



Laan van Westenenk 501
Postbus 342
7300 AH Apeldoorn

www.tno.nl

T 055 549 34 93

F 055 549 98 37

TNO-rapport

B&O-A R 2005/275

**Luchtkwaliteitonderzoek A2 passage
Maastricht
Eerste fase Trajectnota/MER**

Datum	september 2005
Auteurs	S.D. Teeuwisse H.L.M. Verhagen
Projectnummer	36345
Trefwoorden	Verkeer Luchtkwaliteit A2 Maastricht Trajectnota/MER
Bestemd voor	Oranjewoud

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst. Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

Inhoudsopgave

Samenvatting	2
1. Inleiding	6
2. Uitgangspunten, gehanteerde methodiek en invoergegevens	7
2.1 Uitgangspunten	7
2.2 Studiegebied	7
2.3 Verkeersintensiteiten en rijsnelheden	9
2.4 Emissiefactoren	9
2.5 Omgevingskenmerken	11
2.6 Achtergrondconcentraties	11
2.7 Meteorologische gegevens	12
2.8 Toetsingscriteria	12
2.9 Berekeningsmethode overschrijding uur en 24-uur gemiddelde NO ₂ respectievelijk PM ₁₀ grenswaarde	13
3. Resultaten emissieberekeningen	15
3.1 Berekende emissies	15
4. Resultaten concentratieberekeningen	18
4.1 Resultaten gridberekeningen	18
4.2 Resultaten concentratiedwarsprofielberekeningen	19
4.3 Inventarisatie woningen in overschrijdingsgebied	25
4.4 Nauwkeurigheid	26
5. Nauwkeurigheid en kennishiaten	28
5.1 Onzekerheden door invoergegevens	28
5.2 Onzekerheden in het verspreidingsmodel	29
6. Conclusies	31
7. Referenties	33
8. Verantwoording	34
Bijlage A Ligging wegvakken per variant	
Bijlage B Resultaten contourberekeningen	
Bijlage C Resultaten dwarsprofielberekeningen	

Samenvatting

Rond de A2-passage door Maastricht (gemeente Maastricht) en in de kernen Amby (gemeente Maastricht), Bunde, Rothem en Meerssen (gemeente Meerssen) is een meervoudige problematiek ten aanzien van de doorstroming op de A2, de bereikbaarheid en de kwaliteit van de leefomgeving ontstaan. De problematiek vindt zijn oorsprong in de toenemende verkeersdruk, die naar verwachting in de toekomst steeds groter zal worden.

Door deze toenemende verkeersdruk op de A2-passage is in de directe nabijheid van de A2-passage sprake van:

- steeds meer geluidsoverlast;
- een afname van de luchtkwaliteit;
- een steeds verdere toename van de barrièrewerking oftewel een afname van de oversteekbaarheid van de A2-passage en
- een steeds verdere afname van de verkeersveiligheid.

De doelstelling van het A2-project Maastricht is het realiseren van een integraal en duurzaam pakket van maatregelen op het gebied van infrastructuur en gebiedsontwikkeling, gericht op:

- het garanderen van de doorstroming op de A2 door Maastricht;
- het verbeteren van de bereikbaarheid van Maastricht en directe omgeving en
- het verbeteren van de kwaliteit van de leefomgeving van Maastricht en directe omgeving.

Om bovenstaande te kunnen realiseren zijn een aantal (ingrijpende) alternatieven aan de infrastructuur in en rond Maastricht bedacht, te weten:

- Alternatief Hoefijzer 1;
- Alternatief Hoefijzer 2;
- Alternatief Oost 1;
- Alternatief Oost 2;
- Alternatief Traversetunnel 1;
- Alternatief Traversetunnel 2;
- Alternatief Luik;
- Alternatief West;
- Alternatief Boortunnel 1;
- Alternatief Boortunnel 2 en
- Alternatief Traversetunnel/Maasbrug.

In opdracht van Oranjewoud is een onderzoek uitgevoerd naar de luchtkwaliteit als gevolg van het realiseren van een van de alternatieven. Het doel van het onderzoek is inzichtelijk maken wat het effect is van de aanpassing van het wegontwerp in en rond Maastricht en deze te vergelijken met 1997 (representatief voor de huidige situatie) en de autonome ontwikkeling in 2020.

Het luchtkwaliteitonderzoek richt zich op de stoffen stikstofdioxide (NO₂) en fijn stof (PM₁₀) daar deze stoffen meest kritisch zijn in relatie tot de luchtkwaliteitsgrenswaarden. In het onderzoek is alleen de bijdrage van het wegverkeer aan de luchtkwaliteit berekend, de bijdrage van andere bronnen (zoals b.v. industrie en huishoudens) is geacht verdisconteerd te zijn in de achtergrondconcentratie.

Voor het berekenen van de bijdrage van het wegverkeer is in het onderzoek gebruik gemaakt van het TNO-Verspreidingsmodel voor verkeersemissies (TNO-Verkeersmodel). Dit model berekent de verkeersbijdrage op basis van het aantal voertuigen (lichte, middel zware en zware voertuigen) per etmaal, de rijnsnelheid, de uitstoot per voertuig en meerjarige klimatologie (windrichting en windsnelheid over periode van 10 jaar) van de provincie Limburg. Voor het berekenen van de uitstoot van stikstofoxiden (NO_x) en fijn stof (PM₁₀) is uitgegaan van de emissiefactoren conform de Uitwerking Notitie Referentieraming (UNRR = toekomst scenario). De totale NO₂ en PM₁₀ concentraties in de atmosfeer zijn berekend door de met het TNO-verkeersmodel berekende verkeersbijdrage te sommeren bij de achtergrondconcentratie. De NO₂ en PM₁₀-achtergrondconcentraties voor de jaren 1997 en 2020 zijn ook conform de Uitwerking Notitie Referentieraming.

De belangrijkste conclusies van het luchtkwaliteitonderzoek zijn:

Vervoerprestaties en emissies

- De voertuigprestatie neemt in de in de periode 1997-2020 toe met ca 40%.
- De voertuigprestatie (verreden voertuigkilometers) heeft een direct verband met de totale emissie in het studiegebied. Ten opzichte van de autonome situatie neemt met uitzondering van het alternatief Luik de voertuigprestatie licht toe. Deze toename wordt bij sommige alternatieven veroorzaakt door toename van wegvaklengte (beide Hoefijzer alternatieven, Oost 1 en Oost 2 en het alternatief West). De toename bij de andere alternatieven wordt veroorzaakt door verkeer aantrekkende werking van het hoofdwegen net vanwege betere doorstroming.
- Uitzondering op de relatie tussen de voertuigprestatie en totale emissie is het jaar 1997. Door de hogere uitstoot per voertuig ten opzichte van 2020 is, ondanks een lagere voertuigprestatie, de totale emissie in 1997 hoger dan in 2020.
- De laagste emissies zijn berekend voor de alternatieven 'West' en 'Luik'. Samen met de twee boortunnel-varianten en de 'Oostelijke variant 1' zijn dit de varianten waarin de emissies (licht) lager zijn dan in de autonome ontwikkeling. Opvallend is dat de westelijke omleiding variant gunstiger scoort dan bij de autonome ontwikkeling. De reden voor deze gunstige score is dat het aandeel vrachtverkeer in de totale voertuigprestatie aanzienlijk kleiner is dan bij de autonome ontwikkeling.

Overschrijdingsoppervlakken

- De grootste overschrijdingsgebieden in 2020 treden op bij de Traversetunnel 1 en Traversetunnel 2 gevolgd door het Alternatief Luik en Alternatief Traverse-

tunnel/Maasbrug. Afhankelijk van de grenswaarde waaraan getoetst wordt scoren deze alternatieven slechter dan de autonome ontwikkeling. Voor de overige alternatieven geldt dat deze beter scoren dan bij autonome ontwikkeling.

- De NO₂-grenswaarde voor uurgemiddelde concentratie wordt enkel overschreden bij de beide Traversetunnels, de Boortunnels en het Alternatief Traverse-tunnel/Maasbrug en dan alleen nabij de tunnelmonden. De overschrijdingsoppervlakken variëren per alternatief van 0,6 tot 1,1 hectare, afhankelijk van de lengte van de tunnel.
- De variant met het kleinste overschrijdingsoppervlak is Alternatief Hoefijzer 1, gevolgd door de Alternatief Oost 1.
- Voor alle doorgerekende alternatieven geldt dat ten opzichte van de huidige situatie (1997) een aanzienlijke verbetering optreedt ten gevolge van technologische verbeteringen in verbrandingsmotoren.

Overschrijdingsafstanden

- Op basis van de dwarsprofielberekeningen kan geconcludeerd worden dat de grootste problemen met betrekking tot overschrijding van de grenswaarden zich voordoen bij de dwarsprofielen 'A2 Kruisdonk-Geuselt', 'A2 Boulevard (Geuselt-Europaplein)' en 'A2 Boulevard Europaplein – Oeslingerbaan'.
- Van de onderzochte varianten scoren Alternatief Traversetunnel 1, Alternatief Luik en beide Boortunnels ter hoogte van de genoemde dwarsprofiellocaties minder gunstig dan de autonome ontwikkeling of de andere varianten.
- De alternatieven met de kleinste overschrijdingsafstanden zijn Alternatief Hoefijzer 1, gevolgd door de Alternatief Oost 1.

Inventarisatie woningen in het overschrijdingsgebied.

- De meeste woningen worden blootgesteld aan te hoge concentraties bij het Alternatief Luik, het Alternatief West en de Tunneltraverse 1.
- Ten opzichte van de autonome ontwikkeling scoort alleen de Luikse variant slechter. De alternatieven met het minste aantal woningen in overschrijdingsgebied zijn de Hoefijzer 1 en de Boortunnel 1 alternatief.

1. Inleiding

Rond de A2-passage door Maastricht (gemeente Maastricht) en in de kernen Amby (gemeente Maastricht), Bunde, Rothem en Meerssen (gemeente Meerssen) is een meervoudige problematiek ten aanzien van de doorstroming op de A2, de bereikbaarheid en de kwaliteit van de leefomgeving ontstaan. De problematiek vindt zijn oorsprong in de toenemende verkeersdruk, die naar verwachting in de toekomst steeds groter zal worden.

Door deze toenemende verkeersdruk op de A2-passage is in de directe nabijheid van de A2-passage sprake van:

- steeds meer geluidsoverlast;
- een afname van de luchtkwaliteit;
- een steeds verdere toename van de barrièrewerking oftewel een afname van de oversteekbaarheid van de A2-passage en
- een steeds verdere afname van de verkeersveiligheid.

De integrale doelstelling van het A2-project Maastricht is het realiseren van een integraal en duurzaam pakket van maatregelen op het gebied van infrastructuur en gebiedsontwikkeling, gericht op:

- het garanderen van de doorstroming op de A2 door Maastricht;
- het verbeteren van de bereikbaarheid van Maastricht en directe omgeving en
- het verbeteren van de kwaliteit van de leefomgeving van Maastricht en directe omgeving.

Voor de ombouw van de A2-passage, en daarmee samenhangend de verknoping van de A2/A79, moet de procedure van de Tracéwet worden gevolgd. Omdat deze activiteit tracéwetplichtig is, is deze activiteit ook m.e.r.-plichtig, hetgeen inhoudt dat voor dit projectonderdeel de geïntegreerde *tracé/m.e.r.*-procedure doorlopen moet worden. Deze procedure wordt in 2 fasen doorlopen. De eerste fase heeft tot doel fundamenteel verschillende alternatieven, op basis van globale ontwerpen, te beoordelen op de vraag in hoeverre deze een reële oplossing kunnen vormen voor de geschetste problematiek. Deze afweging moet leiden tot een onderbouwde keuze van de nader te onderzoeken alternatieven. Na deze keuze volgt een tweede fase waarin het overgebleven alternatief of alternatieven op MER niveau worden onderzocht.

Onderdeel van de eerste fase van de Trajectnota/MER is het beoordelen van de alternatieven op het aspect luchtkwaliteit. Hiertoe is een luchtkwaliteitonderzoek uitgevoerd. Het onderzoek heeft tot doel de luchtverontreiniging ten gevolge van het wegverkeer de wegen in het studiegebied in 1997 (representatief voor de huidige situatie) en 2020 te bepalen en te toetsen aan de wettelijke luchtkwaliteitseisen. Het voorliggende rapport beschrijft de gehanteerde methodiek, de uitgangspunten en de resultaten van het uitgevoerde onderzoek.

2. Uitgangspunten, gehanteerde methodiek en invoergegevens

Dit hoofdstuk beschrijft van welke uitgangspunten is uitgegaan en welke methodiek(en) zijn gehanteerd voor het berekenen van de luchtkwaliteit als gevolg van het verkeer. Tevens worden de invoergegevens nader toegelicht.

2.1 Uitgangspunten

Daar het verkeer één van de belangrijkste bronnen is in relatie tot luchtverontreiniging heeft het luchtkwaliteitonderzoek zich beperkt tot het in kaart brengen van de luchtkwaliteit langs de hoofdwegen in het studiegebied (zie figuur 1). De totale luchtkwaliteit is berekend door de berekende bijdrage van het wegverkeer te sommeren met de achtergrondconcentratie. Aangenomen is dat de overige bronnen (huishoudens, industrie, buitenland) die de samen de totale luchtkwaliteit bepalen in de achtergrond zijn verdisconteerd.

2.2 Studiegebied

Het onderzoek heeft betrekking op de trajecten van de rijkswegen A2 vanaf Bunde/Meerssen tot aan Rijckholt en de A79 vanaf knooppunt Kruisdonk tot net noordelijk van Rothem aangevuld met enkele belangrijkere regionale en stedelijke wegen. Deze belangrijkere regionale en stedelijke wegen zijn onder andere Akersteeweg, Kennedysingel/brug, Pr.Bisschopsingel en Brusselseweg. Een compleet overzicht van de wegvakken in de autonome situatie die in de luchtkwaliteitmodellering zijn meegenomen is weergegeven in figuur 1. De wegvakken die voor de berekeningen van de verschillende alternatieven zijn gebruikt staan weergegeven in Bijlage A.



Figuur 1 Overzicht van de wegvakken die in de berekeningen van de luchtkwaliteit zijn meegenomen (autonome situatie en alternatieven) plus de locatie van de dwarsprofielen.

Het invloedsgebied is aan weerszijden van de gemodelleerde wegen begrensd tot 1000 meter van de weg.

De concentratieberekeningen zijn uitgevoerd voor een fijnmazig grid van 25 x 25 meter en voor 15 dwarsprofielen waarbij de concentratieberekening als functie van de loodrechte afstand tot de weg is berekend (set receptorpunten met een onderlinge afstand van 10 meter) zie figuur 1.

De berekeningen zijn gebaseerd op de volgende gegevens die door de opdrachtgever ter beschikking zijn gesteld:

- ligging van de as van de weg voor alle betrokken wegvakken;
- verkeersintensiteiten (weekdag etmaalgemiddelden);
- aandeel vrachtverkeer en
- snelheden op de diverse wegvakken.

2.3 Verkeersintensiteiten en rijsnelheden

Door de opdrachtgever zijn de etmaalgemiddelde verkeersintensiteiten per wegvak verstrekt. Hierbij is onderscheidt gemaakt naar personenauto's, middel zwaar vrachtverkeer. Voor buitenstedelijke wegen is rekening gehouden met de maximaal toegestane rijsnelheid. Voor binnenstedelijke wegen is gerekend met een gemiddelde rijsnelheid welke is afgeleid op basis van de maximumrijsnelheid. Deze gemiddelde rijsnelheid is per definitie lager dan de maximumrijsnelheid als gevolg van het afremmen en optrekken bij verkeerslichten, kruisingen e.d. Het effect van stagnerend verkeer op de rijkswegen (congestie) is in de berekeningen niet meegenomen. Hiervoor waren niet voldoende betrouwbare gegevens beschikbaar.

In het onderzoek zijn de emissies berekend voor een uitgebreid wegennet, inclusief de kleinere binnenstedelijke wegen. De emissieberekening is voor het uitgebreidere wegennet uitgevoerd in verband met het verkeer dat in de autonome situatie nog van de kleinere lokale wegen gebruik maakt, maar in de alternatieven ten gevolge van de betere doorstroming van het hoofdwegennet (rijksweg en de grotere regionale en gemeentelijke wegen, zie figuur 1). Hierdoor wordt voorkomen dat het lijkt als of er in de alternatieven (veel) meer verkeer in het studiegebied rijdt. Wel rijdt er in de alternatieven meer verkeer op het hoofdwegennet.

2.4 Emissiefactoren

In deze studie is voor de toekomstige situatie (2020) gebruik gemaakt van de emissiefactoren volgens de Uitwerking Notitie Referentieraming (UNRR). Vanwege ontbreken van UNRR-emissiefactoren voor de huidige situatie (1997) zijn emissiefactoren gehanteerd volgens het European Coordination scenario (EC-scenario). De emissiefactoren voor de verschillende snelheden en voertuigcategorieën (licht, middelzwaar en zwaar wegverkeer) voor de huidige situatie (1997) en 2020 staan weergegeven in tabel 1 en 2.

Tabel 1 Emissiefactoren (g/km/voertuig) voor verschillende voertuigcategorieën en (gemiddelde) rijsnelheden (km/uur) in de huidige situatie (1997), EC-scenario.

Voertuigcategorie	Wegtype	Rijsnelheid (gemiddeld)	Rijsnelheid (maximaal)	NO _x	PM ₁₀
Personenauto's	binnenstedelijk	19	30	1.06	0.121
		26	50	0.98	0.103
		35	60	0.90	0.085
	regionaal	44	70	0.82	0.066
		50	80	0.77	0.053
	snelweg	80	80	1.12	0.052
		90	90	1.24	0.051
		100	100	1.36	0.051
		110	110	1.57	0.057
		120	120	1.77	0.062
Vrachtwagens ¹⁾	binnenstedelijk	19	30	13.57	0.838
		26	50	12.82	0.715
		35	60	11.86	0.627
	regionaal	44	70	10.90	0.539
		50	80	10.26	0.480
	snelweg	80	80	10.98	0.420
		90	90	11.19	0.391

¹⁾ Voor 1997 waren geen aparte emissiefactoren voor middelzwaar en zwaar vrachtverkeer beschikbaar. De hier gepresenteerde emissiefactoren representeren een gewogen gemiddelde over de categorieën middelzwaar en zwaar vrachtverkeer.

Tabel 2 Emissiefactoren (g/km/voertuig) voor verschillende voertuigcategorieën en (gemiddelde) rijsnelheden (km/uur) in 2020, UNRR-scenario.

Voertuigcategorie	Wegtype	Rijsnelheid (gemiddeld)	Rijsnelheid (maximaal)	NO _x	PM ₁₀
Personenauto's	binnenstedelijk	19	30	0.34	0.047
		26	50	0.32	0.044
		35	60	0.30	0.042
	regionaal	44	70	0.28	0.039
		50	80	0.27	0.038
	snelweg	80	80	0.25	0.036
		90	90	0.25	0.035
		100	100	0.25	0.034
		110	110	0.24	0.034
Vrachtwagens (middel zwaar)	binnenstedelijk	19	30	3.81	0.137
		26	50	3.53	0.126
		35	60	3.19	0.112
	regionaal	44	70	2.84	0.098
		50	80	2.61	0.089
	snelweg	80	80	2.33	0.078
		90	90	2.37	0.075
Vrachtwagens (zwaar)	binnenstedelijk	19	30	5.14	0.158
		26	50	4.83	0.151
		35	60	4.44	0.142
	regionaal	44	70	4.04	0.133
		50	80	3.77	0.127
	snelweg	80	80	3.11	0.113
		90	90	3.17	0.110

2.5 Omgevingskenmerken

In de berekeningen is geen rekening gehouden met het effect van geluidsschermen of –wallen op de luchtkwaliteit. Ook het effect van een verhoogde of verdiepte wegligging is in deze fase van het onderzoek buiten beschouwing gelaten. In een latere fase van de MER zal het afscherpende effect van schermen e.d. in de verspreidingsberekeningen worden verdisconteerd.

In alle berekeningen is, door middel van een oppervlakte ruwheidsparemeter, wel rekening gehouden met het stedelijk karakter van het studiegebied.

2.6 Achtergrondconcentraties

Met behulp van het TNO-verspreidingsmodel voor wegverkeeremissies is de concentratiebijdrage aan de NO₂-concentratie en die van fijn stof (PM₁₀) ten gevolge

van de emissies van het wegverkeer in het studiegebied berekend. Aangenomen is dat de concentratiebijdragen van de emissies van alle andere bronnen dan wegverkeer onderdeel van de achtergrondconcentratie zijn.

Voor 1997 en 2020 zijn de achtergrondconcentraties ontleend aan de berekeningen van het RIVM. Voor het jaar 2020 zijn de verwachtingen conform de Uitwerkingsnotitie Referentieraming (UNRR) gehanteerd. In tabel 3 staan indicaties van de achtergrondconcentraties die voor de berekeningen zijn gebruikt weergegeven. In de berekeningen is rekening gehouden met de achtergrondconcentratie op een 1x1 km resolutie.

Tabel 3 *Indicatie van de jaargemiddelde achtergrondconcentraties [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] in het studiegebied voor 1997 en 2020.*

Component	Achtergrondconcentratie (1997)	Achtergrondconcentratie (2020)
NO ₂	32.8	22.5
PM ₁₀	39.5	27.5

2.7 Meteorologische gegevens

De berekende NO₂- en fijn stofconcentraties zijn gebaseerd op een representatief meerjarige klimatologie van de provincie Limburg. Het meteorologische bestand bestaat uit een tabel met de frequenties van voorkomen van de verschillende combinaties van windrichting en windsnelheid (TNO-MT, 1989).

2.8 Toetsingscriteria

Voor de verschillende stoffen bestaan meerdere normen; jaargemiddelde grenswaarden, grenswaarden welke een maximaal aantal keren per jaar mogen worden overschreden, alarm- en plandrempels. Van deze grenswaarden is voor NO₂ de jaargemiddelde grenswaarde de meest kritische. Voor PM₁₀ is de 24-uursgemiddelde norm over het algemeen kritischer dan de jaargemiddelde grenswaarde. Door de hoge achtergrondconcentratie wordt de 24-uursgemiddelde grenswaarde op zeer veel plaatsen in Nederland meer dan het toegestane aantal overschreden en levert daardoor weinig extra informatie. De jaargemiddelde PM₁₀-grenswaarde is daarom een meer zinvolle grenswaarde om aan te toetsen. Bovendien is gezondheidstechnisch gezien een overschrijding van de jaargemiddelde norm een groter probleem dan de overschrijding van de piek norm (RIVM, 2002). De hoge achtergrondconcentratieniveau's van PM₁₀ vormen een nationaal probleem waarbij VROM het voortouw heeft genomen in de aanpak hiervan. Dit ontslaat de lagere overheden overigens niet om de PM₁₀-grenswaarden in acht te nemen. In tabel 4 staan de grenswaarden voor jaargemiddelde NO₂- en PM₁₀-concentraties weerge-

geven. Voor meer informatie omtrent richt-, grens- en toetswaarden wordt verwezen naar staatsblad 2001, 269.

Tabel 4 Grenswaarden geldend vanaf 2005 (PM_{10}) of 2010 (NO_2) voor de buitenlucht in $\mu g/m^3$.

Component	Grenswaarde/-Plandrempe ¹⁾	Norm	Omschrijving
NO_2	Grenswaarde	40	jaargemiddelde concentratie
		200	uurgemiddelde concentratie, mag niet meer dan 18 maal per jaar worden overschreden
Fijn stof	Grenswaarde	40	jaargemiddelde concentratie
		50	24 uurgemiddelde concentratie, mag niet meer dan 35 maal per jaar worden overschreden

2.9 Berekeningsmethode overschrijding uur en 24-uur gemiddelde NO_2 respectievelijk PM_{10} grenswaarde

Wil getoetst kunnen worden aan de uur of 24 uurgemiddelde grenswaarden van respectievelijk NO_2 en PM_{10} dan zou idealiter voor elk uur van jaar de concentratie berekend moeten worden. Dit is in de praktijk niet goed realiseerbaar vanwege de beperkte beschikbaarheid van de benodigde gegevens en de lange rekentijd die hier mee samenhangt. Om toch een uitspraak te kunnen doen over eventuele overschrijding van de grenswaarde is hiervoor door Teeuwisse (Teeuwisse, 2003) een methodiek afgeleid op basis van de jaargemiddelde concentratie. Hieronder staan de methoden om tot vaststelling te komen of er sprake is van overschrijding van de uurgemiddelde NO_2 - of 24 uurgemiddelde PM_{10} -grenswaarde kort beschreven.

- Stikstofdioxide (NO_2)

Ten behoeve van CAR II (Teeuwisse, 2003) is een methode ontwikkeld (op basis van metingen) waarmee op grond van de jaargemiddelde concentratie de hoogste uurgemiddelde concentratie, de op één na hoogste concentratie, etc. kan worden berekend. Voor het 18^e uur geldt: $C_{NO_2-18} = 2,00 \times C_{NO_2-jm} + 37,4$. Als de concentratie op het 18^e uur niet hoger is dan $200 \mu g/m^3$ dan wordt voldaan aan de norm (maximaal 18 overschrijdingen van de uurgemiddelde concentratie van $200 \mu g/m^3$).

Op basis van bovenstaande formule blijkt dat overschrijding van de uurgemiddelde NO_2 -grenswaarde (>18 uren per jaar met een concentratie hoger dan $200 \mu g/m^3$) overeenkomt met een jaargemiddelde concentratie van ruim $80 \mu g/m^3$. Aan de hand hiervan kan gesteld worden dat bij een jaargemiddelde concentratie van minder dan $80 \mu g/m^3$ statistisch gezien geen overschrijding van de uurgemiddelde NO_2 -grenswaarde is te verwachten.

- *Fijn stof (PM₁₀)*

In het hetzelfde rapport van Teeuwisse wordt een systematiek beschreven waarmee jaargemiddelde en 24-uurgemiddelde concentraties kunnen worden gekoppeld.

Volgens deze systematiek komt een jaargemiddelde concentratie van 31,3 µg/m³ overeen met een overschrijding van de grenswaarde voor de 24-uur gemiddelde concentratie.

3. Resultaten emissieberekeningen

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de emissieberekeningen voor de verschillende situaties besproken. De emissies zijn, zoals aangegeven in paragraaf 2.3, berekend op basis van het verkeer op 'alle' wegvakken in het studiegebied en niet alleen op de hoofdwegen, welke het meest relevant zijn voor luchtkwaliteit. Met 'alle' wegvakken wordt bedoeld ook de kleinere wegen waar relatief weinig verkeer rijdt. In bijlage A is een overzicht opgenomen van figuren met de wegvakken per alternatief waarvoor de emissieberekeningen zijn uitgevoerd.

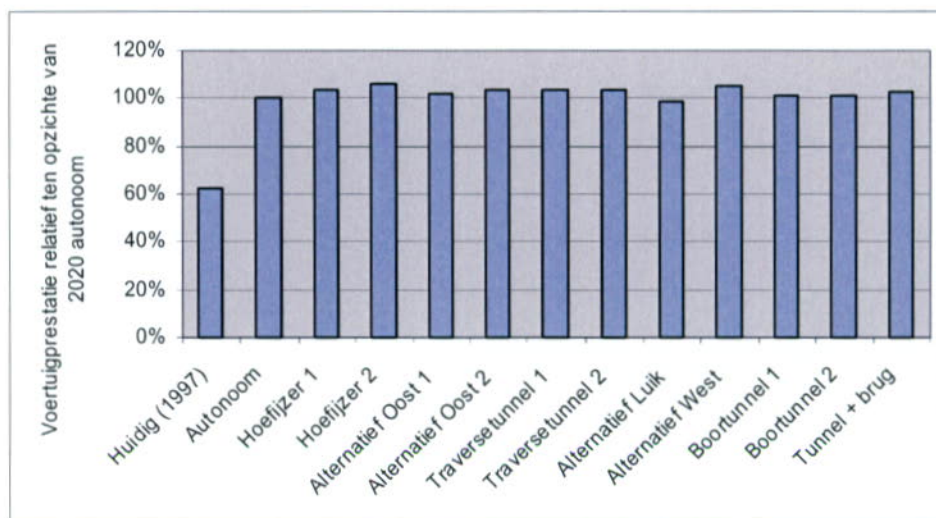
De berekende resultaten zijn, met uitzondering van die van de dwarsprofielen welke gerelateerd zijn aan bepaalde wegen, weergegeven per berekend alternatief.

Hieronder een opsomming van de alternatieven waarvoor de berekening is uitgevoerd:

- Huidige situatie (1997);
- Autonome ontwikkeling (2020);
- Alternatief Hoefijzer 1;
- Alternatief Hoefijzer 2t;
- Alternatief Oost 1;
- Alternatief Oost 2;
- Alternatief Traversetunnel 1;
- Alternatief Traversetunnel 2;
- Alternatief Luik;
- Alternatief West;
- Alternatief Boortunnel 1;
- Alternatief Boortunnel 2 en
- Alternatief Traversetunnel/Maasbrug.

3.1 Berekende emissies

De emissies van het wegverkeer zijn berekend op basis van de verkeersintensiteiten, rijdsnelheid en wegvaklengten. Verschillen in emissies tussen de alternatieven kunnen dus ontstaan door verschil in verkeersintensiteiten, rijdsnelheid maar ook wegvaklengten. De combinatie verkeersintensiteiten en wegvaklengten heeft de meeste invloed op de uiteindelijk berekende emissies aangezien deze een lineair verband hebben met de emissies (de toename van de rijdsnelheid met een factor 2 heeft slechts een toename van 10% in de emissiefactor). Deze combinatie kan uitgedrukt worden in de voertuigprestatie, dit is het aantal verreden voertuigkilometers (som personenauto's en vrachtwagens) per etmaal. Figuur 2 geeft een overzicht van de relatieve voertuigprestatie per variant ten opzichte van de voertuigprestatie in de autonome situatie 2020. De totale voertuigprestatie in de alternatieven in 2020 bedraagt circa 2,5 miljoen verreden kilometers per etmaal.

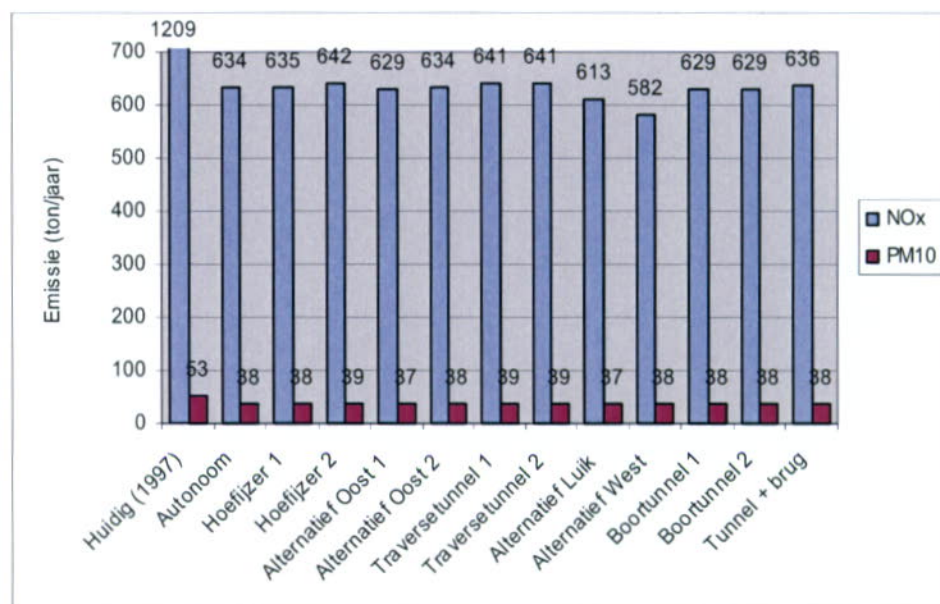


Figuur 2 Relatieve voertuigprestatie voor de verschillende situaties (2020 autonoom=100%).

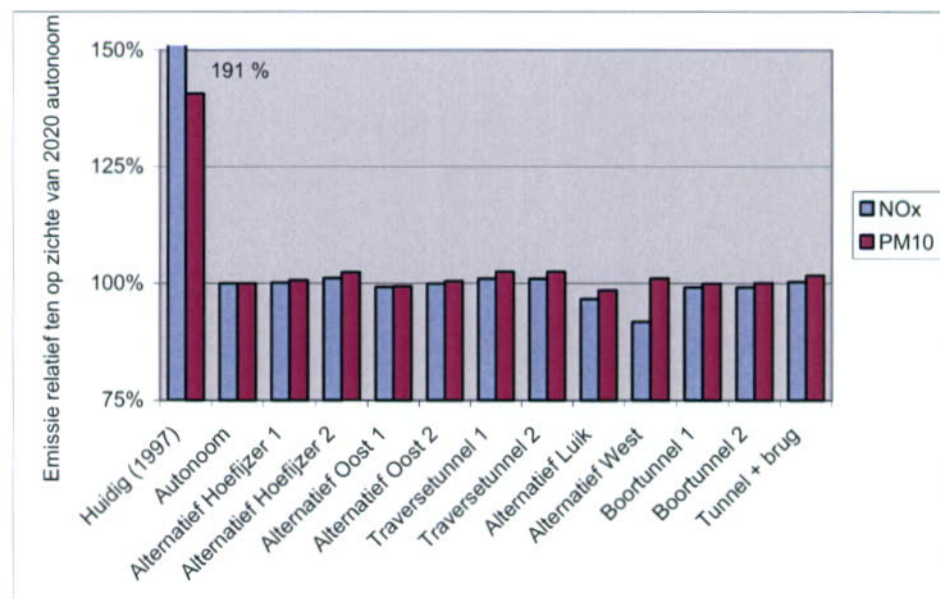
Uit figuur 2 is op te maken dat de voertuigprestatie in de periode 1997-2020 sterk toeneemt. De verschillen tussen de alternatieven zijn echter beperkt (enkele procenten).

Zoals vermeld houdt de voertuigprestatie een direct verband met de totale emissie in het studiegebied. Dit verband komt duidelijk naar voren in figuur 3 waarin de resultaten van de emissieberekening zijn weergegeven. Figuur 4 laat emissieresultaten zien maar dan relatief ten opzichte van de emissie in de autonome ontwikkeling 2020.

