

# Wat als De Duurzame Weg er was geweest?

László Vákár en Otto de Rooij, Movares Nederland

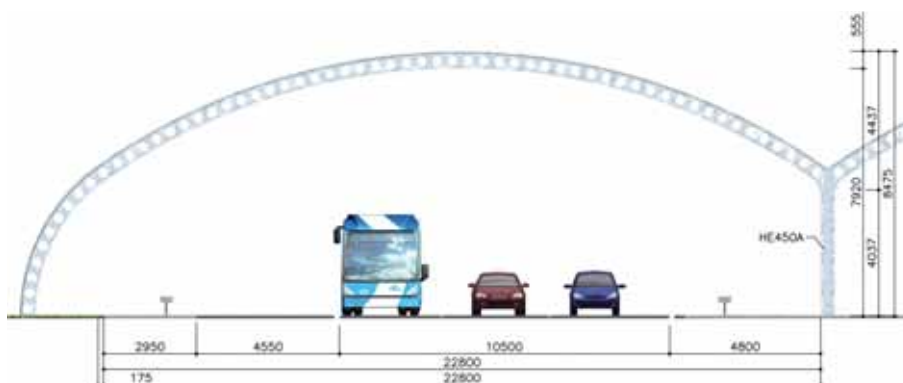
De wegmobiliteit heeft een grote invloed op de omgeving.

Om de groeiende mobiliteitsbehoefte en de kwaliteit van de omgeving te waarborgen biedt het concept 'De Duurzame Weg' een integrale oplossing. Het concept bestaat uit een overkapping van snelwegen met koud gebogen glas. Bij de uitwerking is gebruik gemaakt van bestaande en bewezen technologieën. De Duurzame Weg is een aantrekkelijke visuele verschijning en heeft meer positieve effecten op het milieu als een even lang vijf kilometer breed bos.

nemende behoefte aan rust en ruimtelijke kwaliteit. Daarnaast heeft de wegbeheerder in zijn dagelijkse beheer te maken met slijtage van de weg en milieubelasting. Voor al deze problemen ontwikkelde Movares een oplossing: De Duurzame Weg. Hoe zou de situatie zijn geweest op die wegvakken als daar De Duurzame Weg zou zijn gerealiseerd?

## Het concept

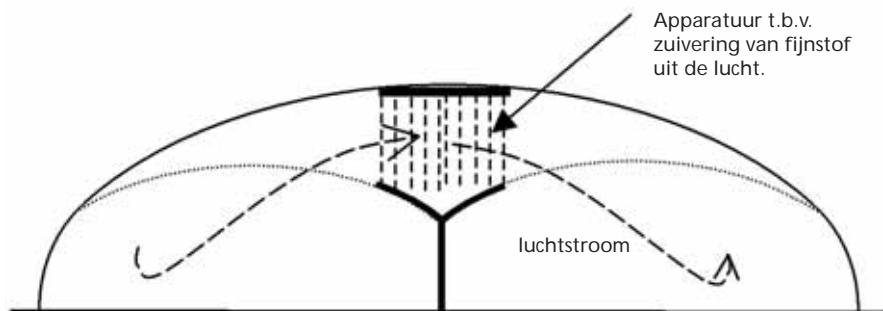
Het concept 'De Duurzame Weg' biedt een integrale oplossing voor de geschetste problematiek. Deze ontwerp oplossing bestaat uit een overkapping van snelwegen met koud buigbaar gelaagd glas. Hierbij is bijzondere aandacht besteed aan duurzaamheid, veiligheid, kosten en opbrengsten. Het concept levert een aanzienlijke reductie van geluid, fijnstof, NO<sub>x</sub> en CO<sub>2</sub>. Ook levert het een belangrijke besparing van het verbruik van fossiele brandstoffen. Daarnaast verkleint het concept de milieuzone rondom de infrastructuur en levert daarmee extra bouwgrond op in stedelijk gebied. Behalve dat de lokale problemen worden opgelost, gebeurt dit op een duurzame en energiezuinige manier. Belangrijk is dat alle gebruikte technologieën reeds uitvoerig getest zijn, waardoor het ontwerp zeer realistisch is. In vergelijking met andere oplossingen voor de actuele problematiek is het plan gezien de constructie, de oplossing van de problemen en de



Karakteristieke doorsnede constructie.

