

# Strategische Milieubeoordeling Zuiderzeelijn

Aspectrapport energiegebruik, luchtkwaliteit, EMC en  
externe veiligheid

Opdrachtgever **Projectorganisatie ZZL**  
ir. M. Breukels, ir. P. Janse

**Holland Railconsult**  
Auteur W. Ottevanger/M. Wassens/F. Warnar/H. Snel/  
Kenmerk  
Versie Definitief

Utrecht 13 april 2006  
vrijgegeven

© 2006, Holland Railconsult BV.

*Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Holland Railconsult BV.*

# Inhoudsopgave

<b>Inleiding</b>	<b>3</b>
<b>1 Energiegebruik</b>	<b>4</b>
1.1 Inleiding	4
1.2 Energiegebruik per vervoerswijze	4
1.2.1. RIVM rapport	4
1.2.2. <i>Vergelijking van energiegebruik met energiegebruik van een woning</i>	6
1.2.3. <i>Dornier Consulting</i>	7
1.3 Energiegebruik van het alternatief	7
1.3.1. <i>Energiegebruik t.o.v. referentie-alternatief</i>	7
1.3.2. <i>OKIE 2000</i>	8
1.4 Literatuur	8
<b>2 Luchtkwaliteit</b>	<b>9</b>
2.1 Emissies	9
2.2 Luchtkwaliteit	9
<b>3 EMC (elektromagnetische comptabiliteit)</b>	<b>10</b>
3.1 Samenvatting	10
3.2 Inleiding	10
3.3 Het EMC-drieluik	11
3.4 EMC in spoorwegomgeving	11
3.5 Normen	12
3.6 Veilige afstand voor apparatuur	15
3.7 Uitzonderingen en aandachtspunten	16
3.8 Veilige afstand voor de mens	16
3.9 Conclusie	17
3.10 Referenties	17
<b>4 Externe veiligheid</b>	<b>19</b>
4.1 Samenvatting	19
4.2 Algemeen	21
4.3 Bepalende factoren voor externe veiligheid Zuiderzeelijn	22
4.4 Globale toetsing Externe Veiligheidseffecten	23
4.4.1. <i>Inleiding analyse</i>	23
4.4.2. <i>Analyse variant 1A (160 km/h) en variant 1B (200 km/h)</i>	24
4.4.3. <i>Conclusies</i>	26
<b>Colofon</b>	<b>28</b>

## **Inleiding**

In dit aspectrapport zijn een aantal effecten beschreven die niet zijn opgenomen in afzonderlijke rapporten. De omvang van de beschrijvingen is gering zodat om praktische redenen tot bundeling van deze effecten in een rapport is besloten.

In hoofdstuk 1 worden de effecten op energieverbruik beschreven. Hoofdstuk 2 bevat de effecten op het gebied van EMC, hoofdstuk 3 de effecten in relatie tot externe veiligheid.

.

# 1 Energiegebruik

## 1.1 Inleiding

Om het energiegebruik van de diverse projectalternatieven nauwkeurig te berekenen dienen een uitgebreide serie aannames en randvoorwaarden vooraf te worden bepaald. Een dergelijke uitgebreide studie past niet binnen de reikwijdte van de SMB. Ook de informatie die voorhanden is laat een dergelijke studie niet toe.

Daarom is gekozen voor een meer globale berekening van het energiegebruik van de verschillende vervoerswijzen en is een indicatie gegeven van de toename van het energiegebruik per alternatief ten opzichte van het referentie-alternatief

## 1.2 Energiegebruik per vervoerswijze

Om de personen te vervoeren zijn meerdere soorten vervoerswijzen (voertuigen) voorzien in de diverse projectalternatieven. Belangrijke factoren die het energiegebruik van de vervoerswijzen bepalen zijn massa van het voertuig, snelheid, versnelling en aandrijfefficiëntie. Dit in verhouding tot capaciteit, comfort, faciliteiten, reistijd, e.d. De alternatieven verschillen van elkaar verschillen voor wat betreft infrastructuur, voertuigtechniek en dienstregeling (frequentie, aantal haltes). Al deze factoren hebben een grote invloed op het energieverbruik.

Een interessante studie over het energiegebruik is gedaan door het RIVM stamt uit juli 2001 (Lit 1). Hierin worden in hoofdstuk 5 vergelijkende overzichten gepresenteerd tussen alternatieven. Tevens is in bijlage 5 een drietal grafieken opgenomen over het primaire energiegebruik. Dit rapport is als basis genomen voor deze effectbeschrijving.

Er moet onderscheid worden gemaakt tussen het energiegebruik van het voertuig en de energiehoeveelheid die daarvoor moet worden opgewekt uit een primaire energiebron, zoals fossiele brandstof. De energiehoeveelheid aan het voertuig is de zogenaamde secundaire energie. De primaire energie is de energie aan de centrale. Hiertussen ontstaat verlies van energie door omvorming, transport en opslag.

### 1.2.1 RIVM rapport

In dit rapport (Lit 1) is het energiegebruik berekend op het niveau van een individuele trein op basis van onder andere voertuiggewicht, rol- en luchtweerstand en het gemiddelde ritprofiel. Het verbruik wordt gegeven afhankelijk van afstand tussen stops en maximum snelheid. Voor verdere informatie over het conceptuele model voor de berekening van het energiegebruik, over de beschouwde alternatieven en over de uitgangspunten van de berekeningen wordt verwezen naar respectievelijk de hoofdstukken 2, 3 en 4.

De gegevens over intercity trein+ (IC+), hoge snelheidstrein (HSL) en magneetzweeftrein (MZB) zijn overgenomen uit hoofdstuk 5 van het RIVM rapport. In dit rapport is nog

geen sprake van de Superbus. Gegevens hierover zijn afkomstig uit TU Delft rapport (Lit 3).

Een vergelijking van de alternatieven is opgenomen in onderstaande tabel. De in **vet** weergegeven cijfers zijn afkomstig uit studies van het RIVM en de TU Delft (over de Superbus). Allereerst is het energiegebruik door de voertuigen opgenomen, in het onderste deel van de tabel is het energiegebruik opgenomen dat aan de centrale nodig is. Dit is dus een optelling van het energiegebruik door het voertuig, energieverliezen bij de opwekking van elektriciteit in de centrales en energieverliezen bij de omzetting en het transport van elektriciteit.

Voor de energiegebruik van de Hanzelijn plus zijn de cijfers gebruikt die het RIVM presenteert voor de IC+. Bij de superbus is onderscheid gemaakt naar twee snelheden. Energiegebruikcijfers voor 180 km/h sluiten aan bij de vormgeving van het huidige alternatief superbus. Daarnaast zijn de energiegebruikcijfers voor een snelheid van 250 km/h opgenomen, omdat het ontwerp van de superbus en de baan gedimensioneerd zijn op deze snelheid.

Voor de elektrische aandrijving moet ook nog gekeken worden naar de energie aan de elektriciteitscentrale. Voor de treinen zijn daarvoor waardes gegeven in het rapport en opgenomen in de tabel. Het treinvermogen is sterk verschillend. Vanwege de snelheidsverschillen tussen de treinen is het benodigde vermogen bij de elektriciteitscentrale zeer sterk verschillend. De MZB vereist een ruim 3x hoger geïnstalleerd vermogen.

De elektrische aangedreven Superbus krijgt hier te maken met verliezen vanwege de noodzakelijk tussenstappen. Door opwekking en gelijkrichting in een vaste installatie en opslag in accu's en omzetting in het voertuig ontstaan deze verliezen die leiden tot het gebruik van meer primaire brandstof.

Tabel: energiegebruik voor de verschillende voertuigtypes behorende bij de alternatieven.

Voertuig	IC+(HZL+)	HST	MZB	Superbus 180 km/h	Superbus 250 km/h
<b>Energiegebruik door voertuig</b>					
<b>Voertuig: max. snelheid en grootte</b>	<b>200 km/h met 377 zitplaatsen</b>	<b>250 km/h met 377 zitplaatsen</b>	<b>400 km/h met 336 zitplaatsen</b>	<b>met 25 zitplaatsen</b>	
<b>Gemid. afstand tussen stops (km)</b>	<b>47</b>	<b>47</b>	<b>47</b>	<b>50</b>	<b>50</b>
<b>Voertuig Wh/zitplaats -km</b>	<b>38</b>	<b>56</b>	<b>65</b>	<b>65 (A) 22 (E)</b>	<b>96 (A) 32 (E)</b>
Voertuig kWh/km	14,3	21,1	21,8	1.6 (A) 0.5 (E)	2.4 (A) 0.8 (E)
Voertuig vermogen MW	2,9	5,3	8,7	0,2 (E)	0,2 (E)
<b>Energiegebruik aan de E-centrale</b>					
<b>Bezettingsgraad,</b>	<b>40%</b>	<b>48%</b>	<b>44%</b>	<b>62%</b>	<b>62%</b>

<b>etmaal gemid.</b>					
<b>MJ/rkm</b>	<b>0,64</b>	<b>0,82</b>	<b>1,04</b>	0.37 (A) 0.25 (E)	0.56 (A) 0.36 (E)
kWh/rkm	0,18	0,23	0,29	0.10 (A) 0.07 (E)	0.15 (A) 0.10 (E)
Wh/zitplaats- km	71	109	127	65 (A) 43 (E)	96 (A) 62 (E)

Bij de Superbus is de aanduiding (A) voor aandrijving op aardgas en (E) voor elektrische aandrijving. Bij aardgasaandrijving is er geen extra energiegebruik van de elektriciteitscentrale.

