



# Human factors toetsmethodiek beweegbare objecten

Versie 2.0, definitief  
25 mei 2021

## Voorwoord

In 2019-2020 is deze toetsmethodiek ontwikkeld in samenwerking met de expertgroep van vaarwegbeheerders die zijn aangesloten op het Platform Wegbeheerders Ontmoeten Wegbeheerders en Water Ontmoet Water (WOW). De methodiek en toets is ook een aantal keren toegepast en gevalideerd. De validatie leidde tot aanbevelingen ter verbetering van de toetsmethodiek. Deze zijn verwerkt in deze versie 2.0.

De human factors methodiek biedt een lijst van aandachtspunten ter beoordeling tijdens de toets. Er is expliciet voor gekozen om geen checklist op te stellen, om af te vinken of aan alle human factors eisen is voldaan. Een afvinklijst kan ertoe leiden dat een beheerder slechts *compliant* is en een gedegen analyse achterwege blijft. De keerzijde van deze keuze is dat de toets niet uit een aantal simpele controleregels bestaat en daarmee complexer en arbeidsintensiever wordt. Er is specialistische kennis vereist om de toets uit te kunnen voeren. De toets is daarom uitgewerkt als een methodiek met een beschrijving van de te doorlopen stappen om de toets uit te voeren en instructies voor de wijze van invulling van deze stappen.

Tijdens schrijven van dit document ontwikkelen vaarwegbeheerders parallel een roadmap om aanvullend op deze toetsmethodiek te komen tot een landelijk kader human factors en brugbediening. De ingrediënten van deze toets maken daar onderdeel van uit.

De expertgroep voor deze toetsmethodiek bestaat uit de volgende deelnemers:

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

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>3</b>
1.1	Aanleiding .....	3
1.2	Doel van de toetsmethodiek.....	3
1.3	Afbakening.....	3
1.4	Relatie met andere toetsen .....	3
1.5	Opzet van dit document.....	4
<b>2</b>	<b>Achtergrond van de toets .....</b>	<b>5</b>
2.1	Integrale aanpak.....	5
2.2	Human factors .....	5
2.3	Veiligheidsrisico's .....	5
2.4	Wanneer toetsen? .....	6
2.5	Hoe de toets te gebruiken .....	6
<b>3</b>	<b>Stappen van de toets .....</b>	<b>7</b>
3.1	Vorbereiding .....	7
3.2	Analyse .....	10
3.3	Rapporteren .....	13
3.4	Klankborden .....	14
<b>4</b>	<b>Referenties.....</b>	<b>15</b>



## 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 beweegbare objecten. Als vervolg daarop heeft het Platform Wegbeheerders Ontmoeten Wegbeheerders en Water Ontmoet Water (WOW) op advies van de minister van Infrastructuur en Waterstaat op 1 september 2016 een bijeenkomst georganiseerd rondom het thema 'Veiligheid Bediening van Objecten'. Naar aanleiding van deze bijeenkomst is bij de vaarwegbeheerders de zorg geuit over de mate waarin voldoende aandacht is voor human factors bij het ontwerp en de realisatie van beweegbare objecten, zoals beweegbare bruggen, sluizen en stuwen. In reactie daarop heeft het 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 instrument is een methodiek om te beoordelen in hoeverre object en omgeving vanuit een human factors perspectief aansluiten bij de verschillende gebruikers van beweegbare objecten.

### 1.2 Doel van de toetsmethodiek

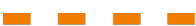
Het doel van de toetsmethodiek is om de beheerders van beweegbare objecten een hulpmiddel te bieden in de beoordeling van human factors in relatie tot veiligheid bij bediening van beweegbare objecten. De methodiek helpt bij het identificeren van human factors gerelateerde risico's en bij het formuleren van (ontwerp)verbeteringen om de risico's aan te pakken. Het betreft zowel risico's in de bediening als het weg- en vaarwegverkeer. 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 de veiligheidsrisico's van beweegbare objecten op vergelijkbare wijze te beoordelen en te optimaliseren.