Wereldwijd staat luchtvervuiling hoog op de politieke agenda. De uitstoot van schadelijke stoffen moet worden beperkt. Geluidoverlast en luchtkwaliteit spelen een steeds belangrijker rol bij het aan-

leggen van nieuwe en het uitbreiden van bestaande infrastructuur. In Nederland worstelen we, als dichtbevolkt land, met de opgave om de groeiende mobiliteitsbehoefte te accommoderen met de toe-



Zuivering van fijnstof uit de lucht bij de overkappingsmond.

visuele verschijning zeer aantrekkelijk. Bovendien is daardoor een goede inschatting te maken van de kosten.

### Bijdrage aan luchtproblematiek

De luchtkwaliteitsproblematiek aan weerszijden van de overkapping wordt met de overkapping opgelost, er is daar sprake van een nulmissie. De uitstoot van het verkeer komt bij de monden geconcentreerd naar buiten en zorgt daar zonder aanvullende maatregelen alsnog voor te hoge waarden langs de weg. Om te grote uitstroom van vervuil-

de lucht aan de einden van de overkapping te voorkomen worden natuurlijke luchtstromen benut. Onder de overkapping wordt als gevolg van de beweging van het verkeer namelijk een luchtstroom opgewekt. De luchtsnelheid en de doorsnede van de overkapping zorgen ervoor dat grote hoeveelheden lucht in beweging worden gebracht. Het concept berust erop de luchtbeweging die in beide overkapte weghelften door de beweging van de auto's ontstaat door een speciale vormgeving van de overkapping bij de monden kort te sluiten, zodat een circuit ontstaat. De lucht die in een

wegdeel de ene kant opstroomt wordt aan het eind van de overkapping deels afgebogen en naar de andere weghelft geleid en meegezogen door de omgekeerde luchtbeweging veroorzaakt door het verkeer aan de andere kant. Op deze manier ontstaat er een circuit van een deel van de lucht onder de overkapping. Met simulaties is berekend dat een recirculatie van de helft van de lucht-hoeveelheid gemakkelijk haalbaar is. Dit deel van de vervuilde lucht kan in de speciaal vormgegeven uiteinden van de overkapping worden gereinigd van fijnstof door het afvangen met behulp van ionisatie en elektrostatische filtering boven in de kap. De uitstoot van  $\text{NO}_x$  kan worden gereduceerd door het te verwijderen via adsorptie aan actieve koolstof. Ook dit kan bij de overkappingsmonden plaatsvinden of elders onder de overkapping. Juist doordat de vervuilde lucht omsloten is, is reiniging efficiënt mogelijk.

