



Ontwerpverantwoording schetsontwerp Fly Over Oost (met WoA)

14 mei 2013- Versie 0.1



## Autorisatieblad

### HOV 't Gooi

Kunstwerken, Fly over Oost (incl. verlegde WoA)

	<b>Naam</b>	<b>Paraaf</b>	<b>Datum</b>
Opgesteld door	T. Kruithof	TK	11-06-2013
Controle door	E. Schoenmakers	ES	11-06-3013
Vrijgave door	S. Groebe	SG	11-06-2013

## Inhoudsopgave

<b>Inleiding</b>	<b>2</b>
<b>1 Uitgangspunten</b>	<b>3</b>
<b>2 Ongelijkvloerse kruising; Fly over</b>	<b>6</b>
2.1 Inleiding	6
2.2 Ruimtegebruik	6
2.3 Technische haalbaarheid	7
2.4 Risico's	9
2.5 Overige aspecten	10
<b>3 Ontwerpbeschrijving</b>	<b>12</b>
3.1 Ontwerp	12
3.2 Uitvoering	14
<b>4 Raakvlakken</b>	<b>15</b>
<b>5 V&amp;G</b>	<b>16</b>
<b>6 Aandachtspunten/nader uit te zoeken</b>	<b>18</b>
<b>Colofon</b>	<b>19</b>

**Bijlage I : Tekening : “Schetsontwerp, Fly over oost – incl. verlegde weg over Annahoeve”, concept, versie 0.3, d.d. 4-6-2013**

**Bijlage II : Memo : “HOV 't Gooi”, kenmerk HOV 't Gooi, Fly-Over, D90-TKR-KA-1300062, d.d. 16 april 2013**

**Bijlage III : Memo : “HOV 't Gooi”, kenmerk HOV 't Gooi, Fly-Over, D90-TKR-KA-1300062, d.d. 21 mei 2013**

## Inleiding

De Provincie Noord Holland is voornemens een HOV busbaan van Hilversum naar Huizen aan te leggen. Aan Goudappel Coffeng, Movares en Prosat is de opdracht verstrekt om de busbaan uit te werken tot op schetsniveau. De uitwerking betreft o.a. de ruimtelijke inpassing en de kunstwerken. De kunstwerken worden uitgewerkt door Movares.

Dit rapport beschrijft de ongelijkvloerse kruising met de spoorbaan Hilversum, - Amersfoort ter hoogte van het snelwegviaduct van de A27. Direct ten westen van het snelweg viaduct over de spoorlijn wordt ten behoeve van de HOV busbaan een Fly-over, gerealiseerd.

Dit rapport geeft een beschrijving van een aantal varianten van de Fly-over en een advies voor de variant ter verdere uitwerking.

# 1 Uitgangspunten

In dit hoofdstuk zijn de belangrijkste uitgangspunten voor het ontwerp van de Fly over benoemd:

## Functioneel:

1. De busbaan heeft één rijstrook voor elke richting
2. De busbaan dient ook geschikt te zijn voor nood- en hulpdiensten.
3. De busbaan dient geschikt te zijn voor een toekomstige trambaan.
4. De toekomstige trambaan dient alleen geschikt te zijn voor trams (geen medegebruik door bussen)
5. De busbaan kruist een infrastructurele bundel middels een Fly-over. Achtereenvolgens van zuid naar noord; Dubbelsporig traject Hilversum/Amersfoort, tweerichtingen fietspad en een lokale weg met twee rijstroken (de verlegde Weg over Annahoeve).
6. Er wordt vooralsnog geen rekening gehouden met aparte stroken voor K&L langs de busbaan of langs de spoorbaan.
7. Het ontworpen vertikaal en horizontaal alignement van de busbaan is ook geschikt als alignement voor een eventueel toekomstige tram.
8. Het dek van de Fly over dient voorzien te zijn van een geleiderailconstructie voor de bussen.
9. Het dek van de Fly-over dient geschikt te zijn voor het later aanbrengen van een spoorconstructie type ballastspoor.
10. Het dek van de Fly over dient geschikt te zijn voor het bevestigen van bovenleidingmasten.
11. Voor de bovenleiding wordt uitgegaan van zijmasten (t.b.v. minimale breedte kunstwerk)
12. Op het dek of in het spoor moet het mogelijk zijn om een ontspringgeleiding te kunnen realiseren.
13. De Fly over dient voorbereid en/of voorzien te zijn in een overgangsconstructie t.b.v. de trams.
14. De Fly over dient ruimte te bieden voor een inspectiepad en kabelkokers aan weerszijden van toekomstige trambaan.
15. Rekening moet worden gehouden met een toekomstige aanpassing van de spoorassen in de lijn Hilversum – Amersfoort van h.o.h. 4,20 m naar 4,50m. Uitgangspunt hierbij is dat het noordelijke spoor opschuift.
16. Bij de aanleg van het noordelijk landhoofd, het fietspad en de lokale weg, blijft het hooggelegen steunpunt en het talud van het viaduct A27 voor zover mogelijk intact.
17. De afwatering van de Fly-over en de busbaan vind plaats via kolken en afwateringsbuizen.
18. De Fly-over dient verlicht te zijn. De verlichting wordt in een vervolgfase uitgewerkt.
19. Er wordt aan de oost- en westzijde van de Fly-over een geluidsscherm met een hoogte van 4m gerealiseerd.

Technisch:

1. Horizontaal en verticaal alignement busbaan conform tekening/ontwerp “lengteprofiel.dwg”, verstuurd via E-mail d.d. 6 mei 2013, door J. Kuijpers.  
**Opn: Omdat bij het horizontaal alignement van de busbaan conform bovenstaande E-mail bij het Ecoduct te dicht bij de sporen komt te liggen wordt een nieuw alignement gemaakt. Of dit nieuwe alignement ook op de Fly over een impact hebt is op het dit moment niet bekend.**
2. Maatvoering dek Fly –over conform pdf in E-mail Goudappel d.d. 12 april 2013.
3. PVS gegevens “uitgave 3, 088/03/ A en B, d.d. 10-2012”
4. Basisbeheerkaart “BBK Hilversum – Baarn km 30.9/31.8 , d.d. 2-2013”
5. Rapport “Quick scan Verrailing HOV Hilversum-Huizen, kenmerk316065, d.d. 29 maart 2010, definitief”.
6. De fly over dient voorbereid te zijn op alle extra belastingen als gevolg van een eventueel toekomstige trambaan (spoor in ballast).  
Opn: Bij een overrijdbare constructie (b.v. voor nood- en hulpdiensten moet rekening worden gehouden met ingegoten spoor waarbij een integrale extra betonlaag op het kunstwerk wordt aangebracht. Tevens dient met extra aanvulling rekening te worden gehouden i.v.m. eventueel benodigde verkanting van het spoor (dit is echter voorasnog niet het uitgangspunt).
7. De Fly -over kan op staal gefundeerd worden. Uitgangspunt is Memo “HOV Huizen – Hilversum SO, d.d. 28 feb. 2013, kenmerk @@@-@@-13L09850002.
8. De aan te houden grondwaterstand is NAP +2,2m.
9. De overgangsconstructie dient te voldoen aan een toekomstige vertramming van de busbaan met betrekking tot een zettings- en rotatieeis.
10. De totale verhardingsbreedte van het fietspad is variabel tussen 3,5m en 2,9m (zie Bijlage I)
11. De totale verhardingsbreedste van de locale weg is 7,3m.
12. De totale breedte van de spoorbaan varieert en is ter plaatsen van de Fly-over 13,45m.

Normen/Richtlijnen:

1. ASVV
2. OVS 00030 ProRail “Ontwerpvoorschrift voor kunstwerken over en naast het spoor”.
3. Eurocode (in deze SO fase niet gebruikt)

Eisen:

1. “Specifiek PvE HOV ’t Gooi, v 05, d.d. 16-4-2013”
2. “Generiek PvE HOV PNH, v 0.2, d.d. 27 -2-2013”
3. “CRS, kenmerk 127797/128108”
4. Quick scan Verrailing HOV Hilversum-Huizen, kenmerk316065, d.d. 29 maart 2010, definitief”.

In dit schetsontwerp zijn niet alle normen en richtlijnen nog aan de orde of gebruik van gemaakt.