### *Conclusies*

De conclusies uit het RIVM rapport ten aanzien van de treinen zijn nog steeds geldig. Het energiegebruik van een IC+ is bijna dubbel dan dat van een conventionele IC (= 21 Wh/zitplaats-km) vanwege de hogere snelheid en het hogere gewicht en ondanks de lagere luchtweerstand. De HSL gebruikt bijna 50% meer energie per zitplaatskilometer dan een IC+ bij dezelfde afstand tussen stops. Het energiegebruik van de MZB blijkt dan circa 70% meer dan een IC+. Het hogere energiegebruik komt enerzijds door de veel hogere maximum snelheid en anderzijds door de veel hogere beginversnelling en eindvertraging die nodig is om de gewenste dienstregeling te halen. De hogere snelheid van de MZB wordt deels gecompenseerd door een lagere luchtweerstand (ontbreken pantograaf en wielstellen), ontbreken van rolweerstand en een lager gewicht per zitplaats. Doordat de MZB sneller remt en dus minder gebruik maakt van massa-traagheid gebruikt de MZB gedurende een langer deel van het traject elektriciteit in vergelijking met de IC.

De Superbus gebruikt per zitplaatskilometer minder energie dan de HST en de MZB. De superbus met aardgasaandrijving (eerste fase) gebruikt per reizigerskilometer ongeveer evenveel energie als de IC+. In de elektrische variant is de superbus zuiniger. Per reizigerskilometer is de superbus als gevolg van de hogere bezettingsgraad de zuinigste vervoerswijze.

#### *1.2.2. Vergelijking van energiegebruik met energiegebruik van een woning*

Een woning vertegenwoordigt gemiddeld 1kW aan vermogen en een gebruik van circa 3500 kWh/jaar = 292 kWh/maand.

Een MZB, zoals in bovenstaande tabel, vertegenwoordigt 17,1 MW, dus 17.100 woningen. Evenzo een HSL 10.300 woningen en een IC+ 5.300 woningen.

Een enkele rit van 50 km met een MZB kost 2135 kWh, dus vergelijkbaar met 7,3 maanden energiegebruik van een gemiddelde woning.

Met HSL kost het 2061 kWh, dus vergelijkbaar met 7 maanden. Met IC+ kost het 1340 kWh, dus 4,6 maanden.

Het energiegebruik voor de huidige treinenloop bedraagt circa 1400 GWh/jaar, dus 3.836 MWh/dag.

Een MZB verbruikt dit met bijna 1790 ritten van elk 50 km. Een HSL kan hiermee ruim 1860 ritten mee maken. Een IC+ kan 2860 ritten hiermee maken.

### 1.2.3. Dornier Consulting

In het rapport van Dornier (Lit 4) staat een opgave van het energiegebruik van de combinatie 'tractie-energiegebruik en 'nebenenergiebedarf'. Onder dat laatste wordt verstaan het energiegebruik door onderstations, haltes, wissels, communicatie, e.d. Een onderverdeling is niet gegeven.

Voor een rit van Schiphol – Groningen blijkt dan 7.228 kWh benodigd. Dit is de energie aan de elektriciteitscentrale. In deze rit worden 10 stops gemaakt en wordt er slechts kort 400 km/h gehaald. De vele stops en het langdurig aanzetten tot de maximum snelheid kosten dus veel energie.

## 1.3 Energiegebruik van het alternatief

Voor de beoordeling van de alternatieven is het relevant om het energiegebruik van de totale vervoersstromen te vergelijken. Idealiter hoort hierbij een berekening die rekening houdt met het energiegebruik op de nieuwe en de bestaande verbinding. Afname van het energiegebruik op de bestaande verbindingen bijv. door het verlagen van de treinfrequentie ook in de berekening te worden meegenomen. Verder dient rekening gehouden te worden met verandering van het energiegebruik als gevolg een verschuiving tussen de vervoerswijzen.

### 1.3.1. Energiegebruik t.o.v. referentie-alternatief

Voor de structuurvisie is een berekening gemaakt van het energiegebruik van de treinen en bussen op basis van het bedieningsniveau zoals dat voor de verschillende alternatieven is vastgesteld. Deze berekening is gevoed met de uitkomsten van de LMS berekeningen die ten behoeve van de business-case en de exploitatiekosten zijn gemaakt. In de SMB is de toename van het energiegebruik ten opzichte van de referentie gepresenteerd. Hierbij is geen rekening gehouden met een mogelijke afname van het energiegebruik door verschuivingen tussen autogebruik en openbaar vervoergebruik. Op grond van de inzichten in de LMS-uitkomsten zijn deze effecten echter gering ten opzichte van energiegebruik van het alternatief en zijn de verschillen tussen de alternatieven beperkt. Evenmin is rekening gehouden met energiegebruik in het voor- en natransport.

Alternatief	Toename energiegebruik t.o.v. referentie
Hanzelijn plus 140	Ca.15%
Hanzelijn plus 160	Ca.15%
Hanzelijn plus 200	43%
HST 1	43%
HST 2	37%
MZB Hollandse brug	131%
MZB IJmeer	148%
Superbus	41%

### 1.3.2. OKIE 2000

In hoofdstuk 9 van dit rapport (Lit 5) worden de getallen gegeven over HSL 260 en Maglev die hier zijn overgenomen. In deze OKIE rapportage is rekening gehouden met energiegebruik door wissels, signaleringen, e.d. voor HSL met 1,5 kW/km en voor MZB met circa 10% van het voertuiggebruik.

Alternatief	Energiegebruik GWh/jaar
HSL200	169
HSL260	194
Maglev A	604
Maglev B	834

Tabel3: absoluut energiegebruik voor verschillende alternatieven

Het absolute energiegebruik van de MZB is hier veel hoger dan van de HSL. Dit is in vergelijking met het RIVM rapport slechts gedeeltelijk verklaarbaar uit de hogere snelheid maar vooral uit het verschil in bedieningsconcept. In het RIVM rapport is sprake van waardes behorende bij een enkelvoudige rit van 47 km terwijl hier een compleet bedieningsmodel gebruikt is.

Het energiegebruik voor de huidige treinenloop bedraagt circa 1400 GWh/jaar, dus is de toevoeging van de MZB een bijzonder grote toename.

Op grond van de LMS uitkomsten en de berekening die voor de Structuurvisie zijn gemaakt, zijn verschillen in het energiegebruik tussen de alternatieven veel minder groot dan in de OKIE rapportage is aangenomen. In de structuurvisie is gebruik gemaakt van de resultaten van de LMS-berekeningen.

## 1.4 Literatuur

1] RIVM: Nieuwe snelle treinverbindingen tussen de Randstad en Noord Nederland: effecten op emissies en geluidhinder; RIVM rapport 888883 002; juli 2001; R.M.M. van den Brink, H. Nijland, G.P. van Wee.

2] workshop: Onderzoek naar het energiegebruik van de hogesnelheidsmagneetzweeftrein Transrapid; 22 oktober 2001, Projectteam Zuiderzeelijn

3] Superbus: Bijdragen voor de strategische milieubeoordeling van de superbus, TU Delft; 17 januari 2006

4] Dornier: Technische Expertisen zur Erstellung der Strukturvision Zuiderzeelijn; Dornier Consulting; ongedateerd.

5] OKIE 2000; Projectorganisatie Zuiderzeelijn



## 2 Luchtkwaliteit

### 2.1 Emissies

Voor de SMB is relevant of de emissies van vervuilende stoffen aanmerkelijk toe- of afnemen en hoe groot de verschillen tussen de alternatieven zijn. Het gaat daarbij met name om de emissies van CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en fijn stof. De toename van de emissies is gelijk aan de toename van het energiegebruik zoals in par. 1.3 is aangegeven. Voor alle alternatieven wordt immers uitgegaan van elektrische aandrijving. Voor de superbus zullen als gevolg van de aardgasaandrijving in de eerste fase van de exploitatie de emissies in geringe mate hoger zijn.