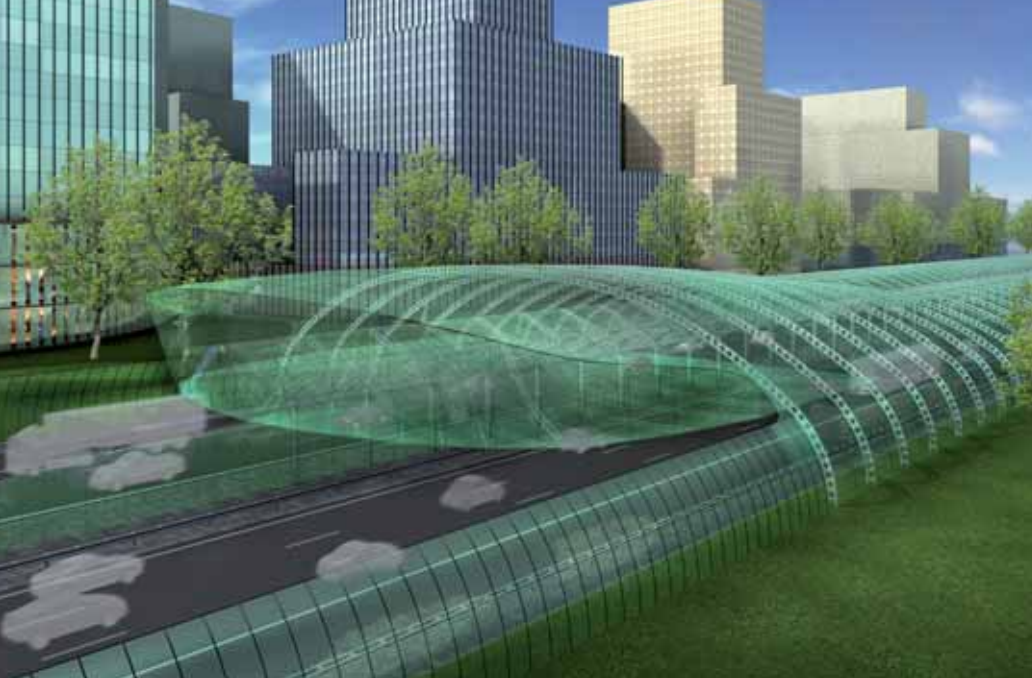
### Bijdrage aan geluidproblematiek

De overkapping schermt geluidsafstraling naar de omgeving in alle richtingen af. Daarmee draagt de overkapping meer nog dan geluidschermen bij aan de beperking van de geluidsoverlast rondom snelwegen. In de huidige praktijk zien we dat met toenemend verkeer steeds hogere geluidschermen nodig zijn, die

#### Bovenaanzicht



Luchtcirculatie door tegengestelde verkeersbeweging.



*Snelwegoverkapping met beëindiging, hier overgaand in een geluidsscherm.*



*Principe van snelwegoverkapping.*

ook navenant duurder zijn. In de overkapping vindt een verhoging plaats van de geluiddruk, waarbij in meer of mindere mate een zogenaamd galmveld ontstaat. De mate waarin het geluiddruk-niveau verhoogd wordt hangt af van de hoeveelheid geluidabsorptie in de overkapping. Vergeleken met geluidschermen is de overkapping in situaties met maximale schermwerking circa 5 dB(A) beter,

in situaties met amper schermwerking, is de reductie circa 20 dB(A) beter. Waar de overkapping op de meest gevoelige plaatsen wordt aangebracht, kan buiten de overkapping de zijwand als geluidscherm worden doorgezet voor de iets minder gevoelige locaties.

grondwater via warmtewisselaars door het wegdek worden geleid, zodat het vorstvrij wordt gehouden. Het wegdek heeft dan in zomer en winter een constantere temperatuur en daarmee een langere levensduur. Dit leidt tot minder overlast door onderhoudswerk en een afname van de bijbehorende verkeersongelukken. Daarnaast wordt het gebruik van strooizouten in de winter vermeden.

#### **Energie en temperatuur asfalt**

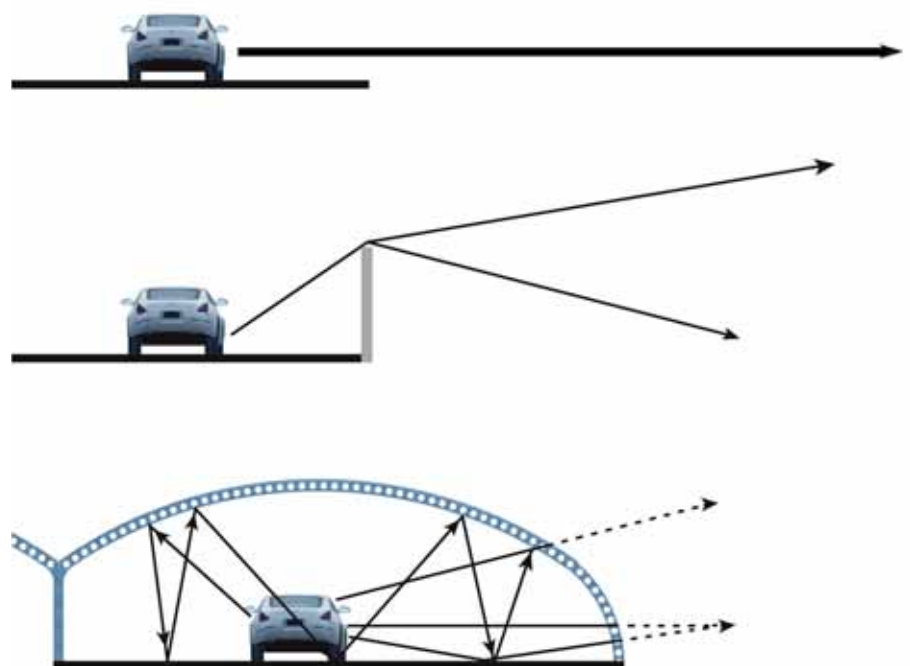
Naast het bestrijden van milieuhinder van snelwegen draagt De Duurzame Weg ook bij aan de energiebehoefte. Het grote overschot aan warmte dat onder de kap ontstaat door zoninstraling en de warmteproductie door het verkeer is in de zomer op te slaan in het grondwater. In de winter kan dit warme

