

Uithoornlijn

Planstudie

Gemeente Amstelveen

Gemeente Uithoorn



Veiligheidsconcept

Versie 1.0, 30 september 2016

Movares

Autorisatieblad

	Naam	Paraaf	Datum
Opgesteld door	R. Roeske, R. de Zutter		29-09-2016
Controle door	R de Zutter		29-09-2016
Vrijgave door	Mario Genot		30-09-2016

In deze versie is het commentaar van de Safety Board d.d. 27 september 2016 verwerkt.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
1.1	Doel	3
1.2	Leeswijzer	3
1.3	Afkortingen	4
1.4	Referentiedocumenten	4
	Deel I	5
2	Veiligheidsbeleid en -doelstellingen	6
2.1	Veiligheidsbeleid	6
2.2	Veiligheidsfilosofie en veiligheidsprincipes	6
2.3	Veiligheidsdoelstellingen	6
2.4	Doelstellingen zelfredzaamheid en hulpverlening	7
3	Systeembeschrijving	8
3.1	Begrippen	8
3.2	Tramsysteem	8
3.3	Infrastructuur	8
3.3.1.	Tracédelen	8
3.3.2.	Belasting	9
3.3.3.	Spoorconstructie en alignement	9
3.3.4.	Spoor lay-out	9
3.3.5.	Wissels	9
3.3.6.	Haltes	10
3.3.7.	Looppaden	10
3.3.8.	Gelijkvloerse wegkruisingen	10
3.3.9.	Spoorbeveiliging	10
3.3.10.	Tractie- energievoorziening	10
3.4	Materieel	10
3.5	Exploitatie	10
3.6	Omgeving	10
4	Risico-inventarisatie	11
4.1	Botsing in onbeveiligd gebied	11
4.2	Botsing in beveiligd gebied	12
4.3	Ontsporing	12
4.4	Aanrijding	14
4.5	Aanrijding met baanwerker	15
4.6	Elektrocutie	15
4.7	Gasexplosie	15
	Deel II	16
5	Maatregelen en locatiespecifieke eisen	17
5.1	Botsing in onbeveiligd gebied	17
5.2	Botsing in beveiligd gebied	17
5.3	Ontsporing	18
5.4	Aanrijding	18
5.5	Aanrijding met wegverkeer op kruising	19
5.6	Toelichting per kruispunt	20

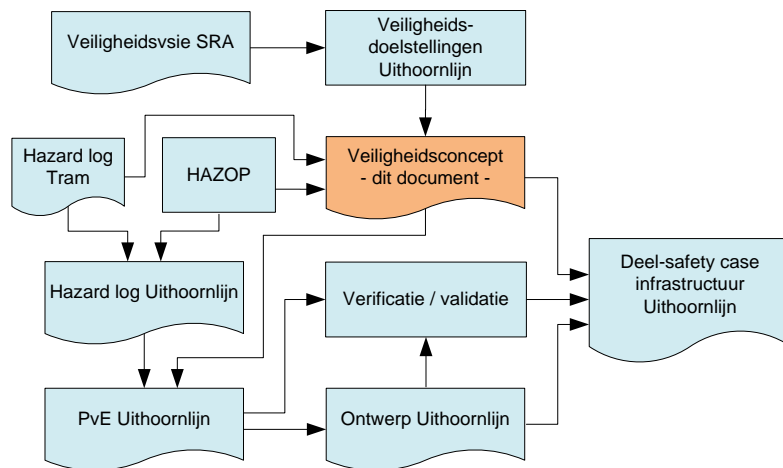
5.7 Flank- of frontale aanrijding met bus	24
5.8 Aanrijding met baanwerker	28
5.9 Elektrocutie	28
5.10 Gasexplosie	28
5.11 Zelfredzaamheid en hulpverlening	28
6 Zichtlijnen op wegkruisingen	29
Deel III	31
7 Ontwerpbeoordeling	32
Colofon	34
Bijlage I Tracé Uithoornlijn	

1 Inleiding

1.1 Doel

Voor de verkenningsfase van de realisatie van de Uithoornlijn wordt nog geen top level safety case opgesteld. Er wordt daarom een Veiligheidsconcept opgesteld dat de onderwerpen behandelt die eigenlijk in een top level safety case thuishoren. In dit Veiligheidsconcept worden de veiligheidsdoelstellingen, de inventarisatie van veiligheidsrisico's, de noodzakelijke (veiligheids)maatregelen en de daaruit voortkomende locatiespecifieke eisen vastgelegd. De maatregelen en eisen moeten waarborgen dat de veiligheidsdoelstellingen gerealiseerd kunnen worden. Daarnaast bevat het Veiligheidsconcept de veiligheidsbeoordeling van het Voorlopig Ontwerp van de infrastructuur van de Uithoornlijn, deze kan later in een deel-safety case infrastructuur worden opgenomen.

In *Figuur 1* is de positie van het veiligheidsconcept in de veiligheidsdocumentatie en het veiligheidsproces weergegeven.



Figuur 1 Positie van het veiligheidsconcept in de veiligheidsdocumentatie en het veiligheidsproces

In een latere fase van het project kan het Veiligheidsconcept in de top level safety case worden opgenomen.

1.2 Leeswijzer

Het veiligheidsconcept is opgebouwd uit drie delen.

Deel I behandelt het veiligheidsbeleid, de veiligheidsfilosofie en de veiligheidsdoelstellingen en bevat de risico-inventarisatie voor het vervoerssysteem Uithoornlijn.

Deel II bevat de uit de risico-inventarisatie voortvloeiende (veiligheids)maatregelen en locatiespecifieke eisen m.b.t. de infrastructuur.

Deel III bevat de beoordeling van het Voorlopig Ontwerp van de infrastructuur.

- 1.3 **Afkortingen**
- | | |
|-------|----------------------------------|
| AHOB | Automatische halve overwegbomen |
| ALARP | As low as reasonably practicable |
| ATB | Automatic Train Protection |
| AOB | Automatische overwegbomen |
| IPvE | Integraal Programma van Eisen |
| PVR | Profiel van vrije ruimte |
| SMP | Safety management plan |
| SRA | Stadsregio Amsterdam |
| TWL | Tramwaarschuwingslicht |
| TKP | Toelaatbaar kinematisch profiel |
| VRI | Verkeersregelininstallatie |
- 1.4 **Referentiedocumenten**
- [1] Integraal Programma van Eisen Operationeel Systeem Tram, versie 1.0 d.d. 21-10-2013, Gemeente Amsterdam Dienst Metro
 - [2] IPvE Segmentspecificatie Traminfrastructuur, versie 1.0 d.d. 21-10-2013, Gemeente Amsterdam Dienst Metro
 - [3] Uithoornlijn Planstudie - Safety Management Plan, versie 1.0 d.d. 29-06-2015, Movares
 - [4] Veiligheidsvisie Stadsregio Amsterdam 2016-2019, d.d. 20-11-2015, Stadsregio Amsterdam
 - [5] Eisenoverzicht met functies, 02-04-2015, Movares

Deel I

2 Veiligheidsbeleid en -doelstellingen

Dit hoofdstuk behandelt de rol en het veiligheidsbeleid van de opdrachtgever, de veiligheidsfilosofie en de veiligheidsdoelstellingen voor de Uithoornlijn.

2.1 Veiligheidsbeleid

De SRA is bestuurlijk eindverantwoordelijk voor de veiligheid van lokale spoorwegen vanuit de Wet lokaal spoor. De SRA bepaalt daarom ook het veiligheidsbeleid voor de Uithoornlijn. Dit veiligheidsbeleid is geformuleerd in de Veiligheidsvisie [4].

2.2 Veiligheidsfilosofie en veiligheidsprincipes

Absolute veiligheid bestaat niet. Er blijft altijd een kans bestaan dat er ongevallen plaatsvinden, waarbij personen gewond raken of overlijden. Voor de Uithoornlijn wordt veiligheid integraal beschouwd. Dat houdt in dat het gehele vervoerssysteem (bestaande uit infrastructuur, voertuigen en operationele processen) beschouwd wordt.

Conform het beleid van de opdrachtgever (SRA) wordt voor de Uithoornlijn veiligheid zo veel mogelijk uitgedrukt in termen van risico. Daarbij is risico het product van de kans op een ongewenste gevaarlijke gebeurtenis en de omvang van de gevolgen van die gebeurtenis.

Bij het bepalen van risicoreducerende maatregelen en eisen wordt gebruik gemaakt van de 'veiligheidsketen'. Deze bestaat uit 5 stappen:

1. Proactie: structureel voorkomen van situaties die tot ongevallen kunnen leiden;
2. Preventie: voorkomen van ongevallen en beperken van de gevolgen daarvan door preventieve maatregelen;
3. Preparatie: voorbereiden op de afhandeling van ongevallen door middel van planvorming, opleiden en oefenen;
4. Repressie: afhandelen van ongevallen en zorgen voor de daarbij behorende hulpverlening;
5. Nazorg: alles wat nodig is om zo snel mogelijk terug te keren naar de normale toestand.

Voor het ontwerp van de Uithoornlijn wordt als veiligheidsfilosofie gehanteerd dat de nadruk ligt op proactie en preventie. Maatregelen om ongevallen structureel te voorkomen of de kans op ongevallen te verkleinen hebben de voorkeur boven maatregelen om de gevolgen van ongevallen te beperken.

2.3 Veiligheidsdoelstellingen

In de Veiligheidsvisie [4] zijn veiligheidsdoelstellingen geformuleerd voor het Amsterdamse tramnet.

Als generieke doelstelling voor uitbreidingen en wijzigingen van het tramvervoersysteem geldt het 'stand still'-principe. Dit betekent dat het veiligheidsniveau voor het hele netwerk na realisering van een uitbreiding of wijziging ten minste gelijk of hoger moet zijn aan het veiligheidsniveau daarvoor.

