Tauw

Luchtkwaliteitsonderzoek Spoorwegonderdoorgang N226 Maarsbergen

8 oktober 2019

Concept

Verantwoording

Titel	Luchtkwaliteitsonderzoek Spoorwegonderdoorgang N226 Maarsbergen
Opdrachtgever	Provincie Utrecht
Projectleider	Berend Hoekstra
Auteur(s)	Luc Verhees
Tweede lezer	Berend Hoekstra
Projectnummer	1270221
Aantal pagina's	24
Datum	8 oktober 2019
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking.
	Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

Tauw bv
Handelskade 37
Postbus 133
7400 AC Deventer
T +31 57 06 99 911
E info.deventer@tauw.com

Concept

Inhoud

1 Inleiding 4
2 Beschrijving referentie en plansituatie 5
2.1 Aanleiding 5
2.2 Huidige situatie 5
2.3 Nieuwe situatie 6
3 Onderzoeksaanpak 7
3.1 Rekenmodel 7
3.2 Zichtjaar 8
3.3 Toetspunten 8
3.4 Relatie tussen modelberekeningen en metingen 9
4 Wettelijk kader en beleidskaders 10
5 Uitgangspunten en invoergegevens voor de modelberekeningen 12
5.1 Aanlegfase 12
5.2 Gebruiksfase 13
5.2.1 Verkeersmodel 13
5.2.2 Wegeigenschappen 14
5.2.3 Parkeerplaatsen 15
6 Resultaten 16
7 Conclusies 21
8 Vergelijking met metingen 22

Bijlage 1 Contourplots berekende concentratieniveaus
Bijlage 2 Kaarten wegkenmerken
Bijlage 3 Inzet materieel aanlegfase

Concept

1 Inleiding

De provincie Utrecht, ProRail en de gemeente Utrechtse Heuvelrug werken samen aan het ongelijkvloers maken van de N226 met het spoor in Maarsbergen. Aanleiding voor de aanleg van de spoorwegonderdoorgang is de frequentieverhoging van het treinverkeer waardoor enerzijds de veiligheid op de spoorkruising dreigt af te nemen en anderzijds de doorstroming van het verkeer op de N226 verslechterd.

Onderzoek naar de gevolgen voor de luchtkwaliteit is één van de onderzoeken die uitgevoerd moet worden ten behoeve van de onderbouwing van de planologisch-juridische besluitvorming. Het planologisch-juridische besluit wordt door de provincie Utrecht genomen. De provincie heeft hier de regie over, maar de voorbereiding hiervan wordt uitgevoerd in een intensieve samenwerking met ProRail en de gemeente Utrechtse Heuvelrug.

De provincie Utrecht heeft ingenieursbureau Tauw gevraagd een onderzoek uit te voeren naar de effecten van het ongelijkvloers maken van de N226 met het spoor op de concentratieniveaus van de luchtverontreinigende stoffen NO_2 (stikstofdioxide) en fijnstof (PM_{10} en $PM_{2,5}$).[1]
Door het ongelijkvloers maken van de N226 met het spoor is er sprake van nieuwe infrastructuur en veranderen rijroutes, verkeersaantallen en de doorstroming van het verkeer. Dit heeft een effect op de lokale luchtkwaliteit. Het project heeft geen effect op het railverkeer. Het effect van railverkeer op de lokale luchtkwaliteit maakt dan ook geen deel uit van dit onderzoek.

De concentratieniveaus worden berekend met het door de Rijksoverheid goedgekeurde rekenmodel Geomilieu-STACKS+. De berekende totale concentraties worden als contourplots en tabellen gepresenteerd en worden getoetst aan de Wettelijke grenswaarden (luchtkwaliteitseisen). Naast het toetsen aan de Nederlandse grenswaarden, worden de resultaten beoordeeld aan de hand van strengere advieswaarden van World Health Organisation (WHO), welke als streefnormen worden genoemd in de Samenwerkingsagenda en uitwerkingsagenda Gezonde Lucht van de Provincie Utrecht. De uitkomsten van het rekenmodel zijn vergeleken met NO_2 en PM_{10} metingen die in de periode 30 april 2018 tot 13 mei 2019 door Tauw zijn uitgevoerd aan de Engweg 9a.

[1] Fijnstof met een diameter tot 10 micrometer (PM_{10}) en tot 2.5 micrometer ($PM_{2.5}$)

Concept

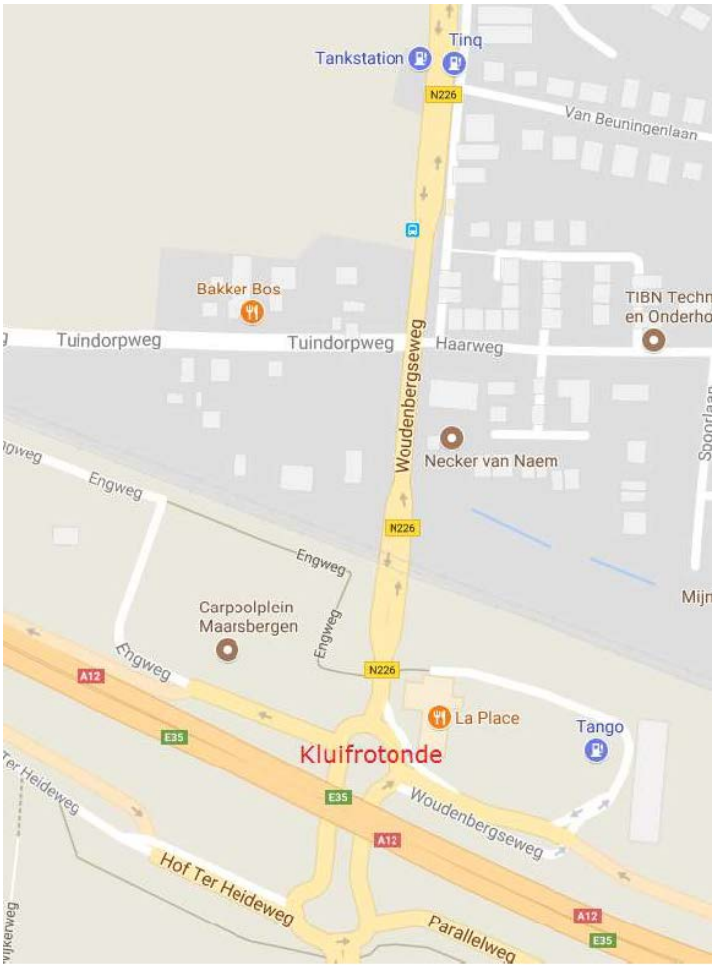
2 Beschrijving referentie en plansituatie

2.1 Aanleiding

Tussen de regio, waaronder de provincie Utrecht, de gemeente Utrechtse Heuvelrug en het toenmalige ministerie van Verkeer en Waterstaat, is in december 2005 een overeenkomst gesloten om te komen tot een drietal ongelijkvloerse spoorkruisingen. Eén van die drie ongelijkvloerse spoorkruisingen is de spoorkruising in de provinciale weg N226 bij Maarsbergen. Directe aanleiding hiervoor is de frequentieverhoging van het treinverkeer waardoor de veiligheid op de spoorkruising dreigt af te nemen. Daarnaast heeft deze frequentieverhoging ook negatieve gevolgen voor de doorstroming van het verkeer op de N226.

2.2 Huidige situatie

Komende vanuit het zuiden vanaf de kluifrotonde bij de A12, kruist de Woudenbergseweg (N226) in de huidige situatie het spoor gelijkvloers en kruist vervolgens de Tuindorpweg/Haarweg in Maarsbergen.

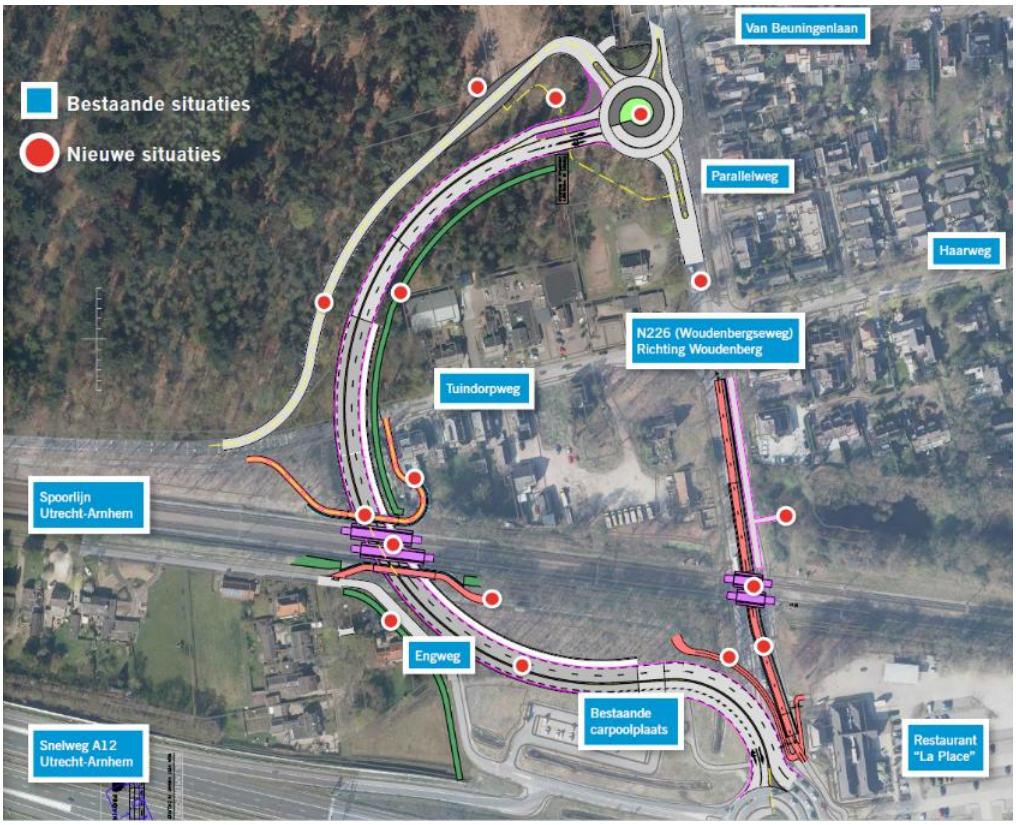


Figuur 2.1 Huidige situatie kruising N226 – spoor in Maarsbergen

Concept

2.3 Nieuwe situatie

Provinciale staten hebben op 13 maart 2017 besloten de ongelijkvloerse kruising vorm te geven als Westvariant met een voor snelverkeer gesloten Tuindorpweg. Hiermee wordt de N226 tussen de kluifrotonde (aansluiting A12) en de noordelijke rotonde ten zuiden van het brandstofverkooppunt in westelijke richting (en onder het spoor door) verlegd. De Tuindorpweg wordt hierbij geknipt. Maarsbergen wordt met de bestaande N226 aangesloten op de nieuwe noordelijke rotonde. Verkeer uit Maarn kan Maarsbergen bereiken via een nieuwe weg die parallel aan de verlegde N226 loopt en ook aansluit op de nieuwe noordelijke rotonde. De A12 kan vervolgens via de verlegde N226 bereikt worden. Daarnaast wordt de Engweg plaatselijk omgelegd om de tunnel mogelijk te maken. Voor de fietsers wordt een nieuwe fietstunnel gerealiseerd ter plaatse van de bestaande kruising N226/spoor. Ook wordt een fietspad met viaduct aangelegd om de doorgaande fietsstructuur langs de Tuindorpweg te handhaven. En als laatste wordt voor de ontsluiting van de Engweg ten behoeve van fietsers en voetgangers een fietsviaduct met fietspaden aangelegd. Figuur 2.2 toont de beoogde situatie. Voor de realisatie van de tunnelbak is amovering van de woningen Tuindorpweg 5c en 5d en aanpassing van woning Tuindorpweg 5b noodzakelijk. Meer informatie over het project is te vinden op: https://www.provincie-utrecht.nl/maarsbergen/



Figuur 2.2 Plattegrond nieuwe situatie (westvariant)[2]

[2] Bron: https://www.provincie-utrecht.nl/publish/pages/322490/pu17-22521_plattegrond_situatie01.pdf

Concept

3 Onderzoeksaanpak

3.1 Rekenmodel

De berekeningen worden uitgevoerd met de STACKS+ module voor luchtkwaliteitsberekeningen van het softwarepakket Geomilieu, versie 5.0. Geomilieu (en daarmee de STACKS+ module) is door het ministerie van I&W goedgekeurd voor berekeningen conform standaardrekenmethode 1 (wegen binnen de bebouwde kom), standaardrekenmethode 2 (snelwegen en wegen in open gebied) en standaardrekenmethode 3 (punt- en oppervlaktebronnen) uit de Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit 2007 (Rbl 2007). De STACKS+ module in Geomilieu is een fysisch / chemisch rekenmodel dat de verspreiding van rookgassen en uitlaatgassen (emissies) berekent op basis van onder andere de meteorologie. Het model berekent de immissies (de concentratieniveaus) in de omgeving op leefniveau; 1,5 meter boven maaiveld. In Geomilieu zijn steeds de meest recente emissiefactoren voor het wegverkeer en de meeste recente achtergrondconcentraties (ook wel Grootschalige Concentratiekaarten Nederland; GCN) opgenomen. De achtergrondconcentraties worden gegeven als jaargemiddelde concentraties (in µg/m^3) en gemiddeld over een kilometerblok[3]. Zowel de emissiefactoren voor wegverkeer als de GCN worden jaarlijks geactualiseerd en op 15 maart vrijgegeven door het ministerie van I&W.

De onzekerheid in de uitkomsten van lokale verspreidingsberekeningen (de bronbijdrage van lokale bronnen aan de concentratieniveaus) bedraagt ongeveer 25%. Voor de grootschalige achtergrondconcentraties welke door het RIVM worden opgesteld wordt uitgegaan van een onzekerheid[4] van 15% voor NO_2, PM_{10} en $PM_{2,5}$. Opgemerkt moet worden dat de relatieve hoge onzekerheid in luchtkwaliteitsberekeningen nauwelijks een rol speelt bij het onderling vergelijken van scenario's; de absolute waarden mogen dan een hoge onzekerheid hebben, indien scenario A lagere concentraties laat zien dan scenario B dan mag men er van uitgaan dat dit relatieve verschil betrouwbaar is.

Met het effect van een verdiepte en verhoogde wegligging houdt het rekenmodel Geomilieu-STACKS+ rekening. Bij een verhoogde ligging is er sprake van meer verwaaiing en verdunning, waardoor er een lagere bijdrage aan de concentraties wordt berekend op korte afstand van de weg. Bij een verdiepte wegligging is er juist sprake van een iets verhoogde bijdrage aan de concentraties op korte afstand van de weg. Ook met de aanwezigheid van schermen houdt het model rekening. Een geluidsscherm zorgt ervoor dat de aanstroming wordt opgetild tot boven het scherm. Achter het scherm ontstaat daardoor extra turbulentie en dus een sterkere verdunning. De verkeersemissies moeten over het scherm heen en zullen achter het scherm weer tot grondniveau dalen. Dit werkt dus positief op de verdunning. Als invloedgebied van een scherm op de concentraties kan maximaal 100 maal de schermhoogte worden aangehouden. In een complexe bebouwde omgeving wordt de onzekerheid van de uitkomsten van de lokale verspreidingsberekeningen groter. Het rekenmodel houdt globaal rekening met de invloed van bebouwing, vegetatie, schermen en andere obstakels.

[3] Zie https://geodata.rivm.nl/gcn/
[4] Zie: https://www.rivm.nl/gcn-gdn-kaarten/onzekerheden

Concept

Geomilieu-STACKS+ is een zogenaamd “uur voor uur model”. Het berekent de verspreiding van rookgassen / emissies van uur tot uur door voor een periode van of één jaar (voor een historisch jaar) of voor een periode van 10 jaar (voor toekomstige jaren; 1995 t/m 2004 conform de Rbl 2007). Geomilieu-STACKS+ bevat een grote meteorologische database met uurlijkse meteorologische gegevens van diverse meteo-stations. Het rekenmodel houdt dus rekening met de meteorologische condities. Zo is bijvoorbeeld de jaargemiddelde bijdrage van bronnen aan de concentratieniveaus vanwege de in Nederland overheersende zuidwesten windrichting ten noordoosten van een bron altijd hoger dan ten zuidwesten van deze bron.

De input voor het rekenmodel wordt gevormd door de emissiebronnen (in dit project het wegverkeer) met hun bijbehorende kenmerken zoals aantallen, type en wegkenmerken. Hoofdstuk 4 beschrijft de uitgangspunten van het verkeersmodel en weggegevens die gebruikt zijn als invoer in het rekenmodel. Op basis van de in het model ingevoerde bronnen, de meteorologie en de omgevingsfactoren berekent het model vervolgens uur-, dag- en jaargemiddelde concentraties (immissies) op geselecteerde toets-/rekenpunten op leefniveau voor NO_2, PM_{10}, en $PM_{2,5}$. De resultaten worden gegeven in hoofdstuk 6.

Voor snelwegen wordt voor dubbeltelling gecorrigeerd met de in Geomilieu standaard aanwezige rekenoptie ‘snelwegdubbeltellingscorrectie’. Dit is nodig omdat we voor dit project de A12 modelleren (tot 3 km buiten het modelgebied, conform de Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit) en de concentratiebijdrage van snelwegen ook in de achtergrondconcentratiekaarten is opgenomen.

3.2 Zichtjaar

In het verkeersmodel van Sweco, dat is gebruikt als basis voor dit onderzoek, zijn voor de jaren 2020, 2023, 2026 en 2030 verkeersintensiteiten gegeven voor zowel de referentie- als plansituatie. Als zichtjaar voor de luchtkwaliteitsberekeningen is het jaar 2026 aangehouden (voor referentie- als plansituatie). 2026 is naar verwachting het eerste jaar na realisatie van het project waarvoor het verkeersmodel beschikbaar is.

3.3 Toetspunten

Toetspunten of receptoren zijn de rekenpunten waarop Geomilieu de concentratieniveaus berekend. De volgende toetspunten zijn in het model opgenomen:

- Toetspunten als grid over het modelgebied. De onderlinge tussenafstand in zowel X- als Y-richting bedraagt 100 meter
- Toetspunten op 10 meter afstand van de rand van de wegverharding van de in het verkeersmodel opgenomen wegen; dit conform de Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit. Op deze punten dient te worden voldaan aan de grenswaarden voor luchtkwaliteit (zie hoofdstuk 4 en tabel 4.1). De tussenafstand tussen de punten bedraagt 20m. Tevens zijn toetspunten geplaatst op 25 meter afstand van de rand van de weg met een tussenafstand van 40 m
- Toetspunten op de woningen (uit de BAG (BasisAdministratie Gebouwen; verblijfsobjecten)

In totaal geeft dit 1.440 toetspunten in het modelgebied .Op basis van al deze toetspunten worden contourkaarten van de concentratieniveaus verkregen met een hoog ruimtelijk detailniveau.

