

Interventiestudie schoolomgeving: Impact van schoolstraat

Deelrapport 3: Luchtkwaliteit

VLAAMS INSTITUUT VOOR TECHNOLOGISCH ONDERZOEK,

PROVINCIAAL INSTITUUT VOOR HYGIENE EN

VLAAMS INSTITUUT GEZOND LEVEN

PARTNERS IN DE PARTNERORGANISATIE MILIEUGEZONDHEIDSZORG VAN HET AGENTSCHAP ZORG EN
GEZONDHEID

COLOFON

Interventiestudie schoolomgeving: impact van schoolstraat,
deelrapport 3: luchtkwaliteit

Dit rapport is een realisatie van het Vlaams Instituut voor Technologisch Onderzoek (VITO), het Provinciaal Instituut voor Hygiëne (PIH) en het Vlaams Instituut Gezond Leven, partners in de Partnerorganisatie Milieugezondheidszorg van Agentschap Zorg en Gezondheid.

www.vito.be, <https://www.provincieantwerpen.be/aanbod/dlm/pih/onderzoek.html>,
<http://www.gezondleven.be/> en www.zorg-en-gezondheid.be

Bronverwijzing: Martine Van Poppel, Jan Peters, Marianne Stranger (2020), Interventiestudie schoolomgeving: impact van schoolstraat, deelrapport 3 – luchtkwaliteit.

© 2020

Met steun van de Vlaamse overheid.

SAMENVATTING

De luchtkwaliteit werd gemeten op verschillende plaatsen in de schoolomgeving tijdens een periode zonder schoolstraat alsook tijdens een periode met schoolstraat.

Voor het meettoestel dat stond opgesteld aan de schoolpoort is er in de periode zonder schoolstraat een duidelijke toename van de concentraties van de drie verkeerspolluenten tijdens de ochtendspits. Deze toename was het meest uitgesproken voor verkeersgerelateerde polluenten zoals stikstofoxiden NO_x (stikstofmonoxide NO en stikstofdioxide NO_2), daarna voor zwarte koolstof (BC), een maat voor roet, en het kleinst voor ultrafijne deeltjes (UFP). In alle scholen was er dus bij de start van de schooltijd een toename van ongezonde verkeersgassen en -deeltjes aan de schoolpoort. In de periode met schoolstraat zagen we dat de toename van verkeerspolluenten tijdens de ochtendspits afnam of zelfs wordt omgebogen tot een daling. De schoolstraat heeft dus een effect op de concentratie verkeersgerelateerde luchtpolluenten in de buitenlucht ter hoogte van de schoolpoort. Dit effect is beperkt in de tijd: het treedt alleen op tijdens de afsluitperiode van de schoolstraat, in sommige gevallen tot kort erna. Er werden ook andere stoffen gemeten, nl. fijn stof, koolstofdioxide (CO_2) en vluchtige organische stoffen. De concentratie van deze stoffen veranderde weinig onder invloed van de schoolstraat.

De luchtkwaliteit werd in drie schoolstraten gemeten, dus het hele bereik van omgevingsomstandigheden in scholen werd niet onderzocht in deze studie. De diversiteit van de drie scholen kan wel een licht werpen op de beïnvloedende factoren in en rond de schoolstraat, deze bepalen of een schoolstraat al dan niet een (groot) effect kan hebben op de luchtkwaliteit. We vonden dat de mate van het reducerend effect van de schoolstraat verschilde van school tot school, afhankelijk van de specifieke inplanting van de school, de drukte van het verkeer in de schoolomgeving, de proportionele bijdrage van lokale bronnen t.o.v. bronnen uit de ruimere omgeving en de meteorologische condities, ... In een straat in een stedelijke omgeving wordt de luchtkwaliteit bepaald door een regionale bijdrage, een stedelijke achtergrondbijdrage, een bijdrage van lokale emissiebronnen en een bijdrage van het lokale verkeer in de straat zelf. Het relatief belang van deze bijdragen verschilt van plaats tot plaats, van tijdstip tot tijdstip, en van pollutent tot pollutent. De schoolstraat is een maatregel die kan ingrijpen op de verkeersbijdrage uit de straat zelf. Het effect op de luchtkwaliteit zal daarom het grootst zijn als de lokale verkeersbijdrage aan de concentratie van luchtpolluenten in de straat van de school zelf groot is in vergelijking met de achtergrondbijdrage, de bijdrage van andere verkeersbronnen in de ruimere omgeving en van andere lokale bronnen in de schoolstraat.

We vonden geen effecten van de schoolstraat op de binnenluchtkwaliteit. De luchtkwaliteit in een gebouw wordt bepaald door drie factoren: de buitenomgeving, de gebouwschil (gebouwluchtdichtheid en -ventilatie) alsook het gebouwgebruik en de bronnen die binnen gebruikt worden. Uit de metingen bleek dat de pollutentconcentraties in het klaslokaal vooral bepaald werden door de activiteiten die plaatsvonden in het klaslokaal. In de scholen waar de luchtkwaliteit op de speelplaats werd gemeten, lagen de concentraties lager dan aan de schoolpoort.

INHOUDSTAFEL

| | |
|---|-----------|
| HOOFDSTUK 1 INLEIDING | 8 |
| HOOFDSTUK 2 METHODOLOGIE | 8 |
| 2.1 POLLUENTEN | 8 |
| 2.1.1 NO, NO ₂ , NO _x | 8 |
| 2.1.2 BC (Black carbon) | 9 |
| 2.1.3 Fijn stof, PM fracties (PM ₁₀ , PM _{2,5} en PM ₁) | 9 |
| 2.1.4 Ultrafijne deeltjes (UFP) | 9 |
| 2.2 VERKEERSPOLLUENTEN | 9 |
| 2.3 MEETLOCATIES | 10 |
| 2.4 TIMING | 10 |
| 2.5 ANALYSE LUCHTKWALITEITSMETINGEN | 11 |
| 2.5.1 Analyse referentiegegevens | 11 |
| 2.5.2 Analyse lokale metingen | 11 |
| 2.5.3 Analyse effect schoolstraat | 12 |
| HOOFDSTUK 3 RESULTATEN..... | 15 |
| 3.1 TIJDSTRENDEN LUCHTKWALITEIT IN DE MEETPERIODE MET EN ZONDER SCHOOLSTRAAT | 15 |
| 3.1.1 Stedelijke achtergrondconcentraties | 15 |
| 3.1.2 Lokaal meetnet | 15 |
| 3.2 EFFECT VAN DE SCHOOLSTRAAT OP DE LUCHTKWALITEIT | 17 |
| 3.2.1 School 1 | 18 |
| 3.2.2 School 2 | 19 |
| 3.2.1 School 3 | 20 |
| 3.3 INDOOR METINGEN | 21 |
| 3.4 GEMETEN CONCENTRATIES IN DE SCHOOLOMGEVING MET PASSIEVE SAMPLERS | 22 |
| 3.4.1 School 1 | 22 |
| 3.4.2 School 3 | 23 |
| HOOFDSTUK 4 BESPREKING | 25 |
| 4.1 VERSCHILLENDE BIJDAGEN | 25 |
| 4.2 CONCEPTUEEL MODEL | 26 |
| BIJLAGE I | 31 |

LIJST VAN FIGUREN

| | |
|---|----|
| Figuur 1: Percentuele (boven) en absolute (onder) toe- of afname in NO ₂ -concentratie t.o.v. de referentieperiode, op dagen zonder en met schoolstraat. De looptijd (timing) van de schoolstraat is weergegeven in de figuur. | 14 |
| Figuur 2: Verloop van concentraties in functie van uur van de dag. Boxplots van metingen op locatie A op drie scholen (rijen) voor pollutanten NO ₂ en PM ₁₀ (kolommen) worden getoond. | 17 |
| Figuur 3: Relatief (percentueel) en absoluut verschil in concentratie voor verschillende tijdsintervallen t.o.v. van een referentie-interval. De grafiek is opgedeeld voor dagen zonder schoolstraat (wit) en dagen met schoolstraat (grijs). Het tijdsinterval waarin de schoolstraat liep is aangeduid. | 18 |
| Figuur 4: Percentueel en absoluut verschil in concentratie voor verschillende tijdsintervallen t.o.v. van een referentie-interval. De grafiek is opgedeeld voor dagen zonder schoolstraat (wit) en dagen met schoolstraat (grijs). Het tijdsinterval waarin de schoolstraat liep is aangeduid..... | 19 |
| Figuur 5: Percentueel (links) en absoluut (rechts) verschil in concentratie voor verschillende tijdsintervallen t.o.v. van een referentie-interval. De grafiek is opgedeeld voor dagen zonder schoolstraat (wit) en dagen met schoolstraat (grijs). Het tijdsinterval waarin de schoolstraat liep is aangeduid. | 20 |
| Figuur 6: Verloop van binnen- en buitenconcentraties NO _x (links) en PM ₁₀ (rechts) in functie van het uur van de dag. | 22 |
| Figuur 7: Resultaten passieve samplers NO ₂ in school 1 | 23 |
| Figuur 8: Resultaten passieve samplers NO ₂ in school 3 | 24 |
| Figuur 9: De gemeten concentratie is een resultante van regionale, stedelijke achtergrond, lokale en straatbijdrage..... | 25 |
| Figuur 10: Verloop van de concentratie van luchtpolluenten uit verkeer tijdens de ochtend, en het effect van de schoolstraat op dat verloop. Situatie zonder afsluiten van schoolstraat: blauw; de mogelijke verandering voor de schoolstraat (grijs), tijdens de schoolstraat (groentinten) en na de schoolstraat (oranjetinten). | 28 |
| Figuur 11: Conceptuele weergave van het effect van de schoolstraat op de luchtkwaliteit op basis van twee belangrijke beïnvloedende factoren, m.n. achtergrondbijdrage en verkeersvolume. | 29 |
| Figuur 12: Relatief (percentueel) en absoluut verschil in concentratie voor verschillende tijdsintervallen t.o.v. van een referentie-interval. De grafiek is opgedeeld voor dagen waarop er geen schoolstraat was (wit) en wel een schoolstraat (grijs). Resultaten voor school 1..... | 32 |
| Figuur 13: Percentueel en absoluut verschil in concentratie voor verschillende tijdsintervallen t.o.v. van een referentie-interval. De grafiek is opgedeeld voor dagen waarop er geen schoolstraat was (wit) en wel een schoolstraat (grijs). Resultaten voor school 2..... | 34 |
| Figuur 14: Percentueel (links) en absoluut (rechts) verschil in concentratie voor verschillende tijdsintervallen t.o.v. van een referentie-interval. De grafiek is opgedeeld voor dagen zonder schoolstraat (wit) en dagen met schoolstraat (grijs). Resultaten voor school 3. | 36 |

LIJST VAN TABELLEN

| | |
|--|----|
| Tabel 1: Overzicht van de polluenten, meettechnieken en locaties die in de scholen gemonitord werden..... | 10 |
| Tabel 2: Gemiddelde concentraties op twee referentiestations van VMM tijdens de looptijd van de luchtkwaliteitsmonitoring op scholen 1, 2 en 3 en voor heel 2019 (jaargemiddelde)..... | 15 |
| Tabel 3: Gemiddelde concentraties in de periodes zonder en met schoolstraat op locatie A tijdens campagnes op school 1, 2 en 3..... | 16 |
| Tabel 4: Percentueel en absoluut verschil in concentratie op het uur van de schoolstraat t.o.v. het referentietijdstip op school 1..... | 18 |
| Tabel 5: Percentueel en absoluut verschil in concentratie op het uur van de schoolstraat t.o.v. het referentietijdstip op school 2..... | 20 |
| Tabel 6: Percentueel en absoluut verschil in concentratie op het uur van de schoolstraat t.o.v. het referentietijdstip op school 3..... | 20 |
| Tabel 7: Effect van schoolstraat op luchtkwaliteit (uitgedrukt als concentratie van verkeerspolluenten) in functie van achtergrondbijdrage en verkeersvolume in de periode vlak voor, tijdens en na de schoolstraat..... | 29 |

LIJST VAN AFKORTINGEN

| | |
|-------------------|---|
| BC | Black carbon (zwarte koolstof) |
| NO _x | Stikstofoxiden |
| NO | Stikstofoxide |
| NO ₂ | Stikstofdioxide |
| PM | Fijn stof |
| PM _{2,5} | fractie van fijn stof met een aerodynamische diameter van minder dan 2,5 µm |
| PM ₁₀ | fractie van fijn stof met een aerodynamische diameter van minder dan 10 µm |
| UFP | Ultra fine particles (ultrafijne deeltjes) |

HOOFDSTUK 1 INLEIDING

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de luchtkwaliteitsmetingen besproken. Het betreft metingen van geselecteerde luchtverontreinigende stoffen, zowel in de buitenomgeving op en nabij de school als in de binnenomgeving (in de klas). Deze luchtkwaliteitsmetingen hebben als doel:

- ▼ De blootstelling van de kinderen in te schatten in functie van de gezondheidsonderzoeken;
- ▼ Na te gaan of de schoolstraat een effect heeft op de luchtkwaliteit in de omgeving van de school.

Hiervoor werd de luchtkwaliteit in de periode van enkele weken voor en na invoering van de schoolstraat opgemeten. Op basis van een vergelijking van de luchtkwaliteit zonder en met schoolstraat wordt een inschatting gemaakt van het effect van de schoolstraat op de lokale luchtkwaliteit.

Bij de selectie van de scholen moest rekening gehouden worden met een aantal randvoorwaarden; dit wordt in het deelrapport “studie-opzet” besproken.

In deze studie wordt de invloed van een schoolstraat op de lokale luchtkwaliteit onderzocht. Hiervoor werden metingen uitgevoerd op verschillende uren en tijdens verschillende periodes. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen de periode zonder schoolstraat en de periode met schoolstraat. Wanneer de schoolstraat is ingevoerd, resulteert dit in verkeersbepenkende maatregelen die van kracht zijn tijdens bepaalde uren, typisch gedurende een half uur tot een uur rond de start en einde van de schooldag. De exacte tijdstippen kunnen verschillen van school tot school en kunnen ook van dag tot dag verschillen.

HOOFDSTUK 2 METHODOLOGIE

2.1 POLLUENTEN

Er werden verschillende pollutanten opgemeten in de buiten- en binnenomgeving van de scholen.

2.1.1 NO, NO₂, NO_x

NO_x (NO+NO₂) wordt voornamelijk gevormd bij verbrandingsprocessen waarbij hoofdzakelijk NO gevormd wordt, dat door reacties snel omgezet wordt in NO₂. De belangrijkste bron van NO_x in Vlaanderen is verkeer. Voor NO₂ is er een Europese jaargrenswaarde van 40 µg/m³, een uurgrenswaarde van 200 µg/m³ (max 18 keer per jaar te overschrijden) en een alarmdrempel die 400 µg/m³ bedraagt voor 3 opeenvolgende uren.

NO_x werd gemeten met een Airpointer®(Recordum) of een NO_x monitor. De Airpointer® is een geïntegreerd meetplatform met gasmonitoren. NO en NO₂ worden afzonderlijk gemeten met de chemiluminescentie techniek, de referentiemeettechniek voor NO₂. De tijdsresolutie van de metingen is 1 minuut.

NO₂ werd ook gemeten met passieve samplers (IVL), geplaatst in speciaal daarvoor voorziene shelters. Deze passieve samplers geven een geïntegreerde gemiddelde concentratie over de tijdsduur waarop ze zijn blootgesteld. In deze studie worden de passieve samplers blootgesteld gedurende een schoolweek (net voor start van schoolstraat op maandag tot net na schoolstraat op vrijdag). Passieve samplers zijn eenvoudige en goedkope meettechnieken die het toelaten om op meerdere plaatsen in de school en omgeving te meten.

