

RIVM rapport 408764001/2002

**Ontsnippering van natuurgebieden:  
effecten op natuur, mobiliteit, bereikbaarheid,  
verkeersveiligheid en geluid**

Achtergronddocument bij de Nationale  
Natuurverkenning 2

K.T. Geurs, A. Schoemakers<sup>1</sup>, A.G.M. Dassen,  
W.H. Hoffmans, W. Timmermans<sup>2</sup>, J.R.M. Alkemade,  
G.P. van Wee

<sup>1</sup>) Adviesdienst Verkeer en Vervoer

<sup>2</sup>) Alterra

Ministerie van Verkeer en Waterstaat  
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat



**Adviesdienst Verkeer en Vervoer**



Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van het Milieu- en Natuurplanbureau, in het kader van project 408764, Natuurverkenning 2.



## Abstract

Road infrastructure exerts important effects on the quality and quantity of animal habitats. Animals are killed by road traffic and road “fragment” habitats, dividing wildlife populations into smaller and more isolated units. This may threaten species of animals who have to cross roads to meet their biological needs. This report discusses the impacts of habitat defragmentation by restricting traffic on provincial and municipal roads in nature areas in the Netherlands. The study analysed both impacts on wildlife (habitat quality, noise levels in nature areas) and humans (passenger mobility, accessibility impacts, noise levels in residential areas, road safety). The study concludes that while habitat defragmentation has an important positive impact on the quality of animal habitats, traffic safety and noise levels in natural and residential areas at the local level, it has an important negative impact on accessibility: congestion levels and average travel times increase. A conclusion on the balance of impacts cannot yet be given in monetary terms. There is a very large uncertainty about how large the negative and positive impacts are. Furthermore, the impacts on wildlife are difficult to express in monetary terms and have not been summed up here. On the basis of this study it is also too early to draw conclusions on the desirability of large-scale habitat defragmentation through restriction of road traffic on local roads. More research on alternative measures affecting habitat defragmentation and their relevant impacts (including costs and benefits) is necessary.



## Voorwoord

Dit rapport beschrijft een verkennende studie naar de effecten van ontsnipperingsmaatregelen op provinciale en gemeentelijke wegen in het kader van de tweede Nationale Natuurverkenning. De studie is uitgevoerd door Alterra, de Adviesdienst Verkeer en Vervoer (AVV) van met Ministerie van Verkeer en Waterstaat en het Milieu- en Natuurplanbureau van het RIVM.

De auteurs bedanken Rien Reijnen, Edgar van der Grift en Rogier Pouwels van Alterra en Toon van der Hoorn (AVV) voor commentaar op een eerdere versie van dit rapport. Verder wordt Hans Snijders (Aura) bedankt voor het maken van de illustraties.



# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>9</b>
<b>1. Inleiding</b>	<b>13</b>
<b>2. Beschrijving referentie- en ontsnipperingsvariant</b>	<b>19</b>
2.1 <i>Introductie</i>	19
2.2 <i>Uitgangspunten referentievariant</i>	19
2.2.1 <i>Algemeen</i>	19
2.2.2 <i>Uitgangspunten infrastructuur</i>	20
2.2.3 <i>Uitgangspunten geluid</i>	21
2.3 <i>Uitgangspunten Ontsnipperingvariant</i>	21
2.4 <i>Relatie met de NVK-scenario's</i>	25
<b>3. Methodiek effectenberekeningen</b>	<b>27</b>
3.1 <i>Indicatorkeuze</i>	27
3.2 <i>Natuur</i>	28
3.3 <i>Personenmobiliteit</i>	29
3.4 <i>Bereikbaarheid</i>	30
3.5 <i>Geluid</i>	31
3.6 <i>Verkeersonveiligheid</i>	32
<b>4. Effecten op natuur</b>	<b>37</b>
4.1 <i>Introductie</i>	37
4.2 <i>Resultaten</i>	37
4.3 <i>Conclusies</i>	41
<b>5. Effecten op personenverkeer</b>	<b>43</b>
5.1 <i>Introductie</i>	43
5.2 <i>Reizigerskilometers</i>	43
5.3 <i>Verplaatsingen</i>	47
5.4 <i>Conclusies</i>	48
<b>6. Effecten op bereikbaarheid</b>	<b>49</b>
6.1 <i>Introductie</i>	49
6.2 <i>Voertuigverliesuren</i>	49
6.3 <i>Intensiteit/capaciteit-verhoudingen</i>	52
6.4 <i>Potentiële bereikbaarheid van activiteiten</i>	55
6.5 <i>Kosten van congestie en omrijden</i>	61
6.6 <i>Conclusies</i>	64

---

<b>7. Effecten op geluid</b>	<b>67</b>
7.1 <i>Introductie</i>	67
7.2 <i>Geluidbelasting en blootstelling</i>	67
7.3 <i>Geluidsboten</i>	70
7.4 <i>Conclusies</i>	71
<b>8. Effecten op verkeersveiligheid</b>	<b>73</b>
8.1 <i>Inleiding</i>	73
8.2 <i>Resultaten</i>	73
<b>9. Conclusies en discussie</b>	<b>77</b>
<b>Literatuur</b>	<b>81</b>
<b>Bijlage 1: Verzendlijst</b>	<b>85</b>
<b>Bijlage 2: Infrastructuur in de referentievariant</b>	<b>87</b>



## Samenvatting

Infrastructuur (wegen, spoorwegen, waterwegen) vormt vaak een barrière voor mens en dier, en doorsnijdt de ecologische hoofdstructuur (EHS) op diverse plekken. Effecten van infrastructuur in natuurgebieden bestaan uit de vernietiging en verstoring van de het leefgebied van dieren, aanrijdingen en verdrinkingen van dieren en barrièrewerking. De barrièrewerking van infrastructuur bemoeilijkt bewegingen van diersoorten tussen leefgebieden of maken deze zelfs onmogelijk. Het isoleren van leefgebieden verhoogt de kans op lokaal uitsterven van soorten en het vermindert de kans op een spontane terugkeer van diersoorten.

Voor het ontsnipperen van infrastructuur in natuurgebieden zijn verschillende maatregelen mogelijk. In de eerste plaats zijn mitigerende maatregelen mogelijk in de vorm van faunapassages (zoals ecoducten en dassentunnels). In de tweede plaats kan worden ingegrepen in de infrastructuur zelf door bijvoorbeeld wegen fysiek af te sluiten of verkeerssluw te maken. Het verkeer concentreert zich hierdoor op een beperkter aantal wegen, waardoor het leefgebied van diersoorten groter kan worden. Tot op heden richtte de beleidsmatige aandacht voor en het onderzoek naar ontsnippering zich vooral op de effecten op natuur, en niet op de effecten op de mens (als weggebruiker of als bewoner). De aandacht voor ontsnippering lijkt zich echter te verbreden. Zo is ontsnippering geagendeerd in het Nationaal Verkeers- en VervoersPlan (NVVP) en in de Vijfde Nota over de Ruimtelijk Ordening. Voor een evaluatie van ontsnipperingsbeleid is het echter noodzakelijk om de effecten van ontsnippering zo breed mogelijk in kaart te brengen. Hiertoe hebben Alterra, de Adviesdienst Verkeer en Vervoer en het RIVM een eerste verkenning uitgevoerd naar de mogelijke effecten van ontsnippering van het wegennet. Er is een zogenoemde ontsnipperingsvariant opgesteld waarbij op diverse plekken in Nederland wegen zijn ‘ontsnipperd’ die natuurgebieden doorsnijden. Ontsnippering vindt in deze studie *alleen* plaats door de desbetreffende wegen verkeerssluw te maken: alleen bestemmingsverkeer maakt nog (met een lage snelheid) gebruik van de wegen.

De ontsnipperde wegen zijn voornamelijk provinciale wegen en belangrijke gemeentelijke wegen in het Oosten en Noorden van Nederland, met name op de Veluwe, Twente, de Achterhoek, in Drenthe en op de Utrechtse Heuvelrug. Snelwegen zijn niet geselecteerd omdat afsluiting daarvan grote bereikbaarheidsconsequenties heeft, terwijl vaak met lokale maatregelen als ecoducten en faunapassages een deel van de barrièrewerking weggenomen kan worden. Voor de ontsnipperingsvariant zijn in de eerste plaats de effecten op de natuur onderzocht. Hiervoor zijn de effecten berekend op (a) de habitatkwaliteit van gebieden voor diersoorten en (b) de geluidsbelasting in de ecologische hoofdstructuur (EHS). In de tweede plaats zijn de effecten op de mens berekend, waarbij is gekeken naar (a) personenmobiliteit, (b) bereikbaarheid, uitgedrukt in congestie en de autobereikbaarheid van activiteiten, (c) de geluidbelasting in woongebieden en (d) verkeersveiligheid, uitgedrukt in het aantal mogelijke verkeersslachtoffers.

Uit deze verkennende studie blijkt dat het ontsnipperen van provinciale en gemeentelijke wegen in natuurgebieden belangrijke voordelen kan hebben voor de natuur. De habitatkwaliteit voor diersoorten die gevoelig zijn voor barrièrewerking (zoals de boomarter en het edelhert) kan lokaal meer dan 10% toenemen. De effecten lijken op landelijke schaal echter beperkt. Dit komt doordat de totale omvang van de veronderstelde ontsnipperde gebieden ten opzichte van het totale areaal natuurgebied in Nederland beperkt is. De effecten van ontsnippering lijken voor grotere diersoorten (edelhert, wild zwijn) kleiner dan voor kleinere diersoorten (zoals de boomarter). Voor de grotere diersoorten heeft ontsnippering van het provinciale wegennet vooral effect op de habitatkwaliteit als kleine (potentiële) leefgebieden worden samengevoegd tot grotere (zoals op de Utrechtse Heuvelrug). De geluidbelasting neemt in een groot gebied rondom de verkeersluve provinciale en gemeentelijk wegen af. Dit leidt tot een beperkte verbetering van de akoestische kwaliteit van de gehele EHS: het areaal EHS met een geluidbelasting groter dan 40 dB(A) neemt – ten opzichte van de referentievariant in 2020 - af met 1%-punt tot 27%.

Naast de effecten op natuur heeft het ontsnipperen van wegen in natuurgebieden verschillende effecten op de mens, zowel in de positieve als negatieve zin. Het belangrijkste negatieve effect is dat de bereikbaarheid per auto verslechterd, zowel uitgedrukt in op infrastructuur gerichte bereikbaarheidsmaten (voertuigverliesuren, congestielocaties) als in op activiteiten gerichte bereikbaarheidsmaten (het mogelijke aantal bestemmingen dat mensen binnen een bepaalde tijd kunnen bereiken). Op het wegennet leidt ontsnippering tot grotere verkeersdrukke, meer congestie en andere vertragingen, en omrijden. Het effect op congestie kan worden uitgedrukt in het aantal voertuigverliesuren. Het aantal voertuigverliesuren op het hoofd- en onderliggend wegennet tezamen neemt in de ontsnipperingsvariant - ten opzichte van de referentievariant in 2020 – met ruwweg 3-4% toe. Het aantal voertuigverliesuren neemt vooral toe op het hoofdwegennet (circa 10%), en dan met name op de hoofdwegen buiten de Randstad en buiten de spitsperioden. Door wijzigingen in het keuzegedrag van reizigers (bijvoorbeeld andere tijdstip- of routekeuze) is de toename van congestie voor het personenverkeer beperkt (2% toename van voertuigverliesuren). Deze gedragsveranderingen worden bovendien gestimuleerd door de veronderstelde introductie van een congestieheffing (op locaties met zware congestie): zonder deze heffing zou het effect op congestie groter zijn. Het effect van ontsnippering op de gemiddelde reistijden van auto- en vrachtautoverplaatsingen is echter groter (3 tot 6% toename). Hierin komen namelijk, naast congestie, ook de wijzigingen in de routekeuze (omrijden) tot uitdrukking. Door de gemiddelde toename van reistijden neemt de potentiële bereikbaarheid van verschillende bestemmingen (werk, bevolking, natuur) af: op nationaal schaalniveau neemt het aantal bestemmingen dat een inwoner per auto kan bereiken met gemiddeld 2 tot 4% procent af. Hiermee lijken op nationale schaal de effecten van ontsnippering op bereikbaarheid relatief beperkt. Op lokale schaal kan de afname van bereikbaarheid echter heel groot zijn: voor de inwoners in en rondom de ontsnipperde gebieden neemt de bereikbaarheid van activiteiten tot enkele tientallen procenten af.

De effecten van ontsnippering op geluid zijn overwegend positief. Per saldo leidt ontsnippering tot een afname van de aantallen inwoners die op hun woonlocatie zijn blootgesteld aan een geluidbelasting van 50, 55 of 65 dB(A) met ongeveer 1%. In absolute zin gaat het om enkele tienduizenden (> 50 en > 55 dB(A)) respectievelijk enkele duizenden woningen (>65 dB(A)). Langs enkele snelwegen door stedelijke gebieden treden door de toegenomen verkeersdruk echter wel enkele overschrijdingen van geluidnormen op voor woongebieden. Om dit te voorkomen is mitigerend beleid nodig, zoals (verdere) wegdekverbeteringen. Verder leidt ontsnippering tot een (lichte) verbetering van de verkeersveiligheid: het aantal verkeersdoden en –gewonden neemt iets af. Dat komt omdat er een verschuiving van het verkeer optreedt van relatief onveilige provinciale wegen, naar relatief veilige snelwegen.

De hoofdconclusie is dat ontsnippering van infrastructuur (door provinciale en gemeentelijke wegen verkeersluw te maken) duidelijke positieve en negatieve effecten heeft. Positieve effecten treden op voor de natuur: de lokale habitatkwaliteit voor barrièregevoelige diersoorten en de akoestische kwaliteit in natuurgebieden neemt toe. Daarnaast heeft ontsnippering gunstige effecten op verkeersveiligheid en geluidhinder. De belangrijkste nadelen liggen op het gebied van bereikbaarheid.

Op basis van deze verkennende studie is het te vroeg om een conclusie te trekken over de wenselijkheid van het ontsnipperen van provinciale en gemeentelijke wegen in natuurgebieden. Voor zo'n conclusie dienen alle relevante voor- en nadelen beter in kaart te worden gebracht, met name op regionaal niveau, en moeten eventuele alternatieve maatregelen worden onderzocht. Nader onderzoek is onder meer gewenst naar:

- Een analyse van maatregelen waarbij de natuurvoordelen ook (grotendeels) bereikt kunnen worden met minder nadelige gevolgen voor de bereikbaarheid, bijvoorbeeld door alleen 's nachts wegen in natuurgebieden af te sluiten. Ook zouden faunapassages en ecoducten als alternatief kunnen dienen voor het verkeersluw maken van provinciale wegen. In deze studie is niet onderzocht of en waar dit zou kunnen;
- De afzonderlijke locaties van ontsnippering (en de effecten ervan): het is denkbaar dat er locaties zijn waarvan de natuurvoordelen relatief beperkt zijn ten opzichte van de nadelen voor bereikbaarheid. In deze studie zijn de effecten niet op het niveau van afzonderlijke locaties bestudeerd;
- De effecten van ontsnipperingsmaatregelen voor het snelwegennet en het spoorwegennet. Vooral voor grotere diersoorten (edelhert, wild zwijn) is ontsnippering van het hoofdwegennet wellicht belangrijker dan het provinciale wegennet;
- Het effect van mitigerende maatregelen om overschrijdingen van grenswaarden voor geluid op snelwegen te voorkomen. Het gaat bijvoorbeeld om het (verder) verbeteren van het wegdek of het verlagen van de rijsnelheid (bijvoorbeeld van 100 naar 80 km/uur);
- De effecten op emissies door personenverkeer en met name de luchtkwaliteit langs snelwegen. De effecten op de totale Nederlandse emissies door het wegverkeer zijn – gezien de beperkte effecten op de het auto- en OV-gebruik - beperkt, echter op lokaal

niveau kunnen overschrijdingen van grenswaarden voor luchtkwaliteit voor woongebieden optreden. In deze studie is dit niet onderzocht;

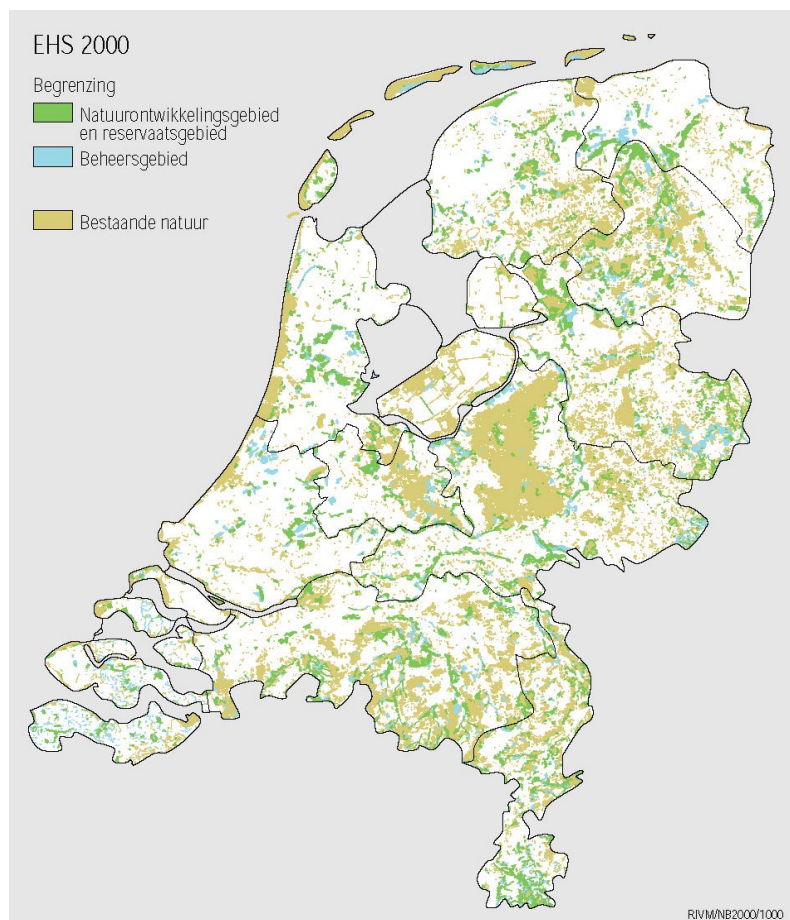
- De lokale en/of regionale effecten van ontsnippering op verplaatsingsgedrag en activiteitenpatronen van inwoners. Om dit te kunnen analyseren is een verdere differentiatie van de mobiliteitsprognoses nodig, bijvoorbeeld door gebruik te maken van ruimtelijk desaggregeerdere (regionale) verkeersmodellen;
- De effecten van het verkeersluw maken van doorgaande wegen op de bereikbaarheid van activiteiten voor verschillende bevolkingsgroepen, zoals ouderen en jongeren.

Voor politieke besluitvorming over ontsnippering is een breed beoordelingskader nodig. Een kosten-batenanalyse, waarin zo mogelijk de effecten in geld worden uitgedrukt, zou hiervoor een bruikbaar kader kunnen bieden. Hierbij moeten naast het saldo van effecten ook de investeringskosten van verschillende alternatieve ontsnipperingsmaatregelen in beschouwing worden genomen. Op basis van de resultaten van deze studie kan nog geen eindconclusie worden getrokken over het saldo van (op geld waardeerbare) kosten en baten. Een eerste ruwe analyse van de ontsnipperingsvariant geeft aan dat de op geld waardeerbare kosten vooral toenemen door extra reistijdskosten vanwege wijzigingen in de routekeuze van het personen- en vrachtverkeer. De totale toename van de verplaatsingskosten (de som van filekosten, omrijden en vraaguitval) lijkt van dezelfde orde van grootte te kunnen zijn als de (op geld gewaardeerde) baten voor de mens (verkeersveiligheidsbaten en geluidsbaten in woongebieden). De onzekerheid in de omvang van de verschillende kosten en baten is echter groot, vooral de toename van de verplaatsingskosten voor het vrachtverkeer en de omvang van de geluidsbaten en verkeersveiligheidsbaten zijn erg onzeker. Of het saldo van effecten positief is, is naast deze onzekerheden ook afhankelijk van de waardering van de effecten voor de natuur. Deze studie geeft aan dat door ontsnippering de habitatkwaliteit voor barrièregevoelige diersoorten toeneemt en de geluidbelasting in de EHS afneemt, wat gunstig is voor natuur en recreatie. Deze effecten zijn echter moeilijk in geld uit te drukken, omdat het onder meer gaat om het waarderen van bestaanswaarden van diersoorten.

# 1. Inleiding

De aanleg, aanwezigheid en het gebruik van infrastructuur heeft gevolgen voor de natuur. Een van die gevolgen is versnippering van natuurgebieden, dat kan worden omschreven als het uiteenvallen van het leefgebied van een diersoort in van elkaar gescheiden fragmenten. Versnippering heeft verschillende effecten op natuur. Het gaat om vernietiging en versterking van leefgebieden, aanrijdingen en verdrinkingen van dieren en barrièrewerking. Vernietiging van leefgebied van planten en dieren is het meest directe gevolg van aanleg van infrastructuur: het functioneel oppervlak van leefgebieden neemt af. Versterking van leefgebieden betreft onder meer verkeerslawaaï, wegverlichting, verdroging en vervuiling. Voor enkele, relatief zeldzame diersoorten, zoals de das, vormt het aantal aanrijdingen een bedreiging voor de populatie. De aanwezigheid en gebruik van infrastructuur zorgt voor barrièrewerking voor diersoorten, waardoor bewegingen tussen leefgebieden worden bemoeilijkt of zelfs onmogelijk worden gemaakt. Het isoleren van leefgebieden verhoogt de kans op lokaal uitsterven van soorten en het vermindert de kans op een spontane terugkeer van soorten op die locatie (Piepers et al., 2001).

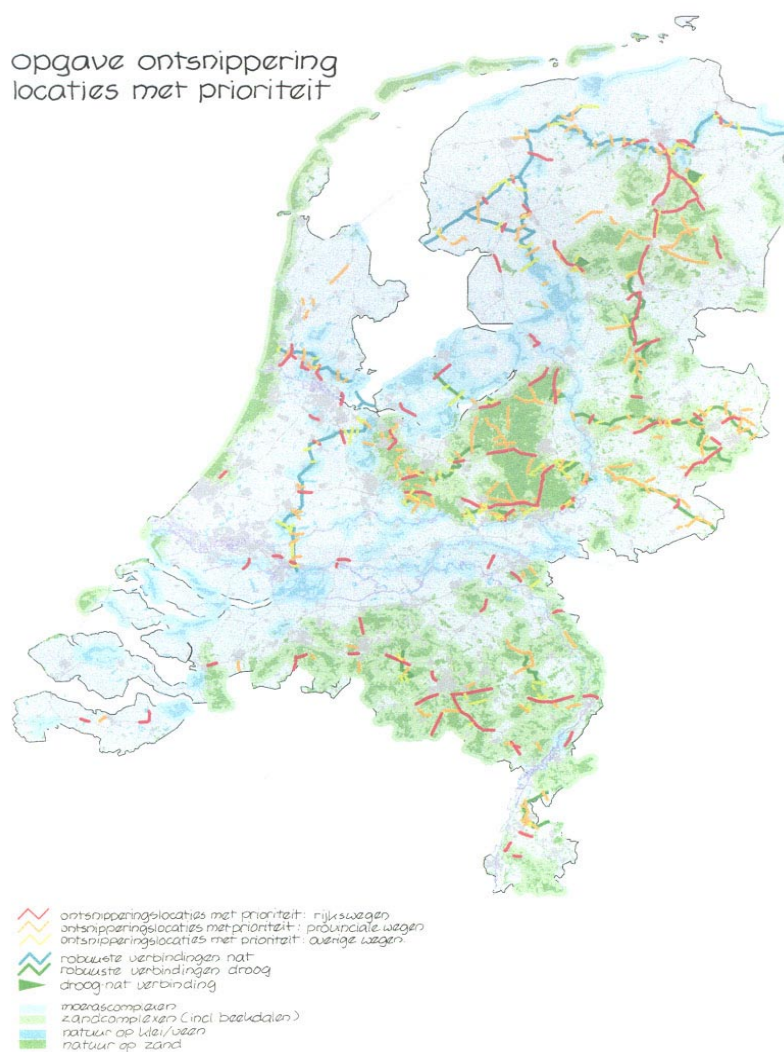
In het natuurbeleid in Nederland wordt om de natuurkwaliteit te vergroten de realisatie van de ecologische hoofdstructuur (EHS) nagestreefd (zie figuur 1.1). De EHS is in 1990 in het Natuurbeleidsplan van het Ministerie van LNV geïntroduceerd. Voor de realisatie van de EHS worden verschillende instrumenten ingezet, zoals het vergroten van natuurgebieden door aankoop en de verbetering van de habitatkwaliteit (zie bijvoorbeeld RIVM, 2000b). Ook het opheffen of verminderen van de barrièrewerking van infrastructuur is een essentieel onderdeel voor het realiseren van de EHS. Het gaat hierbij om het autowegen-, spoor- en vaarwegennet. Het huidige beleidsdoel in het natuurbeleid, zoals beschreven in de nota 'Natuur voor mensen, mensen voor natuur' (LNV, 2000) is dat 90% van de geïnterpreteerde knelpunten tussen natuur en



*Figuur 1.1: De begrenzing van de EHS, 2000*  
Bron: RIVM (2000b)

infrastructuur, die alleen met infrastructurele maatregelen kunnen worden opgelost, in 2010 is opgelost. In 2018 moet de EHS volledig zijn ingericht, moeten de vereiste milieucondities zijn gerealiseerd, en is het duurzaam beheer van gebieden en soorten gewaarborgd. Beleidsmatig is ontsnippering ook in het Nationale Verkeers- en Vervoersplan (TK, 2001) geagendeerd. Ontsnippering komt in het NVVP aan de orde bij (a) bereikbaarheid (raakpunten met de ruimtelijke ordening), (b) de kwaliteit van de leefomgeving en (c) de regionaal georiënteerde gebiedsgerichte aanpak. Het verkeers- en vervoerbeleid uit het NVVP sluit aan bij het ruimtelijk beleid door zuinig te zijn met ruimte, het tot het minimum beperken van nieuwe tracés, het ontsnipperingsbeleid bij bestaande infrastructuur (weg, water en rail) en de zogeheten grijsgroene knooppunten (kruising infrastructuur en EHS). Het NVVP stelt als doel om in 2020 de belangrijkste barrières in de EHS opgeheven te hebben.

In het rapport ‘De weg mét de minste weerstand. Opgave ontsnippering’ van Alterra en het Expertisecentrum LNV (Reijnen et al., 2000) worden verschillende locaties aangegeven waar het opheffen van barrièrewerking van weginfrastructuur naar verwachting het grootste natuurrendement heeft (zie figuur 1.2).



*Figuur 1.2: Opgave ontsnippering: ontsnipperingslocaties met prioriteit*  
Bron: Reijnen et al. (2000)

Deze zogenoemde *ontsnipperingslocaties met prioriteit* zijn locaties waar de barrièrewerking van rijks-, provinciale en overige wegen directe effecten hebben op de duurzaamheid van dierpopulaties (uitgedrukt in een kans op uitsterven). Deze prioritaire locaties zijn als uitgangspunt genomen voor deze verkennende studie.

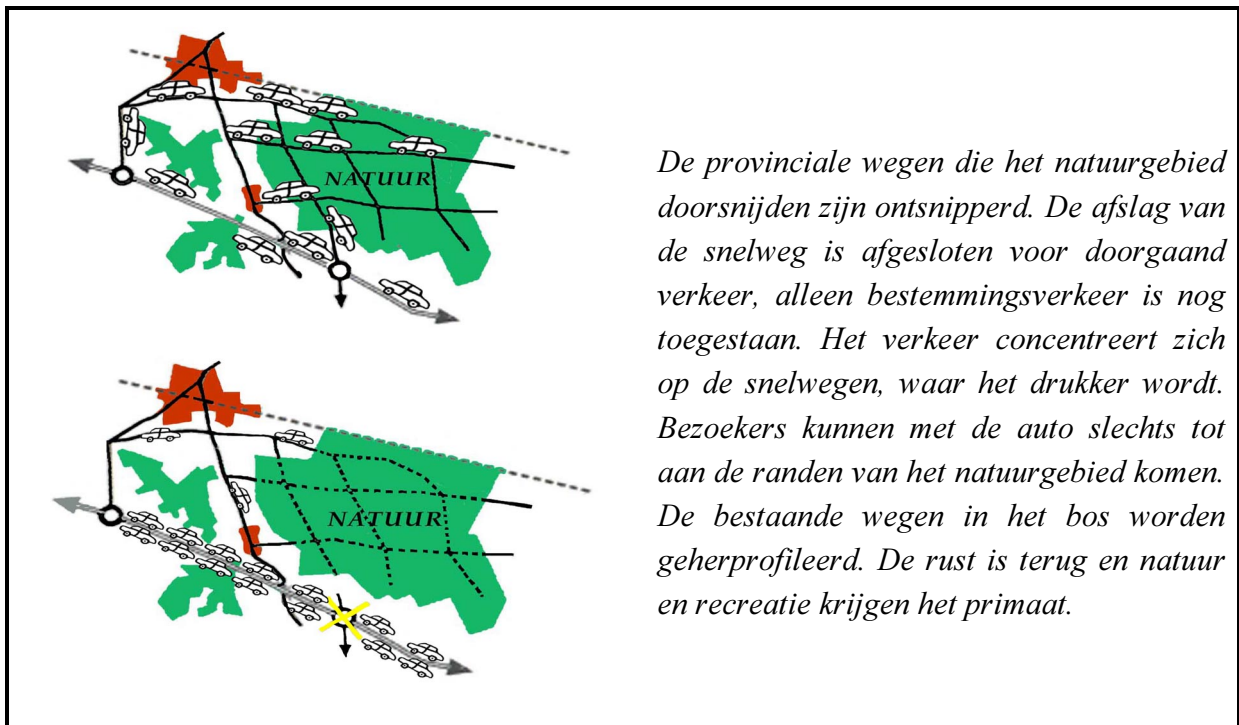
In de Natuurverkenning worden vier omgevingsscenario's opgesteld voor het inschatten van de effecten van natuurbeleid: Samenwerkende regio's, Individualistische Regio's, Samenwerkende Wereld en Individualistische Wereld. In het scenario *Samenwerkende Wereld* wordt verondersteld dat natuurgebieden in Nederland op diverse plaatsen worden 'ontsnippert' door maatregelen aan het wegennet. Uitgangspunt hiervoor is de opgave ontsnippering. In de rest van dit rapport wordt deze variant voor het wegverkeer 'ontsnipperingsvariant' genoemd. De overige scenario's worden gebaseerd op bestaande gegevens uit de Milieuverkenning 5 (RIVM, 2000a) en de Vijfde Nota Toets (VROM, 2001b). In de NVK worden in het scenario Samenwerkende Wereld - ten behoeve van geluidberekeningen – ook veronderstellingen gedaan over de ontwikkeling van het spoorvervoer en de luchtvaart, bijvoorbeeld stillere treinen en de realisatie van een luchthaven in zee. In dit rapport worden de effecten hiervan niet beschreven. Dit rapport beschrijft alleen de effecten voor het wegverkeer.

