3 | 10,6 | 22,3 | 100 % |
| 11 | 2,8 | 12,9 | 18,4 | 100 % |
| 12 | 4 | 8,7 | 28,6 | 100 % |

| PM1 Vesitorni | Keskiarvo | 2. suurin vrk | Max 1 h keskiarvo | Edustavuus |
|--------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------|
| Kuukausi | µg/m³ | µg/m³ | µg/m³ | % |
| 1 | 4,8 | 8,6 | 21,3 | 100 % |
| 2 | 4,6 | 11,8 | 17,1 | 100 % |
| 3 | 3,7 | 13,8 | 22,5 | 100 % |
| 4 | 1,6 | 3,8 | 16,8 | 100 % |
| 5 | 3,3 | 7,1 | 16,9 | 100 % |
| 6 | 4,3 | 11,4 | 31,1 | 100 % |
| 7 | 3,7 | 7,7 | 16,4 | 100 % |
| 8 | 2,6 | 6,2 | 14 | 100 % |
| 9 | 2,6 | 8,1 | 13,9 | 100 % |
| 10 | 3,8 | 12,9 | 27,5 | 100 % |
| 11 | 2,2 | 15,9 | 21,6 | 100 % |
| 12 | 4 | 8,7 | 28,6 | 100 % |

LIITE 4.1

| NO ₂ | 19. suurin tunti | | Vuosikeskiarvo | |
|-----------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|
| Vuosi | µg/m ³ | % raja-arvosta | µg/m ³ | % raja-arvosta |
| 1996 | 166 | 83 | 31 | 78 |
| 1997 | 114 | 57 | 24 | 60 |
| 1998 | 146 | 73 | 27 | 68 |
| 1999 | 153 | 77 | 27 | 68 |
| 2000 | 98 | 49 | 23 | 57 |
| 2001 | 103 | 52 | 23 | 57 |
| 2002 | * | | * | |
| 2003 | 94 | 47 | 26 | 65 |
| 2004 | 94 | 47 | 20 | 50 |
| 2005 | 105 | 53 | 35 | 88 |
| 2006 | 95 | 48 | 18 | 45 |
| 2007 | 75 | 38 | 18 | 45 |
| 2008 | 79 | 40 | 17 | 43 |
| 2009 | 82 | 41 | 17 | 43 |
| 2010 | 103 | 52 | 21 | 53 |
| 2011 | 103 | 52 | 19 | 48 |
| 2012 | 90 | 45 | 18 | 45 |
| 2013 | 132 | 66 | 27 | 68 |
| 2014 | 143 | 72 | 29 | 73 |
| 2015 | 131 | 66 | 21 | 53 |
| 2016 | 123 | 62 | 23 | 57 |
| 2017 | 118 | 59 | 21 | 53 |
| 2018 | 84 | 42 | 20 | 50 |
| 2019 | 112 | 56 | 18 | 45 |
| 2020 | * | | * | |
| 2021 | 83 | 42 | 15 | 39 |

* mittaus ei saavuttanut 75 %:n ajallista kattavuutta

Kuukauden 2. suurin vuorokausikeskiarvo ei ylittänyt ohjearvoa 70 µg/m³ (2. suurin vrk) vuonna 2021.

Kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste ei ylittänyt kertaakaan 150 µg/m³ vuonna 2021.

| NO₂+NO | Vuosikeskiarvo | |
|--------------------------|-------------------------|---|
| Vuosi | µg/m³ | % maa- ja metsätalousalueiden raja-arvosta |
| 1996 | 95 | 317 |
| 1997 | 72 | 240 |
| 1998 | 85 | 283 |
| 1999 | 84 | 280 |
| 2000 | 75 | 250 |
| 2001 | 65 | 217 |
| 2002 | * | |
| 2003 | 46 | 153 |
| 2004 | 44 | 146 |
| 2005 | 35 | 117 |
| 2006 | 38 | 127 |
| 2007 | 37 | 123 |
| 2008 | 34 | 113 |
| 2009 | 36 | 120 |
| 2010 | 35 | 117 |
| 2011 | 28 | 93 |
| 2012 | 35 | 117 |
| 2013 | 42 | 140 |
| 2014 | 39 | 130 |
| 2015 | 32 | 107 |
| 2016 | 37 | 123 |
| 2017 | 30 | 117 |
| 2018 | 28 | 93 |
| 2019 | 26 | 87 |
| 2020 | * | |
| 2021 | 26 | 87 |