Een uitzondering op de relatie tot de voertuigprestatie en totale emissie is het jaar 1997. Door de hogere uitstoot per voertuig in 1997 ten opzichte van 2020 is, ondanks een lagere voertuigprestatie in 1997, de totale emissie in 1997 hoger dan in 2020.



Figuur 3 NO_x - en PM_{10} -emissies (ton/jaar) voor de verschillende situaties.



Figuur 4 Relatieve ontwikkeling NO_x - en PM_{10} -emissie (2020 autonoom = 100%).

De laagste emissies zijn berekend voor de alternatieven 'West' en 'Luik'. Samen met de twee Boortunnel varianten en de 'Oost 1' zijn dit de varianten waarin de emissies (licht) lager zijn dan in de autonome ontwikkeling.

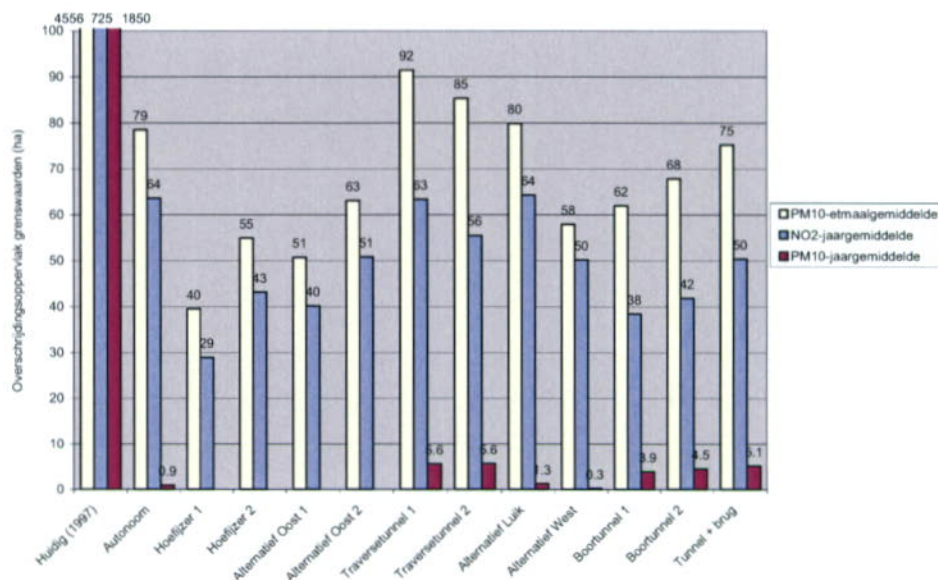
4. Resultaten concentratieberekeningen

De concentratieberekeningen zijn uitgevoerd op basis van het verkeer op het hoofdwegennet (zie figuur 1). De concentraties zijn berekend voor dwarsprofielen (set receptorpunten haaks op de weg met een onderlinge afstand van 10 meter) en een regelmatig grid van 25x25 meter. In paragraaf 4.1 worden eerst de resultaten van de gridberekeningen besproken. Bij de bespreking vindt onder andere een analyse plaats van het oppervlak waar overschrijding van de grenswaarden optreedt. Ook wordt het aantal woningen geïnventariseerd dat zich binnen de overschrijdingszone bevindt (paragraaf 4.3). Paragraaf 4.2. behandelt de resultaten van de concentratiedwarsprofielen, hierbij wordt onder meer de afstand tot waar overschrijding van de grenswaarde optreedt besproken.

4.1 Resultaten gridberekeningen

Op basis van de concentratie(grid)berekeningen (zie bijlage B) is voor de huidige situatie (1997), autonome ontwikkeling 2020) en de varianten het oppervlak binnen het studiegebied berekend, waar de concentraties hoger of gelijk zijn aan de NO₂- en PM₁₀-grenswaarden. Bij de berekening van het overschrijdingsoppervlak is door de berekeningsmethode (vanwege rekencapaciteit tot maximaal 1000 meter van de weg) geen onderscheid gemaakt naar het totale overschrijdingsoppervlak in het studiegebied en het overschrijdingsoppervlak buiten het weggebied. Het gerapporteerde overschrijdingsoppervlak betreft dus ook het overschrijdingsgebied op de weg zelf.

De concentratie(grid)berekening is uitgevoerd voor een oppervlak variërend van ca. 4500 hectare (1997) tot maximaal ruim 7000 hectare (westvariant). Het oppervlak waarvoor de concentraties zijn berekend varieert per variant omdat het oppervlak gekoppeld is aan het aantal wegvakken/de wegvaklengte. De resultaten van de overschrijdingsoppervlakken staan weergegeven in figuur 5.



Figuur 5 Overschrijdingsoppervlak in de verschillende varianten voor de jaargemiddelde NO₂- en PM₁₀-grenswaarde en de 24 uurgemiddelde PM₁₀-grenswaarde.

Uit figuur 5 blijkt dat grootste overschrijdingsgebieden in 2020 optreden bij de Traversetunnel 1 en 2 en het Alternatief Luik. Afhankelijk van de grenswaarde waar aan getoetst worden scoren deze alternatieven slechter dan de autonome ontwikkeling. Voor de overige alternatieven geldt dat deze beter scoren (= minder overschrijdingsoppervlak) dan bij autonome ontwikkeling. Voor elk van de doorge-rekende varianten geldt dat ten opzichte van de huidige situatie (1997) een aanzienlijke verbetering optreedt ten gevolge van technologische verbeteringen in ver-brandingsmotoren.

De variant met de kleinste overschrijdingsoppervlakken is Hoefijzer 1, gevolgd door het Alternatief Oost 1.

De NO₂-grenswaarde voor uurgemiddelde concentratie wordt enkel overschreden bij de Traversetunnel 1 (0,6 ha), Traveretunnel 2 (1,1 ha), Boortunnel 1 (0,8 ha), Boortunnel 2 (1,1 ha) en het Alternatief Traversetunnel/Maasbrug (1,1 ha). Deze overschrijding vindt alleen plaats nabij de tunnelmonden.

4.2 Resultaten concentratiedwarsprofielberekeningen

Naast concentratiegrids zijn ook dwarsprofielen berekend. Bij een dwarsprofiel wordt de concentratie als functie van de (loodrechte) afstand tot de wegas berekend. De receptorpunten hebben een onderlinge afstand van 10 meter. Per variant zijn 15 concentratiedwarsprofielen berekend. De resultaten van deze berekeningen

zijn in de vorm van figuren opgenomen in bijlage C. Het voordeel van concentratiedwarsprofielen is dat op een overzichtelijke manier de afstand tot waar overschrijding van de grenswaarden optreden inzichtelijk wordt. De geïnventariseerde overschrijdingsafstanden staan vermeld in tabellen 5, 6 en 7.

Tabel 5 Per dwarsprofiel en variant de afstand (m) tot de wegas waar de jaargemiddelde NO₂-grenswaarde wordt overschreden.

Dwarsprofiellocatie	Variant	NO ₂	
		Noord/West	Zuid/Oost
Akersteenweg	Huidig (1997)	110	80
J.F. Kennedysingel	Huidig (1997)	> 1000	130
	Traversetunnel 1	20	<10
	Traversetunnel 2	20	<10
Terblijtweg	Huidig (1997)	>1000	>1000
Viaductweg	Huidig (1997)	390	240
	Autonoom	20	<10
	Traversetunnel 1	20	<10
	Traversetunnel 2	20	<10
	Boortunnel 2	20	<10
	Alternatief Luik	20	<10
	Tunnel + Brug	20	<10
Sint Annadal	Huidig (1997)	300	40
A2 Kruisdonk-Geuselt	Huidig (1997)	300	510
	Autonoom	40	50
	Traversetunnel 1	60	80
	Traversetunnel 2	30	20
	Boortunnel 1	30	20
	Boortunnel 2	30	20
	Alternatief Luik	50	60
	Alternatief Oost 1	30	20
	Alternatief Oost 2	30	20
	Alternatief West	40	50
A2 Boulevard (Geuselt-Europaplein)	Huidig (1997)	240	800
	Autonoom	20	80
	Alternatief Luik	20	80
	Hoefijzer 1	<10	20
	Hoefijzer 2	<10	20
	Alternatief Oost 1	<10	30
	Alternatief Oost 2	<10	30
	Alternatief West	20	80

Dwarsprofiellocatie	Variant	NO ₂	
		Noord/West	Zuid/Oost
A2 Boulevard Europaplein - Oeslingerbaan	Huidig (1997)	190	380
	Autonoom	20	50
	Traversetunnel 1	20	50
	Traversetunnel 2	20	50
	Boortunnel 1	80	120
	Boortunnel 2	80	130
	Alternatief Luik	20	40
	Alternatief West	<10	20
	Tunnel +Brug	20	50
Randweg-Noord (oost in westalternatief)	Tunnel + Brug	<10	20
Randweg-Oost (noord)	Hoefijzer 2	50	<10
	Alternatief Oost 2	40	<10
Randweg-Oost (centraal wegvak 30b)	Hoefijzer 2	20	20
	Alternatief Oost 2	40	30
Randweg-Oost (centraal wegvak 30d)	Hoefijzer 2	<10	20
	Alternatief Oost 2	<10	20

- <10 m ligt tussen de wegas en de wegrand
- In de tabel zijn de overschrijdingsafstanden opgenomen die veroorzaakt worden door wegverkeer op betreffende wegvak. Overschrijding als gevolg van verkeer op omringende wegen zijn buiten beschouwing gelaten.

Voor de dwarsprofiellocaties die niet in de tabel zijn opgenomen (Verlengde Noorderbrug oost, Randweg-Noord (oost in hoefalternatief) en Randweg-West (noord)) geldt dat de jaargemiddelde NO₂-grenswaarde in geen van de varianten naast de wegrand wordt overschreden. Ook voor de varianten die niet bij een dwarsprofiel staan vermeld geldt dat bij die varianten geen overschrijding van de grenswaarde optreedt.

Tabel 6 Per dwarsprofiel en variant de afstand (m) tot de wegas waar de jaargemiddelde PM_{10} -grenswaarde wordt overschreden.

Dwarsprofiellocatie	Variant	PM ₁₀	
		Noord/West	Zuid/Oost
Akersteenweg	Huidig (1997)	510	420
J.F. Kennedysingel	Huidig (1997)	>1000	>1000
Terblijtweg	Huidig (1997)	>1000	>1000
Viaductweg	Huidig (1997)	>1000	>1000
Sint Annadal	Huidig (1997)	>1000	>1000
A2 Kruisdonk-Geuselt	Huidig (1997)	>1000	>1000
	Autonoom	20	<10
	Traversetunnel 1	20	<10
	Alternatief Luiks	20	<10
	Alternatief West	20	<10
A2 Boulevard (Geuselt-Europaplein)	Huidig (1997)	>1000	>1000
A2 Boulevard Europaplein - Oeslingerbaan	Huidig (1997)	900	690
	Boortunnel 1	70	70
	Boortunnel 2	70	80

- <10 m ligt tussen de wegas en de wegrand
- In de tabel zijn de overschrijdingsafstanden opgenomen die veroorzaakt worden door wegverkeer op betreffende wegvak. Overschrijding als gevolg van verkeer op omringende wegen zijn buiten beschouwing gelaten

Op de dwarsprofiellocaties Verlengde Noorderbrug Oost, Randweg-Noord (oost in hoefalternatief), Randweg-Noord (oost in westalternatief), Randweg-Oost (noord), Randweg-Oost (centraal wegvak 30b), Randweg-Oost (centraal wegvak 30d) en Randweg-West (noord) treedt, naast de weg, in geen van de varianten een overschrijding op van de jaargemiddelde PM_{10} -grenswaarde. Voor de varianten die niet bij een dwarsprofiel staan vermeld geldt dat bij die varianten geen overschrijding van de grenswaarde optreedt (naast de weg).

Tabel 7 Per dwarsprofiel en variant de afstand (m) tot de wegas waar de 24-uurgemiddelde PM_{10} -grenswaarde wordt overschreden.

Dwarsprofiellocatie	Variant	PM ₁₀	
		Noord/West	Zuid/Oost
Akersteenweg	Huidig (1997)	>1000	>1000
	Hoefijzer 2	20	-
	Alternatief Oost 2	20	-
J.F. Kennedysingel	Huidig (1997)	>1000	>1000
	autonoom	20	20
	Traversetunnel 1	30	20
	Traversetunnel 2	30	30
	Boortunnel 1	20	20
	Boortunnel 2	20	20
	Alternatief Luik	20	20
	Hoefijzer 1	20	20
	Hoefijzer 2	20	20
	Alternatief Oost 1	20	20
	Alternatief Oost2	20	20
	Alternatief West	20	20
	Tunnel + Brug	30	20
Terblijtweg	Huidig (1997)	>1000	>1000
Viaductweg	Huidig (1997)	>1000	>1000
	autonoom	40	20
	Traversetunnel 1	40	30
	Traversetunnel 2	40	20
	Boortunnel 1	20	<10
	Boortunnel 2	30	20
	Alternatief Luik	30	20
	Alternatief Oost 1	20	20
	Alternatief Oost2	20	20
	Alternatief West	20	20
	Tunnel + Brug	30	20
Verlengde Noorderbrug oost	Huidig (1997)	>1000	>1000
	Autonoom	20	20
	Traversetunnel 1	20	20
	Traversetunnel 2	20	20
	Boortunnel 1	20	<10
	Boortunnel 2	20	20
	Alternatief Luik	20	20
	Alternatief Oost 1	20	20
	Alternatief Oost 2	20	20

Dwarsprofiellocatie	Variant	PM ₁₀	
		Noord/West	Zuid/Oost
Sint Annadal	Huidig (1997)	>1000	>1000
	Autonoom	20	<10
	Traversetunnel 1	20	<10
	Traversetunnel 2	20	<10
	Boortunnel 1	20	<10
	Boortunnel 2	20	<10
	Alternatief Luik	20	<10
	Hoefijzer 1	20	<10
	Hoefijzer 2	20	<10
	Alternatief Oost 1	20	<10
A2 Kruisdonk-Geuselt	Alternatief Oost 2	20	<10
	Huidig (1997)	>1000	>1000
	Autonoom	50	50
	Korte tunneltraverse	50	50
	Lange tunneltraverse	50	40
	Boortunnel 1	40	30
	Boortunnel 2	50	30
	Alternatief Luik	50	50
	Alternatief Oost 1	30	20
	Alternatief Oost 2	30	20
A2 Boulevard (Geuselt-Europaplein)	Alternatief West	50	40
	Tunnel + Brug	20	<10
	Huidig (1997)	>1000	>1000
	Autonoom	30	50
	Alternatief Luik	30	50
	Alternatief Oost 1	<10	20
A2 Boulevard Europaplein - Oeslingerbaan	Alternatief Oost 2	<10	20
	Alternatief West	30	50
	Huidig (1997)	>1000	>1000
	Autonoom	30	30
	Korte tunneltraverse	30	40
	Lange tunneltraverse	30	40
	Boortunnel 1	50	50
	Boortunnel 2	50	50
Randweg-Noord (oost in westalternatief)	Luikse variant	30	30
	Alternatief West	<10	20
	Tunnel +Brug	30	40

Dwarsprofiellocatie	Variant	PM ₁₀	
		Noord/West	Zuid/Oost
Randweg-Oost (noord)	Hoefijzer 2	40	20
	Alternatief Oost 2	30	<10
Randweg-Oost (centraal weg-vak 30b)	Hoefijzer 2	30	30
	Alternatief Oost 2	30	20

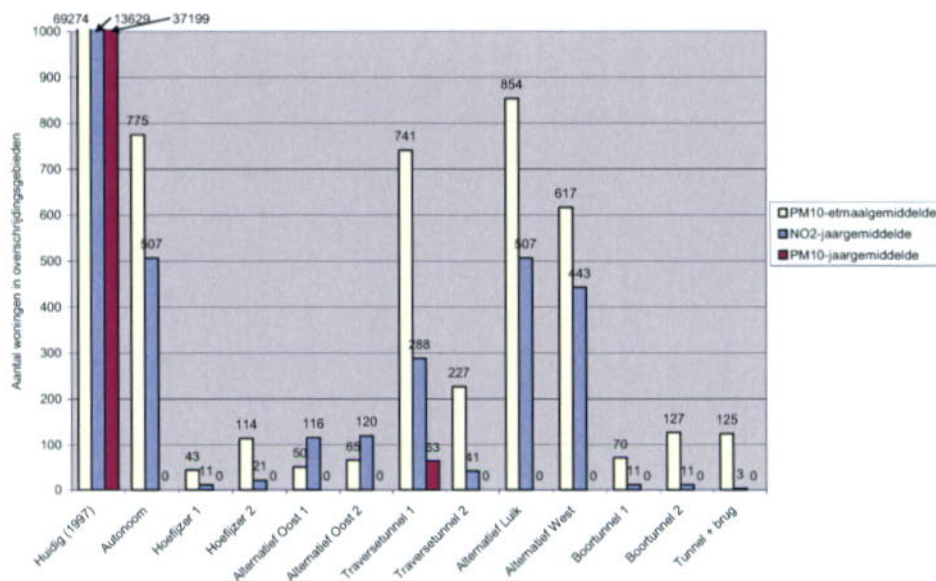
- <10 m ligt tussen de wegas en de wegrand

Op basis van de bovenstaande tabellen kan geconcludeerd worden dat de grootste problemen met betrekking tot overschrijding van de grenswaarden zich voordoen bij de dwarsprofielen 'A2 Kruisdonk-Geuselt', 'A2 Boulevard (Geuselt-Europaplein)' en 'A2 Boulevard Europaplein-Oeslingerbaan'. Van de onderzochte varianten scoren Alternatief Travesetunnel 1, Alternatief Luik en beide Boortunnels ter hoogte van de genoemde dwarsprofiellocaties minder gunstig dan de autonome ontwikkeling of de andere varianten.

Aan de hand van de tabellen kan niet eenduidig worden vastgesteld dat de varianten in alle situaties leiden tot een verbetering van de luchtkwaliteit.

4.3 Inventarisatie woningen in overschrijdingsgebied

Door de resultaten van de concentratie(grid)berekeningen te combineren met de door de opdrachtgever geleverde digitale bestand met daarin de ligging van de woningen in het studiegebied, is het aantal woningen geïnventariseerd dat zich bevindt in overschrijdingsgebieden. Met overschrijdingsgebied wordt het gebied bedoeld waar de concentratieniveau's hoger zijn dan de grenswaarde. Het resultaat van de inventarisatie staat weergegeven in figuur 6.



Figuur 6 Aantal woningen in gebieden waar de NO_2 - of PM_{10} -grenswaarden worden overschreden.

Figuur 6 laat zien dat de meeste woningen worden blootgesteld aan te hoge concentraties in het Alternatief Luik, het Alternatief West en de Traversetunnel 1 variant. Ten opzichte van de autonome ontwikkeling scoort alleen Luikse variant slechter. De alternatieven met het minste aantal woningen in overschrijdingsgebied zijn de Hoefijzer 1 en het Boortunnel 1 alternatief.

4.4 Nauwkeurigheid

Het RIVM gaat uit van een onzekerheid in de achtergrondconcentratie van ongeveer 25%. De onzekerheid in de met het TNO verspreidingsmodel berekende waarden is voor NO_2 ca. 30%. Als gevolg hiervan is de totale onzekerheid in de berekende NO_2 -concentraties de wortel uit de kwadratische som van 25% van de achtergrond en 30% van de berekende bijdrage van de weg. De onzekerheid in de waarden voor de emissiefactoren binnen de referentieraming is moeilijk te schatten maar is zeker niet te verwaarlozen. Evenzo moet rekening gehouden worden met onzekerheden in de verkeersintensiteit en andere relevante parameters. De nauwkeurigheid van de overschrijdingsafstanden en de daarmee gerelateerde statistische gegevens is wegens (a) het vrij vlakke verloop van de concentraties van NO_2 en PM_{10} en (b) het niet meenemen van alle detailinformatie, zoals geluidsschermen en hoogte van de wegligging, beperkt. Wanneer gevonden overschrijdingen aanleiding zijn tot ingrijpende en/of kostbare beslissingen, is aan te bevelen voor de desbetreffende locaties meer gedetailleerd onderzoek te doen door bijvoorbeeld detailinformatie in de berekeningen mee te nemen. Ook het uitvoeren van metingen en/of

windtunnelsimulaties behoort tot de mogelijkheden. Zie voor een nadere uitleg aangaande nauwkeurigheid en onzekerheden, hoofdstuk 5.

5. Nauwkeurigheid en kennishiaten

In dit hoofdstuk wordt aandacht besteed aan de onzekerheden in de berekeningen met het TNO-verspreidingsmodel voor wegverkeeremissies.

De onzekerheden in de resultaten berekend met het TNO-verkeersmodel voor verkeeremissies worden veroorzaakt door de onzekerheden in de benodigde invoergegevens en door het model zelf. Onzekerheden die het gevolg zijn van de onzekerheden in de prognoses, in met name de verkeersintensiteiten, emissiefactoren en achtergrondconcentraties in de toekomst, werken vooral via de invoergegevens door in de onzekerheid van de berekende eindresultaten.

5.1 Onzekerheden door invoergegevens

Onderstaande invoergegevens, nodig voor berekeningen met het TNO-verspreidingsmodel voor wegverkeeremissies, zijn bronnen van onzekerheden:

- achtergrondconcentraties
- emissiefactoren
- verkeersintensiteiten
- meteorologische gegevens
- omgevingskenmerken.

- Achtergrondconcentraties

De onzekerheid in de (achtergrond)concentraties en de ontwikkeling ervan in de toekomst is in absolute zin groter zijn dan de onzekerheid in de berekende concentratiebijdrage door het verkeer. Het RIVM schat in dat de voor de toekomst berekende concentratie maximaal 25% zal afwijken van de werkelijke situatie. In verband dient hiermee bij toetsing van de berekende totale concentraties aan grenswaarden de nodige voorzichtigheid in de conclusies te worden betracht; zie ook hieronder.

- Emissiefactoren

De emissiefactoren, dat wil zeggen de emissies per voertuig per afgelegde kilometer, zijn gebaseerd op het gehele Nederlandse wagenpark, en op de gemiddelde rij snelheden per wegvak. De emissiefactoren zijn gebaseerd op meetgegevens uit rollenbankproeven in laboratoria. De nauwkeurigheid is afhankelijk van de stof. Voor NO_x zijn de emissiefactoren redelijk goed bekend. De vertaling van de standaard-rijpatronen naar het werkelijke rijgedrag op de te onderzoeken weg brengt echter onzekerheden met zich mee, bijvoorbeeld bij stagnerend verkeer. Stagnerend verkeer, niet doorstromend verkeer met een gemiddelde snelheid lager dan 75 km/uur en een grote dynamiek (start/stop), leidt tot hogere emissies en is afhankelijk van de geëmitteerde stof en voertuigcategorie. De feitelijk in de toekomst op-

tredende emissies worden in een belangrijke mate door de (voorgenomen) Europese emissieregelgeving bepaald.

- Verkeersintensiteiten

De verkeersbijdrage aan de luchtkwaliteit is recht evenredig gekoppeld aan de verkeersintensiteiten. Een onderschatting van de intensiteiten zal leiden tot een onderschatting van de luchtkwaliteitsproblematiek, en andersom. De onzekerheid in de verkeersintensiteiten werkt niet in dezelfde mate door in de totale luchtkwaliteit daar de verkeersbijdrage maar een (veelal) beperkt deel is van de totale luchtkwaliteit.

- Meteorologische gegevens

Lange-termijn gemiddelde meteorologische gegevens (windrichting, windsnelheid en atmosferische stabiliteit) zijn gebruikt als beste schatting van de toekomstige meteo-omstandigheden. De berekende concentraties geven dus de resultaten weer van een gemiddeld te verwachten jaar. Als gevolg van de variabiliteit in de jaargemiddelde windsnelheid zullen de werkelijke concentraties soms hoger zijn dan de berekende concentraties en in een aantal jaren juist weer lager.

Uit statistische analyse van concentratiemeetresultaten van wegverkeerssituaties is gebleken dat een meerjaarsgemiddelde van NO₂ en het gemiddelde van de afzonderlijke jaren ongeveer 3 µg/m³ kunnen verschillen.

- Omgevingskenmerken

De vertaling van de omgevingskenmerken vindt plaats aan de hand van een (gemiddelde) ruwheidsparemeter z_0 per wegvak. Dit houdt in dat bebouwing en dergelijke niet apart wordt gemodelleerd maar dat de invloed hiervan in de ruwheidsparemeter is verdisconteerd.

5.2 Onzekerheden in het verspreidingsmodel

Het TNO-verspreidingsmodel voor wegverkeeremissies is gebaseerd op het Gausische pluimmodel, dat voor lage bronnen het meest betrouwbaar is. Door de ruimtelijke uitgestrektheid van wegen is bovendien de gevoeligheid voor onzekerheden in de windrichting kleiner dan voor puntbronnen. Obstakels kunnen de verspreiding echter in belangrijke mate beïnvloeden. Modelonzekerheden treden voor verkeeremissies op als gevolg van de toegepaste schematisering in lijnbronnen. Hierdoor wordt geen rekening gehouden met details op kleine ruimtelijke schaal. Een parameter in het TNO-verspreidingsmodel voor wegverkeeremissies die gekozen is op basis van beperkt voorhanden zijnde gegevens is de parameter σ_{z0} , die de initiële turbulentie, veroorzaakt door het verkeer zelf, beschrijft. Deze parameter is een simpele benadering van een uiterst complex proces: vrachtwagens hebben een andere invloed dan gestroomlijnde passagiersauto's, en bij druk verkeer kunnen verschillende voertuigen gezamenlijk extra menging veroorzaken.

De onzekerheid in de met het TNO-verspreidingsmodel voor wegverkeeremissies berekende waarden (bijdragen) is voor NO_2 normaliter circa 20-30%. Als gevolg hiervan is de totale onzekerheid in de berekende NO_2 -concentraties naar verwachting maximaal de wortel uit de kwadratische som van 25% van de achtergrond en 30% van de berekende bijdrage van de weg. In geval van de berekende luchtkwaliteit op korte afstand van schermen of wallen moet er van uitgegaan worden dat de onzekerheid in de berekening nog groter is. Er zijn slechts beperkt validatiemetingen aan wallen en schermen beschikbaar. De onzekerheid in de berekende bijdrage kan voor NO_2 mogelijk oplopen tot circa 30-50%.

6. Conclusies

Vervoerprestaties en emissies

- De voertuigprestatie neemt in de periode 1997-2020 toe met ca 40%.
- De voertuigprestatie (verreden voertuigkilometers) heeft een direct verband met de totale emissie in het studiegebied. Ten opzichte van de autonome situatie neemt met uitzondering van het alternatief Luik de voertuigprestatie licht toe. Deze toename wordt bij sommige alternatieven veroorzaakt door toename van wegvaklengte (beide Hoefijzer alternatieven, Oost 1 en Oost 2 en het alternatief West). De toename bij de andere alternatieven wordt veroorzaakt door verkeer aantrekkende werking van het hoofdwegenet vanwege betere doorstroming.
- Uitzondering op de relatie tussen de voertuigprestatie en totale emissie is het jaar 1997. Door de hogere uitstoot per voertuig ten opzichte van 2020 is, ondanks een lagere voertuigprestatie in 1997, de totale emissie in 1997 hoger dan in 2020.
- De laagste emissies zijn berekend voor de alternatieven 'West' en 'Luik'. Samen met de twee boortunnel-varianten en de 'Oostelijke variant 1' zijn dit de varianten waarin de emissies (licht) lager zijn dan in de autonome ontwikkeling. Opvallend is dat de westelijke omleiding variant gunstiger scoort dan bij de autonome ontwikkeling. De reden voor deze gunstige score is dat het aandeel vrachtverkeer in de totale voertuigprestatie aanzienlijk kleiner is dan bij autonome ontwikkeling.

Overschrijdingsoppervlakken

- De grootste overschrijdingsgebieden in 2020 treden op bij de Traversetunnel 1 en Traversetunnel 2 gevolgd door het Alternatief Luik. Afhankelijk van de grenswaarde waaraan getoetst wordt scoren deze alternatieven slechter dan de autonome ontwikkeling. Voor de overige alternatieven geldt dat deze beter scoren dan bij autonome ontwikkeling.
- De NO₂-grenswaarde voor uurgemiddelde concentratie wordt enkel overschreden bij de beide Traversetunnels, de Boortunnels en de Traversetunnel/Maasbrug variant en dan alleen nabij de tunnelmonden. De overschrijdingsoppervlakken variëren per alternatief van 0,6 tot 1,1 hectare, afhankelijk van de lengte van de tunnel.
- De variant met het kleinste overschrijdingsoppervlak is Alternatief Hoefijzer 1, gevolgd door de Alternatief Oost 1.
- Voor alle doorgerekende alternatieven geldt dat ten opzichte van de huidige situatie (1997) een aanzienlijke verbetering optreedt ten gevolge van technologische verbeteringen in verbrandingsmotoren.

Overschrijdingsafstanden

- Op basis van de dwarsprofielberekeningen kan geconcludeerd worden dat de grootste problemen met betrekking tot overschrijding van de grenswaarden

zich voordoen bij de dwarsprofielen 'A2 Kruisdonk-Geuselt', 'A2 Boulevard (Geuselt-Europaplein)' en 'A2 Boulevard Europaplein – Oeslingerbaan'.

- Van de onderzochte varianten scoren Alternatief Travesetunnel 1, Alternatief Luiks en beide Boortunnels ter hoogte van de genoemde dwarsprofiellocaties minder gunstig dan de autonome ontwikkeling of de andere varianten.
- De alternatieven met de kleinste overschrijdingsafstanden zijn Alternatief Hoefijzer 1, gevolgd door de Alternatief Oost 1.

Inventarisatie woningen in het overschrijdingsgebied.

- De meeste woningen worden blootgesteld aan te hoge concentraties bij het Alternatief Luiks, het Alternatief West en de Tunneltraverse 1.
- Ten opzichte van de autonome ontwikkeling scoort alleen de Luikse variant slechter. De alternatieven met het minste aantal woningen in overschrijdingsgebied zijn de Hoefijzer 1 en de Boortunnel 1 alternatief.

Schermen of wallen evenals verhoogde of verdiepte wegligging van wegen heeft invloed op de verspreiding van luchtverontreinigende stoffen. Deze gedetailleerde gegevens zijn in deze fase van het onderzoek buiten beschouwing gelaten. Wanneer een van de alternatieven gerealiseerd zou worden en de bij dit onderzoek gevonden overschrijdingen aanleiding zijn tot ingrijpende en/of kostbare beslissingen, is aan te bevelen voor de desbetreffende locaties meer gedetailleerd onderzoek te doen door deze detailinformatie in de berekeningen mee te nemen. Ook het uitvoeren van metingen en/of windtunnelsimulaties behoort tot de mogelijkheden.

7. Referenties

- [1] Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Besluit luchtkwaliteit, Staatsblad 2001 269.
- [2] RIVM, On the health risk of ambient PM in the Netherlands (Executive summary), RIVM-rapport, October 2002.
- [3] Teeuwisse, S.D., "CAR II: Aanpassing van CAR aan de nieuwe Europese richtlijnen", TNO Rapportnummer 2003/119, juli 2003.
- [4] TNO-MT, Handleiding Pluimplus-programmapakket, versie 1.2, 2e druk, Delft, 1989.