Concept

3.4 Relatie tussen modelberekeningen en metingen

Geomilieu-STACKS+ is een rekenmodel dat is opgesteld op basis van vele meetcampagnes die in het verleden hebben plaatsgevonden en waarbij bronemissies en concentraties op leefniveau (immissies) zijn gemeten. Op basis van deze metingen is het model opgesteld, gekalibreerd en gevalideerd.

In Geomilieu zijn steeds de meest recente emissiefactoren voor het wegverkeer en de meeste recente achtergrondconcentraties opgenomen. Zowel de emissiefactoren als de GCN worden jaarlijks door het RIVM geactualiseerd en op 15 maart vrijgegeven door het ministerie van I&W. De emissiefactoren voor het wegverkeer worden jaarlijks door TNO geactualiseerd op basis van zowel emissiemetingen in het laboratorium als op de weg in praktijkomstandigheden.
De achtergrondconcentratiekaarten zijn gebaseerd op een combinatie van modelberekeningen en metingen met het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit en zijn bedoeld voor het geven van een grootschalig beeld van de luchtkwaliteit in Nederland zowel voor jaren in het verleden als in de toekomst. Er is dus sprake van een getrapt systeem; metingen vormen de basis waarop rekenmodellen gebaseerd zijn. Aangezien er niet overal gemeten kan worden, alsmede voor het inschatten van concentratieniveaus in toekomstige situaties, wordt vervolgens gebruik gemaakt van een rekenmodel.

De modelresultaten van de referentiesituatie zijn vergeleken met metingen die in de periode 30 april 2018 tot 13 mei 2019 door Tauw zijn uitgevoerd aan de Engweg 9a. Zie hoofdstuk 8.

Concept

4 Wettelijk kader en beleidskaders

De belangrijkste regels over de luchtkwaliteit staan in hoofdstuk 5 (titel 5.2) van de Wet milieubeheer (Wm). Specifieke onderdelen van de wet zijn uitgewerkt in besluiten (AMvB's) en ministeriële regelingen. De kern van titel 5.2 Wm bestaat uit luchtkwaliteitsnormen, gebaseerd op de Europese richtlijnen, zie tabel 4.1.

Momenteel wordt vrijwel overal in Nederland aan de grenswaarden uit de Wm voldaan. Bij concentratieniveaus onder de grenswaarden is er echter nog steeds een negatief effect op de gezondheid ten gevolge van luchtverontreiniging. Daarnaast heeft een betere luchtkwaliteit economische waarde: gezondere werknemers, vermindering ziektekosten, aantrekkingskracht voor investeerders en nieuwe banen in de duurzaamheidseconomie. Provinciale Staten (PS) hebben op 5 februari 2018 de Samenwerkingsagenda Gezonde Lucht aangenomen. PS streeft er naar (streefnorm) om uiterlijk in 2030 in de hele provincie Utrecht te voldoen aan de streefwaarden van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO). De Europese grenswaarden en advieswaarden van de WHO worden gegeven in tabel 4.1. De berekende concentratieniveaus in voorliggend onderzoek worden getoetst aan zowel de Europese grenswaarden als aan de advieswaarden van de WHO.

Tabel 4.1 Overzicht van grens- en advieswaarden van de in deze studie beschouwde stoffen

Stof	Type norm	Grenswaarde in Nederland en EU	Advieswaarde WHO
NO_2	Jaargemiddelde concentratie	40 µg/m^3	40 µg/m^3 *)
PM_{10}	Jaargemiddelde concentratie	40 µg/m^3	20 µg/m^3
	Etmaalgemiddelde concentratie	50 µg/m^3 Mag max.35 keer per jaar worden overschreden	50 µg/m^3
$PM_{2.5}$	Jaargemiddelde concentratie	25 µg/m^3	10 µg/m^3
Roet (EC)	Jaargemiddelde concentratie	-	-

*) De WHO overweegt voor stikstofdioxide een lagere advieswaarde.

Het toepasbaarheidsbeginsel (artikel 5.19 lid 2 van de Wet milieubeheer) geeft aan waar de luchtkwaliteit niet beoordeeld hoeft te worden, namelijk:

a. Op locaties die zich bevinden in gebieden die niet publiekelijk toegankelijk zijn en waar geen vaste bewoning is
b. Op terreinen waarop een of meer inrichtingen zijn gelegen, waar bepalingen betreffende gezondheid en veiligheid op arbeidsplaatsen van toepassing zijn
c. Op de rijbaan van wegen en de middenberm van wegen, tenzij voetgangers normaliter toegang tot de middenberm hebben

De Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007 (Rbl) bevat voorschriften voor onder meer het berekenen van de concentratie luchtverontreinigende stoffen.

Concept

In de Rbl staat onder andere dat voor het berekenen van concentraties langs wegen geldt dat een toetslocatie representatief moet zijn voor een weglengte van 100 meter en dat concentraties op een afstand van maximaal 10 meter van de wegrand worden bepaald.

In artikel 22 en 65 van de Rbl wordt beschreven dat de luchtkwaliteit berekend moet worden op een locatie waar de bevolking kan worden blootgesteld gedurende een periode die in vergelijking met de middelingstijd van de betreffende luchtkwaliteitseis significant is. Dit betekent dat in het kader van de luchtkwaliteit langs wegen een middelingsduur van één jaar voor NO_2 en een middelingsduur van 24 uur voor PM10 relevant is. Locaties waar de blootstellingsduur veel korter is dan deze middelingsduur zijn geen relevante toetslocaties. De eisen met betrekking tot de significante blootstellingsduur worden ook wel het ‘blootstellingscriterium’ genoemd.

Concept

5 Uitgangspunten en invoergegevens voor de modelberekeningen

5.1 Aanlegfase

Tijdens de aanlegfase komen emissies vrij ten gevolge van de inzet van diesel-, benzine of LPG aangedreven (mobiele) werktuigen en ten gevolge van de inzet van vrachtwagens voor de aan- en afvoer van grond/zand en materieel. Door ProRail is een uitgebreid overzicht aangeleverd van de inzet van (mobiele) werktuigen en vrachtwagens, met bijbehorend vermogen en de inzet van het materiaal in uren. Het overzicht is opgenomen in bijlage 3. Op basis van deze gegevens is de NOx, PM_{10} en $PM_{2,5}$ emissie berekend die vrijkomt in de aanlegfase. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- (mobiele) Werktuigen betreffen STAGE IV klasse werktuigen van bouwjaar vanaf 2014
- EURO V vrachtwagens
- De emissies zijn afkomstig uit de TNO rapportage TNO-034-UT-2009-01782_RPT-ML van Hulskotte en Verbeek, 2009. Deze bedragen: 0,36 g NO_x/kWh en 0,02 g PM_{10}/kWh voor STAGE IV werktuigen en 2,0 g NO_x/kWh en 0,03 g PM_{10}/kWh voor EURO V vrachtwagens
- Een deellast van 60% voor (mobiele) werktuigen en 40% voor vrachtwagens

Dit resulteert in emissievrachten zoals getoond in tabel 5.1.

Tabel 5.1 Emissies in kg welke vrijkomen in de aanlegfase

	NOx vracht [kg]	PM10 vracht [kg]	PM2,5 [kg]
(Mobiele) werktuigen	253,9	14,1	13,4
Vrachtwagens	359,6	5,4	5,4
Totaal	613,5	19,5	18,8

Om een beeld te geven van de hoeveelheid emissies die vrijkomen bij de aanlegfase worden deze vergeleken met de emissies die vrijkomen ten gevolge van het verkeer op de A12. Op de A12 rijden op een gemiddelde dag zo'n 90.000 personenauto's en ruim 6.000 vrachtwagens. Over een traject van 1 km emitteren deze voertuigen (zichtjaar 2025) per dag 30,2 kg NO_x en 2,2 kg PM_{10}[5]. Tijdens de aanlegfase wordt dus een gelijke hoeveelheid NO_x geëmitteerd als over een traject van 20km op de A12 gedurende één dag.

De emissies van de werkzaamheden in de aanlegfase vinden echter aanzienlijk dichter bij de bebouwing plaats dan de emissies op de snelweg. Met het rekenmodel Geomilieu-STACKS+ is daarom ook de bijdrage van de aanlegfase aan de concentratieniveaus berekend. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- De duur van de werkzaamheden bedraagt 1 jaar
- De werkzaamheden vinden plaats in 2025; het jaar voorafgaand aan het zichtjaar voor de gebruiksfase

[5] Bron: www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/luchtkwaliteit/vraag-en-antwoord/hoe-kan-ik-luchtvervuiling-berekenen

Concept

- De werkzaamheden vinden plaats op werkdagen tussen 7 uur ’s ochtends en 4 uur ’s middags

De resultaten worden gegeven in hoofdstuk 6.

5.2 Gebruiksfase

5.2.1 Verkeersmodel

Belangrijke input voor het luchtkwaliteitsonderzoek is het verkeersmodel behorende bij het verkeersonderzoek van Sweco. Het verkeersmodel (Referentienummer: SWNL0238657, datum 6 februari 2019) is aangeleverd als GIS bestanden (shapefiles) waarin de volgende informatie is opgenomen:

- Ligging van de wegen
- Weekdag intensiteiten van personenauto’s, middelzwaar vrachtverkeer, zwaar vrachtvrachtverkeer en bussen voor de dag-, avond- en nachtperiode voor meerdere zichtjaren
- Stagnatiepercentage per wegdeel

De Kluifrotonde (dubbele rotonde) zoals opgenomen in het verkeersmodel komt qua ligging niet overeen met de werkelijke ligging. Aangezien bebouwing hier op grotere afstand ligt is de exacte wegligging hier niet van belang. Daarbij geeft het verkeersmodel geen informatie over de verkeersintensiteiten langs beide kanten van de dubbele rotonde aangezien deze veralgemeniseerd is tot één lijn. Wanneer de exacte ligging ingetekend zou worden zouden dus aannames over de verkeersintensiteiten moeten worden genomen. De geometrie van de Kluifrotonde zoals opgenomen in het verkeersmodel is daarom niet aangepast.

Stagnatie

Stagnatie is in het verkeersmodel van Sweco opgenomen. Ten gevolge van de spoorwegonderdoorgang zal de stagnatie op de N226 en de stagnatie op de afrit van de A12 (richting Arnhem) naar de N226 sterk afnemen. In bijlage 2 zijn thematische kaarten opgenomen van de stagnatie in de referentie- en plansituatie. Het stagnatiepercentage wordt gedefinieerd zoals gegeven in tabel 5.2.

Tabel 5.2 Bepaling van het percentage stagnerend verkeer (Bron: CAR handreiking)

Omschrijving situatie [9]	**% stagnerend verkeer**
Geen stagnatie	0%
Stagnatie gedurende een klein deel van de ochtend- **of** avondspits (minder dan 1 uur)	7%
Stagnatie gedurende een klein deel van de ochtend- **en** avondspits (minder dan 2x 1 uur)	15%
Stagnatie gedurende een groot deel van de ochtend- **of** avondspits (bijna 2 uur)	15%
Stagnatie gedurende de gehele ochtend- **of** avondspits (meer dan 2 uur)	20%
Stagnatie gedurende een groot deel van de ochtend- **en** avondspits (bijna 2x 2 uur)	30%
Stagnatie gedurende de gehele ochtend- **en** avondspits (meer dan 2x 2 uur)	40%

Concept

5.2.2 Wegeigenschappen

Bijlage 2 bevat een aantal thematische kaarten waarop de ligging van de gemodelleerde wegen wordt getoond, de verkeersintensiteiten, rijsnelheid, stagnatie en de weghoogte/-diepte. Dit voor zowel de referentie- als de plansituatie. Hieronder worden de uitgangspunten van deze verschillende parameters – die allen effect hebben op de berekende concentratieniveaus – verder besproken.

Rijsnelheid

In het rekenmodel dient voor snelwegen de maximum rijsnelheid te worden ingevoerd. Voor de A12 bij Maarsbergen is dit 130 km/uur. Voor buitenwegen en wegen binnen de bebouwde kom dient de gemiddelde rijsnelheid te worden aangehouden. Een gemiddelde rijsnelheid van 22 km/uur wordt standaard aangehouden voor ‘normaal stadsverkeer’ en 37 km/uur voor ‘doorstromend stadsverkeer’. Voor snelwegen en wegen buiten de bebouwde kom verwacht het rekenmodel de maximale snelheid.

Schermen

Informatie over de ligging en hoogte van schermen langs de snelweg is overgenomen uit het NSL. Naast de snelweg langs de Engweg bevindt zich een scherm. Volgens het NSL is dit scherm 3,84 meter hoog. Het talud van de spoorweg langs de Tuindorpweg heeft een vergelijkbaar effect op de verspreiding van de uitlaatgassen als een scherm. In het model is dit talud ingevoerd als een scherm met een hoogte van 1,5 meter.

Wegtype

Wegen met min of meer aangesloten bebouwing waarbij de afstand van de straatas tot de bebouwing die kleiner is dan driemaal de hoogte van het gebouw[6] worden ook wel ‘street canyons’ genoemd. De concentraties in een street canyon kunnen als gevolg van opsluiting en recirculatie van vrijgekomen verkeersemissies oplopen. De in dit project gemodelleerde wegen voldoen echter niet aan criterium en zijn daarom gemodelleerd als wegtype ‘normaal’. Langs een weg als de Haarweg liggen weliswaar woningen maar deze zijn op relatief grote afstand van de weg gelegen en bovendien is er geen sprake van aaneengesloten bebouwing. De snelwegen zijn ingevoerd met wegtype ‘snelweg’ waarvoor andere emissiefactoren gelden dan voor wegen met wegtype ‘normaal’ die binnen de bebouwde kom liggen of waarvan de de maximum rijsnelheid < 80 km/uur bedraagt.

Hoogte- /diepteligging wegen t.o.v. maaiveld

De hoogte- /diepteligging van het wegdek ten opzichte van maaiveld is bepaald op basis van het AHN (Algemeen Hoogtebestand Nederland). Dit speelt alleen bij de snelweg en bij de nieuw aan te leggen spoorwegonderdoorgang. Daar waar de A12 de N226 kruist, is de hoogte van de A12 boven maaiveld het hoogst, namelijk 6 meter. De diepteligging van de nieuwe onderdoorgang is afgeleid uit bouwtekeningen. De maximale diepte bedraagt 5 meter onder maaiveld.

[6] Bron: meet- en rekenvoorschrift bevoegdheden luchtkwaliteit

Concept

5.2.3 Parkeerplaatsen

Verkeersbewegingen van, naar en op de grote parkeerplaats bij het Hotel Maarsbergen en restaurant La Place, alsmede de verkeersbewegingen van, naar en op het carpoolplein Maarsbergen zijn niet opgenomen in het verkeersmodel. Op basis van luchtfoto's is het aantal parkeerplaatsen vastgesteld. Deze bedragen 178 voor personenauto's en 3 voor bussen op de parkeerplaats bij het Hotel Maarsbergen en restaurant La Place en 46 voor personenauto's op het carpoolplein.

Op basis van diverse luchtfoto's is voor beide parkeerplaatsen een bezettingsgraad bepaald van 40%. Voor de parkeerplaats bij het Hotel Maarsbergen en restaurant La Place wordt aangenomen dat dagelijks 2 verschillende auto's op een parkeerplaats staan. Voor het carpoolplein wordt aangenomen dat er per dag steeds maar 1 auto op een parkeerplaats staat. Tabel 4.1 geeft de cijfers die leiden tot het aantal verkeersbewegingen. Deze zijn in het model opgenomen en gemodelleerd als personenauto's met een lage rijsnelheid (vergelijkbaar met rijden in een file), waardoor relatief hoge emissies gemodelleerd worden. Het aantal verkeersbewegingen is voor zowel de referentie- als de plansituatie aangehouden.

Tabel 5.3 Berekening aantal verkeersbewegingen op de parkeerplaatsen

	Aantal plaatsen	Bezettings-graad	Auto's / etmaal / plaats	Aantal verkeers-bewegingen / etmaal
Parkeerplaats Hotel en La Place	180	40%	2	288
Carpoolplein	46	40%	1	37

Concept

6 Resultaten

Figuren 6.1 t/m 6.3 tonen respectievelijk de jaargemiddelde NO_2 enPM_{10} en $PM_{2,5}$ concentratie voor de plansituatie. De overige contourplots, met uitzondering van de verschilplots tussen plan- en referentiesituatie, zijn opgenomen in bijlage 1. Tabel 6.1 toont voor een aantal adressen die dicht bij de projectlocatie liggen, de concentratieniveaus in de plan- en de referentiesituatie.

In figuur 6.1 en 6.2 is te zien dat voor NO_2 en PM_{10} de jaargemiddelde grenswaarde van 40 µg/m^3 nergens overschreden wordt. Figuur 6.3 laat zien dat de voor $PM_{2,5}$ de jaargemiddelde grenswaarde van 25 µg/m^3 nergens overschreden wordt Ook de WHO advieswaarden voor PM_{10} en $PM_{2,5}$ (zie tabel 4.1) worden nergens in het plangebied overschreden. De NO_2 achtergrondconcentratie ligt in het modelgebied op 8,7 tot 9,3 µg/m^3. De bijdrage aan de concentratie van de gemodelleerde lokale wegen en de A12 loopt op tot maximaal 10 µg NO_2/m^3 – dus ongeveer het dubbele van de achtergrondconcentraties – vlak langs de A12. Voor $PM_{2,5}$ en vooral PM_{10} is de bijdrage van de gemodelleerde lokale wegen en de A12 veel kleiner aangezien de concentratieniveaus voor fijnstof vooral bepaald worden door de grootschalige achtergrondconcentraties (gemiddeld 15,5 µg/m^3 voor PM_{10} en 8,8 µg/m^3 voor $PM_{2,5}$). Fijnstof ligt als “een deken” over Nederland en wordt slechts voor een klein deel bepaald door lokale bronnen.