Hieronder worden principedoorsneden weergegeven, dien ten grondslag liggen van het schetsontwerp

Minimale breedte ongelijkvloerse kruisingen (excl bochtverbreding):

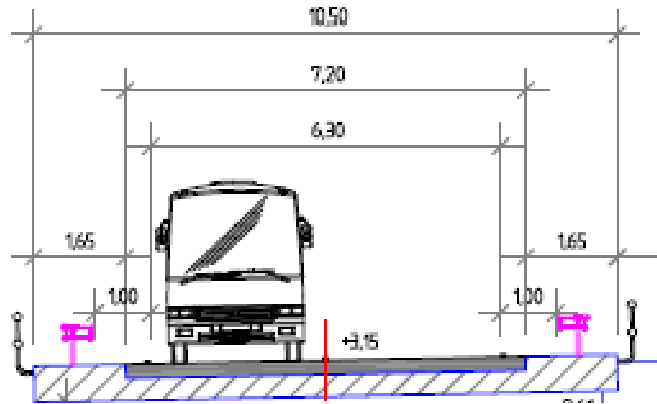


Fig. 1 : Minimale maatvoering t.b.v. busverkeer (conform PvE)

## 2 Ongelijkvloerse kruising; Fly over

### 2.1 Inleiding

De ongelijkvloerse kruising van de nieuwe busbaan met de spoorlijn Hilversum – Amersfoort, ook wel de fly-over genoemd, kruist boven de spoorlijn langs ter hoogte van km 31,09. De kruising is vlak voor en aan de westzijde van de bestaande wegviaduct van de A27 over de spoorlijn.

In dit hoofdstuk wordt het ruimtegebruik en de technische haalbaarheid van de “beschikbare” varianten beschreven. In dit rapport zijn een aantal mogelijke varianten benoemd en beschreven, waarop vervolgens op basis van een aantal belangrijke basiscriteria een paar varianten overblijven.

Er zijn twee hoofdvarianten:

1. Fly-over met hooggelegen landhoofden;
2. Fly-over met laaggelegen landhoofden.

Op technisch niveau zijn daar weer vier sub varianten te onderscheiden.

- A. Met tussensteunpunt;
- B. Zonder tussensteunpunt;
- C. Prefab dek;
- D. Ter plaatse gestort dek.

### 2.2 Ruimtegebruik

Het ruimtegebruik is op de locatie van de toekomstige Fly-over niet een heel belangrijke issue. Wel moet rekening gehouden met de verlegde Weg over Annahoeve. Er zijn in de directe nabijheid van de te realiseren Fly-over geen gebouwen of kunstwerken behalve het viaduct A27. Het ruimte gebruik voor de twee hoofdvarianten is in dit hoofdstuk beschouwd. Hierbij dienen de volgende overwegingen meegenomen te worden:

1. Hooggelegen landhoofden vraagt normaal gesproken om een talud en hierdoor grotere overspanningen van het dek, en daarmee een relatief groot ruimtebeslag.
2. Bij hooggelegen landhoofden kan eventueel een grondkerende constructie vóór het landhoofd geplaatst worden waardoor de overspanning en ruimtebeslag kleiner is.;
3. Bij laaggelegen landhoofden wordt de overspanning geminimaliseerd en daarmee het ruimtebeslag.
4. De kruisingshoek van de Fly-over en daarmee het ruimtebeslag ten zuiden van de spoorlijn, wordt bepaald door (en is een optimalisatie van) de positie van het ecoduct, de inpasbaarheid van het alignement van bus en tram en de lengte van de Fly-over.
5. Aan de zuidzijde van de spoorbaan is een spoorloot gesitueerd. Deze sloot zal terug moeten komen of er dient watercompensatie te worden gerealiseerd.

Voor de bouwfase worden de volgende additionele aandachtspunten genoemd:

1. De bereikbaarheid van de bouwlocatie aan zowel de zuid- als de noordzijde van het spoor is op dit moment niet geheel geschikt voor aan en afvoer van grotere bouwmaterialen.



2. De bouw van het viaduct vindt plaats naast en over een in dienst zijnde spoorlijn.

### 2.3 Technische haalbaarheid

De twee hoofdvarianten; hooggelegen- en laaggelegen landhoofden zijn beiden beoordeeld op de technische haalbaarheid.

Aan de noordzijde van de spoorlijn bestaat de mogelijkheid om een grondkering te plaatsen om het grondlichaam tussen de A27 en de busbaan op te kunnen vangen. Deze grondkering kan worden doorgezet parallel aan het spoor tot aan het verkeersviaduct van de A27. Logischer wijze zou dan voor het landhoofd een laaggelegen constructie gekozen kunnen worden waarbij de grondkering gelijk het steunpunt van het dek is. Met een laaggelegen landhoofd wordt ook de overspanning beperkt. Deze constructie kan ook met hooggelegen landhoofd gerealiseerd worden waarbij de grondkering bijvoorbeeld uit een geoconstructie (Terre Armee of geotekstielen/-grids) is opgebouwd.

Een andere mogelijkheid om het zandlichaam van de busbaan op te vangen is om de grondkering “om te klappen” langs het landhoofd van de busbaan. Hiermee wordt het talud onder het verkeersviaduct grotendeels ongemoeid en kan deze tegen het landhoofd van de HOV baan doorgezet worden

Aan de zuidzijde kan ook gekozen worden voor zowel een hoog- als laaggelegen landhoofd. Het nadeel van een hooggelegen landhoofd met talud is dat de overspanning groter wordt en de dekdikte neemt daardoor toe, evenals de baanaanvulling. Dit kan echter opgelost worden met een geoconstructie waarbij de wanden nagenoeg verticaal zijn opgezet.

Het verticale alignement is zodanig ontworpen dat deze voor de tram “kritiek” is met het oog op de twee dwangpunten; ecoduct en Fly-over. Dit pleit voor een laaggelegen constructie/landhoofd of een “verticale” grondkering waarbij de overspanning en de dikte van het dek het kleinst is. Wel is de uitvoering vlak naast het spoor lastiger (en duurder) dan bij een hooggelegen landhoofd een stuk van het spoor af (zoals bij het noordelijk landhoofd).

De haalbaarheid voor de Fly-overs wordt voorts bepaald door de afweging van de subvarianten wel of geen tussensteunpunt en ter plaatse gestort beton of prefab beton. Een belangrijke afweging bij het ontwerp is wel of niet toepassen van een tussensteunpunt.

Met een tussensteunpunt worden de overspanningen en de dekdikte beperkt. Met een beperking van de dekdikte wordt eveneens de hoeveelheid grondwerk en ruimtebeslag beperkt. Een tussensteunpunt kost echter geld en dit moet afgewogen worden tegenover een zwaarder/duurder dek en extra grondwerk. Tevens moet rekening worden gehouden met een maximale hellingspercentage van de busbaan tussen het dwangpunt ecoduct en de Fly-over. Het tussensteunpunt komt vlak langs het spoor te staan en is daarmee vanwege de spoorse maatregelen relatief duur.

Bij een constructie zonder tussensteunpunt moet worden overwogen om laaggelegen landhoofden of een verticale grondkering toe te passen om de overspanningen te beperken. Aan de noordzijde kan dit zonder maatregelen. Aan de zuidzijde is het landhoofd vlak langs het spoor gesitueerd. In het geval dat er geen tussensteunpunt wordt toegepast wordt de overspanning en de dikte van het dek dermate groot dat het alignement voor de (toekomstige) trams niet meer goed in te passen is.

De keuze tussen ter plaatse gestort beton en prefab beton heeft een sterke relatie met de overspanning. Bij een overspanning van 30m valt bij ter plaatse gestort beton (zelfs met voorspanning) de dekdikte aan de hoge kant uit (dit in relatie tot het ontworpen alignement). Bovendien moet bij ter plaatse gestort beton een ondersteuningsconstructie over het spoor worden gemaakt voor de bekisting. De keuze voor prefab liggers ligt het meest voor de hand. Hiermee wordt de dekdikte beperkt. De uitvoering is tevens relatief eenvoudig omdat de liggers ingehezen kunnen worden.

**De meest voor de hand liggende constructies zijn derhalve twee laaggelegen landhoofden of twee hooggelegen landhoofden met een verticale grondkering. Beiden met een tussensteunpunt en een dek van prefab liggers. Gezien een laag gelegen landhoofd kostentechnisch ongunstiger uitpakt dan een hoog gelegen landhoofd (op staal) in combinatie met een geoconstructie wordt in hoofdstuk 3 deze laatste beschreven.**

In onderstaande tabel is indicatief aangegeven waar de sterke en zwakke punten van de varianten zitten.

