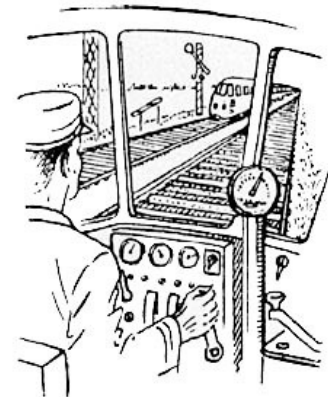




Psychologische werkbelasting van NS machinisten en bijbehorende psychologische eisen en tests

Eindrapport

MSc. Ilona Zoer
Dr. Judith K. Sluiter, PI, UHD
Prof.dr. Monique H.W. Frings-Dresen, PI



In samenwerking met het Nederlands Centrum voor Beroepsziekten/ Polikliniek
Mens en Arbeid, Academisch Medisch Centrum, Coronel Instituut voor Arbeid en
Gezondheid

Coronel Instituut voor Arbeid en Gezondheid, Academisch Medisch Centrum
Meibergdreef 9, 1105 AZ Amsterdam

Tel: 020-566 2735/5385
Email: m.frings@amc.nl, j.sluiter@amc.nl

21 augustus 2009

Inhoudsopgave

Voorwoord	4
Samenvatting	5
1. Inleiding en vraagstellingen	9
2. Methode	11
2.1 Vraagstelling 1	11
2.2 Vraagstelling 2	11
2.3 Vraagstelling 3	11
3. Resultaten	12
3.1 Vraagstelling 1: Wat is de mate van psychologische werkbelasting?	12
3.1.1 Operationalisering van het begrip psychologische werkbelasting	
3.1.2 Zoekresultaten literatuuronderzoek	
3.1.3 Psychologische Werkbelasting: Arbeidsinhoud	
3.1.4 Psychologische Werkbelasting: Directe belastingsverschijnselen tijdens/ direct na het werk	
3.1.5 Samenvatting psychologische werkbelasting machinisten	
3.1.6 De invloed van nieuwe ontwikkelingen op de psychologische werkbelasting	
3.2 Vraagstelling 2: Wat zijn de bijbehorende psychologische belastbaarheideisen?	36
3.2.1 Koppeling psychologische belasting naar belastbaarheideisen	
3.2.2 Expertinterviews	
3.2.3 Samenvatting psychologische belastbaarheideisen machinisten	

3.3 Vraagstelling 3: Op welke manier kunnen psychologische eisen getest worden?	48
3.3.1 Waar testen aan dienen te voldoen	
3.3.2 Het testen van psychologische belastbaarheideisen van machinisten	
3.3.3 Testen	
3.3.4 'On road' testen en simulator testen	
3.3.5 Aanbevelingen	
3.3.6 Vervolgonderzoek	
Literatuurlijst	72
Bijlagen:	
I Protocol systematische literatuurstudie psychologische werkbelasting van NS machinisten	83
II Samenvatting en conclusies psychologische werkbelasting van NS machinisten	89
III Protocol expertinterviews	96
IV Begrippenlijst	99
V Protocol literatuurstudie psychologische tests voor bepaling van belastbaarheideisen van NS machinisten	101
VI Suggesties voor vervolgonderzoek	108

Voorwoord

Voor u ligt het rapport waarin de resultaten van het onderzoek naar de psychologische werkbelasting van NS machinisten en bijbehorende psychologische eisen en tests worden gepresenteerd. Het onderzoek is uitgevoerd naar aanleiding van de behoefte aan up to date kennis over de eisen die aan de uitoefening van het vak van machinist worden gesteld. De uitkomsten van het onderzoek zijn voorgelegd aan de Polikliniek Mens en Arbeid en worden door hen ondersteund.

Wij willen zowel de begeleidingscommissie vanuit NS reizigers, als de geraadpleegde partijen Human Company en het NS Simulatorencentrum hartelijk danken voor het delen van hun expertise om dit onderzoek tot een goed einde te kunnen brengen.

Amsterdam, Juni 2009

Ilona Zoer, Judith Sluiter, Monique Frings-Dresen

Samenvatting

Aanleiding en doel:

Er is behoefte aan up-to-date kennis over de eisen die aan de uitoefening van het vak van machinisten worden gesteld opdat hiermee duidelijke op evidence-beruste opdrachten kunnen worden geformuleerd aan de aanbieders van psychologische veiligheidsgeschiktheidskeuringen. NS heeft het Nederlands Centrum voor Beroepsziekten (onderdeel van het Coronel Instituut voor Arbeid en Gezondheid (AMC, Amsterdam)) gevraagd een onderzoek uit te voeren naar de mate van psychologische werkbelasting van NS machinisten, en de hier aan gekoppelde eisen en tests. Onderzoeksvragen van dit onderzoek waren:

1. Wat is de mate van psychologische werkbelasting van NS machinisten?
2. Wat zijn bijbehorende psychologische belastbaarheideisen?
3. Op welke manier kunnen psychologische eisen gemeten worden?

Methode

Ter beantwoording van vraagstelling 1 is een literatuuronderzoek uitgevoerd om de psychologische belasting van machinisten in kaart te brengen. In verschillende zoekmachines (PubMed, PsycINFO) is literatuur gezocht betreffende de psychologische werkbelasting van machinisten. Tevens is gebruik gemaakt van de gegevens van de hiërarchische taakanalyses, cortisolmetingen (speeksel) en vragenlijsten uit het eerder uitgevoerde onderzoek: “werkbelasting servicemedewerkers, machinisten, conducteurs en monteurs bij NS” (Ruitenburg e.a., 2008).

Op basis van de gevonden psychologische werkbelasting bij vraagstelling 1 is de vertaling gemaakt van psychologische werkbelasting naar psychologische belastbaarheideisen (beantwoording vraagstelling 2). In expertinterviews zijn deze belastbaarheideisen besproken en indien nodig aangepast en/of aangevuld.

Door middel van literatuuronderzoek en op basis van de expertinterviews is beschreven welke tests zijn gevonden die kunnen worden ingezet om psychologische eisen vast te stellen (beantwoording vraagstelling 3).

Resultaten en Aanbevelingen

Psychologische werkbelasting NS machinisten

Psychologische werkbelasting is geoperationaliseerd in enerzijds arbeidsinhoud (taken) en anderzijds in directe belastingsverschijnselen. In totaal zijn 3339 studies gevonden met het systematische literatuuronderzoek naar psychologische werkbelasting van machinisten in de zoekmachines PsycINFO en PubMed. Uiteindelijk zijn 32 studies geïnccludeerd betreffende psychologische werkbelasting van machinisten.

De belangrijkste taak van de machinist bestaat uit het besturen van de trein, waarbij de helft van de diensttijd echt besteed wordt aan het rijden (monitoren van de snelheid) van de trein terwijl langere tijd onafgebroken in de cabine wordt gezeten. Tijdens het rijden dient de machinist de omgeving te monitoren op diverse bronnen (o.a. seinen, paneel en infra), te anticiperen op wat komen gaat en hierop te reageren. Naast het besturen van de trein heeft de machinist een aantal bijzondere taken zoals het koppelen/ontkoppelen en rangeren. Tevens krijgt de machinist te maken met secundaire taken zoals informeren en communiceren, die de uitvoering van de primaire taak kunnen verstoren en de kans op incidenten verhogen. Tenslotte heeft de machinist de taak adequaat te handelen bij calamiteiten en storingen.

Tijdens het werk krijgt de machinist, ten opzichte van andere beroepsgroepen, meer te maken met zowel emotioneel als mentaal belastende taken. De moeilijkheid van het takenpakket en de werkdruk zijn relatief normaal ten opzichte van een algemeen werkende referentiepopulatie. De werkdruk neemt toe naarmate de dienst vordert. De regelmogelijkheden van machinisten zijn relatief laag ten opzichte van een algemeen werkende referentiepopulatie.

De psychologische belastingsverschijnselen zijn tijdens het rijden hoger dan bij starten en lijken toe te nemen naarmate er op hogere snelheden wordt gereden. Het binnenkomen van stations met een geel signaal lijkt tot verhoogde mentale belastingsverschijnselen bij het vertrek te leiden. De emotionele belastingsverschijnselen zijn relatief het hoogst rond stations (tijdens het binnenkomen (remmen) en stilstand van de trein), wat tot incidenten kan leiden.

Uit zowel Europese als niet-Europese studies blijkt dat waakzaamheid en vermoeidheid van machinisten samenhangen: waakzaamheid neemt af naarmate men vermoeider wordt. Algemene vermoeidheidsverschijnselen en vermindering in waakzaamheid zijn aanwezig binnen de machinisten populatie en kunnen, in zowel Europa als buiten Europa, leiden tot vermindering in rijprestatie en het ontstaan van incidenten. Blijkend uit Europese studies zijn vermoeidheid en verminderde waakzaamheid het vaakst aanwezig en het hoogst tijdens ochtenddiensten en nachtdiensten, en nemen toe naarmate dienstlengte/ ritlengte toenemen of naarmate er meerdere diensten achter elkaar worden gedraaid. Dit wordt tevens bevestigd door niet-Europese studies. Daarnaast kunnen vermoeidheid en verminderde waakzaamheid bij machinisten leiden tot een verminderde aandacht, verminderde waarneming, verkeerd verwachtingspatroon, onjuist inschattingvermogen of onjuist/traag reactievermogen, wat kan resulteren in een grotere kans op incidenten. Niet-Europese studies bevestigen dit.

Bijbehorende psychologische belastbaarheideisen

Op basis van de gevonden psychologische belasting van machinisten en expertinterviews zijn de volgende belastbaarheideisen vastgesteld, die in de rapportage worden gedefinieerd:

- Waakzaamheid
- Selectieve aandacht
- Inschattingsvermogen, beslisvermogen, anticipatie/ reactievermogen
- Verdeelde aandacht
- Geheugen
- Emotionele belastbaarheid
- Bestand tegen weinig regelmogelijkheden
- Bestand tegen solistische taken
- Bestand tegen vermoeidheid/ slaperigheid
- Herstelvermogen

Bijbehorende tests

Geen studies zijn gevonden die specifiek ingaan op instrumenten/ testen voor het bepalen van psychologische belastbaarheideisen van machinisten met daarbij een voorspellende waarde voor rijvermogen bij machinisten. Daarom is overgegaan op een minder systematische zoekstrategie naar instrumenten/ testen met een voorspellende waarde voor het rijvermogen bij andere vervoerders (automobilisten, vrachtwagenchauffeurs, e.d.). De besturing van andere voertuigen verschilt degelijk van het besturen van een trein qua besturing, verkeer en omstandigheden, maar gezien het gebrek aan literatuur over machinisten is besloten om toch gebruik te maken van literatuur bij andere vervoerders. Op basis van deze literatuur en aanvullende informatie over de klinimetrische eigenschappen van gevonden instrumenten/ testen worden mogelijk geschikte instrumenten/ testen besproken in het rapport.

Over het algemeen geldt voor (neuropsychologische) testen voor de bepaling van psychologische belastbaarheideisen horende bij die van machinisten, waaronder ook de testen die anno 2009 worden ingezet, dat de inhoudvaliditeit en criteriumvaliditeit onvoldoende of onbekend is. Voornaamste nadeel van testen voor het beoordelen van rijvermogen is de beperkte taakspecificiteit voor het werk van machinisten. Een ander probleem bij het afnemen van (neuropsychologische) testen voor de boordeling van rijvermogen is vaak de afwezigheid van afkapwaardes in niet-klinische populaties en normaalwaarden voor specifieke populaties als machinisten. Voorzichtigheid is dus geboden wanneer bij personen (zonder neurologische aandoeningen) uitspraken worden gedaan over rijvermogen/ geschiktheid op basis van (neuropsychologische) testen alleen.

Gezien de grote taakspecificiteit, lijken simulatoren de meest belovende testmethode om de belastbaarheideisen “waakzaamheid”, “selectieve aandacht”, “inschattingsvermogen, beslisvermogen, anticipatie/reactievermogen”, “verdeelde aandacht” en “geheugen” van machinisten in combinatie te testen. Echter, voordat simulatoren ingezet worden dient een keuze gemaakt te worden om het testprotocol (combinatie van duur, taken, situaties e.d.) vorm te geven, welke uitkomstmaten het best gebruikt kunnen worden, en wat aanvaardbare criteria zijn.

De uitkomstmaten dienen in ieder geval de volgende definitie te meten: “Een veilige en correcte besturing van de trein, volgens regels en procedures, zonder onnodige fouten te maken waarbij veiligheid en gezondheid van machinisten en derden niet in gevaar worden gebracht en de eigen vermoeidheid en aandacht onder controle worden gehouden.”

Om de belastbaarheideisen “emotionele belastbaarheid”, “bestand tegen vermoeidheid/slaperigheid” en “herstelvermogen” te testen kunnen klachten-signaleringstesten worden ingezet.

Voor het bepalen van de belastbaarheideisen ‘bestand tegen solistische taken’ en ‘bestand tegen weinig regelmogelijkheden’ zijn geen geschikte testen gevonden. Tot de tijd dat er geen geschikte testen zijn, kan door middel van een aantal losse vragen/ interview hierover in de selectiefase (niet na aanname) informatie gewonnen worden, die meetelt bij de uiteindelijke selectie van personen die daarna gekeurd worden.

1. Inleiding en vraagstellingen

Aanleiding

De afgelopen jaren is er veel veranderd in de organisatiestructuur van de Nederlandse Spoorwegen (NS) volgend uit het in 1995 gestarte privatiseringsproject. Hierdoor zijn een groot aantal diensten die voorheen binnen de organisatie vielen, overgegaan naar zelfstandige bedrijven buiten de organisatie van NS. Dit geldt ook voor de psychologische veiligheidsgeschiktheid-keuringen voor machinisten.

Door het uitbesteden van de psychologische veiligheidsgeschiktheid-keuringen aan externe partijen dateert het huidige document met eisenpakket voor machinisten van ongeveer 25 jaar geleden. Er is de laatste jaren geen mogelijkheid geweest om een wetenschappelijk onderbouwd onderzoek naar de actualiteit van de psychologische keuring te doen. In de tussentijd hebben allerlei ontwikkelingen plaatsgevonden op verschillende gebieden die van belang zijn voor het vak van machinist; bijvoorbeeld op het gebied van materieel, automatiseringsprocessen, uitbreiding, dienstregeling, roosterveranderingen, werkdruk, etc. De vraag is of de psychologische veiligheidsgeschiktheid-keuringen die momenteel worden uitgevoerd voldoende geschikt zijn om veiligheidsgeschiktheid van machinisten te bepalen. Er is behoefte aan up-to-date kennis over de eisen die aan de uitoefening van het vak van machinisten worden gesteld opdat hiermee duidelijke op evidence-beruste opdrachten kunnen worden geformuleerd aan de aanbieder van psychologische veiligheidsgeschiktheid-keuringen.

Werknemers kunnen voor en tijdens hun arbeidzame leven diverse malen worden onderworpen aan een medisch onderzoek. Vóór aanvang van een dienstverband betreft het veelal een aanstellingskeuring. De Leidraad aanstellingskeuringen (2005) draag bij aan een optimale en gestandaardiseerde werkwijze rond het afnemen van aanstellingskeuringen binnen arbodiensten. Om een aanstellingskeuring uit te kunnen voeren dienen eerst de functie eisen van het beroep in kaart gebracht te worden. Volgens de Wet op de Medische Keuringen (WMK) mogen aanstellingskeuringen namelijk slechts verricht worden indien binnen de functie zogenaamde bijzondere functie-eisen aanwezig zijn, die niet kunnen worden gereduceerd en die bijzondere eisen stellen op het punt van de medische geschiktheid van de werknemer (bijzondere belastbaarheids-eisen). Dit ter bescherming van de gezondheid en de veiligheid van de keurling en van derden bij de uitvoering van de desbetreffende arbeid (Leidraad aanstellingskeuringen, 2005).

Naast aanstellingskeuringen kunnen werknemers onderworpen worden aan verplicht medische keuringen tijdens hun dienstverband. De Leidraad Verplichte Medische Keuringen (VMK) van werknemers tijdens hun dienstverband (2007) sluit aan bij de strategie beschreven in de Leidraad Aanstellingskeuringen. In dit onderzoek staat de VMK centraal. Het gedachtegoed van verplicht medische keuringen kan ook goed worden gebruikt om de psychische belastbaarheids indicatoren die beroepsspecifiek zijn, te achterhalen.

NS heeft het Nederlands Centrum voor Beroepsziekten (onderdeel van het Coronel Instituut voor Arbeid en Gezondheid (AMC, Amsterdam)) gevraagd een onderzoek uit te voeren naar de mate van psychologische werkbelasting van NS machinisten, en de hier aan gekoppelde eisen en tests. Na overeenstemming over de opzet van het onderzoek is het onderzoek midden januari 2009 gestart.

Vraagstellingen van het onderzoek

Om de psychologische werkbelasting van NS machinisten en bijbehorende eisen en tests te onderzoeken zijn de volgende vragen geformuleerd:

1. Wat is de mate van psychologische werkbelasting van NS machinisten?
2. Wat zijn bijbehorende psychologische belastbaarheids-eisen?
3. Op welke manier kunnen psychologische eisen gemeten worden?

Voorafgaand aan het onderzoek is een begeleidingscommissie voor uitvoering van het onderzoek ingesteld bestaande uit vertegenwoordigers van NS. Met de begeleidingscommissie wordt afstemming bereikt over de geplande onderzoeksactiviteiten gedurende het project.

2. Methode

2.1 Vraagstelling 1

Ter beantwoording van vraagstelling 1 is een literatuuronderzoek uitgevoerd om de psychologische belasting van machinisten in kaart te brengen. In verschillende zoekmachines (PubMed, PsycINFO) is literatuur gezocht betreffende de psychologische werkbelasting van machinisten. De volledige uitgewerkte zoekstrategie staat in Bijlage I. Tevens is gebruik gemaakt van de gegevens van de hiërarchische taakanalyses, cortisolmetingen (speeksel) en vragenlijsten uit het eerder uitgevoerde onderzoek: “werkbelasting servicemedewerkers, machinisten, conducteurs en monteurs bij NS” (Ruitenburg e.a., 2008). Daarnaast is contact opgenomen met personen en instanties binnen en buiten NS, werd op het internet gezocht en werden referentie-checks gedaan om andere mogelijk relevante rapporten/ publicaties op te sporen.

Vervolgens is nagegaan of ontwikkelingen hadden plaatsgevonden of dat er op korte termijn te verwachten veranderingen in werkzaamheden van machinisten plaats gaan vinden, waardoor de belasting anders is/ gaat worden dan op basis van de gevonden literatuur.

2.2 Vraagstelling 2

Op basis van de gevonden psychologische werkbelasting bij vraagstelling 1 is de vertaling gemaakt van psychologische werkbelasting naar psychologische belastbaarheids-eisen. Er is in kaart gebracht wat de belastbaarheids-eisen zijn die machinisten dienen te bezitten om hun werk gezond en veilig uit te kunnen voeren. In interviews met experts op het gebied van werkbelasting van machinisten en/of op het gebied van psychologische testmethoden zijn deze belastbaarheids-eisen besproken en indien nodig aangepast en/of aangevuld. Tevens is in de expertinterviews ingegaan op de mogelijkheden van testen. Het protocol van de expertinterviews staat uitgewerkt in Bijlage III.

2.3 Vraagstelling 3

Door middel van literatuuronderzoek en op basis van de expertinterviews is beschreven welke tests zijn gevonden die kunnen worden ingezet om psychologische eisen vast te stellen. De volledige uitgewerkte zoekstrategie staat in Bijlage V. Tenslotte is bepaald welke testen van de huidige testmethoden gebruikt kunnen blijven worden, welke testen niet relevant zijn en welke testen aangepast/ aangevuld dienen te worden.

3. Resultaten

3.1 Vraagstelling 1: Wat is de mate van psychologische werkbelasting?

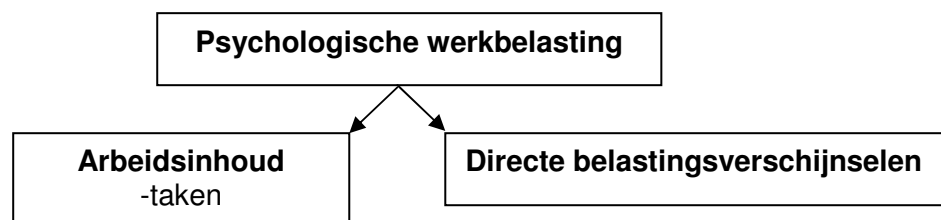
3.1.1 Operationalisering van het begrip psychologische werkbelasting

Om psychologische werkbelasting te kunnen bespreken dient het begrip eerst geoperationaliseerd te worden. Psychologische werkbelasting is een multi-dimensionaal concept, waarbij een interactie tussen het werk en de werknemer centraal staat (Pickup e.a., 2005). Psychologische werkbelasting wordt in eerste instantie bepaald door de uit te voeren taken. In het model van Van Dijk e.a. (1990) betreft het hier de arbeidsinhoud, die onder het kopje belastende factoren valt. De perceptie van de belasting door de werknemer en de benodigde inspanning die nodig is om deze taken uit te voeren staat hierbij tevens centraal (Pickup e.a., 2005).

Vervolgens wordt psychologische werkbelasting in de literatuur vaak gemeten aan de hand van de directe effecten die de uitvoering van de taken heeft op de werknemer en de uitoefening van zijn/haar werk. Dit zijn, volgens het model van Van Dijk e.a. (1990), de belastingsverschijnselen. Belastingsverschijnselen kunnen tijdens of direct na het werk bevraagd of gemeten worden.

Belastingsgevolgen die op lange termijn kunnen ontstaan worden niet meegenomen, aangezien deze niet de kern van psychologische belasting vormen, maar gevolg zijn van de werkbelasting.

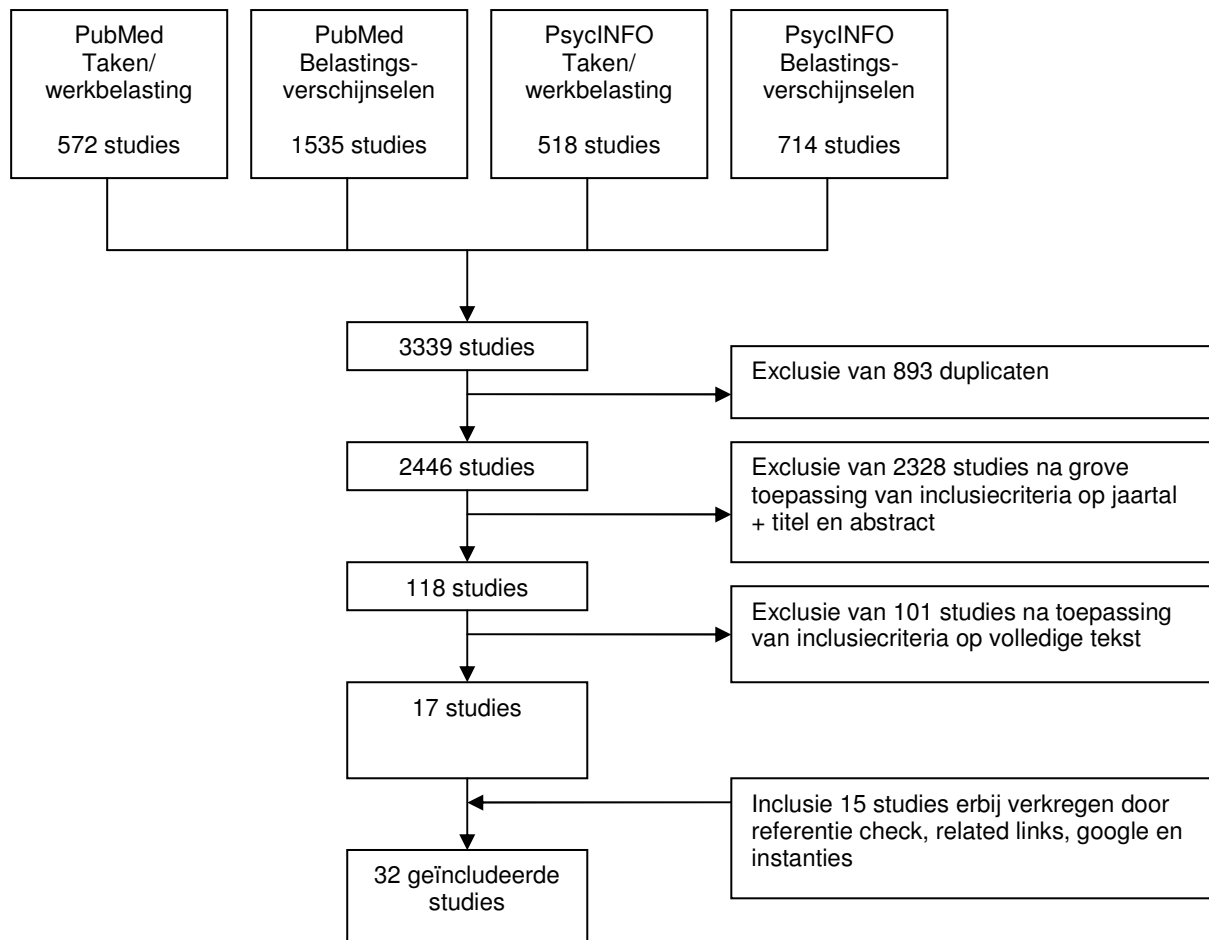
Samenvattend is psychologische werkbelasting in dit rapport dus geoperationaliseerd in enerzijds arbeidsinhoud (taken) en anderzijds in directe belastingsverschijnselen (Figuur 1). Deze indeling zal in dit rapport gedurende de bespreking van de psychologische werkbelasting worden aangehouden. In Bijlage IV worden de aangehouden definities van de meest belangrijke begrippen nogmaals weergegeven.



Figuur 1 Schematische weergave van het begrip psychologische werkbelasting

3.1.2 Zoekresultaten literatuuronderzoek

In totaal zijn 3339 studies gevonden met het systematische literatuuronderzoek in de zoekmachines PsycINFO en PubMed (Figuur 2). Na check van 118 studies die op basis van titel en abstract werden geselecteerd, zijn 17 studies geïnccludeerd. Vervolgens zijn nog 15 extra studies/ rapporten geïnccludeerd met behulp van referentie checks, related links, google en via instanties. Uiteindelijk zijn dus 32 studies geïnccludeerd betreffende psychologische werkbelasting van machinisten.



Figuur 2 Resultaten van de zoekstrategie

Zoekresultaten arbeidsinhoud

Tijdens het literatuuronderzoek zijn zowel artikelen gevonden die ingaan op de taakuitvoering van machinisten, als artikelen die ingaan op de perceptie van machinisten ten aanzien van de uit te voeren taken.

