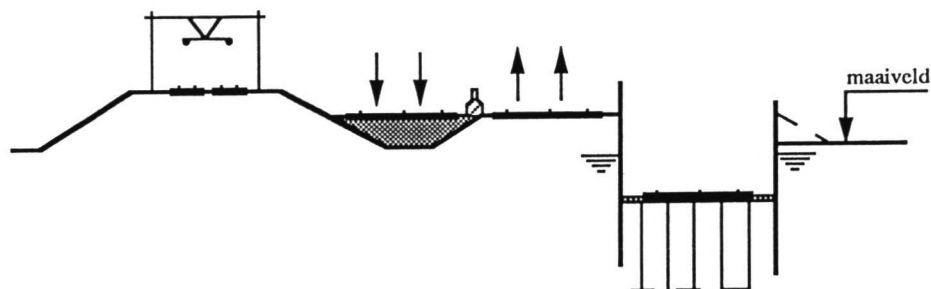


UITVOERING VAN EEN VERDIEPTE BAKCONSTRUCTIE TE MAARN

april 1990

H.R. STOFFERS



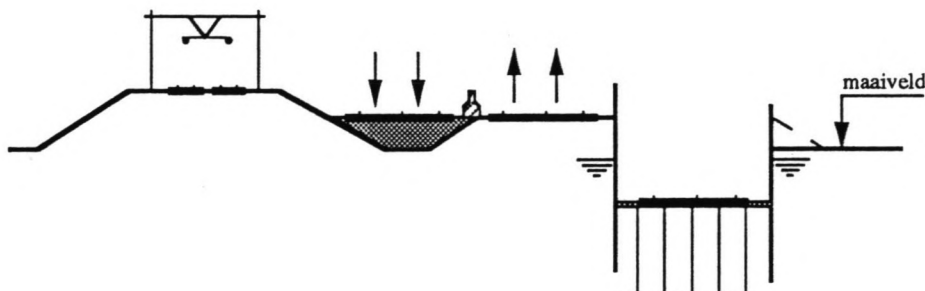
Technische Universiteit Delft
Faculteit der Civiele Techniek
Vakgroep Waterbouwkunde, k. 2.91
Stevinweg 1
2628 CN DELFT

D 30



VAKGROEP
WATERBOUWKUNDE
Afd. Civiele Techniek
TH Delft

UITVOERING VAN EEN VERDIEPTE BAKCONSTRUCTIE TE MAARN (Deelrapport IIa)



H.R. STOFFERS
Delft, april 1990

AFSTUDEERCOMMISSIE
Prof. Ir. A. Glerum
Prof. Ir. H.M. Oudshoorn
Ir. B. Polen
Ir. E. Rosbergen

TECHNISCHE UNIVERSITEIT DELFT
FACULTEIT DER CIVIELE TECHNIEK

VOORWOORD

Dit is het eerste onderdeel van het tweede gedeelte van mijn afstudeerproject Maarn. Het handelt over de wijze van uitvoering van een verdiept aan te leggen bakconstructie in de beperkte ruimte van Maarn. Het tweede onderdeel zal de constructieve uitwerking van de bakconstructie behelzen en verschijnt begin juni 1990.

Hoofdstuk 3 behoort in combinatie met het losbijgevoegde figurenboek (A3-formaat) gelezen te worden. Bovendien verdient het aanbeveling om de topografische kaart van Maarn en omstreken uit deelrapport I uit te vouwen, opdat de lezer tijdens het bestuderen van deze verhandeling een goed overzicht behoudt.

Delft, april 1990

H.R. Stoffers

INHOUDSOPGAVE	bladzijde
Voorwoord	3
Inhoudsopgave	4
1. Inleiding en verantwoording van een verdiepte bakconstructie	5
2. Eisen te stellen met betrekking tot de verdiepte bakconstructie	8
2.1 randvoorwaarden	8
2.2 afmetingen van spoor- en snelwegen	12
3. Uitvoering van de bakconstructie(s)	16
3.1 kruising van de Amersfoortseweg (N227) met de autosnelweg (A12) en de spoorlijnen	16
3.2 Station en Raadhuislaan	22
3.3 Variant I	
Uitvoering, waarbij de N227 driemaal wordt verlegd	24
3.4 Variant II	
Uitvoering, waarbij de N227 éénmaal wordt verlegd	31
3.5 Voor- en Nadelen van beide varianten	34
3.6 Definitieve lengte-afmetingen	38
Literatuur	42
Bijlage I. Overgangsboog met aansluitend een cirkelboog	44

HOOFDSTUK 1. INLEIDING EN VERANTWOORDING VAN EEN VERDIEPTE BAKCONSTRUCTIE

De verwachting bestaat, dat in de toekomst de spoorlijnen en autosnelweg, die parallel aan elkaar door Maarn lopen, uitgebreid moeten gaan worden. Deze verwachting is o.a. geuit in het Tweede Strukturaarschema Verkeer en Vervoer [lit=2] en het door de Nederlandse Spoorwegen gepresenteerde rapport Rail 21 [lit=3]. Het gaat hierbij om een verdubbeling van de spoorwegen van twee naar vier sporen en een verbreding van de autosnelweg van 2*2 rijstroken naar 2*3 of 2*4 rijstroken. In Maarn is de ruimte voor de verwachte verbreding van infrastructuur nauwelijks aanwezig, omdat ter weerszijden bebouwing gesitueerd is.

In het eerste deel van het afstuderen, deelrapport I "Ruim Baan Door Maarn" [lit=7], zijn de achtergronden van de toekomstige uitbreidingen weergegeven. Ook zijn hierin een aantal varianten besproken, hoe de uitbreidingen eventueel gerealiseerd kunnen worden, o.a.:

1. Aanleg van een nieuw tracé, ten zuiden van Maarn-Zuid, waardoor de overlast van het verkeer in de kern van Maarn verdwijnt.
2. Verbreding van de spoorlijnen en autosnelweg ter plaatse van het huidige tracé, door de ruimte tussen spoorbaan en autosnelweg te gebruiken.
3. Aanleg van een verdiepte bakconstructie op de plaats van het huidige tracé, zodat de barrièrewerking en de geluidsoverlast van het verkeer verminderen.

De daadwerkelijke keuze welke variant voor Maarn het meest geschikt is, is achterwege gelaten, omdat dat een zaak is voor de directe belanghebbenden: Rijkswaterstaat, Nederlandse

Spoorwegen en inwoners van Maarn. De consequenties en het principe van de uitvoering van elke variant zijn wel aangegeven.

Het tweede deel van het afstuderen behelst het uitwerken van één van de varianten. Gekozen is om de verdiepte bakconstructie nader uit te werken. Hierbij is het de bedoeling, om de bak op de plaats van het huidige tracé aan te leggen, zonder of met zo weinig mogelijk aantasting van de bebouwing van Maarn-Centrum. Hoewel de aanleg hiervan zeer rigoreus is en derhalve discutabel, zijn toch wel een aantal argumenten te noemen waarom het zinvol is deze variant nader te beschouwen.

In deze tijd, waarin milieu-eisen een grote rol spelen, wordt vaker dan vroeger veel geld uitgegeven om de negatieve gevolgen van infrastructuurprojecten binnen de perken te houden. Het geluidscherm bij Zeist naast de A28 is een goed voorbeeld. Ook zijn op de Veluwe dure wildviaducten aangelegd om te voorkomen dat een natuurgebied geheel in tweeën wordt gespleten.

Momenteel wordt in Rijswijk (ZH) na gedacht over de bouw van een viersporen tunnel in plaats van vier sporen, die aangelegd kunnen worden op het niveau van het maaiveld. De hinder, die bij een bovengrondse aanleg zal ontstaan weegt klaarblijkelijk zo zwaar, dat aan gecompliceerde dure oplossingen gedacht gaat worden. Natuurlijk kan gesteld worden dat in Rijswijk meer mensen wonen dan in Maarn, waardoor een verdiepte spoortunnel eerder in beeld komt. Aan de andere kant kan niet gesteld worden, dat een verdiepte bakconstructie daardoor voor Maarn onhaalbaar wordt.

Ook Amelisweerd is een project, waarbij rekening met de omgeving is gehouden en waar derhalve veel geld voor uitgege-

ven is.

Hoewel zeker niet gesteld kan worden dat voor de situatie te Maarn een bakconstructie zondermeer de beste oplossing is kan, mede in het licht van het bovenstaande ook niet beweerd worden, dat een bakconstructie ten enenmale onmogelijk is.

Wanneer gedachten over het aanleggen van een bakconstructie ontstaan en hier bovendien in allerlei verband serieus over gepraat moet gaan worden, dan moet enigszins duidelijk zijn, wat de consequenties van het aanleggen hiervan zijn. Bovendien zal de vraag beantwoord moeten worden hoe de aanleg precies te realiseren is. Hierna kan de werkelijk discussie gevoerd worden over de politieke en maatschappelijke haalbaarheid.

De uitwerking komt ook in een ander daglicht te staan als de vraag aan de orde komt of andere varianten een mogelijke oplossing kunnen bieden. Het blijkt dat voor elke variant wel zwaarwegende argumenten op te voeren zijn, waardoor deze bij voorbaat al kan afvallen. Daardoor is de uitwerking van een verdiepte bakconstructie alleszins op zijn plaats.