2.1.2 BC (Black carbon)

BC (Black Carbon of zwarte koolstof) is een onderdeel van fijn stof dat wordt gevormd bij onvolledige verbranding van fossiele brandstoffen en biomassa. BC is de verbrandingsgerelateerde component van fijn stof en is een maat voor de roetconcentratie in de omgevingslucht. De belangrijkste bronnen van BC zijn o.a. verkeer, verwarming.

Voor BC zijn er geen grenswaarden. BC wordt wel continu gemeten op een aantal meetstations van VMM en BC wordt naar voor geschoven als een relevante bijkomende indicator ten opzichte van PM₁₀ voor het evalueren van gezondheidseffecten door luchtvervuiling veroorzaakt door verbrandingsgerelateerde bronnen.

BC werd in deze studie gemeten met de microAeth® (model AE5). Dit is een draagbaar toestel en gebruikt continue filtratie in combinatie met een optische meting voor de continue meting van BC (tijdsresolutie 1 minuut). De microAeth® wordt geplaatst in een weersbestendige behuizing.

2.1.3 Fijn stof, PM fracties (PM₁₀, PM_{2,5} en PM₁)

Fijn stof bestaat uit deeltjes met een variabele diameter en chemische samenstelling. Naargelang hun oorsprong maakt men onderscheid tussen primaire en secundaire deeltjes. Stofdeeltjes worden ingedeeld volgens hun grootte op basis van de aerodynamische diameter: PM₁₀ en PM_{2,5} zijn respectievelijk de fractie van fijn stof met een aerodynamische diameter van minder dan 10 µm en 2,5 µm. Belangrijke bronnen van fijn stof zijn huishoudens (verwarming), industrie, verkeer en landbouw.

Voor PM₁₀ is er een jaargrenswaarde van 40 µg/m³ en een daggrenswaarde van 50 µg/m³ (max 35 keer per jaar te overschrijden). De jaargrenswaarde voor PM_{2,5} bedraagt 25 µg/m³. De advieswaarden van de WGO liggen lager.

Fijn stof wordt in deze studie gemeten met een stofmonitor (Grimm 1.108) welke verschillende stoffracties meet (PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁). Deze meting is geen referentiemeting maar kan in deze studie gebruikt worden om tijdstrends waar te nemen. De referentiemeting is een meting met een filterbemonsteraar waarbij 1 geïntegreerde waarde gemeten wordt per 24h, wat voor deze studie minder geschikt is. De meting met de stofmonitor is een continue meting (tijdsresolutie 1 minuut).

2.1.4 Ultrafijne deeltjes (UFP)

UFP staat voor Ultra Fine Particles. Volgens de strikte definitie zijn dit deeltjes die kleiner zijn dan 100 nm. De meeste toestellen meten aantal deeltjes (uitgedrukt in PNC of Particle Number Concentration) tussen 7 nm en 1 µm (=1000 nm). Bij verbrandingsprocessen worden vooral de ultrakleine deeltjes uitgestoten. Deze wegen echter niet zoveel door in de totale stofmassa van bv. PM₁₀. Daarom kunnen verkeersmaatregelen beter geëvalueerd worden aan de hand van UFP dan van fijn stof. Er bestaan geen wettelijke grenswaarden voor UFP maar UFP wordt wel als zeer relevant voor gezondheidseffecten beschouwd omdat het diep in de longen en zelfs bloedbaan kan doordringen.

Voor het meten van PNC wordt een EPC (Environmental Particle Counter, type 3783) gebruikt met tijdsresolutie van 1 minuut. Deeltjes worden door een verzadigde waterdamp geleid waardoor ze groter worden en dan worden ze optisch gedetecteerd.

2.2 VERKEERSPOLLUENTEN

In het jaarrapport (VMM, 2018, Jaarrapport Lucht. Emissies 2000-2016 en luchtkwaliteit 2017) worden de belangrijkste bronnen per luchtpolluent gerapporteerd. Voor stikstofoxides is verkeer de belangrijkste bron van uitstoot (61%).

Voor fijn stof is verkeer met 21% een minder belangrijke bron. Fijn stof is een mengsel van vloeibare of vaste deeltjes met uiteenlopende samenstellingen en afmetingen. Voor de grovere fijn stof fracties (o.a. PM_{2,5} en PM₁₀) is de bijdrage uit verkeer relatief beperkt (14 tot 21%) en zijn andere bronnen belangrijker. Anderzijds is de bijdrage van verkeer aan de black carbon concentratie wel groot. Black carbon is een indicator voor verkeer. Hetzelfde geldt voor UFP waarvan de concentraties uitgesproken piekwaarden tijdens de spitsuren vertonen op weekdays door verkeer. Daarom worden de **stikstofoxides, black carbon en UFP** in dit rapport **verkeersgerelateerde polluenten** genoemd. Dit sluit niet uit dat verkeer ook een bijdrage heeft in de concentratie van fijn stof, maar deze is veel minder groot t.o.v. andere belangrijke bronnen.

2.3 MEETLOCATIES

Op elke schoollocatie werd op 4 tot 6 verschillende locaties gemeten. De situering van de meetlocaties is gelijkaardig op alle scholen:

- ▼ locatie A: locatie buiten op de speelplaats, dicht bij de (school)straat
- ▼ locatie B: locatie klaslokaal aan de voorkant (in gebouw aan straatkant)
- ▼ locatie C: locatie klaslokaal aan de achterkant (in gebouw verder van de straatkant)
- ▼ locatie D: locatie achteraan op de speelplaats (verder van de weg)
- ▼ locatie E: locatie langs een weg in de buurt van de school die in sommige scholen diende als omleidingsroute
- ▼ locatie F: locatie langs een weg in de buurt van de school (met mogelijk een effect ten gevolge van wijziging van verkeersintensiteit in de schoolstraat).

De parameters die op elk van de meetlocaties gemeten worden zijn weergegeven in

Tabel 1.

Tabel 1: Overzicht van de polluenten, meettechnieken en locaties die in de scholen gemonitord werden.

| | NO ₂ (IVL) | BC (AE51) | VOC: BTEX (Radiello) | PM _{2,5} (Harvard) | PM fracties (Grimm) | CO ₂ , T, RV (CATEC) | NO, NO ₂ , NOx (Airpointer) | NO, NO ₂ , NOx (monitor) | UFP (w-CPC, 3787) |
|-----------|-----------------------|-----------|----------------------|-----------------------------|---------------------|---------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------|
| Locatie A | ● ● | ● ● ● | ● ● | ● ● ● | ● ● ● | ● ● | ● ● ● | | ● ● ● |
| Locatie B | ● ● | ● ● ● | ● ● | ● ● | ● ● | ● ● | | ● | ● ● |
| Locatie C | ● ● | ● ● | ● ● | ● ● | ● ● | ● ● | | | |
| Locatie D | ● ● | ● ● ● | | | | | | | |
| Locatie E | ● ● | ● ● ● | | | | | | | |
| Locatie F | ● ● | ● ● | | | | | | | |

● school 1, ● school 2, ● school 3.

2.4 TIMING

Om de impact van de schoolstraat op de lokale luchtkwaliteit in te schatten werden milieumetingen uitgevoerd gedurende ongeveer twee weken tijdens de periode zonder schoolstraat en drie weken tijdens de periode met schoolstraat. Omdat de luchtkwaliteit sterk kan veranderen onder invloed van

meteorologische omstandigheden werd telkens langer gemeten dan enkel de twee weken van het gezondheidsonderzoek.

We moeten hierbij opmerken dat ook een periode van enkele weken niet representatief is voor een volledig jaar en dat ook perioden van die duur gemiddeld sterk kunnen verschillen. Er werd een evenwicht gezocht tussen representativiteit van de meetperiode en de praktische haalbaarheid.

De meetperiode in elk van de scholen vond omwille van praktische redenen telkens in een andere periode plaats, met name februari-maart, september-oktober en november-december. Dit heeft een impact op de achtergrondconcentraties.

2.5 ANALYSE LUCHTKWALITEITSMETINGEN

In de analyse van de luchtkwaliteit worden meetgegevens geanalyseerd van:

- ▼ Het referentiemetnet voor luchtkwaliteit van de VMM;
- ▼ Het tijdelijke lokale meetnet dat op een aantal locaties op school en in de schoolomgeving opgezet werd.

Voor de analyse van de luchtkwaliteit buiten werden de gegevens uit het referentiemetnet gebruikt om inzicht te krijgen in het verloop van de luchtkwaliteit over de hele meetperiode en specifiek voor de periode wanneer de schoolstraat was ingevoerd (analyse referentiegegevens). De gegevens uit het lokale meetnet werden op gelijkaardige manier geanalyseerd en geven een meer gedetailleerd inzicht in de lokale situatie in de buurt van de school (analyse lokale metingen). De lokale metingen werden ook gebruikt om het effect van de schoolstraat op de lokale luchtkwaliteit te beoordelen (analyse effect schoolstraat). Hiervoor werden enkel de gegevens van locatie A gebruikt. Deze locatie bevond zich aan de straatzijde van de school en dit is de beste locatie om het effect van de gewijzigde verkeerscondities op de luchtkwaliteit te beoordelen.

Voor de luchtkwaliteit gemeten in de schoolomgeving met passieve samplers, werden de ruimtelijke (tussen de locaties) en temporele (tussen de weken) verschillen tussen de verschillende meetlocaties geanalyseerd.

2.5.1 Analyse referentiegegevens

Op basis van gegevens uit het referentiemetnet wordt voor de periode van de meetcampagne een analyse gemaakt van het verloop van NO_2 , PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ en BC-concentraties. Hiervoor worden meetgegevens van een stedelijk achtergrondstation gebruikt. Er werden samenvattende statistieken van de concentraties berekend voor de hele duur van de meetcampagne, en voor de periode zonder en met schoolstraat afzonderlijk. Met behulp van een boxplot analyse wordt het verloop van de concentratie in functie van het uur van de dag geanalyseerd. Er wordt een opsplitsing gemaakt tussen metingen in de periode met en zonder schoolstraat om na te gaan of er verschillen zijn tussen beide perioden. De boxplot analyse is ook informatief om het verloop in concentraties en de spreiding daarop van uur tot uur te bekijken.

2.5.2 Analyse lokale metingen

Samenvattende statistieken van de halfuurlijks gemiddelde metingen van het lokale meetnet in de omgeving van de school (enkel buitenlocaties) worden berekend voor de hele duur van de meetcampagne, en voor de periode met en zonder schoolstraat afzonderlijk. Een boxplot analyse van het verloop van de concentratie in functie van het uur van de dag wordt uitgevoerd. Deze analyses zijn identiek aan deze op basis van de referentiemetingen, en er kan dus een vergelijking gemaakt worden tussen beide.

2.5.3 Analyse effect schoolstraat

Het doel van deze analyse is om inzicht te krijgen in het effect van de schoolstraat op de luchtkwaliteit in de omgeving van de school. Er zijn een aantal randcondities waar rekening moet mee gehouden worden.

De belangrijkste zijn:

- ▼ **Dynamiek over langere periodes: bronnen en meteo**
Het verloop van emissies over de jaren heen resulteert ook in een concentratietrend over langere periode, die voor de meeste polluenten in Vlaanderen dalend is. We gaan er in deze studie van uit dat de emissiebronnen tijdens de meetcampagne vergelijkbaar blijven. De dynamiek van de luchtkwaliteit over langere periodes (dagen, weken) wordt ook beïnvloed door meteorologische effecten. In België is de luchtkwaliteit over het algemeen minder gunstig wanneer de wind uit het NO van over land komt. Ook tijdens smogperiodes met temperatuurinversie van de luchtlagen is de concentratie van luchtpolluenten typisch hoger. Verder kan ook de windrichting de bijdrage van lokale bronnen op de gemeten luchtkwaliteit beïnvloeden: bijvoorbeeld wanneer een bron al dan niet windopwaarts van het meetpunt ligt. In deze studie worden metingen uitgevoerd over een periode van enkele weken en daarom is het niet uitgesloten dat de gemeten algemene luchtkwaliteit beïnvloed wordt door deze dynamische effecten, en dan vooral het effect van meteo.
- ▼ **Dagelijkse dynamiek**
De luchtkwaliteit fluctueert van uur tot uur tijdens een dag. 's Nachts liggen de concentraties in het algemeen lager dan overdag. Overdag volgen de concentraties de dynamiek van de belangrijkste emissiebronnen. Voor verkeerspolluenten bijvoorbeeld wordt de hogere verkeersintensiteit tijdens de spits gereflecteerd in hogere concentraties.
- ▼ **Lokale emissies uit verkeer: specifieke luchtpolluenten**
Om de effecten van een schoolstraat te analyseren zijn de verkeersgerelateerde polluenten, met name NO_x, UFP en BC, de meest interessante. Invoering van de schoolstraat heeft een impact op het verkeer in de schoolomgeving en de daarmee gepaard gaande emissies en bijdrage aan de lokale luchtverontreiniging.
- ▼ **Lokale verkeer**
Door invoering van de schoolstraat wordt het lokale verkeer tijdelijk omgeleid waardoor er tijdelijk geen verkeersemissies ter hoogte van de schoolpoort zijn. Deze maatregel sluit de bijdrage van omgeleid en ander lokale verkeer niet uit. De bijdrage hiervan hangt af van de verkeersintensiteit, de meteorologische omstandigheden en de situatie ter plaatse (bv. situering van de bron in relatie tot gebouwen).
- ▼ **Draagwijdte van de maatregel**
De schoolstraat is een tijdelijke maatregel die dagelijks wordt ingevoerd gedurende een halfuur tot uur tijdens de ochtendspits wanneer de school start, en in de namiddag wanneer de school eindigt (en middag op woensdag).
- ▼ **Piekconcentraties**
Het verloop van de omgevingsconcentratie van verkeerspolluenten kenmerkt zich door een plotse stijging wanneer lokale emissies zich voordoen en een meer graduele daling wanneer de emissiebron niet meer actief is. Er is dus een na-ijlend effect. Op het startuur van de schoolstraat zal de bijdrage uit verkeer dat juist voordien gepasseerd is, nog een bijdrage leveren aan de concentratie in de schoolstraat, en dit effect zal geleidelijk afnemen in de tijd. De tijd waarover dit effect zich voordoet hangt onder andere af van meteorologisch omstandigheden (zoals windsnelheid, neerslag) en de typologie van de omgeving (meer gesloten of open bebouwing).