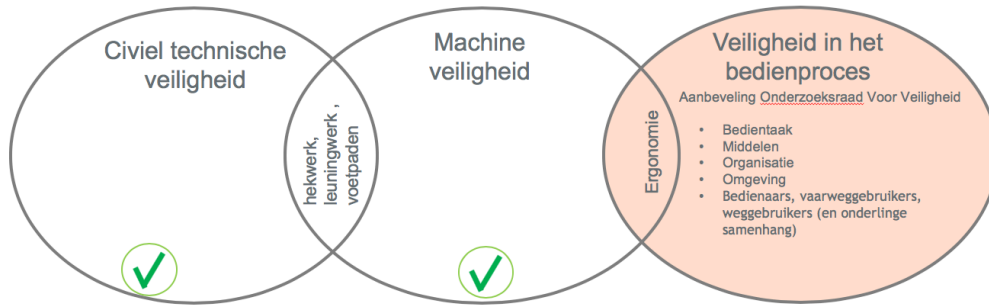
### 1.3 Afbakening

De methodiek richt zich op de bedientaak, rijtaak en vaartaak bij het bedienproces van bruggen en sluizen. De bedientaken betreffen de taken die direct aan de bediening verbonden zijn, zowel bij lokale bediening als bij bediening op afstand. Onder bedientaken vallen het monitoren van het aankomend vaarverkeer, marifoonverkeer met de scheepvaart, sluisplanning, bediening van de bruggen en sluizen. Overige taken, zoals verkeersleiding, verkeersbegeleiding of ligplaatsbeheer vallen buiten de scope. De rijtaak is gerelateerd aan alle mogelijke weggebruikers, zoals autoverkeer, vrachtverkeer, fietsers en voetgangers. De vaartaak geldt voor alle soorten beroepsvaart en pleziervaart.

### 1.4 Relatie met andere toetsen

De toetsmethodiek is een aanvulling op bestaande veiligheidstoetsen, eisen en normeringen voor beweegbare objecten. Het is niet bedoeld ter vervanging, maar heeft met nadruk betrekking op de veiligheid van het bedienproces, rekening houdend met alle gebruikers van het beweegbare object. Het onderstaande plaatje geeft de verhouding met andere toetsen aan (zie figuur 1).





figuur 1. Samenhang tussen civiele veiligheid, machine veiligheid en veiligheid in het bedienproces. Deze toetsmethodiek concentreert zich op de veiligheid in het bedienproces.

## 1.5 Opzet van dit document

Dit document is primair een procesbeschrijving voor uitvoering van de human factors toets voor de veiligheid in het bedienproces van beweegbare objecten.

Hoofdstuk 2 beschrijft de achtergrond van de toets.

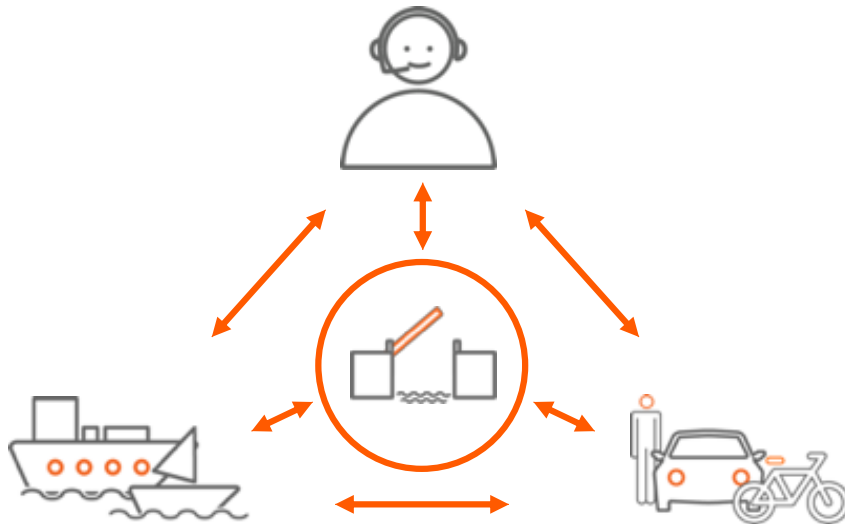
Hoofdstuk 3 toont de stappen die bij de toets horen. De benodigde inhoudelijke kennis voor uitvoering van de toets is opgenomen in een aparte bijlage [1]. De beschrijving van de stappen bevat verwijzingen naar dat deel van de bijlage dat nodig is bij de uitvoering van de stappen.



## 2 Achtergrond van de toets

### 2.1 Integrale aanpak

Wegverkeer, vaarwegverkeer en bediening staan niet los van elkaar, maar interacteren (zie figuur 2). Een andere wijze van bediening (bijvoorbeeld: vroegtijdig stilzetten van het landverkeer) kan leiden tot ander gedrag (bijvoorbeeld: meer kans op roodlichtnegatie). Het is dus belangrijk om naast de gebruikers op zich ook aandacht te besteden aan de interacties tussen de verschillende gebruikers van het object. De separate, inhoudelijke bijlage [1] gaat dieper in op deze onderlinge interacties.



figuur 2. Integrale aanpak van veiligheidsrisico's bij beweegbare objecten met aandacht voor de bediening, wegverkeer en het vaarwegverkeer.