Aspect/Variant	1AC	1AD	1BC	1BD	2AC	2AD	2BC	2BD
Overspanning (ca.24 + 30m)	0	0	0	0	0	0	0	0
Dekdikte	++	-	--	--	++	-	--	--
Inpassing alignement	+	0	--	--	+	0	--	--
Hoev. grondwerk	0	-	-	--	0	-	-	--
Invloed op spoor	--	-	+	-	--	-	+	-
Ruimtebeslag	0	-	+	-	0	-	+	-
Kosten*								
<b>Totaal :</b>	+1	-4	-3	-8	+1	-4	-3	-8

\*) Niet gekwantificeerd

**OPM:** In bovenstaande tabel wordt bij de varianten “1” uitgegaan van hooggelegen landhoofden op staal gefundeerd met een “verticale” grondkering. In dit geval, waarbij hoog gefundeerd kan worden op staal (zie schets hieronder) , verschilt dus de varianten “1 “ niet ten opzichte van varianten “2”, behalve op het kostenaspect.

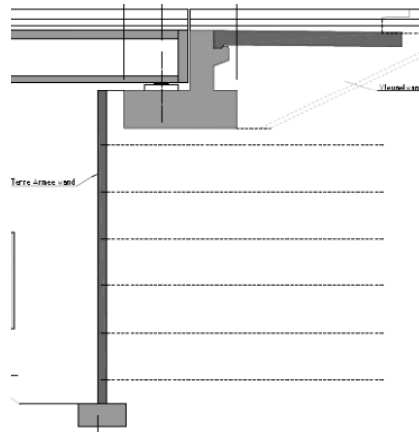


Fig. 2 : Hooggefundeerd landhoofd op staal (met Terre Armee)

Waarin :

1AC : Fly-over met hooggelegen landhoofden, tussensteunpunt en prefab dek  
 1AD : Fly-over met hooggelegen landhoofden, tussensteunpunt en ter plaatse gestort dek

1BC : Fly-over met hooggelegen landhoofden, zonder tussensteunpunt en prefab dek  
 1BD : Fly-over met hooggelegen landhoofden, zonder tussensteunpunt en ter plaatse gestort dek

2AC : Fly-over met laaggelegen landhoofden, tussensteunpunt en prefab dek  
 2AD : Fly-over met laaggelegen landhoofden, tussensteunpunt en ter plaatse gestort dek

2BC : Fly-over met laaggelegen landhoofden, zonder tussensteunpunt en prefab dek  
 2BD : Fly-over met laaggelegen landhoofden, zonder tussensteunpunt en ter plaatse gestort dek

#### 2.4 Risico's

Risico's zijn te definiëren als kans van optreden maal de gevolgen voor het project. Denk hierbij aan toename in kosten, uitloop van het project, onvrede voor de bewoners/omgeving en technische realiseerbaarheid. De volgende technische risico's zijn onderkend (niet uitputtend):

Algemene risico's:

- Ontbreken maaiveldgegevens (DTM)
- Ontbreken grondonderzoek cq grondgesteldheid;
- Ontbreken gegevens verkeersviaduct
- Waterstanden
- Aanwezige kabels en leidingen
- Aanwezigheid seinen en kasten langs het spoor
- Onstsporingconstructie in het spoor. Prorail moet hiermee instemmen.
- Schade aan verkeersviaduct door werkzaamheden;
- Ecologie (Bijzondere flora en fauna);
- Lozing HWA
- De twee velden met talud onder het verkeersviaduct worden door de komst van

de Fly over en de Weg over Annahoeve “geblokkeerd”. Afstemming met RWS is nodig.

Specifieke risico's voor het spoorkruisende deel:

- Realiseren steunpunt en landhoofd vlak naast spoorbaan
  - Deformatie spoorbaan
  - Nabijheid bovenleiding (opzetten geoconstructie, hulpwerk landhoofd en steunpunt, inhijzen liggers)
  - Verplaatsen bestaande bovenleidingmast(-en). Nrs. 31/3A, 31/4B en 31/3A, 31/4B
- Electrocutiegevaar
- Aanrijdgevaar

## 2.5 Overige aspecten

Naast het ruimtegebruik en de technische haalbaarheid spelen ook de volgende aspecten een rol:

- Verkeerskundige aspecten
- Maakbaarheid;
- Benodigde tijdsduur;
- Omgeving en beeldkwaliteit;
- Kosten;

### Verkeerskundige aspecten:

Ter plaatse van de toekomstige Fly-over is op dit moment naast de spoorbaan en het verkeersviaduct van de A27 geen overig verkeer aanwezig waar rekening mee moet worden gehouden. Vanzelfsprekend dient het ontwerp en de uitvoering zodanig opgezet te zijn dat het treinverkeer en het wegverkeer zo min mogelijk wordt verstoord. De bouw van de steunpunten en het dek van de Fly-over zal zoveel mogelijk tijdens treindienst plaats moeten vinden. Voor het wegverkeer/viaduct wordt verwacht dat deze zonder hinder door kan gaan.

Voorts zijn enige verkeerskundige aspecten de aanvoerroutes en benodigde werkwegen. Gestreefd moet worden naar een zo klein mogelijke impact op de omgeving. In deze ontwerpverantwoording wordt verder niet op dit aspect ingegaan.

### Maakbaarheid:

Op dit moment kunnen geen redenen worden gezien waarom de genoemde varianten niet gerealiseerd kunnen worden. Deze conclusie is met name gericht op de technische maakbaarheid. Ander zaken die in deze weg zou kunnen staan voor het realiseren van de onderdoorgang is niet in beschouwing genomen. Bij het bouwen naast en boven het spoor dienen de richtlijnen van Prorail gehanteerd te worden. Tevens dienen de werkzaamheden te worden afgestemd met Rijkswaterstaat en het Hoogheemraadschap.

### Benodigde tijdsduur:

Voor de benodigde bouwtijd van het kunstwerk moet rekening worden gehouden met een tijdsduur van ca. 1,5 jaar vanaf opdrachtverstrekking tot oplevering. Dit is exclusief de eventueel benodigde zettingstijd van het opgehoogde zandlichaam of ondergrond, verlegging van eventuele K&L, vergunningen e.d. Opgelet moet worden dat tijdig de benodigde buitendienststellingen worden aangevraagd. Dit geldt met name voor het inhijzen van de prefab liggers, de bouw van het tussensteunpunt en eventueel

werk aan de landhoofden/geoconstructie.

*Omgeving en beeldkwaliteit:*

Voor de Fly-over zal een vormgevingsdocument moeten worden opgesteld. De betrokken instanties zullen hierbij worden betrokken zodat er een breed gedragen vormgegeven en in de omgeving ingepast kunstwerk wordt gerealiseerd. Het kunstwerk ligt in een natuurlijke omgeving zonder bebouwing en zal daarop worden ingepast.

### 3 Ontwerpbeschrijving

#### 3.1 Ontwerp

Het kunstwerk, de Fly-over, is opgebouwd uit een dek opgelegd op twee landhoofden en een tussensteunpunt.

De landhoofden zijn ontworpen als hooggelegen landhoofden op staal. De landhoofden zijn opgelegd op een constructie bestaande uit een “verticale” wand van Terre Armee die tegelijk dienst doet als grondkering. Er is gekozen voor hoog gelegen landhoofden en Terre Armee omdat dit kostentechnisch het gunstigste is en omdat hiermee de overspanning van het dek het kleinst is.

Het zuidelijk landhoofd wordt zo dicht mogelijk op de spoorbaan gesitueerd, maar wel op een zodanige afstand dat het spoorverkeer niet wordt gehinderd tijdens de bouw. Bij de positionering van het landhoofd is gebruik gemaakt van de Prorail richtlijnen (OVS). De “vleugelwand” aan de westzijde van het landhoofd loopt parallel aan het spoor om daar de grondaanvulling op te vangen. Aan de oostzijde wordt de vleugelwand parallel aan het spoor geprojecteerd.

Het noordelijk landhoofd ligt op een zodanige afstand van de spoorbaan dat hier geen bijzondere voorzieningen voor de bouw nodig is. Het landhoofd staat haaks op de as van de busbaan en vleugelwanden worden net als aan de zuidzijde parallel aan de spoorbaan.

