

De positie van de sneltram binnen een duurzaam-veilig verkeerssysteem

Drs. ing. T. Hummel

R-2002-9

De positie van de sneltram binnen een duurzaam-veilig verkeerssysteem

Veiligheidstoets verlenging Amstelveenlijn

Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2002-9
Titel:	De positie van de sneltram binnen een duurzaam-veilig verkeerssysteem
Ondertitel:	Veiligheidstoets verlenging Amstelveenlijn
Auteur(s):	Drs. ing. T. Hummel
Onderzoeksthema:	Het verkeerskundig ontwerp en de verkeersveiligheid
Themaleider:	Ir. A. Dijkstra
Projectnummer SWOV:	69.339
Projectcode opdrachtgever:	svh 81.404
Opdrachtgever:	Gemeentevervoerbedrijf Amsterdam
Trefwoorden:	Express tram, line (transp.), urban area, safety, design (overall design), layout, visibility distance, junction, exit, interchange, speed, evaluation (assessment), Netherlands.
Projectinhoud:	In januari 2001 is gestart met de realisatie van een verlenging van sneltramlijn 51 naar de wijk Westwijk in Amstelveen. In het ontwerp van deze verlenging van de Amstelveenlijn worden twee uitritten van het parkeerterrein van Canon Europe gelijkvloers gekruist door het aan te leggen sneltramtracé. In een veiligheidstoets door het adviesbureau Goudappel Coffeng werd het ontwerp van de oostelijk gelegen uitrit als onveilig beoordeeld. In dit rapport wordt, op verzoek van het Gemeentevervoerbedrijf Amsterdam, onderzocht of de uitkomsten van deze veiligheidstoets kunnen worden onderschreven en wordt aangegeven in hoeverre een sneltram past binnen een duurzaam-veilig verkeerssysteem
Aantal pagina's:	18
Prijs:	€ 7,50
Uitgave:	SWOV, Leidschendam, 2002

Samenvatting

In het ontwerp van de verlenging van het sneltramtracé van de Amstelveenlijn worden twee uitritten van het parkeerterrein van Canon Europe b.v. gelijkvloers gekruist door het aan te leggen sneltramtracé. In een eerder uitgevoerde veiligheidstoets door het adviesbureau Goudappel Coffeng werd met name het ontwerp van de oostelijk gelegen uitrit aan de Spinnerij als onveilig beoordeeld.

Het Gemeentevervoerbedrijf Amsterdam heeft naar aanleiding van deze veiligheidstoets de SWOV verzocht na te gaan of de uitkomsten van deze veiligheidstoets kunnen worden onderschreven en aan te geven in hoeverre een sneltram past binnen een duurzaam-veilig verkeerssysteem

Na een toetsing van de verkeersveiligheid van de gelijkvloerse kruisingen van de uitritten met het sneltramtracé bleken de conclusies van bureau Goudappel Coffeng te kunnen worden onderschreven.

Ook na een verlaging van de maximum rijsnelheid van de sneltram op het nieuwe tracé tot 45 km/uur, blijft er sprake van beperkingen in de benodigde zichtafstanden die onveilige situaties op het kruispunt met de oostelijke uitrit kunnen veroorzaken. De beperkingen van de zichtafstanden ontstaan doordat de tram ten oosten van de kruisingen in een tunnelbak rijdt.

Mogelijke oplossingen zijn beveiliging met slagbomen, het verplaatsen van één of beide uitritten van het terrein van Canon Europe, of het ongelijkvloers uitvoeren van de kruisingen.

Na een toetsing van de systeemkenmerken van een sneltramsysteem aan de ontwerpprincipes van Duurzaam Veilig is geconstateerd dat een sneltram slechts kan worden ingepast in een duurzaam-veilig verkeerssysteem als:

- Kruisend verkeer wordt gescheiden. Kruisingen dienen derhalve ongelijkvloers te worden uitgevoerd, of te worden beveiligd met slagbomen. De ervaring met spoorwegovergangen leert dat bij beveiliging met slagbomen nog steeds ongevallen mogelijk zijn. Een ongelijkvloerse uitvoering van kruispunten valt derhalve te prefereren.
- De sneltram op kruisingen langzaam rijdt.

Aanbevolen wordt aandacht te besteden aan een 'botsvriendelijker' uitvoering van het front van de sneltram.

Summary

The position of the express tram within a sustainably-safe traffic system

Safety test of the extension of the Amstelveen Line

In the design of the extension of the express tram route of the Amstelveen Line, two exits from the parking lot of Canon Europe Ltd. will be crossed at grade by the yet to be constructed express tram route. In an already conducted safety test, by the consultancy firm Goudappel Coffeng, the design of the eastern exit on 'De Spinnerij' was especially judged to be unsafe.

As a result of this safety test, the Amsterdam Municipal Public Transport commissioned SWOV to examine whether the results of this safety test could be endorsed, and to indicate the extent to which an express tram fits in a sustainably-safe traffic system.

After testing the safety of the interchange at grade of the exits with the express tram route, Goudappel Coffeng's conclusions were endorsed. Even after lowering the express tram's speed limit on the new route to 45 km/h, limitations in the necessary sight distances remain. These can cause unsafe situations at the crossing with the eastern exit. The limitations in the sight distances occur because, to the east of the crossings, the tram rides in an open tunnel. Possible solutions are protection by means of barriers, moving one or both of the Canon exits, or constructing flyover junctions.

