

NN31545.0676

NOTA 676

januari 1973

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding  
Wageningen

BATENBEREKENING VAN INRICHTINGSPLANNEN

VOOR DE LOPIKERWAARD

Onderdeel: tijdwinsten wegverkeer

ir. Th. Michels en Th. G. C. van der Heijden

BIBLIOTHEEK  
STARINGGEBOUW

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publikaties.

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking.

ISBN 151207-02

## INHOUD

	Blz.
SAMENVATTING	1
METHODE	2
BEREKENING	4

## SAMENVATTING

Als onderdeel van de evaluatie van inrichtingsplannen voor de Lopikerwaard is ten behoeve van de batenberekening, behorend bij de ingrepen in het wegennet een calculatie gemaakt van tijdwinsten voor alle weggebruikers, zowel tijdens de periode van uitvoering (1975-1980), als daarna.

Vergeleken zijn de situaties in het zogenaamde landbouwkundig plan en het ruilverkavelingsplan met de situatie, waarin het wegennet niet gewijzigd wordt.

Voor de verkeersintensiteit in het gebied is een constante toename na 1970 aangenomen ( $0,06 I_{70}$  per jaar).

De tijdwinsten berusten op rij snelheden en intensiteiten die afhankelijk van de verhardingsbreedte zijn gesteld (tabel 1).

Doordat tengevolge van wijzigingen in het wegennet verschuivingen optreden in de verdeling van de totale weglengte, en daarmee van de totale verkeersprestatie (in pae. km) over de diverse breedteklassen, verandert de totale in het gebied doorgebrachte reistijd (in pae. uur).

Omdat het aannemelijk is dat de totale verkeersprestatie van het gebied niet zal veranderen door een interne wijziging in het wegennet is een vereffeningsberekening uitgevoerd waarbij door een toename van de verkeersprestatie op een verbreed wegvak de overige wegvakken gezamenlijk evenveel worden ontlast.

De verschillen in reistijden met en zonder uitvoering leveren dan voor de beide plannen de tijdwinsten op die als functie van de tijd zijn weergegeven in fig. 2.

## METHODE

Een eerste (mislukte) poging om tijdwinsten voor wegverkeer in de Lopikerwaard te bepalen berustte op het verschijnsel dat het ontwikkelingsniveau op een weg gaat dalen indien de verkeersintensiteit, boven een bepaalde grenswaarde gekomen, blijft stijgen. Het niveau van deze grenswaarde hangt af van de vormgeving van de weg (o. a. dwarsprofiel, lengteprofiel en tracé), en is derhalve voor alle wegen en wegvakken verschillend.

Op bepaalde wegen zal aldus op een aantal dagen per jaar voor een aantal weggebruikers vertragingshinder ontstaan.

De bedoeling was te bepalen in welke mate dit bezwaar wordt weggenomen door verbetering van het wegennet en dit uit te drukken in tijdwinst per jaar. Hiervoor is nodig:

1. jaarlijkse overschrijdingskrommen van de etmaalintensiteiten van elke weg c. q. wegvak;
2. vrij exacte kennis van de invloed van de weg-vormgeving en de intensiteit op de capaciteit.

Deze gegevens zijn niet beschikbaar en alleen door omvangrijke metingen te verkrijgen. Daarom moest worden gewerkt volgens de hierna beschreven methode.

Voor de vergelijking van de wegenplannen in de Lopikerwaard zijn drie situaties interessant:

- plan 0: dit is een prognose van de ontwikkeling indien in het gebied geen cultuurtechnische ingrepen of maatregelen plaatsvinden;
- plan I: dit is het zgn. landbouwkundig plan, dat vooral ingrepen bevat, die agrarische belangen in het gebied dienen;
- plan II: het zgn. ruilverkavelingsplan dat ook niet-agrarische belangen dient.