Om natuurgebieden te ontsnipperen zijn verschillende maatregelen mogelijk. In de eerste plaats kan door het aanleggen van faunapassages zoals ecoducten en dassentunnels het doorsnijden van natuurgebieden en barrièrewerking worden verminderd. In de tweede plaats kan het wegenpatroon worden gewijzigd door wegen fysiek af te sluiten of verkeerssluw te maken: het verkeer concentreert zich hierdoor op een beperkter aantal wegen (bundeling). In deze studie wordt verondersteld dat ontsnipperingslocaties op het provinciale en gemeentelijke wegennet worden opgelost door deze verkeerssluw te maken (zie tekstbox 1.1). Er worden geen maatregelen op het hoofdwegennet (zoals faunapassages) verondersteld.

Het ontsnipperen van natuurgebieden door wijzigingen in het wegennet heeft verschillende effecten op de natuur en de mens als weggebruiker en bewoner. De effecten op natuur bestaan onder meer uit directe effecten op de habitatkwaliteit en dierpopulaties, en indirecte effecten door wijzigingen in de geluidbelasting in natuurgebieden. De effecten op de mens betreffen in eerste instantie directe effecten op verkeer en vervoer. Door het afsluiten van wegen of het verkeerssluw maken van wegen worden deze gebieden minder goed bereikbaar, zal de routekeuze van het personenverkeer wijzigen, en kunnen nieuwe locaties van congestie ontstaan. In de tweede plaats zullen 'externe' effecten optreden, zoals wijzigingen in de geluidsbelasting in woongebieden, luchtverontreiniging en verkeersonveiligheid.



*Tekstbox 1.1: Illustratie van ontsnippering van infrastructuur in natuurgebieden*



*De provinciale wegen die het natuurgebied doorsnijden zijn ontsnipperd. De afslag van de snelweg is afgesloten voor doorgaand verkeer, alleen bestemmingsverkeer is nog toegestaan. Het verkeer concentreert zich op de snelwegen, waar het drukker wordt. Bezoekers kunnen met de auto slechts tot aan de randen van het natuurgebied komen. De bestaande wegen in het bos worden geherprofileerd. De rust is terug en natuur en recreatie krijgen het primaat.*

In het verleden richtte het onderzoek naar ontsnippering zich vooral op de effecten op natuur, en niet op de effecten op de mens (zie voor een overzicht van studies Piepers et al., 2001). Recentelijk lijkt zowel de aandacht voor ontsnippering zich echter te verbreden. Zo zijn op regionaal schaalniveau enkele studies verricht naar de effecten van bundeling van verkeersstromen op natuur en de mens. Jaarsma & Hoogeveen (1999) en Jaarsma & Willems (2001) beschrijven bijvoorbeeld een studie naar de effecten van het inrichten van verblijfsgebieden (met alleen langzaam rijdend verkeer) in een rurale regio in Noord-Limburg op autokilometrage, bereikbaarheid (reistijd), verkeersonveiligheid, fauna slachtoffers en geluidbelasting. Verder geeft Runia (2002) kwalitatieve effectinschattingen van het afsluiten van provinciale wegen op de Veluwe op de natuur, verkeer (reistijden, verkeersonveiligheid) en leefomgeving (geluid, emissie).

Dit rapport beschrijft een eerste operationalisatie van een ontsnipperingsvariant, de methodiek voor het berekenen van de effecten van deze variant, en de resultaten. De ontsnipperingsvariant is een eerste aanzet tot een brede beoordeling van de effecten van ontsnippering. Het ontsnipperen van natuurgebieden is op verschillende manieren te operationaliseren. Deze rekenexercitie richt zich op het opheffen van knelpunten op het provinciale en gemeentelijke wegennet door geselecteerde (vanuit natuur gezien prioritaire) wegen verkeerssluw te maken. De ontsnipperingsvariant wordt beoordeeld op verschillende effecten op landelijk schaalniveau: natuur (ontwikkeling dierpopulaties), personenmobiliteit (reizigerskilometers, intensiteiten van het wegverkeer), bereikbaarheid (congestie en bereikbaarheid van activiteiten), emissies, verkeersveiligheid, geluidbelasting door verkeer.

De rest van dit rapport is als volgt ingedeeld. Hoofdstuk 2 beschrijft de uitgangspunten van de referentievariant en ontsnipperingsvariant. Hoofdstuk 3 beschrijft de methodiek die



gehanteerd is bij de prognose van de verschillende effecten. De hoofdstukken 4 tot en met 8 beschrijven de effecten van de ontsnipperingsvariant op natuur, personenmobiliteit, bereikbaarheid, geluid en verkeersveiligheid. Hoofdstuk 9 beschrijft de conclusies en een discussie over de resultaten en methodiek van deze verkennende studie.



## **2. Beschrijving referentie- en ontsnipperingsvariant**

### **2.1 Introductie**

In deze studie is een referentievariant en een ontsnipperingsvariant opgesteld om de effecten van ontsnippering te kunnen bepalen. Uitgangspunt voor de ontsnipperingsvariant is het rapport ‘De weg mét de minste weerstand. Opgave ontsnippering’ (Reijnen et al., 2000) waarin locaties zijn aangegeven waar het opheffen van barrièrewerking van infrastructuur het grootste natuurrendement heeft. De ontsnipperingsvariant is een uitwerking van één van de vier omgevingsscenario's, Samenwerkende Wereld, van de tweede Natuurverkenning (NVK).

Paragraaf 2.2 beschrijft de referentievariant, paragraaf 2.3 de ontsnipperingsvariant. Paragraaf 2.4 geeft de relatie van de ontsnipperingsvariant met de NVK-scenario's aan.

### **2.2 Uitgangspunten referentievariant**

#### **2.2.1 Algemeen**

Om de effecten van ontsnippering te kunnen bepalen is een referentievariant opgesteld waarin geen ontsnipperingsmaatregelen worden verondersteld. De referentievariant beschrijft de ruimtelijke en infrastructurele ontwikkelingen voor de periode 1995-2020. Voor wat betreft demografische en sociaal-economische ontwikkelingen is uitgegaan van het zogenoemde European Coordination scenario (CPB, 1997) met een middelhoge prognose voor de economische groei en bevolkingsontwikkeling.

Voor wat betreft de ruimtelijke ontwikkeling van wonen en werken in Nederland is uitgegaan van de zogenoemde ‘compacte’ verstedelijkingsvariant (zie Goetgeluk et al., 2000; Geurs & Ritsema van Eck, 2000). In deze variant is geen rekening gehouden met de realisatie van de beleidsvoornemens uit de Vijfde Nota over de Ruimtelijke Ordening (VROM, 2001b); uitgegaan wordt van het beleid uit de Actualisering van het Vierde Nota Extra (AcVINEX) (VROM, 1997a).

Voor wat betreft verkeers- en vervoerbeleid en infrastructuurontwikkelingen is uitgegaan van de realisatie van de voornemens uit het Nationale Verkeers- en Vervoerplan (NVVP). Deze variant wordt in de onderstaande paragraaf 2.2.2 beschreven. De uitgangspunten voor de geluidsprognoses worden in paragraaf 2.2.3 nader toegelicht.

## 2.2.2 Uitgangspunten infrastructuur

Als uitgangspunt voor de infrastructuurontwikkelingen is een bestaand scenario van het Landelijk Model Systeem (zie ook paragraaf 3.3) gebruikt<sup>1</sup> dat door de Adviesdienst Verkeer en Vervoer is opgesteld voor de prognose van de effecten van NVVP-beleidsopties (zie AVV, 2000). Zie voor een uitgebreide toelichting (RAND Europe, 2001).

In de referentievariant wordt voor wat betreft infrastructurele ontwikkelingen uitgegaan van de uitvoering van: (a) de infrastructuurprojecten uit het realisatieprogramma en de planstudieprojecten van het Meerjarenprogramma Infrastructuur en Transport (MIT) 2000 (V&W, 2000a), (b) het BereikbaarheidsOffensief Randstad (BOR) (TK, 2000), en (c) de beleidsvoornemens uit het Nationale Verkeers- en Vervoerplan (NVVP) (TK, 2001). Deze voornemens bestaan uit een mix van benuttingsmaatregelen, uitbreidingslocaties van infrastructuur en prijsmaatregelen. De volgende NVVP-maatregelen zijn verondersteld:

- variabilisatie van de Motor Rijtuigen Belasting (MRB) en 25% van de aanschafbelasting op personenauto's (BPM);
- congestieheffing, zowel binnen als buiten de spitsperioden. De congestieheffing wordt geheven op congestiegevoelige wegvakken op zowel het hoofdwegennet als op het onderliggend wegennet. Met de congestieheffing komt het spitstarief uit het BereikbaarheidsOffensief Randstad te vervallen. Verder worden een klein aantal betaalstroken verondersteld;
- bouwen op locaties waar na invoering van bovengenoemde maatregelen nog congestie op het hoofdwegennet ontstaat in de daluren;
- een benuttingsprogramma gericht op meer samenhang en afstemming van bestaande maatregelen. Dit programma resulteert in een generieke capaciteitsverhoging van het hoofdwegennet van 4%. Daarnaast wordt invoering van 'compact rijden' op de ringwegen rond de stadsgewesten verondersteld: het vergroten van de wegcapaciteit door op dezelfde breedte meer voertuigen met een lagere snelheid (max. 80 km/uur) naast elkaar te laten rijden;

Naast infrastructuurbeleid wordt in de referentievariant uitgegaan van de realisatie van het beleid met betrekking tot vervoermanagement, het parkeren en het zogenoemde ABC-locatiebeleid uit het tweede Structuurschema Verkeer en Vervoer (SVVII, 1990). Verder wordt uitgegaan van forse investeringen in het openbaar vervoer. De investeringen richten zich met name op een verbetering van het aangeboden product op afstanden van 10 tot 40 km. Het stoptreinennet krijgt meer het karakter van light-rail concept met hogere frequenties en meer haltes. Naast nieuwe verbindingen wordt een zwaar accent gelegd op reisinformatie, afstemming in ketens, imagoverbetering en een geïntegreerd tarief- en kaartstelsel.

Bijlage 2 geeft een uitgebreid overzicht van uitgangspunten.

---

<sup>1</sup> Ook wel 2020Mi2-scenario of BorMix variant genoemd.

### 2.2.3 Uitgangspunten geluid

In de vier scenario's zoals die zijn uitgewerkt voor de NVK2 is bij de geluidberekeningen uitgegaan van bestaande geluidscenario's van de Vijfde Milieuverkenning MV5 (Dassen et al., 2001a). Bij de analyse van het effect van ontsnippering op de geluidbelasting is uitgegaan van de NVVP-referentievariant voor wat betreft de volume-ontwikkeling van het wegverkeer, de verdeling van het lichte en zware verkeer naar (LMS-)wegtype en de aanleg van nieuwe infrastructuur in de periode tot 2020. Net als bij de berekeningen voor de MV5 is hierbij een drempelwaarde van 55 dB(A) toegepast op de geluidbelasting in nieuwbouwlocaties. Impliciet is hiermee verondersteld dat bij nieuwbouw maatregelen zullen worden genomen die voorkómen dat de geluidbelasting op woningen hoger is dan 55 dB(A)  $L_{etmaal}$ .

In de uitwerking van de ontsnipperingsvariant is geen rekening meer gehouden met de veronderstelling dat het vrachtverkeer stiller wordt. Hierdoor en door het al aangestipte verschil in het wegennetwerk is het resultaat van de geluidberekening aan de ontsnipperingsvariant niet zonder meer vergelijkbaar met de resultaten van de geluidberekening aan de andere NVK-scenario's. Omdat het 'NVVP- scenario' is berekend met én zonder ontsnippering zijn de resultaten van deze berekeningen wel direct onderling vergelijkbaar. In de MV5 is verder verondersteld dat in 2010 alle rijkswegen voorzien zullen zijn van Zeer Open Asfalt Beton (ZOAB). Hierdoor neemt de geluidemissie van het totale wagenpark nog eens extra met 2 dB af.

## 2.3 Uitgangspunten Ontsnipperingvariant

In de ontsnipperingsvariant zijn wijzigingen aangebracht in het infrastructuurnetwerk van de referentievariant van 2020. Het belangrijkste uitgangspunt is de studie 'De weg mét de minste weerstand. Opgave ontsnippering' van Alterra en het Expertisecentrum LNV (Reijnen et al., 2000) waarin locaties worden aangegeven waar het opheffen van barrièrewerking van infrastructuur het grootste natuurrendement heeft. Deze zogenoemde 'locaties met prioriteit' zijn locaties waar rijks- provinciale en overige wegen directe effecten hebben op de duurzaamheid van dierpopulaties. Duurzaamheid is hierbij uitgedrukt als een kans op uitsterven van minder dan 5% in 100 jaar. Deze locaties zijn gebaseerd op analyses met het model LARCH (zie ook paragraaf 3.2) voor een aantal kenmerkende en barrièregevoelige diersoorten (noordse en rosse woelmuis, zandhagedis, adder, boomarter, otter). Locaties met prioriteit zijn hierbij aangeduid als locaties waarbij het verlies aan duurzaamheid van dierpopulaties uitsluitend het gevolg is van de barrièrewerking van verkeerswegen, en waarbij ontsnipperingsmaatregelen dan ook effectief kunnen zijn.

Reijnen et al. (2000) geven geen concrete ontsnipperingsmaatregelen per locatie. Het rapport stelt dat ontsnipperen zowel kan door faunapassages zoals ecoducten en dassentunnels, maar ook door wijzigingen in het wegenpatroon waarbij sommige wegen worden afgesloten of verkeersluw worden gemaakt. In de ontsnipperingsvariant is verondersteld dat:

- ontsnipperingslocaties op het provinciale en gemeentelijke wegennet worden opgelost door deze verkeerssluw te maken, dat wil zeggen modelmatig de wegvakken een lage snelheid mee te geven. Voor provinciale wegen is een snelheid van 20 km/uur verondersteld, voor gemeentelijke wegen 15 km/uur;
- ontsnipperingslocaties op het hoofdwegennet niet worden aangepakt door deze verkeerssluw te maken, vanwege de belangrijke verkeersfunctie van het hoofdwegennet. Ontsnipperingslocaties kunnen worden aangepakt door technische maatregelen, bijvoorbeeld in de vorm van faunapassages (ecoducten). In deze studie worden geen ontsnipperingsmaatregelen aan het hoofdwegennet verondersteld.

Figuur 2.1 geeft een illustratie van een weg die in de huidige situatie een natuurgebied doorsnijdt, en die na ontsnippering een volledig andere uitstraling heeft gekregen.



*Figuur 2.1: Illustratie van een herprofilering van een ontsnipperde weg, voor- en nasituatie*

Op basis van de bovengenoemde uitgangspunten is een ontsnipperingsvariant gedefinieerd, waarbij de locaties met prioriteit, zoals genoemd in de bijlage van de Opgave Ontsnippering (Reijnen et al, 2000), verkeersluw zijn gemaakt. Deze locaties zijn per gebied gecategoriseerd. De volgende gebieden zijn daarbij onderscheiden:

- Veluwe en omgeving één;
- Utrechtse Heuvelrug uit korset;
- Natte As van Friesland tot Zeeland;
- Blauwe poorten rond Amsterdam;
- Drents Bolwerk – groen verbonden;
- Twente-Salland-Graafschap geschakeld;
- Kralensnoeren rood-greien in het Brabantse land;
- Dwarsleasies uit de Limburgse Ruggegraat.

Figuur 2.2 geeft alle infrastructuurmaatregelen van de ontsnipperingsvariant weer, inclusief het NVVP-beleid:

- a. locaties op het zogenoemde ‘doorstroomnet’ waar de capaciteit van de wegen is vergroot tot 2x2 rijstroken;
- b. de overige locaties met infrastructurele uitbreidingen uit het BereikbaarheidsOffensief Randstad (BOR);
- c. de locaties met extra uitbreidingen ten opzichte van het BOR;
- d. de locaties met het zogenoemde ‘compact rijden’ (vergroting wegcapaciteit door een lagere rijsnelheid);
- e. de provinciale en gemeentelijke wegen die (conform Reijnen et al., 2000) zijn ontsnipperd.





*Figuur 2.2: Locaties van ontsnippering op provinciale en gemeentelijke wegen, en infrastructurele wijzigingen in de periode 1995-2020 volgens de referentievariant*

Bron: Rand Europe (2001)



## 2.4 Relatie met de NVK-scenario's

De ontsnipperingsvariant is één van de vier scenario's uit de tweede Natuurverkenning, het scenario Samenwerkende Wereld. Tabel 2.1 geeft een overzicht van de scenario-invulling van de vier scenario's. De in grijs weergegeven cellen geven de scenario-invulling van de ontsnipperingsvariant weer. In dit rapport worden de effecten beschreven van ontsnippering van weginfrastructuur binnen de context van het European Coordination-scenario van het Centraal Planbureau, en uitgaande van de realisatie van beleidsvoornemens uit het Nationale Verkeers- en Vervoerplan en aanvullende geluidsmaatregelen voor het wegverkeer.

Tabel 2.1: Samenvatting scenario-invulling verkeer in de NVK-scenario's

	Individualistische wereld	Samenwerkende Wereld (ontsnipperingsvariant)	Individualistische Regio	Samenwerkende regio
Demografie	hoge bevolkingsgroei (EC)	hoge bevolkingsgroei (EC)	hoge bevolkingsgroei (EC)	hoge bevolkingsgroei (EC)
Economie	hoge economische groei (GC)	middelhoge economische groei (EC)	hoge economische groei (GC)	middelhoge economische groei (EC)
Weg- infrastructuur	weinig nieuwe infrastructuur (MIT)	betere benutting, beprijzing autoverkeer en bouw nieuwe infrastructuur MIT2000, BOR en het NVVP, alsmede ontsnippering van het wegennet	weinig nieuwe infrastructuur (MIT)	weinig nieuwe infrastructuur (MIT)
Wegdek	ZOAB	ZOAB	ZOAB	Dubbellaags ZOAB
Wagenpark (t.o.v. 1995)	minder stil	alleen stiller vrachtverkeer	alleen stiller vrachtverkeer	fors stiller
Spoorwegen	geen ingreep	stille treinwagons	geen ingreep	stille treinwagons
Luchtvaart	vraagcapaciteit wordt op Schiphol gerealiseerd	vliegveld op eiland in zee terminal blijft op Schiphol, strenge geluidsnormen aan vliegtuigen	vliegverkeer wordt verdeeld over meerdere vliegvelden	Schiphol blijft op huidige locatie, strenge geluidsnormen aan vliegtuigen



## 3. Methodiek effectenberekeningen

### 3.1 Indicatorkeuze

Voor de prognose van de effecten van de ontsnipperingsvariant zijn verschillende indicatoren gekozen die de effecten van ontsnippering van natuurgebieden beschrijven op natuur en de mens als weggebruiker en bewoner. De indicatorkeuze is afhankelijk van de beleidsrelevantie (relatie met beleidsdoelen), wetenschappelijke relevantie en de beschikbaarheid van gegevens. Voor wat betreft beleidsdoelen zijn indicatoren opgenomen die zijn gerelateerd aan het huidige beleid zoals dat is geformuleerd in het Nationale Verkeers- en VervoersPlan (NVVP) (TK, 2001), waarin doelen zijn opgenomen over de ontwikkeling van bereikbaarheid, verkeersveiligheid en ontsnippering, en het Nationaal MilieubeleidsPlan 4 (NMP4) (VROM, 2001a), waarin onder meer geluidsdoelen zijn opgenomen.

Concreet zijn de volgende indicatoren doorgerekend:

1. Effecten op natuur, uitgedrukt in de potentiële habitatkwaliteit van gebieden voor bepaalde barrièregevoelige diersoorten. Het gaat zowel om kleinere diersoorten (zoals de adder en de boommarter) als om grotere diersoorten (edelhert, wild zwijn);
2. De omvang van de personenmobiliteit per vervoerwijze (auto, openbaar vervoer en langzaam verkeer);
3. Bereikbaarheid, uitgedrukt in:
  - ontwikkeling van voertuigverliesuren. Dit is een geaggregeerde maat voor congestie, waarbij een voertuigverliesuren het verschil per voertuig weergeeft tussen een reistijd met oponthoud door drukte op de weg en de reistijd zonder enig oponthoud;
  - intensiteit/capaciteit-verhoudingen op het wegennet. Dit is een maat om congestielocaties op het wegennet te kunnen visualiseren;
  - bereikbaarheid van bestemmingen per auto. Het gaat hierbij om het potentiële aantal banen, inwoners en hectare natuur dat per auto bereikt kan worden vanuit woonlocaties. Dit type bereikbaarheidsmaat houdt zowel rekening met de ontwikkeling van reistijden (onder meer door wijzigingen in congestie en vertragingen) als met de ruimtelijke spreiding van activiteiten;
4. Effecten op geluidsbelasting door wegverkeer, uitgedrukt in:
  - het geluidbelast (land)oppervlak (groter dan 50 dB(A)  $L_{etmaal}$ );
  - het oppervlakte Ecologische Hoofdstructuur (EHS) met een geluidbelasting groter dan 40 dB(A)  $L_{Aeq,24uur}$ . Deze indicator is gerelateerd aan de NVVP- en NMP4-doelen om in 2010 geen verslechtering van de akoestische kwaliteit in de EHS te realiseren, en in 2030 de gewenste akoestische kwaliteit in de EHS te realiseren. De akoestische kwaliteit wordt in de nota's vooralsnog niet gekwantificeerd. In deze studie voor de akoestische kwaliteit het gebruikelijke geluidniveau van 40 dB(A) genomen;
  - het aantal inwoners dat wordt blootgesteld aan een geluidbelasting groter dan 50, 55 en 65 dB(A)  $L_{etmaal}$ .
5. Effecten op verkeersonveiligheid, uitgedrukt in risico's op aantallen letselslachtoffers en aantal dodelijke slachtoffers. Deze indicator is gerelateerd aan de NVVP-doelstellingen

om in 2010 een daling van het aantal doden in het wegverkeer met 30% en ziekenhuisgewonden met 25% te bereiken.

Per indicator wordt in de onderstaande paragrafen de methodiek kort beschreven.

## 3.2 Natuur

De effecten van natuur zijn berekend met behulp van het model LARCH-SCAN (Pouwels, 2000), dat onderdeel is van de Natuurplanner (Alkemade et al., 1998). In LARCH wordt op basis van vegetatietypen en ruimtelijke samenhang daarin de habitatkwaliteit en kans op voorkomen van een bepaalde diersoort berekend. De toekomstige vegetatietypen zijn ruimtelijk gemodelleerd met het successiemodel SMART-SUMO en worden als grids (celgrootte 250x250 m.) in LARCH ingevoerd. Aangezien er qua vegetatie geen verschil is tussen de ontsnipperingsvariant en de referentievariant wordt hier niet verder op ingegaan.

Naast de vegetatietypen houdt LARCH rekening met barrièrewerking van infrastructuur (Van der Hoek et al., 2002). Deze is het gevolg van het doorsnijden van leefgebieden door verkeerswegen. De mate van barrièrewerking (in LARCH doorlaatbaarheid genoemd) wordt berekend op basis van verkeersintensiteiten (uitgedrukt in het aantal motorvoertuigen per etmaal) en een soort-specifieke parameter. Eerst worden de verkeersintensiteiten op het wegennet vergrid, vervolgens wordt de zogenoemde doorlaatbaarheid per gridcel berekend. De doorlaatbaarheid is een getal tussen de 0 (niet doorlaatbaar bij zeer drukke wegen) tot bijna 1 (maximaal doorlaatbaar bij zeer rustige wegen). De doorlaatbaarheid ( $D$ ) is een (negatief exponentiële) functie van de etmaalintensiteit en een soort-specifieke constante ( $b$ ):  $D = e^{-b * \text{intensiteit}}$ . De soort-specifieke parameter geeft de verschillen in oversteekbaarheid aan. Zo is voor een adder een weg al snel een absolute barrière, omdat ze op gladde oppervlakken zich slechts traag kunnen bewegen en door hun lengte de kans groot is dat ze door een voertuig worden geraakt. Voor een zandhagedis vormen alleen wegen met relatief hoge intensiteiten een absolute barrière. Voor de grotere diersoorten vormen wegen nooit een absolute barrière, maar verkeerssterfte kan lokaal wel permanente vestiging voorkomen.

Verder kunnen wegen lokale populaties van een soort opdelen (compartimenteren), hetgeen van invloed is op de kans op voorkomen (kleinere lokale populaties hebben en lagere kans). Dit effect treedt pas op bij een bepaalde minimumwaarde van de verkeersintensiteit, deze waarde is soort-specifiek.

Buiten de vegetatiestructuur en barrièrewerking houdt LARCH rekening met een aantal soort-specifieke parameters, zoals de dispersiecapaciteit (mogelijkheid van een soort om andere leefgebieden te bereiken). Zo kan een edelhert zich over grotere afstanden verplaatsen dan een zandhagedis.

LARCH berekent vervolgens het potentiële voorkomen voor elke soort en voor elke gridcel. Deze waarde geeft aan hoeverre de situatie in de gridcel afwijkt van de 'optimale' situatie. De

potentiële kans op voorkomen wil niet zeggen dat een soort in een bepaald gebied ook daadwerkelijk voor zal komen. Zo wordt bijvoorbeeld berekend dat de kwaliteit van het Edelhert in de Hollandse duinen hoog is, terwijl het daar momenteel niet voorkomt en daar in 2020 ook niet voor zal komen tenzij het (kunstmatig) wordt geïntroduceerd. Het potentiële voorkomen van een diersoort is een indicator voor de habitatkwaliteit van gebieden voor de desbetreffende diersoort. Zie Ten Brink et al. (2002) voor een uitgebreide bespreking van de berekening van natuurkwaliteit. Van der Hoek et al. (2002) gaat specifiek in op de methodiek en operationalisatie van barrièrewerking door infrastructuur in LARCH.

In LARCH wordt de habitatkwaliteit van vele verschillende diersoorten gemodelleerd. Voor deze studie zijn een aantal diersoorten geselecteerd die gevoelig zijn voor de aanwezigheid en gebruik van weginfrastructuur (ofwel barrièregevoelige soorten). Het gaat zowel om kleinere diersoorten (de adder, de zandhagedis en de boommarter) als om grotere diersoorten (edelhert en wild zwijn). De gekozen diersoorten zijn verder doelsoorten voor het natuurbeleid (boommarter, adder, zandhagedis) en/of zijn karakteristiek voor diersoorten voorkomend in een bepaald vegetatietype. Zo komt de adder (ook indicatief voor andere slangen) voor in natte en vochtige vegetatietypen (o.a. vochtige heidegebieden, vooral op de Veluwe, Drente en Friesland), de zandhagedis in droge vegetatietypen (droge heide en open duinen op de Veluwe en de kustduinen), de boommarter voor kleine zoogdieren in (kleinere en grotere) bosgebieden en het edelhert (ook indicatief voor reeën) en het wild zwijn voor grote en middelgrote zoogdieren in (grote) bosgebieden.

### **3.3 Personenmobiliteit**

De effecten op personenmobiliteit zijn berekend met het Landelijk Modelstelsel Verkeer en Vervoer (LMS) van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer (LMS). Het LMS is een rekeninstrument voor het maken van prognoses voor het personenvervoer op de middellange en lange termijn (zie HCG, 1997). Het LMS prognosticeert het aantal reizigerskilometers per vervoerwijze (auto (bestuurder en passagier), trein, overig openbaar vervoer en langzaam verkeer), per verplaatsingsmotief (o.a. woon-werk, zakelijk, woon-school, woon-winkel, etc.) in en tussen 345 deelgebieden of zones. Deze zones zijn weer onderverdeeld naar 1308 subzones die bestaan uit gemeenten of aggregaten van postcodegebieden. Verder prognosticeert het LMS intensiteits- en congestie-ontwikkelingen op het Nederlandse hoofdwegenet en de vervoervraag op het spoorwegennet.

De kern van het modelstelsel wordt gevormd door een groot aantal deelmodellen, waarmee (al dan niet simultaan) keuzeprocessen als rijbewijs- en autobezit, reisfrequentie, vervoerwijzekeuze, bestemmingskeuze, routekeuze en tijdstipkeuze op een gedesaggregeerd niveau (44 huishoudtypen) worden gemodelleerd.

De belangrijkste invoervariabelen zijn demografische variabelen (omvang en samenstelling van de bevolking, aantal huishoudens), sociaal-economische variabelen (werkgelegenheid, aantal leerlingplaatsen, rijbewijsbezit) en variabelen die (de kwaliteit van) het aanbod van de

verkeersinfrastructuur karakteriseren (bijvoorbeeld brandstofprijzen, parkeertarieven, OV-tarieven, beschikbaar wegennet).

### 3.4 Bereikbaarheid

Bereikbaarheid is op verschillende manieren te operationaliseren. In deze studie wordt gekeken naar op infrastructuur gerichte bereikbaarheidsmaten als naar op activiteiten gerichte bereikbaarheidsmaten. *Op infrastructuur gerichte bereikbaarheidsmaten* richten zich op weergeven van de kwaliteit van het functioneren van infrastructuur, voornamelijk het wegennet. Dit is bijvoorbeeld uit te drukken in de gereden snelheid en het optreden van congestie. In deze studie zijn de volgende twee indicatoren onderzocht:

- ontwikkeling van het aantal voertuigverliesuren in Nederland, de Randstad en de rest van Nederland. Dit is een indicator om op geaggregeerd niveau de ontwikkeling van congestie weer te geven.
- ontwikkeling van de intensiteit/capaciteit verhouding op wegvakken. Dit is een indicator om de congestielocaties op het wegennet te visualiseren.

Deze indicatoren worden met behulp van het LMS berekend.