8. Verantwoording

Naam en adres van de opdrachtgever:

Oranjewoud B.V.
Ingenieurbureau
Postbus 40 4900 AA
Oosterhout

Namen van de projectmedewerkers:

S.D. Teeuwisse	Projectleider
H.L.M. Verhagen	Projectmedewerker

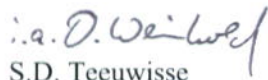
Namen van instellingen waaraan een deel van het onderzoek is uitbesteed:

Datum waarop, of tijdsbestek waarin, het onderzoek heeft plaatsgehad:

Mei – september 2005

Ondertekening:

Goedgekeurd door:


S.D. Teeuwisse
projectleider


M.P. Keuken
afdelingshoofd

Bijlage A ligging wegvakken per alternatief



Figuur A.1. Huidig (1997)



Figuur A.2. Autonoom



Figuur A.3. Hoefijzer 1



Figuur A.4. Hoefijzer 2



Figuur A.5. Alternatief Oost 1



Figuur A.6. Alternatief Oost 2



Figuur A.7. Traversetunnel 1



Figuur A.8. Traversetunnel 2



Figuur A.9. Alternatief Luiks



Figuur A.10. Alternatief West



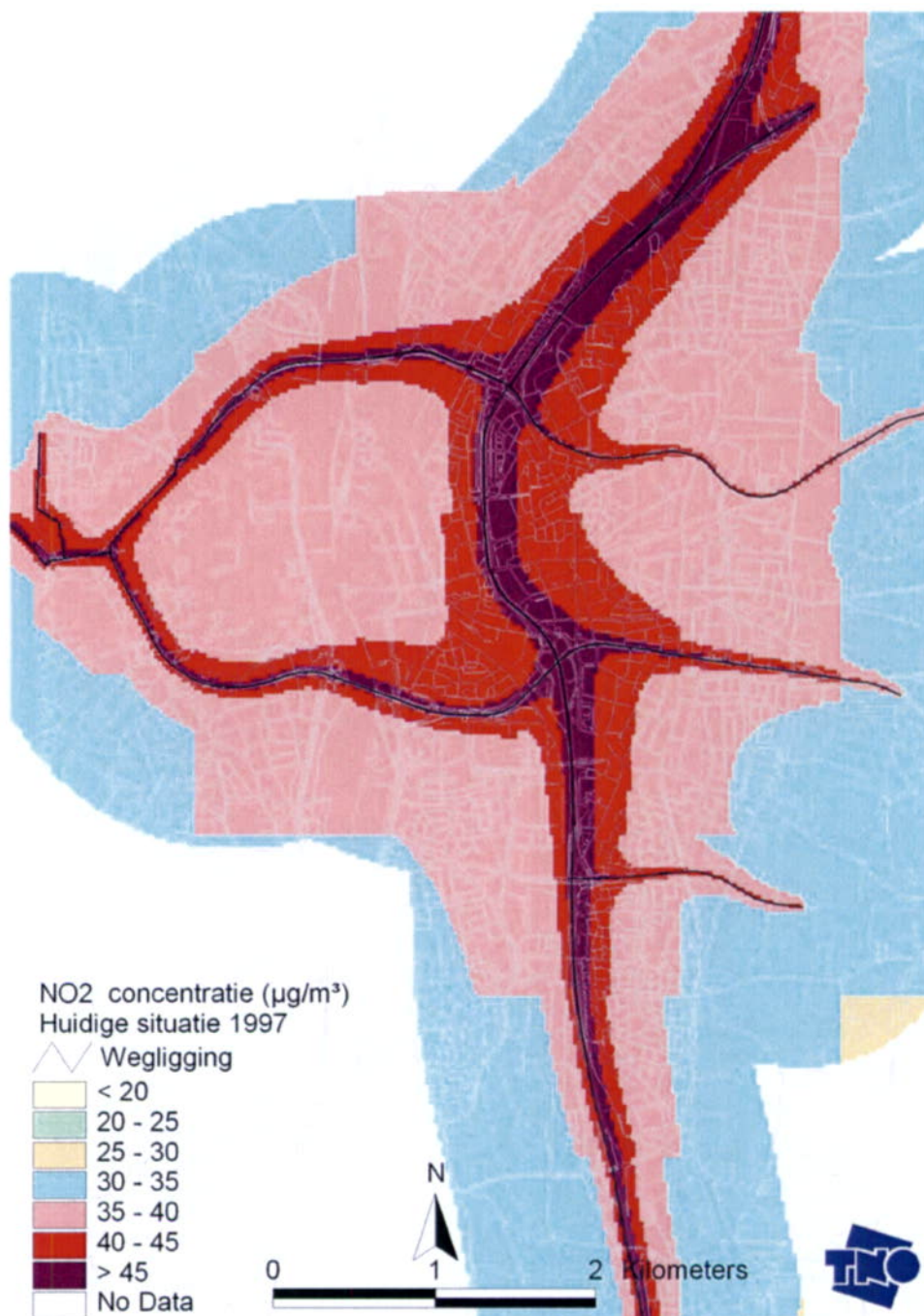
Figuur A.11. Boortunnel 1



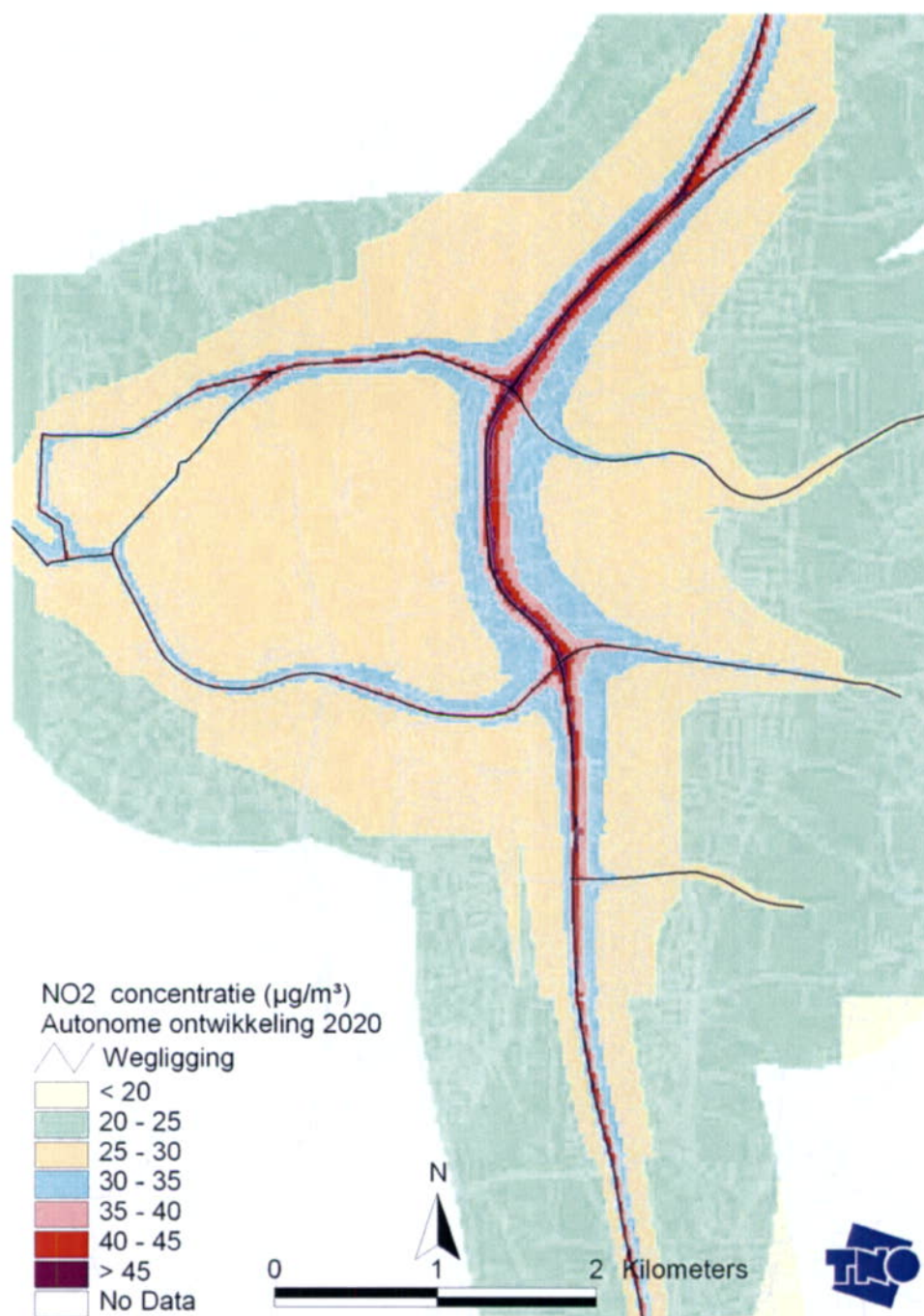
Figuur A.12. Boortunnel 2



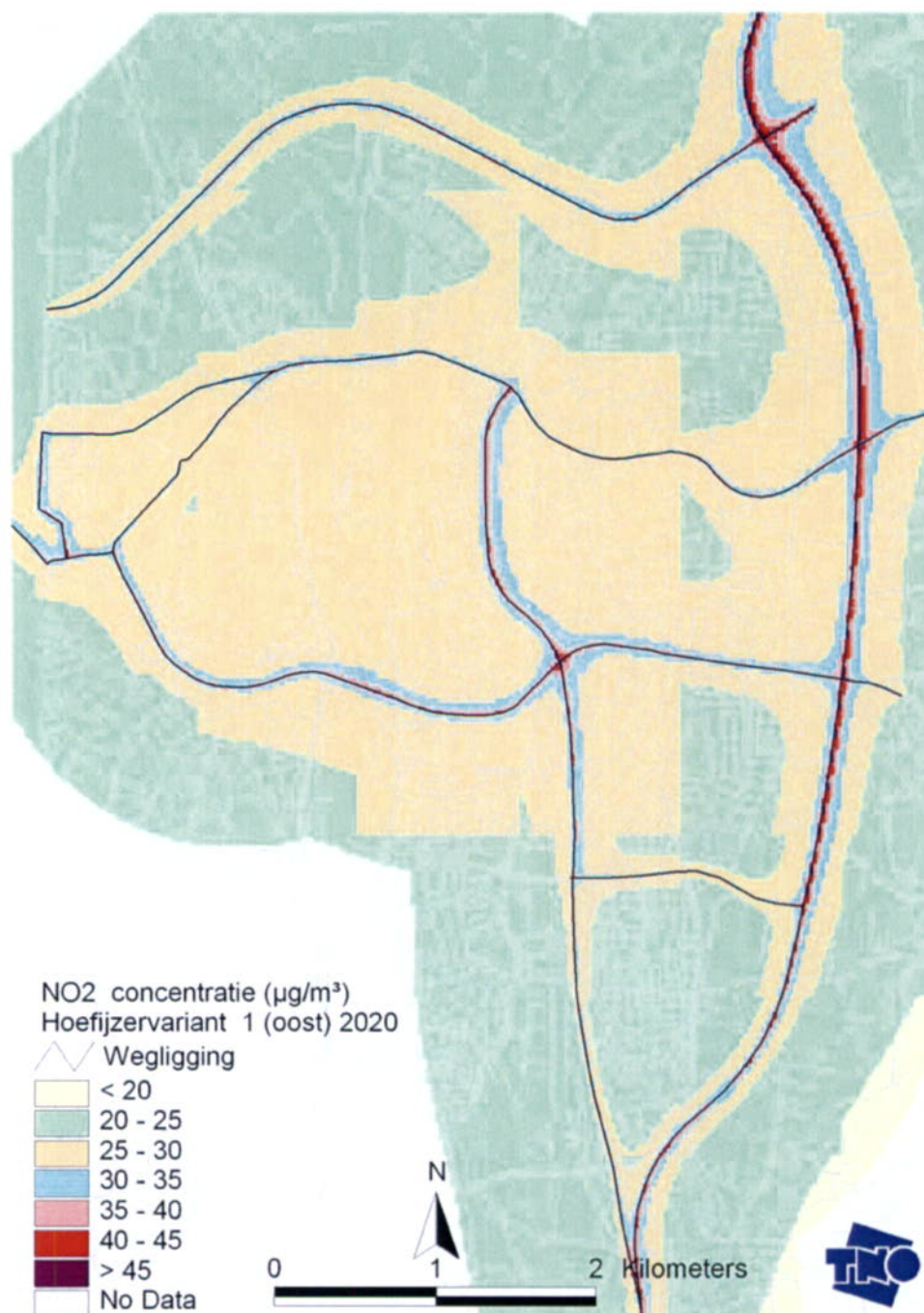
Figuur A.13. Tunnel + Brug

Bijlage B Resultaten contourberekeningen

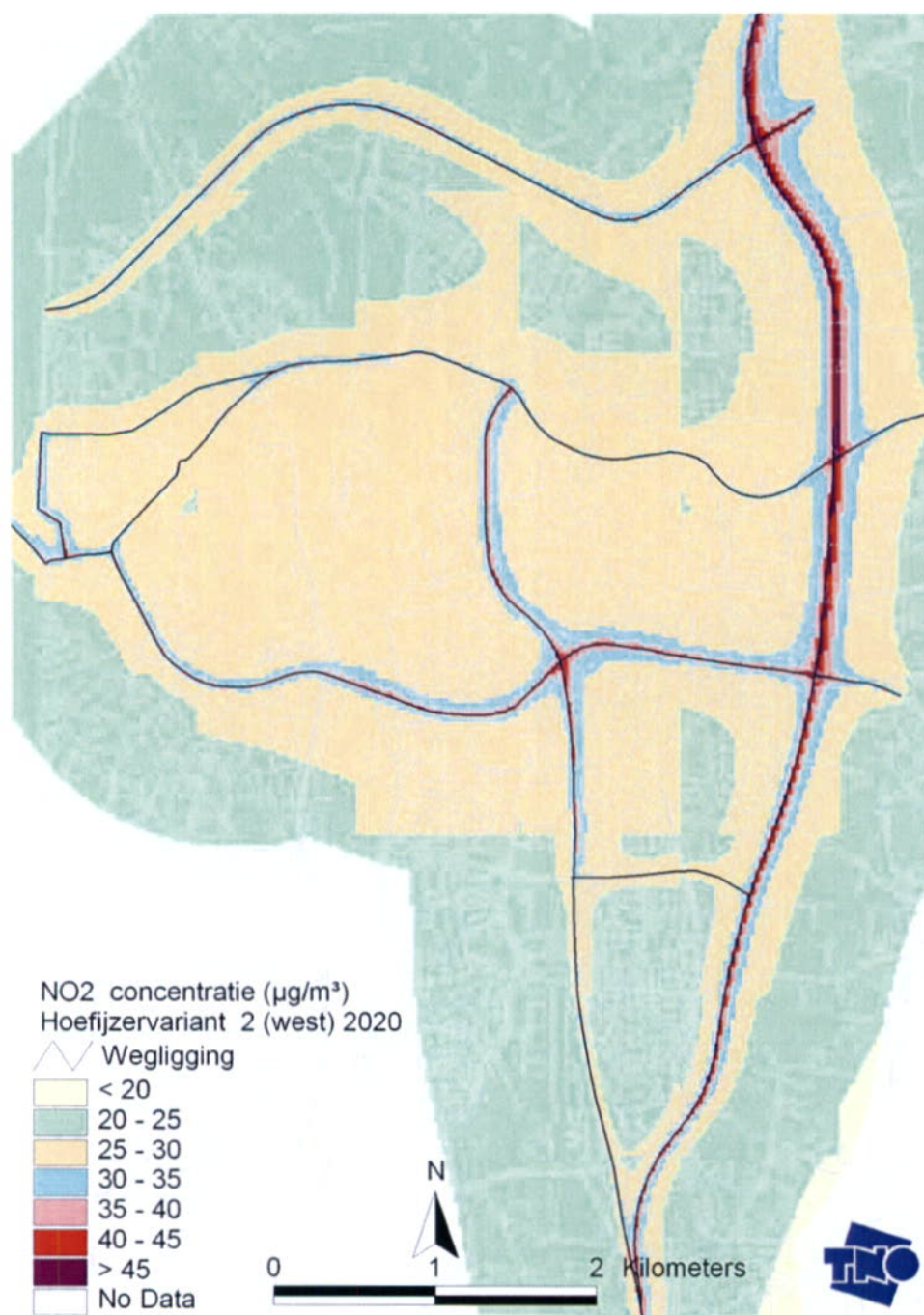
Figuur B.1. Jaargemiddelde NO₂-concentratie in de huidige situatie (1997).



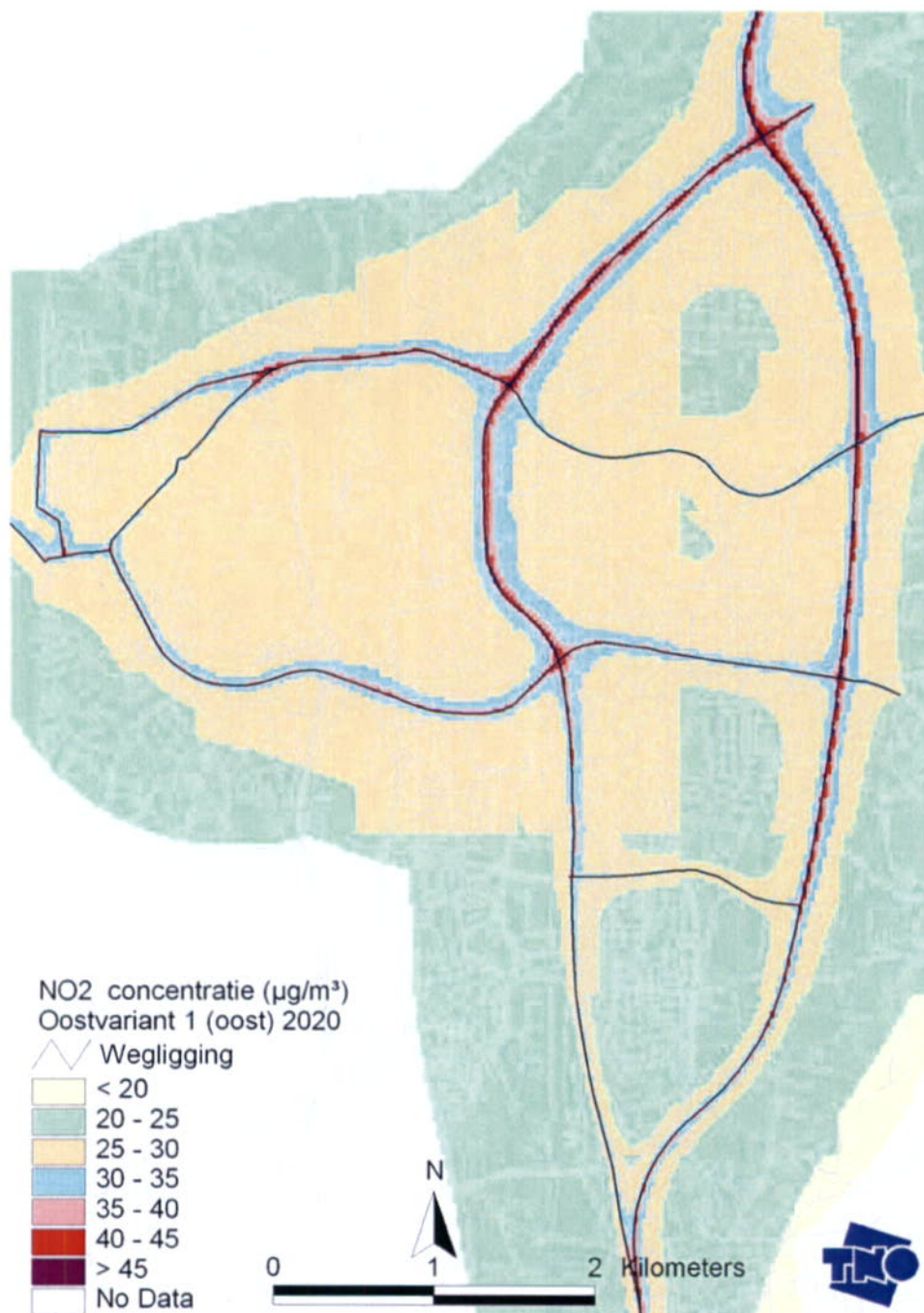
Figuur B.2. Jaargemiddelde NO₂-concentratie in Autonome situatie 2020.



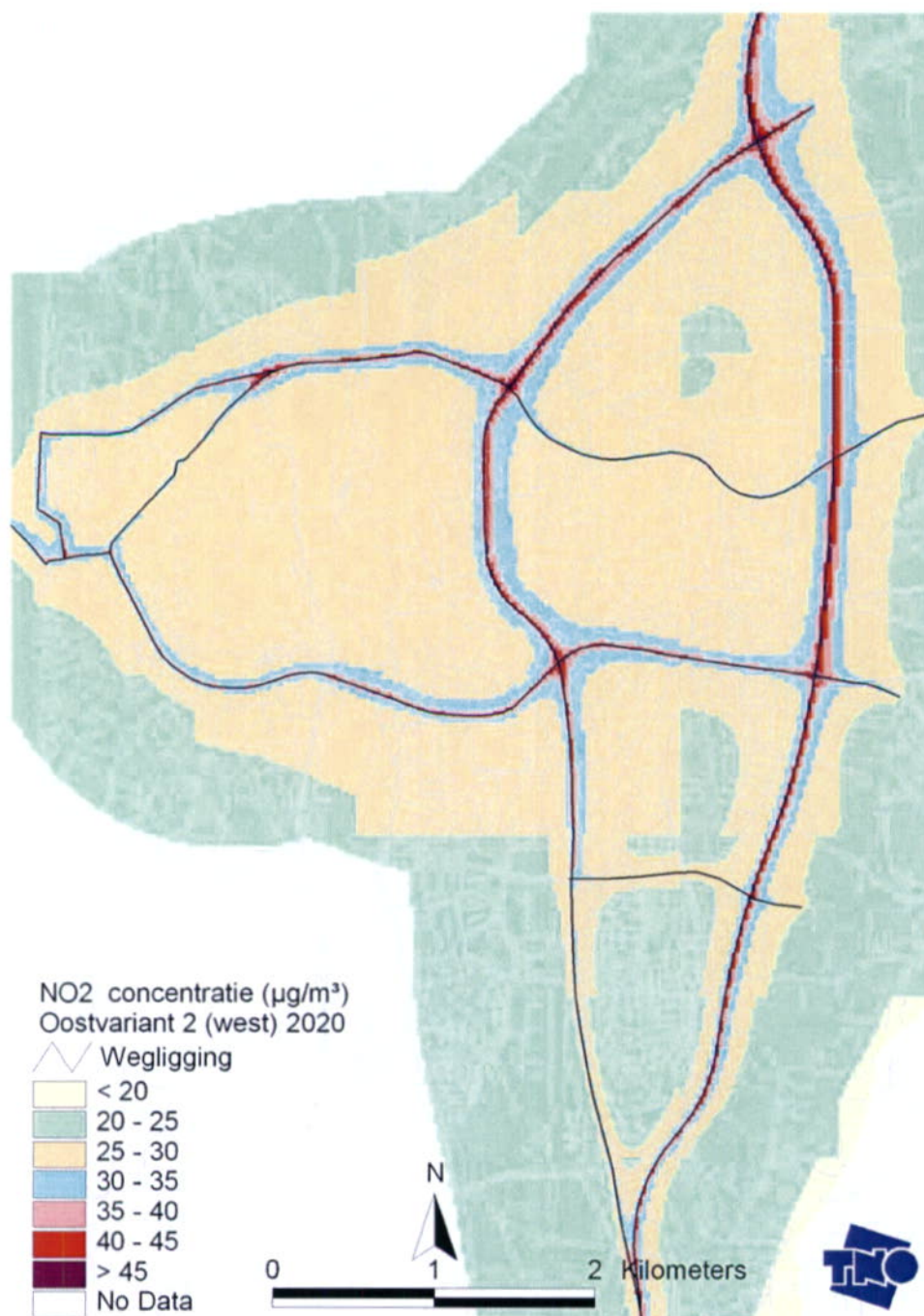
Figuur B.3. Jaargemiddelde NO_2 -concentratie in Alternatief Hoefijzer1 2020.



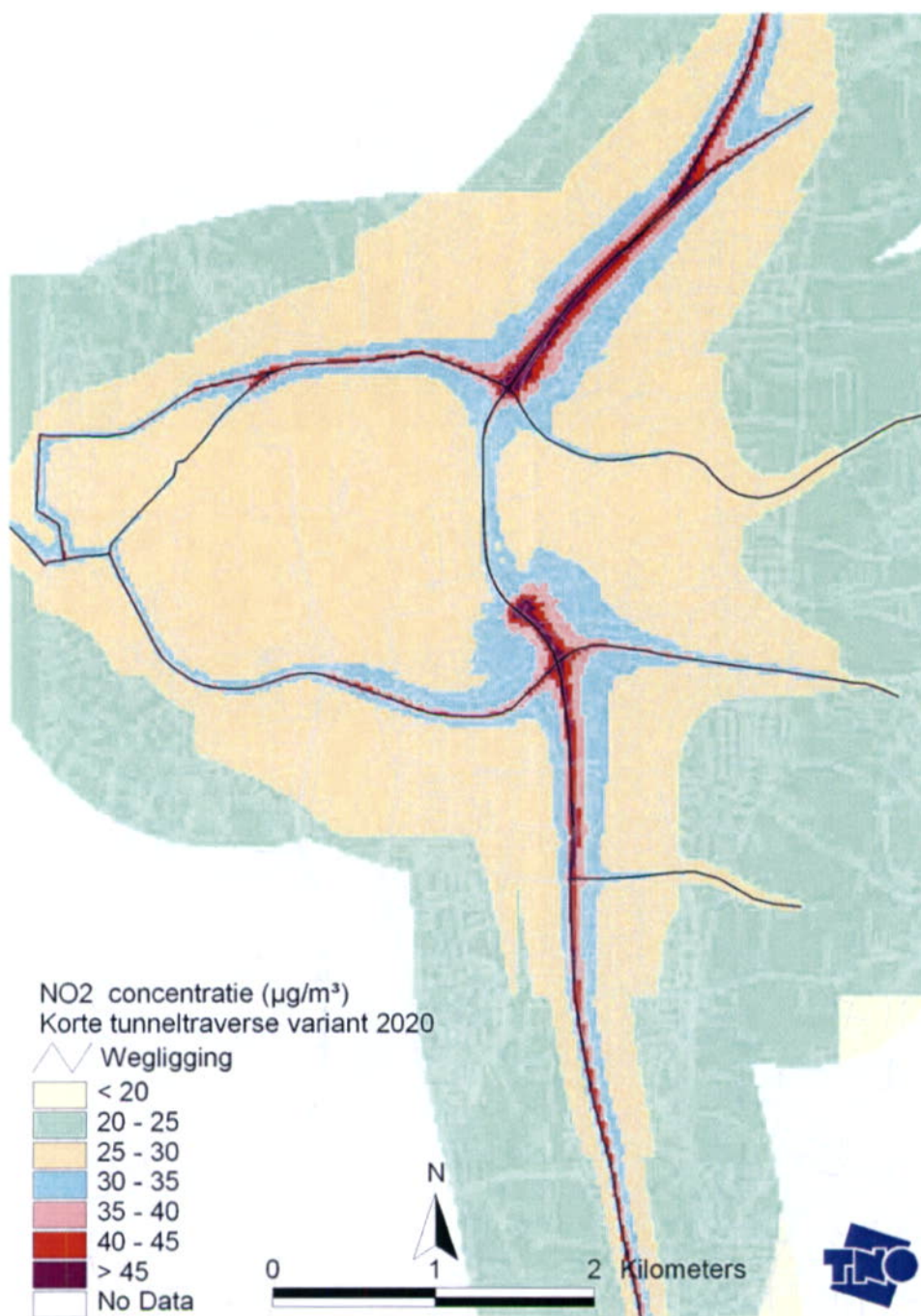
Figuur B.4. Jaargemiddelde NO₂-concentratie in Alternatief Hoefijzer 2 2020.



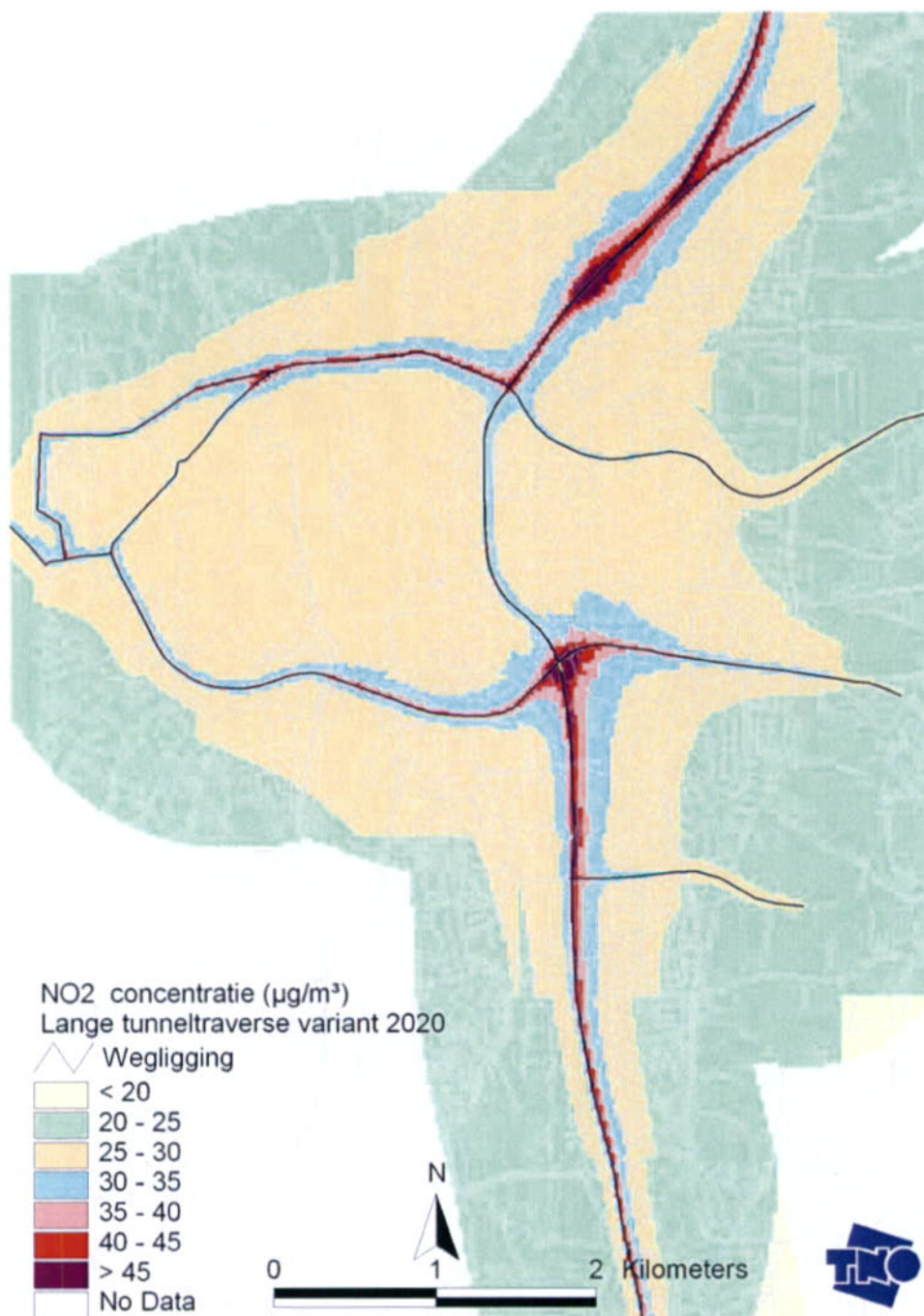
Figuur B.5. Jaargemiddelde NO_2 -concentratie in Alternatief Oost 1 2020.



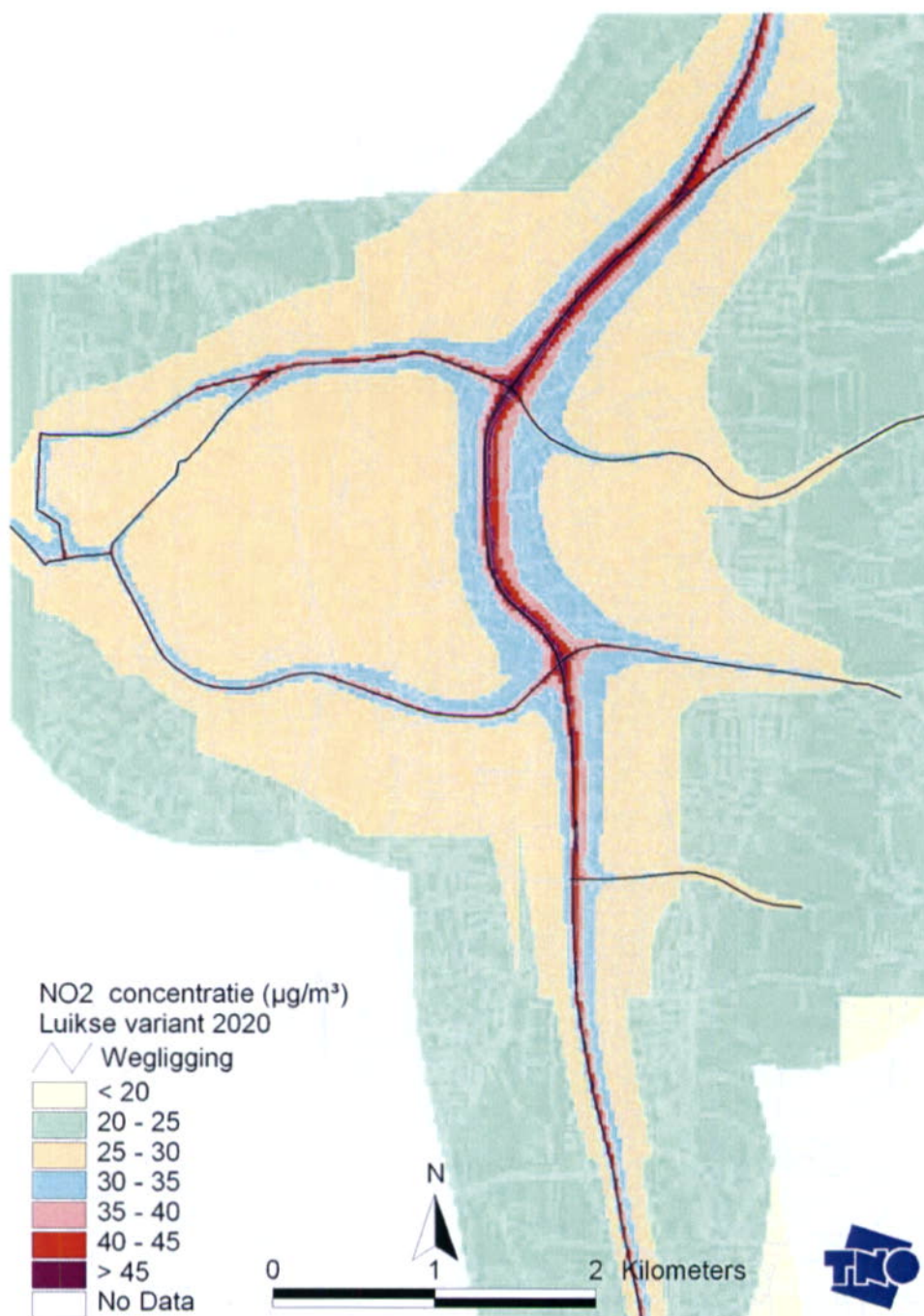
Figuur B.6. Jaargemiddelde NO_2 -concentratie in Alternatief Oost 2 2020.



