

# Human Factors Toetsmethodiek Veiligheid Beweegbare Objecten

Versie 1.0

▶ 1. Inleiding

▶ 2. Human Factors Wegverkeer

▶ 3. Human Factors Vaarwegverkeer

▶ 4. Human Factors Bediening

▶ 5. Interactie wegverkeer,  
vaarwegverkeer en bediening

▶ 6. Fases van totstandkoming

▶ 7. Toepassen toetsmethodiek

▶ 8. Referenties

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Een van de conclusies uit het onderzoek van de Onderzoeksraad Voor de Veiligheid (OVV) naar het dodelijke ongeval bij de Den Uylbrug in de gemeente Zaanstad op 6 februari 2015 is dat het ongeval niet beschouwd mag worden als een uitzonderlijke situatie met veiligheidsrisico's bij bediening van objecten. Als gevolg daarop heeft het platform Wegbeheerders ontmoeten Wegbeheerders en Water Ontmoet Water (WOW) op advies van de minister een bijeenkomst georganiseerd rondom het thema 'Veiligheid Bediening van Objecten' op 1 september 2016. Naar aanleiding van deze bijeenkomst is bij de vaarwegbeheerders de zorg geuit over de mate waarin voldoende rekening wordt gehouden met Human Factors bij het ontwerp en de realisatie van beweegbare objecten. In reactie daarop is door platform WOW besloten om een Human Factors toets voor beweegbare objecten te ontwikkelen. Het resultaat is te vinden in dit document. Het is beter te spreken van een toetsmethodiek. Het biedt een methodiek waarmee kan worden beoordeeld in hoeverre object en omgeving vanuit een Human Factors perspectief aansluiten bij de gebruikers.

## 1.2 Doel van de toetsmethodiek

Het doel van de toetsmethodiek is om de beheerders van beweegbare objecten een hulpmiddel te bieden in de beoordeling van Human Factors in relatie tot veiligheid bij bediening van beweegbare objecten. De methodiek helpt bij het identificeren van Human Factors gerelateerde risico's en het formuleren van (ontwerp)verbeteringen waarmee de risico's kunnen worden aangepakt. Het betreft zowel het weg- als vaarwegverkeer als de bediening. Verbeterpunten richten zich bijvoorbeeld op het ontwerp van het object, het ontwerp en de inrichting van de weg, vaarweg en (bedien)omgeving van het object. De methodiek maakt het mogelijk om in Nederland beweegbare objecten op vergelijkbare wijze te beoordelen.

## 1.3 Scope

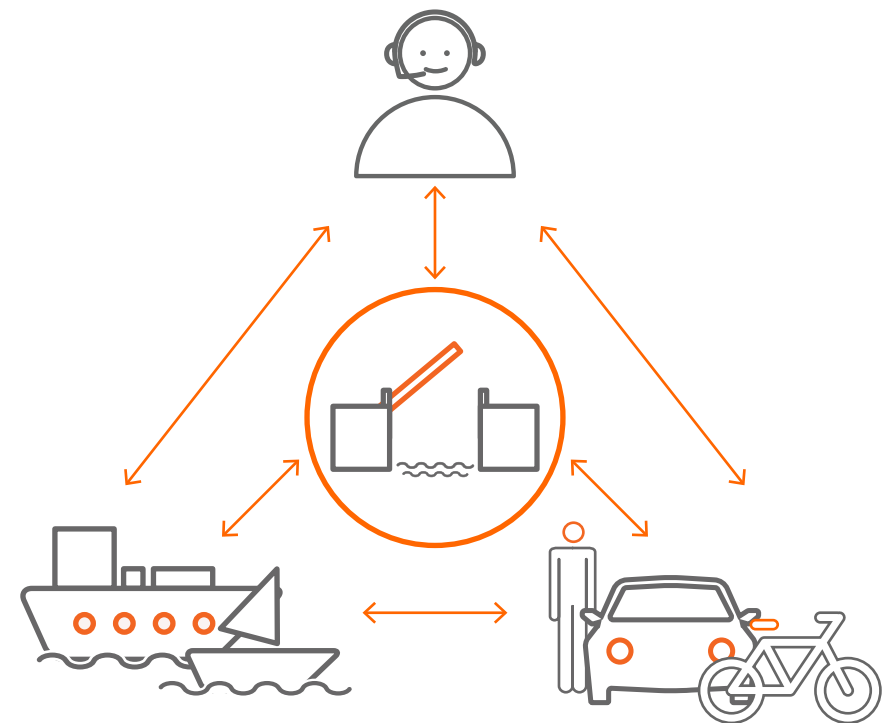
De methodiek richt zich op lokaal en op afstand bediende beweegbare bruggen en sluisen. Tot de scope behoort het invloedsgebied van het beweegbaar object. Hiermee wordt het gedeelte van de weg en van de vaarweg bedoeld dat beïnvloed wordt door de aanwezigheid van het beweegbare object of dat van invloed is op bediening van het object.

Met het wegverkeer worden alle mogelijke weggebruikers bedoeld, zoals autoverkeer, vrachtverkeer, fietsers en voetgangers. Hetzelfde geldt voor het vaarwegverkeer. Het betreft zowel beroepsvaart als pleziervaart. De bedientaken richten zich op de taken die direct aan de bediening verbonden zijn, zowel lokaal als op afstand. Daaronder vallen

het monitoren van het aankomend vaarverkeer, marifoonverkeer met de scheepvaart, sluisplanning, bediening van de bruggen en sluisen. Overige taken, zoals verkeersleiding, verkeersbegeleiding of ligplaatsbeheer worden niet geanalyseerd, maar wel meegenomen als zij van invloed zijn op de bedientaak.

## 1.4 Opzet van de toetsmethodiek

De toetsmethodiek bestaat uit een aantal te volgen stappen, waarmee beweegbare objecten (bruggen en sluisen) op integrale wijze worden beoordeeld. De stappen zijn gebaseerd op stappen die worden gehanteerd in de Human Factors toets van de rijtaak voor tunnels (Rijkswaterstaat, 2019, in ontwikkeling). De stappen worden beschreven in het onderdeel Toepassing van de methodiek.



Interactie tussen het object, wegverkeer, vaarwegverkeer en bediening.

Voordat deze stappen kunnen worden doorlopen is het van belang te weten wat er precies wordt bedoeld met Human Factors in deze context. Human factors omvat in het algemeen de toepassing van psychologische en ergonomische principes op het ontwerpen en ontwikkelen van producten, processen en systemen (Wickens, 1997). Centraal hier staan de Human Factors aspecten in relatie tot de taken en het gedrag van de weggebruiker, de vaarweggebruiker en de bedienaar. De volgende Human Factors aspecten worden gehanteerd (Theeuwes, Van der Horst & Kuiken, 2012):

- **Verwachtingspatroon.** Is de situatie conform de verwachtingen?
- **Waarnemen.** Kan de relevante informatie worden waargenomen?
- **Begrijpen.** Is de informatie begrijpelijk en is duidelijk welke handelingen moeten worden verricht?
- **Kunnen.** Kunnen de handelingen worden uitgevoerd?
- **Willen.** Is er de bereidwilligheid om de gewenste handelingen uit te voeren?

De invulling van de Human Factors aspecten verschilt tussen de vaartaak, rijtaak en bedientaak. Bepaalde factoren van invloed dragen bij aan de invulling van deze aspecten. Een beschrijving van de specifieke Human Factors Aspecten en de bijbehorende factoren van invloed worden besproken in respectievelijk de delen Human Factors wegverkeer, Human Factors vaarwegverkeer en Human Factors bediening. Per onderdeel worden de factoren van invloed toegelicht met voorbeelden. Bij het beschrijven van deze onderdelen is gebruik gemaakt van onderdelen die in een eerder traject zijn ontwikkeld:

- Human Factors Rijtaak wegverkeer (Rijkswaterstaat, 2016).
- Human Factors Vaartaak scheepvaartverkeer (Rijkswaterstaat, 2017).
- Human Factors Bedientaak brug- en sluisbediening (Platform WOW, 2018).

Wegverkeer, vaarwegverkeer en bediening staan niet los van elkaar, maar interacteren met elkaar. Zo kan een andere wijze van bediening (bijvoorbeeld vroegtijdig stilzetten van landverkeer) leiden tot ander gedrag (bijvoorbeeld meer kans op roodlichtnegatie). Het is dus belangrijk om ook aandacht te besteden aan de interacties tussen de verschillende gebruikers van het object. Dit wordt behandeld in het onderdeel Interactie wegverkeer, vaarwegverkeer en bediening.

De totstandkoming van kunstwerken vindt plaats in verschillende fases: de plan- of verkenningfase, ontwerpfase, de aanlegfase en beheerfase. Tijdens deze fases worden er keuzes gemaakt die van invloed zijn op de uitvoering van de rijtaak, vaartaak of bedientaak,

in relatie tot een beweegbaar object. Ongelukkige ontwerpkeuzes (vanuit Human Factors perspectief) die in een vroeg stadium worden gemaakt zijn op een later moment vaak onomkeerbaar. Het is daarom van belang dat de toetsmethodiek wordt toegepast in alle fases van totstandkoming. Het onderdeel Fases van totstandkoming beschrijft op welke wijze er rekening met Human Factors aspecten kan worden gehouden in de verschillende fases.

### 1.5 Hoe de toets te gebruiken

De toetsmethodiek biedt een handreiking voor beheerders van beweegbare objecten, waarmee objecten kunnen worden geanalyseerd op Human Factors aspecten. De uitvoering geeft inzicht in relevante Human Factors aspecten en mogelijkheden om de situatie ten gunste van deze aspecten te verbeteren. De toetsmethodiek biedt een 'menukaart' van mogelijkheden om Human Factors aspecten te onderzoeken. Het is aan de beheerders welke onderdelen worden ingezet en hoe deze toetsmethodiek wordt gebruikt. Zo biedt het de mogelijkheid om onderdelen uit de toets te kiezen afhankelijk van de fase of het moment van ontwikkeling waarin het zich bevindt (nieuwbouw, renovatie, transitie).

Daarnaast is het van belang dat er altijd een onafhankelijke partij bij de toets wordt betrokken, zodat er een objectief beeld wordt geschetst. Het is wel belangrijk dat daarbij de beheerder en de context van het object wordt meegenomen. De toets moet ervoor zorgen dat de specifieke kenmerken van het object in relatie tot wegverkeer, vaarverkeer en bediening en de mogelijke problematiek mee wordt genomen in de toets. Hiervoor dient de toets ter plekke te gaan en gebruik te maken van de aanwezige kennis en ervaring bij de brugbeheerder en bedienaars.

De toetsmethodiek beschrijft welke stappen de toets moet volgen. Het is echter aan de expertise van de toetsers om te bepalen op welke wijze de stappen precies uitgevoerd. Voorwaarde is wel dat de toetsers een Human Factors deskundige is met ervaring met het analyseren van de rijtaak, vaartaak en/of bedientaak. Afhankelijk van de vraag kan de ervaring met de rij-, vaar- of bedientaak meer worden benadrukt. Daarnaast zijn beheerders vrij hun eigen additionele eisen stellen, zoals bijvoorbeeld kennis over normen of standaarden die door beheerders worden gehanteerd.

De toetsmethodiek is een aanvulling op bestaande veiligheidstoetsen, eisen en normeringen. Het is niet bedoeld ter vervanging.

### 1.6 Verantwoording

De voorliggende versie van de toetsmethodiek zal in een vervolgfase worden gevalideerd. Het is mogelijk dat de validatie zal leiden tot aanpassingen in de methodiek in een volgende versie.

De realisatie van deze tool is tot stand gekomen in samenwerking met de WOW-expertgroep. Gedurende workshops zijn er voorstellen gedaan en op interactieve wijze zijn deze verbeterd en ingevuld. Om de methodiek overzichtelijk en praktisch toepasbaar te houden zijn de meest relevante factoren van invloed geselecteerd en opgenomen in het document. Dit is bepaald op basis van terugkoppeling van de WOW-expertgroep, Human Factors deskundigen uit de onderzoekswereld en de aanwezige kennis en ervaring. Ook zijn er tijdens de workshops per factor van invloed aandachtspunten geïdentificeerd. De aandachtspunten zijn in dit document verder uitgewerkt. De lijst van aandachtspunten is niet uitputtend, maar geeft wel aan waar volgens de WOW-experts en de opstellers de nadruk moet liggen. De tool is geschikt voor uitbreiding en aanpassing. Mocht het door nieuwe inzichten wenselijk zijn om factoren aan te scherpen of toe te voegen dan is dat mogelijk. Het is expliciet niet de bedoeling om eisen of kaders op te stellen waar beheerders zich verplicht aan moeten houden. Het is ook geen lijst waarmee kan worden afgevinkt of aan alle Human Factors eisen is voldaan. De methodiek helpt beheerders bij het opstellen van hun eigen kaders.

De expertgroep bestond uit de volgende deelnemers:

<b>Thido Arts</b>	Rijkswaterstaat (VWM)
<b>Sjoerd Beumer</b>	Rijkswaterstaat (VWM)
<b>Jeroen de Boer</b>	Waternet
<b>Hans Bokma</b>	Rijkswaterstaat (WVL)
<b>Ellemieke van Doorn</b>	Rijkswaterstaat (VWM)
<b>Paul Gelderloos</b>	Hoogheemraadschap Hollands-Noorderkwartier
<b>Jurriaan van Hellemond</b>	Platform WOW
<b>Kim Hofhuis</b>	Platform WOW
<b>Anton Huurman</b>	Rijkswaterstaat (VWM)
<b>Frank van Kleef</b>	Gemeente Utrecht
<b>Ellen van der Knaap</b>	Provincie Zuid-Holland
<b>Hans Kos</b>	Gemeente Zaanstad
<b>Chantal Merkx</b>	Rijkswaterstaat (WVL)
<b>Rob Regensburg</b>	Rijkswaterstaat (GPO)
<b>Theo Sikkema</b>	Provincie Overijssel
<b>Frans Timmer</b>	Rijkswaterstaat (CIV)
<b>Arjan Vermeulen</b>	Provincie Zuid-Holland
<b>Hans Vugs</b>	Rijkswaterstaat (WVL)
<b>Rob Vaes</b>	Waternet
<b>Frank Vosse</b>	Provincie Noord-Holland
<b>Remco Wahle</b>	Provincie Friesland
<b>Reinder Wieling</b>	Provincie Groningen
<b>Joke de Witt</b>	Provincie Drenthe

## 2 Human Factors wegverkeer



### 2.1 Inleiding rijtaak in relatie tot beweegbare objecten

Een beweegbaar object is, of het nu een brug of een sluisdeur is, voor weggebruikers een deel van de weg dat twee toestanden kent, namelijk 1) de weg is normaal beschikbaar (rijden over de brug) of 2) de weg is gesloten (in verband met een brugopening). In de beoordeling van de voorwaarden vanuit Human Factors ten aanzien van de uitvoering van de rijtaak dienen dan ook beide toestanden van de weg meegenomen te worden.

#### Toestand brug: weg is normaal beschikbaar (geldt met name voor het snelle verkeer)

Een weg over een brug dient te voldoen aan dezelfde eisen die worden gesteld aan het ontwerp en de inrichting van een weg. Het ontwerp van de weg kan ter hoogte van een brug anders zijn door bijvoorbeeld een vernauwing in het dwarsprofiel. Dit geldt ook voor de inrichting, aangezien de verschijningsvorm van de weg vaak anders is om reden van de aanwezigheid van een brug of een sluis. Voor weggebruikers dient echter eenduidig te zijn wat er van hen verwacht wordt ten aanzien van de uitvoering van de rijtaak. Dit betekent dat ze voldoende informatie tot hun beschikking hebben om een inschatting te kunnen maken van de snelheid en koers. Als bijvoorbeeld waarschuwborden met betrekking tot een gevaarlijke bocht voorbij de brug worden afgedekt door componenten van de brug, dan is dat ongunstig voor de uitvoering van de rijtaak.

Concreet betekent dit ten aanzien van het gewenste rijgedrag het volgende:

- **Juiste (bandbreedte) verwachte/ werkelijke snelheid.**  
Indien weggebruikers een te hoge of te lage snelheid hebben of een abrupte verandering in snelheid, zoals bijvoorbeeld fors remmen, heeft dit een negatieve invloed op zowel de verkeersveiligheid als de doorstroming.
- **Juiste (bandbreedte) longitudinale positie binnen rijstrook.**  
Er dient voldoende afstand (volgafstand) gehouden te worden ten opzichte van de voorliggers.
- **Juiste positie en koers binnen rijstrook.**  
Er dient voldoende afstand gehouden te worden tot de naastgelegen rijstrook en tot de kantlijn. Precieze afstand hangt af van de breedte van het voertuig en de snelheid waarmee gereden wordt.