*Op activiteiten gerichte bereikbaarheidsmaten* analyseren de bereikbaarheid van activiteiten vanuit locaties. In deze benadering wordt zowel rekening gehouden met infrastructurale veranderingen (verandering van reistijden door congestie of aanleg/verbetering van wegen) als ruimtelijke veranderingen (de omvang en ruimtelijke spreiding van activiteiten). De bereikbaarheidspotential is wel de bekendste geografische bereikbaarheidsmaat (zie voor een overzicht van studies Geurs en Ritsema van Eck, 2001). De maat geeft het aantal bestemmingen binnen bereik, waarbij een afstandvervalfunctie wordt gebruikt. In formulevorm is dit:

$$A_i = \sum_j D_j F(d_{ij})$$

Waarbij  $A_i$  de relatieve bereikbaarheid van zone  $i$  naar alle bestemmingen ( $D_j$ ) in zone  $j$ , en  $F(d_{ij})$  de afstandvervalfunctie. Opgemerkt moet worden de potentialen in dit rapport allemaal berekend zijn volgens bovenstaande formule, zonder toepassing van een maximale reistijd. Alle arbeidsplaatsen tellen dus mee bij de potentiaalberekening voor een bepaalde woonlocatie, zij het dat arbeidsplaatsen die op zeer grote reistijd liggen een zeer klein gewicht in de schaal leggen.

In verschillende eerdere studies zijn op basis van modelresultaten van het Landelijk Modellsysteem (LMS) bereikbaarheidsanalyses verricht. Zie voor een uitgebreide toelichting van de methodiek Geurs & Ritsema van Eck, 2000; Geurs & Ritsema van Eck, 2001; Geurs & Ritsema van Eck, 2002).

In dit rapport worden de volgende bestemmingen geanalyseerd:

- Bereikbaarheid van werkgelegenheid per auto (in de ochtendspits), deze indicator geeft de bereikbaarheid aan van locaties van werkgelegenheid vanuit woonlocaties. Deze maat kan worden gezien als een economische en sociale indicator;
- Bereikbaarheid van bevolking per auto (buiten de spitsperiode); deze maat kan worden gezien als een sociale indicator voor het kunnen bereiken van sociale contacten, zoals familie;
- Bereikbaarheid van natuur per auto (buiten de spitsperiode); deze maat kan worden gezien als een sociale indicator voor het kunnen bereiken van natuurgebieden.

De gegevens voor het berekenen van de bereikbaarheidspotentialen bestaan uit ruimtelijke gegevens (per LMS-subzone) en reistijdgegevens (tussen alle herkomst- en bestemmingsrelaties op LMS-subzone niveau). De omvang van de bevolking en de werkgelegenheid (per LMS-subzone) voor het EC-scenario is afkomstig uit een compacte verstedelijkingsvariant wat is ontwikkeld voor de evaluatie van de Vijfde Nota over de Ruimtelijke Ordening (Goetgeluk et al., 2000). Dit scenario is ook gebruikt voor mobiliteitsramingen voor de Vijfde Nationale Milieuverkenning (RIVM, 2000a) en het NVVP (AVV, 2000). Het aantal hectare natuur en bos per LMS-subzone is afgeleid van het trendscenario wat is ontwikkeld voor de ex-ante toets van de Vijfde Nota over de Ruimtelijke Ordening (RIVM, 2001), op basis van gegevens van dominant ruimtegebruik. De reistijdgegevens zijn verkregen uit het LMS.

### 3.5 Geluid

Voor de berekening van de geluidindicatoren is gebruik gemaakt van het model EMPARA (Environmental Model for Population Annoyance and Risk Analysis (Dassen et al., 2001a). Dit model, voorheen het Landelijk Beeld Verstoring (VROM, 1997b), is door het RIVM in samenwerking met TNO ontwikkeld ten behoeve van het op landelijke schaal in kaart brengen van de omvang en de effecten van verstoring door verkeer en vervoer en het geven van beleidsadviezen over de huidige en toekomstige ontwikkeling van verstoring.

In het EMPARA-model worden de geluidemissies van weg-, rail en vliegverkeer afzonderlijk berekend uitgaande van de wettelijk voorgeschreven standaard rekenmodellen voor het geluid van deze bronnen. In deze modellen wordt rekening gehouden met de samenstelling en de snelheden van het verkeer en het type wegdek of spoorbaan. Deze gegevens worden grotendeels verkregen van o.a. de Adviesdienst voor Verkeer en Vervoer, AEA Rail Technology BV, het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium en provincies en gemeenten (Jabben, 2000).

De berekening van de overdracht van het geluid vindt plaats op een rooster met een vaste afstand van 100 m tussen naastgelegen ontvangerpunten. Bij deze berekening wordt rekening gehouden met de afscherming van het geluid door geluidschermen en bebouwing en door eventuele demping van het geluid door de bodem. Het resultaat is een verdeling van de geluidbelasting op een equidistant rooster van punten met een onderlinge afstand van 100 m.

Aan de hand van modelvalidatie en gevoeligheidsanalyses is vastgesteld dat de onnauwkeurigheid in de gemiddelde geluidbelasting op het gebied van een middelgrote stad (bijvoorbeeld Leiden) maximaal 2 dB bedraagt. Deze onnauwkeurigheid laat zich vertalen in een onzekerheidsmarge in de indicatoren (bijvoorbeeld het aantal geluidbelaste woningen of het geluidbelaste oppervlak) van gemiddeld enkele tientallen procenten van de nominale waarde. Hierbij is de onzekerheid in het geluidbelast oppervlak relatief klein en de onzekerheid in het aantal hoogbelaste woningen (> 65 dB(A)) relatief groot. Bij vergelijking van scenario's en trendanalyses is de relatieve onzekerheid over het algemeen kleiner dan de absolute onzekerheid (Dassen et al., 2001b).

Met EMPARA kan een groot aantal geaggregeerde modelresultaten (indicatoren) worden berekend. In het kader van de studie naar de effecten van de ontsnipperingsvariant zijn de volgende indicatoren berekend:

- het areaal of percentage van het Nederlands oppervlak met een geluidbelasting hoger dan 50 dB(A)  $L_{etmaal}$ . In de geluidmaat  $L_{etmaal}$  wordt rekening gehouden met een grotere hinderlijkheid van het geluid van het verkeer tijdens de avond- en nachtperiode. De  $L_{etmaal}$  is de geluidmaat die in de wet Geluidhinder wordt voorschreven voor de beoordeling van het geluid van het (spoor)wegverkeer en de industrie in woongebieden. In de huidige wetgeving representeert een niveau van 50 dB(A)  $L_{etmaal}$  de beoogde akoestische kwaliteit in het geval van nieuwbouw;
- Het aantal of percentage woningen of inwoners met een geluidbelasting van meer dan 50, 55 en 65 dB(A)  $L_{etmaal}$ . Zoals aangegeven is de waarde van 50 dB(A) een streefwaarde voor de geluidbelasting op nieuwe woningen. De waarde van 55 dB(A) is gekozen omdat vanaf deze geluidbelasting een meetbaar effect is waargenomen op de waardering van de woonomgeving (Van Kempen, 2001). 65 dB(A) is de huidige grenswaarde voor het geluid van het binnenstedelijke wegverkeer;
- Het areaal of percentage van de EHS met een geluidbelasting hoger dan 40 dB(A)  $L_{Aeq,24uur}$ . De geluidmaat  $L_{Aeq,24uur}$  is de meest gangbare als het gaat om de beoordeling van de akoestische kwaliteit van natuur- en stiltegebieden. In deze geluidmaat is verwerkt dat het geluid tijdens alle perioden van het etmaal even verstorend is. De waarde van 40 dB(A) is gerelateerd aan de (kwalitatieve) doelstelling voor stiltegebieden in de wet Milieubeheer, waarin gesproken wordt over het overheersen van het natuurlijke geluid (fluiten van vogels, ruisen van bomen) boven het geluid van menselijke activiteiten.

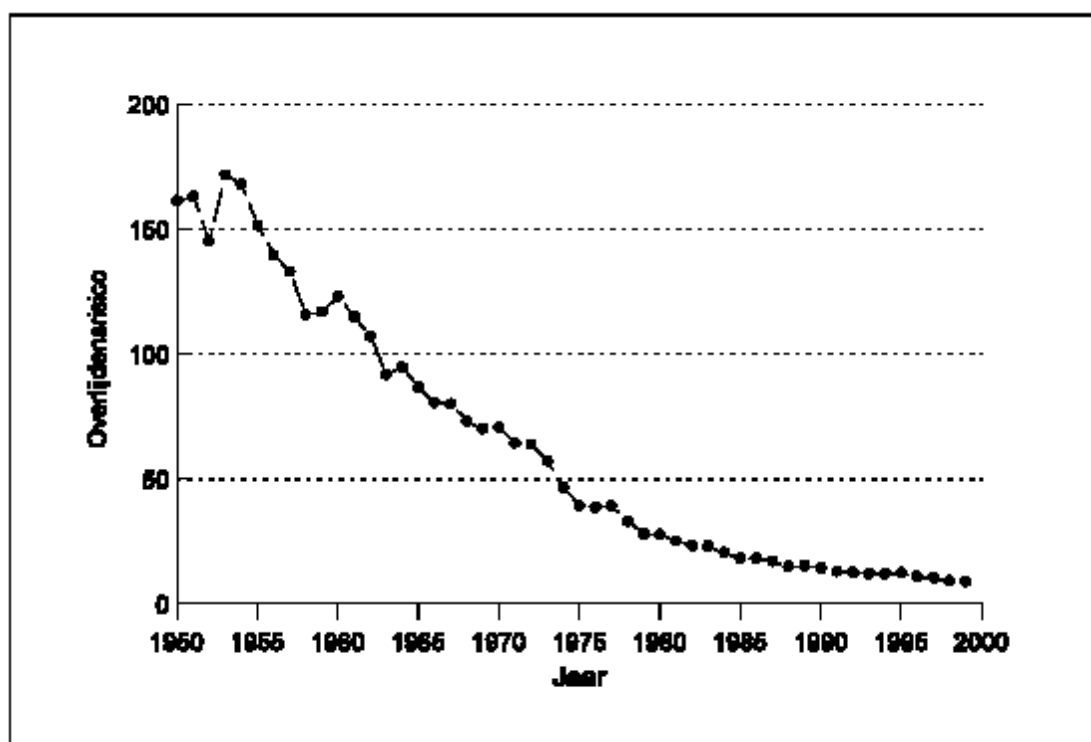
### 3.6 Verkeersonveiligheid

Verkeersveiligheidseffecten van infrastructuurbeleid worden veelal berekend op basis van de omvang van het wegverkeer naar wegtype en risicocijfers voor ongevallen, letselongevallen en dodelijke slachtoffers per voertuigkilometer. De grootste onzekerheid in deze benadering is echter dat er geen lineair verband bestaat tussen de toe- of afname van wegverkeersintensiteiten en verkeersonveiligheid. Lokale omstandigheden spelen een belangrijke rol in de risico's en het optreden van ongevallen. Verder is de onzekerheid over



de gehanteerde risicokansen, deze zijn bekend voor historische jaren, maar er zijn geen betrouwbare prognoses beschikbaar voor de lange termijn waar deze studie zich op richt.

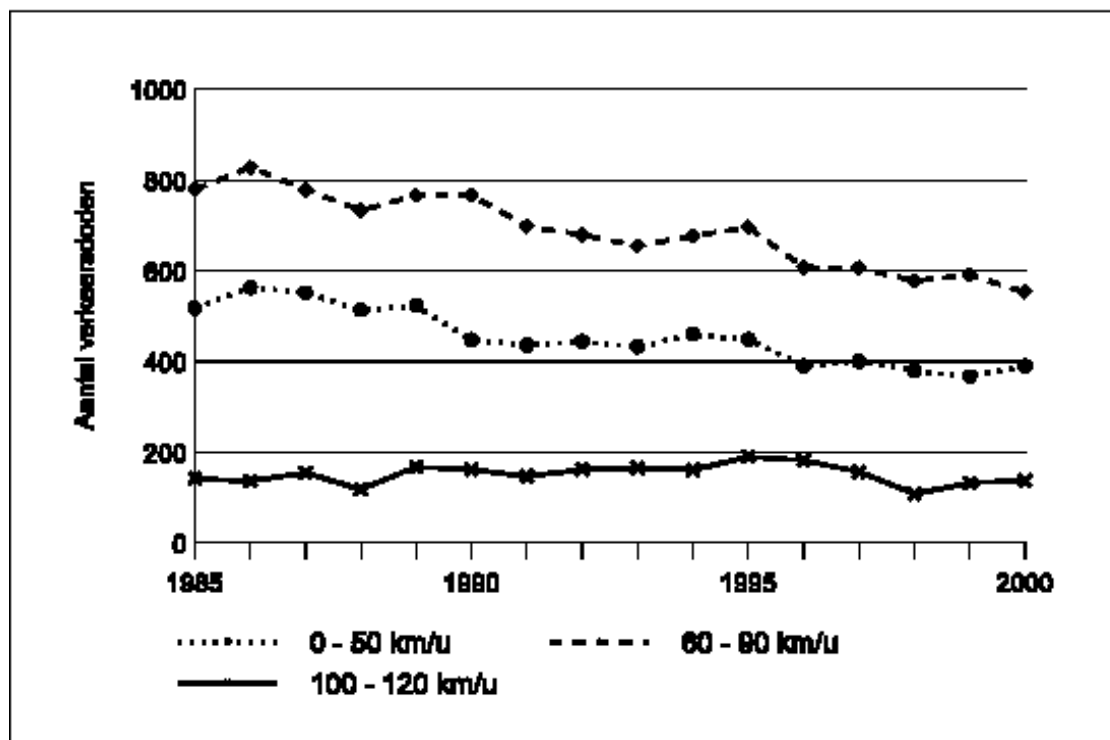
Uit historische gegevens over het aantal dodelijke slachtoffers en het aantal geregistreerde ziekenhuisslachtoffers en de omvang van de personenmobiliteit blijkt een forse daling van de verkeersonveiligheidsrisico's. Zo geeft figuur 3.1 de ontwikkeling van het aantal verkeersdoden per miljard reizigerskilometer voor de periode 1960-1999. De grootste risicodaling heeft zich voorgedaan in de periode 1973 tot 1985, in de periode 1985-1999 was de risicodaling vergelijkbaar met de periode 1963-1973 (Schagen, 2001).



Figuur 3.1: Ontwikkeling van het overlijdensrisico (aantal verkeersdoden per miljard reizigerskilometer), 1950-1999

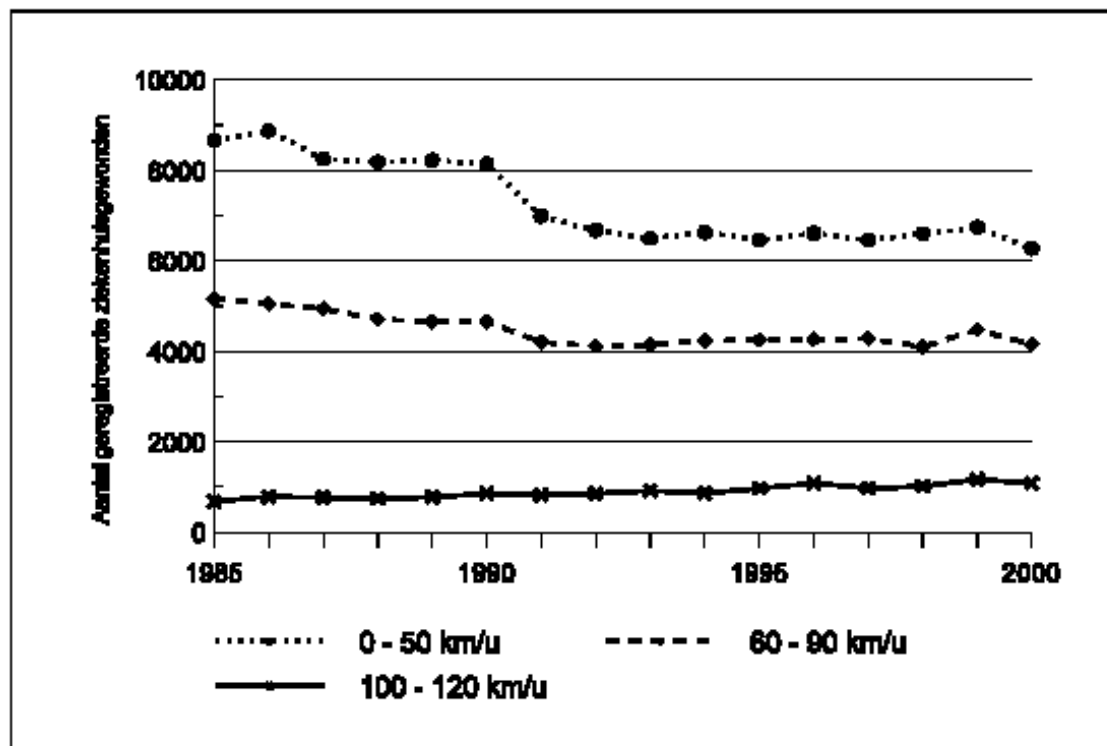
Bron: Schagen et al. (2001)

Schagen et al. laten verder zien dat er duidelijke verschillen zijn in de ontwikkeling van verkeersslachtoffers naar wegtype (zie figuur 3.2). Het aantal dodelijke slachtoffers is momenteel het hoogst op wegen met een snelheidslimiet van 60 t/m 90 km/uur, dit zijn voor het overgrote deel niet-autosnelwegen buiten de bebouwde kom. Het aantal ziekenhuisgewonden is momenteel het grootst op wegen met een snelheidslimiet van 50 km/uur en lager, meestal wegen binnen de bebouwde kom. Voor beide wegtypen daalt het aantal dodelijke slachtoffers min of meer gestaag in de periode 1985-2000, het aantal ziekenhuisgewonden stabiliseert in de jaren negentig. Op autosnelwegen was tot 1995 een stijgende trend in het aantal dodelijke slachtoffers zichtbaar, tussen 1995 en 2000 lijkt het aantal dodelijke slachtoffers te stabiliseren. Het aantal ziekenhuisgewonden op autosnelwegen vertoont over de gehele periode 1985-2000 een licht stijgende trend (zie figuur 3.3).



Figuur 3.2: Ontwikkeling aantal verkeersdoden naar wegtype (0-50, 60-90 en 100-120 km/uur), 1985-2000

Bron: Schagen et al.(2001)



Figuur 3.3: Ontwikkeling aantal geregistreerde ziekenhuisgewonden naar wegtype (0-50, 60-90 en 100-120 km/uur), 1985-2000

Bron: Schagen et al. (2001)

In termen van risicocijfers (verkeersdoden of –slachtoffers per reizigers- of autokilometer) is het beeld iets anders, aangezien het gereden aantal voertuigkilometers met name op het hoofdwegennet fors is toegenomen, terwijl binnen de bebouwde kom het aantal voertuigkilometers stabiel is. Poppe (1996) vergelijkt de risicocijfers van 1995 met die uit 1986 en concludeert dat de risicocijfers voor provinciale en gemeentelijke wegen buiten de bebouwde kom een dalende trend vertonen, terwijl die voor auto(snel)wegen lijken te stabiliseren, en voor wegen binnen de bebouwde kom toenemen.

Voor het inschatten van de effecten van infrastructuurbeleid op verkeersonveiligheid is een belangrijke beperking dat er geen betrouwbare lange-termijn prognoses van risicokentallen naar wegtype zijn. Dit is onder meer het gevolg van onzekerheden en schommelingen in ongevals cijfers en slachtofferaantallen (niet lineaire relatie tussen verkeersdrukte en ongevallen) en de effecten van het voorgenomen verkeers- en vervoerbeleid. De Stichting Wetenschappelijk Onderzoek voor Verkeersveiligheid (SWOV) gaat bij de prognoses voor 2010 uit van een nullijn: ‘autonome’ risicodalingen (bij ongewijzigd verkeersveiligheidsbeleid) zouden de mogelijke toename van het aantal verkeersdoden en –slachtoffers als gevolg van door de verwachte automobiliteitsgroei compenseren (Schoon et al., 2000). Dit zou gemiddeld circa 1,6% per jaar zijn, uitgaande van een toename van het aantal autokilometers met 30% tussen 1995 en 2010 (AVV, 2000). Op basis van het beleid uit het Nationale Verkeers- en Vervoerplan (NVVP) (V&W, 2000b) is een grotere risicodaling mogelijk. In het NVVP wordt een taakstelling voor 2010 gegeven van 14.000 ziekenhuisslachtoffers (25% reductie t.o.v. 1998) en 750 verkeersdoden (30% reductie t.o.v. 1998) gegeven. Hiervoor wordt een pakket van maatregelen aangedragen, bestaande uit onder meer infrastructurele en voertuigtechnische maatregelen, regelgeving, telematica en gedragsbeïnvloeding (educatie, handhaving). Zo geeft Schoon (2000) een inschatting van effecten van afzonderlijke NVVP-maatregelen uit het aantal verkeersdoden en –slachtoffers. Geconcludeerd wordt dat als het gehele pakket van maatregelen wordt uitgevoerd, de NVVP-doelstellingen haalbaar zijn. Dit zou een reductie van verkeersonveiligheidsrisico's betekenen van ruwweg 3% per jaar, ofwel bijna een verdubbeling van de jaarlijkse afname.

Voor de berekening verkeersveiligheidseffecten is in deze studie uitgegaan van de prognose van het aantal autokilometers naar wegtype (o.a. rijkswegen, provinciale wegen) uit het LMS, en risicokentallen voor letselongevallen en dodelijke slachtoffers per miljoen voertuigkilometers voor 1995 volgens de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV) (Poppe, 1996). De vermenigvuldiging van de autokilometrages per wegtype en de risicokentallen levert een ruwe schatting van het aantal letselongevallen en dodelijke slachtoffers per zichtjaar.

In deze studie wordt ook een inschatting gegeven van het effect van ontsnipperingsmaatregelen op de verkeersveiligheidskosten, op basis van de door de SWOV geschatte kosten van verkeersonveiligheid voor 1997 (Weseman, 2000). Bij een berekening van het relatieve effect van ontsnipperingsmaatregelen is een inschatting nodig van de ontwikkeling van de risicokentallen tot 2020. Aangezien hier geen betrouwbare gegevens over zijn, kan een effectschattingen niet meer zijn dan een ruwe indicatie van de orde van

grootte van effecten. Om dit weer te geven wordt een bandbreedte in effecten gegeven, uitgaande van de 'autonome' risicodaling (een nullijn van letselongevallen en dodelijke slachtoffers) en een additionele risicodaling als gevolg het aanvullende NVVP-beleid. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat de nullijn als onderkant van de bandbreedte waarschijnlijk een redelijk optimistische schatting van de ontwikkeling van de verkeersveiligheidskosten op zal leveren, aangezien het maar de vraag is of de toename in mobiliteit ook op de langere termijn gecompenseerd kan blijven door autonome ontwikkelingen zoals leerprocessen bij verkeersdeelnemers en -professionals.

## 4. Effecten op natuur

### 4.1 Introductie

Dit hoofdstuk beschrijft de resultaten van de effecten van de ontsnipperingsvariant op natuur, zoals berekend met het model LARCH. Paragraaf 4.2 beschrijft de resultaten, paragraaf 4.3 geeft de conclusies. De natuurberekeningen worden zowel op landelijk niveau als voor enkele regio's weergegeven.

### 4.2 Resultaten

Met het model LARCH (paragraaf 3.2) zijn voor vijf kenmerkende en barrièregevoelige diersoorten de habitatkwaliteit doorgerekend voor de ontsnipperingsvariant en de Referentievariant (NVVP). Het gaat om de kleinere, minder mobiele, diersoorten (de adder, zandhagedis en boommarter) en grotere, mobiele, diersoorten (edelhert en wild zwijn).

Tabel 4.2.1 geeft de landelijke resultaten per soort per vegetatietype weergegeven.

*Tabel 4.2.1: Habitatkwaliteit (100 = optimaal) per soort per vegetatietype in de ontsnipperings- en referentievariant*

soort	vegetatietype	referentie	ontsnippering	absoluut verschil	procentueel verschil
adder	heide	51,49	51,93	0,44	1%
zandhagedis	heide	52,71	52,94	0,23	0%
	open duin	53,95	53,95	0	0%
boommarter	bos	17,58	18,93	1,35	8%
edelhert	bos	17,14	17,28	0,14	1%
	heide	9,98	10,04	0,06	1%
	open duin	92,83	92,86	0,03	0%
	moeras	5,53	5,58	0,05	1%
wild zwijn	bos	26,47	26,71	0,24	1%
	heide	36,23	36,5	0,27	1%
	open duin	46,86	46,86	0	0%
	moeras	3,22	3,28	0,06	2%

Tabel 4.2.1 laat zien dat de verschillen tussen de ontsnipperingsvariant en het referentievariant klein zijn. Dit komt mede doordat de omvang van de ontsnipperde gebieden gering is ten opzichte van het areaal aan gebieden waar geen ontsnippering heeft plaatsgevonden en dus geen kwaliteitsverandering optreedt.

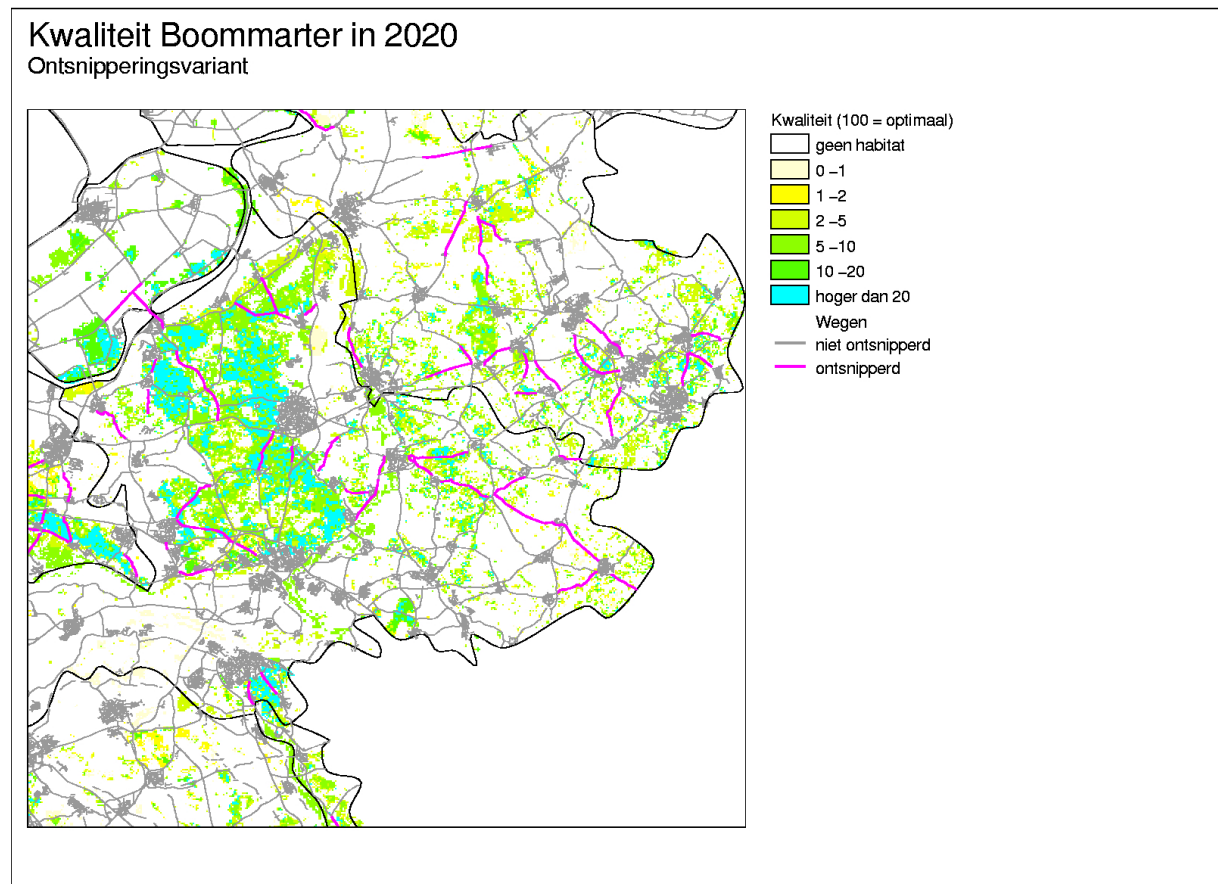
De habitatkwaliteit voor de boommarter laat verreweg het grootste verschil zien tussen beide varianten. Verder is te zien dat de grootste verschillen optreden in bossen en heidegebieden, terwijl in moerassen weinig, en in open duin geen verschillen optreden. Dit heeft te maken met het feit dat ontsnippering vooral plaatsvindt op de hogere zandgronden (bos en heide).

Om een beter beeld te krijgen van de lokale effecten van ontsnippering voor de natuurwaarde zijn enkele regionale verschillen in kaart gebracht. De figuren 4.1 en 4.2 illustreren de effecten voor de boomarter op de Veluwe, Twente en de Achterhoek, de figuren 4.3 en 4.4 voor het edelhert in onder meer op de Utrechtse Heuvelrug en de Veluwe. Merk op dat het hierbij nog steeds gaat om de potentiële kwaliteit, dus niet om daadwerkelijke populaties (zie ook paragraaf 3.2).