Het veiligheidsniveau van het tramvervoersysteem is geconcretiseerd door middel van kwantitatieve streefwaarden voor de veiligheid van personen in en rond het railvervoersysteem. Om aan 'stand still' te voldoen, moet aan deze streefwaarden worden voldaan.

De omvang van het vervoerssysteem Uithoornlijn (tracélengte, aantal voertuigkilometers, aantal reizigerskilometers) is echter zeer klein. Kwantitatieve veiligheidsdoelstellingen zijn bij een dergelijke geringe omvang niet bruikbaar als ontwerptargets omdat ze niet sturend zijn voor het ontwerp van deelsystemen. Bij kwantitatieve analyses wordt namelijk het

vervoersysteem als geheel beschouwd en wordt niet duidelijk wat de bijdrage van die individuele deelsystemen is.

Door de geringe omvang is de te verwachte frequentie van incidenten met slachtoffers (doden en/of gewonden) zeer laag en daardoor niet meetbaar. Daarom kunnen kwantitatieve veiligheidsdoelstellingen ook niet worden gebruikt om de veiligheidsprestatie tijdens de exploitatiefase te toetsen.

De praktische veiligheidsdoelstelling voor de Uithoornlijn wordt daarom gebaseerd op eis 2.4.1. uit het IPvE operationeel systeem tram [1]:

Als algemene veiligheidsdoelstelling voor de Uithoornlijn geldt dat voor alle risicodragers de veiligheidsrisico's zo volledig mogelijk moeten worden geïnventariseerd en dat geïdentificeerde risico's tot een acceptabel niveau moeten worden gereduceerd.

Voor de beoordeling van veiligheidsrisico's wordt gebruik gemaakt van de risicomatrix die in de Hazard Log Tram is opgenomen (zie *Figuur 2*).

regelmatig (meer dan 1x per maand)	32	32	64	128	256
waarschijnlijk (1x per maand tot 1x per jaar)	16	16	32	64	128
incidenteel (1x per 1 tot 5 jaar)	8	8	16	32	64
weinig voorkomend (1x per 5 tot 25 jaar)	4	4	8	16	32
onwaarschijnlijk (1x per 25 tot 100 jaar)	2	2	4	8	16
onvoorstelbaar (minder dan 1x per 100 jaar)	1	1	2	4	8
Kans		1	2	4	8
Gevolg		te verwaarlozen (alleen materiele schade)	marginiaal (licht gewonden)	ernstig (1 dode en/of zwaar gewonden)	catastrofaal (doden en/of zwaargewonden)
Ontoelaatbaar	Maatregelen noodzakelijk				
Ongewenst	Alleen acceptabel als maatregelen onmogelijk/onuitvoerbaar zijn (afstemmen met toezichthouder)				
Toelaatbaar	Acceptabel mits risico beheerst wordt (afstemmen met toezichthouder)				
Verwaarloosbaar	Acceptabel zonder voorwaarden				

Figuur 2 Risicomatrix Hazard Log Tram

Daarnaast schrijft de Veiligheidsvisie [4] voor dat het ALARP-principe wordt gehanteerd. ALARP (As Low As Reasonably Practicable) betekent dat, indien op een redelijke wijze significante veiligheidsverbeteringen zijn te bereiken, deze moeten worden toegepast. De veiligheidsbaten van maatregelen dienen tegen de kosten (in de breedste zin van het woord) te worden afgewogen.

2.4 Doelstellingen zelfredzaamheid en hulpverlening

Ten behoeve van incidenten- en calamiteitenafhandeling gelden de onderstaande doelstellingen¹.

- ❖ Tijds stabilisatie van gewonden:
- ❖ *Bij een maatgevend incident moeten alle gewonden tijdig door de hulpverleners kunnen worden gestabiliseerd, zodat wordt voorkomen dat zij alsnog overlijden.*
- ❖ Handhaving huidige zorgniveau van hulpverlening:
- ❖ *Het vervoersysteem Uithoornlijn mag het zorgniveau van de hulpverlening in de omgeving van het tramtracé niet (substantieel) negatief beïnvloeden, d.w.z. dat aanrijdtijden niet structureel langer mogen worden en dat de bovenleiding het gebruik van ladderwagens en/of hoogwerkers niet mag verhinderen.*
- ❖ Zelfredzaamheid:
- ❖ *Bij een brand in de tram moeten reizigers en personeel in staat zijn om zonder externe hulp een veilige locatie te bereiken, voordat het klimaat in de tram en zijn directe omgeving zodanig verslechtert dat de veiligheid van mensen, inclusief hun vermogen om te vluchten, significant afneemt.*

¹ Deze doelstellingen zijn overgenomen uit eerdere light rail projecten.

3 Systeembeschrijving

Dit hoofdstuk bevat een beknopte beschrijving van de systeemeigenschappen van de Uithoornlijn. De systeembeschrijving is gebaseerd op het IPvE [1], [2] en het Eisenoverzicht [5].

3.1 Begrippen

Om te garanderen dat een voertuig ongehinderd over de baan kan rijden wordt er een aantal zaken vastgelegd:

- ❖ Voor het voertuig geldt een Toelaatbaar Kinematisch Profiel (TKP). Dit omvat de afmetingen van het voertuig, vermeerderd met de maximale schommel-, rol- en slingerbewegingen, en de wielslijtage. Het TKP is het referentieprofiel waartegen het voertuig wordt getoetst. In principe mag buiten dit profiel geen rijtuigdeel komen.
- ❖ Voor de baan geldt een Profiel van Vrije Ruimte (PVR). Dit is een afgesproken ruimte om het spoor waarbinnen zich geen obstakels mogen bevinden. Het PVR omvat het TKP, vermeerderd met de toleranties ten gevolge van foutliggingen en slijtage van het spoor en met een veiligheidsmarge.

3.2 Tramsysteem

De Uithoornlijn is een tramsysteem. Dat wil zeggen dat er geen spoorbeveiligingssysteem wordt toegepast en dat de trambestuurder verantwoordelijk is voor de snelheid van het voertuig, voor het bedienen van wissels en voor het veilig deelnemen aan weg- en tramverkeer (vermijden van botsingen en aanrijdingen).

3.3 Infrastructuur

3.3.1. Tracédelen

Het tracé van de Uithoornlijn loopt van het nieuwe opstel terrein van de Amstelveenlijn ter hoogte van Amstelveen Westwijk tot halte Dorpscentrum. In totaal is het traject van Amstelveen Westwijk 4435 meter. In Bijlage I is een overzicht opgenomen van het tracé van de Uithoornlijn.

De Uithoornlijn bestaat uit twee tracédelen, namelijk een vrije trambaan tussen het nieuwe opstel terrein bij Amstelveen Westwijk en de aansluiting met de busbaan in Uithoorn (tracédelen A, U1 en U2) en een gecombineerde trambusbaan in Uithoorn waarover zowel bussen als trams rijden (tracédelen U3 t/m U5).

Tracédeel A is onderverdeeld in segmenten A2 en A3²:

- A2: Tracé tussen aansluiting van het opstel terrein en begin van het talud van het viaduct over weg N201;
- A3: Tracé tussen het begin van het talud van het viaduct over de weg N201 en de gemeentegrens van Uithoorn.

Tracédeel U is onderverdeeld in de segmenten U1 tot en met U6:

- U1: Tracé over oude spoorbaan door Uithoorn tussen de gemeentegrens en het begin van de boog richting busbaan;
- U2: Tracé van het begin van de boog richting busbaan tot na de aantakking op de busbaan;
- U3: Tracé van de aantakking op de busbaan tot busstation Uithoorn;
- U4: Tracé door het busstation Uithoorn;
- U5: Tracé tussen busstation Uithoorn en halte Dorpscentrum;
- U6: Tracé bij halte Dorpscentrum.

² Tracédeel A1 is geen onderdeel meer van de scope van de Uithoornlijn

3.3.2. Belasting

De infrastructuur (baan, kunstwerken en spoor) is geschikt voor de aslasten van het trammaterieel en het onderhoudsmaterieel dat op de Uithoornlijn wordt ingezet.

3.3.3. Spoorconstructie en alignement

De spoorconstructie op de eerder genoemde tracédelen is ontworpen voor verschillende maximale snelheden. De volgende maximum snelheden gelden op deze tracédelen (afgezien van door de infrastructuur afgedwongen beperkingen):

- ❖ A1 tot en met A3: 70 kilometer per uur.
 - (Op de kruising met de J.C. van Hattumweg (tracédeel A1) is de maximum snelheid 50 kilometer per uur, niet meer in scope Uithoornlijn);
- ❖ U1 tot en met U6: maximum 50 kilometer per uur, op het emplacement van het eindpunt (Dorpscentrum) is de maximumsnelheid lager. Zie tabel
- ❖ Op wisselcomplexen wordt 15 kilometer per uur gereden

Cluster	Omschrijving	Van km	Tot km	Ontwerp snelheid	Opmerking
A2*	Opstelterrein tot oprit viaduct N201	0.0	0.886	70	
A3	Viaduct N201 tot Randweg in Uithoorn	0.886	1.378	70	
U1	Voormalige spoordijk in Uithoorn	1.378	2.202	50	Halte Aan de Zoom
U2	Aansluiting van de trambaan op de busbaan	2.202	2.591	30	Onderstation 30 km/u in de bocht
U3	Trambusbaan tot busstation met onderdoorgang Zijdeweg	2.591	3.073	50	Halte busstation
U4	Busstation	3.073	3.247	15/30	
U5	Trambusbaan tot eindpunt Dorpscentrum	3.247	4.275	50/30	30 km/u op viaduct
U6	Eindpunt Dorpscentrum	4.275	4.435	15	Eindhalte Dorpscentrum

Tabel 1 Overzicht ontwerpsnelheden per tracédeel

3.3.4. Spoor lay-out

De railinfrastructuur van de Uithoornlijn kent de volgende wissels/wisselcomplexen:

- ❖ Aansluiting opstelterrein;
- ❖ Overloopwissel voor verkort keren op het busstation Uithoorn;
- ❖ Overloopwissels bij eindpunt Dorpscentrum.