De aanname, dat de snelheid afhankelijk is van de wegbreedte en niet wordt beïnvloed door de intensiteit is in dit geval aanvaardbaar omdat op de diverse wegen de intensiteit waarboven deze invloed merkbaar wordt, in het geheel nog niet is bereikt. Doel van de ingrepen in het wegennet is dan ook in het algemeen niet capaciteits-

vergroting, maar verbetering van de berijdbaarheid van het wegdek en van de ontsluitende functie van het wegennet voor het gebied als geheel. Neveneffect hiervan is de tijdwinst voor alle weggebruikers. Deze tijdwinst is evenwel een goed bruikbare maat voor de baten die de verbetering oplevert.

Na uitvoering van een wegenplan heeft zich een verschuiving voorgedaan voor wat betreft de totale weglengte in elke breedteklasse, zie tabel 2 en 3. (Er gaan bijv. wegen van type 1 naar type 2 omdat ze verbreed worden).

Voor 1980 is berekend hoeveel pae. km de verkeersprestatie per breedteklasse zou bedragen indien plan 0 (geen wijzigingen) zou worden uitgevoerd. Uit dit gegeven is de totale reisduur (in pae. uur) in 1980 afgeleid, zie tabel 2 en 3. Daarna is, eveneens voor 1980, op de navolgende wijze de reisduur bepaald die door uitvoering van de plannen I en II ontstaat.

Uit de toestand in 1980 zonder plan en met plan kan dan de totale reistijd worden berekend.

Indien in een bepaalde breedteklasse als gevolg van uitvoering van een plan de weglengte verandert, impliceert dit dat ook de verkeersprestatie een wijziging ondergaat. Er is echter van uitgegaan dat de totale verkeersprestatie (in pae. km) in de hele Lopikerwaard met en zonder uitvoering van een plan dezelfde is ( $\Sigma$  pae. km zonder plan =  $\Sigma$  pae. km met plan). Als nu tengevolge van een wijziging het aantal pae. km in de desbetreffende breedteklasse afneemt wordt het overschot over de overige breedteklassen verdeeld, evenredig met hun respectievelijke verkeersprestaties; neemt het aantal pae. km toe, dan wordt deze extra hoeveelheid op de overige breedteklassen in mindering gebracht, weer evenredig met hun verkeersprestaties.

Bij deze vereffening zijn in het landbouwkundig plan de breedteklassen 5 en 6 en in het ruilverkavelingsplan breedteklasse 6 buiten beschouwing gelaten. Uitvoering van een plan brengt nl. voor deze breedteklassen geen wijzigingen met zich mee, terwijl daarentegen de wijze van corrigeren de verkeersprestaties van deze breedteklassen aanzienlijk zou doen verminderen door een toename in de

lagere breedteklassen. Het lijkt redelijk te veronderstellen dat deze afvloeiing van hoge breedteklassen met overwegend regionaal verkeer naar lage breedteklassen met overwegend lokaal en agrarisch bedrijfsverkeer niet in die mate zal plaatsvinden. Derhalve komen genoemde breedteklassen in de tabellen 2 en 3 ook niet voor.

In het onderstaande wordt de berekening van de reistijdwinst zowel t. g. v. het landbouwkundig plan als t. g. v. het ruilverkavelingsplan nader uitgewerkt.

### BEREKENING

Aangezien een toekomstige kentering in de huidige exponentiële groei van het verkeer aannemelijk is, is deze groei na 1970 constant gehouden :  $0,06 I_{70}$  per jaar. Verder is aangenomen (zie fig. 1)

