

## RIJKSWEG 73-ZUID ROERTUNNEL


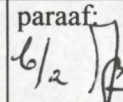
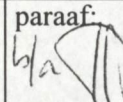
### Nader Onderzoek Luchtemissie t.p.v. lamellendakconstructie

op basis van het onderzoek

Air Quality prediction for Half-Submerged Road Structure in Roermond,  
september 2000

van Chiyoda Engineering Consultants Co., Ltd., Japan

#### Autorisatie/acceptatie door:

Opsteller:	Projectleider Bouwdienst:	Projectleider projectbureau
ir. J.W. Huijben	ing. J. van Vliet	RW73-zuid:
paraaf:	datum:	paraaf:
	9-11-2000	
		datum:
		3/11-00
		paraaf:
		
		datum:
		16/11/00

documentnummer: 2703-2000-0196

C8327



132210  
132210



## Inhoudsopgave

	Blz.
INHOUDSOPGAVE.....	2
SAMENVATTING.....	3
1. INLEIDING.....	4
2. UITGANGSPUNTEN M.B.T. VERKEERSEMISSIE.....	5
3. BESPREKING RESULTATEN VAN BEREKENINGEN.....	7
3.1 EMISSIECONCENTRATIES IN DE TUNNEL .....	7
3.2 EMISSIECONCENTRATIES IN DE OMGEVING.....	7
3.2.1 Algemene beschouwing berekeningsresultaten .....	7
3.2.2 Omrekening naar jaargemiddelden .....	9
3.2.3 Concentratie NO <sub>2</sub> in de omgeving t.g.v. verkeersemissie .....	9
3.2.4 Achtergrondconcentraties .....	10
3.2.5 Geschatte omgevingsconcentraties .....	11
3.2.6 Berekeningsnauwkeurigheid .....	12
3.3. CONCENTRATIES BIJ WINDSTIL WEER.....	13
4. VERGELIJKING MET NORMWAARDEN .....	14
5 CONCLUSIES.....	15
LITERATUUR.....	16



Project	: Rijksweg 73 Roertunnel	Doc.nr.	: 2703-2000-0196
Document	: Verkeersemissie	Status	: Definitief
		Versie	: 4

## SAMENVATTING

In de AP1- en AP2-fase zijn onderzoeken gedaan naar de luchtkwaliteit in de omgeving van de Roertunnel in de toekomstige Rijksweg A73 bij Roermond. Deze covernotitie bespreekt de resultaten van een nader onderzoek uitgevoerd door Chiyoda Engineering Consultants Co. te Japan. Deze berekeningen betreffen de omgevingsconcentraties NO<sub>2</sub> ten gevolge van het verkeer in de Roertunnel voor het jaar 2020, met als referentiejaar 2015. Door de Bouwdienst zijn daaraan toegevoegd de extra concentratie ten gevolge van de omzetting van door het verkeer geëmitteerde NO tot NO<sub>2</sub> alsmede achtergrond-concentraties. Vervolgens zijn de resultaten vergeleken met de toelaatbare concentraties NO<sub>2</sub> volgens de Nederlandse norm en de -strengere- Europese richtlijn geldend vanaf 2001 met een overgangsperiode tot 2010. Aangezien de Roertunnel in 2007 in gebruik wordt genomen is het reëel te toetsen aan de Europese richtlijn.

Voor wat betreft de directe verkeersemissie zijn van belang de stoffen NO<sub>2</sub> en fijn stof PM<sub>10</sub>. Deze notitie behandelt alleen de invloed van NO<sub>2</sub> aangezien de bijdrage fijn stof door het verkeer in het algemeen zeer gering is in verhouding tot de achtergrond concentratie.

De plaatsen met de hoogste concentraties NO<sub>2</sub> zijn de woningen aan de noord-zijde van het lamellendak, die op 25m afstand van de wegas zullen worden gebouwd, en de woningen in de buurt van het noord-oostelijke uitgangsportaal. Op alle andere plaatsen zoals de school aan de zuid-zijde van het lamellendak zijn de concentraties lager.

Op basis van de resultaten zijn de volgende conclusies getrokken:

1. Met de volgens AP2 geplande tunnelconstructie met lamellen wordt op alle plaatsen in de nabijheid van de Roertunnel voldaan aan de Europese richtlijnen voor NO<sub>2</sub>-concentraties, zowel aan het maximum jaargemiddelde zoals dit geldt vanaf 2010 als aan de overschrijdingsnorm voor piekwaarden zoals deze reeds vanaf 2001 geldt. Hierbij is rekening gehouden met eventuele berekeningson nauwkeurigheden.
2. Ter plaatse van het lamellendak zijn de concentraties nabij de school aan de zuidzijde aanzienlijk lager dan ter plaatse van de woningen aan de noordzijde. Aangezien de concentratie ter plaatse van de woningen reeds voldoet, is dat zeker het geval voor de school.
3. Gezien de berekende concentraties zou er qua NO<sub>2</sub>-concentraties ruimte zijn voor een stijging van de verkeersintensiteit met ca. 30% waarbij nog steeds aan de Europese richtlijn wordt voldaan.
4. De bijdrage van het verkeer aan de concentratie NO<sub>2</sub> in de nabijheid van de Roertunnel ligt in de orde grootte van 20-25%.
5. De vorm van de lamellen heeft wel significante invloed op de absolute waarden van de NO<sub>2</sub>-concentratie ten gevolge van het verkeer, maar heeft weinig invloed op de totale NO<sub>2</sub>-concentratie vanwege de relatief kleine bijdrage ten opzichte van de achtergrondconcentratie, hetgeen een ruime ontwerpvrijheid voor de lamellen geeft.