#### Toestand brug: weg is gesloten i.v.m. een (aanstaande) brugopening

Op het moment dat de brug geopend is of geopend gaat worden dient dit voor weggebruikers duidelijk te zijn, zodat zij hun rijgedrag erop aan kunnen passen. Hierbij zijn eveneens het wegontwerp en de weginrichting van belang. Zo is het wegontwerp bepalend

## Human Factors wegverkeer

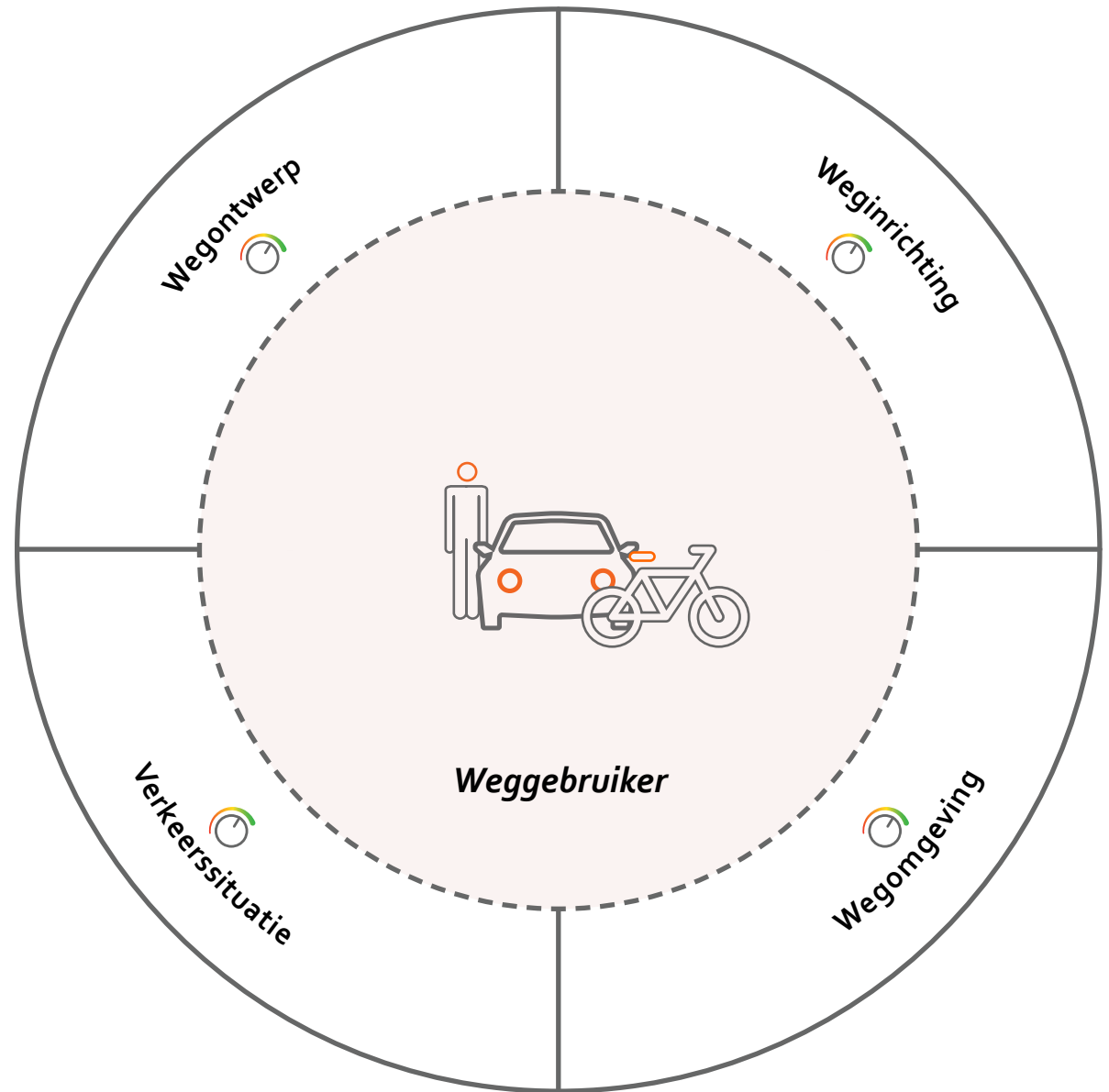
voor het zicht op de verkeerssituatie ter hoogte van de brug en biedt de weginrichting informatie over de brugopening. Cruciaal onderdeel vormt het doel om het landverkeer veilig tot stoppen te krijgen. Dit betekent dat weggebruikers goed en eenduidig geïnformeerd moeten worden over de brugopening en dat duidelijk is wat van hen verwacht wordt (bijvoorbeeld ten aanzien van de opstelpositie).

Wat betreft het gewenste rijgedrag gelden dezelfde punten als genoemd bij de gesloten brug. Daar bovenop betekent dit ook het volgende:

- **Tijdig stoppen en blijven wachten.**  
In het geval van een brugopening moeten weggebruikers tijdig stoppen en blijven wachten nadat de landverkeersseinen zijn geactiveerd.
- **Juiste opstelpositie.**  
In het geval van een brugopening stelt het langzame verkeer zich nabij de brug op. Indien zij zich op de verkeerde positie opstellen (bijvoorbeeld nabij de afrijdboom in plaats van de aanrijdboom) kan er een zeer risicovolle situatie ontstaan.

Voor de uitvoering van de rijtaak is het van belang om rekening te houden met Human Factors aspecten. Het verwachtingspatroon, waarnemen, begrijpen, kunnen en willen moeten zoveel mogelijk aansluiten op het gewenste rijgedrag. De wijze waarop de factoren wegonwerp, weginrichting, wegomgeving en verkeerssituatie zijn ingericht hebben daar invloed op. De Human Factors aspecten en factoren van invloed voor de rijtaak worden in dit deel beschreven.

Door te klikken op het plaatje kunt u direct bij de verschillende onderdelen komen.



### Verwachtingspatroon

*Is de situatie bij het object conform de verwachtingen van de weggebruiker?*

Op basis van rijervaring bouwen weggebruikers lange termijn verwachtingen op over het object dat zij naderen en passeren. Bijvoorbeeld, er zijn verwachtingen over wat men ziet als men een object nadert (wegverloop), de voorwaarschuwing die wordt gebruikt, het ontstaan van een wachtrij, de tijd tussen de voorwaarschuwing en het sluiten van de afsluitbomen en de locatie van het beweegbare deel (het val). Afwijkingen tussen de situatie en het verwachtingspatroon kunnen de weggebruikers verrassen, waardoor ze (te) laat of op de verkeerde wijze reageren.

### Waarnemen

*Kan alle rijtaakrelevante informatie worden waargenomen?*

De relevante informatie in relatie tot het object moet voldoende zichtbaar en opvallend zijn om het gewenste gedrag te vertonen. Bijvoorbeeld, het alignement ('wegverloop') kan ervoor zorgen dat een object en bijbehorende informatie-elementen laat of slecht worden waargenomen. Maar ook de afdekking of afleiding door andere elementen in het wegbeeld kan de waarneembaarheid beïnvloeden.

### Begrijpen

*Begrijpen weggebruikers de informatie en weten zij wat ze moeten doen?*

Naast het waarnemen moeten weggebruikers ook de getoonde informatie begrijpen. Bijvoorbeeld, is de getoonde informatie in het wegbeeld voldoende herkenbaar voor de weggebruiker en begrijpt de weggebruiker dat er sprake is van een (aanstaande) brugopening? En weet de weggebruiker wat het gewenste gedrag is (geleidelijke afbouw snelheid, juiste opstelpositie)? Onvoldoende begrijpelijkheid kan ervoor zorgen dat er niet of verkeerd wordt gereageerd.

### Kunnen

*Kan de weggebruiker de rijtaak op de gewenste manier uitvoeren?*

De weggebruiker moet ook in staat zijn om het gewenste gedrag te kunnen uitvoeren. Bijvoorbeeld, er moet voldoende tijd en ruimte zijn om de snelheid aan te passen en er moet voldoende ontruimingstijd zijn voordat de afrijbomen na het tonen van het rode licht worden afgesloten.

### Willen

*Zijn weggebruikers bereid om het gewenste gedrag te vertonen?*

Wanneer een weggebruiker het belang van een verkeerssituatie of een regel inziet, zal deze meer geneigd zijn om zich hiernaar te gedragen. Het niet opvolgen van een regel kan verschillende oorzaken hebben. Een daarvan is de geloofwaardigheid van het gewenste gedrag, bijvoorbeeld de snelheid of het moment van de rijstrookwisseling. Daarbij betekent het wachten bij een brug vaak een toename in reistijd. Weggebruikers kunnen overwegen om het rode licht te negeren en daarmee de wachttijd te besparen. De opstelpositie achter de stopstreep ter hoogte van de afsluitboom is een ander voorbeeld. In sommige gevallen kunnen weggebruikers een positie kiezen die gezien het sluiten van de afsluitboom of de afstand tot het val tot risicovolle situaties kunnen leiden.

## 2.3 Factoren van invloed wegverkeer

De volgende factoren van invloed zijn van belang bij de rijtaak:

- Wegontwerp.
- Weginrichting.
- Wegomgeving.
- Verkeerssituatie.

Het ontwerp van de weg bij het object is van invloed op de rijtaak nabij het object. Zo zal een versmalling van de rijbaan, de aanwezigheid van bochten of een kruispunt de rijtaak zwaarder maken. Hoe complexer het ontwerp van de weg nabij het object is, hoe meer taaklast dit oplevert bij de weggebruiker. Dit betekent dat een verandering in de status van het object, zoals een brugopening, minder zou kunnen opvallen. Over het algemeen geldt dat een hoge complexiteit van het ontwerp van de weg bij het object de weginrichting en de wegomgeving belangrijker worden. De verkeerssituatie is in tegenstelling tot het ontwerp, de inrichting en de omgeving dynamisch van aard. Er zijn echter wel inschattingen te maken over het te verwachten verkeersaanbod.

De factoren van invloed worden hieronder verder toegelicht en voorzien van voorbeelden.

### Wegontwerp

Het wegontwerp heeft betrekking op de infrastructurele vorm van de weg op en rond het object. Bijvoorbeeld, is het langzame verkeer gescheiden van het snellere verkeer, of is er een kruising aanwezig nabij het object. Daarnaast zijn de indeling van het dwarsprofiel, de ontwerpsnelheid, veranderingen in het horizontale of verticale alignement en het profiel van vrije ruimte van invloed op de uitvoering van de rijtaak nabij het object. Een bocht of een helling zorgt bijvoorbeeld voor beperkingen in het anticipatiezicht en een rijbaanversmalling voor een aanpassing van de laterale positie (koershouden) en mogelijk ook de snelheid.

Voorbeelden van aandachtspunten wegontwerp:

- **De mate van complexiteit van het wegontwerp in relatie tot het object.**  
Hoe complexer het wegontwerp, hoe complexer de rijtaak. In combinatie met de mogelijke momenten van interactie met het overige verkeer (bijvoorbeeld bij een kruispunt) kan dit tot een te hoge taaklast en daarmee onveilige situatie leiden.
- **Veranderingen in het verticale of horizontale alignement binnen het invloedsgebied van het object.**  
Aanwezigheid van bochten en een helling kunnen het anticipatiezicht op de situatie verderop, zoals nabij het object, beperken. Anticipatiezicht is van belang om de verkeerssituatie nabij het object te kunnen waarnemen (bijvoorbeeld stilstaand verkeer in verband met een brugopening).
- **Ontwerpsnelheid van de weg.**  
Bij een hoge ontwerpsnelheid zal het meer moeite kosten om het wegverkeer tot stilstand te krijgen. Daarbij geldt doorgaans dat weggebruikers op een weg met een hoge ontwerpsnelheid minder snel een brugopening verwachten.
- **Herkenbaarheid beweegbaar gedeelte.**  
De herkenbaarheid van het beweegbare gedeelte is voor weggebruikers van belang om te kunnen inschatten waar zij zich dienen op te stellen. Dit geldt met name voor de objecten waarbij de brug fors groter is dan het beweegbare gedeelte.



### Weginrichting

Met de weginrichting bedoelen we alles wat er bij de weg is aangebracht ter ondersteuning van het gewenste rijgedrag. Denk daarbij bijvoorbeeld aan bewegwijzering, markering, bebording, signalering. De weginrichting moet goed worden afgestemd op de informatiebehoefte van de weggebruiker.

De verschijningsvorm van de weg ter hoogte van een beweegbaar object is vaak anders om reden van de aanwezigheid van een brug of een sluis. Voor weggebruikers dient echter eenduidig te zijn wat er van hen verwacht wordt ten aanzien van de uitvoering van de rijtaak. Dit betekent dat ze voldoende informatie tot hun beschikking moeten hebben om een inschatting te kunnen maken van de gewenste snelheid en koers.

Voorbeelden van aandachtspunten weginrichting:

- **Zichtbaarheid, herkenbaarheid en begrijpelijkheid landverkeersseinen.**  
De landverkeersseinen dienen zichtbaar (bijvoorbeeld niet afgedekt door delen van de brug of beplanting) te zijn. Daarnaast dienen ze herkenbaar te zijn in het wegbeeld als belangrijke informatie-elementen, bijvoorbeeld in verband met een brugopening. Begrijpelijkheid van de landverkeersseinen heeft bijvoorbeeld invloed op duidelijkheid van positie van opstellen.
- **Zichtbaarheid, herkenbaarheid, leesbaarheid en begrijpelijkheid van de bebording.**  
De bebording dient net als de landverkeersseinen zichtbaar en herkenbaar te zijn als relevante informatie-elementen. Afhankelijk van de grootte van het bord en de informatie erop kan een bord goed of minder goed leesbaar zijn. Tot slot dient de informatie op een bord begrijpelijk (eenduidig) te zijn.
- **Zichtbaarheid en herkenbaarheid van de markeringen (opstelplaatsen, stopstrepen).**  
De stopstreep met betrekking tot de opstellocatie en de te volgen route moeten duidelijk zijn.
- **Tijdsduur tussen rood licht en start dalen afsluitbomen.**  
In principe zou elke weggebruiker in staat moeten zijn om de afsluitbomen te passeren, indien ze de landverkeerssein reeds zijn gepasseerd voordat deze op rood zijn gegaan. Echter, rekening houdend met de langzaamste verkeersdeelnemer (bijvoorbeeld voetganger) leidt dit tot een lange duur en dus een groter kans op negatie van het rode licht.
- **Ophoping van informatie.**  
De landverkeersseinen en bebording in relatie tot de brug moeten in het wegbeeld soms concurreren met andere informatie, zoals VRI's en de bebording die geen relatie

hebben met een brugopening. De informatie in relatie tot een brugopening dient daarom voldoende op te vallen in het wegbeeld.

- **Draai- en procestijd brug.**  
De draai- en procestijd van de brug kan van invloed zijn op de bereidheid om te wachten, of risico's te nemen om een lange wachttijd te besparen.



Voorbeeldsituatie van een moeilijk herkenbaarheid van de landverkeersseinen (Spijkensbrug, 2017).

(Toelichting plaatje: bruglichten en de afsluitbomen vallen in het wegbeeld minder goed op door de verschijningsvorm van de brug en de beelden op de signaalgevers.)

### Wegomgeving

De wegomgeving heeft betrekking op (elementen van) de wegomgeving die effect kunnen hebben op het rijgedrag, bijvoorbeeld omdat ze zorgen voor afleiding of het zicht op de weg en weginrichting belemmeren. Denk daarbij aan gebouwen, overspanningen, beplanting, informatieborden, reclamezuilen, etc. Een ongelukkige inrichting van de rijweg kan leiden tot afleiding, of maskering van relevante informatie. Een goede waarneming wordt daarmee belemmerd.

Voorbeelden van aandachtspunten wegomgeving:

- **Afdekking door beplanting, gebouwen of objecten.**

Afdekking van het beweegbaar object, aanduidingen (bijvoorbeeld bebording of landverkeerseinen) of de verkeerssituatie (bijvoorbeeld een wachtrij) door beplanting of gebouwen.

- **Afleidende of misleidende geluiden.**

Bijvoorbeeld geluidsignaal behorend bij het open of sluiten van een brug kan worden verward met bel van dalende bomen.

- **Aanwezigheid stations.**

Weggebruikers die trein moeten halen zijn minder bereid om te wachten voor het rode licht.

- **Aanwezigheid scholen.**

Scholieren willen niet te laat komen en zijn daarom minder bereid om te wachten voor het rode licht.

### Verkeerssituatie

De verkeerssituatie heeft betrekking op het aanwezige wegverkeer en de verkeersbewegingen. Denk daarbij aan verkeersintensiteit, percentage vrachtverkeer, voetgangers, fietsers, verhouding intensiteit en capaciteit, etc. Een kruispunt of een grote doorgaande weg nabij een beweegbaar object kan van grote invloed zijn op de verkeerssituatie en het rijgedrag ter hoogte van het beweegbaar object. Er dient rekening te worden gehouden met bepaalde momenten waarop de verkeerssituatie van invloed is (bijvoorbeeld tijdens de spits of in het hoogseizoen).

Voorbeelden van aandachtspunten verkeerssituatie:

- **Kruispunten op de oeververbinding.**

In het geval van een kruispunt op de oeververbinding kan er een wachtrij ontstaan op de brug. Dit betekent dat het verkeer op de brug eerst groen licht op het kruispunt moet krijgen, alvorens de landverkeerseinen aangaan en de afsluitbomen dalen.

- **Type verkeer.**

Inzicht in het type verkeer is van belang om een inschatting te kunnen maken van de kans op rood lichtnegatie. In het geval van bijvoorbeeld een groep wielrenners of scholieren bestaat een verhoogde kans op rood lichtnegatie. Daarnaast bestaat bij ter plaatse onbekend verkeer, zoals toeristen de kans dat ze zich niet bewust zijn van de mogelijkheid van een brugopening.

- **Complexe verkeerssituaties nabij het beweegbare object.**

De aanwezigheid van bijvoorbeeld kruispunten, zebrapaden en rotondes zorgen voor interactie tussen verschillende verkeersdeelnemers. Doordat hier aandacht naar uit gaat, kan dit ten koste gaan van de aandacht voor een aanstaande brugopening.

## 3 Human Factors vaarwegverkeer



### 3.1 Inleiding vaartaak in relatie tot beweegbare objecten

Het passeren van een beweegbaar object kent vanuit de vaartaak verschillen tussen:

- Het passeren van een brug zonder brugopening.
- Het passeren van een brug met brugopening.
- Het in- en uitvaren van een sluis.

In de beoordeling van de voorwaarden vanuit Human Factors ten aanzien van de uitvoering van de vaartaak dienen dan ook bovengenoemde situaties te worden onderscheiden. Belangrijk aspect in de beoordeling van de vaartaak is de mate waarin de infrastructuur (vaarweg en (beweegbare) objecten) is afgestemd op de toegestane scheepvaartklasse. In de laatste jaren zijn schepen naar verhouding groter geworden, terwijl de infrastructuur er nog niet altijd op is aangepast.

#### *Het passeren van een brug zonder brugopening*

Indien een beweegbare brug wordt gepasseerd door scheepvaart zonder dat sprake is van een brugopening, is de situatie grotendeels overeenkomstig met het passeren van een vaste brug. Het is echter niet altijd zeker of de brug zonder opening te passeren is. Dit betekent dat de informatie over de doorvaarthoogte voor het vaarwegverkeer eenduidig en actueel dient te zijn.

