



Hogere passeersnelheden langs perrons

Toepassing van CSM REA

ir H.F. Frieling EurErg, drs M.S. Wilms EurErg, drs R. van der Weide EurErg
Rapport 3685
8 april 2015



Colofon

Titel Hogere passeersnelheden langs perrons
Toepassing van CSM REA
Projectnr Intergo 3685
Datum 8 april 2015
Auteur(s) ir H.F. Frieling EurErg, drs M.S. Wilms EurErg, drs R. van der Weide EurErg

Opdrachtgever ProRail Stations
Contactpersoon dhr. R. Speck

Versie 1.0
Status definitief
Aantal pagina's 32

Versie historie

Versie	Datum	Status	Auteur	Opmerking
0.1	12.01.2015	concept	Frieling, Wilms, Van der Weide	Startdocument
0.2	30.01.2015	concept	Frieling, Wilms, Van der Weide	1 ^e versie
0.3	25.03.2015	concept	Frieling, Wilms, Van der Weide	Na bespreking H2, 3 en 4 met opdrachtgever
1.0	08.04.2015	definitief	Frieling, Wilms, Van der Weide	Na bespreking H5 met opdrachtgever en verwerking commentaar

© 2015 INTERGO
Postbus 19218 . 3501 DE Utrecht
Pausdam 2 . 3512 HN Utrecht
T +31 (0)30 677 87 00
F +31 (0)30 677 87 01
E info@intergo.nl
I www.intergo.nl

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van Intergo. Het ter inzage geven van deze uitgave aan direct belanghebbenden is toegestaan.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de 'Algemene Leverings- en Verkoopvoorwaarden Intergo bv', dan wel de betreffende terzake tussen partijen gesloten overeenkomst.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Vraagstelling	5
1.3	Aanpak	5
1.4	Leeswijzer	6
2	Systeembeschrijving	7
3	Gevarenidentificatie	9
4	Aanvaardbaarheid van de risico's	11
4.1	Toepassing van praktijkcodes	11
4.1.1	TSI LOC & PAS (Locomotieven & Passagierstreinen)	11
4.1.2	TSI PRM (People Reduced Mobility)	12
4.1.3	TSI IST (Infrastructuur)	13
4.1.4	Conclusie praktijkcodes TSI	13
4.2	Referentiesystemen	14
4.3	Toetsing van de geïdentificeerde gevaren	16
4.3.1	Gevaar 1: Reiziger op het perron wordt uit balans gebracht (onbalans) door aerodynamische effecten van passerende trein langs het perron	16
4.3.2	Gevaar 2: Reiziger op het perron wordt geraakt door losse objecten vanaf de spoorzijde die door aerodynamische effecten van passerende trein langs het perron in beweging komen	18
4.3.3	Gevaar 4: Reiziger op het perron in / op een rollend object kan door aerodynamische effecten van passerende trein langs het perron in beweging komen	19
4.4	Conclusie	20
5	Veiligheidseisen	22
5.1	Beoordeling maatregelen	22
5.2	Te nemen veiligheidsmaatregelen	25
	Bijlage 1: CSM REA	29
	Bijlage 2: Bowtie Perronpassage	30
	Bijlage 3: Toe te passen risico-aanvaardingsbeginsel	31
	Bijlage 4: Basis maatregelen principes	32

Samenvatting

ProRail

Belangrijke wijzigingen in het spoorsysteem moeten conform de CSM REA (Common Safety Method on Risk Evaluation and Assessment) nader beschouwd worden op hun mogelijke impact op de veiligheid van het spoorsysteem. Verhoging van de passeersnelheden en wijziging van de breedte van de gevarenszone zijn conform deze CSM belangrijke wijzigingen. ProRail heeft Intergo gevraagd een risicobeoordeling uit te voeren conform de CSM REA voor beide voor ogen staande wijzigingen. ProRail heeft Intergo gevraagd een inventarisatie te maken van de risico's en de daarbij behorende (beheers)maatregelen indien er met snelheden langs de perrons wordt gereden tot 300 km/uur. De vraagstelling van ProRail spitst zich toe op de risico's voor reizigers bij verschillende passeersnelheden (reizigerstreinen tot 140 km/uur, tot 160 km/uur, tot 200 km/uur en tot 300 km/uur; goederentreinen tot 100 km/h) bij een gevarenszone van 80 mm breed en welke aanvullende veiligheidsmaatregelen daarbij eventueel nodig zijn.

Om de vraagstelling te kunnen beantwoorden is een aanpak conform CSM REA gevolgd

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Naar aanleiding van ontwikkelingen rondom mogelijke verhoging van passeersnelheden langs perrons werkt ProRail aan het onderwerp 'Ruimtelijke veiligheid voor reizigers op perrons'. Voor Nederland is de situatie onderbouwd voor passerende reizigerstreinen tot 140 km/u en goederentreinen tot 80 km/u bij een breedte van de gevarenzone van 150 mm (OVS00067 v2) [2]. Voor hogere passeersnelheden is nog geen onderzoek gedaan naar de daarmee samenhangende risico's en bijbehorende maatregelen.

Binnen het onderwerp 'Ruimtelijke veiligheid voor reizigers op perrons' heeft ProRail de breedte van de gevarenzone op perrons gewijzigd van 150 mm naar 80 mm voor passeersnelheden tot 160 km/u (OVS00067 v3) [3].

Belangrijke wijzigingen in het spoorstelsel moeten conform de CSM REA (Common Safety Method on Risk Evaluation and Assessment) nader beschouwd worden op hun mogelijke impact op de veiligheid van het spoorstelsel. Verhoging van de passeersnelheden en wijziging van de breedte van de gevarenzone zijn conform deze CSM belangrijke wijzigingen. ProRail heeft Intergo gevraagd een risicobeoordeling uit te voeren conform de CSM REA voor beide voor ogen staande wijzigingen.

1.2 Vraagstelling

ProRail heeft Intergo gevraagd een inventarisatie te maken van de risico's en de daarbij behorende (beheers)maatregelen indien er met snelheden langs de perrons wordt gereden tot 300 km/uur.

De vraagstelling van ProRail spitst zich toe op de risico's voor reizigers bij verschillende passeersnelheden (reizigerstreinen tot 140 km/uur, tot 160 km/uur, tot 200 km/uur en tot 300 km/uur; goederentreinen tot 100 km/h) bij een gevarenzone van 80 mm breed en welke aanvullende veiligheidsmaatregelen daarbij eventueel nodig zijn.

1.3 Aanpak

Om de vraagstelling te kunnen beantwoorden is een aanpak conform CSM REA gevolgd (zie Bijlage 1: CSM REA).

- Allereerst is een systeemdefinitie opgezet.
Deze systeemdefinitie bevat een beschrijving van het systeem en bevat een aantal voorgeschreven aspecten.
- Vervolgens is de gevaaridentificatie uitgevoerd.
In deze stap zijn alle gevaren geïdentificeerd die binnen de systeembeschrijving passen. De gevaren zijn geïdentificeerd op basis van analyse van bestaande bronnen en een expert oordeel. Tevens zijn bestaande maatregelen bij elk risico beschreven en is een inschatting van het risico gemaakt.
- De gevonden gevaren zijn getoetst op aanvaardbaarheid van de risico's.
Deze toets heeft plaatsgevonden op basis van de geldende praktijkcodes (TSI's) en vergelijking met referentiesystemen. Voor de vergelijking met de referentiesystemen is allereerst de bruikbaarheid van de gevonden referentiesystemen vastgesteld en vervolgens is per risico geanalyseerd of deze beschreven zijn in de referentiesystemen en of de risico's wel of niet geaccepteerd zijn en onder welke condities (met welke veiligheidsvereisten).
- Als laatste zijn de benodigde veiligheidsvereisten vastgesteld.
Hiervoor zijn de gevonden maatregelen in de praktijkcodes en referentiesystemen getoetst op de aansluiting bij de Nederlandse situatie en is een matrix opgesteld waarin de verschillende situaties in de systeembeschrijving voorzien zijn van de passende maatregelen.

1.4

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 staat de systeembeschrijving voor deze CSM REA weergegeven, dit geeft de scope van de risicoanalyse weer. Hoofdstuk 3 geeft de gevarenidentificatie weer. Hierin worden de gevaren beschreven die binnen de systeembeschrijving vallen en zijn tevens eventueel aanwezige maatregelen benoemd en een inschatting van het risico gemaakt. In hoofdstuk 4 is de aanvaardbaarheid van de risico's vastgesteld aan de hand van praktijkcodes en referentiesystemen. In hoofdstuk 5 staan de maatregelen beschreven die nodig zijn voor de verschillende passeersnelheden en soorten treinen.