Figuren 6.4 t/m 6.6 laten het verschil in jaargemiddelde concentratie zien tussen de plan- en de referentiesituatie. Langs de N226 / Woudenbergseweg, waar in de plansituatie het verkeer wegvalt dat nu via de nieuwe spoorwegonderdoorgang wordt geleid, verbetert de luchtkwaliteit. In het gebied langs / in de buurt van de nieuwe spoorwegonderdoorgang (Tuindorpweg en Engweg) verslechtert de luchtkwaliteit. De afname en toename van de concentratieniveaus is van dezelfde ordegrootte. In het gebied waar de luchtkwaliteit verslechtert zijn iets minder woningen gelegen dan in het gebied waar de luchtkwaliteit verbetert. Op 5 woningen (exclusief de te amoveren woningen) is er sprake van een toename van de jaargemiddelde NO_2 concentratie van > 1 µg/m^3. Op circa 10 woningen wordt een afname van de jaargemiddelde NO_2 concentratie van meer dan 1 µg/m^3 berekend. Dit geldt voor gelijke aantallen woningen bij concentratieverschillen PM_{10} van 0,1 µg/m^3 jaargemiddeld en bij concentratieverschillen $PM_{2,5}$ van 0,05 µg/m^3 jaargemiddeld. Langs de N226 ten noorden van de nieuw aan te leggen rotonde, en in het oostelijke en noordelijke gedeelte van Maarsbergen, is er sprake van een hele kleine verbetering van de luchtkwaliteit in de plansituatie. Dit is met name toe te schrijven aan een afname van de emissies doordat de stagnatie in de plansituatie afneemt ten opzichte van de referentiesituatie.

Het netto effect op de woonlocaties ten gevolge van het plan is dus een beperkte verbetering van de luchtkwaliteit. Op die locaties waar de luchtkwaliteit verslechtert (Tuindorpweg en Engweg) is dit met maximaal 2 µg NO_2/m^3, 0,5 µg PM_{10}/m^3 en 0,2 µg $PM_{2,5}$/m^3. De jaargemiddelde concentraties blijven zoals eerder aangegeven overal beneden de WHO advieswaarden.

Concept

Tabel 6.1 Jaargemiddelde concentraties in referentie- en plansituatie 2026 voor enkele maatgevende toetslocaties.

	NO_2 referentie (µg/m³)	NO_2 plan (µg/m³)	PM_{10} referentie *) (µg/m³)	PM_{10} plan *) (µg/m³)	$PM_{2,5}$ referentie (µg/m³)	$PM_{2,5}$ plan (µg/m³)
Tuindorpweg 5b	12,01	13,54	15,85	16,15	8,98	9,06
Tuindorpweg 8b	11,82	12,91	15,84	16,02	8,97	9,02
Engweg 1	13,05	14,08	16,01	16,21	9,04	9,10
Engweg 3	14,64	14,99	16,26	16,31	9,10	9,11
Engweg 12	15,58	15,54	16,41	16,41	9,18	9,18
Woudenbergseweg 56	13,90	12,31	16,49	16,27	9,20	9,13
Woudenbergseweg 68	13,30	13,00	16,38	16,37	9,17	9,16

*) *Het aantal overschrijdingsdagen PM_{10} komt uit op 6 dagen in zowel de plan- en referentiesituatie voor alle adressen.*

De verspreidingsberekeningen zijn uitgevoerd voor zichtjaar 2026. Voor zichtjaar 2030 kan volgende worden gesteld:

1. De achtergrondconcentraties zullen verder dalen (zie https://geodata.rivm.nl/gcn/)
2. De verkeersintensiteit zal op de A12 en N226 tussen 2026 en 2030 volgens het verkeersmodel van Sweco met een kleine 8% toenemen.
3. De emissie van het wegverkeer zal tussen 2026 en 2030 volgens TNO afnemen met[7]:
   a. Circa 40 % voor NO_x voor personenauto's en circa 15 % voor vrachtverkeer
   b. Met enkele procenten voor PM_{10}
   c. Met circa 10 % voor $PM_{2,5}$

De toename in concentratieniveaus die veroorzaakt wordt door punt 2) worden ruimschoots gecompenseerd door punt 1) en 3). Netto zal er richting 2030 dus sprake zijn van een verdere afname van de concentratieniveaus ten opzichte van 2026.

Aanlegfase

De berekende toename van de jaargemiddelde concentratieniveaus tijdens de aanlegfase is als volgt:

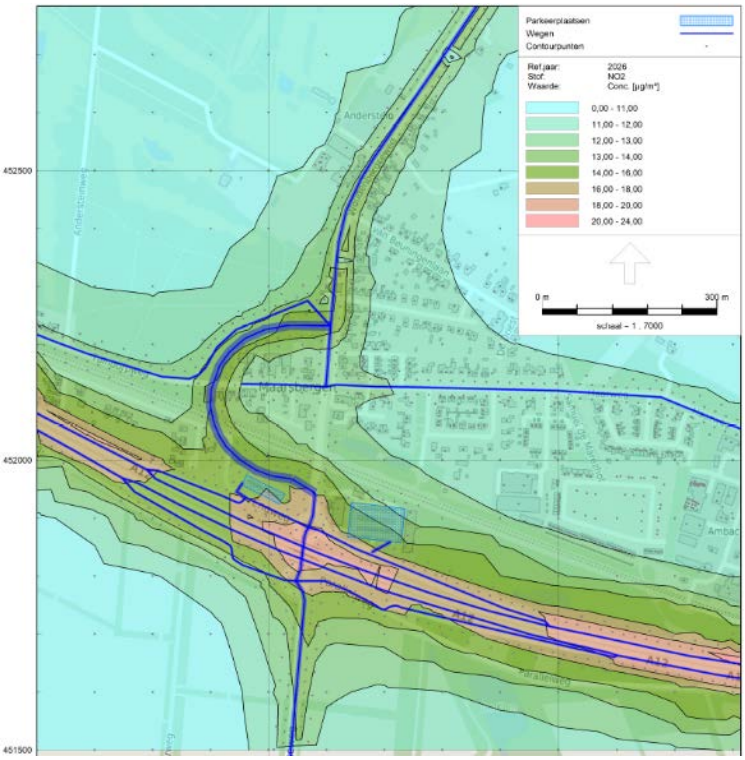
- NO_2: maximaal 0,5 µg/m³ op direct naast de aan te leggen tunnelbak gelegen woningen. Op de meest westelijk gelegen woningen aan de Engweg en in Maarsbergen noord bedraagt de toename nog 0,02 µg/m³
- PM_{10}: maximaal 0,05 µg/m³ op direct naast de aan te leggen tunnelbak gelegen woningen

De uitgangspunten zijn beschreven in paragraaf 5.1

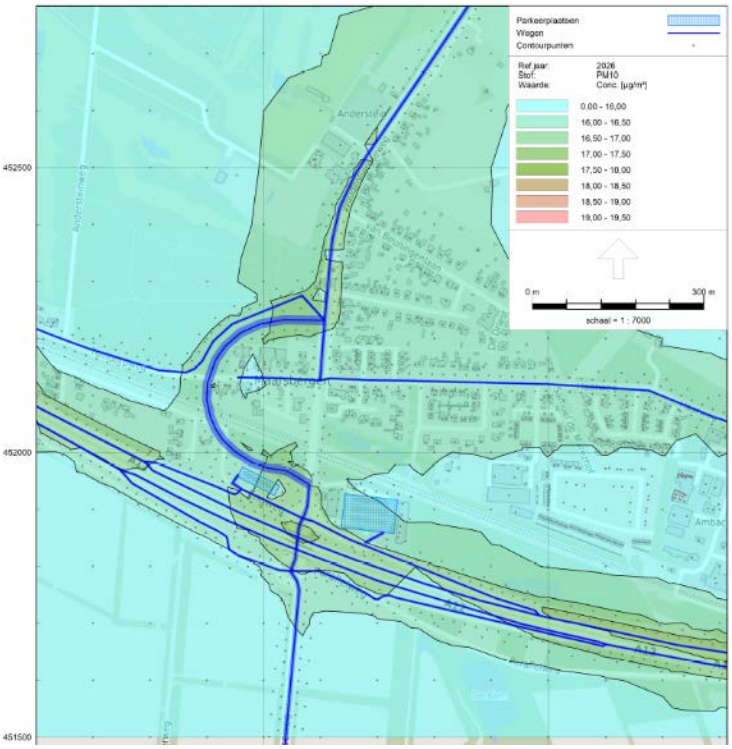
De toename in de concentraties in de aanlegfase ligt daarmee lager dan de toename tijdens de gebruiksfase (zie figuren 6.4 t/m 6.6). Bovendien betreft het hier een tijdelijke toename gedurende 1 jaar. De grenswaarde voor jaargemiddelde concentraties wordt nergens overschreden. Ook de WHO advieswaarden voor PM_{10} en $PM_{2,5}$ worden nergens in het plangebied overschreden.

[7] www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/luchtkwaliteit/vraag-en-antwoord/hoe-kan-ik-luchtvervuiling-berekenen

Concept

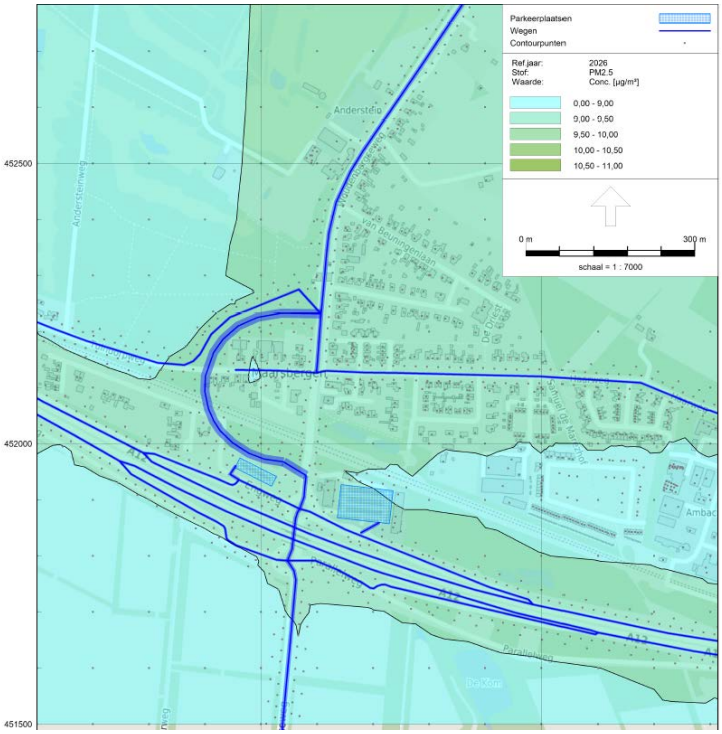


Figuur 6.1 Jaargemiddelde NO_2 concentratie in de plansituatie (µg/m³)

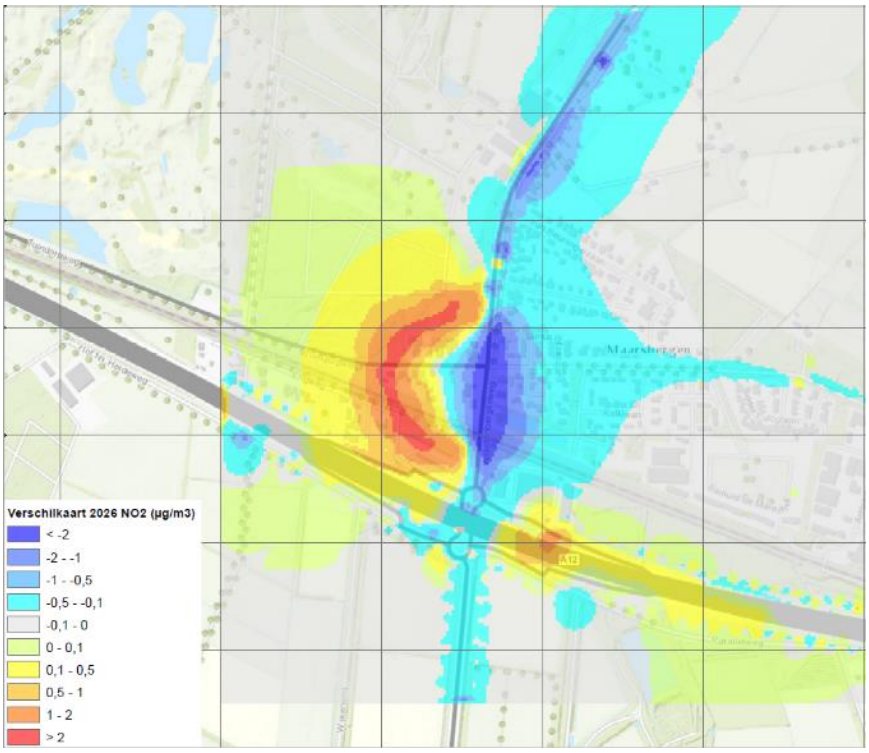


Figuur 6.2 Jaargemiddelde PM_{10} concentratie in de plansituatie (µg/m³)

Concept

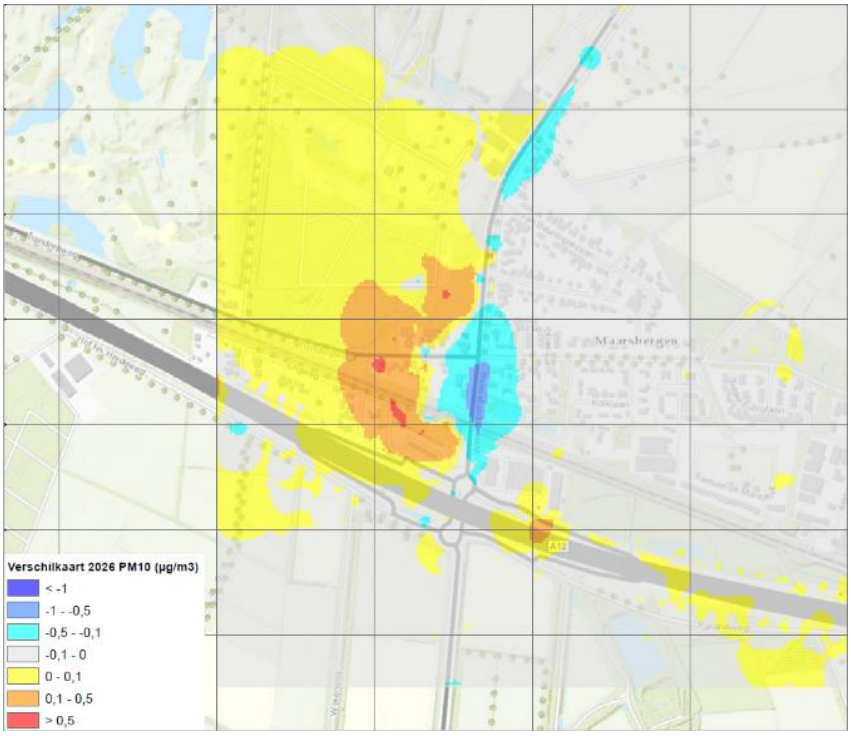


Figuur 6.3 Jaargemiddelde $PM_{2,5}$ concentratie in de plansituatie (µg/m³)

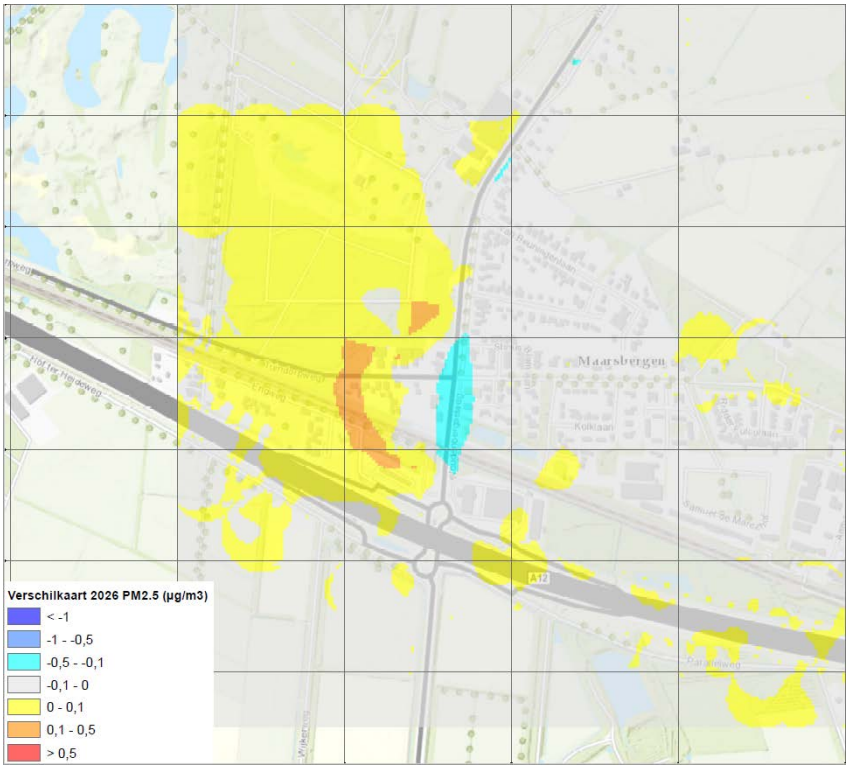


Figuur 6.4 Verschil in jaargemiddelde NO_2 concentratie tussen de plan- en de referentiesituatie

Concept



Figuur 6.5 Verschil in jaargemiddelde PM_{10} concentratie tussen de plan- en de referentiesituatie



Figuur 6.6 Verschil in jaargemiddelde $PM_{2,5}$ concentratie tussen de plan- en de referentiesituatie

Concept

7 Conclusies

Een gevolg van de aanleg van de spoorwegonderdoorgang is dat er geen verkeer meer rijdt op de N226 / Woudenbergseweg, tot aan de nieuw aan te leggen noordelijke rotonde. Langs dit tracé van ongeveer 250 meter verbetert de luchtkwaliteit. Op circa 10 woningen wordt een afname berekend van de jaargemiddelde NO_2 concentratie van meer dan 1 µg/m^3 en een afname van meer dan 0,1 µg/m^3 van de jaargemiddelde PM_{10} concentratie. In het gebied van ongeveer gelijke grootte langs / in de buurt van de nieuwe spoorwegonderdoorgang (Tuindorpweg en Engweg) verslechtert de luchtkwaliteit. Op 5 woningen (exclusief de twee te amoveren woningen) wordt een toename berekend van de jaargemiddelde NO_2 concentratie van meer dan 1 µg/m^3 en een toename van meer dan 0,1 µg/m^3 van de jaargemiddelde PM_{10} concentratie. Langs de N226 ten noorden van de nieuw aan te leggen rotonde, en in het oostelijke en noordelijke gedeelte van Maarsbergen, is er sprake van een hele kleine verbetering van de luchtkwaliteit in de plansituatie. Dit is met name toe te schrijven aan een afname van de emissies doordat de stagnatie in de plansituatie afneemt ten opzichte van de referentiesituatie.