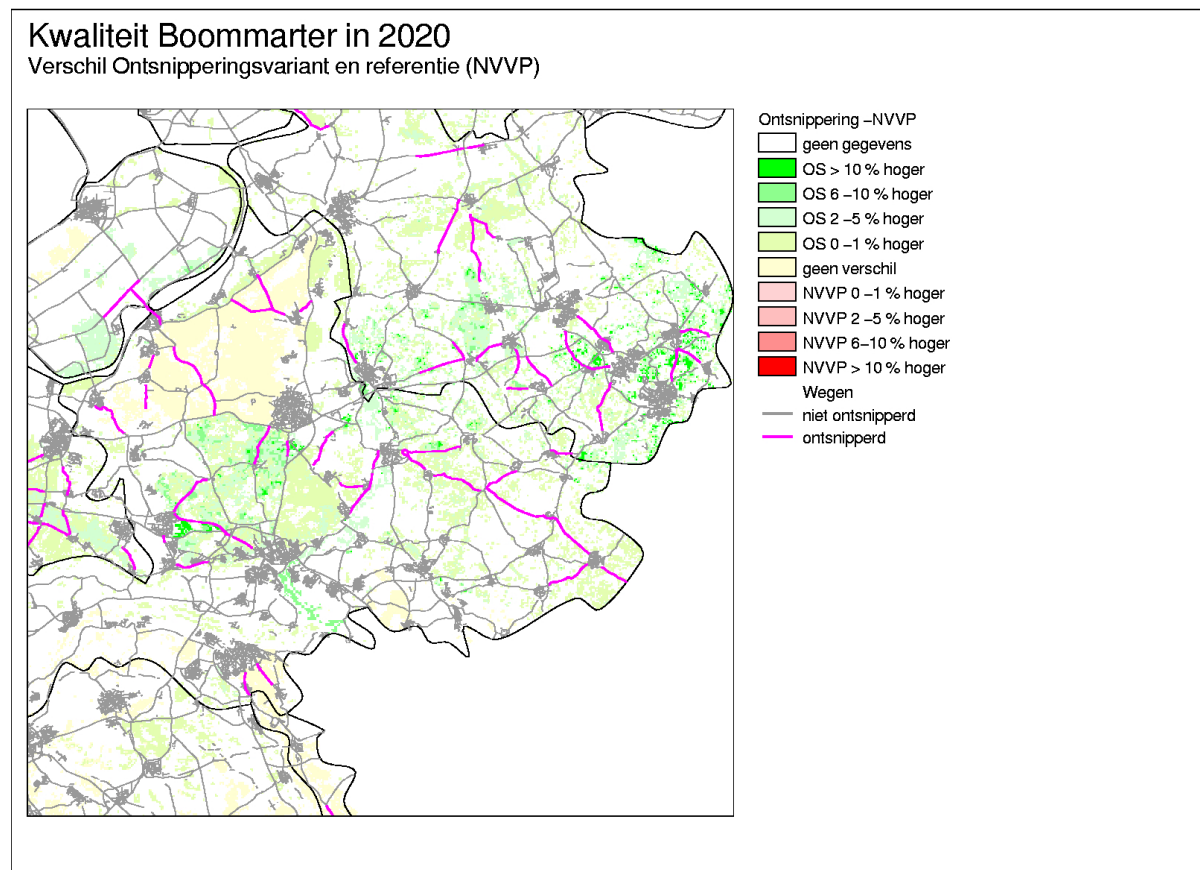
De belangrijkste resultaten per diersoort zijn:

- Boomarter: ontsnippering heeft een duidelijk positief effect op de habitatkwaliteit voor de boomarter op de hogere zandgronden, met name in Gelderland, de zuidkant van de Veluwe en op de Utrechtse Heuvelrug (figuur 4.1 en 4.2). Het ontsnipperen van provinciale wegen in het noordelijk deel van de Veluwe heeft geen significant effect op de habitatkwaliteit voor de boomarter, waarschijnlijk omdat deze diersoort in de directe omgeving van de ontsnipperde wegen in dit gebied geen potentieel habitat heeft;
- Edelhert en wild zwijn: de habitatkwaliteit voor het edelhert wordt door ontsnippering positief beïnvloed op de Utrechtse Heuvelrug en de zuidkant van de Veluwe (zie figuur 4.3 en 4.4). Met name op de Utrechtse Heuvelrug is het effect duidelijk omdat daar relatief kleine leefgebieden (vanwege een hoge dichtheid van relatief drukke wegen) worden samengevoegd tot grotere, waardoor de compartimentering van leefgebieden vermindert. Buiten de Randstad is de invloed nauwelijks merkbaar. Het ontsnipperen van provinciale wegen op de Veluwe heeft geen zichtbaar effect op de habitatkwaliteit voor het edelhert omdat daar de compartimentering door provinciale wegen maar beperkt is: de dichtheid van wegen is minder en deze zijn ook relatief minder druk. De habitatkwaliteit voor het wilde zwijn volgt dit beeld, zij het minder uitgesproken;
- Adder en zandhagedis: de invloed van ontsnippering is op deze soorten alleen lokaal merkbaar (vlakbij ontsnipperde wegen). Dit komt omdat deze soorten beperkt mobiel zijn (ofwel ze hebben een korte dispersieafstand). De effecten zijn hierdoor moeilijk te visualiseren.

Overigens moeten bij de interpretatie van de resultaten twee kanttekeningen worden geplaatst. De LARCH berekeningen zijn gebaseerd op de vegetatie in 2030, en niet in 2020. Dit is gedaan vanwege het oorspronkelijke doel (Natuurverkenning) waarvoor de berekeningen gedaan zijn. Verder zijn de barrièrekaarten gebaseerd op een niet geheel volledig wegenbestand. Wegen naar België en Duitsland sluiten niet helemaal aan op de landsgrenzen. Hierdoor wordt de barrièrewerking in de buurt van de grenzen plaatselijk onterecht 'opgeheven'.

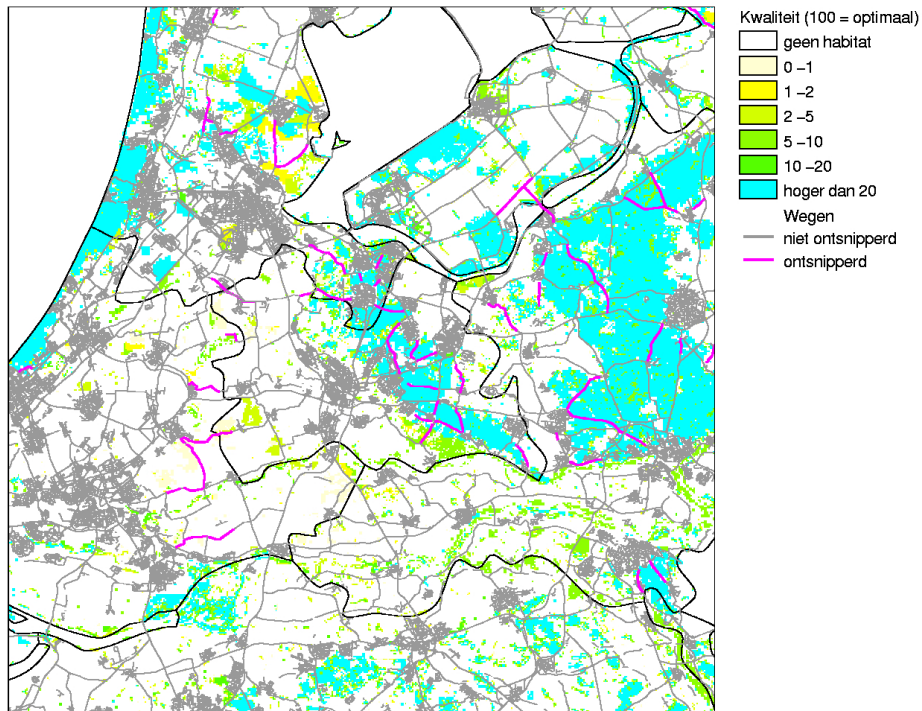


Figuur 4.1: Habitatkwaliteit voor de boomarter in de ontsnipperingsvariant in 2020



Figuur 4.2: Verschil in de habitatkwaliteit voor de boomarter tussen de ontsnipperingsvariant en de referentievariant in 2020

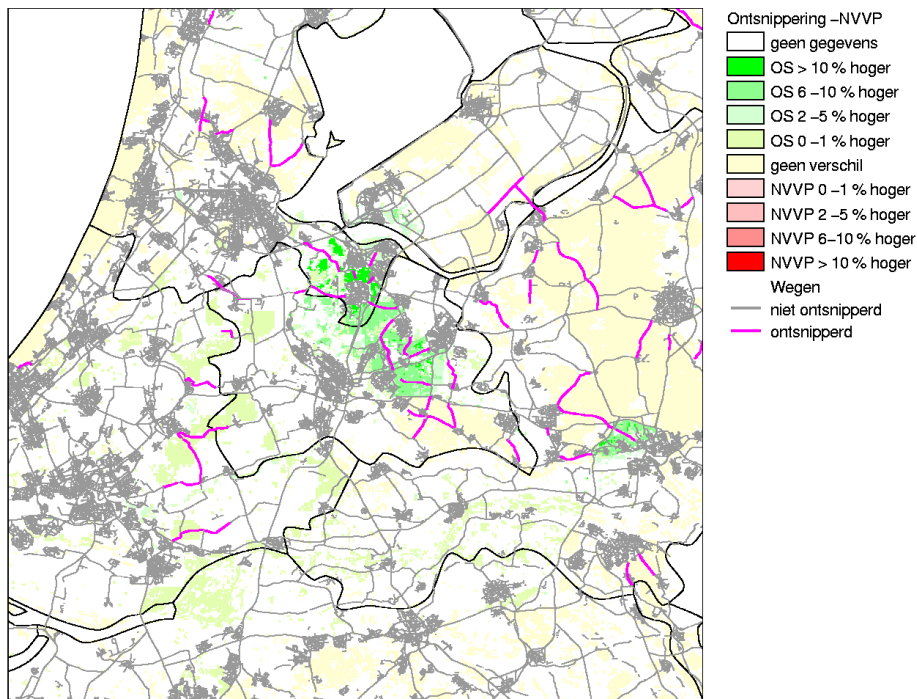
**Kwaliteit Edelhert in 2020**  
 Ontsnipperingsvariant



Datum: Friday 01-Mar-02 12:38

*Figuur 4.3: Habitatkwaliteit voor het edelhert in de ontsnipperingsvariant in 2020*

**Kwaliteit Edelhert in 2020**  
 Verschil Ontsnipperingsvariant en referentie (NVVP)



Datum: Friday 01-Mar-02 15:28

*Figuur 4.4: Verschil in de habitatkwaliteit voor het edelhert tussen de ontsnipperingsvariant en de referentievariant in 2020*



### 4.3 Conclusies

Op landelijke schaal bezien lijken de effecten van het verkeersluw maken van provinciale en gemeentelijke wegen op de habitatkwaliteit voor barrièregevoelige diersoorten beperkt. Dit komt door het grote areaal aan natuurgebieden waar geen ontsnippering heeft plaatsgevonden en dus geen kwaliteitsverandering optreedt. Op lokaal niveau zijn echter duidelijke positieve effecten op de habitatkwaliteit te zien, met name voor de boomarter en het edelhert. De habitatkwaliteit of geschiktheid rond ontsnipperde wegen kan voor deze soorten tot meer dan 10% toenemen.

Het verkeersluw maken van provinciale en gemeentelijke wegen lijkt in mindere mate effect te hebben op de habitatkwaliteit voor grotere, mobielere, diersoorten dan kleinere diersoorten. Voor kleine en beperkt mobiele diersoorten (zoals reptielen) vormen drukke lokale wegen een absolute barrière, en geven de grenzen aan van de territoria. Het effect van ontsnippering is voor deze soorten echter moeilijk te kwantificeren in termen van een toename van het oppervlak geschikte habitat. Voor kleine en mobiele diersoorten (boomarter) is het effect van ontsnippering van lokale wegen het grootst, aangezien deze wegen forse beperkingen van de territoria betekenen. Voor de grotere diersoorten (edelhert, wild zwijn) vormen drukke lokale wegen veel minder een barrière. Een verbetering van de habitatkwaliteit treedt bij deze soorten alleen op als kleine (potentiële) leefgebieden worden samengevoegd tot grotere, zoals op de Utrechtse Heuvelrug die door relatief veel drukke provinciale wegen wordt doorsneden. De grotere diersoorten op de Veluwe zijn waarschijnlijk relatief meer gebaat bij ontsnippering van het snelwegennet (bijvoorbeeld door faunapassages), die wel een absolute barrière vormen. Om de gevoeligheid van grotere diersoorten voor ontsnipperingsmaatregelen te analyseren is echter verder onderzoek nodig.



## 5. Effecten op personenverkeer

### 5.1 Introductie

In dit hoofdstuk worden de effecten van ontsnippering op de personenmobiliteit beschreven door op de ontsnipperingsvariant te vergelijken met de referentievariant. De berekeningen zijn verricht met het Landelijk Modelsysteem Verkeer en Vervoer (zie paragraaf 3.3). De effecten worden onderscheiden naar reizigerskilometers en het aantal verplaatsingen, onderscheiden naar verschillende vervoerwijzen (autobestuurder, autopassagier, trein, bus/tram/metro en langzaam verkeer) en twee regio's (de Randstad en de rest van Nederland)<sup>2</sup>.

De volgende aspecten komen aan de orde:

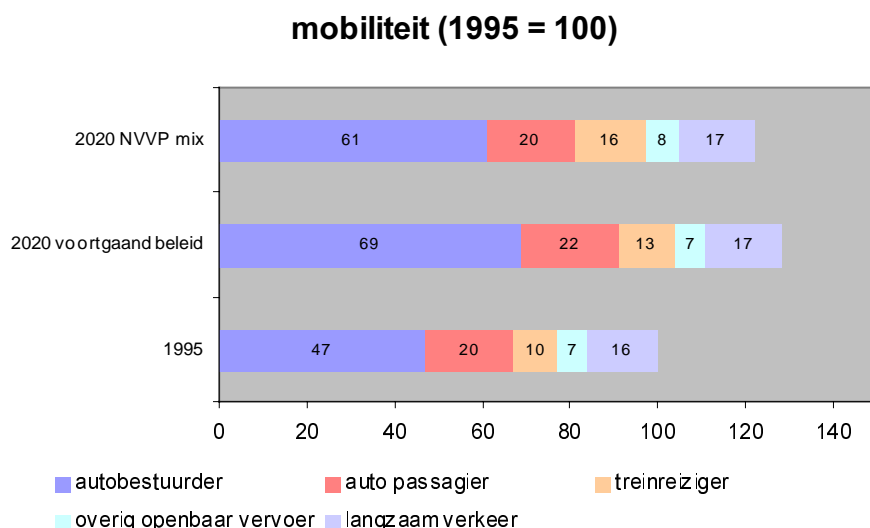
- effect op het aantal reizigerskilometers met onderscheid naar Nederland, Randstad en de rest van Nederland, tijdsperiode en hoofdwegennet dan wel onderliggend wegennet;
- effect op het aantal reizigerskilometers met onderscheid naar motief en vervoerwijze;
- effect op het aantal voertuigverliesuren (maat voor congestie) met onderscheid naar Nederland, Randstad en de rest van Nederland, tijdsperiode en hoofdwegennet dan wel onderliggend wegennet;
- effect op het aantal verplaatsingen met onderscheid naar motief en vervoerwijze.

### 5.2 Reizigerskilometers

In de periode 1995-2020 neemt de personenmobiliteit door in Nederland nog fors toe, vooral door demografische en sociaal-economische ontwikkelingen. Figuur 5.1 illustreert de ontwikkeling van de personenmobiliteit bij realisatie van voortgaand beleid en een mix van NVVP beleid (de referentievariant). Het voortgaand beleid scenario gaat uit van minder infrastructuurbeleid dan de referentievariant: alleen de projecten uit het MIT 2000 waarvoor financiële dekking bestaat, de maatregelen uit het BereikbaarheidsOffensief Randstad (inclusief realisatie van een spitstarief in 2010) als gerealiseerd wordt verondersteld.

---

<sup>2</sup> De LMS-resultaten voor de ontwikkeling van het totale aantal personenkilometers en de kilometers onderscheiden naar tijdsperiode komen niet geheel overeen. De reden hiervan is dat de uitvoer uit verschillende modules van het LMS afkomstig zijn: bij de ontwikkeling van het totale reizigerskilometrage (paragraaf 5.2) wordt intrazonaal verkeer (verkeer dat zowel een herkomst als bestemming in dezelfde zone heeft) wel meegenomen in de berekening, in de ontwikkeling van het reizigerskilometrage naar tijdsperiode (paragraaf 5.4) niet. Dit heeft echter geen invloed op de vergelijking van de resultaten van de ontsnipperings- en referentievariant.



*Figuur 5.1: Ontwikkeling van de personenmobiliteit bij in de referentievariant (NVVP-mix) en bij realisatie van voortgaand beleid, index 1995=100*

Bron: AVV (2000)

Figuur 5.1 laat zien dat in de referentievariant (NVVP-mix) het autoverkeer wordt onderdrukt door prijsmaatregelen (congestieheffing, variabilisatie). De combinatie van prijsbeleid voor de auto en verbeteringen van het openbaar vervoer levert relatief hoog trein- en overig openbaar-vervoergebruik op.

In de tabel 5.1 wordt de groei van het aantal reizigerskilometers weergegeven van de referentievariant 2020 ten opzichte van het basisjaar 1995, waarbij onderscheid wordt gemaakt naar het hoofdwegennet en onderliggend wegennet, tijdsperiode en landsdeel. Tabel 5.2 geeft voor hetzelfde onderscheid de groei dan wel daling van het aantal reizigerskilometers weer wanneer ten opzichte van de referentie wordt uitgegaan van een ontsnipperd netwerk. Een indexcijfer > 100 geeft hierbij een groei van het aantal reizigerskilometers in de ontsnipperingsvariant weer ten opzichte van de referentie.

*Tabel 5.1: Ontwikkeling aantal reizigerskilometers t.o.v. basisjaar 1995 per wegtype, landsdeel en tijdsperiode, referentievariant 2020 (index 1995 = 100)*

	hoofdwegennet			onderliggend wegennet			wegennet totaal		
	Randstad	rest Ned.	Ned. totaal	Randstad	rest Ned.	Ned. totaal	Randstad	rest Ned.	Ned. totaal
ochtend-spits	136	152	145	130	160	148	134	155	146
avond-spits	137	145	141	133	159	149	136	150	144
restdag	147	164	157	144	166	159	146	165	158
etmaal	144	159	153	139	164	156	142	161	154

Tabel 5.2: Reizigerskilometers; effecten van ontsnippering t.o.v. referentie 2020 (index = 100) per wegtype, landsdeel en tijdsperiode

	hoofdwegennet			onderliggend wegennet			wegennet totaal		
	Randstad	rest Ned.	Ned. totaal	Randstad	rest Ned.	Ned. totaal	Randstad	rest Ned.	Ned. totaal
ochtend-spits	98	101	100	95	94	94	97	98	98
avond-spits	99	101	100	96	94	95	98	98	98
restdag	102	103	103	96	94	95	100	100	100
etmaal	101	103	102	96	94	95	99	99	99

In tabel 5.2 is te zien dat het totaal aantal reizigerskilometers (totale afstand die per tijdseenheid wordt afgelegd met alle vervoerwijzen) op het hoofdwegennet licht toeneemt. Dit komt doordat verkeer van het onderliggend wegennet, waar de ontsnipperingslocaties zijn verondersteld, wordt verdreven naar het hoofdwegennet waardoor er feitelijk meer omgereden moet worden. Op het onderliggend wegennet is dan ook een reductie van het aantal reizigerskilometers te constateren.

Verder valt op dat de toename van reizigerskilometers op het hoofdwegennet zich met name buiten de Randstad en buiten de spitsperioden manifesteert. De sterkere toename buiten de Randstad wordt veroorzaakt doordat de ontsnipperingslocaties vooral daar liggen, en het effect ook relatief groter is omdat de dichtheid van het autosnelwegennet minder groot is en het autoverkeer verder moet omrijden. Verder speelt mee dat in de Randstad de verdrijving van het provinciale en gemeentelijk wegennet naar het hoofdwegennet beperkt zal zijn omdat het hoofdwegennet daar met name in de spitsperioden al 'vol' is. Het grootste aandeel verkeer betreft het woon-werk verkeer, dat juist in deze perioden actief is (aandeel woon-werk bedraagt per etmaal bijna 45%, in de spitsperioden ligt dit aandeel nog hoger). Als - langere termijn- reactie hierop gaan mensen hier hun activiteitenpatronen op aanpassen (bijvoorbeeld reizen op anderen momenten of naar andere locaties), wat op geaggregeerd niveau resulteert in een afname van het aantal reizigerskilometers op het hoofdwegennet in de Randstad. Gemiddeld zal men ongeveer even lang doen over een verplaatsing, de verplaatsingsafstanden zullen korter zijn.

Tabel 5.3: Ontwikkeling aantal reizigerskilometers ontsnipperingsvariant t.o.v. referentie 2020 (index = 100) in heel Nederland, uitgesplitst naar vervoerwijze en motief

	auto-bestuurder	auto-passagier	trein	bus/tram/metro	langzaam verkeer
woon-werk	97	101	102	102	102
woon-zakelijk	101	102	102	102	101
zakelijk niet woninggebonden	100	102	101	101	101
school	97	99	101	101	100
winkel	97	100	100	100	100
overig	98	101	100	100	100

Tabel 5.4: Ontwikkeling aantal reizigerskilometers ontsnipperingsvariant t.o.v. referentie 2020 (index = 100) in de **Randstad**, uitgesplitst naar vervoerwijze en motief

	auto- bestuurder	auto- passagier	trein	bus/tram/ metro	langzaam verkeer
woon-werk	97	102	101	101	101
woon-zakelijk	101	102	101	101	101
zakelijk niet woninggebonden	101	102	101	100	100
school	98	101	101	100	100
winkel	98	101	100	100	100
overig	99	102	100	100	100

Tabel 5.5: Ontwikkeling aantal reizigerskilometers ontsnipperingsvariant t.o.v. referentie 2020 (index = 100) in de **rest van Nederland**, uitgesplitst naar vervoerwijze en motief

	auto- bestuurder	auto- passagier	trein	bus/tram/ metro	langzaam verkeer
woon-werk	96	100	102	103	102
woon-zakelijk	101	102	103	102	101
zakelijk niet woninggebonden	100	101	101	102	101
school	96	97	101	101	100
winkel	97	99	100	100	100
overig	97	101	100	100	100

De tabellen 5.3, 5.4 en 5.5 geven weer hoe de ontwikkeling van het aantal reizigerskilometers is over de verschillende motieven en vervoerwijzen. De meeste reizigerskilometers worden met de auto gemaakt (68%). 16% van de kilometers worden gemaakt met het openbaar vervoer en 16% bestaat uit langzaam verkeer.

Het totaal aantal reizigerskilometers neemt marginaal af. In de tabellen is te zien dat de grootste effecten zoals verwacht mag worden optreden bij het woon-werk verkeer met de auto. Het totaal aantal reizigerskilometers neemt hier enerzijds af doordat men op de langere termijn andere, meer nabij gelegen, bestemmingen gaat zoeken (dus kortere verplaatsingen) en anderzijds doordat er een lichte substitutie plaats vindt van de auto naar het openbaar vervoer. Buiten de Randstad speelt dit wat sterker dan in de Randstad omdat het hier gaat om verplaatsingen over langere afstand. Bovendien zijn vooral buiten de Randstad in deze studie wegen ontsnipperd. Juist het gebied waarin de wegenstructuur grofmaziger is en ingrepen in deze infrastructuur dus meer ingrijpend.

Hetzelfde is te constateren voor het motief 'overig'. Dit motief bevat vooral recreatief verkeer en heeft met 25% ook een substantieel aandeel in het aantal reizigerskilometers (Nederland totaal, etmaal). Hier geldt echter niet zozeer dat men een andere vervoerswijze kiest, maar meer naar activiteiten op meer nabijgelegen locaties.

### 5.3 Verplaatsingen

In deze paragraaf wordt ingegaan op de ontwikkeling van het aantal verplaatsingen over de verschillende vervoerwijzen. Hierbij is tevens onderscheid gemaakt naar motief. Opgemerkt moet worden dat de hoeveelheid verplaatsingen per motief in de referentievariant en de ontsnipperingsvariant ongeveer gelijk is: in het LMS wordt geen vraaguitval verondersteld (mensen gaan bijvoorbeeld niet minder winkelen). Alleen tussen de vervoerwijzen treedt een herverdeling van het verkeer op.

In de tabellen 5.6, 5.7 en 5.8 wordt de ontwikkeling van het aantal verplaatsingen over de vervoerwijzen en motieven voor heel Nederland, de Randstad en de rest van Nederland weergegeven wanneer ten opzichte van de referentie wordt uitgegaan van een ontsnipperd netwerk. Een indexcijfers > 100 geeft hierbij een groei van het aantal verplaatsingen in de ontsnipperingsvariant weer ten opzichte van de referentie.

*Tabel 5.6: Ontwikkeling aantal verplaatsingen t.o.v. referentie 2020 (index = 100) in heel Nederland, uitgesplitst naar vervoerwijze en motief*

	auto bestuurder	auto passagier	trein	bus/tram/metro	langzaam verkeer
woon-werk	99	100	102	102	102
woon-zakelijk	100	101	102	101	101
zakelijk niet woninggebonden	100	100	101	101	101
school	97	98	101	101	100
winkel	100	100	100	100	100
overig	100	100	100	100	100

*Tabel 5.7: Ontwikkeling aantal verplaatsingen t.o.v. referentie 2020 (index = 100) in de Randstad, uitgesplitst naar vervoerwijze en motief*

	auto bestuurder	auto passagier	trein	bus/tram/metro	langzaam verkeer
woon-werk	99	100	101	101	101
woon-zakelijk	100	101	101	101	101
zakelijk niet woninggebonden	100	100	101	100	100
school	98	99	100	100	100
winkel	100	100	100	100	100
overig	100	100	100	100	100

*Tabel 5.8: Ontwikkeling aantal verplaatsingen t.o.v. referentie 2020 (index = 100) in de rest van Nederland, uitgesplitst naar vervoerwijze en motief*

	auto bestuurder	auto passagier	trein	bus/tram/metro	langzaam verkeer
woon-werk	99	99	102	102	102
woon-zakelijk	100	101	103	101	101
zakelijk niet woninggebonden	100	100	101	101	101
school	97	97	101	101	100
winkel	100	100	100	100	100
overig	100	100	100	100	100

De tabellen 5.7 en 5.8 laten zien dat het effect van ontsnippering (op dit geaggregeerde niveau) op de vervoerwijzekeuze voor de onderscheiden motieven beperkt is. Voor het woon-werk verkeer vindt er een lichte substitutie plaats van de auto naar het openbaar vervoer (zie ook paragraaf 5.2). Dit zal met name gelden voor de spitsperioden omdat het woon-werk verkeer zich daar met name manifesteert en de ‘overcapaciteit’ van het wegennet in die periode het kleinst is.

Voor het motief school vindt er een lichte substitutie plaats van de auto naar het openbaar vervoer. De afname van autoverplaatsingen is hierbij groter dan de toename van het openbaar vervoer. Dit komt doordat het totale aantal autoverplaatsingen (bestuurder en passagier) bijna de helft kleiner is dan per openbaar vervoer. Maar in het licht van het totaal aantal verplaatsingen met het motief school ten opzichte van het totaal aantal verplaatsingen (2% van de etmaalverplaatsingen heeft het motief school) is dit zeer beperkt.

## 5.4 Conclusies

Het ontsnipperen van het provinciale en gemeentelijke wegen die natuurgebieden doorsnijden (door deze verkeerssluw te maken) heeft op landelijke schaal en op het niveau van de Randstad en buiten de Randstad een gering effect op reizigerskilometers. Naar wegtype en naar tijdsperiode zijn er wel verschillen te constateren. Buiten de Randstad verschuift een relatief groot deel van het autoverkeer van het provinciale en gemeentelijke wegennet naar het hoofdwegennet. Het totale aantal autokilometers neemt toe omdat (door een relatief lage dichtheid van hoofdwegen) automobilisten relatief ver moeten worden omrijden. In de Randstad vindt een beperktere verschuiving plaats naar het hoofdwegennet. Het hoofdwegennet biedt hier veel minder een alternatief, omdat deze (vooral in de spitsperioden) al relatief zwaar wordt belast. Mensen passen hier eerder hun activiteitenpatronen aan (bijvoorbeeld reizen op andere momenten of naar andere locaties) of, in mindere mate, kiezen voor een andere vervoerwijzekeuze.

De mobiliteitseffecten van ontsnippering zullen naar verwachting op lokaal niveau beter zichtbaar zijn. In deze studie is hier geen onderzoek naar verricht. In vervolgonderzoek is een nadere (regionale) differentiatie van de mobiliteitsprognoses is dan ook wenselijk.



## 6. Effecten op bereikbaarheid

### 6.1 Introductie

Bij de effecten van de ontsnipperingsvariant op bereikbaarheid wordt zowel gekeken naar op infrastructuur gerichte als op activiteiten gerichte bereikbaarheidsmaten. De volgende indicatoren zijn berekend voor de referentie- en ontsnipperingsvariant:

- (a) het aantal voertuigverliesuren als geaggregeerde maat voor vertragingen en congestie. Voertuigverliesuren geven het verschil weer tussen een reistijd met oponthoud door drukte op de weg en de reistijd zonder enig oponthoud. Paragraaf 6.2 beschrijft de resultaten.
- (b) de intensiteit-capaciteit verhoudingen op het wegennet. Dit geeft de verkeersdrukke aan op wegvakken en is een manier om congestielocaties te kunnen visualiseren. Paragraaf 6.3 geeft de resultaten.
- (c) de potentiële bereikbaarheid van activiteiten. Hierbij is het aantal banen, mensen en hectare natuur dat per auto bereikt kan worden vanuit woonlocaties berekend. In deze benadering is het effect van toegenomen vertragingen en congestie meegenomen in de gemiddelde reistijd tussen herkomsten en bestemmingen. Paragraaf 6.4 beschrijft de resultaten.

Verder worden in dit hoofdstuk de op geld waardeerbare kosten van de veranderingen in bereikbaarheid beschreven. Dit zijn de kosten die samenhangen met vertragingen en congestie en omrijden. Paragraaf 6.5 beschrijft de resultaten. Tenslotte geeft paragraaf 6.6 de conclusies.

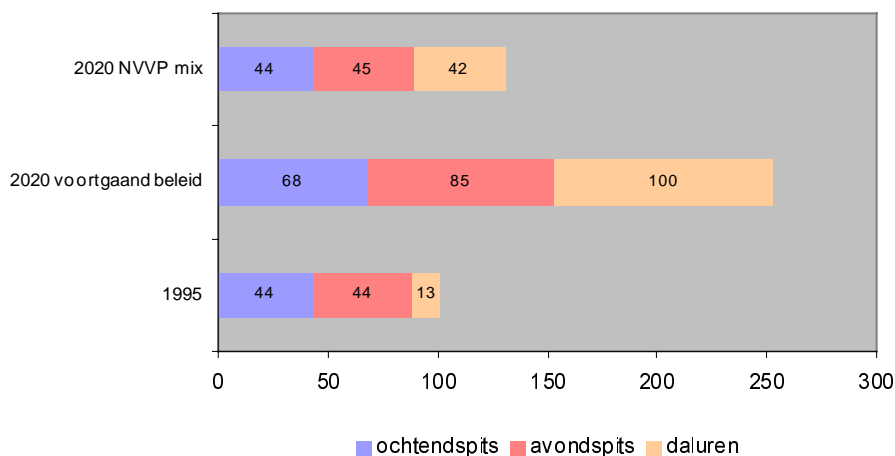
### 6.2 Voertuigverliesuren

De mate van congestie op het wegennet kan worden uitgedrukt in het aantal voertuigverliesuren. Het Landelijk Modellsysteem berekent deze indicator als een geaggregeerde maat voor congestie die kan worden onderscheiden naar type weg, tijdsperiode en regio.

