

CONSULT aan Rijkswaterstaat

MOGELIJKE VERMINDERING VAN HET BENZINEVERBRUIK DOOR DE
INSTELLING VAN SNELHEIDSBEPERKINGEN

R-74-3

Voorburg, 21 januari 1974

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

De vermindering van het benzineverbruik werd berekend voor 2 wegtypen, nl.:

- a) de autosnelwegen
- b) overige wegen (= overige rijkswegen + secundaire wegen).

Voor beide wegtypen werd een snelheidsverdeling aangenomen zoals zonder beperkende omstandigheden verwacht mocht worden.

Om een schatting te maken van de maximale winst die d.m.v. snelheidsbeperkingen kan worden verkregen, is verondersteld dat van alle verkeer dat oorspronkelijk sneller reed dan de waarde van de beperking, de snelheid daalt tot deze waarde.

Uit de verbruiksgegevens van personenwagens kan dan worden berekend welke (relatieve) vermindering van het benzineverbruik op het betreffende wegtype mag worden verwacht. Deze reductie werd nog met een percentage van 15 tot 25 verhoogd, gebaseerd op de veronderstelling dat een snelheidsbeperking een vermindering van de snelheidsvariaties tot gevolg heeft ("acceleration noise").

Door een aantal plaats- en tijdsafhankelijke factoren zullen de gereden snelheden op deze wegen al lager zijn dan de in te stellen snelheidsbeperkingen. Onder die omstandigheden is geen vermindering van het benzineverbruik te verwachten; daarom werd voor de berekening van de mogelijke winst het aantal voertuigkilometers verminderd met een percentage dat varieert tussen 11 en 60, afhankelijk van het wegtype en de in te stellen snelheidsbeperkingen.

Met behulp van de gegevens betreffende de aantallen afgelegde voertuigkilometers op de genoemde wegtypen, het gemiddelde benzineverbruik per wegtype en het totale benzineverbruik door het wegverkeer, werd berekend tot welke procentuele besparingen de instelling van snelheidsbeperkingen kan leiden.

3. Benzineverbruik als funktie van de snelheid

Het benzineverbruik bij konstante snelheid is afhankelijk van een groot aantal variabelen, zoals wagengewicht, motortype, cylinderinhoud, luchtweerstand etc. Voor het hier gestelde doel leek het vol-

doende een gemiddeld verbruik vast te stellen als funktie van de snelheid en per maximum snelheidsklasse; het laatste is van belang omdat de hogere snelheden slechts gereden kunnen worden door een beperkt aantal wagens waarvan de maximum snelheid toereikend is. Deze gegevens werden afgeleid uit de verbruikscijfers van een 70-tal personenwagens (1) en zijn weergegeven in figuur I. Verbruikscijfers uit een andere bron (2) leverden praktisch identieke resultaten op.

Voor de berekening van de reductie van het verbruik werd het verkeer ingedeeld in snelheidsklassen van de oorspronkelijke snelheidsverdeling (klassebreedte 10 km/h), waarbij is verondersteld dat het verbruik van de betreffende klasse gelijk is aan het gemiddelde van alle wagens waarvan de topsnelheid minstens 5 km/h hoger is dan het klassemidden. Deze gegevens zijn samengevat in tabel 1.

4. Snelheidsverdelingen en gemiddeld benzineverbruik

Exakte gegevens van voldoende recente snelheidsverdelingen op beide wegtypen waren niet beschikbaar. Er is daarom een schatting gemaakt, gebaseerd op snelheidsmetingen van enkele jaren geleden. Deze zijn gecorrigeerd voor de waarschijnlijke toename van de snelheden in die periode. Voor de autosnelwegen zijn 2 snelheidsverdelingen gebruikt, een lage en een hoge schatting; zodra over exaktere gegevens kan worden beschikt zijn de te verwachten reducties door interpolatie te berekenen.

De geschatte snelheidsverdelingen werden vastgesteld door een gemiddelde snelheid en een standaardafwijking aan te nemen, waarna de percentages voertuigen per snelheidsklasse werden berekend, aangenomen dat de verdeling "normaal" is.

De aldus berekende waarden die uitsluitend op personenauto's betrekking hebben, zijn weergegeven in tabel 2.

