



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Effect van dynamische maximumsnelheden op geluid

Proeflocatie Azo Rotterdam

RIVM briefrapport 680013002/2011

Edwin Verheijen | Charlos Potma | Jan Jabben



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Effect van dynamische maximumsnelheden op geluid

Proeflocatie A20 Rotterdam

RIVM Briefrapport 680013002/2011
E.N.G. Verheijen | C.J.M. Potma | J. Jabben

Colofon

© RIVM 2011

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: 'Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave'.

Edwin Verheijen
Charlos Potma
Jan Jabben

Contact:
Jan Jabben
Centrum voor MilieuMonitoring
jan.jabben@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van Rijkswaterstaat in het kader van de Dynamax-proef

Rapport in het kort

Effect van dynamische maximumsnelheden op geluid Proeflocatie A20 Rotterdam

Met de praktijkproef 'Dynamax' wil de Dienst Verkeer en Scheepsvaart van Rijkswaterstaat inzicht verkrijgen in de effecten van het dynamisch regelen van de maximum rijsnelheden op rijkswegen.

Op twee proeflocaties langs de A12 in Voorburg en de A20 in Rotterdam voert het RIVM continu geluidmetingen uit waarmee de invloed van dynamisch snelheidsbeheer op de geluidemissie van het verkeer wordt gevolgd. Het Dynamax snelheidsbeheer houdt in dat de limiet van 80 naar 100 km/uur gaat wanneer de verkeerssituatie dat toelaat.

De voorliggende rapportage gaat in op de resultaten bij Rotterdam. Vanaf de introductie van het Dynamax-systeem eind juni 2011 is een toename van de L_{den} van 0,6 decibel gemeten. Een maand later is het wegdek vernieuwd. Metingen na eind juli zijn daarom niet meegenomen bij de bepaling van het effect van de Dynamax-regeling. Het nieuwe wegdek laat een afname zien van circa 5 decibel ten opzichte van het oude wegdek.

De gemeten toename in juli 2011 kan worden toegeschreven aan de Dynamax regeling, maar het meetresultaat kent een onzekerheidsmarge omdat er maar een relatief korte meetperiode beschikbaar was. Berekeningen van het Dynamax-effect op basis van gemeten intensiteiten en rijsnelheden komen uit op een toename van circa 0,3 decibel.

Het effect van de proef ligt vermoedelijk in de orde van 0,2-0,7 decibel. Dit blijft beperkt omdat de Dynamax-regeling alleen op de noordbaan van de weg actief is en omdat de snelheidslimiet alleen wordt verhoogd op momenten dat er relatief weinig verkeer is.

Trefwoorden:

verkeerslawaaai, geluid, snelheid, rijksweg, Dynamax, dynamische maximumsnelheden

Abstract

Effect of dynamic speed limits on noise Test site A20 Rotterdam

The Centre for Transport and Navigation of Rijkswaterstaat wants to monitor the effects of dynamic control of speed limits (Dynamax) by conducting field tests on motorways.

At two pilot sites along the A12 in Voorburg and A20 in Rotterdam RIVM performs continuous noise measurements from which the influence of dynamic speed control on the noise emission from traffic is monitored. The Dynamax speed control means that the speed limit is increased from 80 to 100 km/h when traffic conditions allow this.

This report describes the results from the pilot site A20 in Rotterdam. After the introduction of the Dynamax system (end of June 2011) an increase of L_{den} of 0.6 decibel was measured. One month later the road surface layer has been renewed. Therefore, measurements after the end of July have not been used in determining the noise effect of the Dynamax system. The new road surface reduces the noise by approximately 5 decibel with respect to the old one.

The measured noise growth over July 2011 can be attributed to the Dynamax speed control, though an uncertainty range is associated with this result because of the relatively short measurement period. Calculations of the Dynamax noise effect based on measured traffic intensity and speed show an increase of about 0.3 decibel.

The effect of the trial is probably in the range of 0.2-0.7 decibel. It is limited because the control system is only active on the north side of the road and because the speed limit is increased only at times when there is relatively little traffic.

Keywords:

traffic noise, noise measurement, speed, motorway, Dynamax, dynamic speed limits

Inhoud

Samenvatting—6

1 Inleiding—7

1.1 Nadere afbakening meetperioden—8

1.2 Overige in de analyse te betrekken gegevens—8

2 Methode en uitgangspunten—9

2.1 Meetlocatie A20 Rotterdam—9

2.2 Schakelmomenten en snelheidsaanduiding—10

2.3 Weersinvloeden—10

2.4 Verkeersintensiteit—11

3 Meetresultaten—13

3.1 Meetresultaten—13

3.2 Meetresultaten gecorrigeerd voor intensiteit—14

3.3 Gemiddelde rijnsnelheid—15

4 Rekenresultaten—17

4.1 Aanpak—17

4.2 Rekenmodel—17

4.3 Geluidberekening—18

4.4 Resumé—19

5 Conclusies—20

Literatuur—21

Samenvatting

Met de praktijkproef Dynamax wil de Dienst Verkeer en Scheepsvaart van Rijkswaterstaat inzicht krijgen in de effecten van het dynamisch regelen van de maximum rijsnelheden op rijkswegen. Op twee proeflocaties, A12 bij Voorburg en A20 bij Rotterdam, wordt met doorlopende geluidmetingen de invloed van dynamisch snelheidsbeheer op de geluidemissie van het verkeer gemonitord.

Het dynamische snelheidsbeheer houdt in dat de snelheidslimiet van 80 km/u naar 100 km/u gaat zodra de verkeerssituatie dit toelaat.

De voorliggende rapportage gaat alleen in op meetlocatie langs A20 bij Rotterdam. Daar is op 28 juni 2011 tussen Crooswijk en Kleinpolderplein in de richting Hoek van Holland (van km 32.8 tot km 28.1) de maximum snelheid dynamisch aangepast. Een in 2010 verschenen RIVM-rapport gaat in op resultaten bij de Dynamax-proeflocatie langs de A12 bij Voorburg [RIVM 2010].



In het algemeen geldt dat personenwagens bij een snelheid van 100 km/u een circa 1 dB hogere geluidemissie hebben dan bij 80 km/u (op een wegdek van ZOAB of 2-laags ZOAB). Bij de Dynamax-snelheidsregeling kan in de praktijk een wat kleiner effect worden verwacht doordat:

- de gerealiseerde gemiddelde snelheidsverhoging van personenauto's lager uitkomt dan 20 km/u;
- een deel van het verkeer uit vrachtwagens bestaat; voor dit verkeer blijft de snelheidslimiet ongewijzigd (80 km/u);
- het Dynamax-systeem slechts gedurende een beperkt deel van het etmaal een hogere snelheidslimiet aangeeft;
- de snelheidsregeling slechts één rijbaan betreft: westelijke rijbaan (naar Hoek van Holland).