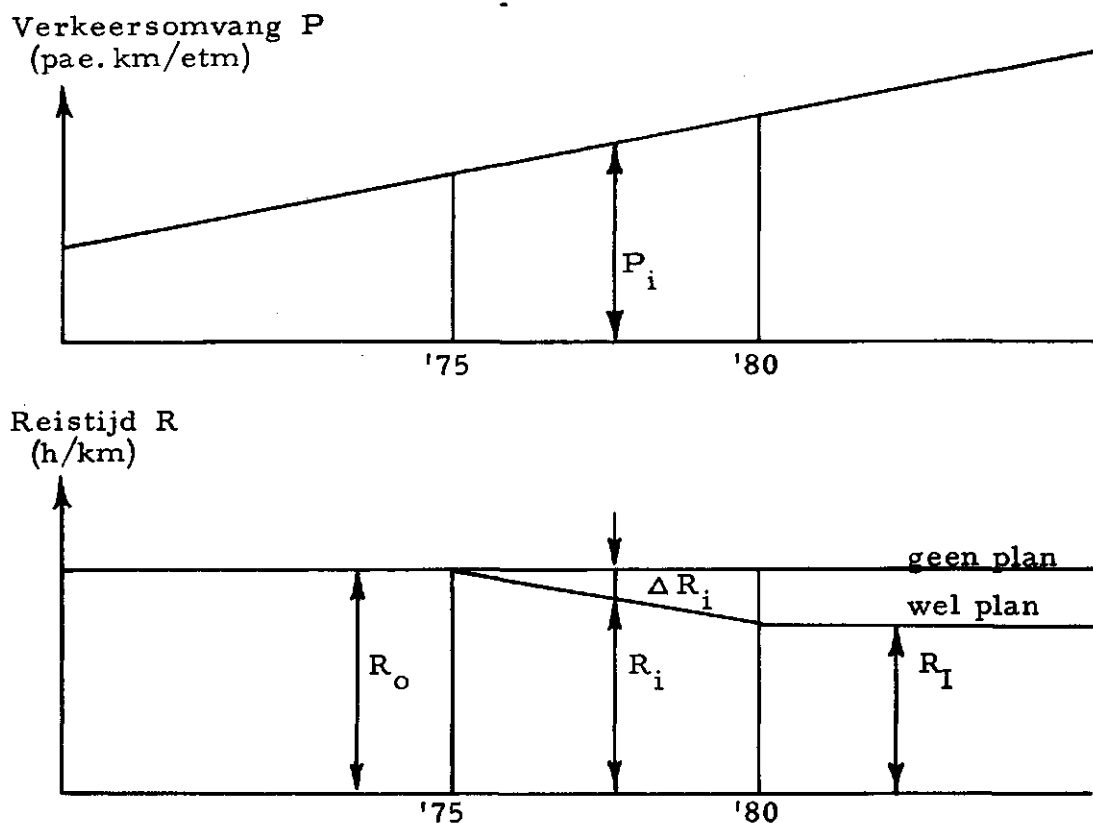


Fig. 1. Schematisch verloop van de verkeersomvang  $P_i$  en de wijziging in de reistijd  $R_i$  door de uitvoering van de plannen

dat tijdens de periode van uitvoering, 1975-1980, de reistijd  $R_i$  in uur/km continu daalt van  $R_0$  tot  $R_1$ . De tijdwinst per pae. km,

$\Delta R_i$ , neemt dus tot 1980 lineair toe en is daarna constant.

Fig. 1 illustreert, dat de tijdwinst  $\Delta T_i$  op een tijdstip  $i$  bedraagt:

$$\Delta T_i = P_i \times \Delta R_i = P_i \times (R_0 - R_i) \quad \text{pae. uur/etm.}$$

Om deze tijdwinst te kunnen berekenen zijn aan de onderscheiden wegtypen snelheden en intensiteiten toegekend zoals vermeld in tabel 1.

Tabel 1. Aannamen op grond van verkeerswaarnemingen in de Lopikerwaard

Wegtype	Breedteklasse (m)	Snelheid (km/u)	Intensiteit in pae/etm.		
			1970	1975	1980
0	onverhard	5	10	13	16
1	0 -2,49	30	100	130	160
2	2,50-3,49	45	400	520	640
3	3,50-4,49	60	750	975	1200
4	4,50-5,49	75	1000	1300	1600
5	5,50-6,49	90	1500	1950	2400
6	6,50-7,49	90	4500	5850	7200

#### Plan I : het landbouwkundig plan

In 1970 is de totale verkeersomvang  $P_{70}$  ( $= \sum I_{70} \cdot L_{70}$ ) = 59 922 pae. km/etm, zodat  $P_{75} = 1,3 \times 59\,922 = 77\,899$  pae. km/etm

$$P_{80}^0 = 1,6 \times 59\,922 = 95\,875 \text{ pae. km/etm}$$

(zie tabel 2).