2 Systeembeschrijving

De eerste stap in de CSM REA is het vastleggen van de systeemdefinitie. In de systeemdefinitie moeten bepaalde aspecten aanwezig zijn. In onderstaande tabel zijn deze aspecten weergegeven en ingevuld voor deze analyse (zie tabel 1).

tabel 1

Aspecten van de systeemdefinitie

Aspecten van de systeemdefinitie	Invulling voor deze risicoanalyse	
a Systeemd doelstelling (beoogd resultaat)	Reizigers op perrons ondervinden op 800 mm vanaf de perronrand geen risico's door aerodynamische effecten van verschillende soorten passerende treinen met verschillende passeersnelheden.	
b Systeemfuncties en –elementen (met inbegrip van menselijke, technische en operationele aspecten)	Treinen	Reizigersmaterieel conventioneel Reizigersmaterieel hoge snelheid (aerodynamisch) Goederentreinen dichte structuur Goederentreinen open structuur
	Treinsnelheden langs perrons (baanvak-snelheden)	Reizigerstreinen: • tot 140 km/u • tot 160 km /u • tot 200 km/u • tot 300 km/u Goederentreinen • tot 100 km/u
	Perrons	Perron ligging: • in de open lucht • in spoortunnels (= met TTI installatie) Perron afscherming (reflectie luchtstroom): • open, zonder achterwand • met achterwand / verdiepte ligging Perronmaatvoering • perron hoogte 760 mm + BS • perronrand op 1700 mm uit hart perron spoor • perronbreedte conform ProRail OVS00067 v3
	Reizigers	Totale NL populatie, o.a. verdeling qua geslacht, leeftijd, lengte en postuur (P5 – P 95). Reizigerstypen: • Reizigers zonder functionele beperkingen • Reizigers met functionele beperkingen (visueel, auditief, fysiek/motorisch eventueel met hulpmiddelen inclusief rolstoel), maar wel in staat om zelfstandig te reizen • Forenzen en incidentele reizigers

Aspecten van de systeemdefinitie	Invulling voor deze risicoanalyse
	- Nationale en internationale reizigers Gebruik van attributen bij verblijf op perron: - handbagage / omvangrijke bagage (Schiphol koffer) (vouw)fietsen - kinderwagens (leeg en met kind) - rolstoel / scootmobiel Gedrag van reizigers op perron: - wachten op perron (staan, kijken) - bewegen over perron (lopen, rijden) - gebruik (moderne) media (lezen, telefoon, smart phone , ipad) Perronpersoneel Inzet: - Perronpersoneel niet aanwezig - Perronpersoneel aanwezig, maar niet specifiek inzetbaar ivm risico bij passage treinen langs perron
c Systeemgrenzen met inbegrip van interacties met andere systemen	Reizigersdrukke op perron / capaciteit perron.
d Fysieke (systemen waarmee interactie bestaat) en functionele (functionele input en output) interfaces	Spoor: onderbouw losse ballast Treinen: aerodynamische effecten Perron: breedte / capaciteit (gevaarzone, loopzone, sta/wachtzone en circulatiezone conform OVS0067 v3)
e Systeemomgeving (bijvoorbeeld energie- en waterstromen, schokken, trillingen, elektromagnetische interferentie, operationeel gebruik)	Bedrijfstoestanden: normaal (volgens dienstregeling), verstoord, calamiteit Tijdstip van de dag: spits en dal, eerste tot laatste trein Weersomstandigheden klimaatzone NL (excl. wind) Ballast: projectiel werking door aerodynamisch effect
f Bestaande veiligheidsmaatregelen en, na de nodige herhaalde toepassing, vaststelling van de via het risicobeoordelingsproces geformuleerde veiligheidsvereisten	Bestaande veiligheidsmaatregelen: Markering gevaarzone door witte stippelstreep (wit – grijs = loopvlak – wit): - breedte gevaarzone langs het perron: 800 mm vanaf perronrand / 2600 mm vanaf hart spoor (rechtstand) - maatvoering: witte "tegel" breedte 150 mm en lengte 300 mm; - perronzijde stippelstreep op 900 mm vanaf perronrand of 2600 mm vanaf hart spoor NB Markering gevaarzone 800 mm niet op alle perrons aangebracht: "Oude" witte stippel-streep = PVRm gebied (550 mm vanaf perronrand) - Perrons Schiphol – Leiden voorzien van gele, afgekruste vakken (1500 mm vanaf perronrand) + waarschuwborden ("Let op snelle treinen")?
g Aannames die bepalend zijn voor de grenzen van de risicobeoordeling.	Out of scope: - onderhoudspersoneel op het perron en langs de baan - wind in perronomgeving (klimaatinvloed) - robuustheid van bouwkundige/infrastructuur elementen op perrons Reizigers brengen zichzelf niet moedwillig in gevaarlijke situaties (suicide).

3 Gevarenidentificatie

In hoofdstuk 2 is de systeembeschrijving van de risicoanalyse weergegeven. De volgende stap in de CSM REA is het in kaart brengen van de gevaren, de gevarenidentificatie. Voor deze analyse betreft dit primair de gevaren die samenhangen met een passage van een trein direct langs het perron met verschillende snelheden (conform de systeembeschrijving).

De gevarenidentificatie is tot stand gekomen op basis van een tweetal methoden:

1 Literatuurstudie

Allereerst is in bestaande literatuur / documenten gezocht naar gevaren die binnen de systeembeschrijving van deze risicoanalyse vallen. De gevonden literatuur is weergegeven in de referentielijst.

De volgende bronnen zijn geraadpleegd:

- Beschikbare relevante literatuur uit rapportage J. van Leent [1]
- Relevante literatuur reeds in bezit van Intergo [5, 6, 7, 8]
- Beschikbare relevante literatuur op internet (zoekcriteria gericht op diverse aspecten o.a:
 - i) risico: safety / Sicherheit, aerodynamisch / aerodynamic, slipstream, gust wind, wind speed, air speed, air velocity;
 - ii) personen: reizigers, people, passenger, old/elder, child/Kinder;
 - iii) locatie: platform / Bahnsteig;
 - iv) omstandigheden: snow, ice, ballast
- Beschikbare relevante literatuur over systemen uit het buitenland (ProRail uitvraag; aanvullend Duitsland/DB, Frankrijk/SNCF, UK/RSSB, Zweden/Banverket, Zwitserland / SBB + BAV)

2 Expert beoordeling

De in de literatuur gevonden gevaren zijn vervolgens getoetst en aangevuld op basis van een expert beoordeling. Hierbij zijn de reeds gevonden gevaren in een Bowtie geplaatst (grafische weergave van de gevaren en effecten). Deze Bowtie is vervolgens door verschillende deskundigen van Intergo geanalyseerd en aangevuld (de Bowtie staat weergegeven in Bijlage 2: Bowtie Perronpassage).

De gevarenidentificatie is weergegeven in tabel 2 en omvat de volgende aspecten:

- Omschrijving van het gevaar
- Bron (geeft aan op welke wijze het gevaar is geïdentificeerd)
- De huidige maatregelen die betrekking hebben op het gevaar
- Classificatie van het ingeschatte risico. Deze inschatting is gemaakt op basis van expert judgement.
- Toelichting op het gevaar

tabel 2

Gevarenidentificatie

Id	Gevaar	Bron	Maatregelen huidig	Classificatie ingeschat risico	Toelichting	Nader onderzoek volgens CSM REA
1	Reiziger op het perron wordt uit balans gebracht (onbalans) door <u>aerodynamische effecten van passerende trein langs het perron</u> .	RSSB [14] BAV/SBB [20]	markering gevarenzone 800 mm vanaf perronrand	Hoog	Er kan een versterkend effect optreden van de luchtstroom door plaatselijke omstandigheden (reflectie): perron insnijdingen en tunnels	ja
2	Reiziger op het perron wordt geraakt door losse objecten vanaf de spoorzijde die door <u>aerodynamische effecten van passerende trein langs het perron</u> in beweging komen.	BAV/ SBB [20] TSI IST (infra) [12] TSI Loc & Pas [10]	markering gevarenzone 800 mm vanaf perronrand	Midden	Volgens TSI's voor treinsnelheden ≥ 190 km/u (TSI L&P) / ≥ 200 km/u (TSI IST) op ballastspoor (nog open punt)	ja
3	Reiziger op het perron wordt geraakt door losse / rijdende objecten vanaf de perronzijde die door <u>aerodynamische effecten van passerende trein langs het perron</u> in beweging komen.	RSSB [14]	markering gevarenzone 800 mm vanaf perronrand	Laag	Vaak gering gewicht, geringe snelheid.	nee
4	Reiziger op het perron in / op een rollend object kan door <u>aerodynamische effecten van passerende trein langs het perron</u> in beweging komen.	RSSB [14]	markering gevarenzone 800 mm vanaf perronrand	Midden		ja
5	Reiziger op het perron schrikt van plotseling passerende trein (verrassingseffect)	BAV/SBB [20]	geen	Laag	verzwarende factor bij (zeer) hoge snelheid	nee
6	Reiziger ondervindt hinder aan oren (trommelvlies) door te hoog drukverschil / hoog geluidsniveau bij passerende trein (tunnel)	HSL (werkenden) [9]	geen	Laag	mogelijk specifiek in tunnel	nee

Uit bovenstaande tabel blijkt dat risico 1, 2 en 4 verder onderzocht dienen te worden volgens de CSM-REA.

