

**CE**

**Oplossingen voor  
milieu, economie  
en technologie**

Oude Delft 180

2611 HH Delft

tel: 015 2 150 150

fax: 015 2 150 151

e-mail: ce@ce.nl

website: www.ce.nl

Besloten Vennootschap

KvK 27251086

## **Beladingsgraden - ruimte voor verbetering**

### **Notitie**

Delft, 10 juni 2005

Auteurs: J. (Jens) Buurgaard Nielsen  
H.P. (Huib) van Essen



# Colofon

Alle CE-publicaties zijn verkrijgbaar via [www.ce.nl](http://www.ce.nl)

Opdrachtgever: Rabobank, de heer O. Brugman

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Huib van Essen (015-2150150).

© copyright, CE, Delft

## **CE**

### **Oplossingen voor milieu, economie en technologie**

CE is een onafhankelijk onderzoeks- en adviesbureau, gespecialiseerd in het ontwikkelen van structurele en innovatieve oplossingen van milieuvraagstukken. Kenmerken van CE-oplossingen zijn: beleidsmatig haalbaar, technisch onderbouwd, economisch verstandig maar ook maatschappelijk rechtvaardig.

## **CE-Transform**

### **Visies voor duurzame verandering**

CE-Transform, een business unit van CE, adviseert en begeleidt bedrijven en overheden bij veranderingen gericht op duurzame ontwikkeling.

Dit rapport is gedrukt op 100% kringlooppapier.

# 1 Inleiding

Hoge benutting van voertuigen in het goederenvervoer is vanuit zowel bedrijfs-economisch als maatschappelijk perspectief wenselijk. Hogere benutting zorgt voor lagere kosten voor de vervoerder per eenheid vervoerd goed (o.a. minder brandstofverbruik en manuren). Zeker in een markt waarin de internationale concurrentie sterk is, kan een hogere benutting een belangrijk competitief voordeel opleveren. Ook maatschappelijk gezien is een hoge benutting wenselijk omdat dat leidt tot minder externe effecten zoals emissies, geluidshinder en verkeers- onveiligheid.

In de praktijk is het echter zelden mogelijk om voertuigen altijd 100% vol te krijgen. Goederenstromen zijn sterk gekoppeld met aanvoer van grondstoffen, im- en exportstromen, bevoorrading, distributie en afvoer van afval. Voertuigen die voor een bepaald goed worden gebruikt zijn niet of moeilijk te gebruiken voor geheel andere goederen.

Toch zijn er verschillende manieren om de benutting van voertuigen te verbeteren. Dit soort verbeteringen kunnen worden gezocht in het combineren van stromen of bijvoorbeeld het zorgen voor retourvracht. In sommige gevallen kan de efficiëntie worden verbeterd door de hoeveelheid te vervoeren goed zelf te verminderen.

In deze notitie wordt besproken welke beladingsgraden normaal worden bereikt. Ook wordt een aantal concrete mogelijkheden besproken waarmee de efficiëntie van goederenvervoer kan worden verbeterd, bijv. door beladingsgraden te verhogen. Tot slot geven we een grove inschatting van het potentiële effect van dit soort maatregelen op de milieueffecten.

## 2 Benutting van voertuigen in goederenvervoer

### 2.1 Hoe worden beladingsgraden gemeten?

Beladingsgraden worden veelal berekend door het vervoerde gewicht te delen door het maximaal toelaatbare vervoerde gewicht. Vaak wordt slechts gekeken naar beladen ritten, maar een completer beeld wordt gegeven door ook de bijdrage van lege ritten mee te nemen.

Andere maatstaven voor beladingsgraden zijn de benuttingsgraad van volume, of van vloerruimte. Deze geven een completer beeld, aangezien, zeker voor vrachtauto's, de beschikbare vloerruimte vaker de beperkende factor is dan het gewicht.

Tot slot wordt de efficiëntie van het gebruik van voertuigen bepaald door de route die de goederen afleggen voordat ze op de plaats van bestemming zijn. Dit laatste kan worden uitgedrukt in een omrijdfactor die aangeeft hoeveel langer de daadwerkelijke afgelegde route is t.o.v. de hemelbrede afstand tussen herkomst en bestemming. Sommige maatregelen die de beladingsgraad verhogen kunnen hogere omrijdfactoren met zich meebrengen.