#### **Energie voor woningen**

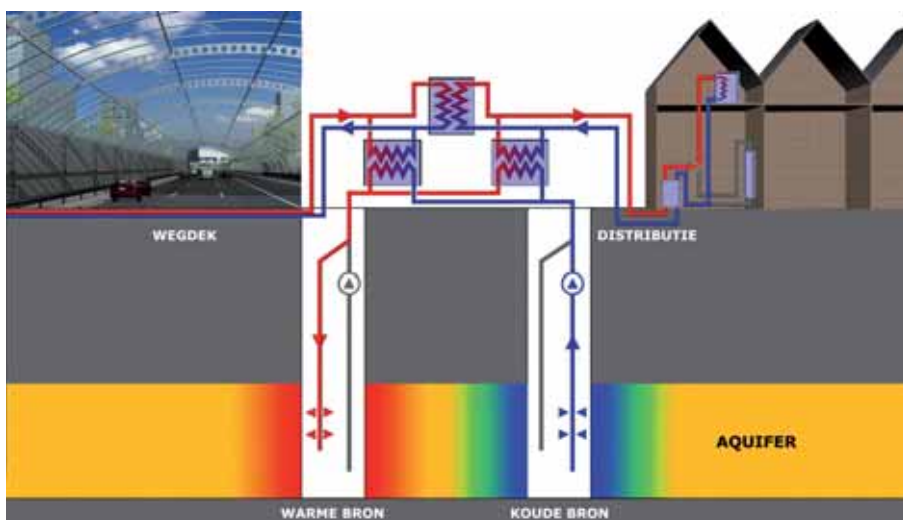
Het overschot aan warmte kan voor diverse doeleinden worden ingezet, zoals voor de verwarming van nabijgelegen woningen. Een kilometer overkapte snel-

De overkapping in het concept De Duurzame Weg betreft een constructie met koudgebogen glas, zogenaamd Freeformglass®. Dat ziet er mooi uit en is veilig, goedkoop en zeer duurzaam. De Duurzame Weg is een toepassing met voordelen voor diverse partijen, waarbij het voordeel van de één niet leidt tot een nadeel voor de ander:

- Overheden die de effecten van het wegverkeer voor omwonenden willen beperken, terwijl ze de bereikbaarheid van de stad willen verbeteren en de stad willen verdichten om het groen te sparen.
- Wegbeheerders die de capaciteit van wegvakken willen verruimen, maar de omgeving moeten beschermen tegen geluid en emissies van het verkeer en daarnaast het onderhoud willen beperken.
- Ontwikkelaars die de vrije ruimte naast bestaande wegen willen benutten voor woningen die goed bereikbaar zijn.
- Bewoners die nu overlast ervaren van het verkeer en toch moeilijk bereikbaar zijn.



*De overkapping geeft een betere bescherming dan geluidschermen.*



Schematische weergave gebruik van warmte uit asfaltcollector in woningen.



Koudgebogen gelaagd glas met zonnecellen.

weg levert het equivalent van twee miljoen kuub aardgas, voldoende warmte voor 3000 appartementen. Daarnaast vermindert het de uitstoot van bijna 1250 ton CO<sub>2</sub> per kilometer per jaar. De vijftig meter brede Duurzame Weg heeft daarmee meer effect op het milieu als een even lang vijf kilometer breed bos.