### 2.2 Human factors

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). In deze methodiek staan de human factors aspecten centraal in relatie tot de taken en het gedrag van de weggebruiker, de vaarweggebruiker en de bedienaar. De methodiek hanteert de volgende human factors aspecten, die bekend zijn uit het verkeersgedrag (Theeuwes, Van der Horst & Kuiken, 2012):

- **Verwachtingspatroon.** Is de situatie conform de verwachtingen?
- **Waarnemen.** Kan men de relevante informatie waarnemen?
- **Begrijpen.** Is de informatie begrijpelijk en is duidelijk welke handelingen mensen moeten verrichten?
- **Kunnen.** Kunnen mensen de handelingen uitvoeren?
- **Willen.** Is er de bereidwilligheid om de gewenste handelingen uit te voeren?

De invulling van de human factors aspecten verschilt voor de bedientaak, vaartaak en rijtaak. De specifieke aandachtspunten voor deze taken zijn beschreven in de inhoudelijke bijlage [1] (respectievelijk hoofdstuk 2, 3 en 4).

### 2.3 Veiligheidsrisico's

De toetsmethodiek richt zich primair op de veiligheid van het bedienproces van beweegbare objecten. Het toepassen van de methodiek moet leiden tot identificatie van veiligheidsrisico's vanuit een human factors perspectief en adviezen die de risico's

beheersen. Dit document biedt een definitie van veiligheidsrisico's en een methode om de risico's in kaart te brengen.

## 2.4 Wanneer toetsen?

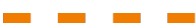
De totstandkoming van kunstwerken vindt plaats in verschillende fases: de plan- of verkenningsfase, ontwerpfase, de aanlegfase en beheerfase. Tijdens deze fases zijn er keuzes die van invloed zijn op de uitvoering van de rijtaak, vaartaak of bedientaak, in relatie tot het beweegbare object. Ongelukkige ontwerpkeuzes (vanuit human factors perspectief) in een vroeg stadium zijn op een later moment vaak onomkeerbaar. Het is daarom van belang dat er een toets plaatsvindt in alle fases van totstandkoming. De inhoudelijke bijlage [1] (hoofdstuk 6) beschrijft per fase welke aspecten van belang zijn bij toetsing.

## 2.5 Hoe de toets te gebruiken

De human factors toetsmethodiek bestaat uit vijf stappen (zie hoofdstuk 3). De stappen zijn gebaseerd op de stappen uit de human factors toets van de rijtaak voor tunnels [2] en aangepast voor rijtaak, vaartaak en bedientaak bij beweegbare objecten.

De toetsmethodiek biedt een breed spectrum aan onderwerpen die voor toetsing in aanmerking kunnen komen. Het is aan de beheerder om te bepalen waar de focus ligt en hoe breed de scope van de toets is. Zo biedt het de mogelijkheid om onderdelen uit de toets te kiezen afhankelijk van de fase of het moment van ontwikkeling waarin het object zich bevindt, of een toets gericht op specifieke problemen die zich voordoen.

Er dient altijd een onafhankelijke partij bij de toets betrokken te zijn met een achtergrond in human factors. Onafhankelijkheid is nodig om een objectief beeld te schetsen. Voor de toets is kennis nodig van waarnemingspsychologie, cognitief functioneren en menselijk gedrag om de risico's op human factors aspecten in kaart te brengen. Specifieke ervaring met het analyseren van de rijtaak, vaartaak en/of bedientaak is daarbij gewenst. De beheerder dient betrokken te zijn bij de toets, zodat de lokale kennis over de objecten is benut en de door de vaarwegbeheerder gehanteerde eisen, normen en kaders. In hoofdstuk 3 is aangegeven wie bij de uitvoering van de toets verder te betrekken.