In tabel 6.1 wordt de groei van het aantal voertuigverliesuren (van personen- en vrachtoertuigen tezamen) weergegeven van de referentievariant 2020 ten opzichte van het basisjaar 1995, waarbij onderscheid wordt gemaakt naar het hoofdwegennet en onderliggend wegennet, tijdsperiode en landsdeel. Tabel 6.1 laat zien dat door een combinatie van benuttingsmaatregelen, uitbreidingen van het wegennet en prijsmaatregelen het aantal voertuigverliesuren op het hoofdwegennet tijdens de spitsperioden in de Randstad afneemt. Het aantal voertuigverliesuren neemt echter buiten de spitsen, buiten de Randstad, en op het onderliggende wegennet relatief fors toe. Per saldo neemt het aantal voertuigverliesuren in de referentievariant toe: op het hoofdwegennet met circa 30%, op het onderliggend wegennet meer dan een verdubbeling (zie ook AVV, 2000). De toename is echter veel kleiner dan bij

‘voortgaand beleid’ (zonder de realisatie van NVVP-voornemens): het aantal voertuigverliesuren zou dan met factor 2,5 toenemen (zie figuur 6.1).

### congestie op het hoofdwegennet (1995 = 100)



Figuur 6.1: Ontwikkeling van het aantal voertuigverliesuren in de referentievariant (NVVP mix) en bij voortgaand beleid in de periode 1995-2020

Bron: AVV (2000)

Tabel 6.1: Ontwikkeling van het aantal voertuigverliesuren t.o.v. basisjaar 1995 per wegtype, landsdeel en tijdsperiode, referentievariant 2020 (index 1995 = 100)

	hoofdwegennet			onderliggend wegennet		
	Randstad	rest Nederland	Nederland totaal	Randstad	rest Nederland	Nederland totaal
ochtendspits	86	168	97	164	206	177
avondspits	90	145	99	191	227	203
restdag	373	561	427	502	539	517
etmaal	112	222	130	206	255	222

Tabel 6.2 geeft de groei dan wel daling van het aantal voertuigverliesuren in de ontsnipperingsvariant ten opzichte van de (NVVP-) referentievariant (een indexcijfer > 100 geeft een groei ten opzichte van de referentie).

Tabel 6.2: Ontwikkeling aantal voertuigverliesuren ontsnipperingsvariant t.o.v. referentie 2020 (index = 100) per wegtype, landsdeel en tijdsperiode

	hoofdwegennet			onderliggend wegennet		
	Randstad	rest Nederland	Nederland totaal	Randstad	Rest Nederland	Nederland totaal
ochtendspits	100	114	104	92	98	94
avondspits	102	110	104	97	95	96
restdag	110	142	122	111	117	114
etmaal	104	125	110	98	102	100

Tabel 6.2 laat zien dat het aantal voertuigverliesuren op het hoofdwegennet ten gevolge van ontsnippering toeneemt met ongeveer 10%. Het aantal voertuigverliesuren op het hoofdwegennet neemt met name toe buiten de Randstad (gemiddeld 25% toename over de hele dag) en dan met name buiten de spitsperiode (42% toename). De toename tijdens de spits is beperkt, omdat de overcapaciteit op het hoofdwegennet in de spits beperkt is (weinig rek). Veel extra verkeer ten gevolge van ontsnippering zal zich hierdoor minder lang op het

hoofdwegennet manifesteren (andere bestemmingen) en/of op andere tijden gaan rijden. Een deel van de mensen maakt door de toename van het aantal voertuigverliesuren gebruik van een andere vervoerwijze. Opvallend genoeg neemt op het onderliggend wegennet – waar de ontsnipperingsmaatregelen zijn verondersteld - het aantal voertuigverliesuren in de spitsperioden af. In paragraaf 5.3 is reeds gesteld dat door de verslechterde bereikbaarheid de gemiddelde ritlengte afneemt. Maar deze gemiddeld kortere ritten gaan vaker over het hoofdwegennet, omdat routes op het onderliggend wegennet zijn onderbroken en er hierdoor verdrijving naar het hoofdwegennet optreedt. De grootste groep die dit aan gaat is het woonwerk verkeer in de spits. Verder neemt ook op het onderliggend wegennet de hoeveelheid voertuigverliesuren buiten de spitsperioden behoorlijk toe, maar relatief minder dan op het hoofdwegennet. Over het hele etmaal gezien blijft op het onderliggend wegennet de mate van congestie ten gevolge van ontsnippering constant. Per saldo neemt het aantal voertuigverliesuren (op het hoofd- en onderliggend wegennet in het LMS) in de ontsnipperingsvariant met bijna 4% toe.

Overigens wordt in de ontsnipperingsvariant het effect van de ontsnipperingsmaatregelen op congestie onderdrukt door prijsmaatregelen: bij congestiegevoelige wegvakken wordt zowel op het hoofd- als onderliggend wegennet en binnen en buiten de spitsperioden een congestieheffing verondersteld. Zonder deze congestieheffing zou het effect op congestie vooral voor het personenverkeer veel groter zijn. Dit blijkt ook uit de verdeling van de toename van de voertuigverliesuren naar personenverkeer en vrachtverkeer: het aantal voertuigverliesuren van het personenverkeer neemt slechts met 2% toe, voor het vrachtverkeer met 12%. Meer dan de helft van de absolute toename van het aantal voertuigverliesuren komt voor rekening van het vrachtverkeer.

Merk op dat het effect van ontsnipperingsmaatregelen op het vrachtverkeer in het LMS slechts beperkt gemitigeerd kan worden door gedragseffecten en prijsmaatregelen. In het LMS heeft het vrachtverkeer veel minder gedragsmogelijkheden dan het autoverkeer: er wordt uitgegaan van een vaste vervoervraag en herkomst-bestemmingsmatrix per tijdsperiode (zie HCG, 1997). Verder is het vrachtverkeer is veel minder gevoelig voor congestieheffingen, omdat het grootste deel van de verplaatsingskosten bestaan uit reistijdkosten (vanwege de hoge reistijdwaardering). Doordat het vrachtverkeer in het LMS alleen maar de routekeuze tussen herkomsten en bestemmingen kan aanpassen zal de omvang van de voertuigverliesuren fors worden overschat. Vervoerders zullen namelijk in de werkelijkheid op congestie reageren door bijvoorbeeld op andere tijdstippen zullen gaan rijden. Indien verondersteld wordt dat de helft van de voertuigverliesuren van het vrachtverkeer gemitigeerd kan worden door wijzigingen in de tijdstipkeuze, dan bedraagt de totale toename van het aantal voertuigverliesuren in de ontsnipperingsvariant in 2020 – ten opzichte van de referentievariant - circa 2,5 tot 3%.

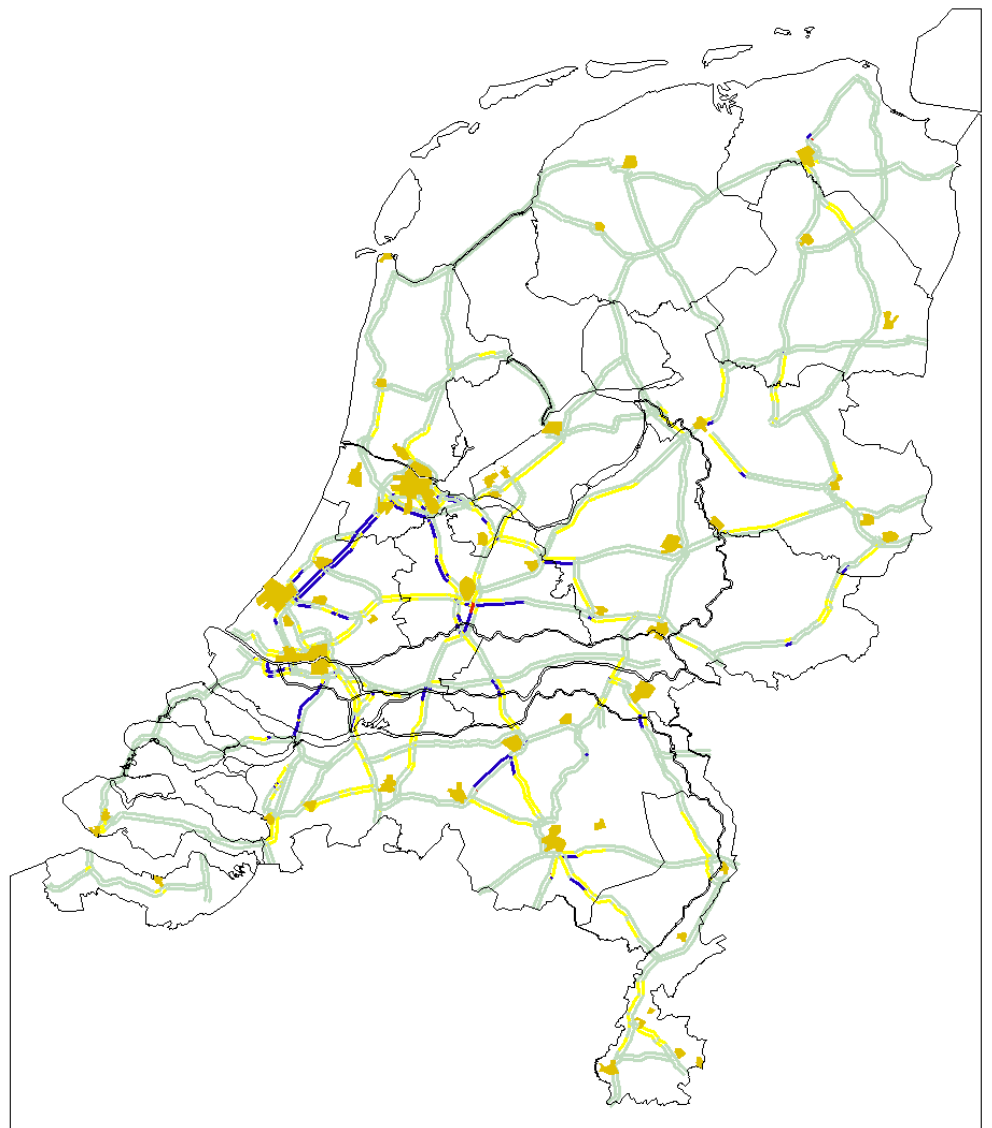
### 6.3 Intensiteit/capaciteit-verhoudingen

De ontwikkeling van congestie kan worden gevisualiseerd door de intensiteit/capaciteit (I/C-) verhouding op het wegennet. Als op een wegvak de intensiteiten ten opzichte van de capaciteiten gering zijn (een I/C-verhouding kleiner dan 0,5) dan is er sprake van een ongehinderde doorstroming. Bij een I/C- verhouding tussen de 0,5 en 0,8 is er sprake van congestie (langzamer rijden), boven de 0,8 van zware congestie (langzaam rijden en stil staan).

Figuur 6.2 laat de intensiteit-capaciteit verhoudingen op het hoofdwegennet zien in de avondspits in de referentievariant in 2020. De figuur laat zien dat door het uitvoeren van de NVVP-voornemens (een combinatie van benuttingsmaatregelen, uitbreidingen van het wegennet en prijsmaatregelen) in de avondspits vrijwel nergens zware congestie optreedt (alleen op de A27 ten zuiden van Utrecht). Ook in de ochtendspits en buiten de spitsperiodes treedt nergens zware congestie op. Dit is voornamelijk het resultaat van de in de referentievariant veronderstelde introductie van de congestieheffing (op wegvakken met zware congestie wordt een heffing van 9 Eurocent per kilometer verondersteld). Zonder de realisatie van de NVVP-voornemens ontstaan zware congestielocaties op de gehele Randstadring (zie AVV, 2000). ‘Gewone’ congestielocaties zijn te vooral vinden op de Randstadring (zoals op de A4 tussen Amsterdam en Den Haag en de snelwegen rond Utrecht). De gemiddelde spitsnelheid ligt in de referentievariant, ondanks deze congestielocaties, op het hoofdwegennet boven de 60 km/uur (de bereikbaarheidsdoelstelling van het Nationale Verkeers- en Vervoerplan). Dit is een verbetering is ten opzichte van de huidige situatie, ondanks dat het totale aantal voertuigverliesuren op het hoofdwegennet toeneemt (zie ook AVV, 2000).

Figuur 6.3 geeft de I/C-verhoudingen in de ontsnipperingsvariant voor de avondspits in 2020. Opvallend genoeg wijkt het congestiebeeld niet sterk af van de referentievariant. Ook in de ontsnipperingsvariant is het aantal locaties met zware congestie beperkt (alleen onder Utrecht en Eindhoven), en zijn de locaties met congestie vrijwel dezelfde als in de referentievariant. Dit is vermoedelijk het resultaat van de veronderstelde congestieheffing die op zware congestielocaties wordt geheven. Het aantal locaties met een geringe mate van congestie neemt in de avondspits zowel in de Randstad (zoals op de A12 tussen Utrecht en Den Haag) als buiten de Randstad (zoals op de A50 tussen Zwolle en Arnhem) toe.

Samengevat kan worden gesteld dat door het verkeersluw maken van de provinciale en gemeentelijke wegen het aantal congestielocaties op het hoofdwegennet toeneemt, maar dat dit met name ‘geringe’ congestie betreft (geringe snelheidsafname); het effect op ‘gewone’ congestie en ‘zware’ congestie (zeer langzaam rijden en stil staan) is beperkt. Dit is vermoedelijk het resultaat van de veronderstelde congestieheffing waardoor de toename van (zware) congestie op het hoofdwegennet deels wordt gemitigeerd.



- Steden
- Lands- en provinciegrenzen
- i/c HWN
- vraag < aanbod (ongehinderde doorstroming)
- vraag = aanbod (geringe snelheidsafname)
- vraag > aanbod (congestie)
- vraag >> aanbod (zware congestie)

*Figuur 6.2: Intensiteit/capaciteit verhouding in de avondspits op het hoofdwegennet in de (NVVP-) referentievariant in 2020*



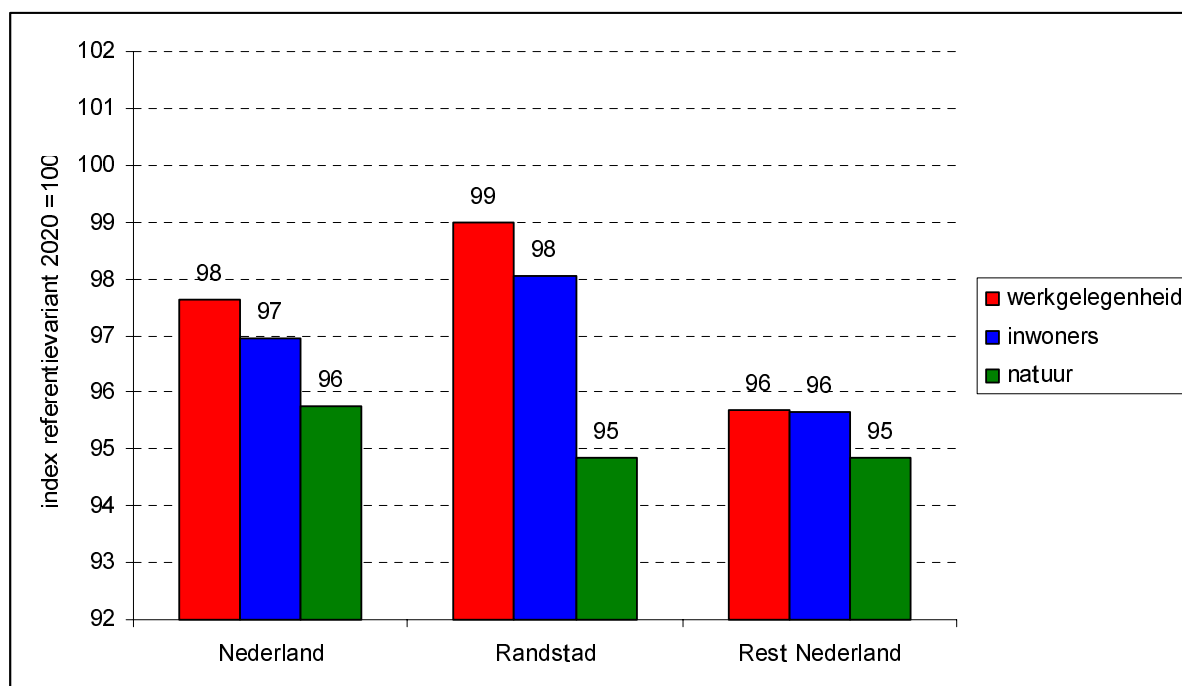
*Figuur 6.3: Intensiteit/capaciteit verhouding in de avondspits op het hoofdwegennet in de ontsnipperingsvariant in 2020*

## 6.4 Potentiële bereikbaarheid van activiteiten

De hierboven beschreven op infrastructuur gerichte bereikbaarheidsmaten (voertuigverliesuren, I/C-verhoudingen) beschrijven de kwaliteit van het functioneren van het wegennet. Op infrastructuur gerichte bereikbaarheidsmaten houden echter niet expliciet rekening met de ruimtelijke spreiding van activiteiten. Geografische, of potentiële bereikbaarheidsmaten, die het potentiële aantal bestemmingen dat binnen een bepaalde reistijd bereikt kan worden aangeven, doen dit wel. Een toe- of afname van de potentiële bereikbaarheid kan zowel het resultaat zijn van een infrastructurele veranderingen (bijvoorbeeld een toename van de reistijd door congestie) als ruimtelijke veranderingen (bijvoorbeeld een toename van bestemmingen, zoals nieuwe werkgelegenheidslocaties).

Figuur 6.4 geeft de landelijke ontwikkeling van de potentiële bereikbaarheid van de werkgelegenheid, de bevolking en de natuur weer voor de ontsnipperingsvariant ten opzichte van de referentievariant in 2020. Bereikbaarheid is hier uitgedrukt als het gemiddelde aantal activiteiten dat een inwoner kan bereiken vanuit een bepaalde herkomstlocatie, waarbij verder weg gelegen activiteiten minder belangrijk zijn (via een afstandvervalfunctie). De bereikbaarheid van werkgelegenheid is hierbij uitgerekend voor de ochtendspitsperiode, de bereikbaarheid van bevolking en natuur voor de periode buiten de spitsen. De figuur laat zien dat ontsnippering van provinciale en gemeentelijke wegen in natuurgebieden een beperkte afname geeft van de gemiddelde bereikbaarheid van werkgelegenheid, bevolking en natuur. Gemiddeld neemt in de ontsnipperingsvariant het aantal banen dat een inwoner van Nederland per auto kan bereiken in de ochtendspits ten opzichte van de referentievariant met 2% af, het aantal mensen dat bereikt kan worden 3% en het aantal hectare natuur en bos 4%.

Ten opzichte van 1995 betekent neemt de bereikbaarheid van activiteiten ook in de ontsnipperingsvariant toe. Voor een gemiddelde inwoner in Nederland neemt tussen 1995 en 2020 de bereikbaarheid van werkgelegenheid, inwoners en natuur in de ontsnipperingsvariant toe met respectievelijk 23%, 8% en 39%. In de referentievariant houdt de ontwikkeling van de bereikbaarheid van werk, inwoners en natuur (respectievelijk 26%, 12% en 47%) ruwweg gelijke tred met de ontwikkeling van de omvang van de werkgelegenheid (28% toename), bevolking (15% toename) en natuur (47% toename aantal hectare natuur en bos). Door het pakket maatregelen uit het NVVP (betere benutting, aanleg extra infrastructuur, congestieheffingen) kan de gemiddelde reistijd per auto ruwweg constant kan blijven. Indien geen NVVP-beleid wordt verondersteld nemen de reistijden door een toename van congestie en vertragingen duidelijk af. Uit eerdere studies (zie bijvoorbeeld Geurs & Ritsema van Eck, 2000) blijkt dat zonder het NVVP-beleid (wanneer alleen het MIT wordt verondersteld) de gemiddelde reistijden in de ochtendspits in de periode 1995-2020 circa 20% toenemen, waardoor de potentiële bereikbaarheid van werkgelegenheid per inwoner in Nederland afneemt.



*Figuur 6.4: Ontwikkeling van de bereikbaarheid van werkgelegenheid, inwoners en natuur per auto in Nederland, de Randstad en de rest van Nederland in de ontsnipperingsvariant in 2020, index referentievariant 2020 = 100*

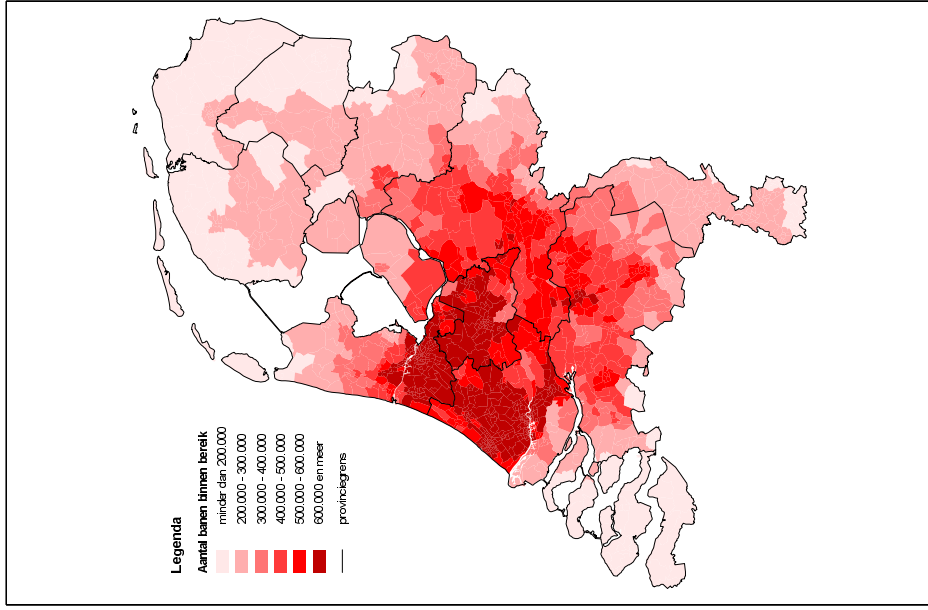
Regionaal zijn duidelijke verschillen te ontdekken in de ontwikkeling van de bereikbaarheid. Dit is weergegeven in de figuren 6.4 tot en met 6.12. Figuur 6.5 laat de bereikbaarheidspotential van werkgelegenheid zien voor de referentievariant in 2020, uitgaande van de reistijden in de ochtendspits. Het aantal banen dat vanuit woongebieden bereikt kan worden is het grootst vanuit de steden op de Randstadring (op en tussen de vier grote steden) en wordt geleidelijk aan minder naar de perifere gebieden in Nederland. Figuur 6.6 laat de bereikbaarheidspotential van werkgelegenheid zien voor de ontsnipperingsvariant, Figuur 6.7 geeft de procentuele verschillen tussen de ontsnipperingsvariant en de referentievariant. Figuur 6.6 laat weinig absolute verschillen zien met figuur 6.5: ontsnippering resulteert niet in een duidelijk afwijkende ruimtelijke verdeling van de bereikbaarheid van werk. Figuur 6.7 laat wel duidelijk het effect van ontsnippering zien. De ontsnippering van wegen in natuurgebieden resulteert in een afname van de bereikbaarheid van werk voor inwoners in en rondom de ontsnipperingslocaties op de Utrechtse Heuvelrug, Veluwe, Friesland en Drenthe, Twente en de Achterhoek, Brabant en midden Limburg (zie figuur 2.2 voor de ontsnipperingslocaties). De bereikbaarheid kan voor de inwoners in deze gebieden tot enkele tientallen procenten (ruim 40%) afnemen. Op een aantal locaties neemt de bereikbaarheid van werk (in geringe mate) toe door herverdelingen van verkeersdruk in de tijd (van de ochtendspits naar buiten de spits) en/of plaats (van het onderliggend naar het hoofdwegennet).

Figuur 6.8 laat de bereikbaarheidspotential van de bevolking zien in de referentievariant in 2020, uitgaande van de reistijden buiten de spitsperioden. De ruimtelijke verdeling van de bevolkingspotential wijkt niet sterk af van die van de werkgelegenheid (figuur 6.5), de

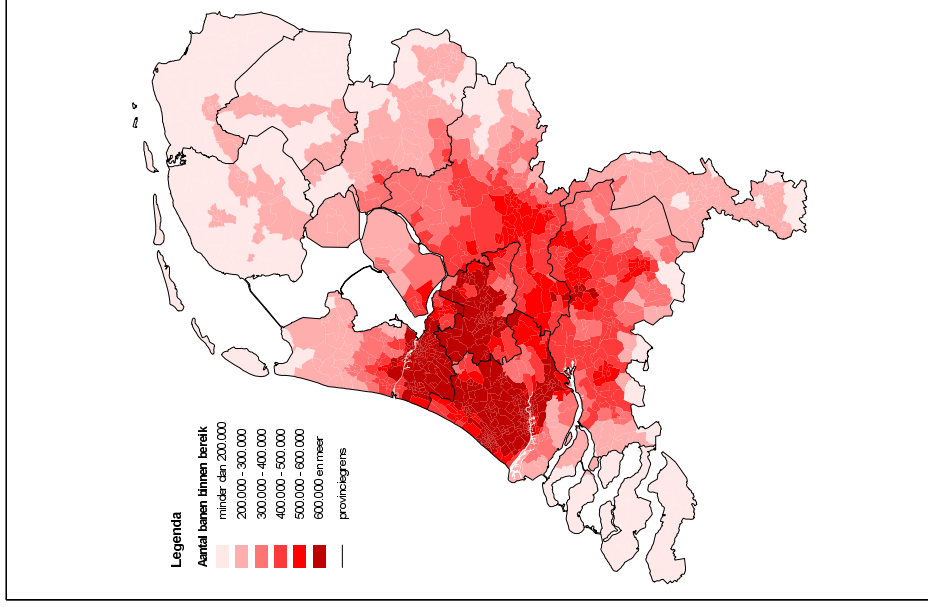


absolute omvang is gemiddeld ruim 2,5 keer zo laag (wat ruwweg de verhouding tussen het aantal inwoners en banen in Nederland weer geeft). Figuur 6.9 geeft, net als bij de werkgelegenheidspotentiaal, niet een duidelijk afwijkende ruimtelijke verdeling van de bevolkingspotentiaal. Figuur 6.10 geeft de verschillen tussen de ontsnipperings- en referentievariant duidelijker weer. De figuur laat ook duidelijk een afname zien van de bereikbaarheid van inwoners in en rondom de ontsnipperde natuurgebieden. Verder zijn de effecten ten opzichte van de werkgelegenheidspotentiaal ruimtelijk meer gespreid, dit komt doordat werkgelegenheidslocaties ruimtelijk sterker geconcentreerd zijn.

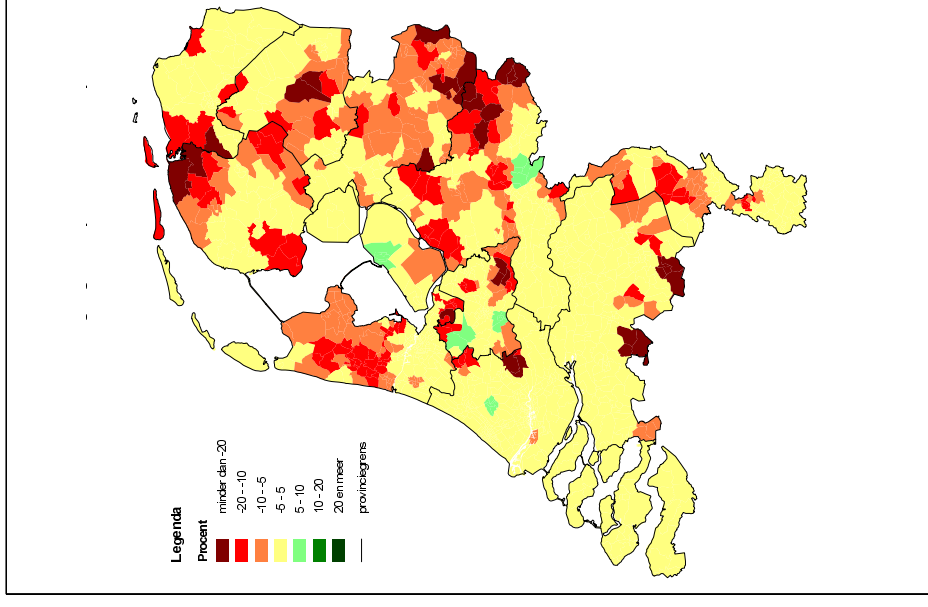
Figuur 6.11 laat de bereikbaarheidspotentiaal van de natuur (het aantal hectare natuur en bos binnen bereik) zien in de referentievariant in 2020, uitgaande van de reistijden buiten de spitsperioden. De figuur laat logischerwijs een hoge bereikbaarheid van natuur zien in het midden van Nederland (Utrechtse Heuvelrug, Veluwe) en middelhoge bereikbaarheid richting Drenthe en Brabant. Figuur 6.12 laat wederom voor de ontsnipperingsvariant niet een duidelijk afwijkende ruimtelijke verdeling van de bereikbaarheid van natuur zien. Figuur 6.13 laat zien dat afname van de bereikbaarheid van natuur duidelijk geconcentreerd is in de ontsnipperingsgebieden van ruwweg de Utrechtse Heuvelrug tot Drenthe.