Om kleine effecten in de orde van 0-1 dB door middel van doorlopende metingen aan te tonen moet worden gecorrigeerd voor de invloed van weersomstandigheden en verkeersvolume. Effecten daarvan liggen in dezelfde orde grootte als het te verwachten snelheidseffect van Dynamax.

Bij de *metingen* is - na inwerkingtreding van Dynamax op 28 juni 2011 – in juli 2011 een geluidtoename van 0,6 dB vastgesteld. Deze toename is gemeten aan de zuidzijde van de rijksweg. Als rekening wordt gehouden met intensiteitsverschillen tussen de referentieperiode (vóór 28 juni) en de

proefperiode (na 28 juni), bedraagt de geluidtoename circa $0,8 \pm 0,5$ dB. De gemeten toename in juli 2011 kan worden toegeschreven aan de Dynamax regeling, maar het meetresultaat kent een relatief ruime onzekerheidsmarge omdat er vanaf 28 juni 2011 maar een relatief korte meetperiode (juli 2011) geschikt bleek voor een vergelijking met de periode vóór de introductie van het systeem.

Op basis van *berekeningen*, waarbij de geregistreerde snelheden en intensiteiten zijn gebruikt, wordt een toename van $0,3 \pm 0,2$ dB bepaald. Kanttekening bij de geschatte onzekerheid hiervan is dat de snelheidsafhankelijkheid in de modellering geldt voor nieuw zoab, waarbij bij een verouderd zoab in de praktijk een hogere snelheidsafhankelijkheid kan optreden. Het verschil tussen de gemeten en berekenden geluidtoename valt binnen onzekerheidsmarges.

Uit de snelheidsregistraties blijkt dat, gemiddeld over het etmaal, de rijsnelheid als gevolg van Dynamax toeneemt met zo'n 5 km/u. Buiten de spits kunnen uurgemiddelde toenames van 8 km/u optreden. Tijdens de spits is er nauwelijks of geen snelheidstoename.

Het geluideffect van de Dynamax-snelheidsregeling is klein, vooral doordat dit systeem maar aan één zijde van de weg actief is én doordat de snelheidslimiet alleen verhoogd wordt op momenten dat er relatief weinig verkeer is. Als de dynamische snelheidsregeling in beide richtingen zou worden toegepast, zal een wat groter effect optreden, vermoedelijk in de orde van 1 (nieuw zoab) tot 1,5 dB (verouderd zoab).

1 Inleiding

In de praktijkproef Dynamax (Dynamische beheer maximale rijsnelheden) wordt in totaal op vijf locaties proeven gedaan met variabele maximale rijsnelheden. Het betreft de volgende projecten:

- A12 bij Voorburg en bij Woerden;
- A58 tussen Tilburg en Goirle;
- A1 bij Bussum;
- A20 bij Rotterdam.

Deze proefprojecten zijn bedoeld om ervaring op te doen met dynamisch beheer van de maximale rijsnelheden als middel om de uitstoot van het verkeer te beperken en de doorstroming van het verkeer te bevorderen.

Op twee locaties, de A12 bij Voorburg en de A20 bij Rotterdam laat RWS door middel van doorlopende metingen de invloed van een dynamisch snelheidsbeheer op de geluidemissie van het verkeer monitoren. Het RIVM heeft hier in 2005 en 2006 al eerder metingen verricht in het kader van de invoering van een (vaste) maximale rijsnelheid van 80 km/u op deze locaties [RIVM 2007]. Een in 2010 verschenen RIVM-rapport gaat in op resultaten bij de Dynamax-proeflocatie langs de A12 bij Voorburg [RIVM 2010].

In het algemeen geldt dat personenwagens bij een snelheid van 100 km/u een circa 1 dB hogere geluidemissie hebben dan bij 80 km/u (op een wegdek van zoab). Om verschillende redenen kan in de praktijk, bij toepassing van Dynamax, een lagere emissieverhoging dan deze 1 dB worden verwacht.

- In de eerste plaats zal de gerealiseerde snelheidsverhoging van personenauto's lager zijn dan 20 km/u, zoals ook blijkt uit de snelheidsregistraties;
- In de tweede plaats bestaat een deel van het verkeer uit vrachtwagens. Voor dit verkeer blijft de snelheidslimiet ongewijzigd (80 km/u);
- Ten derde geeft het Dynamax-systeem maar een deel van de dag een hogere snelheid aan;
- Ten vierde geldt voor beide proeflocaties dat alleen de snelheid op één van beide rijbanen dynamisch geregeld wordt.

Om geluideffecten te kunnen meten is gebruik gemaakt van een permanente geluidmeetpost. Op locatie A20 is de installatie van de meetpost (9 november 2010) ruim voor de start van het dynamisch regelen van de maximum snelheid (28 juni 2011 rond 13:00 uur) gerealiseerd. De referentieperiode (zonder Dynamax) loopt dus in principe van 9 november 2010 tot 27 juni 2011 en de Dynamax-metperiode van 28 juni tot 15 oktober 2011.

1.1 Nadere afbakening meetperioden

Als gevolg van de volgende omstandigheden is een nadere afbakening van deze meetperioden noodzakelijk:

1. Tijdens een groot deel van de maand november en december 2010 was een sneeuwdek aanwezig rond de meetlocatie. Om effecten hiervan uit te sluiten is ervoor gekozen de referentieperiode later te laten starten: op 1 januari 2011.
2. In de periode 28 juli tot en met 14 augustus 2011 is het wegdek vervangen ter hoogte van de meetlocatie. Deze periode wordt daarom uitgesloten.
3. Het nieuwe wegdek zorgt voor een geluidreductie van enkele decibellen. De geluidemissie van het nieuwe wegdek mét Dynamax kan niet worden vergeleken met de geluidemissie van het nieuwe wegdek zonder Dynamax, omdat een geschikte referentieperiode zonder Dynamax hiervoor ontbreekt. Wel kan deze eindsituatie (nieuw wegdek mét Dynamax) worden vergeleken met de twee eerdere situaties (oud wegdek met/zonder Dynamax). Voor de eindsituatie wordt de periode na de zomervakantie genomen, waarin het wegdek al enkele weken ingereden is.

Samengevat geeft dit de volgende perioden:

Tabel 1 Overzicht van de onderverdeling van meetperioden op locatie A20.