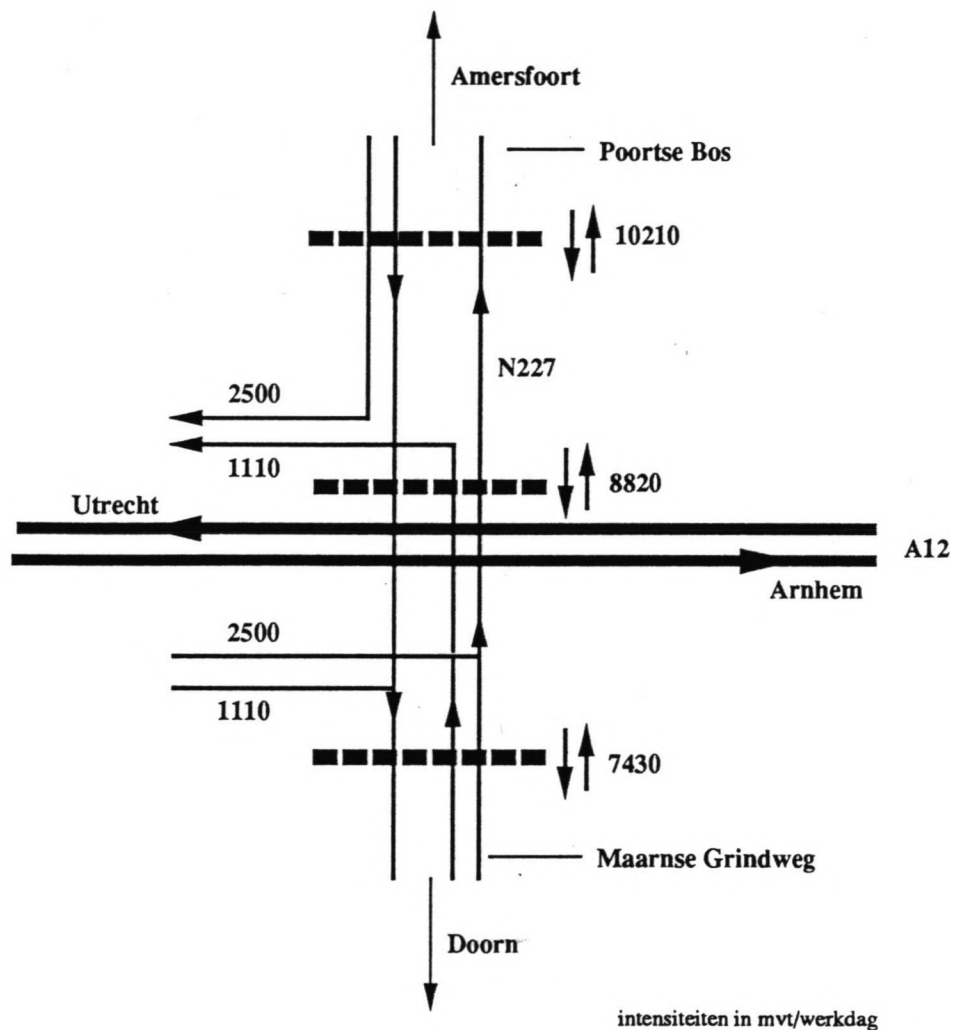
HOOFDSTUK 2. EISEN TE STELLEN MET BETREKKING TOT DE VERDIEPTE BAKCONSTRUCTIE

2.1 Randvoorwaarden

Stremming Amersfoortseweg (N227)

Een stremming van het knooppunt Amersfoortseweg (N227) - autosnelweg (A12) kan in principe een manier zijn, om op een relatief eenvoudige wijze een bakconstructie aan te leggen. Uit een analyse van dit knooppunt blijkt, dat door tweemaal een gedeelte van de kruising te blokkeren deze aanleg mogelijk gemaakt wordt. Het verkeer behoeft hiervoor niet in alle richtingen tegelijk gestremd te worden. Toch zijn de intensiteiten op de verschillende onderdelen van de kruising dermate hoog, dat een stremming onaanvaardbaar wordt geacht (zie figuur 2.1).

Gedurende de bouw van de bakconstructie zal het verkeer dus in alle richtingen mogelijk moeten blijven. Natuurlijk kan niet uitgesloten worden dat een enkele keer een onderdeel van de kruising korte tijd wordt afgesloten (bijvoorbeeld 's nachts) om werkzaamheden te verrichten.



(fig. 2.1) Intensiteiten N227-A12

Alzijdige afslag Amersfoortseweg (N227) - autosnelweg (A12)

Uitgegaan wordt van een uitbreiding van de huidige tweezijdige afslag naar een vierzijdige, waardoor vanaf de N227 ook de richting naar Arnhem mogelijk wordt gemaakt en andersom [lit=1].

Parallelweg

De Parallelweg is de weg evenwijdig aan de Amersfoortseweg (N227) en wordt voornamelijk gebruikt door het langzaamverkeer en door het interne Maarnse verkeer. Omdat de Raadhuislaan (verbinding Maarn-Zuid - Maarn-Noord) tijdens de bouw van de bakconstructie voor het autoverkeer afgesloten wordt (zie 3.3 en 3.4) zal de Parallelweg te allen tijde beschikbaar moeten zijn. Deze weg mag gedurende de bouw van de bakconstructie niet afgesloten worden.

Snelheid van het treinverkeer

In het plan van de Nederlandse Spoorwegen, Rail 21, wordt voor de toekomst uitgegaan van treinsnelheden van 160 à 200 km/uur op de daarvoor in aanmerking komende baanvakken [lit=3]. Het baanvak Utrecht-Arnhem is zo'n baanvak. Tussen de ontwerpsnelheid en de maximum snelheid is normaal gesproken enige marge aanwezig. De ontwerpsnelheid wordt hierdoor arbitrair vastgesteld op 220 km/uur.

Aantal sporen en rijstroken

Uitgegaan wordt van een bakconstructie waarin ruimte aanwezig moet zijn voor 4 sporen en 2*3 rijstroken met op iedere rijbaan 1 vluchtstrook (zie deelrapport I). Van de 4 sporen moeten er 2 geschikt zijn voor hoge snelheden. Opgemerkt wordt, dat de bakconstructie gedeeltelijk in gesplitste vorm voorkomt: een gedeelte voor de autosnelweg en een gedeelte voor de spoorlijnen.

Ligging van de sporen ten opzichte van elkaar

De 2 hogesnelheidssporen zullen ten zuiden van de overige 2 sporen aangelegd worden.

Toe te passen hellingen voor de autosnelweg en spoorlijnen

Uitgegaan wordt van normale hellingen, zodat de verschillende soorten trein- en autoverkeer de op- en afritten van de bakconstructie zonder moeilijkheden kunnen nemen. In geval van calamiteiten moeten de diverse treinen zonder problemen van de naast gelegen sporen gebruik kunnen maken. De hellingspercentages worden:

voor het treinverkeer: 5%

voor het autoverkeer: 2%

Gedeelte waar de bakconstructie volledig op diepte moet liggen

De bakconstructie zal volledig op diepte moeten liggen ter plaatse van Maarn-Centrum. Dit is van km 78.35 tot km 79.0 (zie overzichtskaart achterin deelrapport I). Naast dit gedeelte van de aan te leggen bak bevindt zich direct een bebouwingszone. De totale lengte van het op volledige diepte aangelegde deel bedraagt dus ca 650m. De op- en afritten van de bak bevinden zich dus respectievelijk voor km 78.35 en na km 79.0.

Ingraafdiepte van de bakconstructie

Gekozen wordt de bak 5m in te graven (bovenkant wegdek, bovenkant spoor). Dit houdt in dat de bovenleiding van het spoor enigszins boven het maaiveld zal uitsteken. Het treinverkeer zal echter niet waar te nemen zijn. Een overweging die hierbij een rol speelt, heeft betrekking op het feit dat elke

meter dieper een verlenging van de op- en afritten van het spoor van $1/0.005=200\text{m}$ inhoudt. Een zeer diepe aanleg is dus kostbaar.

Situering van de perrons

De 2 perrons worden aan de 2 noordelijke sporen gesitueerd.

2.2 Afmetingen van spoor- en snelwegen [lit=4,5,6,7,8,9,10]

Breedte bakconstructie(s)

autosnelwegbak: Het minimum is 30.50m; een bredere bak is in verband met gebruikelijke afmetingen gewenst.

spoorbak: Het minimum is 21.50m. Het minimum bij het station is 25.50m in verband met de situering van perrons en afschermingswanden. Een bredere bak is eveneens gewenst.

Te Maarn Centrum is uitgegaan van een bak met een breedte van 60m. Buiten Maarn-Centrum kunnen eventueel ruimere afmetingen worden toegepast.

Horizontale bogen

spoor:

$V_{\max}=4.78\sqrt{R}$, waarin:

V_{\max} =maximum snelheid treinverkeer

R=straal van de boog

$$R=V_{\max}^2/4.78^2=2118.31\text{m}$$

Deze formule is geldig voor een ballastbed met gebroken grind en steenslag (i.v.m. dwarskrachten). Uit het

oogpunt van het tegen gaan van de geluidhinder kan de voorkeur uitgaan naar een ballastbed in plaats van een vaste bevestiging van de rails direct op het kunstwerk. Bij de Franse hogesnelheidslijn (TGV) wordt op de kunstwerken al van een doorgaand ballastbed gebruik gemaakt. Voorafgaand aan de bocht is een overgangsboog vereist.

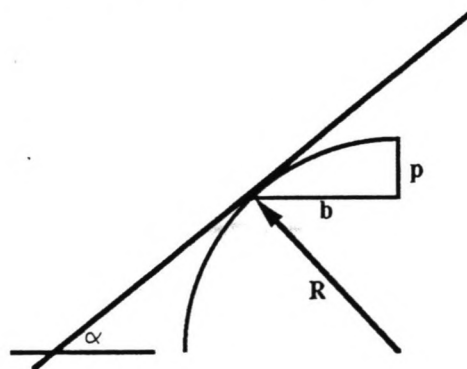
autosnelweg:

minimum straal: 750m (bij hoge uitzondering)

De straal van de bocht bij Maarn zal ongeveer 2000m bedragen, zodat deze bocht nog wel inpasbaar is.

Verticale bogen

In figuur 2.2 zijn enkele grootheden gedefinieerd, waarmee onderstaande berekeningen uitgevoerd kunnen worden.



(fig. 2.2) Definitie grootheden

spoor:

$$\tan\alpha=0.005 \quad \alpha=0.286$$

$$\text{topboog: } R=20.000\text{m}$$

$$b=R*\tan\alpha \quad b=20.000*\tan 0.286=100\text{m}$$

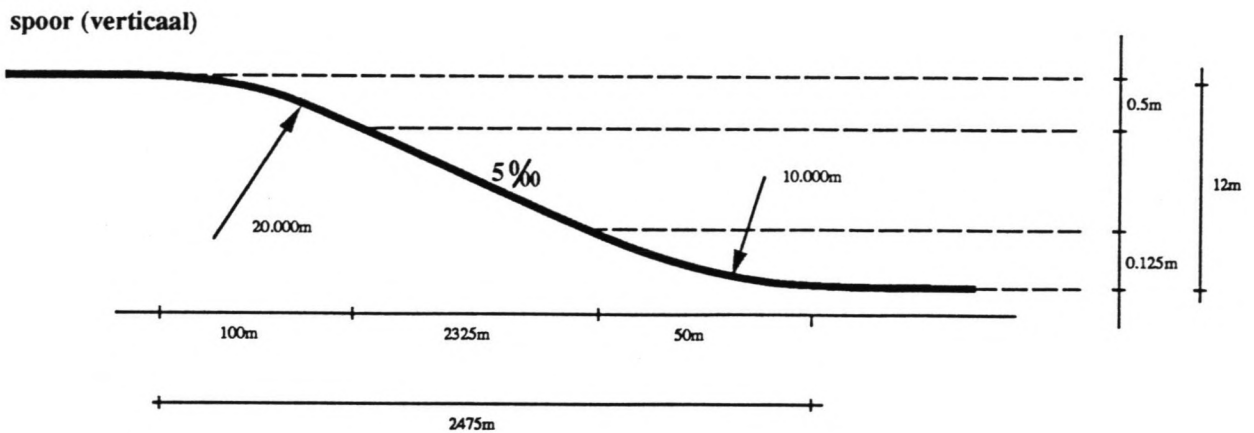
$$p=b^2/(2*R) \quad p=100^2/(2*20.000)=0.25\text{m}$$

dalboog: $R=10.000\text{m}$

$$b=R*\tan\alpha \quad b=10.000*\tan 0.286=50\text{m}$$

$$p=b^2/(2*R) \quad p=50^2/(2*10.000)=0.125\text{m}$$

Figuur 2.3 geeft de hiervoor genoemde afmetingen weer en deze zijn betrokken op de westelijke op- of afrit van de spoorwegbak.



