

Bij veilig bedienen van bruggen en sluizen

De invloed van Human Factors

De naar schatting meer dan duizend beweegbare bruggen in Nederland kennen bij elke brugbeweging veiligheidsrisico's voor gebruikers van de weg en de vaarweg en in sommige situaties ook voor de bedienaars. Hoe kunnen we deze risico's verkleinen?

I TEKST JOUKE RYPKEMA EN KIM HOFHUIS

De directe aanleiding voor de extra aandacht voor de menselijke factoren (Human Factors) bij het veilig bedienen van bruggen en sluizen is de reactie van de minister van Infrastructuur en Milieu in 2016 op het rapport van de Onderzoeksraad voor Veiligheid (OVV) over het dodelijk ongeval bij de Den Uylbrug in de gemeente Zaanstad op 6 februari 2016.

Uit het onderzoek van de OVV komt naar voren dat de veiligheidsrisico's een resultaat zijn van de samenhang en interactie tussen mens, techniek en omgeving. De zorgplicht die een beheerder heeft voor een veilige bediening, dient daarom niet slechts als een technisch probleem te worden gezien. De aanbevelingen van de OVV zijn onder andere om veiligheid bij bediening integraal te benaderen en om de kennis over het menselijk handelen bij bediening landelijk te delen.

Platform WOW heeft deze aanbeveling overgenomen en dit heeft geresulteerd in een gezamenlijke aanpak voor de ontwikkeling van een toetsmethodiek op het gebied van Human Factors bij beweegbare objecten. Als eerste stap is samen met Intergo een raamwerk voor de bedientaak ontwikkeld dat de relevante Human Factors-aspecten toont en de wijze waarop de techniek, de omgeving en de organisatie daarop kunnen worden afgestemd. Het raamwerk biedt vaarwegbeheerders een handreiking waarmee het bedienen van kunstwerken kan worden geanalyseerd op Human Factors-aspecten. Concreet biedt het onderwerpen en aanbevelingen die vanuit een Human Factors-perspectief van belang zijn voor een

veilige en efficiënte inrichting van de bedientaak en omgeving.