4 Aanvaardbaarheid van de risico's

In dit hoofdstuk wordt de aanvaardbaarheid van de risico's van het te beoordelen systeem geëvalueerd aan de hand van één van de risico-aanvaardingsbeginselen. Er zijn drie risico-aanvaardingsbeginselen:

- 1 De toepassing van praktijkcodes
- 2 Een vergelijking met soortgelijke systemen (referentiesystemen)
- 3 Een expliciete risico-inschatting

In Bijlage 3: Toe te passen risico-aanvaardingsbeginsel is een korte toelichting op deze 3 risico-aanvaardingsbeginselen weergegeven en is de onderbouwing voor het gekozen risico-aanvaardingsbeginsel te lezen.

Voor deze CSM REA is in eerste instantie gekozen om de risico's van het te beoordelen systeem te evalueren met behulp van praktijkcodes en referentiesystemen.

4.1 Toepassing van praktijkcodes

Er is een aantal praktijkcodes die betrekking hebben op de veiligheid van reizigers op het perron:

- TSI LOC & PAS (voorheen Rolling Stock) [10]
- TSI PRM (People with Reduced Mobility) [11]
- TSI IST (Infrastructuur) [12]

De conclusies per TSI worden samengevat in een omkaderde tekst.

4.1.1 TSI LOC & PAS (Locomotieven & Passagierstreinen)

In het volgende artikel wordt aandacht gegeven aan de aerodynamische effecten op reizigers.

4.2.6.2.1. Wervelingen op perrons voor reizigers en naast het spoor voor werknemers

(1) Eenheden met een maximum ontwerpsnelheid $v_{tr,max} > 160$ km/h, die in de open lucht rijden met een referentiesnelheid die is gespecificeerd in tabel 4, mogen op een hoogte van 0,2 m en 1,4 m boven de bovenkant spoorstaaf en op een afstand van 3,0 m van de hart spoor geen overschrijding van de in tabel 4 vermelde waarde van de luchtsnelheid van $u_{2\sigma}$ veroorzaken tijdens het passeren van de eenheid.

Tabel 4

Grenscriteria

Maximumontwerpsnelheid $v_{tr,max}$ (km/h)	Meting verricht op hoogte boven bovenkant spoorstaaf	Maximaal toegestane luchtsnelheid langs het spoor (grenswaarden voor $u_{2\sigma}$ (m/s))	Referentiesnelheid v_{ref} (km/h)
$160 < v_{tr,max} < 250$	0,2 m	20	Maximumontwerpsnelheid
	1,4 m	15,5	200 km/h of de maximumontwerpsnelheid, laagste waarde van beide
$250 \leq v_{tr,max}$	0,2 m	22	300 km/h of de maximumontwerpsnelheid, laagste waarde van beide
	1,4 m	15,5	200 km/h

De volgende artikelen hebben te maken met drukopbouw / drukverschillen maar niet specifiek in relatie met passagiers op een perron:

- 4.2.6.2.2 Zuigereffect voor de trein (Head pressure pulse; drukopbouw tussen twee elkaar passerende treinen)
- 4.2.6.2.3 Maximale drukvariaties in tunnels (Maximum pressure variations; drukopbouw in tunnels)

Het volgende artikel gaat in op het risico op ballast die door aerodynamische effecten in beweging komt als een projectiel.

4.2.6.2.5 Aerodynamische effecten op spoor in ballast

- (1) Deze eis is van toepassing op eenheden met maximale ontwerpsnelheden van 190 km/h of meer.
- (2) De eis inzake het aerodynamisch effect van treinen op spoor in ballast teneinde de risico's op ballasthinder (opvliegend ballast) te beperken is een open punt.

Samenvattend TSI LOC & PAS

Treinen die zijn ontworpen voor treinsnelheden groter 160 km/u mogen op perrons (gerekend 3,0 m vanaf hart spoor) een maximale lichtsnelheid 15,5 m/s veroorzaken bij maximale ontwerpsnelheid of referentiesnelheid van 200 km/u (laagste waarde is van toepassing).

Bij sporen in ballast is rekening te houden op risico's op ballasthinder (opvliegend en weggeblazen ballast) vanaf snelheden van 190 km/u of meer. De te stellen eisen aan het aerodynamisch effect van treinen op spoor in ballast is nog een open punt.

4.1.2

TSI PRM (People Reduced Mobility)

In de volgende paragraaf wordt aandacht gegeven aan de gevarenzone (= veiligheidszone) langs de perronrand.

4.2.1.12. Perronbreedte en -rand

- (1) De gevarenzone van een perron begint aan de perronrand aan de spoorzijde en wordt gedefinieerd als de zone waar reizigers zich niet mogen ophouden wanneer treinen voorbijrijden of aankomen.
- (6) De begrenzing van de gevarenzone tegenover de perronrand aan de spoorzijde moet worden aangegeven met visuele markeringen en tactiele indicatoren in het vloeroppervlak.
- (7) De visuele markering moet een contrasterende lijn van het antisliptype met een minimumbreedte van 10 cm zijn.
- (8) Tactiele indicatoren in het vloeroppervlak kunnen één van de volgende twee vormen aannemen: — een waarschuwingspatroon dat op gevaar wijst aan de grens met de gevarenzone, — geleidelijnen die een pad vormen aan de veilige zijde van het perron.
- (9) Het materiaal aan de perronrand aan de spoorzijde moet contrasteren met de donkere kleur van het spoor.

Samenvattend TSI PRM

In de TSI PRM wordt de gevarenzone of te wel veiligheidszone gedefinieerd.

De minimale breedte van visuele markering is 10 cm. De huidige lijn op perrons is conform TSI PRM 15 cm breed.

De tactiele aanduiding is een waarschuwingspatroon op de grens van de veiligheidszone of een geleidelijn aan de veilige zijde van het perron. Op huidige perrons wordt conform TSI PRM als tactiele aanduiding de geleidelijn aan de veilige zijde van het perron toegepast.

In de TSI PRM wordt niet gespecificeerd:

- de concrete breedte van de veiligheidszone gerelateerd aan de treinsnelheid
- de specifiek uitvoering van de lijn als visuele markering

4.1.3

TSI IST (Infrastructuur)

In de paragraaf met betrekking op Gezondheid, veiligheid en milieu wordt aandacht besteed aan relevante aspecten voor deze studie.

4.2.10.1. Maximale drukvariaties in tunnels

1) Wanneer een trein met de maximaal toegestane snelheid in een voor snelheden van 200 km/h of meer ontworpen tunnel of ondergronds kunstwerk rijdt, mag de maximale drukvariatie, als gevolg van het passeren van die trein, niet groter zijn dan 10 kPa.

2) Bovenstaande eis moet worden vervuld aan de buitenzijde van treinen die voldoen aan de TSI LOC&PAS.

4.2.10.3. Opvliegend ballast

1) De aerodynamische wisselwerking tussen rollend materieel en infrastructuur kan ertoe leiden dat ballaststenen van het ballastbed gaan opvliegen en worden weggeblazen.

2) De eisen inzake het subsysteem infrastructuur ter beperking van het risico op „opvliegend ballast” zijn enkel van toepassing op lijnen met een maximale snelheid van 200 km/h of hoger.

3) De eisen van bovenstaand punt 2 zijn een open punt.

Samenvattend TSI IST

Bij sporen in ballast zijn risico's op ballasthinder (opvliegend en weggeblazen ballast) vanaf snelheden van 200 km/u of meer. De hiertoe te stellen eisen aan de infrastructuur zijn nog een open punt.

4.1.4

Conclusie praktijkcodes TSI

Voor reizigers op perrons geldt bij wervelingen die door passerende treinen worden veroorzaakt een maximaal toegestane luchtsnelheid van 15,5 m/s.

De concrete breedte van de veiligheidszone vanaf de perronrand wordt niet gespecificeerd in relatie met de snelheid van de passerende treinen langs het perron. Los van de minimale breedte (10 cm) wordt de uitvoering van de visuele markering niet gespecificeerd.

Het opvliegen en weggeblazen worden van ballaststenen door aerodynamische wisselwerking tussen treinen en infrastructuur is een mogelijk risico bij hogere snelheden (TSI LOC&PAS > 190 km/u, TSI IST

200 km/u). De hiertoe te stellen eisen aan het treinen en infrastructuur zijn nog een open punt.

4.2

Referentiesystemen

Een referentiesysteem dient minstens te voldoen aan de volgende eisen:

- 1 Het systeem heeft in de praktijk bewezen dat het een aanvaardbaar veiligheidsniveau waarborgt en komt derhalve nog steeds in aanmerking om te worden goedgekeurd in de lidstaat waar de wijziging wordt ingevoerd
- 2 Het biedt vergelijkbare functies en interfaces als het te beoordelen systeem
- 3 Het wordt gebruikt in vergelijkbare operationele omstandigheden als het te beoordelen systeem
- 4 Het wordt gebruikt in vergelijkbare omgevingsomstandigheden als het te beoordelen systeem.

In onderstaande tabel zijn de beschikbare vergelijkbare systemen getoetst op bovenstaande eisen.