Het netto effect is een beperkte verbetering van de luchtkwaliteit in de plansituatie. Op die locaties waar de luchtkwaliteit verslechtert (Tuindorpweg en Engweg) is dit met maximaal 2 µg NO_2/m^3, 0,5 µg PM_{10}/m^3 en 0,2 µg $PM_{2,5}$/m^3 (jaargemiddeld). De jaargemiddelde concentraties blijven overal ruim beneden de grenswaarden van 40 µg/m^3 voor NO_2 en PM_{10} en 25 µg/m^3 voor $PM_{2,5}$ en blijven ook beneden de WHO advieswaarden voor PM_{10} en $PM_{2,5}$. Dit geldt ook voor de aanlegfase, wanneer gedurende een jaar de gemiddelde concentratie toeneemt met maximaal 0,5 µg/m^3 voor NO_2 en 0,05 µg/m^3 voor PM_{10}.

Concept

8 Vergelijking met metingen

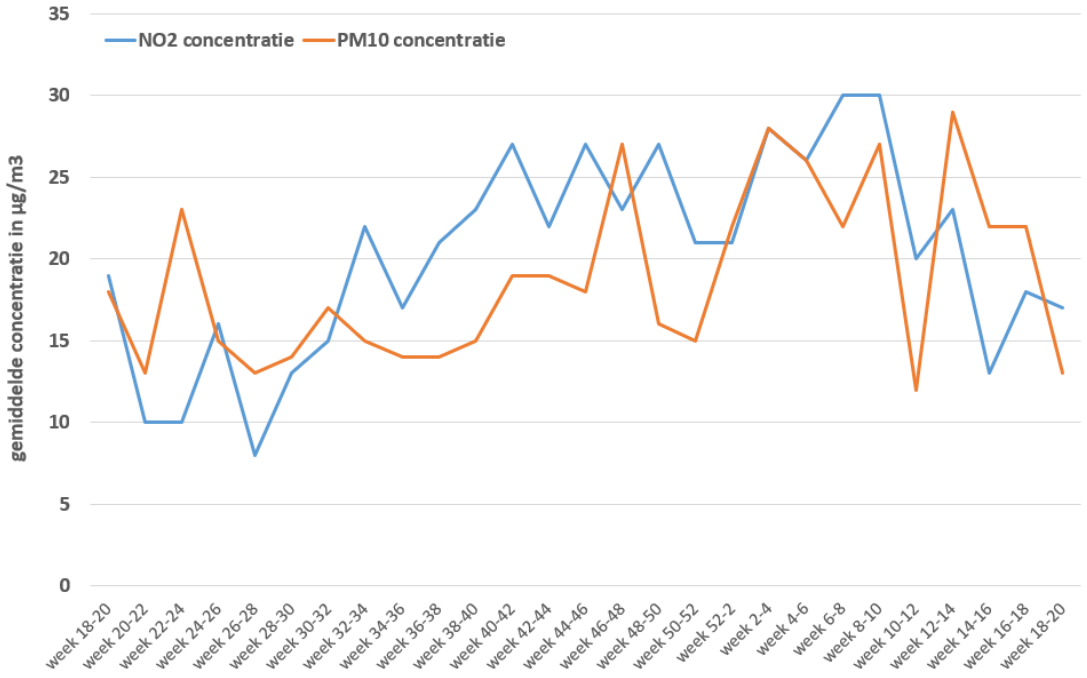
In opdracht van de Gemeente Utrechtse Heuvelrug heeft Tauw in de periode 30-04-2018 tot 13-05-2019 immissiemetingen uitgevoerd voor PM_{10} en NO_2 op de locatie Engweg 9a te Maarsbergen. Figuur 8.1 laat de ligging van het meetpunt zien. Figuur 8.2 geeft de meetresultaten in grafiekvorm. Elke twee weken is het meetpunt bemonsterd. Er zijn dus tweeweekgemiddelde concentraties beschikbaar.

Met het rekenmodel Geomilieu-STACKS+ zijn de concentratieniveaus berekend voor elke meetperiode van twee weken. Berekeningen waren echter alleen mogelijk voor 2018 aangezien het rekenmodel geen achtergrondconcentraties bevat voor het lopende jaar (2019).

De verkeersintensiteiten welke voor deze berekening worden aangehouden zijn de verkeersintensiteiten uit het verkeersmodel van Sweco voor zichtjaar 2020. Telpuntgegevens van de A12 zijn opgevraagd bij Rijkswaterstaat maar deze zijn niet in een bruikbaar formaat beschikbaar. Er wordt voor de hele meetperiode dus gerekend met constante week- en werkdagintensiteiten. De meteorologische omstandigheden zijn hier echter bepalend (windrichting, windsnelheid, turbulentie in de atmosfeer enz.) en wegen zwaarder dan relatief kleine veranderingen in daggemiddelde verkeersintensiteiten op de A12 en N226. Met de gang van het verkeer over de dag (in de spits het meeste verkeer, ’s nachts het minste) en met het verschil tussen werkdagen en weekenddagen wordt in het model wel rekening gehouden.

Figuur 8.1 Meetlocatie Engweg 9a.

Concept



Figuur 8.2 Meetresultaten Engweg 9A, Maarsbergen

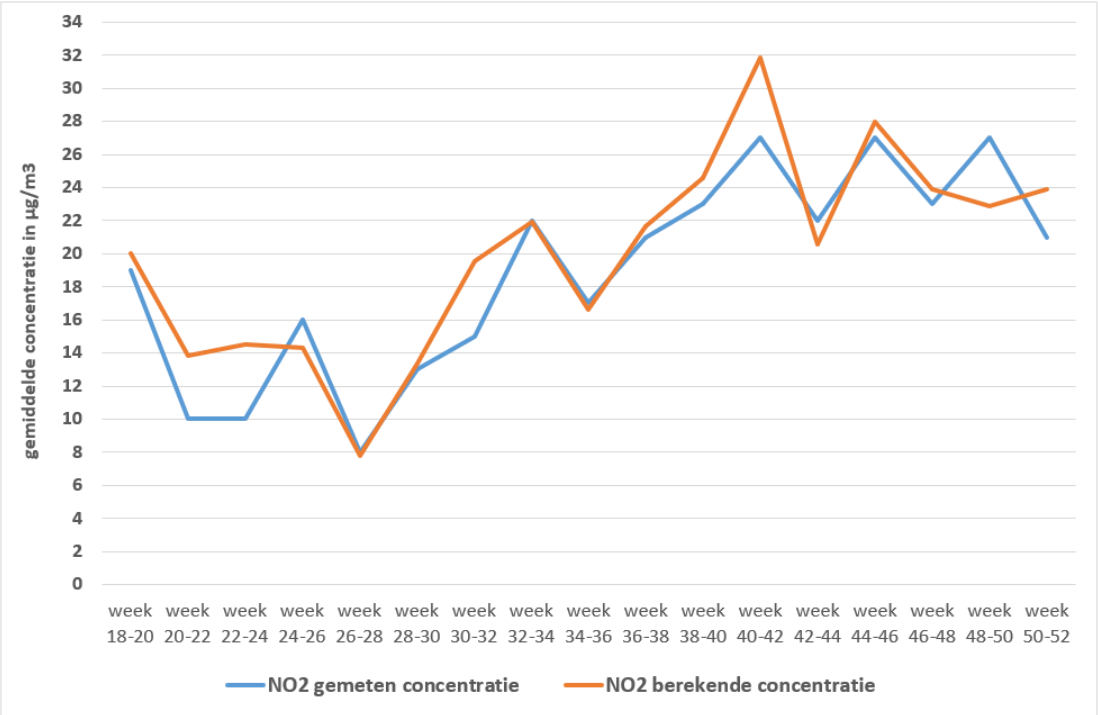
De berekende concentraties over 2018 (meetperiode) liggen iets boven de gemeten concentraties (zie tabel 8.1), maar liggen op hetzelfde niveau wanneer afgezet tegen de onzekerheidsmarge van verspreidingsmodellen die ongeveer 25% bedraagt. Overigens hebben ook metingen een bepaalde onzekerheid.

Tabel 8.1 Gemeten en berekende concentraties over de periode 30-4-2018 t/m 24-12-2018

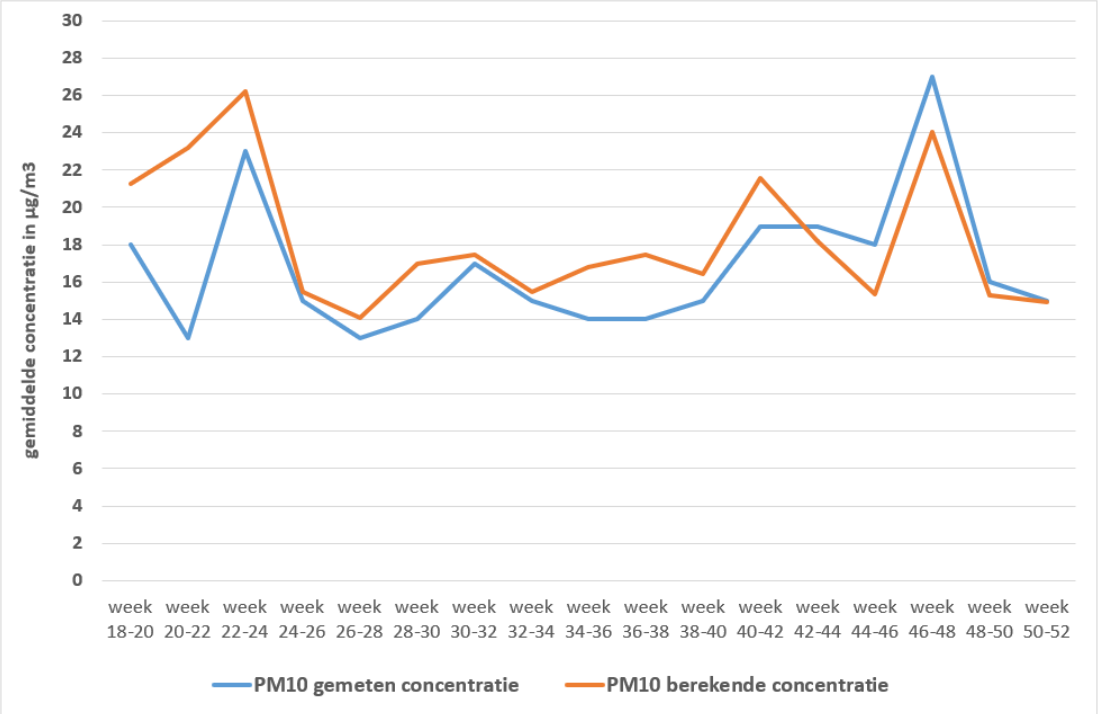
Stof	Gemeten ($\mu g/m^3$)	Berekend ($\mu g/m^3$)
NO_2	18,9	20,0
PM10	16,8	18,2

Figuren 8.3 en 8.4 tonen de berekende en gemeten tweeweekgemiddelde concentraties. De overeenkomst tussen de berekende en gemeten NO_2 concentraties is goed. De berekende en gemeten PM_{10} concentraties komen iets minder goed overeen. De rekenresultaten laten overall echter een goede overeenkomst zien met de metingen, hetgeen opnieuw vertrouwen geeft in het rekenmodel.

Concept



Figuur 8.3 Berekende en gemeten tweeweekgemiddelde NO_2 concentraties op de Engweg 9a



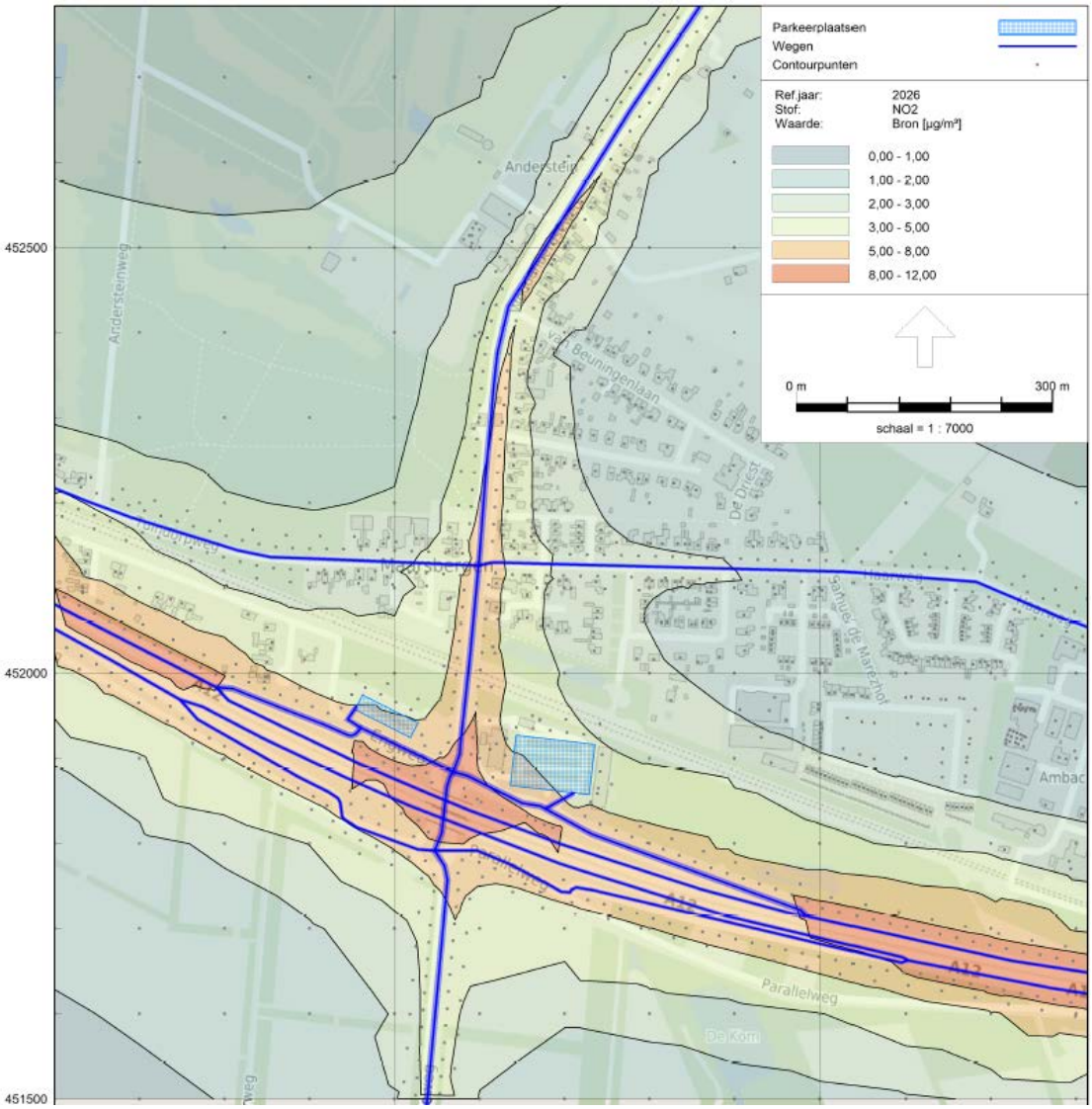
Figuur 8.4 Berekende en gemeten tweeweekgemiddelde PM_{10} concentraties op de Engweg 9a

Concept

Bijlage 1 Contourplots berekende concentratieniveaus

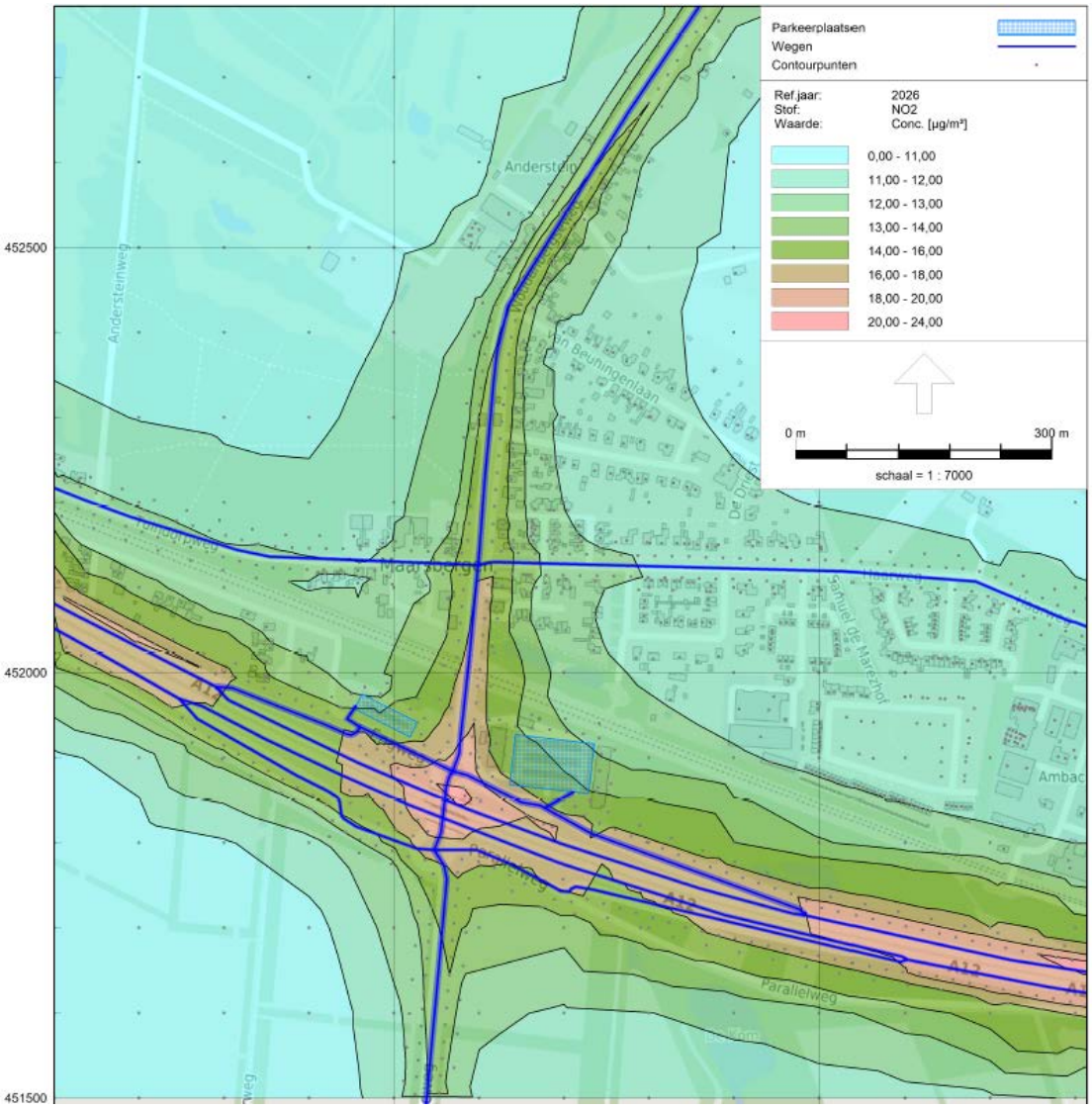
Concept

Figuren 6.1 t/m 6.3 tonen de jaargemiddelde NO_2 ,PM_{10} en $PM_{2,5}$ concentraties voor de plansituatie. De overige contourplots worden in deze bijlage getoond.