(fig. 2.3) Verticale bogen in spoorhellingen

autosnelweg:

$$\tan\alpha=0.02 \quad \alpha=1.15$$

topboog: $R=12.500\text{m}$

$$b=R*\tan\alpha \quad b=12.500*\tan 1.15=250\text{m}$$

$$p=b^2/(2*R) \quad p=250^2/(2*12.500)=2.5\text{m}$$

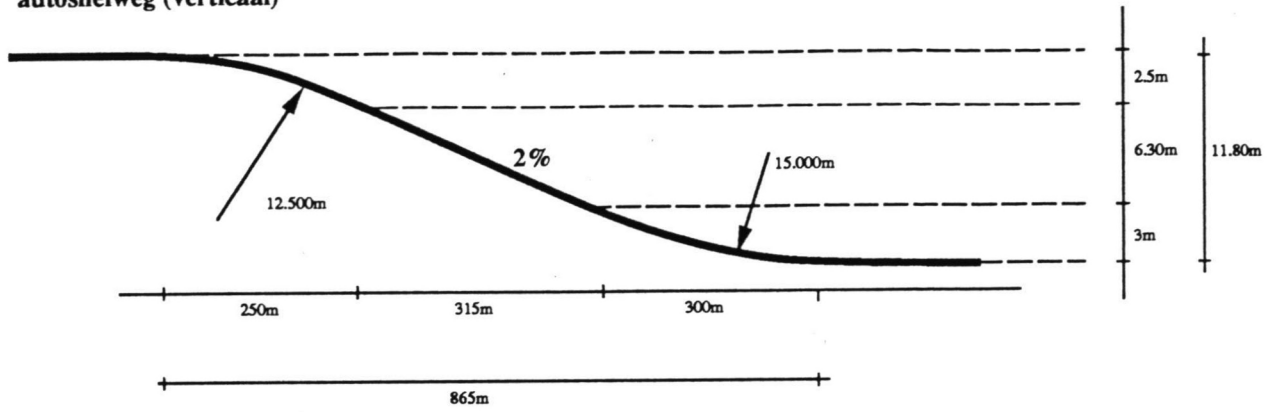
dalboog: $R=15.000\text{m}$

$$b=R*\tan\alpha \quad b=15.000*\tan 1.15=300\text{m}$$

$$p=b^2/(2*R) \quad p=300^2/(2*15.000)=3\text{m}$$

Figuur 2.4 geeft de genoemde afmetingen weer voor de westelijke autosnelweg op- en afrit.

autosnelweg (verticaal)



(fig. 2.4) Verticale bogen in autosnelweghellingen

HOOFDSTUK 3. UITVOERING VAN DE BAKCONSTRUCTIE(S)

In dit hoofdstuk komt de uitvoering van de aan te leggen bakconstructie aan bod. De uitvoering blijkt door de kruising van de Amersfoortseweg (N227) met de doorgaande infrastructuur uitermate ingewikkeld te zijn. Twee varianten doen zich voor, die in de paragrafen 3.3 en 3.4 belicht worden. Voor de figuren die bij deze 2 paragrafen behoren, wordt verwezen naar het los bijgevoegde figurenboek (A3-formaat). Voorafgaande aan paragraaf 3.3 en 3.4 zijn in 3.1 enige beschouwingen betreffende de allesbepalende kruising van de N227 met A12 en spoorlijnen opgenomen. Ook worden in paragraaf 3.2 enkele aspecten van het station en de Raadhuislaan behandeld, die van invloed zijn op de uitvoering van de bakconstructie. In 3.5 is een globaal overzicht van de voor- en nadelen van de twee uitvoeringsmethoden opgenomen. Voor een goed overzicht wordt in 3.6 een opsomming van de definitieve afmetingen gegeven.

3.1 Kruising van de Amersfoortseweg (N227) met de autosnelweg (A12) en de spoorlijnen

De kruising van de Amersfoortseweg (N227) met de huidige en toekomstige snel- en spoorwegen zal in grote mate de uitvoering van de verdiepte bakconstructie gaan bepalen. Zoals in hoofdstuk 2 is aangenomen mag, voor het uitvoeren van werkzaamheden, het verkeer dat zich op de N227 bevindt niet gedurende langere tijd gestremd worden. De verkeersintensiteiten zijn hiervoor te groot. Dit zal dus inhouden, dat een verdiepte bak aangelegd moet worden, terwijl het kruisende verkeer niet gehinderd mag worden. Bovendien zal de situering van 4 op- en afritten van de nieuwe A12 bijdragen tot een complexe situatie (zie hoofdstuk 2). Het feit dat de N227 momenteel onder de A12 en spoorlijnen door gaat en in de toekomstige situatie er overheen zal gaan, zorgt ervoor dat de

N227 verplaatst zal moeten worden, om de bouw van een bak te kunnen realiseren.

Het blijkt dat de kruising met de N227 allesbepalend is, om een dusdanige fasering tot stand te brengen, dat het doorgaande verkeer niet teveel gehinderd wordt. De fasering in de beperkte ruimte te Maarn-Centrum (km 78.3-79.1) is afhankelijk van de kruising met de N227 en niet andersom. Ook blijkt dat de aanleg alleen tot stand te brengen is, als de A12 en spoorlijnen ter plaatse van de N227 gesplitst worden in 2 bakconstructies: één voor het autoverkeer en één voor het treinverkeer. Bovendien zal de autosnelwegbak ca 50m ten zuiden van de huidige A12 aangelegd moeten worden. De spoorwegbak kan vervolgens noordelijk hiervan aangelegd worden (met tussenruimte).

Doordat de huidige N227 op het niveau van het maaiveld is aangelegd (ca 9.70m NAP) en de verdiepte bakconstructie vanaf het westpunt van de bebouwing van Maarn-Zuid (km 78.3) in principe weer omhoog kan gaan, zal de kruising van de bakconstructie met de N227 een conflictpunt worden.

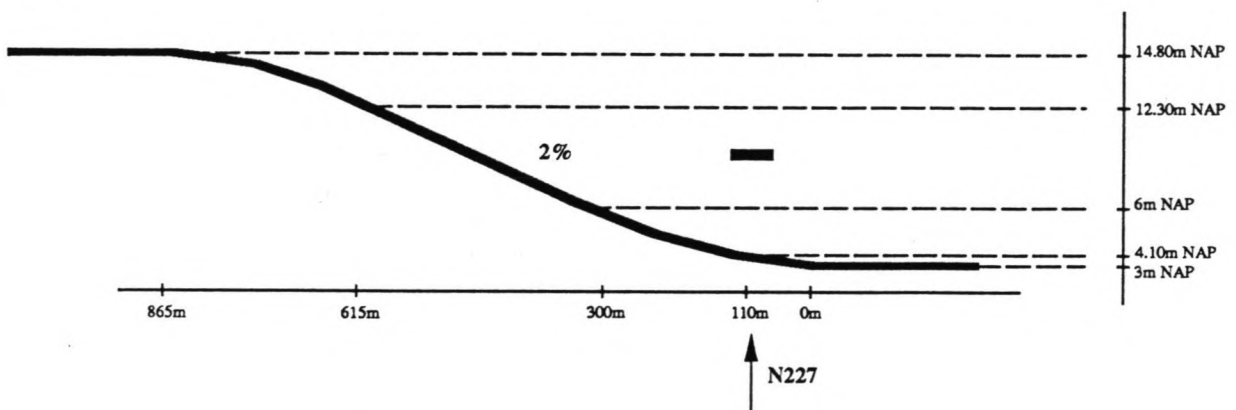
Opgemerkt wordt, dat een spoorwegviaduct bij treinsnelheden groter dan 140km/uur een vrije hoogte moet hebben van 5.65m [lit=9]. Als voor de constructiehoogte van het viaduct 1 m aangehouden wordt, betekent dat een viaduct een totale hoogte van ca $5.65 + 1 = 6.65\text{m}$ moet hebben. Voor een autoviaduct geldt een vrije hoogte van 4.60., zodat de totale hoogte ca 5.60m wordt [lit=5].

Drie mogelijkheden doen zich voor om de kruising te realiseren:

1. De bakconstructie(s) tot aan de kruising met de N227 op diepte houden, zodat de toekomstige viaducten op het niveau van het maaiveld gesitueerd kunnen worden.

huidig niveau N227 t.p.v. A12:	ca 9.70m +NAP
toekomstig niveau N227 t.p.v. A12:	ca 9.70m +NAP
toekomstig niveau A12 bak 9.70-5.60:	ca 4.10m +NAP
toekomstig niveau spoorbak 9.70-6.65:	ca 3.05m +NAP

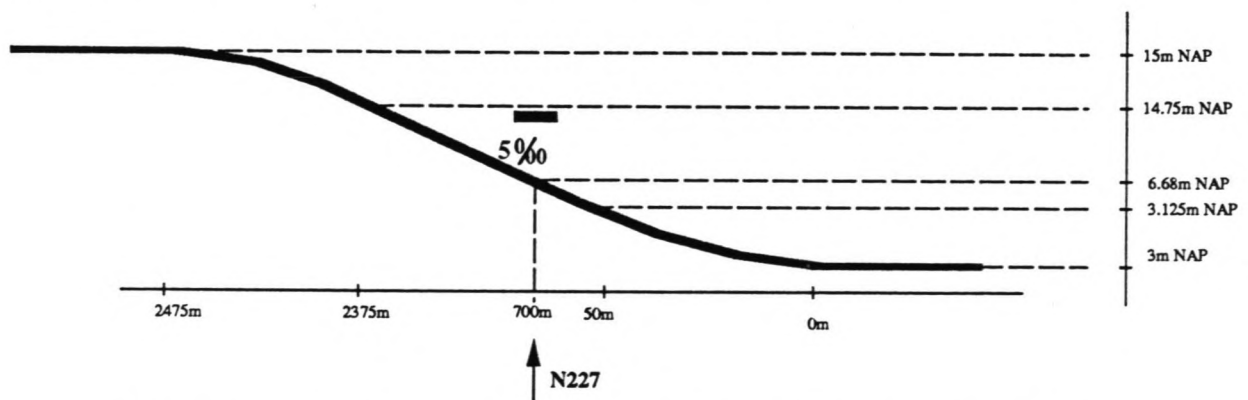
A12-bak



(fig. 3.1) Langsprofiel A12-bak (niet op schaal)