Wegdek	Periode	Situatie	meetduur
A. oud (zoab)	Referentie A	zonder Dynamax	1 jan – 27 jun 2011
	Dynamax A	mét Dynamax	29 jun- 27 jul 2011
B. nieuw (zoab)	Dynamax B	mét Dynamax	29 aug – 15 okt 2011

1.2 Overige in de analyse te betrekken gegevens

Het zal bij de analyse niet volstaan om alleen langtijdgemiddelde geluidniveaus te vergelijken uit periodes met en zonder Dynamax. Het verwachte geluideffect is zodanig klein dat de invloed van een verschil in weersomstandigheden en

verkeersvolume in de te vergelijken periodes belangrijk wordt. Daarom moeten bij de analyse de volgende meetwaarden worden gekoppeld:

- geluidniveaus;
- rijsnelheden;
- de getoonde maximumsnelheid;
- het verkeersvolume;
- temperatuur;
- neerslagwaarden.

Behalve geluidmetingen worden ook geluidberekeningen gemaakt voor deze locatie. Daarbij wordt een berekening gemaakt van het geluidniveau op basis van de geregistreerde rijsnelheid en intensiteit.

In hoofdstuk 2 bespreken we de meetlocatie en de onderzoeksanpak. De metingen worden in hoofdstuk 3 uitgewerkt en de berekeningen volgen in hoofdstuk 4. Hoofdstuk 5 geeft de conclusies.

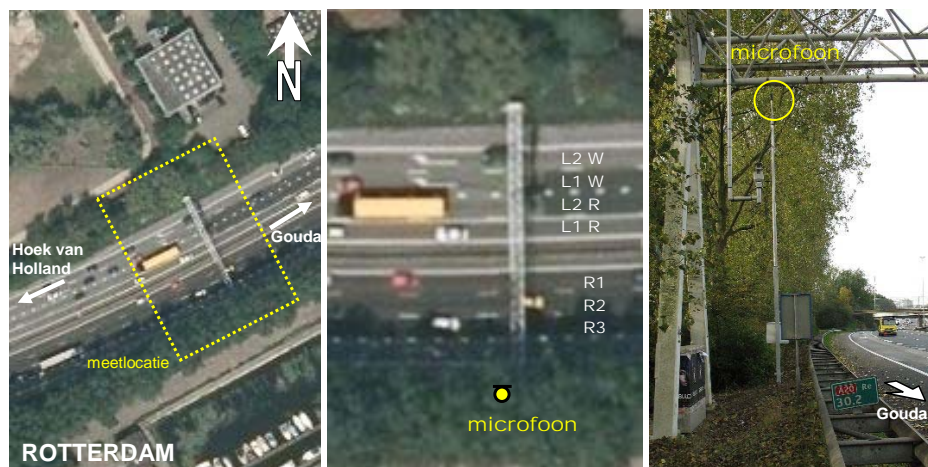
2 Methode en uitgangspunten

2.1 Meetlocatie A20 Rotterdam

Op meetlocatie A20 Rotterdam, nabij hectometerpaal 30.2, is in november 2010 een permanente geluidmeetpost geïnstalleerd van het RIVM. Op een iets westelijker locatie (hectometerpaal 28. 8) zijn in 2005 en 2006 geluidmetingen uitgevoerd om het geluideffect van de trajectcontrole (vanaf november 2005) te monitoren [RIVM 2007]. Daarbij werd tevens de maximumsnelheid van 100 km/u naar 80 km/u bijgesteld.

Foto's van de meetmicrofoon en omgeving van de meetlocatie bij de Dynamax-proef zijn weergegeven in Figuur 1.

De meetmicrofoon is geplaatst aan de zuidzijde van de A20. Het wegdek op beide rijbanen is voorzien van zeer open asfaltbeton (zoab).



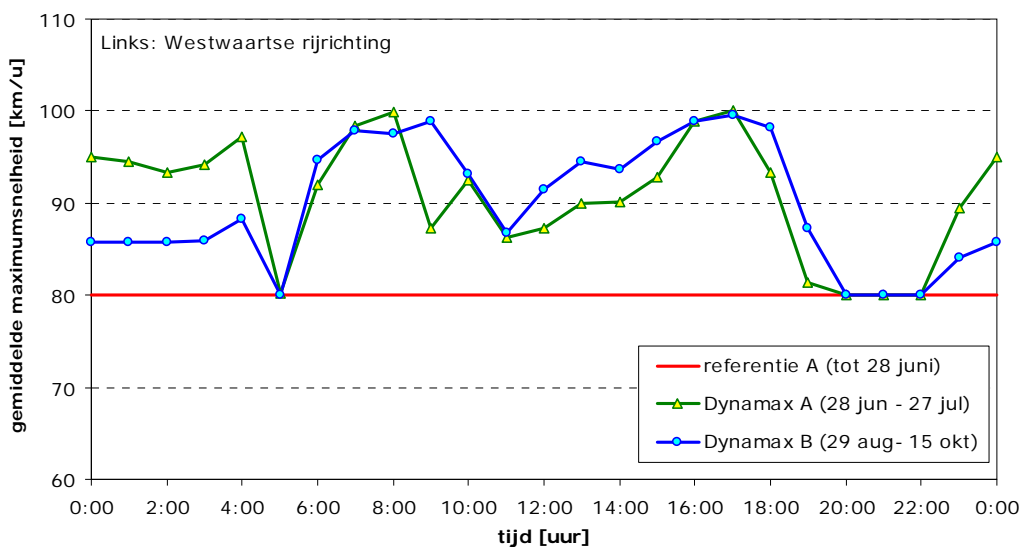
Figuur 1: Foto's van de meetlocatie bij Rotterdam (links en midden: Bing Maps). De rijstrooknummering van Rijkswaterstaat is aangegeven. De rechter foto toont de microfoonpositie.

Bij de geluidmetingen is steeds de L_{Aeq} -waarde¹ over elk uur geregistreerd. De L_{Aeq} -waarde kan worden omgerekend naar de wettelijke geluidbelasting in termen van de L_{den} -waarde². De L_{den} wordt gewoonlijk geëvalueerd over een heel jaar. In deze rapportage wordt de L_{den} over kortere perioden geëvalueerd vanwege de verschillende fasen die in de snelheidsproef worden onderscheiden, zie Tabel 1.

2.2 Schakelmomenten en snelheidsaanduiding

Op basis van de door RWS beschikbaar gestelde logbestanden met schakelmomenten van Dynamax kan de gemiddelde maximumsnelheid gedurende het etmaal worden bepaald. Dit geeft een beeld van de periodes waarin hogere geluidemissies verwacht kunnen worden.

Figuur 2 geeft de gemiddelde aanduiding van de maximumsnelheden gedurende het etmaal. Hierin zijn ook de weekeinden meegemiddeld, omdat op dit wegvak ook dan regelmatig van 80 naar 100 km/u en weer terug wordt geschakeld.



Figuur 2: De gemiddelde stand van de snelheidsaanduiding.