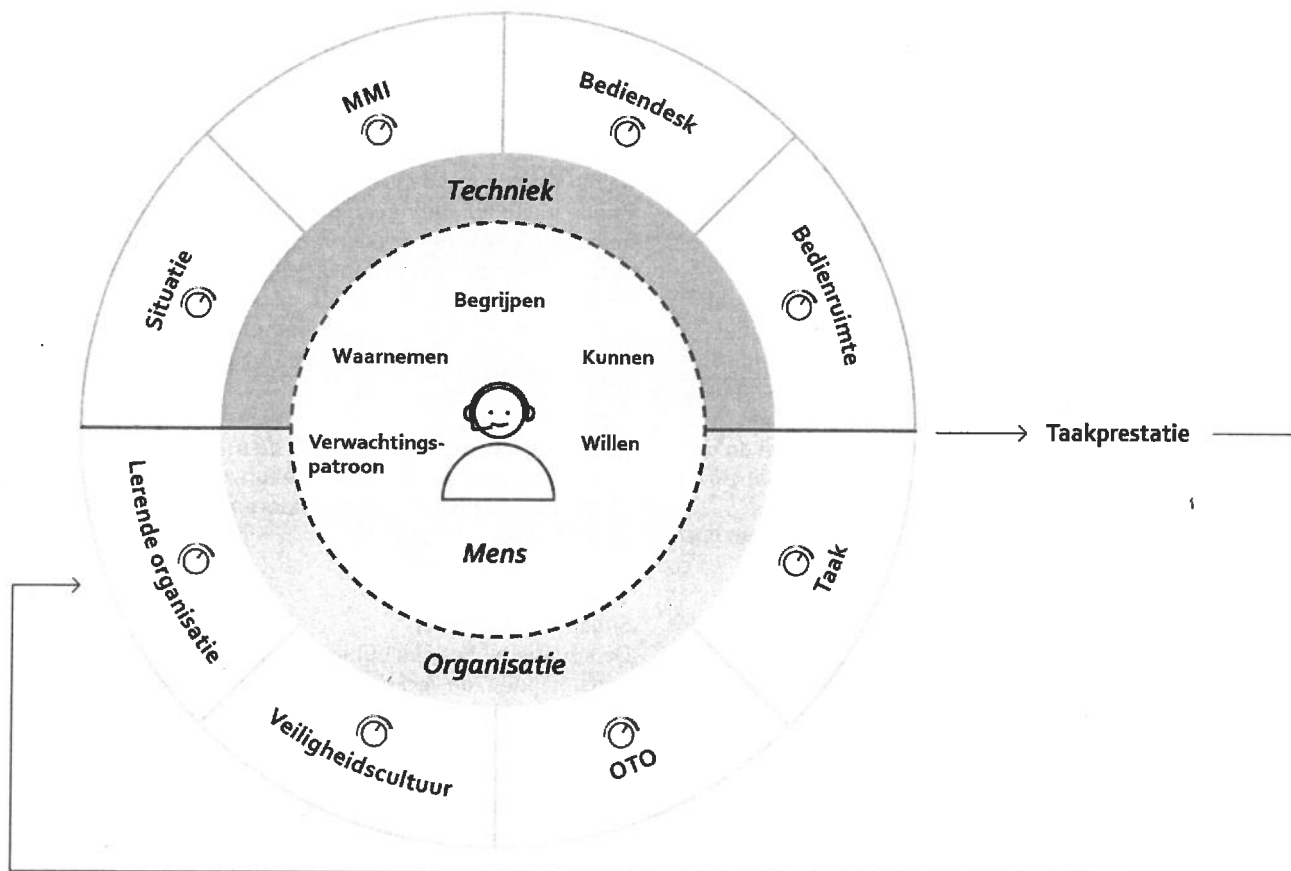
Het raamwerk

Het raamwerk is gevisualiseerd zoals te zien is in figuur 1. Centraal staat de mens die de bedientaak moet uitvoeren. Bij de vervulling van de taak dienen de mensgerelateerde aspecten goed te zijn afgestemd op de taakuitvoering en de doelen die daarmee moeten worden bereikt. De Human Factors-aspecten *verwachtingspatroon, waarnemen, begrijpen, kunnen en willen* worden later toegelicht. De afstemming tussen deze aspecten en de taakuitvoering zijn afhankelijk van technologische en organisatorische factoren. Figuur 1 toont deze factoren in de buitenste ring van de cirkel. Dit zijn draaiknoppen waarmee de taakprestatie kan worden geoptimaliseerd.

Human Factors-aspecten

Human Factors omvat de toepassing van psychologische en ergonomische principes op het ontwerpen en ontwikkelen van producten, processen en systemen. Het doel van het toepassen van Human Factors is het verminderen van menselijke fouten, het verhogen van de productiviteit en het verbeteren van veiligheid en comfort, met een specifieke focus op de interactie tussen de mens en het systeem (Wickens, 1997).

De bediening van bruggen en sluizen is een procescontrole-taak waarbij altijd sprake is van een interactie tussen mens en systeem waarmee het kunstwerk wordt bediend. De bedienaar is een belangrijke schakel in het bedienproces, waarbij de veiligheid moet worden bewaakt en een



Figuur 1. Raamwerk Human Factors-bedientaak.

vlotte doorstroming van het verkeer over land en water van belang is. Optimalisatie van Human Factors-aspecten ondersteunt dit doel.

Voor de Human Factors bij de bedientaak is uitgegaan van vijf Human Factors-aspecten. De aspecten sluiten aan bij de handreiking Human Factors die Rijkswaterstaat heeft opgesteld voor de veiligheid in het wegontwerp (Rijkswaterstaat, 2016). In bredere zin zijn deze aspecten voor alle operatortaken van toepassing bij alle beheerders. Voor de Human Factors bij de bedientaak zijn de aspecten specifiek gedefinieerd voor de bediening.

Verwachtingspatroon: is de werksituatie conform verwachtingen van de bedienaar?

De veiligheidsrisico's zijn een resultaat van de samenhang en interactie tussen mens, techniek en omgeving

Het verwachtingspatroon heeft betrekking op de bedienomgeving en de situatie rond het object.