In de rapportage van de KBA is een berekening opgenomen van de te verwachten effecten gemonetariseerd in NCW.<sup>1</sup>

### 2.2 Luchtkwaliteit

Verder is in deze fase van de planvorming relevant te weten of de aanleg van de Zuiderzeelijn tot luchtkwaliteitsproblemen kan leiden. Meer concreet is de vraag aan de orde of de aanleg van de Zuiderzeelijn inclusief het gegenereerde verkeer van en naar de stations kan leiden tot overschrijding van de luchtkwaliteitsnormen voor NO<sub>2</sub> en fijn stof. Op plaatsen waar nu al de luchtkwaliteitsnormen worden overschreden is de vraag aan de orde of het project de luchtkwaliteit “in betekenende mate”<sup>2</sup> beïnvloedt.

De omvang van het gegenereerde verkeer van en naar de stations in het voor- en natransport zal naar verwachting geen problemen met de luchtkwaliteitsnormen veroorzaken. In de Noordvleugel waar de reizigersstromen van en naar de stations nu al groot zijn, zal de relatieve toename beperkt zijn. Daar komt bij dat de stations in de Noordvleugel op het metro- en tramnet zijn aangesloten. Het aandeel autogebruikers in het voor- en natransport is hierdoor relatief beperkt.

Bij de stations langs de Zuiderzeelijn ten noorden van Almere zal het aandeel autogebruik in het voor- en natransport veel groter zijn, maar daar worden de luchtkwaliteitsnormen in 2020 naar verwachting niet overschreden.

In een latere fase van de planprocedure vragen de effecten op emissies en luchtkwaliteit meer gedetailleerde aandacht.

---

<sup>1</sup> Netto Contante Waarde

<sup>2</sup> Wijziging Wet Milieubeheer (luchtkwaliteitseisen); TK 2005/2006 nr. 30489, 15 maart 2006

## 3 EMC (elektromagnetische comptabiliteit)

### 3.1 Samenvatting

Om EMC (elektromagnetische compatibiliteit (afstemming) tussen een spoorlijn en de omgeving te bereiken, moeten de emissie van elektromagnetische velden van de spoorlijn en de immuniteit (ontvankelijkheid) van de omgeving voor dergelijke velden op elkaar afgestemd te zijn, zodat de omgeving geen hinder ondervindt van de spoorlijn. Dit geldt eveneens voor de emissie van de omgeving en de immuniteit van de spoorlijn.

Algemeen kan gesteld worden, dat compatibiliteit met huishoudelijke apparatuur wordt bereikt op een afstand vanaf 25 m van de spoorlijn, zowel voor 1500 V als voor 25 kV en de magneetzweefbaan. Voor apparatuur die aan de zwaardere industriële eisen voldoet, wordt vanaf 15 m al compatibiliteit bereikt.

Voor zeer gevoelige apparatuur die bijvoorbeeld bij ziekenhuizen of laboratoria in gebruik kan zijn, kan echter een grotere afstand nodig zijn. Hiertegen kunnen lokale afschermingsmaatregelen worden getroffen. Ook computermonitoren met een traditionele beeldbuis (niet TFT/LCD-schermen) zijn vrij gevoelig en kunnen tot circa 50 meter een lichte trilling in het scherm vertonen.

De te verwachten veldsterkten zijn van een dusdanig niveau, dat geen negatieve invloed op de gezondheid van mensen te verwachten is, ook al verblijven ze permanent dichterbij dan de genoemde 25 m vanaf een spoorlijn. De velden liggen ruim onder het niveau dat momenteel door de Gezondheidsraad wordt aanbevolen. De kans bestaat, dat deze richtlijnen in de toekomst uit voorzorg aangescherpt worden. Afhankelijk van de waarde die dan wordt aanbevolen kan een grotere afstand nodig zijn om aan de nieuwe richtlijnen te voldoen (orde grootte 50 à 100 m).

### 3.2 Inleiding

De afkorting EMC staat voor elektromagnetische compatibiliteit. EMC is de toestand waarin elektrische apparatuur functioneert, zonder zijn omgeving negatief te beïnvloeden en zonder door de omgeving beïnvloed te worden. Deze omgeving kan bestaan uit andere apparatuur, maar omvat ook de mens.

In een omgeving waarin geen EMC wordt bereikt, is er bijvoorbeeld sprake van storing op apparatuur of hinder of gevaarlijke situaties voor de mens. Een herkenbaar voorbeeld is het karakteristieke ratelende geluid op een radio als de mobiele telefoon wordt gebruikt. In dit geval is er slechts sprake van een hinderlijk bijgeluid, maar indien een zelfde soort storing optreedt bij gevoelige apparatuur in een ziekenhuis, dan kan men zich voorstellen dat de gevolgen in het slechtste geval zeer ernstig kunnen zijn.

In het vakgebied EMC worden deze verschijnselen onderzocht, worden oplossingen ontwikkeld en worden normen en richtlijnen opgesteld die kunnen helpen bij het voorkomen van storingen.

### 3.3 Het EMC-drieluik

Indien er sprake is van een EMC-probleem, dan zijn er altijd 3 onderdelen te onderscheiden, het zogenaamde EMC-drieluik:

1. een bron,
2. een koppelweg,
3. een ontvanger

In het voorbeeld van de mobiele telefoon die de radio stoort zijn de bron en de ontvanger makkelijk herkenbaar. De elektromagnetische velden die door de telefoon worden geproduceerd zijn de koppelweg. Langs deze koppelweg wordt de storing van de bron naar de ontvanger overgedragen.

Bij het oplossen van EMC-problemen verdient het altijd aanbeveling om het probleem bij de bron aan te pakken. Door de emissie van de bron te verlagen, zal het de ontvanger minder storing ontvangen. Het grote voordeel is dat alle eventuele ontvangers hier baat bij hebben, ook ontvangers die in eerste instantie mogelijk nog niet in beeld zijn.

Indien dit niet mogelijk of niet praktisch haalbaar is, dan is het vaak een goede oplossing om de koppelweg aan te pakken, bijvoorbeeld door het vergroten van de afstand tussen bron en ontvanger of door aanbrengen van afscherming. Door het verlengen van de koppelweg, zal de storing in het algemeen afnemen.

Als ook dit niet mogelijk is, kan de immuniteit van de ontvanger worden verbeterd, waardoor het beter bestand is tegen de storing.

Terugkomend op het voorbeeld van de mobiele telefoon: het verlagen van de emissie is in dit geval niet mogelijk zonder de functionaliteit van de telefoon aan te tasten. Het apparaat moet nu eenmaal radiosignalen verzenden om ermee te kunnen telefoneren. Het aanpakken van de koppelweg door het vergroten van de afstand tussen bron en ontvanger biedt in de meeste gevallen soelaas. Een meter afstand is vaak al voldoende om de bijgeluiden te laten verdwijnen.

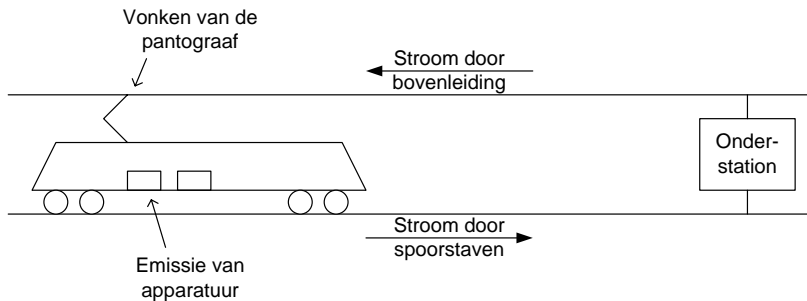
Het verbeteren van de immuniteit van de radio zou ook gekund hebben. Een metalen behuizing in plaats van kunststof schermt de elektronische onderdelen af van de elektromagnetische velden en zal ook helpen om de storing te verminderen. En indien de voornaamste koppelweg via de antenne van de radio loopt, dan zou extra filtering kunnen bijdragen aan het verhelpen van de storing.

### 3.4 EMC in spoorwgomgeving

Vanuit het oogpunt van EMC is een spoorwgomgeving een tamelijk ruige omgeving. Er lopen hoge stromen door bovenleiding en spoorstaven om de trein van energie te kunnen voorzien. Deze stromen produceren een magnetisch veld met een heel lage frequentie in de omgeving van de spoorlijn. Ook loopt er een klein deel van deze stroom door de bodem onder en naast de spoorbaan (zwerfstroom).