Vooralsnog wordt uitgegaan dat de twee landhoofden op staal worden gefundeerd. Globale gewichtsberekeningen tonen aan dat dit mogelijk moet zijn (zie bijlage II en III). Nader grondonderzoek en zettingberekeningen moeten in de vervolgfase dit uitgangspunt ondersteunen. De landhoofden staan haaks op de weg-as waardoor een rechte beëindiging van de prefab liggers wordt gerealiseerd en dus een rechte overgang van kunstwerk op baan.

Het tussensteunpunt is ontworpen als twee kolommen op een poer gefundeerd op staal. Het tussensteunpunt wordt zo dicht mogelijk op de spoorbaan gesitueerd, maar wel op een zodanige afstand dat het spoorverkeer niet wordt gehinderd tijdens de bouw. Tussen de twee kolommen wordt het fietspad aangelegd om onder het verkeersviaduct ruimte te creëren voor de verlegde Weg over Annahoeve, waarbij het talud van de A27 ongemoeid blijft.

Bij de positionering van het steunpunt is gebruik gemaakt van de Prorail richtlijnen. Het steunpunt staan haaks op de weg-as waardoor een rechte beëindiging van de prefab liggers wordt gerealiseerd. Het gevolg hiervan is dat het fietspad en de lokale weg in een bocht/slinger “om” het steunpunt geleid moet worden.

In het ontwerp moet rekening worden gehouden met een eventuele ontsporing van een trein. Het zuidelijk landhoofd en het tussensteunpunt zou bij een ontsporing geraakt kunnen worden. In dit ontwerp wordt vooralsnog uitgegaan van een ontsporinggeleiding in het spoor. Een aanrijdconstructie of “duikboot” is minder effectief omdat het tussensteunpunt op staal gefundeerd is. Een ontsporingconstructie in het spoor heeft wel tot gevolg dat de spoorconstructie aangepast moet worden en dat ProRail hiermee moet instemmen.

De twee velden van het dek zijn ontworpen op basis van prefab kokerliggers. Met een maximale overspanning van ca. 34m zijn liggers met een hoogte van 1100mm benodigd (op basis van ROBK). Het asfalt wordt direct op et betondek aangebracht en

heeft een dikte van ca. 0,1m. Het dek ligt onder een verkanting van 2,5%. De toekomstige spoorconstructie voor de tram wordt in ballast op het dek aangebracht.

In de prefab liggers moeten eventueel voorzieningen worden meegenomen voor de ophanging van de rijdraad van het spoor.



*Fig. 2 : Principe kokerliggerbrug met verharding en schampkant (excl. betonnen druklaag)*

De minimaal benodigde breedte van het brugdek wordt bepaald door het busverkeer, waarbij tevens rekening moet worden gehouden met een toekomstige tram.

Voor de tram wordt uitgegaan van het rapport “Quick scan Verrailing HOV Hilversum-Huizen, kenmerk316065, d.d. 29 maart 2010, definitief”, en de opgegeven minimale maatvoering in het “Specifiek PvE HOV ’t Gooi, v 05, d.d. 16-4-2013”. Het onderstaande maatgevende breedteprofiel, opgesteld door Goudappel, zal worden gehanteerd voor dit ontwerp.

In onderstaande schets is de “indeling” van het dek gevisualiseerd. Dit profiel voldoet aan de hierboven genoemde documenten/uitgangspunten/randvoorwaarden.

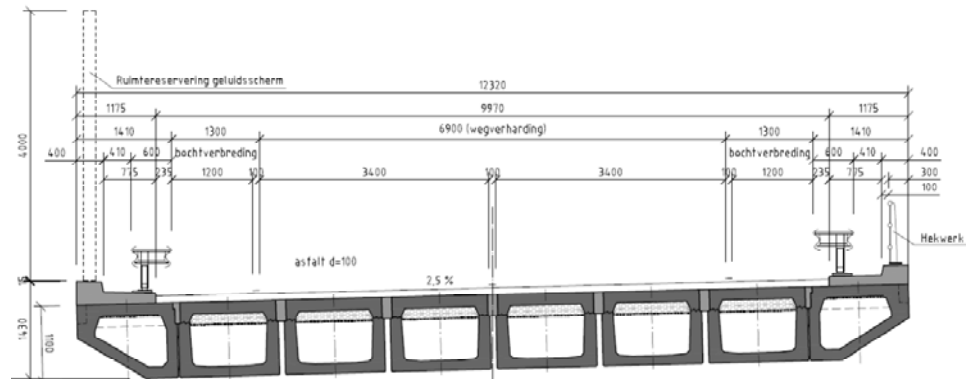


Fig. 3 : Gehanteerde maatvoering brugdek (Op basis van E-mail Goudappel d.d. 12 april 2013)

Voor de toekomstige vertraming van de Fly-over zijn een aantal punten van belang;

- Het kunstwerk moet de belastingen vanuit de spoorconstructie en de tram kunnen dragen. Door de voorgespannen liggers waarbij er altijd druk in de doorsnede blijft is vermoeiing geen issue bij het ontwerp.
- Na het verwijderen van de asfaltverharding wordt het ballastspoor op het dek gerealiseerd. Ter opsluiting van ballast worden ter weerszijden van de sporen betonnen ballastkeringen aan het dek bevestigd.
- De randbalken van het dek dient voorbereid te zijn op het plaatsen van bovenleidingmasten.
- Het spoor dient voorzien te zijn van een ontspringconstructie in het spoor zelf. Er worden vooralsnog geen voorzieningen aan het kunstwerk getroffen om een ontspoorde tram te keren.

### 3.2 Uitvoering

De uitvoering van het kunstwerk wordt in principe bepaald door de opdrachtnemer. Desalniettemin zijn er (vanuit het ontwerp) een aantal aspecten die voor de uitvoering van belang is:

- Afstand van de steunpunten tot het spoor. De afstand dient conform OVS 00030-2 te worden bepaald. Op basis hiervan is de minimale afstand van steunpunt tot hart spoor 4m (uitgegaan van ontwerpsnelheid van 141 km/uur t/m 160 km/uur). Bij het realiseren van de steunpunten dient hiervoor de nodige voorzorgsmaatregelen te worden getroffen om te voorkomen dat men onbedoeld binnen het profiel van het spoor terecht komt.
- De prefab betonnen kokerliggers dienen in een buitendienst- en spanningloosstelling aangebracht te worden.
- Tijdens de werkzaamheden langs het spoor dient het alignment gemonitord te worden.



## 4 Raakvlakken

De te beheersen raakvlakken betreft met name:

1. Bestaande spoorlijn Hilversum - Amersfoort, Prorail
2. Viaduct en fundatie/talud A27, Rijkswaterstaat
3. Gronden en wegen, Gemeente/Provincie
4. Waterhuishouding, Hoogheemraadschap
5. K&L, Nutsbedrijven
6. Particulieren ?
7. Natuur en landschap

## 5 V&G

Gedurende het ontwerpproces ten behoeve van dit schetsontwerp is zoveel als mogelijk geprobeerd om uitvoeringsrisico's, beheer- & onderhoudsrisico's en risico's voor wat betreft de veilige berijdbaarheid te elimineren, te isoleren, te beperken of te beheersen. Hierbij zijn ontwerpkeuzes gemaakt welke effect hebben op het veilig kunnen bouwen, veilig kunnen onderhouden en veilig kunnen berijden van het bouwwerk/object. In onderstaande tabel zijn deze ontwerpkeuzes en hun effect op de genoemde veiligheidsaspecten opgenomen.