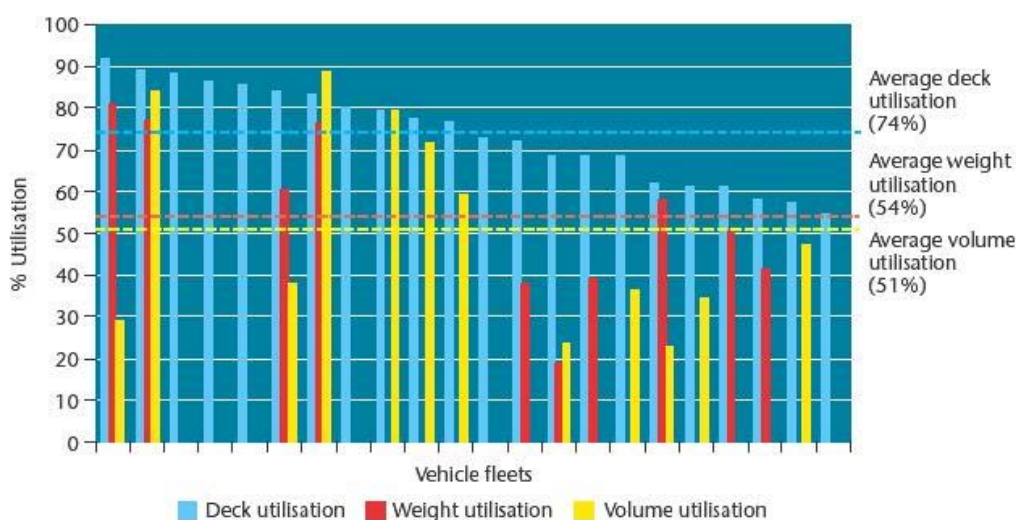
### 2.2 Grote verschillen in beladingsgraden tussen vervoerders

Ervaringen uit Groot-Brittannië laten zien dat er grote verschillen zijn in beladingsgraden tussen wegvervoerders in dezelfde branche. Er zijn voor Nederland geen gegevens hierover, maar het beeld is waarschijnlijk niet veel anders dan in Groot-Brittannië. Het voorbeeld in Figuur 1 laat zien dat de 'deck utilisation' (percentage benutting van de vloerruimte) varieert van 54% tot boven 90% afhankelijk van de vervoerder. Waarschijnlijk is er voor de vervoerders met lagere efficiëntie aanzienlijk ruimte voor verbetering.

In de meeste gevallen is de hoeveelheid beschikbare vloerruimte de beperkende factor voor het vullen van een vrachtauto. In andere gevallen is het beperkt door de beschikbare volume of de toelaatbare gewicht. Door een slimme mix van ladingsoorten kan de benutting geoptimaliseerd worden.

Indien de beladingsgraad wordt gemeten als percentage benutte volume of gewicht zijn de beladingsgraden lager maar zijn de verschillen groter. Hoewel een 90% beladingsgraad vast niet voor iedere vervoerder haalbaar is, duiden de lage percentages van soms slechts 20% op ruimte voor verbetering.

Figuur 1 Beladingsgraden van verschillende Britse vervoerders in de non-food sector



Bron: [DfT, 2003]

Figuur 1 laat tevens zien dat vrachtauto's vaker vol zijn door gebrek aan vloer-ruimte ('deck utilization') dan door het bereiken van het maximumgewicht of -volume. De auteurs van deze studie van DfT vertellen verder dat gebruik van een extra vloer de beladingsgraad van de vrachtauto's aanzienlijk kan verbeteren.

### 2.3 Beladingsgraden voor Nederlandse vrachtauto's

Tabel 1 geeft een overzicht van de gemiddelde beladingsgraad van Nederlandse vrachtauto's over de periode 1997-2002. De cijfers laten een duidelijke daling zien.