After testing the system features of an express tram system against the sustainably-safe design principles, it was established that an express tram can only fit in a sustainably-safe traffic system if:

- Crossing traffic is separated. Intersections should therefore be constructed as flyovers, or be protected by barriers. Experience with level crossings has shown that barriers do not prevent all accidents. A flyover junction is therefore preferred.
- The express tram rides slowly at crossings.

It is recommended to pay attention to a 'collision-friendlier' design of the front of the express tram.

Inhoud

1.	Inleiding	6
1.1.	Aanleiding tot de studie	6
1.2.	Doel van de studie	7
2.	De sneltram binnen een duurzaam-veilig verkeerssysteem	8
2.1.	Duurzaam-veilig verkeerssysteem	8
2.2.	Inpassing binnen een duurzaam-veilig verkeerssysteem	9
3.	Veiligheidstoets kruisingen Spinnerij	11
3.1.	Beschrijving situatie	11
3.2.	Bevindingen Goudappel Coffeng	12
3.3.	Second opinion SWOV	13
3.3.1.	Stopzicht (noodstop)	13
3.3.2.	Rijzicht	14
3.3.3.	Oprijzicht	14
3.3.4.	Conclusies uitzicht	14
3.4.	Mogelijke oplossingsrichtingen	15
4.	Conclusies en aanbevelingen	17
	Literatuur	18

1. Inleiding

1.1. Aanleiding tot de studie

In januari 2001 is gestart met de realisatie van een verlenging van de sneltramlijn 51 (Amstelveenlijn) naar de wijk Westwijk in Amstelveen. Met de doortrekking van het sneltramtracé over een lengte van ongeveer 1.800 m. wordt de Amstelveenlijn benut voor de ontsluiting van Westwijk. Volgens de huidige planning zal de verlenging van het tracé begin 2003 gereed zijn. Op het verlengde tracé zijn drie haltes voorzien, n.l. halte Spinnerij, halte Sacharovlaan en eindhalte Westwijk.

Het plan voor de verlenging van het tracé is in 1996 goedgekeurd. De sneltram zal op het verlengde tracé op een eigen baan rijden, waarbij de Bovenkerkerweg te Amstelveen ongelijkvloers wordt gekruist. Naast deze ongelijkvloerse kruising kruist het tracé de Burgemeester Wiegelweg en twee toegangswegen van het bedrijfsterrein van Canon gelijkvloers. Op deze gelijkvloerse kruisingen wordt het tramverkeer met verkeerslichten conflictvrij afgewikkeld.

Naar aanleiding van de plannen is discussie ontstaan over de verkeersveiligheid van de toegangswegen van het parkeerterrein van Canon Europe. Canon heeft aangegeven twijfels te hebben over de verkeersveiligheid van de gelijkvloerse kruisingen.

Het Gemeentevervoerbedrijf Amsterdam heeft hierop besloten een verkeersveiligheidsstoets te laten uitvoeren door het verkeerskundige adviesbureau Goudappel Coffeng (2001). In deze verkeersveiligheidsstoets is door Goudappel Coffeng inderdaad een aantal verkeersveiligheidsknelpunten geconstateerd en werd het gelijkvloerse kruisen van de beide toegangen door een vrijliggende trambaan ongewenst genoemd.

Omdat op het reeds bestaande tracé van de sneltram meerdere vergelijkbare kruisingen voorkomen, heeft de conclusie van Goudappel Coffeng wellicht gevolgen voor de beoordeling van de veiligheid van het gehele tracé en voor het gehele sneltramconcept. Om te trachten hierin meer helderheid te verkrijgen heeft het Gemeentevervoerbedrijf Amsterdam de SWOV verzocht na te gaan in hoeverre de conclusies van Goudappel Coffeng kunnen worden onderschreven, en hoe een sneltramsysteem past binnen een duurzaam-veilig verkeerssysteem.

Voor openbaar vervoerssystemen die beschouwd kunnen worden als hybride oplossingen tussen zware (NS) rail en de gebruikelijke stadstram wordt veelal de term light rail gebruikt. Onder deze term valt een veelheid aan systemen met ieder duidelijk verschillende kenmerken. Het sneltramsysteem is een mogelijke vorm van light rail. De resultaten van de onderhavige veiligheidsanalyse van de sneltram is echter niet automatisch van toepassing voor andere light-railsystemen.

1.2. Doel van de studie

Het doel van de studie is tweeledig. In eerste instantie is de studie gericht op een beoordeling van de veiligheidssituatie ter plaatse van de twee toegangen tot het parkeerterrein van Canon. Het betreft een second opinion over de conclusies uit de door Goudappel Coffeng uitgevoerde veiligheidstoets en het aangeven van mogelijke oplossingsrichtingen voor geconstateerde problemen.

In tweede instantie zal in meer algemene zin worden nagegaan of een sneltramsysteem verenigbaar is met de visie van Duurzaam Veilig.

In hoofdstuk 2 wordt beschouwd in hoeverre en onder welke voorwaarden een sneltram kan worden ingepast in een duurzaam-veilig verkeerssysteem.

In hoofdstuk 3 wordt specifiek ingegaan op de veiligheid van de kruispunten op de Spinnerij te Amstelveen. Naast een beoordeling van de veiligheidssituatie worden mogelijke oplossingsrichtingen ter verbetering van de veiligheid aangegeven.

Conclusies uit hoofdstuk 2 en 3 worden samengevat in hoofdstuk 4.