Het is belangrijk te realiseren dat informatie over de referentiesystemen, inclusief beschrijving van de genomen veiligheidsmaatregelen en risico-acceptatie, gebaseerd is op openbaar beschikbare informatie en door ProRail aangeleverde gegevens. In het kader van dit project zijn geen referentiesystemen bezocht.

tabel 3

Toetsing beschikbare referentiesystemen

	Referentiesysteem	In praktijk bewezen aanvaardbaar veiligheidsniveau	Vergelijkbare functies en interfaces	Vergelijkbare operationele omstandigheden	Vergelijkbare omgevings- omstandigheden	Conclusie bruikbaarheid als referentiesysteem	Referentie document
1	Engeland (GB)	ja	ja, maar - hoger perron	ja	ja, maar - meer aandacht crosswinds	ja	[13], [14], [15]
2	Duitsland (DE)	ja	ja, maar - veel lager perron	ja	ja	ja	[4], [20]
3	Frankrijk (FR)	ja	ja	ja	ja	ja	[4], [20]
4	Zwitserland (CH)	ja	ja, maar - lager perron	ja	ja, maar - meer sneeuw en ijs	ja	[4], [19], [20]
5	Oostenrijk (AT)	ja	ja	ja	ja	ja	[4]
6	Noorwegen (NO)	ja	ja	ja, - snelheid max 250 km/u	ja	ja	[4], [18]
7	Zweden (SE)	ja	ja	ja, - snelheid max 250 km/u	ja	ja	[4], [17], [18]
8	Spanje (ES)	ja	ja	ja	ja	ja	[4]
9	Japan (JA)	ja	ja	nee (andere cultuur)	ja	nee (andere cultuur)	
10	HSL (NL)	ja, voor werkers langs de baan	nee, - geen reizigers op perrons	nee, - geen goederentreinen	ja	nee	
11	Hanzelijn (NL)	ja	ja	nee, - snelheid max 140 km/u	ja	nee	
12	Schiphol - Leiden	ja	ja	nee, - alleen Thalys tot 160 km/u (tijdelijk tot HSL gereed)	ja	nee	[5]

4.3 Toetsing van de geïdentificeerde gevaren

Indien een referentiesysteem voldoet aan bovenstaande eisen, geldt voor het te beoordelen systeem het volgende:

- 1 De risico's die voortvloeien uit de gevaren die door het referentiesysteem worden gedekt, worden als aanvaardbaar beschouwd.
- 2 De veiligheidsvereisten voor de gevaren die door het referentiesysteem worden gedekt, kunnen worden afgeleid uit de veiligheidsanalyse of uit een evaluatie van de veiligheidsprestaties van het referentiesysteem.
- 3 De veiligheidsvereisten worden in de gevarieninventaris vermeld als veiligheidsvereisten voor de betrokken gevaren.

In de volgende paragrafen worden de verschillende geïdentificeerde gevaren (uit tabel 3) beoordeeld met behulp van deze drie punten. In de onderstaande tabellen is te zien of het risico is geaccepteerd door de referentiesystemen, waarbij onderscheid gemaakt is in verschillende snelheden en verschillende soorten treinen.

De volgende coderingen zijn daarbij toegepast:

--	geen informatie
o	informatie onduidelijk / niet eenduidig
J	ja, risico's aanvaardbaar
J+	ja, risico's aanvaardbaar mits (> afstand <u>of</u> aanvullende maatregelen)
J++	ja, risico's aanvaardbaar mits (> afstand <u>en</u> aanvullende maatregelen)
N	nee, risico's niet aanvaardbaar (aanvullende risicobeoordeling)

4.3.1 Gevaar 1: Reiziger op het perron wordt uit balans gebracht (onbalans) door aerodynamische effecten van passerende trein langs het perron

Dit gevaar kan resulteren in het risico dat een reiziger mogelijk valt of struikelt op het perron of in aanraking komt met de trein.

tabel 4 Vergelijking met referentiesysteem

1. Risico's worden als aanvaardbaar beschouwd

Goederentrein	AT	CH	DE	ES	FR	GB	NO	SE
tot 100 km/h	o	J	o	o	o	J	o	o
slecht aerodynamisch ¹	--	--	--	--	--	--	--	--
Reizigerstrein								
tot 140 km/h	o	J	J	o	J+	J	J+	J+
tot 160 km/h	J++	J+	J	o	J+	J	J+	J+
tot 200 km/h	J++	J++	J++	J++	J++	J++	J++	J++
tot 300 km/h	J++	J++	J++	J++	--	J++	J++	J++

¹ Zoals autotreinen en treinen met 'gaten' erin: wel / geen containerbelading

Specifieke omstandigheden

Tunnels / reflecterende wanden	--	J++	--	--	--	--	--	--
Crowding / smalle perrons	--	--	--	--	--	J++	--	--

2. Veiligheidsvereisten kunnen worden afgeleid uit de veiligheidsanalyse of uit een evaluatie van de veiligheidsprestaties van het referentiesysteem**AT**

onderscheid tussen goederentreinen en reizigerstreinen onbekend

afstanden veiligheidszone bij verschillende snelheden onbekend

- reizigerstreinen tot 140 km/u: afstand onbekend + maatregelen onbekend
- reizigerstreinen tot 160 km/u; afstanden onbekend + markering veiligheidszone, waarschuwborden op perron, omroep (opgenomen bericht)
- reizigerstreinen tot 200 km/u: niet toegepast
- reizigerstreinen tot 300 km/u: niet toegepast

CH (Forschungsbericht: Abstände auf Perrons; 2011) [20]

- goederentreinen tot 100 km/u: 600 mm (op basis van metingen zou een grotere afstand nodig; door geluid + boeggolf wordt verondersteld dat reizigers instinctief een grotere afstand innemen)
- reizigerstreinen tot 140 km/u: 800 mm
- reizigerstreinen tot 160 km/u: 1000 mm
- reizigerstreinen tot 200 km/u: 1300 mm + aanvullende maatregelen (1 of meerdere maatregelen controleren en invoeren: verbreden veilige deel perron, hekwerk op veiligheidsafstand, waarschuwbord (altijd), toezicht perronpersoneel)
- reizigerstreinen tot 300 km/u: geen vrije toegang tot perron
- situaties met reflecterende wanden (insnijdingen en tunnels): grotere afstand en aanvullende maatregelen (niet uitgewerkt)

DE (stand 2005, afstanden uit CH rapport)

geen onderscheid tussen reizigerstreinen en goederentreinen

- treinen tot 140 km/u: 800 mm
- treinen tot 160 km/u: 800 mm
- treinen tot 200 km/u: 1600 mm (waarschuwborden ingang perron/op perron; waarschuwing via omroep (opgenomen en live), markeringslijn veiligheidszone aanduiding)
- treinen tot 300 km/u: geen vrije toegang van reizigers tot perron (tot 230 km/u: afscherming veiligheidszone door hekwerk met openingen, schuine vlakmarkering veiligheidszone+ waarschuwborden ingang perron + op perron; akoestische waarschuwing via omroep (opgenomen en live))

ES

onderscheid tussen reizigerstreinen en goederentreinen onbekend

afstanden veiligheidszone bij verschillende snelheden onbekend

- treinen tot 140 km/u: afstand + maatregelen onbekend
- treinen tot 160 km/u: afstand + maatregelen onbekend
- treinen > 160 km/u: afstand onbekend + vele maatregelen worden genoemd / concrete toepassing onduidelijk: markering veiligheidszone+ waarschuwborden ingang perron / op perron, visuele aankondiging (treinaanwijzer + waarschuwingssignaal, akoestische waarschuwing via omroep (opgenomen en live), gesloten hekwerken op perron)
- treinen tot 200 km/u: max snelheid onbekend ; eventuele afstand + concrete maatregelen onbekend
- treinen tot 300 km /u: max snelheid onbekend ; eventuele afstand + concrete maatregelen onbekend

FR (stand 2005, afstanden uit CH rapport)

geen onderscheid tussen reizigerstreinen en goederentreinen

- treinen tot 140 km/u: 900 mm
- treinen tot 160 km/u: 1600 mm (grenswaarde snelheid bij 150 km/u in plaats van 160 km/u)
- treinen tot 200 km/u: 1600 mm
- treinen tot max 220 km/u langs perron: afstand onbekend; markering veiligheidszone, waarschuwborden op perron; visuele aankondiging op treinaanwijzer, akoestische waarschuwing via omroep (live) + automatisch signaal
- treinen tot 300 km/u: onbekend

GB (standard GI/RT7016, 2014) [15]

- reizigerstreinen tot 160 km/u: geen afstand, lijn of aanvullende maatregel voorgeschreven
- reizigerstreinen tot 200 km/u: gele lijn, 1500 mm, waarschuwborden
- reizigerstreinen tot 300 km/u: geen vrije toegang tot perron
- Crowding en smalle perrons: aanvullende risicoanalyse [16]

NO (JBV document JD 530 "Plattformer og spor påstasjoner") [18]

onderscheid tussen reizigerstreinen en goederentreinen onbekend

markering bekend ; overige maatregelen niet duidelijk

- reizigerstreinen tot 140 km/u: 1000 mm; markering veiligheidszone (visueel + tactiel)
- treinen tot 160 km/u: 1500 mm (grenswaarde snelheid bij 150 km/u in plaats van 160 km/u); markering veiligheidszone (visueel + tactiel)
- treinen tot 200 km/u: 1500 mm+ markering veiligheidszone (visueel + tactiel); ook waarschuwborden op perron en akoestisch omroep (opgenomen bericht);
- treinen tot 300 km/u: niet opgenomen in voorschrift = geen reizigers op perron