Tabel 1 Ontwikkeling in beladingsgraden voor Nederlandse vrachtauto's

Jaar	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Beladingsgraad	42%	41%	41%	39%	38%	36%

De beladingsgraad is berekend door het aantal totale ladingtonkilometers in het binnenlands vervoer te delen door het totale aantal laadvermogen-tonkilometers. Er is dus rekening gehouden met het aandeel lege ritten. Bron: CE berekeningen op basis van [CBS, 2005]

De daling in beladingsgraad is niet een specifiek Nederlands verschijnsel. Data voor andere landen waarvoor dergelijke cijfers bekend zijn (Verenigd Koninkrijk en Denemarken) laten zien dat beladingsgraden zijn gedaald ten opzichte van 1990 [TERM 30, 2004]. Deze trend kan (deels) worden verklaard door de toepassing van nieuwe logistieke concepten zoals *just-in-time-delivery*. Dergelijke concepten maken het lastiger om de planning van ritten te optimaliseren naar een hoge beladingsgraad.

De beladingsgraad zoals hier berekend (zie Tabel 1) is een gemiddelde. Bij het zoeken naar verbeteringen is het van belang trends in verschillende deelmarkten te onderzoeken, bijv. op basis van de volgende onderscheidende kenmerken:

- afstand (distributievervoer vs. lange afstandsvervoer);
- type goederen (bulk, containers, etc.);
- grootte van de vrachtauto (bijv. >20 ton, 10-20 ton, 3,5-10 ton en <3,5 ton<sup>1</sup>).

## 2.4 Potentieel effect van verbeterde beladingsgraden

Verbetering in beladingsgraad kan zowel maatschappelijk als bedrijfseconomisch forse besparingen opleveren. Hieronder volgt een rekenvoorbeeld.

De gebruiksafhankelijke maatschappelijke kosten van het wegvervoer in Nederland (excl. bestelauto's) bedragen ca. 2,5 miljard Euro [CE, 2004]. Indien innovaties de beladingsgraad weer terug zou kunnen brengen op het niveau van 1997 zou dat in Nederland ca. 1 miljard vrachtautokilometers schelen. De maatschappelijke kosten van vrachtauto's zouden daarmee met ruime 300 miljoen Euro per jaar dalen. Indien de beladingsgraad zou stijgen naar 50% zouden de maatschappelijke baten zelfs meer dan 600 miljoen Euro per jaar bedragen.

De besparing op de (bedrijfseconomische) transportkosten zijn nog veel hoger. Uitgaande van 0,20 Eurocent per tonkilometer zou de besparing bij beladingsgraden op het niveau van 1997 ca. 800 miljoen Euro per jaar bedragen voor binnenlands vervoer. Als ook de beladingsgraad van internationaal vervoer zou toenemen tot het niveau van 1997 zou dit bij een prijs van 0,06 Eurocent per tonkilometer een besparing van nog eens 200 miljoen Euro per jaar bedragen. Totaal (binnenland en internationaal) bedragen de baten van uitgespaarde kilometers voor de transportsector in dat geval dus ca. 1 miljard Euro.

Bij een gemiddelde beladingsgraad van 50% in het zowel binnenlands als internationale vervoer zou zelfs een besparing van ca. 2 miljard Euro per jaar bereikt kunnen worden.

Uiteraard zijn bovenstaande berekeningen zeer indicatief en zijn de werkelijke baten sterk afhankelijk van zaken als:

- (kosten van) maatregelen waarmee hogere beladingsgraden worden gerealiseerd;
- marktsegmenten waarin de besparingen kunnen worden gerealiseerd.

## 2.5 Beladingsgraden in de binnenvaart

Beladingsgraden in de binnenvaartsector zijn sterk afhankelijk van het marktsegment. Vaak zijn er ook verschillen tussen binnenlands en internationaal vervoer, maar voor die twee segmenten zijn de gemiddelde beladingsgraad vergelijkbaar. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de gemiddelde beladingsgraad voor binnenvaartschepen voor een viertal marktsegmenten.

---

<sup>1</sup> Deze laatste categorie betreft bestelauto's.

Tabel 2 Gemiddelde beladingsgraad van beladen internationale vaarten naar marktsegment (1997)

Container	Stukgoed	Natte Bulk	Droge bulk
10-18%	54-75%	64-93%	78-87%

Berekend door het vervoerde gewicht te delen door het totale laadvermogen. De bandbreedte geeft aan verschillen tussen verschillende grootklassen van binnenvaartschepen. Bron: [NEA, 2003], bewerkt door CE.