- In totaal zijn acht artikelen/ rapporten geïnccludeerd die ingaan op de taakuitvoering van machinisten (Elliott e.a., 2007; Handboek Machinist, 2007; Porter 1992 in Rssb, 2002; Rssb, 2004; Ruitenburt e.a., 2008; Kwalificatiedossier Machinist, 2005) of de

perceptie van machinisten ten aanzien van de uit te voeren taken (Ahsberg, 2000; 1994; Ruitenburg e.a., 2008).

Zoekresultaten directe belastingsverschijnselen

Tijdens het literatuuronderzoek zijn verschillende operationalisaties gevonden van het begrip belastingsverschijnselen: cortisol, hartslag, stressverschijnselen, mentale belastingsverschijnselen, emotionele belastingsverschijnselen en vermoeidheid/ slaperigheid/ verminderde waakzaamheid.

- Over directe belastingsverschijnselen gemeten aan de hand van hartslag en cortisol zijn twee artikelen/ rapporten geïnccludeerd (Myrtek e.a., 1994; Ruitenburg e.a., 2008).
- Stressverschijnselen, mentale belastingsverschijnselen en/of emotionele belastingsverschijnselen tijdens of direct na het werk zijn in drie artikelen/ rapporten besproken (Myrtek e.a., 1994; Gillis, 2007; Ruitenburg e.a., 2008)
- Zeventien artikelen/ rapporten zijn geïnccludeerd betreffende vermoeidheid/ slaperigheid en verminderde waakzaamheid als direct belastingsverschijnsel (Ahsberg, 2000; Cabon e.a., 1993; Darwent e.a., 2008; Dorrian e.a., 2007a; Dorrian e.a., 2007b; Dorrian e.a., 2006; Endo & Kogi, 1975; Fletcher & Dawson, 2001; Härmä e.a., 2002; Ingre e.a., 2004; Jay e.a., 2008; Kandelaars e.a., 2005; Lamond e.a., 2005; Ruitenburg e.a., 2008; Rssb, 2004; Salinen e.a., 2005; Thorsvall & Akerstedt, 1987). Acht van deze onderzoeken zijn uitgevoerd binnen Europa en deze worden relevanter bevonden en beoordeeld dan de studies die zijn uitgevoerd buiten Europa gezien de verschillen in geografie en bijbehorende blootstelling in het werk.

Zoekresultaten fouten maken

Tenslotte zijn artikelen gevonden die ingaan op het maken van fouten door machinisten, waardoor incidenten/ ongevallen ontstaan. In eerste instantie werden deze artikelen gezocht onder de zoektermen van belastingsverschijnselen. Uit de gevonden literatuur bleek echter dat de oorzaak van de gemaakte fouten soms lag in de taakuitvoering (arbeidsinhoud) en soms lag in belastingsverschijnselen. Daarom is besloten om de informatie uit deze artikelen daar te beschrijven waar de oorzaak van de gemaakte fouten worden besproken. Voorbeeld: wanneer in een artikel ingegaan wordt op het maken van fouten tengevolge van een verkeerde taakuitvoering (zoals miscommunicatie), wordt deze informatie besproken onder taakuitvoering. Wanneer in een artikel ingegaan wordt op het maken van fouten tengevolge

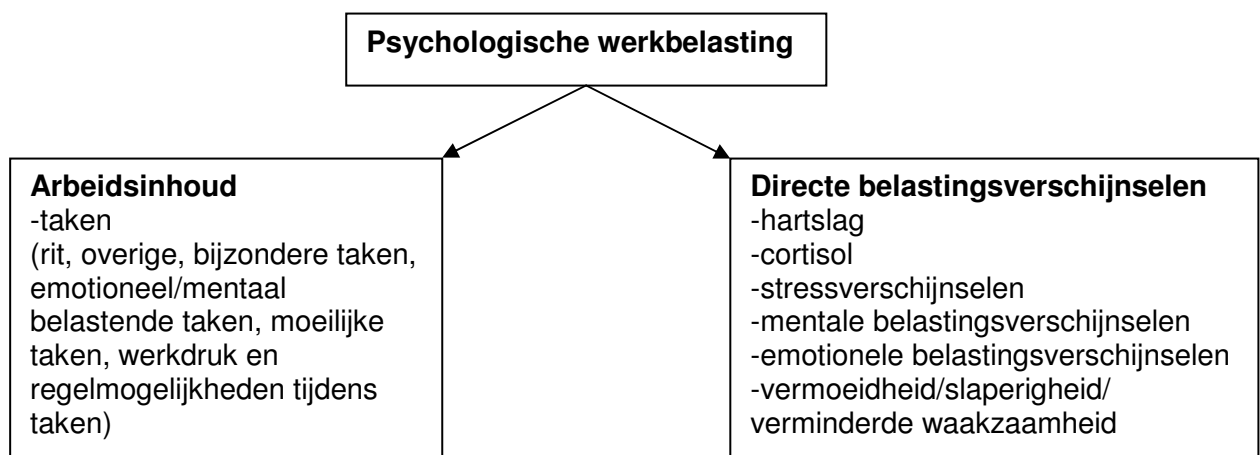
van belastingsverschijnselen (zoals vermoeidheid), wordt deze informatie besproken onder belastingsverschijnselen.

- In totaal zijn elf artikelen geïnccludeerd betreffende directe belastingsverschijnselen uitgedrukt in fouten maken/ ongevallen (Baysari e.a., 2008; Chang e.a., 2007; Edkins & Pollock, 1997; van der Flier & Schoonman, 1986/1988; FRA rapport, 2007; Ingre e.a., 2000; Kecklund e.a., 1999; Rssb, 2004; Transport and Water Management, 2008; Shanahan e.a., 2007; Thorsvall & Akerstedt, 1987). Zeven van deze onderzoeken zijn uitgevoerd binnen Europa en deze worden relevanter bevonden en beoordeeld dan de studies die zijn uitgevoerd buiten Europa gezien de verschillen in geografie en bijbehorende blootstelling in het werk.

Een uitgebreid overzicht van de inhoud van de artikelen kan opgevraagd worden bij de auteurs van deze rapportage.

Samenvattend

In figuur 3 is een samenvatting weergegeven van het begrip psychologische werkbelasting en de daarbij gevonden operationaliseringen in de literatuur.



Figuur 3 Samenvatting operationalisatie psychologische werkbelasting op basis van de gevonden literatuur

3.1.3 Psychologische Werkbelasting: Arbeidsinhoud

Taken

De kerntaken van NS machinisten staan beschreven in het Kwalificatiedossier Machinist (2005) en het Handboek Machinist NSR (2007). Volgens het Kwalificatiedossier Machinist (2005) hebben machinisten drie kerntaken:

1. Spoorvoertuigen zonder beperkingen aan snelheid en afstand besturen conform voorschriften en of aanwijzingen van treindienstleiders of andere relevante personen.
2. Nemen van veiligheidsmaatregelen bij storingen of calamiteiten aan het materieel en de infrastructuur en veiligheidsstoringen.
3. Het voortbrengen en afrangeren van spoorvoertuigen ten behoeve van het samenstellen van treinen het zonder beperkingen begeleiden van spoorvoertuigen op emplacementen.

Bij het uitvoeren van de taken, is de kernopgave voor een machinist te zorgen voor veiligheid van het vervoersproces (Kwalificatiedossier Machinist, 2005). De hoofdconductor kan de machinist helpen bij het waarborgen van deze taak (bijvoorbeeld door het vertreksignaal te geven), maar uiteindelijk is de machinist de eindverantwoordelijke voor de veilige besturing van de trein.

De rit

Uit de hiërarchische taakanalyse bij NS machinisten (Ruitenburg e.a., 2008) blijkt dat NS machinisten het grootste deel van hun dienst (± 4 uur: 51%) bezig zijn met het rijden van station naar station, waarbij tijdens de rit in totaal 44 minuten wordt besteed aan de bediening van het paneel. In een Engels dagboekonderzoek werd eenzelfde resultaat gevonden: van een gemiddelde dienst wordt 60% (5 uur) besteed aan het rijden van de trein, waarbij de machinist zich gemiddeld maximaal 2,5 uur onafgebroken in de cabine bevindt, met een range van 0.17 tot 8.83 uur (Rssb, 2004). Tijdens de observaties van NS machinisten is de gemiddelde langste geobserveerde continue tijd in de cabine per dienst (aan het rijden) 1,5 uur. De maximale geobserveerde continue tijd in de cabine is 2,5 uur (Ruitenburg e.a., 2008). Het grootste gedeelte van de dienst wordt dus zittend in de cabine doorgebracht waarbij de machinist zich met name bezighoudt met de te rijden rit.

Op basis van expertopinions (Elliot e.a., 2007) en observaties (Porter, 1992 in Rssb, 2002) zijn activiteiten geformuleerd die machinisten tijdens het rijden van de rit uit horen te voeren. Zo heeft de machinist tijdens de rit te maken met het mentaal verwerken van alle informatie die hij krijgt, ziet en hoort, waaronder aanwijzingen van bijvoorbeeld niet werkende spoorwegovergangen of een STS. De machinist dient zich bezig te houden met het

identificeren van alle mogelijke relevante informatie (Elliott e.a., 2007). Hij dient zich te richten en te reageren op het paneel (o.a. snelheid en afwijkende meters) en relevante signalen, borden en aanwijzingen die hij tegenkomt langs het spoor (Porter, 1992 in Rssb, 2002). Tevens dient hij het spoor en de omgeving te monitoren op overtredingen, obstructies, werklieden (Porter, 1992 in Rssb, 2002). Daarnaast dient de machinist te anticiperen op wat komen gaat, waarbij hij zijn kennis van route en rijden gebruikt (Elliot e.a., 2007). Vervolgens dient de machinist op een correcte manier te reageren op relevante binnengekomen signalen (Porter, 1992 in Rssb, 2002) en onvoorziene gebeurtenissen zoals persoon/object op het spoor, binnenkomst op een ander spoor, oproep treindienstleider en een ander verwachtingspatroon. Zo wordt de machinist geacht de snelheid van de trein in de gaten te houden en aan te passen (Porter, 1992 in Rssb, 2002). Hierbij dient het Automatische Trein Beïnvloeding (ATB) systeem als waarschuwingssysteem: wanneer de trein te snel rijdt klinkt er een langgerekte 'tring' waarop de machinist bewust wordt gemaakt op het feit dat hij dient te remmen. Reageert de machinist te laat, dan grijpt de ATB in met een noodremming. Tenslotte dient de machinist aan te tonen dat hij bij bewustzijn is door middel van het vigilantie-systeem (Porter, 1992 in Rssb, 2002): de intermitterende dodeman waarbij een pedaal of stuurwiel af en toe losgelaten en daarna weer ingedrukt dient te worden gehouden. De machinist moet dus continu zijn aandacht verdelen over de primaire taak van het rijden van de trein, de secundaire taak van het waarnemen van alle inkomende informatie en opmerkelijkheden die relevant zijn voor de primaire taak, en de automatische taak van de dodeman. Daarnaast heeft de machinist tijdens de rit de taak om de trein te laten stoppen op de juiste stations binnen het tijdschema dat daarvoor staat. Uiteindelijk krijgt de machinist dus te maken met zowel monotone situaties (bijvoorbeeld het rijden op de vrije baan) als situaties met veel stimuli van buiten af (bijvoorbeeld het binnenrijden van stations).

Overige taken

Naast de te rijden rit is uit observaties gebleken dat van de totale gemiddelde dienstduur van NS machinisten (8 uur en 27 minuten) gemiddeld 7% (35 minuten) wordt besteed aan het gereedmaken van de trein, 4% (20 minuten) aan het vertrekken van de trein en 7% (35 minuten) aan de aankomst van de trein op (tussengelegen) stations (Ruitenburg e.a., 2008). Daarnaast verplaatst de NS machinist zich tijdens zijn dienst (15%, 76 minuten) van en naar treinen en houdt hij pauze (11%, 56 minuten) (Ruitenburg e.a., 2008). De gemiddelde langste geobserveerde tijd zonder pauze per dienst tijdens de observaties van NS machinisten is 4,5 uur. De maximale geobserveerde tijd zonder pauze is 6 uur (Ruitenburg e.a., 2008). Uit dagboeken van Engels machinisten blijkt de langste periode zonder pauze gemiddeld tussen de 3 en 3,5 uur te zijn (Rssb, 2004).

Bijzondere taken

Volgens het Handboek Machinist NSR (2007) zijn bijzondere taken die voor kunnen komen: het koppelen of ontkoppelen van treinen, kopmaken (verandering rijrichting) van treinen en rangeren. Tevens kunnen de bezigheden van een machinist bestaan uit het gebruik van GSM, GSM-R, portofoon, en/of railpocket, het melden van storingen en onregelmatigheden, gebruik van noodrem, informeren van reizigers en communicatie met conducteur of treindienstleider (Handboek Machinist NSR, 2007). Een aantal van deze taken kunnen als versturende taken van de primaire taak, het rijden, worden beschouwd: secundaire (niet taakgerelateerde) activiteiten die van buitenaf worden geïnitieerd en die de machinist verstoren tijdens het uitvoeren van zijn primaire activiteit, het rijden van de rit. Tijdens het vertrek van de trein, het rijden in de trein van station naar station en de aankomst van de trein is er per gemiddelde dienst van een NS machinist gemiddeld 27x een versturende taak geobserveerd, variërend in duur van een paar seconden tot 17 minuten (Ruitenburg e.a., 2008). Communicatie met treindienstleider/ conducteur kan afleidend zijn. Dat communicatie een versturende taak kan zijn tijdens het besturen van de trein bleek ook uit een rapport van ongevallen in de VS waarin 38% van de ongevallen met goederentreinen en 23% van de ongevallen met passagierstreinen werd toegeschreven aan miscommunicatie (FRA rapport, 2007). Tevens werd 19% van de gerapporteerde ongevallen in Engeland toegeschreven aan miscommunicatie (Shanahan e.a., 2007).

Onvoorziene omstandigheden en weersomstandigheden kunnen tevens de complexiteit van het uitvoeren van de primaire taak verhogen (Kwalificatiedossier Machinist, 2005). Tenslotte heeft de machinist een aantal vastgelegde taken indien zich calamiteiten voordoen zoals brand en aanrijdingen (Handboek Machinist NSR, 2007).

Emotionele en mentale belastende taken

Uit vragenlijsten is gebleken dat machinisten soms tot vaak te maken te krijgen met emotioneel belastende situaties, zoals confrontaties, contact met lastige klanten of het moeten overtuigen van mensen. Op een schaal voor emotionele belasting van 0 tot 100 wordt door NS machinisten gemiddeld 34 gescoord, wat significant hoger ($p=0,00$) is vergeleken met een algemeen werkende referentiepopulatie (score 27) (Ruitenburg e.a., 2008). Tevens wordt de arbeidsinhoud op mentaal vlak als belastend ervaren; op een schaal van 0 tot 100 wordt een gemiddelde score van 87 gerapporteerd, wat significant hoger ($p=0,00$) is dan de score (79) van een algemeen werkende referentiepopulatie (Ruitenburg e.a., 2008). Met name de vragen "Vraagt uw werk veel concentratie?", "Vereist uw werk grote zorgvuldigheid?" en "Vereist uw werk dat u er voortdurend uw aandacht bij moet houden?" worden door het overgrote deel (84% versus 85% versus 94%) met "altijd" beantwoord. Maar ook "altijd" precies moeten werken (74%) en "altijd" op veel dingen tegelijk

moeten letten (76%) scoren hoog. “Altijd” voortdurend na moeten denken (51%) of veel moeten onthouden (31%) scoren relatief gezien wat lager.

Moeilijkheid taken

In een Zweedse studie geven machinisten aan dat zij slechts korte momenten (minder dan 1/8 deel van hun werktijd) te maken hebben met moeilijke werktaken (Ahsberg, 2000).

Werkdruk en regelmogelijkheden tijdens taken

De algemeen ervaren werkdruk, uitgevraagd aan de hand van vragen over werktempo en hoeveelheid, blijkt onder de NS machinisten niet hoog. Op een schaal van 0-100 scoren zij 37, wat significant lager is ($p=0,00$) vergeleken met een algemeen werkende referentiepopulatie die 44 scoorde (Ruitenburg e.a., 2008). Uit zelfrapportages van NS machinisten tijdens de dienst blijkt dat de werkdruk tijdens de dienst significant ($p=0,00$) toeneemt naarmate de dienst vordert (Ruitenburg e.a., 2008). Ten opzichte van de werkdruk na 2 uur in dienst, is werkdruk na 4 uur 1,1x zo hoog, na 6 uur 1,7x zo hoog en na 8 uur 1,8x zo hoog (Ruitenburg e.a., 2008). In een onderzoek bij Zweedse machinisten wordt aangegeven dat zij gedurende een kwart van hun werktijd het gevoel hadden de werkdruk aan te kunnen, maar dat zij gedurende één achtste van hun werktijd teveel te doen hebben (Ashberg, 2000).

NS machinisten ervaren weinig vrijheid (regelmogelijkheden) in de inhoud en uitvoering van de werkzaamheden. Dit blijkt uit een score van 82 op een schaal voor regelmogelijkheden van 0 tot 100, wat significant ($p=0,00$) slechter is vergeleken met een algemeen werkende referentiepopulatie (score 42) (Ruitenburg e.a., 2008). Een groot deel van de machinisten geeft met name aan “nooit” zelf de inhoud en volgorde van zijn werkzaamheden te kunnen bepalen (90% versus 86%), “nooit” even te kunnen onderbreken als hij dat nodig vindt (82%) en “nooit” zelf te kunnen beslissen hoeveel tijd hij aan bepaalde activiteiten besteedt (81%). In een vragenlijstonderzoek bij Zweedse machinisten komt naar voren dat zij gedurende ongeveer de helft van hun werktijd zelf kunnen beslissen hoe zij het werk uitvoeren, en tijdens de andere helft van hun werktijd niet (Ahsberg, 2000).

3.1.4 Psychologische Werkbelasting: Directe belastingsverschijnselen tijdens/ direct na het werk

Het uitvoeren van de verschillende taken en activiteiten van machinisten kan leiden tot belastingsverschijnselen tijdens of direct na het werk. Het betreft hier de directe effecten die de uitvoering van de taken (arbeidsinhoud) heeft op de werknemer en de uitoefening van zijn/ haar werk.

Werkbelastingverschijnselen tijdens de rit tijdens verschillende snelheden en activiteiten

Stressverschijnselen tijdens de dienst

In een Duits onderzoek is onderzocht of het rijden op verschillende snelheden en het uitvoeren van verschillende activiteiten (rijden, starten, remmen om te stoppen, snelheid veranderen, stilstand) een verandering in stress veroorzaakte. Uit dit onderzoek komt naar voren dat machinisten het rijden met 0-40 km/uur significant ($p=0,00$) meer stressvol vinden dan stilstand (Myrtek e.a., 1994). Wanneer observatoren stress met behulp van een schaalscore rapporteren, wordt ook het rijden met hogere snelheden (40-60km/uur en 100-140km/uur) als significant ($p<0,02$) meer stressvol dan stilstand gescoord. Qua activiteiten ervaren machinisten zelf geen significant ($p>0,05$) verschil in stress tussen het rijden, het maken van snelheidsveranderingen, het remmen om te stoppen en stilstand. Observatoren rapporteren het remmen om te stoppen daarentegen wel als significant ($p=0,00$) meer stressvol dan het rijden (Myrtek e.a., 1994).

Mentale belastingsverschijnselen tijdens de dienst

Gillis (2007) constateert dat de mentale belasting met name hoog is tijdens het binnenkomen en net na het verlaten van stations en wanneer een dubbel geel signaal wordt gegeven voordat een trein het station binnenkomt. In principe betekent een geel sein 'afname in snelheid' aangezien het volgende signaal rood kan zijn. Een geel signaal bij vertrek kan mentaal belastend zijn omdat in dat geval toch snelheid gemaakt dient te worden om te kunnen vertrekken, maar er tegelijkertijd rekening gehouden dient te worden met een volgend rood signaal.

Volgens expertopinie zijn gesloten overwegen waar personen oversteken tevens emotioneel belastend.

De ervaring van het rijden op hoge snelheid (>160 km/uur) wisselt tussen Nederlandse Hi-speed machinisten (Ruitenburg e.a., 2008). Enkele machinisten ervaren het rijden op hoge snelheid als inspannend (11%), terwijl andere machinisten het rijden op hoge snelheid als

ontspannend ervaren (28%) (Ruitenburg e.a., 2008). Het tijdens de rit wisselen van beeldscherm naar de seinen en vice versa blijkt voor 61% geen probleem te vormen tijdens het rijden op hoge snelheid (Ruitenburg e.a., 2008). Wat betreft het rijden in het buitenland, vergeleken met het rijden in het binnenland, worden verschillen genoemd in regelgeving, seinstelsels, afstand, duur van de rit, snelheid, concentratie en benodigde kennis. Vijf van de tien machinisten die verschillen ervaren tussen het rijden op Hi-speed lijnen en binnenlandse lijnen, gaven aan dat ze door deze verschillen een hogere werkbelasting ervaren (Ruitenburg e.a., 2008).

Veranderingen in hartslagvariabiliteit als maat voor mentale belasting kan een indruk geven van de mentale inspanning die geleverd wordt tijdens het werk. Diverse parameters van hartslagvariabiliteit zijn onderzocht (T-waves, MSSD, LF). Onderzocht werd of het rijden op verschillende snelheden en het uitvoeren van verschillende activiteiten resulteerde in een veranderde hartslagvariabiliteit. De uitslagen bij Duitse machinisten indiceerden een significant ($p < 0,04$) verhoogde mentale belasting bij het rijden met snelheden van alle snelheden van >40 km/uur vergeleken met stilstand, weergegeven via T-waves. Echter, de MSSD waarden bevestigden dit beeld niet. Hier werd over het algemeen geen significant ($p > 0,05$) verschil gevonden tussen het rijden met verschillende snelheden en stilstand (Myrtek e.a., 1994). Zowel uit de T-wave als MSSD waarden kwam wel naar voren dat rijden meer mentaal belastend was dan starten. Blijkend uit de hartslagvariabiliteit metingen over de gehele dienst gezien bij NS machinisten, was het begin en het einde van de dienst mentaal meer inspannend ten opzichte van het middelste gedeelte van de dienst (Ruitenburg e.a., 2008). Er werden geen significante ($p > 0,05$) verschillen gevonden tussen de verschillende tijdsperiodes (Ruitenburg e.a., 2008).

Emotionele belastingsverschijnselen tijdens de dienst

Emotionele belasting kan worden weergegeven aan de hand van de verhoogde hartfrequentie. Wanneer er sprake is van een verhoging in hartslag zonder een toename in fysieke activiteit, kan de verhoging in hartslag toegeschreven worden aan emotionele belasting. Myrtek e.a. (1994) deden onderzoek naar het effect van rijden op verschillende snelheden en het uitvoeren van verschillende activiteiten op emotionele belasting gemeten aan de hand van een verhoogde hartslagfrequentie. Vergelijkingen van deze verhoogde hartslagfrequenties bij verschillende snelheden resulteert in significant ($p < 0,02$) lagere emotionele belasting tijdens sommige snelheden, terwijl bij andere snelheden geen significante ($p > 0,05$) verschillen zijn gevonden. Qua activiteiten worden bij remmen om te stoppen en stilstand significant ($p < 0,02$) hogere verhoogde hartslagfrequenties zonder

toename in fysieke activiteit gevonden vergeleken met rijden, wat duidt op een hogere emotionele belasting tijdens deze activiteiten.

Een hoge emotionele belasting tijdens remmen en stilstand wordt enerzijds bevestigd doordat aanzienlijk meer STS gevallen in Nederland tussen 1983-1985 werden veroorzaakt door stoptreinen (47%) dan door intercity's (9%) (van der Flier & Schoonman, 1988), waarbij dus vaker sprake is van stoppen en stilstand. Uit een Zweeds ongevallen rapport blijkt ook dat er bij ongevallen door stoptreinen significant ($p=0,05$) vaker sprake is van een gemist signaal en vermoedelijke vermoeidheid dan bij sneltreinen en goederentreinen (Kecklund e.a., 1999). Anderzijds moet men hierbij in gedachte houden dat, gezien het feit dat machinisten bij het besturen van stoptreinen veel vaker te maken hebben met rode seinen, de kans op STS gevallen statistisch gezien ook groter is dan bij intercity's.

De hoge emotionele belasting is rondom stations en rangeerterreinen (waar veel wordt geremd en stilgestaan) wordt ook bevestigd door het feit dat ruim 90% van de STS gevallen plaatsvond op emplacement en/ of stations, waarvan de helft bij aankomst. Het vertrek levert minder STS gevallen op (18%) (van der Flier & Schoonman, 1988). Wanneer alleen de STS gevallen met passagierstreinen worden bekeken blijkt dat STS gevallen op emplacements/ stations met name tijdens de aankomst (67%) voorkomen (van der Flier & Schoonman, 1988). Echter, van de incidenten, veroorzaakt door fouten van Taiwanese machinisten, vindt 89% plaats tijdens het rijden, 6% bij het vertrek en 5% bij aankomst (Chang e.a., 2007). In het onderzoek naar Nederlandse STS gevallen tussen 1983 en 1985 blijken de meeste gevallen voor te komen in het begin van de dienst (van der Flier & Schoonman, 1988), waarbij de auteurs aangeven dat deze waarschijnlijk met name veroorzaakt worden op rangeerterreinen. Van de onderzochte Nederlandse STS gevallen tussen 1983 en 1985 zijn rangeerbewegingen in totaal verantwoordelijk voor 22% van de gevallen (van der Flier & Schoonman, 1988). Bij een Taiwanese studie blijkt een piek in het risico op ongevallen bij goederentreinen na één uur rijden, waarbij ook wordt gesuggereerd dat binnen het eerste uur vaak op het rangeerterrein wordt gereden (Chang e.a., 2007).

Cortisol reacties tijdens/ na de dienst

De mate van herstel na het draaien van verschillende diensten kan worden onderzocht met behulp van de concentratie cortisol in het speeksel. In het onderzoek van Ruitenburg e.a., (2008) is er bij machinisten geen significant verschil gevonden in de mate van herstel tussen hele vroege diensten en latere ochtenddiensten ($p>0,05$).