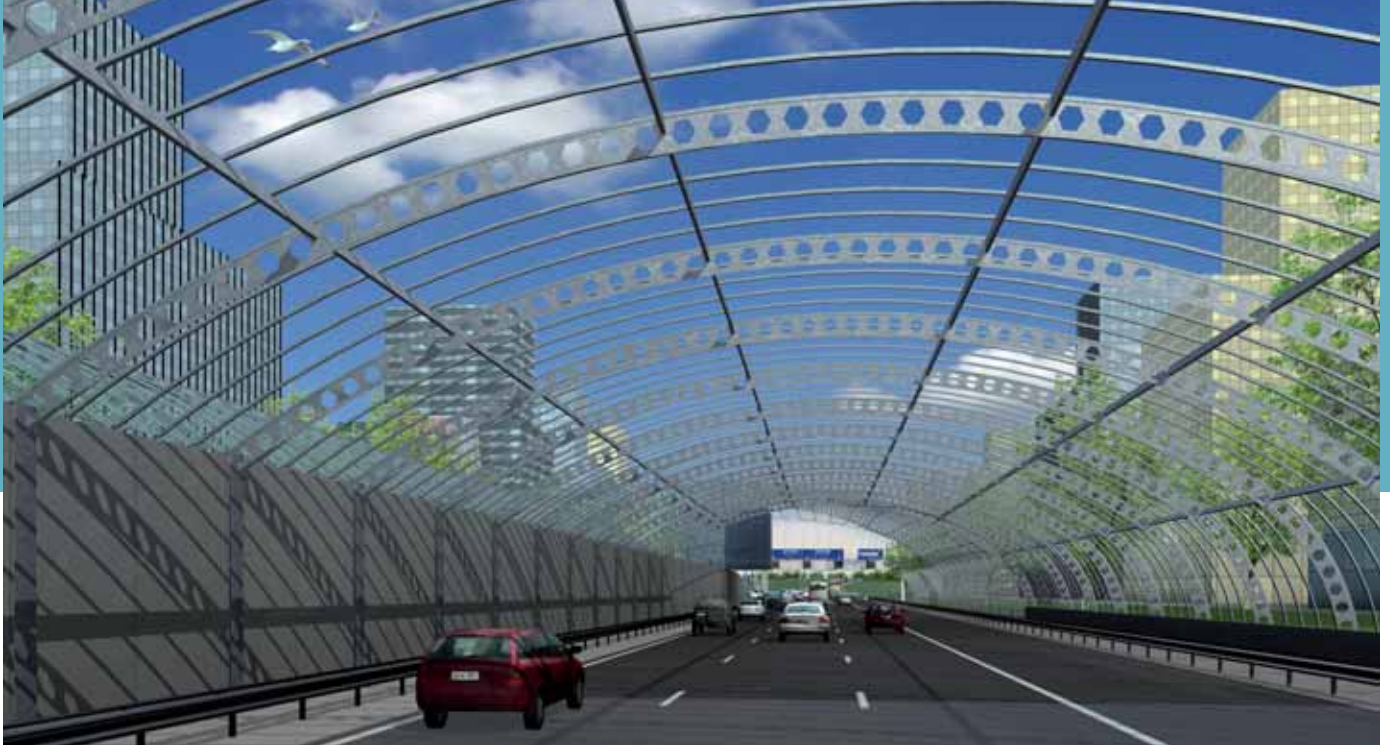
### Energie van zonnecellen

De schil van koudgebogen gelaagd glas van de overkapping leent zich bij uitstek voor het plaatsen van zonnecellen. Doordat deze zonnecellen bij het koudgebogen gelaagde glas tussen de twee glaslagen worden opgenomen, zijn ze beschermd tegen invloeden van buitenaf.

Bovendien is het niet nodig om de zonnecellen op een apart paneel op de constructie te monteren; de glasplaat fungeert zelf als zonnepaneel. Hierdoor zal de terugverdientijd veel korter zijn dan van gewone zonnepanelen. Ten opzichte van normale zonnepanelen bespaart men immers als het ware het dak en het frame waarin het zonnepaneel gevat is. Door aan de zonbeschonen zijde een hoge concentratie zonnecellen toe te passen wordt hier optimaal zonne-energie gewonnen en dienen de cellen tevens als zonwering voor het verkeer dat onder de overkapping rijdt. Uitgaande van een bedekking van 25 procent van de overkapping met zonnecellen levert dit per kilometer snelwegoverkapping 1350 MWh per jaar, ofwel een CO<sub>2</sub>-reductie van ruim 750 ton CO<sub>2</sub> per jaar, terwijl er bovendien overdag geen kunstlicht nodig is.