Vaak kent een brug meerdere doorgangen en daarmee ook mogelijkheden waarop een brug gepasseerd kan worden. Voor de uitvoering van de vaartaak is het van belang dat duidelijk is welke doorgang gekozen dient te worden. De informatie hierover dient eenduidig te zijn. In situaties waarbij scheepvaartverkeer in tegengestelde richting door dezelfde doorgang vaart en het zicht op het scheepvaartverkeer aan de andere zijde van de brug beperkt is, bestaat het risico dat het verkeer vanuit beide richtingen tegelijkertijd gebruik wil maken van dezelfde opening. Aangezien pleziervaart doorgaans niet beschikt over een marifoon en soms minder goed de vaarregels beheersen, kunnen er ongewenste situaties ontstaan nabij de brug.

#### *Het passeren van een brug met brugopening*

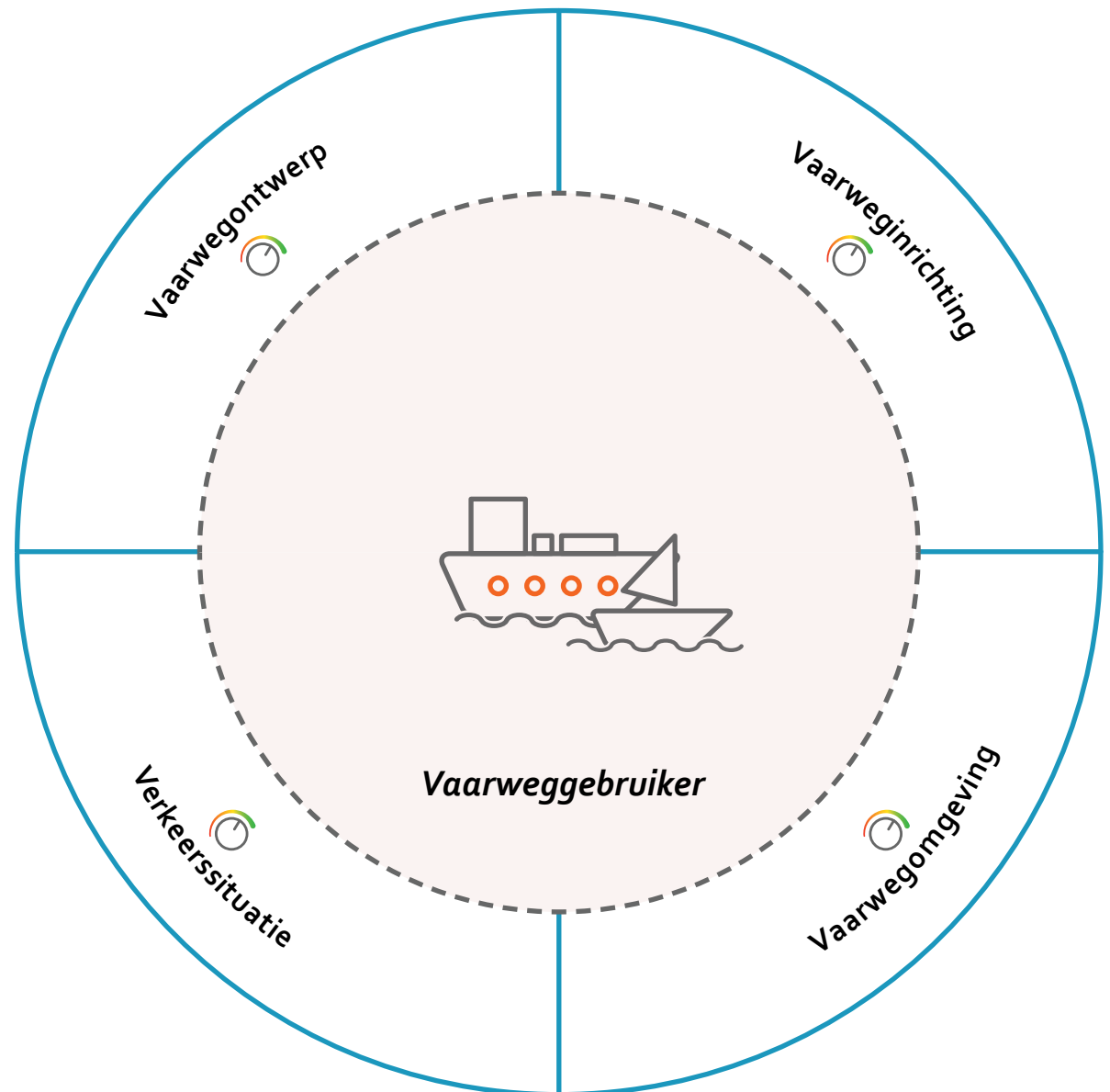
Een beweegbare brug over een vaarweg bestaat doorgaans uit een beweegbaar deel (het val) en vaste delen van de brug. Voor vaarweggebruikers dient duidelijk te zijn welk deel beweegbaar is en wat dit voor hen en het overige scheepvaartverkeer betekent.

## Human Factors vaarwegverkeer

### *Het in- en uitvaren van een sluis*

Het invaren van een sluis onderscheidt zich van het passeren van een brug in de lagere gewenste snelheid, aangezien het scheepvaartverkeer in de kolk tot stilstand komt. In het geval van meerdere kolken dient eenduidig te zijn welke kolk bedoeld is om binnen te varen. Bij een combinatie van sluis en beweegbare brug kan verwarring ontstaan over de informatie. Zo kan een groen licht voor het uitvaren van een kolk ten onrechte geïnterpreteerd worden als groen licht voor de beweegbare brug nabij de sluis.

Ook voor de uitvoering van de vaartaak is het van belang om rekening te houden met Human Factors aspecten. Het verwachtingspatroon, waarnemen, begrijpen, kunnen en willen moeten zoveel mogelijk aansluiten op het gewenste vaargedrag. De wijze waarop de factoren vaarwegontwerp, vaarweginrichting, vaarwegomgeving en verkeerssituatie zijn ingericht hebben daar invloed op. De Human Factors aspecten en factoren van invloed voor de vaartaak worden in dit deel beschreven. Door te klikken op het plaatje kunt u direct bij de verschillende onderdelen komen.



### Verwachtingspatroon

*Is de situatie bij het object conform de verwachtingen van de vaarweggebruiker?*

De vaarweggebruiker heeft bepaalde verwachtingen bij het naderen van een object. Bijvoorbeeld, er kunnen verwachtingen zijn over de het wel of niet open zijn van de brug, de richting waarin een sluis is gesloten of de doorvaarhoogte. Verwachtingen zijn vaak gebaseerd op ervaringen uit het verleden (ervaring als schipper of opgebouwd tijdens een tocht) of beschikbare informatie. Afwijkingen van het verwachtingspatroon kunnen leiden tot verwarring en ongewenst gedrag van de vaarweggebruiker, wat de veiligheid in gevaar kan brengen.

### Waarnemen

*Kan alle vaartaakrelevante informatie worden waargenomen?*

De vaarweggebruiker moet goed zicht hebben op de informatie die voor de uitvoering van de vaartaak in relatie tot het beweegbare object van belang is. Bijvoorbeeld, scheepvaartseinen of informatie op de brug moeten goed zichtbaar zijn en niet worden afgedekt door begroeiing of bebouwing. Daarnaast kunnen bochten in een vaarweg ervoor zorgen dat objecten niet zichtbaar zijn.

### Begrijpen

*Begrijpen vaarweggebruikers de informatie en weten zij wat ze moeten doen?*

Bij het naderen van een brug of sluis moet de bediener de situatie begrijpen en hoe er moet worden gehandeld. Bijvoorbeeld, de vaarweggebruiker moet de signalering en scheepvaarttekens begrijpen, begrijpen hoe een brug moet worden gepasseerd, hoe de kolkindeling is gepland en wat er bedoeld wordt met de communicatie en instructie van de bediener / vaarwegbeheerder.

### Kunnen

*Kan de vaarweggebruiker de vaartaak op de gewenste manier uitvoeren?*

De vaarweggebruiker moet in staat zijn de handelingen uit te voeren die er op basis van de situatie worden verwacht. Dat betekent natuurlijk dat de vaarweggebruiker in staat moet zijn om het vaartuig te besturen, maar bijvoorbeeld ook dat er voldoende tijd en ruimte moet zijn om snelheid en koers aan te passen voor de juiste passage van een brug of invaren van een sluis.

### Willen

*Is de vaarweggebruiker ook bereid om het gewenste gedrag te vertonen?*

De vaarweggebruikers moeten ook bereid zijn om het gewenste gedrag te vertonen. Ook al is de relevante informatie waargenomen, begrepen en is de vaarweggebruiker in staat om het gewenste gedrag (bijvoorbeeld snelheid verminderen) te vertonen, kan hij ervoor kiezen om dit niet te doen. Geloofwaardigheid en draagvlak van maatregelen met name in relatie tot de situationele omstandigheden spelen daarbij een grote rol. Bijvoorbeeld, een vereiste doorvaarrichting kan in de ogen van de schipper bij een bepaalde waterstand riskant worden bevonden. Een ander voorbeeld is de bereidheid om te wachten bij een rood uitvaarsein als de sluisdeur is geopend.

### 3.3 Factoren van invloed vaarwegverkeer

De volgende factoren van invloed zijn van belang bij de vaartaak:

- Vaarwegontwerp.
- Vaarweginrichting.
- Vaarwegomgeving.
- Verkeerssituatie.

Het ontwerp van de vaarweg bij het object is van invloed op de vaartaak nabij het object. De Richtlijnen Vaarwegen (Rijkswaterstaat, 2017) geven al een uitgebreide beschrijving van zaken waarmee men rekening moet houden bij het ontwerp. Ze bespreken echter niet expliciet het effect op Human Factors en gedrag. Zo zal een versmalling van de vaarweg, de verandering van stroming, de aanwezigheid van bochten of een kruispunt de vaartaak zwaarder maken en mogelijk invloed hebben op het gedrag. Hoe complexer het ontwerp van de vaarweg des de meer gevraagd wordt van de vaarweggebruiker om het object te kunnen passeren. De vaarweggebruiker zal zich daarom goed willen voorbereiden. De vaarweginrichting en de vaarwegomgeving kunnen daarbij helpen door bijvoorbeeld te zorgen voor informatie op bebording of voldoende zichtlengte om te kunnen anticiperen op de situatie ter hoogte van het object. Over het algemeen geldt dat een hoge complexiteit van het ontwerp van de vaarweg bij het object de vaarweginrichting en de vaarwegomgeving belangrijker worden. De verkeerssituatie is in tegenstelling tot het ontwerp, de inrichting en de omgeving dynamisch van aard. Er zijn echter wel inschattingen te maken over het te verwachten verkeersaanbod.

De factoren van invloed worden hieronder verder toegelicht en voorzien van voorbeelden.

### Vaarwegontwerp bij het object

Het ontwerp van de vaarweg bij het object kan variëren in complexiteit. Bijvoorbeeld, zijn er bochten en kruispunten in de vaarweg, hoe breed en diep is de vaarweg, of is er sprake van versmallingen. De complexiteit kan bijvoorbeeld effect hebben op de waarneming, waarbij een object dat plotseling opduikt na een bocht (te) laat wordt waargenomen.

Voorbeelden van aandachtspunten vaarwegontwerp:

- **De mate van complexiteit van het vaarwegontwerp in relatie tot het object.**  
Hiermee wordt de complexiteit en het effect daarvan op manoeuvreren en de mogelijke momenten van interactie met het overige verkeer (bijvoorbeeld bij een kruispunt) bedoeld. Kenmerken van de vaarweg (zoals stroomsnelheid en het verval) dienen hierbij ook meegenomen te worden, aangezien ze de complexiteit kunnen verhogen.
- **Aanwezigheid van bochten binnen het invloedsgebied van het object.**  
Aanwezigheid van bochten vragen om aanpassing in de koers van het schip en kunnen het (anticipatie)zicht op de situatie verderop, zoals nabij het object, beperken. Anticipatiezicht is van belang om het object te kunnen waarnemen (weten dat er een object gepasseerd dient te worden) en om rekening te houden met de verkeerssituatie.
- **Breedte van de vaarweg en vaargeul in relatie tot het maatgevend schip binnen het invloedsgebied van het object.**  
Hiermee wordt bijvoorbeeld de mogelijkheid bedoeld dat twee maatgevende schepen elkaar kunnen passeren nabij het object.
- **Aanwezigheid van (voldoende) wachtplaatsen.**  
Indien er onvoldoende wachtplaatsen beschikbaar zijn voor de scheepvaart, wordt het wachten voor een brugopening of binnenvaren van een sluis lastiger voor de scheepvaart.
- **Herkenbaarheid en voorspelbaarheid onderdoorvaarthoogte brug op basis van ontwerp.**  
Behalve de bebording moet de het ontwerp ook aansluiten bij de verwachte onderdoorvaarthoogte.

### Vaarweginrichting bij het object

Met de vaarweginrichting bedoelen we alles wat er bij de vaarweg is aangebracht ter ondersteuning van het gewenste vaargedrag. Denk daarbij aan scheepvaarttekens en betoning. De vaarweginrichting moet goed worden afgestemd op de informatiebehoefte van vaarweggebruikers. Zo dienen ze een goede inschatting te kunnen maken van de snelheid en de koers waarop richting de doorvaartopening gevaren moet worden. Daarnaast dienen zij een inschatting te kunnen maken van de wijze waarop ander scheepvaartverkeer de brug zal passeren. Afhankelijk van de positie van het beweegbare deel kan het voor het verkeer dat een brugopening nodig heeft, nodig zijn om overig verkeer te kruisen (bijvoorbeeld indien het beweegbaar deel zich aan bakboordzijde van de vaarweg bevindt).

Voorbeelden van aandachtspunten vaarweginrichting:

- **Zichtbaarheid, herkenbaarheid en begrijpelijkheid scheepvaartsverkeersseinen.**  
Scheepvaartverkeersseinen dienen zichtbaar (bijvoorbeeld niet afgedekt door beplanting of slecht zichtbaar door zonlicht) te zijn. Daarnaast dienen ze herkenbaar te zijn in het vaarwegbeeld. Begrijpelijkheid van de scheepvaartsverkeersseinen heeft betrekking op duidelijkheid van positie en de betekenis. Een sein kan bijvoorbeeld betrekking hebben op één van de kolken of alleen op het uitvaren van een kolk en niet op de naastgelegen brug.
- **Zichtbaarheid, herkenbaarheid, leesbaarheid en begrijpelijkheid van de bebording en scheepvaartverkeersseinen.**  
De bebording dient net als de seinen zichtbaar en herkenbaar te zijn als relevante informatie-elementen. Afhankelijk van de grootte van het bord en de informatie erop en de leesafstand vanaf het schip kan een bord goed of minder goed leesbaar zijn. Tot slot dient de informatie op een bord begrijpelijk (eenduidig) te zijn.
- **Beschikbaarheid en betrouwbaarheid van de informatievoorziening van een beheerder.**  
Informatievoorziening van de beheerder over bijvoorbeeld de doorvaarthoogte en het verval dient beschikbaar, actueel en betrouwbaar te zijn. Dit geldt voor zowel de vaste borden als de dynamische informatie, zoals elektronische teksten (inclusief informatie op websites en apps) en de communicatie via de marifoon.

### Vaarwegomgeving bij het object

De vaarwegomgeving heeft betrekking op (elementen van) de vaarwegomgeving die effect kunnen hebben op het vaargedrag, bijvoorbeeld omdat ze zorgen voor afleiding of het zicht op de vaarweg en inrichting belemmeren. Denk daarbij bijvoorbeeld aan bomen en beplanting, gebouwen, overspanningen en reclamezuilen. Een ongelukkige inrichting van de vaarwegomgeving kan leiden tot afleiding, of maskering van relevante informatie. Een goede waarneming wordt daarmee belemmerd.

Voorbeelden van aandachtspunten bij de vaarwegomgeving:

- **Beperkingen in het anticipatiezicht door bijvoorbeeld bomen, struiken of bebouwing.**  
Bijvoorbeeld door de aanwezigheid van beplanting of gebouwen in een bocht of nabij het object.
- **Aanwezige verlichting in de omgeving.**  
Verlichting in de omgeving, zoals langs de kade of op bruggen kunnen de scheepvaartverkeersseinen en bebording minder doen opvallen of zelfs overstralen.

### Verkeerssituatie

De verkeerssituatie heeft betrekking op het aanwezige vaarwegverkeer en de vaarbewegingen. Denk daarbij bijvoorbeeld aan verkeersintensiteit, verhouding plezier- en beroepsvaart, afmeting van schepen en vaarrichting. De verkeerssituatie verschilt per beweegbaar object. Zo zal de nabijheid van een jachthaven of een groot meer zorgen voor meer pleziervaart. Hetzelfde geldt voor beroepsvaart indien een laad/lospunt nabij is of de vaarweg deel uitmaakt van een belangrijke vaarroute. De verkeerssituatie verschilt daarnaast gedurende het jaar. In de zomer is er over het algemeen meer pleziervaart en bij lagere waterstanden kan beroepsvaart worden gedwongen een andere route te kiezen. Er dient rekening te worden gehouden met de specifieke verkeerssituaties die van invloed zijn op de uitvoering van de vaartaak.

Voorbeelden van aandachtspunten verkeerssituatie:

- **Verkeersintensiteit.**
  - De intensiteit van de scheepvaart nabij het object.
  - Intensiteit nabij gelegen kruispunten en havens.
  - Moeilijk navigeren door drukte.
  - Risico's bij invaren schepen onderling.
- **Verskil tussen beroeps- en pleziervaart.**
  - Verhouding beroeps- en pleziervaart.
  - Onverwachte bewegingen van pleziervaart.
  - Beroepsvaart die zorgt voor veel waterbeweging en waardoor kleinere boten onbestuurbaar worden.
  - Volgorde invaren, bijvoorbeeld met betrekking tot beroepsvaart en recreatievaart.
  - Gebrek aan marifoon + kennis bij recreatievaart.
- **Ongewenst gedrag.**
  - Ongewenst gedrag vaarweggebruikers (bijvoorbeeld niet wachten op groen licht).
  - Hinder speedboten of jetski's.