Een tweede verschijnsel is het vonken van de pantograaf als deze wordt voortbewogen langs de bovenleiding. Deze vonken veroorzaken elektromagnetische velden met een veel hogere frequentie.

Daarnaast zit er allerlei apparatuur aan boord van de trein en langs de baan die elektromagnetische velden kan produceren.



Figuur x Overzicht van belangrijkste bronnen van emissie van een spoorlijn

Bij magneetzweefbanen worden weliswaar geen bovenleiding en spoorstaven toegepast, maar ook hier zijn hoge stromen nodig om de trein van energie te voorzien. Het vonken van de pantograaf zal niet voorkomen, maar andere bronnen van hoogfrequente elektromagnetische velden zullen zeker aanwezig zijn.

Als we terugdenken aan het EMC-drieluik en allereerst naar de bron kijken, dan blijkt dat er een aantal mogelijkheden zijn om de emissie te beheersen. Maar er zijn ook een aantal zaken die slechts in beperkte mate te beheersen zijn.

De hoogfrequent emissie is te beheersen door een kwalitatief goede bovenleiding te ontwerpen en te bouwen, zodat het contact tussen stroomafnemer en bovenleiding zo min mogelijk wordt onderbroken. Ook voor de apparatuur in de trein en langs de baan geldt dat het ontwerp en de wijze van inbouw in het voertuig c.q. installatie langs de baan bepalend zijn voor de emissie.

Voor deze aspecten bestaan normen, die in de volgende paragraaf aan bod komen.

Het laagfrequent magnetisch veld, veroorzaakt door de stromen in bovenleiding en spoorstaven, is slechts in beperkte mate bij de bron aan te pakken. In principe kunnen de stromen worden gereduceerd door een hogere voedingsspanning te kiezen. Maar vanwege Europese interoperabiliteit zijn de voedingsspanningen gestandaardiseerd. En aangezien het gevraagde vermogen door de trein ook min of meer als een vast gegeven moet worden gezien, ligt daarmee ook de grootte van de stroom vast.

Het magnetisch veld is wel enigszins te beïnvloeden door de locatie van onderstations of door de positie van de geleiders aan te passen, maar het effect hiervan is beperkt. Extra onderstations toevoegen verlaagt wel de gemiddelde veldsterkte, maar niet de maximale waarde bij passage van een trein, hetgeen vaak de bepalende factor is.

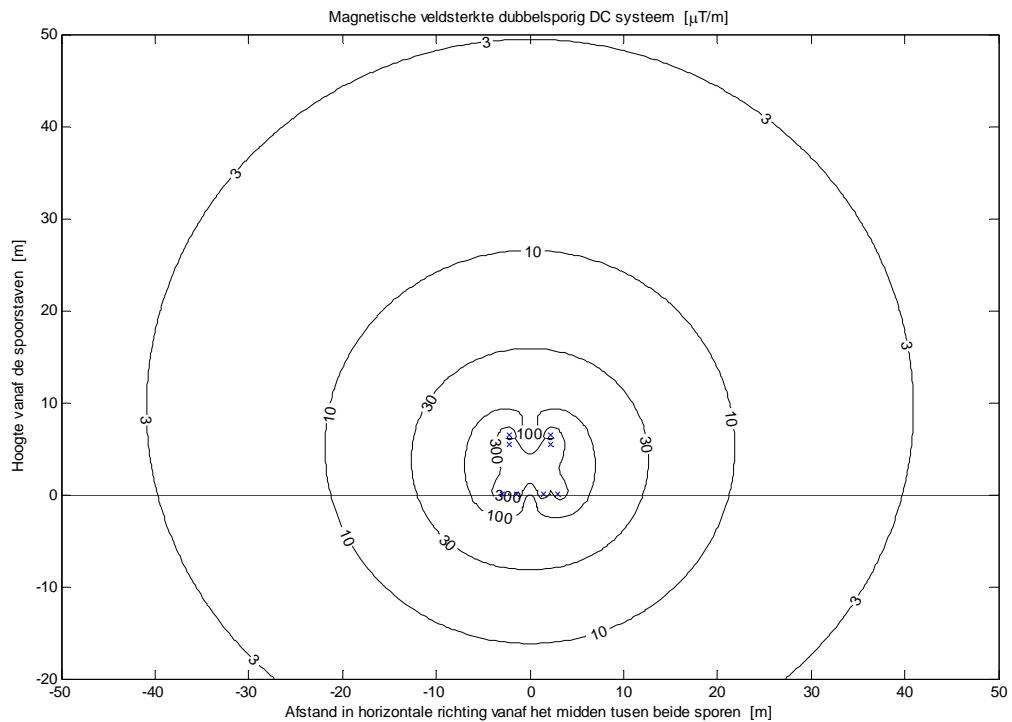
### 3.5 Normen

In de Europese Norm EN50121 wordt beschreven waar apparatuur in een spoorwegomgeving tegen bestand moet zijn en tevens hoe groot de emissie van hoogfrequent velden naar de omgeving mag zijn. Over het algemeen blijkt uit

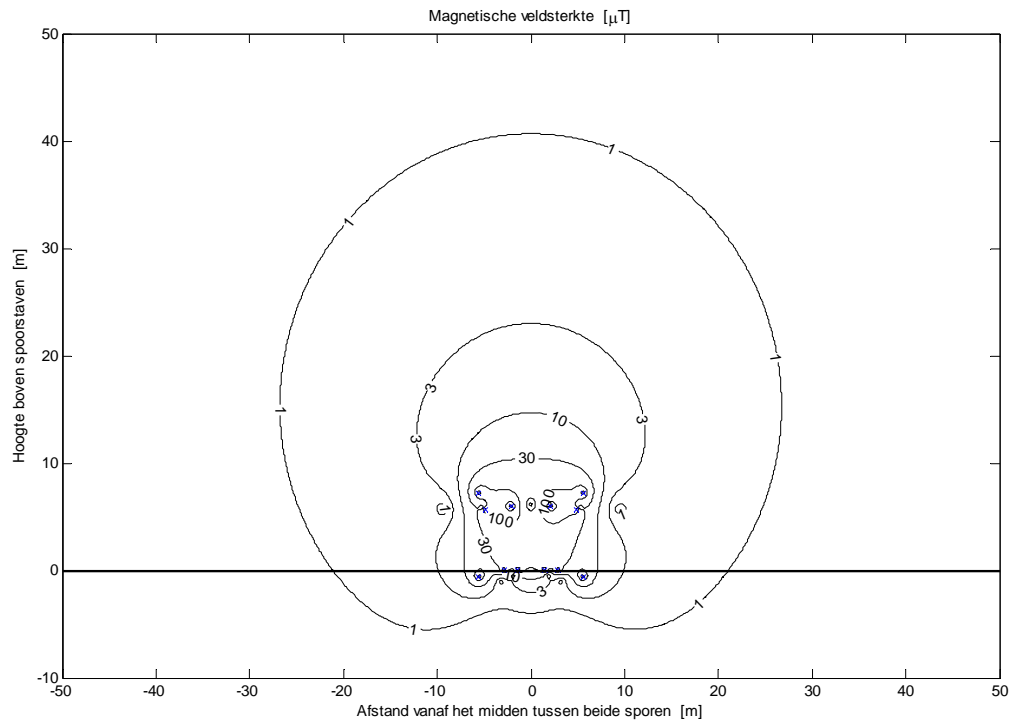
metingen dat de daadwerkelijke emissie hieraan voldoet, mits de bovenleiding volgens de huidige technische maatstaven is gebouwd. Oudere of slecht ontworpen systemen zitten dikwijls op het randje of er net boven.

De norm EN50121 geeft geen maximale waarde voor de laagfrequente velden, wel een richtwaarde. Deze waarden zijn echter wel goed te berekenen. In onderstaande figuren staan hiervan twee voorbeelden. Eenmaal voor een 1500 V systeem en eenmaal voor een 25 kV systeem. In de plaatjes is de veldsterkte geplot als 'isobaren' op een weerkaart, in een vlak loodrecht op de richting van de spoorlijn. De kruisjes geven de positie van de geleiders aan, zoals bovenleiding en spoorstaven. Dichtbij de geleiders zijn de velden het hoogst. Naarmate de afstand toeneemt, neemt de veldsterkte geleidelijk af. De velden bij een 1500 V systeem zijn duidelijk groter. Dit kan worden verklaard door de veel lagere spanning dan van een 25 kV systeem, waardoor grotere stromen nodig zijn om voldoende energie naar de trein te transporteren.