Met behulp van de gegeven snelheidsverdelingen en de verbruikscijfers uit tabel 1 (onderstreepte waarden) kan het gemiddelde verbruik

bij konstante snelheid per wegtype worden berekend. Voor het feitelijk gebruik, dat als gevolg van snelheidsvariaties groter zal zijn, is een toeslag van 15% voor autosnelwegen en van 25% voor de overige wegen toegepast. Op deze wijze worden de volgende verbruikscijfers gevonden:

	Autosnelwegen		Overige wegen
	$\bar{V} = 100$	$\bar{V} = 105$	$\bar{V} = 90$
gemiddeld verbruik bij konstante snelheid:	8,08	8,52	7,27 ltr/100 km
toeslag	15%	15%	25%
feitelijk verbruik	<u>9,3</u>	<u>9,8</u>	<u>9,1</u> ltr/100 km

5. Reduktie door snelheidsbeperking

Zoals reeds eerder gesteld, werd aangenomen dat bij een beperking van x km/h alle hogere snelheden zouden worden gereduceerd tot de waarde x . De vermindering van het benzineverbruik werd nu berekend door van elke snelheidsklasse met klassemidden groter dan x het verbruik te verminderen tot het verbruik dat bij de klasse met midden x behoort, voor de betreffende snelheidskategorie (tabel 1). Hierna volgt een rekenvoorbeeld voor het geval autosnelwegen, beperking 100 km/h:

van 1% daalt het verbruik van 12,75 tot 8,5;	winst $0,01 \times 4,25 = 0,0425$
van 4% daalt het verbruik van 11,3 tot 8,35;	winst $0,04 \times 2,95 = 0,1180$
van 11% daalt het verbruik van 10,0 tot 8,15;	winst $0,11 \times 1,85 = 0,2035$
van 21% daalt het verbruik van 8,85 tot 7,95;	winst $0,21 \times 0,90 = \underline{0,1890}$
totale winst	0,553

Deze winst, op een gemiddeld verbruik van 8,08 ltr/100 km, is gelijk aan $\frac{0,553}{8,08} = 0,0685$ of 6,85%.

Op dezelfde wijze werden de reducties van alle andere gevallen berekend.

Aangenomen is, dat de feitelijke vermindering nog wat groter kan zijn, omdat een reductie van de hogere snelheden tot gevolg kan hebben dat er minder snelheidsvariatiën optreden, o.a. door vermindering van het aantal inhaalbewegingen. Deze vergroting van de besparing is tot uitdrukking gebracht door het winstpercentage met 1,15 te vermenigvuldigen voor autosnelwegen en met 1,25 voor de overige wegen.

De resultaten van deze berekeningen zijn hieronder weergegeven:

Type weg	snelheids- beperking (km/h)	berekende reduktie %	faktor	waarschijnlijke reduktie %
autosnelwegen ($\bar{v} = 100$)	100	6,85	1,15	7,9
	90	11,9	1,15	13,7
	80	17,4	1,15	20,0
autosnelwegen ($\bar{v} = 105$)	100	9,5	1,15	11,0
	90	15,3	1,15	17,6
	80	20,9	1,15	24,0
overige wegen	100	2,0	1,25	2,5
	90	5,1	1,25	6,4
	80	9,7	1,25	12,1

Tenslotte is nog aangenomen dat de berekende percentages, die betrekking hebben op het verbruik bij konstante snelheid, eveneens van toepassing zijn op het feitelijk verbruik, zoals aan het slot van paragraaf 4 is aangegeven.

6. Herleiding van de besparing tot aandeel van het totale benzineverbruik.

In de eerste plaats dient nagegaan te worden welk aandeel van het totale aantal voertuigkilometers (personenauto's) op de betreffende wegtypen wordt afgelegd. Daartoe is gebruik gemaakt van de volgende gegevens, die betrekking hebben op 1970 (meer recente gegevens waren niet beschikbaar).

Verdeling voertuigkilometers van personenauto's, 1970.