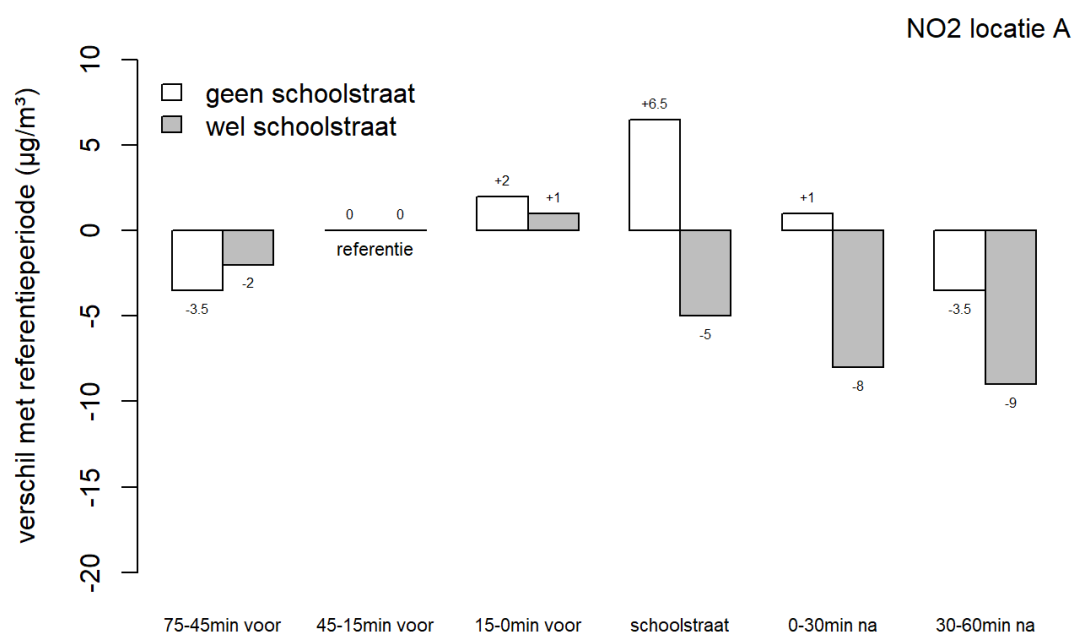
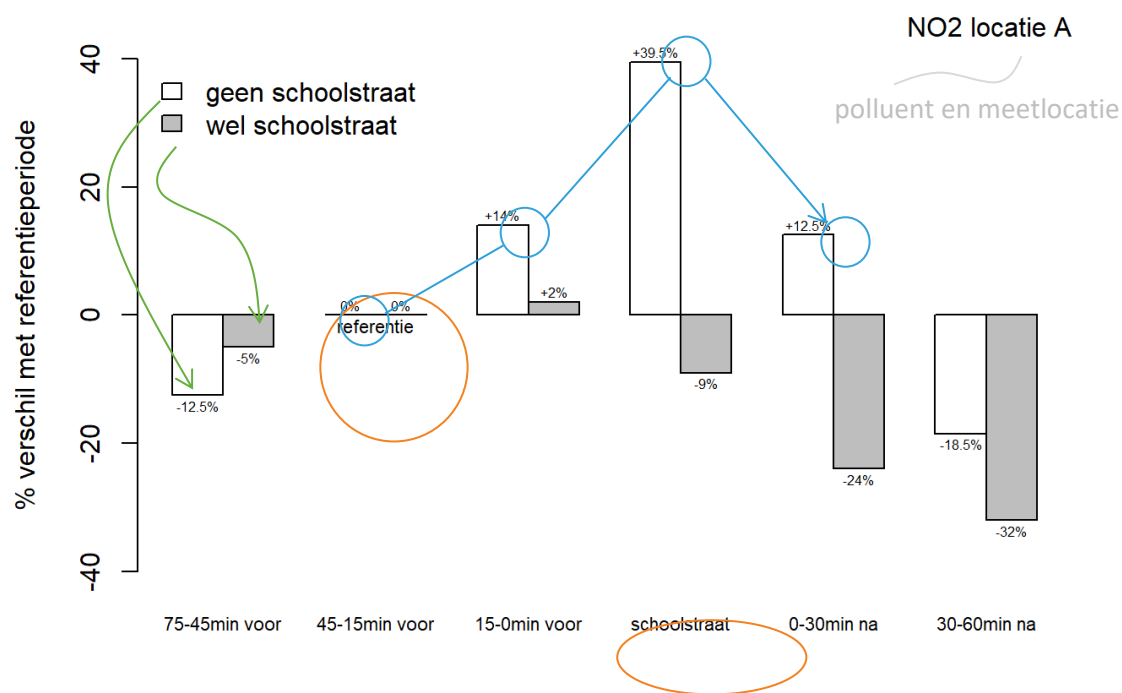
De randcondities hebben implicaties voor de analyse naar het effect van de schoolstraat op de luchtkwaliteit, met name naar meest relevante tijdsresolutie, meetlocatie en timing:

- ▼ Tijdsresolutie
 - ▲ Gegeven de relatief beperkte tijdsduur van de maatregel is de meest informatieve analyse deze op hoge tijdsresolutie.
 - ▲ De gebruikte data hiervoor zijn de minuutgegevens van het lokaal meetnet.
- ▼ Meetlocatie
 - ▲ Het mogelijke reducerend effect van de schoolstraat op de concentratie van luchtverontreinigende stoffen is het grootst in de schoolstraat zelf, bijgevolg werden de metingen in de schoolstraat zelf (locatie A) gebruikt in de analyse.
- ▼ Timing
 - ▲ De grootste verkeersdrukke aan de schoolpoort is 's morgens. Daarom zal het effect van de schoolstraat op luchtkwaliteit het grootst zijn in de ochtend.
 - ▲ De analyse spitst zich toe op de ochtend.

Om het effect van de schoolstraat te kwantificeren wordt een analysemethode toegepast waarbij de lokale variaties op korte termijn zo veel mogelijk toegeschreven kunnen worden aan invoering van de schoolstraat. Andere bronnen van variabiliteit worden zoveel mogelijk gereduceerd. Hiervoor wordt een referentieperiode gekozen, en wordt het verloop van de concentraties relatief uitgedrukt t.o.v. de concentraties die gemeten worden tijdens de referentieperiode. Als referentieperiode wordt de periode genomen van 45 minuten tot 15 minuten voor aanvang van de schoolstraat. Het kwartier voor aanvang van de schoolstraat wordt niet opgenomen in de referentieperiode omdat er vlak voor aanvang van de schoolstraat mogelijks extra verkeer is om de maatregel te omzeilen.

Voor elke schooldag in de meetcampagne (in de periode zonder en met schoolstraat) wordt de gemiddelde concentratie van luchtpolluenten tijdens de referentieperiode (30 minuten) berekend. Ook voor andere tijdsintervallen (30 minuten, en 15 min voor start schoolstraat) wordt de gemiddelde concentratie berekend. De toename of afname van gemiddelde concentratie in de overige tijdsintervallen t.o.v. de referentieperiode wordt bepaald als relatief (percentage) en absoluut verschil. Deze verschillen worden geaggregeerd voor dagen zonder schoolstraat en dagen met schoolstraat op basis van de mediaan.

De mediane toe- of afname van de gemiddelde concentratie in tijdsintervallen voorafgaand, tijdens en vlak na de uren van de schoolstraat wordt in de grafiek weergegeven (zie voorbeeld in Figuur 1). Elke staaf in de grafiek geeft de percentuele of absolute toe- of afname van de concentratie van een bepaalde pollutant voor de periode zonder (wit) en met (grijs) schoolstraat. De percentages en absolute waarden worden boven of onder de staven weergegeven. De analyse wordt zowel relatief als absoluut gemaakt, beide vullen elkaar aan. De relatieve analyse laat bovendien toe om te vergelijken tussen pollutanten omdat die vergelijking onafhankelijk is van de meetschaal.



Figuur 1: Percentuele (boven) en absolute (onder) toe- of afname in NO₂-concentratie t.o.v. de referentieperiode, op dagen zonder en met schoolstraat. De looptijd (timing) van de schoolstraat is weergegeven in de figuur.

HOOFDSTUK 3 RESULTATEN

3.1 TIJDSTRENDEN LUCHTKWALITEIT IN DE MEETPERIODE MET EN ZONDER SCHOOLSTRAAT

3.1.1 Stedelijke achtergrondconcentraties

De stedelijke achtergrondconcentratie tijdens de looptijd van de respectievelijke monitoringscampagnes op de drie scholen wordt vergeleken met de jaargemiddelde concentraties op de dichtstbijzijnde referentiestations. Tijdens de campagne op school 1 was de NO₂-concentratie vergelijkbaar en de PM-concentraties lager dan de jaargemiddelden. Tijdens de campagne op school 2 was de NO₂-concentratie hoger en de PM-concentratie vergelijkbaar met de jaargemiddelden. Tijdens de campagne op school 3 was de NO₂ en PM_{2,5}-concentratie hoog in vergelijking met het jaargemiddelde, terwijl de PM₁₀-concentratie relatief laag was.

De overeenkomst met de jaargemiddelden varieert tussen pollutanten en campagnes die ingepland werden in verschillende periodes van het jaar. De looptijd van de campagnes van enkele weken is niet representatief voor een volledig jaar.

Tabel 2: Gemiddelde concentraties op twee referentiestations van VMM tijdens de looptijd van de luchtkwaliteitsmonitoring op scholen 1, 2 en 3 en voor heel 2019 (jaargemiddelde).

| | | NO (µg/m³) | NO ₂ (µg/m³) | NO _x (µg/m³) | PM ₁₀ (µg/m³) | PM _{2,5} (µg/m³) | BC (µg/m³) |
|---------------|---|---------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------|
| VMM station a | gemiddelde tijdens looptijd campagne school 1 | 2,6 | 18,8 | 21,4 | 20,4 | 7,7 | 0,7 |
| VMM station b | gemiddelde tijdens looptijd campagne school 2 | 7,7 | 25,5 | 33,2 | 20,9 | 11,7 | / |
| VMM station a | gemiddelde tijdens looptijd campagne school 3 | 5,5 | 26,0 | 31,6 | 19,1 | 16,1 | 1,1 |
| VMM station a | jaargemiddelde 2019 | | 19,0 | | 26,7 | 12,9 | 1,0 |
| VMM station b | jaargemiddelde 2019 | | 19,3 | | 22,9 | 11,5 | / |

Tijdens de campagne op school 1 ligt de gemiddelde concentratie op de referentiestations van alle pollutanten behalve NO (zeer) beperkt hoger in de periode zonder schoolstraat dan in de periode met schoolstraat. De gemiddelde concentratie van alle pollutanten is hoger in de periode met schoolstraat dan zonder schoolstraat tijdens de campagne op school 2. Tijdens de campagne op school 3 zijn de concentraties vergelijkbaar of zeer beperkt hoger in de periode zonder schoolstraat dan in de periode met schoolstraat. De verschillen in luchtkwaliteit over een periode van weken is voornamelijk het gevolg van meteorologische verschillen. De metingen op een referentiestation zijn niet geschikt om de invloed van de schoolstraat op de luchtkwaliteit te beoordelen, welke eerder lokaal (temporeel en ruimtelijk) zijn.

3.1.2 Lokaal meetnet

3.1.2.1 Gemiddelde concentratie voor periode zonder en met schoolstraat

De continue metingen op meetlocaties A (in de schoolstraat, nabij schoolpoort) werden uitgemiddeld voor de periodes met en zonder schoolstraat (Tabel 3). Op school 1 is de gemiddelde concentratie vergelijkbaar tussen de periodes zonder en met schoolstraat. Op school 2 is de concentratie tijdens de periode zonder schoolstraat gemiddeld hoger dan tijdens de periode met schoolstraat.

Op school 3 is de gemiddelde concentratie tijdens de periode zonder schoolstraat lager dan tijdens de periode met schoolstraat. Dit is een vergelijkbaar resultaat als op basis van de referentiemetingen. De gemiddelde concentratie over de hele periode zonder of met schoolstraat reflecteert dus de ruimere dynamiek van de luchtkwaliteit in de omgeving (regionaal, langere termijn) en niet het effect van de schoolstraat op de luchtkwaliteit.

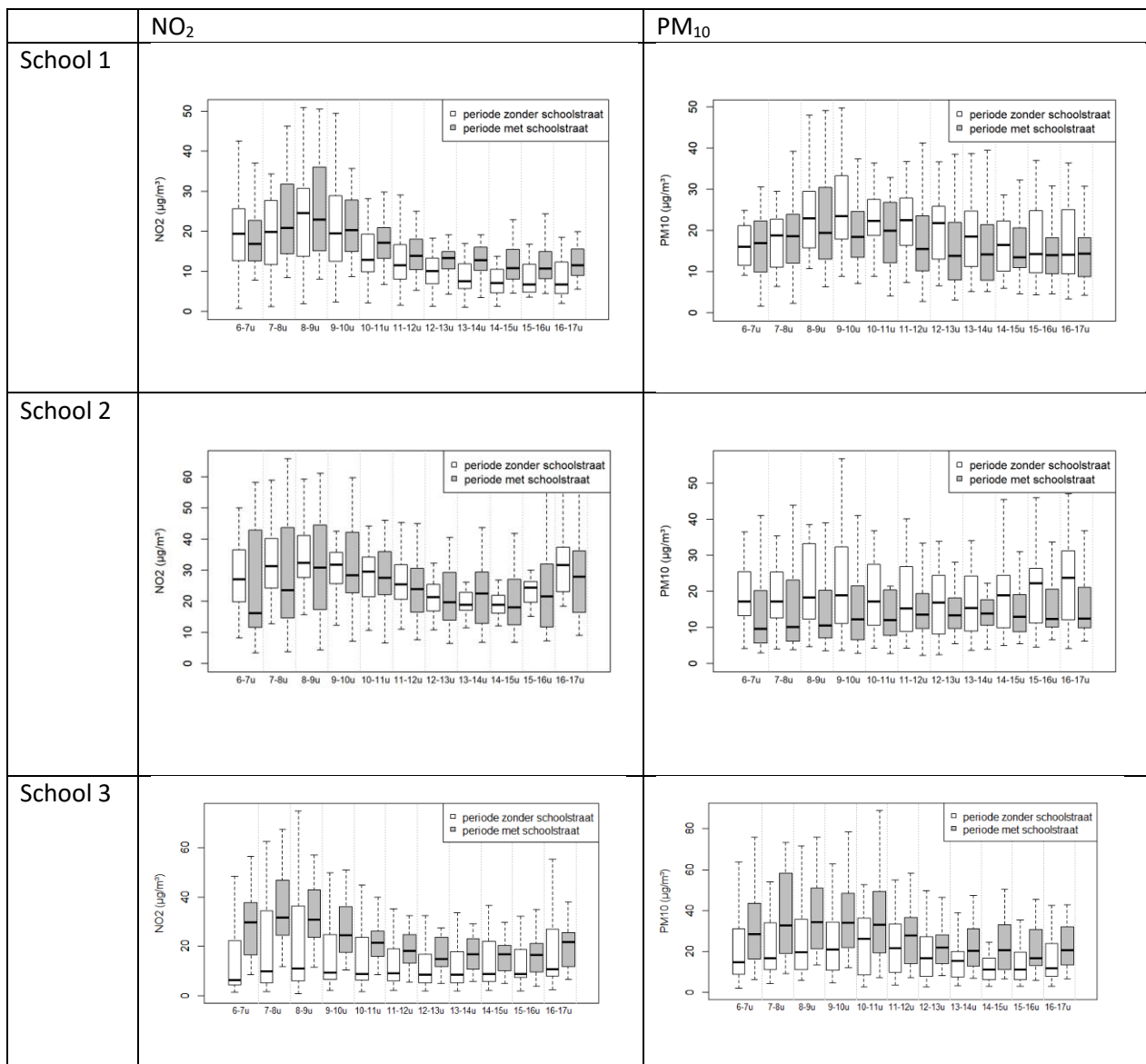
Tabel 3: Gemiddelde concentraties in de periodes zonder en met schoolstraat op locatie A tijdens campagnes op school 1, 2 en 3.

| | | | NO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | NO _x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | PM _{2,5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | BC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | UFP (PNC,pt/cm ³) |
|-----------------|---------------------|------------|------------------------------------|---|---|--|---|------------------------------------|----------------------------------|
| School 1 | zonder schoolstraat | gemiddelde | 4,3 | 14,4 | 18,7 | 18,8 | 8,5 | 0,7 | 6057 |
| | met schoolstraat | gemiddelde | 2,5 | 15,0 | 17,5 | 16,4 | 8,9 | 0,6 | 4457 |
| School 2 | zonder schoolstraat | gemiddelde | 10,3 | 30,0 | 40,4 | 20,9 | 17,1 | 1,2 | 11.331 |
| | met schoolstraat | gemiddelde | 12,1 | 24,5 | 36,6 | 18,3 | 14,6 | 1,0 | 13.094 |
| School 3 | zonder schoolstraat | gemiddelde | 11,7 | 17,2 | 28,9 | 25,1 | 16,3 | 1,2 | 9716 |
| | met schoolstraat | gemiddelde | 8,7 | 25,6 | 34,3 | 36,0 | 18,7 | 1,4 | 16.927 |

3.1.2.2 Uurlijkse concentratie

Er is een duidelijk patroon in de concentratie van pollutanten per uur van de dag (Figuur 2). Voornamelijk voor de verkeersgerelateerde componenten NO_x (NO en NO₂), BC en UFP is er een duidelijke concentratieverhoging tijdens de ochtendspits, door een verhoogde bijdrage uit verkeer op die uren. Vanaf de middag en in de namiddag liggen de concentraties over het algemeen een stuk lager. Ook is er een aanzienlijke spreiding op de concentraties die waargenomen worden op een bepaald uur, over de dagen van de meetcampagne heen. Tijdens de ochtend is de spreiding groter dan in de namiddag. Een deel van die variatie kan toegeschreven worden aan het verschil tussen weekend en weekdays, waarbij de concentratie op weekenddagen zich in het algemeen aan de lage kant bevinden. Andere effecten, zoals regionale achtergrondvariaties en meteo dragen ook bij aan die spreiding. De verschillen in uurlijkse concentratie tussen de periode zonder en met schoolstraat stemmen overeen met de vaststellingen die gemaakt werden op basis van de gemiddeldes van die periodes (zie 3.1 en 3.1.2.1).