Uit bovenstaande figuur 3.1 blijkt dat de op- en afrit van de A12-bak bij een hellingspercentage van 2% slechts ca 110m oostelijk van de N227 zal beginnen, waardoor de bak lang op de volledige diepte moet worden gehouden.

spoorwegbak



(fig. 3.2) Langsprofiel spoorlijnbak (niet op schaal)

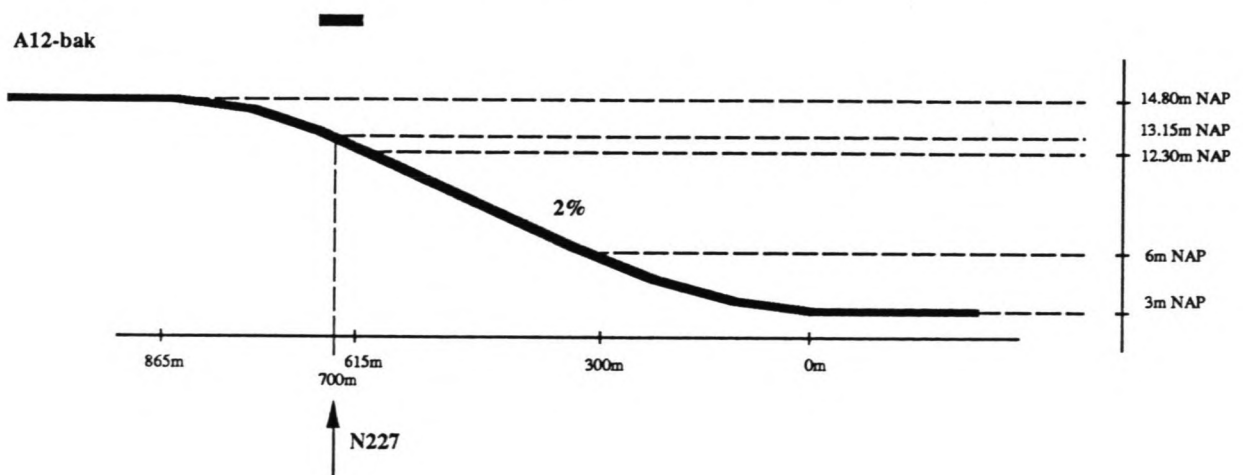
Uit de figuur 3.2 blijkt dat de op- en afrit van de spoorwegbak bij een hellingspercentage van 5% slechts op ca $50/0.125 \cdot 0.05 = 20\text{m}$ oostelijk van de N227 zal beginnen, waardoor de spoorwegbak eveneens extreem lang zal worden.

2. De bakconstructie(s) vanaf het beginpunt van de bebouwing van Maarn (km 78.3) omhoog laten komen met de volgende hellingpercentages:

voor het spoor : 5% (=normale helling voor spoorlijnen)
 voor de A12 : 2% (=normale helling voor snelwegen)

De bakconstructie(s) zullen op deze wijze zo kort mogelijk worden. Het gevolg zal zijn, dat de autosnelweg ter hoogte van de N227 weer bijna op zijn oorspronkelijke hoogte terug is en dat de N227 verhoogd over spoor en snelweg heen zal lopen.

In dit geval is de A12 ten opzichte van de spoorlijnen maatgevend en zal het niveau van de nieuwe A12-bak ter plaatse van de N227 ca 13.15m bedragen (afstand vanaf begin oprit tot aan N227=700m). Zie ook figuur 3.3.



(fig. 3.3) Langsprofiel A12-bak (niet op schaal)

huidig niveau N227 t.p.v. A12:	ca 9.70m +NAP
toekomstig niveau A12-bak:	ca 13.15m +NAP
toekomstig niveau N227 t.p.v. A12 13.15+5.60:	
	ca 18.75m +NAP

De N227 zal dus ca 9.05m omhoog moeten.

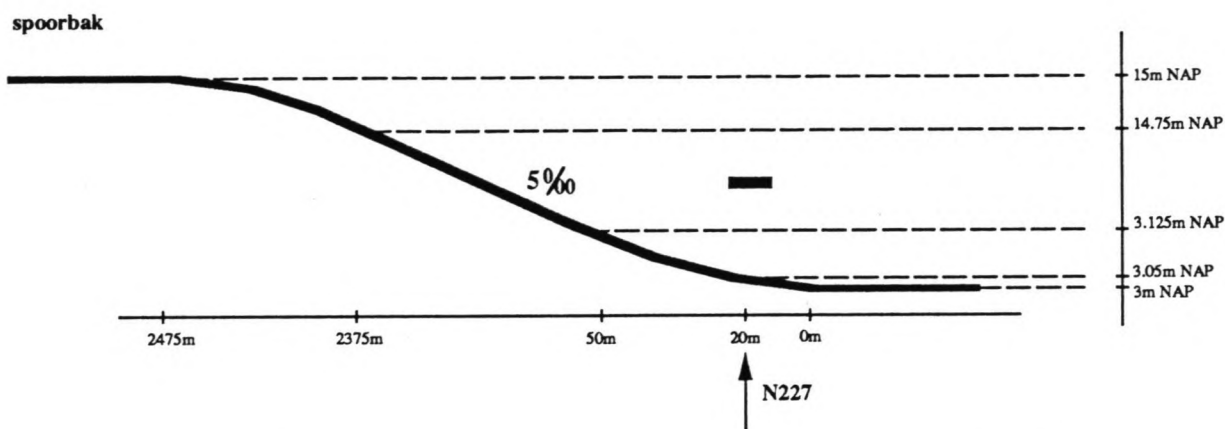
Het aanleggen van een tunnel onder de A12 en spoorlijn door wordt onrealistisch geacht, omdat de spoorwegbak door het geringere stijgingspercentage ter hoogte van de N227 nog verdiept in de grond ligt. Een tunnel zal dan wel erg diep aangelegd moeten worden. Bovendien zullen in deze tunnel 2 van de 4 op- en afritten van de A12 uitmonden, hetgeen het geheel gecompliceerd maakt.

3. De bakconstructie(s) vanaf km 78.3 omhoog laten komen met de volgende hellingpercentages:

voor het spoor :	5% (=normale helling voor sporen)
voor de A12 :	5% (=helling aangepast aan spoorwegen)

Door deze percentages zal de autosnelwegbak langer worden dan onder punt 2 is aangegeven en zal de N227 minder omhoog moeten worden gebracht. De hoogte van het viaduct wordt nu echter bepaald door de spoorlijnen, omdat hier een grotere vrije hoogte voor benodigd is (6.65m). Figuur 3.4 toont het langsprofiel.

huidig niveau N227 t.p.v. A12:	ca 9.70m +NAP
toekomstig niveau A12-bak t.p.v. N227:	ca 6.68m +NAP
toekomstig niveau spoorbak t.p.v N227:	ca 6.68m +NAP
toekomstig niveau N227 t.p.v. A12 6.68+6.65:	
	ca 13.33m +NAP



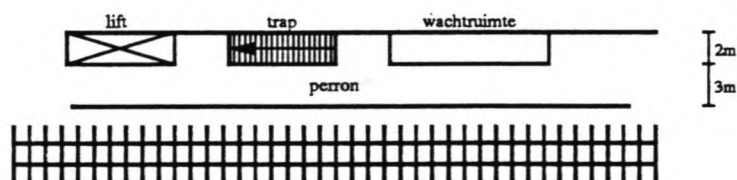
(fig. 3.4) Langsprofiel spoorwegbak (niet op schaal)

Het gevolg zal zijn dat de N227 weliswaar 3.63 m verhoogd aangelegd moet worden, maar minder dan onder punt 2 is vermeld.

Gesteld wordt, dat een kostenverlaging van een korte bak groter zal zijn dan de kostenverhoging die het omhoogbrengen van de N227 met zich meebrengt. Uit het oogpunt van kostenoverwegingen zal daarom een zo kort mogelijke bakconstructie de voorkeur verdienen. Een korte bakconstructie wordt bepaald door de lengte van de op- en afritten van de spoorlijnen, omdat deze de flauwste hellingen bezitten (5‰). De op- en afritten zullen dus in ieder geval beginnen ter plaatse van het westpunt van de bebouwing van Maarn (km 78.3). Mogelijkheid 1 zal door dit argument afvallen. De mogelijkheden 2 en 3 kunnen beide toegepast worden, maar hangen af van de wijze van aanleg van de bakconstructie (zie 3.3 en 3.4).

3.2 Station en Raadhuislaan

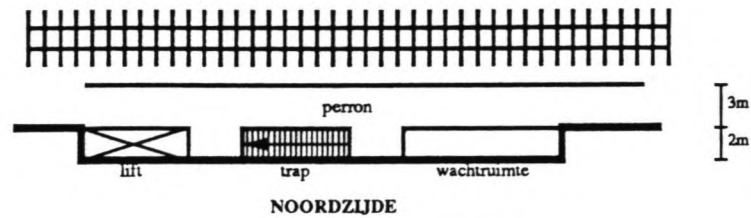
Als randvoorwaarde is aangenomen, dat de twee zuidelijke sporen bestemd zijn voor het hogesnelheidstreinverkeer. De perrons moeten dus gesitueerd worden aan de twee noordelijke sporen, omdat de stoptreinen hiervan gebruik gaan maken. Het blijkt dat een eilandperron meer ruimte (=breedte) inneemt dan twee ter weerszijden van de spoorlijnen gesitueerde perrons. Uitgegaan wordt dan ook van twee perrons in plaats van één eilandperron. Omdat behalve de perrons ook toegangstrappen, liften en wachtruimten aangelegd moeten worden, is naast de perrons ruimte benodigd om een eenvoudiger ontwerp te verkrijgen. Dit in tegenstelling tot deelrapport 1 [lit=7], waar gesteld is, dat een slim ontwerp mogelijk moet zijn, zodat lift, trap en wachtruimte in de perronbreedte van 3m in te passen zijn. Voor deze extra ruimte wordt 2m voor aangehouden, zodat bij definitieve ontwerpen niet op verrassingen gerekend hoeft te worden. In de figuur 3.5 is het principe geschetst (het perron is 3m breed [lit=8]).



(fig. 3.5) Ruimte naast het perron

Door deze extra benodigde ruimte van 2m zal de bak ter plaatse van het station breder moeten worden en zal een verschuiving van sporen het gevolg zijn. In ieder geval kan niet getornd worden aan de ligging van de hogesnelheidssporen, omdat dit teveel invloed heeft op de aansluitende bocht. De 2 noordelijke sporen zullen logischerwijs dus verlegd moeten worden. Deze verplaatsing bedraagt slechts 2m in plaats van 4m, omdat de trappen, liften en wachtruimten van het noordelijke perron

buiten het bakprofiel aangelegd kunnen worden. De ruimte is daarvoor beschikbaar. Zie ook figuur 3.6.