Op de Uithoornlijn wordt alleen over het rechterspoor gereden. Er zijn geen voorzieningen voor enkelspoorbedrijf waarbij de exploitatie in beide richtingen via één spoor kan plaatsvinden.

3.3.5. Wissels

In principe worden op de Uithoornlijn standaard tramwissels en -kruisen toegepast.

Bij standaard tramwissels is de bestuurder verantwoordelijk voor de visuele controle van de correcte positie van de wissels. Daarom is de maximum snelheid bij passeren van tramwissels op 15 kilometer per uur.

De wissels bij de aansluiting van het opstelterrein worden met een hogere snelheid bereden. Omdat de bestuurder bij een hogere snelheid niet visueel de stand van het wissel kan

controleren, worden hier wissels toegepast die worden gestuurd door een lokale spoorbeveiliging installatie.

3.3.6. Haltes

De Uithoornlijn kent de volgende haltes:

- ❖ Aan de Zoom;
- ❖ Busstation;
- ❖ Dorpscentrum.

Alle haltes worden alleen door trammaterieel gebruikt. Op het busstation en Dorpscentrum, staan de bussen op aparte haltes. De perrons zijn lang genoeg om met de maximale voertuigconfiguratie van 2 gekoppelde stellen te kunnen halteren (netto lengte 65 m).

De perronhoogte is zodanig dat er een gelijkvloerse instap wordt gerealiseerd (30 cm). Het hoogteverschil tussen voertuigvloer en perron is maximaal 5 centimeter. De horizontale instapspleet is maximaal 10 centimeter. De tramhaltes liggen in een horizontale en verticale rechtstand.

3.3.7. Looppaden

De vrije baan tussen de J.C. van Hattumweg en de aantakking op de busbaan de op dit traject gelegen kunstwerken en viaducten zijn voorzien van looppaden buiten PVR (ten behoeve van vluchten, onderhoud en inspectie).

3.3.8. Gelijkvloerse wegekruisingen

Op de Uithoornlijn bevinden zich de volgende gelijkvloerse kruisingen met wegverkeer:

- ❖ Randweg, alle verkeer;
- ❖ Bieslook (langzaam verkeer);
- ❖ Aan de Zoom (langzaam verkeer en bestemmingsverkeer);
- ❖ Busstation, Boerlagelaan, alle verkeer;

3.3.9. Spoorbeveiliging

De wissels bij de aansluiting van het opstelterrein worden door een spoorbeveiliging installatie bediend. Deze installatie stelt complete rijwegen in van en naar het opstelterrein en over de hoofdbaan langs het opstelterrein. Het systeem bevat de volgende functionaliteiten:

- ❖ Rijwegaanvraag vanuit het voertuig;
- ❖ Instelling van een veilige rijweg, dit betreft:
 - Wissels in de juiste stand sturen;
 - Uitsluiten van overlappende/strijdige rijwegen;
 - Rijweg vergrendelen;
- ❖ Rijweg autoriseren aan de bestuurder door middel van seinen.

ATP (Automatic Train Protection) maakt geen deel uit van de spoorbeveiliging.

3.3.10. Tractie-energievoorziening

Alle tracédelen van de Uithoornlijn zijn voorzien van bovenleiding. Er wordt een tractievoedingsspanning toegepast van 750V DC. Er wordt rekening gehouden met de plaatsing van een extra onderstation in cluster U3.

3.4 Materieel

Het trammaterieel dat wordt ingezet op de Uithoornlijn is lagevloer trammaterieel. De lengte en breedte van het materieel zijn gelijk aan die van de voertuigen die worden ingezet op de Amstelveenlijn type 15G (lengte 2 x 32,5m, breedte 2,40m).

3.5 Exploitatie

Er rijden maximaal 10 trams per uur per richting over de Uithoornlijn.

3.6 Omgeving

In tracédeel A2 bevindt zich nabij het talud van het viaduct over weg N201 een ondergrondse gasleiding en een gasuitblaasstation.

4 Risico-inventarisatie

In hoofdstuk 3 zijn de veiligheidsdoelstellingen voor de Uithoornlijn geformuleerd. Om te bepalen welke maatregelen er nodig zijn om aan deze doelstelling te voldoen, vindt er een risicoanalyse plaats. De risicoanalyse is gebaseerd op de uitgangspunten die in het SMP [3] zijn geformuleerd.

In dit hoofdstuk worden de risico's geïnventariseerd en geëvalueerd, d.w.z. dat per risico kans en gevolgen worden ingeschat. Voor de risico-evaluatie wordt gebruik gemaakt van de risicomatrix die in de Hazard Log Tram is opgenomen (zie § 2.3). Voor risico's die te groot zijn, worden in het volgende hoofdstuk aanvullende maatregelen voorgesteld en locatiespecifieke veiligheidseisen gespecificeerd.

4.1 Botsing in onbeveiligd gebied

Een botsing vindt plaats tussen twee tramvoertuigen. De kans op een botsing is afhankelijk van een aantal factoren, zoals snelheid, zichtlijnen van de bestuurder, de remweg en de reactietijd van de bestuurder en het voertuig. De gevolgen van een botsing worden ondermeer beïnvloed door de snelheid en de crashbestendigheid van het voertuig. In onbeveiligd gebied worden de volgende typen botsingen onderscheiden.

Kop-staartbotsingen: een tramvoertuig botst op een voorliggend tramvoertuig

Dit type botsing kan plaats vinden op elke locatie op het traject. Er zijn verschillende oorzaken mogelijk, zoals het niet op tijd remmen, een falend remsysteem en glad spoor.

Risicobeschouwing:

- ❖ De kans op dit type botsing is gering, omdat de voertuigen in de dienstregeling voldoende afstand ten opzichte van elkaar hebben. De kans op een ernstig ongeval wordt als *onwaarschijnlijk* geschat.
- ❖ De gevolgen kunnen *marginaal* tot *ernstig* zijn, afhankelijk van het snelheidsverschil tussen de twee voertuigen.

Het risico van dit type botsing is *verwaarloosbaar* tot *toelaatbaar*. Voor dit type botsing kunnen geen maatregelen genomen worden in de infrastructuur³.

Frontale botsingen: twee in tegengestelde richting rijdende voertuigen botsen

Dit type botsing kan op de hoofdbaan niet voorkomen, omdat er alleen rechterspoor wordt gereden. Uitzonderingen zijn de kopsporen bij het eindpunt van de trambaan. Hier kan een vertrekkend voertuig frontaal botsen op een binnenkomend voertuig op hetzelfde spoor.

Risicobeschouwing:

- ❖ De kans op dit type botsing wordt geschat op *weinig voorkomend* tot *onwaarschijnlijk*, omdat het zicht van de bestuurder goed is en de snelheid zeer laag is.
- ❖ De gevolgen zijn *marginaal* omdat de snelheid zeer laag is.

Het risico van dit type botsing is *verwaarloosbaar* tot *toelaatbaar*. Er zijn geen maatregelen in de infrastructuur nodig.

Mee-flankbotsingen; twee voertuigen rijden in dezelfde richting rijden en raken elkaar in de flank

Dit type botsing kan plaats vinden bij het eindpunt in Uithoorn, wanneer twee voertuigen tegelijkertijd vertrekken vanaf de kopsporen en elkaar in de flank raken op het overloopwissel.

³ Uitgangspunt is dat de Uithoornlijn een tramsysteem is, dus er wordt geen integrale spoorbeveiliging toegepast.

Risicobeschouwing:

- ❖ De kans op dit type botsing is wordt geschat op *weinig voorkomend tot onwaarschijnlijk*, omdat het zicht van de bestuurder goed is en de snelheid laag is.
- ❖ De gevolgen zijn *marginiaal* omdat de snelheid zeer laag is.

Het risico van dit type botsing is *verwaarloosbaar tot toelaatbaar*. Er zijn geen maatregelen in de infrastructuur nodig.

Tegen-flankbotsingen: twee voertuigen rijden in tegengestelde richting en raken elkaar in de flank

Dit type botsing kan alleen plaats vinden bij het eindpunt in Uithoorn, wanneer een vertrekkend en aankomend voertuig elkaar in de flank raken op het overloopwissel.

Risicobeschouwing:

- ❖ De kans op dit type botsing is wordt geschat op *weinig voorkomend tot onwaarschijnlijk*, omdat het zicht van de bestuurder goed is en de snelheid laag is.
- ❖ De gevolgen zijn *marginiaal* omdat de snelheid zeer laag is.

Het risico van dit type botsing is *verwaarloosbaar tot toelaatbaar*. Er zijn geen maatregelen in de infrastructuur nodig.

4.2 Botsing in beveiligd gebied

Botsingen tussen voertuigen in beveiligd gebied kunnen plaatsvinden ten gevolge van het falen van de spoorbeveiliging, het negeren van een rood sein, glad spoor of het falen van de remmen van het voertuig.

Risicobeschouwing:

- ❖ Wanneer er een spoorbeveiligingssysteem wordt toegepast, dan is de kans op een botsing in het beveiligde gebied in principe zeer klein. De voornaamste oorzaken van een botsing in beveiligd gebied zijn het negeren van rode seinen en doorglijden op glad spoor.
 - Op het Amsterdamse tramnet komt zeer weinig spoorbeveiliging voor, desondanks vindt er gemiddeld eens per 2 maanden een roodseinpassage plaats. De aanwezigheid van een spoorbeveiligingssysteem levert dus een significant mindere reductie van de botskans dan men in eerste instantie zou verwachten. De kans op een ernstige botsing wordt geschat op *weinig voorkomend tot onwaarschijnlijk*.
- ❖ De gevolgen zijn ernstig *ernstig* tot *catastrofaal*, omdat de doorgaande voertuigen langs het opstel terrein met relatief hoge snelheid rijden.