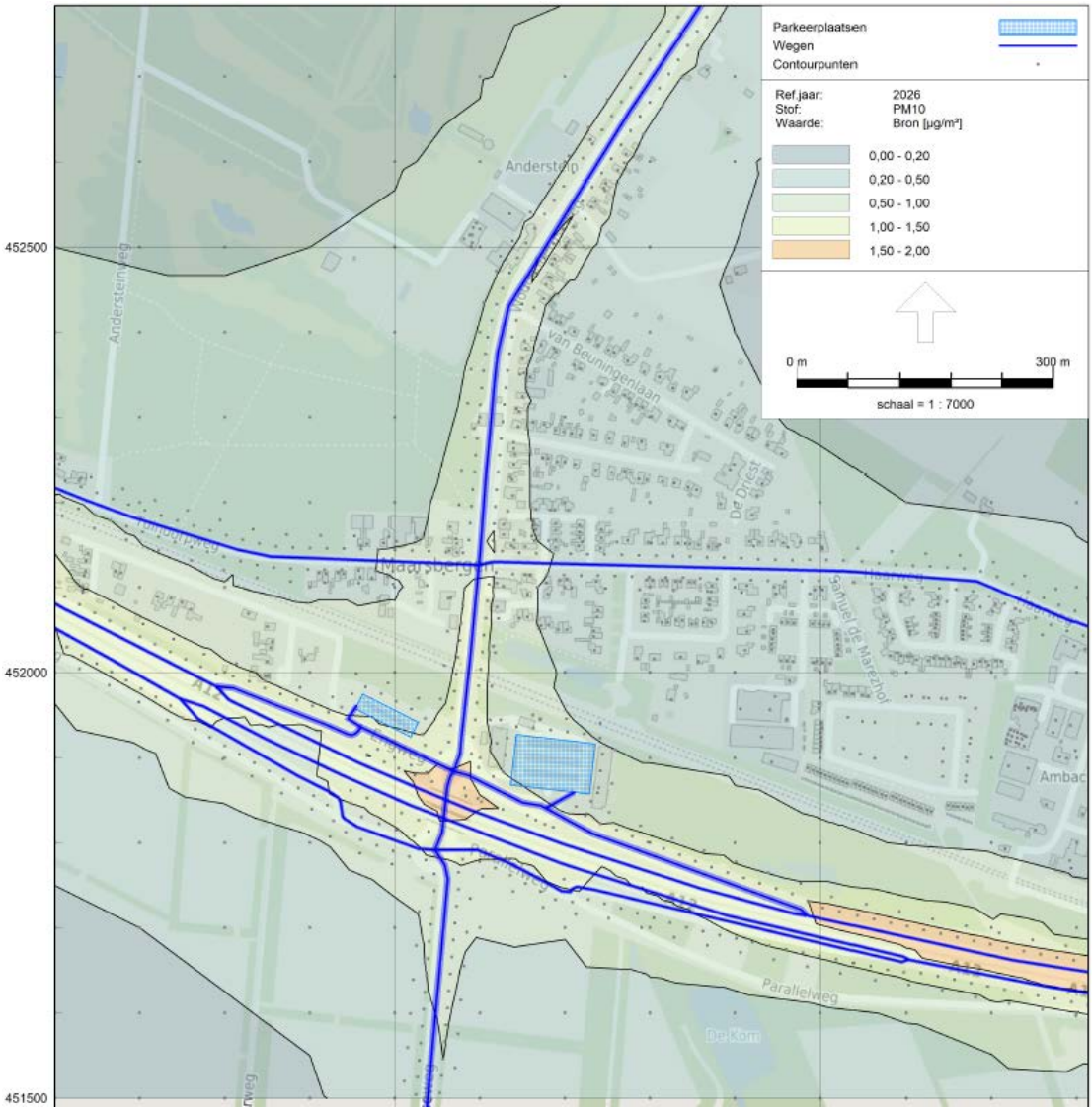
Figuur B1.1 Bronbijdrage wegverkeer aan jaargemiddeld NO_2 concentratieniveau (µg/m³) voor de referentiesituatie 2026.

Concept



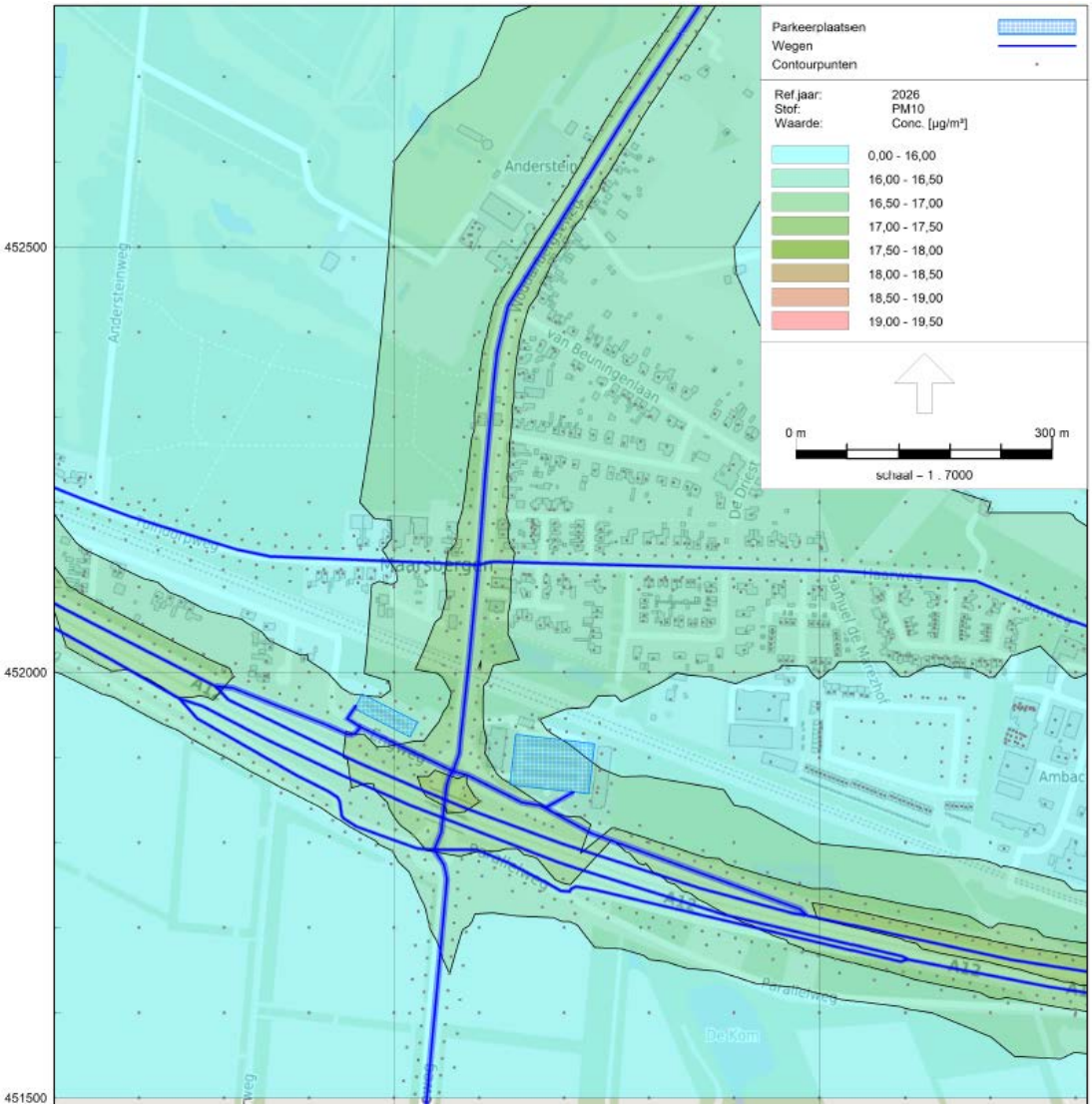
Figuur B1.2 Totale jaargemiddelde NO_2 concentratie (µg/m³) voor de referentiesituatie 2026.

Concept



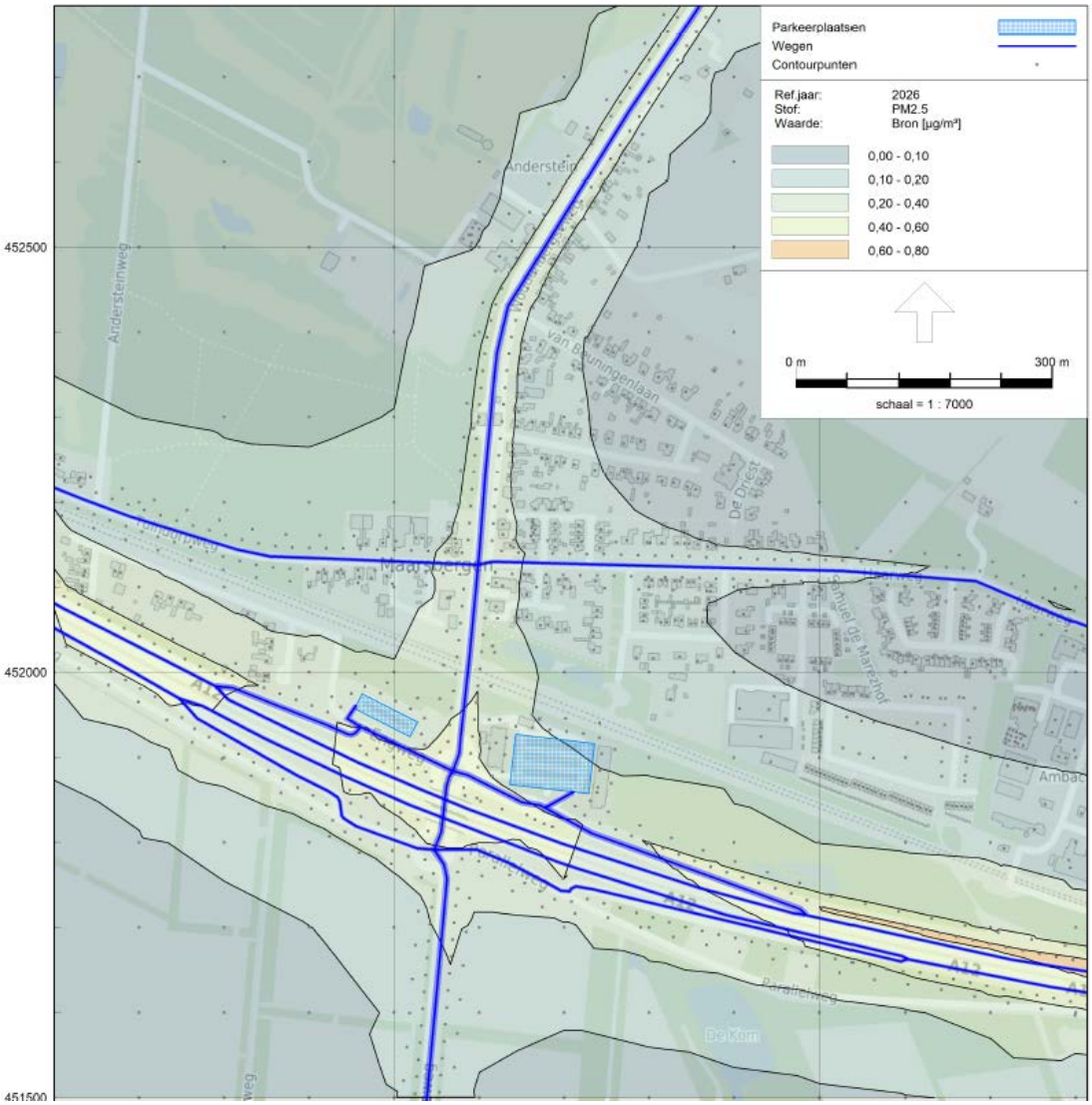
Figuur B1.3 Bronbijdrage wegverkeer aan jaargemiddeld PM_{10} concentratieniveau (µg/m³) voor de referentiesituatie 2026.

Concept



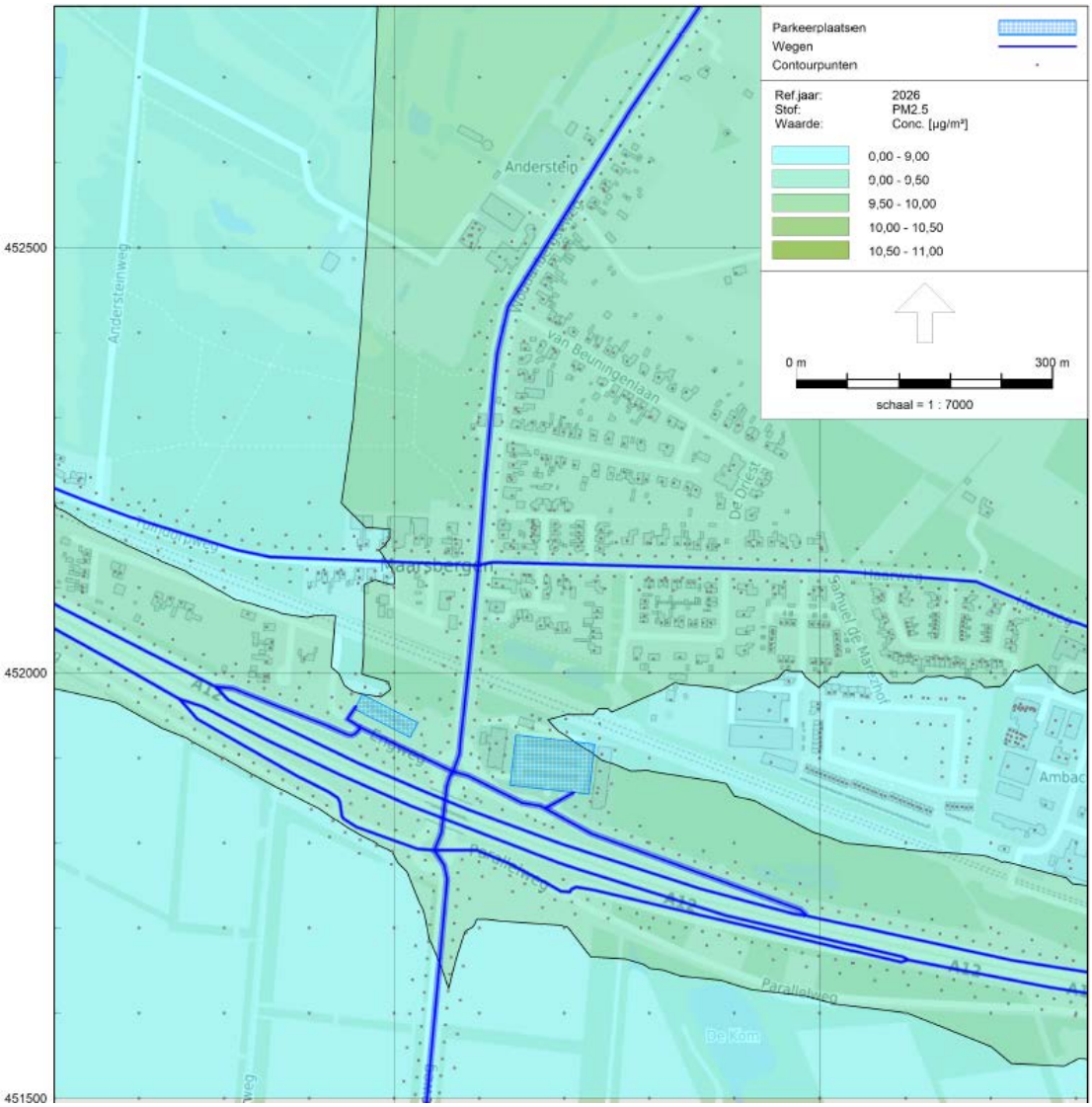
Figuur B1.4 Totale jaargemiddelde PM_{10} concentratie (µg/m³) voor de referentiesituatie 2026.

Concept



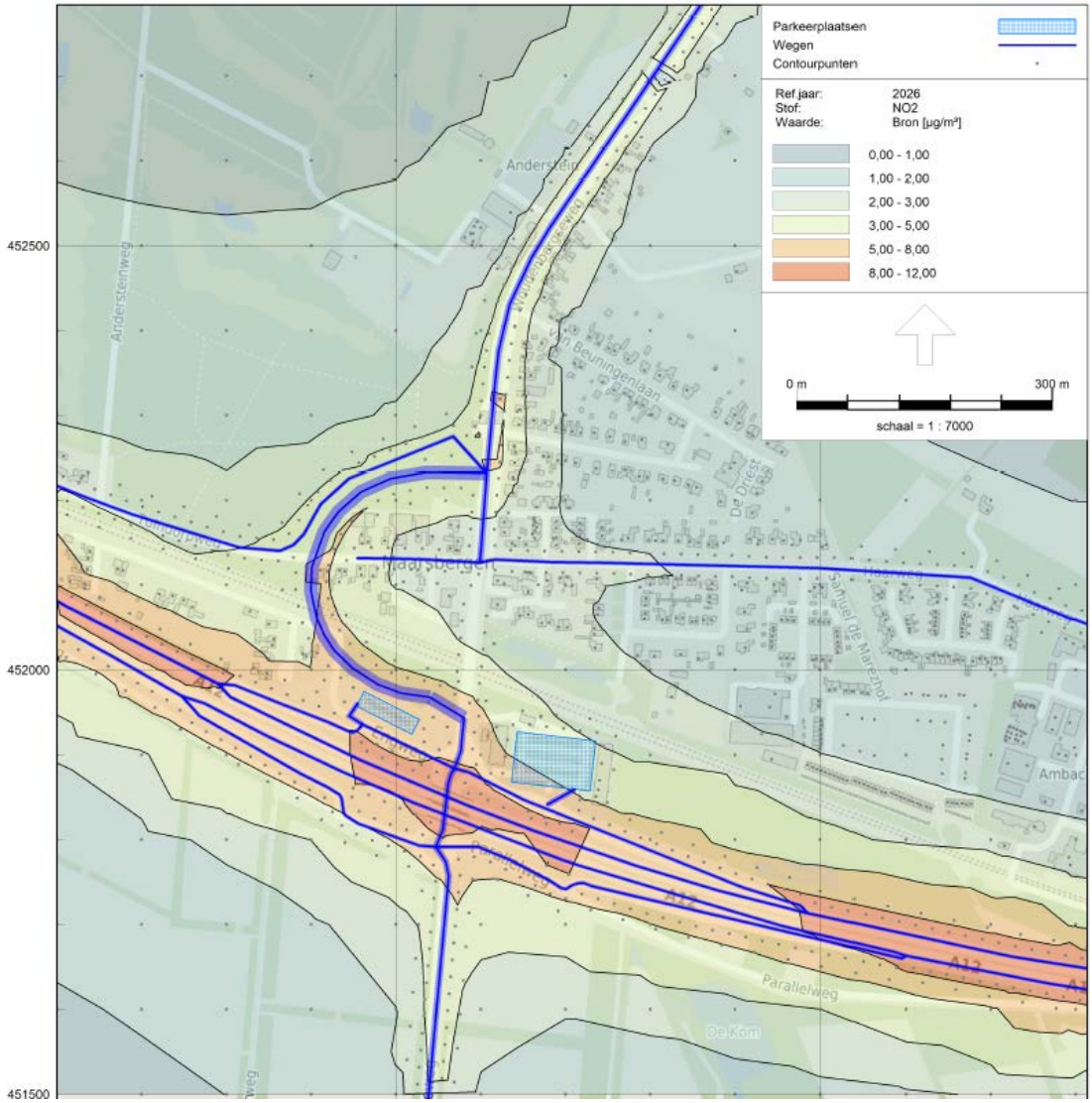
Figuur B1.5 Bronbijdrage wegverkeer aan jaargemiddeld $PM_{2,5}$ concentratieniveau (µg/m³) voor de referentiesituatie 2026.