2. De sneltram binnen een duurzaam-veilig verkeerssysteem

2.1. Duurzaam-veilig verkeerssysteem

In een duurzaam-veilig wegverkeerssysteem is de kans op ongevallen onder andere door de vormgeving van de infrastructuur bij voorbaat drastisch beperkt. Bovendien is het proces dat de ernst van ongevallen bepaalt zodanig geconditioneerd dat ernstig letsel nagenoeg uitgesloten is.

In een duurzaam-veilig verkeerssysteem is het gehele ontwerp gebaseerd op de volgende drie basisprincipes (Koornstra et al., 1992):

- a. functioneel gebruik:
voorkomen van onbedoeld gebruik van de infrastructuur.;
- b. homogeen gebruik:
voorkomen van grote verschillen in snelheid, richting en massa bij matige en hoge snelheden;
- c. voorspelbaar gebruik:
voorkomen van onzekerheid bij verkeersdeelnemers.

Binnen een duurzaam-veilig verkeerssysteem bestaan drie verschillende wegcategorieën:

1. De stroomweg. De stroomweg maakt een continue doorstroming mogelijk met hoge snelheid. Dit vereist onder meer: gescheiden rijrichtingen, ontbreken van kruisend en overstekend verkeer en, bij aansluitingen, alleen in- en uitvoegend verkeer.
2. De gebiedsontsluitingsweg. Op een gebiedsontsluitingsweg worden zowel het stromen als het uitwisselen gefaciliteerd. Deze worden echter naar plaats gescheiden. Het uitwisselen vindt plaats op de kruispunten, het stromen op de wegvakken tussen de kruispunten. Gebiedsontsluitingswegen kennen derhalve geen erfaansluitingen. Rijrichtingen en verschillende verkeerssoorten zijn gescheiden.
3. De erftoegangsweg. Een erftoegangsweg faciliteert alle manoeuvres die nodig zijn voor het bereiken van bestemmingen langs een weg of straat. Het verkeer is gemengd en kruisende bewegingen zijn overal toegestaan. Doordat de rijsnelheid laag is, wordt de veiligheid gegarandeerd.

(Koornstra et al., 1992; CROW, 1997)

In de publicatie 'Handboek categoriseren wegen op duurzaam veilige basis' (CROW, 1997) worden naast de drie wegcategorieën de volgende categorieën omschreven:

4. Bus- en trambaan: Binnen de bebouwde kom dienen kruispunten gelijkvloers te worden uitgevoerd, met snelheidsbeperkende maatregelen en voorrangmaatregel.
5. Spoor- en metrolijnen: Zowel binnen als buiten de bebouwde kom dienen kruispunten ongelijkvloers te zijn of volledig bewaakt met spoorbomen.

De sneltram wordt in de publicatie van het CROW niet genoemd, maar gezien de rijsnelheid kan deze worden ingedeeld in de categorie 'spoor- en metrolijnen'. Volgens de operationele eisen voor kruispunten binnen en buiten de bebouwde kom dienen kruisingen met deze sneltramlijn derhalve ongelijkvloers of volledig bewaakt te worden uitgevoerd.

Inmiddels is de visie van Duurzaam Veilig (DV) onderdeel van het overheidsbeleid. Rijk, provincies en gemeenten werken aan een implementatie van de DV-uitgangspunten en -ontwerpprincipes.

2.2. Inpassing binnen een duurzaam-veilig verkeerssysteem

In het 'Handboek categorisering wegen op duurzaam veilige basis' (CROW, 1997) wordt aangegeven dat spoor- en metrolijnen ongelijkvloers of met een volledig bewaakte overweg dienen te worden gekruist. Omdat de massa en de rijsnelheden van de voertuigen hoog zijn dienen conflicten volledig te worden uitgesloten. Bus- en trambanen kunnen binnen de bebouwde kom gelijkvloers worden gekruist, en dienen te worden voorzien van snelheidsbeperkende maatregelen en voorrangmaatregelen. Volgens het CROW (1997) kunnen ook volledig bewaakte overwegen als duurzaam-veilig worden aangemerkt. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de ervaring met spoorwegovergangen leert dat ongevallen hier nog steeds mogelijk zijn. Bij het optreden van een ongeval is de afloop vrijwel altijd ernstig. Bij de mate van 'Duurzame Veiligheid' van bewaakte overwegen kunnen derhalve vraagtekens worden geplaatst.

Essentieel zijn de mate van menging en toelaatbaarheid van kruisende bewegingen en de rijsnelheid (in combinatie met de massa van het voertuig). Indien de rijsnelheid hoog is, dienen conflicten en kruisende bewegingen te worden uitgesloten. Indien conflicten of kruisende bewegingen mogelijk zijn (zoals bij de normale stadstram) dienen de rijsnelheden laag te zijn. Een lagere rijsnelheid moet garant staan voor een kortere remweg en minder ernstig letsel in het geval van een conflict.

Uit analyse van ongevallen met motorvoertuigen onderling en met langzame verkeersdeelnemers, is gebleken dat de letselernst bij aanrijdingen met rijsnelheden van 30 km/uur of lager veelal beperkt blijft (geen fatale afloop of ernstig gewonden). Reden om binnen een duurzaam-veilig verkeerssysteem uit te gaan van een maximum rijsnelheid van 30 km/uur in verblijfgebieden binnen de bebouwde kom.