Het risico van botsingen binnen het beveiligde gebied is *ongewenst*. Er zijn (naast de toepassing van spoorbeveiliging) aanvullende maatregelen nodig om de kans op botsingen te verkleinen.

4.3 Ontsporing

Ontsporingen kunnen plaats vinden door te hoge snelheid (in bogen en wissels), vervuilde groefrails, falende wissels (omlopen onder het voertuig) of door aanrijding met andere weggebruikers. Hieronder volgt per oorzaak een risicobeschouwing.

Ontsporing ten gevolge van een te hoge snelheid (in bogen en op wissels)

Risicobeschouwing:

- ❖ De kans op een ontsporing door een te hoge snelheid (in bogen en op wissels) met ernstige gevolgen wordt geschat op *onwaarschijnlijk*, omdat de trambestuurder het tracé

kent en de maximum toelaatbare snelheid van het voertuig bewaakt. Bovendien zijn er zeer weinig bogen en wissels.

- ❖ De gevolgen van een ontsporing zijn afhankelijk van de snelheid van de tram, bij hoge snelheid kunnen deze *ernstig* zijn.

Het risico van ontsporingen ten gevolge van een te hoge snelheid is *toelaatbaar*. Er zijn geen maatregelen in de infrastructuur nodig.

Ontsporing ten gevolge van vervuilde groefrails

Risicobeschouwing:

- ❖ De kans op een ontsporing door vervuilde groefrails wordt geschat op *weinig voorkomend*. Remzand is een belangrijke bron van vervuiling. Modern trammaterieel gebruikt een minimale hoeveelheid remzand. Groefrail wordt bovendien slechts op een deel van het tracé (tracédeel U) toegepast.
- ❖ De gevolgen van een ontsporing zijn in het algemeen *te verwaarlozen*, omdat vervuilde groefrails vaak voorkomen op locaties waar geremd wordt en de snelheid dus relatief laag is.

Het risico van ontsporingen ten gevolge van vervuilde groefrails is *verwaarloosbaar*. Er zijn geen maatregelen in de infrastructuur nodig.

Ontsporing op falend wissel

Risicobeschouwing:

- ❖ De kans op een ontsporing op een standaard tramwissel (snelheid maximaal 15 kilometer per uur) wordt geschat op *weinig voorkomend*. Ontsporingen op deze wissels komen in tramsystemen met enige regelmaat voor.
 - Ter hoogte van het opstel terrein is de snelheid van het voertuig hoger. De wissels bij het opstel terrein liggen zijn opgenomen in de spoorbeveiliging (zie paragraaf 3.3.9) en deze geen rijwegen over falende wissels stelt. De kans op een ontsporing op deze wissels wordt daarom geschat op *onvoorstelbaar*.
- ❖ De gevolgen zijn in het algemeen *te verwaarlozen tot marginaal*, omdat de snelheid op standaard tramwissels beperkt is.

Het risico van ontsporingen op wissels is *verwaarloosbaar tot toelaatbaar*. Er zijn geen maatregelen in de infrastructuur nodig.

Ontsporing door aanrijding met andere weggebruikers

Risicobeschouwing:

- ❖ De kans op een ontsporing wordt geschat op *weinig voorkomend*. Ontsporingen ten gevolge van aanrijdingen treden alleen op bij aanrijdingen met zware wegvoertuigen. Deze kunnen slechts op een beperkt aantal locaties optreden (op twee wegwijdingen en op de intakking op de busbaan).
- ❖ De gevolgen zijn *te verwaarlozen tot marginaal*, omdat het voertuig meestal minimaal (met één draaistel) ontspoord bij een aanrijding met een andere weggebruiker. Bovendien zal de trambestuurder in veel gevallen een snelremming inzetten waardoor de snelheid van de tram relatief laag is.

Het risico van ontsporingen ten gevolge van een aanrijding met een andere weggebruiker is *verwaarloosbaar tot toelaatbaar*. Er zijn geen maatregelen in de infrastructuur nodig.

Beperkingen van gevolgen van ontsporingen

Op locaties waar de gevolgen van een ontsporing groot kunnen zijn, kunnen (ongeacht de kans van optreden) in het kader van ALARP maatregelen worden genomen.

Voorbeelden van zulke locaties zijn:

- ❖ Viaducten, waar het voertuig bij een ontsporing van af kan vallen;
- ❖ Vaste objecten langs de baan die door het ontspoorde voertuig kunnen worden aangereden.

4.4 Aanrijding

Aanrijdingen vinden plaats tussen tramvoertuigen en wegverkeer. Er zijn verschillende factoren die invloed hebben op aanrijdingen, zoals de snelheid, zichtlijnen, de remweg en de reactietijd van de bestuurder van de tram en de andere weggebruiker. De volgende type botsingen zijn mogelijk.

Aanrijding met wegverkeer op kruising

Aanrijdingen op wegkruisingen kunnen plaats vinden met gemotoriseerd verkeer en met langzaam verkeer.

Risicobeschouwing:

- ❖ De kans op een aanrijding is sterk afhankelijk van de snelheid van de tram en de verkeersintensiteit op de kruising.
- ❖ De gevolgen van een aanrijding zijn afhankelijk van het type wegverkeer. Met name bij langzaam verkeer zijn de gevolgen vaak *ernstig*.

Het risico van een aanrijding is sterk afhankelijk van de lokale situatie. In veel gevallen zullen maatregelen nodig zijn.

Kop-staartaanrijding met bus

Op de gecombineerde trambusbaan in Uithoorn kunnen kop-staartaanrijdingen tussen trams en bussen plaats vinden.

Risicobeschouwing:

- ❖ De kans op een aanrijding wordt geschat op *weinig voorkomend*, omdat trams en bussen met ongeveer gelijke snelheid achter elkaar aan rijden. Daarnaast zijn de trambestuurders en buschauffeurs bekend met de haltelocaties en weten zij dus wanneer een voorliggend voertuig gaat remmen. Tot 50 km/uur, de maximale baanvaksnelheid, zijn de remkarakteristieken van tram en bus nagenoeg gelijk.
- ❖ De gevolgen van een aanrijding zijn afhankelijk van het snelheidsverschil tussen tram en bus, maar zullen over het algemeen *te verwaarlozen tot marginaal* zijn.

Het risico van een kop-staartaanrijding is *verwaarloosbaar tot toelaatbaar*. Er kunnen in de infrastructuur geen maatregelen genomen worden om dit type aanrijding te voorkomen.

Flank- of frontale aanrijding met bus

Flankaanrijdingen kunnen voorkomen bij de intakking van de tram op de busbaan, bij het eindpunt van de tram en bij de haltekom voor de bus waar de tram voorbij rijdt.

Frontale aanrijdingen kunnen plaats vinden bij het eindpunt van de tram.

Risicobeschouwing:

- ❖ De kans op een aanrijding is reëel, omdat er veel voertuigbewegingen plaats vinden op de trambusbaan, de zichtlijnen niet altijd goed zijn en de snelheid van de tram relatief groot kan zijn.
- ❖ De gevolgen van een flankaanrijding zullen over het algemeen *marginaal* zijn. De gevolgen van een frontale aanrijding kunnen *ernstig* zijn..

Het risico is sterk afhankelijk van de lokale situatie. Afhankelijk van de lokale situatie zijn maatregelen nodig om het risico van een aanrijding te beperken.

4.5 Aanrijding met baanwerker

- ❖ Een aanrijding met een baanwerker kan plaats vinden wanneer er tijdens exploitatie-uren aan de tramsporen wordt gewerkt. Er zijn procedures om het werken aan de baan te reguleren, maar er blijft een kans dat een tramvoertuig niet tijdig remt/stopt of een baanwerker het spoor in stapt terwijl er een tram aan komt.
- ❖ Risicobeschouwing:
 - ❖ De kans is afhankelijk van de lokale zichtomstandigheden en de snelheid van de tram ter plaatse.
 - ❖ De gevolgen kunnen *ernstig* zijn. Er kunnen zwaargewonden en/of doden vallen.
 - ❖ Het risico is sterk afhankelijk van de lokale situatie. Er kunnen in de infrastructuur geen maatregelen genomen worden om aanrijdingen met baanwerkers te voorkomen.

4.6 Elektrocutie

Elektrocutiegevaar ontstaat wanneer de bovenleiding breekt of los komt van de bevestiging en naar beneden valt. Een bovenleidingbreuk kan diverse oorzaken hebben. Bovenleidingbreuken kunnen bijvoorbeeld ontstaan doordat een pantograaf van een tram de bovenleiding beschadigt, doordat kruisend verkeer (hoge vrachtwagens) de bovenleiding kapot trekt, doordat voertuigen (zoals bussen of vrachtauto's) bovenleidingportalen aanrijden of door achterstallig onderhoud aan de bovenleidingconstructie.

Risicobeschouwing:

- ❖ De kans op elektrocutie wordt geschat op *onwaarschijnlijk*, omdat er maar een beperkt aantal locaties zijn waar passagiers en/of passanten geraakt kunnen worden door een vallende bovenleiding, dit betreft met name haltes en kruisingen. Er is slechts een klein aantal kruisingen waar passerend wegverkeer een bovenleidingportaal kan aanrijden.
- ❖ De gevolgen kunnen *ernstig* zijn..

Het risico van elektrocutie is *toelaatbaar*. Omdat er ter hoogte van wegkruisingen en haltes een 'vlakke bovenleiding' (alleen een rijdraad) wordt toegepast, kunnen er geen maatregelen worden genomen om het risico van elektrocutie verder te verkleinen.

4.7 Gasexplosie

De nabijheid van het gasuitblaasstation kan een gevaar opleveren voor passerende trams. Als er tijdens het afblazen van gas een tram passeert kan er (ten gevolge van vonken) een gasexplosie plaatsvinden.

Risicobeschouwing:

- ❖ De kans op een gasexplosie wordt geschat op *onwaarschijnlijk* omdat er slechts zeer incidenteel gas wordt afgeblazen.
- ❖ De gevolgen van een gasexplosie kunnen *ernstig* tot *catastrofaal* zijn.