Vermoeidheidsverschijnselen en vermindering in waakzaamheid tijdens/na de dienst

Het draaien van (lange) diensten van machinisten, en met name het langdurige rijden kan leiden tot vermoeidheidsverschijnselen of verschijnselen van verminderde waakzaamheid/ alertheid (vigilantie) tijdens of na de dienst. Over het algemeen gezien blijkt dat vermoeidheidsverschijnselen en verschijnselen van afname in waakzaamheid/ alertheid vaak samen gaan: waakzaamheid/ alertheid neemt af naarmate machinisten vermoeider/ slaperiger worden. Zo is in een studie bij Australische machinisten een significante ($p < 0,01$) correlatie gevonden tussen zelfgerapporteerde alertheid en voorspelde vermoeidheidsscores (Fletcher & Dawson, 2001). Bij Zweedse machinisten is ook een significante ($p < 0,05$) correlatie gevonden tussen (zelfgerapporteerde) slaperigheid en waakzaamheid gemeten aan de hand van EEG en EOG metingen (Torsvall & Akerstedt, 1987). Hetzelfde geldt in de studie van Dorrian e.a. (2007a), waar een significant ($p < 0,01$) afgenomen zelfscore van alertheid door Australische machinisten bij toenemende vermoeidheid is gerapporteerd. In een andere studie van Dorrian e.a. (2006) blijken meer machinisten uit de hoge vermoeidheidsgroep (63%) fouten te maken tijdens een vigilantie taak dan uit de gemiddelde (42%) en lage vermoeidheidsgroepen (33%).

Gezien het feit dat toename in vermoeidheidsverschijnselen en toename in verschijnselen van verminderde waakzaamheid samengaan, worden deze hier samen besproken.

Vermoeidheidsverschijnselen en vermindering in waakzaamheid tijdens/na de dienst in het algemeen

De algemene (werkgelegateerde) vermoeidheid van machinisten is op verschillende manieren in kaart gebracht. In het onderzoek van Ruitenburg e.a. (2008) bij NS machinisten is op een schaal van 0 tot 100 een significant ($p < 0,01$) lagere gemiddelde score voor vermoeidheid tijdens het werk (Schaal Ervaren Belasting) (score 19) gerapporteerd vergeleken met een algemeen werkende referentiepopulatie (score 24). De gerapporteerde herstelbehoefte na het werk (gemiddelde score 33) verschilt niet significant ($p > 0,05$) van de algemeen werkende referentiepopulatie (score 28). Wel is bij 27% een te hoge score gevonden ten opzichte van gezondheidsnormen (Ruitenburg e.a., 2008).

In een studie bij Zweedse machinisten is op een schaal van 0 tot 11 een gemiddelde score van 6,3 voor overall vermoeidheid na een nachtdienst gerapporteerd (Ahsberg e.a., 2000). In datzelfde onderzoek is gebrek aan energie gescoord op een schaal van 0-6; na een nachtdienst scoren machinisten gemiddeld 2,6 (Ahsberg e.a., 2000). Op datzelfde moment is op een schaal van 0-6 betreffende slaperigheid gemiddeld 3,3 gescoord door machinisten (Ahsberg, 2000). Aangezien deze schalen geen gebruik maken van afkapwaarden (grenzen), blijft het onduidelijk in hoeverre deze scores verontrustend zijn in het kader van gezondheid

of veiligheid. In een studie bij Japanse machinisten is geconstateerd dat op verschillende tijdstippen tijdens de rit de ogen een tijdje werden gesloten (Endo & Kogi, 1975).

Tijdens de dienst is gebleken dat machinisten te maken krijgen met vermoeidheidsverschijnselen en verschijnselen van afname in waakzaamheid / alertheid, wat gevolgen kan hebben voor het rijgedrag van machinisten. Uit verschillende onderzoeken bij Australische machinisten blijkt dat machinisten met hoge vermoeidheid, in vergelijking met minder vermoeide machinisten, met significant ($p < 0,05$) hogere snelheid rijden (Dorrian e.a., 2006) en significant ($p < 0,01$) ernstigere (Dorrian e.a., 2006; Dorrian e.a., 2007a) en langer durende (niet significante) (Dorrian e.a., 2007b) snelheidsovertredingen maken. De resultaten van de verschillende studies betreffende de relatie tussen vermoeidheid en mogelijke significante toename/afname in brandstofverbruik en het gebruik van de rem zijn niet eenduidig (Dorrian e.a., 2006; Dorrian e.a., 2007a; Dorrian e.a., 2007b).

Uiteindelijk kunnen vermoeidheidsverschijnselen en verschijnselen van verminderde waakzaamheid van machinisten tijdens de dienst resulteren in het maken van fouten en het ontstaan van incidenten. Zo constateerde Torsvall & Akerstedt (1987) uit EOG en EEG metingen dat er sprake is van slaperigheid/ verminderde waakzaamheid tijdens het maken van twee fouten van een machinist (het niet reageren op een stop en snelheidssignaal). Zeventien procent van de gerapporteerde ongevallen in een Zweedse studie blijken mogelijk gerelateerd aan de vermoeidheid van de machinist (Kecklund e.a., 1999). Fitheid (slaperigheid of onder invloed van alcohol of drugs) van de machinist blijkt tevens in ongeveer één derde van de ongevallen in de VS oorzaak te zijn (FRA rapport, 2007). Daarnaast blijken Zweedse machinisten die een ongeval meemaakten significant hoger te scoren op mentale uitputting en slaperigheid ($p < 0,03$) dan machinisten die geen ongeval meemaakten (Ingre e.a., 2000). Ruim driekwart van een groep Engelse machinisten geeft aan soms het gevoel te hebben snel fouten te maken, waarvan het grootste deel dit gevoel met name heeft tijdens de vroege dienst (Rssb, 2004).

Samenvattend komen vermoeidheidsverschijnselen en vermindering in waakzaamheid voor tijdens het werk, wat kan leiden tot een verminderde rijprestatie, het maken van fouten, en zelfs tot het ontstaan van incidenten.

Vermoeidheidsverschijnselen en vermindering in waakzaamheid tijdens verschillende type diensten

Machinisten hebben vaak een onregelmatig rooster waarin verschillende type diensten (ochtend, middag, avond, nacht) worden gedraaid. Bepaalde diensten kunnen tot meer en

hogere vermoeidheidsverschijnselen en verschijnselen van verminderde waakzaamheid leiden dan andere diensten.

Zo komt uit de studies bij machinisten naar voren dat er met name tijdens de ochtenddienst en nachtdienst vaker sprake is van ernstige slaperigheid dan tijdens de dagdienst. Heftige slaperigheid onder Finse machinisten is 6 tot 15 keer zo hoog in de nachtdienst en 2 keer zo hoog in de ochtenddienst vergeleken met de dagdienst (Härmä e.a., 2002). In een studie bij Zweedse machinisten is een significant ($p < 0,01$) verhoogd risico op slaperigheid gevonden van 3,7 tijdens de ochtenddienst en 2,4 tijdens de avonddiensten vergeleken met de dagdienst. (Ingre e.a., 2004). De prevalentie van hevige slaperigheid bij Finse machinisten is tijdens de nacht 36%-62% en tijdens de ochtend 12%-27% (afhankelijk van shiftcombinaties) (Salinen e.a., 2005). Ernstige mentale vermoeidheid en zware oogleden blijken ook met name voor te komen tijdens de nachtdiensten en ochtenddiensten. Iets meer dan de helft van een onderzochte groep Finse machinisten (52%) rapporteert ernstige vermoeidheid tijdens de nachtdienst (tenminste drie uur dienst tussen 23:00 en 06:00 uur) en 31% tijdens de ochtenddienst (aanvang tussen 03:00 en 07:00 uur) (Härmä e.a., 2002). Tevens is een significant ($p < 0,05$) hogere vermoeidheid gevonden bij Australische machinisten met starttijden tussen 00:00 en 08:00 vergeleken met starttijden tussen 08:00 en 16:00, waar de vermoeidheid weer significant ($p < 0,05$) hoger ligt dan tijdens diensten startende tussen 16:00 en 24:00 (Fletcher & Dawson, 2001). Mentale vermoeidheid onder Engelse machinisten is door 51% tijdens de nachtdienst ervaren, door 40% tijdens de ochtenddienst, door 24% tijdens de avonddienst, en door 18% tijdens de dagdienst (Rssb, 2004). Vijfendertig procent van diezelfde groep machinisten rapporteert zware oogleden tijdens vroege diensten en 31% tijdens nachtdiensten, versus door 15% tijdens dagdiensten (Rssb, 2004). Tevens is gebleken dat ieder uur dat de ochtenddienst later begint, het risico op ernstige slaperigheid afneemt met 37% (OR= 0,63, $p < 0,05$) (Salinen e.a., 2005).

Uit waakzaamheid metingen met behulp van een 'vigilantietest' blijkt dat tijdens dienstschema's waarbij later wordt begonnen er significant ($p = 0,00$) slechter wordt gescoord op zowel reactiesnelheid, reactie tijd als aantal fouten op de test vergeleken met dienstschema's waarbij vroeger wordt begonnen (Darwent e.a., 2008). Het verschil tussen beide groepen in reactietijd op de test liep op tot ongeveer 30msec. Australische machinisten rapporteren een significant ($p < 0,05$) verminderde alertheid tijdens het begin van avonddiensten en na nachtdiensten ten opzichte van ochtend/dagdiensten (Kandelaars e.a., 2005).

Bij machinisten in de vroege dienst blijkt naar verhouding ook significant ($p < 0,01$) meer STS gevallen voor te komen dan bij machinisten in de late dienst (van der Flier & Schoonman, 1988). Bij machinisten die de zeer vroege dienst draaien (aanvang tussen 04:00 en 06:00 uur) treed er een stijging op tegen het einde van de dienst (van der Flier & Schoonman, 1988). Machinisten geven zelf aan dat vermoeidheid met name in de nacht (21%) een beperkende factor is voor werkuitvoering (Härmä e.a., 2002).

Samenvattend komen vermoeidheid en verminderde waakzaamheid met name voor tijdens ochtend en avonddiensten ten opzichte van dagdiensten, wat kan leiden tot het ontstaan van incidenten.

Vermoeidheidsverschijnselen en vermindering in waakzaamheid tijdens het verloop van de dienst

Machinisten draaien vaak (lange) diensten waarbij vermoeidheidsverschijnselen toe kunnen nemen naarmate de dienst vordert. Zo neemt de vermoeidheid tijdens de dienst significant ($p = 0,00$) toe naarmate de dienst van Nederlandse machinisten vordert (Ruitenburg e.a., 2008). Ten opzichte van de vermoeidheid na 2 uur in dienst, is vermoeidheid na 4 uur 1,7x zo hoog, na 6 uur 2,2x zo hoog en na 8 uur 2,9x zo hoog (Ruitenburg e.a., 2008). Significante ($p = 0,01$) toename in vermoeidheid gedurende diensttijd komt ook naar voren in een studie bij Australische machinisten (Lamond e.a., 2005). Dienstlengte blijkt tevens een significant bijdragende factor voor vermoeidheid in een studie bij Engelse machinisten (Rssb, 2004). De vermoeidheid van Australische machinisten is significant ($p < 0,05$) hoger aan het einde van de dienst dan aan het begin van de dienst en in vergelijking met diensten korter dan 8 uur, blijkt de vermoeidheid significant ($p < 0,05$) toegenomen tijdens diensten langer dan 8 uur (Fletcher & Dawson, 2001). Uit de studie van Härmä e.a. (2002) is een toegenomen risico op heftige slaperigheid met 15% voor elk uur in toegenomen dienstlengte bij Finse machinisten gevonden en in een andere studie bij Finse machinisten is een verhoogd risico van 9% voor elk uur in dienstlengte gevonden tijdens de nachtdienst en een verhoogd risico van 13% tijdens de ochtenddienst (Sallinen e.a. 2005). In een onderzoek bij Zweedse machinisten komt naar voren dat vermoeidheid alleen significant ($p < 0,05$) toenam met toegenomen dienstlengte tijdens de nacht, maar niet tijdens de dag (Torsvall & Akerstedt, 1987).

Uit EEG en EOG metingen bij Zweedse machinisten blijkt dat er, in overeenstemming met toenemende vermoeidheid/ slaperigheid, sprake is van significante ($p < 0,05$) afname in waakzaamheid gedurende het vorderen van nachtdiensten, terwijl deze tijdens de dagdienst stabielier blijkt (Torsvall & Akerstedt, 1987). In een studie bij Australische relay-machinisten

werd na het draaien van een totale tripdienst, bestaande uit meerdere werk-rust periodes van 8 uur, een significante verlenging in reactietijd op een 'vigilantietaak' gevonden. Na de tripdienst blijkt de reactietijd langer ten opzichte van voor de tripdienst ($p < 0,05$), soms oplopend tot 35msec verschil (Jay e.a., 2008). Het aantal fouten op een 'vigilantietaak' verslechtert bij deze machinisten niet significant ($p > 0,05$) (Jay e.a., 2008). In een andere Australische studie bij relaymachinisten blijkt het aantal gemaakte fouten na een totale tripdienst wel toegenomen ten opzichte van voor de dienst (Lamond e.a., 2005). Uit een onderzoek uit 1975, waarbij een zelfontwikkelde 'vigilantietaak' werd gebruikt, is geconstateerd dat het aantal fouten toeneemt tijdens de rit, wat duidt op een verminderde waakzaamheid naarmate de ritlengte toeneemt (Endo & Kogi, 1975). Tevens is een significant ($p < 0,05$) afgenomen alertheid aan het einde van diensten die langer dan 10 uur duren geconstateerd, vergeleken met diensten die korter duren (Kandelaars e.a., 2005). In een andere Australische studie bij relay-machinisten zijn de gerapporteerde waarden voor alertheid verslechterd aan het einde van de dienst ten opzichte van het begin van de dienst (Fletcher & Dawson, 2001). Dit is niet getoetst.

Samenvattend nemen vermoeidheidsverschijnselen toe en waakzaamheid af naarmate diensten vorderen.

Vermoeidheidsverschijnselen en vermindering in waakzaamheid tijdens het rijden

Machinisten zijn tijdens de dienst lange tijd aan het rijden wat tot toename in vermoeidheidsverschijnselen en verminderde waakzaamheid kan leiden. Uit een Engelse studie blijkt dat lengte van de rit tussen stops, dus de continue tijd rijden, een significant ($p < 0,001$) bijdragende factor is voor vermoeidheid (Rssb, 2004). In een studie bij Zweedse machinisten blijkt bij iedere 15 minuten die de rit zonder stops in lengte toeneemt het risico op heftige slaperigheid tijdens de ochtenddienst 1,9 maal zo groot ($p < 0,05$) (Ingre e.a., 2004). Tevens blijkt na onderzoek van Franse machinisten dat de grootste afname in waakzaamheid, gemeten aan de hand van EEG en EOG, plaatsvindt tijdens het rijden, wanneer enige vorm van communicatie of signalisatie ontbreekt (Cabon et al., 1993).

Uit een rapport over STS-gevallen in de VS, blijkt het risico op STS gevallen ook verdubbeld te zijn wanneer meer dan 6 uur continu wordt gereden, vergeleken met 1,5-2,5 uur rijden, en nam daarna nog sterker toe (Rssb rapport, 2004). Bij Taiwanese machinisten van passagierstreinen neemt het risico op ongevallen toe naarmate de machinist een toenemend aantal uren achter elkaar rijdt (Chang e.a., 2007). Bij machinisten van goederentreinen is een piek in het risico op ongevallen na één uur rijden, wat samenhangt met de verwachting dat meer ongevallen op het rangeerterrein plaatsvinden. Na dit eerst uur neemt het risico wat

af, en stijgt daarna continu naarmate machinisten langere tijd achter elkaar rijden (Chang e.a. 2007). Van 20 geanalyseerde ongevallen in Zweden, vindt relatief een groot deel (acht) van de ongevallen plaats tijdens het 3^e uur van de dienst (Kecklund e.a., 1999). De rest van de ongevallen vindt verspreid over de dienst plaats. Echter, zoals de auteurs aangeven, is het aantal onderzochte ongevallen erg klein en is er sprake van veel korte onderzochte diensten, wat het ongevallencijfer rondom het 3^e uur waarschijnlijk heeft doen verhogen. Wanneer dit meegenomen zou worden zou het risico op ongevallen waarschijnlijk groter zijn na 6-7 uur (Kecklund e.a., 1999).

Samenvattend nemen vermoeidheidsverschijnselen toe en waakzaamheid af naarmate langere tijd continue wordt gereden.

Vermoeidheidsverschijnselen en vermindering in waakzaamheid tijdens/na het draaien van meerdere diensten

Het draaien van meerdere diensten achter elkaar brengt verhoogde vermoeidheidsverschijnselen met zich mee. Zo komt uit een Australische studie naar voren dat vermoeidheid bij de 4^e t/m 7^e aaneengesloten werkdag significant ($p < 0,05$) hoger is dan tijdens de eerste drie achtereenvolgende dagen (Fletcher & Dawson, 2001).

Het risico op STS gevallen in de VS neemt toe naarmate men meer diensten achter elkaar draait: het risico neemt toe na het draaien van zes achtereenvolgende diensten en is verdubbeld na het draaien van tien achtereenvolgende diensten (Rssb rapport, 2004).

Samenvattend lijkt vermoeidheid toe te nemen na het draaien van meerdere diensten achter elkaar.

Vermoeidheidsverschijnselen en vermindering in waakzaamheid tijdens de dienst en de gevolgen op mentale status.

Het vóórkomen van vermoeidheid en verminderde waakzaamheid kunnen op hun beurt leiden tot andere belastingsverschijnselen, die uiteindelijk tot incidenten kunnen leiden.

Vermoeidheidsverschijnselen en verschijnselen van verminderde waakzaamheid kunnen leiden tot gebrek aan aandacht, onoplettendheid en afleiding. Deze factoren blijken in relatief veel incidenten een rol te spelen. Zo blijkt uit twee Australische studies dat ongeveer tweederde van de onderzochte incidenten die door menselijke factoren worden veroorzaakt, 'skill-based errors' als oorzaak hadden; fouten waarbij de intentie van de machinist goed is, maar waarbij geen of een verkeerde handeling wordt ingezet. Bij deze 'skill-based errors'

speelt verminderde aandacht in bijna driekwart van de incidenten een rol (Baysari e.a., 2008; Edkins & Pollock, 1997). In ongeveer één derde van ernstige ongevallen in de VS blijkt afleiding een medeoorzaak te zijn en onoplettendheid in bijna een kwart (FRA rapport, 2007). Van alle STS passages in Nederland tussen 2003 en 2007 blijkt bij 16% afleiding een primair gerapporteerde hoofdoorzaak te zijn (TWA rapport, 2008). In een eerder Nederlands rapport van STS passages tussen 1983 en 1985 blijkt afleiding ook een primair genoemde oorzaak te zijn in 11% van de gevallen (van der Flier & Schoonman, 1988).

Tevens kunnen vermoeidheidsverschijnselen en verschijnselen van verminderde waakzaamheid leiden tot een verminderde waarneming of een verkeerd verwachtingspatroon. Zo blijkt dat het niet reageren op waarschuwingssystemen en het daardoor worden stilgezet van de trein significant ($p < 0,05$) toeneemt bij toenemende vermoeidheid (Dorrian e.a., 2007a). De meest voorkomende directe oorzaak van STS passages in Nederland tussen 1983 en 1985 blijkt het niet zien (32%) of te laat zien (25%) van stoptonende seinen, of het niet zien van het voorgaande signaal (7%) (van der Flier & Schoonman, 1988). Tussen 2003 en 2007 blijken problemen met visuele waarneming in 14% van de STS passages in Nederland een primair gerapporteerde hoofdoorzaak te zijn, waarbij signalen met name niet, te laat, verkeerd of onjuist worden waargenomen (TWA rapport, 2008). Het percentage problemen met waarneming als direct oorzaak voor STS gevallen blijkt dus te zijn gedaald, maar nog wel steeds aanwezig. Problemen met waarneming komen ook naar voren uit een Zweedse ongevallenstudie: met name vermoeidheidsgerelateerde ongevallen betreffen meestal gemiste signalen (85%) (Kecklund e.a., 1999).

Een onjuist verwachtingspatroon of anticipatie met betrekking tot seinbeelden blijkt in verschillende studies (mede-) oorzaak te zijn van incidenten. Zestien procent van de Nederlandse STS passages tussen 1983-1985 is veroorzaakt door een onjuist verwachtingspatroon (van der Flier & Schoonman, 1988) en in 21% van de gevallen die plaatsvonden tussen 2003-2007 (TWA rapport, 2008). Een verkeerde verwachting is de oorzaak geweest in 28% van de gerapporteerde ernstige ongevallen in de VS met goederentreinen, en in 39% van de ongevallen met passagierstreinen (FRA rapport, 2007). Tevens is een verkeerde verwachting als oorzaak van incidenten geconstateerd in een onderzoek bij Australische incidenten (Baysari e.a., 2008).

Door het ontstaan van vermoeidheidsverschijnselen en verschijnselen van verminderde waakzaam kunnen machinisten situaties onjuist inschatten en onjuist reageren. Onjuist reageren is als oorzakelijke factor genoemd in het onderzoek naar Nederlandse STS passages tussen 1983-1985 (van der Flier & Schoonman, 1988). Een foutieve rembediening

blijkt in STS passages een rol te spelen (van der Flier & Schoonman, 1988; TWA rapport, 2008). Foutief remmen door de machinist is in 11% van de STS gevallen tussen 1983-1985 als directe oorzaak gerapporteerd. In 1254 STS passages tussen 2003 en 2007 is foutieve rembediening van de machinist 1010 keer als primaire oorzaak gerapporteerd (TWA rapport, 2008). De resultaten van psychologische testgegevens van het laatste periodieke onderzoek, waarin onder andere reactievermogen is gemeten, vóór het ondergaan van een STS geval zijn vergeleken tussen machinisten die een STS geval hebben meegemaakt en machinisten die geen STS geval hebben meegemaakt (van der Flier & Schoonman, 1988). Tussen deze groepen blijken geen opmerkelijke verschillen in resultaten op de uitgevoerde reactievermogen test, aandachtsspreidingstest en concentratietest. Tevens zijn er geen opmerkelijke verschillen in de persoonlijkheidsvragenlijsten en de uiteindelijke uitslag van het periodiek onderzoek. Echter, wanneer een vergelijking wordt gemaakt tussen subgroepen machinisten die een STS passage meemaakten waarbij het signaal niet of te laat gezien werd en een referentiegroep van machinisten die geen STS geval meemaakten, blijken er wel verschillen in psychologische testgegevens van het laatste periodieke onderzoek. Machinisten die een STS geval hebben meegemaakt waarbij het signaal niet of te laat gezien werd, blijken significant ($p < 0,05$) (een onbekende hoeveelheid) meer fouten gemaakt te hebben op een reactievermogen test tijdens het laatste periodiek onderzoek dan machinisten die geen STS geval hebben meegemaakt (van der Flier & Schoonman, 1988). Ditzelfde geldt voor machinisten die meerdere malen een STS passage hebben meegemaakt. Het lijkt er dus op dat het juist reageren op een reactievermogentest enigszins voorspellend zou kunnen zijn voor de kans om een ongeval mee te maken.

3.1.5 Samenvatting psychologische werkbelasting machinisten

Op basis van de gevonden literatuur is een overzicht gemaakt van alle gevonden informatie en bewijzen ten aanzien van de psychologische werkbelasting van machinisten. De resultaten uit Europese studies hebben hierbij een zwaardere weging gekregen. Het uitgebreide overzicht van de psychologische werkbelasting is terug te vinden in Bijlage II. De volgende conclusies worden getrokken (tabel 1):

Arbeidsinhoud

De belangrijkste taak van de machinist bestaat uit het besturen van de trein, waarbij de helft van de diensttijd echt besteed wordt aan het rijden (monitoren van de snelheid) van de trein terwijl langere tijd onafgebroken in de cabine wordt gezeten. Tijdens het rijden dient de machinist de omgeving te monitoren op diverse bronnen (o.a. seinen, paneel en infra), te anticiperen op wat komen gaat en hierop te reageren. Naast het besturen van de trein heeft de machinist een aantal bijzondere taken zoals het koppelen/ontkoppelen en rangeren. Tevens krijgt de machinist te maken met secundaire taken zoals informeren en communiceren, die de uitvoering van de primaire taak kunnen verstoren en de kans op incidenten verhogen. Tenslotte heeft de machinist de taak adequaat te handelen bij calamiteiten en storingen.

Tijdens het werk krijgt de machinist, ten opzichte van andere beroepsgroepen, meer te maken met zowel emotioneel als mentaal belastende taken. De moeilijkheid van het takenpakket en de werkdruk zijn relatief normaal ten opzichte van een algemeen werkende referentiepopulatie. De werkdruk neemt toe naarmate de dienst vordert. De regelmogelijkheden van machinisten zijn relatief laag ten opzichte van een algemeen werkende referentiepopulatie.

Belastingsverschijnselen

De psychologische belastingsverschijnselen zijn tijdens het rijden hoger dan bij starten en lijken toe te nemen naarmate er op hogere snelheden wordt gereden. Het binnenkomen van stations met een geel signaal lijkt tot verhoogde mentale belastingsverschijnselen bij het vertrek te leiden. De emotionele belastingsverschijnselen zijn relatief het hoogst rond stations (tijdens het binnenkomen (remmen) en stilstand van de trein), wat tot incidenten kan leiden.

Uit zowel Europese als niet-Europese studies blijkt dat waakzaamheid en vermoeidheid van machinisten samenhangen: waakzaamheid neemt af naarmate men vermoeider wordt.

Algemene vermoeidheidsverschijnselen en vermindering in waakzaamheid zijn aanwezig binnen de machinisten populatie en kunnen, in zowel Europa als buiten Europa, leiden tot vermindering in rijprestatie en het ontstaan van incidenten. Blijkend uit Europese studies zijn vermoeidheid en verminderde waakzaamheid het vaakst aanwezig en het hoogst tijdens ochtenddiensten en nachtdiensten, en nemen toe naarmate dienstlente/ ritlengte toenemen of naarmate er meerdere diensten achter elkaar worden gedraaid. Dit wordt tevens bevestigd door niet-Europese studies. Daarnaast kunnen vermoeidheid en verminderde waakzaamheid bij machinisten leiden tot een verminderde aandacht, verminderde waarneming, verkeerd verwachtingspatroon, onjuist inschattingvermogen of onjuist/traag reactievermogen, wat kan resulteren in een grotere kans op incidenten. Niet-Europese studies bevestigen dit.