De op de Amstelveenlijn gebruikte sneltrams hebben echter een aanmerkelijk minder 'botsvriendelijk' voertuigfront dan het gemiddelde motorvoertuig (en dan de gemiddelde stadstram). Het voertuigfront heeft rechte, scherpe hoeken, is stijf en is op de sneltrams voorzien van een koppelingsmechanisme. Afscherming van de wielen en zij-afscherming ontbreekt, waardoor de kans onder of voor de wielen te geraken wordt vergroot. De kans op ernstig letsel bij een aanrijding met een sneltram is zelfs bij een rijsnelheid van 30 km/uur al aanmerkelijk groter dan bij aanrijdingen met een motorvoertuig. De belangrijkste winst van een lagere rijsnelheid is gelegen in de mogelijkheid conflicten te voorkomen door op tijd tot stilstand te komen. Door de geringe remvertraging van trams betekent dit een rijsnelheid die lager is dan 30 km/uur.

Het voorgaande wordt onderbouwd door een onderzoek van de Raad voor de Transportveiligheid (2000), waarin wordt geconcludeerd dat de huidige stadstram een relatief onveilig voertuig is. Het aantal slachtoffers per

miljard voertuigkilometers is voor de tram aanzienlijk hoger dan voor een gemiddeld motorvoertuig. De slachtoffers zijn voornamelijk voetgangers en fietsers die verzuimen voorrang of doorgang te verlenen aan de tram. Uit de uitgevoerde ongevalanalyse bleken de ongevallen met trams met name plaats te vinden op kruispunten en in situaties waar sprake was van een menging met het overige verkeer.

Aangezien de massa en snelheid van de sneltram hoger zijn dan van de reguliere stadstram, kan worden verwacht dat situaties met gelijkvloerse kruisingen en menging van verkeer voor de sneltram ongunstiger zullen zijn dan voor de stadstram. Indien bij de introductie van sneltramsystemen derhalve niet strikte veiligheidseisen worden gesteld aan de scheiding van overige verkeersdeelnemers, zal sprake zijn van een riskant transportsysteem dat niet past binnen een duurzaam-veilig verkeerssysteem. Conflicten kunnen namelijk niet worden uitgesloten en zullen, indien ze voorkomen, in de meeste gevallen een ernstige afloop kennen.

Ongevallen met trams blijken uit de studie van de Raad voor de Transportveiligheid (2000) in verreweg de meeste gevallen te worden veroorzaakt door andere verkeersdeelnemers die verzuimen voorrang of doorgang te verlenen. Het betreft hier beoordelingsfouten die altijd zullen blijven voorkomen, zolang de tram niet strikt wordt gescheiden van het overige verkeer.

Het sneltramconcept vormt een hybride oplossing tussen de normale stadstram en de metro of trein. Rijsnelheden zijn hoog (op baanvakken tussen kruispunten 70 km/uur; passeersnelheid op kruispunten 40 km/uur) en kruisende conflicten zijn mogelijk. Een onveilige combinatie die derhalve ook in strijd is met de aanbevelingen voor een duurzaam-veilig verkeerssysteem.

Sneltramsystemen zijn alleen inpasbaar in een duurzaam-veilig wegverkeer indien:

- Kruisend verkeer fysiek wordt gescheiden. Kruisingen dienen derhalve ongelijkvloers te worden uitgevoerd. Ongevallen met spoorwegovergangen tonen aan dat met een beveiliging met slagbomen (quasi-fysieke scheiding) ongevallen niet kunnen worden uitgesloten. Vanuit de visie van Duurzaam Veilig is een met slagbomen beveiligde kruising derhalve niet aan te bevelen.
- De sneltram zich op kruisingen gedraagt als een stadstram. Omdat de lengte en massa van de sneltram groter is dan die van de reguliere stadstram, zullen kruispunten gepasseerd moeten worden met een rijsnelheid lager dan 30 km/uur.
- Het front van de sneltram is botsvriendelijk. Een botsvriendelijker vormgeving verdient aanbeveling.

Opgemerkt dient te worden dat zowel de aanwezigheid van gelijkvloerse kruisingen als het rijden met hoge snelheden 'systeemkenmerken' van het sneltramsysteem zijn

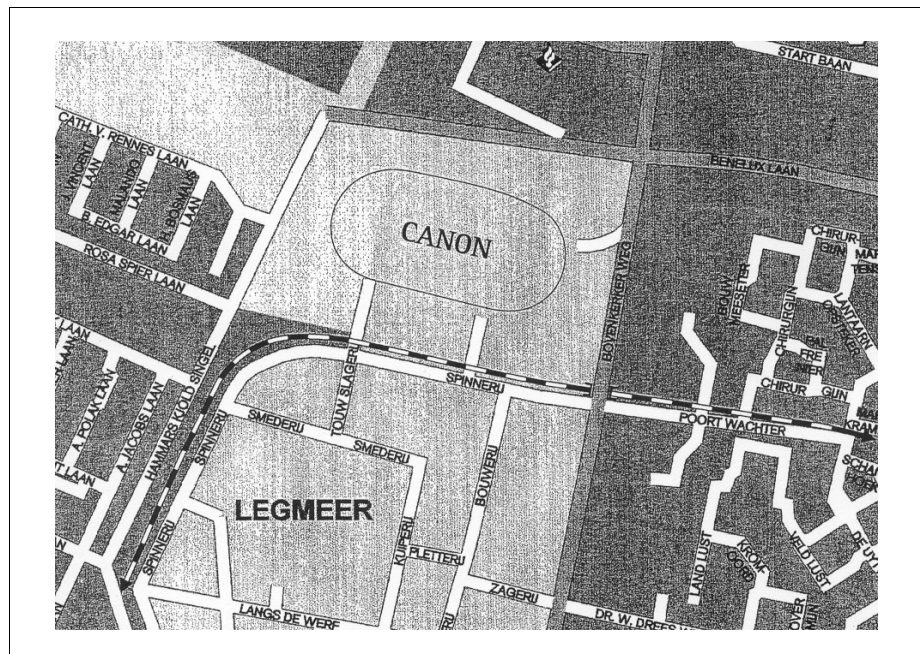
3. Veiligheidstoets kruisingen Spinnerij