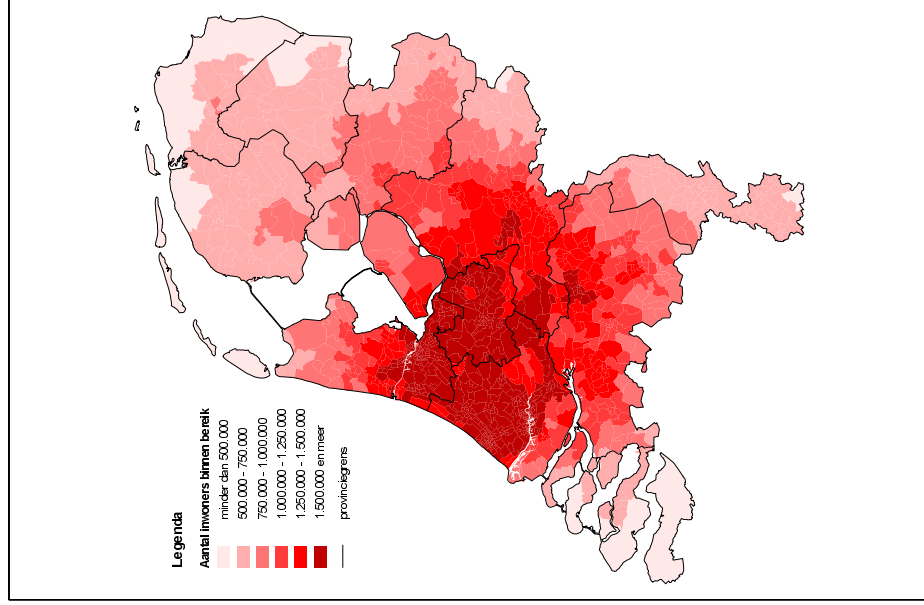
*Figuur 6.5: Bereikbaarheid werkgelegenheid per auto, ochtendspits, referentievariant, 2020*



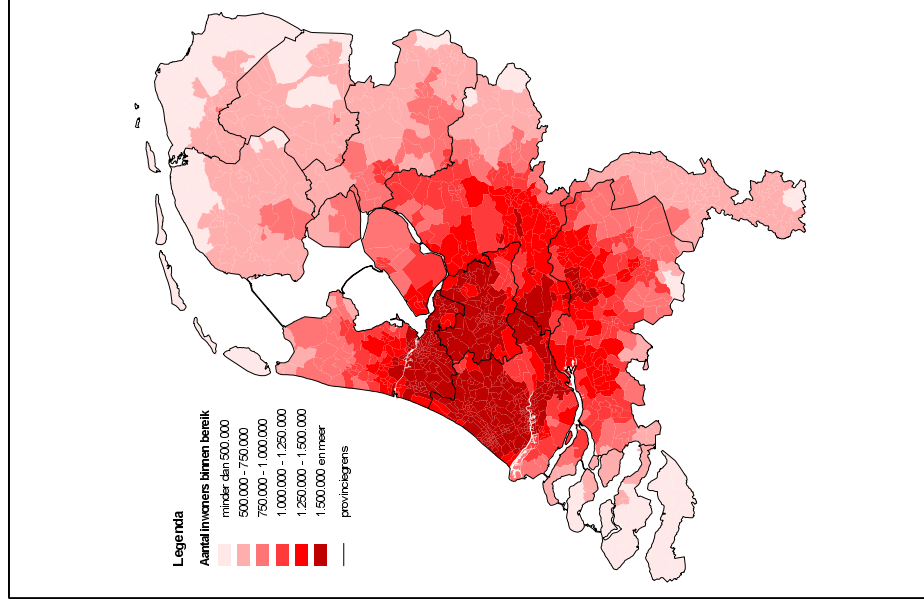
*Figuur 6.6: Bereikbaarheid werkgelegenheid per auto, ochtendspits, ontsnipperingsvariant, 2020*



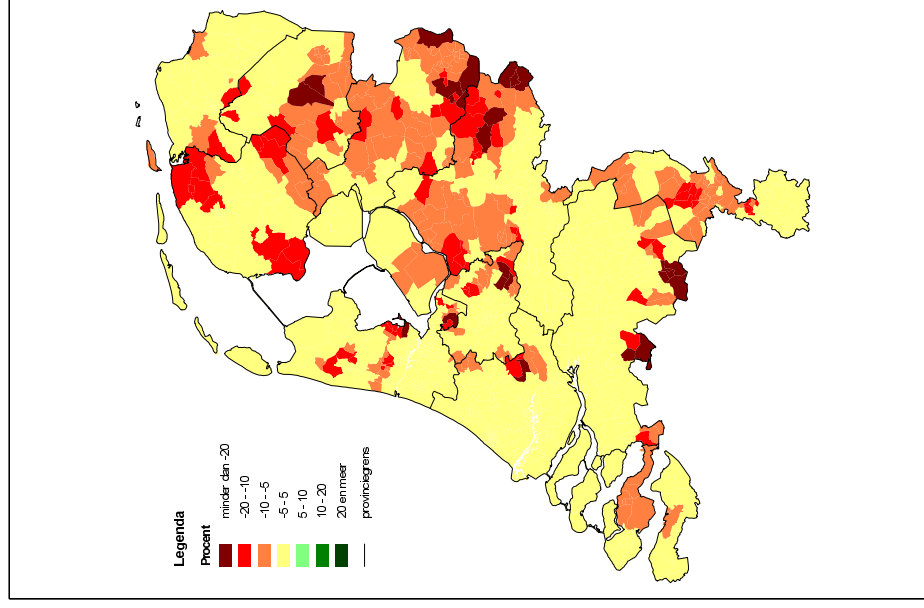
*Figuur 6.7: Procentueel verschil in bereikbaarheid werkgelegenheid tussen de ontsnipperings- en referentievariant, 2020*



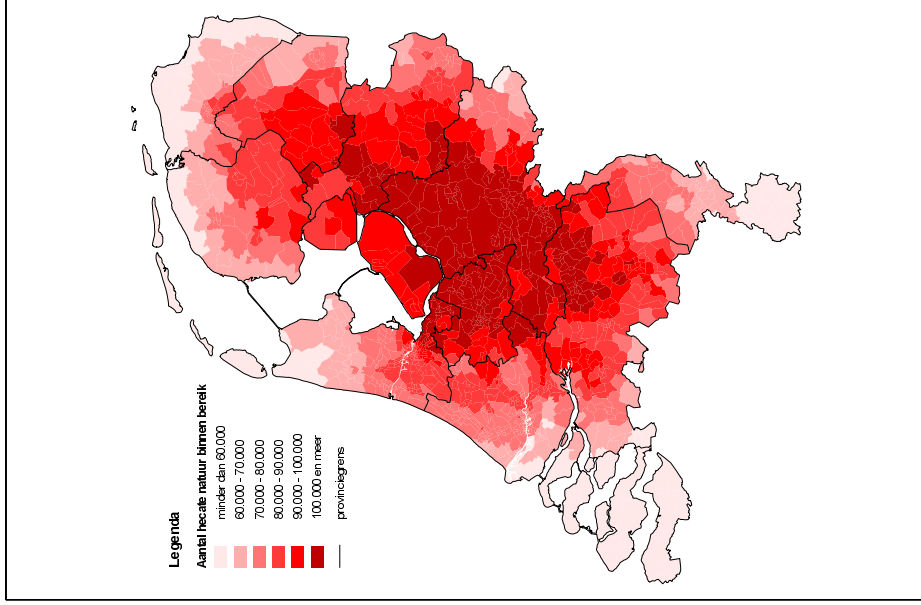
*Figuur 6.8: Bereikbaarheid van inwoners per auto, restdag, referentievariant, 2020*



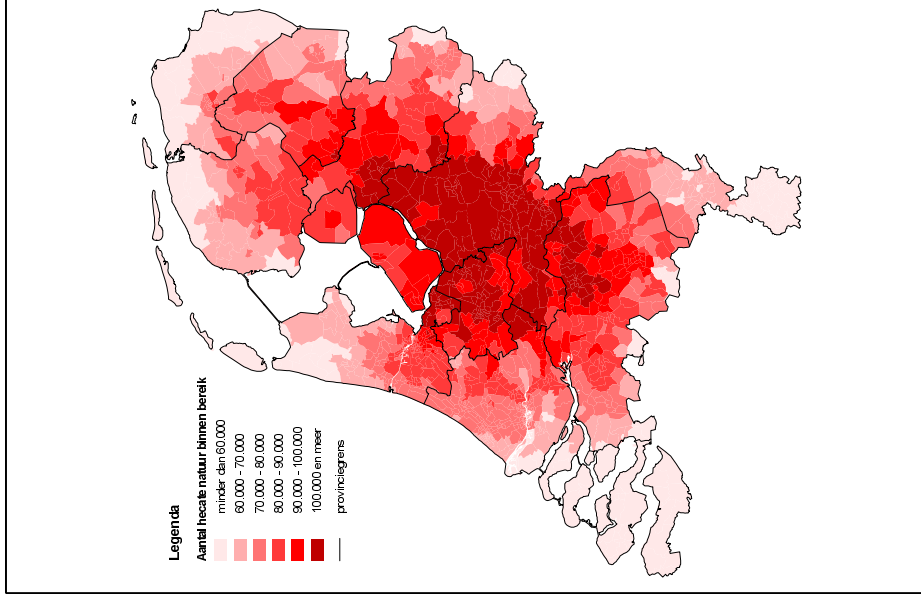
*Figuur 6.9: Bereikbaarheid van inwoners per auto, restdag, ontsnipperingsvariant, 2020*



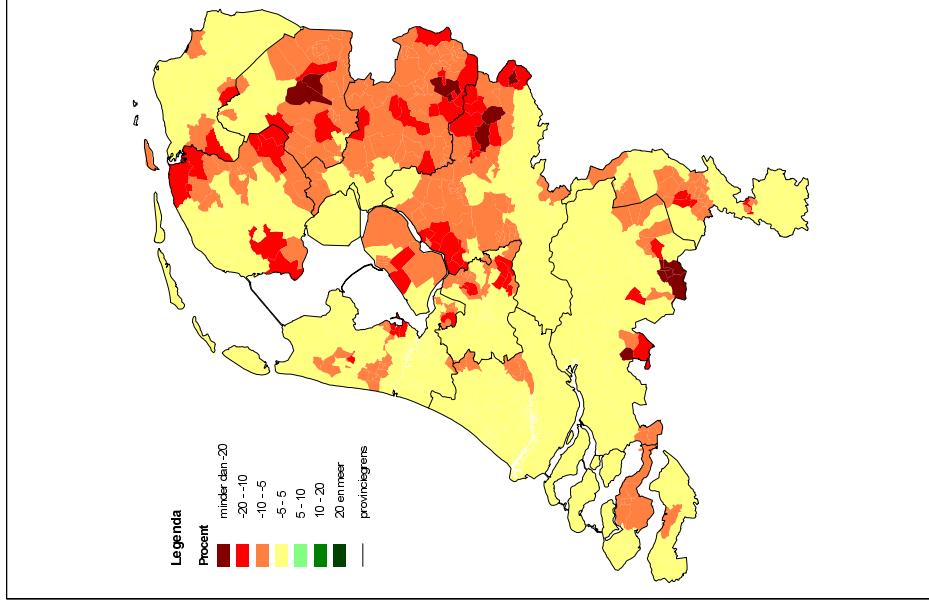
*Figuur 6.10: Procentueel verschil in bereikbaarheid van bevolking tussen de ontsnipperings- en referentievariant, 2020*



Figuur 6.11: Bereikbaarheid van natuur per auto, restdag, referentievariant, 2020



Figuur 6.12: Bereikbaarheid van natuur per auto, restdag, ontsnipperingsvariant, 2020



Figuur 6.13: Procentueel verschil in bereikbaarheid van natuur tussen de ontsnipperings- en referentievariant, 2020

## 6.5 Kosten van congestie en omrijden

Om de omvang van verschillende effecten van ontsnipperingsmaatregelen op bereikbaarheid te kunnen vergelijken worden effecten in economisch studies voor zover mogelijk in geld uitgedrukt. Deze paragraaf beschrijft de geldelijke waardering van de bereikbaarheidseffecten. Op basis van de output van het Landelijk Modelsysteem zijn twee methoden mogelijk: het moneteriseren van (a) het aantal voertuigverliesuren, en (b) alle gevolgen van langere reistijdverliezen. In het eerste geval betreft het alleen de op geld waardeerbare kosten van de toename van congestie en andere vertragingen. In het tweede geval ook de kosten van omrijden (langere reistijden) en vraaguitval (minder verplaatsingen). Beide methoden worden hieronder toegelicht.

### Kosten van congestie en vertragingen

Volgens een studie van het NEA (NEA, 1997) bedroeg in 1996 het totale reistijdverlies ruim 45 miljoen voertuigverliesuren en zo'n 63 miljoen persoonsuren. De totale filekosten voor 1996 (inclusief vertragingen) zijn geschat op circa 0,7 miljard Euro, voornamelijk bestaande uit en reiskosten (het aantal persoonsuren vermenigvuldigt met een reistijdwaardering) en voor een klein deel uit extra brandstofkosten.

Op basis van het aantal voertuigverliesuren uit de referentievariant en de ontsnipperingsvariant uit het LMS (voor een gemiddelde werkdag) kan een schatting worden gegeven van de filekosten van de veronderstelde ontsnipperingsmaatregelen voor een gemiddelde werkdag. Indien wordt uitgegaan van de reistijdwaardering van automobilisten (circa 7,4 Euro/uur) (HCG, 1998) en goederenwegvervoer (30,5 Euro/uur) (HCG, 1992), dan bedraagt de toename van de filekosten van auto- en vrachtautoverkeer in de ontsnipperingsvariant ten opzichte van de referentievariant in 2020 circa 6% ofwel circa 240.000 Euro per werkdag in Nederland. In 6.2 is echter al aangegeven dat de prognose van het aantal voertuigverliesuren voor het vrachtverkeer overschat worden, aangezien in het LMS de vervoervraag per herkomst-bestemmingsrelatie en tijdsperiode vast staat. Aangezien niet bekend is wat de effecten van gedragsveranderingen op het aantal voertuigverliesuren is, wordt hier volstaan met een bandbreedte in effecten. Indien wordt aangenomen dat in de werkelijkheid de gedragsmogelijkheden voor het vrachtverkeer (met name tijdstipkeuze) gelijk zijn aan die van het personenverkeer, dan zou de toename van het aantal voertuigverliesuren gelijk kunnen zijn aan die van het personenautoverkeer (2%). Dit zal echter een zeer optimistische schatting van de filekosten opleveren, omdat het vrachtverkeer veel minder gevoelig is voor congestieheffingen dan het autoverkeer. Als verondersteld wordt dat de helft van de met het LMS berekende aantal voertuigverliesuren teniet kan worden gedaan door aanpassingen in de tijdstipkeuze van vrachtautoverplaatsingen, dan betekent een toename van de filekosten in de ontsnipperingsvariant met circa 140.000 Euro per werkdag.

Om tot een schatting van de filekosten in een jaar te komen, moeten de LMS-resultaten voor een gemiddelde werkdag worden opgeschaald naar een jaartotaal. Elhorst & Oosterhaven (2001) gaan in hun herziene kosten-batenanalyse van de Zuiderzeelijnvarianten uit van 220

werkdagen met een normaal congestiebeeld<sup>3</sup>. De toename van de totale filekosten in de ontsnipperingsvariant – ten opzichte van de referentievariant - bedraagt hiermee ruwweg 30 tot 60 miljoen Euro.

Merk op dat de schatting een onderschatting voor de totale filekosten zal zijn, omdat op basis van de LMS-resultaten geen schatting kan worden gegeven voor effecten op niet-werkdagen. Deze kosten zullen echter naar verhouding veel geringer zijn, omdat de totale omvang van de voertuigverliesuren lager zal liggen, en het met name sociaal-recreatieve verplaatsingen betreft die een relatief lage reistijdwaardering kennen (volgens HCG, 1998) 4 Euro per uur, in vergelijking tot 6,6 voor woon-werkverplaatsingen en 14 Euro voor zakelijke verplaatsingen). Verder wordt in de berekening van de filekosten geen rekening gehouden met de kosten van wijzigingen in de tijdstipkeuze van het personen- en goederenvervoer, zo zullen forensen een verandering van het tijdstip van vertrek om files te ontwijken negatief waarderen.

### Kosten van reistijdverliezen

Bij de kosten van reistijdveranderingen gaat het om de kosten veroorzaakt door (a) extra reistijd (vanwege congestie en vertragingen) voor reizigers die hun gedrag niet aanpassen (geen andere routes nemen), (b) het uitvallen van reizigers die zonder de maatregelen wel hadden gereisd, en (c) extra kosten voor reizigers die hun gedrag aanpassen door een andere route of vervoerwijze te nemen. Voor het schatten van deze kosten wordt in economische analyses veelal gebruik gemaakt van zogenoemde halveringsregel als maatstaf voor de verandering in het consumentensurplus. Het consumentensurplus geeft volgens de micro-economische welvaartstheorie een benadering voor de verandering aan in de maatschappelijke welvaart, en kan worden beschreven als het verschil tussen wat reizigers bereid zijn te betalen voor een verplaatsing ('willingness to pay') en de werkelijke kosten. De halveringsregel schat in een keer het consumentensurplus van verschillende typen reizigers: (a) reizigers die hun gedrag niet aanpassen, (b) nieuwe of uitvallende reizigers, en (c) reizigers hun gedrag aanpassen door een andere route of vervoerwijze te nemen. Zie voor een toelichting onder meer het Handboek Economische Effecten Infrastructuur (V&W, 1996) of de leidraad voor kosten-baten analyses (Eijgenraam et al., 2000). De halveringsregel ziet er als volgt uit:

$$\Delta CS = \frac{1}{2} \sum_i \sum_j (T_{ij}^0 + T_{ij}^1)(c_{ij}^0 - c_{ij}^1)$$

Waarbij  $\Delta CS$  de verandering in het consumentensurplus is,  $T_{ij}$  het aantal verplaatsingen tussen herkomst  $i$  en bestemming  $j$  in situatie 0 (zonder project) en 1 (met project), en  $c_{ij}$  de verplaatsingskosten (veelal een functie van afstand, reistijd en kosten, etc.). Volgens de welvaartstheorie resulteert een project in een toename van de maatschappelijke welvaart wanneer diegenen die profiteren van een project de verliezers kunnen compenseren.

<sup>3</sup> In de kosten-batenstudies van de Zuiderzeelijn NEI (2000), en de HSL-Oost (CPB,2000) wordt uitgegaan van 285 werkdagen, afkomstig uit de vervoerwaardestudie van de HSL-Oost van het Duitse Intraplan Consult (1999). Deze schatting lijkt voor de Nederlandse situatie nogal aan de hoge kant, gegeven het aantal weekenddagen en gemiddelde aantal vakantiedagen.

Op basis van de totale aantallen personenauto- en vrachtautoverplaatsingen en gemiddelde reistijden (inclusief congestie) tussen de herkomst- en bestemmingsrelaties (voor 1308\*1308 relaties en drie tijdsperiodes: ochtendspits, avondspits en restdag) kan een (ruwe) schatting worden gegeven van de monetaire waardering van de reistijdverliezen. Voor de verplaatsingskosten wordt in deze studie de som genomen van de (a) de reistijd vermenigvuldigt met de gemiddelde reistijdwaardering voor personenautoverkeer (7,4 Euro per uur) en vrachtverkeer (30,5 Euro per uur), en (b) de kosten van de congestieheffing.

De resultaten zijn weergegeven in tabel 6.3.

*Tabel 6.3: Reistijdverliezen en –kosten van personen- en vrachtverkeer in de ontsnipperingsvariant ten opzichte van de referentievariant in 2020 (werkdag)*

	referentievariant	ontsnipperingsvariant	verschil absoluut	ontsnippering- referentie procentueel
<i>aantal verplaatsingen per werkdag</i>				
auto	2103224	2052669	-50556	-2%
vrachtauto	332670	332670	0	0%
<i>gewogen gemiddelde reistijd per verplaatsing (minuten)</i>				
auto	40,1	42,5	2,4	6%
vrachtauto	49,9	51,3 tot 52,7	1,4 tot 2,8	3 tot 6%
<i>gewogen gemiddelde gegeneraliseerde reiskosten per verplaatsing (Euro)</i>				
auto	5,0	5,4	0,4	8%
vrachtauto	25,5	26,6 tot 27,1	0,8 tot 1,5	3 tot 6%
<b><i>verschil consumentensurplus ontsnippering - referentievariant per werkdag (* 1000 Euro)</i></b>				
auto	-885			
vrachtauto	-257 tot -515			
<b>totaal</b>	<b>-1140 tot -1400</b>			

Tabel 6.3 laat zien dat het totale aantal autoverplaatsingen in de ontsnipperingsvariant afneemt met ongeveer 2%. Voor een beperkt deel is dit vraaguitval, en voor het overig deel treedt substitutie op naar andere vervoerwijzen (langzaam verkeer, openbaar vervoer) (zie ook paragraaf 5.2). Het aantal vrachtautoverplaatsingen neemt niet af, omdat deze verplaatsingen per herkomst-bestemmingsrelatie in het LMS exogeen zijn en vast staan.

Het effect van de ontsnipperingsmaatregelen op de gewogen gemiddelde reistijd van verplaatsingen in het LMS is relatief groot: de reistijd neemt toe met ruwweg 2,5 à 3 minuten (circa 6%). De gewogen gemiddelde reistijd van de in het LMS gemodelleerde verplaatsingen is overigens ongeveer twee keer zo hoog als de werkelijk in Nederland (circa 20 minuten in 1995 volgens het Onderzoek VerplaatsingsGedrag van het CBS). Dit komt omdat het LMS een groot deel van de korte ritten (zoals ritten binnen de bebouwde kom) niet modelleert (deze worden niet via het wegennet in het LMS afgewikkeld). Gegeven de onzekerheid van de effecten op het vrachtverkeer in het LMS, wordt als bandbreedte in effecten ook hier

aangenomen dat de helft van het reistijdverlies voor het vrachtverkeer teniet kan worden gedaan door gedragsveranderingen (periodekeuze).

Door de toename van de reistijd en extra congestieheffingen (op wegvakken met zware congestie) nemen de gemiddelde reiskosten van autoverplaatsingen toe met circa 8% (40 Eurocent), en tussen de 3-6% (0,8-1,5 Euro) voor vrachtautoverplaatsingen. Dit levert een afname op van het consumentensurplus van circa 1,1 tot 1,4 miljoen Euro per werkdag. Uitgaande van 220 werkdagen per jaar betekent dit een afname van de op geld waardeerbare reizigersbaten van ruwweg 250 tot 300 miljoen Euro. De kosten van congestie en vertragingen (30-60 miljoen Euro) vormen dus maar een beperkt deel in de totale reizigersverliezen. De reizigersbaten nemen vooral af door de extra reistijdkosten vanwege wijzigingen in de routekeuze van het personen- en vrachtverkeer, substitutie van autoverkeer naar andere vervoerwijzen en vraaguitval van autoverkeer.

Overigens is deze berekening slechts zeer ruwe schatting, omdat onder meer geen rekening is gehouden met verschillen in reistijdwaardering tussen verschillende verplaatsingsmotieven (woon-werk, zakelijke en overige motieven) en is geen onderscheid gemaakt tussen autobestuurders en autopassagiers (die een lagere reistijdwaardering hebben). Verder is het lastig om de reistijdverliezen die zijn af te leiden uit de output van het Landelijk Model Systeem te vertalen naar landsdekkende waarden voor een heel jaar: het LMS simuleert immers alleen voor werkdagen en mist een groot deel van het onderliggende wegennet waar veel korte ritten worden afgewikkeld.

## 6.6 Conclusies

Het ontsnipperen van provinciale en gemeentelijke wegen in natuurgebieden (door deze verkeerssluw maken) heeft duidelijke negatieve effecten op de autobereikbaarheid, zowel uitgedrukt in op infrastructuur gerichte bereikbaarheidsmaten, zoals voertuigverliesuren en intensiteit/capaciteit-verhoudingen, als op activiteiten gerichte bereikbaarheidsmaten, zoals de potentiële bereikbaarheid van activiteiten.

Ontsnippering heeft een duidelijk negatief effect op de ontwikkeling van congestie in Nederland. Dit komt door de toename van congestie op het hoofdwegennet, en dan met name buiten de Randstad. In de Randstad neemt het aantal voertuigverliesuren buiten de spitsperioden ook behoorlijk toe. Ontsnippering resulteert op het hoofdwegennet vooral in een toename van locaties met ‘geringe’ congestie (geringe snelheidsafname). De congestie-effecten worden voor het personenverkeer gemitigeerd door de veronderstelde introductie van een congestieheffing: het aantal voertuigverliesuren (etmaal) voor het autoverkeer neemt slechts met 2% toe. Voor een vrachtverkeer zal een belangrijk deel van de congestie-effecten gemitigeerd worden door gedragsveranderingen (vooral wijzigingen van het tijdstip van vertrek), maar dit is niet gemodelleerd. Het aantal voertuigverliesuren neemt, gegeven de onzekerheid in de effecten op het vrachtverkeer, gemiddeld over het etmaal op het (hoofd- en onderliggend) wegennet toe met ongeveer 2,5 tot 4%.



De ontsnipperingsvariant resulteert op landelijke schaal in een afname van de bereikbaarheid van verschillende activiteiten per auto. De bereikbaarheid van verschillende activiteiten neemt (ten opzichte van de referentievariant) voor een gemiddelde inwoner in Nederland af met 2-4%, voor een inwoner buiten de Randstad met 4-5%. Ten opzichte van 1995 neemt de gemiddelde bereikbaarheid ook in de ontsnipperingsvariant toe. Het ontsnipperen van wegen in natuurgebieden heeft op lokale schaal relatief grote effecten. Voor de inwoners in en rondom de ontsnipperde gebieden kan de bereikbaarheid van verschillende activiteiten (werk, inwoners, natuur) tot enkele tientallen procenten afnemen.

De effecten van ontsnippering op congestie kunnen ook in geld worden uitgedrukt om een eenduidige vergelijking met andere effecten van ontsnipperingsmaatregelen mogelijk te maken. Een ruwe schatting van de (op geld waardeerbare) kosten van congestie en andere vertragingen laat zien dat de filekosten met 30 tot 60 miljoen Euro kunnen toenemen (in de ontsnipperingsvariant in 2020 ten opzichte van de referentievariant). De filekosten zijn echter maar een beperkt deel van de totale verplaatsingskosten: hierin worden de kosten van veranderingen in de routekeuze (omrijden) en vraaguitval niet meegenomen. De totale kosten van verplaatsingen nemen vooral toe door extra reistijd als gevolg van omrijden. Een eerste ruwe berekening laat zien dat de totale verplaatsingskosten van het personen- en vrachtverkeer in de ontsnipperingsvariant – ten opzichte van de referentievariant - in 2020 250 tot 300 miljoen Euro kunnen toenemen. Een belangrijke onzekerheid hierbij is echter het effect van ontsnipperingsmaatregelen op het vrachtverkeer.



## 7. Effecten op geluid

### 7.1 Introductie

De geluidbelasting van het wegverkeer in de referentie- (of NVVP-variant) en de ontsnipperingsvariant zijn met het model EMPARA (zie paragraaf 3.5) doorgerekend. De geluidseffecten zijn uitgedrukt in drie indicatoren:

- het oppervlakte ecologische hoofdstructuur (EHS) met een geluidbelasting groter dan 40 dB(A) ( $L_{Aeq,24uur}$ ),
- het geluidbelast oppervlak met een geluidbelasting groter dan 50 dB(A) ( $L_{etmaal}$ ) en
- het aantal inwoners dat wordt blootgesteld aan geluidsbelasting groter dan 50, 55 en 65 dB(A) ( $L_{etmaal}$ ).

### 7.2 Geluidbelasting en blootstelling

Tabel 7.1 geeft de geluidbelasting en blootstelling van inwoners voor de referentievariant en de ontsnipperingsvariant.

*Tabel 7.1: Oppervlakte EHS > 40 dB(A)  $L_{Aeq,24uur}$ , geluidbelast oppervlak > 50 dB(A)  $L_{etmaal}$ , en aantal inwoners blootgesteld aan geluidsbelasting > 50, 55 en 65 dB(A)  $L_{etmaal}$  in de ontsnipperingsvariant en de referentievariant*

	Ontsnipperings-variant (2020)	Referentie-variant (2020)	Vershil referentie-ontsnippering (2020)
<i>EHS oppervlakte &gt; 40 dB(A)</i>			
Absoluut (km <sup>2</sup> )	1782	1871	-91
Procentueel	27%	28%	-5%
<i>Geluidbelast oppervlak &gt; 50 dB(A)</i>			
Absoluut (km <sup>2</sup> )	9749	9953	-204
Procentueel	28%	29%	-2%
<i>Blootstelling inwoners</i>			
Procentueel			
inwoners > 50 dB(A)	61	62	-0,8%
inwoners > 55 dB(A)	36	37	-1%
inwoners > 65 dB(A)	3	3	-2%

Uit tabel 7.1 blijkt door ontsnippering het areaal aan EHS met een geluidbelasting van 40 dB(A) of minder met ruim 1%-punt afneemt. In relatieve zin is dit een afname met bijna 5%. Hieruit blijkt dat het op grote schaal ontsnipperen van het (provinciale) wegennet geen groot effect heeft op de akoestische kwaliteit van de EHS op nationaal niveau. Ten opzichte van 1995 neemt zowel in de referentie- als de ontsnipperingvariant het percentage EHS met een

geluidbelasting groter dan 40 dB(A) wel af (30% van de EHS in 1995), voornamelijk door bronmaatregelen (stiller wagenpark en asfalt). In het NVVP en het NMP4 wordt het doel gesteld om in 2030 de gewenste akoestische kwaliteit in de EHS te realiseren, waarbij de norm voor de gewenste geluidskwaliteit nog regionaal moet worden uitgewerkt. Indien de geluidsnorm van 40 dB(A) gehanteerd zou worden, zal het ontsnipperen van het provinciale wegennet alleen onvoldoende zijn om het doel te halen. Hiervoor zal een aanvullend pakket van maatregelen zal nodig zijn voor het rijkswegennet (bijvoorbeeld stiller asfalt, lagere rijksnelheden), en wellicht ook het spoorwegennet (bijvoorbeeld stillere treinen).

Ook het totale geluidbelaste oppervlak ( $> 50$  dB(A)) neemt af; met ruim 1%. Per saldo leidt ontsnippering ook tot een afname met ongeveer 1% in de aantallen inwoners die op hun woonlocatie zijn blootgesteld aan een geluidbelasting van 50, 55 of 65 dB(A). In absolute zin gaat het om enkele tienduizenden ( $> 50$  en  $> 55$  dB(A)) respectievelijk enkele duizenden woningen ( $> 65$  dB(A)).

In figuur 7.1 is voor een uitsnede van Nederland, de regio's rond de Utrechtse heuvelrug, de Gelderse Valei en de Veluwe, weergegeven in welke mate de geluidbelasting veranderd als het gevolg van ontsnippering. Dit gebied is gekozen omdat de ontsnipperde wegen duidelijk herkenbaar zijn aan een grote afname in de geluidbelasting en daarnaast zichtbaar is dat de geluidbelasting langs de resterende wegen nabij de grotere steden (met name Utrecht, Amersfoort en Apeldoorn) enigszins toeneemt. Gemiddeld bedraagt deze toename 1 dB. Daar waar in de referentiesituatie net worden voldaan aan de geluidnormen, kan dit leiden tot normoverschrijding. Gelet op de woningdichtheden zal dit het vaakst optreden langs rijkswegen die langs of door stedelijk gebied gaan.