De bijdrage van het verkeer aan de emissie-concentraties NO<sub>2</sub> is derhalve geen belemmering voor de bouw van de Roertunnel in de voorgestelde vorm.



Project	: Rijksweg 73 Roertunnel	Doc.nr.	: 2703-2000-0196
		Status	: Definitief
Document	: Verkeersemissie	Versie	: 4

## 1. Inleiding

In de AP1- en AP2-fase zijn onderzoeken gedaan naar de luchtkwaliteit in de omgeving van de Roertunnel in de toekomstige Rijksweg A73 bij Roermond. Zie hiervoor met name het AP2-document "Studie naar luchtemissie van het verkeer en invloed op de omgeving" d.d. 9 mei 2000, Bouwdienst Rijkswaterstaat. Hieruit is gebleken dat in feite alleen voor de stof NO<sub>2</sub> er een mogelijk probleem zou ontstaan.

Deze covernotitie bespreekt de resultaten van een nader onderzoek naar de luchtkwaliteit in de omgeving van de Roertunnel in de toekomstige Rijksweg A73 bij Roermond. Hierbij is beschouwd de variant die in de AP2-fase is genoemd "optimalisatie variant". Het AP3-ontwerp wijkt hiervan, in het kader van dit onderzoek, niet af.

De volgende redenen lagen ten grondslag aan dit onderzoek:

- Gezien het feit dat ter plaatse van het open gedeelte met de lamellen er tot op vrij korte afstand van de tunnel huizen staan of gebouwd zullen worden, is er ten opzichte van het AP2-onderzoek een beter inzicht gewenst in de omgevingsconcentraties door toepassing van het lamellendak. Met name de kans dat de bewoners langdurig aan mogelijk verhoogde concentraties verkeersemissie zouden worden blootgesteld, is hierbij van belang.
- Voor een goed ontwerp van de geluiddempende lamellen moet de invloed ervan op de verspreiding van de verkeersemissie bekend zijn.

Het onderzoek is uitgevoerd door het Japanse ingenieursbureau Chiyoda Engineering Consultants Co, met als belangrijkste reden dat dit bureau reeds jarenlange ervaring heeft met het berekenen en meten van de verspreiding van verkeersemissie uit gedeeltelijk open tunnels, en de invloed daarop van geluiddempende lamellenconstructies. Zowel in Japan als in veel landen daarbuiten wordt Chiyoda beschouwd als een zeer gerenommeerd bureau op dit vakgebied.

Op basis van het onderzoek van Chiyoda zijn de emissieconcentraties NO<sub>2</sub> in de omgeving van de Roertunnel, ook ter plaatse van woonbebouwing, berekend ten einde na te gaan of deze voldoen aan de Nederlandse norm en aan de nieuwe Europese richtlijnen voor buitenluchtkwaliteit zoals deze vanaf 2001 gelden. Deze covernotitie moet dan ook in samenhang met het rapport van Chiyoda worden gelezen.

De door Chiyoda bepaalde stofconcentraties in de omgeving van de Roertunnel zijn verder niet beschouwd omdat de bijdrage fijn stof door het verkeer in het algemeen zeer gering is in verhouding tot de achtergrond concentratie.



## 2. Uitgangspunten m.b.t. verkeersemissie

Aan Chiyoda zijn opgegeven de geplande constructie en vormgeving van de tunnel, alsmede de wijze van bebouwing, die als terreinruwheid kan worden beschouwd, rondom de tunnel. Voor windinvloeden op de verspreiding van emissie in de omgeving zijn gebruikt de KNMI-windgegevens voor het vliegveld Beek in Limburg. Uit een vergelijking met de windgegevens van plaatsen in Brabant en Gelderland blijkt dat de windgegevens van Beek geldig zijn voor het gebied Roermond.

Tevens zijn aan Chiyoda opgegeven de verkeersemissie-waarden gebaseerd op de verkeersintensiteit, verkeerssamenstelling en de emissiefactoren voor verkeer.

De verkeersintensiteit en de verkeerssamenstelling zijn conform de prognose voor 2015 voor dit tracé.<sup>1</sup>

De emissiefactoren voor verkeer zijn overeenkomstig het rapport van TNO Wegtransport Emission factors for road tunnels - Update 1998 nr. 98.OR.VM.064.1/RR/DE, d.d. 10 november 1998.

Op basis hiervan zijn door de Bouwdienst van Rijkswaterstaat de emissiehoeveelheden berekend zoals vermeld in de tabellen 3.3.4 en 3.3.5 van het rapport van Chiyoda.