SE (standard BVF 586.26) [17]

onderscheid tussen reizigerstreinen en goederentreinen onbekend

- treinen tot 140 km/u: 1000 mm + zig-zag markering / overige maatregelen onbekend
- treinen tot 160 km/u: 1500 mm + zig-zag markering / overige maatregelen onbekend
- treinen tot 200 km/u: 1500 mm (NB snelheid niet genoemd in Prorail uitvraag)
- treinen tot 300 km/u: niet opgenomen in voorschrift = geen reizigers op perron (max 240 km/u met afstand 2000 mm); NB maximale snelheid niet genoemd in Prorail uitvraag

3. De veiligheidsvereisten worden in de gevareninventaris vermeld als veiligheidsvereisten voor de betrokken gevaren

ja

4.3.2 Gevaar 2: Reiziger op het perron wordt geraakt door losse objecten vanaf de spoorzijde die door aerodynamische effecten van passerende trein langs het perron in beweging komen

tabel 5 Vergelijking met referentiesystemen

1 Risico's worden als aanvaardbaar beschouwd

Goederentrein	AT	CH	DE	ES	FR	GB	NO	SE
tot 100 km/h	--	J	--	--	--	--	--	--
slecht aerodynamisch ²	--	--	--	--	--	--	--	--

² Zoals autotreinen en treinen met 'gaten' erin: wel / geen containerbelading

Reizigerstrein								
tot 140 km/h	--	J	--	--	--	--	--	--
tot 160 km/h	--	J	--	--	--	--	--	--
tot 200 km/h	--	J	--	--	--	--	--	--
tot 300 km/h	--	J	--	--	--	--	--	--
Specifieke omstandigheden								
Tunnels / reflecterende wanden	--	--	--	--	--	--	--	--
Crowding / smalle perrons	--	--	--	--	--	--	--	--
2. Veiligheidsvereisten kunnen worden afgeleid uit de veiligheidsanalyse of uit een evaluatie van de veiligheidsprestaties van het referentiesysteem								
CH: geen extra veiligheidsvereisten (voor het risico als gevolg van stof werveling)								
3. De veiligheidsvereisten worden in de gevareninventaris vermeld als veiligheidsvereisten voor de betrokken gevaren								
ja								

4.3.3 Gevaar 4: Reiziger op het perron in / op een rollend object kan door aerodynamische effecten van passerende trein langs het perron in beweging komen

tabel 6 Vergelijking met referentiesystemen

1 Risico's worden als aanvaardbaar beschouwd								
Goederentrein	AT	CH	DE	ES	FR	GB	NO	SE
tot 100 km/h	--	--	--	--	--	J	--	--
slecht aerodynamisch ³	--	--	--	--	--	J++	--	--
Reizigerstrein								
tot 140 km/h	--	--	--	--	--	J	--	--
tot 160 km/h	--	--	--	--	--	J	--	--
tot 200 km/h	--	--	--	--	--	J++	--	--
tot 300 km/h	--	--	--	--	--	J++	--	--
Specifieke omstandigheden								
Tunnels / reflecterende wanden	--	--	--	--	--	--	--	--
Crowding / smalle perrons	--	--	--	--	--	--	--	--
2. Veiligheidsvereisten kunnen worden afgeleid uit de veiligheidsanalyse of uit een evaluatie van de								

³ Zoals autotreinen en treinen met 'gaten' erin: wel / geen containerbelading

veiligheidsprestaties van het referentiesysteem

- Goederentreinen tot 100 km/u: snelheidsrestrictie tot max 70 km/u (voor slecht aerodynamisch goederentreinen, zoals autotreinen en treinen met 'gaten' erin: wel/geen containerbelading)
- tot 200 km/u: grotere afstanden + aanvullende maatregelen (te besluiten op basis van een voorgestelde risicoanalyse methode inclusief mitigerende maatregelen (RSSB))
- tot 300 km/u: geen vrije toegang reizigers op perron

3. De veiligheidsvereisten worden in de gevareninventaris vermeld als veiligheidsvereisten voor de betrokken gevaren

ja

4.4**Conclusie**

Onderstaande tabel laat per snelheid en treinsoort zien welke veiligheidsafstand en welke veiligheidsmaatregelen vanuit de praktijkcodes en de referentiesystemen zijn geïdentificeerd.

Vanuit de TSI worden eisen aan de veiligheidsmarkering op een perron gesteld: de veiligheidsmarkering moet minimaal visueel en tactiel zijn uitgevoerd. In de huidige situatie op de perrons is de veiligheidsmarkering visueel zichtbaar als een witte onderbroken streep. Er is een tactiele markering aanwezig als geleidelijn. Deze ligt aan de veilige kant van de veiligheidsmarkering en kan conform TSI PRM als een tactiele uitvoering gezien worden.

tabel 7

Geïdentificeerde maatregelen vanuit de referentiesystemen

	Risico acceptatie	Veiligheidsafstand	Aanvullende veiligheidseisen
Goederentrein			
tot 100 km/h		800 mm	Geen extra maatregelen
slecht aerodynamisch	GB		Aanvullende maatregelen op basis van nadere risicoanalyse Snelheidsrestrictie (tot max 70 km/u)
Reizigerstrein			
tot 140 km/h		800 mm	Geen extra maatregelen
tot 160 km/h	DE	800 mm	Geen extra maatregelen
	CH	1000 mm	Geen extra maatregelen
	AT	onbekend	Waarschuwborden op perron / ingang perron Omroep (opgenomen bericht)
	NO	1500 mm	Geen extra maatregelen
	SE	1500 mm	zig-zag markering
	FR	1600 mm	--
tot 200 km/h	TSI	1300 mm	treinsnelheid > 160 km/u; maximale lichtsnelheid 15,5 m/s op 3,0 m hart spoor
	CH	1300 mm	Waarschuwbord Daarnaast 1 of meerdere mogelijkheden: Verbreden veilige deel perron

			Hekwerk op veiligheidsafstand Open afscherming op perron Toezicht perronpersoneel
	GB	1500	Gele markeringslijn Waarschuwborden
	SE	1500	zig-zag markering overige maatregelen onbekend
	FR	1600 mm	Geen extra maatregelen
	DE	1600 mm	Waarschuwborden ingang perron / op perron Waarschuwing via omroep (opgenomen en live)
tot 300 km/h	CH / DE / GB/ TSI	--	Geen vrije toegang tot perron
Specifieke omstandigheden			
Tunnels / reflecterende wanden	CH		Aanvullende maatregelen op basis van nadere risicoanalyse
Crowding / smalle perrons	GB		Aanvullende maatregelen op basis van nadere risicoanalyse

5 Veiligheidseisen

In dit hoofdstuk worden de veiligheidseisen die volgen uit hoofdstuk 4 (waarin de aanvaardbaarheid van de risico's is onderzocht met behulp van praktijkcodes en referentiesystemen) nader beschouwd op toepasbaarheid voor de Nederlandse situatie. De maatregelen genoemd in het voorgaande hoofdstuk zijn maatregelen die toegepast worden in soortgelijke landen als Nederland, maar dit betekent niet dat deze zonder meer toe te passen zijn in Nederland. Het beschouwen van de maatregelen geeft ook richting aan welke maatregelen in de gedefinieerde situaties in de systeembeschrijving noodzakelijk zijn.

5.1 Beoordeling maatregelen

In deze paragraaf worden de geïdentificeerde maatregelen beoordeeld. De haalbaarheid en effectiviteit van een maatregel zijn afhankelijk van de exacte uitvoering. We gaan in de beoordeling van de maatregelen uit van een afdoende uitvoering, wat inhoudt dat aan het doel van de maatregel wordt voldaan. In onderstaande tabel is dit doel van de maatregel (waar de maatregel op toegespitst is) expliciet opgenomen. De exacte uitvoering behoort niet tot de scope van dit project, en zal bij implementatie apart bepaald moeten worden.