3.1. Beschrijving situatie

Het tracé van de verlengde Amstelveenlijn heeft ter plaatse van de Spinnerij een zijligging, waarbij de sneltrambaan ten noorden van de Spinnerij ligt. Het sneltramtracé ligt hierbij tussen de Spinnerij en het langs de Spinnerij gelegen eenzijdige fietspad.

Het tramtracé kruist op deze plaats de twee uitritten van het bedrijfsterrein van Canon op de Spinnerij. Tussen de twee kruispunten is de tramhalte Spinnerij geprojecteerd.

Het sneltramtracé kruist de Bovenkerkerweg door middel van een verkeers-tunnel voor tramverkeer en langzaam verkeer. De tramtunnel wordt ten oosten van de beide uitritten beëindigd. De tunnelbak heeft een totale lengte van ongeveer 300 m., waarvan 50 m. gesloten.



Afbeelding 1. Het tracé van de verlengde Amstelveenlijn.

De Spinnerij heeft een verkeersbelasting van ongeveer 7.700 motorvoertuigen per etmaal.

Het grootste deel van de werknemers van Canon (85%) maakt bij het oprijden van het terrein gebruik van de inrit aan de Bovenkerkerweg. De overgebleven 15% van het inrijdend personenautoverkeer maakt gebruik van de oostelijke uitrit op de Spinnerij. Alle uitrijdende personenauto's verlaten het terrein via de oostelijke uitrit op de Spinnerij. Dagelijks rijden ongeveer 875 motorvoertuigen (gesommeerd in beide richtingen) het terrein op en af.

De westelijke uitrit op de Spinnerij wordt vrijwel uitsluitend gebruikt door vrachtverkeer. Dagelijks maken 150 tot 180 vrachtwagens gebruik van deze uitrit.

De kruisingen van de uitritten op de Spinnerij met het sneltramtracé worden geregeld met tweekleurige verkeerslichten. De verkeerslichten worden na een melding van een tram via vast geel op rood gezet, waarbij een bel-sigitaal klinkt. Daarnaast gaat na melding van een tram een tramwaarschuwingssigitaal klinken. Identieke regelingen worden reeds toegepast op het bestaande deel van de Amstelveenlijn.

Om uitrijdende personenauto's de gelegenheid te geven de trambaan zo snel mogelijk te ontruimen, wordt ook de kruising van de uitritten met de Spinnerij met verkeerslichten geregeld.

De toegang tot het parkeerterrein van Canon is zowel voor inrijdend als voor uitrijdend verkeer geregeld met slagbomen.

3.2. Bevindingen Goudappel Coffeng

In de door Goudappel Coffeng uitgevoerde veiligheidstoets is het ontwerp ter plaatse van de kruisingen van de trambaan met de beide toegangen tot het parkeerterrein van Canon getoetst aan de ontwerpprincipes van een duurzaam-veilig verkeerssysteem.

Uit deze DV-toets werd geconcludeerd dat het kruisen van de toegangen door een vrijliggende sneltrambaan ongewenst is. Enerzijds omdat een dergelijke gelijkvloerse kruising volgens de DV-ontwerpprincipes onwenselijk is. Anderzijds omdat, door Goudappel Coffeng geconstateerd werd dat zichtafstanden voor zowel tram als kruisende motorvoertuigen onvoldoende zijn om een veilige afwikkeling te garanderen.

Samengevat is door Goudappel Coffeng geconcludeerd:

DV-principe	Criterium	Conclusie
Functioneel gebruik	Inrichting omgeving trambaan	De kans dat verkeersdeelnemers de trambaan oprijden, wordt niet zo groot geacht
Homogeen gebruik	Snelheidsverschillen minimaal	De kruisingen van de vrije trambaan met de wegen naar het Canon parkeerterrein zijn conform de intenties van DV ongewenst. Het karakterverschil van deze erftoegangswegen en de trambaan is groot, waardoor sprake is van een ongewenste sprong in de categorie-overgang.
	Uitzicht	Bestuurders van personenauto's afkomstig van het Canon-terrein hebben onvoldoende zicht op een naderende tram
	Stop- en rijzicht	Het zicht van de trambestuurder op de kruisingen is onvoldoende
	Blokkade trambaan door wachtrij	Naar verwachting zal de oostelijke kruising in de avondspits regelmatig geblokkeerd zijn
Voorspelbaar gebruik	Uniformiteit	Onduidelijke voorrangsregeling op kruising uitritten met fietspad
	Onbekendheid	Uitzonderlijke situatie kan onzeker gedrag veroorzaken

Tabel 1. Conclusies Goudappel Coffeng ten aanzien van de veiligheid van kruising van de trambaan met toegangen parkeerterrein Canon.