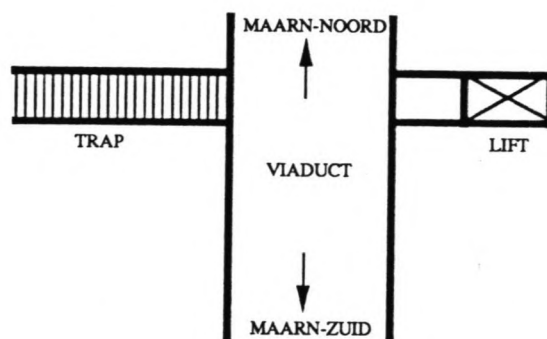
(fig. 3.6) Situatie noordelijk perron

De minimum breedte van de bak ter plaatse van het station, vastgesteld op 56.60m [lit=7] wordt dus 58.60m (exclusief het uitstekende gedeelte). Bredere afmetingen verdienen echter de voorkeur. De ruimte is daarvoor nog wel aanwezig.

Het zal onmogelijk zijn, om tijdens de aanleg van de bak ter plaatse van de Raadhuislaan een verbinding tussen Maarn-Noord en Maarn-Zuid, die ook geschikt is voor het autoverkeer, te handhaven. Al gauw wordt immers op de bestaande spoorwegverhoging gestuit, waardoor een tijdelijk viaduct ten opzichte van het maaiveld een hoogte moet overwinnen van ca 12m en waardoor de op- en afritten onrealistisch lang moeten worden. Tijdens de bouw zal wel een tijdelijke provisorische fiets/loopbrug aangelegd moeten worden om het interne Maarnse verkeer niet geheel te stremmen. Dit wordt zeker noodzakelijk geacht.

Na het gereedkomen van de complete bakconstructie zal in de plaats van de huidige onderdoorgang een nieuw dwarsviaduct aangelegd moeten worden, dat eveneens geschikt moet zijn voor autoverkeer. Dit viaduct zal vrijwel op maaiveldniveau gesitueerd kunnen worden, zodat het visueel gezien niet bijzonder veel aandacht trekt.

Op dit viaduct moet echter wel ruimte gereserveerd worden voor de trap- en lifttoegang van het zuidelijke perron, zoals in figuur 3.7 geschetst is.



(fig. 3.7) Dwarsviaduct

Het naast elkaar situeren van trap en lift, zodat trap en lift aan één zijde van het viaduct aangelegd kunnen worden is niet mogelijk, omdat de ruimte daarvoor niet aanwezig is. Aan elke zijde van het viaduct zal slechts één van de beide verticale verbindingsmiddelen aangelegd kunnen worden.

3.3 Variant I

Uitvoering, waarbij de N227 driemaal wordt verlegd.

(voor de figuren: zie los bijgevoegde figurenboek)

De uitvoering, waarbij de N227 driemaal verlegd moet worden, bestaat globaal gesproken uit het verplaatsen van de N227 in westelijke richting (ca 150m) en een situering van de toekomstige A12- en spoorlijn zuidelijk van de bestaande infrastructuur. Uit het oogpunt van een, tijdens de bouw, ongehinderde verkeersafwikkeling, zowel op de spoorlijnen en autosnelweg als op de Amersfoortseweg (N227) wordt de nieuwe A12-bak bij deze variant ter plaatse van de N227 ca 50m ten zuiden van de bestaande A12 aangelegd. Ook de nieuwe spoorwegbak zal ter plaatse van de kruising met de N227 ca 50m ten zuiden van de bestaande spoorlijnen aangelegd moeten worden. Deze 50m is

benodigd om ruimte te creëren voor de omleidingsrouten.

Spoorwegtracé oostelijk van de N227

Door de verplaatsing van het spoorwegtracé in zuidelijke richting, bij de kruising met de N227, zal de bocht in de spoorlijn tussen de N227 en het station uiterst scherp worden. De boog zal de minimum straal van 2118m (zie 2.2) moeten bezitten. Bovendien zijn lange overgangsbogen benodigd om de bocht in en uit te leiden. De verplaatsing van 50m in zuidelijke richting van de spoorwegbak bij de kruising van de N227 is zo groot, dat de bocht en bijbehorende overgangsbog niet probleemloos in de vrije ruimte te Maarn-Centrum in te passen zijn. De spoorwegbak zal zo noordelijk mogelijk aangelegd moeten worden, opdat de bocht zo flauw mogelijk kan zijn. Desondanks zal op km 78.4 een conflictpunt ontstaan met de bebouwing van Maarn-Zuid. Figuur 1 geeft het tracé ten oosten van de N227 weer, waar ook uit blijkt dat de bocht al ten oosten van het station begint. Een exacte afleiding van de overgangsbog en de cirkelvorm is te vinden in bijlage I.

Spoorwegtracé westelijk van de N227

Doordat bij deze variant de spoorwegbocht tussen de N227 en Maarn-Centrum de maximale scherpste zal krijgen en doordat het nieuwe spoortracé 50m in zuidelijke richting verplaatst wordt, zal de hoekverdraaiing van de bocht ter plaatse van de N227 24.6 graden bedragen (zie ook bijlage I). Dit is groter dan de benodigde hoekverdraaiing van 22 graden. Het is wiskundig echter onmogelijk, om bij een minimum boogstraal van 2118m en een gegeven verplaatsing van 50m een hoekverdraaiing van 22 graden te realiseren. Deze verdraaiing wordt automatisch 24.6 graden. Door dit gegeven zal westelijk van de N227 een slingert racé ontstaan, waarbij gebruik moet worden gemaakt van de

zandafgraving en zelfs van een gedeelte van het vakantiepark de Maarnse Berg. Hier valt niet aan te ontkomen. In figuur 2 is het gedeelte van het tracé ten westen van de N227 weergegeven. Vanaf Maarn-Oost ontstaat aldus het volgende tracé (in westelijke richting gezien):

- overgangsbocht 1 (L=593m, niet weergegeven in figuur 2)
- normale bocht (minimum straal van 2118m)
- overgangsbocht 2 (L=593m)
- overgangsbocht 3
- korte cirkel
- overgangsbocht 4 met vervolgens aansluiting op het "oude" tracé.

Autosnelwegtracé

Het nieuwe A12-tracé zal direct zuidelijk van het nieuwe spoorlijntracé moeten liggen en wordt in grote mate door de ligging van de spoorlijn bepaald. Bij de kruising met de N227 liggen de A12-bak en spoorlijnbak parallel en op een afstand van ca 50m uit elkaar. Dit heeft te maken met een dusdanige uitvoering, dat het verkeer niet gehinderd wordt. De bochtstralen van de autosnelweg zullen niet bepalend gaan worden, omdat deze in de zelfde orde van grootte liggen als de spoorlijnboegen en veel kleiner mogen zijn. De ten opzichte van de spoorlijnen zuidelijke ligging van de A12, gaat het ruimtegebruik op de zandafgraving nog meer versterken. Het slingertracé op de zandafgraving is dus een gevolg van de eis van de verplaatsing van het spoorwegtracé van 50m in zuidelijke richting en de eis van het handhaven van het huidige tracé in de beperkte ruimte te Maarn-Centrum.

De gehele uitvoering is in de fasen 1 t/m 4 weergegeven (zie figuur 3 t/m 6):

FASE 1 (zie fig 3):

(zie ook nummering in de figuur)

1. Aanleg van de oostelijk van de N227 te situeren autosnelwegbak tot aan de huidige A12 (1a).
Aanleg van een gedeelte van de nieuwe oost-west afrit (1b).
2. Aanleg van de totale, westelijk van de N227 te situeren autosnelwegbak (2a), die via de zandafgraving loopt.
Aanleg van een gedeelte van de nieuwe oost-west toerit (2b).
Aanleg van de gehele west-oost toe- en afrit (2c).

Door deze werkwijze wordt het verkeer op de N227 niet gehinderd.

3. Aanleg van 2 rijstroken op het gedeelte tussen de huidige spoorlijnen en "oude" A12 te Maarn-Centrum en oostelijker (3a). Hiervoor zal dit gedeelte opgevuld moeten worden met zand (zie gearceerde gedeelte in dwarsdoorsnede II, figuur 17). Mogelijk zal op enkele gedeelten het talud van de spoorbaan gebruikt moeten worden om ruimte te scheppen voor de 2 rijstroken. Dit kan gebeuren door middel van bijvoorbeeld een verankerde damwand. Ook kruisen deze 2 nieuwe rijstroken de Raadhuislaan, waardoor het noodzakelijk is hiervoor een viaduct aan te leggen (3b).
4. Na de daadwerkelijke aanleg van de 2 nieuwe rijstroken kan het verkeer omgelegd worden (vergelijk dwarsdoorsnede I, figuur 16 met dwarsdoorsnede II, figuur 17).
5. Aanleg van het gedeelte van de bakconstructie, dat bestemd is voor het west-oost autoverkeer te Maarn-Centrum en oostelijker. Dwarsdoorsnede III, figuur 18

toont dit en laat eveneens zien, dat het autoverkeer inmiddels van de andere rijbanen gebruik maakt. De Raadhuislaan, die momenteel onder de A12 en spoorlijnen door loopt komt door deze bak in de knel. Het wordt onmogelijk geacht, om tijdens de bouw een dwarsverbinding, die ook bestemd is voor het autoverkeer aan te leggen. Wel zal een tijdelijke loop/fietsbrug aangelegd moeten worden.

6. Aanleg van de eerste omleiding, bestaande uit:
 - Aanleg van het zuidelijke zandlichaam voor de te verplaatsen N227 (6a).
 - Aanleg van een dwarsviaduct over de gereedgekomen A12-bak heen (6b). Opgemerkt wordt, dat uit het oogpunt van tijdsbesparing dit dwarsviaduct eerder kan worden gebouwd.
 - Aanleg van een verbinding tussen de "oude" N227 en de nieuwe (6c). Zie hiervoor ook detail A, figuur 7.
 - Verplaatsen van de "oude" A12-toerit in westelijke richting, omdat deze anders te kort wordt (6d).
 - Als de hiervoor genoemde punten uitgevoerd zijn, kan het verkeer gebruik maken van het eerste gedeelte van de te verplaatsen N227.
7. Aanleg van het resterende gedeelte van de nieuwe A12-bak ter plaatse van de "oude" N227. Het verkeer is hier nu immers verdwenen.
8. Aansluiting van het Maarnse wegennet op de verplaatste Parallelweg.

Het west-oost-autoverkeer kan nu in haar geheel door de bak. Het oost-west-autoverkeer komt op deze wijze niet in de knel.