De inschatting van de effectiviteit is gebaseerd op onderzoek van de RSSB [14] en expert-oordeel; beoordeling van de haalbaarheid in Nederland is afgestemd met de opdrachtgever ProRail.

tabel 8

Beoordeling van de mogelijke te introduceren veiligheidsmaatregelen (A = aanwezig in huidige situatie; NA = niet aanwezig in huidige situatie)

Maatregel	Effectiviteit	Haalbaarheid maatregel in NL	Oordeel in NL situatie A: Aanwezig in huidige situatie NA: Niet aanwezig in huidige situatie
Verbeteren risicoperceptie bij reizigers			
Markering veiligheidszone (tactiel en visueel)	Matig	Goed	A: Huidige uitvoering verbeteren
Aanvullende visuele markering	Matig	Goed	NA: Uitvoering nader te bepalen
Attenderen reizigers op aerodynamische risico's			
Waarschuwborden op perron / ingang perron	Matig	Goed	NA: Uitvoering nader te bepalen
Waarschuwen van reizigers			
Omroep bericht live gesproken	Hoog	Software: goed Omgeving: matig, kan voor overlast zorgen	NA: Uitvoering nader te bepalen
Omroep automatisch met opgenomen bericht	Hoog	Software: goed Omgeving: matig, kan voor overlast zorgen	NA: Uitvoering nader te bepalen
Treinaanwijzer op perron: automatisch met vaste tekst	Matig	Matig, heeft grote impact op organisatie	NA: Uitvoering nader te bepalen
Fysieke afscheiding op het perron			
Hekwerken met opening op perron	Hoog	Niet algemeen toepasbaar op reeds bestaande perrons, mogelijk wel op nieuw aan te leggen perrons	NA: Uitvoering nader te bepalen
Gesloten afscherming op perron	Hoog	Niet algemeen toepasbaar op reeds bestaande perrons, mogelijk wel op nieuw aan te leggen perrons	NA: Uitvoering nader te bepalen
Afsluiting van gehele perron	Hoog	Slecht, heeft grote impact op organisatie	NA: Uitvoering nader te bepalen
Toezicht en controle door personeel op perron			
Perronpersoneel altijd aanwezig op perron	Hoog	Slecht, zeer hoge kosten	NA: Als overgangsmaatregel
Perronpersoneel alleen tijdens de spits aanwezig op perron	Matig	Slecht, hoge kosten	NA: Als overgangsmaatregel

Maatregel	Effectiviteit	Haalbaarheid maatregel in NL	Oordeel in NL situatie A: Aanwezig in huidige situatie NA: Niet aanwezig in huidige situatie
Beheersen van reizigers drukte op perron			
Verbreden veilige deel perron	Matig	Niet algemeen toepasbaar op reeds bestaande perrons, mogelijk wel op nieuw aan te leggen perrons	NA: Uitvoering nader te bepalen
Beheersen van treinverkeer			
Snelheidsreductie aerodynamisch ongunstige goederentreinen	Hoog	Matig, vergt aanpassing in planning en seinstelsel	NA: Uitvoering nader te bepalen

5.2 Te nemen veiligheidsmaatregelen

Op basis van tabel 7 en tabel 8 is een oordeel gevormd over de te implementeren veiligheidseisen per passeersnelheid. Hierbij is telkens een afweging gemaakt tussen een (grotere) veiligheidsafstand en de te nemen aanvullende veiligheidseisen.

Vanuit de TSI worden eisen aan de veiligheidsmarkering op een perron gesteld: de veiligheidsmarkering moet minimaal visueel en tactiel zijn uitgevoerd. In de huidige situatie op de perrons is de veiligheidsmarkering visueel zichtbaar als een witte onderbroken streep. Er is een tactiele markering aanwezig in de vorm van een geleidelijn die aan de veilige kant van het perron is gelegen. De huidige uitvoering van de veiligheidsmarkering wordt als basis veiligheidsmaatregel beschouwd, met de kanttekening dat de veiligheidsmarkering nog niet op alle perrons consistent is toegepast.

Als basis maatregelen worden beschouwd (zie Bijlage 4: Basis maatregelen principes):

- aanduiding veiligheidszone: visueel + tactiel (= geleidelijn veilig deel perron)
- waarschuwborden ("opvoedkundig" te overwegen ook op perrons tot 140 km/u) voor alle reizigers; speciale aandacht voor risico's van kinderwagens en andere rollende objecten is hierbij aanbevolen.

tabel 9 Aanbevolen veiligheidsafstanden en veiligheidseisen per passeersnelheid

	Veiligheidsafstand	Aanvullende veiligheidseisen
Goederentrein		
tot 100 km/h	800 mm	Geen extra maatregelen* (doorgetrokken lijn)
slecht aerodynamisch**	800 mm	Aanvullende maatregelen op basis van nadere risicoanalyse en/of Snelheidsrestrictie (tot max. 70 km/u)
Reizigerstrein		
tot 140 km/h	800 mm	Geen extra maatregelen* (doorgetrokken lijn) (Waarschuwborden op perron)
tot 160 km/h	1000 mm	Waarschuwborden op perron Aanvullende visuele markering veiligheidszone (doorgetrokken lijn)
tot 200 km/h	1300 mm	Waarschuwborden op perron Aanvullende visuele markering veiligheidszone (vlak vullend) Auditieve waarschuwing: Omroep (opgenomen bericht) Visuele waarschuwing: Treinaanwijzer (vaste tekst, aandacht trekkend) of alternatieve uitvoering (nader te bepalen)
tot 300 km/h	--	Geen vrije toegang tot perron***
Specifieke omstandigheden		
Tunnels / reflecterende wanden		Aanvullende maatregelen op basis van nadere risicoanalyse
Crowding / smalle perrons		Aanvullende maatregelen op basis van nadere risicoanalyse

*markering veiligheidszone dient nog wel consistent en overal doorgevoerd te worden

** zoals autotreinen en treinen met 'gaten' erin: wel/geen containerbelading

*** Zowel vanwege risico op onbalans [4], [13], [14], [15], [19], [20] als risico opspattende balast [10]

Argumentatie

De volgende principes zijn toegepast:

- Bij groter risico worden meer maatregelen genomen (opschakelen).
- Bij groter risico worden maatregelen gericht op het zelfde zintuig meervoudig uitgevoerd (indringender)
- Maatregelen worden gericht op meerdere zintuigen (visueel/akoestisch/tactiel) zodat alle reizigers met beperkingen (visueel, auditief en mentaal) worden betrokken.

De vergroting van de veiligheidsafstand op het perron is gebaseerd op:

- 1000 mm: compensatie hogere treinsnelheid tot 160 km/u op basis van onderzoek Zwitserland
- 1300 mm: conform TSI grenswaarde max. luchtsnelheid 15,5 m/s op 3,0 meter hart spoor bij 200 km/u.

De attentiewaarde van de visuele aanduiding van de veiligheidszone wordt bij een hoger risico vergroot:

- basis: doorgetrokken lijn
- aanvullend: vlak vullende zone

Om te voldoen aan het PRM-principe voor een toegankelijk railsysteem worden zowel een auditieve (omroep) als een visuele (treinaanwijzer op perron) waarschuwing toegepast (specifiek bij nadering passerende trein; geen algemene waarschuwing). Op perrons waar een treinaanwijzer ontbreekt dient een alternatieve, functioneel vergelijkbare, visuele aanduiding ontwikkeld te worden.

Specifieke omstandigheden

In tunnels of bij reflecterende wanden is het onmogelijk om op voorhand een minimaal veilige afstand en/of aanvullende maatregelen te bepalen, aangezien de luchtsnelheid door passerende treinen afhankelijk zal zijn van het specifieke ontwerp. Daarom is voor deze gevallen een nadere risicoanalyse noodzakelijk en zijn zo nodig aanvullende maatregelen te nemen. Uitgangspunt is dat de blootstelling van reizigers op het perron aan aerodynamische effecten van passerende treinen ten hoogste een luchtsnelheid van 15,5 m/s op de grens van de veiligheidszone mag bedragen.

Verder gaan we ervan uit dat er naast de veiligheidszone een voldoende brede loop- en sta/wachtzone aanwezig is om daadwerkelijk een veilige plek te kunnen zoeken. Bij crowding door drukte van reizigers en/of smalle perrons is dit mogelijk niet het geval. Het Model Perronveiligheid (in ontwikkeling) kan helpen bij het identificeren van dergelijke perrons. Bij risicovolle perrons is een nadere risicoanalyse noodzakelijk en zijn zo nodig aanvullende maatregelen te nemen.

Disclaimer

Het is belangrijk te realiseren dat informatie over de referentiesystemen, inclusief beschrijving van de genomen veiligheidsmaatregelen en risico-acceptatie, gebaseerd is op openbaar beschikbare informatie en door ProRail aangeleverde gegevens. In het kader van dit project zijn geen referentiesystemen bezocht.