Het risico van een gasexplosie is *toelaatbaar* tot *ongewenst*. Omdat het tramtracé binnen de (externe veiligheid) risicocontour van het gasuitblaasstation ligt zijn er maatregelen nodig.

Deel II

5 Maatregelen en locatiespecifieke eisen

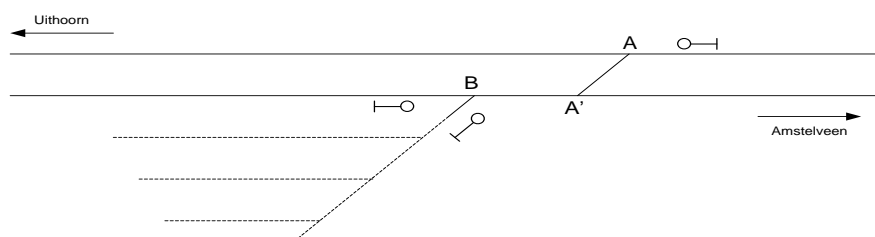
In het voorgaande hoofdstuk zijn de risico's geïventariseerd. In dit hoofdstuk worden maatregelen voorgesteld om die risico's te mitigeren. Op basis van deze maatregelen worden er locatiespecifieke eisen geformuleerd voor de infrastructuur.

5.1 Botsing in onbeveiligd gebied

Er zijn geen maatregelen nodig om het risico van botsingen in onbeveiligd gebied te beperken (zie paragraaf 4.1).

5.2 Botsing in beveiligd gebied

Er zijn (naast de spoorbeveiliging installatie, zie paragraaf 3.3.9) aanvullende maatregelen nodig om het risico van botsingen in beveiligd gebied te beperken (zie paragraaf 4.2). Omdat de trams niet over ATP-apparatuur beschikken (waarmee roodseinpassage kan worden verhinderd) wordt de oplossing gezocht in flankdekking m.b.v. wissels. De geplande spoorconfiguratie is afgebeeld in Figuur 3.



Figuur 3 Spoorconfiguratie aansluiting opstelsterrein

Er zijn vier scenario's denkbaar:

1. Tram richting opstelsterrein negeert rood sein en botst op tram richting Amstelveen of op tram vanaf opstelsterrein;
2. Tram richting Amstelveen negeert rood sein en botst op tram naar of vanaf opstelsterrein;
3. Tram vanaf opstelsterrein negeert rood sein en botst op tram richting Amstelveen of op tram naar opstelsterrein;

Om scenario 1 uit te sluiten kan wissel A als flankdekkend wissel worden gebruikt. De geplande spoorconfiguratie bevat geen mogelijkheden om de overige scenario's uit te sluiten m.b.v. flankdekking. Scenario 3 kan worden uitgesloten door tussen het opstelsterrein en wissel B een flankdekkend wissel met veiligheidskopje aan te brengen. Scenario 2 kan worden uitgesloten door vóór wissel A (aan de 'Uithoornzijde') een flankdekkend wissel met veiligheidskopje aan te brengen. Hiervoor is waarschijnlijk echter geen ruimte aanwezig.

Vooralsnog wordt volstaan met het uitsluiten van scenario's 1 en 3. Voor het reduceren van de kans op scenario 2 wordt geadviseerd om een extra sein te plaatsen om een 'rood-rood' seinopvolging te kunnen realiseren. Dan moet de trambestuurder dus twee maal een rood sein negeren om het gevaarpunt (wissel B) te kunnen bereiken.

Locatiespecifieke eisen:

- Tussen wissel B en het opstelsterrein dient een flankdekkend wissel met veiligheidskopje te worden aangebracht.
- Op de hoofdbaan dienen voor wissel B niet één maar twee (hoofd)seinen te worden geplaatst waarmee een rood-rood seinopvolging wordt gecreëerd.

5.3 Ontsporing

Er zijn in het algemeen geen maatregelen nodig om het risico van ontsporingen te beperken (zie paragraaf 4.3). Op locaties waar de gevolgen van een ontsporing groot kunnen zijn, kan in het kader van ALARP ontsporinggeleiding worden toegepast.

Locatiespecifieke eis:

- Op het viaduct over de N201 dient ontsporinggeleiding te worden toegepast.

5.4 Aanrijding

Aanrijding met wegverkeer op kruising

Om het risico van een aanrijding op een kruising te beperken kunnen tramwaarschuwingslichten (TWL), een verkeersregelinstallatie (VRI) of een overweginstallatie (AOB of AHOB) worden toegepast. De keuze is afhankelijk van de snelheid van de tram en de zichtlijnen ter plaatse. Onderstaande tabel geeft globaal de keuzecriteria weer.

Snelheid tram	Zicht	Tramwaarschuwing licht	Verkeerslicht	Overweg bomen
<30 km/h	goed	X	X	
	slecht	X	X	
30-50 km/h	goed	X	X	X
	slecht		X	X
≥50 km/h	goed			X
	slecht			X

Bij de keuze van de toe te passen maatregelen dient rekening te worden gehouden met de aard van de kruising:

- Betreft het een kruising met een trambaan die (visueel) onderdeel uitmaakt van het verkeerssysteem waarin de andere weggebruikers zich bevinden (dit betreft ook vrije trambanen die direct naast de weg liggen), dan zullen weggebruikers meer bedacht zijn op tramverkeer en kan mogelijk worden volstaan met 'lichte' maatregelen.
- Betreft het een kruising met een trambaan die geen relatie heeft met het verkeerssysteem waarin de andere weggebruikers zich bevinden (vergelijkbaar met een overweg), dan zullen weggebruikers weinig bedacht zijn op tramverkeer en zijn 'zware' maatregelen nodig.

In de veiligheidbeschouwingen in deze paragraaf wordt de intensiteit van het kruisende wegverkeer niet meegenomen. De relatief hoge frequentie van het tramverkeer wordt als maatgevend beschouwd, de kans op aanrijding is namelijk lineair afhankelijk van de frequentie van het tramverkeer.

Voor kruisingen waar als maatregel AOB of AHOB wordt aanbevolen, kan eventueel worden overwogen om een alternatief met een lager veiligheidsniveau toe te passen. Om met de alternatieve maatregel een acceptabel veiligheidsniveau te kunnen realiseren dienen de zichtomstandigheden ter plaatse zodanig zijn, dat de trambestuurder kan anticiperen en een redelijke kans heeft om aanrijdingen te vermijden. In veel gevallen zal ook de passagesnelheid van de tram op de kruising moeten worden verlaagd.

Bij het bepalen van passende maatregelen dient rekening te worden gehouden met het verwachtingspatroon van de trambestuurder: bij gelijksoortige situaties dienen zoveel mogelijk dezelfde maatregelen te worden getroffen.

Ook dient in acht te worden genomen langzaam verkeer vaak weinig oplettend is (o.a. door het gebruik van mobiele telefoons tijdens deelname aan het verkeer) en dat VRI's en TWL's daardoor vaak niet worden opgemerkt of worden genegeerd.

Gezien de ervaringen op de Amstelveenlijn en de Rotterdamse Calandlijn wordt afgeraden om alternatieve maatregelen met een lager veiligheidsniveau toe te passen.

Samengevat leidt dat tot de volgende alternatieven:

Kruispunt	Bij gewenste baanvaksnelheid	Bij verlaagde baanvaksnelheid en creëren voldoende zicht
Randweg	Overwegbomen	Verkeerslicht bij snelheid van 30 km/h
Bieslook	Overwegbomen	Tramwaarschuwingslicht (met geluidsignaal) bij snelheid van 30 km/h
Aan de Zoom	Tramwaarschuwingslicht (met geluidsignaal)	N.v.t.
Busstation	Verkeerslichten	N.v.t.

Tabel 3 Veiligheidsmaatregelen bij kruisingen met wegverkeer

Kop-staart aanrijding met bus

Er kunnen in de infrastructuur geen maatregelen worden genomen om dit type aanrijding te voorkomen.

Flank- of kop-kop-aanrijding met bus

Om het risico van een van een flank- of frontale aanrijding te beperken kunnen tramwaarschuwingslichten (TWL) of een verkeersregelininstallatie (VRI) worden toegepast.

Locatiespecifieke eisen:

5.5 Aanrijding met wegverkeer op kruising

Op de tekeningen in deze paragraaf zijn de vereiste zichtlijnen (conform de eisen in paragraaf 6) indicatief weergegeven. Hierbinnen mogen zich geen objecten bevinden hoger dan 1m, dit geldt ook voor eventuele geluidsschermen. Ook in situaties die beveiligd zijn met een AHOB of AOB dienen de zichtlijnen te voldoen aan de eisen in paragraaf 6.

Wegkruisingen dienen afdoende verlicht te zijn. De verlichting kan een voortzetting zijn van de op de toeleidende weg(en) aanwezige straatverlichting.