De aan Chiyoda opgegeven waarden betroffen alleen de emissie tijdens de ochtendpiek op werkdagen en overdag op weekend-dagen. De redenen hiervoor zijn :

- De ochtendpiek-emissie op werkdagen is verreweg de hoogste ten opzichte van alle andere dagdelen
- De emissie van de weekend-dagperiode is vrijwel gelijk aan die van de werkdag-periode maar met een andere verkeerssamenstelling. In het weekend is het aandeel vrachtwagens vrij gering terwijl het aandeel op werkdagen groter is. Het aandeel vrachtwagens zou mogelijk invloed kunnen hebben op het luchtstromingspatroon door de lamellenconstructie, zodat de weekend-dagperiode als maatgevend beschouwd moet worden.

Bij een vergelijking van de berekeningsresultaten voor beide perioden (ochtendpiek werkdagen, dagperiode weekend) blijkt nu dat de verhouding in buitenluchtconcentraties voor beide perioden gelijk is aan de verhouding in de hoeveelheid emissieproductie in beide perioden.

Daaruit volgen 2 conclusies :

1. Het aandeel vrachtwagenverkeer heeft geen merkbare invloed op het luchtstromingspatroon door de lamellenconstructie, en derhalve ook geen merkbare invloed op de wijze van verspreiding naar de omgeving via de lamellenconstructie en de uitgangsportalen van de tunnel. Men mag deze conclusie trekken omdat het vrachtwagen-aandeel voor beide perioden verschillend is.
2. Voor andere perioden dan waarvoor is gerekend kan men met redelijke nauwkeurigheid de buitenluchtconcentratie schatten op basis van de verhouding in emissieproductie en de buitenluchtconcentratie tijdens de ochtendpiek op werkdagen.

<sup>1</sup> Zie voor de motivering het AP2-rapport







Project	: Rijksweg 73 Roertunnel	Doc.nr.	: 2703-2000-0196
		Status	: Definitief
Document	: Verkeersemissie	Versie	: 4

Ter illustratie zijn de emissieproducties en de buitenluchtconcentraties bij het open gedeelte met de lamellen in de volgende tabel gegeven:

	NO2 produktie	NO2 omgevingsconcentratie (op 25m afstand, 1,5m hoogte)
werkdagen ochtendpiek	570 gr/uur	zuid 7 en noord 10 µg/m <sup>3</sup>
weekenddagen overdag	265 gr/uur	zuid 3,5 en noord 4,5 µg/m <sup>3</sup>
verhouding	46 %	zuid 50% en noord 45%

tabel I

Bovenstaande tabel geldt voor lamel type A; dezelfde verhoudingen blijken ook te gelden voor de andere typen lamelconstructies B, C en D, en tevens voor andere berekende plaatsen op de doorsnede en ook voor het zuidelijke en noordelijke tunnelportaal. Dit versterkt de mening dat men op basis van verhoudingen mag rekenen.



Project	: Rijksweg 73 Roertunnel	Doc.nr.	: 2703-2000-0196
		Status	: Definitief
Document	: Verkeersemissie	Versie	: 4

### 3. Bespreking resultaten van berekeningen

#### 3.1 Emissieconcentraties in de tunnel

Zowel door de Bouwdienst als door Chiyoda zijn de concentraties in de tunnel berekend op basis van de gegevens van emissieproducties en rekening houdend met de optredende luchtsnelheid in de tunnel, die afhangt van de samenstelling en luchtweerstand van het verkeer, en windinvloeden.

De in het rapport van Chiyoda gegeven luchtsnelheden stemmen goed overeen met de praktijk en met de door de Bouwdienst berekende waarden. Daarom stemmen ook de concentraties in de tunnel goed overeen met de waarden zoals deze reeds eerder door de Bouwdienst waren berekend. Dit geeft zekerheid dat de uit de tunnel vrijkomende concentraties, die van basisbelang zijn voor de omgevingsconcentraties, door Chiyoda juist zijn berekend.

#### 3.2 Emissieconcentraties in de omgeving

##### 3.2.1 Algemene beschouwing berekeningsresultaten

In opdracht van de Bouwdienst heeft Chiyoda het concentratie-verloop berekend in langsrichting op 1,5m hoogte boven maaiveld, en op zowel 25m ten noorden als 25m ten zuiden van de wegas. De uitdrukking "ten noorden" en "ten zuiden" geldt voor een groot deel van de lengte, maar vanwege gebogen wegdelen is "ten noorden" bij de uiteinden "ten noord-westen" en "ten zuiden" in feite "ten zuid-oosten".

Tevens is de concentratie verdeling in een aantal dwarsdoorsneden berekend om een indruk te verkrijgen van de wijze waarop de emissie zich vanuit de tunnel verspreidt.

Uit de langsdoorsneden is te zien dat:

- Naar mate de lamellenconstructie meer gesloten is er meer emissie "doorschiet" in het aansluitende gesloten tunneldeel, hetgeen resulteert in hogere concentraties bij de uitgangsportalen, maar lagere concentraties in de buurt van het lamellendak.
- Hetzelfde geldt als de lamellen zodanig zijn geconstrueerd dat de luchtuitwisseling wordt geremd (type A versus B, en type C versus D).
- Het blijkt dat het concentratie-verloop in langsrichting van het lamellendak vrijwel constant is in tegenstelling tot een geheel open constructie waarbij aan de westelijke kant van het lamellendak de concentratie het hoogst is. Een lamellendak heeft dus een "verspreidende" functie. Bij de vergelijking van de lameltypen is steeds doorsnede A maatgevend geacht.
- De concentratie-piek aan het Noord-Oost portaal is structureel hoger dan de piek aan het Zuid-West portaal. Aangezien de bebouwing bij het Noord-Oost portaal veel dichterbij staat is die situatie maatgevend voor de omgeving bij de uitgangsportalen.
- Aangezien er een vrijwel 1 op 1 relatie is met de concentratie binnen en buiten de tunnel ongeacht het lameltype kan op basis van de figuren 3.4.1 t/m 3.4.9 worden geconcludeerd dat in Noord-Oostelijke richting de verdeling tussen emissie via het lamellendak en het uitgangsportaal globaal als volgt is:

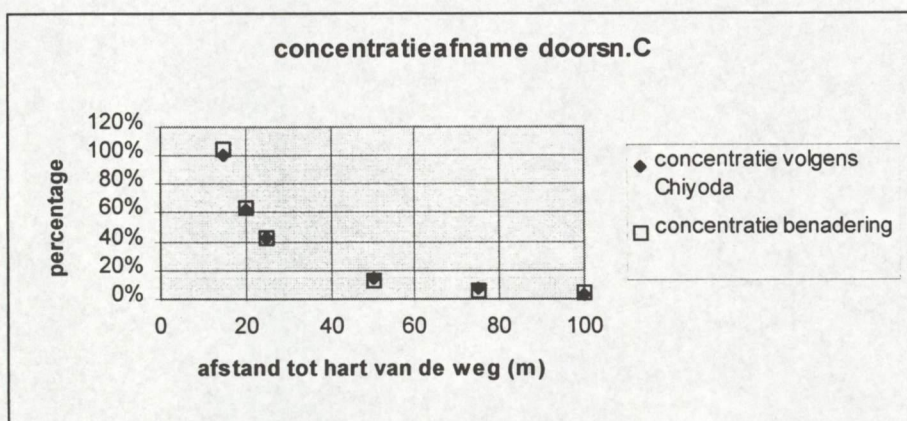


lamellendak	percentage via lamellendak	percentage via uitgangsportaal
geheel open	73 %	27 %
lamel type A	65 %	35 %
lamel type B	39 %	61 %
lamel type C	68 %	32 %
lamel type D	42 %	58 %
geheel gesloten	0 %	100 %

tabel II

Uit de dwarsdoorsneden blijkt het volgende:

- De concentratie op 1,5m hoogte boven maaiveld is altijd groter dan de concentratie op grotere hoogte. De concentraties op 3,5 en 5 m hoogte zijn ca. 10-20% lager dan de concentratie op 1,5m hoogte, de concentratie op 10m hoogte is duidelijk veel lager dan de concentratie op 1,5m hoogte. Kennelijk neemt de concentratie pas boven de 5m hoogte duidelijk af. In de rest van de beschouwingen is daarom alleen concentratie op 1,5m hoogte beschouwd.
- Bij het lamellendak (doorsneden A en B) is tot ca. 25m buiten de wegas een duidelijke concentratie-afname te zien, na meer dan 50m is de concentratie te verwaarlozen. In verband met de bebouwing is alleen de concentratie op 25m afstand beschouwd. De concentratie op 15m afstand is overigens maximaal een faktor 1,5 hoger dan de concentratie op 25m afstand.
- Bij het noord-oostelijke portaal is aan de "zuid-zijde" een aanmerkelijk hogere concentratie dan aan de "noordzijde". In werkelijkheid is de "zuid-zijde" hier de oostzijde. Vanwege de voornamelijk westelijke wind wordt de emissie naar het oosten geblazen waardoor de jaargemiddelde concentratie aan de oostzijde hoger is dan aan de westzijde. De concentratie neemt tot op 75-100m afstand sterk af.
- Bij doorsnede C is uit de grafieken de concentratie op 15m afstand van de wegas het beste af te lezen. Door van alle grafieken de concentraties op de verschillende afstanden met elkaar te vergelijken is gevonden dat als op 15m afstand de concentratie op 100% wordt gesteld, de concentratie afname naar afstand d gelijk is aan  $C_{\text{punt d}} = C_{15\text{m}} * 120 / d^{1,75}$ . Ofwel de concentratie neemt ongeveer kwadratisch met de afstand af.



figuur 1



Project	: Rijksweg 73 Roertunnel	Doc.nr.	: 2703-2000-0196
		Status	: Definitief
Document	: Verkeersemissie	Versie	: 4

### 3.2.2 Omrekening naar jaargemiddelden

In de Europese richtlijnen is met name de jaargemiddelde concentratie de bepalende factor. Aangezien eerder is aangetoond dat de omgevingsconcentratie vrijwel 1 op 1 afhangt van de emissieproductie kan op basis van de verhouding in emissieproductie voor elk dagdeel ook de bijbehorende omgevingsconcentratie worden berekend.

Daarna is het naar tijdsduur van elk dagdeel gewogen jaargemiddelde ten gevolge van de verkeersemissie vanuit de tunnel berekend. Dit betreft dan alleen de verspreiding van de directe NO<sub>2</sub>-emissie vanuit de tunnel.

Men moet echter rekening houden met de omzetting van het eveneens door het verkeer geëmitteerde NO tot NO<sub>2</sub> vanwege ozon in de atmosfeer.