De bedienaar heeft een verwachtingspatroon voor 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. Consistentie in werkwijze en bediening speelt hierbij een belangrijke rol. Als niet wordt voldaan aan het verwachtingspatroon, is de kans aanwezig op vergissingen met mogelijk gevolgen voor de veiligheid en de doorstroming.

Ook wat betreft de verkeerssituatie, de status van de objecten en omgevingskenmerken heeft de bedienaar verwachtingen op basis van ervaring en bekendheid met het object.

Waarnemen: heeft de bedienaar toegang tot de (visuele en auditieve) informatie die van belang is voor de taakuitvoering?

De bedienaar moet zich een mentaal beeld vormen van de omgeving waarin wordt bediend, ook wel bekend onder de term Situational Awareness (SA; Endsley, 1995). Daarbij bouwt de bedienaar een situationeel bewustzijn op. Belangrijke onderdelen daarbij zijn bijvoorbeeld het verkeersbeeld, de toestand van het object, het gedrag en de intenties van de scheepvaart en de weersomstandigheden. Een goede waarneming is een voorwaarde om een goede

Situational Awareness op te bouwen. Waarneming bij de bedientaak vindt plaats door middel van direct zicht of camerabeelden. Maar ook andere informatie kan daarbij van belang zijn zoals informatie over snelheid, positie, lengte, breedte, lading en bestemming van het schip.

Begrijpen: begrijpt de bedienaar de waargenomen informatie en 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 Situational Awareness en het nemen van de juiste beslissingen in relatie tot de bediening. Is bijvoorbeeld op basis van de beeldpresentatie (camerabeelden) en het directe zicht begrijpelijk wat de (ernst van) de situatie is? Zijn het bedieningspaneel en de gevolgen van gegeven commando's begrijpelijk? Wat zijn bijvoorbeeld de doelen en intenties van het weg- en scheepvaartverkeer? Of wat betekent de stand van het water voor het schutten van sluizen?

Kunnen: kan de bedienaar de gewenste en noodzakelijke handelingen uitvoeren?

Om de bedienhandelingen en bijbehorende taken uit te kunnen voeren, moet de bedienaar beschikken over de (technische) middelen om dit te realiseren. Om een brug te kunnen bedienen, moet er een bedienpaneel aanwezig zijn waarmee het landverkeer kan worden afgestopt en het brugdek kan worden geopend. Daarnaast dient er genoeg tijd te zijn om te kunnen handelen (bijvoorbeeld in relatie tot het *point of no return*). Zeker bij het bedienen van meerdere objecten (ritsend bedienen, duowerkplek) kan dit een rol spelen als de (dynamische) verkeerssituatie meer tijd eist, wat ten koste gaat van de bedientijd voor het andere object.

Minstens zo belangrijk is de cognitieve component. Is de bedienaar mentaal in staat om de taken en handelingen uit te kunnen voeren? Dit is gerelateerd aan statische factoren zoals kennis, ervaring en opleiding. Maar ook dynamische factoren zijn daarbij van invloed. Denk daarbij aan de hoeveelheid werkaanbod van het moment, mogelijke

‘ Het doel van het toepassen van Human Factors is het verminderen van menselijke fouten, **het verhogen van de productiviteit en het verbeteren van veiligheid en comfort** ’

afleiding of de complexiteit van de situatie, waar geen routinehandelingen voor zijn.

Willen: is de bedienaar bereid om gewenste en noodzakelijke handelingen uit te voeren?

Bij het nemen van de juiste beslissingen en het uitvoeren van de juiste handelingen speelt de bereidheid van de bedienaar een belangrijke rol. Een voorbeeld: de druk vanuit het land- of vaarwegverkeer, strijdige belangen (tussen veiligheid en vlotheid), de geloofwaardigheid van regels en de praktijk van het moment kunnen ertoe leiden dat bedienaars afwijken van voorgeschreven procedures.

Factoren van invloed

De factoren van invloed bepalen de mate waarin de Human Factors-aspecten en de taakuitvoering op elkaar zijn afgestemd. De belangrijkste factoren worden hieronder beschreven.