Indien geen plan wordt uitgevoerd is de gemiddelde reisduur ( $R = \frac{\sum L/V}{\sum L}$ ) in 1980 gelijk aan die in 1975 :

$$R_{80}^0 = R_{75} = 0,01967 \text{ uur/km ; in 1980 is de gemiddelde reisduur}$$

Tabel 2. Tijdwinstberekening landbouwkundig plan

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Weg- type	Lengte $L_{70}$ zonder plan met plan	Lengte $L_{80}$ zonder plan met plan	Verkeersprestatie zonder plan met plan	Idem zonder plan in '80	Idem met plan in '80	Reistijd zonder plan met plan	Reistijd met plan	$\Delta T_{80}^1 = T_{80}^0 - T_{80}^1$
	(km)	(km)	$P_{70} = L_{70} \times I_{70}$ (pae.km/etm)	$P_{80}^0 = L_{70} \times 1,6 I_{70}$ (pae.km/etm)	$P_{80}^1 = L_{80} \times 1,6 I_{70}$ (pae.km/etm)	$T_{80}^0 = \frac{P_{80}^0}{V}$ (pae.uur/etm)	$T_{80}^1 = \frac{P_{80}^1}{V}$ (pae.uur/etm)	
0	16,254	16,254	163	260	162	52,0	32,4	+ 19,6
1	24,402	14,977	2 440	3 904	1 465	130,1	48,8	+ 81,3
2	66,582	70,382	26 633	42 612	29 327	946,9	651,7	+295,2
3	25,452	22,602	19 089	30 542	15 965	509,0	266,1	+242,9
4	11,597	30,372	11 597	18 555	48 954	247,4	652,7	-405,3
			<u>59 922</u>	<u>95 873</u>	<u>95 873</u>	<u>1885,4</u>	<u>1651,7</u>	<u>+233,7</u>



(nadat plan I is uitgevoerd)  $R'_{80} = 0,01723$  uur/km.

De reistijdwinst tijdens de periode 1975-1980 als gevolg van uitvoering van het landbouwkundig plan is op een tijdstip  $t$  ( $0 \leq t \leq 5$ ) in pae. uur/etm :

$$\begin{aligned}\Delta T'_t &= P_{70} (1,3 + 0,06 t) \times t \times \frac{R_{80}^0 - R'_{80}}{5} \\ &= 59\,922 (1,3 + 0,06 t) \times t \times \frac{0,01967 - 0,01723}{5} \\ &= (77\,899 + 3595 t) \times t \times 0,000488 \\ &= 38,01 t + 1,75 t^2 \qquad (1) \qquad \text{zie fig. 2}\end{aligned}$$

In het jaar 1980 ( $t = 5$ ) is de reistijdwinst op jaarbasis dan volgens (1):

$$(38,01 \times 5 + 1,75 \times 25) \times 365 = 85\,337 \text{ pae. uur}$$

De tijdswinst in 1980 berekend in tabel 2, laatste kolom bedraagt:

$$233,7 \times 365 = 85\,301 \text{ pae. uur}$$

Deze beide uitkomsten blijken goed overeen te komen.