### 3.2.3 Concentratie NO<sub>2</sub> in de omgeving t.g.v. verkeersemissie

De door Chiyoda verstrekte berekeningsresultaten zijn gebaseerd op de directe uitstoot van NO<sub>2</sub> door voertuigmotoren. De directe uitstoot van NO<sub>2</sub> is ca. 5% van de totale uitstoot van NO<sub>x</sub>, waarbij NO verreweg het grootste aandeel heeft.

Wanneer er voldoende ozon O<sub>3</sub> in de atmosfeer aanwezig is zal NO met O<sub>3</sub> reageren tot NO<sub>2</sub>. De aanwezigheid van ozon hangt nauw samen met de aanwezigheid van zonneschijn: indien er geen directe zonneschijn is wordt er nauwelijks O<sub>3</sub> gevormd en wordt ook weinig extra NO<sub>2</sub> gevormd. Dit is aangetoond met een meting in de Drechtunnel in 1999-2000. De mate waarin door reactie gevormd NO<sub>2</sub> ter plaatse van de bebouwing langs het tracé wordt waargenomen is afhankelijk van de volgende factoren:

- de hoeveel direct zonlicht
- de windsnelheid
- de reactiesnelheid van NO tot NO<sub>2</sub>

Voor grotere afstanden (meer dan 200-300m) zijn op basis van metingen redelijke schattingen beschikbaar voor de hoeveelheid door reactie gevormd NO<sub>2</sub>. Bij de Roertunnel is de afstand van de bebouwing tot aan het lamellendak zo kort dat geen gegevens beschikbaar zijn.

In verband met de korte afstand tussen lamellendak en eerste bebouwing (25 m) is de volgende redenatie gevolgd:

- Er wordt alleen tijdens dagperioden tussen 10.00 uur en 18.00 uur bij zonneschijn voldoende ozon gevormd zodat het NO tot NO<sub>2</sub> kan reageren.
- Bij wind is er snelle verspreiding doch dan is er vaak ook enige tot veel zonneschijn.
- Uit metingen in lange bergtunnels blijkt dat 's zomers, als er overdag voldoende ozon is gevormd, overdag de concentratie NO<sub>2</sub> aan het eind van de tunnel maximaal ca. 10% van het totaal aan NO<sub>x</sub> is, ofwel dat de hoeveelheid NO<sub>2</sub> ca. 2 maal de 5% directe uitstoot aan NO<sub>2</sub> is geworden.

Op basis hiervan is aangenomen dat alleen tijdens genoemde dagperioden door reactie extra NO<sub>2</sub> wordt gevormd. Op basis van ervaringen in lange bergtunnels zou men hiervoor een factor 2 t.o.v. de directe uitstoot kunnen aannemen, doch dat geldt alleen voor de dagen met zonneschijn. Globaal is er ca. 200 dagen van het jaar voldoende zonneschijn waardoor een factor  $2 \cdot 200/365 \cong 1$  zou ontstaan. Om voldoende veiligheidsmarge in te bouwen is



Project	: Rijksweg 73 Roertunnel	Doc.nr.	: 2703-2000-0196
		Status	: Definitief
Document	: Verkeersemissie	Versie	: 4

gekozen voor een factor 2,5 voor de dagperioden. De hoeveelheid NO<sub>2</sub> zou ter plaatse van de woningen dan 25% van de totale hoeveelheid NO<sub>x</sub> zijn.

Indien het gewogen gemiddelde van de emissieproducties van alle dagperioden wordt genomen, en rekening wordt gehouden met de reactiefactor 2,5, dan is de gemiddelde produktie van verkeersemissie ca. 95% van de produktie tijdens de ochtendpiek op werkdagen.

Aangezien reeds eerder aangetoond is dat de buitenluchtconcentratie evenredig is met de hoeveelheid emissieproductie kan ter plaatse van de lamellenconstructie voor de jaargemiddelde buitenluchtconcentratie dus 95% van de door Chiyoda berekende waarden worden genomen.

Bij het Noord-Oost portaal is op basis van de dwarsprofielen reeds een concentratie afname bepaald, waar echter de toename door reactie nog moet worden bijgeteld. Aangezien de huizen hier op tenminste 60 meter afstand staan is er vanwege de grotere afstand meer reactietijd beschikbaar als bij het lamellendak en wordt dus meer NO<sub>2</sub> gevormd. Een schatting zou een factor 5 van de directe hoeveelheid NO<sub>2</sub> kunnen zijn. Als weer rekening wordt gehouden met de dagen waarop er wel en geen zonneschijn is ontstaat daarmee een reactiefactor van ca. 2,7. Veiligheidshalve is gekozen voor een reactiefactor 3, waarmee men analoog als voor de concentratie bij de lamellen een jaargemiddelde vindt van 112% van de door Chiyoda berekende waarden.

Men kan de jaargemiddelde concentratie op 60 m afstand bij het noord-oost portaal vrij nauwkeurig schatten door de concentratie op 15m afstand uit de grafiek af te lezen, met een factor 112% te vermenigvuldigen, en vervolgens de afname door verspreiding te berekenen zoals aangegeven in paragraaf 3.2.1. en figuur 1.

### 3.2.4 Achtergrondconcentraties

De concentratie in de omgeving wordt bepaald door de combinatie van achtergrondconcentratie en de toevoeging daarop van de emissie vanuit de tunnel. Derhalve moet bij de berekende jaargemiddelde concentratie de jaargemiddelde achtergrondconcentratie worden opgeteld.