Bij de berekening van remafstanden is uitgegaan van bedrijfsremvertragingen en noodremvertragingen conform de Duitse BOStrab-norm. De BOStrab-normen zijn minimum normen. De waarden voor remvertragingen volgens de materiaalspecificaties van het materieel op de Amstelveenlijn geven hogere waarden voor remvertragingen weer.

3.3. Second opinion SWOV

Na bestudering van de beschikbare gegevens bleken de conclusies van Goudappel Coffeng te kunnen worden onderschreven. De gelijkvloerse kruisingen van de uitritten met de sneltrambaan passen niet binnen een duurzaam-veilig verkeerssysteem. In de veiligheidstoets van Goudappel Coffeng is uitgegaan van een rij-snelheid van de sneltram tussen de halten Poortwachter en Canon van maximaal 60 km/uur. De beschikbare zichtafstanden voor trambestuurder en automobilist zijn bij deze snelheid volgens Goudappel Coffeng onvoldoende om een veilige verkeersafwikkeling te kunnen garanderen. Ook deze conclusies worden door de SWOV onderschreven. De SWOV heeft bij de bepaling van de zichtafstanden ook de visuele beperkingen door de tunnelwand mede in beschouwing genomen, waardoor de zichtbeperkingen nog ernstiger bleken dan reeds door Goudappel Coffeng geconstateerd.

De gebleken zichtproblemen hebben bij de opdrachtgever tot de keuze geleid op het nieuwe traject van de Amstelveenlijn uit te gaan van een maximum rijnsnelheid van 45 km/uur. De snelheidslimiet van 45 km/uur geldt ook reeds op het deel van het bestaande tracé tussen de halten Gondel en Poortwachter. Deze lagere maximum snelheid zal nu ook voor de aan te leggen verlenging van het tracé worden gehanteerd. De zichtafstanden zijn bij deze verlaagde maximumsnelheid door de SWOV opnieuw bepaald.

3.3.1. Stopzicht (noodstop)

Stopzicht is de afstand waarover de trambestuurder vrij zicht moet hebben om nog met een noodstop tot stilstand te kunnen komen voor een voertuig dat oversteekt of wil gaan oversteken.

Noodremafstand= $V_0 \times t_r + V_0^2 / (2 \times a)$ waarin:

V_0 : Snelheid aan begin van remweg (45 km/uur)

t_r : Reactietijd (2 sec.)

a : Remvertraging (BOStrab: 2,73 m/s²; materiaalspecificatie: 3,2 m/s²).

Bij de door de BOStrab aangegeven remvertraging bedraagt de noodremweg 53 m.

Bij de remvertraging volgens de materiaalspecificaties bedraagt de remweg 49 m.

In beide gevallen is het zicht van de trambestuurder op het kruisingsvlak van de beiden uitritten op de Spinnerij gegarandeerd. Het zicht op opgestelde of naderende voertuigen wordt bij de oostelijke uitrit echter door de tunnelwand van de tunnel onder de Bovenkerkerweg beperkt. Zowel bij een remweg van 49 m. als van 53 m. bevindt een uit oostelijke richting naderende tram zich nog in de tunnelbak. De hoogte van de betonnen tunnelwand inclusief hekwerk bedraagt op een afstand van 49-53 m, 2,10-2,20 m. boven de rails. Uitgaande van een ooghoogte van de trambestuurder van 2,00 m., betekent dit dat de trambestuurder bij de noodremafstand alleen

zicht recht vooruit heeft (uitsluitend op de rails). De trambestuurder kan opgestelde of naderende voertuigen niet waarnemen en kan derhalve niet anticiperen op het verkeer. Alleen wanneer een obstakel zich permanent op de rails bevindt, kan hierop door de trambestuurder worden gereageerd. Aangezien de benodigde tijd bij een noodremming vóór het kruispunt ongeveer 6,5 seconde vergt, is uitzicht op opgestelde of naderende voertuigen essentieel.

3.3.2. Rijzicht

Rijzicht is het zicht dat een trambestuurder moet hebben om met een normale remvertraging (geen noodremming) tot stilstand te kunnen komen voor een obstakel op de rails (voertuig dat oversteeft of wil gaan oversteken).

Benodigd rijzicht = $V_0 \times t_r + V_0^2 / (2 \times a)$ waarin:

V_0 : Snelheid aan begin van remweg (45 km/uur)

t_r : Reactietijd (2 sec.)

a : bedrijfsremvertraging (1,25 m/s²).

Ook hier is het zicht van de trambestuurder op het kruisingsvlak voor zowel de westelijke als de oostelijke uitrit gegarandeerd. Het zicht op opgestelde of naderende voertuigen ontbreekt echter ook hier bij de oostelijke uitrit. De benodigde remweg is 87,50 m. Een uit oostelijke richting naderende tram bevindt zich op dit punt nog in de tunnelbak. De hoogte van de betonnen wand bedraagt ter plaatse 2,50 m. Bij een ooghoogte van de trambestuurder van 2,00 m. betekent dit dat de bestuurder alleen zicht recht vooruit heeft en opgestelde of naderende voertuigen niet kan waarnemen.

3.3.3. Oprijzicht

Oprijzicht is de noodzakelijke lengte die de bestuurder van een opgesteld voertuig moet kunnen overzien, om veilig voor een aankomende tram op te trekken en de kruising te passeren.

Volgens de Aanbevelingen voor Stedelijke Verkeersvoorzieningen (ASVV, CROW, 1996) is bij een rijsnelheid van de tram van 45 km/uur een oprijzicht van ongeveer 70 m. nodig.