## 4. Human Factors Bediening



### 4.1 Inleiding bedientaak in relatie tot beweegbare objecten

De taak van de bedienaar is om bruggen en sluisen op veilige wijze te bedienen en te zorgen voor een vlotte doorstroom van weg- en vaarwegverkeer. In generieke zin dient de bedienaar de onderstaande bedienstappen uit te voeren voor brug- en sluisbediening (Bedienhandboek 5.0, LBS). Bruggen en sluisen zijn niet allemaal hetzelfde, dus bij specifieke objecten kunnen de bedienstappen afwijken.

De bedienaar moet een beeld opbouwen van de situatie op en rond de brug of sluis. Bij lokale bediening gebeurt dit door direct zicht, mogelijk ondersteund door camerabeelden. Bij bediening op afstand is de bedienaar altijd afhankelijk van camerabeelden. Naast zicht zijn er ook andere manieren om een situatiebeeld op te bouwen, bijvoorbeeld door radar, AIS, IVS90 of communicatie via de marifoon of andere communicatiemiddelen. De bedienaar heeft in de post of centrale de beschikking over bedienmiddelen. In sommige gevallen wordt er gebruik gemaakt van 'fysieke' knoppen. Steeds vaker ziet men dat

Brugbediening	Sluisbediening
1. Inwinnen en verstrekken informatie	1. Inwinnen en verstrekken informatie
2. Plannen brugopening	2. Plannen schutting
3. Vooraankondigen doorvaren zijde 1	3. Vooraankondigen schutting
4. Onderbreken landverkeer	4. Openen sluisdeur(en)
5. Openen brug	5. Invaren toestaan
6. Doorvaren zijde 1 toestaan	6. Sluiten sluisdeur(en)
7. Vooraankondiging doorvaren zijde 2	7. Nivelleren
8. Doorvaren zijde 1 onderbreken	8. Openen sluisdeur(en) en uitvaren toestaan
9. Doorvaren zijde 2 toestaan	9. Sluiten sluisdeur(en)
10. Doorvaren onderbreken	
11. Sluiten brug en vrijgeven landverkeer	

de bediening plaatsvindt met behulp van een Grafische User Interface (GUI). Via een bedienscherm kan met behulp van muis of aanraakscherm de brug of sluis worden bediend. De bedientaken worden vaak gecombineerd met andere taken, zoals ligplaatsbeheer, houden van toezicht of ondersteuning bij onderhoud. Ook wordt er in centrales soms ritstend bediend, waarbij een bedienaar twee objecten afwisselend bediend, afhankelijk van het moment in de bediening (niet-kritisch).

De onderstaande figuur toont het raamwerk van de Human Factors dat in deze aanpak wordt gehanteerd. De factoren van invloed zijn te vinden op het vlak van techniek en organisatie. De techniek heeft betrekking op de technische aspecten van de bediening. Deels is dit gerelateerd aan de techniek van het kunstwerk en de bijbehorende omgeving. Daarnaast betreft het de techniek die het mogelijk maakt om vanuit de bedienpost of centrale het kunstwerk te bedienen.

De volgende factoren van invloed worden beschreven onder Techniek:

- Situatie bij het kunstwerk.
- Mens-Machine Interface (MMI).
- Bediendesk.
- Bedienruimte.

## Human Factors Bediening

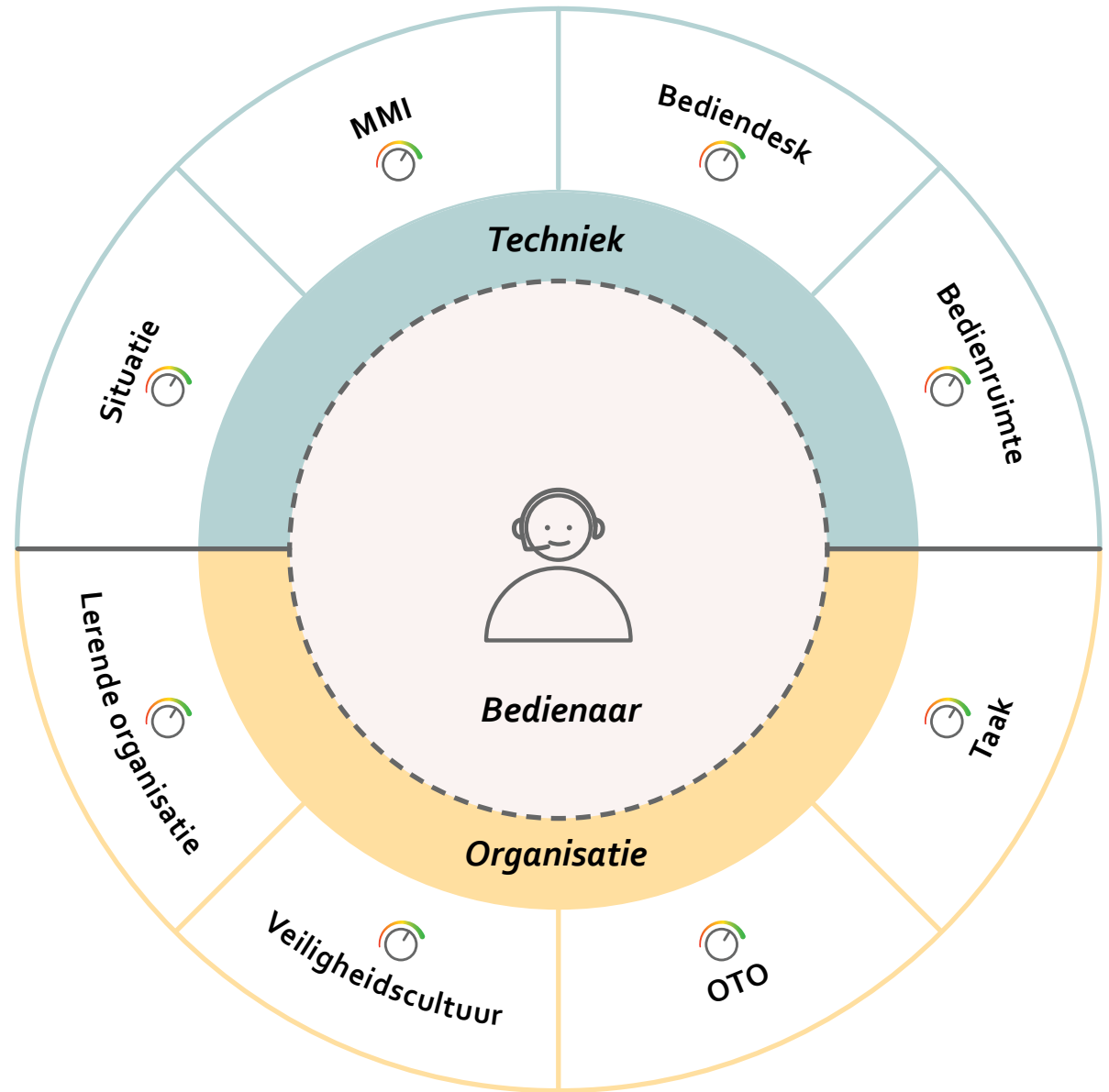
De organisatie heeft betrekking op de organisatorische aspecten rond de uitvoering van het werk. Het betreft de dagelijkse organisatie van het werk, zoals de (verdeling van) taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden. Maar ook de randvoorwaarden daar omheen, die nodig zijn om het werk te kunnen uitvoeren, zijn belangrijk.

De volgende factoren van invloed worden beschreven onder Organisatie:

- Taak.
- Opleiden, Trainen en Oefenen (OTO).
- Veiligheidscultuur.
- Lerende organisatie.

Het document Human Factors Bedientaak (2018) geeft een uitgebreide beschrijving van de relatie tussen de Human Factors aspecten en de factoren van invloed en aanbevelingen aangaande het ontwerp. In dit document beperken we ons tot de beschrijving van de Human Factors aspecten, factoren van invloed en aandachtspunten.

Door te klikken op het plaatje kunt u direct bij de verschillende onderdelen komen.



### Verwachtingspatroon

*Is de werksituatie conform de verwachtingen van de bedienaar?*

#### Situatie 'binnen' (bedienomgeving)

De bedienaar heeft een verwachtingspatroon over de stappen die nodig zijn voor de bediening en de handelingen die met het bediensysteem worden uitgevoerd. Het gaat hier bijvoorbeeld over de volgorde van de bedienstappen, de inrichting van het bedienpaneel en de positie van de camerabeelden. Zeker als de bedienaar meerdere kunstwerken bedient, is het van belang dat de bedienomgeving consistent is ingericht. Met consistentie wordt hier bedoeld dat de bedienhandelingen en het bediensysteem zoveel mogelijk gelijkenissen tonen bij gelijke functionaliteit. Als niet wordt voldaan aan het verwachtingspatroon is de kans aanwezig dat er vergissingen worden gemaakt met mogelijke gevolgen voor de veiligheid en de doorstroming. De bediening moet dus overeenkomen met de verwachtingen van de bedienaar.

#### Situatie 'buiten' (bij het kunstwerk)

Ook wat betreft de verkeerssituatie, de status van de kunstwerken en omgevingskenmerken heeft de bedienaar verwachtingen op basis van ervaring en bekendheid met het object. Bijvoorbeeld, de Verkeersregelinstallatie (VRI) rond het kunstwerk werkt volgens een vast patroon bij het sluiten van de brug, sluisdeuren openen met een vaste snelheid, of het gedrag van de seinen is gekoppeld aan bepaalde bedienstappen. Kennis over het kunstwerk en de dynamiek in de omgeving is van belang bij een veilige en vlotte bediening.

### Waarnemen

*Heeft de bedienaar toegang tot de (visuele en auditieve) informatie die van belang is voor de taakuitvoering?*

De bedienaar moet een mentaal beeld vormen van de omgeving waarin wordt bediend, ook wel bekend onder de term Situational Awareness (SA). Daarbij bouwt de bedienaar een situationeel bewustzijn op. Belangrijke onderdelen daarbij zijn:

- Beeld van de situatie wat betreft het scheepvaartverkeer rond het kunstwerk.
  - Intensiteit scheepvaart.
  - Eigenschappen schepen.
  - Gedrag schippers.
- Beeld van de situatie wat betreft het landverkeer op en rond het kunstwerk.
  - Intensiteit landverkeer.
  - Soort verkeer (snelverkeer, langzaam verkeer).
  - Gedrag weggebruikers.
- De toestand van het te bedienen kunstwerk (bijvoorbeeld open, gesloten, in storting).

Een goede waarneming is een voorwaarde om een goede SA op te bouwen. Waarneming bij de bedientaak vindt plaats door middel van direct zicht of camerabeelden. Voorkomen moet worden dat er bijvoorbeeld blinde vlekken zijn, zicht wordt afgedekt, beeldkwaliteit beperkt is of relevante informatie niet goed opvalt. Maar ook niet-visuele informatie kan daarbij van belang zijn, zoals bijvoorbeeld informatie over snelheid, positie, lengte, breedte, lading en bestemming van het schip. Waterstanden zijn belangrijk bij het bedienen van schutsluizen.

### Begrijpen

*Begrijpt de bedienaar al deze informatie, het bedienproces en weet hij of zij welke beslissingen er moeten worden genomen?*

Ook het begrijpen van de situatie is een voorwaarde voor de opbouw van een goede SA en het nemen van de juiste beslissingen in relatie tot de bediening. Is bijvoorbeeld op basis van de beeldpresentatie en het directe zicht begrijpelijk wat de (ernst van) de situatie is? Wat zijn bijvoorbeeld de doelen en intenties van het land- en scheepvaartverkeer? Of wat betekent de stand van het water voor het schutten van sluizen?

Begrijpen staat altijd in relatie tot de operationele doelen die zijn geformuleerd.

Bijvoorbeeld:

- Doorstroming verkeer (bruggen openen bij aanbod scheepvaart, beperkte onderbreking landverkeer).
- Veiligheid scheepvaart en landverkeer.

De bedienaar bewaakt of aan deze doelen wordt voldaan. Zo niet, dan moet de bedienaar actie ondernemen. Dat kan simpelweg betekenen dat de brug bij aanbod van scheepvaart moet worden bediend, maar ook dat het bedienproces moet worden onderbroken of teruggedraaid als de veiligheid in het geding komt.

### Kunnen

*Kan de bedienaar de gewenste/noodzakelijke handelingen uitvoeren?*

Om de bedienhandelingen en bijbehorende taken uit te kunnen voeren moet de bedienaar in de eerste plaats beschikken over de (technische) middelen om dit te realiseren. Bijvoorbeeld, om een brug te kunnen bedienen moet er een gebruiksvriendelijk, overzichtelijk bedienpaneel aanwezig zijn waarmee het landverkeer kan worden afgestopt en het brugdek kan worden geopend.

Minstens zo belangrijk is de mentale component. Is de bedienaar 'in het hoofd' in staat om de taken en handelingen uit te kunnen voeren? Dit heeft een statisch en een dynamisch component:

- **Statisch:** beschikt de bedienaar over de juiste kennis, vaardigheden, ervaring, competenties en opleidingsniveau om het werk uit te kunnen voeren?
- **Dynamisch:** hoe is de toestand van het moment dat de handelingen moeten worden uitgevoerd? Is bijvoorbeeld sprake van:
  - Te veel of te weinig werkaanbod.
  - Te hoge tijdsdruk, voldoende tijd en mogelijkheden om in te grijpen.
  - Afleiding als gevolg van bijvoorbeeld bezoekers, onderhoudsmensen die sleutels komen halen, bedienruimte die als lunchplek wordt gebruikt.
  - Ongebruikelijke omstandigheden, waarbij een niet-routinematige afhandeling is vereist.
  - Onderhoud bij het kunstwerk.
  - Storingen in communicatie of bediensystemen.
  - Omstandigheden buiten, zoals slecht zicht door mist of regen.

### Willen

*Is de bedienaar bereid om gewenste/noodzakelijke handelingen uit te voeren?*

Bij het nemen van de juiste beslissingen en uitvoeren van de juiste handelingen speelt de bereidheid van de bedienaar een belangrijke rol. Bijvoorbeeld, druk vanuit het land- of vaarwegverkeer, strijdige belangen (tussen veiligheid en vlotheid), de geloofwaardigheid van regels en de pragmatiek van het moment kunnen ertoe leiden dat bedienaars afwijken van procedures die door de beheerorganisatie zijn voorgeschreven. Ook mogelijke interne conflicten of te hoge of juist te lage werkdruk kunnen effect hebben op de bereidwilligheid. Helderheid over de verantwoordelijkheden is daarbij van belang.

# Situatie bij het kunstwerk

### Beschrijving

De situatie bij het kunstwerk heeft betrekking op de objecteigenschappen, de verkeerssituatie, de zichtomstandigheden en andere omgevingskenmerken die relevant zijn voor de bediening van het kunstwerk.

De onderstaande punten van aandacht wat betreft de situatie bij het kunstwerk zijn geïdentificeerd.

### Situatie bij het kunstwerk

Eigenschappen van de vaarwegomgeving die specifieke aandacht nodig hebben bij de bediening van het kunstwerk. De situatie kan leiden tot scheepsbewegingen en gedrag van schippers die gemonitord moeten worden. Denk daarbij bijvoorbeeld aan:

- Verkeersintensiteit.
- Soort schepen (afmetingen, lading).
- Aanwezigheid havens.
- Aanwezigheid bedrijven.
- Aanwezigheid aanlegplaatsen.
- Versmallingen in de waterweg.
- Bochten in de waterweg rond kunstwerk.

### Eigenschappen van het kunstwerk

Eigenschappen van het kunstwerk die specifieke aandacht nodig hebben bij de bediening. Denk daarbij bijvoorbeeld aan:

- Soort kunstwerk, classificatie (bijvoorbeeld basculebrug, hefbrug, draaibrug).
- Afmeting van het kunstwerk.
- Afwijkingen die effect hebben op bediening (complexiteit).
- Risicovolle onderdelen.

### Situatie landverkeer

Eigenschappen en dynamiek van het landverkeer die specifieke aandacht nodig hebben tijdens de bediening van het kunstwerk. Denk daarbij bijvoorbeeld aan:

- Verkeersintensiteit.
- Verkeersgedrag.
- Soort verkeer (snelverkeer, vrachtverkeer, fietsers, voetgangers, etc.).
- Weginrichting.

### Afwijkende omstandigheden

Omstandigheden rond het kunstwerk die anders zijn dan normaal (weersomstandigheden, incidenten) en effect hebben op de bediening. Denk daarbij bijvoorbeeld aan:

- Storingen kunstwerk.
- Ongevallen en incidenten.
- Zwemmers bij het kunstwerk.
- Extreme weersomstandigheden.

### Omgevingskenmerken

Factoren in de omgeving van het kunstwerk die effect kunnen hebben op het verkeersgedrag en de bediening van het kunstwerk. Denk daarbij bijvoorbeeld aan:

- Trein- en busstations (reizigers die trein/bus moeten halen).
- Scholen (scholieren die op tijd op school moeten zijn).
- Wandelroutes die over het kunstwerk lopen.
- Evenementenlocaties.

### Onderhoud

Situatie die zich voordoet bij het kunstwerk op het moment dat er onderhoud wordt gepleegd en het effect daarvan op de bediening. Denk daarbij bijvoorbeeld aan:

- Onderhoud met afsluiting kunstwerk voor verkeer.
- Onderhoud bij behoud van gebruik.

# Mens-Machine Interface (MMI)

## Beschrijving

De Mens-Machine Interface (MMI) is gedefinieerd als het geheel van middelen dat de bedienaar in staat stelt om kunstwerken te bedienen en het scheepvaartverkeer rond het betreffende kunstwerk te begeleiden.