Techniek

Situatie bij het object

De situatie bij het object heeft betrekking op de objecteigenschappen, de verkeerssituatie, de zichtomstandigheden en andere omgevingskenmerken die relevant zijn voor de bediening van het object. Bijvoorbeeld: het ontwerp en de inrichting van de situatie bij het object kunnen in meer of mindere mate aansluiten bij het waarnemen, begrijpen en kunnen van de bedienaar.

Mens-Machine Interface (MMI)

De Mens-Machine Interface (MMI) is gedefinieerd als het geheel van middelen dat de bedienaar in staat stelt om objecten te bedienen en het scheepvaartverkeer rond het betreffende object te begeleiden. Een goed ontworpen MMI stelt de bedienaar beter in staat de situatie te begrijpen en het object (veilig) te bedienen.

Bediendesk

De bediendesk heeft betrekking op de (ergonomische) 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.

Bedienruimte

De bedienruimte heeft betrekking op de inrichting van de post of centrale in zijn geheel. Zeker in bediencentrales is een goede opstelling van bedienplekken ten opzichte van elkaar van belang voor een goede samenwerking, zonder dat men elkaar stoort tijdens de werkzaamheden.

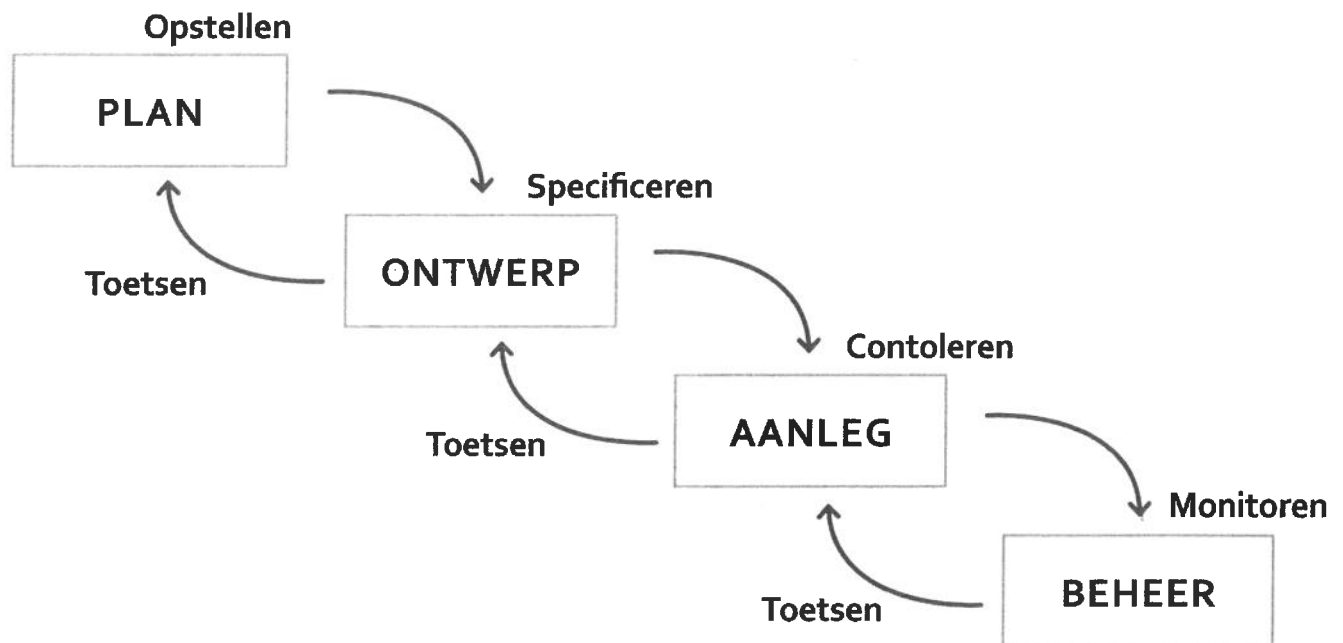
Organisatie

Taak

De factor taak heeft betrekking op de taken en handelingen die de bedienaar moet uitvoeren om de bediening van het object te realiseren. Het betreft zowel de taken onder normale omstandigheden als afwijkende omstandigheden en onderhoud. De taak dient helder beschreven te zijn en bekend te zijn bij de bedienaar. De taakbeschrijving is sturend voor het bepalen van de informatiebehoefte bij de uitvoering.