Tabel 1. Samenvattingoverzicht psychologische werkbelasting machinisten

<u>Psychologische Werkbelasting</u>	<u>Bevindingen</u>
Arbeidsinhoud	
-Dienst voorbereiden	-Geen kwantitatieve informatie beschikbaar
-Trein gereed maken	-7% van de totale diensttijd
-Rit rijden	-50-60% van de totale diensttijd -maximaal 2,5 uur onafgebroken -In verschillende situaties; zowel monotoon (vrije baan) als met veel stimuli (binnenkomst station)
-Vertrekken	-4% van de totale diensttijd
-Paneel (snelheid) monitoren en correct bedienen	-In totaal 44 minuten paneelbediening tijdens 8,5 uren werkdag -Bedienen van dodeman gedurende gehele rit
-Omgeving monitoren op diverse bronnen	-Monitoren van paneel (o.a. snelheid en afwijkende meters), signalen, borden, bovenleidingen, wegwerkers, verkeer en personen. -Geen kwantitatieve informatie beschikbaar
-Anticiperen	-Anticiperen op wat komen gaat; binnenkomende signalen en onvoorziene gebeurtenissen (materieelstoring, persoon/ object op het spoor, oproep treindienstleider, ander verwachtingspatroon) -Geen kwantitatieve informatie beschikbaar
-Reageren	-Reageren op wat komt -Reageren op ATB systeem -Reageren op dodeman
-Op tijd rijden	-Volgens tijdschema
-Communiceren	-Communicatie (GSM, GSM-R, portofoon en/of railpocket) met treindienstleider/ conducteur kan afleidend zijn -(Mis)Communicatie kan tot ongevallen leiden
-Aankomst	-7% van de totale diensttijd
-Uit dienst gaan	-Geen kwantitatieve informatie beschikbaar
-Rangeren	-Geen kwantitatieve informatie beschikbaar
-Koppelen/ontkoppelen	-Geen kwantitatieve informatie beschikbaar
-Handelen bij storingen/ calamiteiten	-Geen kwantitatieve informatie beschikbaar

Vervolg Tabel 1. Samenvattingoverzicht psychologische werkbelasting machinisten

Emotioneel belastende taken	-Emotionele belasting ten aanzien van arbeidsinhoud is relatief hoog ten opzichte van algemene werkende referentiepopulatie
Mentaal belastende taken	-Mentale belasting in termen van aandacht en concentratie, ten aanzien van arbeidsinhoud, is relatief hoog ten opzichte van algemene werkende referentiepopulatie
Moeilijkheidsniveau	-Takenpakket is niet moeilijk
Werkdruk	-Werkdruk in termen van werktempo en hoeveelheid is relatief lager ten opzichte van algemene werkende referentiepopulatie -Werkdruk neemt toe naarmate dienst vordert
Regelmogelijkheden	-Relatief weinig regelmogelijkheden ten opzichte van algemene werkende referentiepopulatie
Belastingsverschijnselen	
Psychologische/ mentale belastingsverschijnselen tijdens de dienst	-Psychologische belastingsverschijnselen tijdens het rijden neemt toe naarmate er op hogere snelheid wordt gereden -Het binnenkomen van stations met een geel signaal leidt tot verhoogde mentale belastingsverschijnselen bij het vertrek
Emotionele belastingsverschijnselen tijdens de dienst	Emotionele belastingsverschijnselen zijn het hoogst rondom stations, rangeerterreinen en gesloten overwegen waar personen oversteken, waardoor incidenten kunnen ontstaan.
Algemene vermoeidheid en verminderde waakzaamheid	-Hoe vermoeider men wordt, des te minder waakzaam men is. -Algemene vermoeidheid en vermindering in waakzaamheid zijn aanwezig binnen de machinisten populatie en kunnen tot incidenten lijden.
Vermoeidheid/ verminderde waakzaamheid tijdens de dienst	-Vermoeidheid/ verminderde waakzaamheid is het meest/hoogst aanwezig tijdens ochtenddienst en nachtdienst -Vermoeidheid/ verminderde waakzaamheid neemt toe naarmate dienstlengte/ ritlengte toeneemt -Vermoeidheid/ verminderde waakzaamheid neemt toe naarmate meer diensten worden gedraaid -Rijprestatie vermindert naarmate men vermoeider/ minder waakzaam is -Vermoeidheid/ verminderde waakzaamheid leiden tot een verminderde aandacht, verminderde waarneming, verkeerd verwachtingspatroon, onjuist inschattingvermogen of onjuist/traag reactievermogen -Vermoeidheid/ verminderde waakzaamheid leiden tot het ontstaan van incidenten.

3.1.6 De invloed van nieuwe ontwikkelingen op de psychologische belasting

Allerlei nieuwe ontwikkelingen in de besturing van treinen en de informatievoorziening voor machinisten kunnen invloed hebben op de psychologische belasting van machinisten. Voor zover bekend, is RouteLint de enige zekere ontwikkeling die op korte termijn van invloed zou kunnen zijn op de taakuitvoering van machinisten. RouteLint geeft een grafische weergave van de positie van de eigen trein ten opzichte van treinen in de naaste omgeving. De informatie wordt aangeboden via een display in de cabine (RailPocket). Wanneer een machinist het 40 km/uur gebied bereikt gaat routelint automatisch uit. De informatie die machinisten door middel van RouteLint aangeboden krijgen is bedoeld ter ondersteuning van de verwachting, en dus niet noodzakelijk voor de uitvoering van hun taak. Het is nog niet duidelijk welk effect het gebruik van RouteLint zal hebben op de psychologische (cognitieve) belasting van de machinist. Enerzijds zou het gebruik van RouteLint positieve effecten kunnen hebben; door het gebruik van RouteLint zal de 'situation awareness' vergroten. De machinist kan zich meer ontspannen voelen doordat hij weet wat er gaande is en wat hem te wachten staat. Hierdoor kunnen belastbaarheidsniveaus van de machinist afnemen. Anderzijds zou het gebruik van RouteLint ook negatieve effecten op de taakuitvoering van de machinist kunnen hebben doordat de machinist wordt afgeleid door het extra display. Een andere mogelijkheid is dat de machinist op korte termijn meer alert is, wat op de langere termijn juist in meer vermoeidheid zou kunnen resulteren. Een onderzoek naar het gebruik van RouteLint door Intergo zal hier meer duidelijkheid over verschaffen.

3.2 Vraagstelling 2: Wat zijn de bijbehorende psychologische belastbaarheideisen?

Belastbaarheid is geoperationaliseerd als de belasting die een individu bij een gegeven arbeidsvorm gedurende een bepaalde tijd kan verdragen of doorstaan, zonder dat er veiligheid- of gezondheidsproblemen ontstaan, en waarbij ook nog volledig herstel optreedt (naar Ettema, 1973). Op basis van de gevonden psychologische belasting bij vraagstelling 1 is de koppeling gemaakt van psychologische belasting naar psychologische belastbaarheideisen. Vervolgens zijn de opgestelde belastbaarheideisen besproken in expertinterviews en indien nodig aangepast en/of aangevuld. Een begrippenlijst met de aangehouden definities van de meest belangrijke begrippen betreffende belastbaarheideisen staat in Bijlage IV.

3.2.1 Koppeling psychologische belasting naar belastbaarheideisen

De koppeling van psychologische belasting naar belastbaarheideisen is hieronder toegelicht en staat tevens weergegeven in tabel 2. Hierbij dient overigens opgemerkt te worden dat geprobeerd is deze koppeling zo specifiek mogelijk te maken voor de taken van de machinist. Echter, in de literatuur ontbreekt het over het algemeen aan diepgaande taakspecifieke informatie waardoor het niet altijd mogelijk is om de belastbaarheideisen specifiek per subtaak te benoemen en subtaken soms geclusterd zijn onder de noemer van de hoofdtak.

In dit onderzoek wordt er vanuit gegaan dat wanneer machinisten de opleiding tot machinist succesvol hebben gevolgd en afgerond beschikken over een algemeen verstandelijk niveau, goede communicatievaardigheden, en de benodigde technische kennis die vereist zijn voor de uitoefening van het beroep machinist.

Uit het overzicht van de psychologische werkbelasting van machinisten is gebleken dat vermoeidheid en daarmee gepaarde verminderde waakzaamheid kunnen leiden tot het ontstaan van incidenten. Tevens is gebleken dat machinisten de helft van hun diensttijd, en daarbinnen 2,5 uur onafgebroken, dienen te besteden aan het rijden van de trein. Tijdens de rit kunnen verschillende situaties voorkomen: situaties met veel stimuli van buitenaf (bijvoorbeeld het binnenrijden van het station) of monotone situaties (bijvoorbeeld het langdurig rijden op de vrije baan). De belastbaarheideis voor de machinist is dat hij gedurende de helft van zijn diensttijd en 2,5 uur onafgebroken, gedurende de uitvoering van al zijn taken tijdens de rit in verschillende situaties, voldoende waakzaam dient te zijn. Hierbij

dient hij niet dusdanig vermoeid te worden/ zijn waakzaamheid te verliezen dat incidenten ontstaan.

Uit de taken van machinisten is gebleken dat tijdens het rijden van ritten de machinist het paneel, seinen, verkeer, bovenleidingen en de obstakels op en langs het spoor juist dient waar te nemen. Dit betekent dat de eis voor de machinist is dat hij selectieve aandacht dient te kunnen opbrengen voor het waarnemen van het paneel (o.a. snelheid en afwijkende meters) seinen, verkeer, bovenleidingen en obstakels op en langs het spoor gedurende de gehele rit (2,5 uur). Dit geldt tevens bij het rijden op hoge snelheid waarbij de mentale belasting kan toenemen.

Uit de taken van machinisten is gebleken dat de machinist tijdens het rijden van de rit te maken heeft met binnenkomende signalen en onvoorziene gebeurtenissen (persoon/ object op het spoor, materieelstoring, binnenkomen op ander spoor, oproep treindienstleider, ander verwachtingspatroon). Machinisten dienen snel situaties in te kunnen schatten, zelfstandig beslissingen te kunnen nemen en te anticiperen/ reageren (remmen, snelheid maken, communiceren, toeteren, etc) op binnenkomende signalen of wanneer zich onvoorziene gebeurtenissen voordoen. De snelheid van reageren dient dermate hoog te zijn dat incidenten worden voorkómen of gevolgen van incidenten worden geminimaliseerd.

Machinisten dienen tijdens de rit met de juiste snelheid te rijden en voor rode signalen te stoppen, waarbij het ATB systeem als extra hulpmiddel dient. De eis voor machinisten is dat ze in eerste instantie voldoende snel moeten kunnen reageren op de signalen van buitenaf. Bij het laten afweten hiervan dienen machinisten in tweede instantie te reageren op signalen van het ATB systeem.

Machinisten dienen tijdens het rijden van de rit zowel het paneel te monitoren als de omgeving, waarvoor de belastbaarheids eis voor machinisten is dat ze enerzijds aandacht dienen op te kunnen brengen voor de besturing van de trein (snelheid, tijd, veiligheid, stops, etc), anderzijds voor binnenkomende informatie (signalen, obstructies, borden, etc) en voor de uitvoering van de automatische dodeman taak gedurende 2,5 uur onafgebroken. Tevens dienen zij de aandacht te kunnen verdelen over het rijden van de rit en de benodigde communicatie, waarbij incidenten voorkomen worden. Echter, indien nodig (bijvoorbeeld bij de overgang van de vrije baan naar een 40km/uur gebied) dienen machinisten in staat te zijn te switchen van verdeelde aandacht naar selectieve aandacht, waarbij minder relevante signalen worden genegeerd.

Machinisten kunnen voor of tijdens het rijden van de rit informatie binnenkrijgen die van belang is voor de besturing van de trein. De eis voor machinisten is dat ze in staat dienen te zijn om relevante informatie herop te roepen en langdurig vast te houden, zoals het onthouden van tijdelijke snelheidsbeperkingen bij bijvoorbeeld aanwijzing van een niet werkende spoorwegovergang of een STS. Wanneer een machinist wegbekendheid heeft, geeft dit aan dat vastgehouden informatie heroproepbaar is.

Uit het overzicht van psychologische werkbelasting is gebleken dat machinisten te maken hebben met een relatief hoog emotioneel belastend beroep, waardoor de belastbaarheids eis voor de machinist is dat hij emotioneel belastbaar is. Gezien het feit dat de emotionele belasting met name hoog is rondom stations, rangeerterreinen en gesloten overwegen waar personen oversteken, dienen machinisten met name rondom stations, rangeerterreinen en overwegen emotioneel gezien veilig met de situatie om te gaan en incidenten te voorkomen. Tevens kunnen machinisten te maken krijgen met emotionele piekbelasting in het geval van incidenten (bijvoorbeeld aanrijding/ zelfdoding, afvallend sein, agressiviteit). De belastbaarheids eis voor machinisten is emotionele belastbaarheid waarbij er sprake is van normale waarden van emotionele spankracht en geen beperkingen in handelen door de aanwezigheid van teveel stressklachten. Machinisten dienen hun emotionele belastbaarheid zelf in te kunnen schatten en aan te kunnen geven indien gezonde en veilige uitoefening van het werk wordt belemmerd. NS dient dan voldoende ruimte te bieden om hier mee om te gaan.

Machinisten hebben tijdens hun dienst weinig regelmogelijkheden om de inhoud en volgorde van de werkzaamheden te bepalen. De belastbaarheids eis voor machinisten is dat zij goed om weten te gaan met het gebrek aan regelmogelijkheden (plaats- en tijdstipvastigheid). Dit houdt in dat ze bestand zijn tegen het feit dat ze weinig vrijheid hebben in de uitoefening van hun taken en ze niet even kunnen onderbreken wanneer zij dat nodig achten, zonder dat er incidenten ontstaan.

Machinisten brengen een groot deel (50-60%) van de dienst alleen door in de cabine, waardoor de belastbaarheids eis voor machinisten is dat zij bestand dienen te zijn tegen solistische taken. Door de huidige regelgeving, dat machinisten alleen in de cabine door dienen te brengen, is bestandheid tegen solistische taken een vereiste. Echter, nader onderzoek dient te worden of aanwezigheid van personen afleidend is of dat dit juist de gevolgen van vermoeidheid/ slaperigheid kan doorbreken.

Machinisten hebben te maken met toenemende vermoeidheid en afname in waakzaamheid tijdens de dienst, met name in ochtend en nachtdiensten en wanneer meerdere diensten achterelkaar worden gedraaid. De belastbaarheids eis voor machinisten is dat zij ondanks deze toenemende vermoeidheid en afname in waakzaamheid, afdoende aandacht kunnen houden voor het besturen van de trein, waarbij de signalen juist blijven worden waargenomen, de situatie correct ingeschat blijft worden en een correcte reactie wordt bewerkstelligd. Dit alles om incidenten te voorkomen. Machinisten mogen geen ernstige vermoeidheid-/ slaperigheidproblemen hebben.

Machinisten kunnen tijdens en na hun dienst te maken krijgen met vermoeidheid-/ slaperigheidverschijnselen. De belastbaarheids eis voor machinisten is dat zij beschikken over voldoende herstelvermogen, waarbij de belastingsverschijnselen reversibele worden gemaakt; voor het begin van de nieuwe dienst weer terugkeren naar het niveau van voor uitvoering van de vorige dienst. Cumulatie van onvoldoende herstel, dient voorkomen te worden.

3.2.2 Expertinterviews

Experts op het gebied van werkbelasting van machinisten en/of op het gebied van psychologische testmethoden zijn geïnterviewd ter aanvulling/ bevestiging van de belastbaarheids-eisen die gedefinieerd zijn op basis van het literatuuronderzoek. Op de vraag wat volgens de experts de vijf belangrijkste psychologische belastbaarheids-eisen van machinisten zijn, zijn enkel belastbaarheids-eisen genoemd die tevens al bepaald zijn op basis van de koppeling met het literatuuronderzoek. Met name waakzaamheid en de verschillende vormen van aandacht (selectieve, verdeelde) zijn door de experts genoemd. Over het algemeen zijn de experts tevreden met de, op basis van het literatuuronderzoek, opgestelde psychologische belastbaarheids-eisen en de omschrijvingen daarvan. Ten opzichte van de belastbaarheids-eisen die anno 2009 aangehouden worden, worden de aangedragen belastbaarheids-eisen op basis van het literatuuronderzoek ruimer bevonden: een aantal belastbaarheids-eisen worden nu gemist in het overzicht van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Het betreft hier met name de belastbaarheids-eisen geheugen en inschattingsvermogen. Naar aanleiding van de interviews zijn een aantal aangedragen aanvullingen/ aanpassingen in overweging genomen:

- De, in eerste instantie opgestelde, omschrijving van waakzaamheid en selectieve aandacht zijn verwarrend bevonden doordat deze omschrijvingen enigszins overlap hadden. De formulering van deze twee omschrijvingen is verhelderd.

- Executief functioneren is benoemd als een belangrijk concept in het werk van machinisten; afgezien van het correct uitvoeren van de afzonderlijke taken, dienen alle taken correct gepland en uitgevoerd te worden, waarbij prioriteiten gesteld worden in de volgorde van handelingen. Bij het testen van machinisten dient dit tevens in gedachte worden gehouden. Deze suggestie is meegenomen tijdens de bespreking van testmethoden.

- Bij de omschrijving van regelmogelijkheden stond vermeld dat machinisten regels en procedures dienen op te volgen. Kanttekening die hierbij is gemaakt tijdens de interviews is dat NS enige tijd geleden een omslag gemaakt heeft van: "het zo goed mogelijk opvolgen van de regels" naar "opvolging van de algemene regels in combinatie met gebruik van het gezonde verstand". De regels en procedures waar het bij de definitie van regelmogelijkheden om gaat zijn meer bedoeld in termen van 'het niet mogen verlaten van de cabine tijdens de rit' en 'de vaste pauzetijden waar de machinist zich aan dient te houden'. De definitie is hierop aangepast.

- Tijdens de expertinterviews is aangehaald dat machinisten ook in staat dienen te zijn hun eigen vermoeidheid/ slaperigheid in te kunnen schatten, opdat zij vervolgens bij hun leidinggevende aan kunnen geven dat zij niet in staat zijn om die dag te rijden. Voordat deze eis gesteld kan worden dient eerst een cultuurverandering binnen NS

plaats te vinden waarbij dit 'normaal' bevonden wordt. Dit kan bijvoorbeeld door machinisten structureel iedere dag te vragen naar hun vermoeidheid.

-Tijdens de expertinterviews zijn persoonlijkheideisen van machinisten aangehaald. Persoonlijkheideisen kunnen getest worden tijdens de selectiefase om personen te selecteren, maar behoren niet tot de aanstellingskeuring die geselecteerde personen ondergaan.

-Tijdens de interviews is door de experts zowel het gebruik van psychologische testen als het gebruik van simulatoren aangehaald voor het testen van machinisten. De opmerkingen hierover zijn verwerkt bij de beantwoording van deelvraag 3.

3.2.3 Samenvatting psychologische belastbaarheideisen machinisten

Samenvattend worden de belastbaarheideisen van machinisten opsommend weergegeven in tabel 3. Machinisten krijgen te maken met geïntegreerde mentale activiteiten die zowel waakzaamheid als selectieve aspecten van aandacht en waarneming vereisen. De belastbaarheideisen die worden gesteld kunnen niet los van elkaar worden gezien, maar worden geïntegreerd gevraagd tijdens het werk (executief functionerend).

Tabel 2. Overzicht koppeling psychologische belasting en psychologische belastbaarheids-eisen machinisten

<u>Psychologische Werkbelasting</u>	<u>Bevindingen</u>	<u>Bijbehorende belastbaarheids-eis</u>	<u>Omschrijving</u>
Arbeidsinhoud			
-Dienst voorbereiden	-Geen kwantitatieve informatie		
-Trein gereed maken (7%)	-7% van de totale diensttijd		
-Rit rijden	-50-60% van de totale diensttijd -maximaal 2,5 uur onafgebroken -In verschillende situaties; zowel monotoon (vrije baan) als met veel stimuli (binnenrijden station)	Waakzaamheid	Gedurende de gehele rit, wat de helft van de diensttijd en maximaal 2,5 uur onafgebroken blijkt te zijn, gedurende de uitvoering van alle taken tijdens de rit in verschillende situaties, voldoende waakzaam zijn.
-Vertrekken	-4% van de totale diensttijd	Selectieve aandacht	Gedurende de gehele rit, wat de helft van de diensttijd en maximaal 2,5 uur onafgebroken blijkt te zijn, selectieve aandacht hebben voor het waarnemen van het paneel (o.a. snelheid), seinen, verkeer, bovenleiding en obstakels op en langs het spoor.
-Paneel (snelheid) monitoren en correct bedienen	-In totaal 44 minuten paneelbediening tijdens 8,5 uren werkdag -Bedienen van dodeman gedurende gehele rit	Inschattingsvermogen, beslisvermogen, anticipatie/ reactievermogen	Dermate snel situaties in kunnen schatten en zelfstandig beslissingen kunnen nemen en anticiperen/ reageren (remmen, snelheid maken, communiceren, toeteren, etc) op binnenkomende signalen, veiligheidssystemen (ATB) en onvoorziene gebeurtenissen (persoon/ object op het spoor, materieelstoring, binnenkomen op ander spoor, oproep treindienstleider, ander verwachtingspatroon) dat incidenten worden voorkomen of de gevolgen daarvan worden geminimaliseerd.
-Omgeving monitoren op diverse bronnen	-Monitoren van paneel (o.a. snelheid en afwijkende meters), signalen, borden, bovenleidingen, wegwerkers, verkeer en personen. -Geen kwantitatieve informatie beschikbaar		

Vervolg Tabel 2. Overzicht koppeling psychologische belasting en psychologische belastbaarheids-eisen machinisten

-Rit rijden			
-Anticiperen	-Anticiperen op wat komen gaat: binnenkomende signalen en onvoorziene gebeurtenissen (materieelstoring, persoon/ object op het spoor, oproep treindienstleider, ander verwachtingspatroon) -Geen kwantitatieve informatie	Verdeelde aandacht	Gedurende de gehele rit, wat de helft van de dienstdtijd en maximaal 2,5 uur onafgebroken blijkt te zijn, enerzijds voldoende aandacht opbrengen voor de primaire taak de besturing van de trein (snelheid, tijd, veiligheid, stops, etc), anderzijds voor binnenkomende informatie (signalen, obstructies, borden, etc.), veiligheidssystemen (dodeman, ATB systeem) en communicatie (via GSM, GSM-R, portofoon, railpocket).
-Reageren	-Reageren op wat komt -Snelheid maken/ remmen (met hulpmiddelen ATB systeem en dodeman)	Geheugen	In staat zijn relevante informatie her op te roepen en langdurig vast te houden (zoals tijdelijke snelheidsbeperkingen bij aanwijzingen van niet werkende overweg of een STS).
-Op tijd rijden	-Volgens tijdschema		Bestand zijn tegen het alleen werken (in de cabine) gedurende minimaal 50-60% van de dienst.
-Communiceren	-Communicatie via hulpmiddelen (GSM, GSM-R, portofoon en/of railpocket) met treindienstleider/ conducteur -(Mis)Communicatie kan tot ongevallen leiden	Bestand tegen solistische taken	
-Aankomst			
	-7% van de totale dienstdtijd		
-Uit dienst gaan	-Geen kwantitatieve informatie		
-Rangeren	-Geen kwantitatieve informatie		
-Koppelen/ontkoppelen	-Geen kwantitatieve informatie		

Vervolg Tabel 2. Overzicht koppeling psychologische belasting en psychologische belastbaarheids-eisen machinisten

-Handelen bij storingen/ calamiteiten/ onvoorziene omstandigheden	-Complexiteit van primaire handeling kan toenemen bij storingen, calamiteiten en weersomstandigheden. -Geen kwantitatieve informatie beschikbaar	Emotionele belastbaarheid	Voldoende emotionele spankracht bij belastende (onvoorziene) omstandigheden (storingen, calamiteiten, weersomstandigheden), waarbij kalm en correct gehandeld wordt volgens de procedures zonder beperkingen in handelen door stressklachten.
Emotioneel belastende taken	-Algemene emotionele belasting is relatief hoog ten opzichte van algemene werkende referentiepopulatie	Emotionele belastbaarheid	Over voldoende emotionele spankracht beschikken om zonder beperkingen in handelen om te kunnen gaan met emotionele belasting die bijvoorbeeld kan ontstaan tijdens aangrijpende situaties/ persoonlijke confrontaties (bijvoorbeeld aanrijding/ zelfdoding, afvallend sein, agressiviteit). Tevens eigen emotionele belastbaarheid in kunnen schatten en aan kunnen geven indien gezonde en veilige uitoefening van het werk wordt belemmerd.
Mentaal belastende taken	-Algemene mentale belasting in termen van aandacht en concentratie is relatief hoog ten opzichte van algemene werkende referentiepopulatie	Aandacht/ Concentratie	Voldoende aandacht, concentratie en zorgvuldigheid op kunnen brengen voor het uit te voeren werk.
Moeilijkheidsniveau	-Takenpakket is niet moeilijk		
Werkdruk	-Werkdruk in termen van werktempo en hoeveelheid is relatief lager ten opzichte van algemene werkende referentiepopulatie -Werkdruk neemt toe naarmate dienst vordert		

Vervolg Tabel 2. Overzicht koppeling psychologische belasting en psychologische belastbaarheids-eisen machinisten

Regelmogelijkheden	-Relatief weinig regelmogelijkheden ten opzichte van algemene werkende referentiepopulatie	Bestand tegen weinig regelmogelijkheden	Bestand zijn tegen het hebben van weinig vrijheid in de uitvoering van het werk (plaats- en tijdstipvastigheid). Bestand zijn tegen het feit dat ze weinig vrijheid hebben in de uitoefening van hun taken en ze niet even kunnen onderbreken wanneer zij dat nodig achten, zonder dat er incidenten ontstaan.
Belastingsverschijnselen			
Psychologische belastingsverschijnselen tijdens de dienst	-Psychologische belastingsverschijnselen tijdens het rijden neemt toe naarmate er op hogere snelheid wordt gereden -Het binnenkomen van stations met een geel signaal leidt tot verhoogde mentale belastingsverschijnselen bij het vertrek	Aandacht/ Concentratie	Voldoende aandacht, concentratie en zorgvuldigheid op kunnen brengen, met name tijdens het rijden op hoge snelheid en tijdens het binnenkomen en vertrekken van stations.
Emotionele belastingsverschijnselen tijdens de dienst	Emotionele belastingsverschijnselen zijn het hoogst rondom gesloten overwegen waar personen oversteken, stations en rangeerterreinen, waardoor incidenten kunnen ontstaan.	Emotionele belastbaarheid	Met name rondom gesloten overwegen waar personen oversteken, stations en rangeerterreinen emotioneel gezien veilig met de situatie om gaan en incidenten zoveel mogelijk voorkomen of gevolgen van incidenten worden geminimaliseerd.