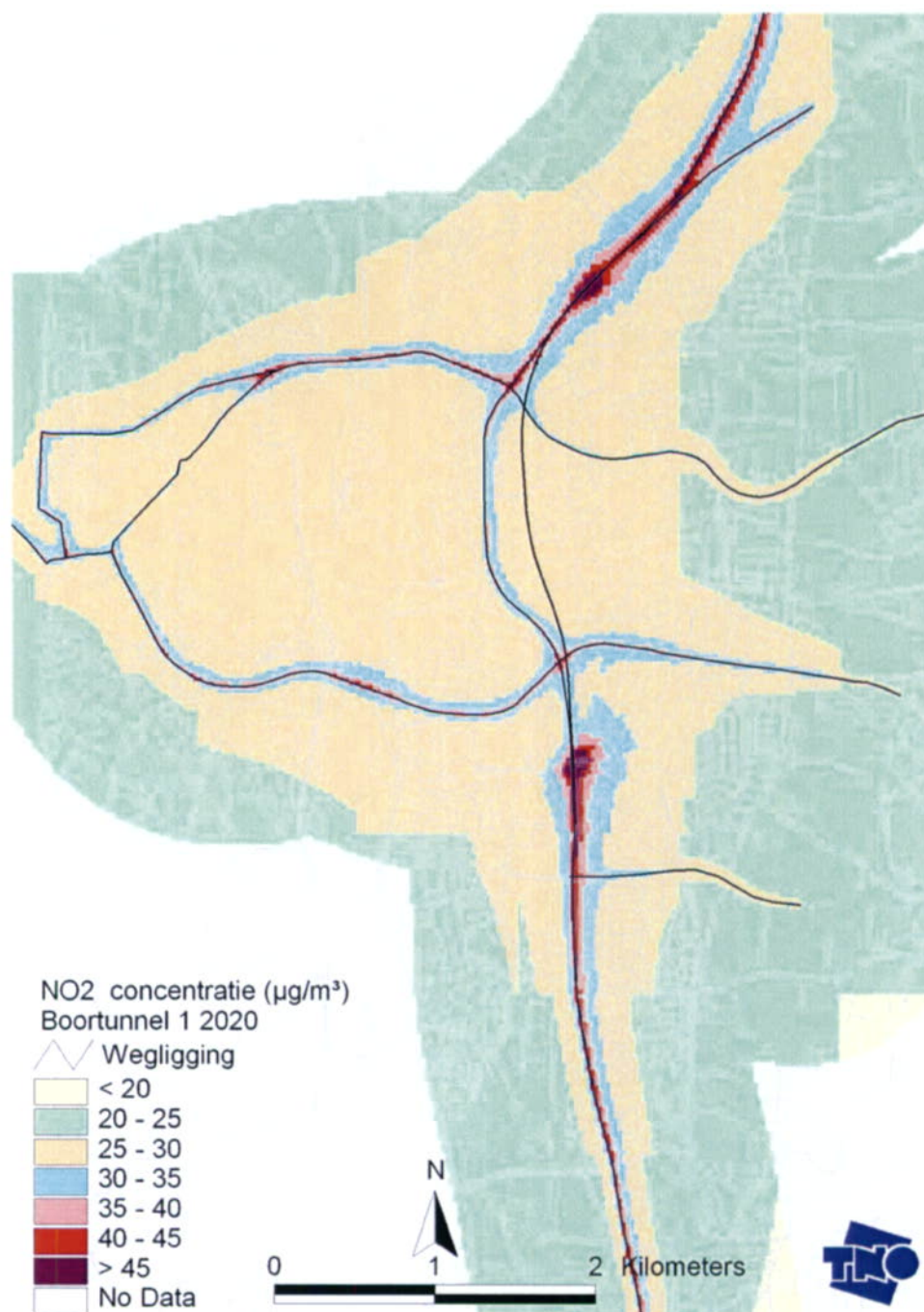
Figuur B.7. Jaargemiddelde NO₂-concentratie in Traversetunnel 1 2020.



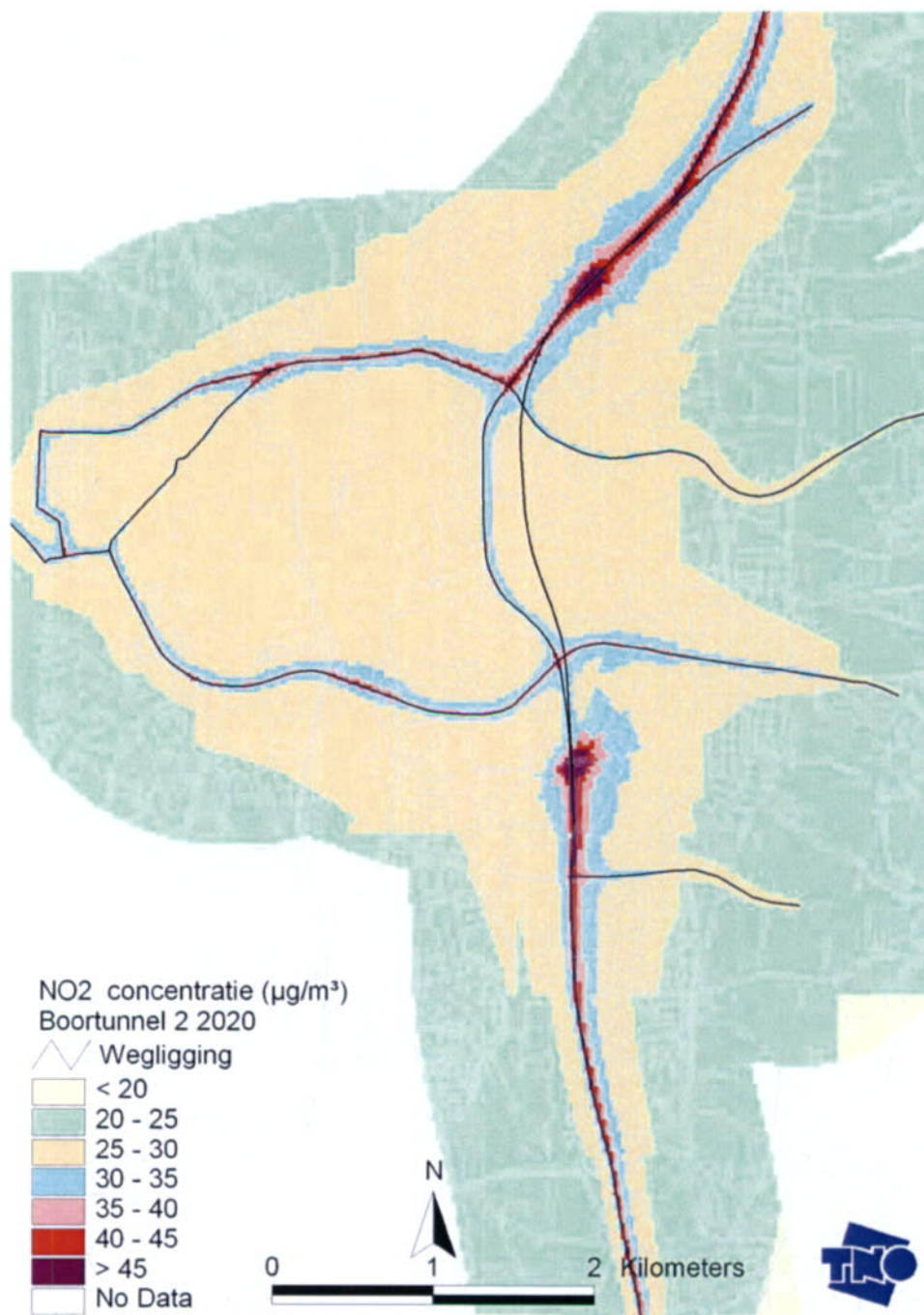
Figuur B.8. Jaargemiddelde NO₂-concentratie in Traversetunnel 2 2020.



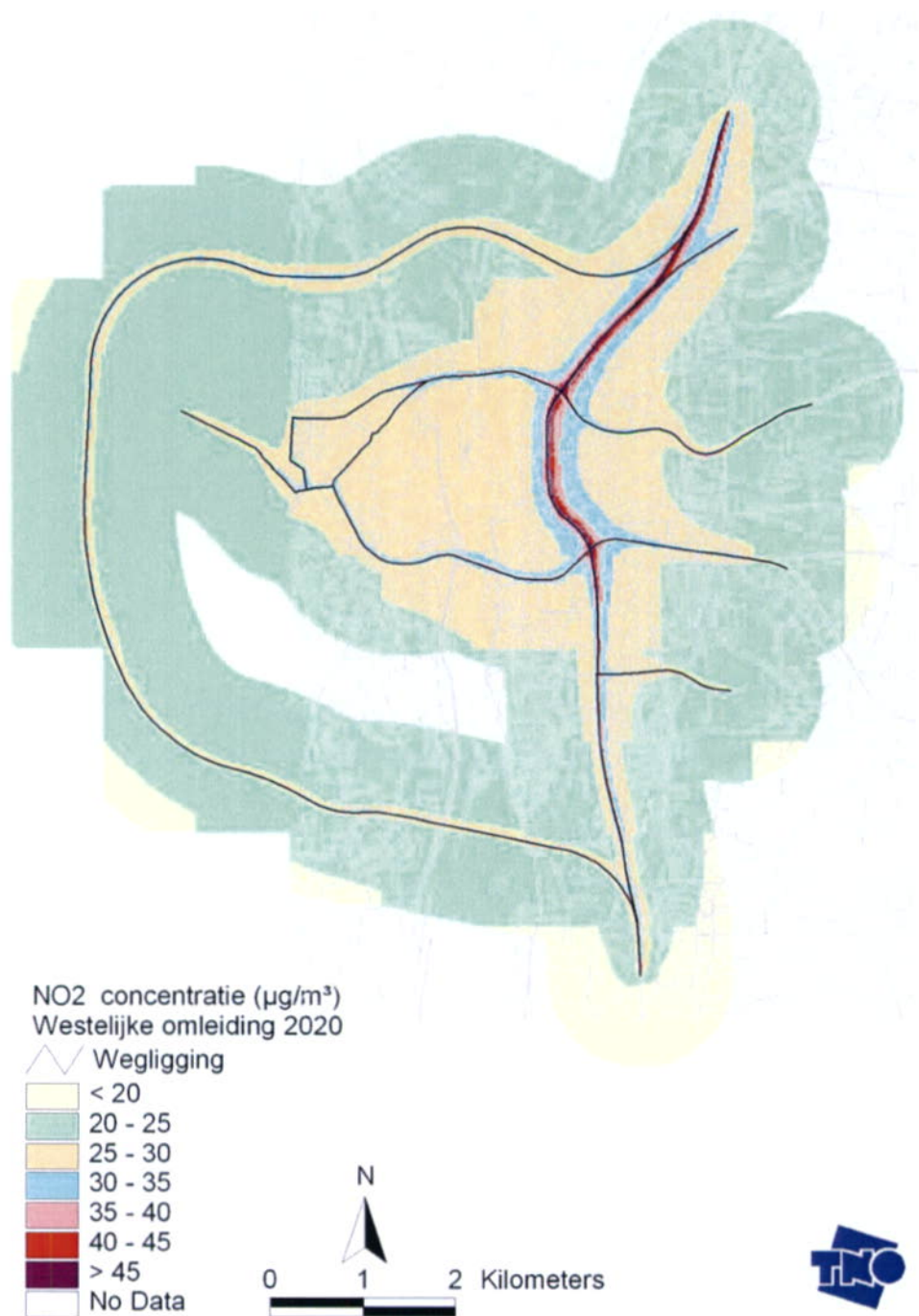
Figuur B.9. Jaargemiddelde NO_2 -concentratie in Alternatief Luik 2020.



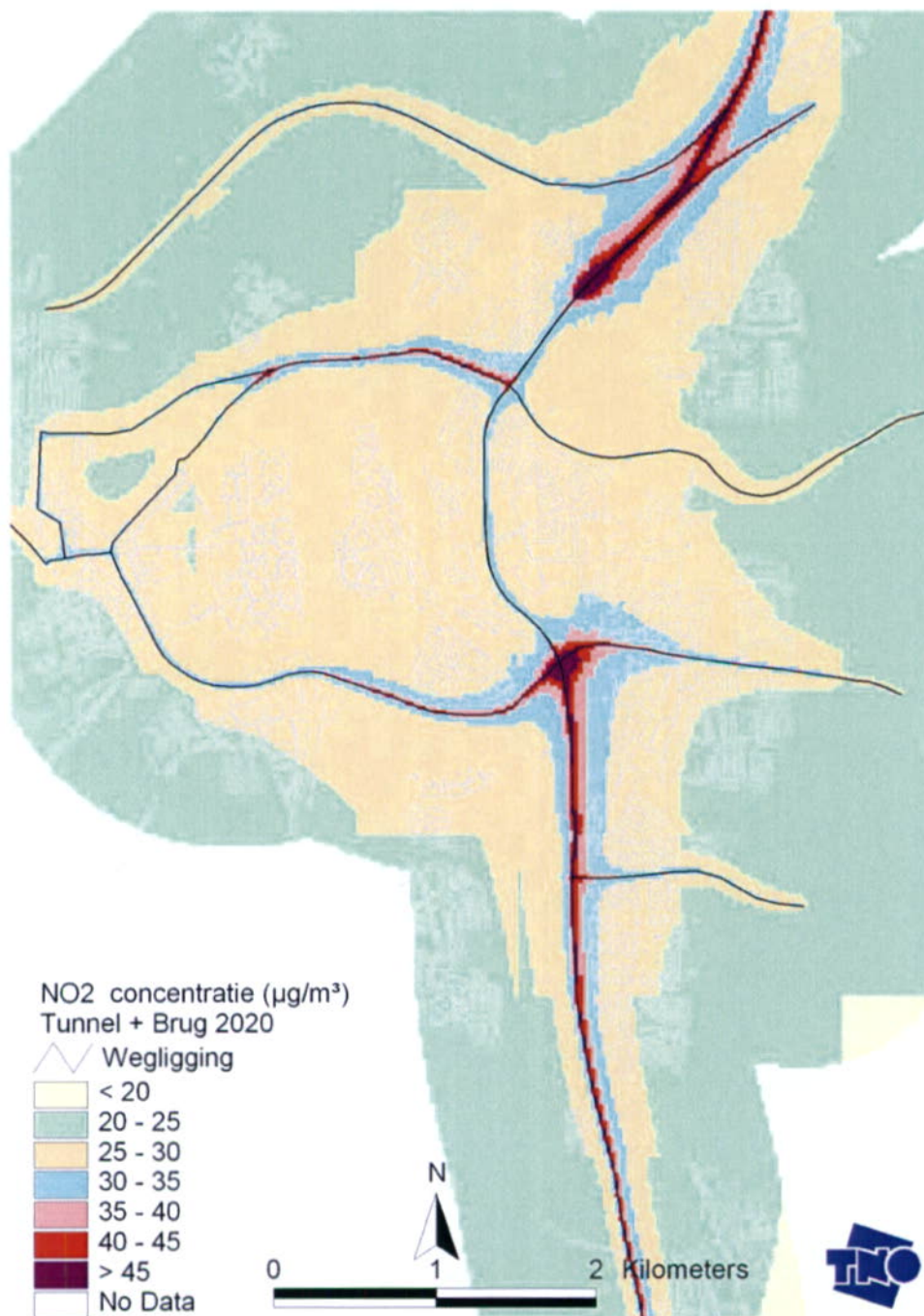
Figuur B.10. Jaargemiddelde NO₂-concentratie in Boortunnel 1 2020.



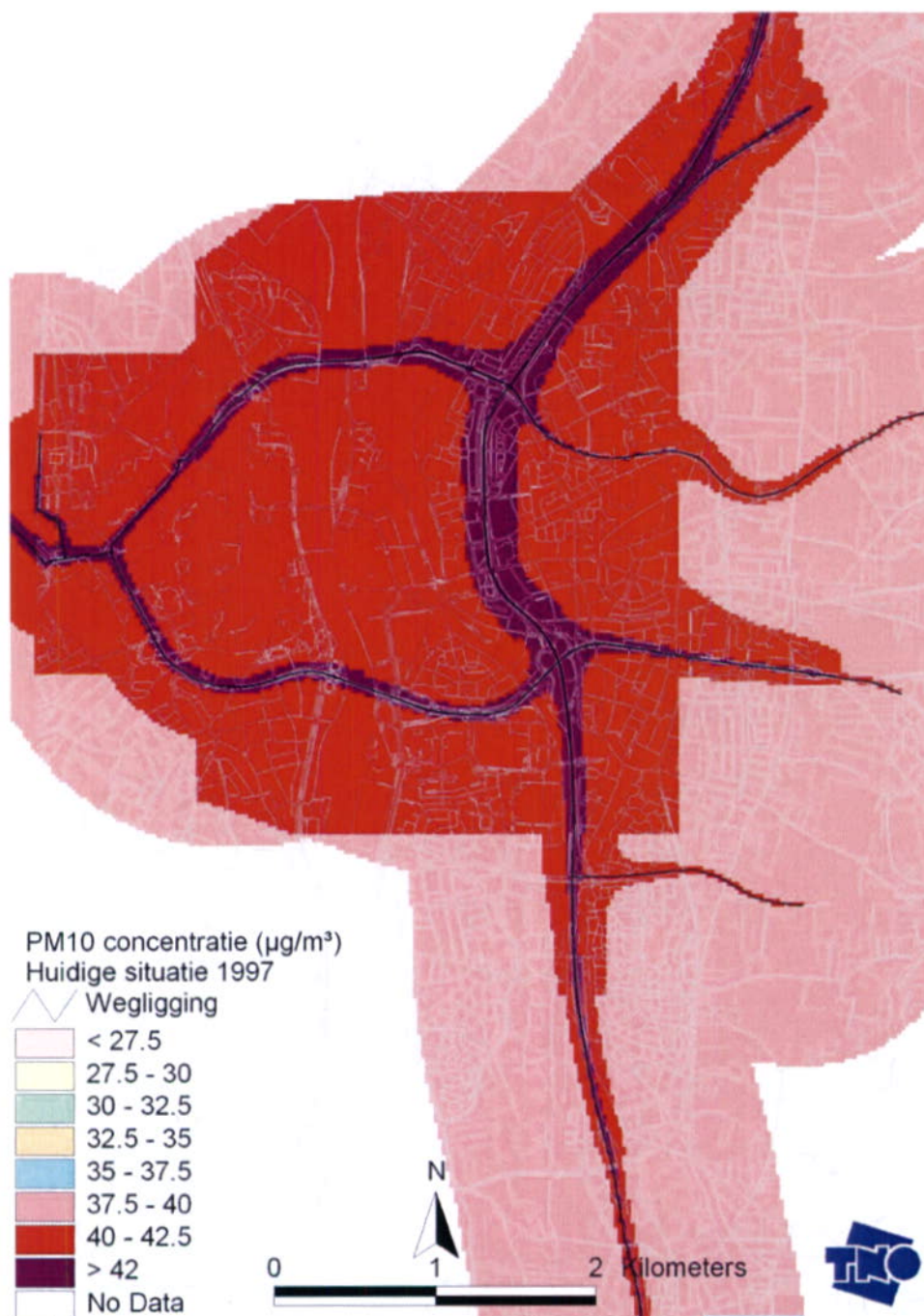
Figuur B.11. Jaargemiddelde NO₂-concentratie in Boortunnel 2 2020.



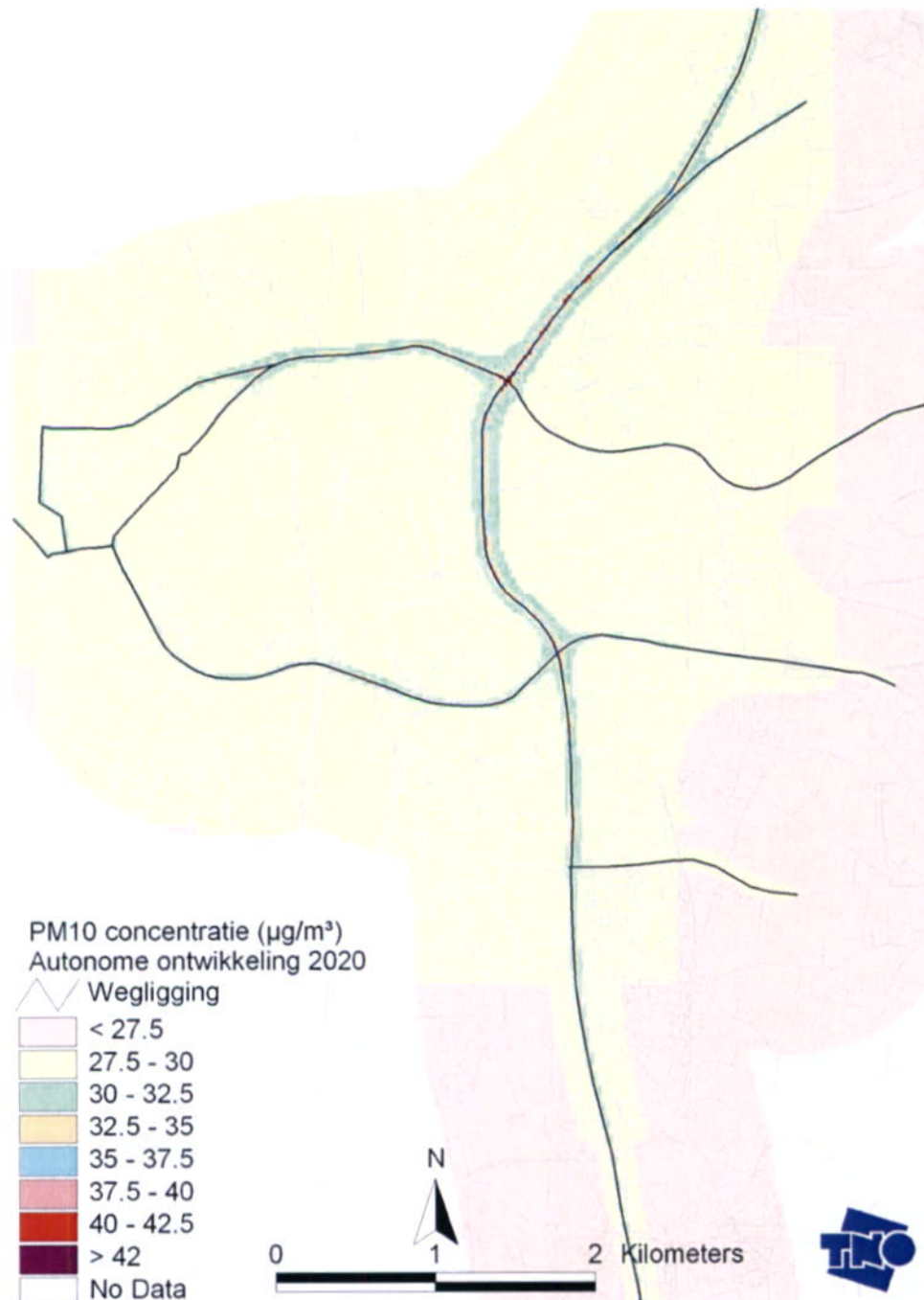
Figuur B.12. Jaargemiddelde NO₂-concentratie in Alternatief West 2020.



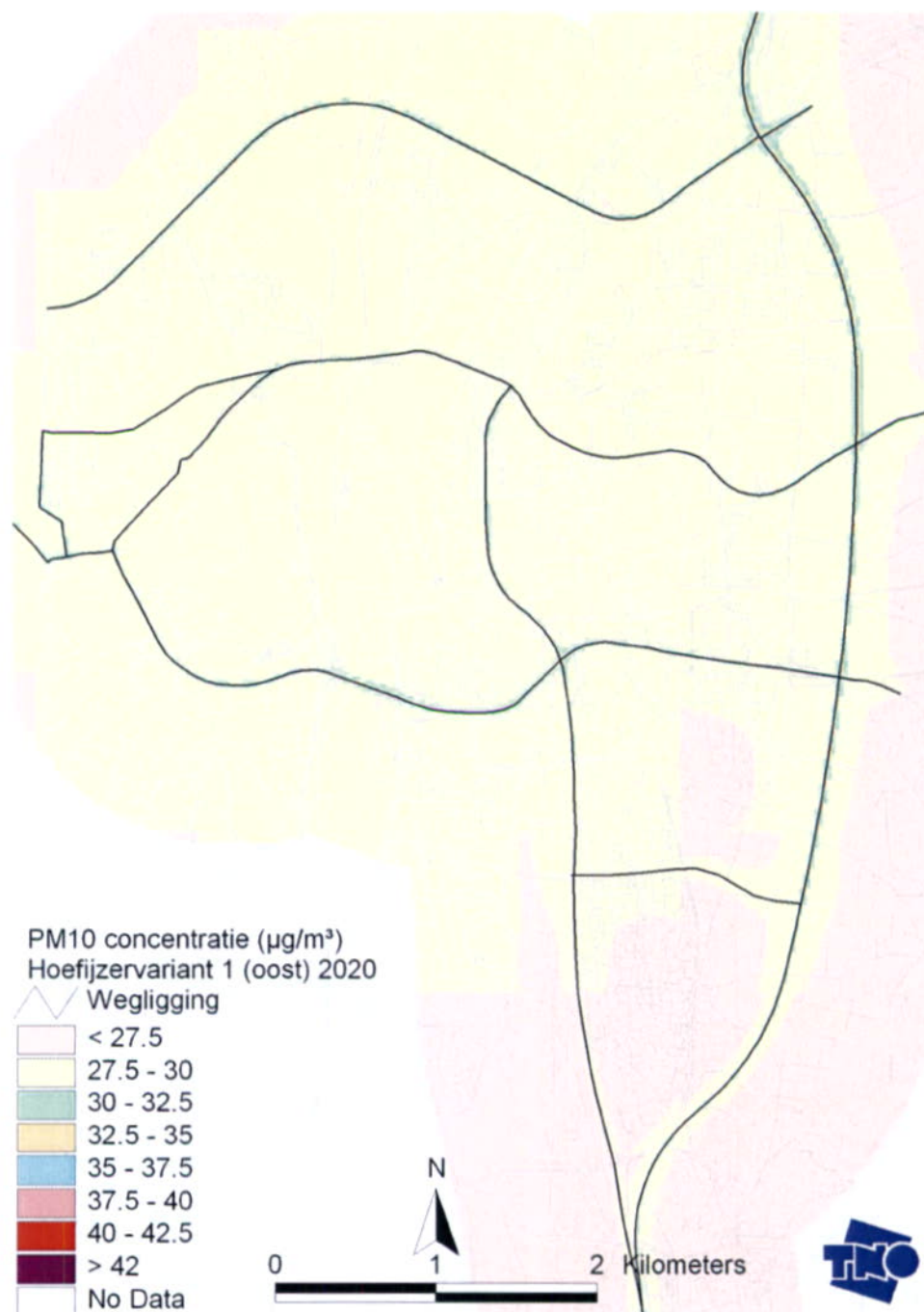
Figuur B.13. Jaargemiddelde NO₂-concentratie in 'Tunnel + brug' variant 2020.



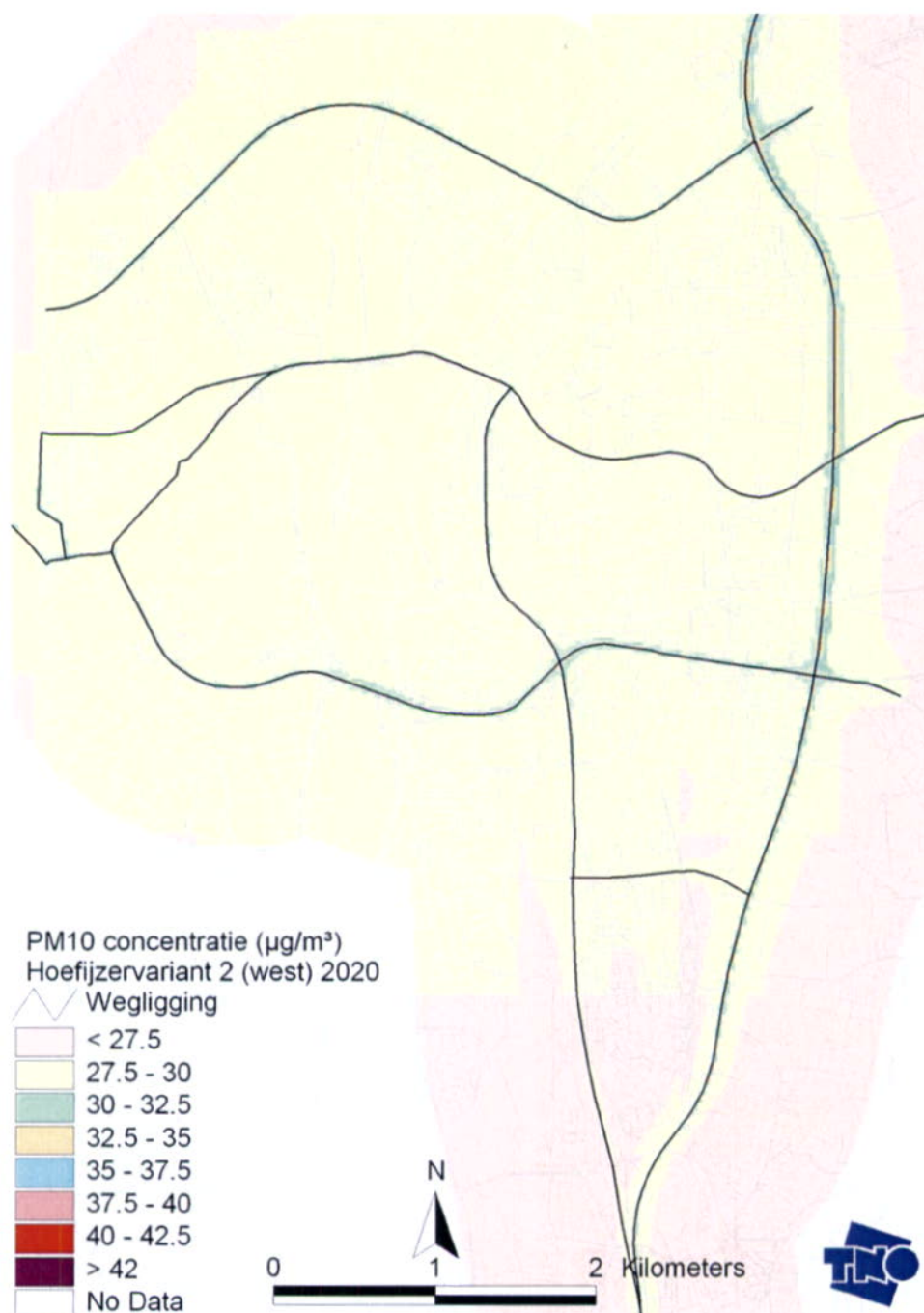
Figuur B.14. Jaargemiddelde PM₁₀-concentratie in de huidige situatie (1997).



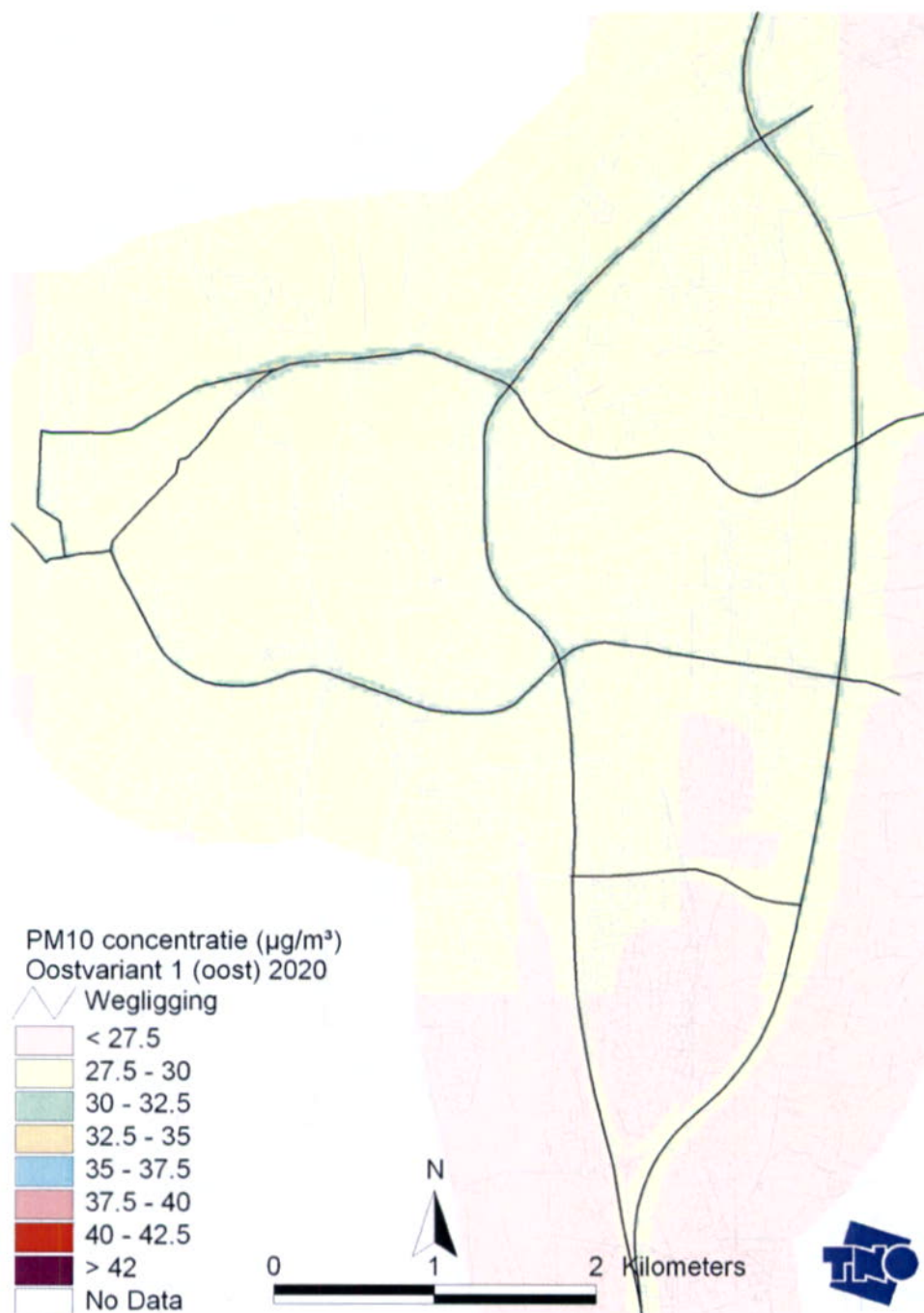
Figuur B.15. Jaargemiddelde PM_{10} -concentratie in Autonome situatie 2020.