Nr.	Specifiek object/aspect	Specifiek gevaar/risico	Beschrijving ontwerpkeuze + effect op veiligheidsaspect(en)	Veilig bouwen*	Veilig berijden*	Veilig onderhouden*
1.	Werkzaamheden algemeen	Onbedoeld toegang onbevoegden	Afzetten werkerreinen m.b.v. bouwhekken	X		
2.	Bouwen steunpunten algemeen	Te weinig werkruimte / aanrijding door spoorverkeer	Afzetten naastgelegen spoor	X		
3.	Bouwen landhoofden/Terre Armee -constructie	Bezwijken/vallen delen van wand of inzakken landhoofd	Veilige bouwmethode en aanbrengen van stabiele en fundatie	X		
4.	Bouwen noordelijk landhoofd	Te weinig werkruimte / aanrijding door wegverkeer	Afzetten naastgelegen A27	X		
5.	Bouwen dek	Werkzaamheden boven spoor en elektrocutiegevaar	Sporen buitendienst en spanningsloos			
6.	Landhoofden met wapening	Verzakken landhoofden en/of wapening t.o.v. ondergrond. Dit kan ten koste gaan aan duurzaamheid en sterkte.	Aanbrengen van stabiele fundatie/werkvloer.		X	
7.	Aanbrengen fundering vlak naast het spoor	Het beïnvloeden van spoorbaan met als gevolg dat spoorligging niet voldoet aan de (veiligheids-) eisen	Spoor monitoren.	X		
8.	Overbelasting constructies door verkeer met grotere aslasten dan waarop	Bezwijken constructieonderdelen	HOV niet openbaar maken door bijvoorbeeld bebording		X	

Nr.	Specifiek object/aspect	Specifiek gevaar/risico	Beschrijving ontwerpkeuze + effect op veiligheidsaspect(en)	Veilig bouwen*	Veilig berijden*	Veilig onderhouden*
	de HOV is berekend					
9.	Aanrijding tussensteunpunt door ontspoorde trein	Ontsporing trein	Aanbrengen ontsporingconstructie in het spoor		X	
10.	Regulier onderhoud.	Aanrijdgevaar	Het nemen van verkeersmaatregelen			X
11.	Verwijderen graffiti op grondkeringen en kunstwerken	Aanrijdgevaar	Verkeersmaatregelen			X
12.	Hoogteverschil bij overgang van kunstwerk op baan	Ontsporing tram	In eisenspecificatie eisen opnemen voor een geleidelijke overgang (overgangsconstructie), en zettingseis/rotatieeis opnemen. Hierdoor kleinere kans op ontsporing		X	
13.	Veelvuldig dezelfde route/spoor rijden door bussen	Spoorvorming	Type deklaag afstemmen op intensiteit en belasting		X	X
14.	Geluid	Te veel geluidbelasting voor omgeving	Type deklaag afstemmen op eisen omgeving. Toepassen geluidsschermen		X	

## 6 Aandachtspunten/nader uit te zoeken

1. Besloten moet worden of de toekomstige trambaan geschikt dient te zijn voor nood- en hulpdiensten. Het wel of niet overrijdbaar zijn van de trambaan heeft een belangrijke impact op de type spoorconstructie.
2. De fundering op staal moet nog door grondonderzoek en geotechnisch advies in een vervolgfase ondersteund worden.
3. Bekeken moet worden hoe een eventuele ontsporing van de trein in relatie tot de steunpunten opgelost wordt. Hierbij kan aan drie opties worden gedacht; de steunpunten berekenen op een ontspoorde trein, aparte constructie opnemen die de botsing/energie opvangt of een ontspringgeleiding in het spoor. Een aanrijdconstructie in de vorm van een “duikboot” (op staal) lost het probleem zeer waarschijnlijk niet op.  
In dit ontwerp is uitgegaan van een ontspringgeleiding in het spoor. Dit houdt in dat de spoorconstructie aangepast moet worden en dat Prorail hiermee instemt.
4. Eisen ten aanzien van zettingen en rotaties t.b.v. de tram dienen opgesteld/bepaald te worden.
5. Voor de vervolgfase moet vastgesteld worden met welke belastingen gerekend moet worden (bus en tram) en de hoeveelheden en type voertuigen/passages.
6. Overspanningen kunnen kleiner gemaakt worden door de steunpunten meer evenwijdig aan het spoor te leggen. Nadeel hiervan is echter dat de overgang van kunstwerk op baan scheef is en dat voorzieningen hiervoor getroffen moet worden. Tevens hebben de kokerliggers een beperking in de hoek waarmee deze opgelegd/beëindigd kunnen worden. Voordeel is een lagere constructiehoogte van het dek en een goedkoper dek. Een optimalisatie van het ontwerp kan in een vervolgfase plaatsvinden.
7. Een mogelijke oplossing voor de eventueel toekomstig aan te brengen kabelkokers dient uitgewerkt te worden.
8. Bepaal moet worden waar het HWA op kan/mag lozen.
9. Eventueel benodigde zwerfstroomvoorzieningen.
10. Fundatie van (toekomstige) bovenleidingmasten in/door Terre Armee strips in het landhoofd.
11. Vormgeving en materialisatie moet nog verder ontworpen worden.
12. Watercompensatie gedempte sloot moet ergens gerealiseerd worden.

## Colofon

Opdrachtgever Goudappel Coffeng BV  
ir. P.P.N.M. Horck

Uitgave Movares Nederland B.V.

Divisie Ruimte, Mobiliteit en Infra  
Afdeling Infrastructuur: Kunstwerken en Wegen

Daalseplein 101  
3500 GW Utrecht

Telefoon 030-2654047

Ondertekenaar S. Groebe  
Projectleider

Projectnummer RM000813

Opgesteld door T. Kruithof

© 2013, Movares Nederland B.V.

*Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, 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 Movares Nederland B.V.*

## **Bijlage I : Tekening**

**Bijlage II : Memo “Advies trambelastingen”**

## Adviesmemo

Aan S. Groebe  
Van T. Kruithof  
Telefoon 030-2654047  
Kenmerk KWW-TK-13L11460004  
Projectnummer RM000813  
Onderwerp Advies Trambelastingen - HOV Gooi  
Datum 16 april 2013

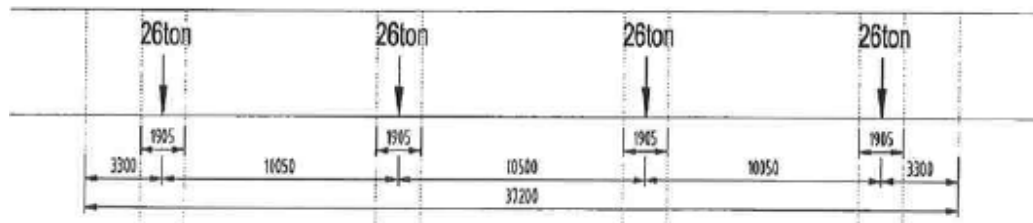
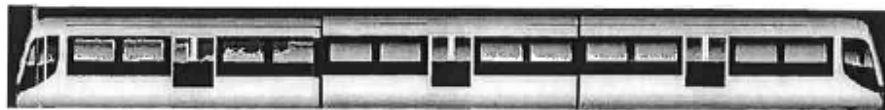
Het project "HOV Gooilijn" betreft een Hoogwaardig Openbaar Vervoer verbinding voor bussen. De HOV verbinding wordt ontworpen op basis van busvervoer, maar moet voorbereid zijn op een eventueel toekomstige tramlijn.

In het kader van het project "HOV Gooilijn" is gevraagd om een opgave te doen ten behoeve van de te hanteren trambelasting.

Als uitgangspunt van deze opgave worden de belastingen en ervaringen vanuit het ontwerp van de Uithoflijn in Utrecht gebruikt.

Onderstaand zijn de belastingsschema's dat op dit moment gehanteerd/opgegeven zijn, voor de Uithoflijn:

### Belastingsschema beoogde AGGLO-net & RandstadRail voertuigen





## Memo

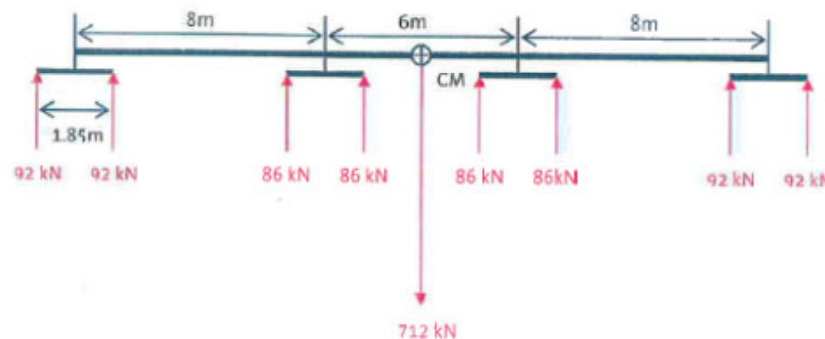
Kenmerk KWW-TK-13L11460004

### AGGLO-voertuig:

- Bestaande uit 4 draaistellen met 2 assen van  $F_{rep} = 120 \text{ kN}$  met as afstand van 1,90 m draaistel.
- Draaistel afstanden van 10,05 – 10,50 – 10,05 m met afstand koppeling tot buitenste draaistel 3,30 m.
- Totaallengte  $L = 2 * 3,30 + 2 * 10,05 + 10,50 = 37,20 \text{ m}$ .
- De aslast  $F_{rep} = 120 \text{ kN}$ .
- Metergewicht  $4 * 2 * 120 \text{ kN} = 960 \text{ kN} / 37,2 \text{ m} \approx 25,8 \text{ kN/m}$ .