De grootte van het veld is afhankelijk van de positie van het meetpunt ten opzichte van het onderstation, aantal en positie van de treinen op het baanvak en het opgenomen vermogen per trein. Onderstaande plaatjes geven dus slechts een indicatie van de te verwachten orde van grootte en zeker geen definitieve berekening.



Figuur x Voorbeeld van magnetische veldsterkte voor een 1500 V spoorlijn

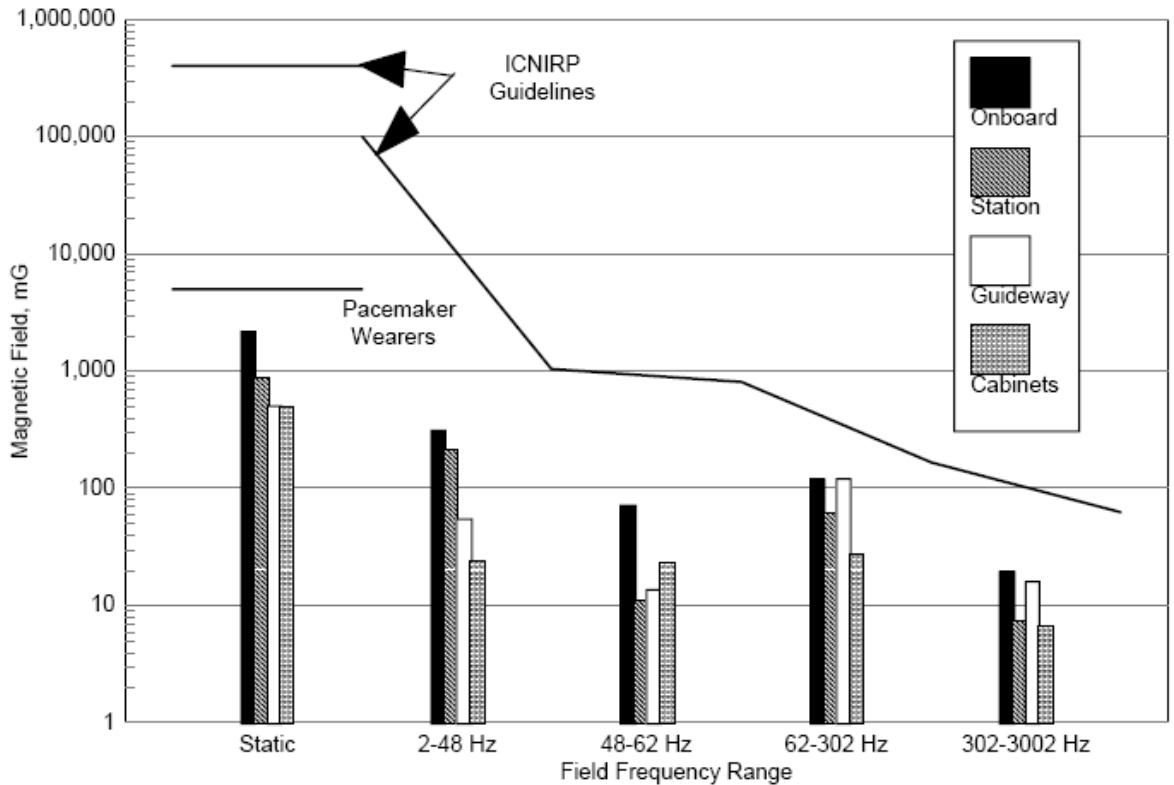


Figuur x Voorbeeld van magnetische veldsterkte voor een 25 kV spoorlijn

Voor een magneetzweeftrein geldt dat de gebruikte techniek voor een groot deel bepaalt hoe groot de magneetvelden zijn. Transrapid stelt dat de veldsterkte in het voertuig ca. 100  $\mu\text{T}$  bedraagt. Dat is qua orde van groote vergelijkbaar met een 25 kV spoorlijn en ligt lager dan bij een 1500 V spoorlijn.

Voor het veld naar de omgeving geldt dat de velden lager zijn dan bij een 25 kV of een 1500 V spoorlijn. Het veld bestaat wel uit andere frequentiecomponenten, vanwege de geheel andere wijze van aandrijving. De frequentie-inhoud varieert nogal als functie van de snelheid en versnelling van de trein, maar het grootste deel ligt tussen 0 en 300 Hz.

In onderstaande figuur staat een vergelijking tussen gemeten velden aan boord van de Transrapid en langs de baan, en de richtlijnen van ICNIRP voor blootstelling van de algemene bevolking (zie ook de paragraaf 'Veiligheid voor de mens'). De afbeelding is overgenomen uit [EMF TR]. De gemeten waarde van 1000 mG (is gelijk aan 100  $\mu\text{T}$ ) komt goed overeen met de waarde die Transrapid zelf opgeeft en bestaat vooral uit een statische component.



Figuur x Vergelijking van het magneetveld van de Transrapid TR08 met de richtlijnen van ICNIRP.

Voor wat betreft de immuniteit van apparatuur is er de norm EN 61000-6-1 voor huishoudelijke omgeving en EN61000-6-2 voor industriële omgeving. In een industriële omgeving is een grotere emissie toegestaan, maar moet de apparatuur ook een hogere immuniteit hebben. Hierdoor kan industriële apparatuur op kortere afstand van het spoor worden toegepast dan huishoudelijke apparatuur.

### 3.6 Veilige afstand voor apparatuur

Met de hierboven genoemde emissie en immuniteit als uitgangspunt, kan berekend worden welke afstand nodig is de kans op storingen te minimaliseren. Voor huishoudelijke omgeving kan 25 m als richtlijn worden gehanteerd. Voor industriële omgeving kan met 15 m worden volstaan. Deze afstanden gelden vanaf het hart van het buitenste spoor van de lijn tot aan de gevel van het gebouw. Computermonitoren zijn iets gevoeliger voor met name het 50 Hz magneetveld van een 25 kV spoorlijn en kunnen tot op een afstand van 50 m nog last hebben van een licht trillend beeld. Dit geldt echter alleen voor typen met een beeldbuis; voor een plat scherm geldt de reguliere afstand van 25 m (of 15 m als het aan de industriële eisen voldoet).

De hier genoemde afstanden zijn generiek bepaald en aan de veilige kant. Afhankelijk van de lokale omstandigheden kan soms ook op een kortere afstand al compatibiliteit

bereikt worden. Een uitzondering hierop zijn lange parallel lopende structuren, zoals gasleidingen of telecommunicatiekabels.

### 3.7 Uitzonderingen en aandachtspunten

De hierboven genoemde veilige afstand is geldig voor een omgeving waar huishoudelijke apparatuur wordt gebruikt, die voldoet aan de normen voor dergelijke apparatuur.

Er kan hier en daar ook apparatuur worden gebruikt die gevoeliger is dan huishoudelijke apparatuur en dus ook op grotere afstand dan 25 m nog wordt beïnvloed.

Als voorbeeld: elektronenmicroscopen zijn bijzonder gevoelig en zullen op een afstand van 25 m zeer waarschijnlijk problemen ondervinden. Dit is echter oplosbaar door lokaal de velden af te schermen ter plekke van de apparatuur. De kosten hiervan bedragen ca.  $\square$  50.000,- (voor actieve afscherming met een Helmholtz-kooi).

Ook andere apparatuur kan gevoelig zijn voor de emissie van de spoorlijn. Mogelijke lokaties waar dergelijke apparatuur kan voorkomen:

- laboratoria,
- ziekenhuizen,
- universiteiten,
- onderzoeksinstellingen,
- enz.

Er mag worden verwacht dat in de meeste gevallen door lokale afscherming een oplossing gevonden kan worden. De afstand tot waarop dit nodig is kan oplopen tot enige honderden meters voor zeer gevoelige apparatuur.

### 3.8 Veilige afstand voor de mens

De invloed van elektromagnetische velden op de gezondheid van mensen is een onderwerp dat geregeld in de belangstelling staat. Denk aan de onrust bij omwonenden over GSM- en UMTS-zendmasten en hoogspanningslijnen.

Zoals reeds vermeld, kan de emissie van spoorlijnen worden onderverdeeld in een laagfrequent deel (opgewekt door de tractiestromen) en een hoogfrequent deel (bijvoorbeeld vonken van de pantograaf, velden van apparatuur in de trein of langs de baan). Het hoogfrequent deel is bijzonder laag vergeleken met de velden van GSM/UMTS-zendmasten en zelfs van radio- en TV-zenders zoals deze overal in Nederland zijn te ontvangen. Het risico voor de mens is daarom ook verwaarloosbaar klein.