De achtergrondconcentraties zijn ontleend aan het rapport Luchtkwaliteitsberekeningen voor de Planstudie RW73-Zuid (Beesel) van TNO-MEP d.d. 4 april 2000, waarin gebruik wordt gemaakt van de meetresultaten van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (RIVM, 1993a) en de gegevens van het project Milieutoekomstverkenning van het RIVM (RIVM, 1993b) voor 2020.

De volgende jaargemiddelde achtergrondconcentraties zijn aan te houden:

NO <sub>2</sub>	: 27 µg/m
PM10 (fijn stof)	: 26 µg/m



Project	: Rijksweg 73 Roertunnel	Doc.nr.	: 2703-2000-0196
Document	: Verkeersemissie	Status	: Definitief
		Versie	: 4

### 3.2.5 Geschatte omgevingsconcentraties

Aan de hand van de berekeningen van Chiyoda, hetgeen over de reactie van NO tot NO<sub>2</sub> is vermeld en de jaargemiddelde achtergrondconcentraties kan het volgende worden geconcludeerd:

Ter plaatse van het lamellendak treden bij de woningen aan de noordzijde van de tunnel de volgende concentraties op, gerekend ter plaatse van doorsnede A op 25m afstand van de weg en op 1,5m boven maaiveld:

jaargemiddelde concentratie NO <sub>2</sub> t.p.v. woningen bij lamellendak	ten gevolge van verkeer	achtergrond	totaal
geen lamellen	11 µg/m <sup>3</sup>	27 µg/m <sup>3</sup>	38 µg/m <sup>3</sup>
lameltype A	9 µg/m <sup>3</sup>	27 µg/m <sup>3</sup>	36 µg/m <sup>3</sup>
lameltype B	4 µg/m <sup>3</sup>	27 µg/m <sup>3</sup>	31 µg/m <sup>3</sup>
lameltype C	10 µg/m <sup>3</sup>	27 µg/m <sup>3</sup>	37 µg/m <sup>3</sup>
lameltype D	5 µg/m <sup>3</sup>	27 µg/m <sup>3</sup>	32 µg/m <sup>3</sup>

tabel III

Ter plaatse van het noord-oostelijke uitgangsportaal treden op 60 m afstand dwars op de weg op 1,5m hoogte boven maaiveld de volgende concentraties op:

jaargemiddelde concentratie NO <sub>2</sub> t.p.v. woningen in buurt van noord- oost portaal	ten gevolge van verkeer	achtergrond	totaal
geen lamellen	5 µg/m <sup>3</sup>	27 µg/m <sup>3</sup>	32 µg/m <sup>3</sup>
lameltype A	7 µg/m <sup>3</sup>	27 µg/m <sup>3</sup>	34 µg/m <sup>3</sup>
lameltype B	10 µg/m <sup>3</sup>	27 µg/m <sup>3</sup>	37 µg/m <sup>3</sup>
lameltype C	6 µg/m <sup>3</sup>	27 µg/m <sup>3</sup>	33 µg/m <sup>3</sup>
lameltype D	10 µg/m <sup>3</sup>	27 µg/m <sup>3</sup>	37 µg/m <sup>3</sup>
geheel gesloten	15 µg/m <sup>3</sup>	27 µg/m <sup>3</sup>	42 µg/m <sup>3</sup>

tabel IV

De berekeningen voor de situatie zonder lamellen is uitsluitend als vergelijking opgenomen omdat vanwege de geluidseisen geluiddempende lamellen noodzakelijk zijn. De berekening voor een geheel gesloten situatie is niet door Chiyoda gemaakt maar geschat met gebruikmaking van tabel II.

Uit een beschouwing van de resultaten ter plaatse van het lamellendak blijkt dat de invloed van de vormgeving van de lamellen op de hoeveelheid concentratie groot is als omgevingsconcentraties niet worden meegerekend. De omgevingsconcentratie is echter relatief groot t.o.v. de verkeersemissie, waardoor de invloed van de lamelvorm in het totaal niet erg groot is. Tevens kan worden gezien dat de toevoeging van schadelijke stoffen t.g.v. het verkeer slechts ca. 20-25% uitmaakt van de totale concentratie.



Project	: Rijksweg 73 Roertunnel	Doc.nr.	: 2703-2000-0196
Document	: Verkeersemissie	Status	: Definitief
		Versie	: 4

Bij het Noord-Oost portaal is de bijdrage van het verkeer aan de concentratie eveneens gemiddeld slechts 20-25%.

Ook indien het dak geheel gesloten zou zijn is de toevoeging slechts 33%. Uit tabel IV kan echter worden afgelezen dat bij een geheel gesloten dak de concentraties bij de dichtsbijgelegen woningen in de buurt van het Noord-Oost portaal te hoog zullen worden.

### 3.2.6 Berekeningsnauwkeurigheid

Volgens de Nederlandse richtlijnen mag een emissie-concentratie-berekening een onnauwkeurigheid hebben van maximaal 30%.

Het berekeningsmodel van Chiyoda heeft volgens het rapport een berekeningsnauwkeurigheid van ca. 15%.