*De specificatie van het lastensysteem Agglo-net en RandstadRail gaat uit van maximale aslasten van 12 ton ofwel 120 kN. Dit komt overeen met de aslasten van het huidige metromaterieel van de RET. Materieel voor onderhoud gaat uit van een maximale aslast van 13 ton (130 kN) De constructies moeten derhalve op een aslast van 13 ton een wielstelbelasting van 26 ton gedimensioneerd worden. Twee 2 voertuigen kunnen aan elkaar gekoppeld worden.*

### Belastingschema Tram Utrecht



De volgende kanttekeningen worden gemaakt:

1. De statische belastingen van de tram (Agglo) bedraagt 120 kN en de statische belastingen van werkmaterieel 130 kN.
2. De hierboven genoemde aslasten zijn daadwerkelijk optredende aslasten en geen ontwerpbelastingen.
3. De genoemde aslasten moeten nog vermenigvuldigd worden met een dynamische factor.
4. De BRU heeft in het "OVS Sporen Railnetwerk BRU versie 2.0 van 14-09-2012: paragraaf 1.3" een hogere belasting gehanteerd voor de aslast (130kN). Er is hierbij geen opgave gedaan t.a.v. de wielconfiguratie. De lengte van een gekoppeld voertuig (twee 2 tramstellen aan elkaar) wordt opgegeven als zijnde 75m (Dit komt overeen met de "Agglo-tram").
5. De BRU heeft tevens in het Integraal Programma van Eisen, "IPvE 4.2 uit 16 februari 2011", de volgende eisen opgenomen:
  - Eis 1) MVO.F.06 : Beladen tram minimale aslast van 70 kN en maximaal 110 kN
  - Eis 2) IF.F.01 : Maximale dynamische aslast 110 kN en maximale statische aslast van 130 kN
  - Eis 3) S.F.14 : De tram dient niet gemengd te zijn met autoverkeer (personenauto's en vrachtauto's).
 Er is hierbij geen opgave gedaan t.a.v. de wielconfiguratie.

## Memo

Kenmerk KWW-TK-13L11460004

### Advies:

- 1) Ga voor de wielconfiguratie uit van de 2 gekoppelde Agglo trams conform schema Agglo tram.
- 2) Ga uit van een aslast van 145kN voor de statische belasting (tram) en 155kN voor de statische belasting (werkmaterieel).  
145 kN is gebaseerd op 130kN (conform OVS sporen BRU) keer een factor voor toekomstig materieel van 1,1.  
155 kN is gebaseerd op werkmaterieel dat 10kN zwaarder is dan de aslast van de tram.
- 3) De genoemde aslasten zijn daadwerkelijk optredende aslasten en geen ontwerpbelastingen.
- 4) De aslasten dienen nog voor dynamische berekeningen conform de NEN met een dynamische factor te worden vergroot.
- 5) Voor eventuele vermoeiingsberekeningen is het nodig het aantal lastwisselingen (aantal passerende gekoppelde trams) gedurende de gehele levensduur te weten. Hiervoor zal een schatting voor gemaakt moeten worden.

Voor overige belastingen zoals een nadere uitwerking van de verticale belastingen, horizontale belastingen en bijzondere belastingen kunnen wij nog verder adviseren.

**Let op : De bovenstaande belastingen zijn alleen gebaseerd op de Uithoflijn. Een combinatie van een lagere aslast maar met een andere wielconfiguratie kan ongunstiger zijn. Het e.e.a. is dus heel erg afhankelijk van het materieel dat ingezet gaat worden. Het bovenstaande geeft aldus geen garanties ten aanzien de later (t.g.v. het daadwerkelijk ingezette materieel) optredende belastingen.**

Uitgaande van de vraagstelling betreffende de trambelastingen wordt aangenomen dat er een betonverharding voor de HOV busbaan wordt gerealiseerd, en/of dat er kunstwerken in het HOV tracé die later ook geschikt moet zijn voor de tram Hierbij dient rekening te worden met de volgende globale maatvoering:

- Trambaan zonder medegebruik bussen : Totale breedte ca. 6,5m
- Trambaan zonder medegebruik bussen met middenmasten : Totale breedte ca. 7,0m
- Trambaan met medegebruik bussen : Totale breedte ca. 7,1m
- Trambaan met medegebruik bussen en middenmasten : Totaal ca. 7,5m

De maatvoering is excl. Kabelkokers/-bed, inspectiepaden. Orde grootte kabelkoker/-bed 0,60m en inspectiepad 1,0m (kunnen gecombineerd worden).

Naast de maatvoering zijn er verder een aantal belangrijke aspecten waarover nagedacht moet worden:

Zettingen : Voor een trambaan gelden strengere eisen ten aanzien van de zettingen (en zettingverschillen/rotaties) dan voor een busbaan. Voor het grondwerk/-verbetering van de HOV baan is het van belang om hier goed naar te kijken.

Spoorconstructie : Het type spoorconstructie dat later gewenst is (overrijdbaar/niet overrijdbaar) en hoe deze bevestigd gaat worden op de betonverharding/kunstwerk.

## Memo

Kenmerk KWW-TK-13L11460004

Afwatering : Wat voor type onder- en bovenbouwconstructie is gewenst en hoe watert deze af? Is het hierbij noodzakelijk om reeds afwateringsbuizen mee te nemen in of onder de beton (-verharding)?

Hoogte bij onderdoorgangen : Een tramlijn heeft in verband met de pantograaf en bovenleiding een minimale hoogte nodig die groter is dan die van een bus.

In te storten voorzieningen : Denk aan eventuele kabels en leidingen van beveiliging en/of tractie en energie.

Overgangsconstructies :

Bij een overgang tussen twee verschillende onderbouwconstructies dienen maatregelen te worden getroffen zodat niet te grote zettingverschillen optreden. Afhankelijk van het type overgang moet gedacht worden aan een zettingarme constructie en/of overgangsplaten. Bekeken zal moeten worden of deze constructies reeds bij de bouw van de HOV busbaan meegenomen moeten worden.

T. Kruithof  
Adviseur Kunstwerken

**Bijlage III : Memo “Bepaling belastingen  
landhoofd Fly over Oost”**

## Memo

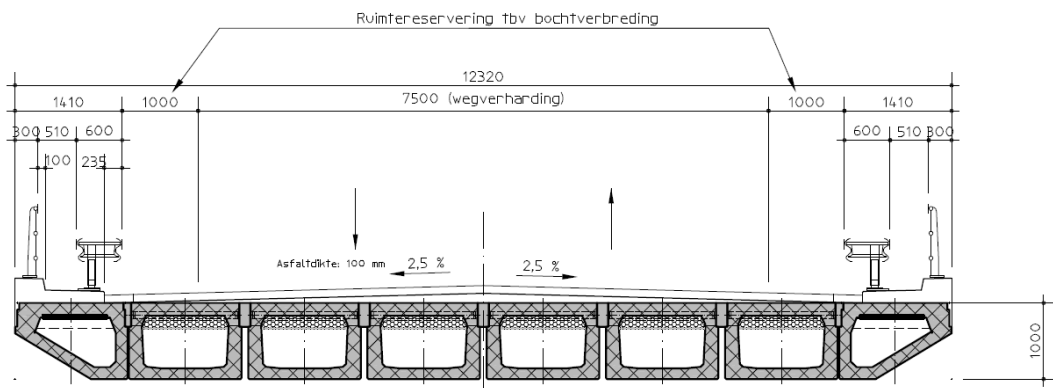
Aan TH Kruihof  
 Van G.W. van Essen  
 Telefoon 030 - 2653642  
 Kenmerk @@@-@@-13L10410002  
 Projectnummer RM000813  
 Onderwerp Bepaling belastingen vanuit landhoofd Fly-over Oostelijk  
 Datum 21 mei 2013

### Inleiding

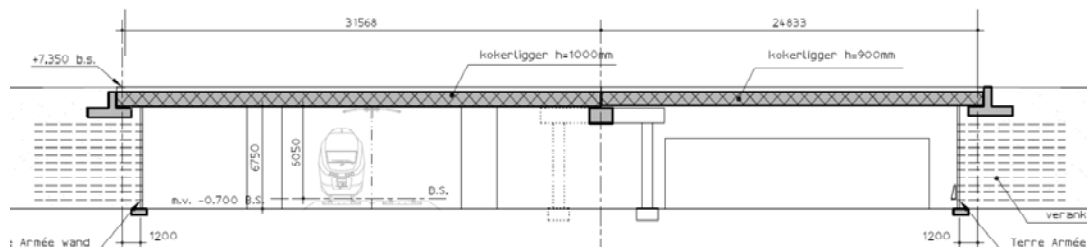
Het project "HOV Gooilijn" betreft een Hoogwaardig Openbaar Vervoer verbinding voor bussen. De HOV verbinding wordt ontworpen op basis van busvervoer, maar moet voorbereid zijn op een eventueel toekomstige tramlijn.