Bij toepassing van AHOB of AOB:

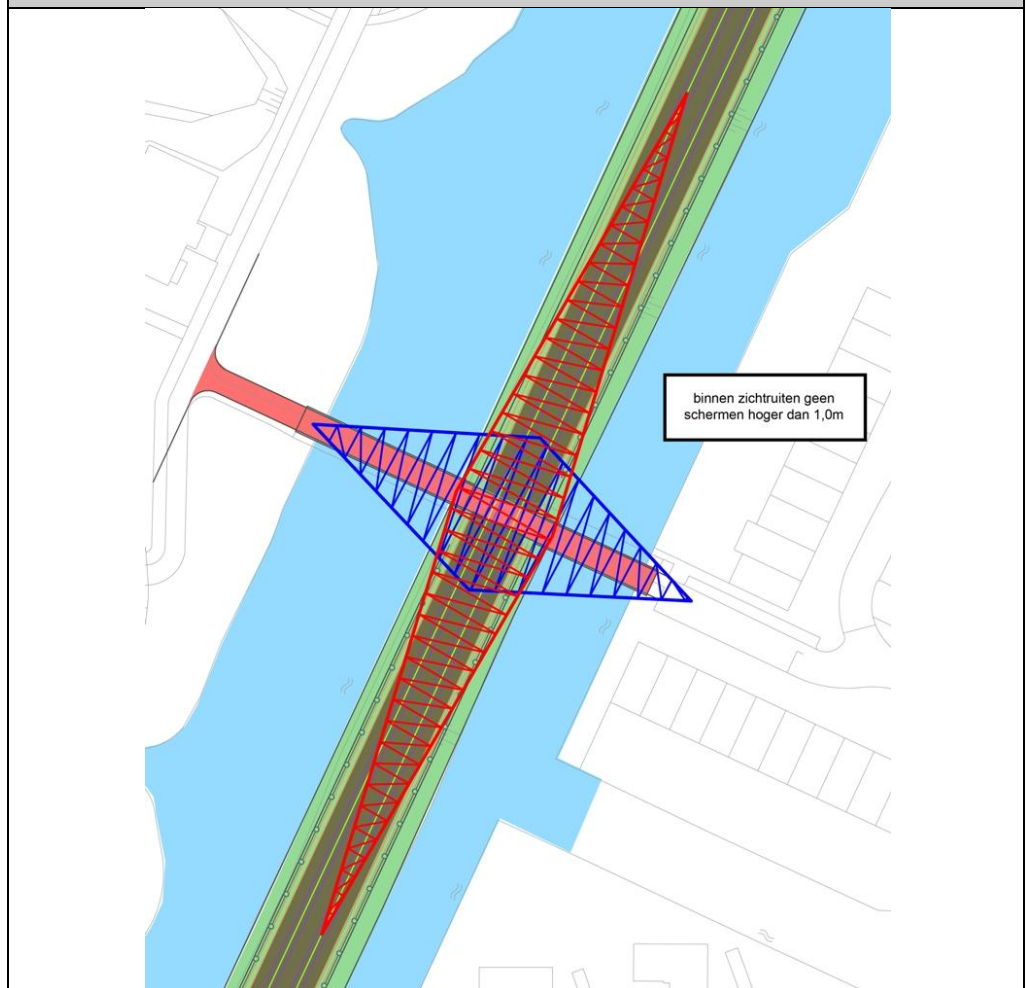
- Aan weerszijden van een AHOB of AOB dient een (laag) sein langs de baan te worden geplaatst dat aangeeft of de overweginstallatie correct functioneert dan wel in storing is. De trambestuurder dient dan de snelheid aan te passen zodat aanrijding van weggebruikers (die de gesloten bomen negeren) kan worden voorkomen.
- Bij kruisingen die zijn voorzien van AHOB's of AOB's dienen Andreaskruisen te worden geplaatst. Deze kruisingen krijgen daarmee de status van 'overweg'.

De maatregelen voor individuele kruispunten worden nader toegelicht in de volgende paragraaf.

5.6 Toelichting per kruispunt

Randweg	
<p>Kruising trambaan met gemengd verkeer, geplande passeersnelheid tram 50 km/h Verkeersintensiteit (drukste uur): snelverkeer ca. 500 vtg/uur, langzaam verkeer ca. 30 vtg/uur, enkele voetgangers/uur.</p>	
<p><u>Locatiespecifieke eisen:</u></p> <p>Wegkruising voorzien van:</p> <ul style="list-style-type: none"> • AHOB voor snel verkeer; • AOB voor langzaam verkeer. 	<p><u>Alternatieve locatiespecifieke eisen:</u></p> <p>Passeersnelheid van tram terugbrengen naar 30 km/h, afdwingen door het plaatsen van snelheidsborden. Wegkruising voorzien van VRI.</p>
<p><u>Veiligheidsbeschouwing:</u></p> <p>De kruisende trambaan is geen onderdeel van het verkeerssysteem waarin de weggebruikers zich bevinden, waardoor de weggebruikers op de Randweg onvoldoende verdacht zijn op kruisende trams. De Randweg wordt bovendien veel gebruikt wordt door kwetsbare en vaak minder voorzichtig fietsende scholieren.</p> <p>Gezien de aard van de kruising, de aard van het kruisende wegverkeer en de passeersnelheid van de tram wordt dringend geadviseerd om AHOB's/AOB's (overwegbomen) toe te passen.</p>	

Bieslook



Kruising trambaan met langzaam verkeer, geplande passeersnelheid tram 50 km/h
Verkeersintensiteit (drukste uur): langzaam verkeer ca. 180 vtg/uur, ca. 15 voetgangers/uur.

Locatiespecifieke eis:

Wegkruising voorzien van AOB.

Alternatieve locatiespecifieke eisen:

Passeersnelheid van tram terugbrengen naar 30 km/h, afdwingen door het plaatsen van snelheidsborden.

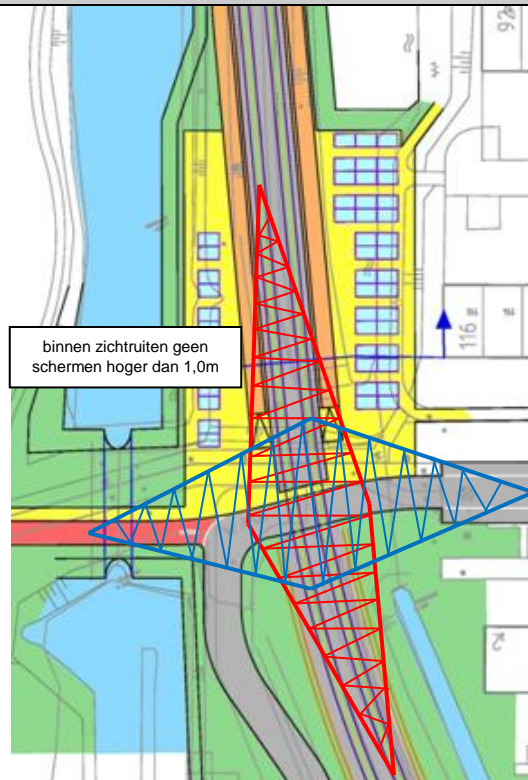
Wegkruising voorzien van TWL (met geluidsignaal).

Veiligheidsbeschouwing:

De kruisende trambaan is geen onderdeel van het verkeerssysteem waarin de weggebruikers zich bevinden, waardoor de weggebruikers op Bieslook onvoldoende verdacht zijn op kruisende trams. Bieslook is bovendien een langzaam verkeer route die alleen gebruikt wordt door kwetsbare weggebruikers.

Gezien de aard van de kruising, de aard van het kruisende wegverkeer en de passeersnelheid van de tram wordt dringend geadviseerd om AHOB's/AOB's (overwegbomen) toe te passen.

Aan de Zoom



Kruising trambaan met gemengd verkeer bij halte, geplande passeersnelheid tram 30 km/h. Inrichting van wegkruising wordt ruim en open ('shared space'-achtig).
Verkeersintensiteit (drukste uur): snelverkeer incidenteel, langzaam verkeer ca. 300 vtg/uur, ca. 20 voetgangers/uur.

Locatiespecifieke eisen:

Wegkruising voorzien van TWL (met geluidsignaal), maximale passeersnelheid van tram richting Amstelveen afdwingen door het plaatsen van snelheidsborden.

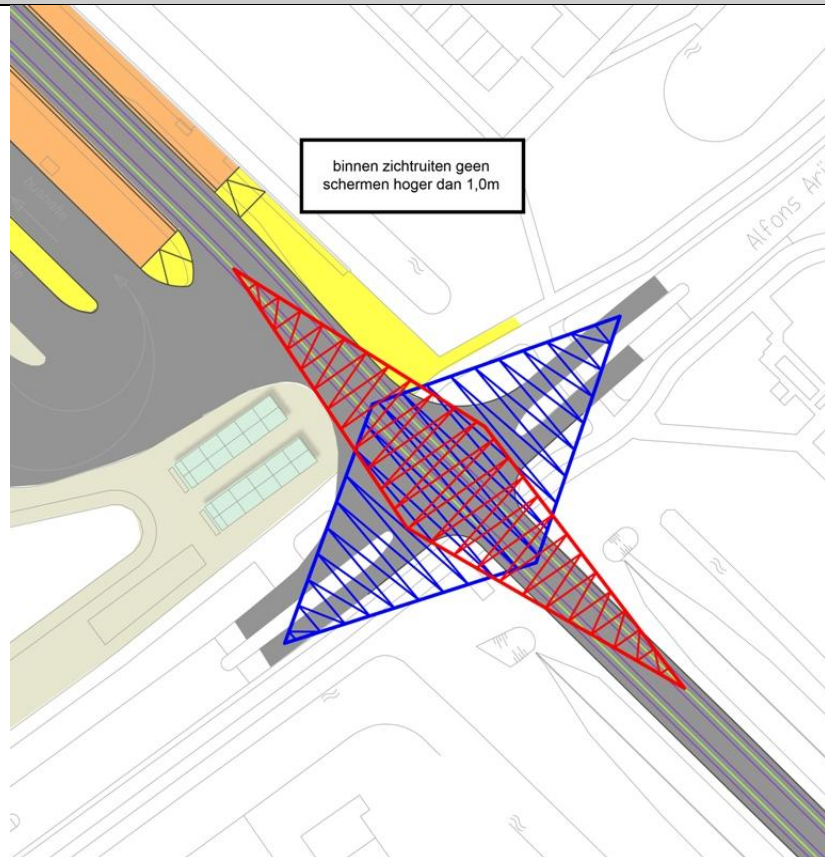
Veiligheidsbeschouwing:

De kruising wordt intensief gebruikt door kwetsbare en vaak minder voorzichtig fietsende scholieren. De aanwezigheid van de halte introduceert het risico dat reizigers die lopend of fietsend bij de halte arriveren nog snel voor een tram langs willen kruisen om hun tram te halen.