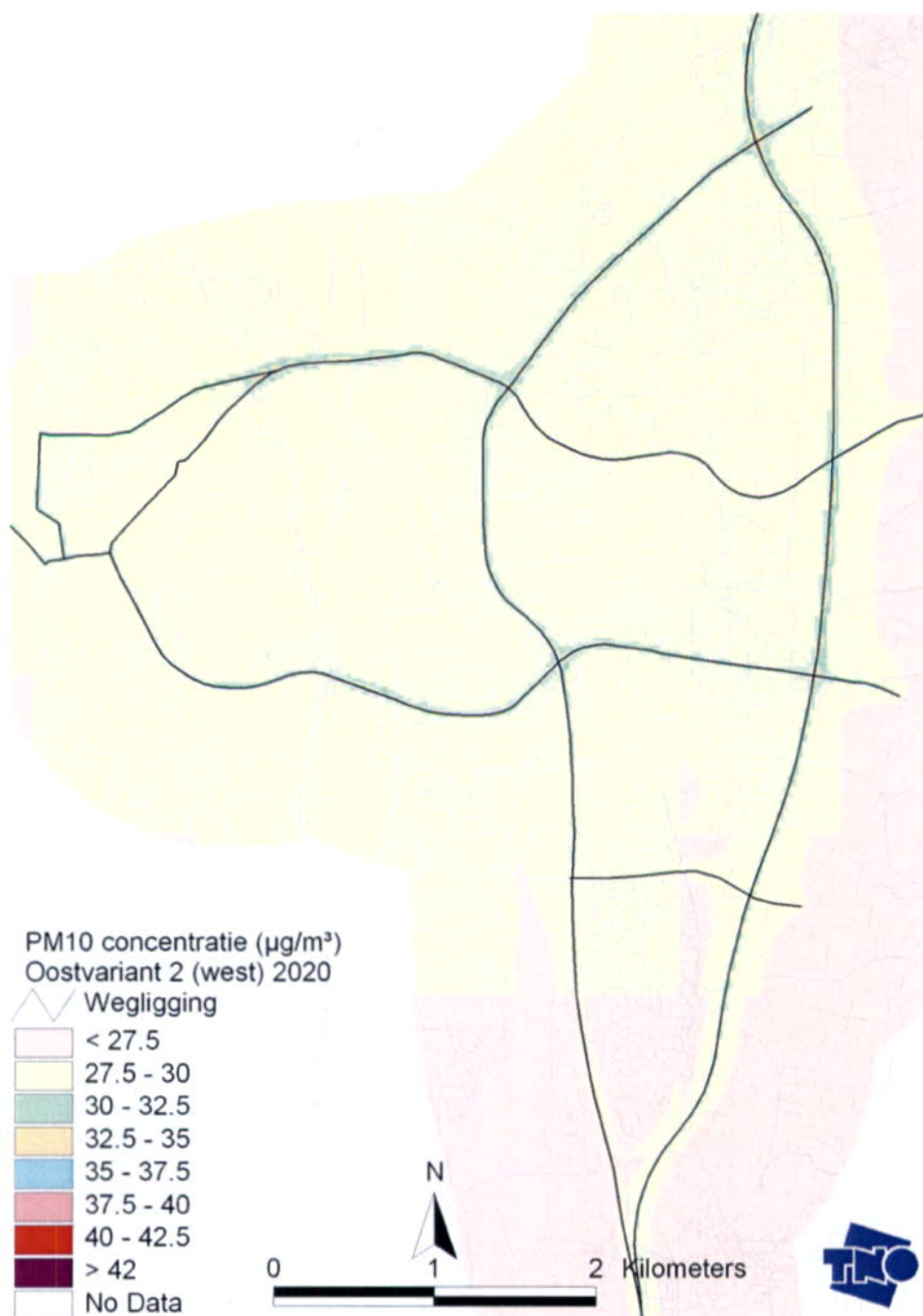
Figuur B.16. Jaargemiddelde PM_{10} -concentratie in Hoefijzer 1 2020.



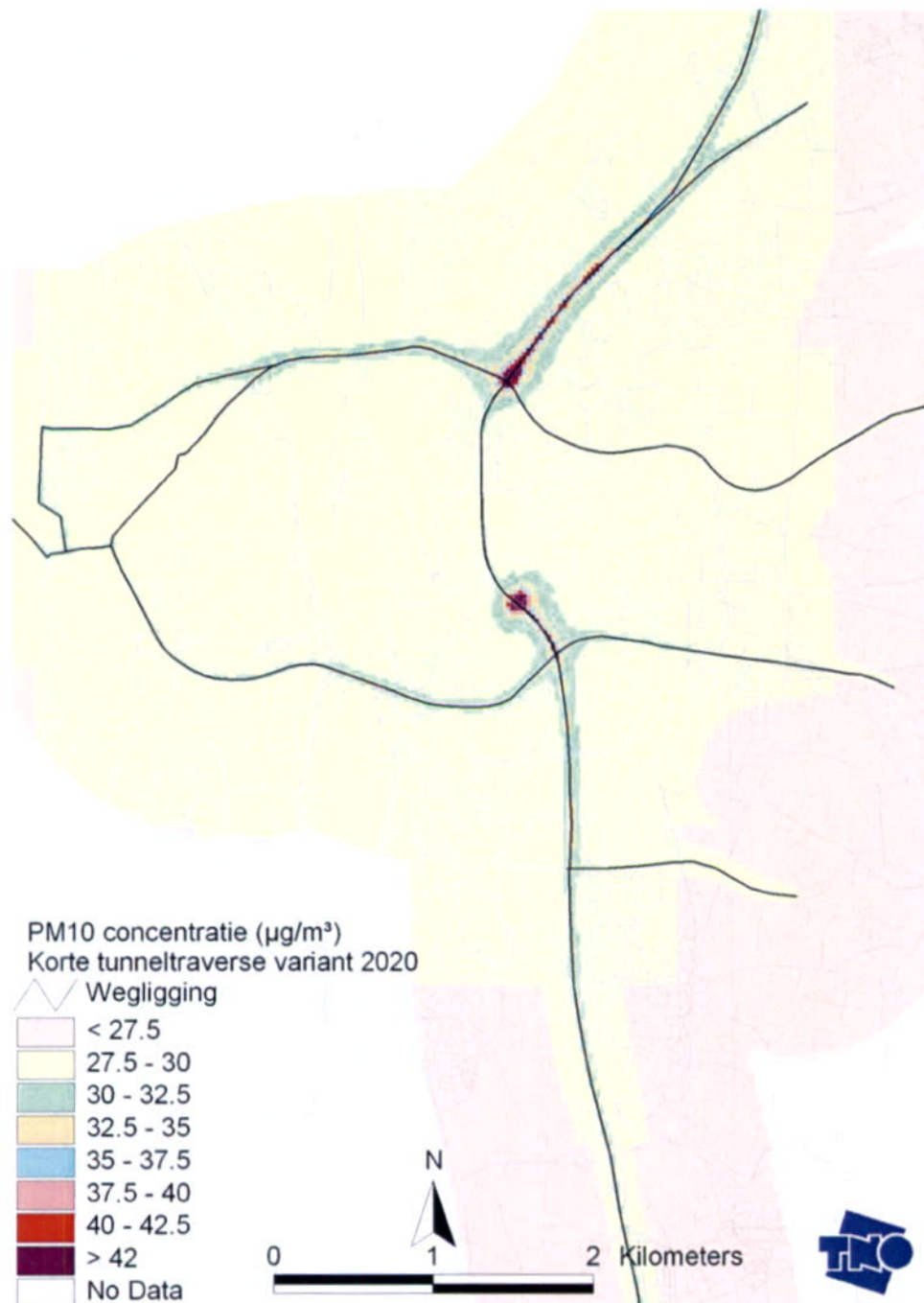
Figuur B.17. Jaargemiddelde PM_{10} -concentratie in Hoefijzer 2 2020.



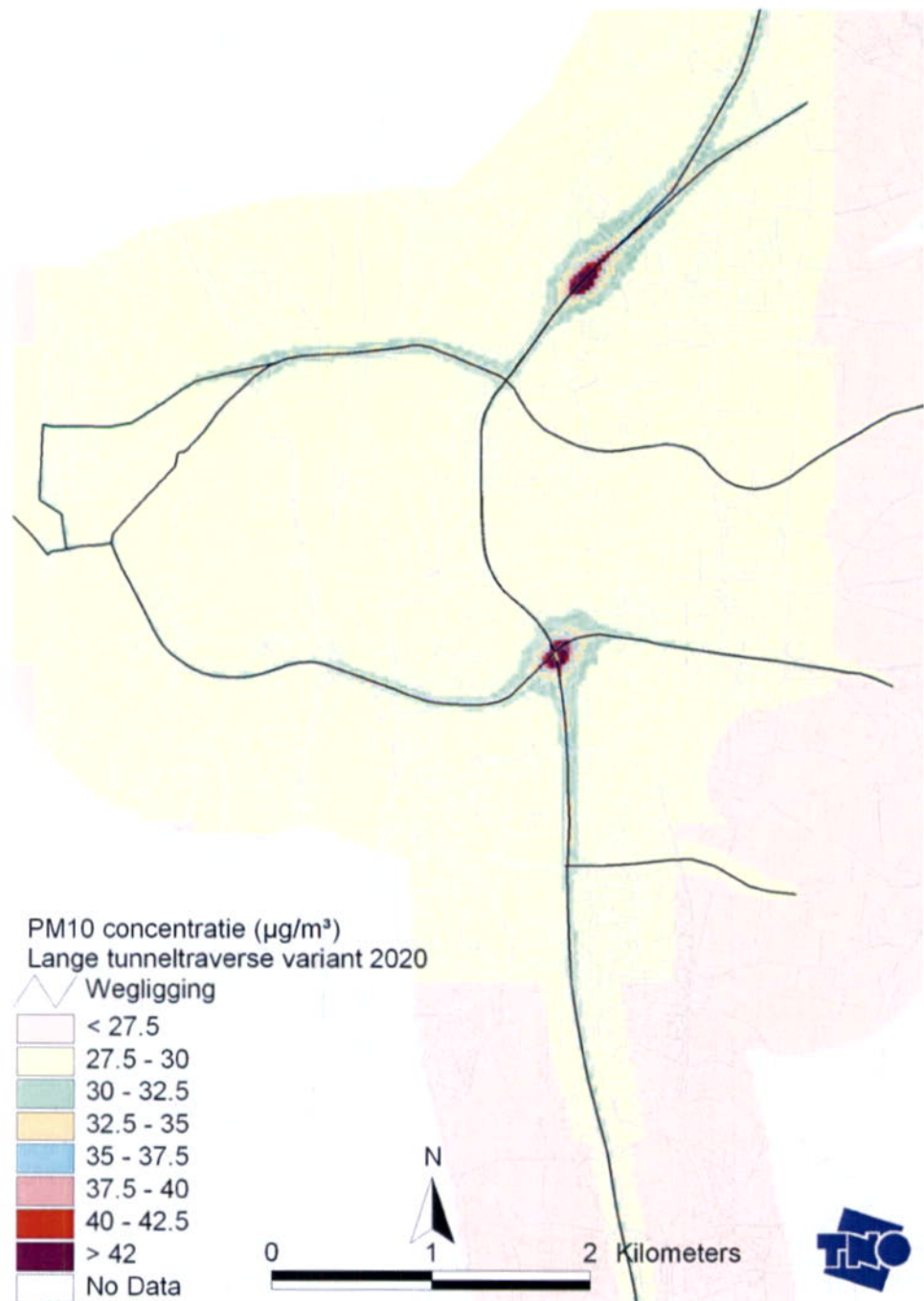
Figuur B.18. Jaargemiddelde PM_{10} -concentratie in Alternatief Oost 1 2020.



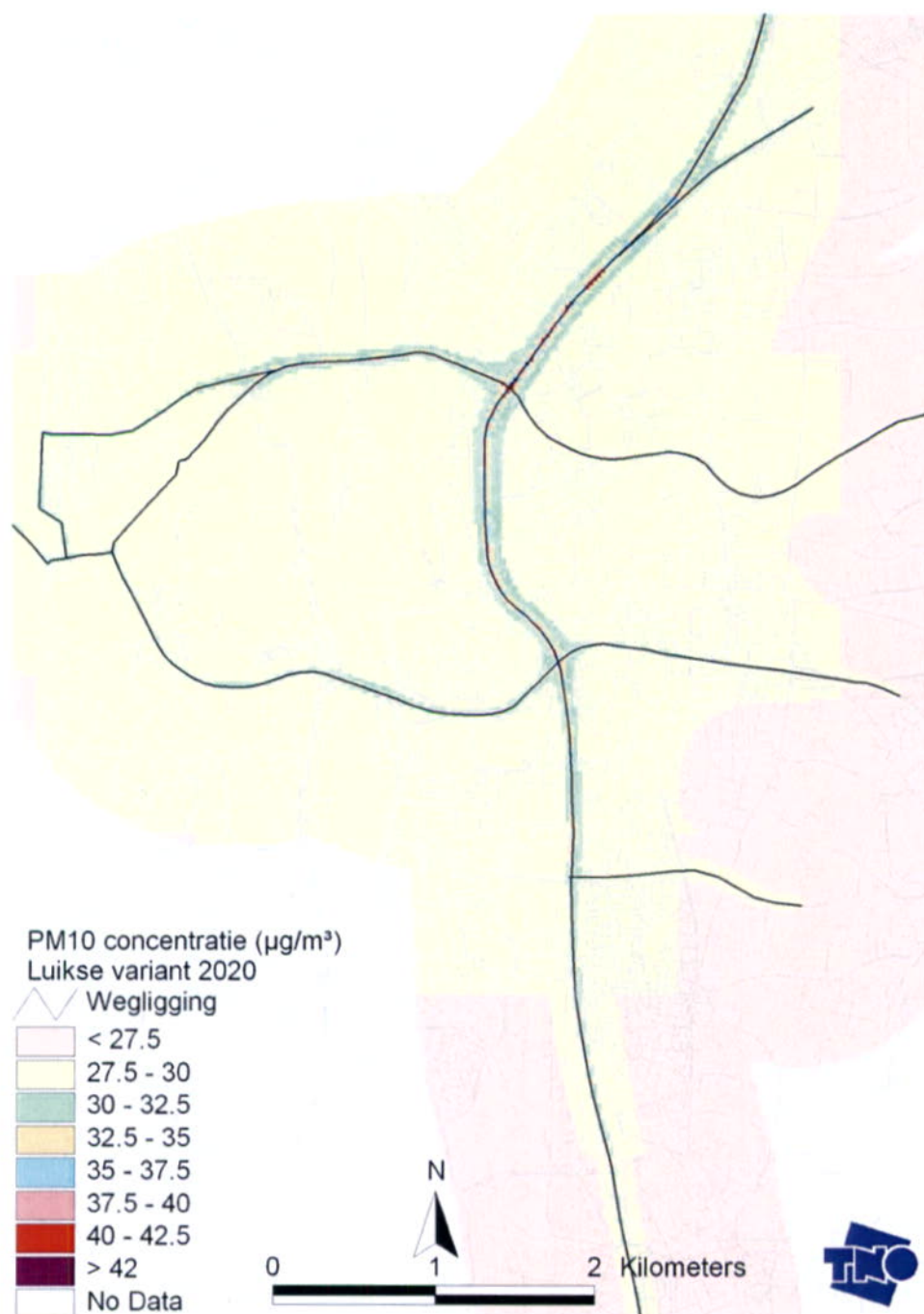
Figuur B.19. Jaargemiddelde PM_{10} -concentratie in Alternatie Oost 2 2020.



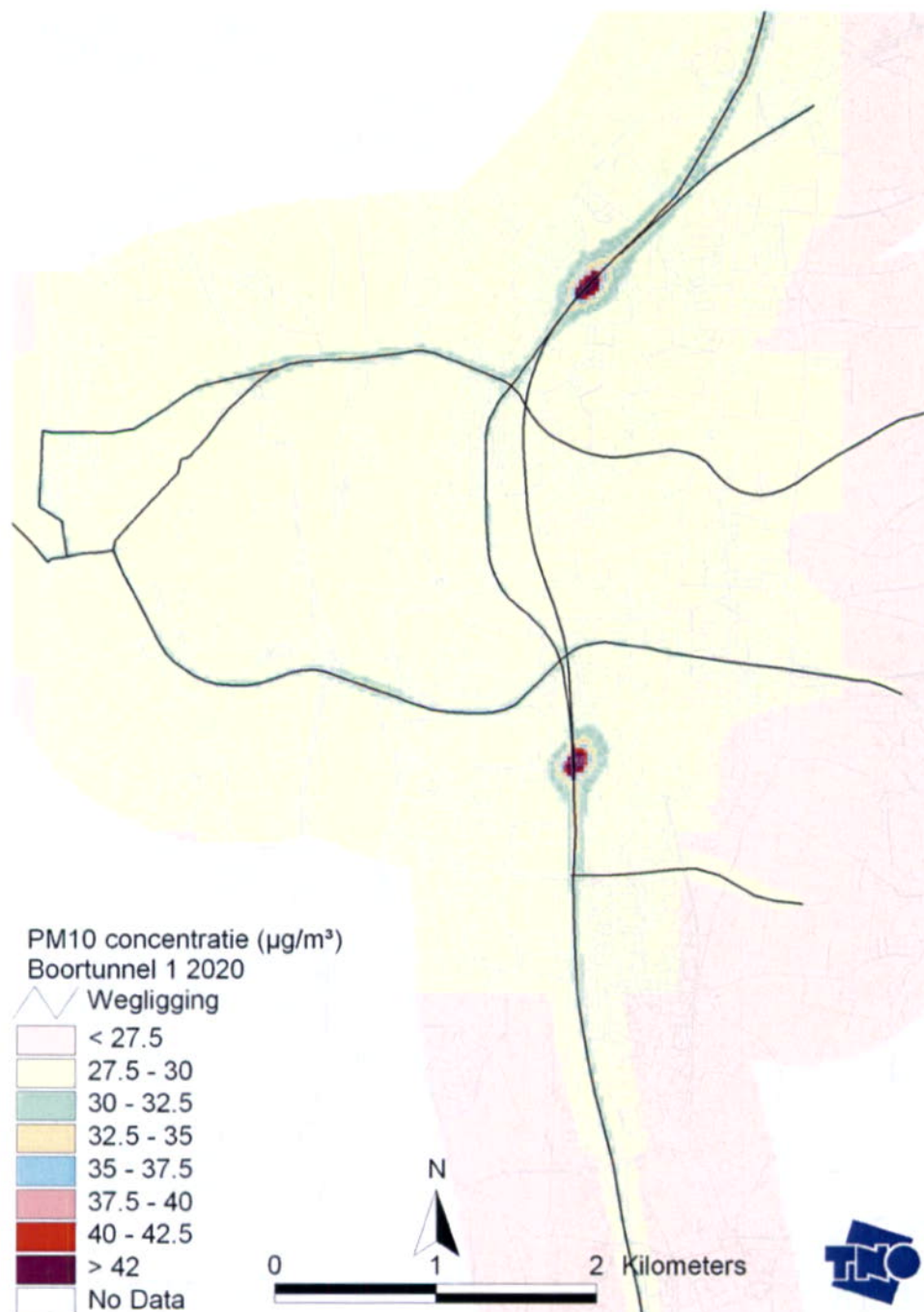
Figuur B.20. Jaargemiddelde PM_{10} -concentratie in Traversetunnel I 2020.



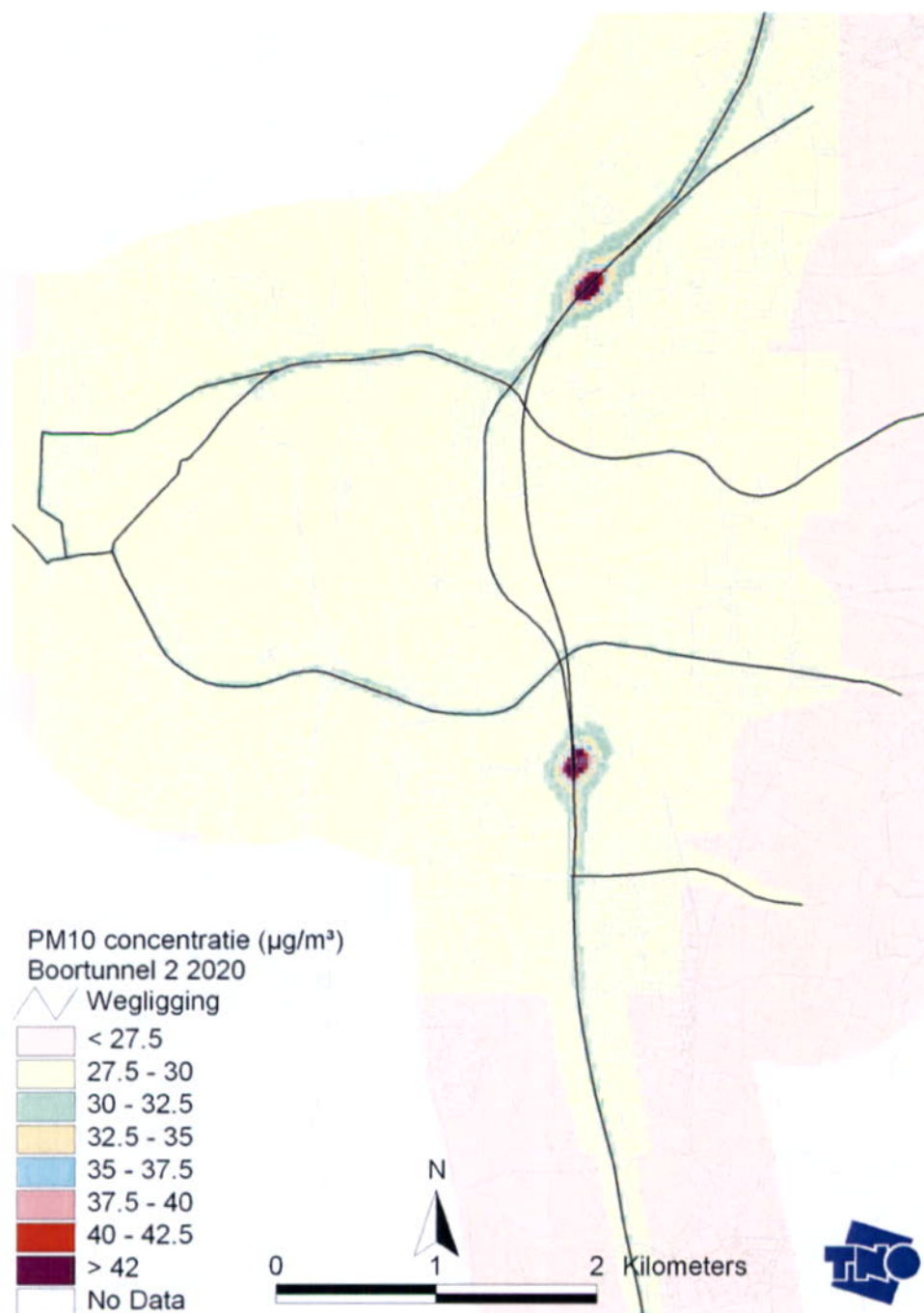
Figuur B.21. Jaargemiddelde PM_{10} -concentratie in Traversetunnel 2 2020.



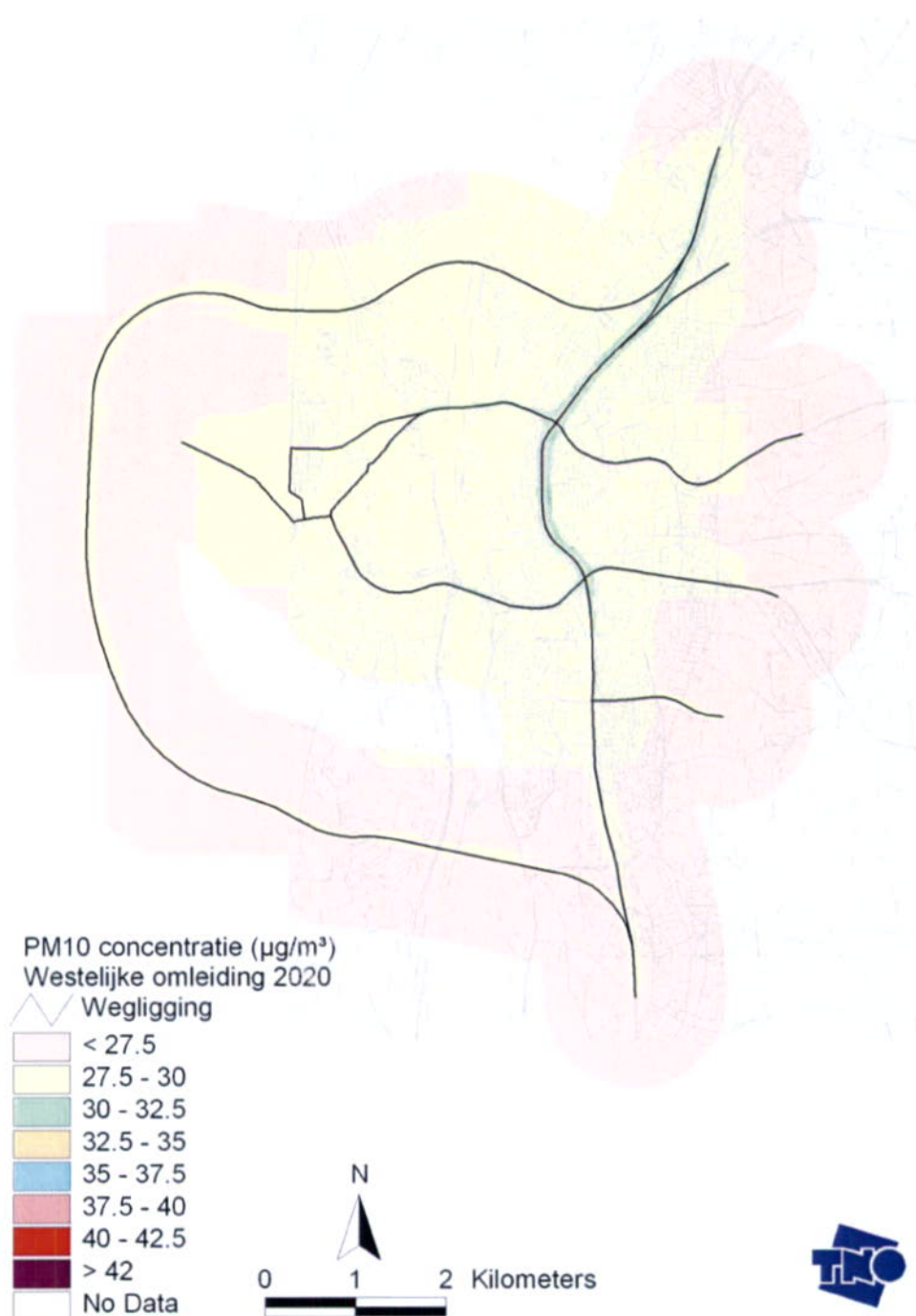
Figuur B.22. Jaargemiddelde PM_{10} -concentratie in Alternatief Luiks 2020.



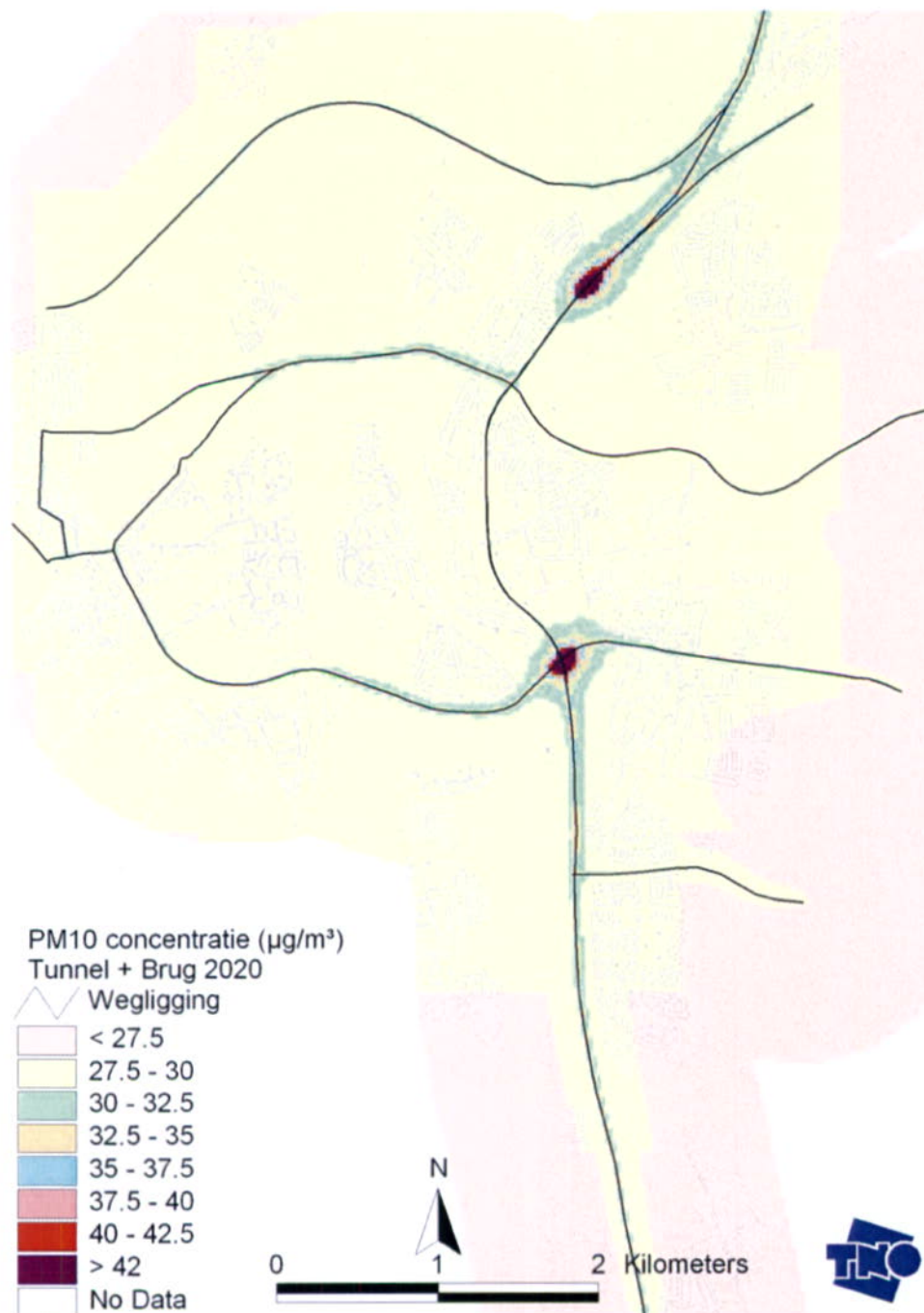
Figuur B.23. Jaargemiddelde PM_{10} -concentratie in Boortunnel 1 2020.



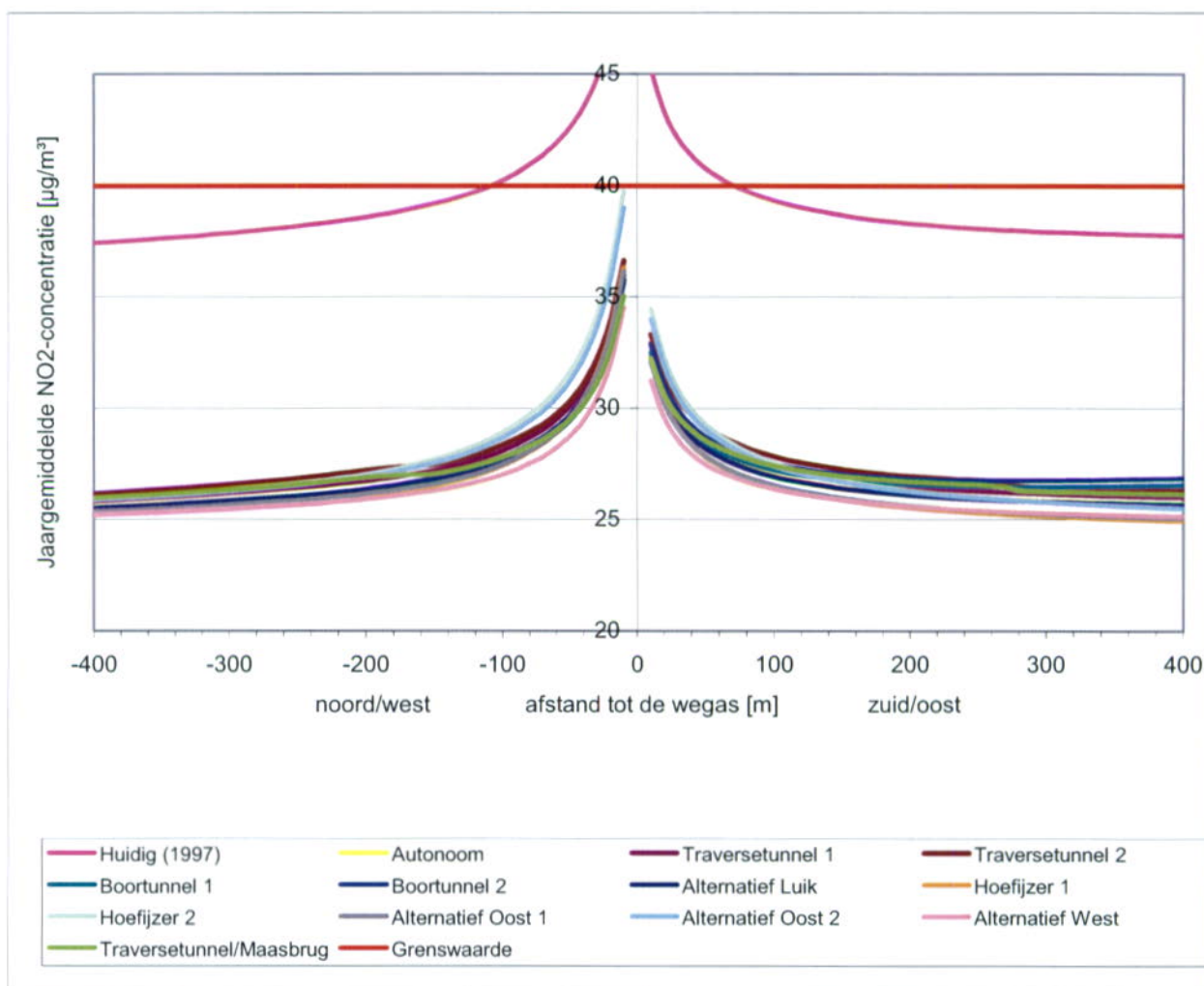
Figuur B.24. Jaargemiddelde PM_{10} -concentratie in Boortunnel 2 2020.