Vervolg Tabel 2. Overzicht koppeling psychologische belasting en psychologische belastbaarheids-eisen machinisten

<p>Vermoeidheid en verminderde waakzaamheid</p>	<p>-Hoe vermoeider men wordt, des te minder waakzaam men is.</p> <p>-Algemene vermoeidheid en vermindering in waakzaamheid zijn aanwezig binnen de machinisten populatie en kunnen tot incidenten lijden.</p> <p>-Vermoeidheid/ verminderde waakzaamheid is het meest/hoogst aanwezig tijdens ochtenddienst en nachtdienst</p> <p>-Vermoeidheid/ verminderde waakzaamheid neemt toe naarmate dienstlengte/ ritlengte toeneemt</p> <p>-Vermoeidheid/ verminderde waakzaamheid neemt toe naarmate meer diensten worden gedraaid</p> <p>-Rijprestatie vermindert naarmate men vermoeider/ minder waakzaam is</p> <p>-Vermoeidheid/ verminderde waakzaamheid leiden tot een verminderde aandacht, verminderde waarneming, verkeerd verwachtingspatroon, onjuist inschattingvermogen of onjuist/traag reactievermogen</p> <p>-Vermoeidheid/ verminderde waakzaamheid leiden tot het ontstaan van incidenten.</p>	<p>Bestand tegen vermoeidheid/ slaperigheid</p> <p>Herstelvermogen</p>	<p>Geen last hebben van ernstige vermoeidheid-/ slaperigheidproblemen die veiligheid en gezondheid van machinisten en derden in gevaar kunnen brengen.</p> <p>Ondanks aanwezige vermoeidheid in staat zijn aan alle gestelde belastbaarheids-eisen te voldoen, waarbij incidenten zoveel mogelijk worden voorkomen.</p> <p>Beschikken over voldoende herstelvermogen om na gewerkte diensten weer binnen afzienbare tijd terug te keren naar een voldoende herstelde mentale staat. Cumulatie van onvoldoende herstel dient voorkomen te worden.</p>
---	---	--	--

Tabel 3. Samenvattingoverzicht psychologische belastbaarheids-eisen machinisten

<u>Belastbaarheids-eis</u>	<u>Omschrijving</u>
Waakzaamheid	Gedurende de gehele rit, wat de helft van de diensttijd en maximaal 2,5 uur onafgebroken blijkt te zijn, gedurende de uitvoering van alle taken tijdens de rit in verschillende situaties, voldoende waakzaam zijn.
Selectieve aandacht	Gedurende de gehele rit, wat de helft van de diensttijd en maximaal 2,5 uur onafgebroken blijkt te zijn, selectieve aandacht hebben voor het waarnemen van het paneel (o.a. snelheid), seinen, verkeer, bovenleiding en obstakels op en lang het spoor.
Inschattingsvermogen, beslisvermogen, anticipatie/reactievermogen	Dermate snel situaties in kunnen schatten en zelfstandig beslissingen kunnen nemen en anticiperen/ reageren op binnenkomende signalen, veiligheidssystemen en onvoorziene gebeurtenissen (persoon/ object op het spoor, materieelstoring, binnenkomen op ander spoor, oproep treindienstleider, ander verwachtingspatroon) dat incidenten worden voorkomen of de gevolgen daarvan geminimaliseerd.
Verdeelde aandacht	Gedurende de gehele rit, wat de helft van de diensttijd en maximaal 2,5 uur onafgebroken blijkt te zijn, enerzijds aandacht opbrengen voor de primaire taak de besturing van de trein, anderzijds voor secundaire taken zoals binnenkomende informatie, veiligheidssystemen en communicatie.
Geheugen	In staat zijn relevante informatie her op te roepen en langdurig vast te houden, zoals tijdelijke snelheidsbeperkingen bij aanwijzingen van niet werkende overweg of een STS.
Emotionele belastbaarheid	Normale waarden van de emotionele spankracht en geen beperkingen in handelen door aanwezigheid van teveel stresskrachten, zodat emotioneel gezien veilig met allerlei situaties, waaronder aangrijpende situaties/ persoonlijke confrontaties (aanrijding/ zelfdoding, afvallende sein, agressiviteit) omgegaan wordt waarbij incidenten zoveel mogelijk worden voorkomen. Eigen emotionele belastbaarheid in kunnen schatten en aan kunnen geven indien gezonde en veilige uitoefening van het werk wordt belemmerd.
Bestand tegen weinig regelmogelijkheden	Bestand zijn tegen het gebrek aan regelmogelijkheden (plaats- en tijdvastigheid).
Bestand tegen solistische taken	Bestand zijn tegen het alleen werken gedurende minimaal 50-60% van de dienst.
Bestand tegen vermoeidheid/ slaperigheid	Geen last hebben van ernstige vermoeidheid-/ slaperigheidproblemen die veiligheid en gezondheid van machinisten en derden in gevaar kunnen brengen.
Herstelvermogen	Beschikken over voldoende herstelvermogen om na diensten weer binnen afzienbare tijd terug te keren naar een voldoende herstelde mentale staat.

3.3 Vraagstelling 3: Op welke manier kunnen psychologische eisen getest worden?

3.3.1 Waar testen aan dienen te voldoen

Bij het gebruik van instrumenten/ testen om psychologische belastbaarheids-eisen te testen, dient de kwaliteit van de instrumenten/ testen in orde te zijn. Instrumenten/ testen dienen aan een aantal klinimetrische voorwaarden te voldoen. De eerste klinimetrische voorwaarde is betrouwbaarheid (Gouttebarg, 2008). Betrouwbaarheid refereert naar de consistentie van een meting en heeft betrekking op de mate waarin een test vrij is van meetfouten (Evers e.a., 1988). Wanneer een instrument/ test meerdere malen wordt afgenomen, dienen de uitkomsten zoveel mogelijk hetzelfde te zijn, ongeacht de testafnemers/ beoordelaars, onder aanname dat degene die de test ondergaat niet is veranderd.

Daarnaast dienen instrumenten/ testen valide te zijn. Dit betekent dat een instrument/ test dient te meten wat hij bedoelt te meten. Validiteit omvat verschillende concepten: inhouds-, begrips-, en criteriumvaliditeit. Inhoudsvaliditeit houdt in dat een instrument/ test logisch en duidelijk meet wat hij bedoelt te meten (Gouttebarg, 2008). Gegevens over inhoudsvaliditeit tonen aan in welke mate de onderdelen waaruit een instrument/ test bestaat representatief zijn voor een omschreven universum of domein (Evers e.a., 1988). Hierbij wordt vaak afgegaan op het oordeel van deskundigen. Begripsvaliditeit wordt vaak bepaald door de uitkomsten van een instrument/ test met uitkomsten van andere instrumenten/ testen te vergelijken waarvan aangenomen wordt dat deze hetzelfde fenomeen meten (Gouttebarg, 2008). Criteriumvaliditeit bestaat uit gegevens waaruit blijkt dat testcores samenhangen met één of meer criteriumvariabelen (Evers e.a., 1988). Het betreft hier de voorspellende waarde van de instrumenten/ testen. Binnen criteriumvaliditeit worden twee typen onderscheiden: predictieve en concurrente validiteit. Bij predictief validiteitonderzoek worden de testgegevens vergeleken met een testscore die later verzameld wordt. Bij concurrent validiteitonderzoek worden beide testgegevens op hetzelfde moment verzameld en vergeleken.

Wanneer de gegeven informatie over klinimetrie van testen wordt toegepast op het testen van psychologische belastbaarheids-eisen van machinisten, worden de volgende drie minimale eisen gesteld aan testmethoden/ instrumenten voor de bepaling van rijvermogen:

1. Inhoudsvaliditeit: de instrumenten/ testen die ingezet worden om de belastbaarheids-eisen van machinisten in kaart te brengen dienen representatief te zijn voor de gestelde belastbaarheids-eisen. Hierbij speelt de hoeveelheid taakspecificiteit voor de beoordeling van rijvermogen een grote rol.

2. Test hertest betrouwbaarheid: de instrumenten/ testen die ingezet worden om de belastbaarheids-eisen van machinisten in kaart te brengen dienen test hertest betrouwbaar te zijn en tussen personen te kunnen onderscheiden.
3. Criteriumvaliditeit: de instrumenten/ testen die ingezet worden om de belastbaarheids-eisen van machinisten in kaart te brengen dienen een voorspellende waarde te hebben ten aanzien van rijvermogen en het veilig functioneren als machinist, waarbij zo min mogelijk fouten worden gemaakt zonder dat de gezondheid van de machinist hier teveel onder leidt. Gestreefd wordt naar het gebruik van testmethoden voor de inschatting van rijvermogen van machinisten die beschikken over afkapwaardes op basis waarvan een machinist voldoende dan wel onvoldoende in staat wordt gesteld voor de uitoefening van zijn beroep.

3.3.2 Het testen van psychologische belastbaarheids-eisen van machinisten

In eerste instantie is systematisch gezocht naar studies die specifiek ingaan op instrumenten/ testen voor het bepalen van psychologische belastbaarheids-eisen van machinisten met daarbij een voorspellende waarde voor rijvermogen bij machinisten. Op basis van literatuuronderzoek zijn echter geen studies hierover gevonden. Daarom is overgegaan op een minder systematische zoekstrategie naar instrumenten/ testen met een voorspellende waarde voor het rijvermogen bij andere vervoerders (automobilisten, vrachtwagenchauffeurs, e.d.). De besturing van andere voertuigen verschilt degelijk van het besturen van een trein qua besturing, verkeer en omstandigheden, maar gezien het gebrek aan literatuur over machinisten is besloten om toch gebruik te maken van literatuur bij andere vervoerders. Op basis van deze literatuur en aanvullende informatie over de klinimetrische eigenschappen van gevonden instrumenten/ testen worden mogelijk geschikte instrumenten/ testen besproken.

Bij de bespreking van de eigenschappen van instrumenten/ testen worden de drie eerder benoemde minimale eisen (inhoudvaliditeit, betrouwbaarheid, criteriumvaliditeit) achtereenvolgens besproken. In tabel 4 en 5 is een overzicht gegeven van de besproken instrumenten/ testen en hun klinimetrische eigenschappen.

3.3.3 Testen

Door middel van testen kunnen cognitieve, motorische, gedrags- en taalkundige eigenschappen van personen in kaart gebracht worden. Hierbij kan gedacht worden aan cognitieve testen, neuropsychologische testen en klachten-signaleringstesten.

Neuropsychologische testen worden met name gebruikt bij het stellen van diagnoses en het in kaart brengen van de mogelijkheden en beperkingen van personen met aandoeningen en/of klachten. In mindere mate worden neuropsychologische testen gebruikt bij 'gezonde' personen. Ondanks dat sommige (neuropsychologische) testen oorspronkelijk uit een andere setting komen (klinische neuropsychologie/ pathologie) is toch geprobeerd om geschikte testen te vinden die voorspellend zijn voor het rijvermogen van 'gezonde' machinisten. Onderstaand is, per belastbaarheids, een overzicht gegeven van een aantal testen voor het testen van psychologische belastbaarheids van machinisten, waaronder ook de testen die hedendaags gebruikt worden bij de keuring van machinisten. Indien een test meerdere belastbaarheids meet, staat de test beschreven onder de belastbaarheids die de test primair meet.

Waakzaamheid

Waakzaamheid dient in verschillende situaties getest te worden, zoals in een situatie waarin veel stimuli voorkomen en zoals in een langdurige monotone situatie.

Waakzaamheid met veel stimuli

VDA

De VDA is een zelfontwikkelde test door Human Company. Op een computerscherm verschijnen gedurende 30 minuten gekleurde bollen waarbij er 2 taken zijn. De eerste taak is om groepjes van 5 dezelfde gekleurde bollen te detecteren. Vervolgens verschijnen er opvolgend 3 nieuwe bollen waarbij één specifieke kleurvolgorde (groen-geel-rood) gedetecteerd dient te worden.

- Inhoudvaliditeit: De test is ontwikkeld om de waakzaamheid van de machinist te testen en lijkt hier gezien de duur en de monotone situatie van de test ook redelijk geschikt voor. Human Company is in het bezit van normaalwaarden (gemiddelde) voor machinisten. Nadeel van de ADM voor het beoordelen van rijvermogen is de beperkte taakspecificiteit voor het werk van machinisten; de 30 minuten durende test is niet te vergelijken met 2,5 uur waakzaamheid voor het rijden van een rit. Tevens bevat de test geen situatie waarin gedurende een bepaalde tijd niets gebeurt; de stimuli volgen elkaar continu op.

- Test hertest betrouwbaarheid: Geen literatuur is gevonden over de test hertest betrouwbaarheid van de VDA test. Informatie over een onderzoek van Humany Company zelf naar de betrouwbaarheid van de VDA is (nog) niet ontvangen.
- Criteriumvaliditeit: Geen literatuur is gevonden over de voorspellende waarde van de VDA test voor rijvermogen. Informatie over een onderzoek van Humany Company zelf naar de validiteit van de VDA is (nog) niet ontvangen.

Waakzaamheid in monotone situaties

Geen geschikte testen zijn gevonden voor het bepalen van waakzaamheid in langdurige monotone situaties waarin af en toe snel en correct gereageerd dient te worden op stimuli, met een voorspellende waarde voor rijvermogen. Finomore e.a., (2009) adviseren, naar aanleiding van gevonden studies over de voorspelbare waarde van persoonlijkheidstesten, bekwaamheidstesten en schalen voor stress en coping voor vigilantie, dat in de selectiefase van werknemers voor beroepen waarin vigilantie een belangrijke component speelt, gebruik gemaakt kan worden van meervoudige assessment strategieën.

Selectieve aandacht

Group Bourdon Wiersma

De Group Bourdon Wiersma (GBW) test bestaat uit 33 rijen met 24 groepjes van 3, 4 of 5 stipjes, waarbij de groepjes met 4 stippen doorgestreept dienen te worden (Boomsma & Bosch, 1978). Uitkomstmaten zijn: gemiddelde tijd per regel, aantal fouten en aantal gemiste.

- Inhoudsvaliditeit: De GBW is een concentratietest waarin de selectieve aandacht tijdens monotone situaties getest kan worden. Tevens kan de test bijdragen aan de beoordeling van reactievermogen en waakzaamheid. Human Company is in het bezit van normaalwaarden (gemiddelde) voor machinisten. Nadeel van de GBW voor het beoordelen van rijvermogen is de beperkte taakspecificiteit voor het werk van machinisten.
- Test hertest betrouwbaarheid: Bij twee keer afname van de GBW bij zowel patiënten als niet patiënten blijken de uitkomstmaten gemiddelde regeltijd ($r= 0,81$), gemiddelde afwijking ($r= 0,83$) en aantal fouten ($r=0,38$) te correleren. Onbekend is of deze correlaties significant zijn (Kamphuis, 1962). Geen literatuur is gevonden over de betrouwbaarheid van de GBW bij gezonde personen.
- Criteriumvaliditeit: Geen literatuur is gevonden over de voorspellende waarde van de GBW test voor rijvermogen.

Cijfer Doorstreep test

De Cijfer Doorstreep Test (CDT) is een Nederlandse test die enigszins lijkt op de Group Bourdon Wiersma test. De CDT bestaat uit 16 verticale kolommen met elk 50 cijfers die gedurende drie minuten doorgewerkt dienen te worden. De cijfers 3 en 7 dienen doorgestreept te worden en het cijfer 4 onderstreept (Dekker e.a., 2007a). Andere cijfers moeten genegeerd worden. Binnen 3 minuten dient men zoveel mogelijk cijfers af te werken. Uitkomstmaten zijn: totaal aantal goed aangestreepte cijfers, totaal aantal goed minus het aantal fouten, totaal aantal bewerkte cijfers (werktempo), totaal aantal bewerkte cijfers minus het aantal fouten en het gemiste doeleijfers, totaal aantal fout, totaal aantal gemiste doeleijfers, som van totaal aantal fout en totaal aantal gemiste doeleijfers, percentage fout en gemist.

- Inhoudvaliditeit: de CDT is een concentratietest waarin zowel de selectieve aandacht als verdeelde aandacht tijdens monotone situaties getest kan worden. Tevens kan de test bijdrage aan de beoordeling van reactievermogen en waakzaamheid. De handleiding van de CDT bevat normscores, maar niet specifiek voor machinisten (Dekker e.a., 2007b). Nadeel van de CDT voor het beoordelen van rijvermogen is de beperkte taakspecificiteit voor het werk van machinisten.
- Test hertest betrouwbaarheid: Op de uitkomstmaat 'totaal aantal fouten' na, zijn de uitkomstmaten van de CDT betrouwbaar gebleken in een 'normaalgroep' ($ICC > 0.79$) (Dekker e.a., 2007).
- Criteriumvaliditeit: Geen literatuur is gevonden over de voorspellende waarde van de CDT test voor rijvermogen.

Attention Diagnostic Method

De Attention Diagnostic Method (ADM) bestaat uit een scherm met random geplaatste nummers tussen de 11 tot 59 (Rutten & Block, 1976). De nummers moeten in volgorde worden opgezocht en de kleur van de nummers moet worden benoemd. In het tweede deel zijn er kleine nummers onder de grote nummers geplaatst. Opnieuw moeten de nummers in volgorde worden opgezocht. Echter dienen dan de kleuren benoemd te worden van de kleine cijfers onder de grote nummers. Uitkomstmaten zijn de totale tijd en het aantal fouten.

- Inhoudsvaliditeit: De ADM is een geschikte methode om selectieve aandacht in het algemeen te meten en omvat tevens een stukje geheugen (bij welk cijfer gebleven) en snelheid van informatieverwerking. Human Company is in het bezit van normaalwaarden (gemiddelde) voor machinisten. Nadeel van de ADM voor het beoordelen van rijvermogen is de beperkte taakspecificiteit voor het werk van machinisten.

- Test hertest betrouwbaarheid: Geen literatuur is gevonden over de test hertest betrouwbaarheid van de ADM.
- Criteriumvaliditeit: Geen literatuur is gevonden over de voorspellende waarde van de ADM test voor rijvermogen.

Useful Field of View

De Useful field of view (UFOV) test is een ongeveer 15 minuten durende computertest die bestaat uit drie delen (Balk & Roenker, 1998). In deel één wordt in het middelpunt van een computerscherm een object gepresenteerd, variërend in lengte en tijdstip, waarop gereageerd dient te worden. In deel twee wordt hetzelfde gedaan waarbij er tegelijkertijd objecten worden gepresenteerd in de periferie van het scherm waarop gereageerd dient te worden. Deel drie is hetzelfde als deel twee, alleen wordt het extra object in de periferie nu steeds gepresenteerd tussen afleidende objecten. Uitkomstmaten zijn de reactietijden in milliseconden. De uitkomsten van de drie afzonderlijke delen worden bij elkaar opgeteld waarbij een score tussen 0 (kan perifere objecten correct lokaliseren) en 90 (kan geen perifere objecten correct lokaliseren (Edwards e.a., 2005)). Uiteindelijk kan een totale risicoscore berekend worden voor rijvermogen/ ongelukken van 1 (erg laag risico) tot 5 (erg hoog risico) (Balk & Roenker, 1988).

- Inhoudsvaliditeit: de UFOV lijkt een geschikte meting van zowel selectieve als verdeelde aandacht en snelheid van informatieverwerking (Myers e.a. 2000). De eerste subtest lijkt tevens een geschikte methode om uitspraak te kunnen doen over waakzaamheid, echter dient deze dan wel langer uitgevoerd te worden. Voor zover bekend, zijn er alleen normwaarden beschikbaar voor algemene ouderen (65+) (Edwards e.a., 2006), maar niet specifiek voor machinisten van middelbare leeftijd. Nadeel van de UFOV voor het beoordelen van rijvermogen is de beperkte taakspecificiteit voor het werk van machinisten.
- Test hertest betrouwbaarheid: De UFOV is bij ouderen een betrouwbare methode gebleken wanneer zowel een respons wordt gegeven met een computermuis ($r=0,88$, betrouwbaarheidsinterval: 0.81-0.92) als met een touch screen ($r=0,74$, betrouwbaarheidsinterval: 0.65-0.80) (Edwards e.a., 2005). Geen literatuur is gevonden over de betrouwbaarheid van de GBW bij gezonde personen.
- Criteriumvaliditeit: Uit twee verschillende meta-analyses is gebleken dat een slechte score op de UFOV (bij oudere bestuurders met/zonder aandoeningen) significant geassocieerd is met negatieve rijuitkomsten op de weg, in de simulator en met rijproblemen (Clay e.a., 2005; Mathias & Lucas, 2009). Oudere bestuurders met een afname van 23-40%, 41-60% en >60% op de UFOV test (ten opzichte van maximaal haalbare score) hebben respectievelijk een 4,2x, 13,6x en 17,2x zo grootte kans om

de komende vijf jaar betrokken te raken in een verkeersongeval, vergeleken met bestuurders met een afname van minder dan 23% (Owsley e.a., 1998). In een afzonderlijke studie bleek de UFOV score niet significant te correleren met ongevallen (Schneider, 1998).

Inschattingsvermogen, beslisvermogen, anticipatie/reactievermogen

Determinations Gerat

De Determinations Gerat (DTG) test is een 20 minuten durende test waarin gereageerd dient te worden op niet systematisch afwisselende visuele en auditieve stimuli: hoge/lage geluiden, vijf kleuren, links/rechts (Van Drie & Schoonman, 1993). Iedere stimulus vraagt zijn eigen handeling: knop/pedaal induwen. De test wordt driemaal afgenomen met vooraf ingestelde snelheden (1,1/ 1/ 0,8sec). Uitkomstmaten zijn: reactietijd, aantal correct, aantal te laat, aantal fout, aantal gemist.

- Inhoudvaliditeit: De DTG is een bruikbare testmethode voor het inschatten van het reactievermogen in het algemeen. Human Company is in het bezit van normaalwaarden (gemiddelde) voor machinisten. Hoewel de taakspecificiteit van de test beperkt is voor het werk van machinisten, lijkt het reageren op de stimuli enigszins op de reacties van een machinist tijdens zijn dienst (paneel en pedaal bedienen).
- Test hertest betrouwbaarheid: Geen literatuur is gevonden over de test hertest betrouwbaarheid van de DTG test.
- Criteriumvaliditeit: Uit de studie van van der Flier & Schoonman (1988) is gebleken dat machinisten die een STS geval meemaakten waarbij een signaal niet of te laat gezien werd of machinisten die meerdere malen een STS passage hadden meegemaakt (in de voorgaande jaren), significant meer fouten hadden gemaakt op de DTG test tijdens hun selectieprocedure. De DTG lijkt dus enige predictieve validiteit te hebben voor het voorspellen van STSgevallen bij machinisten, maar de mate hierin is onbekend. Afkapwaardes zijn onbekend.

Psychomotor Vigilance Taak

De Psychomotor Vigilance Taak (PVT) is een computertest waarbij de persoon gedurende 10-20 minuten zo snel mogelijk moet reageren op verschijnende visuele stimuli door het indrukken van een knop (Dinges & Powell, 1985). Uitkomstmaten zijn reactietijd, reactiesnelheid (1/reactietijd) en aantal fouten (respons > 500 msec).

- Inhoudsvaliditeit: De PVT is een reactievermogentest, waarmee het reactievermogen op onverwachte stimuli getest kan worden. De test wordt in de literatuur ook vaak omschreven als een test voor vigilantie, waarmee waakzaamheid en samenhangend

slaperigheid mee gemeten kan worden. De 10 tot 20 minuten durende test is echter niet te vergelijken met 2,5 uur waakzaamheid voor het rijden van een rit en is dus minder geschikt voor het testen van waakzaamheid/ slaperigheid. Zover bekend, zijn er geen normscores voor de PVT. Nadeel van de PVT voor het beoordelen van rijvermogen is de beperkte taakspecificiteit voor het werk van machinisten.

- Test hertest betrouwbaarheid: Bij meerdere malen per dag afname van de PVT bij gezonde personen en berekening van een gemiddelde score is de test betrouwbaar gebleken; zowel de uitkomstmaat aantal fouten ($ICC=0,89$; $p<0,0001$), als reactietijd ($ICC=0,83$; $p<0,0001$) (Dorrian e.a., uit Kushida, 2004).
- Criteriumvaliditeit: Weinig tot geen literatuur is gevonden over de voorspellende waarde van de PVT test voor rijvermogen. Wel is er samenhang aangetoond tussen de uitvoering van de PVT en (het direct daaropvolgende) rijvermogen in een autosimulator: afwijking naar de linker rijstrook is significant gecorreleerd aan reactietijd ($R^2=0,92$; $p=0,01$) en aantal fouten ($R^2=0,93$; $p<0,01$) in de PVT (Baulk e.a., 2008). Tevens is bewijs geleverd voor de voorspellende waarde van de PVT scores voor slaperigheid, zoals die door bestuurders kan worden ervaren (Dorrian e.a., uit Kushida, 2004). Afkapwaardes zijn onbekend.

Trail Making Test

De Trail Making Test (TMT) bestaat uit twee subtesten. In subtest A moeten random verdeelde cirkels met de cijfers 1 t/m 25 in de juiste volgorde verbonden worden (1,2,3, etc). In subtest B zijn er naast de cirkels met de cijfers 1 t/m 25 ook cirkels met letters van A t/m Y, waarbij deze in de juiste volgorde verbonden dienen te worden (1A, 2B, 3C, etc) (Reitan, 1992). Uitkomstmaat is de totale tijd die nodig is om de test te voltooien.

- Inhoudsvaliditeit: De TMT is een (neuropsychologische) test voor reactievermogen en snelheid van informatieverwerkingen. Norm gegevens, naar leeftijd en opleidingsniveau, zijn aanwezig (Tombaugh, 2004; Cangoz e.a., 2009; Giovagnoli e.a., 1996), maar niet specifiek voor machinisten. Nadeel van de TMT voor het beoordelen van rijvermogen is de beperkte taakspecificiteit.
- Test hertest betrouwbaarheid: Zowel subtest A ($r=0,75$) als subtest B ($r=0,85$) van de TMT is significant betrouwbaar gebleken bij afname bij gezonde proefpersonen (Giovagnoli e.a., 1996). In een andere studie bleek dit ook (subtest A: $r=0,78$, subtest B: $r=0,73$), echter is bij deze studie onbekend of deze correlatie significant was (Cangoz e.a., 2009).
- Criteriumvaliditeit: Eén studie is gevonden die een relatie heeft gelegd tussen de score op de TMT en rijvermogen bij ouderen (De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2001). Hieruit blijkt de TMT score (vlak afgenomen voor het examen) voorspellend te

zijn voor de einduitslag van het herslagen voor het autorijexamen bij ouderen (Willks' $\Lambda = 0,67$, $p = 0,005$). De resultaten betreffende de voorspelbaarheid van TMT voor rijvermogen bij personen met aandoeningen is niet eenduidig (Molnar e.a., 2006) en geen literatuur is gevonden over gezonde personen van middelbare leeftijd. Afkapwaardes zijn onbekend.

Verdeelde aandacht

Geen specifieke testen zijn gevonden die verdeelde aandacht als primaire uitkomst meten. Aan de hand van de eerder besproken 'Cijfer Doorstreep test', 'Useful Field of View test' en 'VDA' zouden er eventueel wel uitspraken gedaan kunnen worden over verdeelde aandacht.