De nauwkeurigheid is echter ook afhankelijk van de nauwkeurigheid van de invoergegevens. Hiervan is aangenomen dat deze een nauwkeurigheid hebben van 10-15%. De berekende bijdrage van de verkeersemissie aan de concentratie in de omgeving kan dus een onnauwkeurigheid van 25-30% hebben.

Echter als de concentraties ten gevolge van het verkeer vanwege onnauwkeurigheden met maximaal 30% worden verhoogd vallen de totale concentraties slechts ca. 6% hoger uit. De berekende totale concentraties zijn dus tamelijk nauwkeurig en weinig afhankelijk van onnauwkeurigheden in de berekening voor verkeersinvloeden.



Project	: Rijksweg 73 Roertunnel	Doc.nr.	: 2703-2000-0196
Document	: Verkeersemissie	Status	: Definitief
		Versie	: 4

### **3.3. Concentraties bij windstil weer**

Bij windstil weer zal de uit de tunnel vrijkomende verkeersemissie nauwelijks verwaaid worden en zich daardoor in de omgeving kunnen ophopen, waardoor tijdelijk hoge concentraties NO<sub>2</sub> kunnen ontstaan. Deze concentraties wijzigen de reeds eerder beschouwde jaargemiddelden niet omdat deze daar reeds in zijn verwerkt. De hoge piekconcentraties moeten echter wel beschouwd worden in het kader van grenzen aan piekwaarden.

Nu komt windstil weer slechts zelden voor. In Nederland is windstil weer te verwachten in de vroege ochtend of late avond van mooie zomerdagen, en in ochtenden in de herfst eventueel gepaard gaande met mist.

Bij zonnig weer steekt er meestal na ca. 10.00 uur enige wind op vanwege thermiekverschijnselen, en zal de emissie verwaaien. In de vroege ochtend is nog weinig ozon gevormd door zonnestraling en zal de omzetting van NO naar NO<sub>2</sub> traag verlopen. Bij mistig weer is er weinig zonnestraling en ontstaat er eveneens weinig ozon.

Door Chiyoda zijn de concentraties berekend die ontstaan gedurende 1 uur verkeersbelasting. Aangezien het nooit werkelijk helemaal windstil is (er is altijd wel enige luchtstroming) kan men verwachten dat er continu emissie naar de omgeving wordt verspreid zij het langzaam. Er kan daarom worden aangenomen dat de door Chiyoda berekende waarden gelden voor een stabiele situatie, ofwel dat er geen verdere ophoping meer plaatsvindt.

Door Chiyoda is berekend de concentratie in de doorsnede met de hoogste concentratie: dat is doorsnede A. De berekening is uitgevoerd voor de ochtendspits.

Uit de berekeningen blijkt dat de concentratie op werkdagen bij de lamellentypen A en C ca. 20 µg/m<sup>3</sup> wordt en bij de lamellentypen B en D ca. 10 µg/m<sup>3</sup>, waarbij nog geen rekening is gehouden met chemische reacties.

Aangezien de emissieproductie voor uren overdag op werkdagen ca. 90% van de ochtendpiek bedraagt, zullen de concentraties dan 18 respectievelijk 9 µg/m<sup>3</sup> zijn.

Als wordt aangenomen dat de directe uitstoot van NO<sub>2</sub> ca. 5% van de totale uitstoot NO<sub>x</sub> bedraagt, en ondanks de relatief geringe hoeveelheid O<sub>3</sub> in de vroege ochtenduren vanwege de tijdsduur 50% NO tot NO<sub>2</sub> wordt omgezet, ontstaat tijdens de ochtendpiek een concentratie van ca. 200 µg/m<sup>3</sup> bij de lamellentypen A en C en respectievelijk 100 µg/m<sup>3</sup> bij de lamellentypen B en D. Tijdens de uren direct na de ochtendpiek, als er nog weinig wind is maar ook nog niet veel ozon, kunnen naar schatting dezelfde concentraties verwacht worden.

Vanwege de ophoping heeft de verkeersemissieconcentratie verreweg de overhand, en zijn achtergrond concentraties te verwaarlozen (die worden vanwege afwezigheid van wind ook nauwelijks naar de directe omgeving van de tunnel getransporteerd).



Project	: Rijksweg 73 Roertunnel	Doc.nr.	: 2703-2000-0196
		Status	: Definitief
Document	: Verkeersemissie	Versie	: 4

## 4. Vergelijking met normwaarden

De Europese richtlijn geeft voor NO<sub>2</sub> als norm:

- een jaargemiddelde concentratie tot 40 µg/m<sup>3</sup>
- de uurgemiddelde concentratie van 200 µg/m<sup>3</sup> mag 18 maal per jaar worden overschreden, hetgeen overeenkomt met percentielwaarde van 99,8 %

Ter vergelijking de Nederlandse norm:

- voor de uurgemiddelde concentratie van 135 µg/m<sup>3</sup> geldt een percentielwaarde van 98%
- voor de uurgemiddelde concentratie van 45 µg/m<sup>3</sup> geldt een percentielwaarde van 50%

De Europese normwaarde voor het jaargemiddelde is strenger dan de Nederlandse 50% percentielwaarde; de eisen aan de 98% en 99,8% percentielwaarden zijn vergelijkbaar.