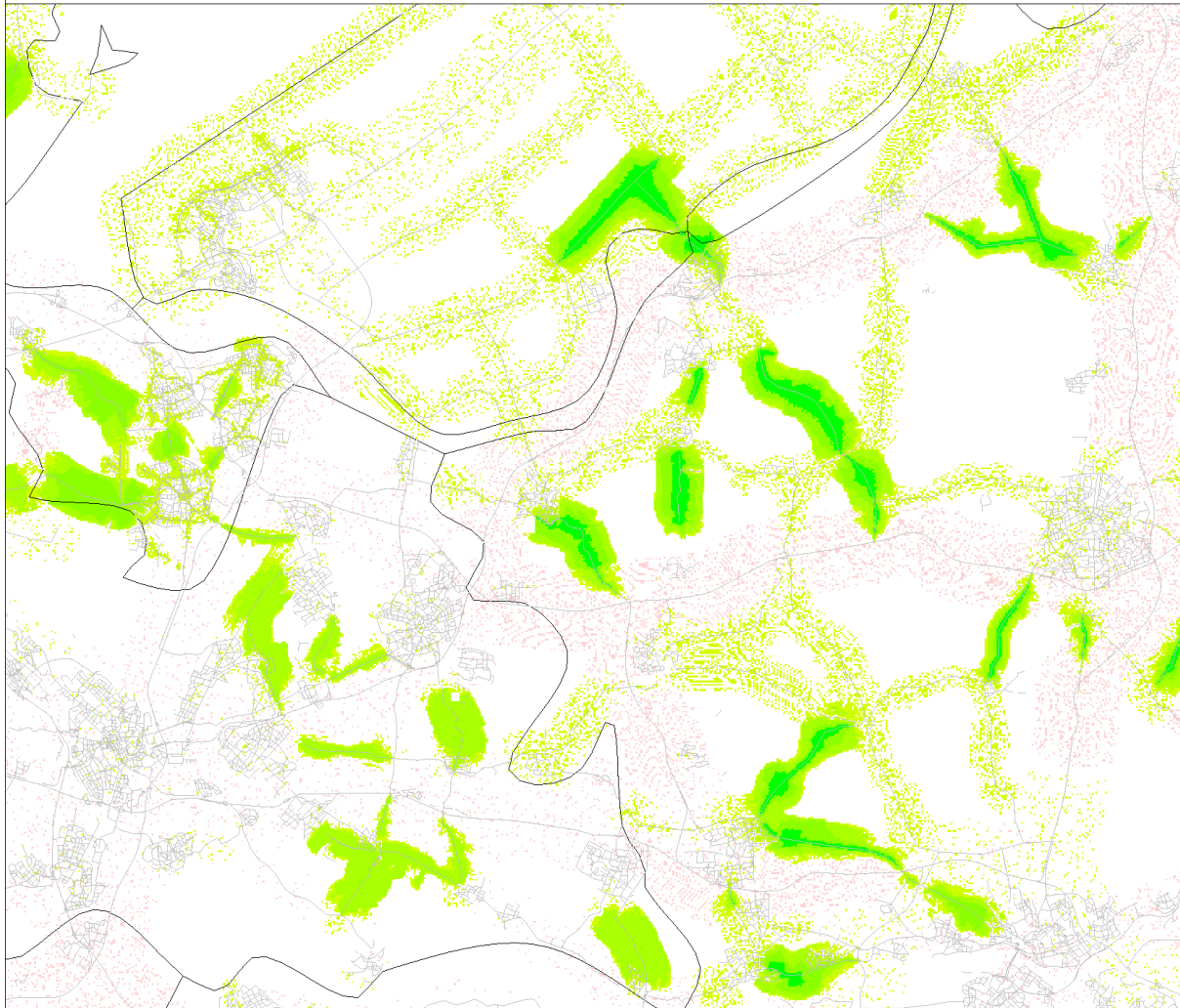
Op het getoonde gebied neemt de geluidbelasting langs de resterende wegen vaak met minder dan 1 dB toe. Op andere gebieden, met lage verkeersintensiteiten zoals bijvoorbeeld in de Achterhoek, leidt de toename van de verkeersintensiteit op de resterende wegen tot een gemiddelde toename van 2 dB. Een toename in de geluidbelasting in de orde van 1 à 2 dB kunnen (ruimschoots) worden gecompenseerd met wegdekverbetering of verlaging van de snelheid met 20 km/uur. Hierbij dient te worden opgemerkt dat deze maatregelen in veel gevallen sowieso al nodig zullen zijn om te compenseren voor de volumegroei van het verkeer.

## Geluidbelasting door wegverkeer 2020

Vershil tussen ontsnipperingsvariant en referentievariant, LAEQ 24uur

ontsnipperingsvariant t.o.v. referentievariant

- toename groter dan 10 dB(A)
- 6 –10 dB(A)
- 2 –5 dB(A)
- 1 dB(A)
- geen verschil
- afname 1 dB(A)
- 2 –5 dB(A)
- 6–10 dB(A)
- groter dan 10 dB(A)



*Figuur 7.1: Effect van ontsnippering op de geluidbelasting in de regio's rond de Utrechtse heuvelrug, de Gelderse Valei en de Veluwe.*

### 7.3 Geluidsbaten

De effecten van een vermindering van de geluidbelasting in woongebieden zijn op basis van externe kostenstudies ook in geld uit te drukken. Van Kempen (2001) geeft een overzicht van schattingsmethoden (Hedonic Pricing en Contingent Valuation) voor de batens van geluidsmaatregelen. Beide methoden geven inzicht in de betalingsbereidheid voor een afname in de geluidbelasting: bij Hedonic Pricing wordt de betalingsbereidheid afgeleid uit het verschil in de prijzen van huizen die staan op locaties met verschillende geluidbelastingen, bij Contingent Valuation wordt geprobeerd om individuele preferenties te achterhalen met behulp van enquêtes. De eerste methode levert volgens Van Kempen betrouwbaardere, maar lagere, schattingen op van de batens. Overigens geven beide methoden een conservatieve schatting van de geluidsbatens, omdat het voorkomen van gezondheidsrisico's niet worden meegenomen.

Het resultaat van een Hedonic Pricing-studie wordt veelal uitgedrukt in een soort elasticiteit, ofwel een NDSI-waarde (Noise Depreciation Sensitivity Index), die de relatie aangeeft tussen een verandering van de geluidbelastingen en de huizenprijzen. Van Kempen gebruikt in haar studie een bandbreedte in NDSI-waarden van 0,3% en 0,8%. Dit betekent dat vanaf een bepaalde drempelwaarde, de waarde van een huis met 0,3% tot 0,8% toeneemt, per decibel afname van de geluidbelasting. Overigens variëren de NDSI-waarden in de literatuur zelfs tussen de 0,2 en 1,3% (zie Nijland et al., 2001). In de literatuur wordt veelal een drempelwaarde van 55 dB(A) gehanteerd, een afname van geluidbelastingen onder de 55dB(A) levert hierbij geen batens meer op. Bij een drempelwaarde van 55 dB(A) levert, uitgaande van de bandbreedte in NDSI-waarden, een afname van de geluidbelasting van 56 dB(A) naar 50 dB(A) slechts een toename van de huizenprijs op met respectievelijk 0,3% en 0,8%. Overigens staat volgens Van Kempen (2001) de drempelwaarde van 55 dB(A) in de literatuur ter discussie, ook voor andere drempelwaarden (40-75 dB(A)) zijn batenschattingen verricht. Als een drempelwaarde van 50 dB(A) wordt aangenomen dan zal dit tot duidelijk hogere batens leiden omdat er in Nederland veel woningen in de geluidsklasse 51 tot 55 dB(A) liggen.

Een ruwe schatting van de bandbreedte in geluidsbatens kan worden gegeven op basis van de drempelwaarden, NDSI-waarden, een gemiddelde huizenprijs (uitgaande van de gemiddelde waarde van een koopwoning van circa 158.000 Euro in 1999 volgens Van Kempen), en het aantal woningen per geluidbelastingsklasse in de referentie- en ontsnipperingsvariant. Het resultaat is weergegeven in tabel 7.2.

Tabel 7.2 laat zien dat batens van de afname van geluidbelasting in woongebieden in de ontsnipperingsvariant omvangrijk zijn. De bandbreedte is vrij groot: de geluidsbatens bedragen ruwweg 75 tot 410 miljoen Euro. Hierbij is met name de keuze voor de NDSI-waarde dominant. Een NDSI-waarde van 0,3% lijkt aan de lage kant. In verschillende kostenbatens studies wordt een NDSI van 0,4% gebruikt, gebaseerd op een meta-analyse van Nelson (1982) van hedonic pricing studies in Canada en de Verenigde Staten (zie voor een overzicht

Van Kempen, 2001). Indien wordt uitgegaan van een waarde van 0,4%, dan bedragen de geluidsbaten van ontsnippering ruwweg 100 tot 200 miljoen Euro in 2020, uitgaande van een conservatieve drempelwaarde van respectievelijk 55 dB(A) en 50 dB(A).

*Tabel 7.2: Geluidsbaten van de ontsnipperingvariant ten opzichte van de referentievariant bij verschillende grenswaarden (50 en 55 dB(A) en NSDI-waarden (0.3 en 0.8%))*

Geluids- klasse (dB(A))	aantal woningen 2020		Verschil in WTP, referentievariant - ontsnipperingsvariant			
	referentie- variant	ontsnippe- ringsvariant	WTP > 50 dB(A), NDSI 0,3%	WTP >50 dB(A), NDSI 0,8%	WTP > 55 dB(A), NDSI 0,3%	WTP > 55 dB(A), NDSI 0,8%
	* 1000		* mln Euro			
0-50	3042	3082	0	0	0	0
51-55	2040	2028	-14	-38	0	0
56-60	1849	1833	-57	-151	-19	-50
61-65	815	807	-48	-129	-30	-81
66-70	212	208	-36	-97	-26	-70
71-75	39	39	1	3	1	2
>75	8	8	1	4	1	3
	8006	8006	-153	-408	-73	-195

Uit het bovenstaande blijkt dat de geluidsbaten omvangrijk kunnen zijn, maar de schatting is nogal onzeker. Hierbij moet ook worden opgemerkt dat met bovenstaande methode de baten waarschijnlijk worden onderschat. Met de Contingent Valuation methode wordt in het algemeen een hogere betalingsbereidheid afgeleid, en bovendien wordt geen rekening gehouden met een waardeestijging van de huizen. Tenslotte wordt in deze methode alleen gekeken naar de baten in woongebieden. De baten van een afname van de geluidbelasting in EHS-gebieden voor natuur en recreatie zijn niet meegenomen.

## 7.4 Conclusies

Het ontsnippering van het (provinciale) wegennet heeft een positief effect op de geluidbelasting van zowel natuur- als woongebieden: de akoestische kwaliteit in de EHS verbetert en het totale geluidbelaste oppervlak en de blootstelling van de bevolking aan geluid neemt af. Op lokaal niveau kan de geluidswinst van het verkeersluw maken van wegen die EHS-gebieden doorsnijden aanzienlijk zijn. Per saldo neemt voor enkele tienduizenden (> 50 en > 55 dB(A)) of enkele duizenden woningen (>65 dB(A)) woningen de geluidbelasting af. De afname van de blootstelling van inwoners rond ontsnipperde wegen is dus groter dan de toename van de geluidbelasting (gemiddeld 1 dB) langs de resterende wegen. Op lokaal niveau kan deze toename echter wel aanleiding geven tot overschrijding van de geluidnormen. Volgens de huidige wetgeving (Wet geluidhinder) is de wegbeheerder niet verplicht maatregelen om deze overschrijdingen te voorkomen. Dit is pas aan de orde op het moment dat een reconstructie van de weg plaatsvindt. Er zullen dan bijvoorbeeld geluidschermen geplaatst moeten worden. De kosten van deze maatregelen zijn in deze studie niet meegenomen. Als de afname van geluid in woongebieden in geld wordt uitgedrukt, levert dit een bedrag op van mogelijk 75 tot 400 miljoen Euro.

Op nationaal schaalniveau lijken de effecten op natuur echter relatief beperkt. Het aantal hectare EHS met een geluidbelasting minder dan 40 dB(A) neemt met 5% af. Alleen het ontsnippering van provinciale wegen die EHS-gebieden doorsnijden is onvoldoende om in 2030 een geluidbelasting van minder dan 40 dB(A) in de gehele EHS te kunnen realiseren. Hiervoor zal een aanvullend pakket van maatregelen zal nodig zijn voor het rijkswegennet (bijvoorbeeld stiller asfalt, lagere rijksnelheden), en wellicht ook het spoorwegennet (bijvoorbeeld stillere treinen).



## 8. Effecten op verkeersveiligheid

### 8.1 Inleiding

Het gebruik van infrastructuur in natuurgebieden kan directe en indirecte effecten hebben voor de verkeersveiligheid. Van het totale aantal verkeersongevallen met letsel of dodelijke afloop werd in de periode 1991-1998 circa 0,2 tot 0,3% veroorzaakt door botsingen met dieren (Jaarsma et al., 2001). Het ontsnipperen van natuurgebieden kan hierdoor directe gevolgen hebben voor de verkeersveiligheid. Verder heeft ontsnippering indirecte effecten op de verkeersveiligheid: het afsluiten of minder aantrekkelijk maken van wegen voor het verkeer resulteert in een andere verdeling van het wegverkeer over het netwerk en hiermee op de risicokansen. Het gebruik van snelwegen is bijvoorbeeld relatief veilig ten opzichte van het provinciale wegen en wegen binnen de bebouwde kom. In deze studie is alleen gekeken dit indirecte effect van ontsnippering.

### 8.2 Resultaten

Het effect van de ontsnipperingsvariant op de verkeersveiligheid kan worden geschat door het aantal voertuigkilometers per wegtype te vermenigvuldigen met de risicokansen op letselongevallen, slachtoffers en doden per wegtype. Poppe (1996) geeft op basis van inventarisaties van weg-, verkeers- en ongevalgegevens kencijfers voor de risicokansen per wegtype voor letselongevallen per miljoen voertuigkilometer, het aantal slachtoffers per letselongeval en het aantal doden per letselongeval voor 1995 (zie tabel 8.1).

*Tabel 8.1: Risicokansen per miljoen voertuigkilometer per wegtype voor letselongevallen, slachtoffers en doden per letselongeval (1995)*

	letselongevallen per miljoen voertuigkm.	slachtoffers per Letselongeval	doden per 100 slachtoffers
autosnelweg buiten de bebouwde kom	0,05	1,49	4,41
autoweg buiten de bebouwde kom	0,08	1,45	7,01
weg buiten de bebouwde kom met gesloten verklaring	0,25	1,34	4,59
weg voor alle verkeer buiten de bebouwde kom	0,51	1,26	4,86
verkeersader binnen de bebouwde kom	1,27	1,09	1,37
woonstraat binnen de bebouwde kom	0,73	1,31	1,03

Bron: Poppe (1996)

Uit de tabel blijkt dat de risicokansen op autosnelwegen het kleinst zijn en het grootst op verkeersaders binnen de bebouwde kom. De risico's op provinciale en gemeentelijke wegen buiten de bebouwde kom zijn fors hoger dan voor auto(snel)wegen. Dit betekent dat – ceteris paribus- een verschuiving van verkeer van het provinciale- en gemeentelijke wegennet naar het rijkswegennet een gunstig effect heeft op de verkeersveiligheid.

Risicocijfers zijn overigens niet constant in de tijd. Poppe (1996) vergelijkt de risicocijfers van 1995 met die uit 1986 en concludeert dat de risicocijfers voor provinciale en gemeentelijke wegen buiten de bebouwde kom een dalende trend, terwijl die voor auto(snel)wegen lijken te stabiliseren, en voor wegen binnen de bebouwde kom toenemen.

Tabel 8.2 geeft de ontwikkeling van de voertuigkilometers per wegtype in de referentievariant en ontsnipperingsvariant naar wegtype volgens het LMS.

*Tabel 8.2: Ontwikkeling voertuigkilometrage in de referentie- en ontsnipperingsvariant naar wegtype in het LMS*

wegtype	1995	Referentie 2020		ontsnipperingsvariant 2020	
	vtgkm (miljoen)	vtgkm (miljoen)	index 1995-2020	vtgkm (miljoen)	index 1995-2020
autosnelweg	137	217	159	221	161
autoweg	8	12	154	12	148
autosnelweg/autoweg	1	0	59	0	50
wegen buiten de bebouwde kom met gesloten verklaring	17	21	125	19	114
wegen buiten de bebouwde kom voor alle verkeer	35	47	135	43	124
wegen binnen de bebouwde kom	19	26	134	26	133
totaal LMS-netwerk	232	357	154	354	152

Tabel 8.2 laat zien dat op landelijke schaal het effect van het ontsnipperen van provinciale en (enkele) gemeentelijke wegen op de verdeling van voertuigkilometers beperkt is: er treedt een beperkte verschuiving op van provinciale wegen en gemeentelijke wegen buiten de bebouwde kom (totaal 9% afname) naar autosnelwegen (2% toename). Verder neemt het totale aantal gereden voertuigkilometers in Nederland met 1% af.

Tabel 8.3 geeft het procentuele verschil in het aantal letselongevallen, het slachtoffers en het aantal dodelijke slachtoffers tussen de ontsnipperingsvariant en de Referentievariant voor 2020

*Tabel 8.3: Verschil in aantal letselongevallen, slachtoffers tussen de ontsnipperingsvariant en de referentievariant voor het LMS-netwerk voor 2020*

	letselongevallen	slachtoffers	doden
autosnelweg bbk	1%	1%	1%
autoweg bbk	-4%	-4%	-4%
weg bubeko met gesloten verklaring	-8%	-8%	-8%
weg voor alle verkeer bubeko	-8%	-8%	-8%
verkeersader bibeko	-1%	-1%	-1%
totaal LMS-netwerk	-3%	-3%	-5%

Tabel 8.3 geeft weer dat het effect van de ontsnipperingsvariant op de verkeersveiligheid op het LMS-netwerk positief is. Als uitgegaan wordt van de voertuigkilometrages uit het LMS en risico-kencijfers van 1995, dan zou (in 2020) het aantal letselachtoffers op het *hoofdwegennet* ruwweg 3% lager zijn, het aantal dodelijke slachtoffers ruwweg 5% lager. Dit percentage mag echter niet direct gebruikt worden als proxy voor alle wegen in Nederland,

aangezien slechts een gering deel van het onderliggende (gemeentelijke) wegennet wordt meegenomen in het LMS. Op het gemeentelijke wegennet vinden echter wel het grootste deel van de ongevallen plaats: in 1995 circa 75% van de letselongevallen en 55% van de dodelijke slachtoffers<sup>4</sup>. Indien verondersteld wordt dat op de wegen die niet in het LMS-netwerk zijn meegenomen geen verandering optreedt, dan is het effect binnen de bebouwde kom verwaarloosbaar. Een indicatieve schatting van het totale effect van de ontsnipperingsvariant levert dan een afname op van het aantal letsel- en dodelijke slachtoffers van 1%. Uitgaande van een nullijn in verkeersslachtoffers tussen 1995 en 2020 zou dit ontsnippering van het provinciale wegennet zou hiermee een vermindering van ruim 500 gewonden en 13 doden kunnen opleveren (het totale aantal letsel-slachtoffers bedroeg in 1995 ruim 50.700, het aantal dodelijke slachtoffers 1334).

Ondanks dat de effecten van ontsnippering op verkeersveiligheid relatief klein zijn, kunnen de maatschappelijke baten aanzienlijk zijn. Dit komt omdat de totale maatschappelijke kosten van verkeersonveiligheid groot zijn: voor 1997 zijn deze geschat op ruim 7,6 miljard Euro (Wesemann, 2000). Deze kosten bestaan uit medische kosten, productieverlies, afhandelingskosten, filekosten en immateriële schade. Deze kosten bedragen een veelvoud van de (op geld waardeerbare) kosten van congestie en vertragingen in Nederland, deze zijn voor 1996 geschat op circa 0,7 miljard Euro (NEA, 1997).

Uitgaande van een nullijn in het aantal verkeersslachtoffers tussen 1995 en 2020 (een 'autonome' afname van de jaarlijkse risicocijfers) zou een afname van het aantal (letsel- en dodelijke) slachtoffers van 1% een afname van de verkeersveiligheidskosten met ruwweg 70 miljoen Euro betekenen, uitgaande van constante kosten tussen 1995 en 1997. Als uit wordt gegaan van de door het SWOV becijferde additionele afname van de verkeersveiligheid door het NVVP-beleid (een verdubbeling van de afname van de risicocijfers, zie paragraaf 3.6), dan zullen de verkeersveiligheidsbaten van ontsnippering lager liggen, naar schatting 50 miljoen Euro.

De schatting van effecten is slechts een ruwe schatting die gepaard gaat met grote onzekerheden. Belangrijke onzekerheden zijn:

- het ontbreken van een lineair verband tussen veranderingen in wegverkeersintensiteiten en verkeersonveiligheid. Lokale omstandigheden spelen een belangrijke rol in de risico's en het optreden van ongevallen, een afname van verkeersdruk leidt hierdoor niet in een vergelijkbare afname van de verkeersonveiligheid;
- de onzekerheid over de gehanteerde risicokansen per wegtype is groot. Risicokansen zijn bekend voor historische jaren, maar er zijn geen betrouwbare prognoses beschikbaar voor de lange termijn waar deze studie zich op richt. In verkeersveiligheidsstudies wordt meestal uitgegaan van een autonome daling van de gemiddelde risicocijfers en een additionele daling als gevolg van het voorgenomen verkeers- en vervoerbeleid (zie

---

<sup>4</sup> Bron: AVV Basisgegevens, [www.rws-avv.nl](http://www.rws-avv.nl), 26-6-2002

paragraaf 3.6). De vraag is de aanname van een autonome daling in risicocijfers (een nullijn in verkeersslachtoffers tot 2010) ook op de langere termijn houdbaar is;

- in deze studie is geen rekening gehouden met kostenbesparingen vanwege een afname van ongevallen door aanrijdingen met dieren. Het effect hiervan op de verkeersveiligheidsbaten is echter relatief klein ten opzichte van de bandbreedte in risicocijfers;
- een belangrijke beperking van de gehanteerde methodiek is dat het onderliggend wegennet, waar het grootste deel van de ongevallen plaats vindt, maar beperkt vertegenwoordigd is in het LMS-netwerk. Een analyse met regionale verkeersmodellen die het wegennet op een groter detailniveau modelleren zal een belangrijke verbetering van de methodiek opleveren.

## 9. Conclusies en discussie

Om infrastructuur in natuurgebieden te ontsnipperen zijn verschillende maatregelen mogelijk. In de eerste plaats kan door het aanleggen van faunapassages zoals ecoducten en dassentunnels het doorsnijden van natuurgebieden en barrièrewerking worden verminderd. In de tweede plaats kan worden ontsnipperd door het wegenpatroon te wijzigen door wegen fysiek af te sluiten of verkeersluw te maken. In deze studie is een verkennende analyse uitgevoerd van ontsnipperingsmaatregelen, waarbij provinciale en gemeentelijke wegen die natuurgebieden doorsnijden zijn ‘ontsnipperd’ door deze verkeersluw te maken (alleen bestemmingsverkeer maakt nog gebruik van de wegen). Er zijn geen ontsnipperingsmaatregelen aan het hoofdwegennet verondersteld.

Om de effecten van ontsnipperingsmaatregelen te kunnen evalueren is een brede beoordeling van effecten op zowel de natuur als de mens nodig. Hiertoe zijn in deze verkennende studie de effecten beoordeeld op natuur (habitatkwaliteit voor barrièregevoelige diersoorten en de geluidbelasting in de Ecologische Hoofdstructuur), personenmobiliteit (reizigerskilometers per auto, openbaar vervoer en langzaam verkeer), bereikbaarheid (congestie en bereikbaarheid van activiteiten), geluidbelasting (geluidsbelast oppervlak, blootstelling van de bevolking aan geluid) en verkeersveiligheid (letselongevallen en dodelijke slachtoffers).

De conclusies van deze verkennende studie zijn:

Het ontsnipperen van provinciale en gemeentelijke wegen in natuurgebieden kan belangrijke voordelen hebben voor de **natuur**. De habitatkwaliteit voor diersoorten die gevoelig zijn voor barrièrewerking (zoals de boomarter en het edelhert) kan lokaal meer dan 10% toenemen. De effecten lijken op landelijke schaal echter beperkt. Dit komt doordat de totale omvang van de veronderstelde ontsnipperde gebieden ten opzichte van het totale areaal natuurgebied in Nederland beperkt is. Het verkeersluw maken van provinciale en gemeentelijke wegen lijkt in mindere mate effect te hebben op de habitatkwaliteit voor grotere, mobielere, diersoorten dan van kleinere diersoorten. Voor kleine en beperkt mobiele diersoorten (zoals reptielen) vormen drukke lokale wegen een absolute barrière, en geven de grenzen aan van de territoria. Het effect van ontsnippering is voor deze soorten echter moeilijk te kwantificeren in termen van een toename van het oppervlak geschikte habitat. Voor kleine en mobiele diersoorten (boomarter) is het effect van ontsnippering van lokale wegen het grootst, aangezien deze wegen forse beperkingen van de territoria betekenen. Voor de grotere diersoorten (edelhert, wild zwijn) vormen drukke lokale wegen veel minder een barrière. Een verbetering van de habitatkwaliteit treedt bij deze soorten alleen op als kleine (potentiële) leefgebieden worden samengevoegd tot grotere, zoals op de Utrechtse Heuvelrug die door relatief veel drukke provinciale wegen wordt doorsneden. De grotere diersoorten op de Veluwe zijn waarschijnlijk relatief meer gebaat bij ontsnippering van het snelwegennet (bijvoorbeeld door faunapassages), die wel een absolute barrière vormen.

Verder neemt de geluidbelasting neemt in een groot gebied rondom de verkeersluwe provinciale en gemeentelijk wegen af, wat positieve effecten heeft op natuur (en recreatie). De akoestische kwaliteit van de gehele EHS verbetert in beperkte mate: het areaal EHS met een geluidbelasting groter dan 40 dB(A) neemt – ten opzichte van de referentievariant in 2020 - af met 1%-punt tot 27%.

Naast de effecten op natuur heeft het ontsnipperen van wegen in natuurgebieden verschillende effecten op de mens, zowel in de positieve als negatieve zin. Het belangrijkste negatieve effect is dat de **bereikbaarheid per auto** verslechterd, zowel uitgedrukt in op infrastructuur gerichte bereikbaarheidsmaten (voertuigverliesuren, congestielocaties) als in op activiteiten gerichte bereikbaarheidsmaten (het mogelijke aantal bestemmingen dat mensen binnen een bepaalde tijd kunnen bereiken). Op het hoofdwegennet leidt ontsnippering tot grotere verkeersdrukke en meer congestie: *het aantal voertuigverliesuren* neemt (op het hoofd- en onderliggende wegennet tezamen) ten opzichte van de referentievariant in 2020 met circa 2,5 tot 4% toe, voornamelijk door een forse toename van congestie op het hoofdwegennet buiten de Randstad en buiten de spitsperioden. De congestie-effecten worden voor het personenverkeer deels gemitigeerd door de veronderstelde introductie van een congestieheffing (op zware congestielocaties): zonder deze heffing zou het effect op congestie groter zijn. De gemodelleerde effecten op het vrachtverkeer zijn relatief groot: volgens het LMS komt bijna de helft van de toename van het aantal voertuigverliesuren voor rekening van het vrachtautoverkeer. Doordat het vrachtverkeer in het LMS echter alleen maar de routekeuze tussen herkomsten en bestemmingen kan aanpassen zal de omvang van de voertuigverliesuren worden overschat. Vervoerders zullen namelijk in de praktijk op congestie reageren door bijvoorbeeld op andere tijdstippen zullen gaan rijden.

Het effect van ontsnippering op de *gemiddelde reistijden van auto- en vrachtautoverplaatsingen* (3 tot 6% toename) is groter dan op het aantal voertuigverliesuren. Hierin komt namelijk, naast congestie, ook de wijzigingen in de routekeuze (omrijden) tot uitdrukking. Door de gemiddelde toename van reistijden neemt de *potentiële bereikbaarheid van verschillende bestemmingen* (werk, bevolking, natuur) af: op nationaal schaalniveau neemt het aantal bestemmingen dat een inwoner per auto kan bereiken met gemiddeld 2 tot 4% procent af. Hiermee lijken op nationale schaal de effecten van ontsnippering op bereikbaarheid relatief beperkt. Op lokale schaal kan de afname van bereikbaarheid echter heel groot zijn: voor de inwoners in en rondom de ontsnipperde gebieden neemt de bereikbaarheid van activiteiten tot enkele tientallen procenten af.

De effecten van ontsnippering op **geluid** zijn overwegend positief. Per saldo leidt ontsnippering tot een afname van de aantallen inwoners die op hun woonlocatie zijn blootgesteld aan een geluidbelasting van 50, 55 of 65 dB(A) met ongeveer 1%. In absolute zin gaat het om enkele tienduizenden (> 50 en > 55 dB(A)) respectievelijk enkele duizenden woningen (>65 dB(A)). Langs enkele snelwegen door stedelijke gebieden treden door de toegenomen verkeersdrukke echter wel enkele overschrijdingen van geluidnormen op voor woongebieden. Om dit te voorkomen is mitigerend beleid nodig, zoals (verdere)

wegdekverbeteringen. Verder leidt ontsnippering tot een (lichte) verbetering van de **verkeersveiligheid**: het aantal verkeersdoden en ziekenhuisgewonden neemt ruwweg met 1% af. Dat komt omdat er een verschuiving van het verkeer optreedt van relatief onveilige provinciale wegen, naar relatief veilige snelwegen.

De hoofdconclusie van deze verkennende studie is dat ontsnippering van infrastructuur (door provinciale en gemeentelijke wegen verkeersluw te maken) duidelijke positieve en negatieve effecten heeft. Positieve effecten treden op voor de natuur: de lokale habitatkwaliteit voor barrièregevoelige diersoorten en de akoestische kwaliteit in natuurgebieden neemt toe. Daarnaast heeft ontsnippering gunstige effecten op verkeersveiligheid en geluidhinder. De belangrijkste negatieve effecten liggen op het gebied van bereikbaarheid.