Geheugen

Rivermead Behavioral Memory Test

De Rivermead Behavioral Memory Test (RBMT) is een (neuropsychologische) test, bestaande uit 12 subtesten met zowel directe als langdurige (15 minuten) herinnering van namen, gezichten, route, berichten, data en oriëntatie (Wilson e.a., 1989). Voor iedere subtest kan de proefpersoon 0-2 scoren, waardoor uiteindelijk een score van 0-24 behaald kan worden.

- Inhoudsvaliditeit: De RBMT lijkt een geschikte methode om het alledaagse geheugen functioneren te testen en geheugenstoornissen op te sporen. Normscores zijn aanwezig voor ouderen en patiënten (van Balen e.a., 1996), maar niet specifiek voor machinisten. Het onthouden van data is enigszins taakspecifiek voor het geheugentaken die voor kunnen komen tijdens het rijden. Gezien de ontdekking dat het meeste geheugenverlies plaatsvindt tijdens de eerste 20 minuten (daarna daalt het geheugen relatief veel minder), lijkt de herhaling na 15 minuten ietwat kort om een uitspraak te kunnen doen over het langere termijn geheugen (Ebbinghaus, 1885).
- Test hertest betrouwbaarheid: De test hertest betrouwbaarheid van de (Chinese, online) RBMT bleek bij CVA patiënten goed ($ICC = 0.94$, $p < 0.01$) (Man e.a., 2009). Geen literatuur is gevonden over de betrouwbaarheid bij gezonde personen.
- Predictieve validiteit: Geen literatuur is gevonden over de voorspellende waarde van de RBMT voor rijvermogen.

Verbale Leer en Geheugen Test

De verbale leer en geheugen test (VLGT) bestaat uit een boodschappenlijst (lijst A) van 16 artikelen waarvan de artikelen zijn onder te verdelen in vier categorieën (gereedschap, fruit, kleding, kruiden). De persoon krijgt de artikelen vijf keer te horen en dient de artikelen te

leren en onthouden. Na iedere presentatie dient te persoon de onthouden artikelen op te noemen (Mulder e.a., 1996). Daarnaast wordt een interferentie lijst (lijst B) voorgelezen, waarin twee dezelfde categorieën voorkomen (fruit en kruiden) en twee andere categorieën (vis en keukengerei). Vervolgens dient de eerste lijst na langere periode (20 minuten) weer opgenoemd te worden. De VLGT is de Nederlandse versie van de California Verbal Learning Test.

- Inhoudsvaliditeit: De VLGT lijkt een geschikte methode om het geheugen te testen. Normscores van een niet klinische populatie van verschillende leeftijdscategorieën zijn aanwezig in de handleiding (Mulder e.a., 1996; Delis e.a., 1987), maar niet specifiek voor machinisten. Het onthouden van een verbale boodschap is enigszins taakspecifiek voor geheugentaken die voor kunnen komen tijdens het rijden. Gezien de ontdekking dat het meeste geheugenverlies plaatsvindt tijdens de eerste 20 minuten (daarna daalt het geheugen relatief veel minder), lijkt de herhaling na 20 minuten geschikt om een uitspraak te kunnen doen over het langere termijn geheugen (Ebbinghaus, 1985).
- Test hertest betrouwbaarheid: Geen literatuur is gevonden over de test hertest betrouwbaarheid van de Nederlandse VLGT. De primaire uitkomstmaten van de Californische versie zijn betrouwbaar gebleken in gezonde personen ($r=0.80-0.84$, $p<0,01$) (Woods e.a., 2006).
- Predictieve validiteit: Geen recente literatuur is gevonden over de voorspellende waarde van de VLGT voor rijvermogen.

Emotionele belastbaarheid

Emotionele belastbaarheid dient enerzijds getest te worden door het in kaart brengen van emotionele klachten. Anderzijds dient getest te worden in hoeverre een machinist in staat is zijn eigen emotionele belastbaarheid in te schatten en aan te geven bij bijvoorbeeld leidinggevendens indien gezonde en veilige uitoefening van het werk wordt belemmerd.

Emotionele klachten

4DKL subschaal stress

De 4DKL subschaal stress (Terluin, 1994) is een vragenlijst waarmee stressklachten worden gemeten. De vragenlijst bestaat uit 16 items waarin een werknemer kan aangeven of hij nooit/ soms/ regelmatig/ vaak/ heel vaak last heeft van bepaalde stressgevoelens. Als uitkomstmaat wordt een somscore van 0 tot 32 berekend, waarbij een verhoogde stressscore aangeeft dat iemand moeite heeft om zijn normale niveau van functioneren te handhaven.

- Inhoudsvaliditeit: De 4DKL schaal lijkt een goede methode om stressklachten op te sporen, waardoor uitspraken gedaan kunnen worden over de emotionele

belastbaarheid. Bij een score tussen 11 en 20 wordt gesproken van een verhoogde spanning met dreiging van disfunctioneren en bij een score tussen de 21 en 32 wordt gesproken van ernstige spanningen met grote kans op disfunctioneren (ziekteverzuim) (Terluin, 1994/2008). Nadeel van de 4DKL is dat door zelfrapportage bias kan ontstaan. Bijvoorbeeld wanneer machinisten hun bevoegdheid niet kwijt willen raken, zonder rekening te houden met het gevaar voor henzelf en dat voor anderen.

- Test hertest betrouwbaarheid: De 4DKL subschaal stress is zowel betrouwbaar gebleken onder patiënten met psychosociale symptomen ($r=0,89$, p =onbekend) (Terluin, 1998), als onder de algemeen beroepsbevolking (cronbach's $\alpha =0,9$) (Terluin, 2006)
- Criteriumvaliditeit: De 4DKL subschaal stress test dient voorspellend te zijn voor stressklachten. De voorspellende waarde voor rijvermogen is minder relevant.

Schokverwerkingslijst

In de schokverwerkingslijst (SVL) wordt gevraagd naar het verwerken van ingrijpende gebeurtenissen (Brom & Kleber, 1985). De vragenlijst bestaat uit 15 items, waarbij een somscore berekend wordt van 0 tot 75. Een hogere score betekent meer posttraumatische stressklachten.

- Inhoudsvaliditeit: De SVL is een goede manier om algemene posttraumatische stressklachten uit te vragen waardoor een beeld verkregen kan worden van de emotionele belastbaarheid. Met name na het meemaken van ingrijpende gebeurtenissen (aanrijding/zelfdoding) kan de SVL ingezet worden. Bij een score <9 wordt aan de belastbaarheid eis emotionele belastbaarheid voldaan, bij een score 9-25 behoeven verwerkingsreacties aandacht en een score hoger dan 25 is indicatief voor posttraumatische stress (Sluiter & Frings-Dresen, 2006). Nadeel van de SVL is dat door zelfrapportage bias kan ontstaan. Bijvoorbeeld wanneer machinisten hun bevoegdheid niet kwijt willen raken, zonder rekening te houden met het gevaar voor henzelf en dat voor anderen.
- Test hertest betrouwbaarheid: De betrouwbaarheid van de SVL bleek goed te zijn wanneer deze bij studenten twee keer afgenomen werd met een tussentijd van één week ($ICC=0.87$) (Horowitz e.a., 1979). Tevens is de betrouwbaarheid hoog gebleken onder verschillende beroepsgroepen die te maken krijgen met verkeersongevallen (cronbach's $\alpha =0.87$) (Ploeg e.a., 2004).
- Criteriumvaliditeit: De SVL test dient voorspellend te zijn voor stressklachten. De voorspellende waarde voor rijvermogen is minder relevant.

Emotioneel inschattingsvermogen

Geen geschikte testen zijn gevonden voor het bepalen van het inschattingsvermogen van machinisten betreffende hun eigen emotionele belastbaarheid. Een vergelijkbare test als de 'fit to fly' test, die gebruikt wordt in de luchtvaart, zou mogelijk bruikbaar zijn.

Bestand zijn tegen weinig regelmogelijkheden

Geen geschikte testen zijn gevonden voor het bepalen van bestandheid tegen weinig regelmogelijkheden met een voorspellende waarde voor rijvermogen. Door middel van een aantal losse vragen/ interview of een persoonlijkheidslijst zou hier informatie over gewonnen kunnen worden.

Bestand zijn tegen solistische taken

Geen geschikte testen zijn gevonden voor het bepalen van de bestandheid tegen solistische taken met een voorspellende waarde voor rijvermogen. Door middel van een aantal losse vragen/ interview of een persoonlijkheidslijst zou hier informatie over gewonnen kunnen worden.

Bestand tegen vermoeidheid/ slaperigheid

Maintenance of Wakefulness Test

Tijdens de Maintenance of Wakefulness Test (MWT) zit de persoon in een comfortabele ruimte gedurende 40 minuten en wordt geïnstrueerd om zolang mogelijk wakker te blijven (Mittler e.a., 1982). De tijd wakker gebleven, oftewel de slaaplatentie, is hierbij uitkomstmaat. De test wordt vier keer herhaald, op verschillende momenten van de dag met 2 uur interval, waarvan vervolgens het gemiddelde wordt bepaald.

- Inhoudsvaliditeit: De MWT is een test waarin het vermogen om wakker te blijven kan worden getest. Het lijkt een geschikte test om waakzaamheid, in samenhang met slaperigheid, te testen (Weaver, 2001). Nadeel van de MWT voor het beoordelen van rijvermogen is de beperkte hoeveelheid taakspecificiteit. Tijdens de afname van de MWT is er geen druk om wakker te blijven, terwijl de consequenties van het in slaap vallen tijdens het rijden dermate groot zijn dat de motivatie om wakker te blijven groot is. Daarnaast is het wakker blijven in een rustige kamer anders dan het wakker blijven tijdens het werk, waarin een variëteit aan stimuli meespelen.

Gebaseerd op normaal waardes is voorgesteld dat tijdens de test >15 minuten wakker gebleven moet worden als voorwaarde voor rijvermogen (Poceta e.a 1992 en Sangal e.a., 1992 uit Mathis & Hess, 2009). In een studie bij niet professionele bestuurders werd een significant ($p < 0,01$) verhoogd risico op uitvoeringsfouten in een simulator gevonden bij een MWT score van <20 minuten slaaplatentie ten opzichte

van >20 minuten slaaplatentie (Sagaspe e.a., 2007). Voor professionele bestuurders (taxi, bus, vrachtwagen, piloten en machinisten) wordt een veel hogere limiet voorgesteld van >30 of zelfs 40 minuten als voorwaarde voor geschikt rijvermogen (Mathis & Hess, 2009).

- Test hertest betrouwbaarheid: Geen literatuur is gevonden over de test hertest betrouwbaarheid van de MWT.
- Criteriumvaliditeit: De MWT dient voorspellend te zijn voor vermogen om wakker te blijven. Hoewel de voorspellende waarde voor rijvermogen minder relevant is, is hier toch literatuur over gevonden. MWT scores (vlak afgenomen voor een rit in de rijnsimulator) blijken te correleren met rijvermogen in een simulator (Pizza e.a., 2009), maar ook op de weg ($r=-0.339$, $p<0.05$) (Philip e.a., 2008); erg slaperige personen hebben meer 'line crossings' dan controle bestuurders ($p<0.05$) (Philip e.a., 2008). In een andere studie bleek de uitkomst op de MWT (tevens vlak afgenomen voor een rit) significant te correleren met rem reactietijden ($r=-0,52$, $p<0.05$), maar niet significant met het aantal crashes (Banks e.a., 2005).

Epworth Sleepiness Scale

De Epworth Sleepiness Scale (ESS) (Johns, 1991) vraagt met behulp van 8 vragen of in een aantal situaties geen/ kleine/ aardige/ grote kans tot inslapen kan vóórkomen, bijvoorbeeld 'tijdens een gesprek met iemand' of 'tijdens werktijd'. Een somscore van 0-24 wordt berekend, waarbij een hogere score op meer slaperigheidklachten duidt.

- Inhoudsvaliditeit: De ESS lijkt een geschikte methode voor het bepalen van slaperigheidproblemen (Johns, 1998). Normaal ranges van ESS scores liggen tussen 2 en 10 (Sluiter & Frings-Dresen, 2006), een score van >10 duidt op slaapproblemen (Johns, 1991; Johns, 2000; Sluiter & Frings-Dresen, 2006) en een score van >16 is abnormaal (Sluiter & Frings-Dresen, 2006). Nadeel van de ESS is dat door zelfrapportage bias kan ontstaan. Bijvoorbeeld wanneer machinisten hun bevoegdheid niet kwijt willen raken, zonder rekening te houden met het gevaar voor henzelf en dat voor anderen. Toch is gebleken dat wanneer de zelfingevulde ESS vragenlijst van patiënten met slaapproblemen vergeleken wordt met de ESS lijst ingevuld door de partners over de patiënt, de ESS scores significant correleren ($\rho=0.75$, $p<0,001$, $n=50$) (Johns 1998).
- Test hertest betrouwbaarheid: De ESS is een betrouwbare methode gebleken voor het meten van slaperigheid overdag. Bij het meerdere malen afnemen van de Engelstalige ESS bij gezonde personen en personen met slaapstoornissen werden geen significante verschillen gevonden in scores tussen verschillende testuitkomsten ($p=0,43$). De correlatie tussen de verschillende testuitkomsten was hoog ($r=0,822$,

$p < 0,001$) (Johns, 1992). Ook de Spaanse (Cronbach's $\alpha = 0,9$) (Ferrer e.a., 1999), Norweegse (ICC=0,81) (Beiske e.a., 2009), en Turkse (ICC=0,81) (Izci e.a., 2008) versie zijn betrouwbaar gebleken bij afname bij patiënten met slaapproblemen.

- Criteriumvaliditeit: De ESS dient voorspellend te zijn voor slaperigheidproblemen. Hoewel de voorspellende waarde voor rijvermogen minder relevant is, is hier toch literatuur over gevonden. ESS scores blijken samenhangend te zijn voor met het meemaken van ongevallen in de voorgaande 3 jaar (Maycock, 1997; Powell e.a., 2002), het maken van fouten tijdens een rijtest (Randerath, 2000) en het maken van 'line crossings' tijdens het rijden op een autoweg ($r=0,389$, $p < 0,01$) (Philip e.a., 2008). In de studie van Liu e.a. 2003 bij (niet beroepsgebonden) autobestuurders is gebleken dat bestuurders die een score van >10 scores, een 2x zo hoog risico hebben op het betrokken zijn geweest in een auto-ongeval de afgelopen 6 maanden, vergeleken met bestuurders die lager of gelijk aan 10 scores op de ESS (Liu e.a., 2003). Uit een studie bij beroepsgebonden vrachtwagenchauffeurs is gebleken dat chauffeurs met een ESS score >10 2,6x zoveel kans hadden om de afgelopen twaalf maanden, en 3x zoveel kans om de afgelopen drie maanden, in slaap gevallen te zijn achter het stuur vergeleken met chauffeurs met een score <10 (Heaton e.a., 2008).

Herstelvermogen

VBBA schaal herstelbehoefte

De schaal ervaren herstelbehoefte na het werk uit de VBBA kwantificeert een werknemer zijn/haar moeilijkheden in het herstellen van de werkgerelateerde inspanningen (Van Veldhoven & Meijman, 1994). Er worden stellingen gegeven waarbij de werknemer kan aangeven of deze stellingen de afgelopen weken op hem/haar van toepassing zijn geweest. Een somscore wordt berekend van 0-100 waarbij een hoge score op een hoge herstelbehoefte duidt, oftewel een onvoldoende herstelvermogen.

- Inhoudsvaliditeit: De VBBA schaal herstelbehoefte lijkt een geschikte manier op het herstelvermogen van werknemers te bepalen, ongeacht wat voor diensten zij draaien. Wanneer een individu een score heeft van 54, of hoger is de herstelbehoefte dermate hoog dat de persoon niet in staat is binnen afzienbare tijd terug te keren naar een voldoende herstelde mentale staat en er actie ondernomen dient te worden (Wiezer e.a., 2006). De schaal is sensitief gebleken in het detecteren van toegenomen/afgenomen werkgerelateerde vermoeidheid in samenhang met een toename in werkuren/ hersteluren (effect grootte 0,40) (Croon e.a., 2006). Tevens is de schaal gebruikt in referentiepopulaties (bus-, touringcar-, vrachtwagenchauffeurs en machinisten) waarmee de scores vergeleken zouden kunnen worden (de Croon e.a., 2002; Bassie e.a., 1997; Ruitenburg e.a., 2008). Nadeel van de VBBA

herstelbehoefte is dat door zelfrapportage bias dat kan ontstaan. Bijvoorbeeld wanneer personen hun bevoegdheid niet kwijt willen raken, zonder rekening te houden met het gevaar voor henzelf en dat voor anderen.

- Test hertest betrouwbaarheid: De betrouwbaarheid van de VBBA schaal herstelbehoefte is goed tot zeer goed gebleken bij gebruik in een stabiele werkomgeving (ICC= 0,69 tot 0,80) (Croon e.a., 2006).
- Criteriumvaliditeit: De VBBA schaal herstelbehoefte dient voorspellend te zijn voor herstelvermogen. De voorspellende waarde voor rijvermogen is minder relevant.

Tabel 4. Overzicht klinimetrische eigenschappen besproken neuropsychologische tests

Belastbaarheids	Testnaam	Inhoud- validiteit	Betrouw- baarheid	Criterium- validiteit	Referenties, jaartal
Waakzaamheid	VDA*	-	?	?	
Selectieve aandacht	Group Bourdon Wiersma*	-	+/-	?	Kamphuis, 1962
	Cijfer Doorstreep Test	-	+	?	Dekker e.a., 2007
	Attention Diagnostic Method*	-	?	?	
	Useful Field of View	-	+/-	+	Edwards e.a., 2005; Clay e.a., 2005; Owsley e.a., 1998; Schneider, 2002
Inschattingsvermogen, beslisvermogen, anticipatie/ reactievermogen	Determina- tions Gerat*	-	?	+/-	van der Flier & Schoonman, 1988
	Psychomotor vigilance taak	-	+	+/-	Baulk e.a., 2008; Dorrian e.a., uit Kushida, 2004
	Trail Making Test	-	+	+/-	Cangoz e.a. 2009; De Raedt & Ponjaert- Kristoffersen, 2001; Molnar e.a., 2006
Verdeelde aandacht					
Geheugen	Rivermead Behavioral Memory Test	+/-	+/-	?	Wilson e.a., 1989; van Balen e.a., 1996; Ebbinghaus, 1885; Man e.a., 2009
	Verbale leer en geheugen test	+/-	+	?	Mulder e.a., 1996; Delis e.a., 1987; Ebbinghaus, 1985; Woods e.a., 2006
Emotionele belastbaarheid	4DKL subschaal stress	+	+	nvt	Terluin, 1994/ 2008; Terluin, 1998; Terluin, 2006

Vervolg Tabel 4. Overzicht klinimetrische eigenschappen besproken neuropsychologische tests

Emotionele belastbaarheid	Schokverwerkingslijst (impact of event scale)	+	+	nvt	Sluiter & Frings-Dresen, 2006; Horowitz e.a., 1979; Ploeg e.a., 2004
Bestand tegen weinig regelmogelijkheden					
Bestand tegen solistische taken					
Bestand tegen vermoeidheid/slaperigheid	Maintenance of Wakefulness Test	+/-	?	+	Philip e.a., 2008; Poceta e.a. 1992; Sangal e.a., 1992; Sagaspe e.a., 2007; Mathis & Hess, 2009.
	Epworth Sleepiness Scale	+	+	+	Johns, 1991; Johns, 2000; Sluiter & Frings-Dresen, 2006; Johns, 1992; Ferrer e.a., 1999; Beiske e.a., 2009; Izci e.a., 2008; Maycock, 1997; Powell e.a., 2002; Randerath, 2000; Philip e.a., 2008; Liu e.a., 2003; Heaton e.a., 2008
Herstelvermogen	VBBA herstelbehoefte	+	+	nvt	Croon e.a., 2009; Wiezer e.a., 2006

* = testmethode die anno 2009 ingezet wordt door Human Company voor het testen van belastbaarheids-eisen van machinisten

+ = voldoende bewijs gevonden op basis van de onder 3.3.1 omschreven definities van klinimetrische eigenschappen

- = onvoldoende bewijs gevonden op basis van de onder 3.3.1 omschreven definities van klinimetrische eigenschappen

+/- = te weinig/ twijfelachtig/ tegenstrijdig bewijs gevonden op basis van de onder 3.3.1 omschreven definities van klinimetrische eigenschappen.

? = geen bewijs gevonden op basis van de onder 3.3.1 omschreven definities van klinimetrische eigenschappen.

nvt = niet van toepassing

Discussie/ Conclusie neuropsychologische testen

Gezien de complexe taak van het besturen van een trein dienen testen niet geïsoleerd te worden gebruikt. Een meervoudige benadering is essentieel om het rijvermogen correct in te schatten (Mathis & Hess, 2009). Over het algemeen geldt voor de besproken testen voor de bepaling van psychologische belastbaarheids-eisen horende bij die van machinisten, waaronder ook de testen die anno 2009 worden ingezet (VDA, GBW, ADM, DTG), dat de inhoudvaliditeit en criteriumvaliditeit onvoldoende of onbekend is. Voornaamste nadeel van testen voor het beoordelen van rijvermogen is de beperkte taakspecificiteit voor het werk van machinisten. Bij het gebruik van testen is het van groot belang om te weten wat de generaliseerbaarheid is van de testresultaten naar het functioneren van machinisten in de praktijk. Een ander probleem bij het afnemen van (neuropsychologische) testen voor de beoordeling van rijvermogen is de afwezigheid van afkapwaarden in niet-klinische populaties (Molnar et al., 2006) en normaalwaarden voor specifieke populaties als machinisten. Voorzichtigheid is dus geboden wanneer bij personen (zonder neurologische aandoeningen) uitspraken worden gedaan over rijvermogen/ geschiktheid op basis van (neuropsychologische) testen alleen.

3.3.4 'On road' testen en Simulator testen

'On road' testen

Om de belastbaarheids-eisen van machinisten te testen zouden 'on road' testen kunnen worden ingezet, waarbij machinisten beoordeeld worden op hun rijvermogen tijdens het draaien van een echte dienst en het rijden van een echte rit.

- Inhoud/ begrip validiteit en criteriumvaliditeit: 'On road' testen zijn de meest optimale weergaven van de werkelijkheid, gezien de testprocedure zich in de werkelijke werksituatie afspeelt. 'On road' testen lijken dus een betere manier om de belastbaarheids-eisen van machinisten te testen dan (neuropsychologische) testen. Echter, risicovolle situaties worden vaak vermeden in verband met veiligheid (Withaar, 2000), terwijl men juist geïnteresseerd is in het gedrag van personen bij zulk soort risicovolle situaties.
- Test hertest betrouwbaarheid: Bij 'on road' testen is standaardisatie bijna onmogelijk, waardoor de test-hertest betrouwbaarheid laag is.

Simulator testen

Om de meerwaarde van (neuropsychologische) testen en on road driving testen te combineren hebben meerdere studies rijvaardigheid getest in rij-simulators (o.a. Fildes e.a., 2007; Rogé e.a., 2001; Turkington e.a., 2001; Withaar, 2000). De inhoud en duur van een simulatorrit is variabel te bepalen. Het voordeel van simulators is de standaardisatie: de te rijden rit kan vooraf worden bepaald en allerlei (ook gevaarlijke) situaties kunnen dus in korte tijd aan bod komen.

- Inhoudsvaliditeit en criteriumvaliditeit: De validiteit van simulators hangt nauw samen met het type simulator. Simulators zijn over het algemeen erg taakspecifiek voor het testen van allerlei psychologische belastbaarheids-eisen van machinisten, waardoor de inhoudsvaliditeit als goed beoordeeld kan worden. Door in de te rijden rit alle verschillende aspecten/taken aan bod te laten komen die in werkelijkheid ook kunnen voorkomen, komen de meeste psychologische belastbaarheids-eisen aan bod. Doordat de simulator erg lijkt op het rijden in een echte trein zal het begrip van de machinist voor de manier van psychologisch keuren toenemen. Studies hebben aangetoond dat de validiteit van een aantal autosimulators om rijvaardigheid op de weg te testen goed is (George, 2003; Reimer e.a., 2006). De kans op het slagen voor het auto-examen blijkt significant samen te hangen met de prestatie in een autosimulator (Heikkila, 2000; de Winter e.a., 2009). Tevens is een autosimulator geschikt bevonden om een indruk van de consequenties van slaperigheid te verkrijgen (George, 2003; Contardi e.a., 2004). Verwacht wordt dat dit alles ook geldt voor de treinsimulator. Echter dient onderzoek gedaan te worden naar

het precieze protocol (duur, omstandigheden, etc) en de voorspelbaarheid daarvan voor rijvermogen. Mogelijk kan hierbij gebruik worden gemaakt van de ervaringen bij buitenlandse spoorwegmaatschappijen.

Een aantal psychologische belastbaarheids-eisen, zoals emotionele belastbaarheid en herstelvermogen, zullen niet tijdens een enkele rit in een rijnsimulator getest kunnen worden. Deze eisen dienen los getest te worden door middel van toevoeging van (neuropsychologische) testen.

- Test hertest betrouwbaarheid: Of het gebruik van eens simulator betrouwbaar is bij het testen van belastbaarheids-eisen, is afhankelijk van het type simulator en de uitkomstmaten die gekozen worden. Hier dient onderzoek naar gedaan te worden bij de specifiek te gebruiken simulator en uitkomstmaten.

Tabel 5. Overzicht klinimetrische eigenschappen 'on road' en simulator tests

Testmethode	Inhoud/ Criterium-validiteit	Betrouwbaarheid	Referenties, jaartal
On road test	+/-	-	
Simulator test	+/?	?	George, 2003; Reimer e.a., 2006; Contardi e.a., 2004; Heikkila, 2000; de Winter e.a., 2009

+ = voldoende bewijs gevonden op basis van de onder 3.3.1 omschreven definities van klinimetrische eigenschappen

- = onvoldoende bewijs gevonden op basis van de onder 3.3.1 omschreven definities van klinimetrische eigenschappen

+/- = te weinig/ twijfelachtig/ tegenstrijdig bewijs gevonden op basis van de onder 3.3.1 omschreven definities van klinimetrische eigenschappen.

? = geen bewijs gevonden op basis van de onder 3.3.1 omschreven definities van klinimetrische eigenschappen.

Discussie/ Conclusie 'on road' tests en simulator tests

Ondanks de grote taakspecificiteit van on road testen worden deze afgeraden voor het testen van belastbaarheids-eisen van machinisten omdat zowel de betrouwbaarheid als de predictieve validiteit voor het meemaken van ongevallen beperkt is.