Concept



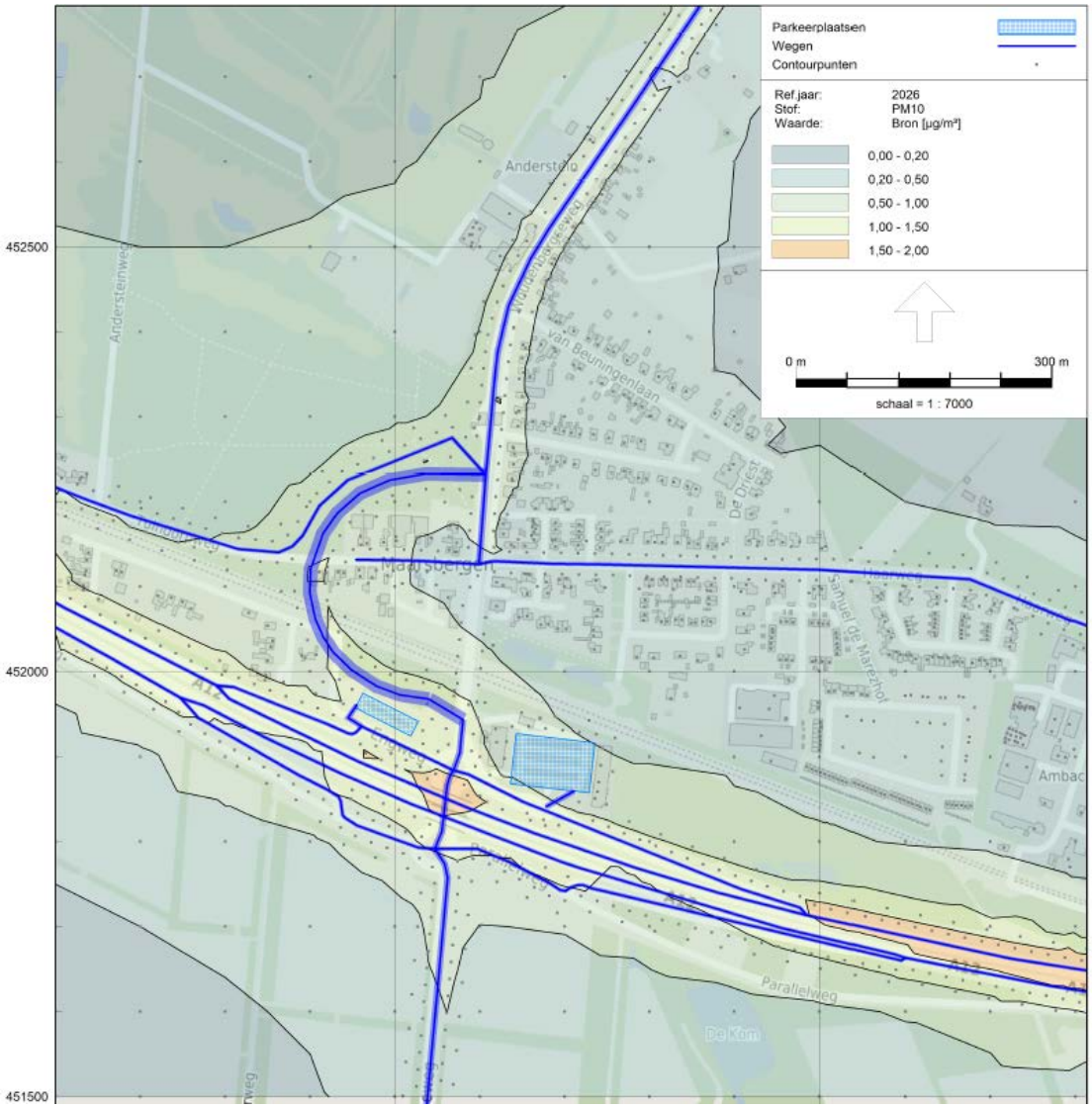
Figuur B1.6 Totale jaargemiddelde $PM_{2,5}$ concentratie (µg/m³) voor de referentiesituatie 2026.

Concept



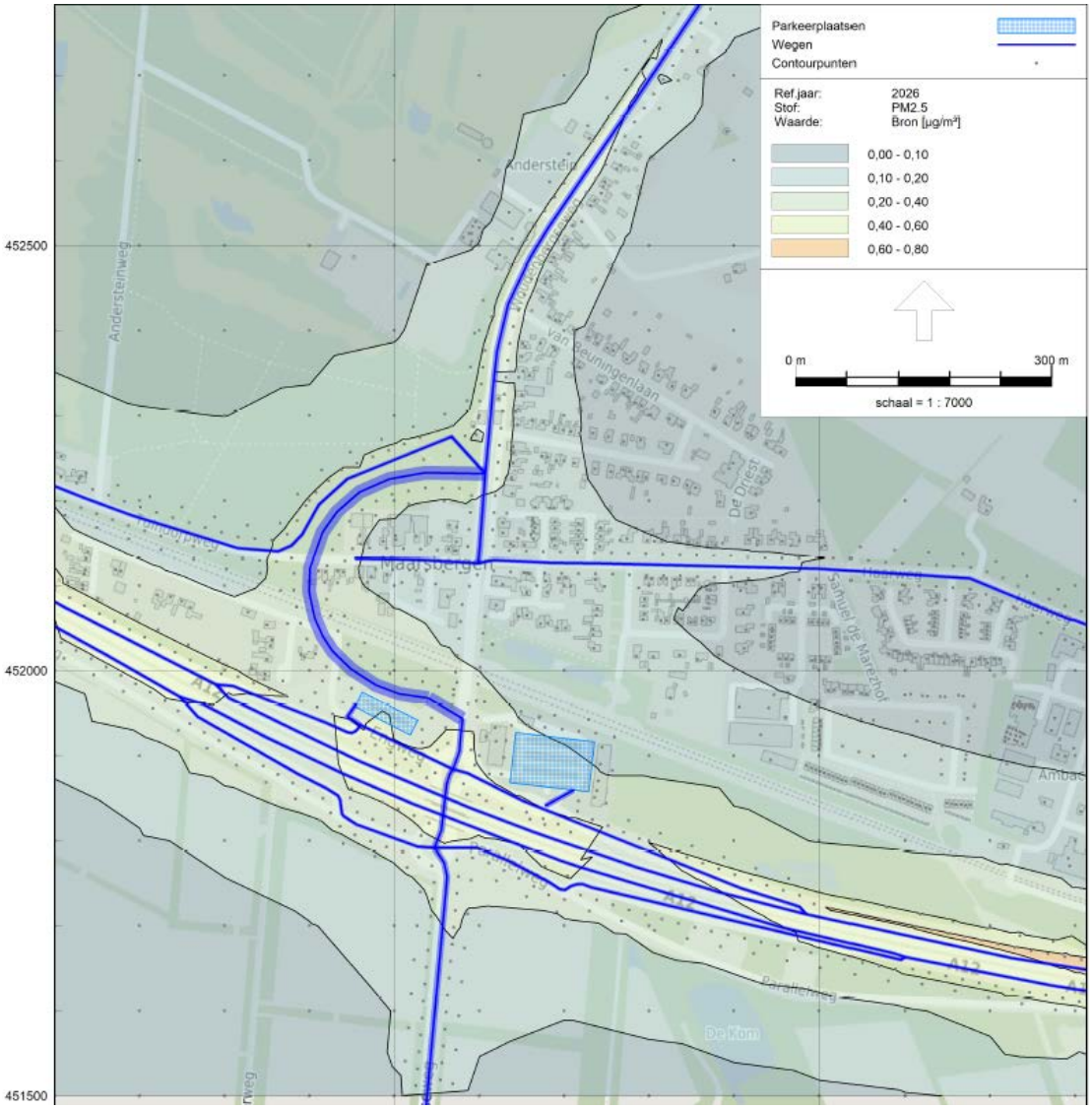
Figuur B1.7 Bronbijdrage wegverkeer aan jaargemiddeld NO_2 concentratieniveau (µg/m³) voor de plansituatie 2026. (voor de totale concentratie zie figuur 6.1)

Concept



Figuur B1.8 Bronbijdrage wegverkeer aan jaargemiddeld PM_{10} concentratieniveau (µg/m³) voor de plansituatie 2026. (voor de totale concentratie zie figuur 6.2)

Concept

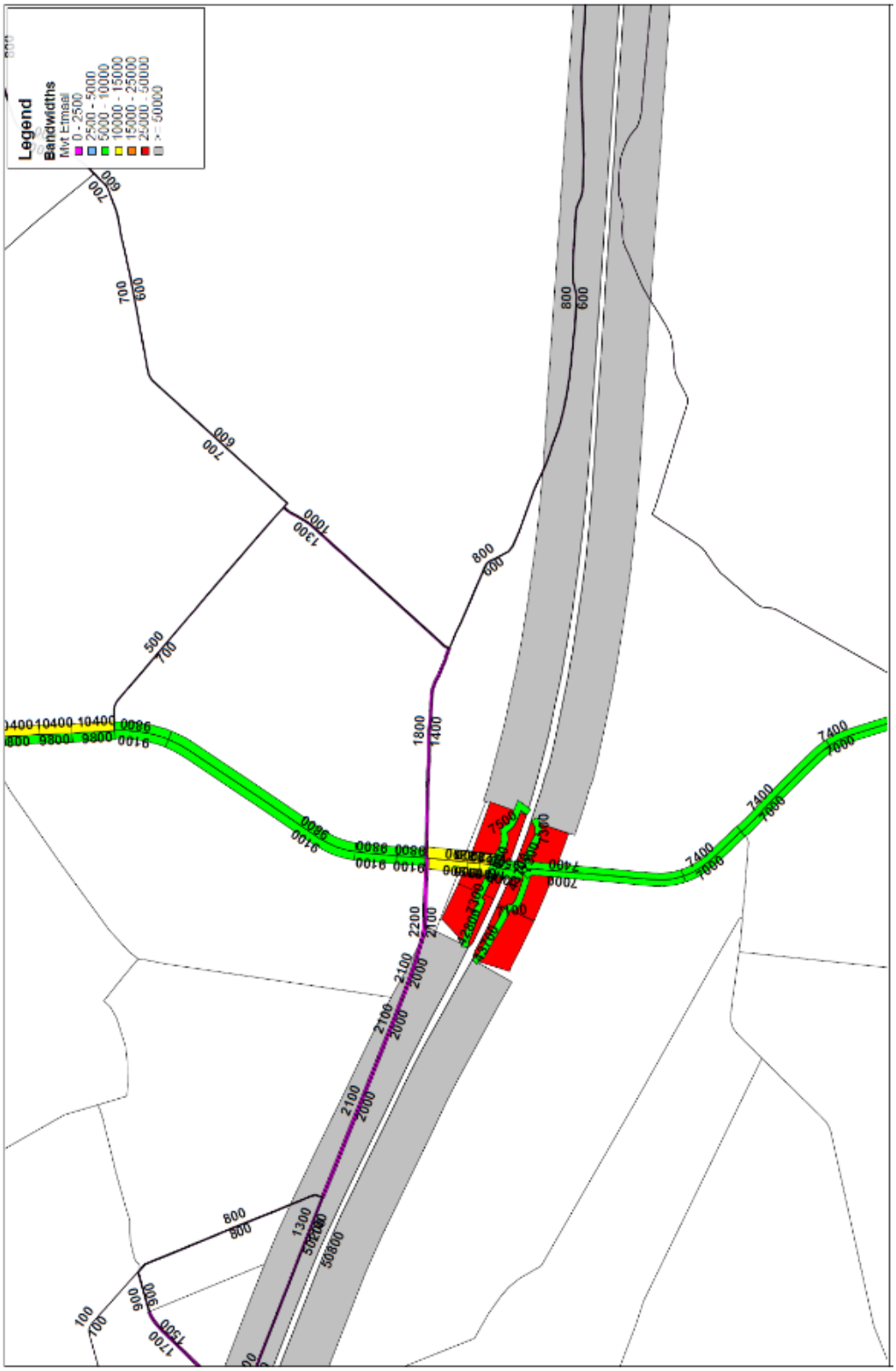


Figuur B1.9 Bronbijdrage wegverkeer aan jaargemiddeld $PM_{2,5}$ concentratieniveau (µg/m³) voor de plansituatie 2026.