Over de hele periode '75-'80 is de totale reistijdwinst:

$$\begin{aligned}\Delta T'_{75-80} &= \int_0^5 (38,01 t + 1,75 t^2) \times 365 \\ &= 19 t^2 + 0,58 t^3 \Big|_0^5 \times 365 = 200\,020 \text{ pae. uur}\end{aligned}$$

De tijdswinst per etmaal in een willekeurig jaar na 1980 volgt uit:

$$\Delta T'_{80+n} = P_{70} (1,6 + 0,06 n) \times (R_{80}^0 - R'_{80}) =$$

$$\begin{aligned}
&= 59\,922 (1,6 + 0,06n) \times (0,01967 - 0,01723) = \\
&= 233,9 + 8,8n \text{ pae. uur/etm} \quad (2) \quad \text{zie fig. 2.}
\end{aligned}$$

De reistijdwinst neemt na 1980 lineair toe zodat de totale tijd-winst over een periode 80 - (80+n) bedraagt:

$$\begin{aligned}
\Delta T'_{80-(80+n)} &= P_{70} \times \frac{3,2 + 0,06n}{2} \times n \times (R_{80}^0 - R_{80}^1) \times 365 \\
&= 59\,922 (1,6 + 0,03n) \times n \times (0,01967 - 0,01723) \times 365 \\
&= 85\,388 n + 1602 n^2 \quad n \geq 0
\end{aligned}$$

Plan II : het ruilverkavelingsplan

In 1970 is de totale verkeersprestatie  $P_{70} = 60\,125$  pae. km/etm, zodat  $P_{75} = 1,3 \times 60\,125 = 78\,163$  pae. km/etm

$$P_{80}'' = 1,6 \times 60\,125 = 96\,200 \text{ pae. km/etm} \quad (\text{zie tabel 3})$$

Indien geen plan wordt uitgevoerd is de gemiddelde reisduur ( $R = \frac{\sum L/V}{\sum L}$ ) in 1980 gelijk aan die in 1975 :

$$\begin{aligned}
R_{80}^0 &= R_{75} = 0,01964 \text{ uur/km} ; \text{ in 1980 is de gemiddelde reisduur} \\
R_{80}'' &= 0,01540 \text{ uur/km.}
\end{aligned}$$

De reistijdwinst tijdens de periode 1975-1980 als gevolg van uitvoering van het ruilverkavelingsplan is op een tijdstip  $t$  ( $0 \leq t \leq 5$ ) in pae. uur/etm:

$$\begin{aligned}
\Delta T_t'' &= P_{70} (1,3 + 0,06 t) \times t \times \frac{R_{80}^0 - R_{80}''}{5} \\
&= 60\,125 (1,3 + 0,06 t) \times t \times \frac{0,01964 - 0,01540}{5} \\
&= 78\,163 + 3608 t \times t \times 0,000848
\end{aligned}$$

Tabel 3. Tijdwinstberekening ruilverkavelingsplan

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Weg type	Lengte $L_{70}$ zonder plan	Lengte $L_{80}$ met plan	Verkeersprestatie zonder plan $P_{70} = L_{70} \times I_{70}$	Idem in '80 $P_{80} = L_{80} \times I_{70}$	Idem met plan in '80 $P_{80} = I_{80} \times 1,6 I_{70}$	Reistijd zonder plan $T_{80}^o = \frac{P_{80}^o}{V}$	Reistijd met plan $T_{80}^i = \frac{P_{80}^i}{V}$	$\Delta T_{80}^i = T_{80}^o - T_{80}^i$
	(km)	(km)	(pae.km/etm)	(pae.km/etm)	(pae.km/etm)	(pae.uur/etm)	(pae.uur/etm)	(pae.uur/etm)
0	16,254	13,129	163	260	107	52,0	21,4	+ 30,6
1	24,402	12,874	2 440	3 904	1 020	130,1	34,0	+ 96,1
2	66,582	62,485	26 633	42 612	19 256	946,9	427,9	+519,0
3	25,452	25,802	19 089	30 542	15 720	509,0	262,0	+247,0
4	11,597	26,847	11 597	18 555	30 760	247,4	410,1	-162,7
5	0,135	12,260	203	324	29 334	3,6	325,9	-322,3
			60 125	96 197	96 197	1889,0	1481,3	+407,7

$$= 66,28 t + 3,06 t^2 \quad (3) \quad \text{zie. fig. 2.}$$

In het jaar 1980 ( $t = 5$ ) is de reistijdwinst op jaarbasis dan volgens (3):

$$(66,28 \times 5 + 3,06 \times 25) \times 365 = 148\,884 \text{ pae. uur}$$

De tijdswinst in 1980 berekend in tabel 3, laatste kolom bedraagt:

$$407,7 \times 365 = 148\,810 \text{ pae. uur}$$

Deze beide uitkomsten blijken eveneens goed overeen te komen.