De PM-concentraties vertonen deels een vergelijkbaar patroon in functie van uur van de dag ten opzichte van de andere meer verkeersgerelateerde pollutanten. Dit kan verklaard worden door de positionering van de PM-monitor in het lokaal meetnet vlak bij de weg, waardoor PM-emissies en opwaaiend stof door verkeer relatief een belangrijker aandeel heeft. De ochtendpiek is echter minder uitgesproken dan voor NO_x en BC en gespreid over een langere periode. Voor sommige meetreeksen ontbreekt de ochtendpiek (zie bv. PM₁₀ boxplot voor school 2, periode met schoolstraat, Figuur 2). PM is dan ook een minder geschikte parameter om effecten van een verkeersmaatregel op de luchtkwaliteit te beoordelen.



Figuur 2: Verloop van concentraties in functie van uur van de dag. Boxplots van metingen op locatie A op drie scholen (rijen) voor pollutanten NO₂ en PM₁₀ (kolommen) worden getoond.

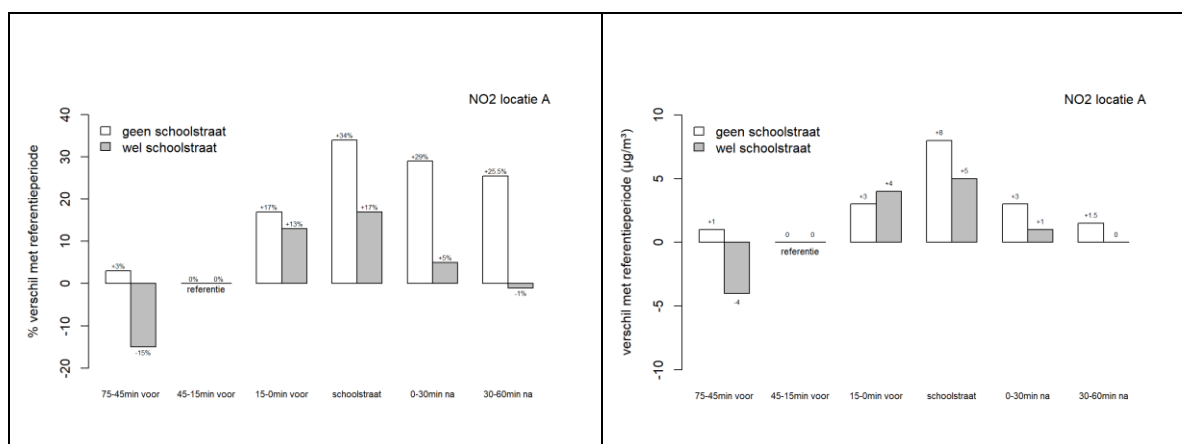
3.2 EFFECT VAN DE SCHOOLSTRAAT OP DE LUCHTKWALITEIT

Om de impact van de schoolstraat op de luchtkwaliteit te kunnen kwantificeren wordt een relatieve vergelijking gemaakt ten opzichte van de luchtkwaliteit in een referentietijdstip. Voor de interpretatie wordt gekeken naar de percentuele en absolute toe- of afname in het tijdsinterval waarin de schoolstraat loopt om onmiddellijke impact te zien, en van de tijdsintervallen nadien om na te gaan of de impact van de maatregel ook na afloop van de schoolstraat voortduurt. Er wordt steeds vergeleken tussen dagen met en zonder schoolstraat om de situatie waarop de maatregel in voege is, te vergelijken met de situatie zonder schoolstraat.

De resultaten verschillen sterk tussen de drie scholen, en worden daarom voor elke school afzonderlijk gerapporteerd.

3.2.1 School 1

In Figuur 3 wordt het relatief en absoluut verschil in NO₂-concentratie t.o.v. het referentietijdstip voorgesteld. Voor andere polluenten worden gelijkaardige grafieken gegeven in Bijlage I.



Figuur 3: Relatief (percentueel) en absoluut verschil in concentratie voor verschillende tijdsintervallen t.o.v. van een referentie-interval. De grafiek is opgedeeld voor dagen zonder schoolstraat (wit) en dagen met schoolstraat (grijs). Het tijdsinterval waarin de schoolstraat liep is aangeduid.

Voor de verkeersgerelateerde polluenten (NO_x, BC en UFP) is er geen afname in concentratie tijdens de uren van de schoolstraat t.o.v. de referentieperiode buiten de schoolstraat (Tabel 4). De concentraties tijdens de schoolstraat zijn wel minder sterk verhoogd tijdens de periode met schoolstraat in vergelijking met de concentraties op het uur van de schoolstraat tijdens de periode zonder schoolstraat. Tabel 4 vat alle percentuele en absolute reducties samen voor de verschillende polluenten, voor de periodes zonder en met schoolstraat. Daar waar zonder schoolstraat de concentraties stijgen in de ochtend (bv. +61% voor NO_x tijdens afsluitperiode t.o.v. de referentieperiode) wordt vastgesteld dat de concentraties wanneer de schoolstraat in voege is minder sterk toenemen. De normale stijgende trend in de ochtend lijkt afgezwakt te worden wanneer de schoolstraat loopt.

Tabel 4: Percentueel en absoluut verschil in concentratie op het uur van de schoolstraat t.o.v. het referentietijdstip op school 1.

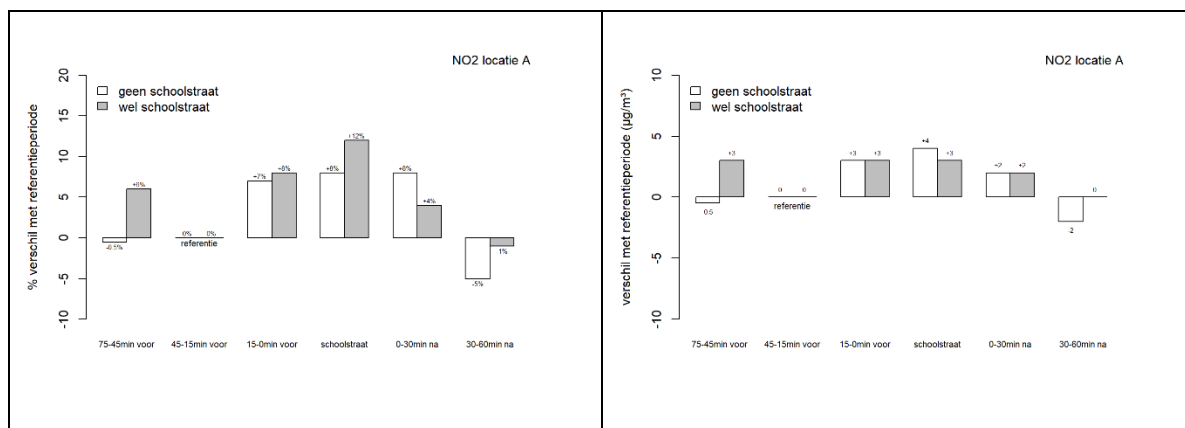
| % en absoluut verschil in concentratie op het uur van de schoolstraat t.o.v. referentieperiode tijdens... | | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | Periode zonder schoolstraat | | Periode met schoolstraat | |
| NO | +223% | +11 µg/m ³ | +48% | +2 µg/m ³ |
| NO ₂ | +34% | +8 µg/m ³ | +17% | +5 µg/m ³ |
| NO _x | +58,5% | +19,5 µg/m ³ | +22% | +7 µg/m ³ |
| BC | +47,5% | +0,45 µg/m ³ | +38% | +0,2 µg/m ³ |
| UFP | +14,5% | +708 pt/cm ³ | -5% | -248,5 pt/cm ³ |
| PM ₁₀ | +30,5% | +6,5 µg/m ³ | +18% | +2 µg/m ³ |
| PM _{2,5} | +18,5% | +1,3 µg/m ³ | +8,5% | +0,5 µg/m ³ |

In het uur na de schoolstraat dalen de concentraties volgens een normale ochtenddynamiek. Als we de daling relatief bekijken dan is er een verschillend patroon waarneembaar zonder of met schoolstraat. Tijdens de periode zonder schoolstraat neemt de concentratie op het uur van de schoolstraat sterk toe t.o.v. de referentieperiode.

Vervolgens neemt de concentratie af in het volgende uur. Tijdens die afname liggen de concentraties wel nog hoger dan tijdens de referentieperiode. Op dagen tijdens de periode met schoolstraat wordt vastgesteld dat de toename in concentratie t.o.v. de referentieperiode minder groot is op het moment van de schoolstraat. Na afloop van de schoolstraat zien we dat de concentratie van de meeste polluenten daalt of min of meer gelijk blijft (voor UFP een licht stijgende trend, zeer beperkt in absolute waarde).

3.2.2 School 2

In Figuur 4 wordt het relatief en absoluut verschil in NO₂-concentratie t.o.v. het referentietijdstip voorgesteld. Voor andere polluenten worden gelijkaardige grafieken gegeven in Bijlage I.



Figuur 4: Percentueel en absoluut verschil in concentratie voor verschillende tijdsintervallen t.o.v. van een referentie-interval. De grafiek is opgedeeld voor dagen zonder schoolstraat (wit) en dagen met schoolstraat (grijs). Het tijdsinterval waarin de schoolstraat liep is aangeduid.

Tijdens de looptijd van de schoolstraat is de NO₂- en BC-concentratie is beperkt hoger in de periode met schoolstraat, terwijl de NO-, NO_x- en de UFP-concentratie lager is tijdens de periode met schoolstraat. De verschillen in concentratie tussen de referentieperiode en de tijd waarop de schoolstraat loopt zijn wel vrij beperkt (met uitzondering van NO) in de periode zonder of met schoolstraat. Dit kan verklaard worden doordat de concentraties in de referentieperiode al hoog zijn door snel stijgende concentraties 's morgens, zoals wordt vastgesteld op basis van de metingen in de omgeving van de school en de referentiemetingen van de VMM. De lokale emissies aan de schoolpoort hebben slechts een beperkte bijdrage op de totale concentraties, door bijvoorbeeld de aanwezigheid van een sterke bron in de omgeving. Voor NO is er wel een duidelijke reductie op het moment dat de schoolstraat afgesloten is. Mogelijks is de NO-bijdrage aan de schoolpoort wel relatief belangrijk in vergelijking met de bijdrage uit een sterke maar verder afgelegen bron waarvan de NO-emissies omgezet zijn naar NO₂. Dit kan ook verklaren waarom de NO₂-concentraties met en zonder schoolstraat vergelijkbaar zijn.

Tabel 5: Percentueel en absoluut verschil in concentratie op het uur van de schoolstraat t.o.v. het referentietijdstip op school 2.

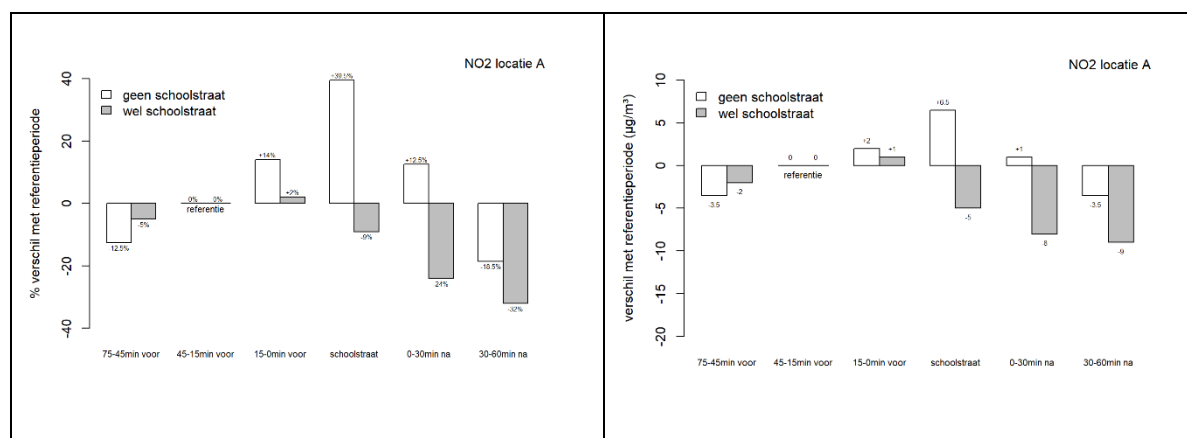
| % verschil in concentratie op het uur van de schoolstraat t.o.v. referentieperiode tijdens... | | | | |
|---|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | Periode zonder schoolstraat | | Periode met schoolstraat | |
| NO | +126% | +11,5 µg/m ³ | -12% | 0 µg/m ³ |
| NO ₂ | +8% | +4 µg/m ³ | +12% | +3 µg/m ³ |
| NO _x | +31,5% | +14 µg/m ³ | +11% | +2 µg/m ³ |
| BC | +17,5% | +0,15 µg/m ³ | +25% | +0,2 µg/m ³ |
| UFP | +18% | +2.519 pt/cm ³ | +8% | +913 pt/cm ³ |
| PM ₁₀ | +12% | +1 µg/m ³ | +8% | +1 µg/m ³ |
| PM _{2,5} | +6% | +0,7 µg/m ³ | +8% | +0,7 µg/m ³ |

In het uur na de schoolstraat nemen de concentraties af t.o.v. de referentieperiode volgens de normale ochtenddynamiek, op gelijkaardige manier op dagen met of zonder schoolstraat. Voor PM blijven de concentraties min of meer gelijk.

Er is geen duidelijke reductie in concentratie op het moment van de schoolstraat, behalve voor NO. Dit zou kunnen verklaard worden door aan te nemen dat de lokale emissies aan de schoolpoort slechts een beperkte bijdrage hebben op de totale concentratie voor deze polluenten, door bijvoorbeeld de aanwezigheid van een sterke bron in de omgeving. Het feit dat de concentraties, zowel aan de schoolpoort als op het naburige achtergrondstation van de VMM, al vroeg in de ochtend pieken is een indicatie dat hier een belangrijke bron in de ruimere omgeving een grote impact heeft.

3.2.1 School 3

In Figuur 5 wordt het relatief en absoluut verschil in NO₂-concentratie t.o.v. het referentietijdstip in grafiek weergegeven. Voor andere polluenten worden gelijkaardige grafieken gegeven in Bijlage I.