Uit de grafiek blijkt dat er tussen 0:00 en 4:00 uur 's nachts een redelijk groot verschil is in limietsnelheid tussen Dynamaxperiode A en B. Dit houdt mogelijk verband met verkeerssluhte 's nachts in de zomermaanden (de periode Dynamax A valt aan het begin van de zomervakantie).

2.3 Weersinvloeden

De geluidmeetpost heeft geen eigen meteostation. De uurgemiddelde weersgegevens zijn betrokken van het KNMI-weerstation Rotterdam. Dit bevindt zich op circa 3 km afstand van de meetlocatie.

¹ Dit is het zogenoemde A-gewogen equivalente geluidniveau. De A-weging representeert de gevoeligheid van het menselijke gehoor voor verschillende frequenties. De toepassing van deze weging is in overeenstemming met de Wet geluidhinder en het Reken- en Meetvoorschrift voor Wegverkeerslawaai.

² De L_{den} is een gewogen gemiddelde van de L_{Aeq} gedurende het etmaal:

$$L_{den} = 10 \log \left(\frac{1}{24} 10^{L_{Aeq}[07-19u]/10} + \frac{4}{24} 10^{(5+L_{Aeq}[19-23u])/10} + \frac{9}{24} 10^{(10+L_{Aeq}[23-07u])/10} \right)$$

De correctie van geluidniveaus als gevolg van weersomstandigheden is tweeledig:

- Met een temperatuurscorrectie worden gemeten geluidniveaus gecorrigeerd naar een referentietemperatuur van 20 °C. Het Reken en Meetvoorschrift Geluidhinder [RMV 2006] geeft hiervoor de formule

$$C_{\text{temp}} = 0,05 \cdot (T_{\text{lucht}} - 20^{\circ}\text{C}).$$

Deze waarde wordt opgeteld bij het gemeten geluidniveau.

- Als het wegdek nat wordt door een regenbui, leidt dit gedurende enige tijd tot een verhoging van de geluidniveaus. Geluidmetingen tijdens regenbuien of waarbij in de voorafgaande 12 uur meer dan 8 mm neerslag is geregistreerd zijn niet betrokken in de analyse. Dit om te voorkomen dat toevallige verschillen in neerslaghoeveelheid het resultaat beïnvloeden.

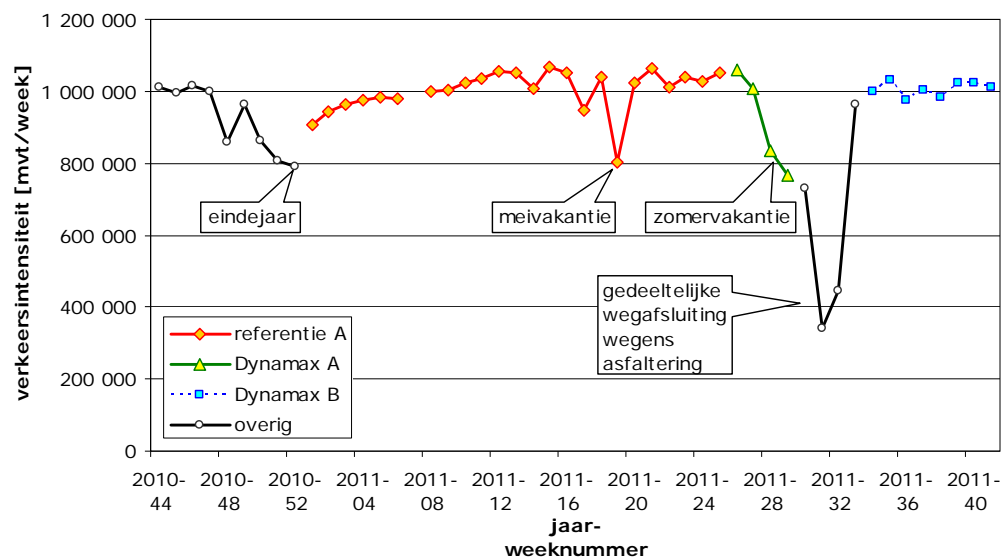
2.4 Verkeersintensiteit

Voor de bepaling van het verkeerscijfers is gebruik gemaakt de van bestanden die door Rijkswaterstaat zijn aangeleverd. Omdat de geluidanalyse op uurbasis plaatsvindt, is ook voor de intensiteiten en snelheden uitgegaan van uurgemiddelden. Deze zijn van elk van de zes rijstroken beschikbaar. Voor voldoende nauwkeurige geluidberekeningen is naast intensiteit en snelheid ook de verdeling tussen de categorieën licht, middel en zwaar verkeer van belang. Deze verdeling varieert in de tijd. Voor het corrigeren van de invloed hiervan is gebruik gemaakt van een vaste verdeling per rijrichting die beschikbaar is voor dit wegvak uit Silence 2008, zie Tabel 2.

Tabel 2: Verdelingen over de voertuigcategorieën, overeenkomstig de gegevens van rekenmodel Silence 2008 voor deze locatie.

	Links (Dynamax-zijde)			Rechts (microfoon-zijde)		
	Licht	Middel	Zwaar	Licht	Middel	Zwaar
Dag (07-19u)	72%	15%	13%	73%	16%	11%
Avond (19-23u)	78%	6.8%	16%	79%	8.1%	13%
Nacht (23-07u)	71%	11%	19%	74%	10%	16%

Bij de vergelijking van de proefperiode met de referentieperiode kunnen de geluidmetingen worden gecorrigeerd voor het verschil in verkeersintensiteit. Figuur 3 laat zien hoe de wekelijkse verkeersintensiteit varieert gedurende de gehele monitoringsperiode. Met kleuren is tevens de periode-indeling weergegeven.



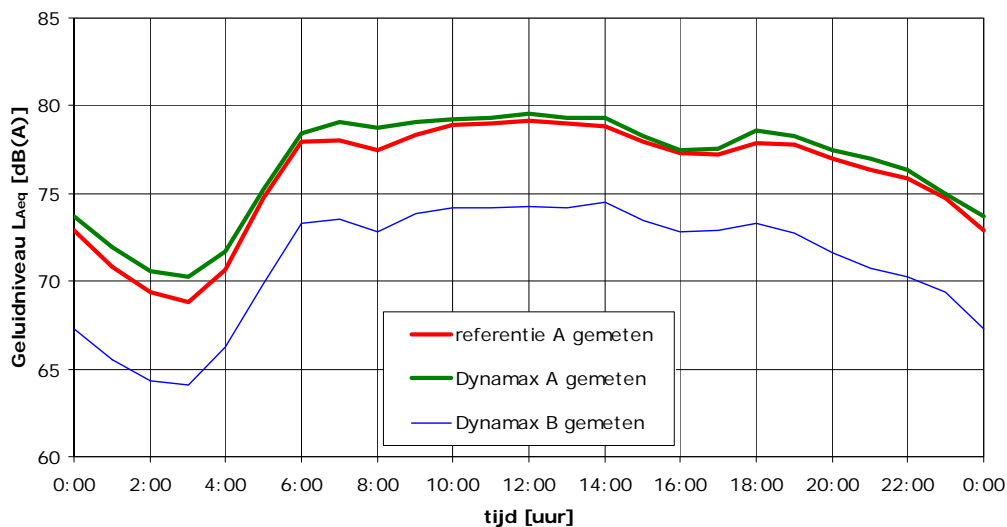
Figuur 3 Verloop wekelijkse verkeersintensiteit (beide richtingen samen) en definitie meetperioden. De dips in de intensiteit hangen samen met vakanties of wegafsluitingen.