		<u>aantal km</u>	<u>%</u>	<u>bron</u>
	totaal	42,12 .10 ⁹	100	(3)
buiten	autosnelwegen	6,6 .10 ⁹	16	(4)
		overige rijkswegen	5,1 .10 ⁹	12
bebouwde kom	secundaire wegen	4,1 .10 ⁹	10	(5)
		tertiaire wegen	3,0 .10 ⁹	7
	overige verharde wegen	3,1 .10 ⁹	7	(6)
	totaal buiten bebouwde kom	21,9 .10 ⁹	52	
	totaal binnen bebouwde kom	20,2 .10 ⁹	48	

In 1970 werden dus $6,6 \cdot 10^9$ km op autosnelwegen en $(5,1 + 4,1) \cdot 10^9 = 9,2 \cdot 10^9$ km op de "overige" wegen afgelegd. Deze aantallen zullen nog verminderd moeten worden omdat de in tabel 2 gegeven snelheidsverdelingen niet altijd en overal van toepassing zijn. Een schatting van de vermindering werd gemaakt m.b.v. de in tabel 3, 2e deel, vermelde percentages. Deze geschatte percentages zijn het hoogst gekozen bij een beperking tot 100 km/h en het laagst bij 80 km/h; het ligt namelijk voor de hand dat een snelheidsbeperking, ondanks de reeds gereduceerde snelheden, meer kans biedt op benzinebesparing, naarmate de waarde van de beperking lager wordt gekozen.

Het verdere verloop van de berekening is weergegeven in tabel 3. Het aantal kilometers per wegtype werd vermenigvuldigd met de reductiefactor, zodat een voor de berekening in aanmerking komend aantal overblijft ("reken km"). Deze aantallen, vermenigvuldigd met het gemiddeld verbruik op deze wegen, geeft het totaal aantal liters waarop het berekende besparingspercentage (par. 5) van toepassing is.

Met dit percentage werd de besparing in liters berekend.

Het totale verbruik van benzine door personenauto's werd geschat door het totaal aantal personenauto-kilometers ($42,12 \cdot 10^9$) te vermenigvuldigen met het geschatte gemiddelde verbruik van

10 ltr./100 km, zodat we op $4212 \cdot 10^6$ liter komen. (Deze schatting lijkt redelijk gezien de totale afzet van benzine op de binnenlandse markt in 1970 : $4369 \cdot 10^6$ liter (7)).

De besparing kon nu worden uitgedrukt als percentage van het totale benzineverbruik door personenauto's.

7. Opmerkingen en konklusie.

Ter toelichting nog de volgende opmerkingen:

- De becijferde besparing is gebaseerd op geschatte snelheidsgegevens voor 1974, maar op aantallen voertuigkilometers in 1970. De verkeersprestatie voor 1974 zal groter zijn en daarmee ook de besparing in liters; de besparing in procent van het totale verbruik zal eveneens wat groter kunnen zijn, omdat in 1974 het aandeel van de voertuigkilometers op rijkswegen en secundaire wegen zal zijn toegenomen.
- De berekende besparingen moeten als maximaal haalbare worden gezien, omdat een nagenoeg volledige naleving van de snelheidsbeperkingen werd verondersteld.
Bij geringere naleving zullen de winstpercentages aanzienlijk afnemen.
- De besparingen voor de beide wegtypen mogen worden opgeteld; zo zal bijvoorbeeld een beperking van 100 km/h op snelwegen, gekombineerd met 80 km/h op overige wegen een reductie van het verbruik op kunnen leveren van $1,0 + 1,4 = 2,4 \%$, resp. $1,4 + 1,4 = 2,8 \%$.
- Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van enkele aannamen en een aantal schattingen. Zou men op grond van exactere gegevens een nieuwe berekening maken dan zijn geen grote verschillen met de nu gevonden besparingen te verwachten.

Konklusie:

Ondanks de vrij geringe nauwkeurigheid van de berekende besparingen kan gesteld worden dat zelfs de maximaal bereikbare reductie d.m.v. snelheidsbeperkingen niet groter dan enkele procenten kan zijn.

Bronnen

1. "Autovisie", jaargangen van 1972 en 1973.
2. "Autokampioen", 1973, nr. 51/52.
3. Statistiek van het personenvervoer 1971, CBS (1973), blz. 14, 2e alinea.
4. Verkeerstellingen 1970, deel 3. Algemene tellingen van de Rijkswaterstaat, CBS (1972), blz. 31, tabel 11a.
5. Verkeerstellingen 1970, deel 2. Algemene provinciale tellingen, CBS (1972), blz. 28, tabellen 8 en 9.
6. Maandschrift van het CBS, jaargang 64 nr. 8 (augustus 1969), blz. 873.
Toelichting: in 1966 bleek ca. 7% van de personenautokilometers op de overige verharde wegen gereden te zijn; voor 1970 is eenzelfde per centage verondersteld.
7. Statistisch zakboek 72 CBS 1972, blz. 134.