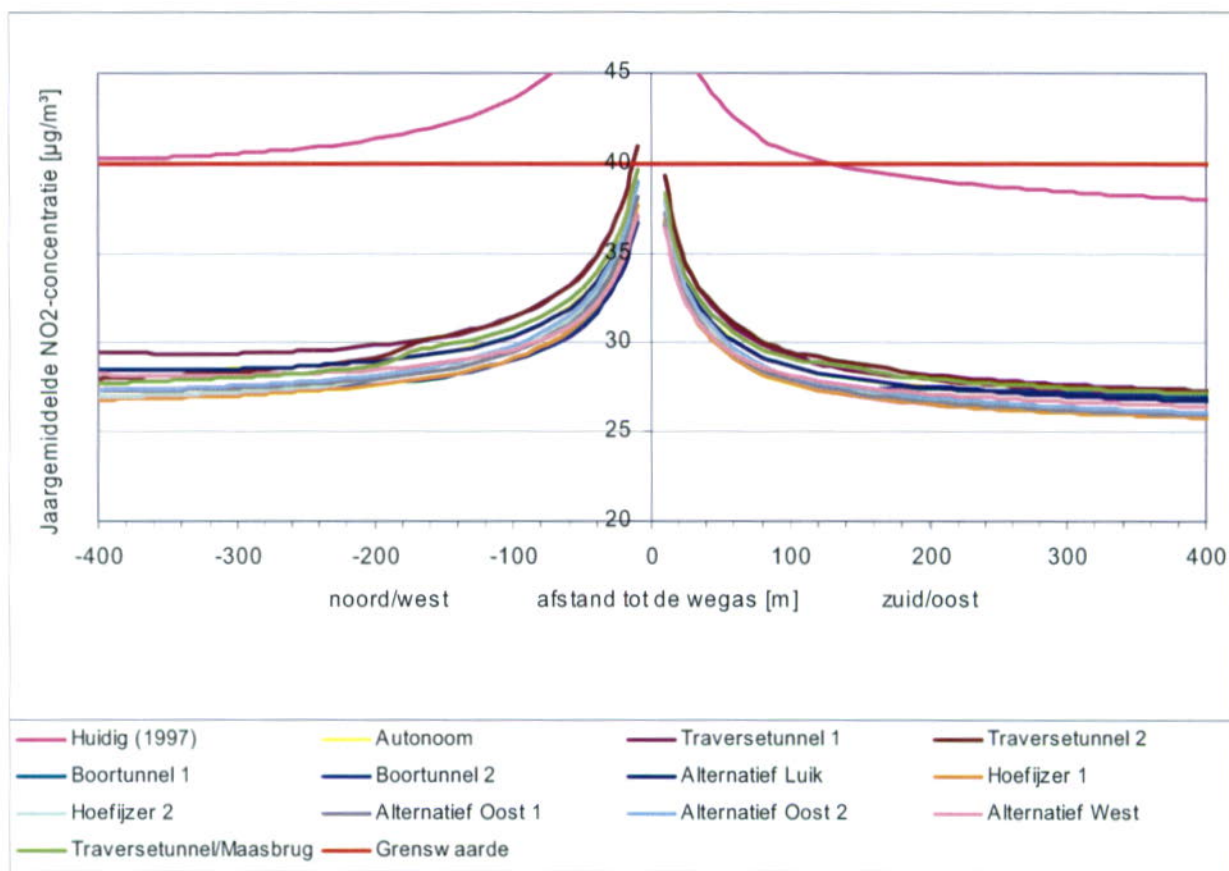


Figuur B. 25. Jaargemiddelde PM_{10} -concentratie in Alternatief West 2020.

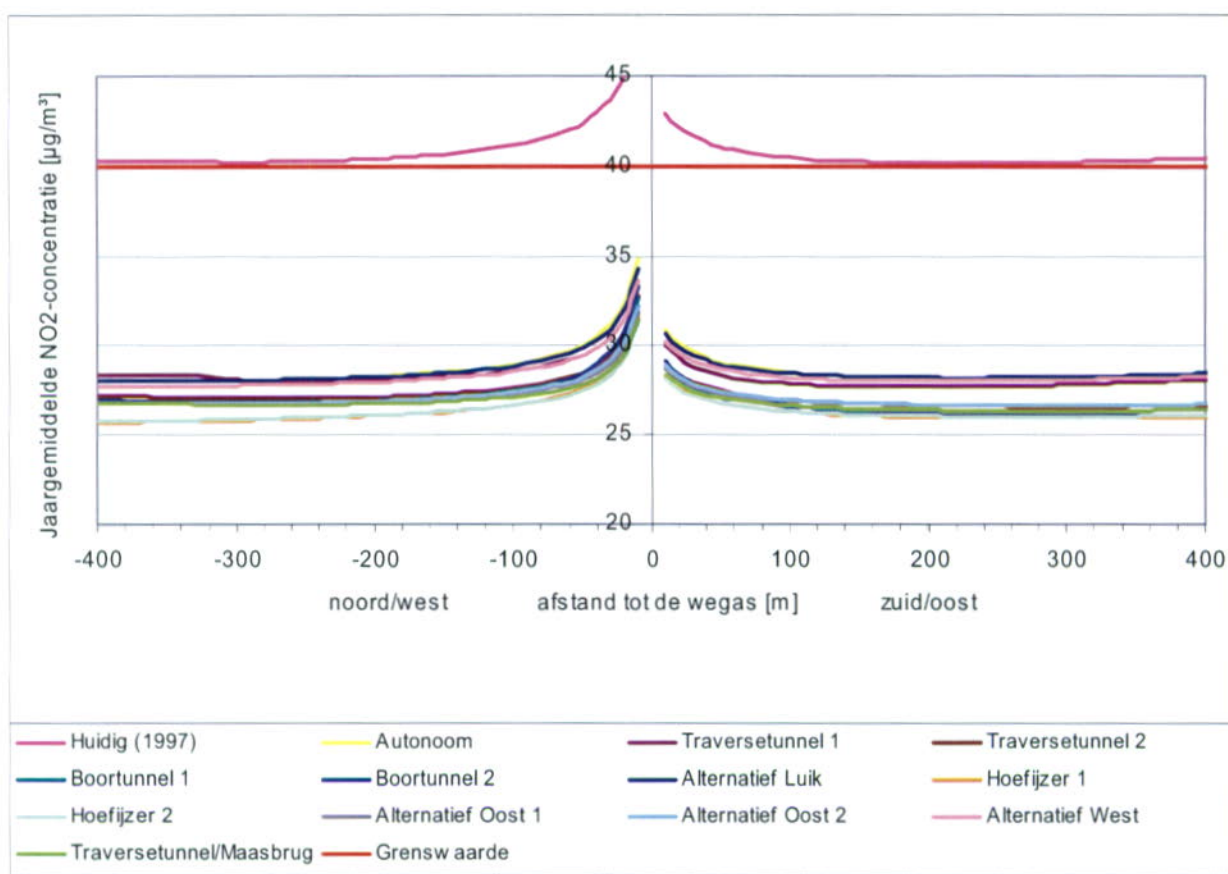


Figuur B.26. Jaargemiddelde PM_{10} -concentratie in 'Tunnel + brug' variant 2020.

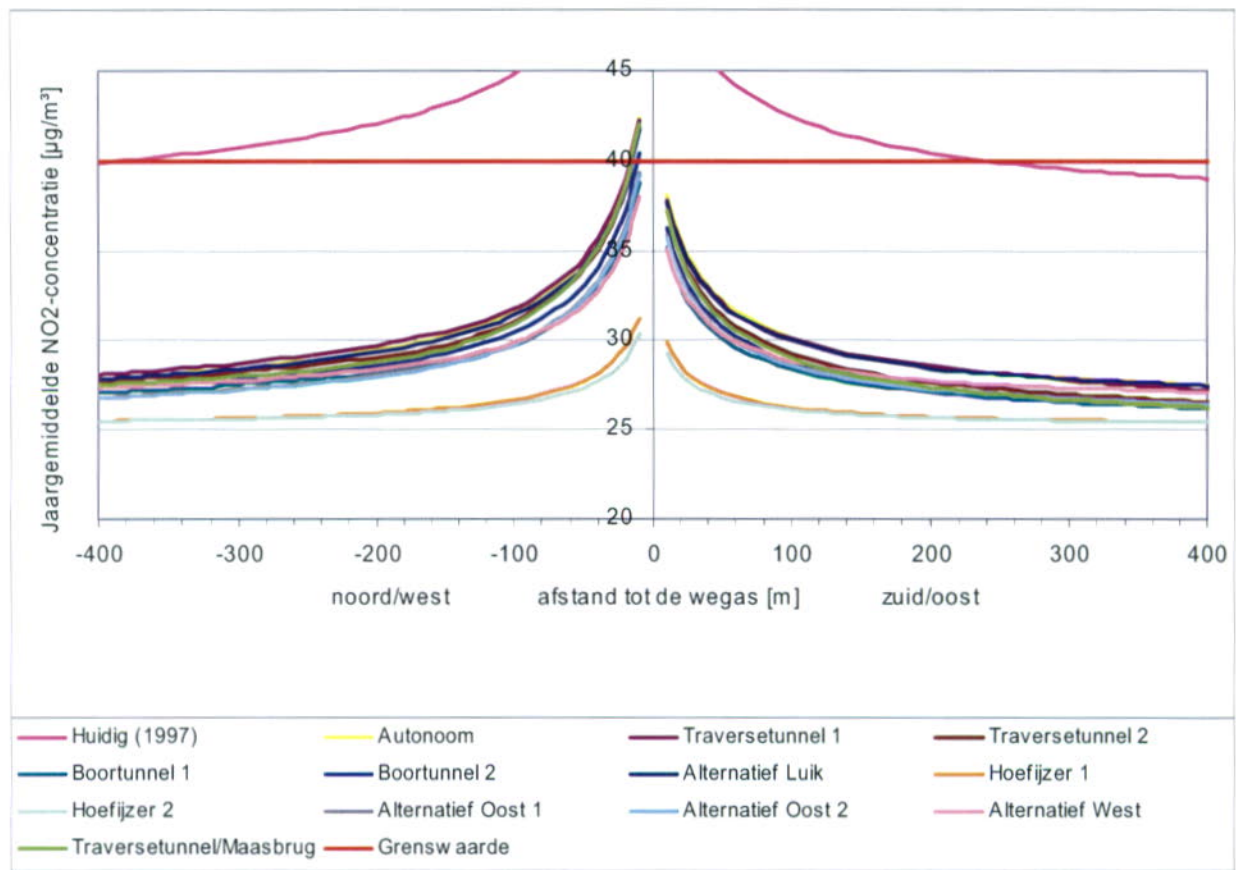
Bijlage C Resultaten dwarsprofielberekeningen*Figuur C.1. Dwarsprofiellocatie Akersteenweg.*



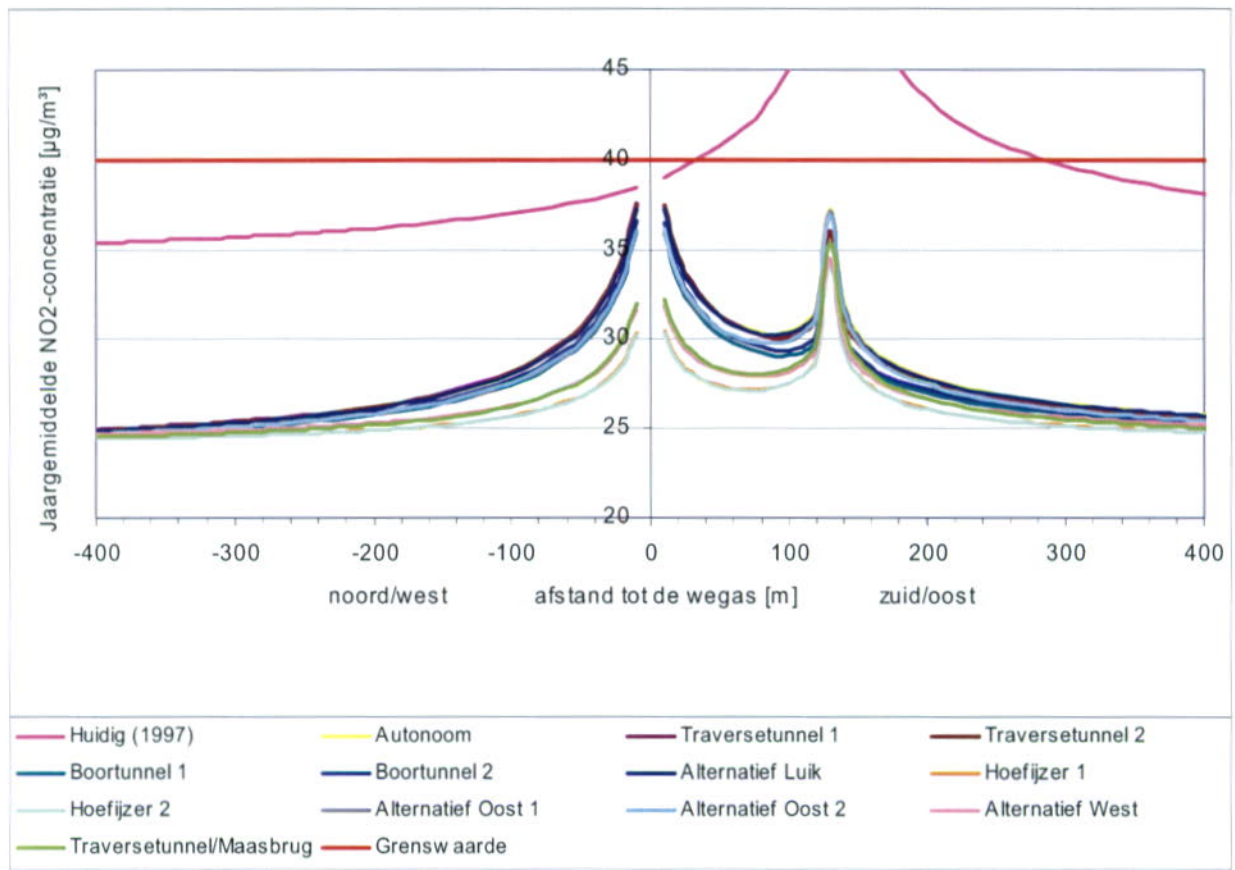
Figuur C.2. Dwarsprofiellocatie J.F. Kennedysingel.



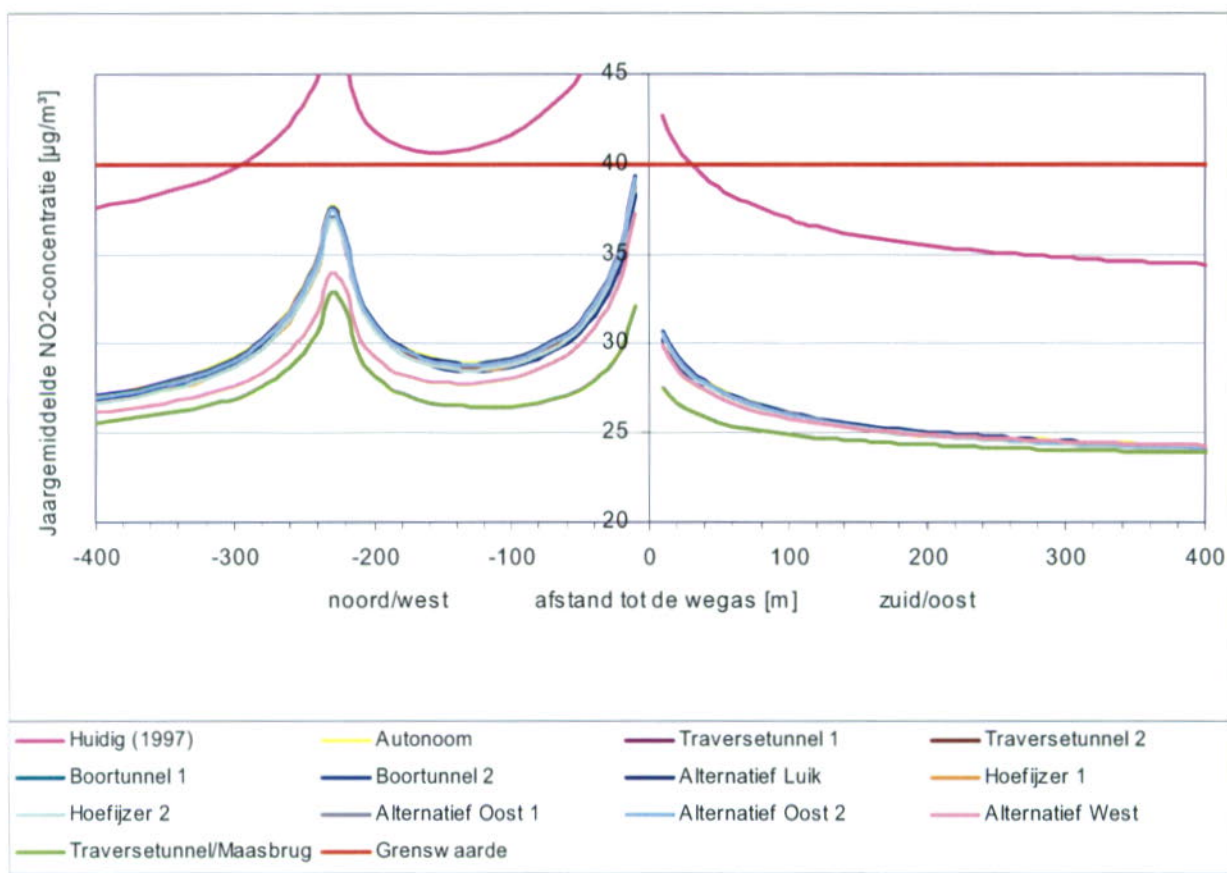
Figuur C.3. Dwarsprofiellocatie Terblijtweg.



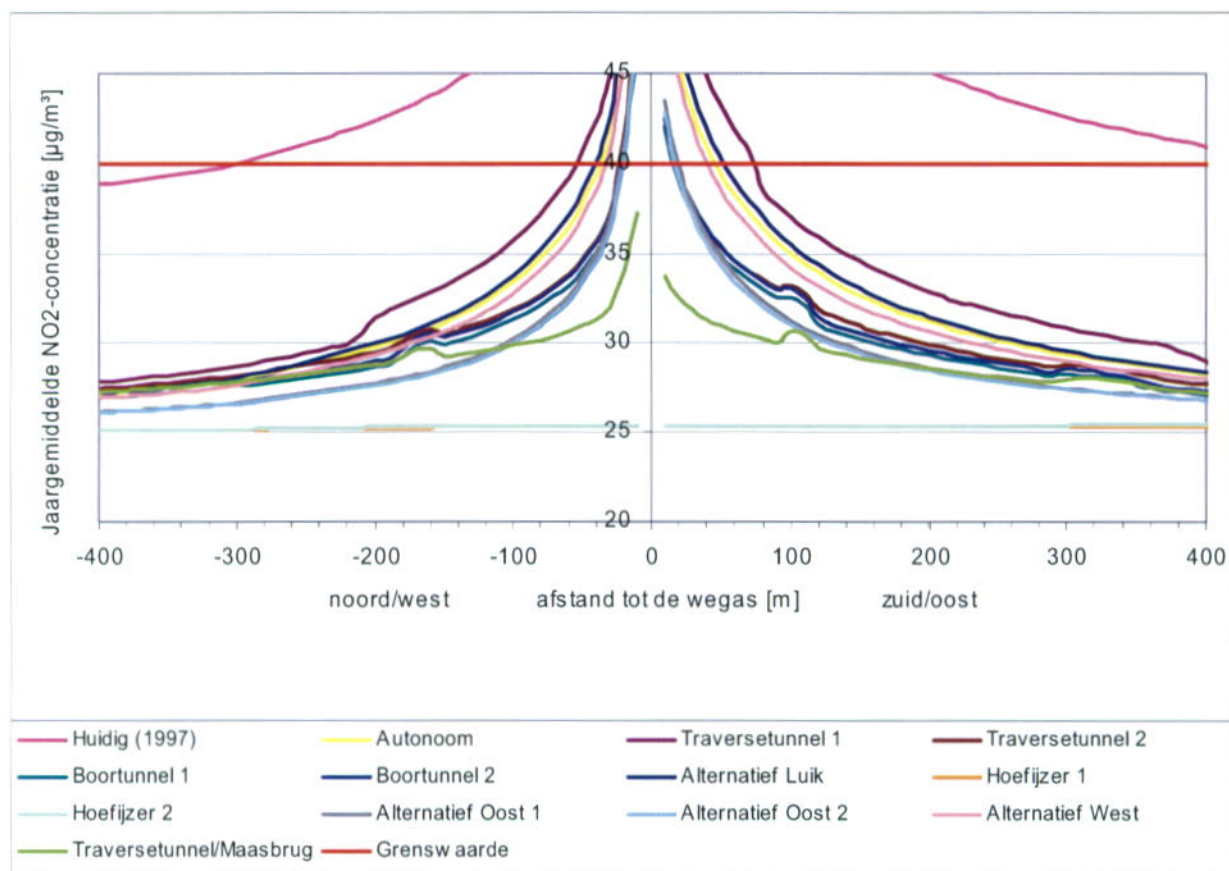
Figuur C.4. Dwarsprofiellocatie Viaductweg.



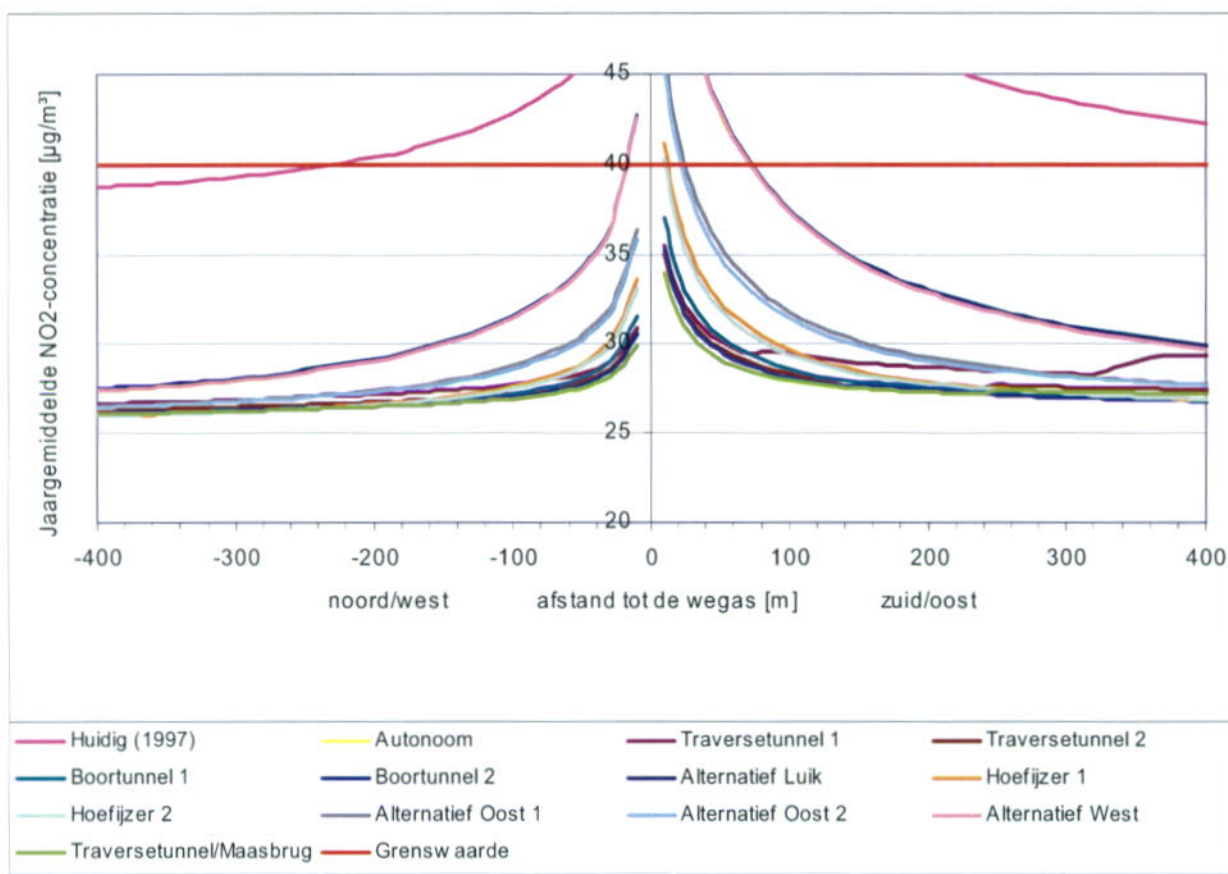
Figuur C.5. Dwarsprofiellocatie Verlengde Noorderbrug oost.



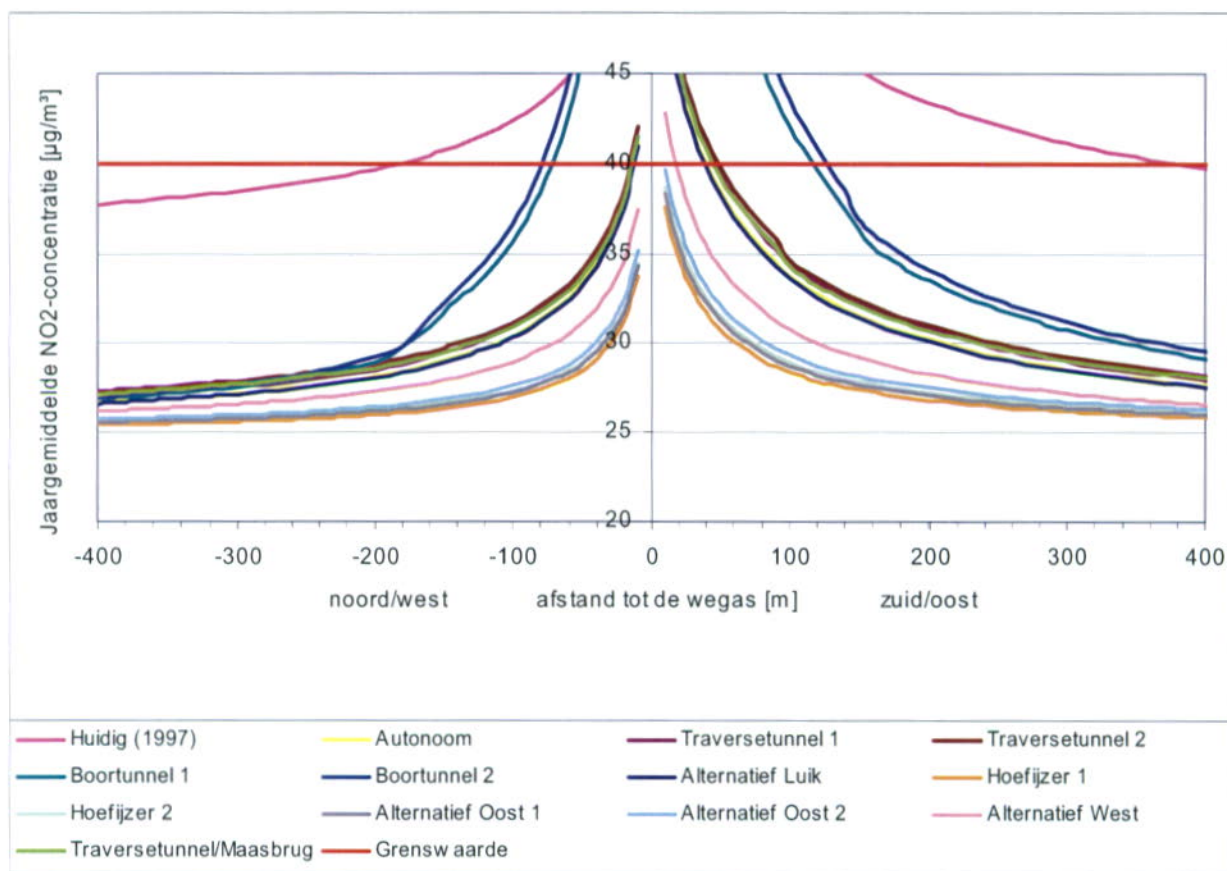
Figuur C.6. Dwarsprofiellocatie Sint Annadal.



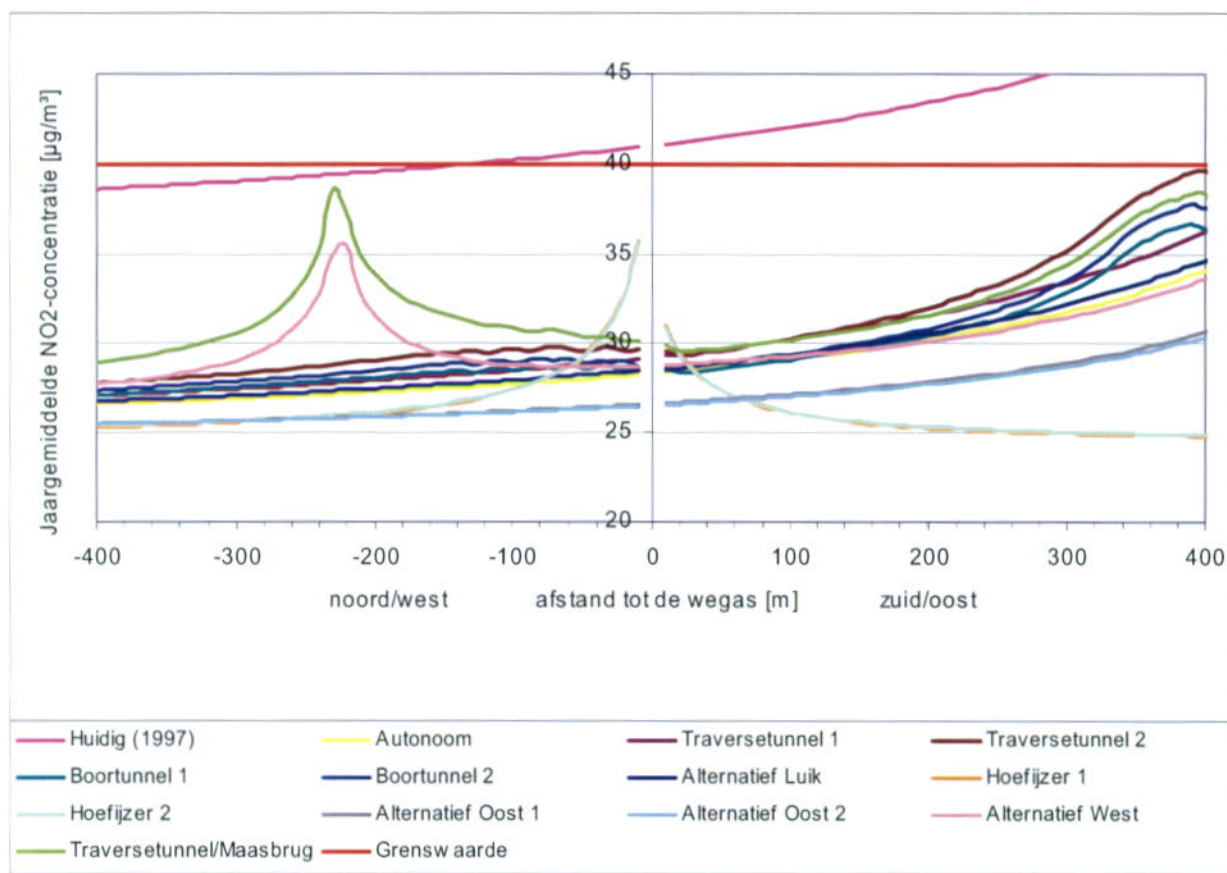
Figuur C.7. Dwarsprofiellocatie (A2) Kruisdonk Geuselt.



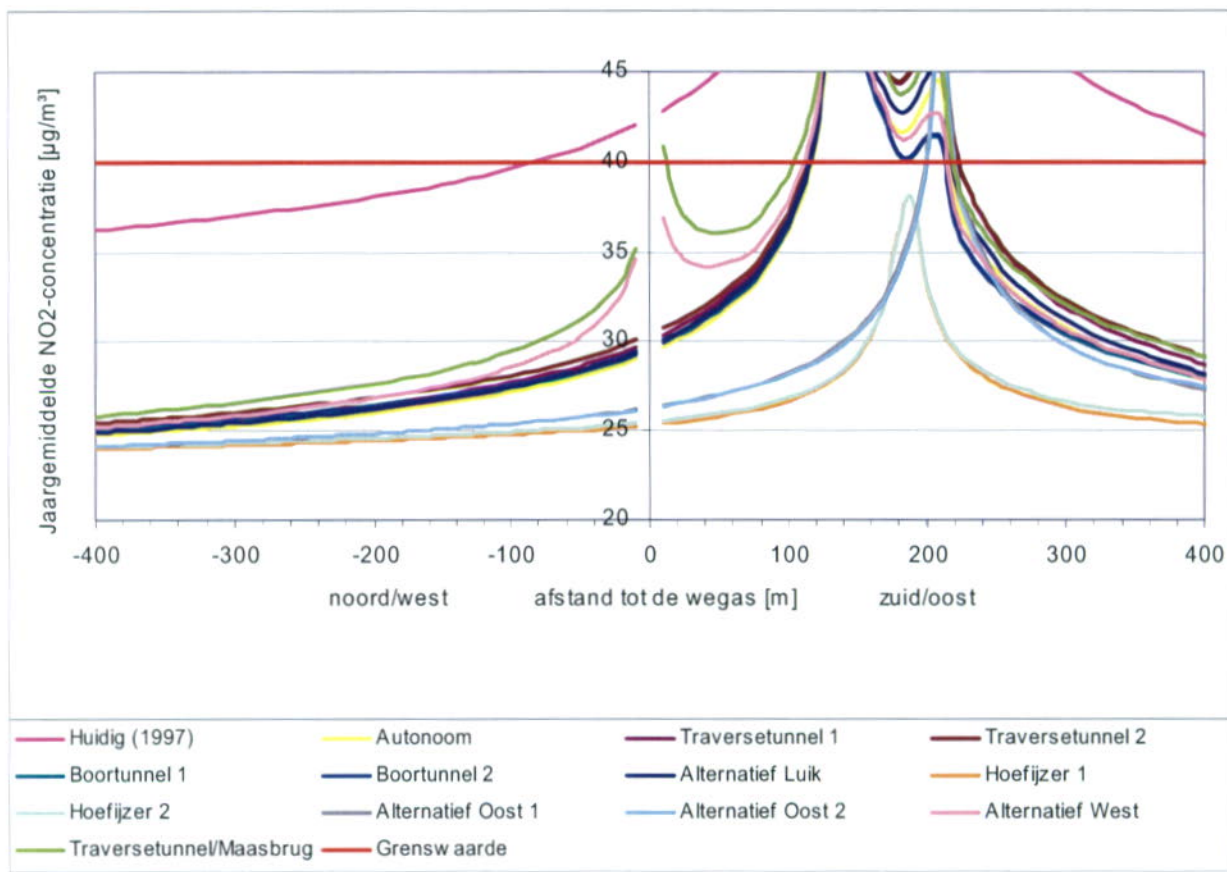
Figuur C.8. Dwarsprofiellocatie (A2) Boulevard (Geuselt Europaplein).