Figuur 5: Percentueel (links) en absoluut (rechts) verschil in concentratie voor verschillende tijdsintervallen t.o.v. van een referentie-interval. De grafiek is opgedeeld voor dagen zonder schoolstraat (wit) en dagen met schoolstraat (grijs). Het tijdsinterval waarin de schoolstraat liep is aangeduid.

Voor de verkeersgerelateerde polluenten (NO_x, BC en UFP) is er een duidelijke afname in concentratie wanneer de schoolstraat loopt (Tabel 6). Daar waar onder omstandigheden zonder schoolstraat de concentraties stijgen in de ochtend, wordt vastgesteld dat de concentraties juist dalen wanneer de schoolstraat in voege is. De normale stijgende trend in de ochtend wordt dus gekeerd. Het effect is het grootst voor NO.

Tabel 6: Percentueel en absoluut verschil in concentratie op het uur van de schoolstraat t.o.v. het referentietijdstip op school 3.

| % en absoluut verschil in concentratie op het uur van de schoolstraat t.o.v. referentieperiode voor... | | | | |
|--|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | periode ZONDER schoolstraat | | periode MET schoolstraat | |
| NO | +89,5% | +7 µg/m ³ | -47% | -18 µg/m ³ |
| NO ₂ | +39,5% | 6,5 µg/m ³ | -9% | -5 µg/m ³ |
| NO _x | +76,5% | +12 µg/m ³ | -23% | -20 µg/m ³ |
| BC | +58% | +0,5 µg/m ³ | -27,5% | -1 µg/m ³ |
| UFP | +19% | +1.878 pt/cm ³ | -9% | -2.400 pt/cm ³ |
| PM ₁₀ | +10,5% | +3,5 µg/m ³ | +9% | +2 µg/m ³ |
| PM _{2,5} | +3% | +0.5 µg/m ³ | +4% | +1 µg/m ³ |

In het uur na de schoolstraat nemen de concentraties verder af t.o.v. de referentieperiode (Figuur 5). Op dagen in de periode zonder schoolstraat is die afname er ook, het gaat hier over de normale ochtenddynamiek. Desondanks blijft het verschil t.o.v. de referentie groter op dagen in de periode met schoolstraat, zowel percentueel als absoluut. Het verschil ten opzichte van de normale situatie wordt wel kleiner met toenemende tijd tot de afsluitperiode van de schoolstraat. Met andere woorden, de positieve impact van de schoolstraat op de lokale luchtkwaliteit is nog aanwezig tot een uur na afloop, en beperkt zich niet alleen tot de periode waarop de schoolstraat in voege is.

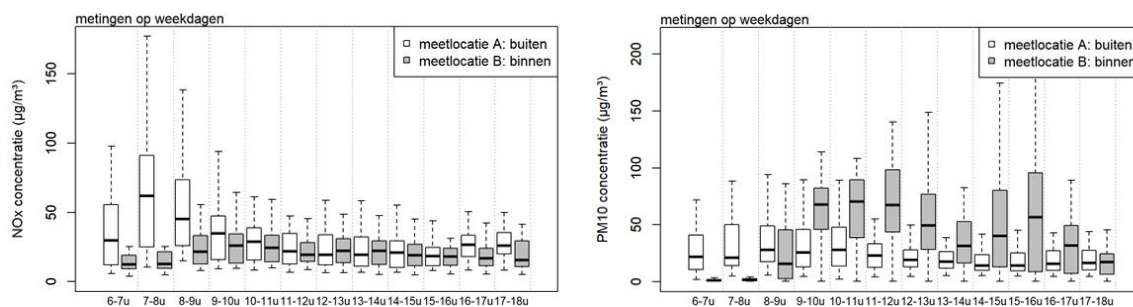
Voor PM wordt er geen groot verschil vastgesteld tussen dagen met of zonder schoolstraat. Dit kan verklaard worden door het feit dat het aandeel PM uit verkeer relatief beperkt is t.o.v. andere (lokale en regionale) bronnen.

3.3 INDOOR METINGEN

Het tijdverloop van de concentraties in binnen- en buitenomgeving zijn verschillend voor de meeste polluenten. De NO_x en PM₁₀ concentraties in een klas aan de straatkant en op de meetlocatie buiten nabij de ingang van school 3 zijn als voorbeeld gegeven in Figuur 6. Omdat PM₁₀ (ook de grotere fractie TSP, en in mindere mate PM_{2,5}) in klaslokalen sterk bepaald wordt door resuspensie van bezonken stof t.g.v. de aanwezigheid van leerlingen, bestaat er in klassen meestal geen verband tussen de groffere stoffracties in binnen- en buitenomgeving. De invloed van resuspensie in school 3 kan ook opgemerkt worden in Figuur 6 (rechts), waarbij de binnenconcentraties sterk verhogen t.o.v. de buitenniveaus tijdens de aanwezigheid van de leerlingen. Zowel 's ochtends voor schooltijd als 's avonds na schooltijd zijn de concentraties in de klas lager dan (1) de buitenconcentraties en dan (2) tijdens de schooldag, t.g.v. de afwezigheid van leerlingen waardoor het stof in suspensie kan bezinken op de vloer en andere oppervlakten ('settled dust'). Vanaf omstreeks 8:00 is de invloed van de aanwezigheid van leerlingen zichtbaar in de PM₁₀ concentraties in de klas. De impact van het ochtendverkeer op de PM₁₀ binnenconcentraties is quasi onbestaand in de klas, dit enerzijds t.g.v. de afstand tot de weg, en anderzijds omdat ramen op dat moment nog gesloten zijn, en infiltratie de enige manier is voor PM₁₀ om binnen te dringen in de klas; omwille van de partikelgrootte is infiltratie echter niet doorslaggevend voor het binnenmilieu.

Een vergelijkbaar patroon kan opgemerkt worden voor NO_x, met als verschil t.o.v. PM₁₀ dat er in klassen geen bronnen van NO_x aanwezig zijn. Het duidelijke concentratieverschil tussen de binnen en buitenconcentraties tijdens het ochtendverkeer is gevolg van de typische concentratieafname van NO_x in functie van de afstand tot de weg; uit de Surveillance van klachtenvrije woningen (2012, uitgevoerd door VITO i.o.v. AZG) bleek een reductie van NO₂ in het binnenmilieu met 25% reeds vanaf 2-5m van een drukke weg.

Verder is tijdens de schooldag de concentratie binnen typisch gevolg van de concentratie in de buitenomgeving en is het contrast tussen binnen- en buitenconcentraties minder groot omdat hier de achtergrondconcentraties doorslaggevend zijn. Tijdstrends toonden tijdens weekends of vakantieperioden voor alle pollutanten lagere binnen- dan buitenconcentraties; omwille van variabele bronnen liepen ook de trends niet gelijk. Gevolg is dat de invloed van de schoolstraat op de binnenconcentraties moeilijk gekwantificeerd kan worden, bij een kortstondige maatregel als deze. Verwacht wordt dat de schoolstraat bij een uitrol als deze (d.w.z. kortstondige afwezigheid van verkeer) geen noemenswaardig effect heeft op de binnenconcentraties van verkeerspolluenten; de binnenconcentraties en schommelingen ervan worden immers meer doorslaggevend bepaald door achtergrondconcentraties, langdurig aanwezige lokale buitenbronnen en binnenbronnen t.g.v. gebouwgebruik of de inrichting ervan. De buitenomgeving is typisch één van de bepalende factoren van het binnenmilieu, naast de gebouwschil en ventilatie, en binnenbronnen. Vermits er slechts in twee klassen gemeten werd en de binnenconcentraties vooral bepaald worden door binnenbronnen, werden de binnenconcentraties niet gebruikt om de blootstelling van de kinderen te bepalen. De blootstelling werd bepaald door de metingen op locatie A, in combinatie met gemodelleerde concentraties op het thuisadres, zoals beschreven in deelrapport 5.



Figuur 6: Verloop van binnen- en buitenconcentraties NOx (links) en PM10 (rechts) in functie van het uur van de dag.

3.4 GEMETEN CONCENTRATIES IN DE SCHOOLOMGEVING MET PASSIEVE SAMPLERS

Onderstaande Figuur 7 en Figuur 8 geven de gemeten NO₂-concentraties op de verschillende locaties in de omgeving van respectievelijk school 1 en school 3. Bij school 2 werden geen metingen met passieve samplers uitgevoerd.

Bij de meetcampagnes in beide scholen werden zowel ruimtelijke (tussen de locaties) als temporele (tussen de weken) verschillen in NO₂ concentraties gemeten. De temporele verschillen waren het grootst voor school 3. Dit had te maken met de algemeen grotere verschillen tussen de weken in luchtkwaliteit in Vlaanderen in die periode. De verschillen tussen de locaties zijn ook verschillend van week tot week, in beide scholen.

3.4.1 School 1

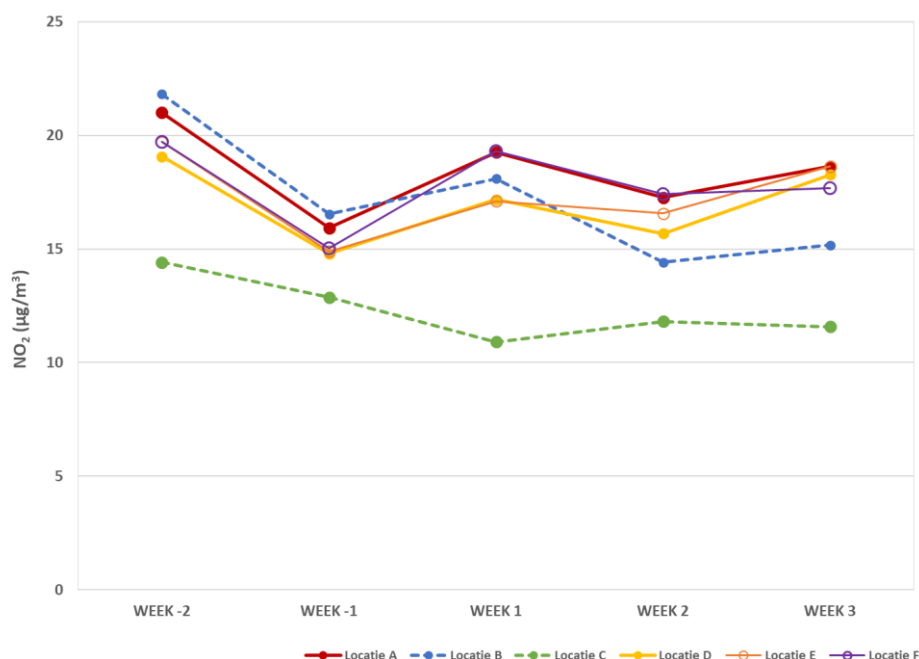
Gedurende de ganse meetperiode zijn de gemeten NO₂-concentraties vrij laag. Bovendien is de variatie tussen de weken vrij beperkt. Dit werd ook al vastgesteld op basis van de continue metingen van NO₂ op locatie A.

De concentraties ter hoogte van locatie D (op de speelplaats, verder van de weg) liggen altijd iets lager dan locatie A maar volgen dezelfde trend. Gemiddeld liggen de concentraties op locatie A 8% hoger dan op locatie D.

Opvallend is dat de gemeten concentraties in de klas achteraan (locatie C) beduidend lager liggen dan de gemeten concentratie in de klas vooraan, in de klas vooraan worden gemiddeld 40% hogere NO_2 -concentraties gemeten.

De concentraties ter hoogte van locatie E en F zijn altijd iets hoger dan locatie A. Locatie E maakt deel uit van de omleidingsroute en ook ter hoogte van locatie F was er bezorgdheid dat er meer verkeer zou zijn door verkeer dat om rijdt, ten gevolge van de schoolstraat.

De verhouding van locatie A ten opzichte van E en F bedraagt respectievelijk 1,07 (zonder) en 1,06 (met), en 1,06 (zonder) en 1,01 (met). Voor beide locaties zouden we een daling van de ratio locatie A/locatie E of F verwachten voor de periode met ten opzichte van zonder schoolstraat. Op locatie A verwachten we lagere concentraties met schoolstraat terwijl er op locatie E en F mogelijk extra omleidingsverkeer is. We nemen dit echter niet waar.



Figuur 7: Resultaten passieve samplers NO_2 in school 1

3.4.2 School 3

In de laatste week van de periode zonder schoolstraat (W-1) werden de laagste concentraties gemeten. De hoogste concentraties werden gemeten in de eerste week van de meetperiode zonder schoolstraat (W-3) en de tweede week met schoolstraat (W2).

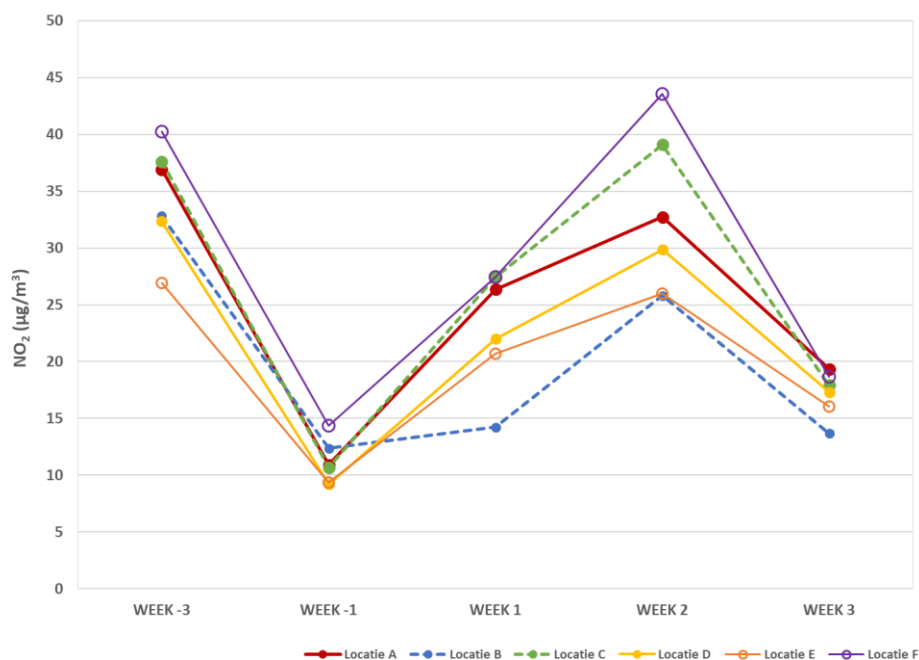
De concentraties ter hoogte van locatie D (op de speelplaats, verder van de weg) liggen altijd iets lager dan locatie A maar volgen dezelfde trend. De concentratie op locatie A ligt gemiddeld 15% hoger. Dit is te verklaren door de grotere afstand ten opzichte van de weg van locatie D.

De concentraties in een van de klaslokalen vooraan (locatie B) ligt altijd lager dan de buitenlocatie (locatie A). Opmerkelijk is wel dat de gemeten concentraties in de klas achteraan (locatie C) soms hoger zijn dan de buitenlocatie (locatie A) en altijd hoger liggen dan de andere klas (locatie B). Het is niet duidelijk wat hiervoor de reden is. Er zijn verschillende mogelijke verklaringen: 1) de verhoogde concentraties zijn te wijten aan een andere bron (drukke weg) in de buurt, 2) de verdieping waar de klas gelegen is speelt een rol (eerste ten opzichte van gelijkvloers), 3) verluchting speelt een rol (tijdstip en weg van de straatkant)

De concentraties ter hoogte van locatie F zijn altijd hoger dan locatie E. Deze locatie ligt iets meer ingesloten en dichterbij de weg waardoor de impact van het lokale verkeer iets groter is op de gemeten concentratie.