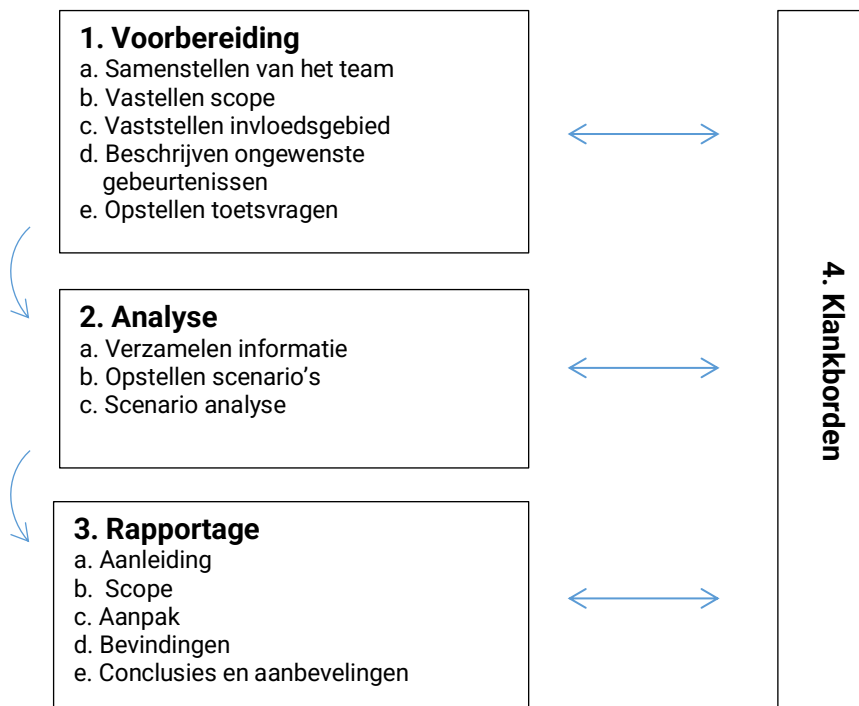


## 3 Stappen van de toets

De uitvoering van de human factors toetsmethodiek voor beweegbare objecten bestaat uit 5 stappen:

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

figuur 3 Beschrijft schematisch de volgorde en de relatie tussen de stappen. Dit hoofdstuk licht de stappen verder toe.



figuur 3. Stappen en onderlinge relaties in de human factors toetsmethodiek beweegbare bruggen en objecten

### 3.1 Voorbereiding

#### A. Samenstellen toetsteam

In het toetsteam dienen verschillende expertises aanwezig te zijn. Deze zijn vertegenwoordigd in onderstaande rollen.

##### *Projectmanager opdrachtgever*

Deze persoon beslist over de scope van het project en zorgt voor de juiste middelen om de toets uit te voeren. De projectmanager opdrachtgever heeft op regelmatige basis (wekelijks) contact met de projectleider over de voortgang van de toets.

##### *Projectleider*

Dit is de onafhankelijke opdrachtnemer die zorgt voor uitvoering van de toets.



## *Human factors deskundige*

Deze persoon dient kennis te hebben over human factors in het algemeen en specifiek in de context van bediening van beweegbare objecten. De Human Factors deskundige kan werknemer zijn bij de opdrachtnemer en de toets leiden.

## *Operationele brug- en sluisbedienaar*

Deze persoon zorgt voor de benodigde informatie over de bedienpost of bediencentrale en mogelijke problemen die zich voordoen tijdens de bediening. De bedienaar heeft een grondige kennis van en ruime ervaring met de bediening en de objecten. Bij uitgebreide toetsen kunnen meerdere bedienaars worden betrokken in het team voor eenduidigheid en compleetheid.

## **B. Vaststellen van de scope**

De volgende stap in de voorbereiding is het vaststellen van de scope van de toetsing. Een heldere beschrijving van de aanleiding gaat daaraan vooraf.

Bijvoorbeeld, het is mogelijk dat de opdrachtgever inzicht wil krijgen in alle human factors gerelateerde risico's bij het ontwerp van een nieuwe brug. In dat geval is er sprake van een brede scope, waarbij alle gebruikers (wegverkeer, scheepvaart en bediening) zijn betrokken in de analyse. 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.

De scope bepaalt ook de onderwerpen voor toetsing. De inhoudelijke bijlage [1] (hoofdstuk 2, 3 en 4) beschrijft per gebruikersgroep (bediening, weg of vaarweg) de onderwerpen die vanuit het human factors perspectief van belang zijn. Samen met het team bepaalt de projectleider welke onderwerpen de aandacht krijgen, gezien de context.

## **C. Vaststellen van het invloedsgebied**

Het invloedsgebied is het gedeelte van de weg en van de vaarweg dat beïnvloed wordt door de aanwezigheid van het beweegbare object of dat van invloed is op bediening van het object. Het invloedsgebied is niet voor elk object hetzelfde. Bijvoorbeeld, de afstand vanaf de brug of sluis waar signalering begint, kan per brug verschillen. Daarbij zijn bijvoorbeeld kruisingen, bochten, havens of rotondes van invloed op de benadering of bediening van het object. Het vaststellen van het invloedsgebied gebeurt in overleg met het team.