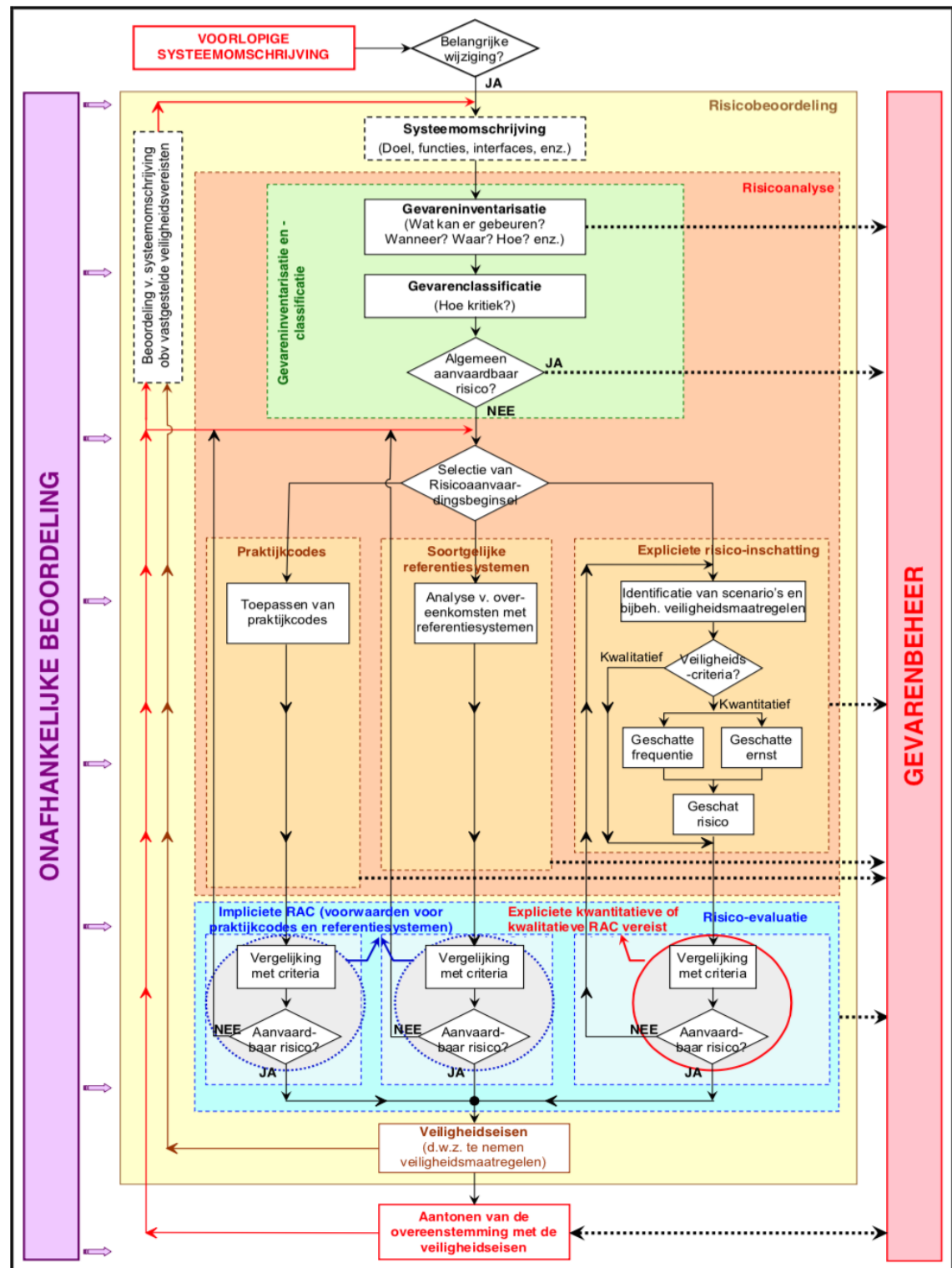
De auteurs zijn er door de herkenbare 'rode draad' in de verschillende referentiesystemen van overtuigd dat bovenstaand advies als voldoende onderbouwd mag worden beschouwd. Echter, bij implementatie van bepaalde maatregelen wordt geadviseerd een expliciete check uit te voeren bij de betreffende referentiesystemen over uitvoering, effectiviteit/risico-reductie, etc.

Referentielijst

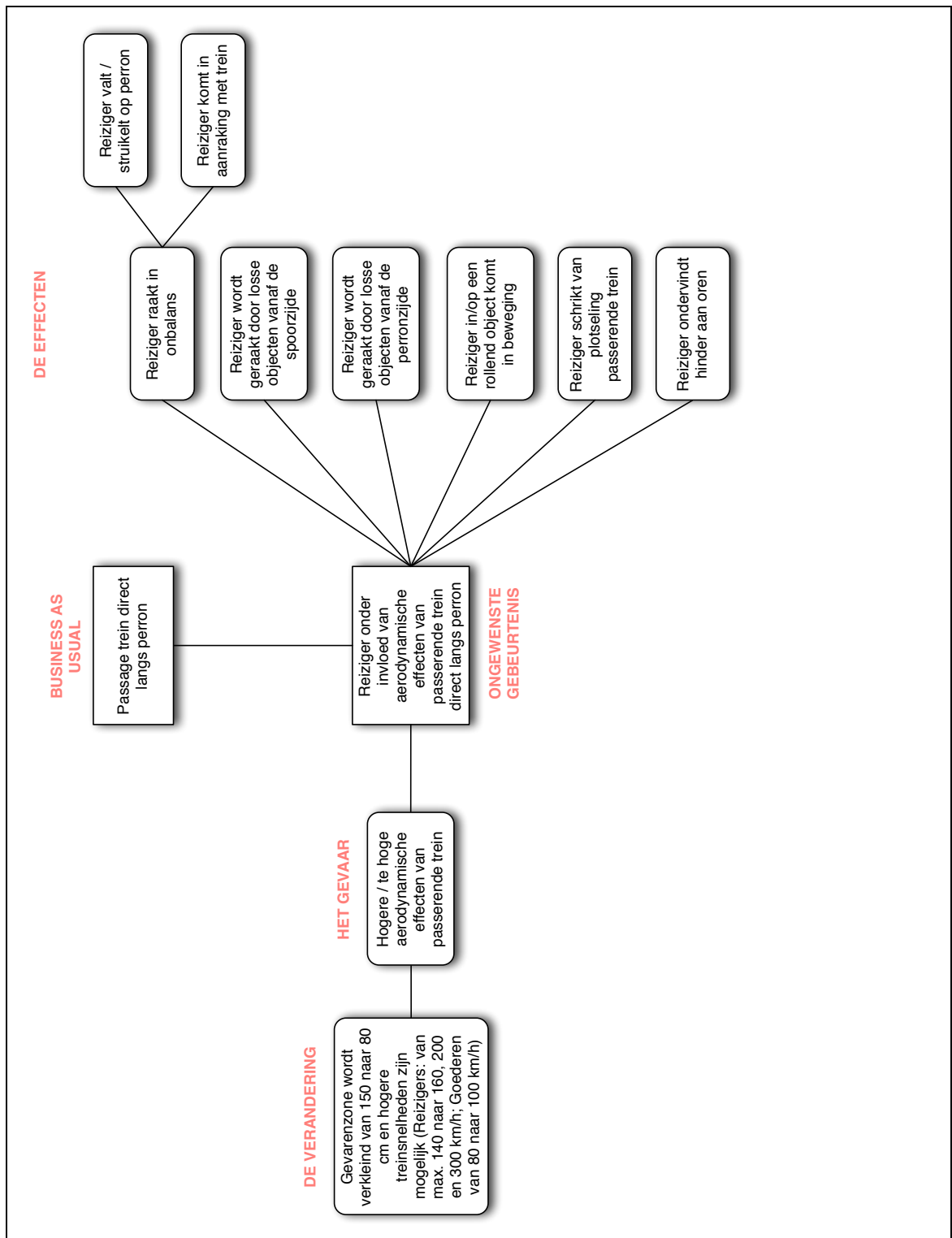
Nr	Auteur / Instantie	Jaar	Titel	Plaats	Opdrachtgever
Nederland					
1	J. van Leent	2010	Ruimtelijke veiligheid voor reizigers op perrons	Utrecht	ProRail
2	ProRail	2007	Ontwerpvoorschrift Perrons (OV500067-v002)	Utrecht	ProRail
3	ProRail	2011	Ontwerpvoorschrift Perrons (OV500067-v003)	Utrecht	ProRail
4	ProRail	2012	Results questionnaire on safety measures at train stations, where trains pass at high speeds (countries: AT, CH, DE, ES, FR, GB, NO, SE)	Utrecht	ProRail
Intergo					
5	AMG\Ergonomie	1997	Perronsignalering bij snelle treinen. Proef station Nieuw Vennep	Utrecht	NS Railinfra-beheer
6	Intergo	1998	Opstelpatroon reizigers op perron	Utrecht	NS Railinfra-beheer
7	Intergo	2004	Afkeurwaarde perron; Ergonomische beoordeling	Utrecht	ProRail
8	Intergo	2010	Literatuuronderzoek opstelafstand op perron	Utrecht	ProRail
9	Intergo	2002	Veilig/ gezond onderhoud versus beschikbaarheid HSL -Zuid	Utrecht	ProRail
Europa					
10	EU	2014	TSI Loc & Pas Technische specificatie inzake interoperabiliteit van het subsysteem „rollend materieel — locomotieven en reizigerstreinen” van het spoorwegsysteem in de Europese Unie	Brussel	Cie. Europese Gemeenschap
11	EU	2014	TSI PRM Technische specificatie inzake interoperabiliteit betreffende de toegankelijkheid van het spoorwegsysteem in de Unie voor gehandicapten en personen met beperkte mobiliteit	Brussel	Cie. Europese Gemeenschap.
12	EU	2014	TSI IST Technische specificatie inzake interoperabiliteit van het subsysteem infrastructuur van het spoorwegsysteem in de Europese Unie	Brussel	Cie. Europese Gemeenschap
Engeland					
13	RSSB	2003	Research Programme Engineering: Review of train slipstream effects on platforms (T248)	London	RSSB
14	RSSB	2007	Research Programme Engineering: Effective management of risk from slipstream effects at trackside and platforms (T425) (inclusief bijlagen; zie hieronder)	London	RSSB
	RSSB	2007a	Research Programme Engineering: Effective management of risk from slipstream effects at trackside and platforms, Appendix A1 Commentary on existing GB position and risk appraisal of mitigation measures	London	RSSB
	RSSB	2007	Research Programme Engineering: Effective management of risk from slipstream effects at trackside and platforms, Appendix A2 Human Factors Assessment of Mitigation Measures	London	RSSB
	RSSB	2007b	Research Programme Engineering: Effective management of risk from slipstream effects at trackside and platforms, Appendix B Analysis of existing experimental data on train slip-streams including the effects on pushchairs	London	RSSB Mott MacDonald Ltd
	RSSB	2007c	Research Programme Engineering: Effective management of risk from slipstream effects at	London	RSSB

Nr	Auteur / Instantie	Jaar	Titel	Plaats	Oprachtgever
			trackside and platforms, Appendix C: Theoretical modelling of the effects of train slipstreams on a standing		
	RSSB Sterling, M., C.J. Baker	2005a	Research Programme Engineering: Effective management of risk from slipstream effects at trackside and platforms, Appendix D1: The effects of cross winds on train slipstreams	Birmingham	RSBB
	RSSB Sterling, M., C.J. Baker & S.C. Jordan,	2005b	Research Programme Engineering: Effective management of risk from slipstream effects at trackside and platforms, Appendix E1; A review of existing data of gust effects on standing people	Birmingham	RSBB Mott MacDonald Ltd
	RSSB T. Johnson	2005 2007 rev	Research Programme Engineering: Effective management of risk from slipstream effects at trackside and platforms, Appendix E2; A parametric study of human loss of balance due to wind gusts	Birmingham	RSBB Mott MacDonald Ltd
15	RSSB	2009	Railway Group Standard GI/RT7016 Issue 3 Interface between Station Platforms, Track and Trains	London	RSSB
16	RSSB	2012	Research Programme Engineering; Guidance on protecting people from the aerodynamic effects of passing trains (T749)	London	RSSB
	Zweden / Noorwegen				
17	Banverket	1995	Föreskrift Banteknik; Plattformer och Lastkajer	Stockholm	Banverket
18	WSP Civils	2011	High-speed Railway Assessment - Rail Specific Planning and Development Analysis APPENDIX 5 REPORT Station Design (inclusief Noorwegen)	Stockholm	
	Zwitserland				
19	UVEK / BAV	2006	Richtlinie: Schutz der Reisenden auf Perrons bei Durchfahrgeschwindigkeiten über 160 km/h; Feste Anlagen; AB-EBV AB 21.2		
20	Bundesamt für Verkehr (BAV)	2011	Abstände auf Perrons Gefahrenbereich – Sicherer Bereich; Forschungsbericht	Bern	Bundesamt für Verkehr (BAV)

Bijlage 1: CSM REA



Bijlage 2: Bowtie Perronpassage



Bijlage 3: Toe te passen risico-aanvaardingsbeginsel

De CSM REA kent meerdere risico-aanvaardingsbeginselen:

- Code of practice: voor mitigatie van een risico gebruik maken van een in de praktijk geaccepteerde (gedrags)regel waarmee daadwerkelijk het nagestreefde veiligheidsniveau bereikt wordt;
- Referentiesystemen: voor mitigatie van een risico gebruik maken van de maatregelen zoals die in een vergelijkbaar systeem voor datzelfde risico van toepassing zijn en waarmee daadwerkelijk het nagestreefde veiligheidsniveau bereikt wordt
- Expliciete risico-analyse: als beide voorgaande aan risico-aanvaardingsbeginselen niet kunnen worden toegepast, moet overgegaan worden tot een expliciete risico-analyse.

Code of practice

In Nederland is geen geaccepteerde (gedrags)regel bekend die ingaat op de situatie van hogere passeersnelheden van een trein en het daarmee voor reizigers op een perron samenhangende gevaar. De aanpassing om te komen tot de huidige ProRail regels voor maatregelen bij passeersnelheden tot 140 km/u langs perrons zijn niet tot stand gekomen op basis van een CSM beoordeling. Voor passeersnelheden boven de 140 km/h is geen (gedrags)regel beschikbaar.

Nederland dient te voldoen aan in Europees verband opgestelde TSI-regelgeving. TSI regelgeving met betrekking tot de vraagstelling kan beschouwd worden als een verplicht te accepteren (gedrags)regel.

Referentiesystemen

Intergo heeft in het verleden met een vergelijkbaar gevaar voor reizigers op perrons, zij het niet veroorzaakt door een drukgolf of hoge luchtsnelheden, reeds onderzoek gedaan naar het potentieel van het gebruik van referentiesystemen als risico-aanvaardingsbeginsel. Destijds was de conclusie dat het niet mogelijk was voldoende informatie over een referentiesysteem in het buitenland te verzamelen t.b.v. volledige risico-aanvaarding. Wel bleek de analyse van buitenlandse referentiesystemen bruikbaar om gevaren te identificeren en mogelijke maatregelen te formuleren. De Hanzelijn in Nederland is weliswaar aangelegd voor 200 km/u en kent diverse stations met perronsporen waarlangs treinen passeren maar de toegelaten baanvaksnelheid bedraagt slechts 140 km/h. Op de Hanzelijn is de situatie van passerende treinen langs perrons niet verschillend van de gangbare situatie in Nederland bij overige perrons met een vergelijkbare baanvaksnelheid. De situatie van de Hanzelijn is niet bruikbaar voor een deel van de vraagstelling (snelheden tot 200 km/h). De HSL-Zuid in Nederland is voor zover bekend bij Intergo vrijgegeven voor snelheden tot 300 km/h maar kent geen tussenliggende stations. De situatie met reizigers op perrons en passerende treinen treedt zodoende niet op. De risicoanalyse met betrekking tot veilig onderhoud door personeel bij passerende treinen zijn niet bruikbaar voor de huidige vraagstelling (andere stahoogte: ballasthoogte vs perronhoogte; andere personen: personeel vs. reizigers; andere veiligheidseisen: werkomgeving alleen toegankelijk voor personeel dat voldoet aan specifieke geschiktheidseisen vs openbare ruimte voor iedereen toegankelijk).

Risico-analyse

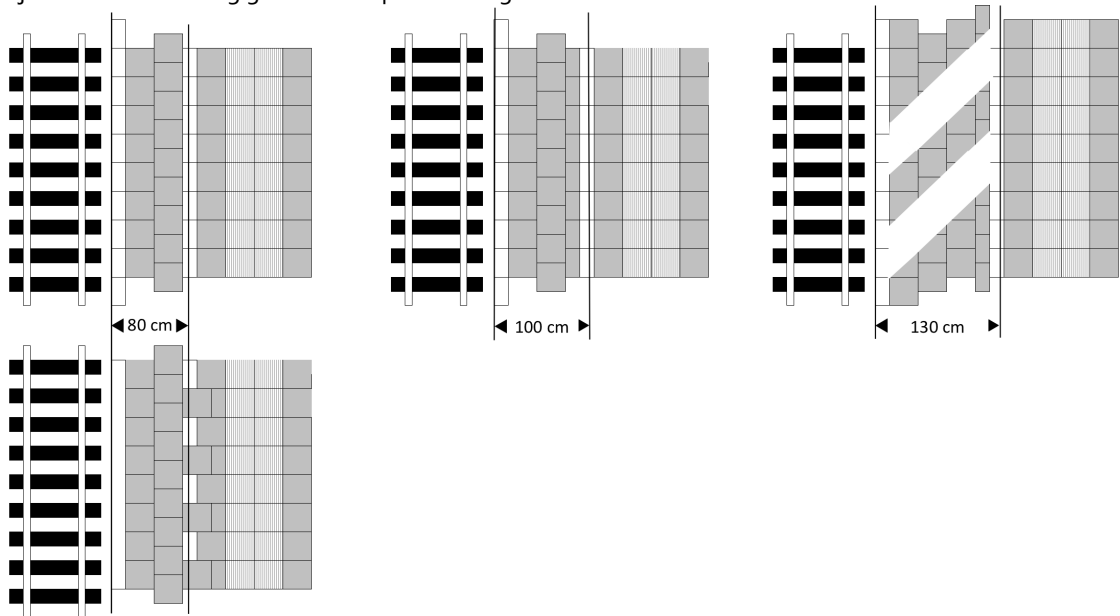
In Nederland kent naast de TSI regelgeving geen passende code of practice of referentiesysteem dat beschikbaar is voor de vraagstelling van ProRail Stations zoals onder paragraaf 1.2 verwoord. Daarom wordt eerst onderzocht of de risicoaanvaardingsbeginselen "Code of practice" in Europees verband (TSI) en "Referentiesystemen" in het buitenland succesvol gevolgd kunnen worden om te komen tot het antwoord op de vraag van ProRail Stations. Pas daarna wordt - indien nodig - overgegaan tot expliciete risico-analyse, dit is echter geen onderdeel van deze rapportage.

Bijlage 4: Basis maatregelen principes

De in deze bijlage weergegeven basismaatregelen geven de principes weer. De uiteindelijke uitvoering dient nader bepaald te worden.

Aanduiding veiligheidszone

Lijn en vlak marking gebaseerd op uitvoering in Duitsland



Waarschuwborden

Pictogram + toelichting op onderbord gebaseerd op uitvoering in Duitsland