LIITE 4.2

| PM10 | Keskusta | | Vesitorni | |
|------|----------|--|----------------|--|
| | Vuosi | 36. suurin vrk-arvo $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | % raja-arvosta | 36. suurin vrk-arvo $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| 1997 | 35 | 70 | | |
| 1998 | 28 | 56 | | |
| 1999 | 23 | 46 | | |
| 2000 | 28 | 56 | | |
| 2001 | 24 | 48 | | |
| 2002 | 28 | 56 | | |
| 2003 | 28 | 56 | | |
| 2004 | 26 | 52 | | |
| 2005 | 27 | 54 | | |
| 2006 | *27 | *54 | 25 | 50 |
| 2007 | 23 | 46 | 15 | 30 |
| 2008 | 28 | 56 | 20 | 40 |
| 2009 | 23 | 46 | 19 | 38 |
| 2010 | 26 | 52 | 22 | 44 |
| 2011 | 26 | 52 | 19 | 38 |
| 2012 | 25 | 50 | 17 | 34 |
| 2013 | 34 | 68 | 15 | 30 |
| 2014 | 37 | 74 | 18 | 36 |
| 2015 | 28 | 56 | 12 | 24 |
| 2016 | 29 | 58 | 14 | 28 |
| 2017 | 25 | 50 | 12 | 24 |
| 2018 | 21 | 42 | 13 | 26 |
| 2019 | 19 | 38 | 18 | 36 |
| 2020 | 15 | 30 | 14 | 28 |
| 2021 | 18 | 36 | 12 | 24 |

* mittaus ei saavuttanut 75 %:n ajallista kattavuutta

Vuonna 2021 ohjearvo $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kuukauden 2. suurimmalle vuorokausipitoisuudelle ei ylittynyt. Raja-arvopitoisuustaso $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittyi Keskustassa 1 kerta ja Vesitornilla 0 kerta

LIITE 4.3

| PM10 | Keskusta | | Vesitorni | |
|------|--|----------------|--|----------------|
| | Vuosikeskiarvo $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | % raja-arvosta | Vuosikeskiarvo $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | % raja-arvosta |
| 1997 | 19 | 48 | | |
| 1998 | 16 | 40 | | |
| 1999 | 14 | 35 | | |
| 2000 | 16 | 40 | | |
| 2001 | 16 | 40 | | |
| 2002 | 16 | 40 | | |
| 2003 | 18 | 45 | | |
| 2004 | 17 | 43 | | |
| 2005 | 14 | 35 | | |
| 2006 | *18 | *45 | 13 | 33 |
| 2007 | 14 | 35 | 9 | 23 |
| 2008 | 14 | 35 | 11 | 22 |
| 2009 | 14 | 35 | 12 | 30 |
| 2010 | 13 | 33 | 10 | 25 |
| 2011 | 13 | 33 | 10 | 25 |
| 2012 | 14 | 35 | 9 | 23 |
| 2013 | 18 | 45 | 10 | 25 |
| 2014 | 18 | 45 | 10 | 25 |
| 2015 | 15 | 38 | 7 | 18 |
| 2016 | 14 | 35 | 8 | 20 |
| 2017 | 15 | 38 | 6 | 15 |
| 2018 | 12 | 30 | 7 | 18 |
| 2019 | 10 | 25 | 8 | 20 |
| 2020 | 9 | 23 | 7 | 18 |
| 2021 | 9 | 23 | 6 | 15 |

| PM2,5 | Keskusta | | Vesitorni | |
|-------|--|----------------|--|----------------|
| | Vuosikeskiarvo $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | % raja-arvosta | Vuosikeskiarvo $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | % raja-arvosta |
| 2006 | 8 | 32 | | |
| 2007 | 5 | 20 | 7 | 28 |
| 2008 | 7 | 28 | 7 | 28 |
| 2009 | 6 | 24 | 7 | 28 |
| 2010 | 6 | 24 | 8 | 32 |
| 2011 | | | 6 | 24 |
| 2012 | | | 6 | 24 |
| 2013 | | | 5 | 20 |
| 2014 | | | 7 | 28 |
| 2015 | | | 5 | 20 |
| 2016 | | | 5 | 20 |
| 2017 | | | 4 | 16 |
| 2018 | | | 4 | 16 |
| 2019 | | | 4 | 16 |
| 2020 | | | 3 | 12 |
| 2021 | | | 3 | 12 |



Ympäristöosasto

PL 3, 65101 Vaasa
Senaatinkatu 1 B, 2. krs



Miljöavdelning

PB 3, 65101 Vasa
Senatsgatan 1 B, 2. vån