De onderstaande punten van aandacht wat betreft de MMI zijn geïdentificeerd.

## Grafische User Interface (GUI) bedienscherm

De GUI betreft het ontwerp van het bedienscherm. Denk daarbij bijvoorbeeld aan:

- Ontwerp op taakniveau: biedt de GUI de informatie en functionaliteit die nodig is voor een veilige bediening van het kunstwerk, zoals beschreven in de taak- en procesbeschrijving.
- Ontwerp op interactieniveau: zijn de informatiepresentatie en de bedienmiddelen dusdanig dat informatie snel en op het juiste moment toegankelijk is en bediening eenvoudig en foutloos kan worden uitgevoerd.
- Zichtbaarheid voor kleurenblindheid en andere zichtbeperkingen.
- Voorkomen onbewust of ongepland activeren kritische handelingen.

## Camerabeelden

Dit betreft de keuze van de camerabeelden. Denk daarbij bijvoorbeeld aan:

- Aantal en positionering camera's (voldoen aan zichteisen).
- Consistentie camerabeelden (consistente flow van scheepvaart over camerabeelden).
- Kwaliteit camerabeelden.
- Afmeting en hoeveelheid camerabeelden op desk (ergonomisch verantwoord).
- Ergonomische kijkhoek ivm zichtbaarheid beelden.

## Communicatiemiddelen

Dit betreft de keuze van communicatiemiddelen en de eigenschappen waaraan zij moeten voldoen. Denk daarbij bijvoorbeeld aan:

- Marifoon.
- Portofoon.
- Mobilfoon.
- Telefoon.

# Bediendesk

## Beschrijving

De bediendesk heeft betrekking op de inrichting van de desk, die ervoor zorgt dat de bedienaar in staat is de bedientaak uit te voeren. Dit betreft zowel de lokale als de centrale bedienplek.

Het onderstaande punt van aandacht wat betreft de bediendesk is geïdentificeerd.

## Fysieke ergonomie

Fysieke ergonomie betreft de maatvoering en positionering van stoelen, desks, beeldschermen en bedienmiddelen. Denk daarbij bijvoorbeeld aan:

- Hoogte. De hoogte van de desk moet aansluiten bij de lengtematen van de bedienaar.
- Kijkafstand middelen. De kijkafstand moet dusdanig zijn dat de benodigde informatie voldoende zichtbaar en leesbaar is.
- Reikwijdte. Bedieningsmiddelen moeten binnen reikafstand zitten.
- Alle schermen en bedienmiddelen moeten ten behoeve van veiligheid (zichtbaarheid) en gezondheid binnen een ergonomisch verantwoorde afstand en horizontale en verticale kijkhoek staan. Dit betekent bijvoorbeeld ook dat het aantal gelijktijdig te tonen informatiesystemen en camerabeelden beperkt is.
- Een te grote kijkhoek leidt tot grote bewegingen en kan leiden tot nek- en schouderblessures. Een te grote kijkhoek kan er ook voor zorgen dat informatie onbewust niet waargenomen wordt, bijvoorbeeld wanneer meerdere camerabeelden gemonitord moeten worden en deze zich deels buiten de ergonomisch verantwoorde kijkhoek bevinden.
- Stoelkeuze. Stoel moet geschikt zijn voor verschillende bedienaars en eventueel voor 24/7 bezetting.

# Bedienruimte

### Beschrijving

De bedienruimte is gedefinieerd als de inrichting van de post/centrale in zijn geheel.

De onderstaande punten van aandacht wat betreft de bedienruimte zijn geïdentificeerd.

### Positionering desk

Positionering en oriëntatie van de desks in de ruimte en ten opzichte van elkaar. Denk daarbij bijvoorbeeld aan:

- Samenwerking met andere bedienaars.
- Oriëntatie ten opzichte van het te bedienen object.
- Lichtinval.
- Looproutes
- Ruimte voor naslagwerken.

### Verlichting

Dit betreft het verlichtingsplan voor de bedienruimte. Denk daarbij bijvoorbeeld aan:

- Voldoende algemene verlichting.
- Positionering desks tov ramen.
- Architectuur (hoeveelheid en positie ramen)
- Eventueel aangevuld met persoonlijk in te stellen verlichting op de werkplek.
- 24-uurs bezetting.

### Akoestiek

Dit betreft het akoestisch plan voor de bedienruimte. Denk daarbij bijvoorbeeld aan het voorkomen van:

- Geluidshinder van installaties of applicaties (alarmen) die niet aan de eigen taak zijn gerelateerd.
- Architectuur en daarmee akoestiek van de ruimte.
- Geluidshinder van andere bedienaars op de post.
- Geluidshinder van bijvoorbeeld de pauzeruimte en overige ruimtes.

### Klimaatbeheersing

Dit betreft aspecten rondom:

- Koude.
- Warmte.
- Tocht.
- Ventilatie.

### Overige ruimtes

Dit betreft de inrichting van overige ruimtes in de bedienpost of centrale. Denk daarbij aan:

- Ruimte voor crisismanagement.
- Overlegruimtes.
- Pantry.
- Garderobe.
- Toiletten.
- In- en uitgangen



# Taak

### Beschrijving

De factor taak heeft betrekking op de taken en handelingen die de bedienaar moet uitvoeren om de bediening van het kunstwerk te realiseren. Het betreft de taken voor normale omstandigheden, afwijkende omstandigheden en onderhoud.

De onderstaande punten van aandacht wat betreft de bedientaak zijn geïdentificeerd.

### Taken en processen

Dit betreft de taken en -processen die moeten worden uitgevoerd en gevolgd tijdens de bediening. Denk daarbij aan:

- Normale omstandigheden.
- Afwijkende omstandigheden, zoals incidenten of calamiteiten of zwemmers.
- Onderhoud en storingen.

### Zichteisen

Dit betreft de eisen die er moeten worden gesteld aan hetgeen dat de bedienaar tijdens de bediening moet kunnen zien. Denk daarbij bijvoorbeeld aan:

- Inhoud (wat moet worden getoond).
- Mate van detail.
- Moment in het proces.

### Informatiebehoefte

Dit betreft een beschrijving van de informatie die de bedienaar nodig heeft om de bedientaak uit te kunnen voeren. Denk daarbij bijvoorbeeld aan:

- Snelheid van schepen.
- Positie van schepen.
- Afmetingen van schepen.
- Lading van schepen.
- Bestemming van schepen.

### Verantwoordelijkheden en bevoegdheden

Dit betreft de verantwoordelijkheden en bevoegdheden van de bedienaar. Denk daarbij aan:

- Normale omstandigheden.
- Afwijkende omstandigheden.
- Onderhoud en storingen.
- Verdeling van verantwoordelijkheden en bevoegdheden over de medewerkers in de centrale.

### Werkwijze, procedures en protocollen

Dit betreft de beschrijving van de werkwijze, procedures en protocollen die de bedienaar moet volgen onder normale omstandigheden, afwijkende omstandigheden en tijdens onderhoud. Denk daarbij aan:

- Volledigheid versus beknoptheid.
- Logische indeling.
- Duidelijk beschreven veiligheidskritische handelingen.

### Opleiden, Trainen en Oefenen (OTO)

#### Beschrijving

Opleiden, Trainen, Oefenen (OTO) betreft het complete aanbod van opleiding, trainingen en oefeningen dat noodzakelijk is om de bedienaar in staat te stellen de kunstwerken te kunnen bedienen. Ook de vereisten gesteld aan de brug- en sluisbedienaar vallen hieronder.

De onderstaande punten van aandacht wat betreft OTO zijn geïdentificeerd.

#### Opleidingseisen

Dit betreft de opleidingseisen die aan de bedienaar worden gesteld. Denk daarbij bijvoorbeeld aan:

- Selectie-eisen (vooropleiding).
- Competenties en vaardigheden waarover de bedienaar moet beschikken om de bedientaak te kunnen uitvoeren.
- Opleidingsprogramma dat moet worden doorlopen.
- Examinering en certificering.
- Aanpassing bij toevoeging, aanpassing of renovatie kunstwerken.
- Eisen voor opleiders en mentoren.

#### Herhalingstrainingen

Dit betreft een beschrijving van de herhalingstrainingen die door de bedienaar moeten worden gevolgd. Denk daarbij aan:

- Beschrijving leerdoelen herhalingstrainingen.
- Beschrijving inhoud herhalingstraining, inclusief met slagingscriteria.
- Frequentie van herhalingen (eventueel onderscheid inhuur- en vakantiekrachten).

#### Calamiteitenoefeningen

Dit betreft een beschrijving van de calamiteitenoefeningen die door de bedienaar moeten worden uitgevoerd. Denk daarbij aan:

- Beschrijving leerdoelen oefening.
- Inhoud en aanpak oefening.
- Frequentie oefening.

### Veiligheidscultuur

#### Beschrijving

Met veiligheidscultuur worden de aspecten van de organisatiecultuur bedoeld die invloed hebben op attitudes en gedragingen die gerelateerd zijn aan het verhogen of verlagen van risico. (Guldenmund, 2000).

Het onderstaande punt van aandacht wat betreft veiligheidscultuur is geïdentificeerd.

#### Veiligheidsbewustzijn bedienaars en management

Dit betreft de mate van veiligheidsbewustzijn die er binnen de organisatie aanwezig is, zowel voor de bedienaars als het management. Denk daarbij bijvoorbeeld aan:

- Veiligheidsbewustzijn in alle lagen van de organisatie.
- Ondersteuning voor bedienaars om veilig te werken.
- Proactieve houding management en medewerkers wat betreft veiligheid.

# Lerende organisatie

### Beschrijving

De factor lerende organisatie heeft betrekking op de mate waarin een organisatie in staat is iets te leren van goede en minder goede ervaringen in het operationele proces, verbetermaatregelen te formuleren deze in te voeren en te toetsen op hun effect. Het betreft alle betrokkenen uit de gehele organisatie, dus niet alleen de bedienaar. Gezien de focus van deze tool richten we ons nu alleen op het effect van de lerende organisatie op de bedienaar.

De onderstaande punten van aandacht wat betreft lerende organisatie zijn geïdentificeerd.

### Incidentregistratie en -analyse

Dit betreft de wijze waarop er binnen de beheerorganisatie incidentregistratie- en analyse wordt uitgevoerd en ondersteund. Denk daarbij bijvoorbeeld aan:

- Incidentregistratiesysteem.
- Registratieprocedures.
- Analysetools.
- Evaluaties (proces en techniek).

### Audits en inspecties

Dit betreft de wijze waarop er binnen de beheerorganisatie audits en inspecties worden uitgevoerd. Denk daarbij bijvoorbeeld aan:

- Audits en inspecties op de factoren van invloed (situatie, MMI, bediendesk, bedienruimte, taak, OTO).
- Plan van aanpak waarmee audits en inspecties plaatsvinden.
- Criteria die worden gesteld om te bepalen wat voldoende of onvoldoende is.

### Verandermaatregelen, implementatie en effectmetingen

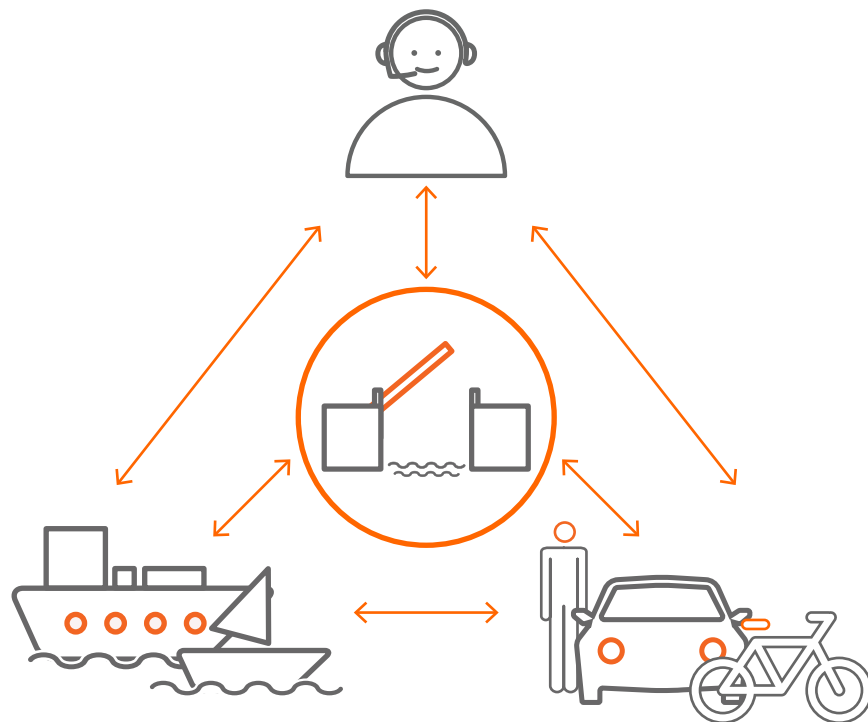
Dit betreft de wijze waarop verandermaatregelen worden opgesteld, implementatie daarvan plaatsvindt en effectmetingen worden uitgevoerd. Denk daarbij aan:

- Beschrijving van de maatregelen.
- Verwachte effect van de maatregelen.
- Toetsing van de maatregelen.

in het geval van (bijna) incidenten dient verder gekeken te worden dan het object waar het (bijna) incident plaatsgevonden heeft. Niet alleen de situatie daar dient weggenomen te worden. Leerpunten dienen ook verwerkt te worden op soortgelijke objecten, en in de relevante documentatie. Indien bijvoorbeeld een incident plaats vindt bij een object dat aan de geldende zichteisen voldoet, maar waarbij toch problemen met de waarneming waren, dan dient geevalueerd te worden of de zichteisen aangepast moeten worden. Dit kan gevolgen hebben voor alle overige objecten die conform dezelfde zichteisen ingericht zijn.

## 5 Interactie wegverkeer, vaarwegverkeer en bediening

Wegverkeer, vaarwegverkeer en bediening reageren op elkaar. Het is niet zo dat iedere gebruiker van het object afzonderlijk zijn of haar eigen taak uitvoert. De taakuitvoering is ook afhankelijk van wat de ander doet. Juist doordat beweegbare objecten verschillen in specifieke kenmerken, kunnen er interacties ontstaan die bijzonder zijn vergeleken met andere beweegbare objecten. Er zijn immers veel verschillen tussen bruggen en tussen sluisen. Zo zal een brug die bestaat uit meerdere rijbanen voor snelverkeer, fietsverkeer en voetgangers om een andere bediening vragen (bijvoorbeeld meer tijd nodig voor stilzetten van het landverkeer), waardoor de scheepvaart kans heeft op een langere wachttijd voordat de brug geopend wordt.



Interactie tussen het object, wegverkeer, vaarwegverkeer en bediening.

### 5.1 Wegverkeer

De wijze waarop het wegverkeer van invloed is op de bediening en de scheepvaart hangt sterk samen met de invloed van de Human Factors-aspecten en de factoren van invloed voor het wegverkeer. Simpelweg kan gesteld worden dat hoe groter de kans is dat het wegverkeer zich afwijkend gedraagt (bijvoorbeeld doordat belangrijke informatie niet wordt waargenomen of begrepen of doordat de neiging om rood licht te negeren erg groot is), des te groter de invloed zal zijn op de bedienaar en de scheepvaart.

Voorbeelden van mogelijke interactie van het wegverkeer op bediening of vaarwegverkeer:

- Complexe wegomgeving, zoals een kruispunt of rotonde nabij een beweegbaar object. Wegverkeer zal zich hierdoor afwijkend of onvoorspelbaar gedragen, waarop de bediening vervolgens moet anticiperen.
- Keuze om de afsluitbomen automatisch of handmatig te laten dalen. Bij handmatige sluiting zal het verkeer meer rekenen op toezicht van de bediening en riskanter gedrag vertonen.
- Aantal rijbanen, bijvoorbeeld 2-richtingen verkeer over dezelfde rijbaan vs. 2 gescheiden rijbanen voor het snelle verkeer en daarnaast 2 rijbanen (fiets-/ voetpad) voor het langzame verkeer. De bedienaar heeft hierdoor meer locaties te schouwen. Daarnaast heeft een gescheiden rijbaan voor de tegengestelde richting een aparte aanrijdboom en afrijdboom. Hierdoor kan een bedienaar het stilzetten van het landverkeer apart bedienen van het ontruimen van het gedeelte tussen de aanrijd- en afrijdboom.
- Nabijheid van een station of scholen, waardoor er voor het wegverkeer een extra reden kan ontstaan om het rode licht te negeren. Het stilzetten van het landverkeer kost daardoor meer tijd voor de bedienaar en de scheepvaart kan minder rekenen op een voorspelbaar moment van brugopening.

### 5.2 Vaarwegverkeer

Net als bij het wegverkeer hangt de mate waarin het vaarwegverkeer van invloed is op de bediening en het wegverkeer sterk samen met de invloed van de Human Factors-aspecten en de factoren van invloed voor het vaarwegverkeer. Als het meer moeite kost voor de scheepvaart om een brug te passeren of een sluis in-/ uit te varen, dan zal dit van invloed zijn op met name de bedientaak. Zo zal een bedienaar eerder het proces starten om het landverkeer stil te zetten als hij weet dat een schip meer moeite heeft om te passeren. Bij

## Interactie wegverkeer, vaarwegverkeer en bediening

een schutting met pleziervaart en grote beroepsvaart zal vanuit bediening meer aandacht nodig zijn om te monitoren of alles goed gaat. In bepaalde gevallen zal het nodig zijn om een extra instructie te geven.

Voorbeelden van mogelijke interactie van vaarwegverkeer op bediening of het wegverkeer:

- Complexe vaarwegomgeving nabij het object, zoals kruispunt of sterke stroming.
- Complex ontwerp van de brug, zoals nauwe doorgang.
- Grote verschillen in grootte en type schepen dat mee gaat in een schutting.