Opmerking: De verbinding tussen de "oude" N227 en de nieuwe bestaat uit een helling van 2%. Bij een situering van de nieuwe N227 ca 150m westelijk van de "oude" kan maximaal een

hoogte overwonnen worden van ca 3m ($150 \times 0.02 = 3\text{m}$). Hierdoor wordt het onmogelijk om de westelijke A12 op- en afritten een helling van 2% te geven, omdat de te overwinnen hoogte van de omleiding dan groter wordt dan de genoemde 3m. Bij deze variant zal de helling van de op- en afrit van de A12 ten oosten van de N227 dan ook 5% bedragen.

FASE 2 (zie fig 4):

(zie ook nummering in de figuur)

9. Aanleg van het 2e gedeelte van de bakconstructie te Maarn-Centrum en oostelijker (zie ook dwarsdoorsnede IV, figuur 19). Hier is ruimte voor aanwezig, omdat het west-oost-autoverkeer inmiddels door de bak rijdt.
10. Aansluiting van de oost-west toerit op de omleidingsroute.

Na de aanleg van het 2e gedeelte van de bakconstructie kan nu ook het oost-west-autoverkeer in het geheel door de bak geleid worden.

FASE 3 (zie fig 5):

(zie ook nummering in de figuur)

11. Aanleg van de complete spoorbak oostelijk van de N227 (4 sporen breed) tot aan Maarn-Centrum. De "oude" A12 moet hiervoor opgebroken worden.
12. Aanleg van de complete spoorbak westelijk van de N227 (4 sporen breed). Hierbij wordt gebruik gemaakt van de zandafgraving.
13. Aanleg van de helft van de spoorbak (2 sporen breed) te Maarn-Centrum en oostelijker. De ruimte is daarvoor aanwezig, omdat het autoverkeer inmiddels van dit gedeelte van het dwarsprofiel verdwenen is (zie ook dwarsdoor-

snede V, figuur 20).

14. Inpassing van tijdelijke perrons, met bijbehorende trappen of liften en de aanleg van een verbinding tussen het zuidelijke perron en Maarn-Noord.
15. Aanleg van de tweede omleiding voor de N227, bestaande uit:
 - Aanleg van een dwarsviaduct over de gereedgekomen spoorbak heen (15a).
 - Aanleg van een verbinding tussen het tweede gedeelte van de verplaatste N227 en de "oude" N227 (15b). Zie hiervoor ook detail B, figuur 8.
16. Aansluiten van de verplaatste N227 op de A12, zodat nu een vierzijdige afslag ontstaat (wellicht uitstellen).
17. Aanleg van het resterende gedeelte van de nieuwe spoorwegbak ter plaatse van de "oude" N227. Het autoverkeer is hier nu immers verdwenen.

Het treinverkeer kan nu in zijn geheel door de spoorwegbak geleid worden en heeft ten westen van Maarn-Centrum al de beschikking over 4 sporen. Te Maarn-Centrum en oostelijker staan 2 sporen ter beschikking.

FASE 4 (zie fig 6)

(zie ook nummering in de figuur)

18. Afgraven van de gehele "oude" spoorwegverhoging.
19. Aanleg van het derde gedeelte van de te verplaatsen N227:
 - Aanleg van het noordelijke zandlichaam voor de nieuwe N227 (19a).
 - Opbreken van de tweede omleidingsroute (19b).
 - Aansluiting van het Maarnse wegennet op de verplaatste Parallelweg (19c).

Het autoverkeer kan nu in zijn geheel van de verlegde N227 gebruik maken.

20. Aanleg van het resterende gedeelte van de spoorbak te Maarn-Centrum en oostelijker (zie ook dwarsdoorsnede VI, figuur 21). De ruimte is hiervoor aanwezig, omdat de "oude" spoorwegverhoging inmiddels afgegraven is.

Het treinverkeer heeft nu ook te Maarn-Centrum en oostelijker de beschikking over 4 sporen (zie dwarsdoorsnede VII, figuur 22).

3.4 Variant II

Uitvoering, waarbij de N227 éénmaal wordt verlegd
(voor de figuren: zie los bijgevoegd figurenboek)

Door de aanleg van één groot viaduct voor de te verplaatsen N227 over de bestaande A12 en spoorlijn en over de toekomstige bakconstructies heen zijn geen ingewikkelde omleidingsrouten benodigd en zal het verkeer minder hinder ondervinden. Het te bouwen viaduct zal eveneens westelijk van de huidige N227 aangelegd moeten worden. Doordat de huidige A12 en spoorlijnen verhoogd op een zandlichaam liggen zal een zeer hoog viaduct benodigd zijn (ca 21.50m NAP) en derhalve lange op- en afritten vereisen. Na amovering van de huidige A12 en spoorlijnen resteert een viaduct dat esthetisch gezien te hoog is, omdat de vernieuwde A12 en spoorlijnen dan verdiept in een bak zijn gelegen. Het onmiskenbare voordeel is dat de uitvoering van de bakconstructie ter plaatse van de N227 sterk vereenvoudigd wordt.

Om tegemoet te komen aan dit esthetische probleem zou het viaduct tijdelijk op hoge pijlers kunnen worden gelegd. Na amovering van de huidige A12 en spoorlijnen kan door middel van vitzeltechnieken de brug omlaag gebracht worden, zodat een normale vrije hoogte ontstaat. De op- en afritten van de N227 zullen dan ook voor een gedeelte uit brucelementen moeten

bestaan, omdat anders na het omlaag brengen een groot gedeelte van de twee zandlichamen, moet worden afgegraven.

Tracé

Doordat bij deze variant geen omleidingsrouten voor de N227 benodigd zijn, kan de spoorwegbak direct zuidelijk van de bestaande spoorlijnen gesitueerd worden. De bocht zal hierdoor bij een gelijkgebleven minimum straal van 2118m ca 90m later kunnen beginnen dan in variant I (vanuit oostelijke richting gezien), waardoor het conflictpunt op km 78.4 minder problematisch wordt (zie figuur 9 en bijlage I). De hoekverdraaiing ter plaatse van de N227 is bij deze variant 21.9 graden. Dit is praktisch gelijk aan de benodigde hoekverdraaiing van 22 graden, waardoor het slingertracé uit variant I in geringere mate aanwezig is (zie figuur 10).

De autosnelwegbak komt zuidelijk van de spoorwegbak te liggen. Ter plaatse van de N227 ligt deze ca 50m ten zuiden van de "oude" A12 in verband met de situering van toe- en afritten.

De gehele uitvoering is in de fasen 1 t/m 4 weergegeven (zie fig 11 t/m 14):

FASE 1 (zie fig 11):

(zie ook nummering in de figuur)

1. Aanleg van de noordhelling van de te verleggen N227.
2. Aanleg van de zuidhelling van de te verleggen N227.
3. Aanleg van een groot viaduct, dat zowel over de huidige spoorlijnen en A12 heen gaat, als over de toekomstige bakconstructies.
4. Aanleg van een tijdelijke toe- en afrit van de huidige A12 met de verlegde N227.

5. Aansluiting van het Maarnse wegennet op de eveneens verlegde Parallelweg, zowel te Maarn Noord (5a) als te Maarn Zuid (5b).

Het autoverkeer kan nu in zijn geheel over de verlegde N227 worden geleid.

FASE 2 (zie fig 12):

(zie ook nummering in de figuur)

6. Aanleg van de gehele A12-bak met 4 toe- en afritten westelijk van km 78.3.
7. Op het terrein tussen de huidige spoorlijnen en A12 te Maarn-Centrum en oostelijker 2 rijstroken aanleggen (idem punt 3 variant 1).
8. Aanleg van de bakconstructie voor het west-oost-autoverkeer te Maarn-Centrum en oostelijker (zie dwarsdoorsnede III, figuur 18).
9. Het west-oost-autoverkeer kan nu in zijn geheel door de bak geleid worden. Het oost-west autoverkeer zal nog van de oude A12 gebruik maken.

FASE 3 (zie fig 13):

(zie ook nummering in de figuur)

10. Aanleg van het 2e gedeelte van de bakconstructie te Maarn Centrum en oostelijker (zie dwarsdoorsnede IV, figuur 19).

Ook het oost-west-autoverkeer kan nu door de bak geleid worden.

11. Aanleg van de spoorbak over de volle breedte (= 4 sporen) westelijk van km 77.9.

12. Aanleg van een gedeelte van de spoorwegbak (2 sporen) te Maarn-Centrum en oostelijker (zie dwarsdoorsnede V, figuur 20).

Het treinverkeer kan nu door de spoorbak geleid worden en heeft de beschikking over 2 sporen.

FASE 4 (zie fig 14):

(zie ook nummering in de figuur)

16. Oude spoorweglichaam afgraven.
17. Aanleg van het resterende gedeelte van de spoorwegbak te Maarn-Centrum en oostelijker (zie dwarsdoorsnede VI, figuur 21).

Het treinverkeer heeft nu ook te Maarn-Centrum en oostelijker de beschikking over 4 sporen (zie dwarsdoorsnede VII, figuur 22).

3.5 Voor- en Nadelen van beide varianten

In deze paragraaf worden enkele verschillen tussen de beide in de vorige paragrafen genoemde varianten belicht.

Variant I: Uitvoering, waarbij de N227 driemaal wordt verlegd (omleiding via "S"-bochten).

Variant II: Uitvoering, waarbij de N227 éénmaal wordt verlegd (één groot viaduct).

Kruising N227 met doorgaande infrastructuur:

Omleiding van verkeer:

Bij variant I zijn twee keer zogenaamde "S"-bochten benodigd, om het verkeer van de huidige N227 om te leiden naar het nieuwe gedeelte van de N227. Deze bochten zijn uitermate scherp. Bovendien bevindt zich tussen beide bochten ook nog een helling van 2%. Zeker het grotere vrachtverkeer zal enige moeite ondervinden om de bochten en helling te nemen. Dit is echter niet onmogelijk, maar het verhindert wel een normale, vlotte doorstroom van het verkeer. Daar komt bij, dat deze omleidingen gedurende langere tijd benodigd zullen zijn.

Variant II heeft het bovengenoemde probleem niet. Het verkeer gaat pas gebruik maken van de verlegde N227 als deze in zijn geheel klaar is. De "S"-bochten komen hier dus niet in voor.