Locatie E was de locatie waar eventueel een verhoging van de concentratie ten gevolge van de omleidingsroute verwacht werd. De verhouding van locatie A ten opzichte van E en F bedraagt respectievelijk 1,27 (zonder) en 1,25 (met), en 0,84 (zonder) en 0,92 (met). Voor beide locaties zouden we een verlaging van de ratio locatie A/locatie E of F verwachten voor de periode met ten opzichte van zonder schoolstraat. Op locatie A verwachten we lagere concentraties met schoolstraat terwijl er op locatie F niks wijzigt en op locatie E er mogelijk extra omleidingsverkeer is. We nemen dit echter niet waar: op basis van bovenstaande continue metingen konden we ook geen daling waarnemen op basis van de absolute concentraties op locatie A. Bovendien lag locatie F tijdens een groot deel van de meetperiode met schoolstraat niet windafwaarts van de weg en had bijgevolg het verkeer mogelijk minder impact op de gemeten concentraties tijdens die periode.

Ten slotte kunnen we stellen dat passieve samplers waarbij geïntegreerde weekgemiddelde waarden worden gemeten, niet geschikt zijn om de impact van schoolstraat in te schatten. Ze hebben wel potentieel om ruimtelijke patroon en algemene trends tussen de weken in kaart te brengen.



Figuur 8: Resultaten passieve samplers NO₂ in school 3

HOOFDSTUK 4 BESPREKING

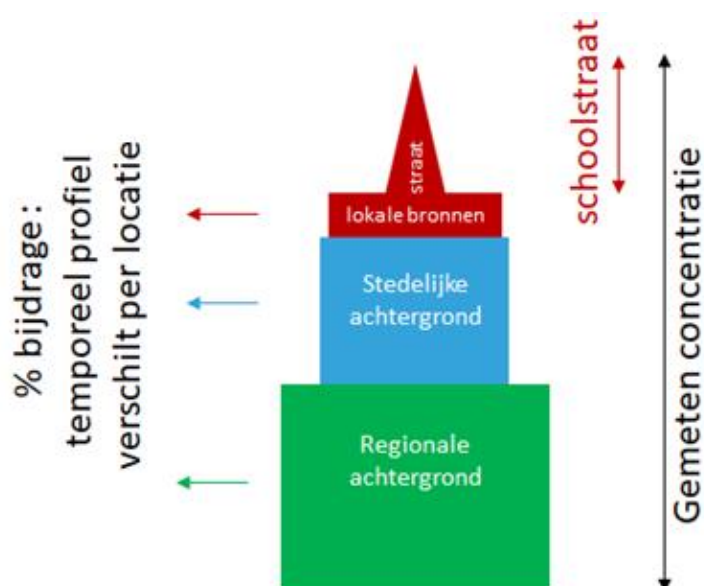
De analyse van het effect van de schoolstraat in de drie verschillende cases toont dat het reducerend effect van de schoolstraat op de concentratie van verkeersgerelateerde luchtpolluenten verschilt van school tot school. Dat heeft te maken met de specifieke inplanting van de school, de drukte van het verkeer in de schoolomgeving, de proportionele bijdrage van lokale bronnen t.o.v. bronnen uit de ruimere omgeving, de meteorologische condities etc. Gegeven de verschillen in effectiviteit van de schoolstraat om de lokale luchtkwaliteit te verbeteren, en het feit dat de effecten werden berekend voor slechts drie schoolomgevingen, waarbij we kunnen veronderstellen dat niet heel het bereik verrat zit in deze steekproef, lijkt het ons niet zinvol om de resultaten te aggregeren over de drie cases om tot een soort van “gemiddelde reductie” van de maatregel te komen. Op basis van de resultaten van drie scholen werd wel een conceptueel model uitgewerkt om het effect van schoolstraat op de lokale luchtkwaliteit indicatief te kunnen inschatten rekening houdend met de belangrijkste beïnvloedende factoren.

4.1 VERSCHILLENDE BIJDAGEN

De luchtkwaliteit wordt bepaald door de concentraties van verontreinigende stoffen. De concentratie aan luchtverontreinigende stoffen op een bepaalde locatie en tijdstip kan beschouwd worden als een resultante van bijdragen uit verschillende geografische zones. In een straat in een stedelijke omgeving bijvoorbeeld is er een regionale bijdrage, een stedelijke achtergrondbijdrage, een bijdrage uit lokale bronnen en een bijdrage van het verkeer in de straat zelf. Het relatief belang van deze bijdragen verschilt van plaats tot plaats en van tijdstip tot tijdstip, en van pollutent tot pollutent. Een visuele voorstelling hiervan is gegeven in

Figuur 9.

De schoolstraat is een maatregel die kan ingrijpen op de bijdrage uit de straat zelf, in het uiterste geval misschien op de lokale verkeersbronnen in de omgeving indien de maatregel zou resulteren in een drastische gedragswijziging naar gebruik van andere vervoersmiddelen zonder emissies. Het effect op de luchtkwaliteit zal het grootst zijn als de bijdrage uit de straat zelf een relatief belangrijke bijdrage heeft.



Figuur 9: De gemeten concentratie is een resultante van regionale, stedelijke achtergrond, lokale en straatbijdrage.

4.2 CONCEPTUEEL MODEL

Door invoering van een schoolstraat worden lokale verkeersemisssies in de schoolstraat zelf tijdelijk, gedurende de afsluitperiode van de schoolstraat, tot nul herleid. Tezelfdertijd kan het zijn dat andere straten in de schoolomgeving (tijdelijk) drukker worden.

Het effect op verkeersemisssies en lokale luchtkwaliteit tijdens de schoolstraat zijn:

- ▼ effect op verkeersemisssies:
 - ▲ tijdelijk wegvallen van lokale verkeersemisssies
 - ▲ mogelijks tijdelijk verschuiven van verkeersemisssies naar andere straten in de schoolomgeving
- ▼ effect op de lokale luchtkwaliteit:
 - ▲ klein indien
 - lokale verkeersbijdrage van de schoolstraat klein in vergelijking met andere bronnen in de schoolstraat
 - lokale verkeersbijdrage van de schoolstraat klein in vergelijking met bijdrage van andere verkeersbronnen in de ruimere omgeving
 - lokale verkeersbijdrage van de schoolstraat klein in vergelijking met achtergrondbijdrage (regionale bijdrage, bijdrage uit andere dan lokale bronnen)
 - ▲ groot indien
 - lokale verkeersbijdrage groot in vergelijking met andere bronnen in de schoolstraat
 - lokale verkeersbijdrage in de schoolstraat groot in vergelijking met bijdrage van andere verkeersbronnen in de ruimere omgeving
 - lokale verkeersbijdrage van de schoolstraat groot in vergelijking met achtergrondbijdrage (regionale bijdrage, bijdrage uit andere dan lokale bronnen)

Vlak voor het startuur van de schoolstraat is het mogelijk dat de maatregel al een effect heeft op de verkeersvolumes in de schoolstraat en naburige straten. Het verkeer in de schoolstraat zou vlak voor het startuur drukker kunnen worden omdat ouders ervoor kiezen om hun kinderen iets vroeger af te zetten. Hierdoor is het mogelijk dat de luchtkwaliteit net voor de start iets slechter wordt. Het zou ook kunnen dat het verkeersvolume lager ligt dan normaal doordat ouders ervoor opteren om de alternatieve route te gebruiken ook al is de schoolstraat nog niet gestart zodat de luchtkwaliteit net voor de schoolstraat start iets beter wordt in de periode met schoolstraat vergeleken met de periode zonder schoolstraat. Tenslotte kan het ook zijn dat de verkeerssituatie normaal blijft tot op het moment dat de straat wordt afgesloten, en dat er dus geen effect is op het verkeersvolume vlak voor het startuur.

Wanneer de schoolstraat afloopt kan het zijn dat het verkeersvolume gedurende een bepaalde tijd lager blijft dan normaal op dat tijdstip. Hoe lang het duurt vooraleer het normale verkeersvolume bereikt wordt hangt af van de lokale situatie. Indien er veel doorgaand verkeer is zal het verkeersvolume snel terug tot het normaal niveau stijgen na afloop van de schoolstraat. Wanneer er voornamelijk lokaal schoolverkeer is zal het verkeersvolume laag blijven ook na afloop van de schoolstraat.

Het effect op verkeersemisssies en lokale luchtkwaliteit na de schoolstraat:

- ▼ effect op verkeersemisssies

- ▲ indien voornamelijk lokaal schoolverkeer: verkeersvolume blijft laag, lagere verkeersemisies in de schoolstraat
- ▲ indien voornamelijk doorgaand verkeer: verkeersvolume stijgt snel terug tot normaal niveau, snel terug hoge verkeersemisies in de schoolstraat
- ▼ effect op de lokale luchtkwaliteit:
 - ▲ indien lokale verkeersbijdrage beperkt in vergelijking met achtergrondbijdrage:
 - weinig verschil met of zonder schoolstraat op lokale luchtkwaliteit
 - ▲ indien lokale bijdrage groot in vergelijking met achtergrondbijdrage:
 - indien verkeersvolume laag blijft: verdere reductie van de concentraties door normaal dalende trend in verkeersvolume op dat uur van de dag (daling van ochtendspits naar latere voormiddag)
 - indien verkeersvolume terug stijgt: toename concentratie (deze toename kan zich voordoen op moment dat concentraties normaal gezien dalen)

Op basis van de synthese hierboven kan gesteld worden dat de factoren die de luchtkwaliteit in de schoolstraat sterk beïnvloeden de volgende zijn:

- ▼ relatief belang van bijdrage uit lokaal verkeer in de schoolstraat t.o.v. bijdrage uit ruimere omgeving en achtergrondbijdrage aan de concentraties van luchtpolluenten (lokale vs. achtergrondbijdrage)
- ▼ verkeerskenmerken (volume, fileverkeer, aandeel zwaar verkeer,...) in de schoolstraat, vlak voor start en na afloop van de schoolstraat (tijdens de schoolstraat is er geen verkeer). Het verkeersvolume is gerelateerd aan de grootte van de school (aandeel schoolverkeer), en de aanwezigheid van doorgaand verkeer in de schoolstraat (aandeel doorgaand verkeer).

De bovengenoemde factoren worden op hun beurt beïnvloed door verschillende andere variabelen:

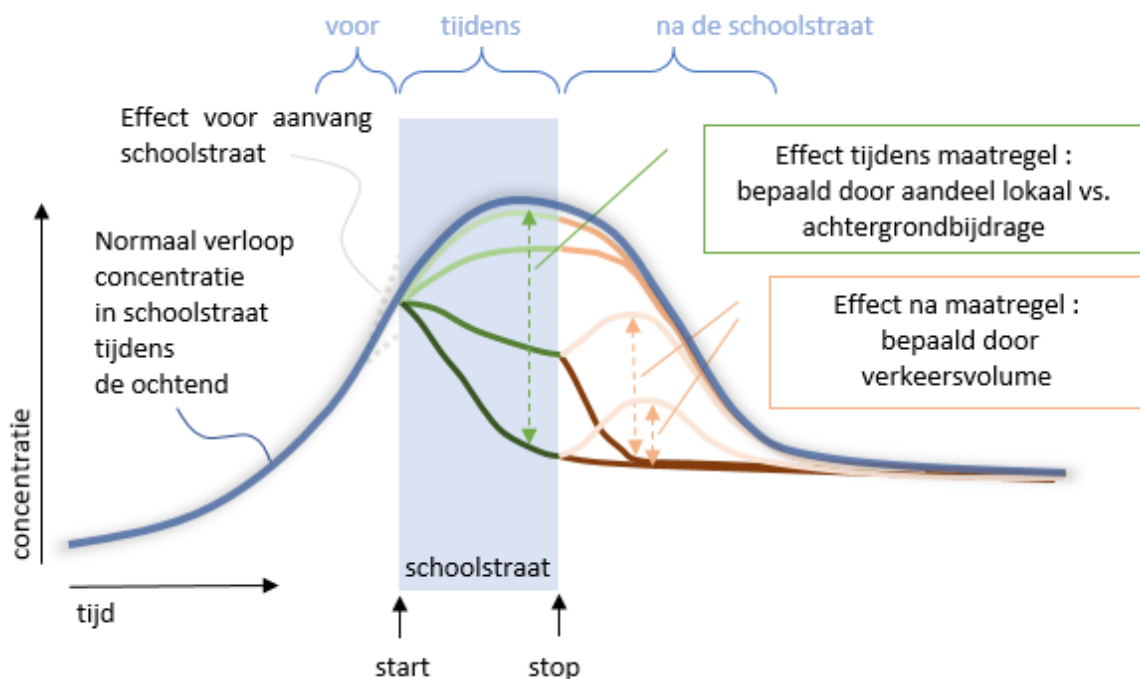
- ▼ lokale versus achtergrondbijdrage
 - ▲ type omgeving
 - ▲ aanwezigheid van andere bronnen in omgeving
 - ▲ straattypologie (open, street canyon,...)
 - ▲ meteorologische omstandigheden
- ▼ verkeerskenmerken
 - ▲ aandeel schoolverkeer
 - ▲ aandeel doorgaand verkeer
 - ▲ gemak alternatieve route
 - ▲ type weg
 - ▲ fileverkeer
 - ▲ zwaar verkeer.

In Figuur 10 wordt het verloop van de concentratie van verkeersgerelateerde luchtpolluenten (NO_x, BC, UFP) geschetst, en het effect van de schoolstraat op dat verloop. Het concentratieverloop van PM (PM₁₀ en PM_{2,5}) wordt in mindere mate bepaald door de lokale verkeersemisies waardoor het geschetste verloop niet (of slechts beperkt) opgaat voor deze polluenten. In het blauw wordt een typisch concentratiepatroon weergegeven indien er nog geen schoolstraat in werking is. De lage nachtelijke concentraties stijgen in de ochtend als gevolg van het toenemende verkeersvolume, en tijdens de ochtendspits wordt een maximum bereikt (veelal worden de hoogste concentraties van de dag tijdens de ochtendspits vastgesteld). Na de ochtendspits dalen de verkeersvolumes en de concentraties terug. Dit typische patroon kan waargenomen worden in de referentiemetingen van de

VMM en de lokale metingen in de drie schoolomgevingen gemeten tijdens de periode zonder schoolstraat.

Het concentratieverloop kan door invoering van de schoolstraat afwijken van het normale verloop zonder schoolstraat, en dit vlak voor het startuur, tijdens en na de schoolstraat.

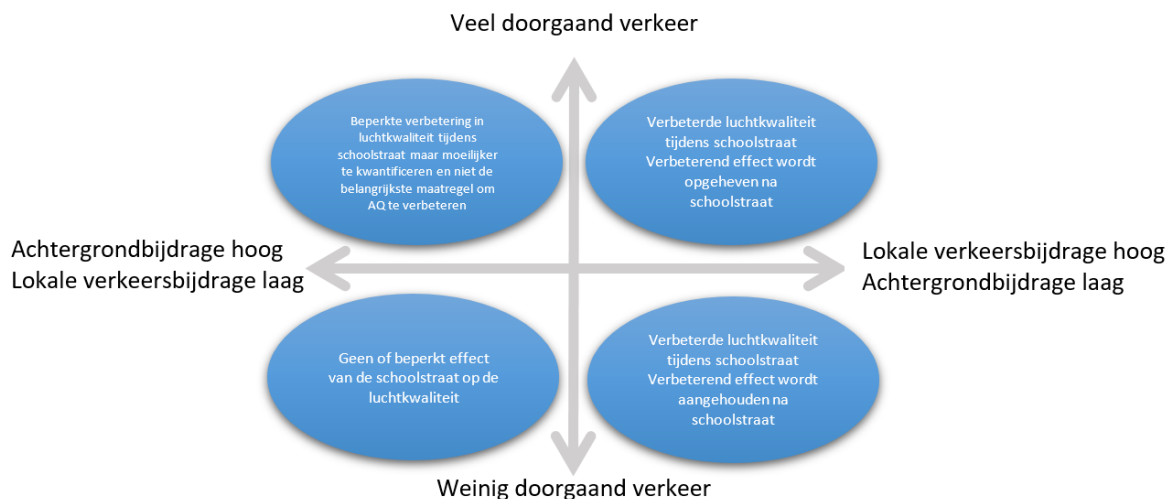
De mate waarin de concentraties afwijken van het normale verloop hangt af van de factoren die boven beschreven werden, vnl. relatief belang lokale verkeersbijdrage t.o.v. achtergrondbijdrage en het verkeersvolume.