Omdat langzaam en snelverkeer niet gescheiden worden kan alleen een AHOB worden geplaatst. Deze is voor langzaam verkeer niet effectief (zigzaggen). Bij de geplande ruime en open inrichting van de kruising ligt de toepassing van overwegbomen ook minder voor de hand. Gezien de beperkte snelheid van de tram en kan worden volstaan met TWL's (met geluidsignaal). Aandachtspunt: De materialisatie van de kruising dient zodanig te zijn dat de trambestuurder die in de richting van Amstelveen rijdt er duidelijk op wordt geattendeerd dat hij 'shared space'-achtige ruimte binnenrijdt.

Hoewel de snelheid van de tram beperkt is, is het wenselijk om op de kruising met de trambaan overwegbomen toe te passen.

Busstation zuidoostzijde, Boerlagelaan



Kruising trambaan met gemengd verkeer, geplande passeersnelheid tram 30 km/h

Locatiespecifieke eis:


VRI aanpassen voor tram (inmelding tram toevoegen, ontruimingstijden aanpassen).

Veiligheidsbeschouwing:

De VRI is bedoeld om het bus- en tramverkeer snel en veilig de Boerlagelaan te laten kruisen. Vanwege de efficiency heeft het de voorkeur om bus- en tramverkeer in beide richtingen tegelijkertijd te laten kruisen, maar dan is de verkeersregeling niet conflictvrij: bussen die vanuit het zuidoosten het busstation oprijden, kruisen trams die in zuidoostelijke richting vertrekken.

Aandachtspunt: een bus uit zuidoostelijke richting, die direct achter een tram rijdt, heeft geen zicht op een tegemoetkomende tram. Het hierdoor veroorzaakte aanrijdrisico kan worden gereduceerd door het rijdend personeel van de betrokken vervoerder(s) duidelijke instructies te verstrekken.

5.7 Flank- of frontale
aanrijding met bus

Aansluiting busbaan

<p>Intakking tram op busbaan, geplande passeersnelheid tram 30 km/h, geplande passeersnelheid bus 30 km/h, 15 bussen/uur per richting</p>
<p><u>Locatiespecifieke eisen:</u> Geen.</p>
<p><u>Veiligheidsbeschouwing:</u> De frequenties van tram en bus zijn vrij hoog, maar het zicht lijkt vooralsnog goed en de snelheden zijn relatief laag. Er zijn geen maatregelen nodig.</p> <p><u>Aandachtspunt:</u> het ontwerp dient er in te voorzien dat rechtsafslaande bussen voldoende ruimte hebben om (ruim) buiten het profiel van de rijstrook richting noordwest te blijven (bocht niet te scherp maken).</p> <p>Mochten de zichtomstandigheden in de praktijk minder blijken te zijn (bijv. door beplanting) den kan worden overwogen om voor de intakking van trams op de busbaan een verkeersregeling toe te passen.</p>

Busstation noordwestzijde



Intakking bus op trambusbaan, geplande passeersnelheid tram 15 km/h

Locatiespecifieke eis:

Intakking voorzien van TWL voor in noordwestelijke richting vertrekkende bussen, TWL activeren bij vertrekkende tram.

Veiligheidsbeschouwing:

In noordwestelijke richting vertrekkende bussen hebben slecht zicht op in diezelfde richting vertrekkende trams, het is zeer wenselijk om hier TWL's toe te passen. Voor het conflict tussen in noordwestelijke richting vertrekkende bussen en uit die richting arriverende trams zijn geen maatregelen nodig, het zicht is goed.

Halte Couperuslaan



Invoegen van bus op trambusbaan, geplande passeersnelheid tram 50 km/h

Locatiespecifieke eis:

Halte voorzien van TWL voor vertrekkende bussen, TWL activeren bij naderende tram.

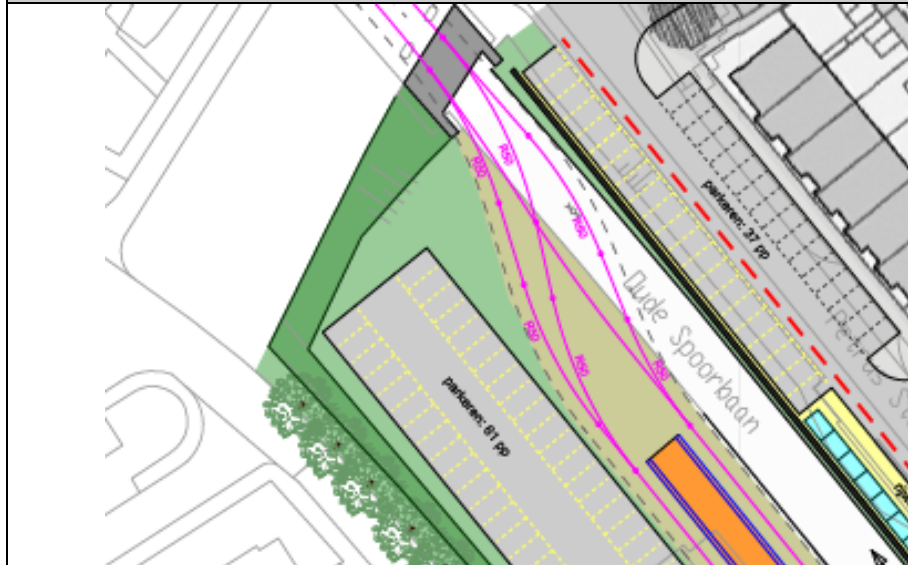
Veiligheidsbeschouwing:

Vertrekkende bussen hebben slecht zicht op achteropkomende trams, het is zeer wenselijk om hier TWL's toe te passen.

Aandachtspunt: het ontwerp dient er in te voorzien dat vertrekkende bussen voldoende ruimte hebben om (ruim) buiten het profiel van de rijstrook voor de andere richting te blijven.

Aandachtspunt: evt. fietsvoorzieningen dienen bij de tunnel te worden gesitueerd, zodat de ontsluiting van beide perrons gelijkwaardig blijft en ongewenst oversteken van de trambusbaan vermeden wordt.

Eindpunt Dorpscentrum



Intakking tram op trambusbaan, geplande passeersnelheid tram 15 km/h

Locatiespecifieke eis:

Intakking voorzien van TWL voor bussen uit beide richtingen, TWL activeren bij vertrekkende tram.

Veiligheidsbeschouwing:

Zowel uit noordwestelijke richting aankomende als in die richting vertrekkende bussen hebben slecht zicht op in noordwestelijke richting vertrekkende trams, het is zeer wenselijk om hier TWL's toe te passen.

- 5.8 **Aanrijding met baanwerker** Er kunnen in de infrastructuur geen maatregelen worden genomen om aanrijdingen met baanwerkers te voorkomen.
- 5.9 **Elektrocutie** Het risico van elektrocutie ten gevolge van een bovenleidingbreuk te beperken kan worden beperkt door bovenleidingportalen niet vlakbij kruisingen met zwaar wegverkeer te plaatsen.
- Locatiespecifieke eisen:
- Op de volgende locaties dienen geen bovenleidingportalen vlakbij de wegkruising te worden geplaatst:
- ❖ Randweg
 - ❖ Boerlagelaan
- 5.10 **Gasexplosie** Het risico van een gasexplosie kan worden beperkt door de afstand tussen het tramtracé en de afblaasopening te vergroten, zodat het tramtracé niet binnen de (externe veiligheid) risicocontour van het gasuitblaasstation ligt.
- Locatiespecifieke eis:
- ❖ De afblaasopeningen van het gasafblaasstation dienen zodanig te worden verplaatst dat het tramtracé niet binnen de (externe veiligheid) risicocontour van het gasuitblaasstation ligt.
- Hierover zijn inmiddels afspraken gemaakt met de Gasunie, die nog wel contractueel moeten worden vastgelegd.
- 5.11 **Zelfredzaamheid en hulpverlening** Door de inzet van lagevloertrams (zie paragraaf 3.4) en de aanleg van looppaden langs de hele trambaan (zie paragraaf 3.3.7), kunnen reizigers en personeel zich zonder externe hulp voldoende in veiligheid brengen bij een brand in de tram. Er wordt voldaan aan de doelstelling voor zelfredzaamheid en er zijn dus geen aanvullende maatregelen nodig.
- Om te voldoen aan de doelstelling m.b.t. tijdige stabilisatie van gewonden dient de baan –voor zover niet gelegen in de openbare weg of de gecombineerde trambusbaan– bereikbaar en toegankelijk te zijn voor de hulpdiensten. Hiervoor is het gewenst dat er elke 400 meter een toegang tot de baan aanwezig is. Dat is op het tracé tussen de kruising met de Randweg en de J.C. van Hattumweg niet mogelijk. Aangezien eventuele ongevallen (botsing, ontsporing) vooral zullen plaatsvinden op wisselcomplexen is het wenselijk dat deze bereikbaar zijn voor de hulpdiensten.
- Locatiespecifieke eis:
- Indien mogelijk dient er aan de noordzijde (en eventueel de zuidzijde) van het opstel terrein (ter hoogte van de wisselcomplexen⁴) een toegang tot de baan te worden gecreëerd.
- Er worden langs de hele vrije trambaan looppaden aangelegd, waardoor de gehele trambaan vanaf de toegangspunten bereikbaar is (zie paragraaf 3.3.7).
- De komst van de Uithoornlijn heeft slechts beperkte invloed op de aanrijdtijden van de hulpdiensten. Er zijn twee bestaande wegen die de Uithoornlijn kruisen, waarvan één met een overweg. Oponthoud ten gevolge van deze overweg is gering. Daardoor zullen aanrijdtijden niet structureel langer worden. Er wordt voldaan aan de doelstelling van de handhaving van het huidige zorgniveau en er zijn dus geen maatregelen nodig.

⁴ De aanleg van het opstel terrein maakt deel uit van het project Amstelveenlijn en valt dus buiten de scope van de Uithoornlijn.