Esthetica van het viaduct:

Bij variant II moet een zeer hoog viaduct aangelegd worden om de doorgaande infrastructuur, waaronder de huidige verhoogde spoorlijn te kruisen. Het viaduct zal dientengevolge een hoogte van ca 12m ten opzichte van het maaiveld moeten hebben. Na het gereedkomen van de bakconstructie(s) kan de bestaande spoorwegverhoging afgegraven worden en blijft, esthetisch gezien, een te hoog viaduct over. Een viaduct met een hoogte van ca 4m zou na het afgraven van de verhoogde "oude" spoorlijn al voldoen. Bovendien is de overspanning van dit viaduct na het opbreken van de huidige verhoogde spoorlijnen groter dan de benodigde overspanning. Variant I heeft dit probleem niet; de hoogten van de viaducten zijn ook de werkelijk benodigde hoogten. Het omlaagbrengen van het te hoge viaduct door middel van vitzeltechnieken kan, zoals reeds eerder is

vermeld, een oplossing zijn.

De op- en afritten van het hoge viaduct zullen ook lang worden (ca $12/0.02=600\text{m}$). Dit in tegenstelling tot variant I, waar kortere op- en afritten voor benodigd zijn (ca $4/0.02=200\text{m}$). De aansluiting van het Maarnse wegennet op de eveneens te verleggen parallelweg zal dus bij variant II problematischer zijn, omdat een hoog zandlichaam mogelijk in de weg ligt. Een nadere uitwerking is nodig, om een gedetailleerde oplossing van deze aansluiting te geven. Dit zal echter niet onmogelijk zijn.

Uitvoering t.p.v. N227:

Bij variant I wordt eerst westelijk van de "oude" N227 de autosnelwegbak aangelegd en vervolgens oostelijk hiervan. Daarna wordt het verkeer op de N227 omgeleid en kan het resterende gedeelte van de bak aangelegd worden. Het zelfde geldt voor de spoorwegbak. Bij variant II ontstaat deze driedelige uitvoering niet. Na aanleg van het grote viaduct kan zonder de bouw in drieën te splitsen, in één keer de spoor- en autosnelwegbak ter plaatse van de N227 worden aangelegd.

Conflictpunt op km 78.3

Door de "S"-bochten in de omleidingen voor de N227 zal bij variant I de maatgevende spoorwegbak ca 50m naar het zuiden verplaatst moeten worden. Het gevolg hiervan is, dat de bocht tussen Maarn-Centrum en de N227 de minimum boogstraal zal moeten hebben en dat op km 78.3 een conflictpunt met de bebouwing van Maarn-Zuid zal ontstaan (zie figuur 1). Bij variant II is de verplaatsing van de spoorwegbak bij de kruising met de N227 in zuidelijke richting minder dan bij

variant I, waardoor de bocht later kan beginnen (vanuit oostelijke richting gezien) en waardoor het conflictpunt op km 78.3 minder sterk naar voren komt (zie figuur 9).

Lengte van de bakconstructie

Bij variant II is de A12-bak korter dan bij variant I. Variant II vereist namelijk een zekere diepteligging van de A12-bak bij de kruising met de N227. De "S"-omleiding, waarin een helling van 2% voorkomt zorgt ervoor, dat slechts een hoogte overwonnen kan worden van 3m. Variant II heeft dit probleem niet, waardoor de A12-bak bij de kruising met de N227 alweer boven de grond kan zijn.

Slingertracé ten westen van de N227

Ten gevolge van de grotere verschuiving van het tracé in zuidelijke richting bij de kruising met de N227 van variant I ten opzichte van variant II is de hoekverdraaiing van het tracé aldaar van variant I groter dan die van variant II. De hoekverdraaiing van variant I is 24.6 graden in plaats van de benodigde 22 graden. Hierdoor ontstaat westelijk van de N227 een slingertracé (zie figuur 2). Gebruik zal moeten worden gemaakt van de zandafgraving en zelfs van een gedeelte van vakantiepark de Maarnse Berg. Ook bij variant II ontstaat een slingertracé, echter in veel geringere mate dan bij variant I (zie figuur 10). Bij variant II behoeft geen gebruik te worden gemaakt van de Maarnse Berg.

Wat betreft de bakconstructie te Maarn-Centrum en oostelijker is er nauwelijks verschil in uitvoering tussen beide varianten. Hooguit zijn de diverse aansluitingen met de westelijk gelegen bakonderdelen verschillend.

Amovering van woningen

Voor beide varianten geldt, dat de woningen gelegen aan de Bergweg opgeofferd moeten worden voor de infrastructuuruitbreiding. Ook enkele panden die ingesloten zijn tussen de Plattenberg en de huidige A12 zullen moeten verdwijnen. Dit geldt wederom voor beide varianten. Zoals eerder is vermeld ontstaat bij variant I een conflictpunt met de bebouwing van Maarn-Zuid, waardoor 1 of meer woningen het veld moeten ruimen. In mindere mate is dit het geval bij variant II.

In de hiernavolgende Tabel is zeer globaal een overzicht gegeven van de genoemde plus- en minpunten, waaruit blijkt, dat variant II gunstiger naar voren komt. De plus- en minpunten zijn ten opzichte van elkaar genomen.

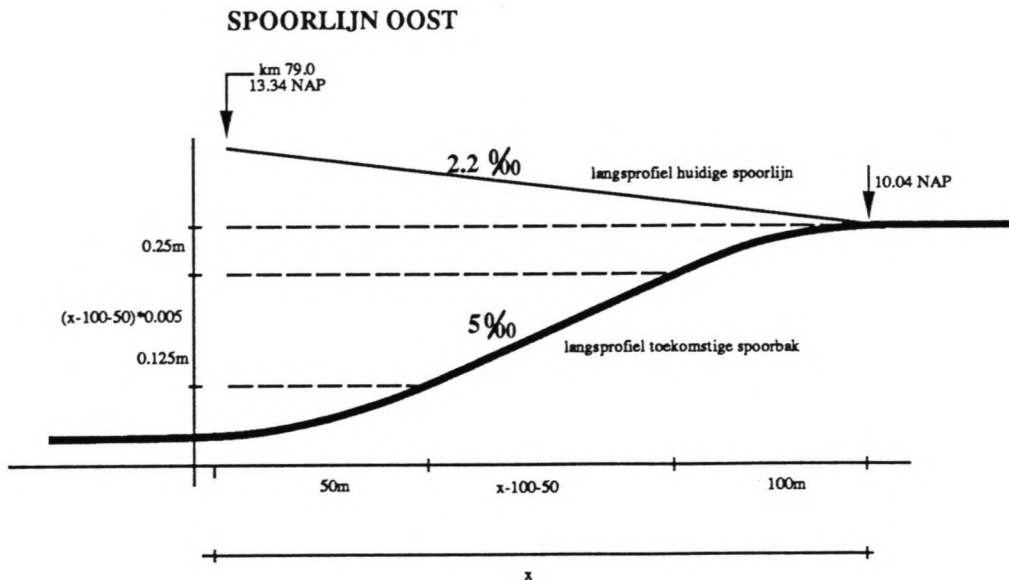
	Variant 1	Variant II
KRUISING N227		
omleiding van verkeer	-	+
esthetica viaduct	+	-
uitvoering t.p.v. N227	-	+
CONFLICTPUNT KM 78.3	-	+
LENGTE VAN DE A12-BAK	-	+
SLINGERTRACÉ WESTELIJK N227	-	+
AMOVERING VAN WONINGEN	+/-	+/-

3.6 Definitieve lengte-afmetingen

In deze paragraaf volgt een opsomming van de lengte-afmetingen van de bakconstructie(s) bij toepassing van Variant II.

Spoorlijn Oost (zie figuur 3.8):

begin oprit op km 79.0
 dalboog: 50m (p=0.125m)
 topboog: 100m (p=0.25m)



(fig. 3.8) Langsprofiel spoorlijn-oost

einde oprit:

$$13.34 - 2.20 \cdot 10^{-3} \cdot x - 3 = 0.125 + (x - 100 - 50) \cdot 0.05 + 0.25$$

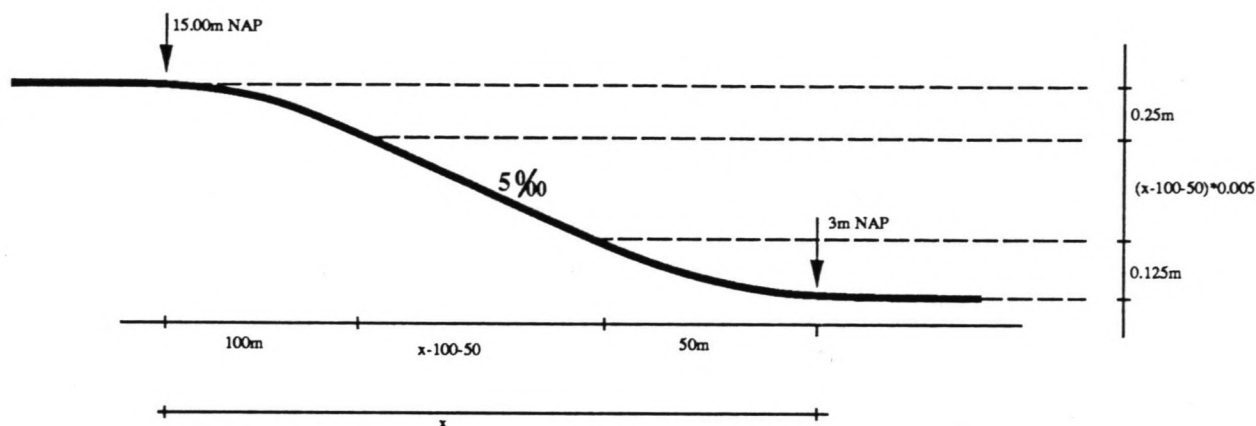
$$X = 1488.2\text{m}$$

dus einde oprit op km $79.000 + 1.4882 = 80.4882$

Spoorlijn West (zie figuur 3.9):

einde afrit op km 78.35
 dalboog: 50m (p=0.125m)
 topboog: 100m (p=0.25m)

SPOORLIJN WEST



(fig. 3.9) Langsprofiel spoorlijn-west

begin afrit:

$$15.00 - 3 = 0.25 + (x - 100 - 50) * 0.005 + 0.125$$

$$X = 2473\text{m}$$

begin afrit op km $78.35 - 2.473 =$ km 75.877 (de huidige spoorlijn loopt daar nog horizontaal)

Autosnelweg Oost (zie figuur 3.10):

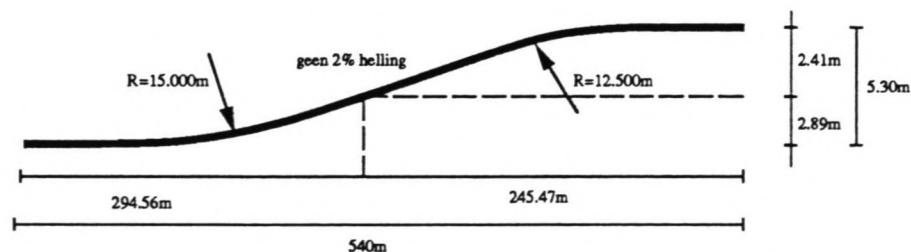
begin oprit op km 79.0

hoogte op km 79.0 3.00m NAP

hoogte op km 79.5: 8.30m NAP

neem helling tussen dal-en topboog: 1.125graden (de helling van 2% wordt niet bereikt)