Eén van de kunstwerken is viaduct over de sporen waarvan de landhoofden rechtstreeks op de ondergrond zijn gefundeerd.

De doorsnede van dit viaduct is:



De overspanningen zijn:



De overspanning die beschouwd wordt het een overspanning van circa 31,5 m.

De belastingen waarmee rekening mee moet worden gehouden staan vermeldt in "Adviesnota Trambelastingen – HOV Gooi" met het kenmerk RM000813 d.d. 16 april 2013.

Gezien de excentrische positie van de oplegging t.o.v. het oppervlak van het landhoofd zal de gronddruk niet gelijkmatig zijn. Geadviseerd wordt om de oplegging verder van de grondkering af te leggen waardoor er een gelijkmatigere oplegdruk ontstaat. Om hierop in te spelen wordt de overspanning verlengd met 1,5 m en naar 33 m. De overgangsplaten, die een geleidelijke overgang van de baan naar het kunstwerk verzorgen zijn niet op tekening aangegeven.

@@@-@@-13L10410002

## Memo

Kenmerk @@@-@@-13L10410002

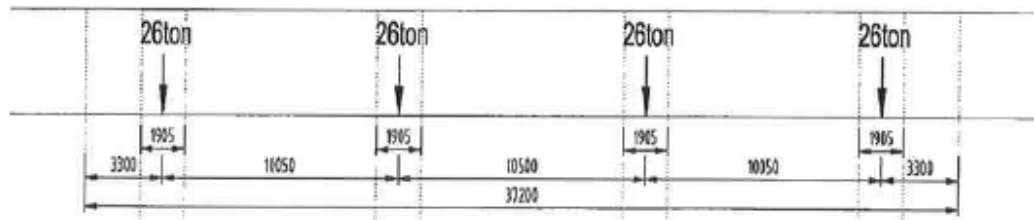
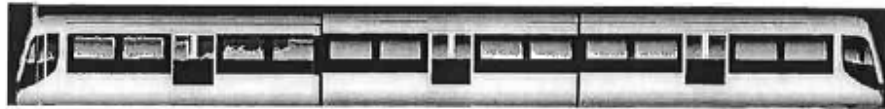
### Mobiele belastingen

Trambelasting

Op basis van de adviesnota wordt met de navolgende trambelasting gerekend:

- 1) Ga voor de wielconfiguratie uit van de 2 gekoppelde Agglo trams conform schema Agglo tram.

### Belastingenschema beoogde AGGLO-net & RandstadRail voertuigen



- 2) Ga uit van een aslast van 145kN voor de statische belasting (tram) en 155kN voor de statische belasting (werkmaterieel).  
145 kN is gebaseerd op 130kN (conform OVS sporen BRU) keer een factor voor toekomstig materieel van 1,1.  
155 kN is gebaseerd op werkmaterieel dat 10kN zwaarder is dan de aslast van de tram.
- 3) De hierboven genoemde aslasten zijn daadwerkelijk optredende aslasten en geen ontwerpbelastingen.
- 4) De aslasten dienen nog voor dynamische berekeningen conform de NEN met een dynamische factor te worden vergroot.

### busbelasting

In de normering is niets terug te vinden over specifieke busbelasting. Op basis van literatuurstudie wordt een busbelasting aangenomen.

Aangenomen wordt dat de lengte van een stadsbus 8 m is (een standaardbus is circa 11,65 m) Aangenomen wordt een 2 aslasten van 140 kN met vanaf de voorkant gerekend de 1<sup>e</sup> as op 2 m en de 2<sup>e</sup> as op 4 m. Als afstand van de 2<sup>e</sup> as tot achterkant bus wordt 2 m aangehouden.

Alhoewel het een conservatief uitgangspunt is wordt aangenomen dat het dek vol staat met bussen met een tussenruimte van 0,5 m. Hierdoor wordt de afstand van de achteras van de Noot: In VENCON 2.0 zijn voor tram- en busbelastingen aslasten tussen de 100 en 120 kN opgenomen..

### Berekening:

De oplegreacties inclusief belastingfactoren worden bepaald

De gevolgklasse is CC3, de ontwerplevensduur klasse is 4.

@@@-@@-13L10410002

## Memo

Kenmerk @@@-@@-13L10410002

Gerekend is met alleen het verticale eigen gewicht, rustende belasting t.g.v. asfalt, spoor in ballast en tram – of busbelasting. Er is niet tegelijkertijd een bus of een tram aanwezig omdat dit fysiek niet kan.

Horizontaalkrachten bijvoorbeeld door rem- en aanzetkrachten, temperatuur en wind in dwarsrichting, en die ongelijkmatige gronddrukken veroorzaken, zijn buiten de beschouwing gelaten

Bepaling representatieve oplegreacties:

- Eigen gewicht liggers  
Uitgangspunt is SKK1000 hol!!! = 18,9 kN/m<sup>1</sup>. Totaal zijn er 8 liggers waarbij geen onderscheid wordt gemaakt tussen randligger en standaardligger. Het gewicht van de liggers volgt uit productinformatie van Spanbeton.  
In dezelfde productinformatie staat bij een overspanning van 33 m een liggerhoogte van 1000 mm op basis van ROBK 6 en een verkeersbelasting. Deze versie van de ROBK verwijst in hoofdstuk 5 door naar de NEN 6706 waarin LM1 staat omschreven. LM1 is gelijk aan “Belastingsmodel 1” uit de NEN-EN 1991-2+C1

### Afmetingen en gewichten

	Afmetingen [mm]		Eigen gewicht [kN/m <sup>1</sup> ]	
	h <sub>l</sub>	hol	massief	
SKK700	700	16,1	25,4	
SKK800	800	17,1	29,1	
SKK900	900	17,8	32,8	
SKK1000	1000	18,9	36,5	
SKK1100	1100	20,3	40,2	
SKK1200	1200	21,4	43,9	
SKK1300	1300	22,3	47,6	
SKK1400	1400	23,2	51,3	
SKK1500	1500	24,1	55,0	
SKK1600	1600	25,0	58,7	

$$F_{\text{rep liggers}} = 8 * \frac{1}{2} * 33 * 18,9 = 2500 \text{ kN/landhoofd}$$

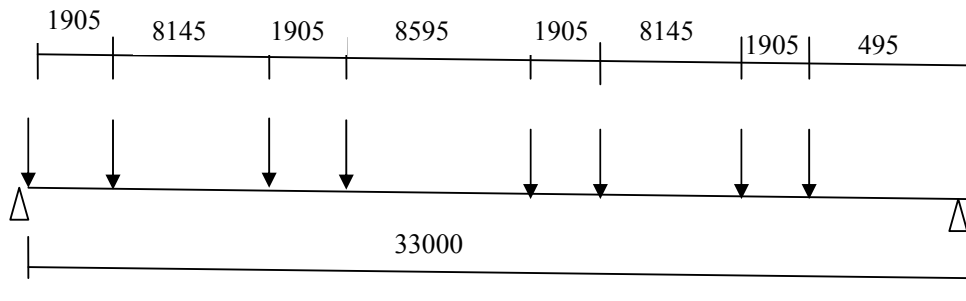
- Ballastgewicht met een dikte van 0,7 m. Totale breedte landhoofd is 12,3 m  
 $F_{\text{rep ballast}} = \frac{1}{2} * 33 * 12,3 * 0,7 * 22 = 3125 \text{ kN/landhoofd}$
- Rustende belasting door asfalt. Asfaltdikte is 100 mm. Dit is dikker dan de minimale dikte zoals voorgeschreven in de ROK 1.2  
 $F_{\text{rep ballast}} = \frac{1}{2} * 33 * 12,3 * 0,10 * 25 = 507 \text{ kN/landhoofd}$
- Eigen gewicht landhoofd  
Aanname afmetingen b \* h = 2 \* 1 met een lengte van 12,3 m  
 $F_{\text{rep landhoofd}} = 12,3 * 2 * 1 * 25 = 615 \text{ kN/landhoofd}$