Tabel 1. Verbruik voor verschillende snelheidskategorieën.

Snelheidsklasse (klasse midden) in km/h	categorie met topsnelheid hoger dan:	Verbruik in Ltr/100 km bij een gemiddelde snelheid van:								
		60	70	80	90	100	110	120	130	140
140	145	6,5	6,85	7,3	7,85	8,5	9,35	10,25	11,35	<u>12,75</u>
130	135	6,35	6,7	7,1	7,65	8,35	9,2	10,1	<u>11,3</u>	-
120	125	6,2	6,5	6,95	7,5	8,15	9,0	<u>10,0</u>	-	-
110	115	6,05	6,35	6,75	7,3	7,95	<u>8,85</u>	-	-	-
100	105	<u>5,9</u>	<u>6,2</u>	<u>6,6</u>	<u>7,1</u>	<u>7,75</u>	-	-	-	-

Tabel 2. Snelheidsverdelingen.

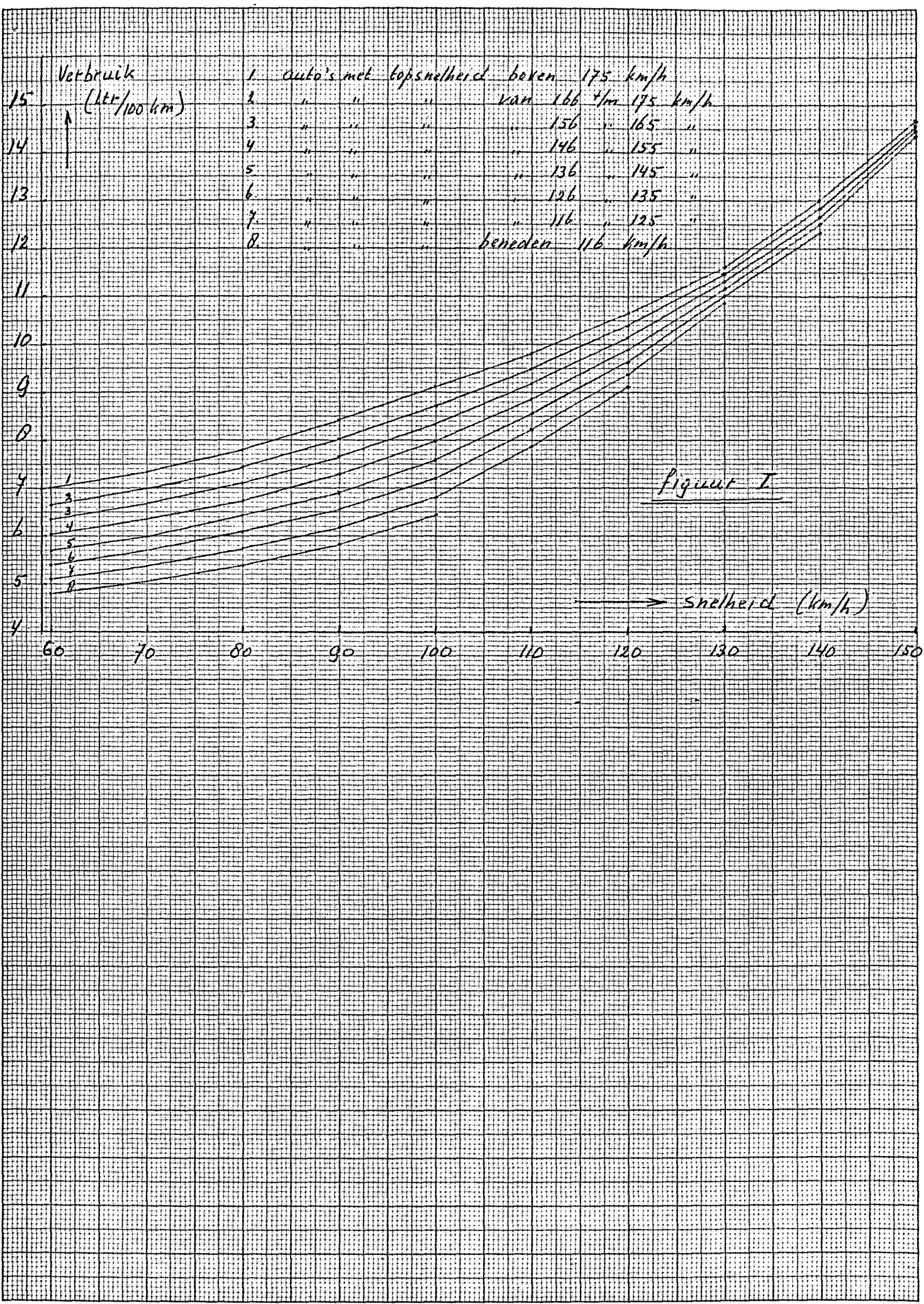
Snelheidsklasse (km/h)	Klasse midden (km/h)	Autosnelwegen		"Overige" wegen
		A	B	
< 65	60	1 %		3 %
65 - 75 (<75)	70	4 %	2 %	10 %
75 - 85	80	11 %	7 %	22,5 %
85 - 95	90	21 %	16 %	29 %
95 - 105	100	26 %	25 %	22,5 %
105 - 115	110	21 %	25 %	10 %
115 - 125 (>115)	120	11 %	16 %	3 %
125 - 135	130	4 %	7 %	
> 135	140	1 %	2 %	
Gemiddelde snelheid:		100 km/h	105 km/h	90 km/h
Standaard afwijking (spreiding):		15 km/h	15 km/h	13,5 km/h