De grootte van het laagfrequent magneetveld bedraagt op 25 m afstand ca.  $1 \mu\text{T}$  (microTesla). De Gezondheidsraad adviseert momenteel een maximale waarde voor permanente blootstelling<sup>3</sup> van  $120 \mu\text{T}$ . De grootte van het geproduceerde magneetveld ligt hier dus ruim onder. Dit geldt voor zowel de magneetzweefbaan als voor 1500 V en

<sup>3</sup> De waarde van  $120 \mu\text{T}$  geldt voor frequenties tussen 20 en 200 Hz. Een 25 kV spoorlijn produceert voornamelijk velden van 50 Hz. Een 1500 V spoorlijn produceert DC-velden, die in grootte fluctueren vanwege variaties in vermogensafname van de treinen en vanwege het verplaatsen van de treinen. Voor lagere frequenties (DC) geldt een hogere toegestane veldsterkte, maar vanwege de fluctuaties hanteren we ook voor 1500 V baanvakken een grens van  $120 \mu\text{T}$ . Voor hogere frequenties neemt de toegestane waarde geleidelijk af tot  $6 \mu\text{T}$  bij 153 kHz.



25 kV spoorlijnen. Zie ook publicatie [GR], welke is gebaseerd op de richtlijnen van [ICNIRP]. Voor werknemers is er tegenwoordig een richtlijn van de Europese Unie [EU-ELF] die een maximale waarde van 500  $\mu\text{T}$  voorschrijft. Deze waarde ligt fors hoger, omdat er vanuit wordt gegaan dat de duur van de blootstelling beperkt is en dat werknemers instructies krijgen om de blootstelling zoveel mogelijk te beperken (geen onnodige blootstelling).

Er is kans dat de waarde van 120  $\mu\text{T}$  in de nabije toekomst wordt aangepast, als richtlijn danwel als wettelijk maximum voor nieuw te bouwen infrastructuur. Voor bovengrondse hoogspanningslijnen wordt momenteel een waarde van 0,4  $\mu\text{T}$  genoemd, maar het is nog onzeker of deze waarde überhaupt zal worden ingevoerd, of het langdurig gemiddelde dan wel de maximale waarde hier aan zal moeten voldoen en of deze waarde mogelijk ook voor andere infrastructuur zal gaan gelden. In Italië geldt sinds kort een maximale waarde van 3  $\mu\text{T}$  voor 50 Hz magneetvelden voor plaatsen waar gedurende geruime tijd (4 uur per dag) mensen aanwezig zijn. Als het magnetisch veld van de spoorlijn aan deze waarde moet gaan voldoen, zal voor 25 kV systemen een afstand van 20 à 30 meter aangehouden moeten worden, vergelijkbaar met de 25 m die voor het bereiken van EMC met apparatuur nodig is. Indien aan de waarde van 0,4  $\mu\text{T}$  voldaan moet worden, dan zou met de huidige technieken een strook van 50 à 100 m aan weerszijden van de spoorlijn ongeschikt zijn voor wonen en werken. Er zijn momenteel geen gangbare technieken om het magneetveld fors te reduceren, zodat met een veel smallere strook volstaan kan worden.

### 3.9 Conclusie

In eerste instantie kan worden uitgegaan van een zone van 25 meter aan weerszijden van de spoorlijn (gemeten vanaf het hart van het buitenste spoor). Voor zowel apparatuur als de mens zijn volgens de huidige inzichten geen problemen te verwachten als ze zich buiten deze zone bevinden. Voor computermonitoren met beeldbuis geldt een zone van 50 meter, deze kunnen vervangen worden door platte TFT-schermen indien hinder optreedt. Voor bijzonder gevoelige apparatuur bij bijvoorbeeld ziekenhuizen of laboratoria, kan deze zone oplopen tot enige honderden meters breed. Lokale afscherming van gevoelige apparatuur op kortere afstanden is in de meeste gevallen mogelijk.

### 3.10 Referenties

- |           |  |
|-----------|--|
| [EMF TR]  | Electromagnetic Field Characteristics of the Transrapid TR08 Maglev System, US Department of Transportation, Federal Railroad Administration, DOT-VNTSC-FRA-02-11, mei 2002. |
| [EN50121] | European Standard EN 50121, Railway applications – Electromagnetic Compatibility, September 2000.  |

- [EN61000-6-1] European Standard EN 61000-6-1, Electromagnetic Compatibility (EMC) – Part 6-1: Generic Standards - Immunity for residential, commercial and light-industrial environments, October 2001.
- [EN61000-6-2] European Standard EN 61000-6-2, Electromagnetic Compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic Standards - Immunity for industrial environments, October 2001.
- [EU-ELF] EU Directive 2004/40/EC on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (electromagnetic fields), 29 April 2004
- [GR] Gezondheidsraad. Commissie ELF elektromagnetische velden. Blootstelling aan elektromagnetische velden (0 Hz - 10 MHz). Den Haag: Gezondheidsraad, 2000; publicatie nr 2000/6.
- [ICNIRP] Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz), International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection.

## 4 Externe veiligheid

### 4.1 Samenvatting

Op het aspect Externe Veiligheid is een globale toetsing uitgevoerd voor de SMB. De Zuiderzeelijn inclusief de regiospecifieke projecten wordt immers alleen gebruikt voor (snel) vervoer van personen en voegt daardoor geen risicobronnen aan het externe veiligheidsrisico toe. Dat wil zeggen dat de Zuiderzeelijn geen invloed heeft op de hoeveelheid vervoerde gevaarlijke stoffen. De veranderingen in de infrastructuur of verhoging van de treinfrequentie kunnen bij samenloop of medegebruik van goederenvervoer wel effect op externe veiligheid hebben. Met name de ligging van het spoor, de aanwezigheid van overwegen en wissels en de baanvaksnelheid hebben invloed op externe veiligheid. Door verschuiven of verplaatsen van het spoor zal de contour van het PR (plaatsgebonden risico) mee verplaatsen. Verandering in de aanwezigheid van overwegen, wissels en snelheid boven de 40 km/u werken direct door in de kans op een ongeval voor de betreffende kilometer baanvak en hebben daarmee effect op zowel het PR als op het GR (groepsrisico).

De Zuiderzeelijn heeft door het hele traject overweg vrij te maken een positief effect op de externe veiligheid. Dit geldt niet voor de HZL plus 140 waar de overwegen blijven bestaan en voor de Hanzelijn plus plus waar het aantal overwegen kan toenemen door de regionale spoorlijn Groningen-Drachten-Heerenveen. In de onderstaande tabel worden de overige effecten aangegeven. Op sommige punten is met deze globale analyse de richting van de effecten helder en op andere locaties is in volgende projectfasen een nadere analyse noodzakelijk.

Tabel 6.x

Locatie	Alternatief	Effect EV
Schiphol – Lelystad	-	+/-
<b>Weesp</b>	<b>HZL plus 140, 160 en 200 km/h</b>	<b>NA1</b>
	<b>HST 1 en HST 2</b>	<b>NA 1</b>
Lelystad	HZL plus 140, 160 en 200 km/h	+/-
Zwolle	HZL plus 140, 160 en 200 km/h	+/-
<b>Knooppunt Meppel</b>	<b>HZL plus 140, 160 en 200 km/h</b>	<b>NA1</b>
Hoogeveen	HZL plus 140 km/h	+/-
	HZL plus 160 km/h	+
	HZL plus 200 km/h	++
<b>Emplacement Beilen</b>	HZL 140 km/h	+/-
	<b>HZL plus 160 en 200 km/h</b>	<b>NA2</b>
<b>Emplacement Assen</b>	HZL plus 140 km/h	+/-
	<b>HZL plus 160 en 200 km/h</b>	<b>NA2</b>
<b>Emplacement Haren/Onnen</b>	<b>HZL plus 140, 160 en 200 km/h</b>	<b>NA1</b>

Legenda Effect EV:

- +/- = geen verschil t.o.v. de oude situatie
- + = verbetering t.o.v. de oude situatie
- ++ = grote verlaging t.o.v. de oude situatie
- NA1 = nadere analyse gewenst, mogelijk knelpunt
- NA2 = nadere analyse gewenst, mogelijk verlaging van de risico's

#### *Aandachtspunten*

Uit deze tabel blijkt dat de spoor situatie op het knooppunt Meppel en de situaties op de emplacements van Haren/Onnen de aandachtspunten zijn die vanuit externe veiligheid naar voren komen. Deze zijn allen gekoppeld aan de Hanzelijn plus alternatieven. Verder is het emplacement van Weesp een aandachtspunt zowel voor de alternatieven Hanzelijn als voor de HST.