3 Meetresultaten

In dit hoofdstuk wordt de geluidemissie in de referentieperioden vergeleken met die in de proefperioden.

3.1 Meetresultaten

De uurgemiddelde meetwaarden zijn weergegeven in Figuur 4. In Tabel 3 is de L_{den} -geluidbelasting bepaald³. Deze gegevens zijn gecorrigeerd voor de invloed van meteo. Dit wil zeggen dat uren volgend op neerslag zijn weggelaten en dat de geluidniveaus gecorrigeerd zijn voor de geregistreerde temperatuur. Er is geen zogenoemde meteorocorrectie⁴ toegepast.



Figuur 4 Uurgemiddelde meetwaarden.

In periode met Dynamax op het oude wegdek (Dynamax A) is er een toename in de L_{den} van +0,6 dB ten opzichte van de referentiesituatie (referentie A). Deze toename is vrijwel constant (0,5-0,7) over de drie periodes van het etmaal. Ook de periode met Dynamax op het nieuwe wegdek (Dynamax B) wordt afgezet tegen referentie A. In dit geval bestaat het verschil uit twee effecten: dat van de Dynamax-snelheidsregeling en dat van het nieuwe wegdek. Het gezamenlijke effect is een geluidafname van circa 5 dB.

Tabel 3 L_{den} per meetperiode.

Geluidmaat	referentie A	Dynamax A		Dynamax B	
L_{daq} (7-19u)	78,3	78,8	+0,5	73,7	-4,6
L_{avond} (19-23u)	76,8	77,3	+0,5	71,4	-5,4
L_{nacht} (23-7u)	73,5	74,2	+0,7	68,6	-4,9
L_{den}	81,3	81,9	+0,6	76,4	-4,9

'+' is de toename ten opzichte van de betreffende referentie

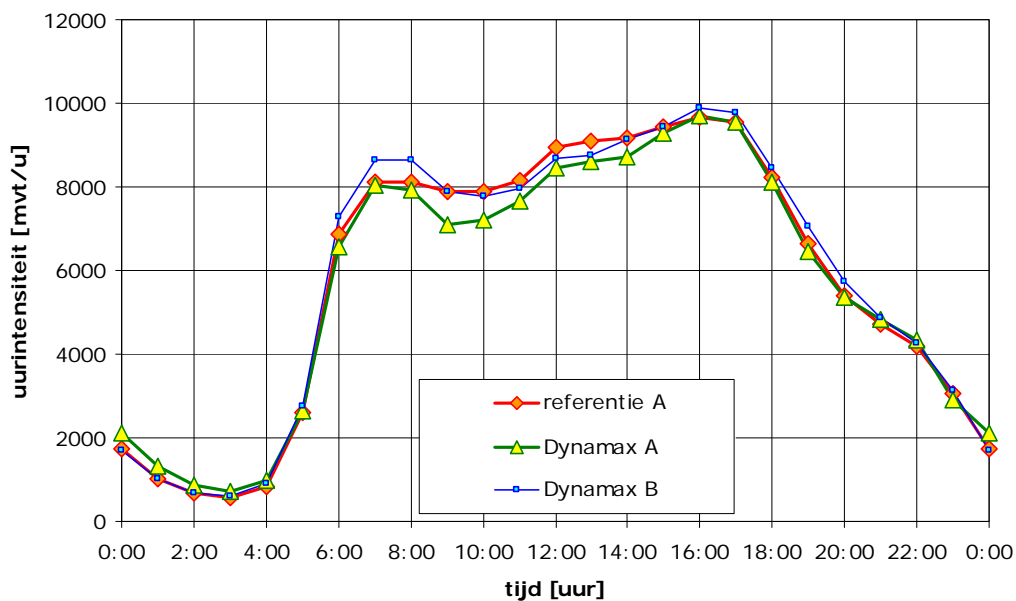
³ Bij de bepaling van de L_{den} wordt L_{avond} en L_{nacht} met respectievelijk 5 en 10 dB vermeerderd, waardoor de L_{den} hoger kan zijn dan elk van de drie afzonderlijke waarden.

⁴ Met correctieterm C_M van [RMV 2006] kan worden gecorrigeerd voor verschillende windsituaties. Om deze metingen te kunnen vergelijken met berekeningen (hoofdstuk 4) moet hier aandacht aan worden geschonken. Voor de betreffende situatie geldt echter $C_M = 0$. Een correctie van de metingen is dus niet aan de orde.

3.2 Meetresultaten gecorrigeerd voor intensiteit

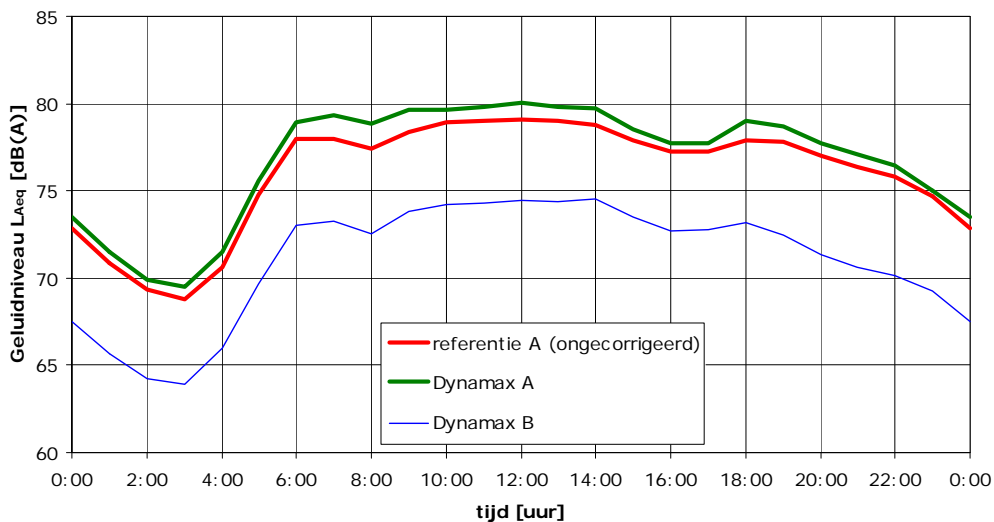
De gemeten verschillen in geluidniveaus zullen deels een gevolg zijn van verschillen in verkeersaanbod tussen deze perioden. Verschillen in verkeersaanbod kunnen een gevolg zijn van de snelheidsmaatregel maar ook van andere factoren. Door te corrigeren voor verschillen in uursintensiteiten kan worden nagegaan in hoeverre de verschillen in geluidemissie tussen de perioden verklaard kunnen worden uit intensiteitsverschillen.