### 5.3 Bediening

De bedienaar wordt in de taakuitvoering sterk beïnvloed door de interactie met de andere gebruikers. Dat begint al met het feit dat schippers zich aanmelden voor een brug- of sluisbediening. Het aanbod van scheepvaartverkeer zet de bedienaar aan tot actie. Vervolgens moet de bedienaar er bij een brugbediening voor zorgen dat het landverkeer op veilige wijze wordt afgestopt en dat de brug of sluis op veilige wijze kan worden bediend. Daarbij is de bedienaar ook verantwoordelijk voor de begeleiding van een veilige in- en doorvaart van het scheepvaartverkeer. Ondanks (verkeers)regels is het gedrag van weg- en vaarweggebruikers niet altijd voorspelbaar. Bewust of onbewust vertonen ze onvoorspelbaar en/ of ongewenst gedrag, waarop de bedienaar moet anticiperen of reageren. Dat betekent dat de bedienaar het gedrag van weg- en vaarweggebruikers goed in de gaten moet houden en soms moet bijsturen.

Als de bedienaar meer dan één object bedient, dan kunnen er bijkomende effecten optreden die het weg- en vaarwegverkeer beïnvloeden. Mogelijk moet het landverkeer langer wachten bij een geopende brug, omdat de bedienaar de aandacht bij een andere brug heeft. Hetzelfde geldt voor de scheepvaart die langer moet wachten voordat een brug wordt geopend, omdat de bedienaar druk is met een ander object. Dit kan weer leiden tot extra marifoonverkeer.

Verder is de keuze van de organisatie om wel of niet de aanrijdbomen automatisch te laten dalen voor het landverkeer van invloed. Niet-automatisch dalen kan er bij weggebruikers die bekend zijn met de omgeving ertoe leiden dat ze meer risico's nemen, omdat zij weten

dat er een bedienaar is die hen in de gaten houdt. Beperkte bedientijden, zoals bij een brug nabij het station is van invloed op het landverkeer (kans op negatie rood licht) en ook op het scheepvaartverkeer.

Hieronder volgt een aantal voorbeelden van omstandigheden die invloed kunnen hebben op de besluitvorming en gewenste alertheid van de bedienaar:

- Onduidelijke verkeerssituaties die kunnen leiden tot ongewenst gedrag.
- Nabijheid van scholen, treinstation, ziekenhuis, toeristische attracties e.d.
- Bepalen van belang van vaarweg vs. weg (bijvoorbeeld brug voor langzaam verkeer over vaarweg met veel beroepsvaart of stroomweg over vaarweg met hoofdzakelijk pleziervaart).
- Aanwezigheid van hulpdiensten.



Voorbeeld van een brug met twee oeverkruispunten, meerdere rijbanen en nabij een NS-station (Stadsbrug Kampen, 2014)

## 6 Fases van totstandkoming

De totstandkoming van een kunstwerk vindt plaats in drie verschillende fases, gevolgd door een beheerfase:

- **Planfase:** plan voor kunstwerk en vaststellen haalbaarheid daarvan;
- **Ontwerpfase:** technische beschrijving bouw kunstwerk;
- **Aanlegfase:** realisatie kunstwerk;
- **Beheerfase:** gebruik van het kunstwerk.

De factoren van invloed spelen in de verschillende fases een andere, soms meer prominente rol (of zouden dit moeten doen). Deze paragraaf beschrijft op hoofdlijnen waarmee rekening moet worden in de verschillende fases.

### 6.1 Planfase

Algemeen wordt gesteld dat aan human factors en daarmee de factoren van invloed aandacht moet worden besteed in alle fases. Op hoofdlijnen dienen er eisen te worden opgesteld in de planfase. Keuzes die worden gemaakt in de planfase moeten aan deze eisen voldoen. Dit geldt voor zowel het wegverkeer, het vaarwegverkeer als de bediening. Voor het wegverkeer en het vaarwegverkeer zou in de planfase gekeken moeten worden naar positie van de beweegbare brug in de bestaande infrastructuur. Daarbij dient ook aandacht te zijn voor het type verkeer dat gebruik gaat maken van het beweegbaar object. Op de weg kan bijvoorbeeld gekozen worden voor alleen langzaam verkeer of juist alleen het snelverkeer. Op de vaarweg kan gekozen worden voor een beweegbaar object met een dermate hoge doorvaarthoogte, dat een groot deel van het scheepvaartverkeer er onder door kan varen.

Wat betreft bediening dient er aandacht te worden besteed aan de locatie van de bedienpost en de wijze waarop er in de toekomst zal worden bediend en hoe het werk wordt georganiseerd. Bijvoorbeeld, misschien is al bekend of het object met andere objecten samen (ritsend) wordt bediend op een duo werkplek. En wat betekent dit voor de bemensing en taken en verantwoordelijkheden? Bovengenoemde punten hebben invloed op de rijtaak, vaartaak en/of bedientaak. Toetsing en toepassing van Human Factors zal dus al in deze fase moeten plaatsvinden.

### 6.2 Ontwerpfase

In de ontwerpfase wordt duidelijk hoe het object eruit zal komen te zien en op welke wijze de Bedienlocatie wordt uitgevoerd en ingericht. In deze fase kunnen analyses van de rijtaak, vaartaak en bedientaak in detail worden uitgevoerd. Dit betekent dat de onderwerpen die staan beschreven in de delen Human Factors wegverkeer, Human Factors vaarwegverkeer en Human Factors bediening kunnen worden toegepast. Hierdoor ontstaat voorafgaand aan de realisatie een beter beeld van de consequenties van het nieuwe object voor het wegverkeer, het vaarwegverkeer en de bediening.

In de ontwerpfase moeten de eisen in detail worden uitgewerkt en gespecificeerd. Bijvoorbeeld, de eisen over het bedien gemak moeten worden uitgewerkt in eisen voor de MMI en de werkwijze in een eisen voor de uitwerking van taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden. Ook het wegontwerp wordt in deze fase gespecificeerd. Het ontwerp moet aan deze eisen voldoen. Is dat niet mogelijk, dan moet worden teruggesproken naar de bovenliggende eis en een alternatief worden bedacht dat in lijn ligt met deze eis. Een verificatie en validatieproces moet worden ingericht om te toetsen of het ontwerp aan de toepisen voldoet. Naast Human Factors deskundigen moeten in deze fase ook bedienaars worden betrokken om vanuit een bedienaarsperspectief de bediening en daarmee de veiligheid en doorstroming te optimaliseren. Door middel van een Gebruikers Acceptatie Test (GAT) wordt getoetst of het ontwerp voldoet aan de eisen van de eindgebruiker.

### 6.3 Aanlegfase

Gedurende de aanlegfase bestaat er een combinatie van de voorgaande en toekomstige situatie. Concreet betekent dit dat het beweegbare object zichtbaar wordt in de omgeving. Ook kunnen er tijdelijke verkeersstromen ontstaan tijdens de uitvoering van het project. Hierdoor kan voor het wegverkeer of het vaarwegverkeer hinder ontstaan in bijvoorbeeld zichtbaarheid en begrijpelijkheid van de situatie. Voor de bediening kan gedurende de aanlegfase extra werklast ontstaan doordat de gecombineerde situatie buiten onoverzichtelijk wordt. Zo zal de aanwezigheid van bouw materieel (hijskranen, werkverkeer, pontons) en medewerkers van de bouwers op een nieuw aan te leggen object naast een bestaand object voor de nodige afleiding kunnen zorgen.

In de aanlegfase is het van belang om te controleren dat alle eisen, die in het ontwerp zijn vastgelegd, ook worden nageleefd. Een proces van verificatie en validatie is ook hierbij aan de orde. Afwijkingen van de gestelde eisen moeten worden onderbouwd. Alternatieve ontwerpoplossingen moeten voldoen aan bovenliggende eisen. Naast een Factory

## Fases van totstandkoming

Acceptance Test (FAT) en een Site Acceptance Test (SAT) is ook een Gebruikers Acceptatie Test (GAT) vereist om de uiteindelijke realisatie van ontwerp goed te keuren. Intensieve samenwerking met Human Factors deskundigen en bedienaars is ook hier van belang. In het geval van renovatie of vervanging van bestaande kunstwerken kan er een transitiefase ontstaan waarbij de omgeving of bediening tijdelijk verandert. Dit kan grote consequenties hebben voor de veiligheid van de bediening. Specifiek voor transitiefases (denk aan opeenvolgende tijdelijke situaties) moeten de consequenties in kaart worden gebracht en de effecten die dat heeft voor de bediening. Ook hiervoor dienen er vanuit het perspectief van de bediener eisen te worden opgesteld en nageleefd.

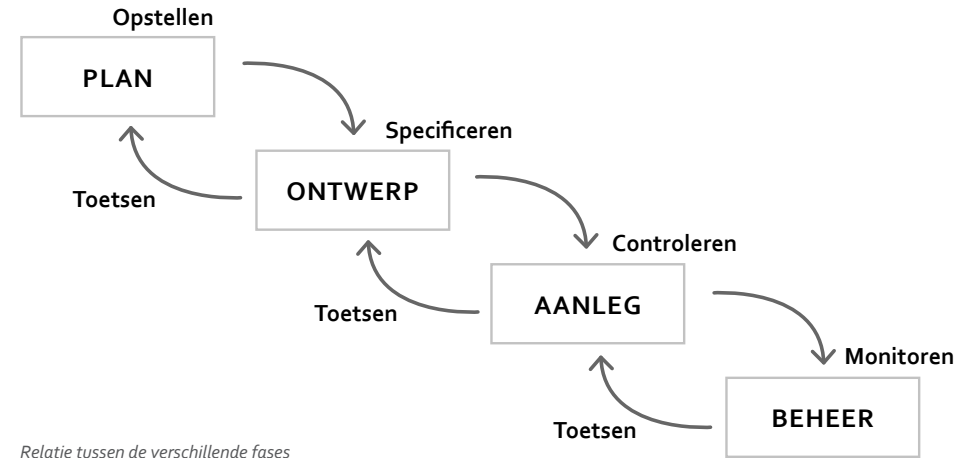


Voorbeeld van een gecombineerde situatie van nieuwe brug naast bestaande brug (Burgum (2016))

### 6.4 Beheerfase

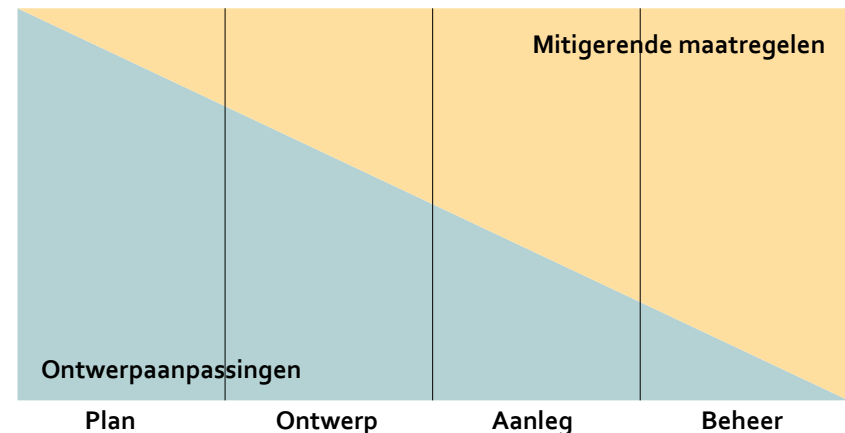
Tijdens de beheerfase moet blijvende monitoring plaatsvinden of er aan de gestelde eisen wordt voldaan, of dat er gezien de technische ontwikkelingen of nieuwe inzichten eisen moeten worden aangepast. Audits, (bijna-)incidentanalyses en inspecties moeten op geregelde basis plaatsvinden om te toetsen of er aan de eisen wordt voldaan en

mogelijke nieuwe eisen moeten worden geformuleerd, zodat de veiligheid en doorstroming voortdurend kan worden geoptimaliseerd.



Relatie tussen de verschillende fases

De onderstaande figuur geeft aan hoe de verschillende fases aan elkaar zijn gerelateerd. Het voordeel van toetsing op een vroeg moment is dat er nog maatregelen kunnen worden genomen die invloed hebben op het ontwerp. Als toetsing pas plaatsvindt op een later moment, dan zijn aanpassingen op het ontwerp niet meer mogelijk. De maatregelen zullen dan meer mitigerend van aard zijn. De onderstaande figuur laat dat zien.



De mogelijkheden om het ontwerp aan te passen nemen per fase af

# 7 Toepassen toetsmethodiek

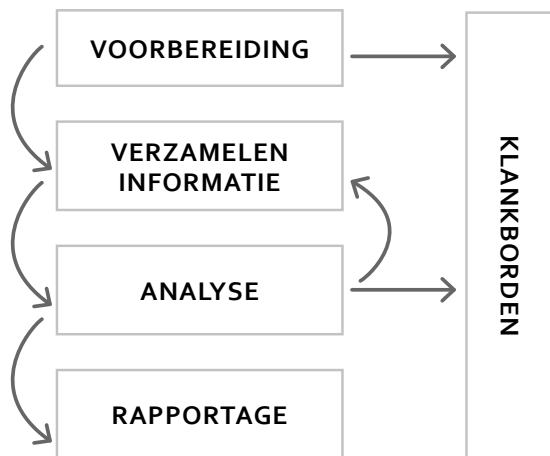
## 7.1 Inleiding

De toetsmethodiek is geïnspireerd op de Handreiking Human Factors-toets van de rijtaak bij tunnels (2018, concept) en aangepast voor rijtaak, vaartaak en bedientaak bij bruggen en sluisen.

De uitvoering van de toetsmethodiek bestaat uit 5 stappen:

1. Voorbereiding.
2. Verzamelen informatie.
3. Analyse.
4. Klankborden.
5. Rapportage.

De stappen worden in deze paragraaf beschreven. De stappen hebben een volgorde, maar die hoeft niet zo strak te worden gehanteerd. Bijvoorbeeld, klankborden kan op verschillende momenten in het proces plaatsvinden. Of tijdens de analyse kan worden besloten om nog extra informatie te raadplegen (zie onderstaande figuur).



Processtappen toetsmethodiek

De processtappen worden in deze paragraaf beschreven.

## 7.2 Voorbereiding

### Beschrijving van de aanleiding

De eerste stap in de voorbereiding is het helder beschrijven van de aanleiding en de vraag die door de opdrachtgever is gesteld. De aanleiding bepaalt welke scope wordt gehanteerd tijdens de toepassing van de methodiek. Bijvoorbeeld, het is mogelijk dat de opdrachtgever inzicht wil krijgen in alle Human Factors gerelateerde risico's van het ontwerp van een nieuwe brug. In dat geval is er sprake van een brede scope, waarbij alle gebruikers (wegverkeer, scheepvaart en bediening) worden meegenomen in de analyse en er een breed aantal scenario's wordt gehanteerd. Maar het is ook mogelijk dat er in de beheerfase is geconstateerd dat er veel ongevallen zijn met aanrijdingen van fietsers tegen de slagbomen, Dan kan de scope zich beperken tot het wegbeeld vanuit het perspectief van fietsers en de bediening in relatie tot het fietsverkeer.

### Opstellen toetsvragen

Om er zeker van te zijn dat de toets ook daadwerkelijk van toegevoegde waarde is en de beheerder weet waar hij aan toe is, dient een Human Factors-toets een aantal toetsingsvragen te beantwoorden. De bovenliggende vraag luidt als volgt:

'In hoeverre is de (geplande) situatie afgestemd op de voorwaarden vanuit Human Factors ten aanzien van de uitvoering van de vaartaak, rijtaak en bedientaak?'

Deze vraag gaat in de toets samen met de voorwaarden die gericht zijn op:

1. Het gewenste gedrag van de drie spelers weggebruiker, vaarweggebruiker en bedienaar ten aanzien van verkeersveiligheid, nautische veiligheid en veilig bedienen.
2. De Human Factors aspecten in relatie tot het gewenste gedrag bij de uitvoering van de rijtaak, vaartaak en bedientaak.

De onderliggende vragen zijn vervolgens:

#### Rijtaak

- In hoeverre is het ontwerp van de rijweg van invloed op de rijtaak?
- In hoeverre sluit de weginrichting bij het object aan op de rijtaak?
- In hoeverre heeft de wegomgeving bij het object effect op de rijtaak?
- In hoeverre heeft de verkeerssituatie effect op de rijtaak?



### Vaartaak

- In hoeverre is het ontwerp van de vaarweg van invloed op de vaartaak?
- In hoeverre sluit de vaarweginrichting bij het object aan op de vaartaak?
- In hoeverre heeft de vaarwegomgeving bij het object effect op de vaartaak?
- In hoeverre heeft de verkeerssituatie effect op de vaartaak?

### Bedientaak

- In hoeverre is de bedientaak afgestemd op de situatie rond het object?
- In hoeverre is de bedientaak afgestemd op de organisatie van andere (bedien)taken of neventaken?
- In hoeverre is de MMI afgestemd op de bedientaak?
- In hoeverre is de bedienesk afgestemd op de bedientaak?
- In hoeverre is de bedienruimte afgestemd op de bedientaak?
- In hoeverre is de taakinrichting afgestemd op de bedientaak?
- In hoeverre is de OTO afgestemd op de bedientaak?
- In hoeverre is er sprake van veiligheidscultuur die een veilige bedientaak bevordert?
- In hoeverre is er sprake van een lerende organisatie die een veilige bedientaak bevordert?

In respectievelijk de onderdelen Wegverkeer, Vaarwegverkeer en Bediening zijn de Human Factors aspecten, de factoren van invloed en bijbehorende voorbeelden van aandachtspunten beschreven. Deze kunnen worden gebruikt bij de beantwoording van de vragen. Afhankelijk van de aanleiding en de vraag van de opdrachtgever is het mogelijk dat de vraagstelling zich richt op slechts een deel van deze onderdelen of factoren. Het is daarom van belang helder vast te stellen wat de afbakening is van de analyse en welke vragen daarbij worden beantwoord (en welke niet).