Concept

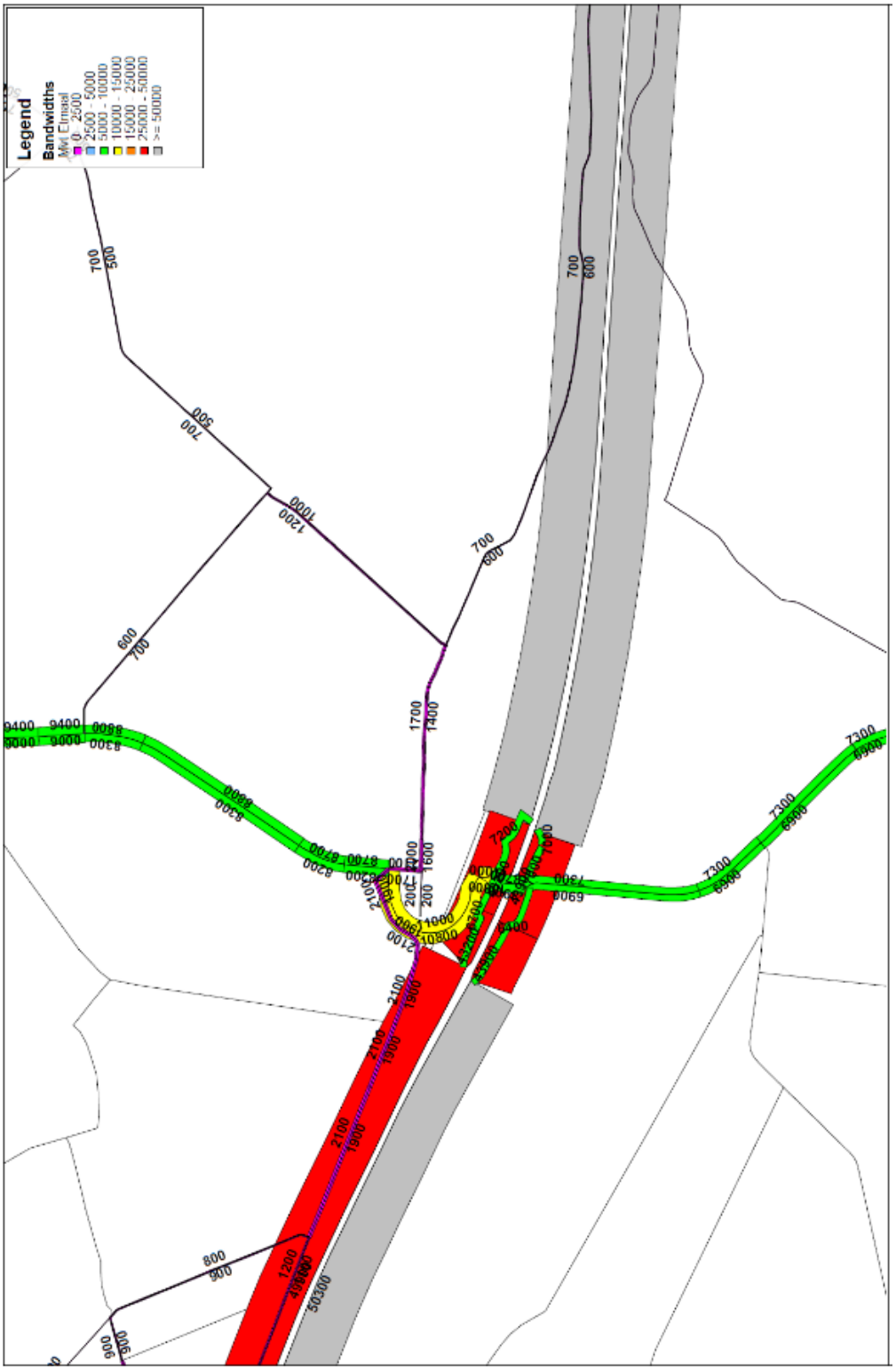
Bijlage 2 Kaarten wegkenmerken

Concept



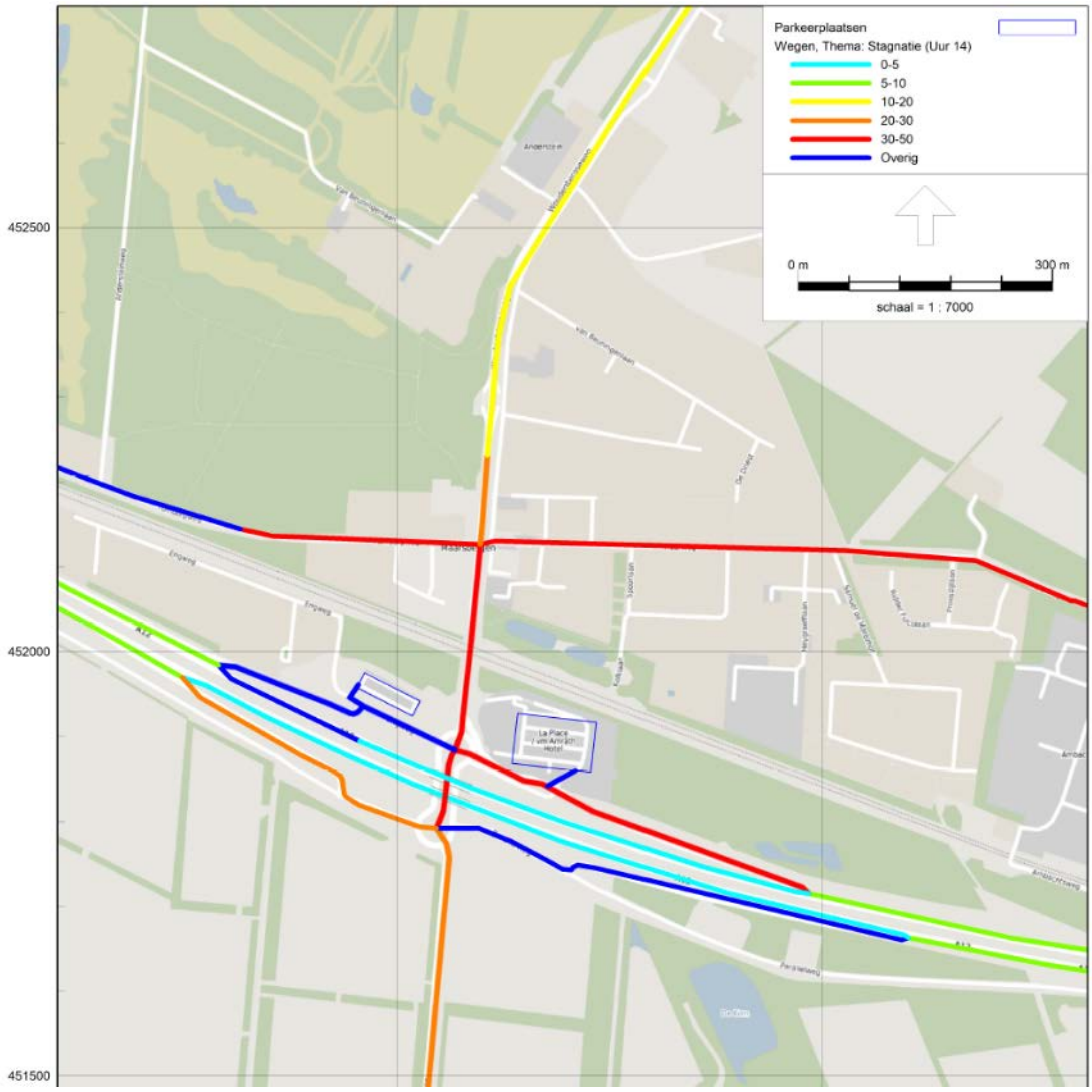
Figuur B2.1 Verkeersintensiteiten referentiesituatie 2026 uit verkeersmodel Sweco (figuur gedraaid, noorden is links)

Concept



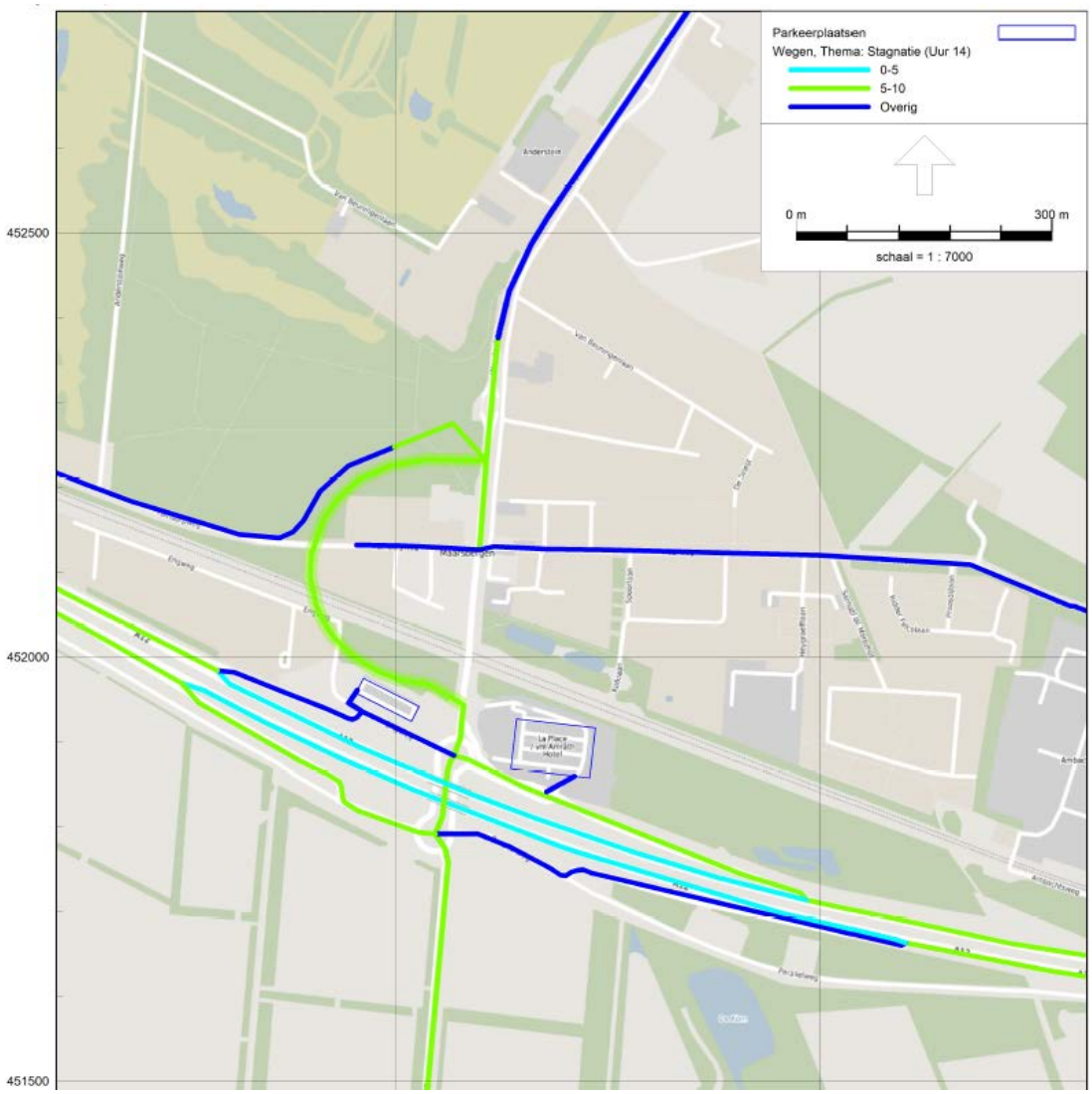
Figuur B2.2 Verkeersintensiteiten plansituatie 2026 uit verkeersmodel Sweco (figuur gedraaid, noorden is links)

Concept



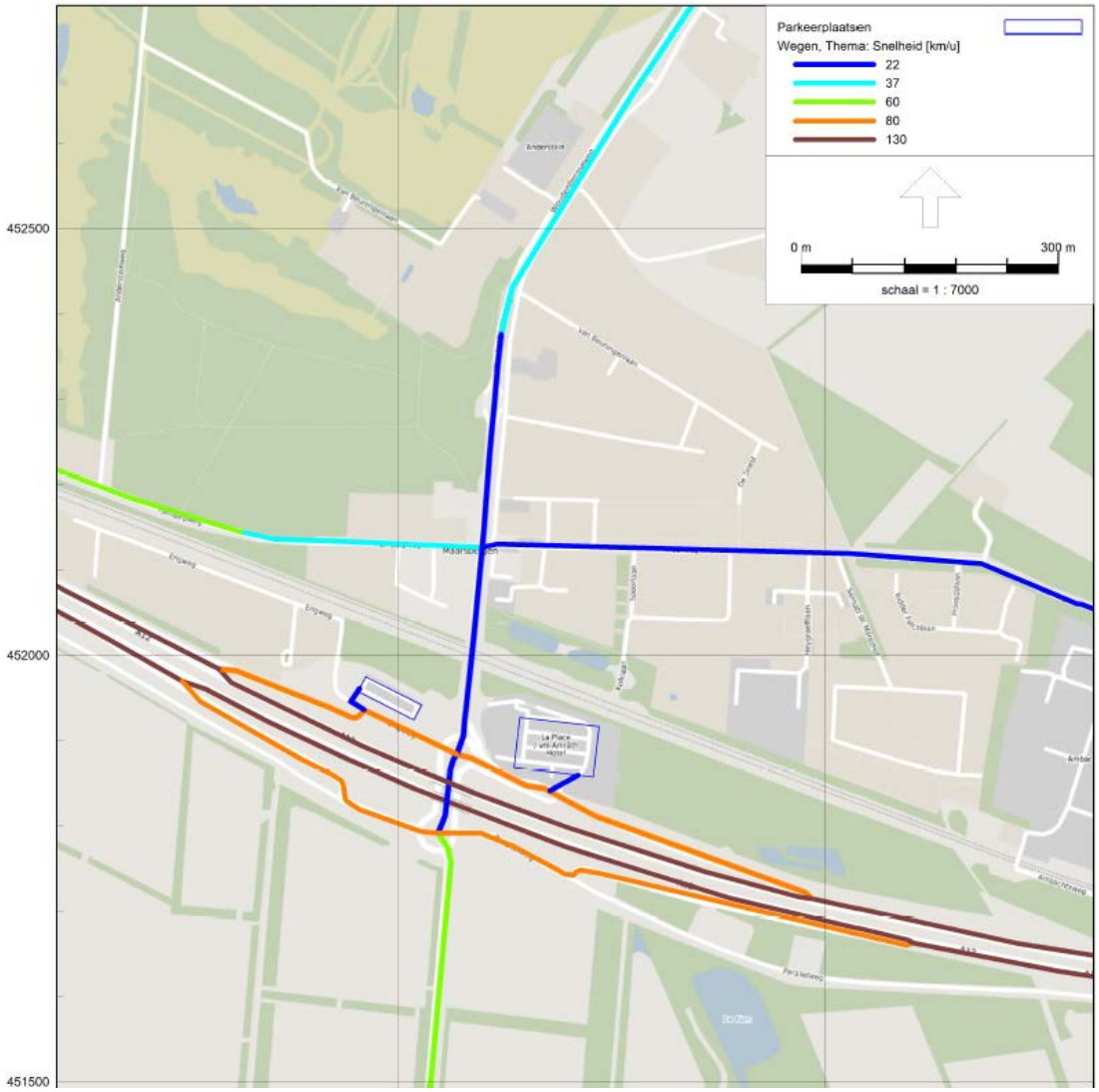
Figuur B2.3 Stagnatie referentiesituatie 2026. Voor de blauwe wegen is er geen stagnatie. Voor uitleg stagnatiepercentage zie tabel 5.2

Concept



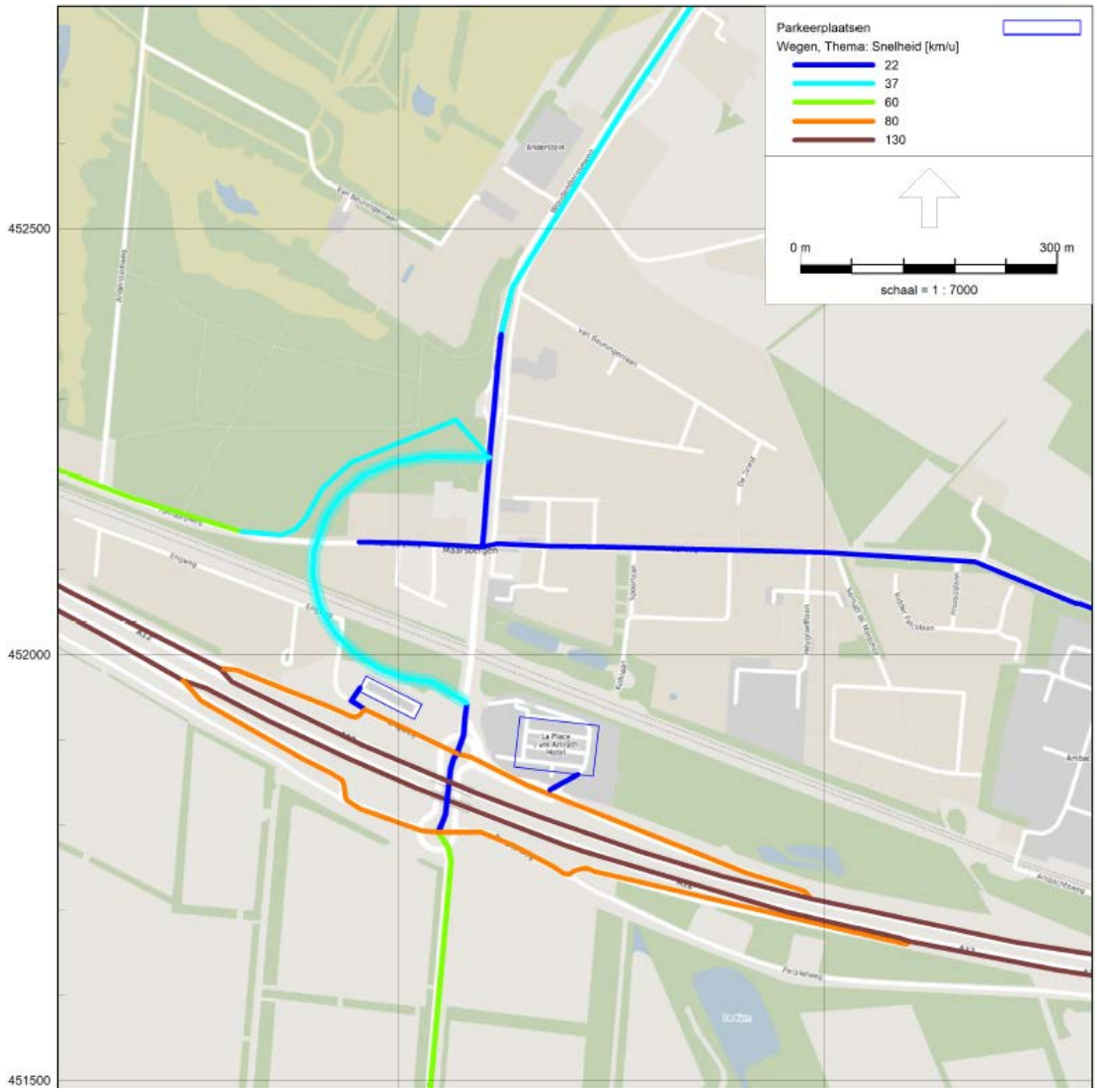
Figuur B2.4 Stagnatie plansituatie 2026. Voor de blauwe wegen is er geen stagnatie. Voor uitleg stagnatiepercentage zie tabel 5.2

Concept



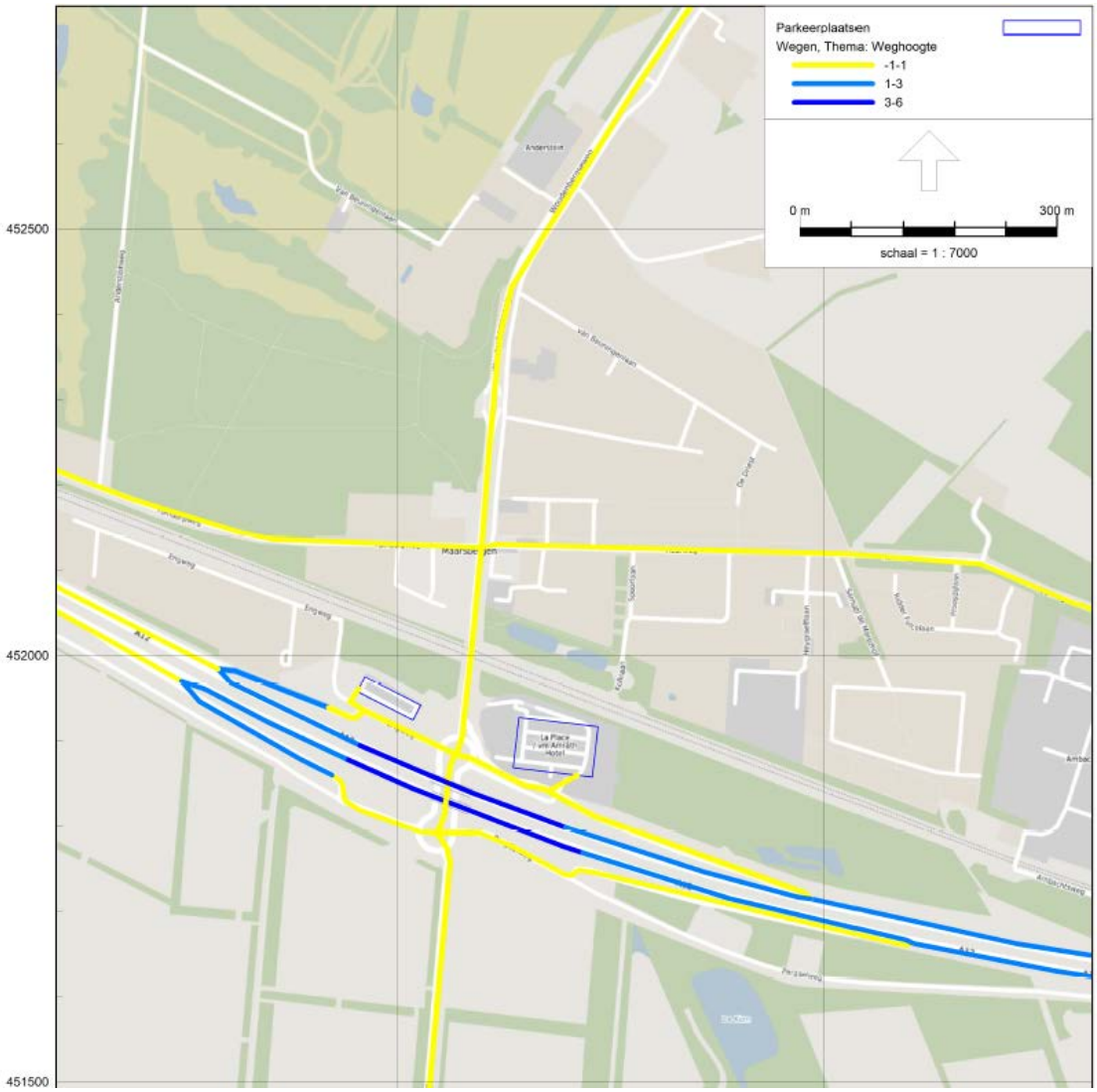
Figuur B2.5 Snelheid zoals opgenomen in het rekenmodel voor de referentiesituatie 2026. Zie paragraaf 5.2.2 voor verdere uitleg.