Figuur 10: Verloop van de concentratie van luchtpolluenten uit verkeer tijdens de ochtend, en het effect van de schoolstraat op dat verloop. Situatie zonder afsluiten van schoolstraat: blauw; de mogelijke verandering voor de schoolstraat (grijs), tijdens de schoolstraat (groentinten) en na de schoolstraat (oranjetinten).

De twee belangrijkste beïnvloedende factoren kunnen worden uitgezet in een assenkruis (Figuur 11). Elke unieke schoollocatie zal ergens een plaats hebben in het assenkruis. Afhankelijk van de positionering in het assenkruis kan er een inschatting gemaakt worden van de impact van de invoering van de schoolstraat op de luchtkwaliteit, tijdens de schoolstraat en in de aansluitende periode erna (Figuur 11). Er worden vier type-situaties onderscheiden in de kwadranten, maar er zijn verdere gradaties mogelijk.

De kernboodschap is dat de positieve invloed van de schoolstraat het grootst is op plaatsen waar de luchtkwaliteit grotendeels bepaald wordt door de lokale verkeersbijdrage aan de schoolpoort. Dat kan zijn op plaatsen met hoog verkeersvolume, maar ook op plaatsen met minder verkeersvolume maar waar de verkeerspollutie blijft hangen zoals bijvoorbeeld in street canyons. Anderzijds heeft een schoolstraat relatief weinig positieve impact op de luchtkwaliteit op plaatsen waar de achtergrondbijdrage proportioneel veel groter is dan de lokale bijdrage uit verkeer. Bijvoorbeeld op plaatsen in de nabijheid van belangrijke emissiebronnen (bv. industrie, drukke steenweg of autostrade, ...). Wanneer de bijdrage van het lokale verkeer redelijk groot is, maar relatief klein in vergelijking met de hoge achtergrondbijdrage, kan de blootstelling significant dalen maar toch nog groter blijven dan gemiddeld voor Vlaanderen. Wanneer het aandeel van de achtergrondconcentratie groter is, is ook het effect van de schoolstraat moeilijker meetbaar.



Figuur 11: Conceptuele weergave van het effect van de schoolstraat op de luchtkwaliteit op basis van twee belangrijke beïnvloedende factoren, m.n. achtergrondbijdrage en verkeersvolume.

Aangezien achtergrondconcentraties, lokale emissies en verkeersvolumes fluctueren in de tijd is het niet zo dat een bepaalde schoolomgeving permanent op dezelfde positie in het assenkruis moet liggen. Wanneer de achtergrondbijdrage bijvoorbeeld tijdelijk toeneemt kan het zijn dat de positieve invloed van de schoolstraat tijdelijk minder groot is.

Dit conceptueel model kan gebruikt worden om schoolomgevingen te classificeren en een inschatting te kunnen maken van het effect van de schoolstraat op de lokale luchtkwaliteit. De extremen worden in Tabel 7 weergegeven, maar in realiteit zijn tussenvormen mogelijk.

Tabel 7: Effect van schoolstraat op luchtkwaliteit (uitgedrukt als concentratie van verkeerspolluenten) in functie van achtergrondbijdrage en verkeersvolume in de periode vlak voor, tijdens en na de schoolstraat.

| | Effect vóór schoolstraat | | Effect tijdens schoolstraat | Effect na schoolstraat | |
|---------------------------------------|--|--|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | | | | Laag verkeersvolume | Hoog verkeersvolume |
| Lokale bijdrage > achtergrondbijdrage | Reductie/toename concentratie indien verkeersvolume afneemt/toeneemt | | Reductie concentratie | Verdere reductie concentratie | Verhoging concentratie |
| Lokale bijdrage < achtergrondbijdrage | Geen of beperkt effect op concentratie | | Geen / beperkte reductie concentratie | Geen / beperkte reductie concentratie | Geen / beperkte reductie concentratie |

Op basis van de luchtkwaliteitsmetingen en de vastgestelde effecten van de schoolstraat op de luchtkwaliteit kunnen de drie cases gekarakteriseerd worden als:

- ▼ school 1: reducerend effect van schoolstraat op luchtverontreinigende stoffen tijdens de schoolstraat, maar reductie snel teniet gedaan na afloop van de maatregel
 - ▲ Lokale bijdrage > achtergrondbijdrage
 - ▲ Hoge verkeersintensiteit na einde schoolstraat
- ▼ school 2: geen/beperkt effect van de schoolstraat op de meeste polluenten met uitzondering van NO (daarom ook NOx)
 - ▲ Lokale bijdrage < achtergrondbijdrage.

- ▼ school 3: reducerend effect van schoolstraat op luchtverontreinigende stoffen tijdens de schoolstraat en reductie blijft nog een tijd meetbaar na afloop van de schoolstraat
 - ▲ *Lokale bijdrage > achtergrondbijdrage*
 - ▲ *Lage verkeersintensiteit na einde schoolstraat*

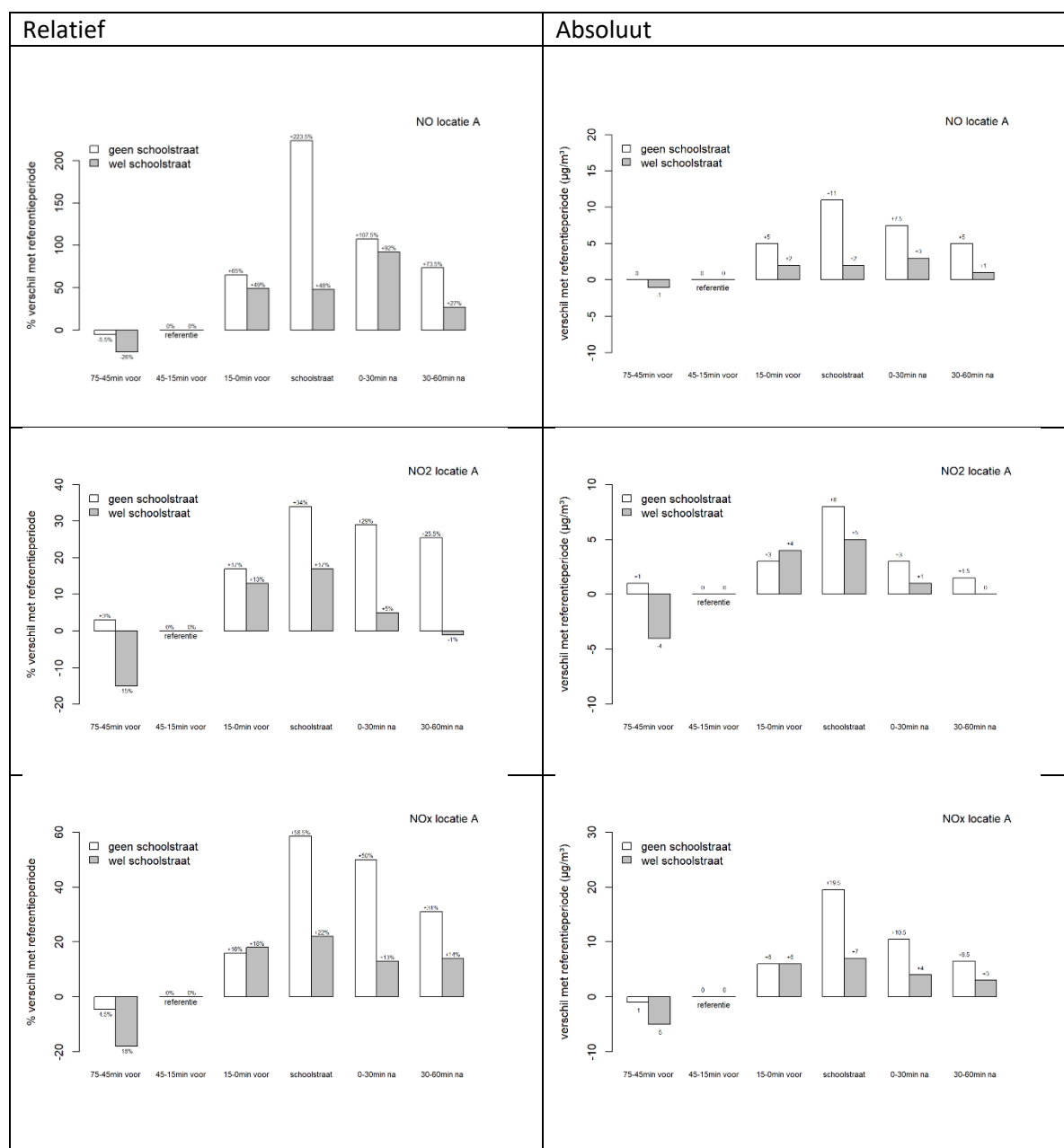
De kernboodschap is dat de positieve invloed van de schoolstraat het grootst is op plaatsen waar de luchtkwaliteit grotendeels bepaald wordt door het lokaal verkeer aan de schoolpoort. Anderzijds heeft een schoolstraat een beperkt (of geen) meetbare positieve impact op de luchtkwaliteit op plaatsen waar de achtergrondbijdrage proportioneel veel groter is dan de lokale bijdrage uit verkeer. Aangezien achtergrondconcentraties, verkeersvolumes, lokale emissies en meteo fluctueren in de tijd is het niet noodzakelijk zo dat het effect van de schoolstraat constant is in de tijd. Daarbij dient opgemerkt te worden dat wanneer de achtergrondbijdrage in de regio van de school groot is, de invloed van de schoolstraat op de lokale bijdrage moeilijk te bepalen is omwille van fluctuaties in deze 'achtergrondconcentraties'.

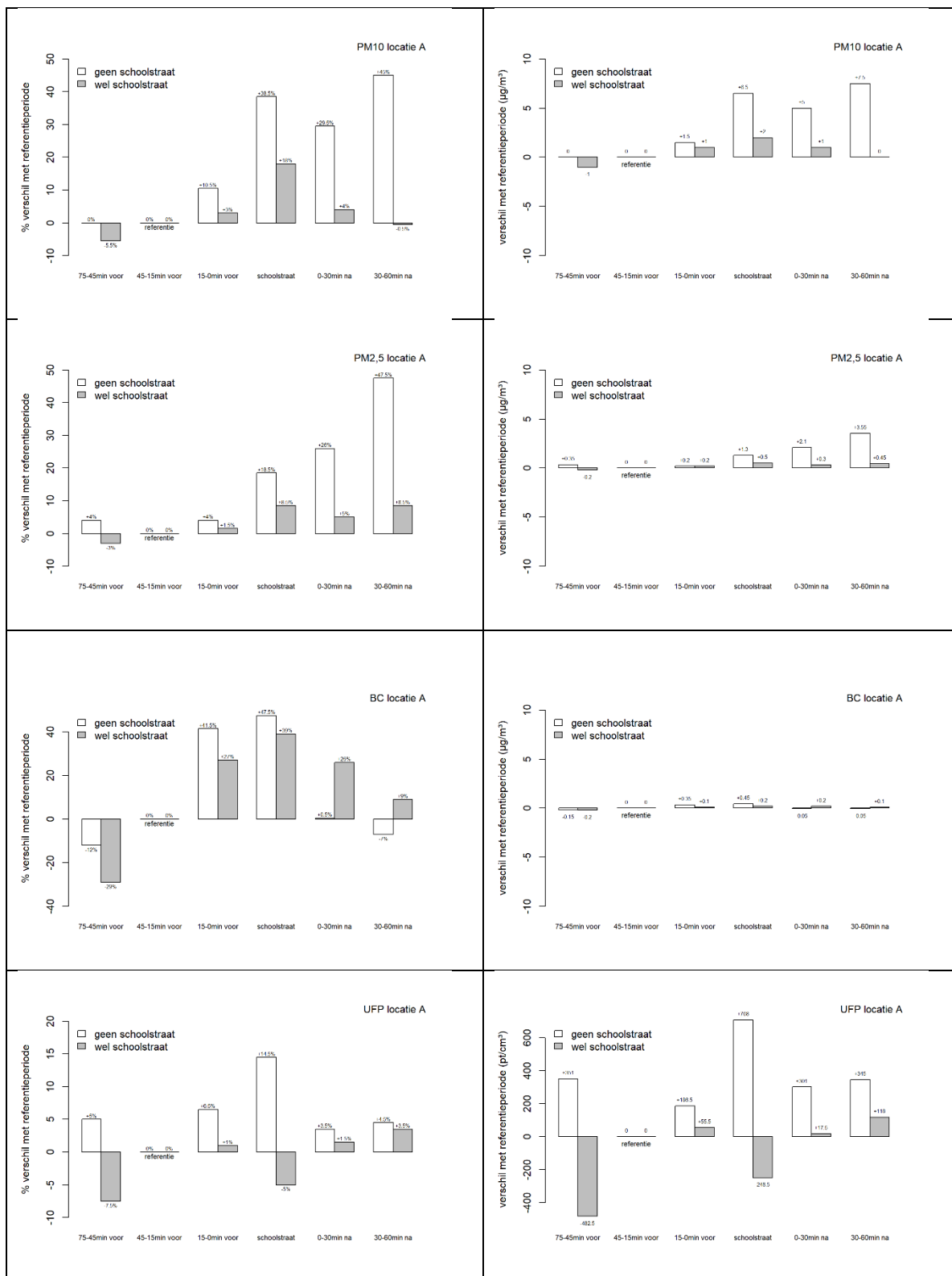
BIJLAGE

Figuur 12: Relatief (percentueel) en absoluut verschil in concentratie voor verschillende tijdsintervallen t.o.v. van een referentie-interval. De grafiek is opgedeeld voor dagen waarop er geen schoolstraat was (wit) en wel een schoolstraat (grijs). Resultaten voor school 1.