@@@-@@-13L10410002

## Memo

Kenmerk @@@-@@-13L10410002

- Trambelasting met aslast van 155 kN waarbij gerekend wordt met dubbel spoor en aslast op het dek en niet t.p.v. overgangsplaat. T.p.v. middensteunpunt bevindt zich een buigslappe voeg.



$$[495/33000] * 155 \text{ kN} = 2,3 \text{ kN}$$

$$[(495+1905) / 33000] * 155 = 11,3 \text{ kN}$$

$$[(495+1905+8145) / 33000] * 155 = 49,5 \text{ kN}$$

$$[(495+1905+8145+1905) / 33000] * 155 = 58,5 \text{ kN}$$

$$[(495+1905+8145+1905+8595) / 33000] * 155 = 99 \text{ kN}$$

$$[(495+1905+8145+1905+8595+1905) / 33000] * 155 = 108 \text{ kN}$$

$$[(495+1905+8145+1905+8595+1905+8145) / 33000] * 155 = 146 \text{ kN}$$

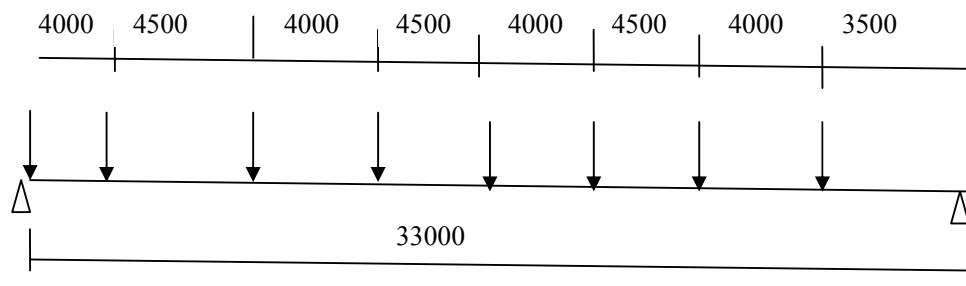
$$[(495+1905+8145+1905+8595+1905+8145+1905) / 33000] * 155 = 155 \text{ kN}$$

$$\Sigma = 2,3 + 11,3 + 49,5 + 58,5 + 99 + 108 + 146 + 155 = 630 \text{ kN/spoor}$$

$$F_{\text{rep tram 2 sporen}} = 1260 \text{ kN}$$

Op basis van NEN-EN 1991-2+C1 2011 art. 6.4.5.2 + NB geldt bij heavy rail en bij een zorgvuldig onderhouden spoor een dynamische factor  $\Phi_2 = (1,44 / (\sqrt{L_{\Phi}} - 0,2)) + 0,82$  met  $1,00 \leq \Phi_2 \leq 1,67$ . In (4)P staat dat  $\Phi$  niet gebruikt mag zijn bij de belasting ten gevolge van werkelijke treinen. Dit is dus in onderhavige situatie het geval.

- Busbelasting



$$[3500/33000] * 140 \text{ kN} = 16,3 \text{ kN}$$

$$[(3500+4000) / 33000] * 140 = 31,8 \text{ kN}$$



## Memo

Kenmerk @@@-@@-13L10410002

$$\begin{aligned} & [(3500+4000+ 4500) / 33000] * 140 = 50,9 \text{ kN} \\ & [(3500+4000+ 4500+4000) / 33000] * 140 = 58,5 \text{ kN} \\ & [(3500+4000+ 4500+4000+4500) / 33000] * 140 = 67,9 \text{ kN} \\ & [(3500+4000+ 4500+4000+4500+4000) / 33000] * 140 = 104 \text{ kN} \\ & [(3500+4000+ 4500+4000+4500+4000+4500) / 33000] * 140 = 123 \text{ kN} \\ & [(3500+4000+ 4500+4000+4500+4000+4500+4000) / 33000] * 140 = 140 \text{ kN} \\ & \Sigma = 16,3 + 31,8 + 50,9 + 58,5 + 67,9 + 104 + 123 + 140 = = 592 \text{ kN/rijstrook} \end{aligned}$$

$$F_{\text{rep busen 2 rijstroken}} = 1185 \text{ kN}$$

Ook m.b.t. de bus wordt niet gerekend een dynamische factor

### Belastingcombinaties en resultaten.

Omdat de trambelasting hoger is dan de busbelasting wordt alleen de combinatie met de trambelasting beschouwd.

Op basis van NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011 is de gevolgklasse CC3

NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011 art.A2.3.1 punt (5) geeft aan dat:

*(5) Ontwerp en berekening van constructieve elementen (funderingen op staal, palen, pijlers, zijwanden, vleugelwanden, zijwanden en voorwanden van steunpunten, steunwanden voor ballast enz.) (STR) waarin geotechnische belastingen en de grondweerstand meespelen (GEO, zie 6.4.1) behoort te zijn getoetst met gebruikmaking van een van de volgende drie benaderingen, voor geotechnische belastingen en weerstanden aangevuld door EN 1997:*

- *benadering 1: Toepassing van rekenwaarden uit tabel A2.4(C) en tabel A2.4(B) in afzonderlijke berekeningen op de geotechnische belastingen en de belastingen op/door de constructie;*
- *benadering 2: Toepassing van rekenwaarden van de belastingen uit tabel A2.4(B) op de geotechnische belastingen en de belastingen op/door de constructie;*
- *benadering 3: Toepassing van rekenwaarden van de belastingen uit tabel A2.4(C) op de geotechnische belastingen en, gelijktijdig, toepassing van rekenwaarden van de belastingen uit tabel A2.4(B) op de belastingen op/door de constructie.*

*OPMERKING De keuze van de benadering 1, 2 of 3 is gegeven in de nationale bijlage.*

Op basis van NEN-EN1990 NB art.A2.3.1 punt (5)

*Voor de toetsing van geotechnische constructies moet ontwerpbenadering 3 zijn gebruikt, met dien verstande dat groep B van toepassing is voor alle typen belastingen bij:*

- *fundering op staal, verificatie beton,*
- *fundering op staal, verificatie grond draagvermogen,*
- *paalfundering, moment plus normaalkracht,*
- *paalfundering, grond draagvermogen en*
- *ondergrondse dak/wandconstructies.*

*Groep C moet zijn gebruikt voor geotechnische belastingen bij:*

- *algemene stabiliteit van de fundering,*
- *taludstabiliteit en*
- *damwandberekening.*

De Nationale bijlage overruled NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011 door te stellen dat ontwerpbenadering 3 moet worden gebruikt maar dat groep B van toepassing is voor alle typen

@@@-@@-13L10410002

## Memo

Kenmerk @@@-@@-13L10410002

belastingen. De tekst “dat ontwerpbenadering 3 moet worden gebruikt” is niet helder en eenduidig. Ook zijn de optredende belastingen niet gerelateerd aan belastingen waarin geotechnische belastingen en de grondweerstand meespelen  
Om deze reden worden de belastingfactoren uit tabel NB.13-A2.4(B) toegepast en Tabel NB.9-A2.1 m.b.t. de  $\psi$  factoren.

Let op: de gehanteerde factoren hebben betrekking op een brug voor wegverkeer. Voor bruggen voor spoorverkeer geldt Tabel NB.14 – A2.4(B) — Belastingfactoren voor spoorwegverkeersbruggen (STR/GEO) (groep B). De factoren wijken niet af.

### **Belasting landhoofd a.g.v. trambelasting**

*Groep B tabel NB.13 – A2.4(B)*

6.10a wordt:

$$\sum \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} = 1,40 * (2500 + 3125 + 615) + 1,50 * 0,8 * 1260 = 10248 \text{ kN met } \psi = 0,8$$

6.10b wordt:

$$\sum \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} = 1,25 * (2500 + 3125 + 615) + 1,50 * 1260 = 9690 \text{ kN met } \xi_j \gamma_G = 1,25$$

*Groep C*

Niet beschouwd.

**Maatgevende belasting = 10248 kN/landhoofd**