Het Ministerie van Verkeer en Waterstaat heeft een nieuwe regeling voor Externe Veiligheid van het spoor in voorbereiding. Deze nieuwe regeling is nog niet helemaal duidelijk. Een aandachtspunt dat hieruit voortkomt is dat er in de vervolgfase van het project, wanneer de bestaande trajecten moeten worden gewijzigd, er een saneringsverplichting voor externe veiligheid kan ontstaan.

Het aspect systeemveiligheid komt elders in de structuurvisie aan de orde.

## 4.2 Algemeen

Externe Veiligheid is in beweging. De huidige regelgeving is recent aangevuld met het voorschrijven van 1 pakket voor de berekeningen: RBM II. Daarnaast is er al langere tijd sprake van een aanpassing van de regelgeving die transportassen indeelt in categorieën. De transportplafonds en bijbehorende ruimtelijke effecten zullen in de regelgeving beide geregeld worden.

De huidige situatie is gebaseerd op de prognose van ProRail, en een berekening van de externe veiligheid gemaakt in de projecten die verantwoordelijk waren voor de aanleg van de lijn in de "huidige" toestand (dat wil zeggen de toestand waarin het project ZZL gaat starten: b.v. Hanzelijn gereed!). Deze berekeningen en uitgangspunten zijn de autonome situatie voor de Hanzelijn voor 2020 en kunnen dus als uitgangspunt voor de analyse gelden.

De Minister van Verkeer en Waterstaat heeft het voornemen om met ingang van 2007 een nieuwe regeling voor Externe Veiligheid bij transport van gevaarlijke stoffen over het spoor in te voeren. Deze regeling deelt het spoor in Nederland in verschillende categorieën in. Per categorie is een maximaal vervoersplafond voor gevaarlijke stoffen vastgesteld gebaseerd op de risico's die dat pakket voor de omgeving mogen hebben. Voor de omgeving is er met dit besluit een ruimtelijke reservering vastgelegd voor de transportas en de bijbehorende veiligheidszone (met name in termen van PR maar ook in mindere mate voor de oriënterende waarde van GR).

Uit de Vijfde voortgangsrapportage inzake het externe veiligheidsbeleid (Kenmerk EV2005213218 min VROM) komen de volgende stukken over de Nota Vervoer Gevaarlijke Stoffen en de Regeling "Regulering Vervoer Gevaarlijke Stoffen per Spoor".

### ***Nota Vervoer gevaarlijke stoffen***

De nota vervoer gevaarlijke stoffen (Nota VGS) is in november 2005 aan de Tweede Kamer (vergaderjaar 2005-2006, 30373, nr. 2) aangeboden. De Nota VGS is een uitwerking van de beleidsvernieuwing voor het vervoer van gevaarlijke stoffen zoals aangekondigd in de Nota Mobiliteit. Het doel van de nota is het vervoer van gevaarlijke stoffen duurzaam mogelijk te maken. Daarbij wordt een balans gecreëerd tussen vervoersbelangen, ruimtelijke belangen en veiligheidsambities. De Nota VGS is een agenderende nota waar op basis van een uitvoeringsprogramma met alle betrokkenen (rijk, medeoverheden en bedrijfsleven) de komende tijd verder uitwerking aan zal worden gegeven.

### ***Regeling "Regulering Vervoer Gevaarlijke Stoffen per spoor"***

In juni 2002 heeft de minister van V&W mede namens de bewindslieden van VROM, BZK en EZ in een brief aan u aangekondigd dat een regeling «Regulering Vervoer Gevaarlijke Stoffen per spoor (RVGS spoor)» wordt uitgewerkt. In die brief (TK 24 611, nr. 4) zijn de contouren geschetst van de te ontwikkelen regeling. In operationele termen is het doel van de regulering dat deze het de spoorinfrabeheerder (ProRail) mogelijk moet maken om bij de toewijzing van spoorcapaciteit aan spoorvervoerders rekening te houden met een per spoorlijn vastgelegde maximale hoeveelheid gevaarlijke stoffen per jaar (gebruiksruimte). Een wettelijke regeling moet de maximale hoeveelheden per categorie spoorlijn vastleggen, vergezeld van een kaart van het spoorwegnet, waarop per spoorlijn is aangegeven in welke categorie deze is ingedeeld. De invoering is gepland per 1 januari 2007, tegelijk met het in gebruik nemen van de Betuweroute. Vanaf dat moment verandert namelijk het routepatroon van veel spoorvervoer ingrijpend ten

opzichte van het huidige patroon. De RVGS-spoor is mede input voor het basisnet spoor dat als uitwerking van de nota vgs zal worden ontwikkeld. Over de samenhang tussen RVGS-spoor en het basisnet spoor wordt u begin 2006 nader geïnformeerd middels een brief van VenW.

Na 2007 is ook de regelgeving gewijzigd door het vaststellen van de categorieën volgens het VGS. De overgangsregeling zal mogelijk pas effect krijgen als er aanpassingen aan de lijn gedaan worden. De voorziene bouwwerkzaamheden zullen zeker in die zin bezien worden. Dit is een wezenlijk (project)risico voor het ZZL-project omdat daarmee sanering van Externe Veiligheidseffecten die veroorzaakt zijn door wijziging van de regelgeving binnen de scope van het project komt.

De omvang van de sanering is nog niet te duiden. Wel is duidelijk dat het geprognoseerde vervoer van gevaarlijke stoffen bij de categorie 2b aanmerkelijk hoger is. Daarmee zullen bij berekening met het nieuwe pakket RBM II zeker grotere afstanden voor de contouren optreden als dit hogere vervoer als uitgangspunt genomen moet worden.

### 4.3 Bepalende factoren voor externe veiligheid Zuiderzeelijn

Deze paragraaf geeft een overzicht van de algemene effecten die door de komst van de ZZL op het gebied van externe veiligheid kunnen optreden.

De externe veiligheid wordt in het huidige rekenprogramma (RBM II) per kilometer transportas opgebouwd rond een aantal gegevens:

- Aantal goederenwagens met gevaarlijke stoffen (per stofcategorie)
- Ligging van de spoorbundel als geheel of specifiek de gebruikte sporen
- Aanwezigheid van 1 of meer overwegen in de betreffende kilometer spoor
- Aanwezigheid van 1 of meer wissels in de betreffende kilometer spoor
- Baanvaknelheid hoger dan 40 km/uur
- Ligging van de bebouwing en het gebruik/bewoning

In deze rekenmethode is het zo dat het risico gebaseerd wordt op de kans op een ongeval waarbij gevaarlijke stoffen vrijkomen vermenigvuldigd met de gevolgen daarvan. Dit geeft een risicocontour voor de overlijdenskans op een specifieke plek: het zogenaamde Plaatsgebonden Risico. De belangrijkste grenswaarde voor de PR is  $1 \cdot 10^{-6}$ .

In de berekening heeft het aantal treinen geen invloed. Wel het aantal wagens met gevaarlijke stoffen per categorie. Hoe meer wagens, hoe groter de kans dat er iets mee kan gebeuren. (zie 1). De ligging van de spoorbundel is het uitgangspunt – bepaald het middelpunt – voor de contouren van het PR (zie 2). Verschuiven van een spoor heeft dus invloed op de contour: aan de ene kant zal het veiliger worden en aan de andere kant door de nadering van het verschoven spoor minder veilig.

De kans op ongevallen wordt beïnvloed door wissels en overwegen. Als de beschouwde kilometer spoor geen wissels en overwegen bevat dan kan er met een lagere kans

gerekend worden. Immers aanrijdingen, botsingen en eventuele ontsporingen hebben dan een lagere kans van optreden.

Bij een baanvaknelheid van meer dan 40 Km/uur is het effect van een “klap” groter. Daarom kan bij snelheden onder de 40 Km/uur met een lager effect gerekend worden.

Voor het bepalen van het groepsrisico (GR) is een uitgebreidere berekening nodig, waarvoor invoer van gegevens in het gebruiks- en bewoningsmodel noodzakelijk is. In deze SMB beoordeling is dit niet gedaan. In algemene termen gesproken heeft verschuiven van de ligging van de spoorlijn op een schaal van enkele meters weinig effect op het groepsrisico dat in een veel groter gebied beschouwd wordt. De kans- of gevolgtoeslagen en reducties werken direct door in de hoogte van het GR en in de ligging van de PR-contour.