Bij de westelijke uitrit is het oprijzicht bij deze rijsnelheid gegarandeerd.

Bij de oostelijke uitrit wordt het uitzicht op een uit oostelijke richting naderende tram echter beperkt door de tunnelconstructie. Indien een naderende sneltram zich uit deze naderingsrichting op een afstand van 70 m. voor de kruising bevindt, steekt slechts het bovenste deel van de tram (bovenste 60 cm. van voertuig en pantograaf) boven de tunnelwand en het daarop geplaatste hek uit. De koplampen van de tram zijn voor een opgesteld voertuig pas waarneembaar als de tram zich op een afstand van 60 m. vóór het kruispunt bevindt. De zichtbaarheid van de tram is derhalve met name bij duisternis beperkt.

3.3.4. Conclusies uitzicht

In de vormgeving van de oostelijke uitrit van het parkeerterrein zijn Stopzicht, Rijzicht en Oprijzicht ook bij een rijsnelheid van de tram van 45 km/uur beperkt. Het uitzicht van de trambestuurder op het kruisingsvlak is zowel bij een bedrijfsremvertraging (rijzicht) als bij een noodremvertraging

(stopzicht) gegarandeerd, maar door de aanwezige tunnelwand heeft de trambestuurder uitsluitend zicht recht vooruit. Opgestelde voertuigen of voertuigen die het kruispunt naderen, kunnen door de trambestuurder niet worden waargenomen.

Het oprijzicht van opgestelde voertuigen (zicht op een naderende tram) wordt eveneens door de aanwezige tunnelwand beperkt. Een opgesteld voertuig kan slechts de bovenste deel van een uit oostelijke richting naderende sneltram waarnemen. De koplampen van de tram kunnen bij deze afstand nog niet worden waargenomen. Met name bij duisternis is de zichtbaarheid derhalve onvoldoende.

Doordat rij- en noodremzicht beperkt zijn, en het oprijzicht met name bij duisternis onvoldoende is, kunnen gevaarlijke situaties optreden. Een veilige afwikkeling op het kruispunt is volledig afhankelijk van de roodlicht-discipline van de overige weggebruikers. Dit is onvoldoende om een veilige verkeersafwikkeling te garanderen. Voertuigen die voor het kruispunt voor het rode licht staan, kunnen met name bij duisternis een naderende tram onvoldoende waarnemen, hetgeen aanleiding kan geven tot het negeren van het rode verkeerslicht.

Geconcludeerd kan worden dat de gelijkvloerse kruising van de sneltram-baan door de twee toegangen van het parkeerterrein van Canon niet duurzaam-veilig zijn. Zelfs indien de DV-ontwerpprincipes niet zouden worden gehanteerd, is de verkeersveiligheid van het kruispunt van de sneltram-baan met de oostelijke toegang tot het parkeerterrein onvoldoende, doordat zichtafstanden beperkt zijn.

Aan de oostelijke zijde van de tunnel onder de Bovenkerkerweg is ook een overweg aanwezig. De zichtproblemen zijn bij deze overweg vergelijkbaar met de problemen bij de oostelijke uitrit van Canon. Ook hier lijkt een betere beveiliging derhalve gewenst.

Voor voetgangers en fietsers zijn de zichtafstanden minder problematisch. Zij stellen zich veel dicht bij de tramrails op en hebben daardoor beter zicht op naderende trams. Overstekende voetgangers en fietsers vragen niettemin speciale aandacht. Problemen zijn de geringe roodlicht-discipline en het oversteken op ongewenste plaatsen. Met name nabij tramhalten is onvoorzichtig oversteekgedrag een probleem (nog snel de tram halen). Door trambestuurders is hierop niet of nauwelijks te anticiperen, omdat niet kan worden voorzien of een voetganger/ fietser op tijd stopt of plotseling oversteekt.

3.4. **Mogelijke oplossingsrichtingen**

Zoals aangegeven in paragraaf 2.2. is een gelijkvloerse kruising met een sneltram-baan niet op een duurzaam-veilige manier te realiseren. Om te voldoen aan de ontwerpprincipes van een duurzaam-veilig verkeers-systeem zullen de kruisingen ongelijkvloers moeten zijn, of zal de tram nabij kruisingen langzaam moeten rijden. Gezien de massa van de tram zal dit in de praktijk betekenen dat de tram langzamer dan 30 km/uur zal moeten rijden.

Een mogelijke oplossing is een volledige beveiliging van de kruispunten met slagbomen.

Door de zichtbeperkingen kan de trambestuurder voor het kruispunt opgestelde voertuigen niet waarnemen. De bestuurders van opgestelde voertuigen hebben tevens een beperkt zicht op een naderende sneltram. Een regeling met alleen verkeerslichten is hier onvoldoende. Ook bij uitvallende verkeerslichten moet een veilige afwikkeling mogelijk zijn. Daarnaast is het riskant bestuurders te laten wachten voor een rood licht als ze de tram waarvoor zij moeten wachten niet kunnen zien naderen. Wachten terwijl het conflicterende voertuig niet kan worden gezien kan negatie van rood licht in de hand werken. Een regeling met slagbomen kan dit probleem voorkomen.

Ook voor voetgangers en fietsers kan de veiligheid van gelijkvloerse kruisingen worden vergroot door plaatsing van slagbomen.