### Fase van totstandkoming (plan, ontwerp, realisatie, beheer)

Afhankelijk van de fase van totstandkoming zullen bepaalde ontwerpbeslissingen wel of niet zijn genomen. Dat geeft aan in welke mate er nog ontwerpwijzigingen kunnen worden doorgevoerd, of dat eventuele verbeteringen alleen nog in de vorm van mitigerende maatregelen kunnen worden gedaan. Daarnaast zal er in latere fases meer en andere informatie beschikbaar zijn. De fase geeft dus aan welke informatie er beschikbaar is en wat de ruimte is voor mogelijke maatregelen. Dat betekent ook dat de (Human Factors) eisen en richtlijnen uit de vorige fase moeten worden geraadpleegd en gecontroleerd in hoeverre deze zijn toegepast. Het is dus belangrijk dat helder is in welke fase en waar in deze fase de realisatie van het object zich bevindt.

### Vaststellen van het invloedsgebied

Het invloedsgebied is het gedeelte van de weg en van de vaarweg dat beïnvloed wordt door de aanwezigheid van het beweegbaar object of dat van invloed is op bediening van het object. Het invloedsgebied is niet eenduidig vast te stellen voor elk object. Bijvoorbeeld, de afstand vanaf de brug of sluis waar signalering begint kan per brug verschillen. Daarbij kunnen er andere factoren zijn zoals kruisingen, bochten, havens of rotondes die van invloed zijn op de benadering of bediening van het object. Voor de analyse is het van belang om het invloedsgebied duidelijk vast te stellen. Dit moet in overleg gebeuren met de beheerder en bediening. Ook vanuit het weg- en vaarwegverkeer moet onderbouwd worden aangegeven waar het invloedsgebied begint en eindigt.

### Opstellen van de scenario's

Als de aanleiding, de toetsvragen, de fase en het invloedsgebied helder zijn omschreven, dan kunnen gericht de scenario's worden opgesteld. De scenario's beschrijven de situaties en omstandigheden die tijdens de analyse worden bestudeerd vanuit het perspectief van specifieke gebruikers. De scenario's worden gebruikt om de Human Factors aspecten voor de betrokken groepen op verschillende momenten tijdens het scenario te beoordelen. Als uitgangspunt bij de scenario's worden de bedienstappen van de betreffende brug of sluis gehanteerd. Generiek zijn dat de eerdergenoemde bedienstappen, maar per brug, sluis of nautische eenheid kunnen er variaties zijn of specifieke stappen worden toegevoegd.

In bijlage 1 worden de ingrediënten van de scenario's beschreven die samen met de werkgroep zijn geïdentificeerd. Op hoofdlijnen zijn de volgende elementen van belang:

#### Algemeen

- Happy flow: normaal en regulier gebruik.
- Verstoringen in verschillende mate (bijvoorbeeld systeemstoring).
- Calamiteiten.
- Onderhoud.
- Verschillende weersomstandigheden (bijvoorbeeld mist, neerslag, wind, zonlicht).
- Tijdstip (bijvoorbeeld dag, nacht, spitsuur, schemer, hoog- en laagseizoen).
- Tijdelijke afwijkingen als gevolg van renovatie of bouwactiviteit.

#### Specifiek voor wegverkeer

- **Verschillende verkeerssituaties** (bijvoorbeeld hoge intensiteit, verschillende vormen van wegverkeer, files, grote stromen fietsers).
- **Perspectief van verschillende weggebruikers** (snelverkeer, langzaam verkeer, bijzondere type weggebruiker).

## Toepassen toetsmethodiek

Specifiek voor scheepvaartverkeer

- **Verschillende verkeerssituaties** (bijvoorbeeld hoge intensiteit, verschillende vormen van vaarwegverkeer).
- **Perspectief van verschillende vaarweggebruikers** (bijvoorbeeld beroepsvaart, containerschepen, recreatievaart).

Specifiek voor bediening

- **Bijzondere omstandigheden** (bijvoorbeeld veel/weinig aanbod, in combinatie met andere taken, ritsend bedienen, naderende hulpdiensten, storings bediensysteem).
- **Perspectief bedienaar** (centrale bedienaar, lokale bedienaar, coördinerende bedienaar).

### Oriëntatie op de locatie

Observaties ter plaatse zijn nodig om een beeld te krijgen van de omgeving. Afhankelijk van de fase van totstandkoming kan het object worden verkend. Het weg- en vaarwegbeeld kan worden vastgelegd vanaf de verschillende naderingsrichtingen. Op basis van de beelden, verzamelde informatie en Google maps (mits actueel) kan een bovenaanzicht worden gecreëerd. Wat betreft de vaarweg worden het object, nabijgelegen objecten, havens, steigers e.d. en het ontwerp van de vaarweg opgenomen. Voor de rijweg worden het object en het ontwerp van de weg (incl. rijbaanindeling) opgenomen.

Wat betreft de bedientaak zijn observaties mogelijk in de bedienruimte en de wijze waarop er wordt bediend. Ook het doen van interviews met bedienaars over de werkwijze en het maken van filmpjes en foto's is daarbij zinvol. Besteed daarbij ook aandacht aan de (beoogde) organisatie, werkwijze (bijvoorbeeld corridormanagement) en de bijbehorende formatie.

## 7.3 Verzamelen informatie

Als tweede stap wordt de beschikbare informatie verzameld die nodig is om de analyse te kunnen uitvoeren. Samen met de werkgroep is geïdentificeerd welke informatie (per fase) nodig is om de toetsing uit te kunnen voeren. Bijlage 2 geeft een overzicht van de genoemde informatiebronnen (dit overzicht is niet uitputtend). De onderstaande hoofdcategorieën zijn daarbij geïdentificeerd.

### *Kenmerken van het object en omgeving*

Dit betreft informatie over de brug of sluis en de omgeving. Voorbeelden zijn visualisaties en tekeningen van het object, het soort object (bijvoorbeeld basculebrug of hefbrug), andere objecten in de omgeving, demografie van de omgeving.

### *Situatie – weg*

Deze informatie gaat over de situatie gerelateerd aan de weg en het wegbeeld. Voorbeelden zijn visualisaties en tekeningen over het verloop van de weg, het dwarsprofiel en de bebording. Ook informatie over de huidige en toekomstige verkeerssituatie valt hieronder.

### *Situatie – vaarweg*

Bij informatie gerelateerd aan de vaarweg kan gedacht worden aan visualisaties en beschrijvingen van het verloop van de vaarweg, de aanwezigheid van steigers, remmingen, bebording en bebouwing langs de kade.

### *Bediening en bedienproces*

Ook vanuit het oogpunt van de bediening en het bedienproces dient informatie te worden verzameld. Bijvoorbeeld beschrijvingen en specificaties van de bedienplek en bedienruimte, het bedienproces, cameraplannen. Afhankelijk van de fase kunnen ook interviews en observaties nuttig zijn bij het verzamelen van de informatie.

### *Rapportages, publicaties en logdata*

Voor de analyse is het ook nuttig om inzicht te krijgen in zaken als ongevalsanalyses, verkeersdata en veiligheidsrapportages.

### *Kaders, richtlijnen en eisen*

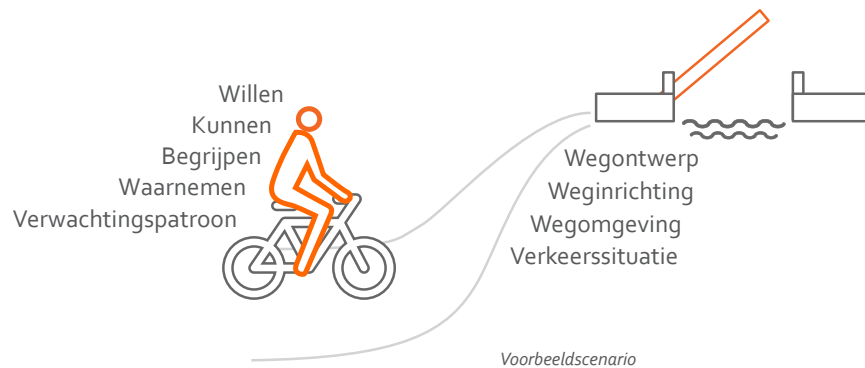
Bij de analyse dient rekening gehouden te worden met de voorgeschreven (Human Factors gerelateerde) kaders, richtlijnen en eisen. Tijdens de analyse kan worden getoetst in hoeverre deze zijn toegepast. Voorbeelden zijn kaders als de LBS, of handboeken en ontwerpisen.

## 7.4 Analyse

Tijdens de analyse worden de beschreven scenario's aan de hand van de verzamelde informatie doorlopen. Per gekozen (vaar)weggebruikers en/of bedienaar worden in verschillende stappen de Human Factors aspecten geanalyseerd. Met de 'Human Factorsbril' (verwachtingspatroon, waarnemen, begrijpen, kunnen, willen) worden vanuit het gekozen perspectief de stappen van het scenario beschouwd.

Als voorbeeld schetsen we een scenario, waarbij een fietser een brug nadert (zie onderstaande figuur). Het scenario beschrijft de route van de fietser en de 'events' die tijdens het afleggen van de route plaatsvinden. Bijvoorbeeld, de brug kan open, sluitende of

## Toepassen toetsmethodiek



gesloten zijn. Het scenario wordt doorlopen vanuit het perspectief van de fietser. Tijdens het doorlopen van het scenario wordt per stap aandacht besteed aan de factoren van invloed en wat het effect is op de aspecten verwachtingspatroon, waarnemen, begrijpen, kunnen en willen. Bijvoorbeeld, in hoeverre sluit het wegontwerp aan bij de verwachting dat er een brug wordt benaderd? Is de weginrichting (landverkeersseinen) duidelijk en bijtijds zichtbaar en begrijpelijk als de brug gaat sluiten? Zijn er elementen in de wegomgeving die de fietser afleiden of het zicht belemmeren? Is de fietser bereid om te stoppen bij rood licht, of is er een prikkel (halen van de trein?) die doet besluiten om risico's te nemen?

Het resultaat is een inventarisatie van mogelijke knelpunten. De onderstaande tabel geeft een (fictief) voorbeeld van hoe het resultaat eruit zou kunnen zien. Per bedienstap is per factor van invloed aangegeven welke knelpunten er zijn, eventueel aangevuld het de Human Factors aspecten waaraan deze zijn gerelateerd. Nogmaals, deze tabel is fictief en onvolledig en geen afvinklijst. De cellen kunnen voller zijn of misschien helemaal leeg en ook de bedienstappen zijn onvolledig.

Dezelfde aanpak kan worden gehanteerd voor andere spelers (andere weggebruikers, vaarweggebruiker of bedienaar). Ook kan ervoor gekozen worden om in het scenario meerdere spelers tegelijk te betrekken. Bijvoorbeeld, wat gebeurt er met er met de bedienaar op het moment dat de fietser besluit het rode licht te negeren en vast komt te zitten tussen de afsluitbomen? Op die manier worden de interacties tussen de spelers zichtbaar.

Het is ook mogelijk dat er combinaties zijn van factoren die tezamen tot een knelpunt leiden. Bijvoorbeeld, de weginrichting kan bij een bepaalde verkeerssituatie vanuit Human Factors standpunt wel geschikt zijn en bij een andere verkeerssituatie niet. Het is daarom van belang om een integrale benadering te hanteren.

Bedienstap	Wegontwerp	Weginrichting	Wegomgeving	Verkeerssituatie
Brug gesloten	Weg smaller op brug (kunnen)	Afleidende borden (waarnemen)	Afgeleid door mooie omgeving (waarnemen)	Te veel verkeer om veilig te kunnen oversteken (kunnen)
Onderbreken landverkeer	Zichtbaarheid opsteplaatsen (waarneming)	Zichtbaarheid signalering (waarnemen)	Aanwezigheid station, trein niet willen missen (willen)	Lage openingsfrequentie (verwachtingspatroon)
Brug open	Afsluitboom zit dicht op voeg, valgevaar (kunnen)	Late zichtbaarheid signalering, niet kunnen stoppen (kunnen)	Boom maskeert signalering (waarnemen)	Fietser moet aan linkerzijde opstellen (begrijpen)
Brug sluiten, landverkeer vrij	Versmalling op brug, trechtersvorming (kunnen)	Openen afsluitbomen duurt lang na sluiten brug (begrijpen)	Verleiding om voortijdig over te steken ivm halen trein (willen)	Veel verkeer dat tegelijk optrekt, gevaarlijke situatie (kunnen)

### ▶ 7.5 Klankborden

Klankborden kan plaatsvinden met verschillende partijen. Dit is afhankelijk van het doel.

#### **Uitwisselen informatie met betrokkenen**

In een vroeg stadium is het van belang om helder te krijgen of de vraagstelling goed is begrepen, welke ontwerpkeuzes er zijn gemaakt en wat mogelijke issues zijn op het gebied van techniek en veiligheid. In dat geval is het goed om de dialoog te zoeken met bijvoorbeeld de beheerder object, beheerder vaarweg, beheerder weg, bedienaar en verkeersveiligheidsdeskundige, nautische veiligheidsdeskundige, technische adviseurs (bijvoorbeeld t.a.v. bedienomgeving, techniek object, technische installatie).

#### **Borging van de analyse**

Een borging van de analyse is van belang om vast te leggen dat inhoudelijk gezien de analyse goed is uitgevoerd en goed is onderbouwd. In dat geval is een 'peer review' van een onafhankelijke vakgenoot Human Factors--deskundige zeer nuttig. Hiervoor kan bijvoorbeeld contact worden gezocht met universiteiten of onderzoeksinstituten.

### ▶ 7.6 Rapporteren

In het rapport wordt een beschrijving gegeven van de relevante bevindingen uit de analyse, voorzien van illustraties, zodat de gedragskundige verbeterpunten duidelijk worden voor de lezer van het rapport. Het rapport bevat een onderbouwing van de bevindingen in relatie tot de Human Factors-principes. Het rapport kent ten minste de volgende onderdelen:

#### *Beschrijving van de aanleiding*

Wat is de achterliggende reden dat de toets is uitgevoerd? Welke vraag heeft de opdrachtgever gesteld?

#### *Beschrijving van scope*

Wat is er wel en niet getoetst en tot welk niveau? Waarom is hiervoor gekozen?

#### *Aanpak*

De aanpak beschrijft onder meer de volgende onderdelen:

- De gehanteerde methodiek.
- De gehanteerde bronnen.
- De scenario's die zijn gebruikt.
- Beschrijving van de leidende Human Factors-principes die zijn gehanteerd.

#### *Bevindingen*

De bevindingen van de rittenanalyses dienen te worden beschreven. Daarbij wordt ook gekeken naar de eisen uit eerdere fases en in hoeverre deze zijn toegepast. En zo niet: welke onderbouwing is daarvoor gegeven?

#### *Conclusies en aanbevelingen*

De conclusies en aanbevelingen geven een algemene beoordeling: is het object veilig genoeg?

- Welke onderdelen voldoen en welke niet?
- Wat zijn de meest risicovolle scenario's?
- Welke zaken verdienen direct aanpassing?

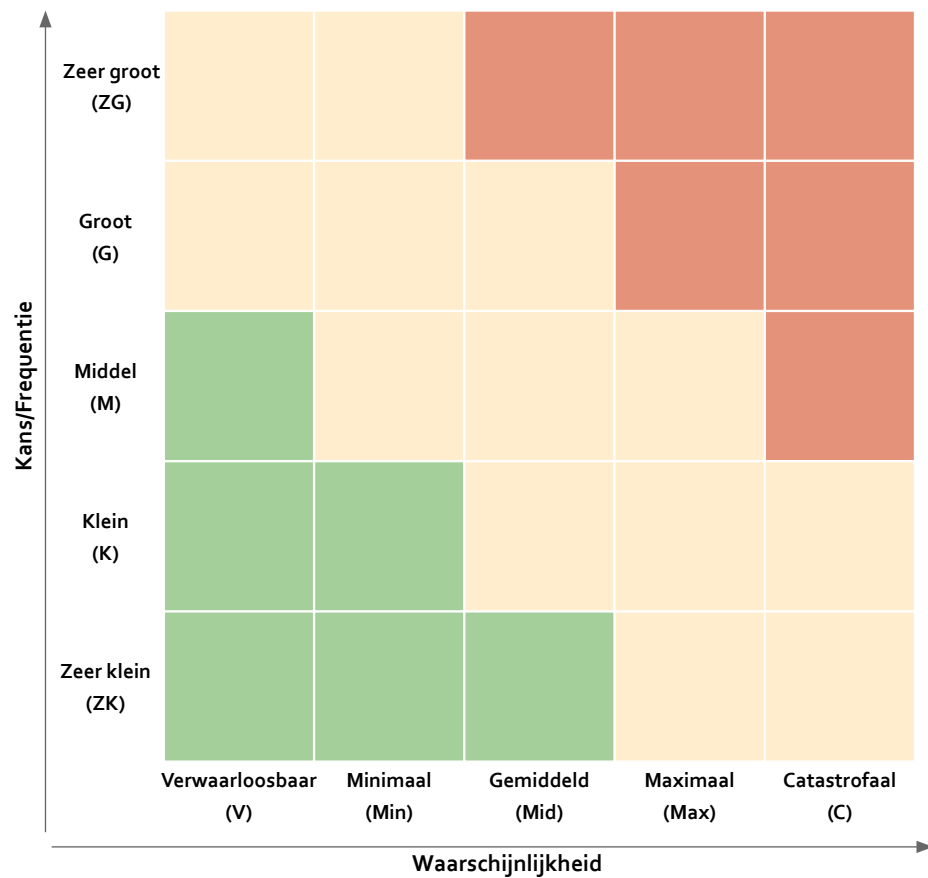
Beschrijf dit zowel integraal als specifiek per gebruiker.

Daarnaast dienen de specifieke aandachtspunten worden genoemd, waarbij een weging of prioritering kan worden gegeven, bijvoorbeeld:

- Ernstig: no go.
- Middel: aanpassen, beheersmaatregel.
- Licht, mogen later worden aangepast.
- Mogelijke stapeling meerder aandachtspunten.
- Waar liggen de risico's.

Hierbij kan gebruik worden gemaakt van een risicomatrix, waarmee de kans en de ernst van het gevolg wordt ingeschat (zie onderstaande figuur). Dit geeft een onderbouwing voor de prioritering van te nemen maatregelen.