De gemiddelde uursintensiteiten gedurende het etmaal zijn weergegeven in Figuur 5. Bij het middelen zijn uren volgend op neerslag weggelaten, zodat deze intensiteiten representatief zijn voor de geluidmetingen van Figuur 4.



Figuur 5 Gemiddelde uurintensiteiten gedurende het etmaal, per meetperiode.

Tijdens periode 'referentie A' was er overdag meer verkeer dan tijdens periode 'Dynamax A'. Dit blijkt ook uit Figuur 3 (wekelijkse intensiteiten). In de periode 'Dynamax B' was er ongeveer evenveel verkeer als in de referentieperiode. In Figuur 6 zijn de geluidmeetwaarden gecorrigeerd voor de intensiteitsverschillen.



Figuur 6 Uurgemiddelde meetwaarden, gecorrigeerd voor intensiteitsverschillen.

In Tabel 4 zijn de geluidniveaus van de Dynamax-perioden gecorrigeerd voor intensiteitsverschillen ten opzichte van de referentieperiode.

Tabel 4 L_{den} per meetperiode, gecorrigeerd voor intensiteitsverschillen ten opzichte van de referentieperiode.

Geluidmaat	referentie A	Dynamax A	Dynamax B
L_{daa} (7-19u)	78,3	79,2 +0,9	73,7 -4,6
L_{avond} (19-23u)	76,8	77,6 +0,8	71,2 -5,6
L_{nacht} (23-7u)	73,5	74,3 +0,8	68,5 -5,1
L_{den}	81,3	82,1 +0,8	76,2 -5,0

'+' is de toename ten opzichte van de referentie

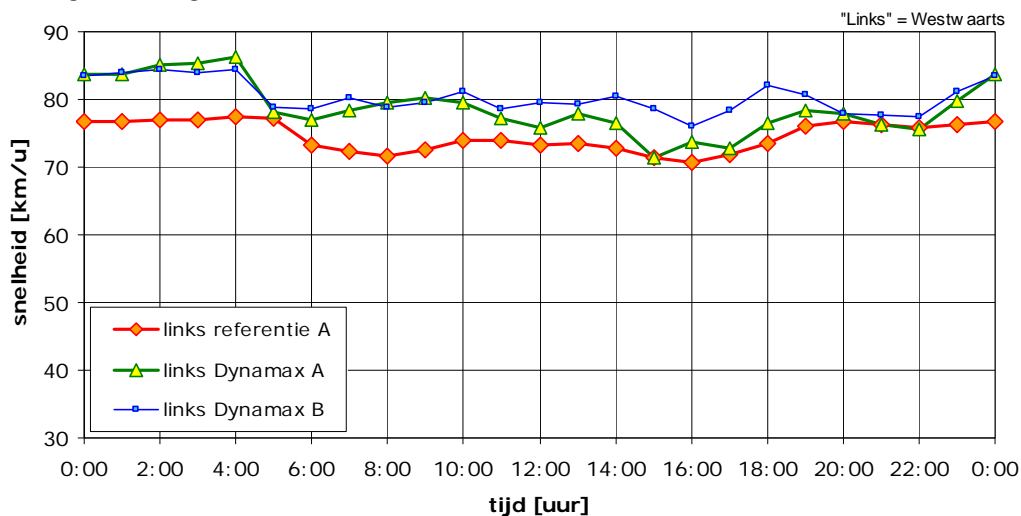
Uit deze tabel blijkt dat de geluidtoename in de periode 'Dynamax A' nog iets wordt versterkt door de intensiteitscorrectie: de L_{den} -toename is nu 0,8 dB (mét correctie) in plaats van 0,6 dB (zonder correctie). De correctie betekent hier dat wordt gecompenseerd voor de beginnende zomervakantie in periode 'Dynamax A'.

Het effect van Dynamax én het aanbrengen van het nieuwe wegdek samen is circa 5 dB. Het effect van het nieuwe wegdek sèc bedraagt zo'n 6 dB (Dynamax B vergeleken met Dynamax A).

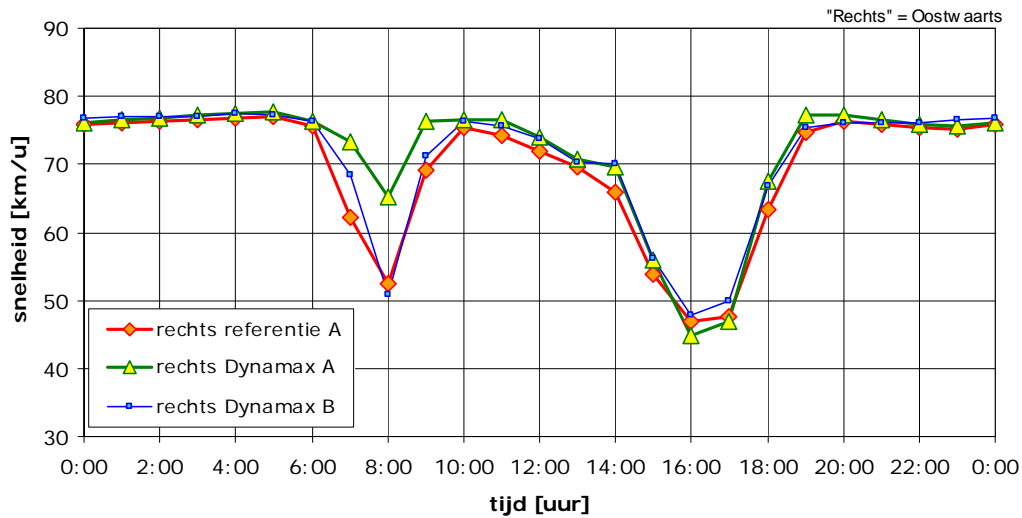
3.3 Gemiddelde rijnsnelheid

De gemiddelde rijnsnelheid in de verschillende perioden is grafisch weergegeven voor de twee rijrichtingen in Figuur 7 en Figuur 8. Bij het middelen zijn wederom de uren bij regenval en daaropvolgend weggelaten. Bij het middelen over de rijstroken en over de dagen is gewogen naar de verkeersintensiteit op de betreffende rijstrook in het betreffende uur.