Over de hele periode '75-'80 is de totale reistijdwinst:

$$\begin{aligned} \Delta T''_{75-80} &= \int_0^5 (66,28 t + 3,06 t^2) \times 365 \\ &= 33,14 t^2 + 1,02 t^3 \Big|_0^5 \times 365 = 348\,940 \text{ pae. uur} \end{aligned}$$

De tijdswinst per etmaal in een willekeurig jaar na 1980 volgt uit:

$$\begin{aligned} \Delta T''_{80+n} &= P_{70} (1,6 + 0,06 n) \times (R_{80}^o - R_{80}'' ) = \\ &= 60\,125 (1,6 + 0,06 n) \times (0,01964 - 0,01540) \\ &= 407,9 + 15,3 n \text{ pae. uur/etm} \quad (4) \quad \text{zie fig. 2} \end{aligned}$$

De reistijdwinst neemt na 1980 lineair toe zodat de totale tijdswinst over een periode 80 - (80+n) bedraagt:

$$\begin{aligned} \Delta T''_{80-(80+n)} &= P_{70} \times \frac{3,2 + 0,06 n}{2} \times n \times (R_{80}^o - R_{80}'') \times 365 \\ &= 60\,125 (1,6 + 0,03 n) \times n \times (0,01964 - 0,01540) \times 365 \\ &= 148\,884 n + 2774 n^2 \quad n \geq 0 \end{aligned}$$

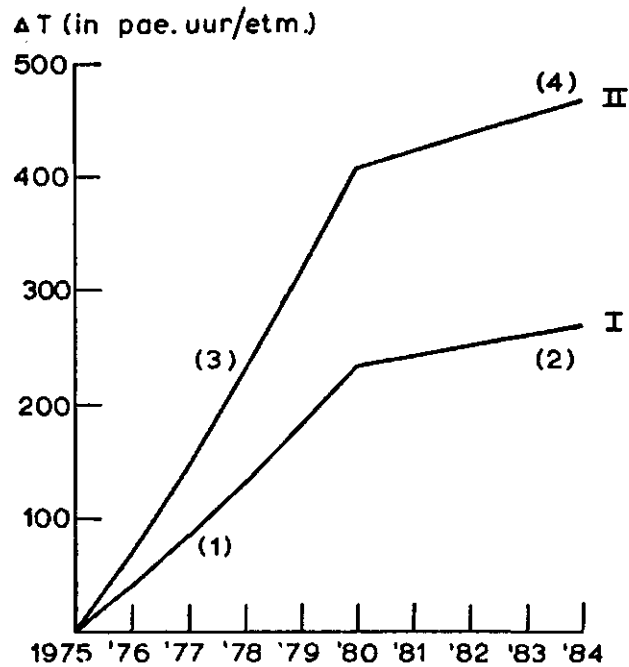


Fig. 2. Reistijdwinsten per etmaal, door reconstructie van het wegennet in de Lopikerwaard, als functie van de tijd

I als gevolg van uitvoering van het landbouwkundig plan

$$(1) \Delta T'_t = 38,01 t + 1,75 t^2 \quad 0 \leq t \leq 5$$

$$(2) \Delta T'_{80+n} = 233,9 + 8,8 n \quad n \geq 0$$

II als gevolg van uitvoering van het ruilverkavelingsplan

$$(3) \Delta T''_t = 66,28 t + 3,06 t^2 \quad 0 \leq t \leq 5$$

$$(4) \Delta T''_{80+n} = 407,9 + 15,3 n \quad n \geq 0$$

(t en n in jaren)