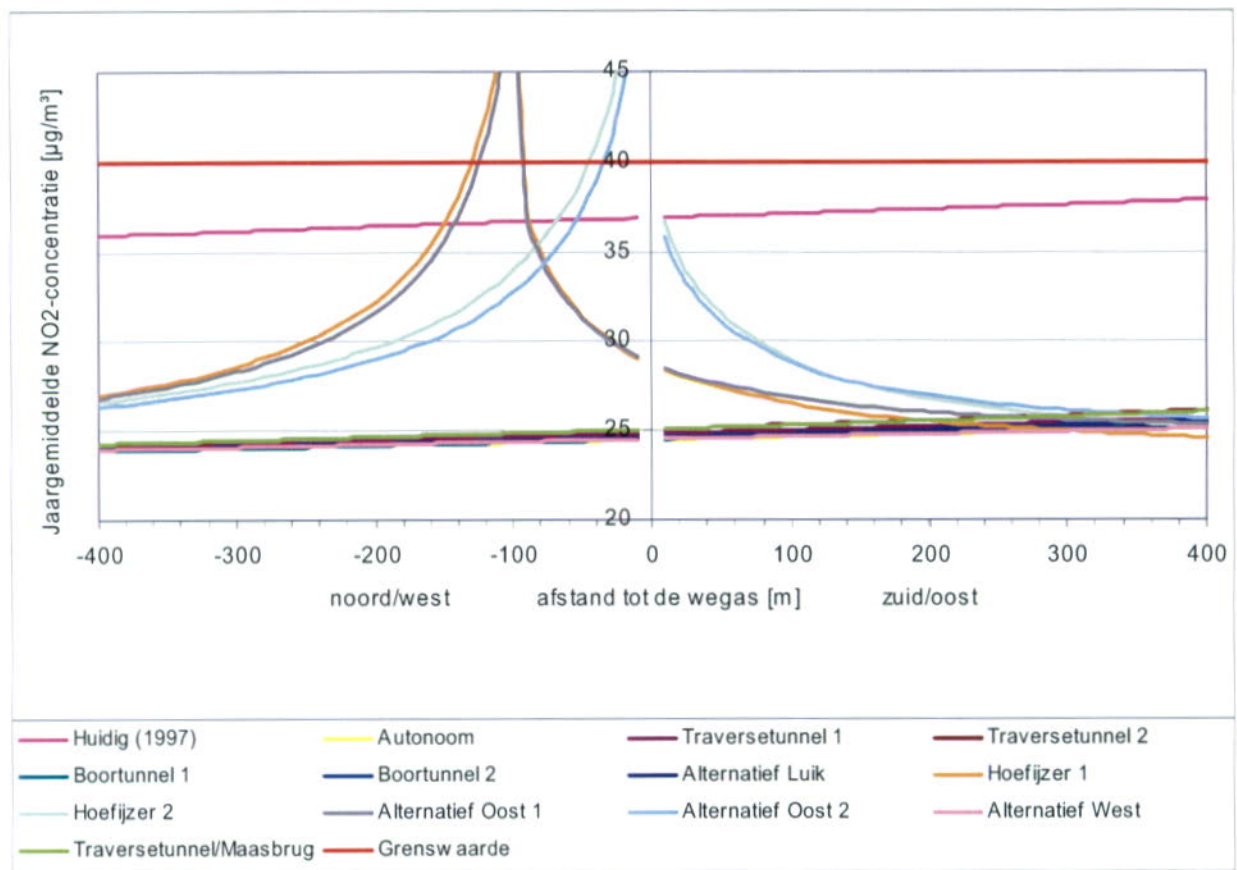
Figuur C.9. Dwarsprofiellocatie (A2) Boulevard Europaplein – Oeslingerbaan.



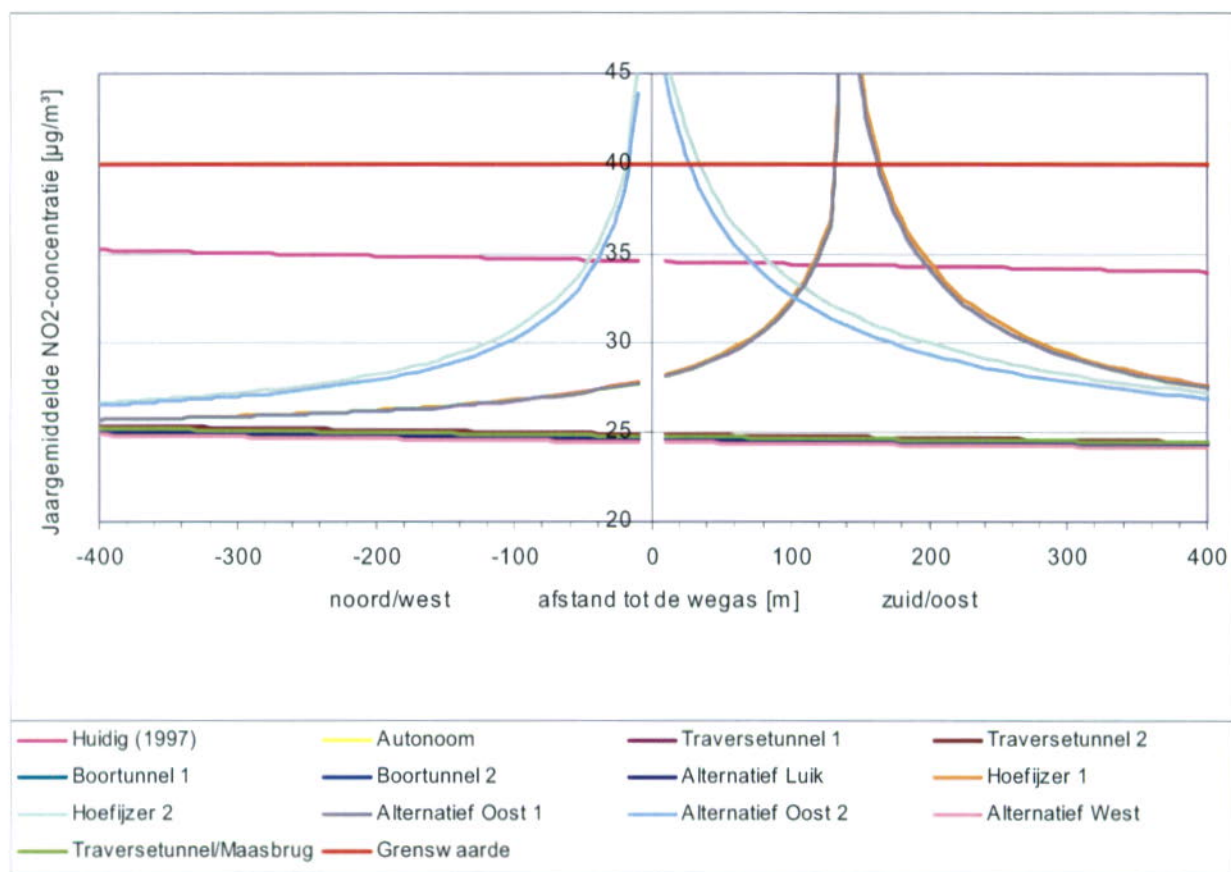
Figuur C.10. dwarsprofiellocatie (A2) Randweg-Noord (oost in hoefalternatief).



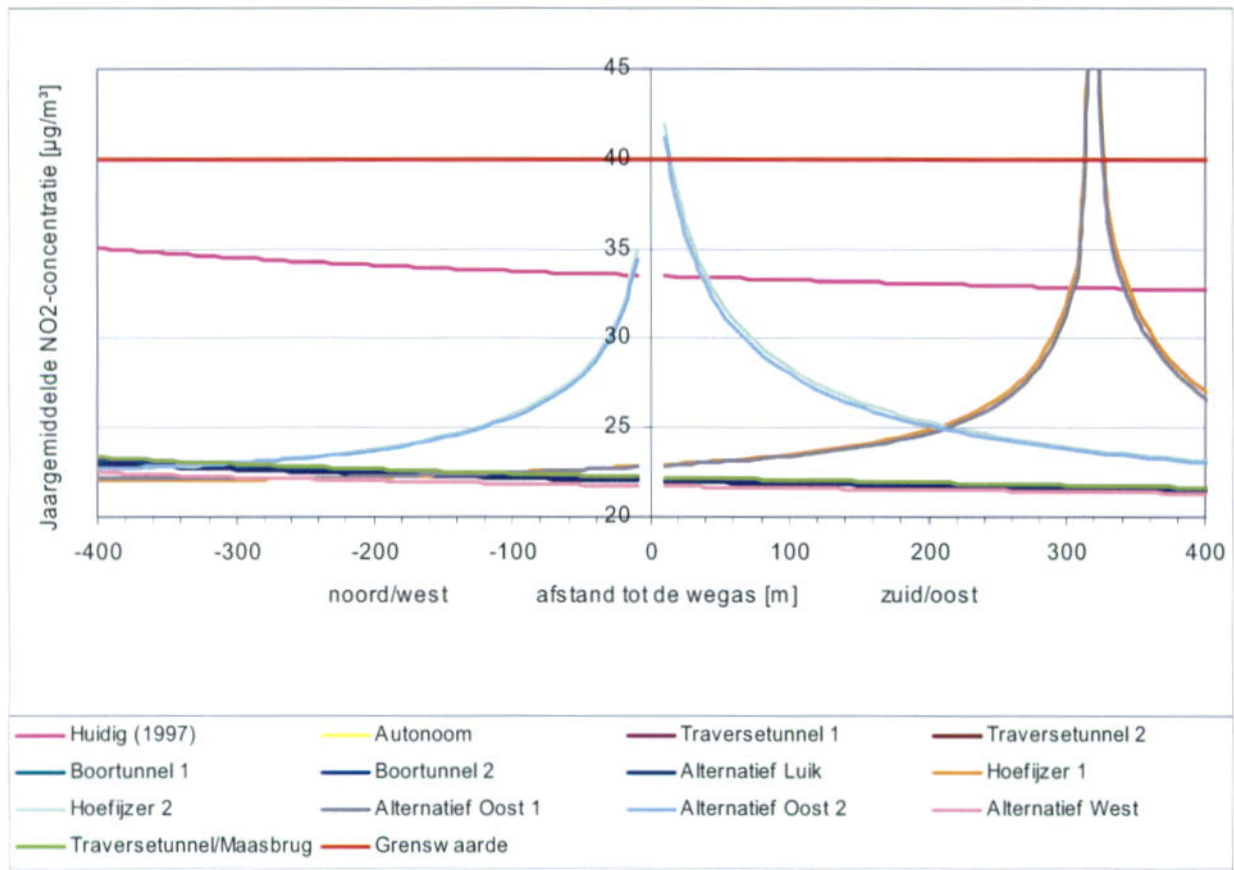
Figuur C.11. Dwarsprofiellocatie (A2) Randweg-Noord (oost in westalternatief).



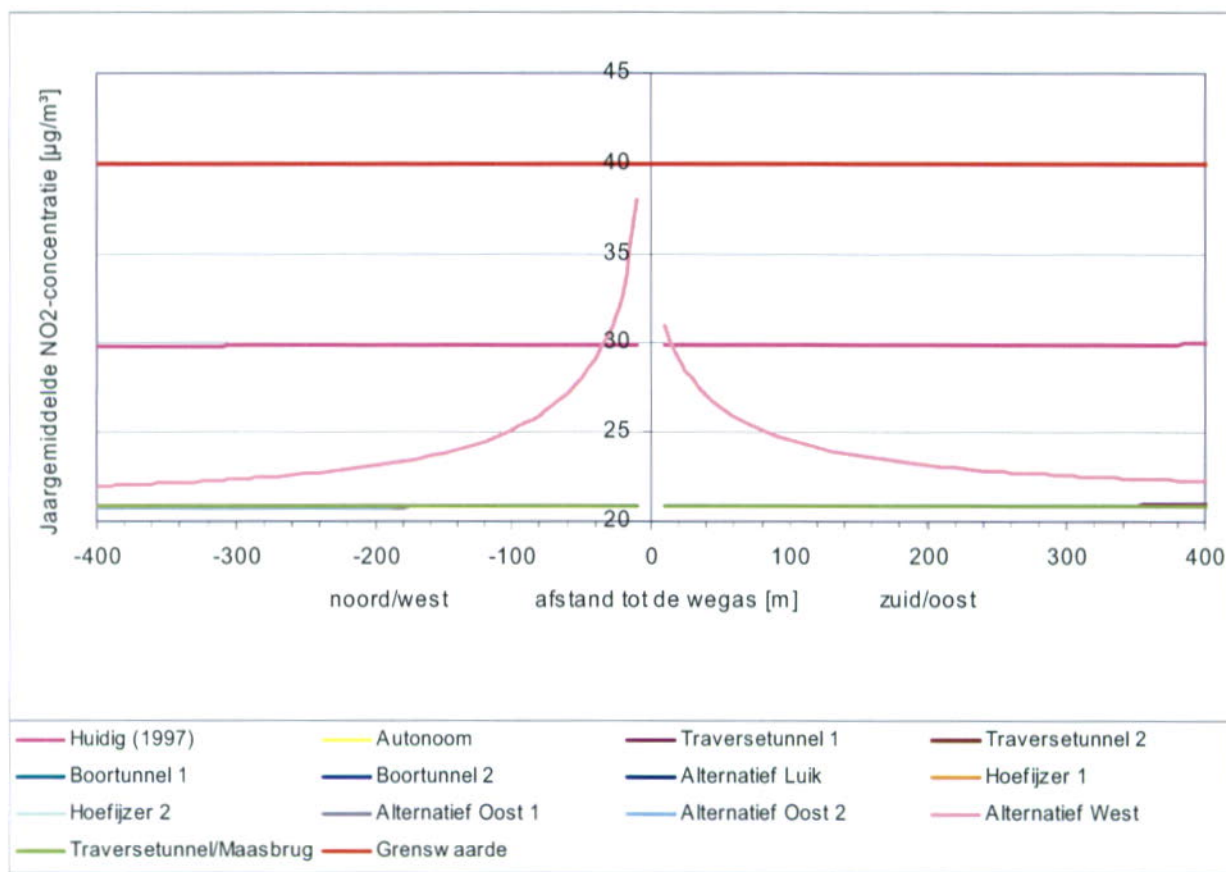
Figuur C.12. Dwarsprofiellocatie Randweg-Oost (noord).



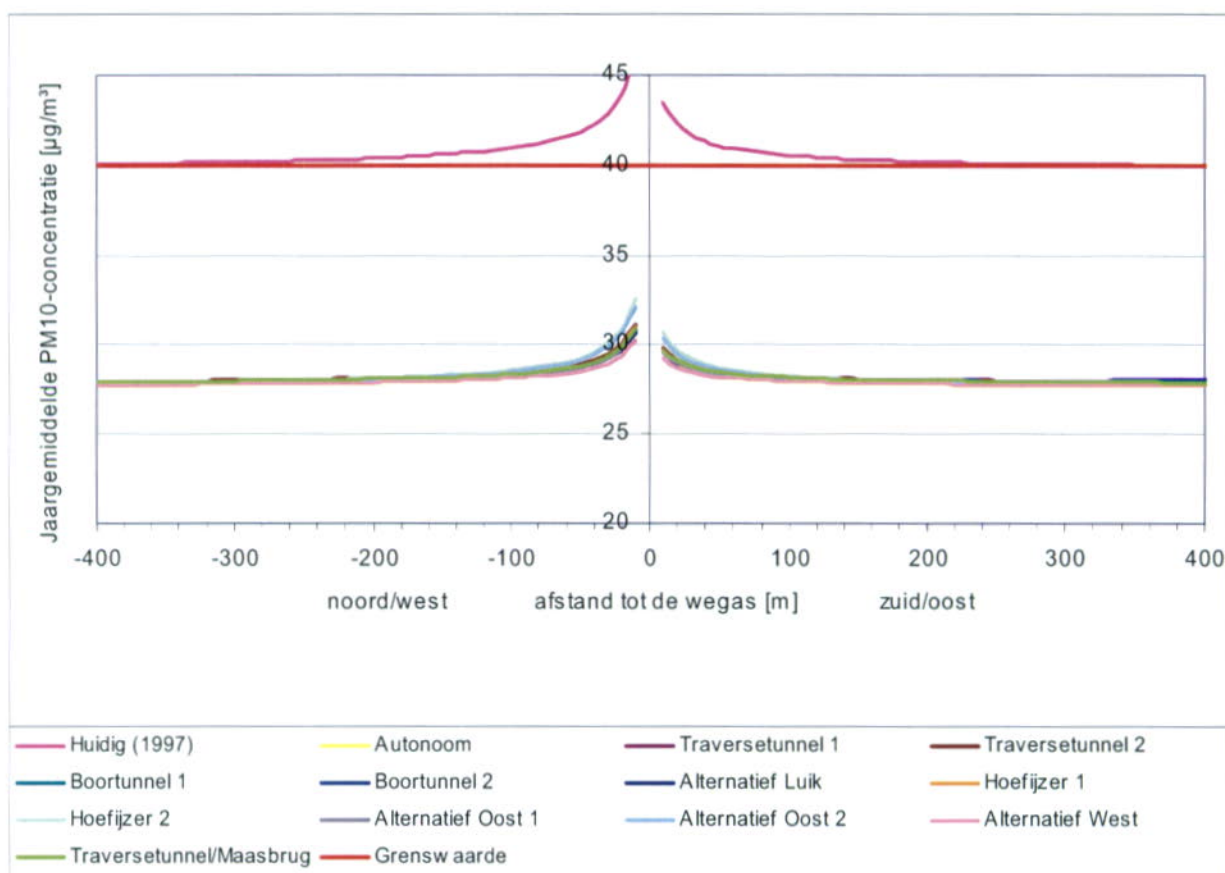
Figuur C.13. Dwarsprofiellocatie Randweg-Oost (centraal wegvak 30b).



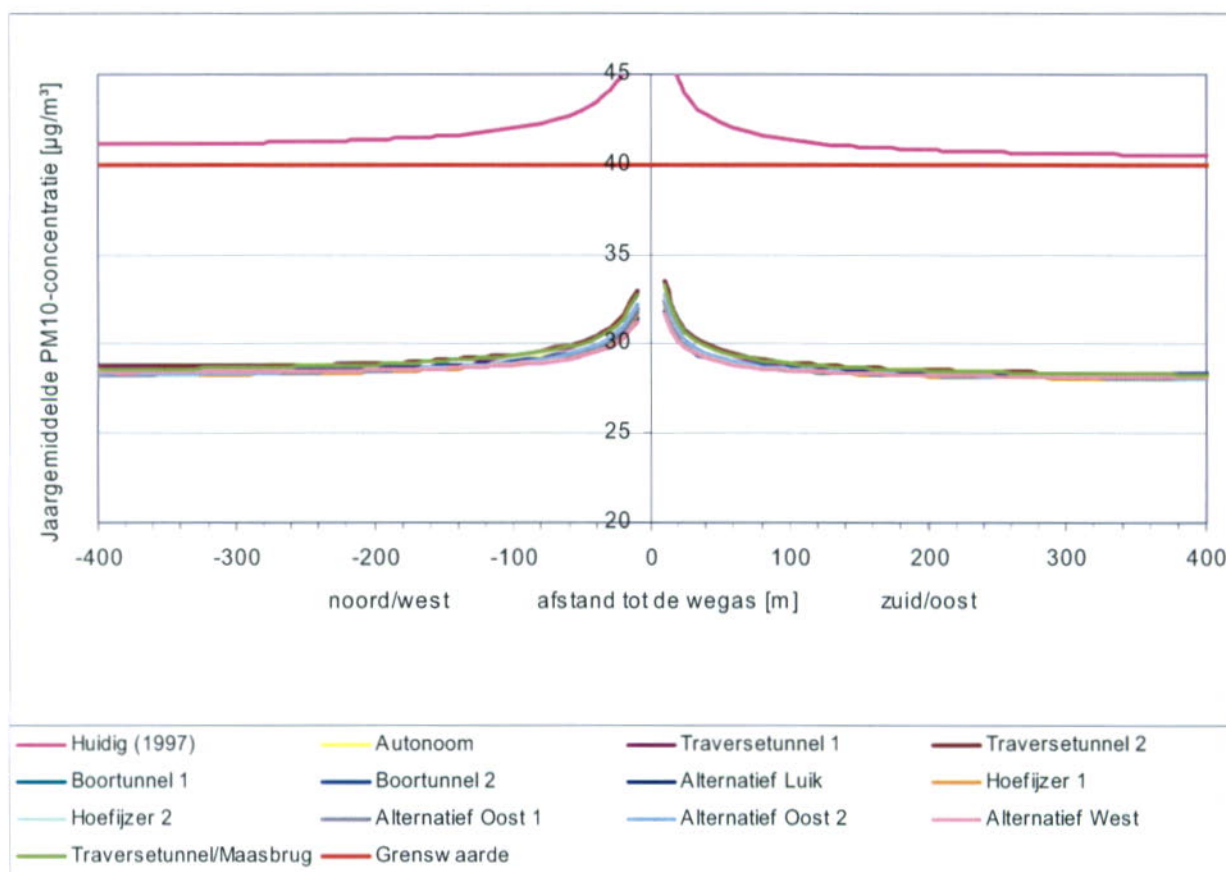
Figuur C.14. Dwarsprofiellocatie Randweg-Oost (centraal wegvak 30d).



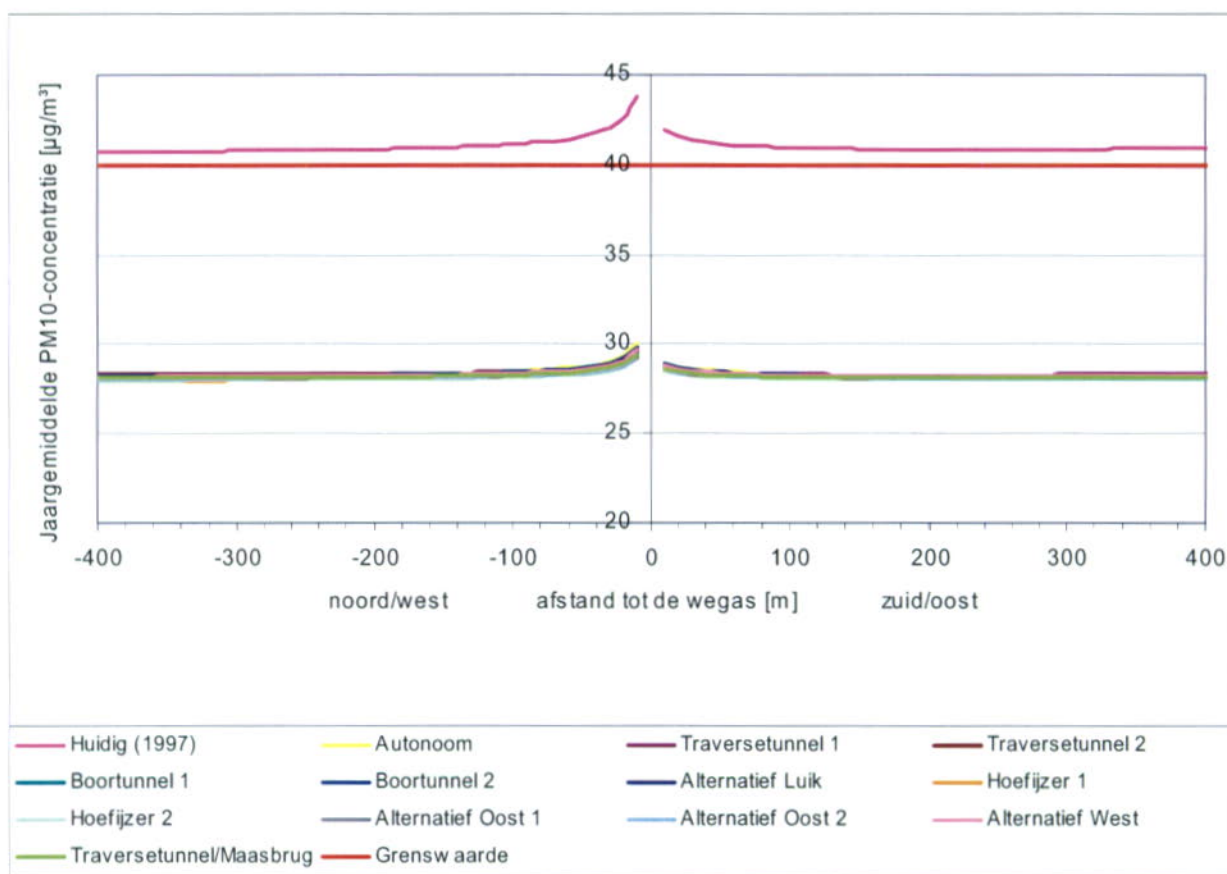
Figuur C.15. Dwarsprofiellocatie Randweg-West (noord).



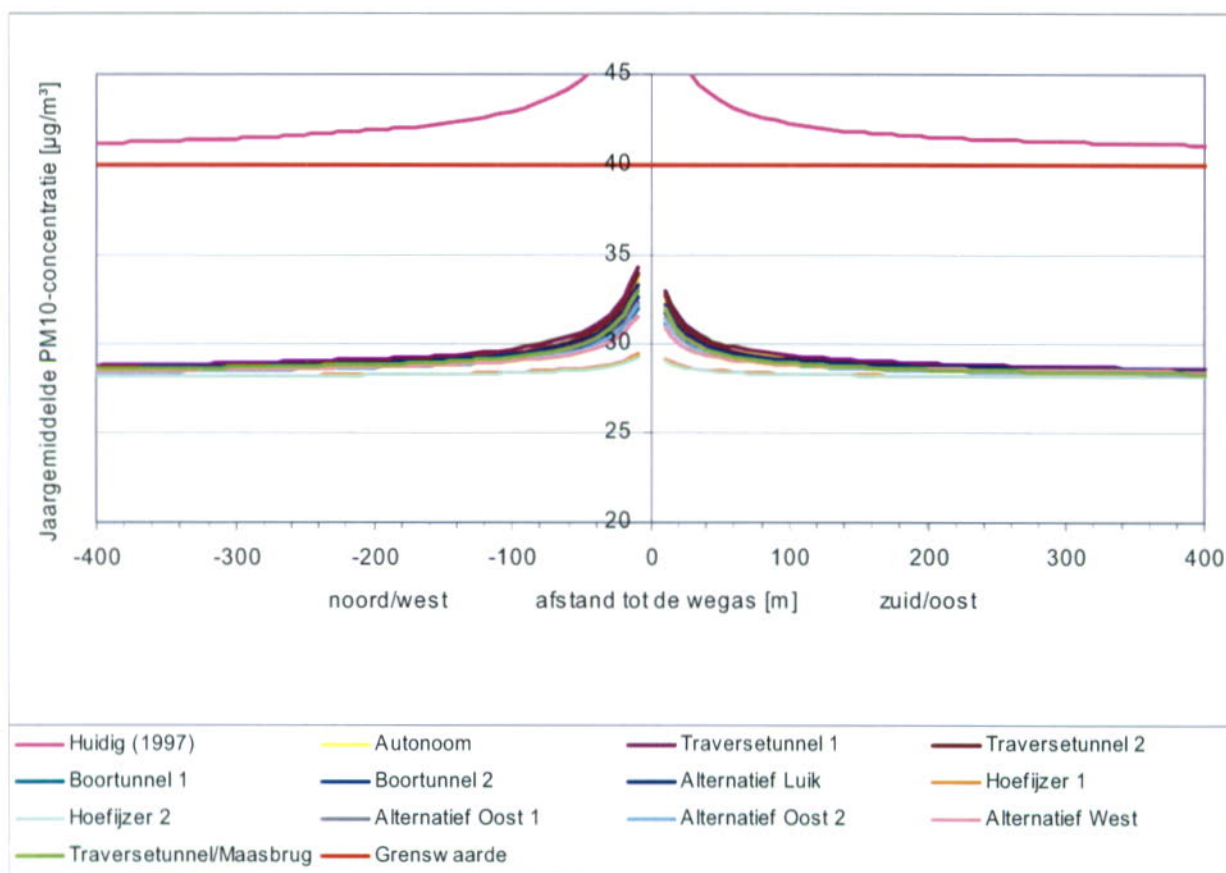
Figuur C.16. Jaargemiddelde PM_{10} -concentratie dwarsprofiellocatie Akersteenweg.



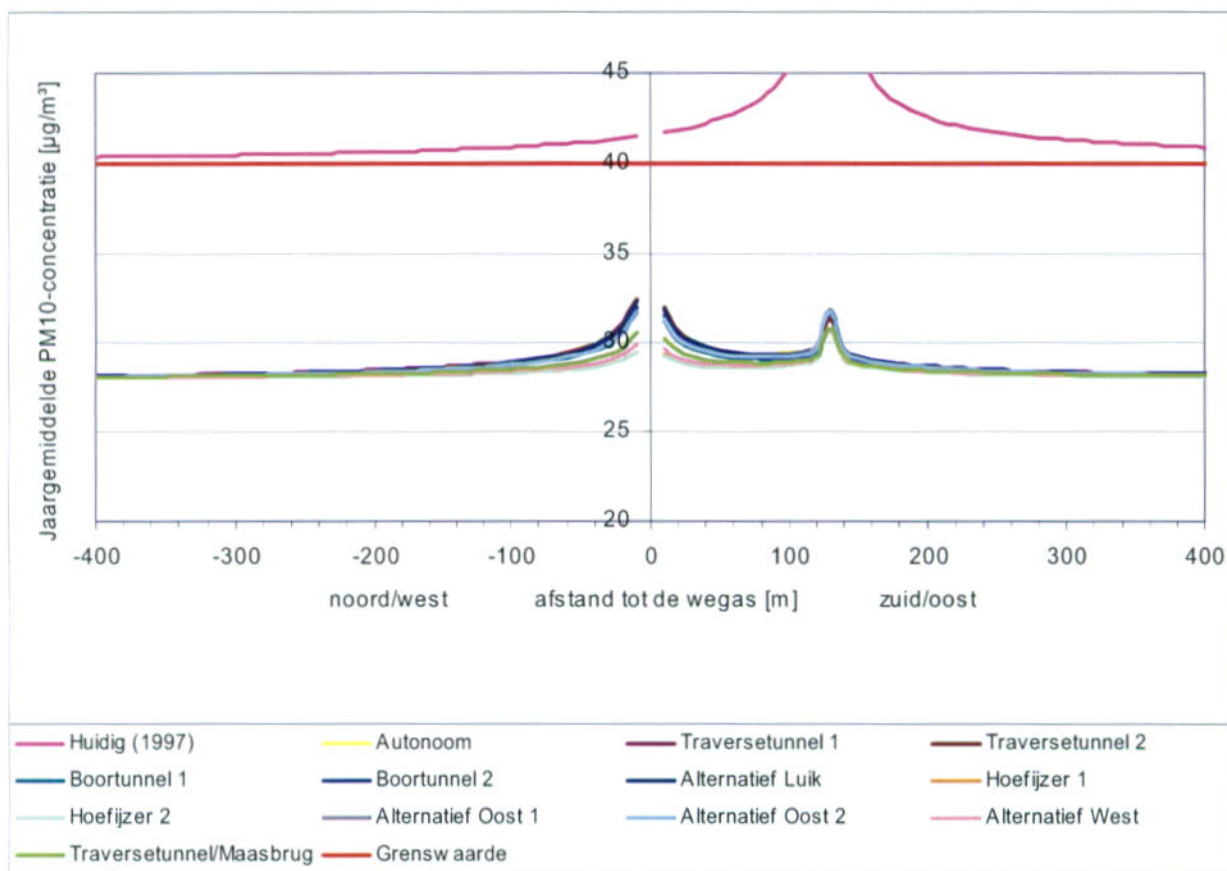
Figuur C.17. Jaargemiddelde PM_{10} -concentratie dwarsprofiellocatie J.F. Kennedysingel.