Hoe de weging wordt gehanteerd is aan de toetsers in overleg met de opdrachtgever.



Voorbeeld van een risicomatrix

In de conclusies en aanbevelingen wordt ook getoond welke stappen moeten worden ondernomen om de gevonden verbeterpunten aan te pakken, met een onderbouwing. Ook worden eisen beschreven die als input dienen voor volgende fase.

### Presentatie

De resultaten worden gepresenteerd in een makkelijk te begrijpen vorm, bijvoorbeeld door middel van grafische overzichten en visualisaties. Soms is er de voorkeur voor een interactieve vorm van rapporteren, anderen hebben liever een 'papieren' rapport. De wijze van presenteren wordt in overleg met de opdrachtgever uiteindelijk door de toetsers bepaald.

Bijlage 3 toont een lijst van onderwerpen die volgens de toetsmethodiek kunnen/moeten worden behandeld. Deze lijst kan worden gebruikt om te controleren wat is behandeld en wat de resultaten zijn, of om aan te geven wat niet is behandeld en waarom niet.

## 8 Referenties

*Platform WOW (2018). Human Factors Bedientaak (interactieve pdf).*

*Rijkswaterstaat (2018) Verslag expertsessie borging vaartaakanalyse. Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving.*

*Rijkswaterstaat (2017). Richtlijnen Vaarwegen - Kader verkeerskundig vaarwegontwerp Rijkswaterstaat.*

*Rijkswaterstaat (2019, in ontwikkeling) Handreiking Human Factors-toets van de rijtaak bij tunnels - Beoordeling van de rijtaak in het invloedsgebied van een tunnel. Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving.*

*Rijkswaterstaat (2016), 'Human Factors voor Verkeersveiligheid in wegontwerp; Handreiking voor Human Factors; Bijlage bij de VOA' Rijkswaterstaat, Water, Verkeer en leefomgeving, Rijswijk.*

*Theeuwes, J.L., Van der Horst A.R.A & Kuiken, M. (2012), 'Designing Safe Road Systems', Ashgate.*

*Wickens, C.D., Gordon, S.E., Liu, Y. (1997). An Introduction to Human Factors Engineering. Pearson Education (Us).*

## Bijlage 1: Ingrediënten scenario's

Algemeen	Weggebruiker	Vaarweggebruiker	Bedienaar
<p>Normaal gebruik, regulier, happy flow</p> <p>Afwijkingen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Storingen systeem</li> <li>- Storingen camera's</li> <li>- Zichtbaarheid storingen</li> <li>- Systeem deels beschikbaar</li> <li>- Onderbreking proces + herstart</li> <li>- Ongevallen</li> <li>- Incidenten</li> <li>- Evenementen</li> <li>- Slecht weer</li> <li>- Slecht zicht</li> <li>- Onderhoud</li> </ul> <p>Verskillende periodes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dag / nacht</li> <li>- Tijd</li> <li>- Spits</li> <li>- Week / weekend</li> <li>- Vakanties</li> <li>- Seizoenen</li> <li>- Weer</li> </ul> <p>Overtredingen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Door rood rijden</li> </ul> <p>Tijdelijke afwijkingen (door verstoring of bouwactiviteit)</p> <p>Weg gewoon beschikbaar (geen brugdraai)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wegontwerp, maar ook alternatief gebruik / misbruik zoals brugspringen</li> </ul> <p>Kritisch moment 1: Stoppen landverkeer</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kop-staart stopstreep</li> <li>- Roodlicht- en slagboomnegatie</li> <li>- Slagboomaanrijding</li> </ul> <p>Kritisch moment 2: Opsluiten verkeer (mee 'omhoog' gaan)</p> <p>Kritisch moment 3: risico's in de wachtrij</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kop-staart</li> <li>- Keren</li> <li>- Blokkeren kruispunten</li> <li>- Etc.</li> </ul> <p>Kritisch moment 4: vrijgeven landverkeer</p> <p>Schaduw (gebouwen, bomen)</p> <p>Levensduur (fase) van het object</p>	<p>Verkeerssituatie weg</p> <p>Bereikbaarheid hulpdiensten / bergingsdiensten</p> <p>Zichtlijnen</p> <p>Scheiding verkeersstromen</p> <p>Onoverzichtelijkheid</p> <p>Afleiding</p> <p>Specifieke doelgroepen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scholieren</li> <li>- Studenten</li> <li>- Ouders met kinderen / schoolbrenngstress</li> <li>- Grote fietsstromen</li> </ul> <p>Hulpdiensten over het object met prio-rit + eventuele prio-OV-ritten</p> <p>Persoon op brugdek, slecht zichtbaar</p> <p>Meerdere verkeersstromen (tram / auto / langzaamverkeer)</p> <p>Passage bij gesloten brug</p> <p>Nadering tijdens het openen of na opening van brug</p> <p>Nadering bij bepaalde weersomstandigheden</p> <p><b>Perspectief</b></p> <p>Snelverkeer, bijvoorbeeld:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Auto's</li> <li>- Motoren</li> <li>- Bussen</li> <li>- Trams</li> <li>- Hulpdiensten</li> <li>- Tractor</li> <li>- Trein</li> </ul> <p>Langzaamverkeer, bijvoorbeeld:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fiets</li> <li>- Scooter</li> <li>- Voetganger</li> <li>- Wielrenners</li> </ul> <p>Type weggebruiker, bijvoorbeeld:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rolstoel, rollator</li> <li>- Ouderen</li> <li>- Schoolgaande kinderen</li> <li>- Hulpdiensten</li> </ul>	<p>Verkeerssituatie vaarweg</p> <p>Voldoende wachtplaatsen scheepvaart</p> <p>Zichtlijnen</p> <p>Scheiding verkeersstromen</p> <p>Onoverzichtelijkheid</p> <p>Afleiding</p> <p>Scheepspassage van een brug zonder of met brugopening</p> <p>Verskillende mogelijke wijze van passeren (beide richtingen, met en zonder opening, in- en uitvaren van een sluis)</p> <p>Aanwezigheid beroepsvaart</p> <p>Aanwezigheid pleziervaart</p> <p>Bepaalde verkeersintensiteit</p> <p>Bepaald moment van de dag/seizoen/ weersomstandigheden/ spitsuur</p> <p>Storingen</p> <p>Eventueel incidenten en calamiteiten</p> <p><b>Perspectief</b></p> <p>Plezierjacht</p> <p>Roeier</p> <p>Beroepsvaart (maximaal toegestane scheepvaartklasse)</p> <p>Containerschip</p>	<p>Gebouw</p> <p>Informatievoorziening bedienaar</p> <p>Bedienplek</p> <p>Bediening bij calamiteiten</p> <p>Bediening bij storingen</p> <p>Relatie werkgever met organisatie</p> <p>Zichtlijnen</p> <p>Onoverzichtelijkheid</p> <p>Afleiding bedienaar</p> <p>Verskillende bedienvormen die van toepassing zijn</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ritsend bedienen</li> <li>- Neventaken bedienaar</li> </ul> <p>Verskillende werklustscenario's</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rustig (nacht)</li> <li>- Normaal</li> <li>- Piekbelasting (spits, afwijkende situaties)</li> </ul> <p>Geen uniformiteit objecten</p> <p>Complexe beheersituaties: wat als beheer en bediening bij verschillende partijen ligt?</p> <p>Bediening bij weinig aanbod</p> <p>Bediening terwijl er ook andere taken (moeten) worden uitgevoerd / ritsend bedienen</p> <p>Storingen</p> <p>Naderende hulpdiensten</p> <p><b>Perspectief</b></p> <p>Bedienaar</p> <p>Coördinator</p>

## Bijlage 2: Informatiebronnen per fase

	Algemeen	Planfase	Ontwerpfase	Aanlegfase	Beheerfase
<b>Kenmerken van het object en omgeving</b>	<p>Simulatie</p> <p>Passeerplekken scheepvaart</p> <p>Enkel of nautische eenheid</p> <p>Filmpjes of virtuele visualisatie eindsituatie indien beschikbaar</p> <p>Liever visualisaties dan tekeningen</p> <p>Ontwerp moet bekend zijn</p> <p>Dynamiek brugopening</p> <p>Eventuele koppeling VRI</p> <p>Mogelijke openingen om te passeren.</p> <p>Breedte van de openingen.</p> <p>Locatie van de val.</p> <p>(Informatie over) doorvaarthoogte</p> <p>Informatie de wijze van passeren.</p> <p>Tekeningen</p> <p>Soort brug (bascule, hef, draai, etc.)</p> <p>Soort sluis (soort deuren, verval, getijde of niet, verkeer over deur, etc.)</p> <p>Combinaties, nautische eenheden (meerdere kolken, sluis/brugcombinaties, brugcombinaties (met spoor), etc.</p> <p>Kaartmateriaal omgeving</p> <p>Beplanting</p>	<p>Oriëntatie object, nu en in toekomst, t.o.v.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geografie (zon, water)</li> <li>- Demografie (scholen, stations, verzorgingstehuis)</li> </ul> <p>Maquette</p> <p>3D-model / BIM</p> <p>Schetsen architect</p> <p>Tekeningen</p> <p>Visualisaties</p> <p>Toekomstige ontwikkelingen rond gewenste locatie</p> <p>Plannen ruimtelijke ontwikkeling omgeving (vaststaand en potloodschetsen)</p>	<p>Detailontwerp</p> <p>Tekening met opstelling installaties</p> <p>Bouw Informatie Model (BIM)</p> <p>Uitvoeringsontwerp</p> <p>Schetsen</p> <p>Visualisaties</p>	<p>Fysiek ontwerp en objecten brug</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ontwerptekeningen</li> <li>- Google maps, streetview</li> <li>- Schouw</li> </ul> <p>As built tekeningen</p> <p>BIM</p> <p>Foto's as built</p> <p>Tekeningen huidige / tijdelijke / nieuwe situatie en verschillen daartussen voor gebruikers (alle 3)</p> <p>Visualisaties</p>	<p>Wijzigingstekeningen</p> <p>Foto's wijzigingen</p> <p>Extra opdrachten (voor wijzigingen)</p>
<b>Situatie - weg</b>	<p>Zichtlijnen weggebruiker</p> <p>Tekeningen over het wegontwerp en de weginrichting</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wegontwerptekeningen van het dwarsprofiel ter hoogte van het beweegbaar object en de route er naar toe (invloedsgebied).</li> <li>- Bewegwijzeringstekeningen</li> </ul> <p>Tekeningen met de bebordingen en positie van portalen.</p> <p>Verkeersstromen</p> <p>V-max ter plaatse</p> <p>Visualisaties van alle ritten over het object</p>	<p>Analyse verkeerssituatie op gewenste locatie</p> <p>Ontwikkelingen bij en het wegverkeer</p> <p>Analyse (toekomstig) verkeersaanbod weg:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Seizoenen</li> <li>- Dag / nacht</li> <li>- Week / weekend</li> </ul>		<p>Wegontwerp</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tekeningen</li> <li>- Google maps</li> <li>- Streetview</li> <li>- Schouw</li> </ul>	<p>Videobeelden van het verkeer, zowel van vast punt als vanaf voertuig</p>
<b>Situatie - vaarweg</b>	<p>Zichtlijnen vaarweggebruiker</p> <p>Verkeersstromen</p> <p>Nabije havens</p> <p>Steigers</p> <p>Concentratie pleziervaart</p>	<p>Ontwikkelingen bij de binnenvaart</p> <p>Analyse (toekomstig) verkeersaanbod water:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Seizoenen</li> <li>- Dag / nacht</li> <li>- Week / weekend</li> </ul>			<p>Videobeelden van het verkeer, zowel van vast punt als vanaf vaartuig</p>



## Bijlage 2: Informatiebronnen per fase

	<p>Toegestane scheepvaartklasse</p> <p>Ontwerp van de vaarweg (bijv. bochten, vernauwing of verbreding)</p> <p>Inrichting van de vaarweg (bijv. steigers, remmingswerken, dynamische en vaste bebording)</p> <p>Vaarwegomgeving (bijv. bebouwing, beplanting, die zicht kunnen beperken)</p> <p>Nabijheid van andere objecten (stuw, sluis of brug)</p> <p>Intensiteiten scheepvaart en verhoudingspercentage beroeps-/pleziervaart</p> <p>Toegestane scheepvaartsklasse (N.B. let op mogelijk mismatch met klasse van vaarweg en het object)</p>				
<b>Bediening en bedienproces</b>	<p>Bedientaak en verantwoordelijkheid</p> <p>Taakbeschrijving bediening</p> <p>Opleidingsdocumenten / OTO plan</p> <p>Functionele specificaties / ontwerptekeningen Mens-machine Interface (MMI)</p> <p>Functionele specificaties / ontwerptekeningen bediendesk</p> <p>Functionele specificaties / ontwerptekeningen bedienruimte</p>	<p>Formatieplan</p> <p>Visie over toekomstige bediening</p>	<p>Procesontwerp</p>	<p>Procesontwerp (brugdraaistappen)</p> <p>Opleidingsmateriaal</p>	<p>Feedback bedienaars</p> <p>Bedienprotocol (inc ervaringen en olifantenpaadjes)</p>
<b>Rapportages, publicaties en logdata</b>	<p>Ongevalseanalyse en -cijfers</p> <p>Interviews beheerders en bedienaars</p> <p>Beoordeling onderhoudspartij</p> <p>Veiligheidsrapportages</p> <p>Media, publiek, vaarweggebruikers</p> <p>Data</p> <p>Verkeersdata</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Overzicht van de intensiteiten</li> <li>- Behaalde snelheden</li> <li>- Getoonde beeldstanden</li> <li>- Categorie voertuigen</li> </ul> <p>Beleidsrapportages</p> <p>Incidentrapportages</p> <p>Veiligheidsmanagementsysteem</p> <p>Audits</p> <p>Verslagen genomen maatregelen en effecten</p>			<p>Ongevallenstatistieken / bijna ongevallen</p>	<p>Ongevalseanalyses / bijna ongevallen</p> <p>Risicodossier</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- RI&amp;E</li> <li>- Incidentrapporten</li> </ul> <p>Verkeersdata</p> <p>Bediendata</p> <p>Incidentdata</p>
<b>Kaders, richtlijnen en eisen</b>	<p>Bedienfilosofie</p> <p>Handboeken</p> <p>Koppeling naar overige fases</p> <p>LBS</p>	<p>Randvoorwaarden / bestaande besluiten (bv bediening op afstand of lokaal)</p> <p>LBS</p>	<p>PVE</p> <p>Doorkijk naar volgende fases</p> <p>LBS</p>	<p>LBS</p>	<p>Gebruikshandleiding</p> <p>Instandhoudingsplan</p> <p>LBS</p>

# Bijlage 3: Lijst van onderwerpen

## 1. Object

Op welk object heeft de toets betrekking?

## 2. Voorbereiding

### Fase

- In welke fase van totstandkoming bevindt zich het object? (Planfase, Ontwerpfase, Realisatiefase, Beheerfase)

### Aanleiding

- Wat is de aanleiding van het uitvoeren van de Human Factors toets?

### Toetsvragen

- Welke toetsvragen zijn er geformuleerd?
- Op welke gebruikers wordt de methodiek toegepast? (Weggebruikers, vaarweggebruikers, bedienaars of combinatie daarvan)
- Welke specifieke gebruikers worden er per gebruikersgroep meegenomen?

### Invloedsgebied

- Welk gebied rond het object wordt beschouwd als het invloedsgebied?
- Waarom is voor dit gebied gekozen?

### Opstellen scenario's

- Welke scenario's zijn er opgesteld om voor de uitvoering van de toets?
- Waarom is gekozen voor deze scenario's?

### Oriëntatie op de locatie

- Op welke wijze heeft is er georiënteerd op de locatie van het te toetsen object?
- Waarom is voor deze wijze gekozen?

## 3. Verzamelen informatie

- Welke informatie wordt gebruikt voor de uitvoering van de toets?
- Waarom is gekozen voor deze informatie?

## 4. Analyse

- Welke knelpunten zijn er gevonden tijdens de analyse?
- Op welk moment in het scenario doen deze zich voor?
- Binnen welke factoren van invloed liggen deze knelpunten?
- Op welke Human Factors aspecten hebben ze betrekking?

## 5. Klankborden

- Hebben er klankbordsessies plaatsgevonden tijdens de toets?
- Zo ja, met welk doel hebben deze sessies plaatsgevonden?
- Heeft er specifiek een sessie plaatsgevonden ter borging van de analyse? Zo ja, wat was de uitkomst?

## 6. Rapporteren

- Op welke wijze zijn de resultaten gerapporteerd?
- Is duidelijk wat de belangrijkste knelpunten zijn en waarom?
- Beschrijft het rapport aanbevelingen over de wijze waarop de knelpunten kunnen worden aangepakt?

# Colofon

**Titel:** Human Factors Toetsmethodiek Beweegbare Objecten  
**Projectnummer:** Intergo 4082  
**Datum:** 4 maart 2019  
**Auteurs:** Jouke Rypkema  
Michel Lambers  
Eleonora Caprari  
**Interne referent:** Alfred van Wincoop  
**Opdrachtgever:** Platform Wegbeheerders ontmoeten Wegbeheerders en Water Ontmoet Water (WOW)  
**Contactpersoon:** Kim Hofhuis  
**Status:** Definitief, versie 1.0

Deze opdracht is uitgevoerd door Intergo en Adviesdienst Mens & Veiligheid in opdracht van Platform WOW. Dit document is totstand gekomen in samenwerking met de leden van Platform WOW.

Het verspreiden van deze uitgave aan direct belanghebbenden is toegestaan. Aanpassingen aan deze uitgave op het gebied van tekst, afbeeldingen of elke andere wijze is voorbehouden aan Platform WOW.



© 2019 INTERGO  
Pausdam 2 . 3512 HN Utrecht  
**T** +31 (0)30 677 87 00  
**F** +31 (0)30 677 87 01  
**E** [info@intergo.nl](mailto:info@intergo.nl)  
**I** [www.intergo.nl](http://www.intergo.nl)