6 Zichtlijnen op wegkruisingen

Op wegkruisingen dienen zowel het wegverkeer als de trambestuurder voldoende zicht op de kruising te hebben. In deze bijlage worden eisen geformuleerd voor het vereiste zicht voor weggebruikers (overzicht) en voor trambestuurders (uitzicht). De hier gepresenteerde eisen zijn gebaseerd op ProRail RLN20420-1-V003.

Voor het overzicht voor weggebruikers geldt dat er op 30m afstand van het spoor zicht moet zijn op 10m spoor aan weerszijden van de weg.

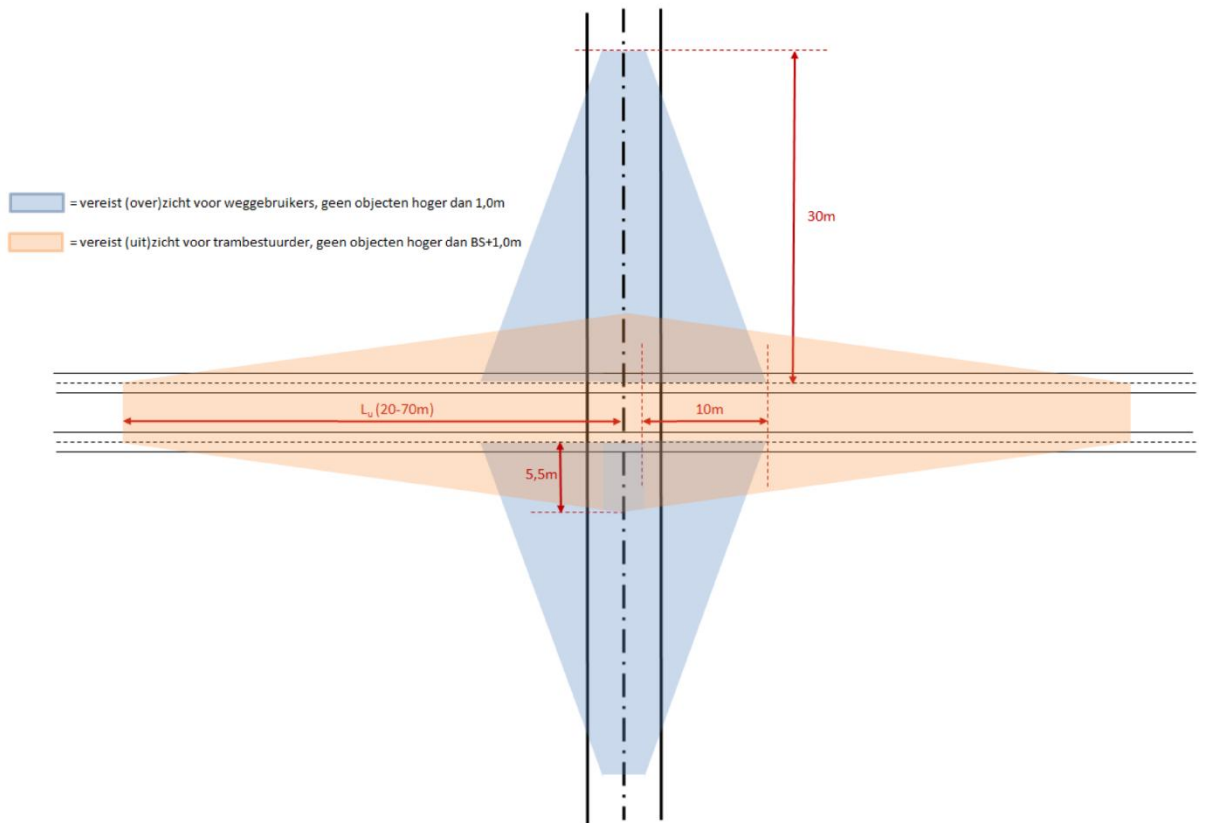
Het vereiste uitzicht voor de trambestuurder is afhankelijk van de ter plaatse geldende baanvaknelheid. Voor het uitzicht voor de trambestuurder geldt dat er op een afstand L_u zicht moet zijn op 5,5m weg aan weerszijden van het spoor, waarbij L_u gelijk is aan 5 maal de baanvaknelheid in m/s. Deze maat komt overeen met het uitzicht dat nodig is om aanrijdingen met kruisend wegverkeer te vermijden wanneer een AHOB, AOB of VRI in storting is.

Voor de op de Uithoornlijn aanwezige wegkruisingen heeft L_u bij de geplande passeersnelheid van de tram de volgende waarde:

wegkruising	geplande snelheid tram (km/h)	L_u (m)
Randweg	50	69
Bieslook	50	69
Aan de Zoom	30	42
Boerlagelaan	30	42

In de over- en uitzichtruiten mogen zich geen objecten met een hoogte van meer dan 1m bevinden.

In *Figuur 4* is het bovenstaande grafisch weergegeven.



Figuur 4 Uit- en overzicht op wegekruisingen

Deel III

7 Ontwerpbeoordeling

Dit hoofdstuk bevat het resultaat van de toetsing van het Voorlopig Ontwerp van de Uithoornlijn. Voor iedere locatie-specifieke eis is vermeld of hieraan in het VO voldaan wordt.

Botsing in beveiligd gebied											
Tussen het opstel terrein en wissel B dient een flankdekkend wissel met veiligheidskopje te worden aangebracht.	Niet in VO opgenomen.										
Op de hoofdbaan dienen voor wissel B niet één maar twee (hoofd)seinen te worden geplaatst waarmee een rood-rood seinopvolging wordt gecreëerd.	Spoorbeveiliging is geen onderdeel van VO, wordt in DO uitgewerkt.										
Ontsporing											
Op het viaduct over de N201 dient ontsporingsgeleiding te worden toegepast.	Ontwerp van het viaduct is geen onderdeel van VO, wordt in DO uitgewerkt.										
Aanrijding met weg-verkeer op kruising											
Kruising Randweg: voorzien van AHOB voor snel verkeer en AOB voor langzaam verkeer.	AHOB en AOB zijn in VO opgenomen.										
Kruising Bieslook: voorzien van AOB.	AOB is in VO opgenomen.										
Kruising Aan de Zoom: voorzien van TWL (met geluidsignaal), maximale passeersnelheid van tram richting Amstelveen afdwingen door het plaatsen van snelheidsborden.	TWL is in VO opgenomen. Snelheidsborden zijn geen onderdeel van VO, wordt in DO uitgewerkt.										
Kruising Busstation zuidoostzijde, Boerlagelaan: VRI aanpassen voor tram (inmelding tram toevoegen, ontruimingstijden aanpassen).	Aanpassing van de VRI is geen onderdeel van VO, wordt in DO uitgewerkt.										
Zichtlijnen: Voor het overzicht voor weggebruikers: op 30m afstand van het spoor moet zicht zijn op 10m spoor aan weerszijden van de weg. Voor het uitzicht voor de trambestuurder: op een afstand L_v moet zicht zijn op 5,5m weg aan weerszijden van het spoor. <table style="margin-left: 40px;"> <tr> <td>wegkruising:</td> <td>L_v:</td> </tr> <tr> <td>Randweg</td> <td>69m</td> </tr> <tr> <td>Bieslook</td> <td>69m</td> </tr> <tr> <td>Aan de Zoom</td> <td>42m</td> </tr> <tr> <td>Boerlagelaan</td> <td>42m</td> </tr> </table> In de over- en uitzichtruiten mogen zich geen objecten met een hoogte van meer dan 1m bevinden.	wegkruising:	L_v :	Randweg	69m	Bieslook	69m	Aan de Zoom	42m	Boerlagelaan	42m	Zichtlijnen in VO voldoen. In DO-fase dient nogmaals verificatie plaats te vinden, om te voorkomen dat evt. later toegevoegde objecten het zicht alsnog beperken.
wegkruising:	L_v :										
Randweg	69m										
Bieslook	69m										
Aan de Zoom	42m										
Boerlagelaan	42m										
Flank- of frontale aanrijding met bus											
Busstation noordwestzijde: intakking voorzien van TWL voor in noordwestelijke richting vertrekkende bussen, TWL activeren bij naderende tram.	TWL is in VO opgenomen.										
Halte Couperuslaan: halte voorzien van TWL voor vertrekkende bussen, TWL activeren bij naderende tram.	TWL is in VO opgenomen.										
Eindpunt Dorpscentrum: Intakking voorzien van TWL voor bussen uit beide richtingen, TWL activeren bij vertrekkende tram.	TWL is in VO opgenomen.										

Elektrocutie	
Op de volgende locaties geen bovenleidingportalen vlakbij de wegekruising plaatsen: Randweg Boerlageweg	Bovenleidingontwerp is geen onderdeel van VO, wordt in DO uitgewerkt.
Gasexplosie	
De afblaasopeningen van het gasafblaasstation zodanig verplaatsen dat het tramtracé niet binnen de risicocontour van het gasuitblaasstation ligt.	In VO verwerkt. Er zijn inmiddels afspraken gemaakt met de Gasunie, die nog wel contractueel moeten worden vastgelegd.
Zelfredzaamheid en hulpverlening	
Indien mogelijk dient er aan de noordzijde (en eventueel de zuidzijde) van het opstel terrein (ter hoogte van de wisselcomplexen een toegang tot de baan te worden gecreëerd.	De aanleg van het opstel terrein maakt deel uit van het project Amstelveenlijn en valt buiten de scope van de Uithoornlijn.

Colofon

Opdrachtgever Stadsregio Amsterdam
B. Vroon

Uitgave Movares Nederland B.V.

Divisie Ruimte, Mobiliteit en Infra
Afdeling Planontwikkeling en Bouwprocessen: Mobiliteit en Ruimtelijke Ontwikkeling

Postbus 2855
3500 GW Utrecht

Telefoon 030-2654699

Ondertekenaar Mario Genot

Projectnummer RM002731

Opgesteld door Genot, JMGA

© 2015, 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 Tracé Uithoornlijn