## **D. Beschrijven ongewenste gebeurtenissen**

De toets gaat over veiligheid op en rond de brug of sluis. Ongewenste gebeurtenissen moeten daarom zoveel mogelijk worden voorkomen en veiligheidsrisico's geminimaliseerd.

De toets gebruikt de volgende definitie van veiligheidsrisico's:

*Risico is de kans dat een potentieel gevaar resulteert in een daadwerkelijk incident (ongewenste gebeurtenis) en de ernst van het letsel of de schade die dit tot gevolg heeft. Kort geformuleerd: Risico = Kans x Blootstelling x Effect*

De toets dient te beoordelen in hoeverre human factors aspecten de veiligheidsrisico's vergroten. Bijvoorbeeld: een ongewenste gebeurtenis is dat een weggebruiker zich op het brugdek bevindt als de brug opent. Slecht zicht op het brugdek vergroot de kans dat de bedienaar de weggebruiker niet ziet en de brug bedient zonder dat het brugdek vrij is. Het ontbreken van goede zichtlijnen en een goed cameraplan vergroten daarmee de kans op de ongewenste gebeurtenis en daarmee het veiligheidsrisico.

De toets richt zich op het onderdeel 'Kans' uit de risicodefinitie. De toets onderzoekt in hoeverre human factors aspecten de kans op een ongewenste gebeurtenis vergroten en hoe deze kans kan worden verkleind.

De ongewenste gebeurtenissen vormen de basis van de scenario's voor de analyse. Hieronder volgt een aantal voorbeelden van ongewenste gebeurtenissen. Deze lijst is niet volledig, maar wel geschikt als startpunt. Het team stelt de lijst van te evalueren ongewenste gebeurtenissen vast.

Voorbeelden van ongewenste gebeurtenissen:

- Openen brugdek terwijl er zich weggebruikers, dieren of objecten op het brugdek bevinden.
- Opsluiten van weggebruikers tussen de afsluitbomen.
- Beknelling weggebruikers.
- Aanrijding van wegverkeer tegen de afsluitbomen.
- Roodlichtnegatie door wegverkeer.
- Aanrijding tussen weggebruikers tijdens het bedienproces
- Aanvaring scheepvaart met brug of brugpijlers.
- Dalen van brugdek met scheepvaart in de doorvaart.
- Roodlichtnegatie door de scheepvaart.
- Aanvaring tussen vaarweggebruikers rond het object.
- Aanvaring met sluisdeur.
- Ophanging recreatievaartuig aan sluis.
- Man overboord.
- Wegverkeer bevindt zich op openende sluisdeur.

## E. Opstellen toetsvragen

Voor het toetsen dienen toetsvragen te zijn opgesteld die met behulp van de toets worden beantwoord. De hoofdvraag is:

'In hoeverre leidt de (geplande) situatie vanuit het human factors perspectief tot een verhoogde kans op een ongewenste gebeurtenis?'

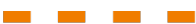
De onderliggende toetsvragen richten zich op de gebruikers van het object:

'In hoeverre leidt de geplande/ huidige situatie vanuit human factors perspectief tot een verhoogde kans op een ongewenste gebeurtenis ten aanzien van de uitvoering van de:

- Rijtaak,
- Vaartaak,
- Bedientaak, of
- Een combinatie daarvan?'

Per gebruikersgroep zijn er onderwerpen die bij onvoldoende aandacht leiden tot een verhoogde kans op een ongewenste gebeurtenis:

1. Bedienaar
  - a. Situatie brug / sluis
  - b. Mens-machine interface
  - c. Bediendes
  - d. Bedienruimte
  - e. Taakinrichting
  - f. Opleiden, Trainen, Oefenen
  - g. Veiligheidscultuur
  - h. Lerende organisatie



2. Weggebruiker
  - a. Wegontwerp
  - b. Weginrichting
  - c. Wegomgeving
  - d. Verkeerssituatie rijweg
3. Vaarweggebruiker
  - a. Vaarwegontwerp
  - b. Vaarweginrichting
  - c. Vaarwegomgeving
  - d. Verkeerssituatie vaarweg

De inhoudelijke bijlage [1] gaat dieper in op deze onderwerpen. Bij het opstellen van de toetsvragen maakt het toetsteam een keuze van onderwerpen van de toets. Dit is mede afhankelijk van de scope.

De keuze van onderwerpen leidt tot een verdere specificatie van de onderzoeksvragen. Bijvoorbeeld:

'In hoeverre leidt het ontwerp van de Mens-machine interface (bedieningspaneel of bediensoftware) tot een verhoogde kans op een bedienfout, waardoor de kans op een ongewenste gebeurtenis vergroot?

## 3.2 Analyse

### A. Verzamelen informatie

De analyse start met het verzamelen van de beschikbare informatie die nodig is om de analyse te kunnen uitvoeren. Hieronder volgen de hoofdcategorieën van informatiebronnen. De inhoudelijk bijlage [1] geeft een (niet uitputtend) overzicht informatiebronnen die daaronder vallen.

#### *Oriëntatie op de locatie*

Observaties ter plaatse zijn nodig om een beeld te krijgen van de omgeving. Afhankelijk van de fase van totstandkoming wordt het object 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 en dergelijke en het ontwerp van de vaarweg opgenomen. Voor de rijweg worden het object en het ontwerp van de weg (incl. rijbaanindeling) opgenomen.

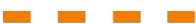
De observaties op locatie bieden de bedientaak de gelegenheid om de bedienruimte en bedienwijze te observeren. Ook interviews met bedienaars over de taken is nuttig en het maken van beeldmateriaal. Besteed ook aandacht aan de (beoogde) organisatie van het werk, werkwijze (bijvoorbeeld corridormanagement) en de bemensing in verschillende seizoenen.

#### *Kenmerken van het object en omgeving*

Voorbeelden zijn visualisaties en tekeningen van het object, het soort object (bijvoorbeeld basculebrug of hefbrug), andere objecten in de omgeving (bijvoorbeeld relatie met sluis of nabijgelegen brug), demografie van de omgeving (bijvoorbeeld nabijheid van een school).

#### *Situatie – weg*

Deze informatie gaat over de wegsituatie 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*

Denk hierbij aan visualisaties en beschrijvingen van het verloop van de vaarweg, de aanwezigheid van steigers, remmingen, ondiepten, stroming, gevoeligheid voor wind, bebording en bebouwing/ begroeiing 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. Ook interviews en observaties zijn middelen om informatie over de bediening te verzamelen.

## *Rapportages, publicaties en logdata*

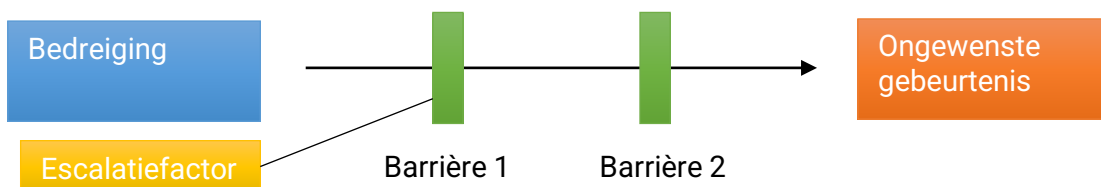
Voor de analyse is het nuttig om inzicht te krijgen in zaken als ongevalsanalyses, verkeersdata en veiligheidsrapportages om een indruk te krijgen van de orde van grootte van kansen op mogelijke risico's.

## *Kaders, richtlijnen en eisen*

Houd bij de analyse rekening met 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, richtlijn Vaarwegen, handboeken of ontwerpeisen.

## **B. Scenarioanalyse**

De scenarioanalyse is gebaseerd op de bowtie methode [3]. Het uitgangspunt bij deze methode zijn ongewenste gebeurtenissen (*critical events*). Bedreigingen (*threats*) zorgen ervoor dat deze gebeurtenissen zich kunnen voordoen. Barrières (*barriers*) zijn maatregelen die ervoor (moeten) zorgen dat een bedreiging niet leidt tot een ongewenste gebeurtenis. Een escalatiefactor is een factor die de effectiviteit van barrières kan aantasten (zie Figuur 4).



Figuur 4. Barrières zorgen ervoor dat de kans op een ongewenste gebeurtenis door een bedreiging verkleint.

Voorbeeld vanuit bedienaarsperspectief:

- Ongewenste gebeurtenis: fietser raakt opgesloten tussen de afsluitbomen.
- Bedreiging: de bedienaar ziet de fietser niet op het brugdek.
- Barrière: camerabeelden die bedienaar zicht geven op het brugdek.

Voorbeeld vanuit weggebruikersperspectief:

- Ongewenste gebeurtenis: fietser raakt opgesloten tussen de afsluitbomen.
- Bedreiging: de fietser mist de waarschuwingslichten en raakt opgesloten.
- Barrière: voorwaarschuwingslichten om de fietser op een eerder moment te waarschuwen.

Een escalatiefactor is een factor die de effectiviteit van barrières kan aantasten.

In het bovenstaande voorbeeld kunnen andere taken de bedienaar afleiden, waardoor de bedienaar onvoldoende naar de camerabeelden kijkt.

De fietser kan het waarschuwingslicht missen door een overvloed van informatie van andere verkeerslichten of -borden.

Per ongewenste gebeurtenis dienen de bedreigingen in kaart te worden gebracht. Er kunnen meerdere bedreigingen zijn per ongewenste gebeurtenis. Kijk daarbij vanuit de verschillende perspectieven (bedienaar, weg, vaarweg) en doorloop het scenario van een gesloten brug, een bewegende brug en een geopende brug en analyseer welke dreigingen er zijn.

Inventariseer vervolgens wat de barrières zijn om de bedreigingen te beheersen en ongewenste gebeurtenissen te voorkomen. Gebruik daarbij de invloedsfactoren, die vaak dienen als barrières, zoals beschreven in de inhoudelijke bijlage [1] als uitgangspunt.

Analyseer daarbij:

1. Volledigheid van de barrières. Zijn alle benodigde barrières toegepast? Welke barrières ontbreken?
2. Kwaliteit van de barrières. Voldoen de barrières, of kunnen deze worden verbeterd?

Inventariseer tot slot ook de escalatiefactoren. Als de barrières volledig en voldoende zijn, welke factoren kunnen het effect van de barrières bedreigen?

Doe de analyse gezamenlijk met het team. Bereid als human factors deskundige de analyse voor door zelf een eerste inschatting te maken van ongewenste gebeurtenissen, bedreigingen, barrières en escalatiefactoren. Gebruik daarvoor de verzamelde informatie. Bespreek deze vervolgens in een workshop met het team. Leg tijdens deze bijeenkomst de methodiek uit en loop gezamenlijk het proces door. Toets de eigen bevindingen en inventariseer aanvullende input in het team.

## Risicoinschatting

Een risicoanalyse is nodig om in te schatten welke bevindingen het eerst moeten worden aangepakt.

Zoals eerder gezegd richt de toets zich op het deel 'Kans' van het risico<sup>1</sup>. Volledigheid in barrières en het minimaliseren van escalatiefactoren verlagen de kans op een risico. Blootstelling en gevolg zijn buiten beschouwing gelaten.

De prioriteit van maatregelen hangt af van de veiligheidsrisico's bij de bevindingen en de kosten van de bijbehorende maatregelen.

Analyseer daarom per ongewenste gebeurtenis het volgende:

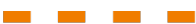
1. Wat is het risico in de huidige situatie?
2. In hoeverre neemt dit risico af bij het nemen van maatregelen:
  - a. Verbeteren bestaande barrières,
  - b. Invoeren van nieuwe barrières,
  - c. Mitigerende maatregelen tegen escalatiefactoren?
3. Wat zijn de investeringen van te nemen maatregelen?

De grootte van veiligheidsrisico's kan worden gebaseerd op de hoeveelheid (bijna-incidenten) die zich voordoen. Dit laat zien welke ongewenste gebeurtenissen vaak of minder vaak voorkomen. Deze gegevens zijn echter niet altijd voorhanden, bijvoorbeeld omdat ze niet zijn bijgehouden, of omdat het om een nieuwe situatie gaat, waarover nog geen gegevens beschikbaar zijn. In dat geval moeten de risico's worden ingeschat door middel van expertmeningen. De Fine Kinney is daarvoor een geschikte methode [4] (zie figuur 5):

1. Maak een inschatting van het effect per ongewenste gebeurtenis.
2. Maak per ongewenste gebeurtenis een inschatting van de kans dat deze zich voordoet.

---

<sup>1</sup> Blootstelling en Effect worden buiten beschouwing gelaten



3. Geef de ongewenste gebeurtenis de juiste plek in de tabel van figuur 5:
  - a. Indien groen: geen maatregelen nodig
  - b. Indien rood: maatregelen noodzakelijk
  - c. Indien oranje: nadere kosten/baten analyse

Gebruik voor de risicoanalyse ook de Fine Kinney tabel uit figuur 5. Maak een inschatting van de kans na het toepassen van maatregelen. Zo wordt zichtbaar of relatief eenvoudige maatregelen veel resultaat hebben, of dat grote (dure) maatregelen misschien weinig resultaat hebben.

Kans ↑	Zeer groot					
	Groot					
	Gemiddeld					
	Klein					
	Zeer klein					
		Verwaarloosbaar	Minimaal	Gemiddeld	Maximaal	Catastrofaal
		Effect →				

figuur 5. Fine Kinney methodiek

De toepassing van de risicoinschatting dient met het gehele team plaats te vinden. Doe het in eerste instantie individueel per teamlid, zodat leden elkaar niet bewust of onbewust kunnen beïnvloeden. Bespreek daarna de individuele resultaten. Maak vervolgens een gezamenlijke inschatting.

### 3.3 Rapporteren

Het rapport geeft een beschrijving van de relevante bevindingen uit de analyse, voorzien van illustraties, zodat de gedragskundige verbeterpunten duidelijk zijn. Het rapport bevat een onderbouwing van de bevindingen in relatie tot de human factors principes. Het rapport kent ten minste de volgende onderdelen:

#### A. Beschrijving van de aanleiding

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

#### B. Beschrijving van de scope

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

#### C. Aanpak

De aanpak beschrijft onder meer de volgende onderdelen:

- De gehanteerde methodiek.
- De gebruikte bronnen.
- De ongewenste gebeurtenissen en bijbehorende scenario's die zijn onderzocht.
- Beschrijving van de leidende human factors principes die zijn gehanteerd.



## D. Bevindingen

De bevindingen van de scenarioanalyse en risico inschatting dienen te zijn beschreven. Daarbij is ook aandacht nodig voor de eisen uit eerdere fases en in hoeverre deze zijn toegepast. En zo niet: welke onderbouwing is daarvoor gegeven?

## E. Conclusies en aanbevelingen

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

- Welke barrières voldoen en welke niet?
- Welke barrières ontbreken?
- Wat zijn de escalatiefactoren?
- In hoeverre dragen deze bij aan het (onaanvaardbare) risico?

Beschrijf dit zowel integraal als specifiek per gebruiker.

De conclusies en aanbevelingen tonen ook welke stappen nodig zijn om de gevonden risico's aan te pakken, inclusief de ingeschatte risicoafname, leidend tot een aanvaardbaar risico.

## F. Presentatie

Presenteer de resultaten in een gemakkelijk 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 door de toetsers bepaald.

## 3.4 Klankborden

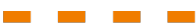
Klankborden vindt plaats met verschillende partijen gedurende het gehele proces. Dit is afhankelijk van het doel.

### A. Uitwisselen informatie met betrokkenen

Klankborden vindt plaats binnen het team. Maar het is aan te raden om ook regelmatig te klankborden met experts buiten het team. Denk bijvoorbeeld aan: verkeersveiligheidsdeskundigen, nautisch veiligheidsdeskundigen of technisch adviseurs die bekend zijn met deze of vergelijkbare situaties. Zij kunnen het team behoeden van tunnelvisie of helpen aan nieuwe inzichten.

### B. 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, bijvoorbeeld door een 'peer review' van onafhankelijke human factors vakgenoten. Hiervoor kan bijvoorbeeld contact worden gezocht met universiteiten of onderzoeksinstituten.



## 4 Referenties

- [1] Platform WOW (2021). Human factors toetsmethodiek beweegbare objecten versie 2.0 - Inhoudelijke bijlage.
- [2] Rijkswaterstaat (2019) Handreiking Human Factors-toets van de rijtaak bij tunnels - Beoordeling van de rijtaak in het invloedsgebied van een tunnel. Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving.
- [3] Visser, J. (1998). Developments in HSE management in oil and gas exploration and production. In: Hale, A., Baram, M. (Eds.), *Safety Management: The Challenge of Change*. Pergamon, Oxford, UK, pp. 43–65 (Chapter 3).
- [4] Kinney, G.F., Wiruth, A.D., (1976), "Practical risk analysis for safety management", NWC Technical publication 5865, Naval Weapons Center, China Lake CA, USA, 1976.



## Colofon

**Titel:** Human Factors Toetsmethodiek Beweegbare Objecten – versie 2.0  
**Projectnummer:** Intergo 4139  
**Datum:** 25 mei 2021  
**Auteurs:** Jouke Rypkema  
Michel Lambers  
Eleonora Caprari  
**Interne referent:** Alfred van Wincoop  
**Opdrachtgever:** Platform Wegbeheerders ontmoeten Wegbeheerders en Water Ontmoet  
Water (WOW)  
**Contactpersoon:** Jetske Eefting  
**Status:** Definitief, versie 2.0

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



2021 INTERGO  
International Centre for Safety, Ergonomics & Human Factors  
Snouckaertlaan 42  
3811 MB Amersfoort  
Tel: +31 (0) 30 677 87 00  
E-mail: [info@intergo.nl](mailto:info@intergo.nl)  
[www.intergo.nl](http://www.intergo.nl)