Bij containervervoer is de beladingsgraad voor internationaal containervervoer opvallend laag, 10-18% afhankelijk van scheepstype. Voor nationale vervoer is dat iets hoger, 12-31%. Containervervoer vormt met 27% van de totale gevaren kilometers in 1997 een belangrijk deel van het binnenvaartvervoer. In dit segment worden veel lege containers vervoerd, mede door de lage transportkosten van de binnenvaart t.o.v. andere modaliteiten. De beladingsgraden voor bulkvervoer zijn hoger.

In alle gevallen zijn de werkelijke beladingsgraden lager als onbeladen reizen worden meegeteld. Afhankelijk van scheepvaarttype en marktsegment varieert het aandeel onbeladen reizen tussen 20 en 30%. Het is niet mogelijk met de aanwezige gegevens om een exacte gemiddelde beladingsgraad te berekenen die rekening houdt met lege reizen.

Tabel 3 geeft een overzicht van de gemiddelde beladingsgraad van de Nederlandse binnenvaart over de periode 1997-2002. In tegenstelling tot het wegvervoer is hier niet sprake van een dalende trend.

Tabel 3 Ontwikkelingen in beladingsgraden van de Nederlandse binnenvaart

	Binnenlands vervoer	Internationaal vervoer
1996	50%	52%
1997	50%	49%
1998	54%	54%
1999	48%	52%
2000	48%	55%
2001	47%	53%
2002	48%	55%

Door CE berekend op basis van CBS cijfers [CBS, 2005] door het totale aantal ladingtonkilometers te delen door het totale aantal laadvermogen-tonkilometers. De beladingsgraad houdt rekening met onbeladen reizen.

## 3 Hoe kunnen beladingsgraden verbeterd worden?

### 3.1 Mogelijkheden voor verbetering

Innovatie biedt altijd mogelijkheden om beladingsgraden te verbeteren. Er zijn al tal van mogelijkheden.

Het Ministerie van Verkeer en Waterstaat heeft een project Transportbesparing opgestart dat in samenwerking met diverse stakeholders kijkt naar mogelijkheden voor meer efficiënt transport. Binnen dit project worden de volgende kansen gezien om de behoefte aan transport te verminderen en/of beladingsgraden te verbeteren:

#### *Besparen op volume en gewicht*

- producten zo ontwerpen, produceren en verpakken dat ze minder ruimte innemen;
- lucht of water voor vervoer uit producten verwijderen;
- producten voor verplaatsing digitaliseren.

#### *Besparen op afstanden*

- clusteren van toeleverancier en afnemer;
- minder schakels tussen vraag en aanbod;
- combineren van ladingen en andere verbeteringen van de logistieke efficiency.

#### *Besparen op retourstromen*

- verpakkingen en transportmiddelen tweezijdig inzetten;
- retourverpakkingen verkleinen;
- reductie van afvalstromen.

### 3.2 Grote potentieel van beter logistieke samenwerking

Het huidige systeem van distributie van goederen waar de verschillende leveranciers niet hun logistiek onderling afstemmen, kan efficiënter. Verschillende leveranciers (met behulp van logistieke dienstverleners) kunnen lading bundelen, en dat verhoogt de efficiëntie. Op dit gebied valt echter nog veel meer winst te halen volgens Platform Stedelijke Distributie. Indien meer leveranciers lading gaan bundelen *binnen* een keten, dan kan de in de toekomst verwachte verdubbeling van het aantal wegkilometers met 20-30% worden teruggebracht. In het geval van *ketenoverschrijdende* bundeling door leveranciers (dus voor meerdere retailers) kan de verdubbeling van het toekomstige aantal wegkilometers weer volledig teniet worden gedaan [Buck Consultants, 2000].

### 3.3 Enkele concrete voorbeelden

Hieronder geven we verschillende voorbeelden van concrete projecten om transport efficiënter te maken of te verminderen.



Op de website [www.transportbesparing.nl](http://www.transportbesparing.nl) staan tientallen concrete voorbeelden van hoe bedrijven transport hebben gespaard. De eerste drie voorbeelden van besparing hieronder zijn van bovenstaande website afkomstig.

*Case 1: Afval onder hoge druk samenpersen*

Een bedrijf in Enschede verwerkt jaarlijks 50 miljoen kilo van kunststofafval. Hierdoor wordt jaarlijks 567.750 ritkilometer met afvalcontainers afgelegd. Het bedrijf wil de beladingsgraad van deze containers verhogen door het afval meer dan gebruikelijk samen te persen. Wanneer het project slaagt, heeft het afval 25% minder volume. De beladingsgraad van een container wordt hiermee nagenoeg optimaal, zodat er jaarlijks binnen Nederland 115.750 minder ritkilometer hoeft te worden afgelegd.