### Constructie

De ontwerp oplossing wordt geïllustreerd aan de hand van het overkappen van een snelweg met twee rijbanen, waarbij iedere rijbaan drie rijstroken omvat. De constructie is opgebouwd uit gebogen stalen raatliggers die tussen de rijbanen op stalen kolommen aansluiten. Met stalen dwarsliggers en gordingen tussen de bogen (h.o.h. bogen 12 m) wordt er een raster gecreëerd waarop de glazen platen (3,10 m x 1,10 m) van koudgebogen gelaagd glas worden bevestigd die de uiteindelijke huid van de overkapping vormen. De totale bruto breedte is 50 m. Uitgangspunt is dat iedere rijbaan een



*Uitzicht bij overkappingsmond.*

eigen overkapping krijgt. In het midden worden de rijbanen gescheiden door een absorberende gesloten wand. De buitenzijden van de overkapping worden afgesloten met een transparante wand.

#### **Onderhoud**

De kap zelf en vooral de ruiten zullen natuurlijk ook onderhouden moeten worden. De bij het concept behorende onderhoudswagens doen dit goedkoop zonder het wegverkeer te onderbreken. De overkapping is zo ruim, dat de gebruikelijke verkeersportalen er ruim onder passen, terwijl aan de kap hangende reinigingswagens vrij kunnen passeren.

#### **Veiligheid bij brand**

Uit testresultaten bij onder andere TNO en praktijktoepassingen is gebleken dat het glas duurzaam en vandalismebestendig is. Ook heeft het bij een grote brand (70 MW) door een innovatief glasbevestigingssysteem een brandhangendheid van tenminste 30 minuten. Brandhangendheid is een zwaardere eis dan brandwerendheid omdat er ook aan de eis moet worden voldaan dat er geen glas valt. Bij brand kan rook- en warmteafvoer eenvoudig met rookluiken geregeld worden. Door de veel grotere inwendige hoogte dan bij een tunnel komt de rook zelfs zonder rookluiken slechts in heel uitzonderlijke situaties op ooghoogte.

#### **Veiligheid bij calamiteiten**

Het voordeel van een transparante overkapping ten opzichte van een gesloten overkapping is dat overdag daglicht invalt en dus geen verlichting nodig is. Bij calamiteiten is de oriëntatie daarmee eenvoudig, maar ook tijdens gewoon gebruik biedt de transparante glaskap de weggebruikers oriëntatie en overzicht over de omgeving. Dit in tegenstelling tot tunneloplossingen die ingezet worden om milieuhinder van snelwegen te verminderen. Ook van buitenaf is de snelweg goed te overzien en dus eenvoudiger en vooral veiliger te benaderen voor hulpverleners. Indien het glas breekt blijft het in de sponningen hangen en levert geen secundaire schade op. Door de compartimentering van de rijrichtingen kan een ramp worden beperkt tot een van beide rijrichtingen. Bij een efficiënte inrichting van de weg is het zelfs mogelijk om in geval van een calamiteit tijdelijk één van beide compartimenten voor beide richtingen te gebruiken zodat het verkeer in beide richtingen op gang blijft.

#### **Tunnelveiligheidsregelgeving**

Vanzelfsprekend is veiligheid een belangrijk aandachtspunt bij het ontwerp van De Duurzame Weg, net als bij tunnels waar door het omsloten karakter parallellen mee zijn, al heeft het door de bovengrondse ligging ook parallellen met een bouwwerk. De veiligheid zal dan ook aangetoond kunnen worden via

de tunnelveiligheidsregelgeving naar analogie met tunnels of gebaseerd op de bouwregelgeving. Het is eenvoudig om de constructieve integriteit van De Duurzame Weg te garanderen, zodat voortschrijdende instorting wordt voorkomen en de constructie bij calamiteiten alleen lokaal kan bezwijken. Ten aanzien van terrorismebestendigheid biedt De Duurzame Weg nadrukkelijk voordelen ten opzichte van een tunnel aangezien de maatschappelijke schade in geval van een aanslag beperkt is, mede doordat de weg weer snel in gebruik genomen kan worden. De eigenschappen van het koudgebogen glas maken dat de constructie ook goed bestand is tegen vandalisme.