Te overwegen is de oostelijke uitrit op de Spinnerij geheel te laten vervallen. De personenauto's die deze uitrit momenteel gebruiken zouden dan de inrit op de Bovenkerkerweg en de westelijke uitrit op de Spinnerij moeten gaan gebruiken. Het vrachtverkeer zou in deze oplossing gebruik blijven maken van de westelijke uitrit op de Spinnerij. Deze oplossing is niet optimaal duurzaam-veilig, omdat sprake blijft van een gelijkvloerse kruising van de westelijke uitrit op de Spinnerij met het sneltramtracé.

Het knelpunt kan worden opgelost door de toegangen tot het parkeerterrein te verplaatsen naar de Hamarskjöldsingel. De toeritten hoeven de trambaan niet te kruisen en ook het vrijliggende fietspad langs de Spinnerij hoeft niet te worden gekruist.

Er is in dit geval sprake van een duurzaam-veilige oplossing.

Een andere mogelijkheid het knelpunt op een duurzaam-veilige manier op te lossen is het realiseren van ongelijkvloerse kruising van de toegangen van het parkeerterrein en het sneltramtracé. Door de tunnel onder de Bovenkerkerweg verder door te trekken in westelijke richting, kunnen de toegangen ongelijkvloers worden uitgevoerd. Het betreft hier uiteraard een kostbare oplossing. Een probleem bij deze oplossing is het feit dat de Bovenkerkerweg een waterkerende functie heeft. Het verlengen van de tunnel stuit hierbij op technische bezwaren, omdat de in het ontwerp aanwezige kanteldijken hierdoor worden doorsneden door de tunnel.

4. Conclusies en aanbevelingen

De conclusies in de door Goudappel Coffeng uitgevoerde veiligheidstoets worden door de SWOV onderschreven. De gelijkvloerse kruisingen van de uitritten met de sneltrambaan voldoen niet aan de ontwerpprincipes van Duurzaam Veilig..

Ook wanneer bij de veiligheidstoets rekening wordt gehouden met een lagere rijsnelheid (45 km/uur) op de gehele tracéverlenging, blijken beperkingen van de zichtafstanden bij de oostelijke uitrit van Canon onveilige situaties te kunnen veroorzaken.

Het uitzicht voor de trambestuurder op de kruising met de oostelijke uitrit van het terrein van Canon wordt in het getoetste ontwerp belemmerd door de tunnelwand. De bestuurder van een uit oostelijke richting naderende tram heeft hierdoor uitsluitend zicht op het daadwerkelijke kruispunt (op de rails) en kan opgestelde of naderende voertuigen niet waarnemen.

De benodigde zichtafstanden bij de westelijke uitrit zijn zowel voor de trambestuurder als voor overige verkeersdeelnemers gegarandeerd.

Overigens bevindt zich aan de oostzijde van de tunnel onder de Bovenkerkerweg een overweg waar de zichtproblemen vergelijkbaar zullen zijn met die bij de oostelijke uitrit.

Het onderzochte knelpunt kan worden opgelost door de toegangen tot het parkeerterrein van Canon te verplaatsen naar de Hamarskjöldsingel. De toeritten hoeven de trambaan niet te kruisen en ook het vrijliggende fietspad langs de Spinnerij hoeft niet te worden gekruist. Er is in dit geval sprake van een duurzaam-veilige oplossing. Wel moet hierbij worden aangetekend dat de oversteek van voetgangers nog steeds problemen kan veroorzaken.

Naast een toetsing van het ontwerp van de kruisingen met uitritten van het bedrijfsterrein van Canon is door de SWOV nagegaan in hoeverre een sneltramsysteem kan worden ingepast in een duurzaam-veilig verkeerssysteem.

Geconcludeerd is dat een sneltramsysteem slechts kan worden ingepast in een duurzaam-veilig verkeerssysteem indien:

- Kruisend verkeer in plaats of tijd wordt gescheiden. Dit betekent dat kruisingen ongelijkvloers moeten worden uitgevoerd, of moeten worden voorzien van slagbomen.
Een uitvoering met slagbomen is echter vanuit veiligheidsoogpunt minder optimaal, omdat ongevallen nog steeds niet uitgesloten zijn.
- Indien realisatie van gelijkvloerse kruisingen of plaatsing van slagbomen niet mogelijk is, dienen de trams langzaam te rijden op kruispunten. Gezien de massa van de sneltram zal deze passeersnelheid lager zijn dan 30 km/uur.

Aanbevolen wordt aandacht te besteden aan een 'botsvriendelijker' uitvoering van het front van de sneltram, waardoor de letselernt in het geval van een aanrijding kan worden gereduceerd.

Literatuur

CROW (1996). *ASVV; Aanbevelingen voor verkeersvoorzieningen binnen de bebouwde kom*. Publicatie 110. CROW, Ede.

CROW (1997). *Handboek categorisering wegen op duurzaam veilige basis*. Publicatie 116. CROW, Ede.

Goudappel Coffeng (2001). *Veiligheidstoets verlenging Amstelveenlijn ter hoogte van Canon*. Goudappel Coffeng, Deventer.

Koornstra, M.J., Mathijssen, M.P.M., Mulder, J.A.G., Roszbach, R. & Wegman, F.C.M. (1992). *Naar een duurzaam-veilig wegverkeer; nationale verkeersveiligheidsverkenning voor de jaren 1990/2010*. SWOV, Leidschendam.

Raad voor de Transportveiligheid (2000). *Veiligheidsrisico's van de Nederlandse stadstram*. Raad voor de Transportveiligheid, Den Haag.