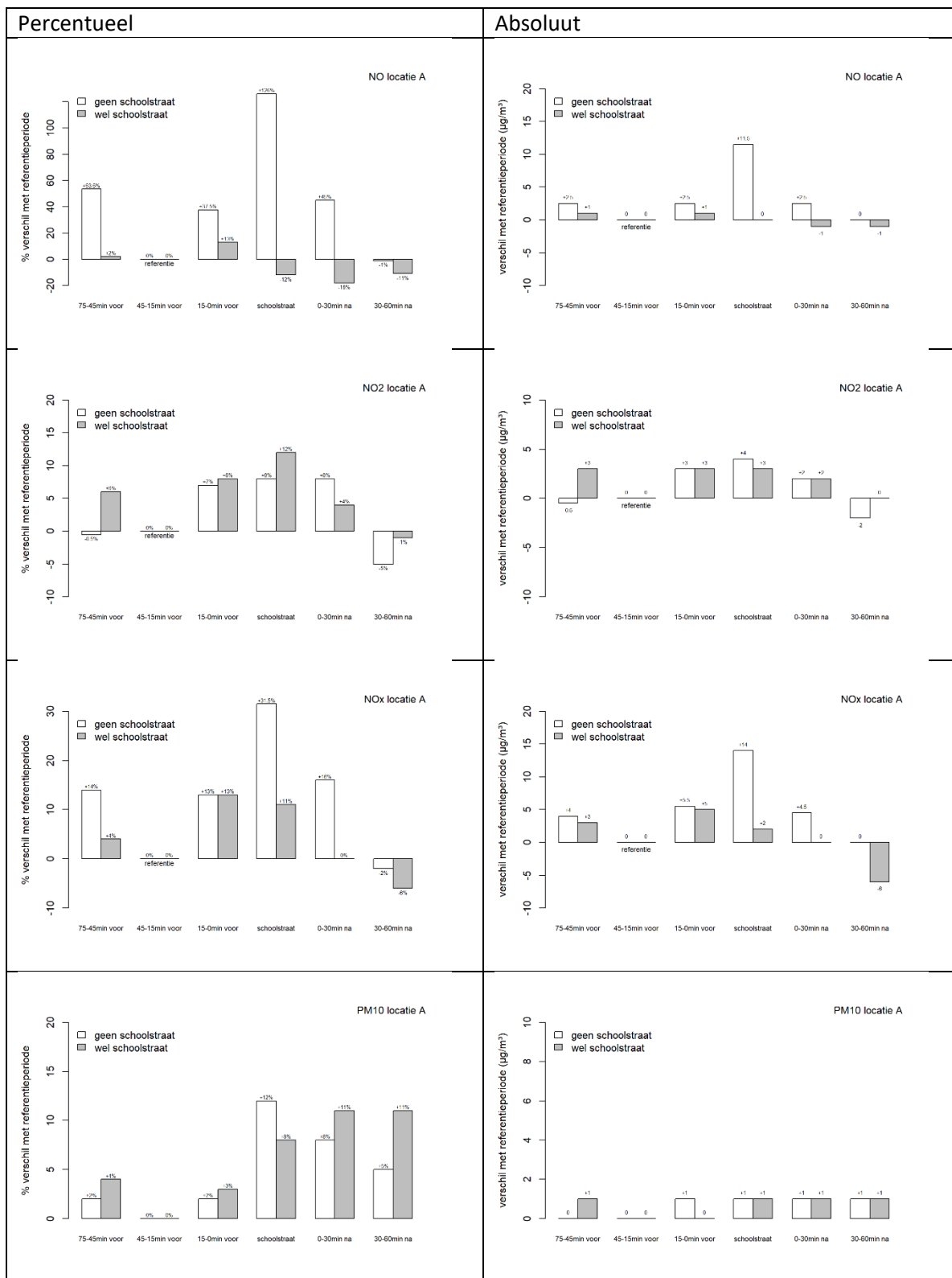
Figuur 13: Percentueel en absoluut verschil in concentratie voor verschillende tijdsintervallen t.o.v. van een referentie-interval. De grafiek is opgedeeld voor dagen waarop er geen schoolstraat was (wit) en wel een schoolstraat (grijs). Resultaten voor school 2.

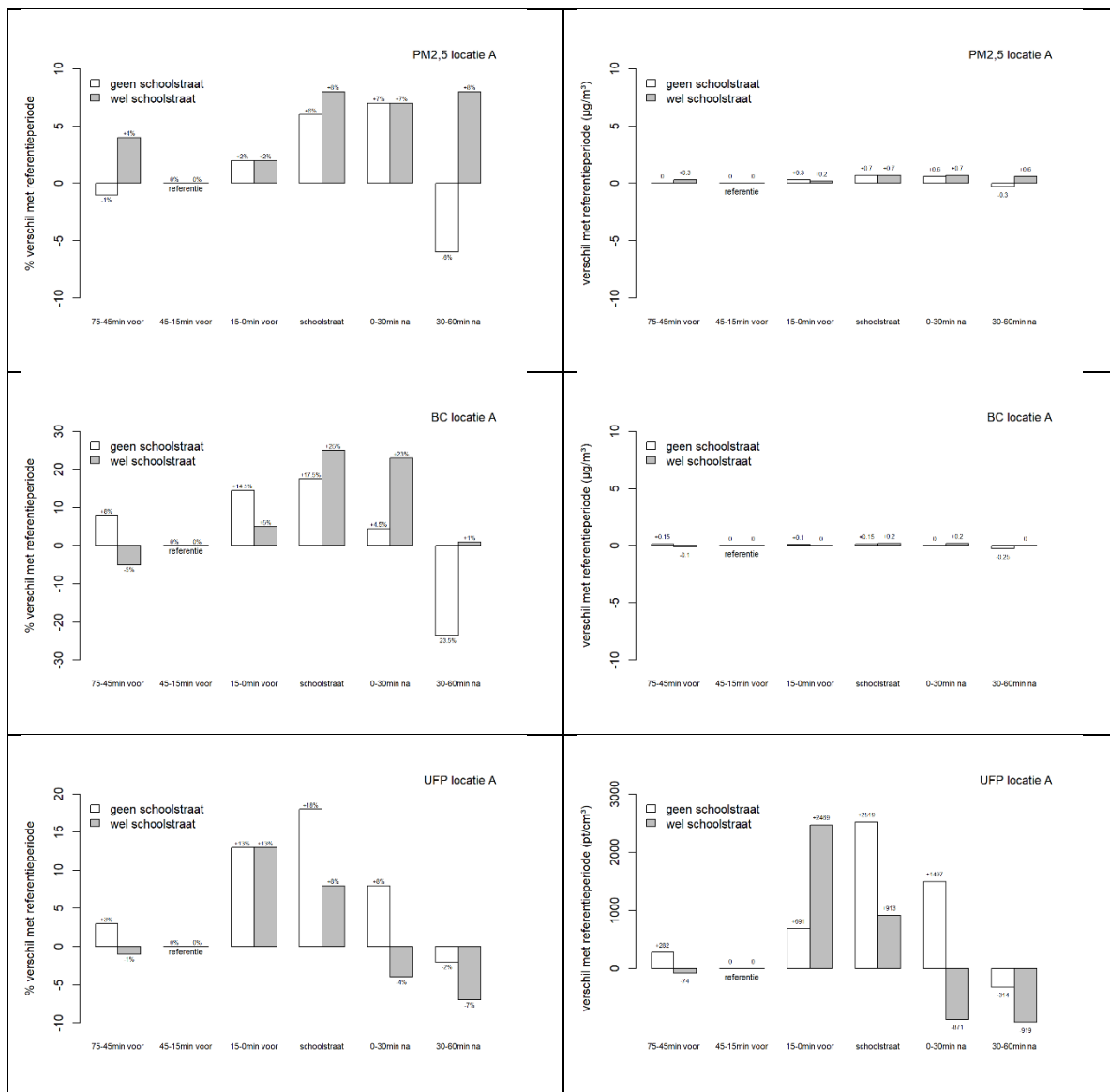
Figuur 14: Percentueel (links) en absoluut (rechts) verschil in concentratie voor verschillende tijdsintervallen t.o.v. van een referentie-interval. De grafiek is opgedeeld voor dagen zonder schoolstraat (wit) en dagen met schoolstraat (grijs). Resultaten voor school 3.



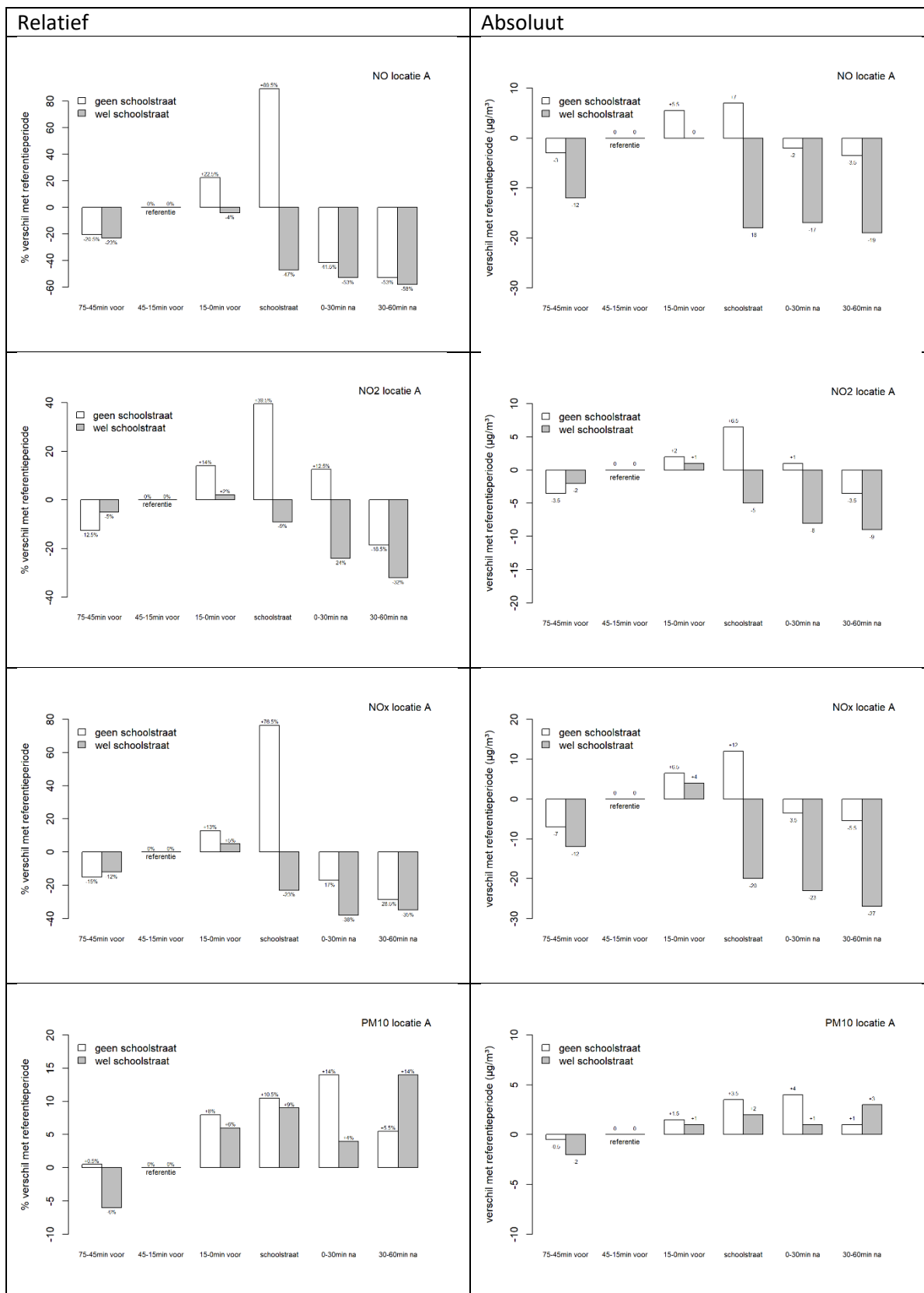


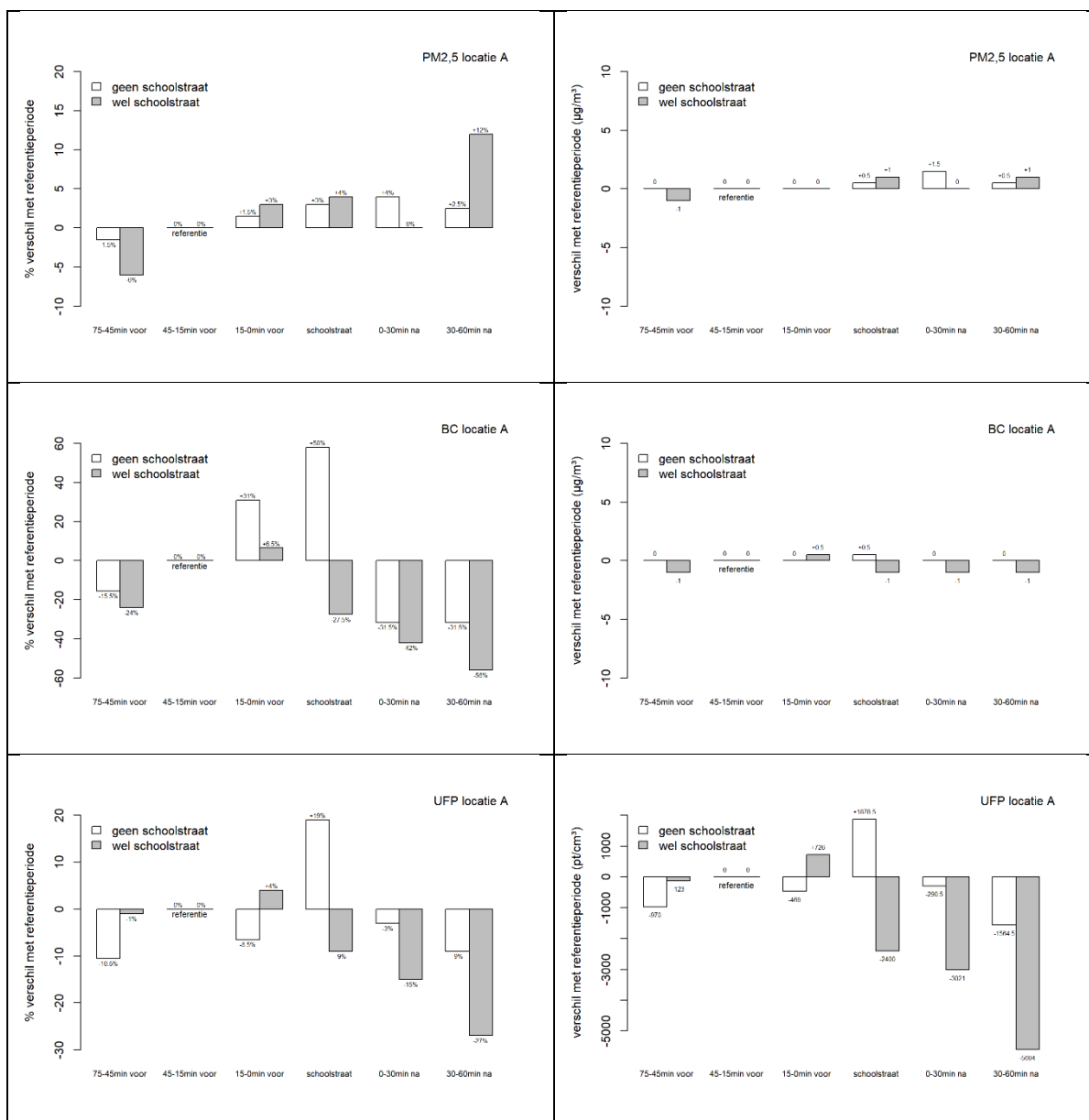
Figuur 12: Relatief (percentueel) en absoluut verschil in concentratie voor verschillende tijdsintervallen t.o.v. van een referentie-interval. De grafiek is opgedeeld voor dagen waarop er geen schoolstraat was (wit) en wel een schoolstraat (grijs). Resultaten voor school 1.





Figuur 13: Percentueel en absoluut verschil in concentratie voor verschillende tijdsintervallen t.o.v. van een referentie-interval. De grafiek is opgedeeld voor dagen waarop er geen schoolstraat was (wit) en wel een schoolstraat (grijs). Resultaten voor school 2.





Figuur 14: Percentueel (links) en absoluut (rechts) verschil in concentratie voor verschillende tijdsintervallen t.o.v. van een referentie-interval. De grafiek is opgedeeld voor dagen zonder schoolstraat (wit) en dagen met schoolstraat (grijs). Resultaten voor school 3.