De veiligheid voor zowel gebruikers als hulpverleners kan bij dit concept optimaal georganiseerd worden. Door de toepassing van glas is de oriëntatie van binnen naar buiten en omgekeerd goed, waardoor de zelfredzaamheid groot is en hulpverleners tot optimale repressie van een calamiteit kunnen komen zonder zelf gevaar te lopen. De mogelijkheden voor evacuatie en de vluchtmogelijkheden zijn door de ligging boven maaiveld eenvoudig met vluchtdeuren te realiseren. De bij tunnels geldende zogenaamde tiensecondenregel is in het leven geroepen vanwege de rijbelasting die het binnenrijden van een tunnel de bestuurder levert. Als de daarvoor geldende condities worden beschouwd, kan men

niet anders dan concluderen dat die omstandigheden bij De Duurzame Weg niet aanwezig zijn, of in heel sterk verminderde mate. Het zou dan ook lonen om de Commissie Tunnelveiligheid hier een uitspraak over te laten doen.

### Wegbeheer

Door het overkappen van de snelweg is de weg altijd droog en sneeuwvrij. Hierdoor kan bij voldoende lengte gebruik worden gemaakt van dicht asfaltbeton in plaats van het gebruikelijke ZOAB. Hierdoor gaat de onderhoudscyclus van de topklaag van 10 jaar naar circa 28 jaar en neemt de door onderhoud veroorzaakte filevorming navenant af.

Dit betekent, dat op die wegvakken in plaats van 10 % van het wegooppervlak, jaarlijks nog maar 3,6 % van het wegooppervlak aan vervanging toe is.

### Analyse kosten - baten

Een algemene kosten-baten-analyse is vanwege de grote lokale verschillen niet mogelijk. De kosten van de investering en exploitatie zijn wel te berekenen maar de baten zijn sterk afhankelijk van de locatie. Vooral omdat de opbrengst van de naast de weg gelegen grond grote invloed heeft. Uit een verkenning van de TU Delft blijkt dat bij een grondprijs van €220,- per vierkante meter de directe kosten en baten in evenwicht zijn. Echter, de belangrijkste opbrengsten zijn de maatschappelijke opbrengsten. Het wegnemen van de hinder van de snelweg leidt tot levensduurverlenging en levenskwaliteitsverhoging voor omwonenden, zodat naast een verbetering van hun gezondheid ook leer- en arbeidsprestaties verbeteren. Deze baten laten zich moeilijker in geld uitdrukken.

### Wat als ...

Als De Duurzame Weg gebouwd zou zijn, dan zou daar geen

- file door sneeuwval zijn ontstaan;
- onverwachte (winter)schade aan het wegdek zijn opgetreden;
- discussie over luchtkwaliteit bestaan;
- geluidproblematiek bestaan.

Als De Duurzame Weg gebouwd zou zijn, dan zou daar

- een hogere kwaliteit van leven zijn;
- energie aan omwonenden worden geleverd;
- een hogere waardering voor infrastructuur bestaan.

### Conclusie

De Duurzame Weg is een concept met bekende technieken die allemaal uitvoerig zijn getest. Bij de uitwerking komt

men dus niet voor verrassingen te staan. Het concept lost de lokale problemen van overschrijding van de uitstootnormen op en doet dit op een duurzame en energiezuinige manier. Met de te winnen energie wordt het gebruik van fossiele brandstoffen en de daaraan verbonden CO<sub>2</sub>-uitstoot teruggedrongen. In het glas kunnen zonnecellen worden opgenomen om de energieopbrengst nog verder te verhogen. De Duurzame Weg maakt een vergroting van de wegcapaciteit mogelijk en vergroot zo de stedelijke bereikbaarheid, terwijl het overheidsbeleid van stedelijke verdichting ondersteund wordt om zo de natuur elders te ontzien ten behoeve van recreatie.

Een concept als 'De Duurzame Weg' kent een groot aantal andere aspecten die vanwege de beperkte ruimte niet zijn gemeld.



*Er is al voldoende praktijkervaring.*