Door de komst van de ZZL is nieuwe infrastructuur nodig of zullen er aanpassingen aan de bestaande infrastructuur nodig zijn om sneller te kunnen rijden of te kunnen in- , uittakken of passeren. De externe veiligheid van de bestaande lijn wordt hierdoor indirect beïnvloed als er invloed is op de risico's die in het RBM II model meewegen. Daarom zijn in de globale toetsing de effecten van de komst van het reizigersvervoer van de ZZL in kaart gebracht door de volgende punten globaal te beoordelen:

- Ligging van de spoorbundel als geheel of specifiek de gebruikte sporen
- Aanwezigheid van 1 of meer overwegen in de betreffende kilometer spoor
- Aanwezigheid van 1 of meer wissels in de betreffende kilometer spoor
- Baanvaknelheid hoger dan 40 km/uur

#### 4.4 Globale toetsing Externe Veiligheidseffecten

##### 4.4.1. Inleiding analyse

Aan de hand van overzichtstekeningen is er een globale toetsing gedaan van de Externe Veiligheidseffecten. Dit houdt in dat er langs de route gekeken is naar eventuele knelpunten op de verbinding Schiphol – Groningen (variant van de Zuiderzeelijn).

Doordat er op de Hanzelijn Plus (ZZL) naast het gemengde vervoer (reizigers en goederen incl. gevaarlijke stoffen) dat er al op de Hanzelijn voorzien is sneller “Zuiderzeelijn” personenvervoer zal gaan rijden met verhoogde snelheid: 160 km/h of met 200 km/h dient het traject op bepaalde punten aangepast te worden of geheel verlegd te worden voor deze snelheden. Dit houdt in dat er op meerdere locaties langs de route inhaalsporen komen (toevoeging extra wissels, dus verhoogd risico) en dat vanaf Lelystad tot aan Groningen hele stukken spoor opnieuw aangelegd zullen worden. Emplacementen verdwijnen en worden opnieuw aangelegd verder van de bewoonde omgeving (dit heeft een gunstige invloed op het plaatsgebonden risico in relatie tot de bestaande bebouwing). Op sommige locaties heeft deze aanpassing van het traject geen effect op de Externe Veiligheid (plaatsgebonden en groepsrisico). Een aantal locaties langs de route zijn aangemerkt om nader onderzocht te worden als in een latere fase van het project meer gedetailleerde informatie beschikbaar is. Deze Externe Veiligheidsanalyse is globaal uitgevoerd omdat er alleen globale overzichtstekeningen als bron voor

de analyse beschikbaar zijn. Op deze tekeningen is niet echt duidelijk aangegeven waar er wissels bijkomen / verdwijnen. Het gehele traject zal overweg vrij gemaakt worden wat resulteert dat de risico's zullen afnemen.

De aanpassingen aan het spoor voor het alternatief Hanzelijn plus 140 km/h zijn beperkt. De bestaande overwegen zullen over het algemeen blijven bestaan en de verhoging van de baanvaksnelheid is beperkt.

De volgende resultaten zijn tot stand gekomen aan de hand van overzicht tekeningen Hanzelijn Plus (Schiphol – Lelystad en Lelystad – Groningen) voor de snelheden 160 en 200 km/h.

#### 4.4.2. Analyse variant 1A (160 km/h) en variant 1B (200 km/h)

In de volgende tabel wordt per variant aangegeven waar er mogelijke knelpunten geconstateerd zijn. Verder wordt ook aangegeven welke wijzigingen verricht dienen te worden aan het tracé voor de variant 1A en 1B.

Locatie	Variant	Wijziging	Knelpunten (Effect EV)
Schiphol - Weesp		weinig tot geen aanpassingen	geen knelpunten.
Weesp	RER	Toename van intensiteit op het emplacement. Extra Vechtbrug, nieuwe wissels nabij emplacement	.het emplacement Weesp is een mogelijk knelpunt. Dient nader onderzocht te worden
Lelystad		ligging van de boog wordt iets verplaatst	geen knelpunten.
Zwolle	HZL plus (200 km/h)	op het traject tussen de punten 91 en 94 vindt er een ruimere bocht afsnijding plaats i.v.m. de hogere baanvaksnelheid van 200 km/h.	geen knelpunten
Meppel	HZL plus 140, 160 km/h	De snelheid op het emplacement wordt verhoogd samen met een fly-over. Hierbij dienen er ruimere bochtstralen aangelegd te worden bij Meppel-noord en een kleine bocht afsnijding bij Hoogeveen.  1ste : op het traject tussen de punten 100 en 101 wordt de infrastructuur iets aangepast.  2de : op het emplacement Meppel worden extra sporen aangelegd c.q. verdwijnen er een aantal sporen.  3de : bij de aftakking naar Leeuwarden c.q. Groningen	1ste : dit is een eventueel knelpunt dat nader onderzocht dient te worden.  2de : het emplacement Meppel is een eventueel knelpunt. Dient nader onderzocht te worden.  3de : dit is een eventueel knelpunt dat nader onderzocht dient te worden.  4de : geen knelpunten.



Locatie	Variant	Wijziging	Knelpunten (Effect EV)
		tussen de punten 101 en 102.  4de : de twee sporen richting Hoogeveen (ruime bochtstralen Meppel-noord) worden een heel stuk vanaf het bewoonde gebied aangelegd.	
Meppel	HZL plus 200 km/h	De zuidelijke bocht bij Meppel (richting Groningen) dient geheel nieuw aangelegd te worden en een kleine bocht afsnijding bij Hoogeveen (iets groter als bij de variant 1A, 160 km/h).  1ste : op het traject bij punt 97 wordt een nieuwe bocht gemaakt (zuidelijke bocht Meppel) en gaat.  2de : op het emplacement Meppel worden extra sporen aangelegd c.q. verdwijnen er een aantal sporen.  3de : bij de aftakking naar Leeuwarden c.q. Groningen tussen de punten 101 en 102.	1ste : geen knelpunten.  2de : het emplacement Meppel is een eventueel knelpunt. Dient nader onderzocht te worden.  3de : dit is een eventueel knelpunt dat nader onderzocht dient te worden.
Hoogeveen	HZL plus 160 km/h	1ste : op het traject tussen de punten 19 en 21.  2de : het huidige station met een tweetal tussensporen. Deze worden een heel stuk vanaf het bewoonde gebied aangelegd.	1ste : door deze aanpassing zullen de risico's verlaagd worden dus geen knelpunt.  2de : door deze aanpassing zijn er geen knelpunten meer.
Emplacement Beilen	HZL plus 160 en 200 km/h	aanpassing van het emplacement Beilen	het risico zal waarschijnlijk niet toenemen. Nader onderzoek is wel gewenst.
Emplacement Assen	HZL plus 160 en 200 km/h	aanpassing van het emplacement Assen. Meerdere sporen worden verlegd en een aantal zullen verdwijnen.	het risico zal waarschijnlijk afnemen. In hoeverre dit af zal nemen is nader onderzoek wel gewenst.
Emplacement Haren/Onnen	HZL plus 140, 160 en 200 km/h	aanpassing van het emplacement Haren	mogelijk knelpunt. Nader onderzoek is wel gewenst.

#### 4.4.3. Conclusies

Op de verbinding Schiphol – Groningen zijn een aantal mogelijke knelpunten geconstateerd die in een later stadium onderzocht dienen te worden.

Op het traject Schiphol naar Zwolle zijn wellicht in Weesp problemen te verwachten t.o.v. de oude situatie, namelijk gemengd vervoer zonder de Zuiderzeelijn (geen knelpunten geconstateerd).

Bij Meppel zijn er drie mogelijke alternatieven, namelijk HZL plus 140 km/h, 160 km/h en HZL 200 km/h. Voor deze alternatieven geldt dat op de locatie Meppel nader onderzoek gewenst is indien er meer informatie beschikbaar is. Op deze locatie zijn namelijk knelpunten geconstateerd die een negatief effect kunnen hebben op de Externe Veiligheid (plaatsgebonden en groepsrisico).

Op punt 28 (traject Intakking nieuwe baan – Assen) komen de twee trajecten weer bij elkaar (160 km/h en 200 km/h). Vanaf dit punt is het traject voor de verschillende varianten gelijk. Voor de emplacementen Beilen en Assen zullen de risico's waarschijnlijk niet toenemen. Nader onderzoek is wel gewenst. Emplacement Haren/Onnenwordt wel gezien als een knelpunt. Ook hier is nader onderzoek gewenst.



## Colofon

Opdrachtgever Projectbureau Zuiderzeelijn  
ir. M. Breukels, ir. P. Janse

Telefoon (0)031 70-3517558

Uitgave Holland Railconsult  
Team SMB  
Postbus 2855  
3500 GW Utrecht

Telefoon (0)031 30- 265 3437

Auteur W. Ottevanger/M. Wassens/F. Warnar/H. Snel/  
M. Voessenek  
P. Janse  
M. Janssen

Projectnummer GP 129003