AUTOSNELWEG OOST



(fig. 3.10) Langsprofiel autosnelweg-oost



$$b=12.500 \cdot \tan 1.125 = 245.47\text{m}$$

$$p=245.47^2 / (2 \cdot 12.500) = 2.41\text{m}$$

$$b=15.000 \cdot \tan 1.125 = 294.56\text{m}$$

$$p=294.56^2 / (2 \cdot 15.000) = 2.89\text{m}$$

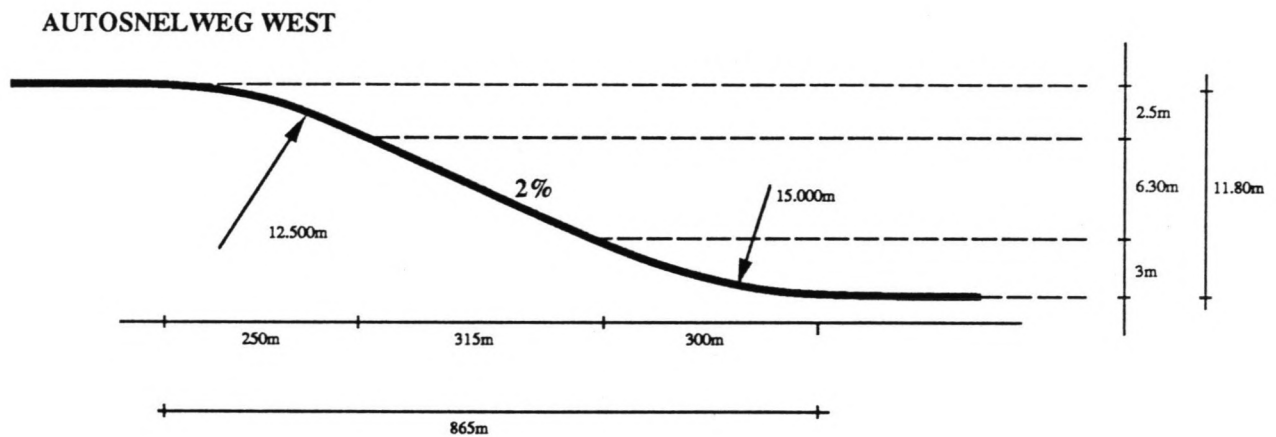
einde oprit op km 79.000+0.540 = km 79.540

Autosnelweg West (zie figuur 3.11):

einde afrit op km 78.35

hoogte snelweg westelijk N227 ca 14.80m NAP

te overwinnen hoogte: $14.80 - 3 = 11.80\text{m}$



(fig. 3.11) Langsprofiel autosnelweg-west

dalboog: 300m ($p=3\text{m}$)

topboog: 250m ($p=2.5\text{m}$)

middengedeelte: $(11.80 - 2.5 - 3.0) / 0.02 = 315\text{m}$

begin afrit op km $78.35 - 0.965 = \text{km } 77.385$

LITERATUUR (alfabetisch).

1. DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV, Gemeente Maarn - Gevolgen alzijdige aansluiting A12-S9 (concept), Amersfoort 1989
2. Ministerie van verkeer en Waterstaat en Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Tweede Strukturaarschema Verkeer en Vervoer, deel a: beleidsvoornemen, 'a-Gravenhage 1988
3. Nederlandse Spoorwegen, Rail 21, sporen naar een nieuwe eeuw, Utrecht 1988
4. Nederlandse Spoorwegen, Dienst van Weg en Werken, Verzameling van Technische Gegevens en Eisen, Deel III: Technische voorschriften voor de bovenbouw van de weg, Utrecht 1969
5. Rijkswaterstaat, richtlijnen voor het ontwerpen van autosnelwegen, 's-Gravenhage 1975
6. Rijkswaterstaat, Werkgroep Benuttingsmaatregelen, Handboek Benuttingsmaatregelen, augustus 1988
7. Stoffers, Ruim baan door Maarn, spoor- en autosnelwegverbreding te Maarn, Delft 1990

8. Technische Hogeschool Delft, Afdeling der Civiele Techniek, Vakgroep Verkeerskunde/Verkeersbouwkunde, E61 Railbouwtechniek,
 - deel B: Ontwerp en inrichting van banen en emplacementen
 - deel B: Ontwerp en inrichting van banen en emplacementen, Bijlage 1Delft 1982

9. Technische Universiteit Delft, Faculteit der Civiele Techniek, Vakgroep Verkeer, E61 Railbouwtechniek deel A basiselementen, gew herdruk febr 19876, Delft 1987

10. 't Zand, J.van, Infrastructuur hoge snelheidsspoorwegen (bijlage bij college e58 1986/1987:Verkeersbouwkunde II), Delft 1986

BIJLAGE I. OVERGANGSBOOG MET AANSLUITEND EEN CIRKELBOOG.

[lit=9]

De bocht in de nieuw aan te leggen infrastructuur tussen het NS-station en de N227 bestaat uit een overgangsboog met aansluitend een cirkelboog. De straal van de cirkelboog wordt bepaald door de spoorlijn, omdat deze ten opzichte van de autosnelweg maatgevend is. De formules voor beide krommen zijn hieronder gegeven c.q. afgeleid. Tabel I geeft de aansluitende krommen in coördinaten, terwijl grafiek I de krommen grafisch weergeeft.

overgangsboog: $ij = x^3 / (6 * R * L)$, waarin:

($0 < X < L$) R = straal aansluitende cirkel: 2118.31m (zie paragraaf 2.2)

L = lengte overgangsboog:

$$0.118 * v^3 / R = 0.118 * 220^3 / 2118.31 = 593.14m$$

[lit=1]

Cirkelboog: $(x-x_1)^2 + (x-ij_1)^2 = R^2$, waarin:

($X > L$) (x_1, ij_1) = middelpunt van de cirkel

R = straal cirkel: 2118.31m (zie paragraaf 2.2)

Het middelpunt van de cirkel ligt echter ook op een lijn die loodrecht op de overgangsboog staat en het punt $(L, L^2 / (6 * R))$ snijdt.

lijn: $ij = -2 * (R/L) * x + L^2 / (6 * R) + 2 * R$

cirkel: $(L-x_1)^2 + (L^2 / (6 * R) - ij_1)^2 = R^2$, waarin $(L, L^2 / (6 * R))$ een punt van de cirkel voorstelt en (x_1, ij_1) het te vinden middelpunt is.

invullen: $L=593.14\text{m}$
 $R=2118.31\text{m}$

Dit levert het middelpunt:
 $(x_1, ij_1) = (299.55, 2124.71)$

cirkelvergelijking:
 $ij = -\sqrt{(2118.31)^2 - (x - 299.55)^2} + 2124.71$

Uit de Tabel I zijn nu alle benodigde gegevens te halen:

Variant I: Figuur 1 (A3-figurenboek) toont onder andere het tracé van de spoorwegbak. Ter plaatse van de kruising met de N227 bedraagt de ij-coördinaat van de noordrand van de spoorwegbak ca: $ij=200\text{m}$. De tabel geeft vervolgens: $x=1180\text{m}$. Dit wil zeggen dat de bocht 1180m voor de kruising met de N227 begint. De bocht begint dus al ten oosten van het station (zie. weer figuur 1)

de hoekverdraaiing α op $x=1180\text{m}$ is als volgt:
 $dij/dx = (x - 299.55) / (\sqrt{(2118.31)^2 - (x - 299.55)^2})$. Dit levert: $\alpha=24.6$ graden

Variant II: Figuur 9 (A3-figurenboek) toont eveneens het tracé van de spoorwegbak. De ij-coördinaat van de noordrand van de spoorbak ter plaatse van de kruising met de N227 bedraagt bij deze variant ca: $ij=160\text{m}$. De tabel geeft vervolgens: $x=1090\text{m}$.

de hoekverdraaiing α op $x=1090\text{m}$ is dan: $\alpha=21.9$ graden.

	x	y	x	y	x	y
x tussen	0	0	1000	125.5584	2000	861.4970
0 en L	20	0.001061	1020	132.6786	2020	888.8746
	40	0.008489	1040	140.0258	2040	917.2038
	60	0.028652	1060	147.6027	2060	946.5533
	80	0.067915	1080	155.4118	2080	977.0013
	100	0.132648	1100	163.4560	2100	1008.637
	120	0.229216	1120	171.7381	2120	1041.566
	140	0.363987	1140	180.2612	2140	1075.910
	160	0.543327	1160	189.0284	2160	1111.811
	180	0.773605	1180	198.0431	2180	1149.443
	200	1.061187	1200	207.3088	2200	1189.013
	220	1.412440	1220	216.8292	2220	1230.781
	240	1.833731	1240	226.6080	2240	1275.068
	260	2.331428	1260	236.6493	2260	1322.292
	280	2.911897	1280	246.9573	2280	1373.008
	300	3.581506	1300	257.5364	2300	1427.976
	320	4.346622	1320	268.3913	2320	1488.298
	340	5.213612	1340	279.5267	2340	1555.674
	360	6.188843	1360	290.9480	2360	1632.995
	380	7.278683	1380	302.6603	2380	1726.005
	400	8.489497	1400	314.6693	2400	1850.215
	420	9.827654	1420	326.9811	2420	ERR
	440	11.29952	1440	339.6018	2440	ERR
	460	12.91146	1460	352.5381	2460	ERR
	480	14.66985	1480	365.7969	2480	ERR
	500	16.58105	1500	379.3856	2500	ERR
	520	18.65142	1520	393.3119		
	540	20.88734	1540	407.5841		
	560	23.29518	1560	422.2109		
	580	25.88129	1580	437.2014		
x groter	600	27.81537	1600	452.5655		
593	620	30.77851	1620	468.3135		
	640	33.93716	1640	484.4566		
	660	37.29220	1660	501.0065		
	680	40.84458	1680	517.9757		
	700	44.59532	1700	535.3777		
	720	48.54549	1720	553.2269		
	740	52.69623	1740	571.5387		
	760	57.04874	1760	590.3296		
	780	61.60431	1780	609.6175		
	800	66.36429	1800	629.4217		
	820	71.33009	1820	649.7628		
	840	76.50321	1840	670.6635		
	860	81.88522	1860	692.1482		
	880	87.47779	1880	714.2437		
	900	93.28265	1900	736.9790		
	920	99.30163	1920	760.3863		
	940	105.5366	1940	784.5006		
	960	111.9896	1960	809.3609		
	980	118.6628	1980	835.0104		

TABEL 1

overgangsboog met cirkel