*Case 2: Productie schuimmateriaal op locatie*

EPS (piepschuim) en XPS (polystyreenschuim) worden gebruikt voor de isolatie van vloeren, gevels en daken en als ophoging en fundering bij de aanleg van infrastructuur. Gebruik van grote volumes EPS en XPS, zoals bij de aanleg van wegen en het ophogen van terreinen, is een ontwikkeling van de laatste jaren. De hiervoor benodigde schuimblokken worden kant en klaar uit de fabriek aangeleverd. Aangezien het materiaal voor 98% uit lucht bestaat, wordt dus grotendeels lucht vervoerd. Gezien de grote volumes die hierbij aan de orde zijn, onderzoekt IMC Organisatie- en subsidieadvies B.V. uit Sliedrecht of het haalbaar is de schuimmaterialen op locatie met behulp van een mobiele installatie te produceren. Met productie op locatie kan het te vervoeren volume waarschijnlijk met 90% worden teruggebracht. Voor de totale EPS/XPS-markt in de grond-, weg- en waterbouw betekent dit een potentiële reductie van 40.500.000 volumekilometer per jaar.

*Case 3: Productieruil met de concurrent en efficiëntere distributie*

Wat in vrijwel geen bedrijfstak zelfs maar de moeite van het overwegen waard is, blijkt voor een groep chemiebedrijven een mogelijkheid om véél minder te hoeven transporteren. Concurrenten ruilen simpelweg hun producten uit en beleveren elkaars klanten. Zo beleverde PVC-producent Shin-Etsu in het verleden vanuit zijn vestiging in Pernis klanten in Denemarken. Concurrent Hydro deed vanuit Oslo datzelfde met klanten in Finland. Na de uitruil krijgen nu de klanten in Finland hun PVC van de Shin-Etsu vestiging in Finland. De klanten van Shin-Etsu in Denemarken ontvangen hun producten van concurrent Hydro in Oslo. Dit is één van de uitkomsten van een ketenanalyse Transportbesparing, die een groep grondstoffenleveranciers, producenten, vervoerders en afnemers in de chemie hebben doorlopen.

Behalve het uitwisselen van producten, bleek daarvoor de overstap van wegvervoer naar vervoer over water een interessante optie. Verder zoeken de deelnemers aan de analyse besparingen in een efficiëntere distributie, zoals minder frequent en met vollere vrachtwagens naar de klant rijden.

Met de uitruil van leveringen kunnen de deelnemende chemiebedrijven bijna driekwart miljoen transportkilometer per jaar besparen. 'Bij bepaalde leveranciers liggen de eigenschappen van het product zo dicht bij elkaar, dat je kunt overwegen leveringen uit te wisselen. Vooral als dat grote voordelen biedt'. Dit zegt

Hans Oskam, logistiek manager van chemieconcern Shin-Etsu, erover in een interview.

*Case 4: Verpakking optimaliseren*

De Franse aardappelmoes producent VICO veranderde de maat van hun verpakkingendozen om de beladingsgraad te verbeteren voor de vrachtauto's die gehuurd waren voor levering van hun producten. In combinatie met nieuwe software voor het optimaliseren van reizen werd een verbetering van 60% in de beladingsgraad bereikt. Als gevolg hiervan hoeven zij nu slechts 8.000 vrachtauto's te huren in plaats van vroeger 10.000. De investeringskosten waren binnen een maand terugverdiend [EEA, 2004].

*Case 5: Double-deck oplegger biedt meer vloerruimte*

In veel gevallen (zie eerder) is gebrek aan vloerruimte eerder dan gewicht of volume beperkend voor hoe vol de vrachtauto of oplegger kan worden. In Groot-Brittannië zijn er goede ervaringen met opleggers met twee of zelfs drie vloeren. Daarbij kan een aanzienlijk hoger beladingsgraad bereikt worden [DfT, 2003].

Een hoger beladingsgraad is slechts één manier om energie te besparen, maar zeker niet de enige. Hier volgen een paar andere voorbeelden van innovatieve manieren om energie te besparen voor transport.

