

Review risicomodel 2.0 perronveiligheid



Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.

Foto op cover

Afkomstig van treinreiziger.nl

Auteurs

prof. dr. I. Helsloot

Jacco Vis MSc

April 2020

De Stichting Crisislab is de onderzoeksgroep die het onderzoek van de leerstoel Besturen van Veiligheid van de Radboud Universiteit Nijmegen ondersteunt. De doelstelling van Crisislab is de ontwikkeling en verspreiding van kennis op het domein van crisisbeheersing en veiligheidszorg. Voor Crisislab is een kernactiviteit het verrichten van empirisch gefundeerd onderzoek op het veiligheidsdomein, omdat momenteel feiten vaak ontbreken bij beleidsvorming en discussies op het terrein van het besturen van veiligheid. Op basis van dit onderzoek adviseren we overheden en bedrijven om tot redelijk en proportioneel veiligheidsbeleid te komen. De oefeningen en trainingen die wij verzorgen zijn gericht op het realistisch leren omgaan met crisismechanismen en met de veerkrachtige samenleving.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Wat zegt de (inter)nationale statistiek?	8
2.1	Perronveiligheidsincidenten in Nederland	
2.2	Perronveiligheidsincidenten internationaal	
2.3	Samenvattend	
3	Beschrijving model perronveiligheid 2.0	13
3.1	Korte beschrijving risicomodel 1.0	
3.2	Van risicomodel 1.0 naar model 2.0	
3.3	Recente toevoeging risicoschatting aan risicomodel	
4	Beoordeling model perronveiligheid 2.0	18
4.1	Toetsing gekozen scope van het model	
4.2	Kanttekeningen bij vaststellen risicoformule op basis van expertmeeting	
4.3	Klopt onderliggende assumptie dat het model lineair is?	
5	Proportionaliteit investeren in perronveiligheid	22
5.1	Mogelijke maatregelen uit de (internationale) literatuur	
5.2	Wat ProRail en NS al doen	
5.3	Berekening van de proportionaliteit	
5.4	Perronveiligheidsincidenten in relatie tot andere risico's	
5.5	Het is onwaarschijnlijk dat proportionele maatregelen getroffen kunnen worden	
6	Het geheel overziend	30
	Bronnenlijst	35
	Verslag internationale sessie	39

1 Inleiding

Het aantal treinpassagiers is in de laatste jaren sterk toegenomen en de verwachting is dat deze trend de komende jaren zal doorzetten. Zo verwacht ProRail tot 2030 zelfs een stijging van het aantal treinreizigers met 45% ten opzichte van het huidige niveau.

Veel stations zijn niet berekend op deze toegenomen en nog verder toenemende passagiersaantallen. Hierdoor ontstaan situaties waarbij het perron overvol raakt met wachtende en in- en uitstappende reizigers. Dit zou mogelijk kunnen leiden tot onveilige situaties waaronder het zich voordoen van ‘perronveiligheidsincidenten’ (de precieze definitie volgt hierna).

ProRail is op basis van de beheerconcessie 2015-2025 verantwoordelijk voor het veilige beheer van de hoofdspoorweginfrastructuur (HSWI). Uit deze verantwoordelijkheid komt ook de verplichting tot het gebruiken van een veiligheidsmanagementsysteem (VMS) voort. Onderdeel van elke VMS is het uitvoeren van een risicoanalyse. Ook voor de risico's voor passagiers op perrons moet zo'n risicoanalyse worden uitgevoerd. In 2019 is daartoe een ‘risicomodel 2.0’ ontwikkeld.

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (ministerie van IenW) is stelselverantwoordelijk voor het spoor. Ze heeft aan Crisislab gevraagd een review uit te voeren op deze nieuwe risicoanalyzesystematiek (versie 2019) die ProRail specifiek voor perronveiligheidsincidenten wil hanteren.

Afbakening begrip ‘perronveiligheidsincidenten’

Wanneer we in deze rapportage spreken over *perronveiligheidsincidenten* dan bedoelen we daarmee incidenten waarbij een (zelfstandige) reiziger *als gevolg van drukte* van het perron in de spoorbak valt.

Deze afbakening van het begrip sluit (natuurlijk) aan bij de scope van het door ProRail ontworpen risicomodel perronveiligheid (zie hoofdstuk 3).

Wanneer een reiziger van het perron in de spoorbak valt, maar dit niet veroorzaakt wordt door drukte, dan wordt dit dus niet geassocieerd als perronveiligheidsincident. Andere oorzaken waardoor reizigers op het spoor zouden kunnen belanden zijn bijvoorbeeld roekeloos gedrag, het zijn onder invloed van drank of drugs of domme pech.

Een ander type incident dat weliswaar relatief vaak voorkomt, maar dus niet onder perronveiligheidsincidenten geschaard wordt, zijn incidenten rond de ‘Platform Train Interface’ (PTI). Dit zijn alle incidenten die ontstaan rond het gebied (de interface) tussen

de trein en het perron. In veel gevallen gaat het dan om ongelukken bij het in- en uitstappen doordat mensen in het gat tussen de trein en het perron stappen of vast komen te zitten tussen dichtslaaende deuren. Perronveiligheidsincidenten vinden per definitie ook plaats rond de PTI, maar dit vormt slechts een klein aandeel van het totale aantal PTI-incidenten. Het risicomodel 2.0 dat wij reviewen gaat niet op deze aspecten van de veiligheid van reizigers op perrons in.

Het in opdracht van ProRail ontworpen risicomodel

ProRail is al geruime tijd bezig om op een onderbouwde wijze te komen tot een risicoanalyse van drukke perrons. De eerste stap die ProRail in 2012 hiervoor zette was het ontwikkelen van een risicomodel om voor ieder perron in Nederland het veiligheidsniveau voor het risico op perronveiligheidsincidenten te kunnen classificeren. Dit eerste model had de vorm van een stroomschema, maar bleek op een aantal punten niet te voldoen. Consultancybureau Intergo heeft toen de opdracht gekregen om samen met ProRail tot een 'risicomodel perronveiligheid' te komen. Dit model werd opgeleverd in mei 2015.

Dit risicomodel is geaccordeerd door het Landelijk Comité Veiligheid (LCV), maar behoefde volgens het ministerie van IenW nog enige aanscherping. Deze aanscherpingsslag is gemaakt door het verkeers- en vervoersadviesbureau Arane in samenwerking met Intergo. In tegenstelling tot het eerste risicomodel levert het nieuwe risicomodel 2.0 (uit 2019) geen indeling van de perrons in een risicocategorie op, maar geeft het een voorspelling van het aantal reizigers in de 'veiligheidszone'. De veiligheidszone is het oppervlak van het perron dat binnen de aangebrachte markering op het perron valt. Op afbeelding 1 is de indeling van een perron in verschillende zones visueel weergegeven.



Afbeelding 1: indeling verschillende zones op een perron (Koerhuis, 2018)

In het risicomodel wordt het aantal mensen in de veiligheidszone gebruikt als surrogaatmaat voor het risico omdat de aanname is dat het risico lineair toeneemt naarmate zich meer mensen in de veiligheidszone bevinden.

Onderzoeksvraag aan Crisislab

De inspanningen van ProRail sinds 2012 hebben zoals gezegd geresulteerd in een risicomodel 2.0 voor het optreden van perronveiligheidsincidenten. Omdat dit over een serieus risico gaat waar mogelijk kostbare mitigerende maatregelen aan verbonden kunnen zijn heeft het ministerie van IenW aan Crisislab gevraagd om een onafhankelijke review uit te voeren naar het risicomodel 2.0.

Deze review zal bestaan uit het beoordelen van het in opdracht van ProRail ontworpen risicomodel 2.0, het samen met ProRail in kaart brengen van mogelijke maatregelen en het geven van een advies over hoe om te gaan met het risico van perronveiligheidsincidenten.

Het centrale uitgangspunt voor het adviesdeel van deze review is dat maatregelen proportioneel moeten zijn. Hiermee wordt concreet bedoeld dat de (financiële) investeringen om een risico weg te nemen op moeten wegen tegen de veiligheidswinst die deze maatregel oplevert. Waar we een dergelijke analyse doorgaans baseren op een kwantitatieve analyse wordt in dit geval voor een belangrijk deel gebruik gemaakt van een kwalitatieve redenering omdat veel van de hiervoor benodigde data er niet is. In de hoofdstukken twee en vijf zal hier nadrukkelijker op ingegaan worden.

Onderzoeksmethode

De review is als volgt aangepakt. We zijn gestart met het beoordelen van het in opdracht van ProRail ontworpen risicomodel 2.0. Vervolgens hebben we samen met ProRail mogelijke maatregelen in kaart gebracht waarna we een advies hebben geformuleerd over hoe om te gaan met het risico van perronveiligheidsincidenten.

We hebben ons daarbij zoveel mogelijk gebaseerd op de beschikbare wetenschappelijke literatuur. Op een aantal onderdelen bleek echter slechts beperkt wetenschappelijke literatuur beschikbaar te zijn. Om die gaten in de wetenschappelijke kennis op te vullen, en onze voorlopige bevindingen te valideren, is met ondersteuning van ProRail en Arane door Crisislab een internationale expertsessie georganiseerd in februari 2020.

Leeswijzer

Na dit inleidende hoofdstuk wordt in hoofdstuk 2 de omvang van het veiligheidsrisico van perronveiligheidsincidenten in kaart gebracht door te kijken naar de internationale statistiek en casuïstiek. Naar de cijfers uit dit hoofdstuk zal in de rest van de rapportage

met enige regelmaat terugverwezen worden. In hoofdstuk 3 wordt vervolgens het risicomodel 2.0 beschreven waarna de reflectie op en analyse van dit model in hoofdstuk 4 volgt. In hoofdstuk 5 worden mogelijke mitigerende maatregelen beschreven op basis waarvan een kosten-batenanalyse wordt gegeven. In het laatste hoofdstuk, het geheel overziend, worden tenslotte de belangrijkste bevindingen op een rij gezet.

Een verslag van de internationale expertsessie is als bijlage bij dit rapport bijgevoegd en op relevante plaatsen in het rapport worden de inzichten uit deze expertsessie in blauwe kaders beschreven.

2 Wat zegt de (inter)nationale statistiek?

In dit eerste (inhoudelijke) hoofdstuk wordt geïnventariseerd wat in de (inter)nationale literatuur bekend is over het voordoen van perronveiligheidsincidenten. Deze inventarisering van de omvang van dit probleem vormt de basis van dit onderzoek en in de rest van deze rapportage zal met enige regelmaat terugverwezen worden naar de cijfers die in dit hoofdstuk worden uitgelicht.

2.1 Perronveiligheidsincidenten in Nederland

Het blijkt dat de benodigde data om objectief vast te kunnen stellen hoe vaak perronveiligheidsincidenten in Nederland zich hebben voorgedaan ontbreekt. Ongelukken waarbij reizigers van het perron op het spoor vallen worden niet specifiek bijgehouden. Er zijn wel signalen van medewerkers van ProRail dat op Amsterdam Centraal Station met enige regelmaat situaties voor zouden vallen waarbij een ongeluk ternauwernood voorkomen kan worden, maar op basis van de beschikbare data is dit niet 'hard te maken'.

Er is in binnen- en buitenland wel een aantal casussen bekend van reizigers die van het perron op het platform vallen. Een korte zoektocht op het internet levert gemakkelijk een aantal filmpjes op van reizigers die op het spoor vallen. In de meest gevallen worden ze er (gelukkig) door medereizigers net op tijd van af getrokken, of weet de trein of metro nog net op tijd tot stilstand te komen.¹ De meeste van deze gevallen vallen echter buiten de scope van het risicomodel, en daarmee buiten de afbakening van het begrip perronveiligheid, omdat de oorzaak van deze ongevallen niet (lokale) drukte, maar onveilig gedrag of domme pech was.

Ter illustratie wordt in onderstaand kader een aantal Nederlandse casussen beschreven waarbij weliswaar sprake is van een val op het spoor, maar die desondanks toch niet gerekend worden tot perronveiligheidsincidenten volgens de definitie die in dit onderzoek wordt gehanteerd.

Een aantal Nederlandse voorbeelden

In februari 2015 kwam een 32-jarige man om het leven nadat hij werd aangereden door een passerende trein bij station Wijchen. Het bleek echter dat het slachtoffer betrokken was geweest bij een vechtpartij en zelf op het spoor was gesprongen om achter een van de betrokkenen aan te rennen. Deze casus valt buiten de kaders van het model omdat het hier gaat om onveilig gedrag en het slachtoffer het spoor vrijwillig betrad. Een ander voorbeeld is een 19-jarige jongen in Hoorn die van het perron op het spoor viel doordat hij tegen een trein aan trapte en zijn evenwicht verloor. De aankomende trein kon nog net op tijd remmen. Dit ongeval valt ook niet binnen de kaders omdat hier sprake is van individueel gevaarlijk gedrag van een reiziger. In 2016 viel een man tijdens de ochtendspits van het perron op het spoor in Amsterdam centraal. Zijn been werd overreden waar de man zwaar letsel aan overhield. De man viel weliswaar

¹ Gebruikte zoektermen Google: 'passenger falls on tracks'.

tijdens de ochtendspits van het perron, en drukte zou hier dus een rol gespeeld kunnen hebben, maar het bleek dat de man onder invloed van alcohol was. In 2010 viel eveneens op station Wijchen een vijfjarig meisje dat daar met haar vader was van het perron op het spoor. De vader wist het meisje tijdig van het spoor te trekken. Ondanks dat er wel sprake was van drukte valt dit voorval buiten de scope van het model omdat het model alleen betrekking heeft op mensen die zelfstandig in staat zijn te reizen. Kinderen vallen daar niet onder.

Er zijn dus in de afgelopen jaren wel voorbeelden bekend van ongevallen waarbij reizigers van het perron in de spoorbak vielen. Geen van deze gevallen valt echter binnen de scope van het model en daarmee dit onderzoek aangezien de val in elk van deze gevallen niet primair te wijten is aan drukte of de kenmerken van het perron.

Dat er geen gevallen bekend zijn van perronveiligheidsincidenten in Nederland sluit niet volledig uit dat er toch perronveiligheidsincidenten zijn voorgevallen. Feitelijk zou het zo kunnen zijn dat een dergelijk incident zich wel eens heeft voorgedaan, maar dat deze onopgemerkt is gebleven door het gebrek aan structurele dataverzameling en het uit de media is gebleven. Gezien het feit dat we in een tijd leven waarin op veel stations camera's hangen, bijna iedereen een telefoon met camera bij zich draagt en het weinig moeite kost incidenten te vinden waarbij mensen door andere omstandigheden op het spoor vallen, lijkt het ons onaannemelijk dat een dergelijk ongeluk zou kunnen voorvallen zonder dat het bekend wordt.

2.2 Perronveiligheidsincidenten internationaal

Een eerste constatering is dat ook internationaal maar beperkt sprake is van consequente en gestructureerde dataverzameling. We hebben data uit drie landen (Japan, Verenigde Staten en Engeland) gevonden die we hieronder presenteren. Doordat niet altijd dezelfde definities en classificaties van incidenten worden gehanteerd zijn de cijfers onderling en in relatie tot Nederland niet een op een te vergelijken, maar ze geven wel een indicatief beeld.

Vergelijkbaarheid cijfers

In de internationale literatuur is de Platform Train Interface (PTI) een centraal begrip; er wordt veelvuldig geschreven over zogeheten PTI-incidenten. Hiermee worden alle incidenten bedoeld die plaatsvinden op of rond de PTI. In veel gevallen gaat het om ongelukken bij het in- en uitstappen doordat mensen in het gat tussen perron en trein stappen of bijvoorbeeld klem komen te zitten tussen sluitende deuren. In specifieke gevallen kunnen PTI-incidenten ook binnen de gekozen definiëring van perronveiligheidsincidenten in dit onderzoek vallen, maar in de meeste gevallen zal dit niet zo zijn. Perronveiligheidsincidenten zijn met andere woorden altijd ook PTI-incidenten, maar niet alle PTI-incidenten zijn ook perronveiligheidsincidenten. De PTI-cijfers in de internationale context zijn daardoor niet een op een te vergelijken met perronveiligheidsincidenten in de Nederlandse context.

Verenigde Staten

In de Verenigde Staten is in 2017 een analyse uitgevoerd door Hunter-Zaworski naar de ongevalsdata van vijf verschillende spoorbedrijven.² Een eerste constatering is dat er geen consistentie is in het type en de kwaliteit van de data die van de vijf bedrijven verkregen is. Er bestaan daarmee grote verschillen in de kwaliteit van dataverzameling tussen de verschillende bedrijven. Het bleek dat de kwaliteit van de data zelfs verschilt binnen een enkel bedrijf en in grote mate afhankelijk is van welke medewerker een incident registreert.

Voor vier van de vijf geanalyseerde bedrijven geldt verder dat het aantal registraties in de database dusdanig klein is dat er weinig verdere statistische analyse mogelijk is. De incidentcategorie die onderzocht is betreft voornamelijk PTI.

Het totale aantal PTI-incidenten voor de vijf bedrijven was samen 285. De vijf bedrijven waren in de onderzochte periode samen goed voor ruim 3,3 miljard 'unlinked passenger trips'³ en ruim 563 miljoen afgelegde 'passenger revenue miles'. Het gemiddelde aantal PTI-incidenten per 10 miljoen unlinked passenger trips per bedrijf varieert daarmee van 0 tot 4. Belangrijk is om op te merken dat dit gaat om alle incidenten op en rond de PTI. In veel gevallen gaat het dus om ongevallen bij het in- of uitstappen van de trein of het stappen in de kloof tussen perron en trein. Ongevallen waarbij een passagier als gevolg van drukte van het perron op het spoor valt horen hier ook bij, maar het is dus niet zo dat het om 285 van dit soort gevallen gaat.

Door de manier waarop de data is aangeleverd, is niet te achterhalen om hoeveel incidenten het gaat die binnen de afbakening van het begrip perronveiligheid vallen zoals in deze rapportage gehanteerd. Daarnaast is geen informatie beschikbaar over de gevolgen van de incidenten. Het is dus onbekend hoeveel van deze incidenten gepaard zijn gegaan met (zwaar) letsel.

Engeland

De Engelse Rail Safety and Standards Board (RSSB) brengt jaarlijks een veiligheidsrapport uit over de veiligheidsprestaties op en rond het spoor. In het meeste recente rapport (2016-juli 2017) wordt gesproken van vier dodelijk ongevallen met reizigers bij de PTI. Daarnaast zijn er negen 'medewerkers van het spoor' die (zwaar) gewond raakten bij PTI-incidenten. Vanaf het jaar 2007/2008 zijn er 28 dodelijke ongevallen bij de PTI geweest. Aangezien niet nader gespecificeerd is onder welke omstandigheden deze fatale incidenten plaatsvonden is niet vast te stellen of deze ongevallen tot de perronveiligheidsincidenten gerekend moeten worden.

² Deze bedrijven bieden verschillende soorten treindiensten aan. Het gaat om zowel lightrail, als heavy-rail als metrodiensten. Het Nederlandse spoornetwerk bestaat uitsluitend uit heavy rail.

³ Het aantal unlinked passenger trips is het aantal keer dat reizigers een trein in of uitstappen.

De RSSB bracht in 2015 een *technical report* uit over de PTI. Zij schrijven daarin dat alhoewel het aantal incidenten rond de PTI gezien het enorme aantal interacties⁴ tussen trein en platform relatief klein is 21% van alle *Passenger Fatalaty and Weighted injury*⁵ en 48% van alle dodelijk ongelukken rond de PTI plaatsvinden. Wederom moet hierbij aangetekend worden dat niet vast te stellen valt hoeveel van deze ongelukken binnen onze afbakening van het begrip perronveiligheidsincidenten zouden vallen omdat over de omstandigheden van deze incidenten geen nadere informatie beschikbaar is.

Japan

In een whitepaper van de Japanse overheid (2017) over veiligheid op het spoor is te lezen dat in 2017 het aantal ongelukken met letsel, als gevolg van een val van het perron en/of het in contact komen met een trein, 178 was. Dertig van deze ongelukken kenden een dodelijke afloop. Verdere omstandigheden van deze ongelukken zijn niet bekend en het is dus niet vast te stellen hoeveel van deze ongelukken binnen de scope van het model vallen.

In een artikel van Terabe et al. (2019) waarin een aantal factoren die samenhangen met het type ongeluk 'val in spoorbak' wordt onderzocht, wordt gesteld dat dronkenschap een belangrijke verklarende factor voor dit type ongeval is. In de beschrijving van het risicomodel is expliciet opgenomen dat reizigers die onder invloed zijn buiten de scope van het model vallen. Vermoedelijk zal daarmee een belangrijk deel van de genoemde 178 dodelijke ongevallen buiten de scope van dit onderzoek vallen. Om welk percentage het echter gaat, en hoeveel 'echte' perronveiligheidsincidenten er dus overblijven, valt niet vast te stellen.

Opbrengsten internationale expertsessie

Het eerste bespreekpunt tijdens de internationale expertsessie was het ontbreken van vergelijkbare data. De deelnemers aan deze sessie, waaronder een tweetal auteurs van de hierboven aangehaalde bronnen, gaven aan geen andere aanvullende databases te kennen en benoemden dat perronveiligheidsincidenten volgens onze smalle afbakening extreem zeldzaam zijn. Zij waren zelf niet op de hoogte van zulke incidenten in hun eigen land, of het buitenland.

2.3 Samenvattend

In de Nederlandse context is (gelukkig) geen enkel geval van een perronveiligheidsincident binnen de scope van het model gevonden.

De meeste internationale data heeft betrekking op drie landen: Engeland, Japan en de Verenigde Staten. Dat over andere landen geen data te vinden is lijkt te suggereren dat dit

⁴ Jaarlijks gaat het om 1.5 miljard passagiers die allemaal een keer in en uitstappen. In totaal zijn er dus meer dan 3 miljard PTI-interacties.

⁵ Aan niet fatale ongelukken wordt een weging meegegeven zodat tot een totaal aantal 'dodelijk equivalenten' gekomen kan worden.

onderwerp in veel landen niet hoog op de agenda staat. Dataverzameling lijkt niet overal gestructureerd en op dezelfde manier te gebeuren. Dit maakt onderlinge vergelijking lastig. In de Verenigde Staten en Engeland wordt gerapporteerd over de incidentcategorie 'platform train/guideway interface'. Perronveiligheidsincidenten behoren tot deze categorie, maar ook andere soorten incidenten vallen hier onder.

In de literatuur wordt melding gemaakt van enkele of enkele tientallen reizigers die jaarlijks overlijden bij incidenten op trein- en metrostations in de Engelse en de Japanse context. De precieze context en de omstandigheden waaronder dit was voorgevallen blijkt echter niet uit deze rapporten. Bij de internationale expertsessie waar ook experts uit beide landen aan deelnamen werd door deze experts aangegeven dat zij niet bekend waren met perronveiligheidsincidenten in hun land. Waarschijnlijk vallen de gerapporteerde dodelijke ongevallen dus niet binnen de definitie van perronveiligheidsincidenten zoals die in deze rapportage gehanteerd wordt. Daarmee lijkt geconstateerd te kunnen worden dat perronveiligheidsincidenten niet voorkomen, of anders extreem zeldzaam zijn.

3 Beschrijving model perronveiligheid 2.0

In dit hoofdstuk wordt kort beschreven hoe men van risicomodel 1.0 tot het risicomodel 2.0 is gekomen en worden de belangrijkste elementen in het model toegelicht. In het volgende hoofdstuk worden de keuzes die hierin gemaakt zijn beoordeeld.

3.1 Korte beschrijving risicomodel 1.0

Doel van het model

Het doel van het risicomodel 1.0 is om te komen tot een zo objectief mogelijk beoordeling van veiligheid van verschillende perrons met betrekking tot de risico's 'val van het perron in de spoorbak' en 'reiziger te dicht bij voorbijrijdende trein'. Deze inschatting van het risiconiveau leidt tot een classificatie van 0 tot en met 5 die staan voor de prioriteit waarin de situatie op de perrons aangepakt moet worden. Bij een classificatie van 0 voldoet het perron aan alle eisen en is geen verdere actie nodig, bij een score van 5 zou, volgens de uitgangspunten van het model, binnen twee jaar actie moeten worden ondernomen om de risicocategorie met tenminste een categorie te laten dalen. Ook zouden er geen nieuwe perrons met een dergelijke risicoscore opgeleverd mogen worden.

Hoe is het risicomodel 1.0 tot stand gekomen?

ProRail heeft al in 2012 een eerste conceptmodel ontwikkeld, de voorloper van het risicomodel 1.0, maar dit model bleek nog niet volledig te voldoen aan de wensen van ProRail. Dit model was vormgegeven als een stroomschema, maar zodanig dat de zwaarte van de uitkomst in veel gevallen niet overeenkwam met de ervaren situatie 'buiten'. De uitkomst van het stroomschema werd te veel gedomineerd door slechts een paar factoren waardoor het belang van de andere factoren in het model in het resultaat te weinig naar voren kwam. Daardoor was het model nog niet voldoende bruikbaar voor het maken van een realistische risicoschatting.

Intergo heeft dit conceptmodel als basis genomen en een werkgroep geformeerd bestaande uit betrokkenen van ProRail en een externe deskundige die in verschillende workshops het conceptmodel hebben aangescherpt. Om dit te doen hebben zij samen de scope van het model bepaald, de relevante factoren geïdentificeerd en een weging aan deze factoren meegegeven. Dit leidde tot het zogenaamde risicomodel 1.0. Dit model werd geaccordeerd door de Landelijk Comité Veiligheid van ProRail. Na bestudering ervan concludeerde het ministerie van IenW echter dat nog aanscherping nodig was voordat zij hiermee akkoord kon gaan.

3.2 Van risicomodel 1.0 naar model 2.0

Arane en Intergo zijn vervolgens gevraagd om het risicomodel 1.0 aan te scherpen tot het risicomodel 2.0. De belangrijkste aanpassingen ten opzichte van het risicomodel 1.0 zijn dat er een gevoeligheidsanalyse naar de factoren uit het risicomodel 1.0 is gedaan, er een aanvullende literatuurstudie heeft plaatsgevonden, data-analyse van sensoren om de loopstromen op een perron in kaart gebracht zijn en de risicoprocessen (uitstappen, lopen en wachten op een leeg perron) verder zijn afgepeld. De voortgang van deze aanscherping is steeds besproken met werknemers van ProRail, medewerkers van het ministerie van IenW en van de vervoerders.

Het belangrijkste verschil met het risicomodel 1.0 is dat de uitkomst van het model geen indeling van perrons in een risicocategorie is, maar een voorspelling geeft van het aantal reizigers (minuten) dat reizigers zich in de veiligheidszone bevinden.⁶ Dit aantal 'gevaarlijke minuten' wordt gezien als maat voor het risico op perronveiligheidsincidenten. De assumptie die hieraan ten grondslag ligt is dat een grotere blootstelling altijd leidt tot een groter risico.

Gekozen scope van het model

In het risicomodel 2.0 wordt dezelfde scope gebruikt als in risicomodel 1.0 het geval was. Dit betekent dat het model uitsluitend betrekking heeft op a) reizigers die zelfstandig kunnen reizen, b) het gedwongen in de veiligheidszone terecht komen als gevolg van (lokale) drukte, c) alle (typen) perrons in Nederland en d) een normale onverstoorde dienstregeling.

Voorbeeld casus: jongen (18) valt van perron op spoor nadat hij tegen trein trapt

In het Noord Hollandse Hoorn viel in november 2019 een 18-jarige jongen van het perron op het spoor. Een aankomende trein kon net op tijd stoppen. Volgens een verklaring van de politie was de jongen op het spoor gevallen doordat hij tegen treinen aan het schoppen was en was hij daardoor uit balans geraakt (Noord Hollands Dagblad, 2019). Het model houdt (terecht) geen rekening met dit soort incidenten omdat ze niet gerelateerd zijn aan de specifieke karakteristieken van een individueel perron of de drukte op dat perron.

Gebruik van een maatgevend uur

Het model geeft het aantal reizigersminuten in de gevarenzone voor een maatgevend uur. Een maatgevend uur is een kenmerkend druk uur dat iedere (werk)dag een keer voorkomt. Aangezien het om een kenmerkend druk uur gaat wordt daarbij dus uitgegaan van de reguliere dienstregeling, zonder verstoringen. Dit wordt gedaan omdat drukte en

⁶ Ter herinnering; de veiligheidszone is het gebied van het perron dat zich binnen het gemarkeerde gebied bevindt.

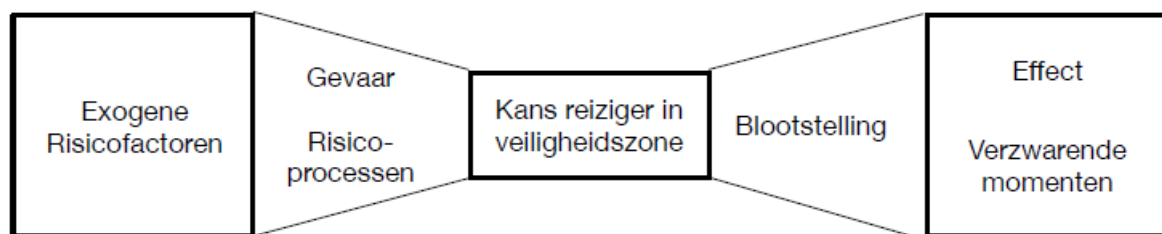
veranderende omstandigheden als gevolg van verstoringen in de dienstregeling slecht te voorspellen zijn.

Schematische weergave model

Het risicomodel is ontworpen als een ‘*risk bowtie*’ (vlinderdas) en bestaat uit drie delen. Aan de linkerkant staan de exogene risicofactoren. Dit zijn de vaststaande fysieke kenmerken van het perron zoals bijvoorbeeld de breedte van het perron, de plaatsingen van de stijpunten en de aan- of afwezigheid van een overkapping. Deze exogene factoren zijn van invloed op het gedrag van mensen rond de drie risicoprocessen instappen, uitstappen en wachten. Daarmee hebben de exogene factoren dus invloed op de centrale gebeurtenis in het model: ‘de kans dat reizigers in de veiligheidszone’ terecht komen.

Dit wordt als een gevaarlijke situatie gezien waarvan de uiteindelijke uitkomst (het effect) bepaald wordt door de blootstelling (het aantal reizigersminuten in de gevarezone) en het effect (hoe groot zijn de verwondingen wanneer iemand daadwerkelijk op het spoor valt).

Het effect wordt bepaald door de aan- of afwezigheid van een aankomende of vertrekkende trein. Of er een trein zal zijn wordt bepaald door de dienstregeling en deze geldt daardoor als verzwarende factor in het geval er inderdaad een trein is, of als verlichtende factor op het moment dat er geen trein is.



Figuur 1: ‘Risk bowtie’ uit rapport risicomodel 2.0 (p. 12).

3.3 Recente toevoeging risicoschatting aan risicomodel

In dit risicomodel 2.0 is nog geen berekening van het risico opgenomen. In hoofdstuk 2 hebben we laten zien dat het op basis van historisch verzamelde statistiek niet mogelijk is het risico op perronveiligheidsincidenten kwantitatief vast te stellen aangezien de daarvoor benodigde data grotendeels ontbreekt. Om toch tot een kans schatting te komen is in oktober 2019 onder leiding van Arane een expertsessie gehouden waarbij gebruik gemaakt is van een Delphi studie om tot een berekening van de kans van een perronveiligheidsincident te komen.⁷

⁷ Een van de auteurs van dit onderzoek heeft ook als respondent aan deze sessie deelgenomen.

Er zijn vier 'risicoprocesen' vastgesteld die volgens het model bij elkaar opgeteld de kans op een perronveiligheidsincident bepalen. De modelmatige aanname is dus dat er een lineair verband is tussen de risicoprocesen en het te bepalen risico op perronveiligheidsincidenten. De vier risicoprocesen zijn:

- Het aantal reizigersminuten in de veiligheidszone op momenten dat er geen trein halteert (x).
- Het aantal reizigers dat in de veiligheidszone staat bij een aankomende trein (y_1).
- Het aantal reizigers dat in de veiligheidszone staat bij een vertrekkende trein (y_2).
- Het aantal reizigers dat in de veiligheidszone staat bij een doorgaande trein (y_3).

Uitgedrukt in een formule ziet dat er als volgt uit: $R = ax + b_1 y_1 + b_2 y_2 + b_3 y_3$ waarbij 'R' staat voor het aantal dodelijk ongeluk equivalenten over een periode van tien jaar bij een gelijkblijvende situatie.⁸ De coëfficiënten a , b_1 , b_2 en b_3 geven de weging van het betreffende risicoproces aan. Dat wil zeggen de zwaarte van het proces ten opzichte van de andere processen.

Het vaststellen van de weging van de verschillende risicoprocesen was de doelstelling van de expertsessie die in oktober 2019 plaatsvond. De weging van ieder risicoproces is afhankelijk van de kans op voordoen van een val op het spoor en het effect bij een val op het spoor die per treinbeweging verschilt.

Opzet expertsessie

De bij de sessie aanwezige experts kregen videobeelden te zien van verschillende (drukke)situaties op perrons die samen een *maatgevend uur* vormden. Een maatgevend uur is een representatief druk uur waarvan wordt aangenomen dat deze iedere dag een keer voor komt. Het maatgevende uur bestaat telkens uit 1, 2 of 3 filmpjes waarbij er steeds een verschil was in drukte op het perron en de aan- of afwezigheid van een aankomende, vertrekkende of doorgaande trein. De experts werden gevraagd voor elk van deze filmpjes een inschatting van het risico te maken, ervan uitgaande dat de getoonde situatie zich tien jaar lang iedere dag voor zou doen.

Risico wordt hier verstaan als een combinatie van kans * effect en de experts moesten van ieder afzonderlijk filmpje aangeven hoe groot zij de kans achten dat in de komende tien jaar een perronveiligheidsincident voor doet (van 0 tot 100%), en wat het effect zou zijn wanneer dit gebeurt (licht verwondingen, zwaar verwondingen of fataal letsel). Na het afzonderlijk beoordelen van elk van deze filmpjes werden de experts gevraagd een oordeel te geven over het scenario als geheel (dus gebaseerd op een combinatie van alle filmpjes die horen bij een perron). De experts konden daarbij kiezen uit de volgende antwoordmogelijkheden:

- a) Veilig, er is voorlopig geen actie vereist.
- b) Veilig, maar ontwikkelingen volgen.

⁸ Zie in het rapport 'risicograden perronveiligheid' van Arane hoe de formule precies tot stand is gekomen.

- c) Onveilig, actie vereist.
- d) Zeer onveilig, zo spoedig mogelijk actie ondernemen.

Risicoformule op basis van expertsessie

Op basis van de 'expert elicitation' is aan elk van de vier risicoprocessen een weging meegegeven.⁹ Dit levert de volgende formule voor het berekenen van de risicoscore van een perron op:

$$R = 0,00006x + 0,017y_1 + 0,0023y_2 + 0,053 y_3$$

Met:

- R= risicoscore van een perron. (Dit is het voorspelde aantal 'dodelijke slachtoffer equivalenten' in de komende 10 jaar bij een gelijkblijvende situatie.)¹⁰
- X= aantal reizigersminuten in de gevarenzone zonder aanwezigheid van een trein.
- Y1 = aantal reiziger in de gevarenzone met een arriverende trein.
- Y2= aantal reizigers in de gevarenzone met een vertrekkende trein.
- Y3= aantal reizigers in de gevarenzone met een doorgaande trein.

Vastgestelde grenswaarde acceptabel risico

Onderdeel van de expertsessie was het beoordelen van de scenario's in het geheel, en welke actie daar wel of niet op ondernomen moet worden.¹¹ Door de antwoorden van de experts te vergelijken met de R-waarde van de scenario's is door Arane een grens bepaald tussen welke situatie nog als acceptabel wordt gezien, en vanaf welk punt de situatie onacceptabel wordt geacht. Deze grens is vastgesteld op R= 0,15. Dit betekent dat volgens de experts perrons met een R-waarde tot 0,15 als voldoende veilig worden gezien, terwijl vanaf R=0,15 sprake is van een onveilige situatie waarop actie ondernomen moet worden.

⁹ Expert elicitation is een methode van onderzoek waarbij gestreefd wordt na het vormen van een consensus onder experts in een situatie waar veel onzekerheid is als gevolg van een gebrek aan data. Deze methode wordt veel toegepast in onderzoek naar zeldzame voorvallen.

¹⁰ Hierin is rekening gehouden met de verschillende zwaarte van een ongeluk. Een score van R=1 komt neer op een dodelijk slachtoffer, 8 zwaargewonde slachtoffers of 100 lichtgewonde slachtoffers.

¹¹ De antwoord opties waren a) veilig, er is voorlopig geen actie vereist b) veilig, maar ontwikkeling monitoren c) onveilig, actie vereist en d) zeer onveilig, z.s.m. actie ondernemen.

4 Beoordeling van perronveiligheidsmodel 2.0

In het vorige hoofdstuk is beschreven hoe het perronveiligheidsmodel 2.0 voortgekomen is uit het perronveiligheidsmodel 1.0 en worden belangrijkste elementen uit het model beschreven. In dit hoofdstuk wordt dit model beoordeeld op haar bruikbaarheid voor het bepalen van het veiligheidsrisico van perrons. Hierbij zal worden gekeken naar de juistheid van de gekozen scope, de assumpties in het model en de waarde van de risicoberekening die op basis van de expertsessie aan het model is gekoppeld.

4.1 Toetsing gekozen scope van het model

In het voorgaande hoofdstuk is het model uitgebreid beschreven waarbij tevens aandacht is besteed aan de scope van het model. In deze paragraaf wordt de gekozen scope van het model beoordeeld. Kort samengevat: het model richt zich op reizigers die zelfstandig kunnen reizen en als gevolg van (lokale) drukte, die ontstaat onder de normale dienstregeling van het maatgevend uur in de veiligheidszone gedwongen worden.

Terecht alleen aandacht voor gedwongen gebruik van veiligheidszone

Wij kunnen ons grotendeels vinden in de in het vorige hoofdstuk beschreven keuze voor de scope van het model. Zo is het terecht dat reizigers die zich vrijwillig in de gevarenzone begeven, niet zelfstandig kunnen reizen of onder invloed zijn van drank of drugs niet meegenomen worden in het model. Wanneer mensen er immers zelf voor kiezen in de veiligheidszone te komen is dit onafhankelijk van de inrichting van het perron en daarmee ligt het buiten de invloed ProRail.

Voorbeeldcasus: jongen (18) valt van perron op spoor nadat hij tegen trein trapt

In het Noord Hollandse Hoorn viel in november 2019 een 18-jarige jongen van het perron op het spoor. Een aankomende trein kon net op tijd stoppen. Volgens een verklaring van de politie was de jongen op het spoor gevallen doordat hij tegen treinen aan het schoppen was en daardoor uit balans raakte (Noord Hollands Dagblad, 2019). Het model houdt (terecht) geen rekening met dit soort incidenten omdat ze niet gerelateerd zijn aan de specifieke karakteristieken van een individueel perron of de drukte op een perron.

Gebruik van het maatgevend uur (grotendeels) terecht

Crisislab kan zich voor een belangrijk deel vinden in het gebruik van het maatgevende uur. Het is terecht dat niet met iedere verstoring rekening gehouden wordt omdat de invloed hiervan zich niet altijd voorspellen laat. Tegelijkertijd is het echter wel zo dat voor bepaalde stations geldt dat deze bekend zijn als 'omreisstations' in het geval er verstoringen zijn op andere trajecten.

Wanneer er bijvoorbeeld een verstoring is op het traject Nijmegen-Utrecht, zal een groot deel van de reizigers richting Utrecht vanaf Nijmegen omreizen via station Den Bosch, en vice versa. Dit zal leiden tot drukkerre perrons op station Den Bosch en dit komt voorspelbaar een aantal keer per jaar voor.

Het model zou daarmee aan een select aantal stations, waarvan bekend is dat deze dienstdoen als 'omreisstation', en waarvan we weten dat daar tenminste een aantal keer per jaar gebruik van wordt gemaakt, een verzwarende factor mee kunnen geven voor het maximale aantal personen dat blootgesteld wordt.

Hetzelfde geldt voor voorspelbare piekmomenten binnen de reguliere dienstregeling als gevolg van evenementen. Van bepaalde stations is bekend dat deze jaarlijks een aantal piekmomenten kennen waarbij het aantal reizigers veel groter is dan bij een normaal maatgevend uur. Een voorbeeld van een dergelijk station is station Amsterdam Bijlmer ArenA. Dit station kan extreem druk worden wanneer verschillende evenementen in de nabijheid van dit station samenvallen.¹²

Wanneer vooraf voorspeld kan worden dat extra drukte een aantal keer per jaar voor zal komen, lijkt het terecht om niet alleen uit te gaan van het maatgevende uur voor een doorde weekse dag, maar ook rekening te houden met de piekbelasting bij deze evenementen die onder de reguliere dienstregeling structureel terugkomen.

Wetenschappelijk wordt deze aanbeveling van Crisislab gedragen in bijvoorbeeld een artikel van Antos, Jia en Parker (2017). Zij besteden in een artikel naar normering voor *overcrowding* op metrostations in Washington aandacht aan de vraag hoe vaak *overcrowding* als gevolg van een terugkerend evenement moet voorkomen voordat het niet meer beschouwt moet worden als een *special event*, maar onder de reguliere standaarden moet vallen.

4.2 Kanttekeningen bij vaststellen risicoformule op basis van expertmeeting

Systematische overschatting van het risico

De uitkomsten van de expertsessie lijken te duiden op een systematische overschatting van het risico. Zo komen de experts bijvoorbeeld voor de twee zwaarst gewaardeerde scenario's uit op een R van 1,349 en 2,469. Dit zou dus betekenen dat er op basis van deze voorspelling in de komende tien jaar alleen al voor deze twee perrons (en waarschijnlijk zijn er meer van dit soort perrons in Nederland) bijna vier dodelijke ongevallen zouden moeten plaatsvinden.

¹² In de nabijheid van dit station liggen de Amsterdam Arena, de Ziggo dome en Afas live. Ook sommige evenemententerreinen voor buitenevenementen zijn te bereiken vanaf dit station. Zie voor voorbeelden waarbij extreme drukte ontstond bijvoorbeeld: Parool, 2019; Doodeman, 2015.

Dit duidt op een significante overschatting van het risico aangezien hier aanzienlijk hogere risico's voorspeld worden dan op basis van de (inter)nationale incidenten die we kennen (zie hoofdstuk 2) waarschijnlijk is. De gebruikte beelden voor het samenstellen van de scenario's zijn bovendien beelden van situaties zoals deze nu al voorkomen. Wanneer de schatting van het risico door de experts nauwkeurig zou zijn, zou de uitkomst van deze kansen dus ongeveer overeen moeten komen met het werkelijke aantal ongelukken dat we in de afgelopen decennia gezien hebben. Afgaande op het feit dat het werkelijke aantal perronveiligheidsincidenten voor zover wij weten nul is, lijkt geconstateerd te kunnen worden dat er sprake is van een systematisch overschatting van het risico door de experts.

Op basis van de literatuur was een dergelijke overschatting ook te verwachten. Volgens de prospect theory van Kahneman & Tversky (1979) overschatten mensen structureel de waarschijnlijkheid van objectief gezien kleine risico's, terwijl risico's met een objectief grote kans juist structureel onderschat worden. Aangezien perronveiligheidsincidenten duidelijk een risico met een kleine waarschijnlijkheid is, is een overschatting van de kans op voordoen in lijn met de theorie van Kahneman & Tversky.

Wat is dan de waarde van de expertmeeting?

Gezien de structurele overschatting van de waarschijnlijkheid van een perronveiligheidsincident is het de vraag hoeveel waarde aan deze kansberekening gehecht moet worden. Arane erkent in het rapport *risicograden perronveiligheid*, waarin de resultaten van de expertmeeting zijn beschreven, dat de uitkomsten niet als absoluut moeten worden geïnterpreteerd, maar dat de grootste waarde van de sessie zit in het relatief rangschikken van verschillen scenario's aan elkaar, en wordt duidelijk hoe de risicoprocessen onderling gewogen worden.

Zo wordt op basis van deze expertmeeting wel duidelijk dat een belangrijke factor voor de effectkant van het risico de aan- of afwezigheid van een trein is. Een doorgaande trein wordt als het grootste risico gezien, daarna een arriverende trein en het risico van een vertrekkende trein wordt het laagst ingeschat. De reden dat het risico van een doorgaande trein het hoogst ingeschat wordt is dat bij een val op het spoor deze de zwaarste impact heeft (altijd dodelijk) en de kans op een val het grootste is doordat mensen niet bedacht zijn op een doorgaande trein. Zij zijn daar immers om op een andere trein te stappen en zullen weten wanneer die trein aankomt, maar een doorgaande trein wordt echter niet aangekondigd waardoor een schrikreactie ontstaat die de kans op een val vergroot.

4.3 Klopt de onderliggende assumptie dat het model lineair is?

De assumptie dat er een lineair verband bestaat tussen het aantal reizigers(minuten) in de gevarenzone, en de kans op een perronveiligheidsincident lijkt een hele logische. Om überhaupt op het spoor terecht te kunnen komen kan het immers niet anders dan dat iemand de veiligheidszone betreedt. Wanneer we echter kijken naar het beperkte aantal bekende perronveiligheidsincidenten roept dit de vraag op of dit veronderstelde verband

wel klopt. Het valt namelijk op dat in de gevallen dat iemand van het perron op het spoor viel, het vaak juist helemaal niet zo druk was. De oorzaak van de val was dan in de meeste gevallen niet de drukte, maar onveilig gedrag van de reiziger.¹³ Aan de andere kant zijn er ook genoeg beelden te zien van overvolle perrons die gevoelsmatig voor iedereen onveilig aanvoelen vanwege drukte, maar waar het in de praktijk toch altijd goed gaat.

Alternatieve verklaring

Een mogelijke verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat mensen op een overvol perron een gevoel van onveiligheid ervaren, waardoor ze zich veiliger gaan gedragen. Op een rustig perron voelen mensen zich juist veilig waardoor ze eerder geneigd zijn onveilig gedrag te gaan vertonen. In de wetenschappelijke literatuur wordt dit fenomeen 'risicocompensatie' genoemd (Adams & Hillman, 2001).

Een andere mogelijke verklaring is dat stations vaak pas echt druk worden in de minuten direct voordat een trein gaat arriveren. De mensen die zich dan op het perron verzamelen zijn daar in afwachting van de trein en zijn zich er dus van bewust dat er ieder moment een trein aan kan komen waardoor de kans op een val als gevolg van een schrikreactie afneemt. Perrons zijn aan de andere kant rustig wanneer in de eerstvolgende minuten geen trein gepland staat. De mensen die zich op dat moment toch op het perron bevinden zijn er waarschijnlijk niet op bedacht dat er een (doorgaande) trein aankomt en zullen zich daardoor mogelijk door de trein laten verrassen. Dit kan een schrikreactie tot gevolg hebben die de waarschijnlijkheid van een val vergroot.

Een laatste mogelijke verklaring is dat perrons voornamelijk tijdens de spits erg vol zullen zijn. De meerderheid van de reizigers zal dan bestaan uit forenzen die regelmatig of zelfs dagelijks met de trein reizen, en dus ervaren treinreizigers zijn. Gevoelsmatige risicogroepen zoals ouderen, kinderen en toeristen zullen vaker buiten de spits tijden en op de rustigere momenten reizen. De kans op een perronveiligheidsincident hangt dan mogelijk sterker samen met de samenstelling van de reizigersgroep dan met het totale aantal reizigers.

Bovenstaande roept de vraag op of de aanname dat een grotere blootstelling ook altijd leidt tot een grotere kans op voordoen wel terecht is.

Bevindingen internationale expertsessie

In de internationale expertsessie is uitgebreid bij dit punt stilgestaan. De gedeelde mening was dat er inderdaad geen relatie lijkt te zijn tussen het aantal reizigersminuten in de gevarezone en het werkelijke risico op perronveiligheidsincidenten. Men achtte het evident dat er een grens aan de capaciteit van perrons zit waarna een dergelijke relatie wel zou kunnen bestaan. Blijkbaar wordt die belasting in de praktijk niet gehaald, mogelijk omdat voor die tijd al maatregelen worden genomen.

¹³ Zie bijvoorbeeld: BBC news, 2017; Daily mail, 2019 of Schermer, 2019.

5 Proportionaliteit investeren in perronveiligheid

Het uitgangspunt van het Nederlandse veiligheidsbeleid is dat het proportioneel moet zijn.¹⁴ Dat wil zeggen dat de te verwachten gezondheidswinst van een getroffen maatregel opweegt tegen de investering die maatregel vergt. In de eerste twee paragrafen van dit hoofdstuk wordt op een rijtje gezet welke maatregelen ProRail en de NS al nemen, en welke extra maatregelen in de literatuur beschreven zijn. Dit leidt tot een beschouwing waarbij wordt onderzocht of het mogelijk is om op voorwaarde van proportionaliteit (aanvullende) maatregelen te treffen. Een dergelijke afweging zouden wij doorgaans maken op grond van een kwantitatieve analyse. Aangezien zoals in hoofdstuk 2 reeds benoemd slecht beperkt kwantitatieve data beschikbaar is zullen we hier, naast een (beperkte) kwantitatieve berekening, voornamelijk gebruik maken van een kwalitatieve beredeneerlijn

5.1 Wat ProRail en NS al doen

ProRail en NS nemen op dit moment op een select aantal perrons in Nederland al maatregelen om extreme (lokale) drukte te voorkomen. Een van de oorzaken van het ontstaan van drukte op een perron, naast het feit dat een heleboel mensen met dezelfde trein mee willen, is de slechte spreiding van reizigers over het perron. Het blijkt dat er objectief gezien vaak nog best voldoende ruimte is op een perron, maar dat door een slechte spreiding op bepaalde plekken toch hele drukke situaties ontstaan. Dit betekent ook dat wanneer deze mensen eenmaal ingestapt zijn sommige coupés overvol zijn en mensen moeten staan, terwijl in andere coupés nog voldoende zitplaatsen zijn.

Om de spreiding van reizigers over het perron te bevorderen hebben ProRail en de NS op een aantal perrons in Nederland nu al een aantal maatregelen genomen. Daarnaast zijn in het verleden test geweest met experimentele methoden om passagiers beter te spreiden.

Crowd control (Utrecht centraal, Schiphol en Amsterdam Zuid)

Op een aantal perrons van de stations Utrecht centraal, Schiphol en Amsterdam Zuid wordt gebruik gemaakt van *crowd control*. Herkenbare NS-medewerkers hebben tot taak om op drukke momenten mensen meer te laten verspreiden over het perron zodat er geen opstoppingsplekken met mogelijk gevaarlijke gevolgen ontstaan.

Geautomatiseerde omroepberichten op trappen (Utrecht centraal)

Op de perrons 5 en 7 op Utrecht Centraal worden reizigers middels geautomatiseerde omroepberichten opgeroepen door te lopen, en dus niet direct onder aan de trap te

¹⁴ Zie Kabinetvisie *Bestuurlijk balanceren met risico's en verantwoordelijkheden* (2015).

wachten. In het verleden bleven mensen vaak direct onderaan de trap waar zij af kwamen te wachten waardoor in de nabijheid van die trappen grote drukte ontstond terwijl aan de einden van het perron vaak nog voldoende ruimte was.

Weergeven drukte informatie op informatieborden

Op station Den Bosch is in 2013 geëxperimenteerd met de 'Intelligent Platform Bar'. Dit is een ledstrook die onder de overkapping van het station hangt en aangeeft waar de deuren precies zullen openen, waar de eerste klassen en de stiltecoupés zich bevinden en hoe druk het in de verschillende coupés is. Op die manier wordt dus ook duidelijk op welke plekken nog ruimte is wat de verspreiding over het perron zou moeten bevorderen, en dus ook waar nog voldoende ruimte is (ProRail, 2015). De eerste resultaten van deze testen leken positief. Zo won het ontwerp van de ledstrook in 2013 een designprijs en was de klantenbeoordeling van de NS op de lijn waar de IPB werd toegepast aanzienlijk hoger dan daarvoor. De proef is daarna nog een keer herhaald op station Schiphol (Van Gompel, 2017).

In de periode april tot juni 2019 werd door NS een test uitgevoerd waarbij op de informatieborden op het perron van spoor 18 op Utrecht CS meer informatie werd gegeven over de beschikbare plekken in de trein. Het bleek namelijk dat in de trein tussen Utrecht en Den Bosch, die op dit perron aankwam en vertrok, de reizigers erg scheef over de trein verdeeld waren. In het midden van de trein waar daardoor vaak een bezetting van meer dan 100%, terwijl andere coupés in sommige gevallen nog voor twee derde leeg waren. Door deze informatie op de borden weer te geven hopen de NS en ProRail dat reizigers zich beter zullen verspreiden waardoor het zowel in de trein als op het perron minder druk wordt (treinreiziger.nl, 2019).

5.2 Mogelijke maatregelen uit de (internationale) literatuur

Om het risico van perronveiligheidsincidenten te verkleinen wordt in de literatuur een aantal mogelijke maatregelen genoemd. Onderstaand staan een aantal van deze voorbeelden beschreven.

Platform screen doors

Een mogelijk voordehand liggende, maar zware, maatregel is het plaatsen van een afscheiding die het fysiek onmogelijk maakt om het spoor te bereiken. Een *platform screen door* is een fysieke afscheiding tussen perron en spoor met schuifdeuren op de plek waar de deuren van de trein openen. Het plaatsen van de zogeheten '*platform screen doors*' werd aanvankelijk vooral in de metro van een aantal Aziatische landen zoals Singapore, Hong Kong en Japan veel toegepast. Inmiddels zijn er ook Europese steden zoals Londen, Parijs en Kopenhagen waar de techniek toegepast wordt.

Deze screens zijn er in verschillende uitvoeringen. In Japan wordt bijvoorbeeld veel gebruik gemaakt van halfhoge afscheidingen (130 cm) terwijl in sommige andere landen de deuren tot aan het plafond (in het geval van metrostations) lopen. De platform screen doors werden in eerste instantie geïnstalleerd als suïcidepreventie, maar blijken ook hoogst effectief in het voorkomen van het onbedoeld vallen op het spoor.

Om een nauwkeurige inschatting te kunnen maken van de mogelijkheid om deze maatregel, onder voorwaarde van proportionaliteit, te nemen zijn een aantal cijfers nodig die op dit moment niet beschikbaar zijn. Zo is onbekend wat het precies zou kosten om de screen doors te installeren aangezien dat mede afhankelijk is van de huidige situatie op de perrons en in hoeverre die geschikt zijn de deuren te plaatsen. De kosten kunnen daardoor sterk verschillen. Zo worden de kosten van het installeren van platform screen doors in de metro van Parijs geschat op €2,6 miljoen terwijl het volgens een woordvoerder in Montreal ruim €10 miljoen per station zou gaan kosten (Freemark, 2017). Om toch een proportionaliteitsberekening te kunnen maken moet dus met een aantal rekenaannames gewerkt worden

Onderzoek van Law & Yip (2011) naar de kosteneffectiviteit van installatie van platform screen doors in de Hongkongse metro laat zien dat het installeren van de deuren de kans op ongevallen en suïcide met ruim 68% verkleind heeft. Wanneer in de proportionaliteitsberekening alleen gekeken wordt naar gezondheidswinst uitgedrukt in 'DALY'S', dan is de maatregel net niet kosteneffectief. Wanneer echter ook de besparing aan verloren tijd van reizigers, die het gevolg is van een verstoorde dienstregeling door ongevallen of suïcide, wordt meegewogen, dan is de maatregel wel kosteneffectief.¹⁵

Rekenvoorbeeld: platform screen doors

Als we de resultaten van de analyse in Hong Kong vertalen naar de situatie in Nederland dan zien we dat het nemen van deze maatregel niet proportioneel zal zijn. De kosten van de installatie van de screens in Hongkong bedroegen in de periode van 2002 tot 2005 omgerekend €230.760.000. Om onder voorwaarden van proportionaliteit een dergelijke investering in Nederland te rechtvaardigen zouden bij een investeringsnorm van €80.000,- per DALY $\frac{€230.760.000}{80.000} = 2.884,5$ levensjaren gered moeten worden. Uitgaand van een verlies van 40 DALY's per dodelijk ongeval zou dit erop neerkomen dat door de installatie van platform screen doors 72 dodelijke ongevallen voorkomen zouden moeten worden. Gezien het kleine aantal dodelijke ongevallen dat in Nederland voorkomt is dit geen realistisch aantal.

De reden dat in de Hongkongse context de maatregel wel proportioneel is komt vooral doordat het voorkomen van zelfdoding in de Hongkongse studie wordt meegenomen terwijl in het Nederlandse risicomodel zelfmoord specifiek wordt genoemd als factor die buiten de scope valt en het voorkomen van zelfdoding dus niet als gezondheidswinst in ons rekenvoorbeeld opgenomen kan worden.

¹⁵ De gehanteerde norm voor kosteneffectiviteit in dit onderzoek is 3x het BBP per hoofd van de bevolking, wat neerkomt op 74.700 US Dollar per gewonnen daly.

Negatieve bijeffecten platform screen doors

Daarnaast brengt de installatie van platform screen doors ook weer nieuwe risico's met zich mee. Zo raakten bijvoorbeeld in de Londense metro tussen 1999 en 2012 75 mensen gewond aan armen, benen en hoofd doordat zij tussen de dichtklappende deuren terecht kwamen (whatdotheyknow.com, 2012). In Shanghai en China zijn zelfs dodelijke ongevallen bekend waarbij mensen klem kwamen te zitten tussen de deur en de aankomende of vertrekkende trein (international Herald tribune, 2007; Gan, N., 2014). Een andere vrouw in China probeerde terwijl de deuren al gesloten waren met geweld de deuren open te krijgen om zo toch nog net haar trein te halen. Ze slaagde er in de deuren van de platform screens te openen, maar stond vervolgens wel voor een dichte treindeur terwijl achter haar de platform deuren weer gesloten waren en de trein vertrok. Ze overleefde het incident ternauwernood door doodstil te blijven staan terwijl de trein voor haar langs reed (Tang, 2018).

Deze incidenten tonen aan dat alhoewel de kans op een bewuste (zelfmoord) of onbewuste val op het spoor verkleind wordt door de installatie van platform screen doors, het risico niet volledig wordt weggenomen en er zelfs een nieuwe type risico voor in de plaats komt.

Track intrusion detection system

Het *track intrusion detections system* is een systeem dat gebruik maakt van lasers, sensoren of drukplaten om te registreren wanneer iets of iemand zich op het spoor bevindt. Wanneer een detectie van een passagier die zich te dicht bij de rand van het spoor bevindt plaatsvindt, kan een automatische waarschuwing afgepeeld worden op het station. Wanneer geregistreerd wordt dat iemand zich echt op het spoor bevindt kunnen aankomende treinen niet binnenkomen op het betreffende spoor

Dergelijke technieken worden onder meer gebruikt in Zuid-Korea en de *Expo Line* in Vancouver in Canada. De ervaringen met het detectiesysteem daar waren dat het systeem zo nauwkeurig afgesteld was dat alleen al in mei 2010 er ten minste tachtig keer verstoring van de dienstregeling was doordat afval dat van het perron op het spoor viel zorgde voor een vals alarm (Anderson & Hunter-Zaworski, 2015). De theorie achter deze techniek is dus goed, maar kan in de praktijk leiden tot onnodige vertragingen en lijkt daarmee geen geschikte techniek om in te zetten om de perronveiligheid te vergroten.

Visuele waarschuwingssignalen

Een andere mogelijke maatregel is het gebruik van visuele waarschuwingssignalen voor binnenkomende treinen. Deze techniek wordt onder meer gebruikt in de metro van Washington DC. Langs de gehele lengte van het perron zijn LED-lichten geïnstalleerd die op 50% helderheid branden wanneer er geen trein is en op 100% helderheid knipperen

wanneer er een trein in aankomt of al in het station is. De lichten waren oorspronkelijk geïnstalleerd om mensen met gehoorproblemen te waarschuwen dat er een trein nadert en dus terug te stappen van de rand van het perron (Anderson & Hunter-Zaworski, 2017).

Deze methode lijkt in principe veel op het gebruik van de gemarkeerde veiligheidszone zoals die er nu al ligt die er immers ook voor waarschuwt niet te dicht bij de rand te komen. Het verschil is echter dat de gemarkeerde veiligheidszone 'statisch' is en er altijd hetzelfde uitziet ongeacht of er een trein aankomt of niet. Daarmee kan een soort 'blindheid' voor dit waarschuwingsmechanisme ontstaan. Dit systeem met lichten toont een verandering en daarmee een prikkel tot handelen wanneer er een trein aan komt. Het lijkt tevens veel op de proef met de LED stroken die de NS en ProRail op de stations Den Bosch en Schiphol hebben uitgevoerd.

5.3 Berekening van proportionaliteit

Het berekenen van proportionaliteit gebeurt door de verwachte gezondheidswinst van een veiligheidsmaatregel af te zetten tegen een vaste investeringsnorm die maximaal geïnvesteerd mag worden om één levensjaar te winnen. Om een dergelijke proportionaliteitsberekening voor perronveiligheid te kunnen maken moet een aantal rekenaannames gedaan worden:

- In dit onderzoek stellen we de investeringsnorm per gewonnen levensjaar op €80.000,-. Deze norm komt overeen met de door de Raad voor Volksgezondheid geadviseerde norm (Raad voor de Volksgezondheid en Zorg, 2006).
- De kans is uitgedrukt in 'dodelijke ongeval equivalenten' in de verhouding zoals die in hoofdstuk 3 is toegelicht, over een periode van 10 jaar.
- We rekenen met 40 verloren levensjaren per sterfgeval. We gaan hierbij uit van een gemiddelde levensverwachting van 80 jaar, waarbij het (dodelijke) ongeluk op veertigjarige leeftijd gebeurt.

Rekenvoorbeeld

Het scenario met de hoogste R-score uit de expertmeeting had een R-waarde van 1.3490.¹⁶ Om de R-score van dit perron naar beneden te krijgen tot de gestelde acceptabele grens van 0,15 zou een maatregel bedacht moeten worden waarmee 1,199 dodelijk ongeluk equivalent voorkomen zou worden. Een dergelijke maatregel zou, onder voorwaarde van proportionaliteit, voor dit perron maximaal het volgende mogen kosten:

- $\text{Verkleinen R-factor} * \text{gemiddelde aantal verloren levensjaren per ongeval} = \text{gewonnen levensjaren}$
- $\text{Gewonnen levensjaren} * \text{investeringsnorm} = \text{maximale investeringsbedrag voor 10 jaar}$
- $\text{Maximale investeringsbedrag voor 10 jaar} / 10 \text{ jaar} = \text{investeringsbedrag per jaar.}$
- $1,199 * 40 = 47,96 \text{ gewonnen levensjaren.}$

¹⁶ Een scenario kreeg tijdens de expertsessie een nog hogere R-waarde, namelijk 2,469. Omdat het in dit scenario echter ging om een situatie na een evenement valt dit scenario buiten de scope van het model aangezien er geen sprake is van een reguliere drukke situatie. Om deze reden is dit scenario als outlier uit de berekening van het risico gehaald.

- $47,96 * €80.000 = €3.836.000,-$ per 10 jaar.
- $3.836.000/10 = €383.680,-$ per jaar.

5.4 Perronveiligheidsincidenten in relatie tot andere risico's

Het aantal slachtoffers dat jaarlijks valt als gevolg van drukte is zoals al in hoofdstuk twee vastgesteld objectief gezien erg klein. Ook afgezet tegen andere risico's blijkt duidelijk dat er andere risico's op en rond het spoor zijn die veel meer slachtoffers eisen.

In een onderzoek van Thomas, Rind en Robinson uit 2005 werden de gepercipieerde risico's door Engelse treinreizigers vergeleken met de werkelijke risico's. Het werkelijke risico is gebaseerd op het percentage van verwondingen of dodelijke ongevallen op het totale aantal ongelukken die verband houden met het spoor. Het gepercipieerde risico van *overcrowding on the train or platform* was 5,6% terwijl het objectieve risico slechts 0,1% is. *Overcrowding* vormt daarmee samen met de categorie *spillage and release of flammable or toxic load* (eveneens 0,1%) objectief gezien het kleinste risico.

Een aantal van de grotere risico's wordt hieronder kort beschreven.

Trips, slips en roltrappen

Uit de ongevallenanalyse van Hunter-Zwaroski uit 2017 blijkt dat PTI-ongelukken zo'n 10% van alle perron incidenten beslaan (perronveiligheidsincidenten zullen een klein deel van dit aantal uitmaken). Verreweg de meest voorkomende ongevallen zijn 'slips en trips' en ongelukken op en rond roltrappen. Terabe et al. (2019) onderkennen dat trips en slips en roltrappen de meeste ongelukken veroorzaken.

Constatering op basis van expertsessie

Een eerste constatering die tijdens de expertsessie naar voren kwam was dat de experts andere risico's, zoals hierboven beschreven, aanzienlijk belangrijker werden gevonden dan perronveiligheidsincidenten. Vooral incidenten op of rond roltrappen en rond de 'platform train interface' werden veelvuldig genoemd. Deze risico's werden door de experts duidelijk als belangrijker beschouwd dan het risico op perronveiligheidsincidenten.

Ongelukken bij het in- en uitstappen

Een type incident dat sterk samenhangt met de PTI zijn ongelukken die ontstaan wanneer een reiziger bij het in of uitstappen in de kloof tussen perron en trein terechtkomt. Een van de vijf vervoersbedrijven die zijn onderzocht in het onderzoek van Hunter-Zwaroski uit 2017 gaf meer aanvullende (achtergrond)informatie bij de ongevallenstatistiek waardoor verdere analyse plaats kon vinden. Hieruit bleek dat ongeveer evenveel incidenten binnen als buiten de spits gebeurden (22% ochtendspits, 28% avondspits en 50% buiten de spits). Daarnaast gaven de meeste passagiers die betrokken waren geweest bij een dergelijk incident in het incidentrapport aan dat de drukte had geleid tot het

incident. Hiermee lijkt dit type incident sterk op de 'val van perron' incidenten en het verminderen van (lokale) drukte op het perron zou dus ook kunnen helpen bij het voorkomen van dit type incident.

Nederlandse voorbeelden

In Nederland zijn ook meerdere recente voorbeelden van mensen die tussen de trein en het perron vallen. Zo raakte een 26-jarige man uit Olst ernstig gewond toen hij tussen het perron en een optrekkende trein terechtkwam en vielen twee baby's in Anna Paulowna en Amersfoort bij het instappen uit een wandelwagen in de kloof tussen trein en perron. In beide gevallen konden de baby's gelukkig tijdig van het spoor gehaald worden en was er geen sprake van letsel.

Risico's van overwegen en het illegaal oversteken van sporen

Een andere belangrijke ongevals categorie, die voor veel dodelijke ongevallen zorgt, is aanrijdingen met overstekende personen. In Japan waren er in 2017 237 ongelukken waarvan 101 met dodelijk afloop (cabinet office Japan, 2018). In Engeland ging het om 33 dodelijke ongevallen waarbij in 27 gevallen sprake was van het ongeoorloofd oversteken van sporen (trespassing). Zes keer vond dus een dodelijk ongeval bij een spoorwegovergang plaats (RSSB, 2017).¹⁷ In de gehele Europese Unie vielen in 2016 255 gewonden en 217 doden bij spoorwegovergangen. In hetzelfde jaar kwamen 307 personen om bij het illegaal oversteken van een spoor (European Union Agency for Railways, 2018).

Belangrijk is wel om te benoemen dat ProRail al veel investeert om deze en andere risico's te bestrijden. Zo worden jaarlijks tientallen miljoenen geïnvesteerd in het voorkomen en ontmoedigen van 'spoorlopers' door hekken te plaatsen langs het spoor, natuurlijke barrières zoals sloten en bebossing aan te leggen, cameratoezicht te houden en boetes uit te delen aan spoorlopers. Daarnaast heeft ProRail voorlichtingscampagnes op scholen om kinderen bewust te maken van de gevaren van het spoor en pleit ProRail er al jaren voor om zoveel mogelijk overwegen op te heffen. Deze maatregelen werpen ook hun vruchten af aangezien bijvoorbeeld het aantal dodelijke slachtoffers op overwegen in dertig jaar tijd daalde van 68 in 1986 tot gemiddeld 11 nu en het aantal incidenten met spoorlopers in de eerste helft van 2018 met 10% was gedaald ten opzichte van de tweede helft van 2017 (ProRail, 2018a,b).

5.5 Het is onwaarschijnlijk dat getroffen maatregelen proportioneel kunnen zijn

Uit voorgaande concluderen wij dat het onwaarschijnlijk is dat maatregelen die genomen worden om het risico van overvolle perrons te verkleinen zeer waarschijnlijk niet proportioneel zullen zijn. Om tot deze conclusie te komen kunnen we twee redeneerlijnen volgen, namelijk een kwantitatieve als een kwalitatieve.

¹⁷ Suïcide is in deze cijfers niet meegenomen.

Kwantitatief

De mogelijkheden tot een nauwkeurige kosten-batenanalyse zijn beperkt omdat er maar weinig kwantitatieve data beschikbaar is. Daardoor kunnen we geen kans afleiden uit de praktijk. Het enige alternatief dat dan overblijft is de kwantitatieve rekensom baseren op de kans die voortkomt uit de door Arane georganiseerde expertsessie.

Als we het rekenvoorbeeld volgen dat in paragraaf 5.2 dan is voor een periode van 10 jaar een bedrag van iets meer dan € 3 miljoen beschikbaar. Dat is een fors bedrag, maar daar moeten we wel bij in gedachten houden dat het gaat om het meest extreme scenario uit de expertsessie en dit waarschijnlijk een zware overschatting van het werkelijke risico betreft zoals is aangetoond in hoofdstuk 4.

Kwalitatief

Wanneer we een kwalitatieve redeneringslijn volgen dan zien we dat maatregelen moeilijk proportioneel kunnen zijn omdat de gezondheidswinst die er te behalen zou zijn nagenoeg nul is aangezien er geen perronveiligheidsincidenten bekend zijn. Een reductie van het aantal (dodelijke) slachtoffers is dus niet mogelijk. Een nuancerende uitspraak die hier wel op zijn plaats is, is dat zoals eerder in dit hoofdstuk beschreven, op bepaalde perrons in Nederland al wel maatregelen genomen worden. Het is onmogelijk om met terugwerkende kracht vast te stellen of er wel dodelijke slachtoffers geweest zouden zijn in het geval deze maatregelen niet genomen zouden zijn.

Daarnaast blijkt dat er andere risico's op het spoor zijn die zorgen voor veel meer slachtoffers. Wanneer er maar een beperkt hoeveelheid geld is om uit te geven aan veiligheid op en rond het spoor kan met een investering in een van deze andere aandachtsgebieden dus meer bereikt worden dan met diezelfde investering in perronveiligheid.

6 Het geheel overziend

In het geheel overziend worden de belangrijkste constatering op een rij gezet en worden op basis daarvan conclusies getrokken over welke maatregelen genomen zouden kunnen worden om het risico van een val op het perron te verkleinen of weg te nemen binnen een proportioneel budget.

Constatering 1: Er is geen sprake van consequente dataverzameling van valincidenten door drukke perrons.

Een eerste constatering is dat er geen structurele dataverzameling van perronveiligheidsincidenten is. Aangezien dit niet als dusdanig wordt bijgehouden is uit de databases van ProRail niet op te maken hoe vaak een valincident van het perron op het spoor zich voordoet. Het zou kunnen zijn dat dit soort incidenten ‘verstoppt’ zitten in andere ongevals categorieën, maar dat is onbekend. Dit maakt het lastig om vast te stellen hoe groot het risico precies is aangezien de kans op voordoen niet vast te stellen is op basis van statistiek uit het verleden.

In de internationale statistiek wordt veelal het aantal ‘platform train interface’ incidenten bijgehouden. Perronveiligheidsincidenten zoals wij die hebben gedefinieerd vallen hier ook onder, maar daarnaast is er nog een groot scala aan andere soorten incidenten die onder deze noemer geschaard worden. Perronveiligheidsincidenten zitten hierdoor ‘verstoppt’ in de statistiek en daardoor is het (ook) lastig vast te stellen hoe vaak perronveiligheidsincidenten in het buitenland voorkomen.

Constatering 2: Terugkijkend lijkt het risico op valincidenten door drukke perrons nihil, vooruitkijkend is het niet ondenkbaar dat het een probleem gaat vormen.

Het blijkt dus dat er geen verzamelde statistiek is waaruit de kans op het voordoen van een valongeluk veroorzaakt door drukte kan worden afgelezen. Er zijn wel een aantal nationale en internationale praktijkvoorbeelden van valincidenten bekend, maar voor deze voorbeelden geldt dat niet drukte, maar onveilig gedrag (vaak in combinatie met middelengebruik) de oorzaak van het ongeval is geweest. Theoretisch gezien zou het zo kunnen zijn dat er wel ongevallen zijn geweest, maar dat deze niet zijn geregistreerd of vastgelegd op camera. Gezien de hoeveelheid camera's die op de Nederlandse stations hangt en het feit dat er erg veel beeldmateriaal (vrij) beschikbaar is waarop valongelukken te zien zijn die door andere factoren dan drukte zijn veroorzaakt, kunnen we met een grote mate van zekerheid stellen dat dit type perronincident zich tot op heden in Nederland nog niet heeft voorgedaan. Ook internationaal hebben we geen voorbeelden hiervan kunnen vinden. Tijdens de internationale expert sessie werd bevestigd dat perronveiligheidsincidenten uiterst zeldzaam zijn. Door de experts werden incidenten rond roltrappen als het voornaamste risico op een perron ervaren.

De conclusie lijkt dus getrokken te kunnen worden dat het risico op een val van het perron als gevolg van drukte zich tot op heden nog niet gemanifesteerd heeft en daarmee als nihil mag worden beschouwd.

Tegelijkertijd is het evident dat een perron uiteindelijk geen oneindige hoeveelheid passagiers aan kan. De verwachting is dat het aantal reizigers over 10 jaar met gemiddeld 40% toegenomen zal zijn. Aangezien het een gemiddelde betreft zal de toename op sommige perrons dus nog veel groter zijn. De verwachting is bijvoorbeeld dat het aantal passagiers op Amsterdam Zuid verdrievoudigd zal zijn. Het is daarmee niet ondenkbaar dat bij een ongewijzigde situaties de perrons wel dusdanig (over)vol worden dat er echte risico's op perronveiligheidsincidenten ontstaan. Bedacht moet wel worden dat tot op heden ook in situaties van extreme drukte door een verstoorde treindienstregeling dit type incident niet heeft plaatsgevonden.

Op dit moment is het echter zo dat er geen wetenschappelijk gestelde grens is voor het aantal reizigers per vierkante meter waarop de situatie een meetbaar risico oplevert. Normen uit andere domeinen betreffen de mogelijkheid tot ontvluchting in het geval van brand of bij andere calamiteiten. Het komen tot een objectieve norm die een kantelpunt vaststelt waarna een situatie intrinsiek onveilig wordt was onderwerp van gesprek tijdens de expertsessie, maar hier werd geconcludeerd dat het niet mogelijk is een objectieve berekening te maken waaruit het maximale aantal personen op een perron blijkt omdat daarvoor de benodigde data ontbreekt.

Constatering 3: De in opdracht van ProRail toegepaste Delphi-methode voor bepaling van het risico overschat de kans aanzienlijk

Door Arane is in opdracht van ProRail een expertmeeting gehouden in de vorm van een Delphi studie waar experts een serie van videobeelden te zien kregen met de vraag hoe zij het risico (kans * effect) inschatten. Arane heeft deze resultaten geanalyseerd en daar de volgende formule voor het berekenen van het risico per perron uit afgeleid.

$$R = 0,00006x + 0,017y_1 + 0,0023y_2 + 0,053 y_3$$

Met:

- R= risicoscore van een perron (voorspelde aantal dodelijke slachtoffers in de komende 10 jaar bij een gelijkblijvende situatie).¹⁸
- Y1 = aantal reizigers in de gevarenzone met een arriverende trein.
- Y2= aantal reizigers in de gevarenzone met een vertrekkende trein.
- Y3= aantal reizigers in de gevarenzone met een doorgaande trein.

¹⁸ Hierin is rekening gehouden met de verschillende zwaarte van een ongeluk. Een score van R=1 komt neer op een dodelijk slachtoffer, 8 zwaargewonde slachtoffers of 100 lichtgewonde slachtoffers.

Analyse van de resultaten van de expertmeeting laat zien dat er sprake is van een structurele overschatting van het risico door de experts. Dit kan afgeleid worden uit het feit dat experts beelden van de huidige situatie te zien kregen, maar tot een aantal voorspelde dodelijke ongevallen kwam dat ver boven het aantal werkelijk voorgevallen incidenten ligt. Als de inschatting door de experts nauwkeurig zou zijn, zou dit betekenen dat het voorspelde aantal ongelukken ongeveer gelijk zou moeten zijn aan het aantal ongelukken dat tot nu toe is voorgevallen.

Een snelle rekensom ter illustratie

In Nederland zijn ongeveer 400 stations. Als we ervan uitgaan dat die stations bij elkaar zo'n 1.200 perrons hebben (wat waarschijnlijk een lage inschatting is), en elk van deze perrons een R-score van 0,02 (overeenkomstig met het scenario met de laagste R-score uit de expertsessie) dan zou in Nederland in de komende tien jaar onder gelijkblijvende omstandigheden 24 dodelijke ongevallen moeten gebeuren. Een onwaarschijnlijk hoog aantal gezien het zeer beperkte aantal perronveiligheidsongelukken dat tot dusver is voorgekomen.

De expertinschatting van Arane heeft daarmee vooral waarde in het aantonen van het verschil dat de context (wel/geen aankomende/vertrekken of doorgaande trein) in de risicoschatting heeft, en het relatief aan elkaar wegen van de verschillende scenario's.

Constatering 4: maatregelen tegen valincidenten op drukke perrons zullen niet snel proportioneel zijn

De Nederlandse overheid heeft uitgesproken te streven naar proportioneel veiligheidsbeleid. Dit betekent dat de baten van veiligheidsbeleid voldoende moeten opwegen tegen de lasten. Of een maatregel proportioneel is kan bepaald worden door de kosten van de maatregel af te zetten tegen de te verwachten gezondheidswinst uitgedrukt in gewonnen levensjaren. Aangezien er zich voor zover bekend nog nooit perronincidenten als gevolg van drukte hebben voorgedaan, is de te verwachten gezondheidswinst per definitie beperkt.

Als we ons baseren op de expertschatting van het risico zou er wel gezondheidswinst te behalen zijn omdat hier wel sprake is van een hoge verwachte sterfte. Het scenario met de hoogste R-score bij de expertmeeting had een score van 1,349.¹⁹ Dit betekent dat in de komende 10 jaar op dit perron 1,349 doden te betreuren zouden zijn. Als we er van uit gaan voor elk dodelijk ongeval 40 levensjaren verloren gaan zou dit neerkomen op bijna 54 verloren levensjaren. Afgezet tegen een vast investeringsbedrag van € 80.000,- zou het treffen van maatregelen op dit perron maximaal € 3.237.600,- mogen kosten voor een periode van 10 jaar.

¹⁹ De hoogste score was eigenlijk een scenario met een R-score van 2,469. Aangezien de getoonde beelden hier echter niet waren bij een reguliere dienstregeling, maar bij een evenement, wordt dit scenario niet meegenomen.

Infrastructurele maatregelen zoals het verbreden van het perron of het plaatsen van platform screen doors zullen hier niet van bekostigd kunnen worden. Zelfs voor het perron met het grootste risico zouden dergelijke maatregelen dus nog niet proportioneel zijn, waarbij er ook nog nadrukkelijk rekening mee moet worden gehouden dat het berekende risico waarschijnlijk een forse overschatting van het werkelijke risico is.

Constatering 5: Er kunnen vraagtekens gezet worden bij het veronderstelde lineaire verband tussen blootstelling en risico's dat een basis voor de voorgestelde modellering is

De aanname is dat wanneer er meer mensen op het perron zijn de kans groter is dat er reizigers gedwongen in de veiligheidszone terechtkomen, en dat hoe meer mensen zich in de veiligheidszone begeven, hoe groter de kans is dat mensen op het spoor belanden.

Het is echter de vraag of deze aannames kloppen. Wanneer we beelden bekijken van incidenten valt op dat bij veel van deze incidenten er juist maar weinig mensen op het perron zijn. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat mensen gevaarlijk gedrag gaan vertonen wanneer zij zich veilig voelen op een rustig perron. Op drukke perrons ervaren mensen wellicht meer gevaar, waardoor ze veiliger gedrag vertonen. Op rustige perrons zien mensen geen gevaar waardoor ze zich juist mogelijk roekelozer gedragen.

Daarnaast zullen over het algemeen perrons alleen echt vol lopen in de laatste minuten voordat een trein arriveert. Mensen zijn zich er op dat moment dus van bewust dat er snel een trein aan zal komen en passen daar hun gedrag op aan.

Dit trekt de aanname dat het risico op een val in de spoorbak toeneemt naarmate het aantal reizigers op het perron of in de veiligheidszone toeneemt in twijfel. Tot op zekere hoogte zou het zelfs zo kunnen zijn dat de situatie onveiliger wordt wanneer er minder mensen op het perron staan omdat dit uitnodigt tot onveilig gedrag. Een visuele weergave van het risico zou dus in plaats van een lineaire lijn wel eens een hele andere vorm kunnen hebben.

Constatering 6: Het risicomodel 2.0 is een goede voorspeller van drukte en de consequenties daarvan, maar niet van perronveiligheidsincidenten.

Het risicomodel 2.0 is naar onze mening een goede voorspeller van drukte die op perrons kan ontstaan. Daarmee is het een belangrijk hulpmiddel om perrons onderling te classificeren op consequenties van die drukte. En dus een waardevol hulpmiddel om investeringen gericht op het beheersen van die consequenties te prioriteren. Die consequenties variëren van teruglopend reizigerscomfort en achterblijvende transfercapaciteit tot 'roltrapveiligheid'.

Wij betwisten (zie hiervoor) echter de relatie tussen drukte en risico op perronveiligheidsincidenten waarvoor het model oorspronkelijk bedoeld was.

Bronnenlijst

- Adams, J., & Hillman, M. (2001). The risk compensation theory and bicycle helmets. *Injury Prevention*, 7(2), 89-91.
- Anderson, D., & Hunter-Zaworski, K. (2015). Platform Edge Detection and Protection Effects on Platform–Train Interface Safety. *Transportation research record*, 2534(1), 24-30.
- Antos, J. D., Jia, W., & Parker, J. H. (2017). Is It Too Crowded in Here?: In Search of Safety Standards for Pedestrian Congestion in Rail Stations. *Transportation Research Record*, 2648(1), 126-133.
- BBC News (2017, 15 december). *Drunk passengers risk death on railway*. Geraadpleegd van <https://www.bbc.com/news/av/uk-england-42368466/the-drunk-passengers-who-fall-on-to-rail-tracks>
- Cabinet office Japan (2018). White paper on traffic safety in japan 2018 . Geraadpleegd van https://www8.cao.go.jp/koutu/taisaku/h30kou_haku/english/wp2018-pdf.html
- Dailymail.co.uk (2019, 25 oktober). *Video: Metro passenger distracted by phone falls onto tracks in Madrid | Daily*. Geraadpleegd van <https://www.dailymail.co.uk/video/news/video-2035090/Video-Metro-passenger-distracted-phone-Madrid-falls-tracks.html>
- Doodeman, C. (2015, 9 november). Politie alert: extra drukte rondom ArenA. *Metronieuws.nl*. Geraadpleegd van <https://www.metronieuws.nl>
- European Union Agency for Railways (2018). *Report on Railway Safety and Interoperability in the EU*. Geraadpleegd van https://www.era.europa.eu/sites/default/files/library/docs/safety_interoperability_progress_reports/railway_safety_and_interoperability_in_eu_2018_en.pdf
- Freemark, Y. (2017, 26 september). *The case of the missing platform doors*. Geraadpleegd op 23 november 2019, van <https://www.thetransportpolitic.com/2017/09/26/the-case-of-the-missing-platform-doors/>
- Gan, N. (2014, 7 november). *Beijing subway passengers tried to raise alarm before accident victim was dragged to her death*. Geraadpleegd op 28 november 2019, van

<https://www.scmp.com/news/china/article/1634392/beijing-subway-passengers-ried-raise-alarm-accident-victim-was-dragged>

Gompel, A. M. van (2017, 5 december). *LED-scherm voor reizigers Schiphol op 11 december officieel in gebruik*. Geraadpleegd van <https://www.spoorpro.nl/spoorbouw/2017/12/05/led-scherm-voor-reizigers-schiphol-op-11-december-officieel-in-gebruik/>

Hielkema, D. (2019, 30 mei). Extreme drukte Station Bijlmer verwacht door festivals en de Toppers. *Het Parool*. Geraadpleegd van <https://www.parool.nl>

Hunter-Zaworski, K. (2017). Analysis of passenger incident data from five rail transit systems. *Safety*, 3(3), 21.

Hunter-Zaworski, K., Anderson, D., Rutenberg, U., Tomaszewska, E., & McConnell, J. (2017). *Manual to Improve Rail Transit Safety at Platform/Vehicle and Platform/Guideway Interfaces* (No. Project A-40)

Japanese government (2018). *White paper on traffic safety in Japan 2018*. Geraadpleegd van https://www8.cao.go.jp/koutu/taisaku/h30kou_haku/english/wp2018-pdf.html

Tversky, A., & Kahneman, D. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47(2), 263-291.

Kabinetsvisie *Bestuurlijk balanceren met risico's en verantwoordelijkheden*. (Brief van de minister van BZK aan Tweede Kamer van 10 november 2015, nr. 34300-VII-15).

Koerhuis, B. (18AD). *Het perron op station Hardenberg is volgens onderzoeksbureau Arcadis met 4,35 meter veel te smal* [Foto]. Geraadpleegd van <https://www.destentor.nl/hardenberg/tunnel-naar-perron-hardenberg-in-ijskast~a0295243/>

Law, C. K., & Yip, P. S. (2011). An economic evaluation of setting up physical barriers in railway stations for preventing railway injury: evidence from Hong Kong. *J Epidemiol Community Health*, 65(10), 915-920.

Noord Hollands Dagblad (2019, 25 november). *Jongen (18) valt van perron op station Hoorn bij schoppen tegen treinen, aankomende trein kan net op tijd remm*. Geraadpleegd op 30 januari 2020, van https://www.noordhollandsdagblad.nl/cnt/dmf20191125_5096516/jongen-18-valt-van-

perron-op-station-hoorn-bij-schoppen-tegen-treinen-aankomende-trein-kan-net-op-tijd-remmen?utm_source=google&utm_medium=organic

ProRail (2018a, 26 juli). *ProRail - Veiligste overweg is géén overweg*. Geraadpleegd op 15 januari 2020, van <https://www.prorail.nl/nieuws/veiligste-overweg-is-g-n-overweg>

ProRail (2018b, 8 september). *ProRail - Succesje tegen spoorlopers*. Geraadpleegd op 15 januari 2020, van <https://www.prorail.nl/nieuws/succesje-tegen-spoorlopers>

Raad van Volksgezondheid en Zorg (2006). *Zinnige en duurzame zorg*. Geraadpleegd van <https://www.raadrvs.nl/documenten/publicaties/2006/06/07/zinnige-en-duurzame-zorg>

Rail Safety Standards Board (2015). *Platform Train Interface Strategy: Technical report*. Geraadpleegd van <https://rssb.wavecast.io/platformtraininterface/platform-train-interface-strategy-technical-report>

Railway Safety Standards Board (2017). *Annual safety performance report 2016-2017*. Geraadpleegd van <https://www.tssa.org.uk/download.cfm?docid=95D6376E-2631-49EB-BBC7C0CFD90139D7>

Schermer, M. (2019, 21 maart). *Dronken man valt van perron station Wormerveer: machinist vol in de remmen*. Geraadpleegd van <https://www.nhnieuws.nl/nieuws/242627/dronken-man-valt-van-perron-station-wormerveer-machinist-vol-in-de-remmen>

Tang, F. (2018, 26 april). *Chinese woman trapped behind subway safety doors as train speeds by*. Geraadpleegd op 29 november 2019, van <https://www.scmp.com/news/china/society/article/2143458/chinese-woman-trapped-behind-subway-safety-doors-train-speeds>

Terabe, S., Kato, T., Yaginuma, H., Kang, N., & Tanaka, K. (2019). Risk assessment model for railway passengers on a crowded platform. *Transportation research record*, 2673(1), 524-531.

Treinreiziger.nl. (2013). Rover klaagt bij Inspectie over volle treinen Almere Buiten [Foto]. Geraadpleegd van <https://www.treinreiziger.nl/rover-klaagt-bij-inspectie-over-volle-treinen-almere-buiten/>

Treinreiziger.nl. (2018, 31 mei). *ProRail verwacht in 2030 tot 45% meer reizigers per trein*. Geraadpleegd op 23 oktober 2019, van <https://www.treinreiziger.nl/prorail-verwacht-in-2030-tot-45-meer-reizigers-per-trein/>

Treinreiziger.nl. (2019, 26 april). *NS hoopt zitplaatskans en stiptheid te verbeteren met proef*. Geraadpleegd van <https://www.treinreiziger.nl/ns-hoopt-zitplaatskans-en-stiptheid-te-verbeteren-met-proef/>

Whatdotheyknow.com. (2012, 4 april). *Safety of platform screen doors - a Freedom of Information request to Transport for London*. Geraadpleegd op 23 november 2019, van https://www.whatdotheyknow.com/request/safety_of_platform_screen_doors#incoming-267510

Yamada, S., Terabe, S., & Kasai, M. (2014). *Safety performance measures for railway stations* (No. 14-1868).

Bijlage 1: Notes of the international expert meeting on platform safety accidents

In februari 2020 heeft een internationale expertsessie plaatsgevonden per Skype over de centrale bevindingen van deze review. In deze bijlage hebben we kort de conclusies van de bespreking toegevoegd aan de rondgestuurde bespreeknotitie.

List of participants

Name	Organisation and function
Ira Helsloot	Director of Crisislab / professor at Radboud University Nijmegen
Isabelle Milford	Head of Station Capacity Planning at Network Rail
Shravan Patel	Senior Station capacity planner at Network Rail
Frank van Schadewijk	Data analyst at ProRail
Erik Sander Smits	Co-owner of Arane
Shintaro Terabe	Professor at Tokyo university of science
Jasmin Thurau	Kompetenzcenter crowd management at Schweizerische Bundesbahnen (SBB)
Katharine Hunter Zaworski	Professor at Universiteit of Oregon

Introduction

In the Netherlands, ProRail manages the main railway network infrastructure and is thus also responsible for safety of this infrastructure. ProRail has identified a risk involving the inadequate transfer capacity of many station platforms as a result of increasing numbers of passengers. By 2030, ProRail is expecting a 40% rise in the number of train passengers compared with today.

Many stations are not equipped for such numbers which results in overfull platforms of passengers waiting, boarding and disembarking. This could lead to 'platform safety incidents'.

Definition of 'platform safety incidents'

When we speak of platform safety incidents we mean only incidents in which a passenger falls on the track as a result of crowded platforms.

When a passenger falls from the platform onto the track not as a result of a crowded platform, this is not classified in this research memorandum as a platform safety incident. Other causes of passengers ending up on the tracks are for example reckless behaviour, alcohol or drug use, or just an accident.²⁰

This definition differs from the common international incident category which includes all incidents occurring at the Platform Train Interface (PTI), meaning the area between the platform edge and the train footstep. Passengers may step in the gap or else become trapped by closing doors.²¹ Platform safety incidents, by definition, also take place in the Platform Train Interface but count for only a small share of the total number of PTI incidents. So, every platform safety incident is also a PTI incident, but not every PTI incident is a platform safety incident.

Discussion topic 1: Collection of data

The platform safety incident category has not yet been included as such in ProRail's databases. It is possible, however, that these incidents are indeed present but 'hidden' within other accident categories, though this has not been established. As a result, it is difficult to determine with any accuracy the size of the risk, given that the chance of occurrence cannot be established using past statistics.

International statistics often include the number of 'platform train interface' incidents.^{22 23} Platform safety incidents as we have defined them are also included here, along with a vast range of other sorts of incidents. Platform safety incidents are thus 'hidden' in the statistics and, again, it is difficult to show the frequency of platform safety incidents in other countries.

Conclusion:

The experts stated that in their country the incident type is not registered according to our applied narrow definition. They do not know of any other way to come up with these figures.

Discussion topic 2: Do the experts have any knowledge of platform safety incidents in their respective countries?

So, there is no database in the Netherlands which can provide insight into the likelihood of a platform safety incident. A number of national and international examples of fall

²⁰ See for example Terabe, S., Kato, T., Yaginuma, H., Kang, N., & Tanaka, K. (2019). Risk assessment model for railway passengers on a crowded platform. *Transportation research record*, 2673(1), 524-531.

²¹ See for example Rail Safety Standards Board (2015). *Platform Train Interface Strategy: Technical report*.t

²² Hunter-Zaworski, K. (2017). Analysis of passenger incident data from five rail transit systems. *Safety*, 3(3).

²³ Japanese government (2018). *White paper on traffic safety in Japan 2018*.

incidents have been documented but in all these the cause was not congestion but rather careless behaviour, often in combination with drugs/alcohol. Theoretically, there could have been accidents which were not documented or recorded on camera, but given the number of cameras installed at Dutch railway stations, and the fact that a lot of camera footage is freely available showing fall accidents resulting from causes other than congestion, we may safely conclude that this type of platform incident has not yet occurred in the Netherlands. Neither were we able to find international examples.

It seems we can, therefore, conclude that the risk of a fall from the platform as a result of congestion has not yet manifested and can, therefore, be regarded as close to zero.

At the same time, it is evident that a platform cannot accommodate an infinite number of passengers. Numbers of passengers are expected to rise by an average of 40% in the next 10 years. Given the nature of averages, the increase of passengers on some platforms will be much greater. Numbers of passengers at Amsterdam Zuid station, for example, are expected to be three times as high which suggests that if the situation remains unchanged highly congested platforms may well create genuine risks.

At the moment, however, there is no science-based number of passengers per square metre which produces a situation with a measurable risk.²⁴ Standards from other domains govern density per square metre designed for possibilities to escape.

Conclusion: None of the participants has knowledge of data in his or her country on the issue of platform safety incidents according to the narrowly defined definition of platform safety that we use in our research. However, all participants agree that other type of platform incidents such as slips and trips, platform train interface incidents and accidents on escalators and staircases are far more common.

Professor Hunter-Zaworski stated that she felt that there must have been PTI incidents resulting from congested platforms and people falling on the track. But that there is no publicly available data on this due to litigation which in her view almost always results from this sort of incident.

Discussion topic 3: Can expert judgement be trusted to accurately estimate the risk of platform safety incidents?

ProRail commissioned Arane to hold an expert meeting by means of a Delphi study in which experts were shown a series of camera footage of crowded platforms and asked for their estimation of the chance of passengers falling on the tracks because of crowding (assuming a lethal effect). Arane analysed the results and deduced the following values for the parameters in an assumed to be linear formulae for calculating the risk per platform:

²⁴ Antos, J. D., Jia, W., & Parker, J. H. (2017). Is It Too Crowded in Here?: In Search of Safety Standards for Pedestrian Congestion in Rail Stations. *Transportation Research Record*, 2648(1), 126-133.

$$R = 0.00006X + 0.017Y_1 + 0.0023Y_2 + 0.053Y_3$$

In this formula the symbols stand for:

- R = risk score of a platform (predicted number of fatalities in the next 10 years in an unchanged situation).²⁵
- X = number of passenger minutes in danger zone without a train halting.
- Y₁ = number of passengers in the danger zone with an arriving train.
- Y₂ = number of passengers in the danger zone with a departing train.
- Y₃ = number of passengers in the danger zone with a non-stop train.

Our analysis of the results of the expert meeting suggests a structural over-estimation of risk as the calculation below illustrates.

An illustrative quick calculation

There are roughly 400 railway stations in the Netherlands. If we assume that these stations have a total number of 1200 of platforms (which is a low estimation), and each of these platforms has an R-score of 0.02 (in accordance with the scenario with the lowest R-score in the expert session) then in unchanged circumstances, there would be 24 fatalities in the Netherlands in the next 10 years. An improbably high number given the extremely low incidence of platform safety accidents which have actually taken place.

For discussion:

Do you agree with our reasoning that the formulae resulting from the expert session leads to an over-estimation of the risk? And is there a way of improving the formulae? Should we assume a linear formula in the first place? Is there a way of eliciting in another way the knowledge of experts?

Conclusion: The formulae were not discussed during the session because the experts stated that they see no way to devise a formula which can successfully make a delineation between safe and unsafe levels of crowding because there is no sufficient data to base such a calculation on.

Discussion topic 4: The relationship between exposure and risk

Our initial assumptions are that:

- A higher number of people on the platform increases the chances of people being forced into the safety zone;

²⁵ Account was taken of the varying seriousness of accidents. A score of R=1 equals one fatality, 8 seriously injured victims or 100 slightly injured victims.

- The higher the number of people in the safety zone, the greater the chance of people falling onto the rails.

It remains to be seen, however, whether these assumptions are correct. Footage of incidents reveals that during many of the incidents, few people are present on the platform. A possible explanation is that people exhibit dangerous behaviour when they feel safe on a quiet platform. People may feel more vulnerable on busy platforms which causes them to behave more cautiously. In contrast, people on quiet platforms feel less vulnerable which may result in more careless behaviour.

In addition, platforms generally only become really congested in the final few minutes before a train arrives, and because people are aware of the train's imminent arrival they adapt their behaviour accordingly.

This sheds doubt on the assumption that the higher the number of passengers on the platform or in the safety zone, the higher the risk of falling on the rails. It might even be the case, to a degree, that the lower the number of people on the platform, the more unsafe the situation becomes as people may be more likely to exhibit careless behaviour.

For discussion:

Do you find correct the assumption that higher exposure always leads to a higher risk? (Not addressed in the discussion)

Could it be that a greater perceived risk leads to more careful behaviour on the platform and thus results in an objectively smaller risk? (Not addressed in the discussion)

Which parameters do you think correlate to the occurrence of platform safety incidents?

Conclusion: Almost all experts agreed that drunkenness and distractions from mobile devices are two variables that significantly increase the risk of people falling from the platform onto the tracks. Ms Thureau stated that there is no proof of this causation.

Discussion topic 5: At what point are measures designed to combat fall accidents on congested platforms proportional?

The Dutch government has declared its intention to work toward a proportional safety policy. This means that the benefits of the safety policy must be in adequate proportion to the costs. The proportionality of a measure can be determined by setting the costs of the measure against the expected health benefits expressed in gained life years. Given that, as far as we know, there have never been platform incidents as a result of crowded platforms, the expected health benefits would, by definition, be limited.

If we look at the Arane expert risk assessment, health benefits are indeed achievable. The scenario with the highest R-score in the expert meeting reached 1.349.²⁶ This means that in the coming 10 years this platform would set the scene for 1.349 fatalities. If we assume that for each fatality 40 life years would be lost, we are looking at almost 54 lost life years. Set against a fixed investment of 80,000 euros per gained healthy life year, any measures implemented would have to cost a maximum of 3,2 million euros for a period of 10 years. Infrastructural measures such as widening of platforms or installing platform screen doors could not be financed from this amount.^{27 28} Even for the platform carrying the greatest risk, such measures would not be proportionate and, in addition, considerable allowance would have to be made for the calculated risk likely being a considerable over-estimation of the actual risk.

For discussion:

What effective measures could increase platform safety?

Do you think that safety measures could be designed within the parameters of proportionality?

Conclusion: In the countries of most of the attending experts different measures are taken to overcome crowding and congestion on train stations and platforms. In most cases quality of service, efficiency and shortening dwelling times on platforms, rather than safety, are the reason for taking these mitigating measures. The decision to take mitigating measures are usually not based on a cost benefits analysis that sees upon the health effects but usually on analysis of the effects of transport economics. In Japan platform screen doors were introduced following an incident where a blind man had walked onto the tracks.

In a final discussion initiated by Erik-Sander Smits measures the experts acknowledged that the early measures taken may affect the chance of platform safety accidents happening. This may be a reason why the ‘tipping point’ where the situation gets really unsafe is never reached and no platform safety accidents have been noted in the literature. This then also makes clear that calculating the actual risk and the proportional investment is fundamentally difficult.

²⁶ The highest score was actually a scenario with an R-score of 2.469. Given that footage shown here, however, was not recorded during regular hours but rather during an event, this scenario was not included.

²⁷ Law, C. K., & Yip, P. S. (2011). An economic evaluation of setting up physical barriers in railway stations for preventing railway injury: evidence from Hong Kong. *J Epidemiol Community Health*, 65(10), 915-920.

²⁸ Freemark, Y. (2017, 26 September). *The case of the missing platform doors*. Obtained on 23 November 2019, from www.thetransportpolitic.com.