bel 3. Berekening van reductie benzineverbruik als percentage van het totale benzineverbruik

type	Autosnelwegen						Overige wegen				
	$\bar{v} = 100$		$s = 15$		$\bar{v} = 105$		$s = 15$		$\bar{v} = 90$	$s = 13,5$	
	100	90	80	100	90	80	100	90	80		
rspr. snelheidsverdeling	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	9,2	9,2	9,2		
snelheidsbeperking	0,83	0,85	0,87	0,83	0,85	0,87	0,40	0,49	0,58		
reden km in '70 ($\times 10^9$)	5,48	5,61	5,74	5,48	5,61	5,74	3,68	4,51	5,34		
reductie-faktor %	9,3	9,3	9,3	9,8	9,8	9,8	9,1	9,1	9,1		
gemiddeld verbruik (litr/100 km)	510	522	534	537	550	563	335	410	486		
normaal verbruik ($\times 10^6$ liter)	7,9	13,7	20,0	11,0	17,6	24,0	2,5	6,4	12,1		
normaal in % per wegtype	40,3	71,5	106,8	59,1	96,8	135,1	8,38	26,2	58,8		
normaal benzineverbruik ($\times 10^6$)	4212	4212	4212	4212	4212	4212	4212	4212	4212		
sparing in % van totaalverbruik	1,0	1,7	2,5	1,4	2,3	3,2	0,2	0,6	1,4		

bepaling km-reductie											
chattingen t.g.v. a ¹⁾ (%)	3	2,5	2	3	2,5	2	35	30	25		
t.g.v. b (%)	10	9	8	10	9	8	10	9	8		
t.g.v. c (%)	-	-	-	-	-	-	10	8	6		
t.g.v. d (%)	4	3,5	3	4	3,5	3	5	4	3		
totaal	17	15	13	17	15	13	60	51	42		
reductie-faktor	0,83	0,85	0,87	0,83	0,85	0,87	0,40	0,49	0,58		

- a: diskontinuiteiten, zoals kruisingen, bogen, overwegen etc.
 b: verkeersomstandigheden, zoals spitsuurdrukke, filevorming, werk in uitvoering, ongevallen etc.
 c: reeds bestaande snelheidsbeperkingen
 d: omstandigheden zoals mist, sneeuw, zware regenval, glad wegdek, etc.



Verbruik
(litr./100 km)

1. auto's met topsnelheid boven 175 km/h
 2. " " " van 166 1/2 tot 175 km/h
 3. " " " " 156 " 165 "
 4. " " " " 146 " 155 "
 5. " " " " 136 " 145 "
 6. " " " " 126 " 135 "
 7. " " " " 116 " 125 "
 8. " " " " beneden 116 km/h

figuur I

→ snelheid (km/h)

60 70 80 90 100 110 120 130 140 150