De snelheidsgegevens en intensiteitsgegevens zijn verstrekt per rijstrook. In deze gegevens kunnen personenauto's en vrachtverkeer niet worden onderscheiden. Voor vrachtverkeer verandert de limiet niet (80 km/u). Dit betekent dat de gemiddelde snelheid van de personenauto's buiten de spits vaak hoger is dan de hier getoonde gemiddelden.



Figuur 7 Gemiddelde snelheid Links (westwaarts, Dynamax-zijde), gewogen naar intensiteit.



Figuur 8 Gemiddelde snelheid Rechts (oostwaarts, microfoonzijde), gewogen naar intensiteit. In deze rijrichting is er een vaste limiet van 80 km/u.

Blijkens Figuur 7 is na de verhoging van de snelheidslimiet van 80 naar 100 km/u de gemiddelde snelheid in westwaartse richting in periode 'Dynamax A' buiten de spits zo'n 5 tot 8 km/u toegenomen ten opzichte van periode 'referentie A'. Tevens blijkt de rijnsnelheid in periode 'Dynamax B' goed vergelijkbaar met 'Dynamax A'⁵.

Een overzicht van de gemiddelde snelheden en toenames in de verschillende perioden is opgenomen in Tabel 5. Gemiddeld over het etmaal neemt de snelheid als gevolg van Dynamax (A en B) toe met zo'n 5 km/u. Ook in oostwaartse richting, waar niet dynamisch naar 100 km/u wordt geschakeld, lijkt er een lichte snelheidstoename op te treden.

Tabel 5 Gemiddelde snelheid [km/uur] per meetperiode, gewogen naar verkeersintensiteit.

	referentie A		Dynamax A		Dynamax B	
	L	R	L	R	L	R
dag (7-19u)	73	62	+4	+3	+7	+2
avond (19-23u)	76	75	+1	+1	+2	0
nacht (23-7u)	75	76	+5	+1	+5	+1
etmaal	73	66	+4	+3	+6	+2
'den'	75	72	+4	+2	+5	+1

⁵ '+' is de toename ten opzichte van de referentie, 'den' is gewogen met factoren 3,16 en 10 zoals in L_{den} -weging.

⁵ behalve in de middag; dan geldt in periode 'Dynamax B' vaker 100 km/u als limiet (zie Figuur 2).

4 Rekenresultaten

4.1 Aanpak

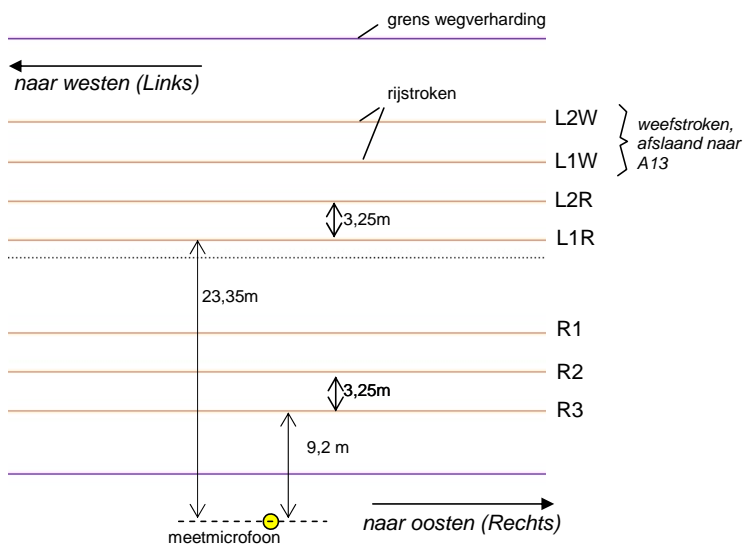
Voor geluidberekeningen met Standaard Rekenmethode II [RMV 2006] zijn in het algemeen de volgende gegevens nodig:

- geometrie van de weg en de omgeving (positie rijstroken, berm, geluidschermen, gebouwen en waarneempunten);
- type wegdek;
- verkeersvolume per rijstrook per dagdeel (dag, avond, nacht);
- rij snelheden per rijstrook per dagdeel (dag, avond, nacht);
- verdeling licht-middel-zwaar verkeer over de rijstroken en over de dagdelen.

Voor de bepaling van de L_{den} wordt een berekening gedaan met het gemiddelde verkeersvolume en snelheid per rijstrook per uur in elke fase.

4.2 Rekenmodel

De geometrie van deze rijksweg is vertaald in een rekenmodel. Figuur 9 geeft de belangrijkste maten. Ten zuiden van rijstrook R3 bevindt zich nog een uitvoegstrook (afrit 14) waarvoor geen intensiteiten of snelheden bekend zijn. Deze strook is niet weergegeven op de tekening en ook niet opgenomen in het rekenmodel.



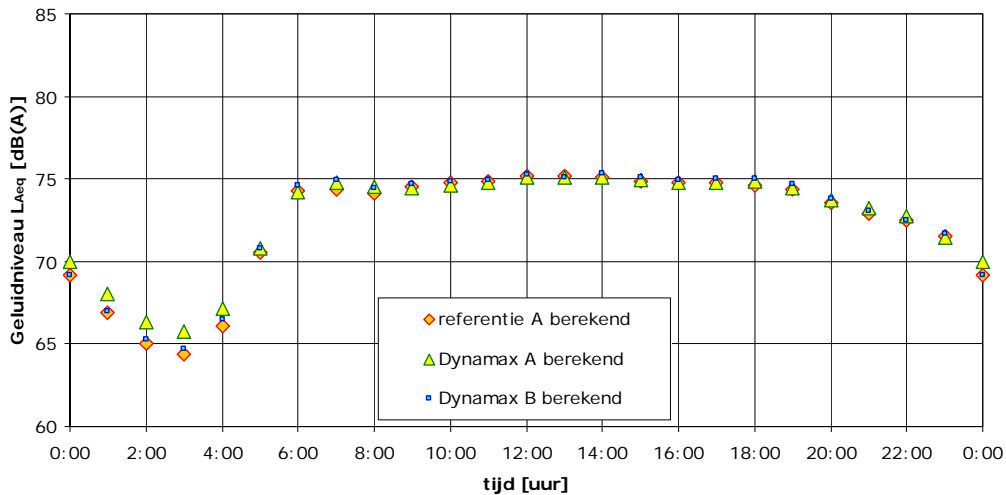
Figuur 9 Situatie in rekenmodel.