Bij vergelijking van de berekeningsresultaten met de Europese richtlijn voor het jaargemiddelde blijkt dat steeds wordt voldaan aan de gestelde normwaarde. De vormgeving van de lamellen heeft hierop geen grote invloed, hetgeen een aanzienlijke ontwerpvrijheid voor de lamellenconstructie geeft.

Voor wat betreft de Europese 99,8% percentielwaarde van 200 µg/m<sup>3</sup>:

Bij enige wind (meer dan 1 m/s) zou, zelfs als tijdens zonnige perioden alle NO tot NO<sub>2</sub> zou worden omgezet, de concentratie van 200 µg/m<sup>3</sup> niet worden gehaald.

In de zeldzame omstandigheid van volledige windstil weer (minder dan 1 m/s) is er vaak nog niet voldoende ozon in delucht om alle NO tot NO<sub>2</sub> om te zetten. De verwachte concentraties liggen tussen 100 en 200 µg/m<sup>3</sup>.

Er wordt dus ruimschoots aan de 99,8% eis voldaan.



Project	: Rijksweg 73 Roertunnel	Doc.nr.	: 2703-2000-0196
Document	: Verkeersemissie	Status	: Definitief
		Versie	: 4

## 5 Conclusies

De volgende conclusies zijn getrokken:

1. Met de volgens AP2 geplande tunnelconstructie met lamellen wordt op alle plaatsen in de nabijheid van de Roertunnel voldaan aan de Nederlandse norm en de Europese richtlijnen voor NO<sub>2</sub>-concentraties zoals deze gelden vanaf 2010, zelfs indien rekening wordt gehouden met de berekeningsnauwkeurigheid.
2. Ter plaatse van het lamellendak zijn de concentraties nabij de school aan de zuidzijde aanzienlijk lager dan ter plaatse van de woningen aan de noordzijde. Aangezien de concentratie ter plaatse van de woningen reeds voldoet, is dat zeker het geval voor de school. Ter plaatse van de school is de bijdrage van het verkeer slechts 10-15% terwijl de achtergrond-concentratie 85-90% voor zijn rekening neemt.
3. Indien de lamellenconstructie wordt weggelaten (open gat) dan zouden de concentraties bij de huizen ter plaatse van het lamellendak nog wel aanvaardbaar zijn, maar al dicht bij de normwaarde liggen.
4. Indien de tunnel over de hele lengte gesloten wordt uitgevoerd treden bij de woningen in de buurt van het noord-oost portaal normoverschrijding op. Er zouden dan aanvullende voorzieningen nodig zijn in de vorm van bijvoorbeeld ventilatietorens of dergelijke.
5. Gezien de berekende concentraties zou er in de huidige geplande vorm qua NO<sub>2</sub>-concentraties ruimte zijn voor een stijging van de verkeersintensiteit met ca. 30% waarbij nog steeds aan de Europese richtlijn wordt voldaan.
6. De bijdrage van het verkeer aan de concentratie NO<sub>2</sub> in de nabijheid van de Roertunnel ligt in de ordegrootte van 20-25%.
7. De vorm van de lamellen heeft wel significante invloed op de absolute waarden van de NO<sub>2</sub>-concentratie ten gevolge van het verkeer, maar heeft relatief weinig invloed op de totale NO<sub>2</sub>-concentratie hetgeen een ruime ontwerpvrijheid voor de lamellen geeft.
8. Ter plaatse van het lamellendak ligt de concentratie tussen 1,5m en 5m hoogte boven maaiveld steeds in dezelfde orde grootte, op 10m hoogte is een duidelijke afname te zien. Dit kan invloed hebben op de belevingswaarde en het ontwerp van de woningen aan de noordzijde van het lamellendak.



Project	: Rijksweg 73 Roertunnel	Doc.nr.	: 2703-2000-0196
		Status	: Definitief
Document	: Verkeersemissie	Versie	: 4

## Literatuur

1. Air Quality prediction for Half-Submerged Road Structure in Roermond, september 2000, Chiyoda Engineering Consultants Co., Ltd., Japan
2. brief HW UI 2000/9445 d.d. 14 juli 2000 van het Hoofdkantoor Rijkswaterstaat - Drs. R.J.J. van Winden - aan de Hoofdingenieuren-Directeur in de regionale directies
3. Memo - Tunnels A73 Roermond en Swalmen, studie naar emissie van verkeer en invloed op de omgeving, d.d. 8 juni 1999, Bouwdienst Rijkswaterstaat
4. AP2-document Studie naar luchtemissie van het verkeer en invloed op de omgeving d.d. 9 mei 2000, Bouwdienst Rijkswaterstaat
5. Programma van Eisen Lamellendakconstructie, d.d. 10 oktober 2000, Bouwdienst Rijkswaterstaat
6. Emission factors for road tunnels - Update 1998 nr. 98.OR.VM.064.1/RR/DE, d.d. 10 november 1998, TNO Wegtransport
7. Luchtkwaliteitsberekeningen voor de Planstudie RW73-Zuid (Beesel), d.d. 4 april 2000, TNO-MEP Apeldoorn, waarin gebruik wordt gemaakt van de meetresultaten van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (RIVM, 1993a) en de gegevens van het project Milieutoekomstverkenning van het RIVM (RIVM, 1993b) voor 2020.