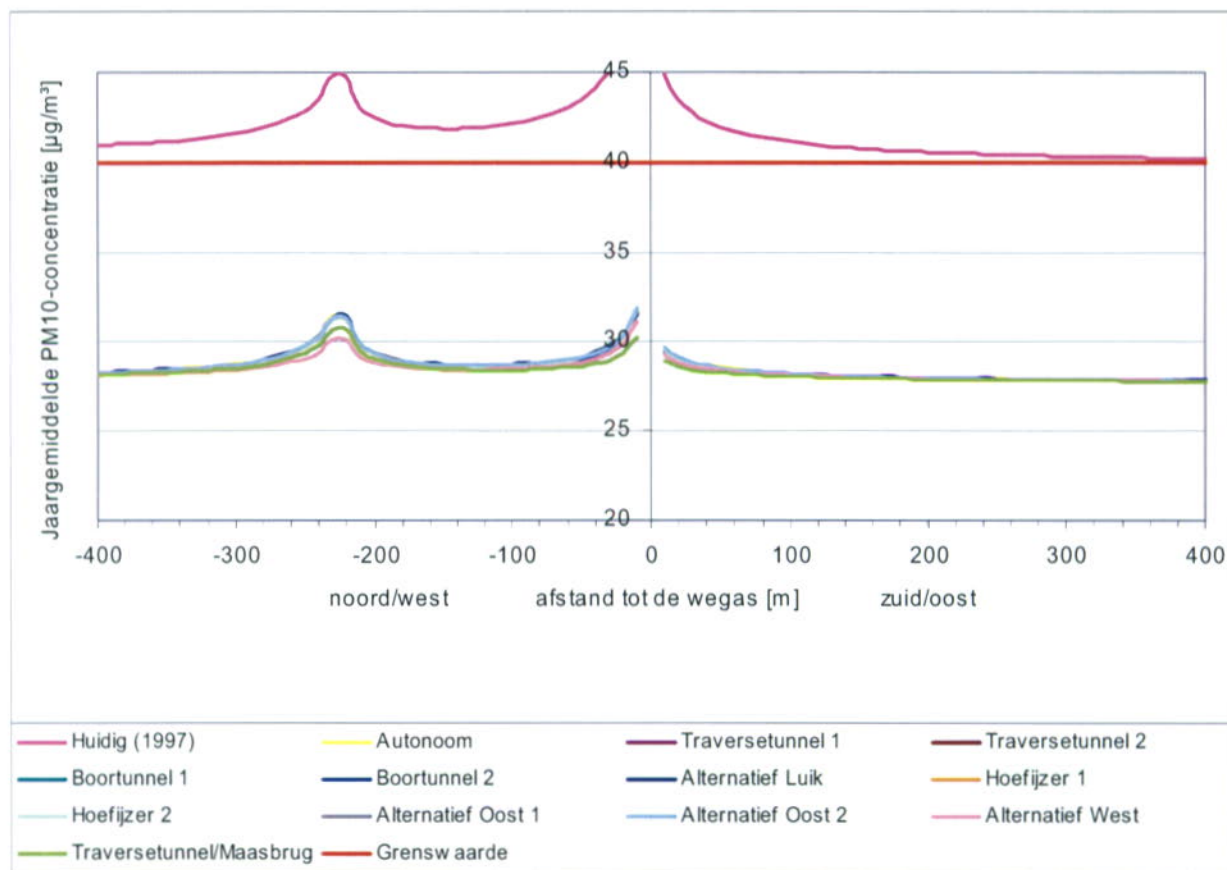
Figuur C.18. Jaargemiddelde PM_{10} -concentratie dwarsprofiellocatie Terblijtweg.



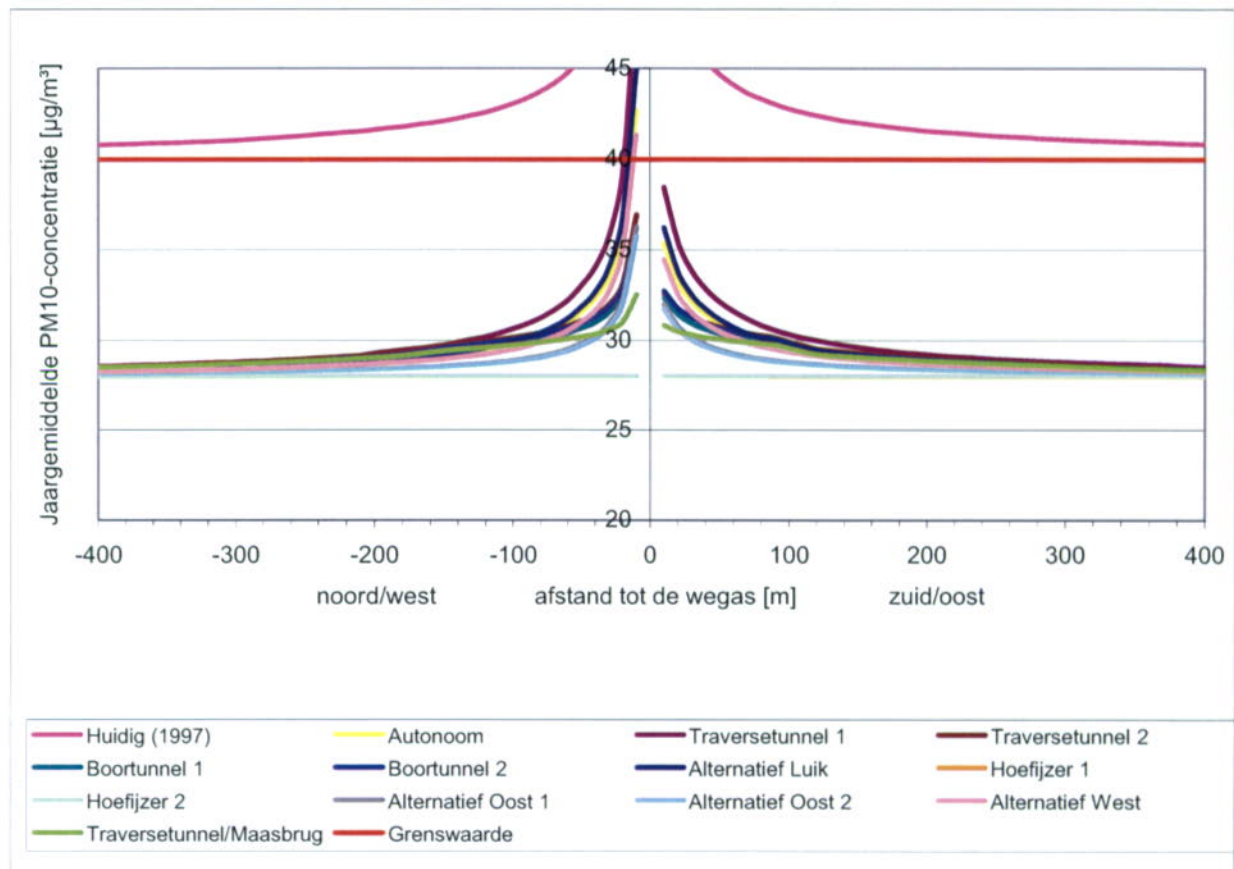
Figuur C.19. Jaargemiddelde PM₁₀-concentratie dwarsprofiellocatie Viaductweg.



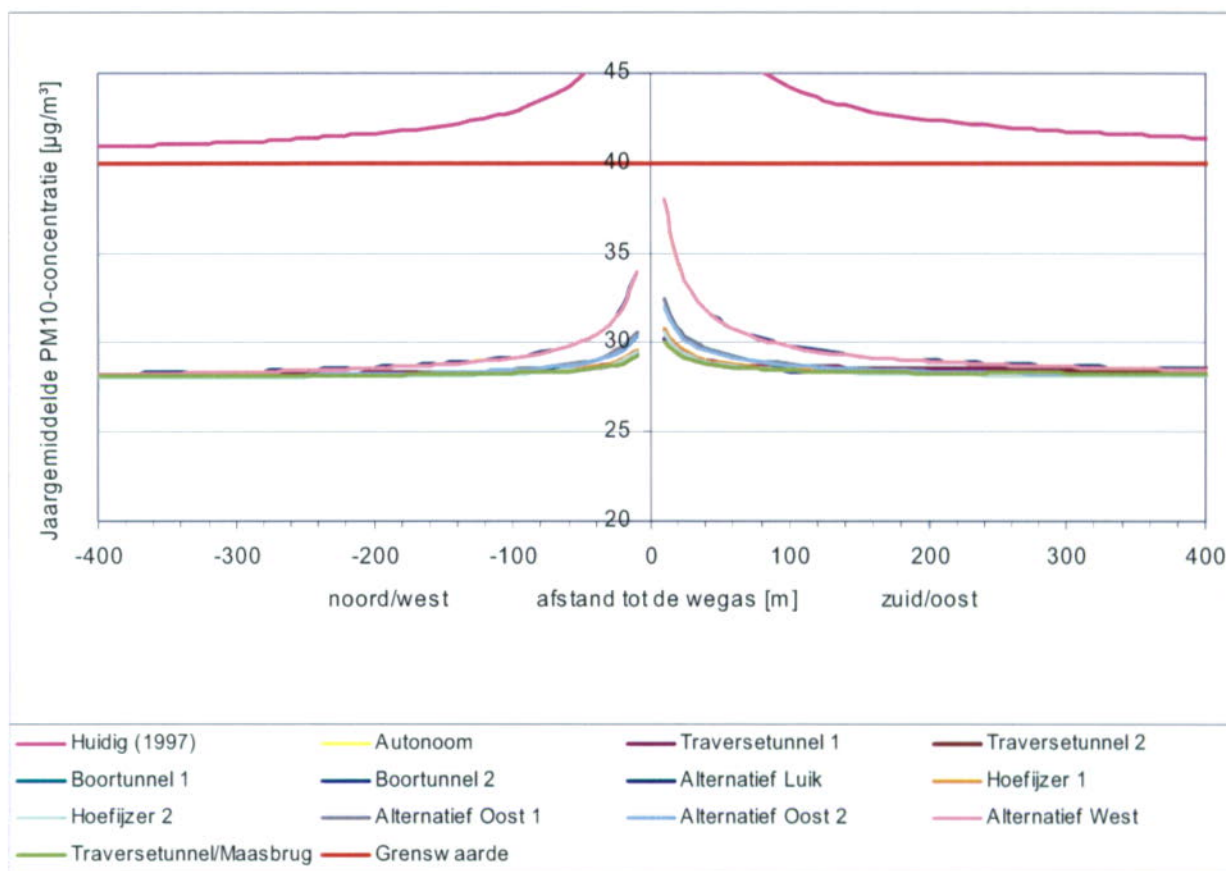
Figuur C.20 Jaargemiddelde PM_{10} -concentratie dwarsprofiellocatie Verlengde Noorderbrug oost.



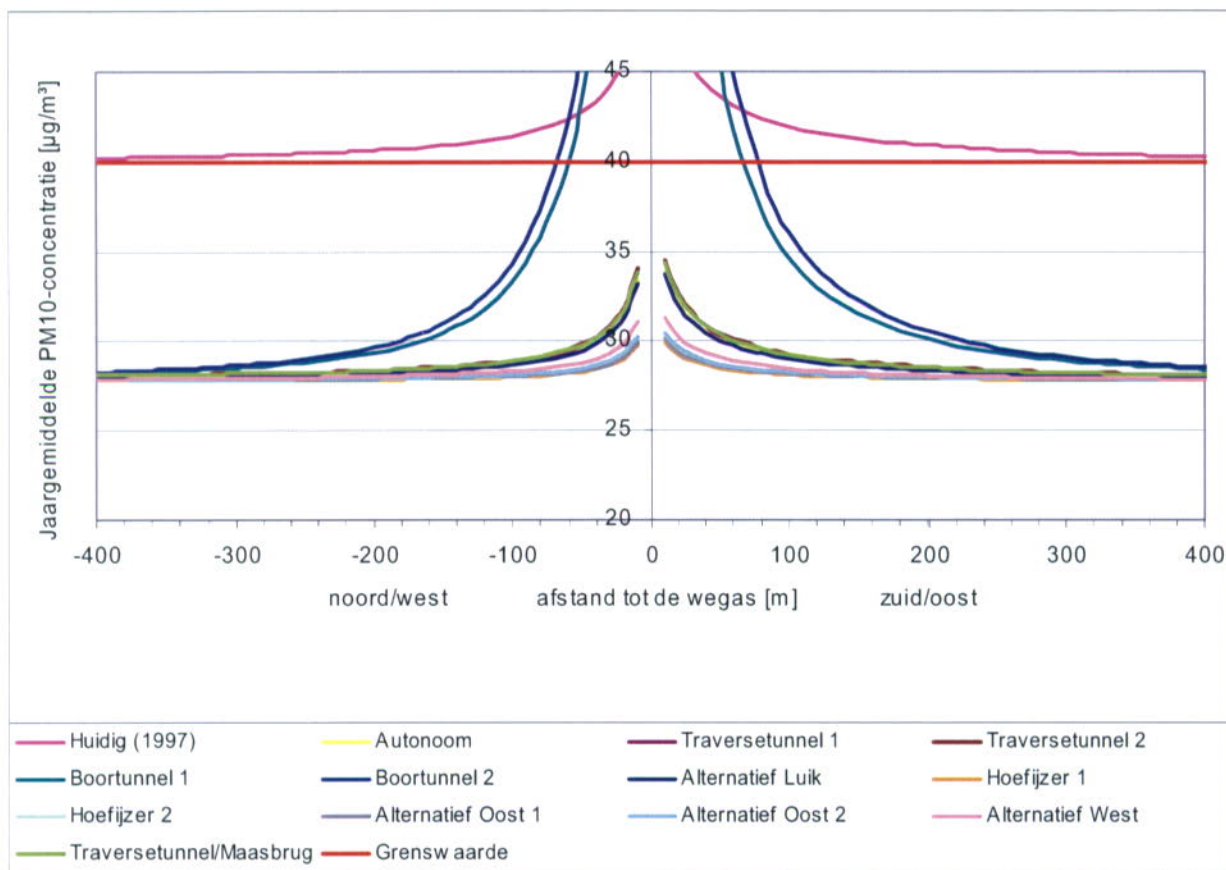
Figuur C.21. Jaargemiddelde PM_{10} -concentratie dwarsprofiellocatie Sint Annadal.



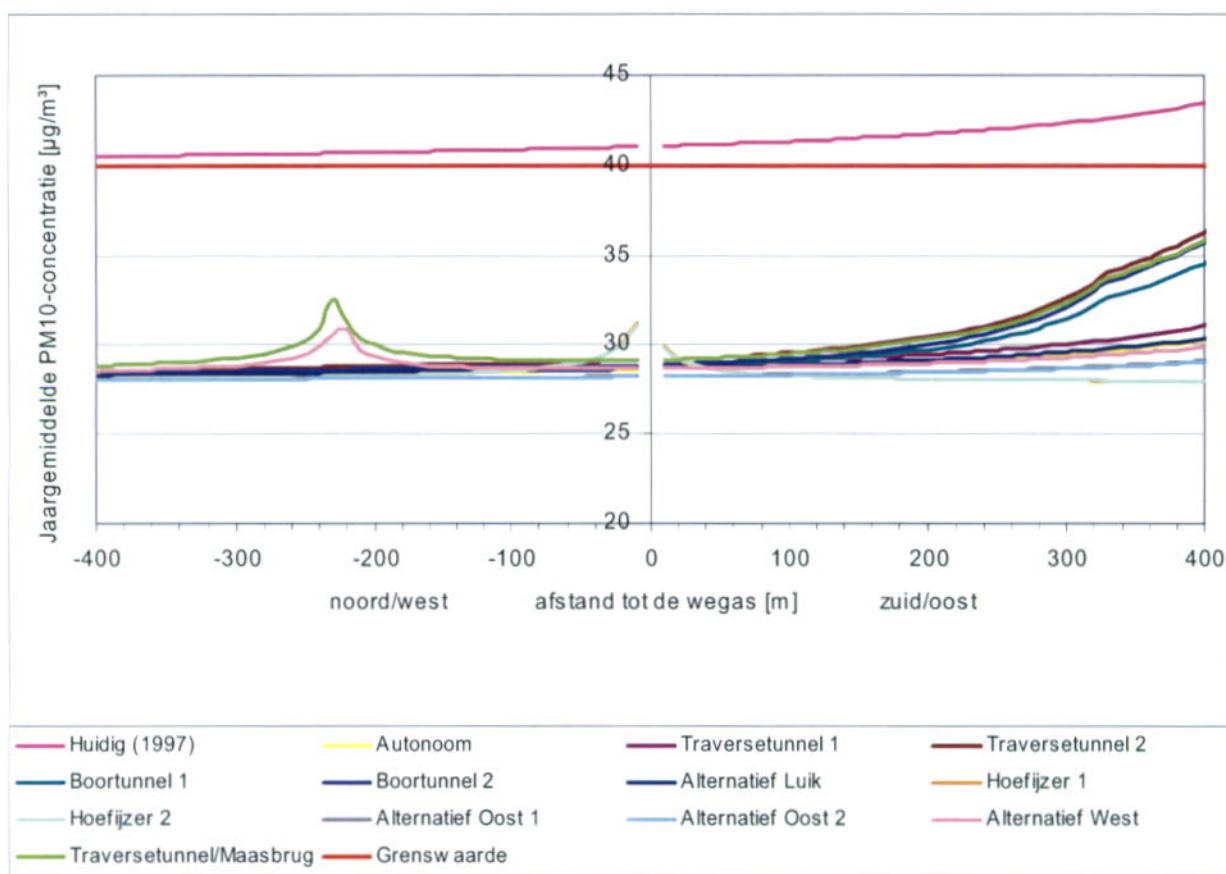
Figuur C.22. Jaargemiddelde PM₁₀-concentratie dwarsprofiellocatie (A2) Kruisdonk Geuselt.



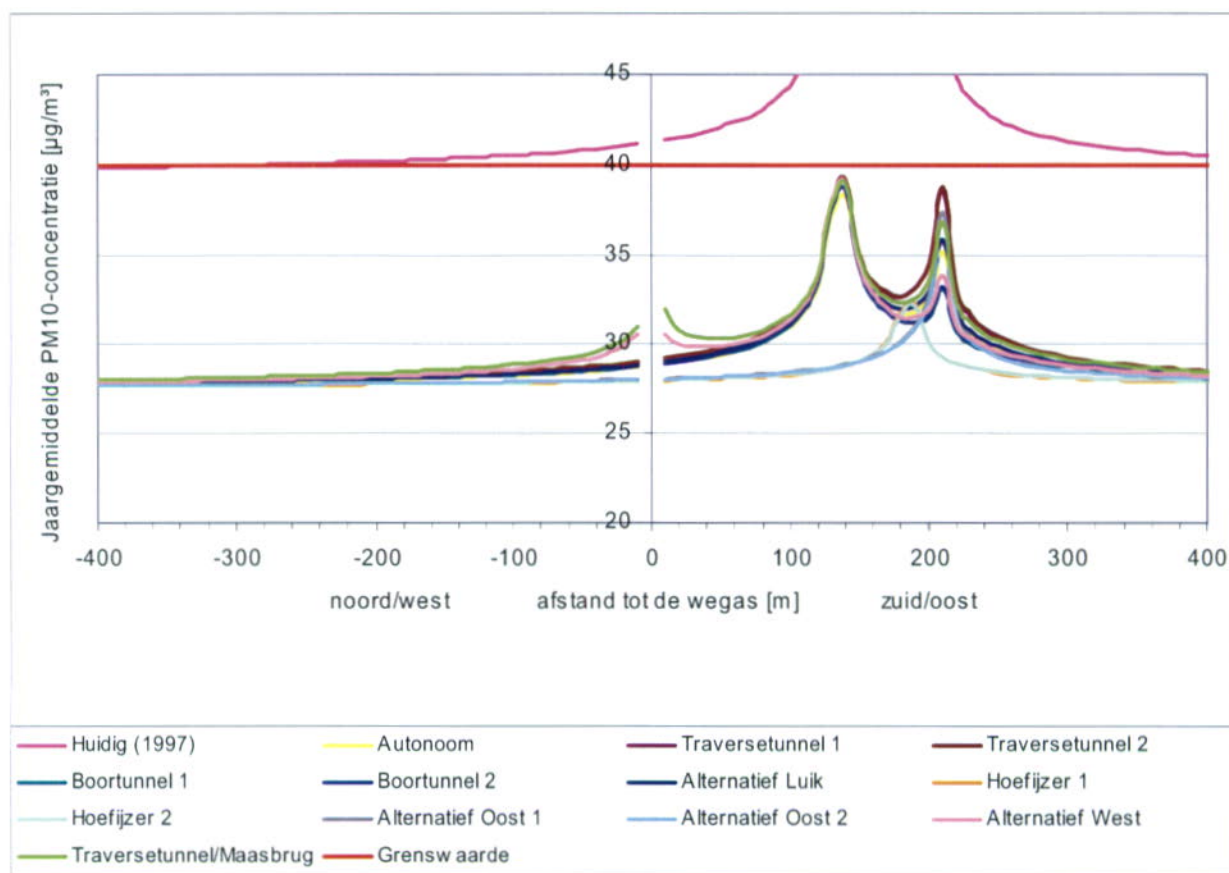
Figuur C.23. Jaargemiddelde PM_{10} -concentratie dwarsprofiellocatie (A2) Boulevard (Geuselt Europaplein).



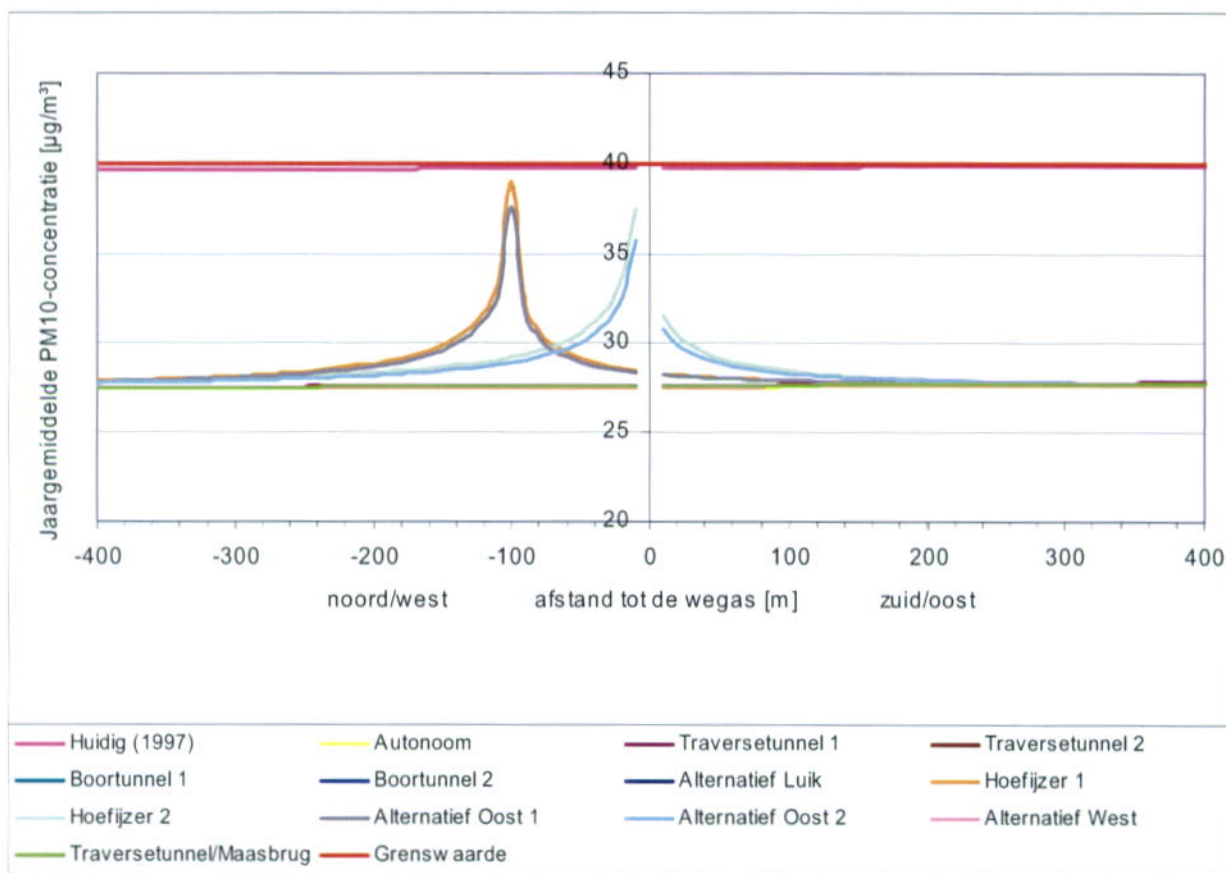
Figuur C.24. Jaargemiddelde PM_{10} -concentratie dwarsprofiellocatie (A2) Boulevard Europaplein – Oeslingerbaan.



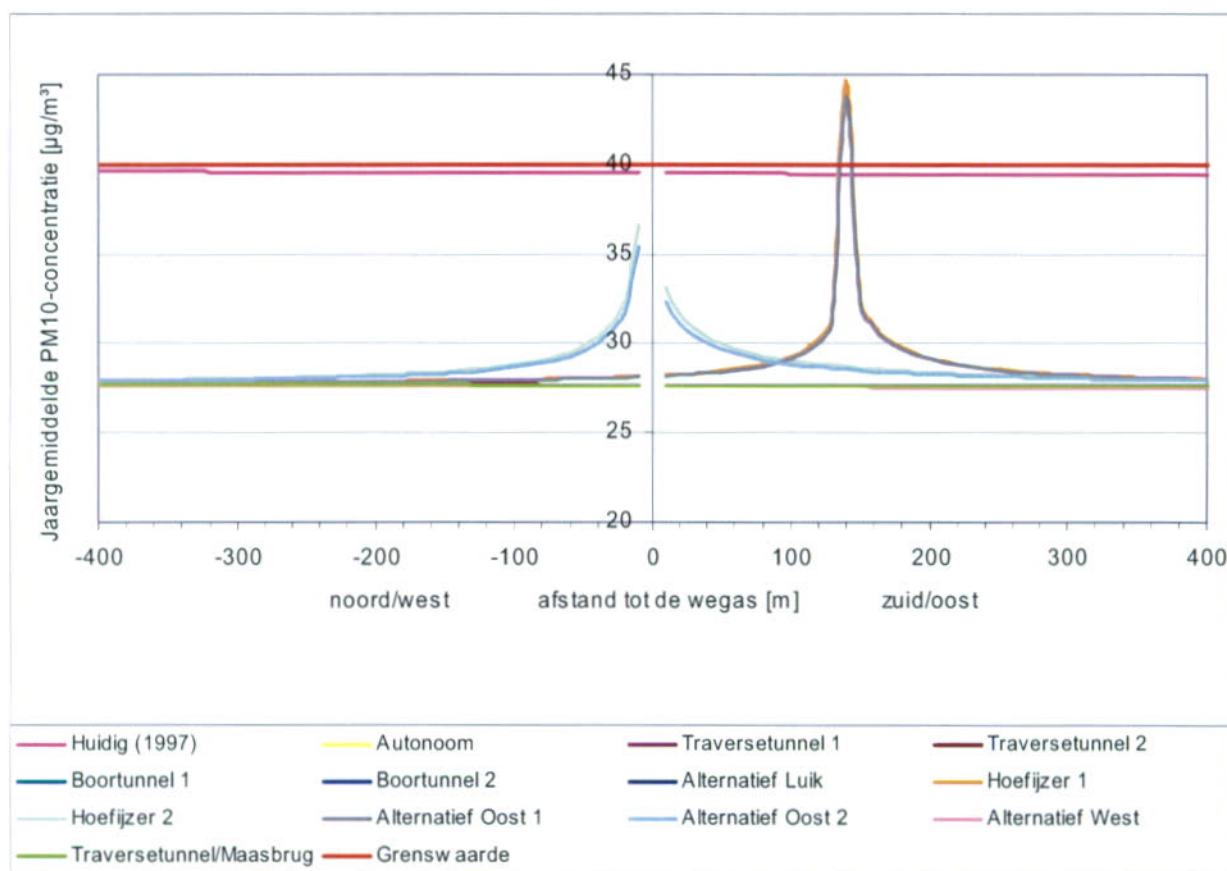
Figuur C.25. Jaargemiddelde PM_{10} -concentratie dwarsprofiellocatie (A2) Randweg-Noord (oost in hoefalternatief).



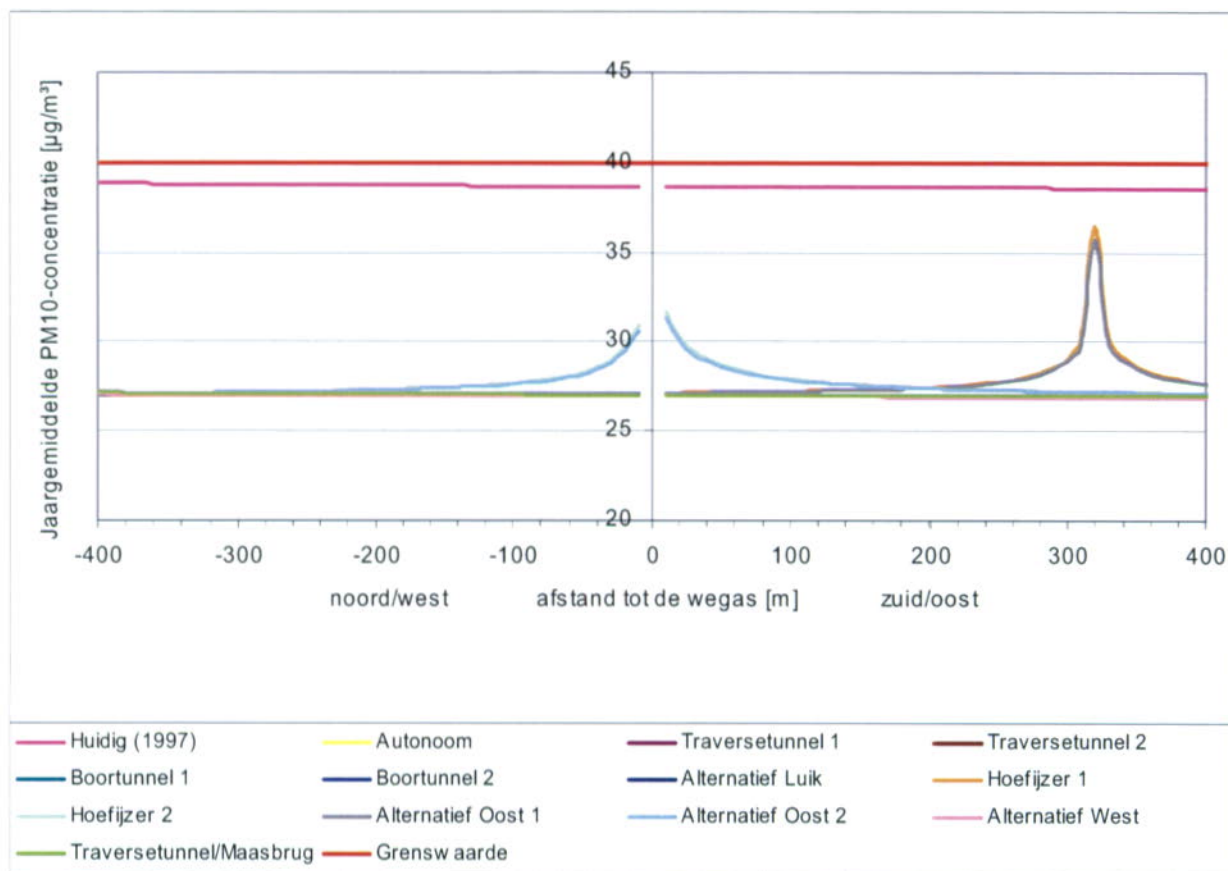
Figuur C.26. Jaargemiddelde PM_{10} -concentratie dwarsprofiellocatie (A2) Randweg-Noord (oost in westalternatief).



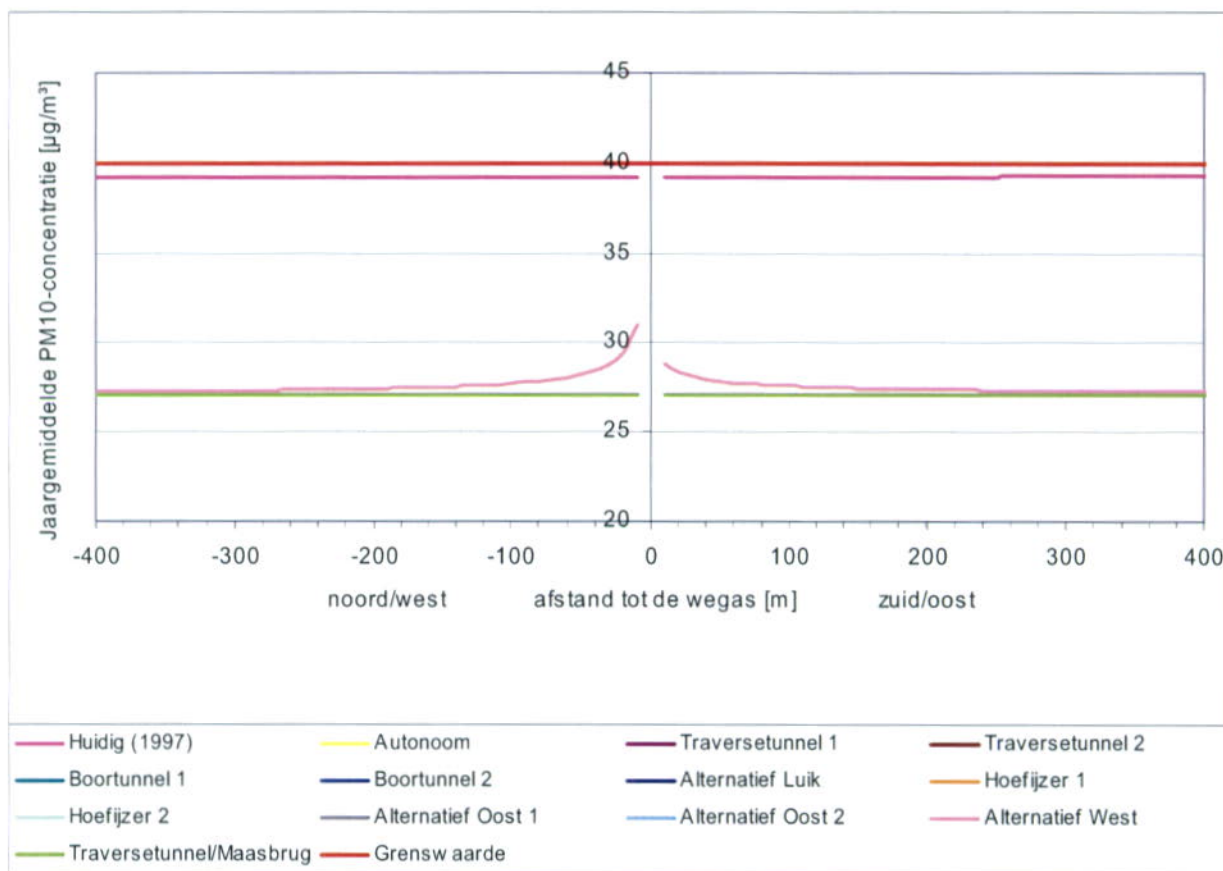
Figuur C.27. Jaargemiddelde PM_{10} -concentratie dwarsprofiellocatie Randweg-Oost (noord).



Figuur C.28. Jaargemiddelde PM_{10} -concentratie dwarsprofiellocatie Randweg-Oost (centraal wegvak 30b).



Figuur C.29. Jaargemiddelde PM_{10} -concentratie dwarsprofiellocatie Randweg-Oost (centraal wegvak 30d).



Figuur C.30. Jaargemiddelde PM_{10} -concentratie dwarsprofiellocatie Randweg-West (noord).