Op basis van de resultaten van deze studie kan nog geen eindconclusie worden getrokken over het saldo van effecten van de veronderstelde ontsnipperingsmaatregelen. Een eerste ruwe analyse van de ontsnipperingsvariant geeft aan dat de op geld waardeerbare kosten vooral toenemen door extra reistijdskosten vanwege wijzigingen in de routekeuze van het personen- en vrachtverkeer. De totale toename van verplaatsingskosten (de som van filekosten, omrijden en vraaguitval) lijkt van dezelfde orde van grootte te kunnen zijn als de (op geld gewaardeerde) baten voor de mens (verkeersveiligheidsbaten en geluidsbaten in woongebieden). De onzekerheid in de omvang van de verschillende kosten en baten is echter groot, vooral de toename van verplaatsingskosten voor het vrachtverkeer en de omvang van de geluid- en verkeersveiligheidsbaten zijn erg onzeker. Of het saldo van effecten positief is, is naast deze onzekerheden ook afhankelijk van de waardering van de effecten voor de natuur. Deze studie geeft aan dat door ontsnippering de habitatkwaliteit voor barrièregevoelige diersoorten toeneemt en de geluidbelasting in de EHS afneemt, wat gunstig is voor natuur en recreatie. Deze effecten zijn echter moeilijk in geld uit te drukken, omdat het onder meer gaat om het waarderen van bestaanswaarden van diersoorten.

Soort effect	Eerste inschatting van de baten
habitatkwaliteit natuur	toename
geluidsbelasting in de EHS	toename
geluidsbelasting in woongebieden	toename 75-400 mln Euro in 2020
congestie en vertragingen	afname 30-60 mln Euro in 2020
omrijden en vraaguitval	afname 220-240 mln Euro in 2020
verkeersonveiligheid	toename 50-70 mln in 2020
<i>saldo</i>	?

Op basis van deze verkennende studie is het te vroeg om een conclusie te trekken over de wenselijkheid van het ontsnipperen van provinciale en gemeentelijke wegen in natuurgebieden. Voor zo'n conclusie is vervolgonderzoek nodig waarbij alle relevante voor- en nadelen in kaart worden gebracht, met name op lokaal en/of regionaal niveau, en zouden

eventuele alternatieve maatregelen onderzocht moeten worden. Nader onderzoek is onder meer gewenst naar:

- Maatregelen waarbij de natuurvoordelen ook (grotendeels) bereikt kunnen worden met minder nadelige gevolgen voor de bereikbaarheid, bijvoorbeeld door alleen 's nachts wegen in natuurgebieden af te sluiten. Ook zouden faunapassages en ecoducten als alternatief kunnen dienen voor het verkeersluw maken van provinciale wegen. In deze studie is niet onderzocht of en waar dit zou kunnen;
- De afzonderlijke locaties van ontsnippering (en de effecten ervan): het is denkbaar dat er locaties zijn waarvan de natuurvoordelen relatief beperkt zijn ten opzichte van de nadelen voor bereikbaarheid. In deze studie zijn de effecten niet op het niveau van afzonderlijke locaties bestudeerd;
- De effecten van ontsnipperingsmaatregelen voor het snelwegennet en het spoorwegennet. Vooral voor grotere diersoorten (zoals het edelhert en het wild zwijn) is ontsnippering van het hoofdwegennet wellicht belangrijker dan het provinciale wegennet;
- Het effect van mitigerende maatregelen om overschrijdingen van grenswaarden voor geluid op snelwegen te voorkomen. Het gaat bijvoorbeeld om het (verder) verbeteren van het wegdek of het verlagen van de rijsnelheid (bijvoorbeeld van 100 naar 80 km/uur);
- De effecten op emissies door personenverkeer en met name de luchtkwaliteit langs snelwegen. De effecten op de totale Nederlandse emissies door het wegverkeer zijn – gezien de beperkte effecten op de het auto- en OV-gebruik - beperkt, echter op lokaal niveau kunnen overschrijdingen van grenswaarden voor luchtkwaliteit voor woongebieden optreden. In deze studie is dit niet onderzocht;
- De lokale en/of regionale effecten van ontsnippering op verplaatsingsgedrag en activiteitenpatronen van inwoners. Om dit te kunnen analyseren is een verdere differentiatie van de mobiliteitsprognoses nodig, bijvoorbeeld door gebruik te maken van ruimtelijk desaggregeerdere (regionale) verkeersmodellen;
- De effecten van het verkeersluw maken van doorgaande wegen op de bereikbaarheid van activiteiten voor verschillende bevolkingsgroepen, zoals ouderen en jongeren.

Voor politieke besluitvorming over ontsnippering is een breed beoordelingskader nodig. Een kosten-batenanalyse, waarin zo mogelijk de effecten in geld worden uitgedrukt, zou hiervoor een bruikbaar kader kunnen bieden. Hierbij moeten naast het saldo van effecten ook de investeringskosten van verschillende alternatieve ontsnipperingsmaatregelen in beschouwing worden genomen.



## Literatuur

- Alkemade, J.R.M., J.J.M van Grinsven, J. Wiertz, J. Kros (1998) Towards integrated national modelling with particular reference to the environmental effects of nutrients. *Environmental Pollution*, 102(S1), 101-105.
- AVV (2000) *NVVP beleidsopties verkend. Deel I: Personenvervoer. Deel II: Goederenvervoer.* Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Rotterdam.
- Brink, B.J.E. ten, A. van Hinsberg, M. de Heer, D.C.J. van der Hoek, B. de Knecht, O.M. Knol, W. Ligtoet, R. Rosenboom, M.J.S.M. Reijnen (2002) *Technisch ontwerp Natuurwaarde en toepassing in Natuurverkenning 2. Achtergronddocument bij de Natuurverkenning 2.* RIVM rapport 408657007, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- CPB (1997) *Economie en fysieke omgeving. Beleidsopgaven en oplossingsrichtingen 1995-2020*, Sdu Uitgevers, Den Haag.
- CPB (2000) *Kosten-baten analyse van de HSL-Oost infrastructuur.* Werkdocument No. 128, CPB, Den Haag.
- Dassen, A.G.M., J.H.J. Dolmans, J. Jabben, N.A.R. Hamminga, W.H. Hoffmans, H.A. Nijland. (2001a) *Geluid in de vijfde Milieuverkenning, achtergronden.* RIVM rapport 408129009, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Dassen, A.G.M., J. Jabben, P.M.H. Janssen (2001b) *Uitbouw en optimalisatie van het Landelijk Beeld van Verstoring. Partiele validatie en gevoeligheidsanalyse.* RIVM rapport 725401001, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Eijgenraam, C.J.J., C.C. Koopmans, P.J.G. Tang, A.C.P. Verster (2000) *Evaluatie van infrastructuurprojecten. Leidraad voor kosten-batenanalyse*, Sdu Uitgevers, Den Haag.
- Elhorst, J.P., J. Oosterhaven (2001) *Herziening RUG-KBA Zuiderzeelijn varianten.* Rijksuniversiteit Groningen, Faculteit der Economische Wetenschappen, Groningen.
- Geurs, K.T., J.R. Ritsema van Eck (2000) *Effecten van een compacte verstedelijkingsvariant op mobiliteit, bereikbaarheid, emissies en geluid.* RIVM report 711931003, National Institute of Public Health and the Environment, Bilthoven.
- Geurs, K.T., J.R. Ritsema van Eck (2001) *Accessibility measures: review and applications. Evaluation of accessibility impacts of land-use transportation scenarios, and related social and economic impacts.* RIVM report 408505006, National Institute of Public Health and the Environment, Bilthoven.
- Geurs, K.T., J.R. Ritsema van Eck (2002) *Verstedelijking, bereikbaarheid en milieu. Achtergrondstudie voor de Toets van de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening (PKB deel 1) op ecologische effecten.* RIVM rapport 711931006, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.

- Goetgeluk, R., P. Louter, J.A.M. Borsboom-van Beurden, M.A.J. Kuijpers-Linden, J. van der Waals, K.T. Geurs (2000) *Wonen en werken ruimtelijk verkend. Waar wonen en werken we in 2020 volgens een compacte inrichtingsvariant voor de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening*. RIVM rapport nr. 711931001, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- HCG (1992) *De reistijdwaardering in het goederenvervoer*. Rapport 142-2, Hague Consulting Group, Den Haag.
- HCG (1997) *LMS 5.0: Modelbeschrijving. Documentatie LMS 5.0 - Deel D*. Hague Consulting Group, Den Haag.
- HCG (1998) *Value of Dutch Travel Time Savings. Final version*. Hague Consulting Group, The Hague.
- Hoek, D.C.J. van der, W.H. Hoffmans, A. van Hinsberg, M. van Esbroek (2002) *Ecologische effectberekening voor de 2e Nationale Natuurverkenning: terrestrische systemen. Achtergronddocument bij de Natuurverkenning 2*. RIVM rapport 408664002, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Jaarsma, C.F., A. Hoogeveen (1999) *Pilotstudie bundeling autoverkeer. Realiseringsmogelijkheden en effecten van een samenhangend duurzaam veilig infrastructuur-concept in het proefgebied Noord-Limburg west*. Nr. 76, Landbouwniversiteit Wageningen, Vakgroep Ruimtelijke planvorming, Wageningen.
- Jaarsma, C.F., D.A. Kamphorst, R.J.M. Kleijberg (2001) *Verkeersveiligheid in relatie tot aanrijdingen met dieren*. Infrastructuur en natuur; versnippering en ontsnippering. Nationaal overzicht in het kader van COST-actie 341, A. A. G. Piepers, ed., Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouw, Delft.
- Jaarsma, C.F., G.P.A. Willems (2001) *Mobiliteit met beleid: verbetering van leefbaarheid en bereikbaarheid in het landelijk gebied?* Mobiliteit en beleid, J. v. D. e. C. G. e. F. Bruinsma, ed., Koninklijke Van Gorcum, Assen, p. 123 - 153.
- Jabben, J. (2000) *Informatiestructuur Landelijk Beeld van Verstoring*. RIVM rapport 725201001, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven..
- Kempen, E.E.M.M. van (2001) *Een schatting van de baten van geluidmaatregelen*. RIVM rapport 715120004, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- NEA (1997) *Filekosten op het Nederlandse hoofdwegenet in 1996*. NEA Transportonderzoek en -opleiding, Rijswijk.
- NEI (2000) *KBA van een snelle verbinding naar het noorden*. NEI, Rotterdam.
- Nelson, J.P. (1982) Highway noise and property values. A survey of recent evidence. *Journal of transport economics and policy*, 117-138.
- Nijland, H.A., E.E.M.M. van Kempen, J. Jabben, J.A. Annema (2001) *Geluidmaatregelen: kosten en baten*. RIVM rapport 715120005, RIVM, Bilthoven.
- Piepers, A.A.G., G.J. Bekker, R. Cuperus, L. Fliervoet, E.A. van der Grift, Y.R. Hoogeveen, C.F. Jaarsma, R.H.G. Jongman, D.A. Kamphorst, R.J.M. Kleiberg, J.P. Knaapen, R.P.H. Snep, M. Soesbergen, G. Veenbaas, T.J. Verstreal, A.J.W. de Wit (2001) *Infrastructuur en natuur; versnippering en ontsnippering. Nationaal overzicht in het kader van COST-actie 341*. DWW

- Ontsnipperingsreeks deel 39, A. A. G. Piepers, ed., Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouw, Delft.
- Poppe, F. (1996) *Risico's onderscheiden naar wegtype*. R-96-64, SWOV, Leidschendam.
- Pouwels, R. (2000) *LARCH: een toolbox voor ruimtelijke analyses van een landschap*. Alterra, Wageningen.
- RAND Europe (2001) *LMS Ontsnippering*. Rand Europe, Leiden.
- Reijnen, R., E. van der Grift, M. van der Veen, M. Pelk, A. Lüchtenborg, D. Bal (2000) *De weg mét de minste weerstand. Opdracht ontsnippering*. Alterra / Expertisecentrum LNV, Wageningen.
- RIVM (2000a) *Nationale Milieuverkenning 5 1997-2020*. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- RIVM (2000b) *Natuurbalans 2000*, Samson bv, Alphen aan den Rijn.
- RIVM (2001) *Who is afraid of red, green and blue? Toets van de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening op ecologische effecten*. RIVM rapport 711931005, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Runia, L. (2002) *Visie wegennet zuidelijke Veluwe: de Veluwe als natuurerf. Naar een duurzaam, veilig en samenhangend wegennet voor de zuidelijke Veluwe*. Geldersch Landschap, Natuurmonumenten en Gelderse Milieufederatie, Arnhem.
- Schagen, I.N.L.G. van (2001) *De verkeersonveiligheid in Nederland tot en met 2000*. R-2001-30, Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.
- Schoon, C.C. (2000) *Verkeersveiligheidsanalyse van het concept-NVVP. Deel 1: Effectiviteit van maatregelen*. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.
- Schoon, C.C., P. Weseman, R. Roszbach (2000) *Verkeersveiligheidsanalyse van het concept-NVVP. Samenvattend rapport*. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.
- SVVII (1990) *Tweede Structuurschema Verkeer en Vervoer. Verkeer en vervoer in een duurzame samenleving - deel d: regeringsbeslissing*. Sdu Uitgeverij, Den Haag.
- TK (2000) *Bereikbaarheidsoffensief Randstad. Notitie*. Tweede Kamer, Vergaderjaar 1999-2000, 27 165, nr. 2, V&W, Den Haag.
- TK (2001) *Nationaal Verkeers- en Vervoersplan 2001-2020. Kabinetsstandpunt - Deel A-C*. Tweede Kamer, Vergaderjaar 2000-2001, 27 455, nr. 2-5, Tweede Kamer der Staten Generaal, Den Haag.
- V&W (1996) *Handboek Economische Effecten Infrastructuur*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag
- V&W (2000a) *MIT Projectenboek. Stand van zaken 2001*. V&W, Den Haag.
- V&W (2000b) *Van A naar Beter. Nationaal Verkeers- en Vervoersplan 2001-2020. Beleidsvoornemen*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.
- VROM (1997a) *Actualisering Vierde Nota over de Ruimtelijke Ordening Extra. Deel 3*. Ministerie van VROM, The Hague.

- VROM (1997b) *Naar een landelijk beeld verstoring*. Publicatiereeks Verstoring nr. 12/1997, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag.
- VROM (2001a) *Een wereld en een wil. Werken aan duurzaamheid. Nationaal Milieubeleidsplan 4*. Tweede Kamer, Vergaderjaar 2001-2002, 27 578, nr. 5, Ministerie van VROM, Den Haag.
- VROM (2001b) *Ruimte maken, ruimte delen. Vijfde Nota over de Ruimtelijke Ordening 2000/2020*. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag.
- Wesemann, P. (2000) *Kosten van de verkeersonveiligheid in Nederland, 1997*. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

## Bijlage 1: Verzendlijst

1	H.A.P.M. Pont – Directeur-Generaal RIVM
2	Prof. Ir N.D. van Egmond – Directeur Milieu- en Natuurplanbureau
3	Prof. Dr P. Nijkamp - NWO
4	Prof. Dr P. Rietveld - Vrije Universiteit Amsterdam
5	Prof. Dr F. den Butter - Vrije Universiteit
6	Prof. Dr F.M. Dieleman – Universiteit Utrecht
7	Prof. Dr P.H.L. Bovy - Technische Universiteit Delft
8	Prof. Dr A.I.J.M. van der Hoorn - Universiteit van Amsterdam/ AVV
9	Prof. Dr F. le Clercq, Universiteit van Amsterdam/Twijnstra Gudde
10	Prof. Dr M. van Maarseveen - Universiteit Twente
11	Prof. Ir F. Sanders - Technische Universiteit Delft
12	Prof. Dr Ir H. Priemus - Technische Universiteit Delft/OTB
13	Prof. Dr Ir P.A. Steenbrink
14	Prof. Dr H.J. van Zuylen - Technische Universiteit Delft
15	Dr C.M. Plug – VROM/DGM
16	Ir A.J. Baayen - VROM/DGM
17	Ir M. van den Berg - VROM/DGM
18	Drs R. Bouman – VROM/DGM
19	Drs H.C.G.M. Brouwer - VROM/DGM
20	Ir B.J.F. Kortbeek - VROM/DGM
21	Mr M.C. Kroon - VROM/DGM
22	Drs H.E. ten Velden – VROM/RPD
23	Ir H. Hilbers - RPB
24	Drs R. Braakenburg van Backum - V&W
25	Ir A.N. Bleijenberg – V&W
26	Mr J. Heydeman – V&W/DGP
27	Ir J. van der Waard – RWS/AVV
28	Ir F.A. van Beek – RWS-AVV
29	Mr Ir J.P. Jonges, RWS-AVV
30	Drs P. Jorritsma, RWS-AVV
31-35	Drs A. Schoemakers – RWS/AVV
36	G.J. Bekker – RWS/DWW
37	Drs M.A. Koning – CPB
38	Drs T.H. van Hoek – CPB
39-47	Drs W. Timmermans – Alterra
48	R. Reijnen - Alterra
49	E. van der Grift – Alterra
50	R. Pouwels – Alterra
48	Dr M. Dijkstra – Universiteit Utrecht
49	Dr J.R. Ritsema van Eck – Universiteit Utrecht
50	E. Koomen, Vrije Universiteit Amsterdam
51	J. Gorter, Vereniging Natuurmonumenten
52	Ir J.J.E.A van Meel – NOVEM
53	Ing. A. Jansen – NOVEM
54	Ir P. Kroon – ECN
55	Ir W. J. van Grondelle – Stichting Natuur & Milieu
56	Drs J. Steijn – VNO/NCW
57	Ir P.H.R. Langeweg – ANWB
58	Drs D. van der Burg – ANWB, redactie verkeerskunde
59	W. Zijlstra – BOVAG
60	R. Broekhuizen – MOBIL
61	Ir E.J. Verroen – Twijnstra Gudde
62	Drs W. Korver – TNO-INRO
63	Ing. F.M.C. Gommers - XTNT
64	Dr H.J. Meurs – MuConsult
65	Dr G.C. de Jong – HCG
66	P. Mijjer – 4cast

67	Ing. P.M. Peeters – Peeters advies
68	Ir C. Harders – TRANSEK (Zweden)
69	J.T. Jetten – NEA
70	Drs L. van der Velde – NEA
71	Ir J.M.W. Dings – CE
72	Ir P. Janse – CE
73	Drs U.Ph. Blom – B&A
74	Drs A. Kooy – Provincie Drenthe
75	Drs F. Bekhuis – Provincie Gelderland
76	Ing. G.J. Post - Ministerie van LNV, Directie Natuurbeheer
77	Ir C.F.W.M. van Meyenfeldt - Ministerie van LNV, Directie Natuurbeheer
78	Ir A.C.M. van Straten - Ministerie van LNV, Directie Natuurbeheer
79	Grontmij
80	Arcadis
81	Ir P.M. Schrijnen – TUD
82	Secretariaat VROM-Raad.
83	Depot van Nederlandse publikaties en Nederlandse bibliografie, afdeling Aquisitie
84	Nederlands Instituut voor Wetenschappelijke Informatiediensten
85	Bibliotheek VU
86	Bibliotheek UvA
87	Bibliotheek Faculteit der Economische Wetenschappen en Econometrie – UvA
88	Bibliotheek SEO
89	Bibliotheek RPD
90	Bibliotheek V&W
91	Bibliotheek AVV
92	Bibliotheek TU Delft
93	Bibliotheek TU Eindhoven
94	Bibliotheek TU Twente
95	Bibliotheek RUU
96	Bibliotheek KUN
97	Bibliotheek NHTV
98	Connekt
99	Ir F. Langeweg
100	Drs R.J.M. Maas
101	Dr J.A. Hoekstra
102	Dr M. Kuijpers-Linde
103	Drs O.J. van Gerwen
104	Dr Th.G. Aalbers
105	Drs G.J. Eggink
106	Drs J. Wiertz
107	Drs J.A. Annema
108	Drs H. Nijland
109	Ir R.M.M. van den Brink
110	Drs A. Hoen
111	Ir J. Jabben
112	A. Perdok
113	W. Boon
114-118	Auteurs
119	SBC/Afdeling communicatie
120	Bibliotheek RIVM
121-126	Bureau rapportenregistratie
127-150	Reserve-exemplaren

## Bijlage 2:      Infrastructuur in de referentievariant

De volgende veronderstellingen zijn in de referentievariant opgenomen voor wat betreft de ontwikkeling van weginfrastructuur en verkeers- en vervoerbeleid. Als referentievariant voor het NVVP-beleid is de zogenoemde BorMix-variant gehanteerd. Zie ook RAND Europe (2001).

### *Doorstroomnet*

- Start doorstroomroute bij de A8
- A10 2<sup>e</sup> Coentunnel als doorstroomroute
- A5 Westrandweg uitgevoerd als betaalweg
- A5 Verlengde Westrandweg is al aangelegd in 2010 maar wordt betaalweg
- A4 Midden Delftland - Vlaardingen wordt aangelegd als betaalweg
- A4 2<sup>e</sup> Beneluxtunnel is al aangelegd, maar wordt betaalweg
- A15 Beneluxplein - Vaanplein (A29) wordt uitgevoerd als doorstroomroute
- A4 aanleg/ombouw Dinteloord-Bergen op Zoom 2x2 + betaalweg
- A1 Wisselstrook tussen A9 en de A6. Ochtendspits richting Amsterdam, avondspits richting Hilversum
- A9 tussen Knooppunt Badhoevedorp en Knooppunt Holendrecht
- A16 Wisselstrook bij Moerdijk in zuidelijke richting
- A9 nieuwe verbinding tussen de A2 en de A1

De doorstroomroute wordt met uitzondering van de A9 tussen Knooppunt Badhoevedorp en Knooppunt Holendrecht uitgevoerd als 2x2 rijstroken. De A9 tussen Knooppunt Badhoevedorp en Knooppunt Holendrecht wordt uitgevoerd als 2x1 rijstrook.

### Versneld MIT-project - overeenkomstig BOR:

- A9 tussen Venzen en de A4
- A9 tussen de A2 en de A1
- A2 tussen de A9 en knooppunt Oudenrijn
- A12 tussen knooppunt Lunetten en de Duitse grens
- A1 tussen de A9 en Knooppunt Eemnes
- A6 tussen de A1 en Knooppunt Zeewolde

### Extra capaciteit - overeenkomstig BOR

- A12 tussen Prins Clausplein en Gouda (A20), 1 strook extra
- A2 tussen Oudenrijn en de A15 uitbreiden naar 2x4 rijstroken

### Extra uitbreiding t.o.v. BOR

- A1 Knooppunt Eemnes-Hoevelaken 2x3 ASW, Apeldoorn-Deventer 2x3 ASW
- A1/A67 rondweg Den Bosch (A59 west - N65 2x4), rondweg Eindhoven tussen knooppunt Ekkersweijer en Batadorp strook erbij, Batadorp (A58) - De Hogt (A67) 2x4 ASW, De Hogt (A2) - Leenderheide (A2) 2x4 ASW
- A2 Graathem (A73) - Kerensheide (A73)
- A12 Gouda - Utrecht 2x4 ASW
- A15 Papendrecht - Gorkum (A27) 2x3 ASW
- A20 Nieuwerkerk - Gouda (A20) 2x3 ASW
- A27 Gorkum (A15) - Lunetten (A12) 2x3 ASW

- A28 Rijnsweerd (A27) - Amersfoort (afslag 6) 2x3 ASW, rondweg Amersfoort (afslag 6-A1) 2x4 ASW, Hattemberbroek (A50) - Zwolle-Noord (afslag 20) 2x3 ASW
- A50 Arnhem - Apeldoorn (A1) 2x3 ASW
- A58 Roosendaal (A17) - Bergen op Zoom (A4) 2x3 ASW, Breda (A16) - Tilburg (afslag 11)

### *Benutten*

Implementatie van het zogenoemd ‘compact rijden’ op de ringen rond de stadsgewesten. Deze oplossing impliceert het toevoegen van extra strookcapaciteit, onder gelijktijdige verlaging van de maximum snelheid tot 80 km/h. De betreffende stadsgewesten zijn Amsterdam, Rotterdam, Den Haag, Utrecht, Amersfoort, Zwolle, Arnhem, ‘s Hertogenbosch, Nijmegen, Breda, Tilburg, Eindhoven en de A7 tussen Groningen-west/Europaplein. De maatregel is in de netwerken van het LMS geoperationaliseerd door de toevoeging van extra strookcapaciteit (2300 pae) op de betreffende wegvakken en de reductie van de snelheid op de betreffende wegvakken tot 90 km/h. De keuze voor 90 km/h in plaats van 80 km/h heeft te maken met de wijze waarop de toedeling van het LMS wordt uitgevoerd. Bij het huidige aantal iteraties is het aandeel van de eerste iteratie in het eindresultaat relatief nog redelijk groot. Bij een lagere snelheid bestaat het gevaar dat er in de eerste iteratie te weinig gekozen wordt voor de ringwegen. Compact rijden vindt alleen in de spitsen plaats.

### *Brandstofkosten*

In de Mi1-variant wordt conform Variant C uitgegaan van een variabilisatie van de MRB en ¼ BPM. De totale index voor de brandstofkosten per kilometer komen daarmee op een index van 143 ten opzichte van 1995.

### *Congestieheffing*

Extra kilometerheffing van 9 Eurocent (20 guldencent) per kilometer op congestietrajecten op zowel het HWN als het OWN. Deze congestietrajecten zijn geselecteerd op basis van modeluitkomsten van de eerste iteratie. Het selectie criterium dat hiervoor is gebruikt is een intensiteit/capaciteitsverhouding  $> 0,8$ . De congestieheffing wordt niet uitgevoerd op de doorstroomroute en parallel aan de doorstroomroute. Op de A4-corridor vindt geen congestieheffing plaats omdat het basisidee is dat bij congestie de doorstroomroute wordt uitgebouwd.

### *OV verbeteringen (conform Daccent)*

Treinnetwerk dat opgesteld is volgend de meest recente inzichten van RailNed over het treinnetwerk in 2020. De lijnvoering voor dit nieuwe rail-concept is aangeleverd door RailNed.

Het concept is mede gebaseerd op de integrale verbetering in het aanbod op de afstanden van 10 tot 40 kilometer (met inbegrip van het stoptreinnet) in en rond de grote stadsgewesten. Het betreft hier de vier grote stadsgewesten in de Randstad (in feite de gehele Randstad), Brabantse stedenrij, KAN, Twente, Zuid Limburg. Het stoptreinnet krijgt hier meer het karakter van light-train- en/of light-rail-concept met hogere frequenties, meer haltes en afstemming met andere BTM. De frequenties kunnen hier ook omhoog, vanwege verder geconcentreerde vervoerstromen, mede door gerichte afstemming van RO (verdichting locaties wonen en werken).

Buiten de genoemde gebieden zal de nadruk veel meer komen te liggen op het handhaven van een aanvaardbaar voorzieningenniveau (eventueel met CVV-achtige oplossingen).



*Parkeerbeleid*

De implementatie van een stringent parkeerbeleid is in een gematigde vorm verondersteld. Dit is nader uitgewerkt in de volgende twee elementen:

- uitbreiding van het bestaande areaal voor betaald parkeren, conform opgave vanuit de regio, en;
- reële verhoging parkeerkosten ten opzichte van 1995 op alle locaties waar voor parkeren moet worden betaald.

*ABC-locatiebeleid*

Als representatie van de daadwerkelijke te verwachten implementatie van het locatiebeleid, is ten opzichte van de eerdere referentie uitgegaan van sterkere implementatie van de parkeernormering uit het ABC-locatiebeleid. Dit is gedaan door de parkeernormering van toepassing te laten zijn op 100% van de toename van de werkgelegenheid op de betrokken locaties in de periode 1995 - 2020.

De gebruikte normen zijn:

A-locatie Randstad	bestaande werkgelegenheid	0.15
	nieuwe werkgelegenheid	0.10
A-locatie buiten de Randstad	bestaande werkgelegenheid	0.20
	nieuwe werkgelegenheid	0.15
B-locatie Randstad	bestaande werkgelegenheid	0.30
	nieuwe werkgelegenheid	0.20
B-locatie buiten de randstad	bestaande werkgelegenheid	0.35
	nieuwe werkgelegenheid	0.30

*Vervoermanagement*

Als representatie van de daadwerkelijk te verwachten implementatie van vervoermanagement, is ten opzichte van de eerdere referentie uitgegaan van de implementatie van vervoermanagement met een hogere effectiviteit: Introductie bij 25% van de bedrijven met meer dan 50 werknemers met een effectiviteit van 100% van de thans bekende gemiddelde effecten.

Vervoermanagement is in het LMS op dezelfde wijze geïmplementeerd als de parkeerbeperkingen waarbij echter geen alternatieve parkeerlocatie wordt toegestaan. Er wordt met een norm gewerkt in de vorm van een percentage waarmee via het totaal aantal arbeidsplaatsen het toegestane aantal auto aankomsten wordt aangegeven. het totaal aantal auto aankomsten wordt vergeleken met dit aantal waarbij het teveel aan auto aankomsten wordt verdeeld over andere vervoerwijzen. De verdeling vindt plaats op basis van hun onderlinge aantrekkelijkheid.

De norm die wordt gehanteerd is afhankelijk van het gestelde beleidsdoel en is proefondervindelijk bepaald. In principe dient de norm iedere keer opnieuw te worden afgeleid, maar wordt om praktische redenen vaak constant gehouden. Bij de eerdere referentie is uitgegaan van de waarde die binnen de LT'97 (CPB, 1997) studie is gebruikt. Deze waarde is voor Referentie 2 opnieuw bepaald.

*Fietsbeleid*

Als representatie van reistijdwinsten door verbeterde fietsinfrastructuur, wordt een afstandsreductie verondersteld voor de wat langere fietsverplaatsingen (tussen 0 en 2,85 km

geen verandering; tussen 2,85 en 3,0 km afstand verkort tot 2,85 km; boven 3,0 km afstand verkort met 5%).

#### *Snelhedenbeleid*

Uitgegaan is van uitbreiding van 30 km/uur zones in steden. In de berekeningen is dit geoperationaliseerd door voor de eerste en de laatste 500 meter van een verplaatsing de snelheid van 45 km/uur naar 30 km/uur te reduceren bij herkomst respectievelijk bestemming van deze verplaatsingen in verstedelijkte gebieden.

#### *Goederenvervoerbeleid*

In het EC scenario is rekening gehouden met ten opzichte van de eerdere referentie beperktere inzet van TIB. Voor 2020 betekent dit een reductie van 3,5% op de 2020 EC-vrachtmatrix.