Opleiden, trainen en oefenen (OTO)

Opleiden, Trainen, Oefenen betreft het complete aanbod



Figuur 2. Fases van totstandkoming.

van opleidingen, trainingen en oefeningen dat noodzakelijk is om de bedienaar in staat te stellen de objecten te kunnen bedienen. Ook de vereisten gesteld aan de brug- en sluisbedienaar vallen hieronder.

Veiligheidscultuur

Met veiligheidscultuur worden de aspecten van de organisatiecultuur bedoeld die invloed hebben op attitude en gedrag die gerelateerd zijn aan het verhogen of verlagen van risico's en daarmee een veilige bediening (Guldenmund, 2000).

Lerende organisatie

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 en deze uit te voeren en te toetsen op hun effect. Het betreft alle betrokkenen uit de gehele organisatie, dus niet alleen de bedienaar. Een goed lerende organisatie checkt voortdurend de prestatie van de bediening en zoekt naar mogelijkheden om het bedienproces te verbeteren.

Het raamwerk biedt per invloedsfactor aandachtspunten aan waar de beheerder rekening mee dient te houden. Per aandachtspunt worden aanbevelingen gedaan welke stappen de beheerder moet nemen en op welke wijze dit kan worden aangepakt. Ook wordt er per aandachtspunt verwezen naar documentatie, die hulp kan bieden bij de aanpak. Dit zijn documenten die de deelnemende beheerders van het WOW-platform hebben aangeleverd, zoals standaarden, handboeken en studies.

Fasering

De totstandkoming van een kunstwerk vindt plaats in vier verschillende fases: de planfase, ontwerpfase, aanlegfase en beheerfase. Bij de beschrijving van het raamwerk wordt ook stilgestaan bij de factoren van invloed binnen de vier fases. Door Human Factors in een vroeg stadium te betrekken is er nog ruimte om dit te gebruiken bij ont-

werpbeslissingen en te toetsen in latere stadia (zie figuur 2). Hoe langer men wacht, hoe meer oplossingen moeten worden gezocht in (vaak minder effectieve) mitigerende maatregelen.

Vervolg

Het beschreven raamwerk richt zich op de bedientaak. Het besteedt nog geen aandacht aan de Human Factors van de weg- en vaarweggebruikers. Op het moment van schrijven werkt Platform WOW aan de ontwikkeling van een toetsmethodiek waarin op integrale wijze ook de Human Factors-aspecten voor de rijtaak en de vaartaak worden beoordeeld. Daarnaast besteedt deze toetsmethodiek aandacht aan de interactie tussen de verschillende gebruikers. Bijvoorbeeld: een verandering in de weginrichting rond het object kan effect hebben op het gedrag van weggebruikers. Dit gedrag kan weer consequenties hebben voor de bedientaak. Het is dus belangrijk om de bedientaak, rijtaak en vaartaak integraal te beschouwen. Tijdens de presentatie geven we een doorkijkje in de ontwikkeling van deze integrale toetsmethodiek.

Het raamwerk en de toekomstige toetsmethodiek stelt beheerders in staat om op gestructureerde wijze rekening te houden met Human Factors bij het nemen van ontwerpbeslissingen over techniek en organisatie. Het raamwerk en in de toekomst de toetsmethodiek zijn vrij beschikbaar via de website van Platform WOW. ■

Referenties

- Endsley, M.R. (1995). Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors*, 37(1): 32-64.
- Guldenmund, F.W. (2000). The nature of safety culture: a review of theory and research. *Safety Science*, 34, p. 215-257.
- Rijkswaterstaat (2016). Human Factors voor verkeersveiligheid in het wegontwerp - Handreiking voor Human Factors. Bijlagenrapport Handreiking Verkeersveiligheid van het Ontwerp van Autosnelwegen - Achtergronden en onderbouwing. Rijkswaterstaat, Water, Verkeer en Leefomgeving.
- Wickens, C.D., Gordon, S.E., & Liu, Y. (1997). *An Introduction to Human Factors Engineering*. Pearson Education (US).