Realistische testprocedures als simulator testen worden aangeraden bij het testen van professionele bestuurders (Mathis & Hess, 2009). Ten opzichte van losse psychologische testen hebben simulatoren het grote voordeel dat de belastbaarheids-eisen niet los van elkaar, maar geïntegreerd worden getest. Dit betekent dat tevens het executief functioneren tijdens de taak aan bod komt: het (hoger gelegen cognitieve) vermogen van een persoon om doelen te vormen, te plannen en doelgerichte plannen effectief uit te voeren (Jurado & Rosselli,

2007). Zo is bij simulatorstudies bij piloten gebleken dat piloten in staat zijn om bij toenemende vermoeidheid individuele acties op zichzelf correct uit te voeren, maar dat de algemene structuur van hun acties (het executief functioneren) als eerst wordt aangetast; ze voeren de juiste acties uit, maar doen dit bijvoorbeeld te vroeg of te laat (Barlett 1943; 1951 uit Van der Linden, 2002). Dit soort fouten in het algemene overzicht, plannen en handelen kunnen worden getest in een simulator.

Een interactieve, virtuele rijnsimulator kan dus een goed alternatief zijn voor testritten in de beoordeling van rijgeschiktheid, mits er check op simulator ziekte is gedaan (Withaar, 2000). Nadelen van simulatoren kunnen de kosten zijn (Bieliauskas, 2005). Tevens moet in gedachte worden gehouden dat machinisten anders (risicovoller) zouden kunnen rijden in een simulator dan in een echte trein doordat er geen risico is op een echt ongeval en schade. Echter, de druk om te presteren tijdens een simulatorrit als keuringstest heeft juist het tegengestelde effect: machinisten zullen juist geconcentreerder en veiliger rijden dan dat zij in 'real life' misschien zouden doen, om hun licentie te kunnen behouden. Tenslotte dient in de gaten gehouden te worden dat machinisten onderling het simulatorprotocol uit kunnen wisselen, waardoor ze precies weten wat hen te wachten staat en hierop beter kunnen anticiperen.

3.3.5 Aanbevelingen

Simulatoren lijken de meest belovende testmethode om de belastbaarheids-eisen “waakzaamheid”, “selectieve aandacht”, “inschattingsvermogen, beslisvermogen, anticipatie/reactievermogen”, “verdeelde aandacht” en “geheugen” van machinisten in combinatie te testen. Echter, voordat simulatoren ingezet worden dient een keuze gemaakt te worden om het testprotocol (combinatie van duur, taken, situaties e.d.) vorm te geven, welke uitkomstmaten het best gebruikt kunnen worden, en wat aanvaardbare criteria zijn. Gebaseerd op de taakuitvoering van machinisten dient het testprotocol in ieder geval de situaties te omvatten zoals beschreven in Box 1.

De combinatie van uitkomstmaten dienen in ieder geval de volgende definitie te meten: “Een veilige en correcte besturing van de trein, volgens regels en procedures, zonder onnodige fouten te maken waarbij veiligheid en gezondheid van machinist en derden niet in gevaar worden gebracht en eigen vermoeidheid en aandacht onder controle worden gehouden.”

Door middel van expertbijeenkomsten kunnen de uitkomstmaten van het simulatieprotocol bepaald worden. De studie van Tichon (2007) kan hierbij als voorbeeld genomen worden, waarbij door middel van gestructureerde expertbijeenkomsten met machinisten is bepaald op welke manier machinisten dienen te reageren in bepaalde situaties en welke fouten zij hierin kunnen begaan. Uitkomstmaten die op deze manier tot stand kunnen komen, om tijdens de simulatorrit te scoren, worden weergegeven in Box 2. Vervolgens dient de voorspellende waarde van het specifieke testprotocol voor het rijvermogen/ maken van fouten bekeken te worden. Hierbij is behoefte aan duidelijke normwaardes/ afkappunten.

Bij twijfel over de belastbaarheids-eisen ‘waakzaamheid’, ‘reactievermogen’ en ‘geheugen’ na afname van een simulatorrit, zouden deze eisen eventueel extra getest kunnen worden door middel van psychologische testen.

Om de belastbaarheids-eisen “emotionele belastbaarheid”, “bestand tegen vermoeidheid/ slaperigheid” en “herstelvermogen” te testen kunnen klachten-signaleringstesten worden ingezet. Emotionele belastbaarheid kan getest worden met de 4DKL subschaal stress en schokverwerkingslijst (SVL), bestandheid tegen vermoeidheid/ slaperigheid met de ESS en herstelvermogen na het werk met de VBBA schaal herstelbehoefte. De beoordeling die hierbij aangehouden kan worden is weergegeven in Box 3.

Voor het bepalen van de belastbaarheids-eisen ‘bestand tegen solistische taken’ en ‘bestand tegen weinig regelmogelijkheden’ zijn geen geschikte testen gevonden. Tot de tijd dat er geen geschikte testen zijn, kan door middel van een aantal losse vragen/ interview hierover in de selectiefase (niet na aanname) informatie gewonnen worden, die meetelt bij de uiteindelijke selectie van personen die daarna gekeurd worden.

Box 1 Situaties die het testprotocol van een simulatorrit, gebaseerd op de taakuitvoering, dient te omvatten

- ❖ Een rit rijden gedurende 2,5 uur, zonder pauze
- ❖ Alleen in de cabine
- ❖ Een monotone situatie: langdurig rijden zonder verandering in seinen en zonder stationstops (zodanig realistisch voor het wegennet in Nederland)
- ❖ Stoppen bij station/ rangeerterrein
- ❖ Geheugentaak; snelheidsbeperking bij aanwijzing niet werkende overweg, STS, wegwerkzaamheden, of iets dergelijks
- ❖ Paneel bediening: als reactie op (rode) seinen, borden, etc.
- ❖ Obstakels langs het spoor/ spoorwerkers
- ❖ Communicatietask
- ❖ Dodeman taak
- ❖ Onvoorziene omstandigheid: storing/ calamiteit (object op spoor, afwijkende stand wissel, kapotte bovenleiding, of iets dergelijk), weersomstandigheid

Box 2 Mogelijke uitkomstmaten bij een simulatorrit als testprotocol

- ❖ Waarneming van omgeving (benoemen hiervan)
- ❖ Opvolgen van borden en signalen
- ❖ Remgedrag
- ❖ Snelheidsovertredingen
- ❖ Aanrijdingen
- ❖ Op tijd rijden
- ❖ Correct reageren op dodeman
- ❖ Trein stilgezet door ATB
- ❖ Stoppen bij stations
- ❖ Handelen volgens regels/ procedures
- ❖ Rustig reageren bij stressvolle situaties
- ❖ Correct communiceren
- ❖ Correct auditieve signalen afgeven
- ❖ Correct omgaan met afleiding
- ❖ Aanpassing aan omgeving

Box 3 Beoordeling van de klachtenlijsten 4DKL subschaal stress, SVL, ESS en VBBA herstelbehoefte

4DKL

- ❖ score 11-20: verhoogde spanning met dreiging van disfunctioneren
- ❖ score 21-32: ernstige spanning met grote kans op disfunctioneren.

SVL

- ❖ score <9: aan belastbaarheideisen voldoen
- ❖ score 9-25: de verwerkingsreacties behoeven aandacht
- ❖ score >25: illustratief voor PTSS.

ESS

- ❖ score tussen 2 en 10: normaal
- ❖ score van 10 t/m 15: afwijkend
- ❖ score >16: niet normaal.

VBBA herstelbehoefte

- ❖ score > 54,5: herstelbehoefte dermate hoog dat de persoon niet in staat is binnen afziebare tijd terug te keren naar een voldoende herstelde mentale staat en er actie ondernomen dient te worden

3.3.6 Vervolg onderzoek

Op basis van dit onderzoek, zijn nieuwe vragen opgeroepen, die relevant zijn voor vervolgonderzoek. Bijlage VI gaat hier op in.

Literatuurlijst

Ahsberg E. Dimensions of fatigue in different working populations. *Scandinavian Journal of Psychology* 2000;41:231-241 .

Balen van HGG, Westzaan PSH, Mulder T. Stratified Norms for the Rivermead Behavioral Memory Test. *Neuropsychological Rehabilitation* 1996;6(3):203-217

Balk KK, Roenker DL. UFOV Useful Field of View Manual. San Antonio, TX: The psychological corporation. 1998

Banks S, Catcheside P, Lack L, Grunstein R, McEvoy RD. The Maintenance of Wakefulness Test and Driving Simulator Performance. *Sleep* 2005;28(11):1381-1385

Bassie S, Coppoolse J, Beek van der AJ, Sluiter JK, Woude van der LHV. Workload of long distance shuttle bus drivers. Coronel Institute for Occupational and Environmental Health, Academic Medical Center/ University of Amsterdam. 1997

Baulk SD, Biggs SN, Reid KJ, van den Heuvel CJ, Dawson D. Chasing the silver bullet: Measuring driver fatigue using simple and complex tasks. *Accident Analysis and Prevention* 2008;40:396-402

Baysari MT, McIntosh AS, Wilson JR. Understanding the human factors contribution to railway accidents and incidents in Australia. *Accident Analysis & Prevention* 2008;40:1750 - 1757

Beiske KK, Kjelsberg FN, Ruud EA, Stavem K. Reliability and validity of a Norwegian version of the Epworth sleepiness scale. *Sleep* 2009;13:65-72

Bieliauskas LA. Neuropsychological assessment of geriatric driving competence. *Brain Injury* 2005;19(3):221-226

Boomsma L, Bosch F. De Groepsbourdon [The Group Bourdon]. Dutch Railways, The Netherlands, Utrecht. 1978

Brom D, Kleber RJ. De schokverwerkingslijst. *Nederlands Tijdschrift voor de Psychologie* 1985;40:164-168

Cabon P, Coblenz A, Mollard R, Fouillot JP. Human vigilance in railway and long-haul flight operation. *Ergonomics* 1993;36:1019-1033

Cangoz B, Karakoc E, Selekler K. Trail Making test: Normative data for Turkish elderly population by age, sex and education. *Journal of the Neurological Sciences* 2009;xx:xx-x

Chang HL, Ju LS. Effect of consecutive driving on accident risk: a comparison between passenger and freight train driving. *Accid Anal Prev* 2008;40:1844-1849

Darwent D, Lamond N, & Dawson D. The sleep and performance of train drivers during an extended freight-haul operation. *Appl Ergon* 2008;39:614-622

Clay OJ, Wadley VG, Edwards JD, Roth DL, Ronker DL, Ball KK. Cumulative Meta-analysis of the Relationship Between Useful Field of View and Driving Performance in Older Adults: Current and Future Implications. *Optometry and Vision Science* 2005;82(8):724-731

Contardi S, Pizza F, Sancisi E, Mondini S, Cirignotta F. Reliability of a driving simulator task for evaluation of sleepiness. *Brain Research Bulletin* 2004;63:427-431

Croon de EM, Sluiter JK, Frings-Dresen MHW. Psychometric properties of the Need for Recovery after work scale: test-retest reliability and sensitivity to detect change. *Occup Environ Med* 2006;63:202-206

Croon de EM, Sluiter JK, Frings-Dresen MHW. Werkdruk in het openbaar busvervoer: Rapport fase II: omvang, oorzaken en maatregelen. Coronel Instituut voor Arbeid, Milieu en Gezondheid, Academisch Medisch Centrum, Amsterdam. Rapport nr. 02-03, 2002

Dekker, R., Mulder, J.L. & Dekker, P.H. De ontwikkeling van vijf nieuwe Nederlandstalige tests. PITS: Leiden. 2007

Dekker, R., Mulder, J.L. & Dekker, P.H. Handleiding Cijfer Doorstreep Test (CDT). PITS: Leiden. 2007

Delis DC, Kramer JH, Kaplan E, Ober BA. The California Verbal Learning Test: Research Edition, Adult Version, The Psychological Corporation, San Antonio, TX. 1987

De Raedt R, Ponjaert-kristoffersen I. Short Cognitive/Neuropsychological Test Battery for First-Tier Fitness-To-Drive Assessment of Older Adults. *The Clinical Neuropsychologist* 2001;15(3):329-336

Dinges DI, Powerl JW. Microcomputer analysis of performance on a portable simple visual RT task sustained operations. *Behavioral Research Methods, Instrumentation, and Computers* 1985;17:652-655

Dorrian J, Roach GD, Fletcher A, Dawson D. Simulated train driving: fatigue, self-awareness and cognitive disengagement. *Appl Ergon* 2007;38:155-166

Dorrian J, Hussey F, Dawson D. Train driving efficiency and safety: examining the cost of fatigue. *J Sleep Res* 2007;16:1-11

Dorrian J, Roach GD, Fletcher A, Dawson D. The effects of fatigue on train handling during speed restrictions. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 2006;9:243-257

Dijk van FJH, Dormolen M, Kompier MAJ, Meijman TF. Herwaardering model belasting-belastbaarheid. *Tijdschrift Sociale Gezondheidszorg* 1990;1:3-10

Ebbinghaus H. *Memory: A Contribution to Experimental Psychology*. <http://psychclassics.yorku.ca/Ebbinghaus/index.htm>. 1885

Edkins GD, Pollock CM. The influence of sustained attention on railway accidents. *Accident Analysis & Prevention* 1997;29:533-539 .

Endo T, Kogi K. Monotony effects of the work of motormen during high-speed train operation. *J Human Ergol* 1975;4:129-140

Edwards J, Vance D, Wadley V, Cissel GM, Roenker DL, Ball KK. Reliability and validity of useful field of view test scores as administered by personal computer. *Neuropsychology development, and cognition* 2005;27(5):529-543

Edwards JD, Ross LA, Wadley VG, Clay OJ, Crowe M, Roenker DL, Ball KK. The usefull field of view test: normative data for older adults. *Arch Clin Neuropsychol* 2006;21(4):275-286

Elliott AC, Garner SD, Grimes E. The Cognitive tasks of the Driver: The Approach and Passage Through Diverging Junctions. In Wilson e.a., 2007

Ettema JH. Het model belasting en belastbaarheid. Tijdschrift Sociale Geneeskunde 1973;51:44-54

Evers A, Caminada H, Koning R, ter Laak J, van der Maesen de Sombreff P, Starren J. Richtlijnen voor ontwikkeling en gebruik van psychologische tests en studietoetsen. Nederlands Instituut van Psychologen, Amsterdam. 1988

Ferrer M, Vilagut G, Monasterio C, Montserrat JM, Mayos M, Alonso J. Measurement of the perceived impact of sleep problems: the Spanish version of the functional outcomes sleep questionnaire and the Epworth sleepiness scale. Med Clin (Barc) 1999;113(7):250-255

Finomore V, Matthews G, Shaw T, Warm J. Predicting vigilance: A fresh look at an old problem. Ergonomics 2009;52(7):791-808

Fildes B, Charlton J, Muir C, Koppel S. Driving responses of older and younger drivers in a driving simulator. Annu Proc Assoc Adv Automot Med 2007;51:559-572

Fletcher A. Field based validations of a work-related fatigue model based on hours of work. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour 2001;4:75-88 .

Flier van der H, Schoonman W. Railway signals passed at danger. Applied Ergonomics 1988;19(2):135-141

Flier van der H, Schoonman W. Door Rood. Onderzoek naar individuele en situationele factoren die samenhangen met het ten onrechte passeren van stoptonend sein. Nederlandse Spoorwegen, Sector Bedrijfspsychologie, Sectie Research & Informatica. 1986

Federal Railroad Administration. Relative Risk of Workload Transitions in Positive Train Control. Offices of Safety and Research & Development Washington, DC 20590. www.fra.dot.gov. 2007

George CFP. Driving simulators in clinical practice. Sleep Medicine Review 2003;7(4): 311-320

Gillis I. Cognitive Workload of Train Drivers. In Wilson e.a., 2007

Giovagnoli AR, Del Pesce M, Mascheroni S, Simoncelli M, Laiacona M, Capitani E. Trail Making Test: normative values from 287 normal adult controls. *Ital J Neurol Sci* 1996;17:305-309

Goutteborge V. Quality of Functional Capacity Evaluation Tests: A Clinimetric Approach. Academisch Proefschrift, Universiteit van Amsterdam, Amsterdam. 2008

Handboek Machinist NSR. Productie Services, Veiligheid & Regelgeving, NS Reizigers, December 2007

Härmä M, Sallinen M, Ranta R, Mutanen P, & Muller K. The effect of an irregular shift system on sleepiness at work in train drivers and railway traffic controllers. *J Sleep Res* 2002;11:141-151

Heaton K, Browning S, Anderson A. Identifying Variables That Predict Falling Asleep at the Wheel Among Long-Haul Truck Drivers. *AAOHN* 2008;56(9):379-385

Heikkila VM. Relationship of laboratory and on road tests for driving-school students and experienced driver. *Percept Mot Skills* 2000;90(1):227-35

Horowitz M, Wilner N, Alvarez W. Impact of Event Scale: A Measure of Subjective Stress. *Psychosomatic Medicine* 1979;41(3):209-218

Ingre M, Kecklund G, Akerstedt T, Kecklund L. Variation in sleepiness during early morning shifts: a mixed model approach to an experimental field study of train drivers. *Chronobiol Int* 2004;21:973-990

Ingre M, Soderstrom M, Kecklund G, Akerstedt T, Kecklund L. Critical incidents (human errors) related to sleep and sleepiness: a cognitive energetical approach. Abstract, to be presented at the 15th Congress of the European Sleep Research Society, September 12-16, 2000 Istanbul, Turkey. <http://www.it.uu.se/research/project/train>

Izci B, Ardic S, Firat H, Sahin A, Altinors M, Karacan I. Reliability and validity studies of the Turkish version of the Epworth Sleepiness Scal. *Sleep Breath* 2008;12:161-168

Jay SM, Dawson D, Ferguson SA, & Lamond N. Driver fatigue during extended rail operations. *Appl Ergon* 2008;39:623-629

Kandelaars KJ, Lamond N, Roach GD, Dawson D. The impact of extended leave on sleep and alertness in the Australian rail industry. *Ind. Health* 2005;43:105-113

Johns MW. A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth sleepiness scale. *Sleep* 1991;14:540-545

Johns MW. Reliability and Factor Analysis of the Epworth Sleepiness Scale. *Sleep* 1992;15(4):376-381

Johns MW. Sleepiness in Different Situations Measured by the Epworth Sleepiness Scale. *Sleep* 1994;17(8):703-710

Johns M. Rethinking the assessment of sleepiness. *Sleep Medicine Reviews* 1998;2(1):3-15

Johns MW. Sensitivity and specificity of the multi sleep latency test (MSLT), the maintenance of wakefulness test and the Epworth sleepiness scale: Failure of the MSLT as a gold standard. *J Sleep Res* 2000;9:5-11

Jurado MB, Rosselli M. The Exclusive Nature of Executive Functions: A Review of our Current Understanding. *Neuropsychol Rev* 2007;17:213-233

Kamphuis GH. Een onderzoek naar de reliability van de Bourdon-Wiersma. *Nederlands tijdschrift voor de psychologie* 1962;17:269-275

Kecklund G, Akerstedt T, Inge M, Soderstrom M. Train driver's working conditions and their impact on safety, stress and sleepiness: a literature review, analyses of accidents and schedules. Stress Research Report no 288, National Institute for Psychosocial Factors and Health (IPM), Department of Public Health Sciences, Division for Psychosocial Factors and Health, Karolinska Institutet, Stockholm, Sweden. Translation of a Swedish report published January 1999.

Kushida CA. Sleep deprivation: clinical issues, pharmacology, and sleep loss effects. *Lung Biology in Health and Disease. Informa Health Care*, 2004;193

Kwalificatiedossier Machinist. Amersfoort, 2005.

Lamond N, Darwent D, Dawson D. Train drivers' sleep and alertness during short relay operations. *Appl Ergon* 2005;36:313-318

Leidraad aanstellingskeuring. Leiden, 2005

Leidraad verplichte medische keuringen van werknemers, Nederlandse Vereniging voor Arbeids- en Bedrijfsgeneeskunde, 2007

Linden van der D. Mental Fatigue and Goal-directed Behavior. Flexibility, Planning, and the Regulation of Actions. Academisch proefschrift, Universiteit van Amsterdam, Amsterdam. 2002

Liu GF, Han S, Liang DH, Wang FZ, Shi XZ, Yu J, Wu ZI. Driver sleepiness and risk of car crashes in Shenyang, a Chinese northeastern city: population-based case-control study. *Biomed Environ Sci* 2003;16(3):219-26

Man DWK, Chung JCC, Mak MKY. Development and validation of the Online Rivermead Behavioral Memory Test (OL-RBMT) for people with stroke. *NeuroRehabilitation* 2009;24:231-236

Maycock G. Sleepiness and driving: the experience of U.K. car drivers. *Accid Anal and Prev* 1997;29:453-462

Mathias JL, Lucas LK. Cognitive predictors of unsafe driving in older drivers: a meta analysis. *Int Psychogeriatr* 2009; ePub

Mathis J, Hess CW. Sleepiness and vigilance tests. *Swiss Med Wkly* 2009;139:214-219

Mitler MM, Gujavartu KS, Browman CP. Maintenance of wakefulness test: a polysomnographic technique for evaluating treatment efficacy in patients with excessive somnolence. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1982;53:658-661

Molnar FJ, Akhilesh P, Marshall SC, Man-Son-Hing M, Wilson KG. Clinical Utility of Office-Based Cognitive Predictors of Fitness to Drive in Persons with Dementia: A Systematic Review. *J Am Geriatr Soc* 2006;54:1809-1824

Mulder JL, Dekker R, Dekker PH. Verbale Leer en Geheugen Test: Handleiding. Swets & Zeitlinger, 1996

Myers RS, Ball KK, Kalina TD, Roth DL, Goode KT. Relation of useful field of view and other screening tests to on-road driving performance. *Percept Mot Skills* 2000;91(1):279-290

Myrtek M. Physical, mental, emotional, and subjective workload components in train drivers. *Ergonomics* 1994;37:1195-1203 .

Owsley C, MvGwin G, Ball K. Vision impairment, eye disease, and injurious motor vehicle crashes in the elderly. *Ophthalmic Epidemiology* 1998;5(2):101-113

Philip P, Sagaspe P, Taillard J, Chaumet G, Bayon V, Coste O, Bioulac B, Guilleminault C. Maintenance of Wakefulness Test, Obstructive Sleep Apnea Syndrome, and Driving Risk. *Ann Neurol* 2008;64:410-416

Pickup L, Wilson JR, Sharpies S, Norris B, Clarke T, Young MS. Fundamental examination of mental workload in the rail industry. *Theoretical issues in Ergonomics Science* 2005;6(6):463-482

Pizza F, Contardi S, Mondini S, Trentin L, Cirignotta F. Daytime sleepiness and driving performance in patients with obstructive sleep apnea: comparison of the MSLT, the MWT, and a simulated driving task. *Sleep* 2009;32(3):382-391

Ploeg van der E, Mooren TT, Kleber RJ, Velden van der PG, Brom D. Construct validation of the Dutch version of the impact of ecent scale. *Psychol Assess* 2004;16(1):16-26

Porter D. A Detailed Task Analysis of Four Types of Train Driving, Issue 1, Cheshire; SRD.

Powell NB, Schechtman KB, Riley RW, Kasey, LI, Guilleminault C. Sleepy driving: Accidents and injury. *Otolaryngology Head and Neck Surgery* 2002;126(3):217-227

Randerath WJ, Gerdesmeyer C, Siller K, Gil G, Sanner B, Ruhle KH. A Test for the Determination of Sustained Attention in Patients with Obstructive Sleep Apnea Syndrome. *Respiration* 200;67;526-532

Reimer B, D'Ambrosio LA, Coughlin JF, Kafrissen ME Biederman J. Using self-reported data to assess the validity of driving simulation data. *Behaviour Research Methods* 2006;38(2):314-324

Reitan RM. Trail Making Test. Manual for Administration and Scoring. Reitan Neuropsychology Laboratory. Tucson, Arizona. 1992

Rogé J, Pebayle T, Muzet A. Variations of the level of vigilance and of behavioural activities during simulated automobile driving. *Accident Analysis and Prevention* 2001;33:181-186

Rssb rapport. T059 Human Factors study of fatigue and shift work. Appendix 1: Working patterns of train drivers – Implications for fatigue and safety. 2004

Rssb rapport. Human Performance. Driver vigilance devices: systems review. 2002

Ruitenburg MM, Zoer I, Frings-Dresen MHW, Sluiter JK. Werkbelasting servicemedewerkers, machinisten, conducteurs en monteurs bij NS. Amsterdam: Coronel Instituut voor Arbeid en Gezondheid, AMC, Universiteit van Amsterdam, 2008, rapport nummer 08-07.

Rutten and Block, 1976. J.W. Rutten and J.R. Block, The attention diagnostic method. A test manual. , *Instrumental Psychological Methods*, New York (1976).

Sagaspe P, Taillard J, Chaumet G, Guilleminault C, Coste O, Moore N, Bioulac B, Philip P. Maintenance of wakefulness test as a predictor of driving performance in patients with untreated obstructive sleep apnea. *Sleep* 2007;30(3):327-330

Sallinen M, Härmä M, Mutanen P, Ranta R, Virkkala J, Müller K. Sleepiness in various shift combinations of irregular shift systems. *Industrial Health* 2005;43:114-122

Schneider JJ. Useful field of view as an indicator of accident risk: results from a college sample. Thesis. Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College. Department of Psychology. 2002

Shanahan P, Gregory D, Shannon M, Gibson H. The Role of Communication Errors in Railway Incident Causation. Chapter 42 in Wilson e.a., 2007

Sluiter JK, Frings Dresen MHW. Aanstellingskeuring en Periodiek Preventief Medisch Onderzoek (PPMO) voor de brandweersector. Amsterdam. Coronel Instituut voor Arbeid en Gezondheid, AMC, Amsterdam, 2006, rapportnr. 06-03

Sundin EC, Horowitz MJ. Impact of Event Scale: psychometric properties. *British Journal of Psychiatry* 2002;190:205-209

Thorne DR, Johnson DE, Redmond DP, Sing HC, Belenky G, Shapiro HM. The Walter Reed palm-held psychomotor vigilance test. *Behav Res Methods* 2005;37(1):111-118

Tichon JG. The use of expert knowledge in the development of simulations for train driver training. *Cogn Tech Work* 2007;9:177-187

Tombaugh T. Trail Making Test A and B: normative data stratified by age and education. *Archived of Clinical Neuropsychology* 2004;19:203-214

Torsvall L, Akerstedt T. Sleepiness on the job: continuously EEG changes in train drivers. *Electroencephalography and clinical neurophysiology* 1987;66:502-511.

Transport and Water Management Inspectorate Netherlands. STS-passages 2007. Analyse en resultaten over de periode 2003-2007. 2008.