*Case 6: Zonnepanelen op koelwagens sparen brandstof*

Een normale koelwagen heeft veel energie nodig om de lading koel te houden. Normaalgesproken wordt die energie opgewekt door de motor, vaak ook met stationair draaien bij laden en lossen in de bebouwde kom. Door zonnepanelen op het dak van de vrachtauto te plaatsen kan een deel van de energiebehoefte voor het koelen op een duurzame manier voorzien worden en kan veel brandstofverbruik, luchtvervuiling en geluidshinder vermeden worden.

*Case 7: Walvisstaart verbetert voortstuwing van binnenvaartschepen*

Een innovatieve voortstuwingssysteem voor binnenvaartschepen biedt kansen voor aanzienlijk minder behoefte aan brandstof voor binnenvaartvervoer. Voortstuwing met de zogenaamde 'walvisstaart' heeft een rendement van 62%, veel hoger dan met de traditionele schroef of straalbuis met rendementen van ruim onder 40%. Deze technologie vergt extra investeringen, maar de lagere energiegebruik maakt een terugverdientijd van drie tot zes jaar realistisch.

### 3.4 Barrières

Het is duidelijk dat transportbesparing en betere beladingsgraden mogelijk zijn. Toch zijn er ook de nodige barrières bij innovaties op dit terrein. Veel van de genoemde innovatieve cases zijn proefprojecten waar lang niet altijd een vervolg aan wordt gegeven. De redenen hiervoor verschillen van geval tot geval. Soms zijn de verbeteringen niet economisch rendabel omdat transport toch goedkoop is. In andere is er misschien een te groot risico verbonden aan de nieuwe investering, en in veel gevallen is er een gebrek aan kennis.

Het lijkt daarom zinvol om gericht verder te investeren in innovaties die transport efficiënter maken.

Het invoeren van een kilometerheffing of een vergelijkbaar systeem waar variabele transportkosten verhoogd worden zal de uitgangspunten van de berekeningen van economisch rendabiliteit veranderen en zal een prikkel geven om beladingsgraden te verbeteren. Hoe groot het effect is hangt af van de hoogte van de heffing.

### **3.5 Conclusies**

- vervoerders in dezelfde bedrijfstak hebben vaak heel verschillende beladingsgraden. Dit duidt op ruimte voor verbetering in veel gevallen;
- beladingsgraden zijn in het algemeen ver van maximaal;
- beladingsgraden zijn gedaald voor de belangrijkste vervoerstak, het wegvervoer;
- tal van innovatieve voorbeelden laten zien dat betere beladingsgraden en andere manieren voor transportbesparing mogelijk zijn;
- indicatieve berekeningen laten zien dat de maatschappelijk baten van hogere beladingsgraden in het wegvervoer vele honderden miljoenen Euro's per jaar kunnen bedragen. De baten voor ondernemers kunnen waarschijnlijk nog veel groter zijn;
- samenwerking tussen leveranciers heeft een groot potentieel voor besparen op transport en verbetering van efficiëntie. Met name goederen bundelen tussen verschillende retailers biedt grote kansen in stedelijke distributie;
- er blijft een onbenut potentieel ondanks dat verbetering mogelijk is. Redenen hiervoor verschillen, en de financiële prikkels om het potentiaal te benutten zijn door beprijzing te beïnvloeden.

## Referenties

Buck Consultants

*Logistieke samenwerking in de retail, mogelijkheden voor beleid. Management-samenvatting.*

Door Buck Consultant 2000 in opdracht van Connekt

<http://www.psd-online.nl/literatuur/logistiek.zip>

CBS

CBS Statline: online CBS statistieken beschikbaar via <http://statline.cbs.nl/>, 2005

CE, 2004

*De prijs van een reis- de maatschappelijke kosten van het verkeer*

CE, 2004

DfT, 2003

*Key Performance Indicators for Non-Food Retail Distribution*

Benchmarking guide 77, UK Department for Transport, 2003

<http://www.transportenergy.org.uk/downloads/BG77.pdf>

EEA, 2004

Load factors in freight transport

European Environment Agency, TERM 30 2004, TERM working group

NEA

*Vergelijkingskader Modaliteiten IIIc*

Uitgebracht aan Ministerie van Verkeer en Waterstaat / DGG. Uitgevoerd door

NEA Transportonderzoek en -opleiding. Rijswijk, december 2003