Het wegdek is zoab, zowel vóór de wegdekvernieuwing (situatie A) als erna (situatie B). Bij geluidberekeningen volgens het Reken- en Meetvoorschrift Geluidhinder [RMV 2009] wordt geen rekening gehouden met de leeftijd van het betreffende zoab-wegdek.

Voor de verschillende fasen zijn deze intensiteiten en snelheden per rijstrook beschikbaar. Als verdeling van licht, middel en zwaar over de rijstroken is de verdeling van Tabel 2 gebruikt. Daarbij is aangenomen dat het middelzware en zware verkeer uitsluitend op rijstroken R3, L2R en L2W rijdt, terwijl het lichte verkeer gebruik maakt van alle rijstroken.

4.3 Geluidberekening

De berekende niveaus gedurende het etmaal zijn voor de opeenvolgende fasen weergegeven in Figuur 10.



Figuur 10 Berekend geluidniveau per periode.

Deze berekeningen geven hetzelfde 24-uurspatroon als de metingen. Omdat voor het nieuwe wegdek in de wettelijke rekenmethode geen andere kentallen worden gebruikt, zijn de berekende niveaus voor de A-periodes vergelijkbaar met die voor de B-periodes. Dit blijkt ook uit Tabel 6, waarin zowel de gemeten als berekende geluidniveaus zijn opgenomen.

Tabel 6 L_{den} per periode [dB], gemeten ('met.') en berekende waarden ('rek.'). De waarden zijn niet gecorrigeerd voor verkeersintensiteit.

Geluidmaat	referentie A		Dynamax A		Dynamax B	
	met.	rek.	met.	rek.	met.	rek.
L_{daq} (7-19u)	78,3	74,8	79,2	74,8	73,7	75,0
L_{avond} (19-23u)	76,8	73,4	77,5	73,6	71,4	73,6
L_{nacht} (23-7u)	73,5	69,7	74,4	70,1	68,6	70,0
L_{den}	81,3	77,6	82,1	77,9	76,4	77,8

Op basis van de snelheids- en intensiteitsgegevens wordt een verschil van ca. 0,3 dB berekend tussen de referentieperiode en de Dynamax-periode. Het gaat hier om niveaus die niet zijn gecorrigeerd voor verschillen in intensiteit. Als wordt gecorrigeerd voor intensiteitsverschillen tussen proef- en referentieperiode, zie Tabel 7, blijft het verschil van dezelfde orde van grootte.

Tabel 7 Berekende L_{den} per periode [dB], gecorrigeerd voor verkeersintensiteit. De opgegeven verschilwaarde geldt ten opzichte van referentie A (berekend).

Geluidmaat	Dynamax A		Dynamax B	
L_{daq} (7-19u)	75,2	+0,4	75,0	+0,2
L_{avond} (19-23u)	73,8	+0,4	73,4	0,0
L_{nacht} (23-7u)	70,2	+0,5	69,8	+0,1
L_{den}	78,1	+0,4	77,7	+0,1

4.4 Resumé

Concluderend kan worden gesteld dat de geluidmetingen (Hoofdstuk 3) en de berekeningen (Hoofdstuk 4) beiden een geringe toename laten zien als gevolg van de Dynamax-snelheidsregeling. Volgens de geluidmetingen gaat het om een toename van +0,6 tot +0,8 dB, uit de berekeningen volgt circa +0,3 dB. Het verschil valt binnen de meetnauwkeuringheid van $\pm 0,5$ dB.

5 Conclusies

- Op de A20 tussen Crooswijk en Kleinpolderplein, voor de westwaartse rijrichting, is op 28 juni 2011 een proef gestart met dynamische regeling van de maximumsnelheid. In de praktijk betekent dit dat de snelheid wordt verhoogd van 80 km/u naar 100 km/u, behalve bij drukte (o.a. ochtend- en avondspits).
- Met doorlopende geluidmetingen is een geluidtoename van 0,6 dB vastgesteld na inwerkingtreding van Dynamax. Deze toename is gemeten op een meetpositie direct naast de oostwaartse rijrichting, waar de snelheidslimiet van 80 km/u in stand is gebleven.
- Als rekening wordt gehouden met intensiteitsverschillen tussen de referentieperiode (vóór 28 juni) en de proefperiode (na 28 juni), bedraagt de geluidtoename circa 0,8 dB. In dit resultaat zijn metingen na 27 juli wegens vernieuwing van het wegdek niet meegenomen.
- Op basis van geluidberekeningen, waarbij de geregistreerde snelheden en intensiteiten zijn gebruikt, wordt op de meetpositie een toename van circa +0,3 dB verwacht. Het kleine verschil tussen metingen en berekeningen valt binnen de meetnauwkeurigheid van $\pm 0,5$ dB.
- Uit de geluidmetingen kan tevens de geluidreductie van het nieuwe wegdek op deze locatie worden bepaald. Deze bedraagt 5-6 dB.
- Uit de snelheidsregistraties blijkt dat, gemiddeld over het etmaal, de rijnsnelheid als gevolg van Dynamax toeneemt met zo'n 5 km/u. Buiten de spits kunnen uurgemiddelde toenames van 8 km/u optreden. Tijdens de spits is er nauwelijks of geen snelheidstoename. Deze snelheidstoenames betreffen het gemiddelde van licht én zwaar verkeer. De snelheidstoename van alleen licht verkeer is hoger dan dit gemiddelde.
- Het effect van de proef blijft beperkt omdat de dynamische snelheidsregeling maar aan één zijde van de weg actief is en omdat de snelheidslimiet alleen wordt verhoogd op momenten dat er relatief weinig verkeer is. Ook het feit dat de meetlocatie aan de zuidzijde van de rijksweg ligt (80 km/u) en niet aan de noordzijde (Dynamax), beperkt het geluideffect.

Literatuur

[RIVM 2007] J. Jabben, C. Potma, S. Lutter, Geluidonderzoek op vier trajectcontrole locaties, RIVM-rapport 680350001/2007

[RIVM 2010] E. Verheijen, C. Potma, J. Jabben, Effect van dynamische maximumsnelheden op geluid - Proeflocatie A12 Voorburg, RIVM-rapport 680013001/2010, november 2010.

[RMV 2009] Bijlage III van het RMV Geluidhinder 2006: het reken- en meetvoorschrift voor wegverkeerslawaaï. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 17 augustus 2009.

[TNO 2010] A.R. Eisses, P.J.G. van Beek en H.M. Peeters, Aanpassing emissiekentallen voor standaardrekenmethoden voor het geluid van wegverkeer, TNO-rapport MON-RPT-2010-02651, 30 december 2010.

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl