# Veilig stoppen van wegverkeer bij beweegbare bruggen in beheer van Rijkswaterstaat

Y.R. Bos, MSc & dr. M.P. Hagenzieker

R-2012-2

# Veilig stoppen van wegverkeer bij beweegbare bruggen in beheer van Rijkswaterstaat

Literatuurstudie met aanbevelingen voor de inrichting van het voorwaarschuwingssysteem

R-2012-2
Y.R. Bos, MSc & dr. M.P. Hagenzieker
Leidschendam, 2012
Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

# Documentbeschrijving


| | |
|---|---|
| Rapportnummer: | R-2012-2 |
| Titel: | Veilig stoppen van wegverkeer bij beweegbare bruggen in beheer van Rijkswaterstaat |
| Ondertitel: | Literatuurstudie met aanbevelingen voor de inrichting van het voorwaarschuwingssysteem |
| Auteur(s): | Y.R. Bos, MSc & dr. M.P. Hagenzieker |
| Projectleider: | Drs. H.L. Stipdonk |
| Projectnummer SWOV: | C10.3.11-10 |
| Trefwoord(en): | Bridge; safety; road user; warning; traffic; signal; traffic sign; Netherlands; SWOV. |
| Projectinhoud: | Mede naar aanleiding van een aantal incidenten bij beweegbare bruggen in beheer van Rijkswaterstaat, werkt DVS aan een nieuw beleidskader om de veiligheid van de weggebruiker bij dit soort bruggen verder te verbeteren. DVS heeft de SWOV verzocht om kennis aan te dragen over de juiste manier van voorwaarschuwen, met name op welke afstand tot de brug daarmee het beste kan worden gestart. De SWOV heeft daartoe dit korte literatuur-onderzoek uitgevoerd. |
| Aantal pagina's: | 31 |
| Prijs: | € 10,- |
| Uitgave: | SWOV, Leidschendam, 2012 |



De informatie in deze publicatie is openbaar.
Overname is echter alleen toegestaan met bronvermelding.



Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV
Postbus 1090
2260 BB Leidschendam
Telefoon 070 317 33 33
Telefax 070 320 12 61
E-mail info@swov.nl
Internet www.swov.nl

# Samenvatting

De Dienst Verkeer en Scheepvaart van Rijkswaterstaat werkt aan een nieuw beleidskader om de veiligheid van de weggebruiker bij beweegbare bruggen in beheer van Rijkswaterstaat verder te verbeteren. Mede aanleiding hiervoor zijn de verschillende incidenten die zich bij dit soort bruggen hebben voorgedaan, onder andere bij de Ketelbrug. DVS heeft in de afgelopen jaren verschillende expertsessies gehouden om de vraag te beantwoorden hoe de weggebruiker op een veilige manier gestopt kan worden bij een brug. Op de Ketelbrug is het voorwaarschuwingssysteem reeds vervangen door een nieuw, tijdelijk systeem. De SWOV is gevraagd om kennis aan te dragen voor de inrichting van dit voorwaarschuwingssysteem, en met name of voorwaarschuwen op 900, 600, of 300 meter effectiever en veiliger zou zijn dan op 1500 meter (zoals in de oude situatie het geval was).

De literatuur in dit beperkte onderzoek draagt algemene kennis aan. Deze kennis blijkt niet toereikend te zijn voor een specifieke aanbeveling over de concrete afstand waarop de voorwaarschuwing zou moeten beginnen. Er zijn wel aanwijzingen om behoedzaam te zijn met het ‘erg’ kort voor de brug beginnen met voorwaarschuwen. Aan de andere kant moet er ook op gelet worden dat er niet ‘te’ ver voor de brug begonnen wordt met voorwaarschuwen. De vraag is waar de optimale afstand ligt. Bovendien zal ook rekening gehouden moeten worden met allerlei andere aspecten die een rol kunnen spelen bij het zo veilig mogelijk inrichten van het voorwaarschuwingssysteem. Te denken valt aan de uniformiteit, homogeniteit, geloofwaardigheid, begrijpelijkheid, communicatie van ‘het waarom’, communicatie in het algemeen, het geleidelijk of in een keer aanzetten van het voorwaarschuwingssysteem, gewenning, ontwenning en verwarring.

Aanbevolen wordt om nader (praktijk en simulator) onderzoek uit te voeren naar gedrag en incidenten in het wegverkeer bij beweegbare bruggen. Daarmee zal meer duidelijkheid verkregen worden over een veilige inrichting van het voorwaarschuwingssysteem.

# Summary

**Bringing traffic to a safe stop at movable bridges; Literature review with recommendations for the design of the initial warning system**

The Centre for Transport and Navigation (DVS) of the Directorate-General for Public Works and Water Management in the Netherlands is working at the design of new policy to further improve road user safety at movable bridges under its responsibility. One of the reasons for this new policy are several incidents which occurred at these types of bridges, one of them being the 'Ketelbrug' between the Dutch towns of Lelystad and Emmeloord. In recent years DVS organized several expert meetings to answer the question of how the road user can be brought to a safe stop at a bridge. The initial warning system for the 'Ketelbrug' has already been replaced by a new, temporary system. SWOV was asked to provide knowledge for the design of this initial warning system, and was specifically asked whether initial warnings at 900, 600, or 300 metres would be more effective and safer than an initial warning at 1500 metres (as was the case in the old situation).

The literature used in this small-scale study provides general knowledge. This knowledge appears to be insufficient for a specific recommendation for the actual distance at which initial warning should commence. However, indications were found to be careful with initial warning at 'very' close distance from the bridge  On the other hand, it is also important not place the initial warning at 'too" large a distance from the bridge. This leaves the question of what exactly the optimal distance is. Furthermore, account must be taken of the variety of other aspects that may have a role in the safest possible design of the initial warning system. Examples are uniformity, homogeneity, credibility, understandability, communication of the reason why, communication in general, gradual activation of the initial warning system or switching on the entire system in one go, habituation, getting out of the habit, and confusion.

Further research into behaviour and incidents in traffic in the proximity of movable bridges is recommended. This research can be carried out both in practice and in a simulator. This will provide more clarity about a safe design of the initial warning system.

# Inhoud


| | | |
|---|---|---|
| **1.** | **Inleiding** | **7** |
| **2.** | **Case Ketelbrug: oude en nieuwe, tijdelijke situatie** | **8** |
| **3.** | **Onderzoeksvraag en literatuurstudie** | **14** |
| **4.** | **Conclusies uit de literatuur** | **21** |
| **5.** | **Implicaties, kanttekeningen en vragen** | **24** |
| **Literatuur** | | **30** |

# 1. Inleiding

De Dienst Verkeer en Scheepvaart (DVS) van Rijkswaterstaat werkt aan een nieuw beleidskader, met uitvoeringsrichtlijnen, voor het veilig laten stoppen van landverkeer bij beweegbare bruggen in beheer van Rijkswaterstaat. Dat kunnen bruggen op snel- of autowegen zijn. De aanleiding hiervoor zijn verschillende incidenten die zich bij deze bruggen hebben voorgedaan. Voorbeelden zijn roodlichtnegatie en diverse (ernstige) ongevallen, zoals die bij de Ketelbrug. In september 2007 raakte daar een auto te water, met dodelijke afloop voor de inzittende. Ook raakten drie personen gewond toen de Ketelbrug in oktober 2009 onbedoeld openende, zonder dat de slagbomen sloten. Een halfjaar later botste er een bus op een auto die volgens de politie plotseling voor de Ketelbrug remde.
In het nieuwe beleidskader wordt de uitrusting van de weg bij bruggen opnieuw vastgelegd. Het doel ervan is om het aantal roodlichtnegaties sterk te reduceren en zo de veiligheid van de weggebruiker bij beweegbare bruggen in beheer van Rijkswaterstaat verder te verbeteren.

DVS heeft diverse expertsessies gehouden om de vraag te beantwoorden hoe de weggebruiker op een veilige manier gestopt kan worden bij een brug. Dit heeft een hoop inzichten en aanbevelingen opgeleverd, maar ook vragen opgeroepen, evenals de behoefte aan een stevigere onderbouwing van de uitkomsten. Parallel hieraan is na de incidenten op de Ketelbrug het voorwaarschuwingssysteem reeds vervangen voor een nieuw, tijdelijk exemplaar. De bevindingen hiervan zijn ook in een expertsessie besproken en hebben extra input opgeleverd voor het vorm te geven nieuwe beleidskader.

Voor de uitkomsten van de expertsessies ontbreekt echter nog een stevige onderbouwing. DVS heeft de SWOV daarom om een literatuuronderzoek gevraagd. Dit moet helpen om uiteindelijk een zo accuraat mogelijke vertaalslag te kunnen maken naar het nieuw te vormen beleidskader. De SWOV heeft zodoende de bevindingen uit de expertsessies geanalyseerd en relevante wetenschappelijke kennis gezocht aan de hand van een bescheiden literatuuronderzoek.

Voor DVS is het op dit moment vooral van belang om onderbouwing te verkrijgen voor de keuze van een voorwaarschuwingssysteem op respectievelijk 1500, 900, 600 of zelfs 300 meter voor de brug. De vraag is vanaf welke afstand het landverkeer bij beweegbare bruggen het meest effectief en veilig tot stoppen kan worden gebracht. De case Ketelbrug, met een oude en nieuwe, tijdelijke situatie, de aanbevelingen van de expertgroep en een korte literatuurstudie zullen samen tot een meer gedegen inzicht moeten leiden voor het te vormen beleidskader.

In *Hoofdstuk 2* worden eerst de oude en nieuwe, tijdelijke situatie bij de Ketelbrug geschetst, en aanbevelingen uit expertbijeenkomsten samengevat. In *Hoofdstuk 3* wordt de onderzoeksvraag en het literatuuronderzoek beschreven. De conclusies uit deze studie staan verwoord in *Hoofdstuk 4*. Ten slotte worden in *Hoofdstuk 5* implicaties, kanttekeningen en nog openstaande vragen besproken.

# 2. Case Ketelbrug: oude en nieuwe, tijdelijke situatie

Dit hoofdstuk geeft eerst een korte beschrijving van de oude en de nieuwe, tijdelijke situatie bij de Ketelbrug. De Ketelbrug is onderdeel van de A6 en verbindt de Noordoostpolder met Oostelijk Flevoland. De gegevens over de oude en nieuwe situatie zijn verzameld uit mailcommunicatie naar de SWOV over een expertsessie 'Human Factors' die DVS samen met XTNT Experts in Traffic and Transport heeft gehouden op 30 juni 2011 en uit het verslag hiervan. Enkele ontbrekende gegevens zijn telefonisch nagevraagd bij Hans Bokma van DVS. Verder is gebruikgemaakt van een verslag van een expertsessie over 'Stoppen bij bruggen', die plaatsvond op 25 juli 2010 (Royal Haskoning, 2010).
In de tweede helft van dit hoofdstuk worden enkele ideeën en aanbevelingen uit deze twee expertsessies georganiseerd door DVS, samengevat.

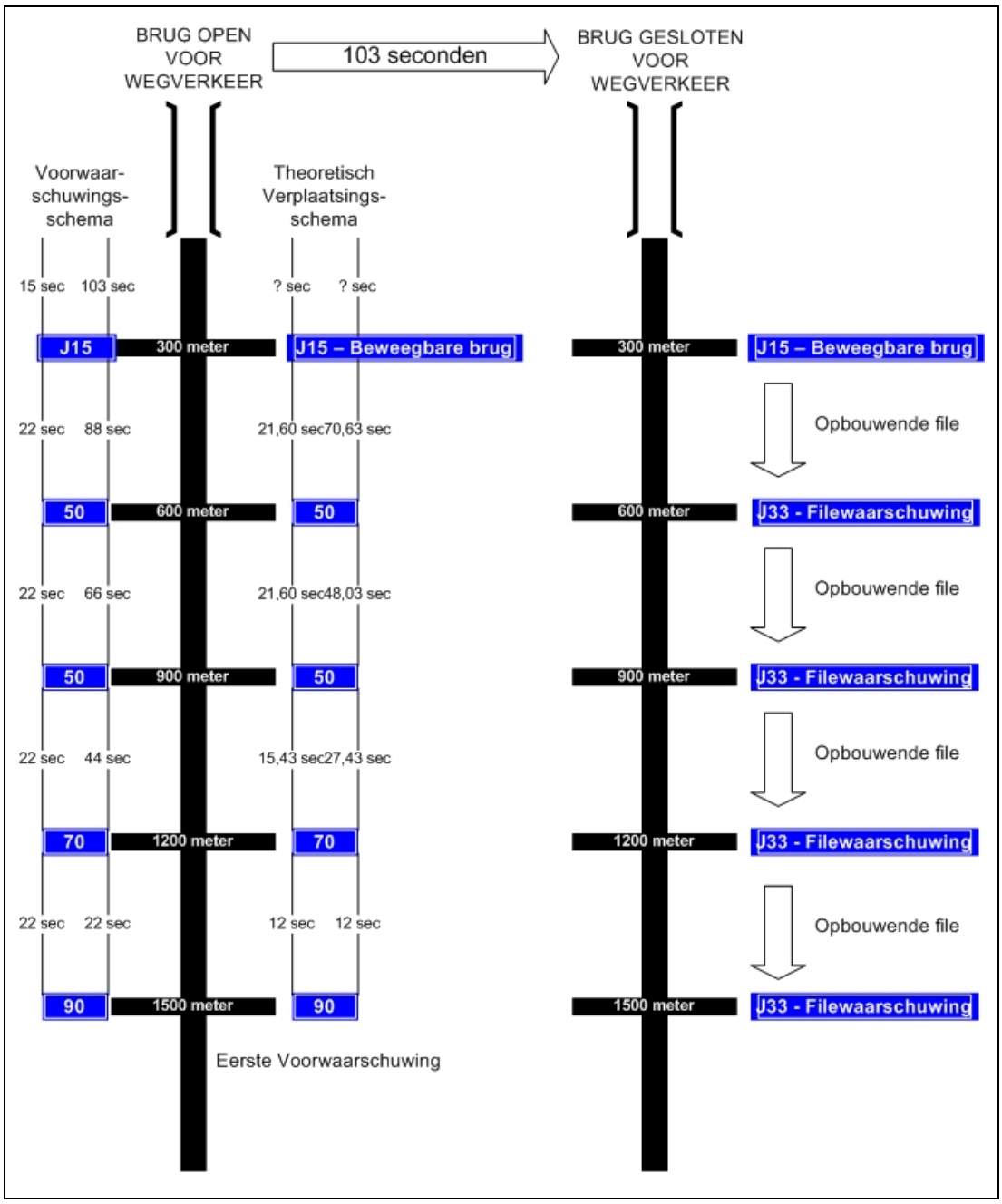
**Oude situatie**
Op de volgende pagina staat in *Afbeelding 1* de oude situatie van voorwaarschuwing bij de Ketelbrug geschetst.

Links in *Afbeelding 1* is de situatie te zien dat de brug nog opengesteld is voor verkeer. De eerste voorwaarschuwing vindt plaats op de matrixborden op 1500 meter voor de brug. Het beeld '90' wordt getoond. Vanaf dat moment – en ongeacht de snelheidsaanduiding – treedt steeds 22 seconden later en 300 meter verder de volgende voorwaarschuwing in werking. Op 1200 meter is het getoonde beeld '70', op 900 meter '50' en op 600 meter ook '50'. 300 meter voor de brug wordt de voorwaarschuwing J15 'beweegbare brug' gegeven.

J15-bord – Beweegbare brug

Vanaf het moment dat de laatste voorwaarschuwing op 300 meter voor de brug begint op te lichten duurt het nog 15 seconden voordat de bruglichten aangaan. Vervolgens duurt het nog een aantal seconden voordat de slagbomen daadwerkelijk naar beneden gaan.
De linkerkolom van de situatieschets toont het hierboven beschreven voorwaarschuwingsschema. Te zien is dat het in totaal 103 seconden vanaf de eerste voorwaarschuwing duurt voordat de bruglichten aangaan.
In de rechterkolom van de (linker) situatieschets staat het theoretisch verplaatsingsschema. Daarmee bedoelen we de duur van de verplaatsing van het wegverkeer als deze overeenkomt met de aangegeven snelheid op de matrixborden. Te zien is dat het vanaf de laatste 300 meter voor de brug niet te bepalen is wat de theoretische verplaatsing is, omdat er geen snelheid op matrixborden staat aangegeven en er niet van uitgegaan kan worden dat weggebruikers vlak voor de brug nog steeds met 50 km/uur rijden. In het laatste hoofdstuk gaan we hier dieper op in.

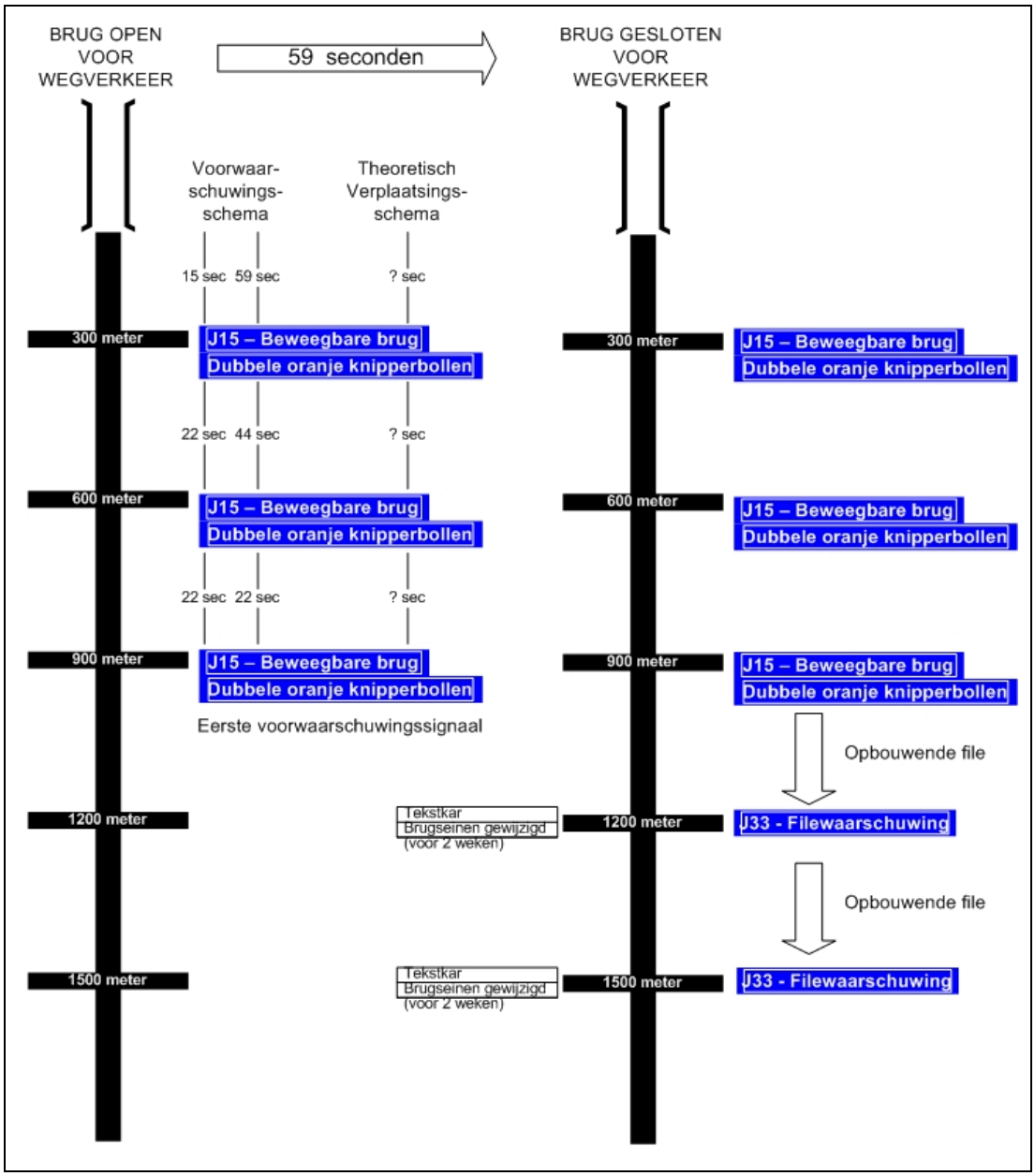
Rechts in de situatieschets (rechts in *Afbeelding 1*) is de situatie te zien dat de brug gesloten is voor verkeer. Het filebeveiligingssysteem communiceert een ‘opbouwende file’ met het bord J33 ‘Filewaarschuwing’.




Afbeelding 1. *Situatieschets oude situatie van voorwaarschuwing bij de Ketelbrug.*

**Nieuwe, tijdelijke situatie**

Vanwege de ernstige incidenten die zich bij de Ketelbrug hebben voorgedaan, is, in afwachting van het nog te vormen beleidskader voor alle rijksbruggen, besloten om de situatie alvast te wijzigen. Dit is een – tijdelijke – nieuwe situatie. Het nieuwe beleidskader met uitvoeringsrichtlijnen zal ook bij de Ketelbrug de situatie opnieuw kunnen doen veranderen. In *Afbeelding 2* staat de nieuwe, tijdelijke situatie schematisch weergegeven.




Afbeelding 2. *Situatieschets nieuwe, tijdelijke situatie van voorwaarschuwing bij de Ketelbrug.*

Links in *Afbeelding 2* is te zien dat de brug nog opengesteld is voor verkeer. De eerste voorwaarschuwing treedt op 900 meter voor de Ketelbrug in werking. Er staan geen snelheden aangegeven op de matrixborden boven de weg. Daarvoor in de plaats staan er op de borden, links en rechts van de weg, dubbele oranje knipperbollen boven elkaar tegen een achtergrond-schild met daaronder een vast bord J15 ‘beweegbare brug’.

J15-bord – Beweegbare brug

Steeds 22 seconden later treedt dezelfde voorwaarschuwing op 600 en 300 meter voor de brug in werking. Vanaf de laatste voorwaarschuwing, op 300 meter voor de brug, duurt het nog 15 seconden voordat de bruglichten aangaan. Vervolgens duurt het nog een aantal seconden voordat de slagbomen daadwerkelijk naar beneden gaan, net als in de oude situatie.
In de linkerkolom van de situatieschets staat dit voorwaarschuwingsschema weergegeven. Vanaf de eerste voorwaarschuwing duurt het dus 59 seconden voordat de bruglichten aangaan.
In de rechter kolom van de situatieschets staat de theoretische verplaatsing niet geïllustreerd. Deze is namelijk niet te bepalen, aangezien er geen snelheid op matrixborden staat aangegeven. In het laatste hoofdstuk gaan we hier dieper op in.

Rechts in de situatieschets (rechts in *Afbeelding 2*) is te zien dat de brug gesloten is voor verkeer. Zodra een file zich opbouwt buiten het voorwaarschuwingsgebied van 900 meter, treedt op 1200 meter en later 1500 meter het J33-bord 'filewaarschuwing' in werking. Hierop staan ook (aangepaste) snelheden weergegeven waaraan weggebruikers zich dienen te houden.

Om de nieuwe, tijdelijke situatie te begeleiden zijn gedurende twee weken tekstkarren geplaatst met daarop de tekst 'brugseinen gewijzigd'. Na verwijdering van deze tekstkarren kwamen er vragen bij het wegendistrict binnen van weggebruikers die het voorwaarschuwingssysteem niet snapten (verwarrend) of onveilig vonden. Sommige weggebruikers hadden bijvoorbeeld geen waarschuwingen opgemerkt. Volgens een functionaris van het waterdistrict van Rijkswaterstaat zou in een periode van twee maanden wel het aantal roodlichtnegaties bij de brug zijn afgenomen.

Deze nieuwe, tijdelijke situatie is deels gebaseerd op aanbevelingen van experts. Deze aanbevelingen worden in de volgende paragraaf besproken.

**Expertsessies**
Verschillende deskundigen op het gebied van (verkeers)gedrag zijn door DVS uitgenodigd voor twee bijeenkomsten. De SWOV nam ook deel aan deze bijeenkomsten. Aan de experts is gevraagd om suggesties voor het effectiever (en veiliger) laten stoppen van verkeer voor een brug. De ideeën en aanbevelingen uit deze sessies zijn hieronder samengevat. Ze zijn verzameld uit mailcommunicatie aan de SWOV over een bijeenkomst die plaatsvond op 30 juni 2011 en een verslag hiervan (XTNT, 2011), en uit een verslag van een bijeenkomst over 'Stoppen bij bruggen' die plaatsvond op 25 juli 2010 (Royal Haskoning, 2010). Deze aanbevelingen zijn voor een deel voorafgaand aan, en voor een deel gedurende de nieuwe, tijdelijke situatie bij de Ketelbrug gegeven. Sommige aanbevelingen zijn al doorgevoerd in de nieuwe, tijdelijke situatie.

*Fase 1: voorwaarschuwing*
Een van de aanbevelingen was om in de voorwaarschuwingsfase een gevoel van 'urgentie' te creëren. De tijd tussen het voorwaarschuwen en het moment van stoppen voor de brug zou dan 'kort' moeten zijn. Er is bijvoorbeeld geadviseerd om niet langer op 1500 en 1200 meter, maar later (bijvoorbeeld op 900 of 600 meter voor de brug) te beginnen met voorwaarschuwen. 1500 tot 1200 meter werd als te ver voor de brug beschouwd omdat de weggebruiker de voorwaarschuwing niet in verband zou brengen met de brug. DVS heeft de SWOV met name gevraagd of deze aanbeveling nader onderbouwd kan worden op basis van bestaand onderzoek en wetenschappelijke literatuur.

Andere suggesties en aanbevelingen voor de voorwaarschuwingsfase (fase 1) waren:
1. Ook het ‘waarom’ communiceren wanneer een verlaagde maximum-snelheid wordt aangegeven op de voorwaarschuwingsportalen.
2. Het voorwaarschuwingsportaal waarop de snelheid staat aangegeven ondersteunen met een J15-bord ‘beweegbare brug’ in het geval van een brugopening.
3. Matrixborden toepassen; deze zijn namelijk minder opvallend dan vaste bebording, en daarmee beter geschikt voor tijdelijke situaties zoals een brug die opengaat.
4. De kans verkleinen dat weggebruikers per ongeluk fouten maken door:
   a. de juiste verwachting te wekken;
   b. te zorgen dat weggebruikers het juiste gedrag automatisch uitvoeren.
5. In het algemeen de aandacht trekken: duidelijk maken wat er anders is dan gewoonlijk en wat er van de weggebruiker wordt verlangd (dus hoe de weggebruiker moet handelen).
6. De huidige manier van snelheid beperken handhaven en kiezen voor de beste volgorde in voorwaarschuwing, namelijk:
   a. alle voorwaarschuwingsborden op de portalen in een keer aan;
   b. oplopend vanaf de brug de voorwaarschuwingsportalen inschakelen;
   c. oplopend vanaf het eerste voorwaarschuwingsportaal de voorwaarschuwing inschakelen.
7. Aansluitend bij optie 6c: de voorwaarschuwingsportalen inschakelen op basis van snelheid van het verkeer. Het motorvoertuig dat de eerste voorwaarschuwing krijgt zou dan idealiter ook de eerst wachtende moeten zijn voor de brug.
8. Aansluitend bij optie 6a: 22 seconden tussen de voorwaarschuwingen wordt door sommigen als te lang beoordeeld.
9. Voorwaarschuwing (voor opening van de brug) en het communiceren van file aan de weggebruiker van elkaar scheiden. De aanbeveling is om de brug niet als oorzaak van de file te noemen als de afstand tot de brug zo groot is dat de weggebruiker de voorwaarschuwing van de brug nog niet heeft bereikt.
10. Uniformiteit in het verloop van het openen van bruggen, bijvoorbeeld in de tijd tussen de voorwaarschuwing en de werkelijke opening van de brug.

*Fase 2: afsluiting van de weg door open brug*
Ook is een aantal suggesties gedaan voor het effectief laten stoppen van het verkeer bij daadwerkelijke afsluiting van de weg bij de brug (fase 2):
1. Het rode licht bij een afsluiting altijd combineren met fysieke maatregelen om roodlichtnegatie te voorkomen.

2. Een vast rood licht zou meer het gevoel van stoppen oproepen en daarom de voorkeur hebben boven een knipperend rood licht; dit laatste zou alleen met waarschuwen worden geassocieerd. Indien toch een knipperend rood licht gebruikt wordt, dan bijvoorbeeld twee om de beurt knipperende bollen vanwege een hogere attentiewaarde. Daarbij zouden deze knipperbollen ondersteund moeten worden met het bord J15 ‘beweegbare brug’ om het ‘waarom’ van de voorwaarschuwing aan de weggebruiker te communiceren.
3. Zorgen dat de slagboom aan de afrijdzijde van de brug omhoog kan zonder dat het openen van de brug voor waterverkeer hoeft te worden afgebroken. Een fout van een weggebruiker hoeft hierdoor niet per se ernstig af te lopen (principe van 'vergevingsgezindheid'; dit begrip wordt in de literatuurstudie toegelicht).
4. Auto’s automatisch detecteren op bruggen en voorkomen dat bruggen opengaan zolang zich nog weggebruikers op de brug bevinden.
5. Handhaving door middel van camera’s kan roodlichtnegatie voorkomen, maar wordt als laatste oplossing gezien.

*Aanbevelingen en situatie Ketelbrug*
DVS heeft vooralsnog de intentie om enkele van de genoemde aanbevelingen mee te nemen in het nieuwe beleidskader. Daarom is een deel van de aanbevelingen ‘alvast’ doorgevoerd in de nieuwe, tijdelijke situatie bij de Ketelbrug. De onderstaande aanpassingen zijn doorgevoerd; op punt 4 na zijn deze terug te vinden in de bovengenoemde aanbevelingen uit de expertsessies.

1. De totale afstand tot aan de brug van het voorwaarschuwingssysteem is aangepast (verkort).
2. Het voorwaarschuwingssysteem en het filebeveiligingsssysteem zijn gescheiden.
3. Het ‘waarom’ wordt eerder gecommuniceerd. Eerst werd op 300 meter van de brug jet J15-bord (beweegbare brug) getoond, nu is dit al op 900 meter.
4. Er worden geen snelheden meer getoond in het voorwaarschuwings-systeem.

In *Hoofdstuk 5* komen we terug op een aantal van de suggesties en aanbevelingen uit de expertsessies in de context van de bestudeerde literatuur.

# 3. Onderzoeksvraag en literatuurstudie

DVS heeft aan de SWOV gevraagd om meer wetenschappelijke fundering te bieden voor een nieuw beleidskader. Dit beleidskader moet ervoor zorgen dat de weggebruiker op een veilige manier kan stoppen bij bruggen in beheer van Rijkswaterstaat. De SWOV heeft daartoe de bevindingen uit de expertsessies van 25 juli 2010 en 30 juni 2011 geanalyseerd en relevante wetenschappelijke kennis gezocht aan de hand van een bescheiden literatuuronderzoek.
Voor DVS is het op dit moment vooral van belang onderbouwing te verkrijgen voor de keuze van een voorwaarschuwingssysteem op respectievelijk 1500, 900, 600 of zelfs 300 meter voor de brug. De vraag is bij welke afstand het stoppen van landverkeer bij beweegbare bruggen het meest effectief en veilig in gang kan worden gezet. Daarom gaan wij in deze notitie uit van de onderstaande onderzoeksvraag:

***Is voorwaarschuwen op 900, 600, of 300 meter effectiever en veiliger dan op 1500 meter?***

DVS beoogt het voorwaarschuwingssysteem optimaal in te richten door op de juiste positie met voorwaarschuwen te beginnen. Uit de expertsessies is echter naar voren gekomen dat ook andere aspecten een rol kunnen spelen bij een optimale inrichting, namelijk:
- het wel of niet gescheiden houden van het filebeveiligingssysteem en voorwaarschuwingssysteem;
- het oplopend of in een keer aanzetten van het voorwaarschuwings-systeem;
- het wel of niet urgent maken van een voorwaarschuwing;
- de begrijpelijkheid van het voorwaarschuwingssysteem; en
- de aspecten die de verwachtingen van weggebruikers kunnen 'managen'.

Deze literatuurstudie reikt daarom algemene kennis aan en beoogt bouwstenen te bieden, kanttekeningen te plaatsen en aanbevelingen te formuleren; soms in de vorm van vragen die nog beantwoord zullen moeten worden. Mede op basis van de adviezen uit de expertsessies, is het onderwerp 'verwachtingen' als ingang voor de literatuurstudie gekozen. Dit onderwerp sluit aan bij het Duurzaam Veilig-principe ‘herkenbaarheid’ (SWOV, 2010). Volgens dit principe kan de omgeving (en het gedrag van andere weggebruikers) de verwachtingen van weggebruikers ondersteunen via consistentie en continuïteit van het wegontwerp. Om de onderzoeks-vraag te beantwoorden zijn handboeken, standaardwerken en overzichts-literatuur geraadpleegd. De rol van verwachtingen bij de reactie van weggebruikers op wegsignalering vormt ook de leidraad voor de verdere indeling van dit hoofdstuk.

**Verwachtingen: Perceptie en informatieverwerking**
Perceptie en informatieverwerking van weggebruikers zijn essentieel onderdeel van deelname aan het verkeer (zie bijvoorbeeld Dewar et al., 2007). Shipp & Havard (2006) melden dat mensen met slechts één informatiebron tegelijkertijd kunnen omgaan. Aangezien weggebruikers gedurende het rijden diverse displays en uitzichten tegelijkertijd moeten

verwerken, reageren zij door een kleine hoeveelheid informatie van verschillende bronnen per moment te zien en daar betekenis aan te geven. Aangezien niet alle informatie tegelijkertijd verwerkt kan worden zullen weggebruikers zich waarschijnlijk in grote mate laten leiden door verwachtingen bij het 'kiezen' van een waarnemingsstrategie.

**Verwachtingen: Reactietijden en fouten**
Verwachtingen van de weggebruiker lijken een belangrijke rol te spelen bij het veilig laten verlopen van het verkeer. Russell (1990, zoals in Houtenbos, 2008) oppert dat wanneer de verwachting van een weggebruiker onjuist is, het óf langer duurt om correct te reageren óf er slecht of ten onrechte wordt gereageerd. Uit onderzoek van Theeuwes & Hagenzieker (1993) blijkt dat perceptie-reactietijden en fouten toenemen wanneer een verkeerslicht op een onverwachte plek staat. Volgens de onderzoekers duidt dit erop dat mensen zich strategisch voorbereiden voor een komende stimulus en alleen op die locaties zoeken waar zij de betreffende stimulus verwachten.
Martens (2004, zoals in Houtenbos, 2008) heeft gevonden dat informatie die niet overeenkomt met iemands verwachtingen over het hoofd wordt gezien of dat er langzamer op gereageerd wordt dan wanneer de informatie wel verwacht wordt. Hoe kunnen we een toenemende reactietijd wanneer een onverwachte gebeurtenis in het verkeer optreedt, verklaren?

**Verwachtingen: Schema's**
Schema's zijn denkkaders voor het begrijpen van situaties en het gedrag van anderen in die situaties. Ze bevatten informatie die relevant is voor specifieke situaties. Als de schema's eenmaal verkregen zijn helpen ze ons om situaties te interpreteren (Baron et al., 1998). Weggebruikers gebruiken schema's om verwachtingen te vormen over hoe een verkeersituatie zich zal ontwikkelen (Martens, 2000; Theeuwes & Godthelp, 1995, zoals in Houtenbos, 2008). Houtenbos (2008) merkt op dat verwachtingen op hun beurt bepalen welk schema geactiveerd wordt en dat informatie geïnterpreteerd wordt in de context van dat schema. Informatie die niet overeenstemt met dat schema zou niet waargenomen kunnen worden of activeert een ander schema. Het activeren van nieuwe schema's kost tijd en zou kunnen verklaren waarom de reactietijd toeneemt zodra een onverwachte gebeurtenis optreedt. Friedman (1979, zoals in Theeuwes & Hagenzieker,1993) beredeneert dat objecten die in een schema passen zo goed als automatisch verwerkt worden (met een minimumgebruik van mentale capaciteit: 'resources'), terwijl objecten die niet in het schema passen meer inspanning en actieve hypothesetoetsing vragen. Uit literatuur van Norman & Shallice (1986) blijkt bovendien dat in routinesituaties het dominante schema voor dat moment automatisch geselecteerd wordt. Pas bij onverwachte gebeurtenissen wordt overgeschakeld op bewuste selectie van schema's.
Ongelukken treden vaak op doordat de weggebruiker opeens met een onverwachte verkeersituatie te maken krijgt. Het is dus van belang om de weggebruiker zo veel mogelijk met verkeerssignalering te waarschuwen voor komende ongebruikelijke verkeerssituaties (Pignataro, 1973, zoals in Al-Madani, 2004). Wegsignalering moet dus (op tijd) opgemerkt en herkend worden. Hoe kan dit bewerkstelligd worden?

**Verwachtingen: Geloofwaardigheid van en gewenning aan wegsignaleringen**
Voor de waarneming (dus het detecteren) van wegsignalering is het in algemene zin vereist dat er actief naar gezocht wordt. Dit zoeken wordt beïnvloed door voorkennis en de waarschijnlijke (of verwachte) inrichting van de verkeersinfrastructuur (Shinoda et al., 2001, zoals in Castro et al., 2004). Dat 'voorkennis' van belang is blijkt bijvoorbeeld uit het feit dat weggebruikers informatie van wegsignalering negeren, wanneer het als overtollig, overmatig of niet belangrijk ervaren wordt en als de aangekondigde situatie niet optreedt (Näätänen & Summala, 1976, zoals in Castro et al., 2004). Waarschuwingssignalen worden minder relevant (of misschien wel minder effectief) als weggebruikers ze vaak passeren zonder dat het bijbehorende gevaar zich daadwerkelijk voordoet (Fuller, 1984; Summala & Philman, 1993, zoals in Castro et al., 2004). Ook de betekenis van wegsignalering, bijvoorbeeld het werkelijk optreden van het gevaar, beïnvloedt de onmiddellijke reactie erop (Summala & Hietamäki, 1984, zoals in Castro et al., 2004). MacDonald & Hoffmann (1991, zoals in Castro et al., 2004) zijn van mening dat iedere weggebruiker de neiging heeft om wegsignalering te negeren als hij vindt dat deze een lage relevantie heeft om tot actie te komen. Daarnaast merken zij op dat naarmate weggebruikers meer ervaring opgedaan hebben met dergelijke wegsignalering (te denken valt aan loos alarm) dat deze wegsignalering haar geloofwaardigheid verliest. Dit brengen zij in verband met hun bevinding dat onervaren weggebruikers meer informatie van wegsignalering kunnen reproduceren dan ervaren weggebruikers. (Overigens, informatie van wegsignalering niet meer kunnen reproduceren wil niet zeggen dat er ook niet naar gehandeld is.)
De tot nu toe beschreven literatuur over verwachtingen wijst er enerzijds op dat het gevaarlijk is om weggebruikers met iets onverwachts te confronteren. Anderzijds lijkt het gevaar van gewenning aan verkeerssignalering te bestaan, met name als deze signalering een lage relevantie heeft om tot actie te komen. Hoe kan gewenning aan verkeerssignalering worden tegengegaan?

**Verwachtingen: Tegengaan van gewenning**
Voor gewenning lijkt wel gecompenseerd te kunnen worden door de inrichting van verkeerssignalering. Milosevic & Gajic (1986, zoals in Castro et al., 2004) hebben namelijk aangetoond dat herhaalde presentatie van dezelfde verkeerssignalering in een kort tijdsbestek de opmerking ervan aanzienlijk doet toenemen. Verder concluderen Castro en anderen (2004) uit data die zij verzameld hebben, dat waarschuwingssignalering (bijvoorbeeld informatie over een openstaande brug) sneller en accurater opgemerkt wordt als ze in symbolen wordt weergegeven (in plaats van in woorden). Indicatiesignalering (bijvoorbeeld informatie over de reistijd) wordt juist sneller en zorgvuldiger opgemerkt als ze in woordvorm is. Een van de redenen dat waarschuwingssignalering met behulp van symbolen of pictogrammen beter werkt dan met woorden, zou kunnen zijn dat weggebruikers dit in praktijk vaak tegenkomen en het dus verwachten.
Als weggebruikers wegsignalering snel en accuraat opmerken, hoe kan vervolgens bereikt worden dat zij snel (genoeg) en adequaat reageren?

**Wegsignaleringen: Reactietijden**
Door bepaalde eigenschappen van wegsignaleringen adequaat toe te passen, lijkt het mogelijk om weggebruikers snel en accuraat te laten

reageren op wegsignalering. Grote objecten in weglandschappen worden sneller opgemerkt en onderscheiden dan kleine, minder opvallende objecten (Cole & Jenkins, 1982; Jenkins, 1982; Hughes & Cole, 1986, zoals in Castro et al., 2004). Boodschappen over verkeers- of wegsituaties kunnen op verschillende manieren worden gecommuniceerd via borden op palen. Een enkel bord op een paal resulteert in snellere respons dan wanneer de paal twee aansluitende borden boven elkaar bevat. Grote borden produceren nog snellere reacties. Een aansluitend klein bord resulteert in een langzamere reactie ten opzichte van het grote bord. Er wordt daarom aanbevolen om één signalering (bord) op een paal te plaatsen en wanneer twee borden op een paal bevestigd worden, dan de meest belangrijke (dus met de hoogste prioriteit) groot en bovenin te plaatsen (Castro & Martos, 1995, zoals in Castro et al., 2004).
Uit onderzoek van Avant en anderen (1996, zoals in Castro et al., 2004) blijkt dat weggebruikers sneller en accurater (dus met minder fouten) reageren als verkeerssignalering achtereenvolgens getoond wordt in plaats van simultaan. Hetzelfde onderzoek toont aan dat verkeerssignalering met een bepaalde betekenis snellere en accuratere reacties oplevert wanneer de vorm hetzelfde blijft (denk aan alleen tekst of afbeeldingen) dan wanneer de vorm verschilt (bijvoorbeeld zowel afbeeldingen als tekst). De onderzoekers opperen dat het moeten interpreteren van twee visuele bronnen (beeld en woord) met dezelfde betekenis de reactie vertraagt en de accuraatheid vermindert.

**Top-down- (verwachting) en bottom-up-mechanismen (opvallendheid)**
Theeuwes (2008) merkt op dat opvallende objecten via een 'bottom-up-mechanisme' de aandacht trekken. Ook al is de weggebruiker niet echt op zoek naar een bepaald object, toch vangt een ‘opvallend’ object de aandacht van de weggebruiker. In de literatuur wordt een dergelijke opvallendheid ook wel ‘attention conspicuity’ genoemd ( Hughes & Cole, 1984, zoals in Theeuwes, 2008). Verder merkt Theeuwes (2008) op dat specifieke informatie eerder wordt opgemerkt wanneer ernaar gezocht wordt (een top-down-mechanisme), waardoor de verwachting over een object misschien wel een belangrijkere rol speelt dan de opvallendheid van het object.
Itti & Koch (2001) merken (ook) op dat sommige zichtbare kenmerken automatisch opvallen en als ‘saillant’ worden ervaren (bottom-up), terwijl het vrijwillige inspanning van de weggebruiker vergt om zich te richten op verschillende locaties (top-down). Verder merken Itti & Koch (2001) op dat beide mechanismen (bottom-up en top-down) gelijktijdig op kunnen treden. Voorbeelden van objectkenmerken die ‘automatisch’ kunnen opvallen (zonder dat er bewust op gefixeerd wordt) zijn de mate van helderheid en een bepaalde vorm of kleur (Theeuwes, 2008). Verder blijken sterk verlichte, knipperende en bewegende objecten als vanzelf de aandacht te trekken. Reclameborden waarin deze laatste drie kenmerken worden toegepast blijken namelijk juist van relevante objecten af te leiden (Luoma, 1986; Boersma et al., 1989, zoals in Hagenzieker, 1994). Bij objecten die juist wél relevant zijn voor de verkeerstaak kan van deze objectkenmerken ook gebruikgemaakt worden.
Waarschijnlijk is er een (gelijktijdige) wisselwerking tussen top-down- en bottom-up-mechanismen bij weggebruikers. Verwachtingen (top-down) zal men ontwikkelen op basis van (eerdere) ervaringen met de omgeving (top-down én bottom-up). De omgeving (bottom-up) zal op zijn beurt relevante ‘verwachtingen’ activeren (volgens de eerder besproken schema’s).

**Aanbevelingen en richtlijnen uit andere bronnen**
De vorige paragrafen bevatten kennis uit de literatuur over de mechanismen die een rol spelen bij verwachtingen van weggebruiker en hun reactie op wegsignalering. Geïllustreerd is hoe wegsignalering op deze mechanismen inspeelt en hoe dit verder geoptimaliseerd zou kunnen worden. In deze paragraaf wordt deze kennis aangevuld met geselecteerde richtlijnen en aanbevelingen uit het handboek *Human factors in traffic safety* (Dewar et al., 2007) en de Rijkswaterstaatbrochure *10 gouden regels om rekening te houden met de weggebruiker* (DVS, 2008). Deze aanbevelingen hebben ook een wetenschappelijke basis. In het handboek en de brochure staan echter geen specifieke referenties in de tekst weergegeven. De teksten uit deze bronnen zijn zo letterlijk mogelijk overgenomen.

*Verwachtingen*
De weggebruiker heeft verwachtingen en gedraagt zich daarnaar (DVS, 2008, regel 6). Bovendien ervaren weggebruikers problemen en maken zij fouten als zij verrast worden door iets onverwachts. Hoe voorspelbaarder de ontwerpen en informatiepanelen zijn, passend bij de weg- en verkeers-situatie  hoe minder groot de kans is op fouten door weggebruikers (Dewar et al., 2007).
De snelweg, het informatiesysteem en de stroomopwaartse (gepasseerde) omgeving structureren de verwachtingen over de stroomafwaartse (komende) omgeving (Dewar et al., 2007) en over hoe men zich daar moet gedragen (DVS, 2008, regel 6). De verwachtingen worden bijvoorbeeld bepaald door de snelheidslimiet op het voorafgaande wegvak en het gedrag van het overige verkeer (DVS, 2008, regel 6).
Weggebruikers anticiperen op situaties en gebeurtenissen die zij normaal-gesproken meemaken op de route die zij rijden (Dewar et al., 2007). Zonder extra informatie gaan weggebruikers ervan uit dat zij alleen op dergelijke standaardsituaties hoeven te reageren (Dewar et al., 2007).
Het wegbeeld roept verwachtingen op en mensen houden niet van verassingen; het is dus van belang dat de verwachtingen die worden opgeroepen ‘kloppen’ met het werkelijk verloop van de situatie. Dit kan worden bewerkstelligd door continuïteit en uniformiteit: wegontwerp, borden en markering die bedoeld zijn om een bepaald gedrag uit te lokken moeten er in het hele land gelijk uitzien (DVS, 2008, regel 6). In mentaal belastende situaties is uniformiteit van informatie van extra groot belang, omdat in dergelijke situaties eerder fouten worden gemaakt. De weggebruiker verwerkt informatie sneller en gemakkelijker als de situatie aansluit op zijn verwachtingen (DVS, 2008, regel 2).
Verwachtingen hebben op weggebruikers soms meer invloed dan het verkeersbord of de wegmarkering (DVS, 2008, regel 6). Een ongeloof-waardige (maat)regel op een bepaalde plek leidt ertoe dat weggebruikers ergens anders ook niet meer in die (maat)regel geloven (DVS, 2008, regel 4). Onterecht geplaatste of achtergebleven borden leiden tot ‘devaluatie’ van die borden (DVS, 2008).

*Wegsignalering*
Verkeerscontrolesystemen zouden gedicteerd moeten worden volgens een aantal principes.
1) *Voorrang*
   Informatie op wegsignalering zou moeten worden geplaatst volgens de mate van belangrijkheid voor de weggebruiker. Dat geldt voornamelijk in situaties waar (verschillende) informatie concurreert om de aandacht van

de weggebruiker. Er kunnen fouten optreden wanneer weggebruikers minder belangrijke informatie verwerken en belangrijke(re) informatie missen. Waarschuwingssignalen zouden een hogere prioriteit moeten hebben dan bestemminggerelateerde signaleringen (Dewar et al., 2007). Het is dus zaak de weggebruiker duidelijk te maken wat écht belangrijk is. De weggebruiker die wordt overstelpt met informatie zal mogelijk kiezen voor de 'verkeerde' informatie. Het is dus aanbevolen om vooral in kritieke situaties de informatieverschaffing te beperken tot het ter plaatse strikt noodzakelijke (DVS, 2008, regel 8). Volgens regel 2 van DVS (2008) kan de weggebruiker namelijk niet alles tegelijk. Weggebruikers kunnen maar een beperkte hoeveelheid informatie tegelijk verwerken en daarnaar handelen. Dit kost tijd. Vooral als iemand in een voor hem vreemde omgeving rijdt duurt het even voordat deze persoon opmerkt dát er een bord staat en wát er op het bord staat. Ook duurt het even voor hij zich realiseert dat de informatie voor hem bestemd is, weet wat te dóen en dat tot uitvoering kan brengen (DVS, 2008, regel 2).

2) *Spreiding*
De informatie voor de weggebruiker kan beter niet op slechts één wegsignaleringsportaal, of anderszins dicht bij elkaar worden geplaatst. Het is raadzaam om de nodige informatie over de ruimte te spreiden, zodat de informatiebelasting voor weggebruikers gereduceerd wordt (Smiley et al., 1998, zoals in Dewar et al., 2007). Ook tussen borden dient voldoende afstand te bestaan. De weggebruiker heeft namelijk tijd nodig om elk bord goed te lezen en tot zich door te laten dringen (DVS, 2008, regel 2).

3) *Codering*
Het is raadzaam om waar mogelijk stukken informatie een eenheid te laten vormen om een boodschap te communiceren. Een specifieke waarschuwingsboodschap kan bijvoorbeeld gecommuniceerd worden door de combinatie van een bepaald vorm (driehoek) en kleur (een rode rand); de vorm en de kleur zijn dus stukken informatie die samen deze boodschap vormen (Dewar et al., 2007).

4) *Redundantie*
Het is aan te bevelen om dezelfde boodschap op meer dan een manier te communiceren. Dat kan bijvoorbeeld door twee instrumenten te gebruiken (verkeersbord en wegmarkering), maar ook door bovendien één instrument (verkeersbord) van zowel een unieke vorm (zeshoek) als tekst (STOP) te voorzien (Dewar et al., 2007).

5) *Congruentie*
Alle informatie die de weggebruiker 'binnenkrijgt', zoals wegverloop, belijning en borden, moet met elkaar overeenstemmen. 'Oude' informatie dient dus verwijderd te worden als er nieuwe wordt aangebracht (DVS, 2008, regel 9). Informatie moet voor de weggebruiker zichtbaar, duidelijk en begrijpelijk zijn. Pictogrammen moeten duidelijk en gestandaardiseerd zijn. Uniformiteit is dus belangrijk (DVS, 2008, regel 10).

*Overige aandachtspunten*

- De weggebruiker streeft zijn eigen doelen na. Die zijn niet altijd even veilig en sociaal (DVS, 2008, regel 1).
- Bij overbelasting neigt de weggebruiker sterker tot actie en minder tot overzien van de situatie (DVS, 2008, regel 2).
- Van gedragsbeïnvloeding door uitsluitend communicatie moet niet te veel worden verwacht. Communicatie versterkt wel het effect van andere maatregelen (DVS, 2008, regel 3).

- De weggebruiker accepteert alleen maatregelen die hij zinvol vindt (DVS, 2008, regel 4).
- Ongewenst gedrag van de weggebruiker dient zo veel mogelijk te worden uitgesloten door uniformiteit van vormgeving, markering en bebording (DVS, 2008, regel 5).
- Van genomen maatregelen dienen de effecten en eventuele neven-effecten gemonitord te worden (DVS, 2008, regel 5).
- Wanneer er in het verkeerssysteem een fout optreedt of wordt gemaakt, moet deze fout worden hersteld of opgevangen. De weggebruiker dient de ruimte en gelegenheid te hebben om zijn fout te herstellen. De verkeersomgeving dient met andere woorden te voldoen aan de Duurzaam Veilig-eis van vergevingsgezindheid (SWOV, 2010; Wegman & Aarts, 2005; DVS, 2008, regel 7).

In het volgende hoofdstuk wordt besproken wat wij kunnen concluderen uit de aangehaalde literatuur.

# 4. Conclusies uit de literatuur

Alhoewel de literatuurstudie van beperkte omvang is kunnen wij over het algemeen concluderen dat ‘verwachtingen van weggebruikers’ en ‘inrichting van wegsignalering’ belangrijke factoren zijn voor het veilig laten stoppen van landverkeer bij bruggen.

Wat de verwachtingen van weggebruikers betreft is allereerst op te merken dat op doorgaande (rijks)wegen de dominante verwachting zal zijn dat er met een snelheid van zo’n 100 km/uur (of meer) gereden kan worden. Afwijkende situaties zouden idealiter helemaal niet voor moeten komen. Zo geredeneerd, is het onwenselijk dat er op zulke wegen bijvoorbeeld bruggen open kunnen gaan. Als er echter toch sprake is van een uitzondering – bijvoorbeeld bij files of mist, of een brug die incidenteel opengaat– dan moet er dus zo ‘ingegrepen’ worden op het bestaande verwachtingspatroon dat weggebruikers hun verwachting ten aanzien van het verloop van de situatie adequaat aanpassen. De wegbeheerder zal de weggebruiker duidelijk moeten maken dat er iets aan de hand is en welke gedragsverandering verwacht wordt. Idealiter zal iedere weggebruiker zijn gedrag op vergelijkbare wijze veranderen zodat de spreiding in gedragsaanpassing minimaal is.

In de volgende paragrafen worden de bevindingen uit de literatuurstudie samengevat en wordt de onderzoeksvraag beantwoord. Voor de overzichtelijkheid worden daarbij de literatuurverwijzingen achterwege gelaten.

**Samenvatting bevindingen**
Weggebruikers zijn beperkt in hun waarneming en informatieverwerking. In drukke, complexe situaties, en bij 'overbelasting' heeft de weggebruiker een strategie nodig om tot adequate gedragsbeslissingen te komen. Aangezien niet alle informatie tegelijkertijd verwerkt kan worden zullen weggebruikers zich waarschijnlijk in grote mate laten leiden door verwachtingen bij het ‘kiezen’ van een waarnemingsstrategie. Over het algemeen zal een weggebruiker zich laten leiden door zijn verwachtingen over hoe de verkeerssituatie zich zal ontwikkelen op basis van het dominante mentale ‘schema’ van dat moment, dat wil zeggen een set van gebruikelijke kenmerken en gedragingen in soortgelijke situaties. Informatie die niet overeenkomt met de verwachtingen van de weggebruiker wordt eerder over het hoofd gezien. Of er wordt langzamer op gereageerd. Dit kan verklaard worden doordat er dan nieuwe zogenaamde schema’s bij de weggebruiker geactiveerd moeten worden. De weggebruiker verwerkt informatie sneller en gemakkelijker als de situatie wel aansluit bij zijn verwachtingen (en routine).

Ongevallen kunnen ontstaan doordat weggebruikers opeens te maken krijgen met iets onverwachts. Weggebruikers ervaren problemen en maken fouten als zij verrast worden. Als er dan toch iets verandert in de weg- of verkeerssituatie, dan is het van belang om weggebruikers zo veel mogelijk met eenduidige en voorspelbare (en dus uniforme) verkeersignalering te waarschuwen. Pictogrammen moeten duidelijk en gestandaardiseerd zijn. Een en ander sluit aan bij het Duurzaam Veilig-principe herkenbaarheid. Volgens dit principe kan de omgeving (en het gedrag van andere weggebruikers) de verwachtingen van weggebruikers ondersteunen via

consistentie en continuïteit van het wegontwerp. Wegverloop, belijning en bebording moeten congruent met elkaar zijn. Er moet ook voldoende afstand tussen de borden zijn, zodat de weggebruiker voldoende gelegenheid heeft om de informatie waar te nemen en te begrijpen.
Verder is het zo dat als een weggebruiker een fout maakt, er voor moet worden gezorgd dat deze weggebruiker zijn fout kan herstellen. Dit is in lijn met het Duurzaam Veilig-principe vergevingsgezindheid.
Terwijl het enerzijds gevaarlijk lijkt te zijn om de weggebruiker met iets onverwachts te confronteren, blijkt anderzijds uit de literatuur dat het gevaar van gewenning aan verkeerssignalering bestaat, in die zin dat de weggebruiker er 'ongevoeliger' voor raakt. Dit gevaar bestaat met name als deze signalering een lage relevantie heeft om tot actie te komen. Zolang geen specifieke informatie wordt gegeven zullen weggebruikers zich ‘standaard’ gedragen.

Voor de gewenning lijkt gecompenseerd te kunnen worden worden. Herhaalde presentatie van dezelfde verkeersignalering in een kort tijdsbestek verbetert het opmerken ervan. De informatiebelasting voor weggebruikers wordt dan gereduceerd. Verder is het raadzaam om dezelfde boodschap op meer dan een manier te communiceren. Dat kan door het combineren van verschillende instrumenten (bijvoorbeeld verkeersbord en wegmarkering) en/of in binnen een instrument (bijvoorbeeld een verkeers-bord) gebruik te maken van een unieke vorm en tekst. Waarschuwings-signalering wordt sneller en accurater opgemerkt dan indicatiesignalering als ze in symboolvorm is en niet in woordvorm. Indicatiesignalering wordt sneller en zorgvuldiger opgemerkt als ze in woordvorm is. De reacties van weggebruikers worden bovendien versneld als de signaleringen groot zijn en er één bord op een paal bevestigd is. Als een paal twee signaleringsborden bevat, moet het belangrijkste bord (met de hoogste prioriteit) altijd het grootste zijn. Het blijkt sowieso van belang om wegsignalering te plaatsen naar belangrijkheid (relevantie) voor de weggebruiker; met name als (verschillende) informatie concurreert om de aandacht van de weggebruiker. Het is aanbevolen om vooral in kritieke situaties de informatieverschaffing te beperken tot het meest noodzakelijke. Waarschuwingssignalen moeten de hoogste prioriteit hebben.

Verwachtingen hebben op weggebruikers soms meer invloed dan het (wel of niet opvallende) verkeersbord of de wegmarkering. Het is van belang dat opgeroepen verwachtingen ‘kloppen’. Een maatregel die op de ene plek onjuiste verwachtingen oproept, kan daardoor ergens anders ongeloof-waardig worden. De snelweg, het informatiesysteem en de stroomopwaartse (reeds gepasseerde) omgeving structureren mede de verwachting van de komende (stroomafwaartse) omgeving. Als bijvoorbeeld op een matrixbord een snelheid van 50 km/uur weergegeven is zonder informatie over het waarom, terwijl te zien is dat andere auto's beduidend harder rijden, dan zal een weggebruiker minder snel verwachten dat hij straks langzamer moet rijden.

**Beantwoording onderzoeksvraag**
Dit literatuuronderzoek is gedaan met de bedoeling om de vraag van DVS te beantwoorden of *voorwaarschuwen op 900, 600, of 300 meter effectiever en veiliger is dan op 1500 meter.*

De literatuur in dit beperkte onderzoek heeft veel algemene kennis aangedragen, maar die geeft geen antwoord op deze specifieke vraag. Wel kunnen we op basis van de literatuur een aantal argumenten aandragen die het in zijn totaliteit verkorten van de afstand van de voorwaarschuwing al of niet ondersteunen.

(1) Terwijl het enerzijds gevaarlijk lijkt te zijn om de weggebruiker met iets onverwachts te confronteren, blijkt anderzijds uit de literatuur dat het 'gevaar' van gewenning aan verkeerssignalering bestaat. Dit suggereert dat je niet té vroeg moet beginnen met voorwaarschuwen. Dit argument ondersteunt het idee om de afstand van de eerste voorwaarschuwing tot de brug te verkorten van bijvoorbeeld 1500 m naar 900 of 600 m. De vraag is dan vanaf welk punt het te vroeg is om te beginnen met voorwaarschuwen. Ook blijkt uit de literatuur dat er niet onnodig gewaarschuwd moet worden. Weggebruikers worden ongevoelig voor de wegsignalering als deze 'onnodig' lijkt te zijn. Verder laat de literatuur zien dat met adequate maatregelen voor een dergelijke gewenning gecompenseerd lijkt te kunnen worden, en dus de voorwaarschuwing beter kan werken. Daarover meer in het hoofdstuk implicaties, kanttekeningen en vragen.

(2) Ongevallen kunnen ontstaan doordat de weggebruiker opeens geconfronteerd wordt met iets onverwachts; weggebruikers ervaren problemen en maken fouten als zij verrast worden. Dit suggereert dat het moment van voorwaarschuwen tot aan de brug niet té kort moet zijn. De vraag is waar het optimum tussen 'kort' en 'lang' ligt. Is dit op 900 of 600 meter, of wellicht toch 1200 of zelfs de 'oude' 1500 meter?

(3) Er moet voldoende afstand zijn tussen borden zodat informatie gelegenheid heeft om door te dringen tot de weggebruiker. Dit suggereert dat er in het specifieke voorbeeld van de case Ketelbrug niet alleen op 300 meter voorgewaarschuwd zou moeten worden, maar vanaf 600 meter of meer voor de brug. Anders is er immers geen sprake van een 'afstand tussen borden' waarin gelegenheid wordt geboden om de boodschap door te laten dringen. Deze kennis wijst er op dat voorwaarschuwen op 600 of 900 meter verstandig zou kunnen zijn, maar wellicht ook op 1500 meter.

**Balans**

De beschikbare literatuur laat het niet toe om specifiek een aanbeveling te doen over de concrete afstand waarop de voorwaarschuwing zou moeten beginnen. Er zijn aanwijzingen om behoedzaam te zijn met het 'erg' kort voor de brug voorwaarschuwen. De vraag blijft waar hét optimum ligt tussen niet 'te' ver en niet 'te' dichtbij. Om te weten waar dit optimum ligt moet ook rekening gehouden worden met andere aspecten die een rol zouden kunnen spelen bij het zo veilig mogelijk inrichten van het voorwaarschuwings-systeem en is nader, proefondervindelijk, onderzoek nodig.

# 5. Implicaties, kanttekeningen en vragen

De SWOV denkt dat met het accuraat managen van verwachtingen van weggebruikers een hoop bereikt kan worden als het gaat om het zo optimaal mogelijk inrichten van het voorwaarschuwingssysteem. Daarbij spelen zoals gezegd verschillende andere aspecten waarschijnlijk óók een rol. In dit hoofdstuk gaan wij daar dieper op in. Wij geven implicaties, maken kanttekeningen en werpen enkele vragen op. Voor een groot deel op basis van de beschreven literatuur, aanbevelingen van experts en het (beperkt) analyseren van de oude en nieuwe, tijdelijke situatie van de case Ketelbrug.

**Probleemanalyse, onderzoek en monitoren**
Een probleemanalyse van oude en nieuwe incidenten kan meer inzicht bieden in aspecten die een rol kunnen spelen in het voordoen van deze incidenten. Ook om de onderzoeksvraag specifiek te beantwoorden zou voor elke situatie (1500, 900, 600 en 300 meter) het rijgedrag en de incidenten bij de betreffende brug gemonitord en geanalyseerd moeten worden. Hoe specifieker de data en hoe groter de omvang ervan, des te nauwkeuriger het inzicht kan zijn. Het systematisch monitoren en analyseren van oude en nieuwe incidenten voor en na implementatie van een nieuw voorwaarschuwingssysteem bij alle bruggen zien wij als een voorwaarde voor het vaststellen en kunnen verbeteren van de verkeersveiligheid.
Volgens een functionaris van een waterdistrict van Rijkswaterstaat zou het aantal roodlichtnegaties, in een periode van twee maanden, zijn afgenomen bij de Ketelbrug (nieuwe situatie). Dergelijke bevindingen zouden ondersteund kunnen worden met een reeks systematisch verzamelde data. Wij raden aan om dergelijke gegevens te verzamelen als een andere bruglocatie aangepast wordt. Er zijn gegevens van incidenten en rijgedrag nodig over de periode voor en na de implementatie.
In het verslag van de expertmeeting van 30 juni 2011 staat vermeld dat DVS al een tijdsplanning heeft voor een implementatietraject. Ons advies is om daarin ruimte voor degelijke metingen en observaties in te passen. Er zou bijvoorbeeld zo snel mogelijk begonnen kunnen worden met de voormetingen bij diverse huidige situaties.
Een aanvullende mogelijkheid om gegevens over rijgedrag te verkrijgen zou onderzoek met een rijsimulator kunnen zijn. Een voordeel van dergelijk onderzoek is dat sommige aanpassingen in het voorwaarschuwingssysteem zonder feitelijke implementatie op aspecten onderzocht kunnen worden. Daarmee zouden mogelijk meer ‘echte’ ongevallen voorkomen worden.

Zoals eerder opgemerkt, is het in dit soort situaties (die afwijken van het ‘normale’) van belang de weggebruiker duidelijk te maken dat er iets aan de hand is, en vervolgens aan te geven welke gedragsverandering verwacht wordt. Die gedragsverandering is idealiter homogeen (dus voor iedere weggebruiker gelijk) zodat de variatie in gedragsaanpassing zo klein mogelijk is. Het resultaat moet zijn dat weggebruikers uiteindelijk veilig voor een open brug tot stilstand komen. Onderzoek zou moeten uitwijzen hoe dit het beste bereikt kan worden, zodat er uiteindelijk dus geen onveilige situaties ontstaan en geen incidenten of ongevallen meer gebeuren.

**Verwachtingen**
Over het algemeen impliceert de literatuur dat het adequaat managen van verwachtingen één van de belangrijkere voorwaarden is voor het zo veilig en effectief mogelijk inrichten van de voorwaarschuwing bij rijksbruggen. De weggebruiker verwerkt informatie bijvoorbeeld sneller en gemakkelijker als de situatie aansluit op zijn verwachtingen. Daarmee kan de weggebruiker adequater handelen en is het dus ook veiliger. Uiteraard is het van belang dat de weggebruiker ook de juíste verwachtingen heeft. Experts merken ook op dat weggebruikers minder snel per ongeluk fouten maken wanneer de juiste verwachting gewekt wordt.

In het vervolg van dit hoofdstuk behandelen we verschillende aspecten die (naast verwachtingen) ook een rol spelen bij een optimale inrichting van een voorwaarschuwingssysteem. Deze kunnen echter niet los gezien worden van de rol van verwachtingen; dit onderwerp komt hieronder dan ook regelmatig terug. De SWOV raadt aan om al deze aspecten mee te nemen bij het vormen van een nieuw beleidskader. Ook worden de overwegingen bij elk van de aspecten hieronder toegepast op de case Ketelbrug.

**Uniformiteit**
Volgens het Duurzaam Veilig principe herkenbaarheid kan de omgeving (en het gedrag van andere weggebruikers) de verwachtingen van weggebruikers ondersteunen via consistentie en continuïteit van het wegontwerp. Dat wijst op het van belang om de voorwaarschuwing uniform in te richten. Ook de geraadpleegde experts hebben geadviseerd om het openen van bruggen op uniforme wijze te laten verlopen. Er wordt bijvoorbeeld geadviseerd om de tijd die tussen de voorwaarschuwing en werkelijke opening van de brug zit uniformer te maken. Zo weten weggebruikers wat ze kunnen verwachten. Het is de bedoeling dat het nieuwe beleidskader van DVS landelijk toegepast zal gaan worden. In die zin zal uniformiteit dus ook beter gewaarborgd worden.

**Communicatie en geloofwaardigheid**
Ook is het van belang dat de brug daadwerkelijk open is voor scheepvaartverkeer (en dus gesloten voor landverkeer) als dat gecommuniceerd wordt. Als de situatie waarvoor gewaarschuwd wordt, zich voor de betreffende weggebruiker niet voordoet, is de maatregel ongeloofwaardig. Een ongeloofwaardige maatregel leidt er bijvoorbeeld toe dat de weggebruiker de maatregel (ook) ergens anders niet meer gelooft. Dat kan tot gevaarlijke situaties leiden. Verwachtingen moeten dus gemanaged worden door datgene wat gecommuniceerd wordt ook ‘na te komen’. Daarvoor moet het waarschuwingssysteem adequaat ingericht worden.
Terugkomend op de case Ketelbrug: In de nieuwe, tijdelijke situatie wordt niet verzocht om snelheid te minderen. Het is de vraag welke snelheid weggebruikers dan aanhouden en of zij zich niet sneller verplaatsen dan ongeveer 50 km/uur (dit is even ‘snel’ als de 300 meter per 22 seconden uit het voorwaarschuwingsschema in *Afbeelding 2*). De kans bestaat dat de weggebruiker die zich sneller verplaatst dan die 50 km/uur een ‘valse voorwaarschuwing’ krijgt. De aangekondigde situatie ‘open brug’ treedt dan niet op. Dit komt de geloofwaardigheid van het gecommuniceerde niet ten goede. Is het raadzaam om náást ‘het waarom’ parallel een gewenste snelheid te communiceren? Dit vraagt om nader onderzoek. Onder het volgende kopje gaan wij dieper in op de ‘valse voorwaarschuwing’.

**Voorwaarschuwingssysteem: Oplopend of in een keer aanzetten**
Zoals eerder vermeld is het van belang dat wanneer er gecommuniceerd wordt dat de brug dicht is, dat die situatie ook daadwerkelijk optreedt. Op dit moment wordt 22 seconden aangehouden tussen het aangaan van de verschillende voorwaarschuwingen. In zowel de oude als de nieuwe, tijdelijke situatie bij de Ketelbrug gaat het voorwaarschuwingssysteem oplopend vanaf de eerste voorwaarschuwing aan (fase 1, optie 6c in *Hoofdstuk 3*).
Zoals weergegeven in *Afbeelding 1* in *Hoofdstuk 2*, loopt in de oude situatie bij de Ketelbrug het voorwaarschuwingsschema niet gelijk met het theoretische verplaatsingsschema. Weggebruikers die het eerste met de voorwaarschuwing worden geconfronteerd (op 1500 meter voor de brug), missen de volgende voorwaarschuwingen en de uiteindelijke waarschuwing J15 (beweegbare brug). Zij rijden immers sneller dan de 22 seconden per 300 meter, namelijk 12 seconden per 300 meter. De eerste voorgewaarschuwde weggebruikers zullen daarom in theorie elke volgende voorwaarschuwing missen. Op 300 meter voor de brug is de 'opgelopen vertraging' van de voorwaarschuwing inmiddels (88 – 70,63 =) 17,37 seconden ten opzichte van het theoretische moment van aankomst van de eerste voorgewaarschuwden. Bovendien zullen weggebruikers hun snelheid waarschijnlijk in werkelijkheid weer handhaven op het oorspronkelijke niveau (en dus nog weer sneller rijden) als op 1200 meter voor de brug nog geen voorwaarschuwing blijkt te zijn afgegeven. Daarbij komt het gegeven dat niet iedere weggebruiker in de praktijk even accuraat zijn snelheid zal aanpassen. Ook weggebruikers die op een later moment op 1500 meter voor de brug arriveren kunnen daardoor op 1500 en 1200 meter een voorwaarschuwing krijgen en de volgende voorwaarschuwingen missen. In de nieuwe, tijdelijke situatie bij de Ketelbrug wordt de voorwaarschuwing ook 'oplopend' in werking gesteld. Daarbij worden echter geen snelheden gecommuniceerd. De vraag is hoe groot in dat geval de discrepantie is tussen de verplaatsing van het aangaan van de voorwaarschuwingen richting de brug en de werkelijke verplaatsing van de weggebruikers richting de brug. Samenvattend, is het zowel in de oude als in de nieuwe, tijdelijke situatie bij de Ketelbrug mogelijk dat weggebruikers een voorwaarschuwing krijgen terwijl deze eigenlijk voor hen niet relevant is: een ‘valse voorwaarschuwing’.
Dit impliceert dat het raadzaam kan zijn om het voorwaarschuwingssysteem in één keer (fase 1, optie 6a in *Hoofdstuk 3*) aan te zetten. Helaas zijn er dan ook weggebruikers die een ‘valse voorwaarschuwing’ krijgen. Namelijk diegenen die al dicht bij de brug zijn en er nog overheen kunnen rijden. Er is nader onderzoek nodig om te bepalen in welk geval, oplopend of in één keer aanzetten van de voorwaarschuwing, het kleinste aantal ‘valse voorwaarschuwingen’ gecommuniceerd wordt én de grootst mogelijke veiligheid gewaarborgd wordt. Ook dit aspect speelt dus een rol in het adequaat managen van de verwachtingen van weggebruikers.

**Urgentie en geloofwaardigheid**
Experts adviseren om een gevoel van urgentie te creëren. Daarbij lijkt het ons belangrijk dat deze urgentie wel geloofwaardig is, dus dat de brug dan ook daadwerkelijk gesloten is voor verkeer als daarvoor gewaarschuwd is. De vraag is echter of het ook veiliger is om zo’n situatie urgenter te maken. Uit de literatuur blijkt dat het gevaarlijk kan zijn om de weggebruiker met iets onverwachts te confronteren. In urgente situaties wordt wellicht ook meer

taakbekwaamheid verlangd van de weggebruiker. Daarmee zou het onveiliger kunnen worden voor deze weggebruiker en medeweggebruikers. Een passend nog niet eerder genoemd advies uit de Rijkswaterstaat-brochure *10 gouden regels om rekening te houden met de weggebruiker* is om uit te gaan van de minst capabele weggebruiker.
Terugkomend op de case Ketelbrug: Het lijkt erop dat de nieuwe, tijdelijke situatie als urgenter te classificeren valt dan de oude situatie. Er wordt namelijk later begonnen met voorwaarschuwen terwijl 'het waarom' meteen gecommuniceerd wordt.
De vraag is ook bij dit aspect waar het optimum ligt. Hoe dichterbij een, open of dichtgaande rijksbrug, hoe belangrijker, of urgenter de wegsignalering zal zijn. Hoe urgent moet de situatie zijn (en gecommuniceerd) worden om het gewenste gedrag van weggebruikers op een zo veilig mogelijke wijze te verkrijgen?

**Urgentie en begrijpelijkheid**
Als de situatie urgent is, of als urgent gecommuniceerd wordt, dan is het ook van belang om dit op begrijpelijke wijze te brengen. Uit de bestudeerde literatuur blijkt dat herhaalde presentatie van dezelfde verkeerssignalering in een kort tijdsbestek de opmerking ervan verbetert. Waarschuwingssignalen moeten de hoogste prioriteit hebben. In lijn hiermee zou volgens de geraadpleegde experts een vast rood licht meer het gevoel van stoppen oproepen. Een knipperend rood licht zou alleen met waarschuwen worden geassocieerd. Indien toch een knipperend rood licht gebruikt wordt, is het advies om twee om de beurt knipperende bollen toe te passen, omdat dit een hogere attentiewaarde heeft. Knipperbollen moeten ook altijd worden ondersteund met het boord J15 'beweegbare brug' om het 'waarom' van de voorwaarschuwing aan de weggebruiker te communiceren.
In de nieuwe, tijdelijke situatie van de case Ketelbrug worden knipperbollen toegepast.

**Communicatie van 'het waarom'**
Als informatie ontbreekt is het aannemelijk dat weggebruikers ervan uitgaan dat zij alleen op standaardsituaties hoeven te reageren. Zij 'verwachten' dan alleen standaardsituaties en gedragen zich zoals 'gewoonlijk'. Het 'waarom' is dus belangrijk in de communicatie richting de weggebruiker. Als gevraagd wordt om de snelheid te minderen, bijvoorbeeld als de brug open gaat of staat, lijkt het effectiever te zijn als ook 'verteld' wordt dat dit de reden is. Dit is ook in lijn met aanbevelingen van de experts.
Terugkomend op de case Ketelbrug: In de oude situatie krijgt de weggebruiker al 'vroegtijdig' de instructie langzamer te gaan rijden zonder communicatie van 'het waarom'. In de nieuwe, tijdelijke situatie bij de Ketelbrug wordt niet gecommuniceerd wat de gewenste snelheid is. De vraag is hoe weggebruikers zich gedragen als dit niet gecommuniceerd wordt. Gaan zij uit zichzelf langzamer rijden? Ontstaan er grote verschillen in snelheid tussen weggebruikers? Is dit veiliger dan wanneer er wel een gewenste snelheid gecommuniceerd wordt? Hoeveel van de weggebruikers krijgen de zogenaamde 'valse voorwaarschuwingen' (waarbij de brug niet open blijkt te staan)? Welke consequenties heeft dit voor de geloofwaardigheid van de communicatie en het uiteindelijke gedrag van de weggebruiker? Nader onderzoek zou moeten uitwijzen hoe een en ander in de praktijk uit pakt.

**Voorwaarschuwingssysteem: wel of niet scheiden van filewaarschuwing**

De literatuur suggereert dat het scheiden van het filebeveiligingssysteem van het voorwaarschuwingssysteem een voorname rol zou kunnen spelen bij de communicatie van 'het waarom'. In de nieuwe, tijdelijke situatie bij de Ketelbrug is dit al als zodanig geïmplementeerd, waarmee deze zich in dit opzicht dus van de oude situatie onderscheidt. Als de brug opengaat dan treedt het voorwaarschuwingssysteem in werking. Als buiten het voorwaarschuwingsgebied filevorming optreedt, dan wordt dit ook als zodanig gecommuniceerd. Dit is in lijn met de genoemde aanbevelingen van experts.

Ook lijkt er een verband te bestaan met urgentie. De communicatie dat er file vormt is als minder urgent te beschouwen dan dat er een rijksbrug open staat. Het scheiden van beide systemen lijkt voor een adequate discriminatie tussen de filesituatie en dichtebrugsituatie te zorgen. Zo weten weggebruikers beter wat ze kunnen verwachten. In het kader van het zorgvuldig managen van verwachtingen kan het dus verstandig zijn om de waarschuwing voor een dichte brug en de aanduiding van een (opbouwende) file van elkaar te scheiden, zoals in de nieuwe tijdelijke situatie bij de Ketelbrug.

Anderzijds, in de Rijkswaterstaatbrochure *10 gouden regels om rekening te houden met de weggebruiker'* wordt ook opgemerkt dat de snelheidslimiet op het stuk weg vóór het wegvak waar iemand al rijdt verwachtingen schept hoe zich te gedragen. Dit ondersteunt de notie dat het van belang kan zijn om alvast naar de weggebruiker te communiceren welke snelheid van hem verlangd wordt. Het is daarom te overwegen om óók van te voren te communiceren dat de snelheid omlaag moet. 'Het waarom' is dan waarschijnlijk ook belangrijk om aan te geven.

Er zijn dus argumenten voor en tegen het wel of niet scheiden van het voorwaarschuwingssysteem en het filebeveiligingssysteem. Uiteindelijk zal naast een inhoudelijke ook een praktische afweging gemaakt moeten worden.

**Gewenning, ontwenning en verwarring**

Terwijl het enerzijds gevaarlijk lijkt te zijn om de weggebruiker met iets onverwachts te confronteren, blijkt anderzijds uit de literatuur dat het 'gevaar' van gewenning aan verkeerssignalering bestaat. Voor gewenning lijkt gecompenseerd te worden door de eigenschappen van de verkeers-signalering. Het lijkt ons raadzaam om hier rekening mee te houden. Overigens kan de 'juiste gewenning' (dus de juiste verwachting) ook in het voordeel van de verkeersveiligheid werken. Als weggebruikers wennen aan een (geloofwaardig) J15-bord 'beweegbare brug' zouden ze het schema 'stoppen bij een brug' activeren zonder nog veel expliciet te hoeven nadenken.

Een nog niet eerder genoemde opmerking uit het verslag van de expertmeeting van 30 juni 2011 is dat er ook rekening gehouden moet worden met óntwenning aan het oude waarschuwingssysteem. Ook stippen de experts aan dat om verwarring te voorkomen oude borden en signalering die niet meer gebruikt worden beter verwijderd kunnen worden. Deze 'best practice' wordt ook vermeld in de Rijkswaterstaatbrochure *10 gouden regels om rekening te houden met de weggebruiker*.

Door de juiste verwachtingen te scheppen kan waarschijnlijk verwarring voorkomen worden en óntwenning aan de oude systemen, zoals men ze gewend was, worden bewerkstelligd. Om de juiste verwachting te scheppen

denken wij dat rekening gehouden moet worden met de verschillende aspecten die in dit hoofdstuk aan de orde zijn gekomen. Bijvoorbeeld geloofwaardigheid, begrijpelijkheid en het 'waarom' van de communicatie.

**Variatie in typen weggebruikers**

Zoals reeds opgemerkt, lijkt uniformiteit van belang te zijn voor het scheppen van de juiste verwachtingen. De bedoeling is dat weggebruikers vervolgens ook homogeen (op dezelfde manier) én adequaat reageren op de inrichting van het voorwaarschuwingssysteem. De vraag is in hoeverre en op welke wijze dit te bewerkstelligen is. Een probleemanalyse (zoals eerder opgemerkt) kan inzicht bieden in de verschillende mogelijke oorzaken van incidenten. Het lijkt dus raadzaam om ook rekening te houden met verschillende typen weggebruikers en de samenstelling van het verkeer. Hoe is de mix van forensen, goederenvervoer, toeristen en dergelijke? Hoe kan de communicatie hierop het best worden afgestemd? Is er een specifieke categorie weggebruikers die voor een aanzienlijk deel bij de incidenten betrokken is? Wat betreft de communicatie over een nieuw voorwaarschuwingssysteem: Komt er een landelijke (uniforme) campagne om een eventuele nieuwe situatie bekend te maken, of juist een campagne die toegespitst is op het lokale verkeer?

# Literatuur


Al-Madani, H. (2004). *Comprehension of signs: Driver demographic and traffic safety characteristics*. In: Castro, C. & Horberry, T. (red.), The human factors of transport signs. CRC Press, New York, p. 169-183.

Baron, R.A., Byrne, D. & Johnson, B.T. (1998). *Exploring social psychology*. 4 ed. Allyn and Bacon, Boston.

Castro, C., Horberry, T. & Tornay, F. (2004). *The effectiveness of transport signs*. In: Castro, C. & Horberry, T. (red.), The human factors of transport signs. CRC Press, New York, p. 49-69.

Dewar, R., Olson, P. & Gerson, A. (2007). *Perception and information processing*. In: Dewar, R. & Olson, P. (red.), Human factors in traffic safety. Lawyers & Judges Publishinh Company, Inc., Tucson, p. 11-28.

DVS (2008). *10 gouden regels om rekening te houden met de weggebruiker*. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Verkeer en Scheepvaart DVS, Delft.

Hagenzieker, M.P. (1994). *Reclame langs de weg en verkeersveiligheid*. R-94-90. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Houtenbos, M. (2008). *Expecting the unexpected; A study of interactive driving behaviour at intersections*. Proefschrift Technische Universiteit Delft. SWOV-Dissertatiereeks. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Itti, L. & Koch, C. (2001). *Computational modelling of visual attention*. In: Nature Reviews Neuroscience, vol. 2, nr. 3, p. 194-202.

Norman, D.A. & Shallice, T. (1986). *Attention to action: Willed and automatic control of behavior*. In: Consciousness and self-regulation: advances in research and theory. Volume 4. Plenum Press, New York.

Royal Haskoning (2010). *Verslag Expertmeeting 'Stoppen bij bruggen'.* Royal Haskoning.

Shipp, M.K. & Havard, A.B. (2006). *Documenting driver rehabilitation services and outcomes*. In: Pellerito, J.P. (red.), Driver rehabilitation and community mobility Elsevier Mosby, St. Louis, p. 311-332.

SWOV (2010). *Achtergronden bij de vijf Duurzaam Veilig-principes.* SWOV-Factsheet, februari 2010. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Theeuwes, J. (2008). *Visuele afleiding in het verkeer*. Vrije Universiteit, Amsterdam.

Theeuwes, J. & Hagenzieker, M.P. (1993). *Visual search of traffic scenes: On the effect of location expectations*. In: Brown, A.G., et al. (red.), Vision in vehicles. Volume 149-158. Elsevier, Amsterdam.

XTNT (2011). *Expertsessie project Wetenschappelijke ondersteuning Human Factors 2011*. XTNT Experts in Traffic and Transport, Utrecht.