Concept



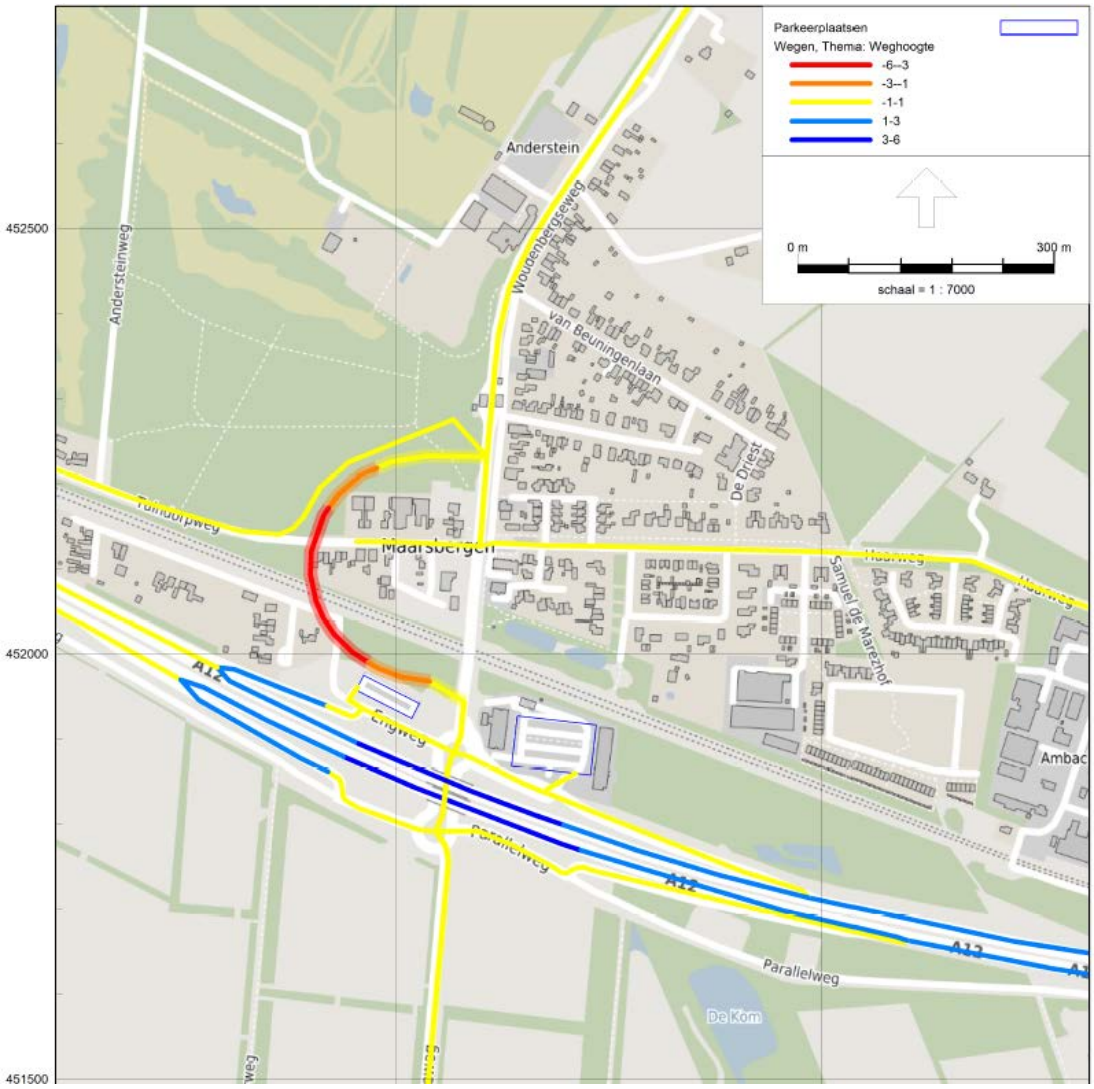
Figuur B2.6 Snelheid zoals opgenomen in het rekenmodel voor de plansituatie 2026. Zie paragraaf 5.2.2. voor verdere uitleg.

Concept



Figuur B2.7 Weghoogte in meters boven maaiveld voor de referentiesituatie 2026

Concept



Figuur B2.8 Weghoogte in meters boven maaiveld voor de plansituatie 2026

Concept

Bijlage 3 Inzet materieel aanlegfase

Concept

onderdeel	resultaatverplichting	type materieel	vermogen (kW)	uren in bedrijf
Ad1		Graafmachine 2,5 ton	15,6	480
Fase 0 werk, omleggen k&l		Trilplaat/wacker	10	80
		Shovel (8,8 ton)	81	160
		Vrachtauto t.b.v. diverse (19 ton)	205	40
		Graafmachine	16,6	80
		vrachtauto (pickup)	110	80
Ad2		Graafmachine 2,5 ton	15,6	40
Inrichten werkterrein		Shovel (8,8 ton)	81	40
		Kettingzaag	2	40
		Vrachtauto (19 ton)	205	40
		Graafmachine	9,9	40
		Shovel (8,8 ton)	81	40
		vrachtauto (pickup)	110	40
		Graafmachine (14,5 ton)	93	40
		Shovel (8,8 ton)	81	40
		Vrachtauto	205	40
Ad3		Graafmachine (14,5 ton)	93	160
Maken rotonde incl aansluitingen bestaand wegennet		Shovel (8,8 ton)	81	160
		Trilplaat	10	160
		Vrachtauto grond/zand/funderingslaag	205	80
		Vrachtauto asfalt	205	48
		Asfaltspreidmachine	120	24
		Kleeflaagsproeier	110	4
		Wals (funderingslaag en asfalt) (4,3 ton)	34	40
Ad4	Intrillen damwanden noordzijde	Shovel (8,8 ton)	81	20
Bouw autotunnel		Damwandstelling	280	80
	Aanbrengen trekpalen	Shovel (8,8 ton)	81	10
		Palenstelling	280	80
	Ontgraven boven gws, ca 3400m3	Graafmachine (14,5 ton)	93	60
		Shovel (8,8 ton)	81	20
		Kipauto (1 rit/u)	205	136
	Aanbrengen stempeling	Kraan	205	40
	Ontgraven onder gws, in depot + later afvoeren zand	Graafmachine (14,5 ton)	93	80
		Shovel (8,8 ton)	81	20
		Kipauto (1 rit/u)	205	190
	Onderwaterbeton ca 1800m3	Betonpomp	36	16
		Betonmixer (1 rit/u)	205	150
	Bemalen, uitvlakken	Kraan	205	4
		Betonmixer (1 rit/u)	205	4
	Vloer, wanden en opstortingen maken ca 1900m3	Kraan	205	190
		Betonpomp	36	88
		Betonmixer (1 rit/u)	205	160
	Asfalt, complete tunnel	Asfaltspreidmachine	120	16
		Kleeflaagsproeier	110	2
		Wals	34	16
		Vrachtauto asfalt	205	25
	Verlichting/hekwerken ed	Kraanauto	205	40
	Intrillen damwand door spoorbaan (bd)	Damwandstelling	280	40
		Graafmachine (14,5 ton)	93	50
		Stopmachine spoor	4500	8
		Krol	93	16
		Vrachtauto, aanvoer ballast ed	205	4
	Maken dek (ca 340m3)	Kraan	205	200
		Shovel (8,8 ton)	81	40
		Betonpomp	36	16
		Betonmixer (1 rit/u)	205	28
	Deel ontgraven, inrijden/schuiven dek in bd	Graafmachine (14,5 ton)	93	40
		Shovel (in depot rijden) (8,8 ton)	81	40
		Krol	93	32
		Stopmachine spoor	4500	8
		Vrachtauto aan/afvoer div	205	32
	Stempelen	Kraan	205	8
	Ontgraven onder water, in depot, daarna afvoeren zand	Graafmachine (14,5 ton)	93	80
		Shovel (8,8 ton)	81	80
	Afvoeren	Graafmachine (14,5 ton)	93	60
		Shovel (8,8 ton)	81	20
		Kipauto (1 rit/u)	205	190

onderdeel	resultaatverplichting	type materieel	vermogen (kW)	uren in bedrijf
	Onderwaterbeton 600m3 (mee met openbak zuid)	Kraan	205	2
	Bemalen, uitvullen	Betonmixer (1 rit/u)	205	1
	Vloeren, wanden en opstortingen maken ca 750m3	Kraan	205	75
		Betonpomp	36	24
		Betonmixer (1 rit/u)	205	65
	Verlichting, hekwerken, ed.	Kraanauto	205	8
	Intrillen damwanden noordzijde	Shovel (8,8 ton)	81	20
		Damwandstelling	280	80
	Aanbrengen trekpalen	Shovel (8,8 ton)	81	120
		Palenstelling	280	20
	Ontgraven boven gws, ca 1300m3	Graafmachine (14,5 ton)	93	20
		Shovel (8,8 ton)	81	10
		Kipauto (1 rit/u)	205	50
	Aanbrengen stempeling	Kraan	205	40
	Ontgraven onder gws, in depot + later afvoeren zand	Graafmachine (14,5 ton)	93	120
		Shovel (8,8 ton)	81	120
	Afvoeren	Graafmachine (14,5 ton)	93	90
		Shovel (8,8 ton)	81	20
		Kipauto (1 rit/u)	205	250
	Onderwaterbeton ca 2100m3 + 600m3 middendeel	Betonpomp	36	48
		Betonmixer (1 rit/u)	205	225
	Bemalen, uitvlakken	Kraan	205	4
		Betonmixer (1 rit/u)	205	4
	Vloer, wanden en opstortingen maken ca 2400m3	Kraan	205	240
		Betonpomp (11 stort)	36	88
		Betonmixer (1 rit/u)	205	200
	Pompinstallatie, afvoeren c.a.	Graafmachine (14,5 ton)	93	16
		Kraan	205	8
	Verlichting/hekwerken ed	Kraanauto	205	40
	Palen landhoofden	Tubex Palenstelling	280	12
		Shovel (8,8 ton)	81	4
	Landhoofden maken	Vrachtauto div transport	205	4
		Kraan	205	4
		Betonmixer (1 rit/u)	205	2
	Leggen liggers	Shovel (8,8 ton)	81	8
		Kraan	205	4
	Grondwerk opritten	Graafmachine (14,5 ton)	93	40
		Shovel (8,8 ton)	81	40
		Trilplaat	10	40
	Repack opritten, riolering ed	Graafmachine (14,5 ton)	93	16
		Shovel (8,8 ton)	81	16
		Vrachtauto	205	8
	Betonwerk dek/aanstortingen c.a.	Kraan	205	16
		Betonmixer (1 rit/u)	205	4
	Asfalt brug + opritten	Asfaltspreidmachine	120	8
		Kleeflaagsproeier	110	2
		Wals	34	8
		Vrachtauto asfalt	205	12
	Verlichting/hekwerken ed	Kraanauto	205	24
	Palen landhoofden	Tubex Palenstelling	280	12
		Shovel (8,8 ton)	81	4
	Landhoofden maken	Vrachtauto div transport	205	4
		Kraan	205	4
		Betonmixer (1 rit/u)	205	2
	Leggen liggers	Shovel (8,8 ton)	81	8
		Kraan	205	4
	Grondwerk opritten	Graafmachine (14,5 ton)	93	40
		Shovel (8,8 ton)	81	40
		Trilplaat	10	40
	Repack opritten, riolering ed	Graafmachine (14,5 ton)	93	16
		Shovel (8,8 ton)	81	16
		Vrachtauto	205	8
	Betonwerk dek/aanstortingen c.a.	Kraan	205	16
		Betonmixer (1 rit/u)	205	4
	Asfalt brug + opritten	Asfaltspreidmachine	120	8
		Kleeflaagsproeier	110	2
		Wals	34	8
		Vrachtauto asfalt	205	12

onderdeel	resultaatverplichting	type materieel	vermogen (kW)	uren in bedrijf
	Verlichting/hekwerken ed	Kraanauto	205	24
Ad5	Grondwerk, funderingslaag, asfalt,	Graafmachine (14,5 ton)	93	100
Wegaansluitingen	afwerking (verlichting, bebording, riolering)	Shovel (8,8 ton)	81	200
		Vrachtauto grond/zand/funderingslaag	205	200
		Trilplaat	10	160
		Vrachtauto asfalt	205	400
		Asfaltspeidmachine	120	80
		Kleeflaagsproeier	110	20
		Wals	34	80
Ad6	Omleggen fietsvoetpad over overweg autoweg	Graafmachine (14,5 ton)	93	24
Bouw fiets-voetgangerstunnel		Shovel (8,8 ton)	81	24
	Intrillen damwanden noordzijde	Shovel (8,8 ton)	81	20
		Damwandstelling	280	30
	Aanbrengen trekpalen	Palenstelling	280	40
		Shovel (8,8 ton)	81	10
	Ontgraven boven gws+afvoeren zand (1250m3)	Graafmachine (14,5 ton)	93	40
		Shovel (8,8 ton)	81	10
		Kipauto (1rit/u)	205	50
	Aanbrengen stempeling	Kraan	205	20
	Ontgraven nat, in depot, later afvoeren zand(440m3)	Graafmachine (14,5 ton)	93	20
		Shovel (8,8 ton)	81	20
	Afvoeren	Graafmachine (14,5 ton)	93	24
		Shovel (8,8 ton)	81	8
		Kipauto (1rit/u)	205	18
	Onderwaterbeton ca 310m3	Betonpomp	36	8
		Betonmixer	205	26
	Bemalen, uitvlakken	Kraan	205	4
		Betonmixer	205	4
	Vloer, wanden en opstortingen ca 350m3	Kraan	205	35
		Betonpomp (7 storts)	36	56
		Betonmixer	205	30
	Asfalt	Asfaltspeidmachine	120	8
		Kleeflaagsproeier	110	2
		Wals	34	8
	Verlichting/hekwerk c.a.	Kraanauto	205	20
	Intrillen damwand door spoorbaan (bd)	Damwandstelling	280	40
		Graafmachine (14,5 ton)	93	50
		Stopmachine spoor	4500	8
		Krol	93	16
		Vrachtauto, aanvoer ballast ed	205	4
	Aanbrengen palen in spoorbaan (bd)	Palenstelling	280	20
		Graafmachine	93	25
		Stopmachine spoor	4500	8
		Krol		16
	Maken dek (ca 130m3)	Kraan		120
		Shovel (8,8 ton)	81	20
		Betonpomp	36	16
		Betonmixer	205	11
	Deel ontgraven, in depot, inrijden/schuiven dek in bd	Graafmachine (14,5 ton)	93	20
		Shovel (8,8 ton)	81	40
		Kraan	205	40
		Krol	93	32
		Stopmachine spoor	4500	8
		Vrachtauto, aan/afvoer div.	205	24
	Stempelen	Kraan	205	4
	Ontgraven nat, in depot, later afvoeren zand(670m3)	Graafmachine (14,5 ton)	93	20
		Shovel (8,8 ton)	81	20
	Afvoeren	Graafmachine (14,5 ton)	93	27
		Shovel (8,8 ton)	81	8
		Kipauto (1rit/u)	205	27
	Onderwaterbeton ca 140m3	Betonpomp	36	4
		Betonmixer	205	12
	Bemalen, uitvlakken	Kraan	205	4
		Betonmixer	205	4
	Vloer, wanden en opstortingen maken ca 180m3	Kraan	205	20
		Betonpomp (3 stort)	36	24

onderdeel	resultaatverplichting	type materieel	vermogen (kW)	uren in bedrijf
		Betonmixer	205	15
	Intrillen damwanden noordzijde	Shovel (8,8 ton)	81	20
		Damwandstelling	280	30
	Aanbrengen trekpalen	Palenstelling	280	40
		Shovel (8,8 ton)	81	10
	Ontgraven boven gws+afvoeren zand(320m3)	Graafmachine (14,5 ton)	93	8
		Shovel (8,8 ton)	81	4
		Kipauto (1rit/u)	205	13
	Aanbrengen stempeling	Kraan	205	20
	Ontgraven nat, in depot, later afvoeren zand(470m3)	Graafmachine (14,5 ton)	93	20
		Shovel (8,8 ton)	81	20
	Afvoeren	Graafmachine (14,5 ton)	93	24
		Shovel (8,8 ton)	81	8
		Kipauto (1rit/u)	205	19
	Onderwaterbeton ca 400m3	Betonpomp	36	12
		Betonmixer	205	30
	Bemalen, uitvlakken	Kraan	205	4
		Betonmixer	205	4
	Vloer, wanden en opstortingen ca 410m3	Kraan	205	40
		Betonpomp (7 storts)	36	56
		Betonmixer	205	30
	Pompinstallatie, afvoeren c.a.	Graafmachine (14,5 ton)	93	16
		Kraan	205	8
	Verlichting/hekwerk c.a.	Kraanauto	205	20
	Grondwerk, funderingslaag, asfalt,	Graafmachine (14,5 ton)	93	20
	afwerking (verlichting, bebording, riolering)	Shovel (8,8 ton)	81	40
		Vrachtauto grond/zand/funderingslaag	205	40
		Trilplaat	10	40
		Vrachtauto asfalt	205	80
		Asfaltspeidmachine	120	16
		Kleeflaagsproeier	110	4
		Wals	34	16
		Kraanauto	205	24
Ad7	Opbreken wegverharding+afvoeren/riolering etc	Graafmachine (14,5 ton)	93	24
Herinrichting gebied rondom nieuwe fietstunnel/oude overweg		Shovel (8,8 ton)	81	24
		Vrachtauto	205	24
	Opbreken overweg in bd+afvoeren	Graafmachine (14,5 ton)	93	16
		Shovel (8,8 ton)	81	16
		Vrachtauto (aanvoer/afvoer div)	205	16
		Krol	93	16
		Stopmachine spoor	4500	8
	Inrichten wegkruising noordzijde	Graafmachine (14,5 ton)	93	16
		Shovel (8,8 ton)	81	8
		Kraanauto	205	8
Ad8	Opruimen werkterreinen, afwerken etc	Graafmachine (14,5 ton)	93	40
Ontmantelen/opruimen		Shovel (8,8 ton)	81	80
		Vrachtauto (aanvoer/afvoer div)	205	40