Turkington PM, Sircar M, Allgar V, Elliott MW. Relationship between obstructive sleep apnoea, driving simulator performance, and risk of road traffic accidents. *Thorax* 2001;56:800-805

Van Veldhoven M, Meijman TF. Het meten van psychosociale arbeidsbelasting met een vragenlijst: de vragenlijst beleving en beoordeling van de arbeid (VBBA). Amsterdam: NIA 1994

Weaver, TE. Outcome measurement in sleep medicine practice and research. Part I: assessment of symptoms, subjective and objective daytime sleepiness, health-related quality of life and functional status. *Sleep Medicine Reviews* 2001;5(2): 103-128

Wilson BA, Cockburn, Baddeley AD. The Rivermead Behavioral Memory Battery. Bury St. Edmunds, Cambridge: Thames Valley Test Company, 1989

Wilson J, Norris B, Clarke T, Mills A. Rail Human Factors: Supporting The Integrated Railway. Ashgate, 2005

Wilson J, Norris B, Clarke T, Mills A. People and Rail Systems: Human Factors at the heart of the railway. Ashgate, 2007

Winter de JCF, Groot de S, Mulder M, Wieringa PA, Dankelman PA, Mulder JA. Relationships between driving simulator performance and driving test results. *Ergonomics* 2009;52(2):137-153

Withaar FK. Divided attention and driving. The effects of aging and brain injury. Proefschrift, Psychologische Pedagogische en Sociale Wetenschappen aan Rijksuniversiteit Groningen, Groningen. 2000

Wiezer N, van den Heuvel S, Kraan K. TNO-rapport: doelschrift werkdruk. Hoofddorp: TNO Kwaliteit van Leven 2006

Woods SP, Delis DC, Scott JC, Kramer JH, Holdnack JA. The California Verbal Learning Test – second edition: Test-retest reliability, practice effects, and reliable change indices for the standard and alternate forms. *Archives of Clinical Neuropsychology* 2006;21:413-420

Bijlage I Protocol systematische literatuurstudie psychologische werkbelasting van NS machinisten

Literatuurstudie ter uitwerking van onderzoeksvraag 1:

1. Wat is de mate van psychologische werkbelasting van NS machinisten?

Conceptueel model psychologische belasting

Allereerst wordt een model opgesteld voor psychologische belasting. Hiervoor is het model belasting-belastbaarheid van Van Dijk e.a. (1990) gebruikt. In dit model worden de kernaspecten van psychologische belasting weergegeven (arbeidsinhoud en regelmogelijkheden), met daarbij de factoren die de belasting kunnen beïnvloeden (arbeidsomstandigheden, arbeidsverhoudingen en arbeidsvoorwaarden) en de gevolgen die psychologische belasting kan hebben (belastingsverschijnselen en gevolgen). Dit model vormt de basis voor de zoektocht naar literatuur betreffende psychologische belasting. In de zoekstrategie wordt gericht gezocht op psychologische belasting in termen van arbeidsinhoud en regelmogelijkheden. Echter, aangezien psychologische belasting vaak ook gemeten wordt aan de hand van directe belastingsverschijnselen die het werk op de werknemer en zijn prestatievermogen hebben, wordt ook hier op gezocht.

Literatuuronderzoek

In verschillende zoekmachines (PubMed, PsycINFO) wordt literatuur gezocht betreffende de psychologische werkbelasting van machinisten (en gerelateerde beroepen zoals metro/trambestuurders). Tevens wordt op het internet (google, picarta) gezocht naar relevante rapporten. Tenslotte wordt contact opgenomen met personen en instanties die mogelijk relevante rapporten aan kunnen leveren.

Zoekstrategieën

Zoekstrategie 1:

#1 Zoektermen gerelateerd aan machinisten en treinen (inclusief tram/ metro)

#2 Zoektermen gerelateerd aan mentaal

#3 Zoektermen gerelateerd aan werkbelasting

→ #1 AND (#2 OR #3)

Zoekstrategie 2:

#1 Zoektermen gerelateerde aan machinisten en treinen (inclusief tram/ metro)

#4 Zoektermen gerelateerd aan “belastingsverschijnselen”

→ #1 AND #4

Inclusiecriteria

Opgenomen inclusiecriteria in databases:

- Het artikel is geschreven in het Engels *of* Nederlands *of* Duits, *en*
- Het artikel bevat een abstract, *en*
- Het artikel is gepubliceerd in de afgelopen 15 jaar (1993 – februari 2009)

Inclusiecriteria bij selectie van gevonden artikelen

Inclusiecriteria voor selectie op basis van titel zijn:

- termen over de gezochte beroepsgroep, dus machinisten en tram/metro bestuurders, komen in de titel naar voren, *en* termen over psychologische werkbelasting of directe belastingsverschijnselen komen in de titel naar voren, *of*
- termen van psychologische werkbelasting en directe belastingsverschijnselen die relevant zouden kunnen zijn voor de gezochte beroepsgroep komen in de titel naar voren.

Bij twijfel wordt een artikel voorlopig geïncludeerd.

Criteria voor selectie op basis van abstract zijn:

- psychologische werkbelasting of directe belastingsverschijnselen zijn onderzocht bij de gezochte beroepsgroep, dus machinisten en tram/metro bestuurders.

Studie selectie

De gevonden studies worden eerst grof op basis van titel en abstract door 1 reviewer (IZ) geïncludeerd. Vervolgens nemen 2 reviewers (IZ en JS) de grove selectie onafhankelijk van elkaar door op inclusiecriteria waarna de uitkomsten worden vergeleken. Bij verschillen wordt discussie gevoerd totdat consensus wordt bereikt.

Data verzameling

Na inclusie van de artikelen wordt er onderscheid gemaakt worden in type artikelen (figuur 1)

- artikelen die theorieën of modellen beschrijven betreffende mentale belasting of directe verschijnselen. Deze artikelen zullen als achtergrondinformatie gebruikt worden, maar worden niet in tabellen gezet.
- artikelen die metingen verrichten betreffende mentale belasting of directe verschijnselen. Van deze artikelen wordt de data in standaard tabellen opgenomen. De data betreffende mentale belasting en belastingsverschijnselen zullen in tabellen weergegeven worden (Tabel 1).

Tabel 1. Data-extractie tabel waarin data wordt weergegeven betreffende mentale belasting en belastingsverschijnselen bij machinisten

Referentie	Deelnemers	(Meet)methode	Resultaten
-naam	-beroepsgroep		
-jaartal	-studiepopulatie (n, man/vrouw)		
-land van onderzoek	-gemiddelde leeftijd		

Extra zoekmethode

Bij alle geïnccludeerde artikelen wordt de referentielijst doorgenomen op mogelijk extra relevante artikelen en rapporten (sneeuwbalmethode). Daarnaast worden bij alle geïnccludeerde artikelen de eerste twintig 'related articles' bekeken.

Zoektermen PubMed

Zoekstrategie uitgevoerd op 11-02-2009

Kernwoord	Zoektermen	Hits
#1. Trein / machinist (+tram/ metro)	"railroads" [MeSH Terms] OR railroad [TIAB] OR railroads [TIAB] OR rail [TIAB] OR railway [TIAB] OR railways [TIAB] OR locomotive [TIAB] OR locomotives [TIAB] OR "train driving" [TIAB] OR "train drive" [TIAB] OR "train driver" [TIAB] OR "train drivers" [TIAB] OR traindriver [TIAB] OR traindrivers [TIAB] OR "engine driver" [TIAB] OR "locomotive engineers" [TIAB] OR "railway driver" [TIAB] OR "railway drivers" [TIAB] OR "railroad driver" [TIAB] OR "railroad drivers" [TIAB] OR "railroad driving" [TIAB] OR "train operator" [TIAB] OR "train operators" [TIAB] OR tram [TIAB] OR trams [TIAB] OR trolley [TIAB] OR trolleys [TIAB] OR subways [TIAB] OR subway [TIAB]	3304
#2. Psychologisch	psychic [TIAB] OR mental [TIAB] OR mentally [TIAB] OR cognitive [TIAB] OR psychological [TIAB] OR psychologically [TIAB] OR psychosocial [TIAB] OR psychosocially [TIAB] OR emotional [TIAB] OR emotionally [TIAB]	307799
#3. (Werk) belasting	workload [mesh] OR workload [TIAB] OR workloads [TIAB] OR load [TIAB] OR task [TIAB] OR tasks [TIAB] OR activity [TIAB] OR activities [TIAB] OR "work content" [TIAB] OR strain [TIAB] OR exposure [TIAB] "occupational exposure" [mesh] OR "occupational exposure" [TIAB] OR "risk factors" [mesh] OR "risk factor" [TIAB] OR "risk factors" [TIAB] OR "work environment" [TIAB] OR "working condition" [TIAB] OR "working conditions" [TIAB] OR workplace [mesh] OR	380316

	workplace [TIAB] OR workplaces [TIAB] OR “work demands” [TIAB] OR “work demand” [TIAB] OR “work hours” [TIAB]	
	→ #1 AND (#2 OR #3)	572
#4. Belasting verschijnselen		3883339
-fysiologische reacties	HR [TIAB] OR “heart frequency” [TIAB] OR “heart rate” [mesh] OR “heart rate” [TIAB] OR “heart rate variability” [TIAB] OR HRV [TIAB] OR cortisol [TIAB] OR “blood pressure” [mesh] OR “blood pressure” [TIAB] OR electrooculography [Mesh] OR electrooculography [TIAB] OR EOG [TIAB] OR electrocardiography [mesh] OR electrocardiography [TIAB] OR ECG [TIAB] OR EKG [TIAB] OR electroencephalography [mesh] OR electroencephalography [TIAB] OR EEG [TIAB] OR “circadian rhythm” [mesh] OR “circadian rhythm” [TIAB] OR epinephrine [mesh] OR epinephrine [TIAB] OR adrenaline [TIAB] OR catecholamines [mesh] OR catecholamine [TIAB] OR respiration [mesh] OR breathing [TIAB] OR “muscle tonus” [mesh] OR “muscle tonus” [TIAB] OR “muscle tension” [TIAB] OR “hormonal reaction” [TIAB] OR “Evoked Potentials, Auditory, Brain Stem” [Mesh] OR “brain potentials” [TIAB] OR “biological markers” [mesh] OR “biological markers” [TIAB] OR “biochemical parameters” [TIAB] OR	1037189
-acute vermoeidheid/ slaperigheid	fatigue [mesh] OR fatigue [TIAB] OR “mental fatigue” [mesh] OR “mental fatigue” [TIAB] OR sleep [mesh] OR sleepiness [TIAB] OR wakefulness [mesh] OR wakefulness [TIAB] OR	66409
-fouten maken	error [TIAB] OR errors [TIAB] OR safety [mesh] OR safety [TIAB] OR “occupational health” [multi] faults [TIAB] OR misses [TIAB] OR “occupational accidents” [mesh] OR “traffic accidents” [mesh] OR accidents [mesh] OR accident [TIAB] OR accidents [TIAB] OR lapses [TIAB] OR “signal passed at danger” [TIAB] OR “signal at stop” [TIAB] OR “signals at danger” [TIAB] OR	69176
-(mal)functioneren	“mental functioning” [TIAB] OR “psychosocial functioning” [TIAB] OR “psychomotor functioning” [TIAB] OR “psychomotor performance” [mesh] OR “psychological stress” [mesh] OR “recovery efficiency” [mesh] OR efficiency [TIAB] OR “fitness to drive” [TIAB] OR motivation [mesh] OR motivation [TIAB] OR “self efficacy” [mesh] or “self efficacy” [TIAB] OR “social responsibility” [mesh] OR responsibility [TIAB] OR “cognitive deficits”	3237343

	[TIAB] OR dysfunction [TIAB] OR "task performance" [TIAB] OR "work performance" [TIAB] OR "job performance" [TIAB] OR "work ability" [TIAB] OR workability [TIAB] OR attention [mesh] OR attention [TIAB] OR awareness [mesh] OR awareness [TIAB] OR concentration [TIAB] OR "information process" [TIAB] OR alertness [TIAB] OR response [TIAB] OR arousal [mesh] OR arousal [TIAB] OR vigilance [TIAB] OR control [TIAB] OR recognition [mesh] OR monotony [TIAB] OR inattentiveness [TIAB] OR "controller action" [TIAB] OR perception [mesh] OR perception [TIAB] OR memory [mesh] OR memory [TIAB] OR anticipation [TIAB] OR interaction [TIAB] OR thinking [Mesh] OR thinking [TIAB] OR thoughts [TIAB] OR "decision making" [mesh] OR "decision making" [TIAB] OR "psychological adaptation" [mesh] OR coping [TIAB] OR "handling stress" [TIAB] OR cognition [mesh]	
	→ #1 AND #4	1535

Zoektermen PsycINFO

Zoekstrategie uitgevoerd op 11-02-2009

Kernwoord	Zoektermen	Hits
#1. Trein / machinist	(exp Railroad Trains/) or (railroad or railroads or subways or subway or rail or railway or railways or locomotive or locomotives or (train driving) or (train drive) or (train driver) or (train drivers) or traindriver or traindrivers or (engine driver) or (locomotive engineers) or (railway river) or (railway drivers) or (railroad driver) or (railroad drivers) or (railroad driving) or (train operator) or (train operators)).mp or (tram or trams or trolley or trolleys or subways or subway).mp	1095
#2. Psychologisch	psychic or mental or mentally or cognitive or psychological or psychologically or psychosocial or psychosocially or emotional or emotionally	671832
#3. (Werk) belasting	(exp work load/ or exp job characteristics/ or exp occupational exposure/ or exp risk factors/ or exp working conditions/) or (workload or (work load) or (job characteristics) or load or task or tasks or activity or activities or (work content) or strain or exposure or (occupational exposure) or (risk factors) or (risk factor) or (working conditions) or (working condition) or workplace or (work demand) or (work demands) or (work hours)).mp.	435550
	→ #1 AND (#2 OR #3)	518
#4 Belastings verschijnselen		1187950

-fysiologische reacties	(exp Heart Rate/ or exp Cardiovascular Reactivity/ or exp Blood Pressure/ or exp Electro Oculography/ or exp Electrocardiography/ or exp Electroencephalography/ or exp Biological Rhythms/ or exp Epinephrine/ or exp Catecholamines/ or exp Respiration/ or exp Muscle Tone/ or exp Evoked Potentials/ or exp Biological Markers/) or ((heart rate) or (heart frequency) or HR or (heart rate variability) or HRV or (blood pressure) or (electro oculography) or EOG or electrocardiography or ECG or EKG or electroencephalography or EEG or (circadian rhythm) or (circadian rhythms) or epinephrine or adrenaline or catecholamines or respiration or breathing or (muscle tone) or (muscle tonus) or (muscle tension) or (hormonal reaction) or (brain potentials) or (biological markers)).mp.	101061
-acute vermoeidheid/ slaperigheid	or (exp Fatigue/ or exp sleep/ or exp wakefulness/) or (fatigue or sleep or sleepiness or wakefulness).mp.	40626
-fouten maken	or (exp errors/ or exp safety/ or exp accidents/) or (error or errors or safety or faults or fault or mistake or mistakes or misses or lapses or accidents or (signal passed at danger) or (signal at stop) or (signals at danger)).mp.	89095
-(mal)functioneren	or (exp job performance/ or exp performance/ or exp psychological stress/ or exp driving □behaviour/ or exp employee motivation/ or exp motivation/ or exp self efficacy/ or exp responsibility/ or exp social responsibility/ or exp job performance/ or exp attention/ or exp awareness/ or exp concentration/ or exp cognitive processes/ or exp vigilance/ or exp monotony/ or exp memory/ or exp thinking/ or exp decision making/ or exp emotional adjustment/ or exp cognition/) or ((mental functioning) or (psychosocial functioning) or (psychomotor functioning) or (performance) or efficiency or (fitness to drive) or (driving behaviour) or motivation or (self efficacy) or responsibility or dysfunction or (cognitive deficits) or (task performance) or (job performance) or (work ability) or workability or attention or awareness or concentration or (information process) or alertness or response or arousal or vigilance or control or recognition or monotony or inattentiveness or (controller action) or perception or memory or anticipation or interaction or thinking or thoughts or decision making or (psychological adaptation) or coping or (handling stress) or cognition).mp.	1100195
→ #1 AND #4		714

Bijlage II Samenvatting en conclusies psychologische werkbelasting van NS machinisten

Box 1. Samenvatting en conclusies taken en werkbelasting machinisten

Taken

Besturen van de trein

- Dienst voorbereiden (Handboek Machinist NSR, 2007)
- Trein gereed maken (Handboek Machinist NSR, 2007)
 - 7% van de totale diensttijd (Ruitenburg e.a., 2008)
- Vertrekken (Handboek Machinist NSR, 2007)
 - 4% van de totale diensttijd (Ruitenburg e.a., 2008)
- Rijden (Handboek Machinist NSR, 2007)
 - 51% van de totale diensttijd (Ruitenburg e.a., 2008)
 - 60% van de totale diensttijd (Rssb, 2004)
 - 2,5 uur onafgebroken (Rssb, 2004; Ruitenburg e.a., 2008)
 - Paneel monitoren en bedienen (Porter, 1992)
 - Tijdens 8,5 uren werkdag 44 minuten paneelbediening tijdens rit (Ruitenburg e.a., 2008)
 - Omgeving monitoren en reageren op signalen, borden, personen, etc (Porter, 1992)
 - Anticiperen (Elliot e.a., 2007)
 - Op tijd rijden (Porter, 1992)
 - Met juiste snelheid rijden
 - Reageren op ATB systeem (Porter, 1992)
 - Reageren op dodeman (Porter, 1992)
- Aankomst (Handboek Machinist NSR, 2007)
 - 7% van de totale diensttijd (Ruitenburg e.a., 2008)
- Uit dienst gaan (Handboek Machinist NSR, 2007)

Uitvoeren bijzondere taken

- Bijzondere taken (Handboek Machinist NSR, 2007)
 - Koppelen/ontkoppelen
 - Rangeren
 - Communiceren met behulp van communicatie middelen (portofoon/ GSM/ GSM-R/ railpocket)
 - ❖ In 38% van de ongevallen met goederentreinen en 23% van de ongevallen met passagierstreinen is communicatie als factor genoemd (FRA rapport, 2007)
 - Negentien procent van de ongevallen is toe te schrijven aan miscommunicatie (Shanahan e.a., 2007)

→Het uitvoeren van secundaire taken kunnen de uitvoering van primaire taken

verstoren en tot incidenten lijden.

Procedures kennen en handelen bij calamiteiten/ storingen

Werkbelasting

Emotionele belasting

- Emotionele belasting (VBBA) significant hoger dan algemeen werkende referentiepopulatie (Ruitenburg e.a., 2008)

→ *Emotionele belasting is relatief hoog ten opzichte van een algemene werkende referentiepopulatie*

Mentale belasting

- Mentale belasting (VBBA) significant hoger dan algemeen werkende referentiepopulatie (Ruitenburg e.a., 2008)
 - Vraag uw werk veel concentratie? 84% antwoord altijd
 - Vereist uw werk grote zorgvuldigheid? 85% antwoord altijd
 - Vereist uw werk dat u er voortdurend uw aandacht bij moet houden? 94% antwoord altijd
 - Moet u erg precies werken?? 74% antwoord altijd
 - Moet u op veel dingen tegelijk letten tijdens uw werk? 76% antwoord altijd
 - Vereist uw werk dat u er steeds bij moet nadenken? 51% antwoord altijd
 - Moet u in uw werk veel onthouden? 31% antwoord altijd

→ *Mentale belasting in termen van aandacht en concentratie is relatief hoog ten opzichte van een algemene werkende referentiepopulatie*

Moeilijk takenpakket

- Korte momenten te maken met moeilijke werktaken (Ahsberg, 2000)

→ *Takenpakket is niet (continu) moeilijk*

Werkdruk

- Werkdruk (VBBA) in termen van werktempo en hoeveelheid significant lager dan algemeen werkende referentiepopulatie (Ruitenburg e.a., 2008)
- Korte momenten teveel te doen (Ahsberg, 2000)
- Werkdruk neemt significant toe naarmate dienst vorderde (Ruitenburg e.a., 2008)

→ *Werkdruk in termen van werktempo en hoeveelheid is relatief niet hoog ten opzichte van een algemene werkende referentiepopulatie*

→ *Werkdruk neemt toe naarmate dienst vordert*

Regelmogelijkheden

- Regelmogelijkheden (VBBA) significant lager dan algemeen werkende referentiepopulatie

(Ruitenburg e.a., 2008). Onder andere:

- Kun u zelf inhoud van uw werkzaamheden bepalen? 90% antwoordde nooit
- Kunt u zelf de volgorde van uw werkzaamheden bepalen? 86% antwoordde nooit
- Kunt u uw werk even onderbreken als u dat nodig vindt? 82% antwoordde nooit
- Kun u zelf bepalen hoeveel tijd u aan een bepaalde activiteit besteedt? 81% antwoordde nooit
- Ongeveer helft van de werktijd zelf kunnen beslissen hoe het werk uit te voeren, andere helft niet (Ahsberg, 2000)

→ *De regelmogelijkheden van machinisten zijn relatief laag ten opzichte van een algemene werkende referentiepopulatie*

❖ = niet-Europese studie, ●/○ = Europese studie

Box 2. Samenvatting en conclusies directe belastingsverschijnselen

Belastingsverschijnselen tijdens de rit tijdens verschillende snelheden/ activiteiten

Stress en mentale belastingsverschijnselen tijdens de dienst

- Meer stress tijdens het rijden met 0-40 km/uur dan tijdens stilstand (Myrtek e.a., 1994)
- Mentale belasting (model) met name hoog tijdens binnenkomen en verlaten van stations wanneer dubbel geel signaal gegeven wordt (Gillis, 2007)
- Ervaring betreffende rijden met hoge snelheid (>160km/uur) wisselt tussen machinisten (Ruitenburg e.a., 2008)
- Mentale werkbelasting gemeten met hartslagvariabiliteit (Twave) neemt toe naarmate de snelheid van het rijden toeneemt. MSSD waarden bevestigden dit niet (Myrtek e.a., 1994).
- Mentale werkbelasting gemeten met hartslagvariabiliteit (Twave en MSSD) is significant hoger bij rijden dan bij starten (Myrtek e.a., 1994).

→ *De psychologische belastingsverschijnselen zijn tijdens het rijden hoger dan bij starten en lijkt toe te nemen naarmate er op hogere snelheid gereden wordt*

Emotionele belastingsverschijnselen tijdens de dienst

- Emotionele belasting gemeten met 'toegevoegde' hartslagfrequentie met name tijdens stilstand en remmen hoog vergeleken met rijden (Myrtek e.a., 1994)
 - Meer STS gevallen veroorzaakt door stoptreinen dan intercity's (van der Flier & Schoonman, 1988; Kecklund e.a., 1999)
 - Negentig procent van STS gevallen rondom emplacements/ stations (van der Flier & Schoonman, 1988)
 - Meer STS gevallen rondom stations en rangeerterreinen (van der Flier & Schoonman, 1988; Chang e.a., 2007)

→ *Emotionele belastingsverschijnselen zijn relatief het hoogst tijdens het binnenkomen (remmen) en stilstand, oftewel rondom stations en rangeerterreinen, waardoor ongevallen kunnen ontstaan*

Vermoeidheidsverschijnselen en vermindering in waakzaamheid tijdens/ na de dienst

- ❖ Significante correlatie tussen (zelfgerapporteerde) alertheid en (voorspelde) vermoeidheid (Fletcher & Dawson, 2001)
- Significante correlatie tussen (zelfgerapporteerde) slaperigheid en vigilantie (EOG en EEG metingen) (Torsvall & Akerstedt, 1987)
- ❖ Significante correlatie tussen (zelfgerapporteerde) alertheid en vermoeidheid (Dorrian e.a., 2007)
- ❖ Meer machinisten uit hoge vermoeidheidsgroep (63%) maken fouten op vigilantie taak vergeleken met aantal machinisten uit gemiddelde (42%) en lage (33%) vermoeidheidsgroepen (Dorrian e.a., 2006)

→ *Vermoeidheid en waakzaamheid hangen samen: waakzaamheid neemt af naarmate men vermoeider wordt*

Vermoeidheidsverschijnselen en vermindering in waakzaamheid tijdens de dienst in het algemeen

- Algemene vermoeidheid tijdens het werk (VBBA) significant lager dan algemeen werkende referentiepopulatie (Ruitenburg e.a., 2008)
- Herstelbehoefte na het werk (VBBA) significant niet verschillend van algemeen werkende referentiepopulatie (Ruitenburg e.a., 2008)
- 27% hoge score op herstelbehoefte
- Algemene vermoeidheid gem. 6,3 op schaal van 0-11 (Ahsberg e.a., 2000)
- Gebrek aan energie gem. 2,6 op schaal van 0-6 (Ahsberg e.a., 2000)
- Gem. score 3,3 op schaal van 0-6 (Ahsberg, 2000)
- ❖ Ogen worden soms gesloten (Endo & Kogi, 1975)
 - ❖ Machinisten met hoge vermoeidheid rijden met hogere snelheid (Dorrian e.a., 2006), en maken grotere (Dorrian e.a., 2006; Dorrian e.a., 2007) en langere (Dorrian e.a., 2007b) snelheidsovertredingen dan machinisten met mindere vermoeidheid
 - ❖ Met toenemende vermoeidheid neemt het niet reageren op waarschuwingssystemen significant toe (Dorrian e.a., 2007b)
 - Verminderde vigilantie/ slaperigheid (EOG en EEG metingen) komt voor tijdens het maken van fouten (Torsvall & Akerstedt, 1987)
 - Zeventien procent van gerapporteerde ongevallen blijkt mogelijk gerelateerd aan vermoeidheid (Kecklund e.a., 1999)
 - ❖ Fitheid blijkt in 1/3 van de ongevallen oorzaak (FRA rapport, 2007)
 - Ruim driekwart geeft aan soms het gevoel te hebben sneller fouten te maken tijdens een bepaalde dienst, met name tijdens de vroege dienst (Rssb, 2004)

→ *Algemene toename in vermoeidheid en afname in waakzaamheid tijdens/ na de dienst zijn aanwezig waardoor rijprestatie af kan nemen en fouten gemaakt kunnen worden.*

Vermoeidheidsverschijnselen en vermindering in waakzaamheid tijdens verschillende type diensten

- Heftige slaperigheid 6-15x zo hoog in nachtdienst en 2x zo hoog in ochtenddienst vergeleken

met dagdienst (Härmä e.a., 2002)

- Verhoogd risico op slaperigheid van 3,7 tijdens ochtenddienst en van 2,4 tijdens avonddiensten vergeleken met dagdiensten (Ingre e.a., 2004)
- Prevalentie slaperigheid hoger tijdens nacht (36-62%) dan tijdens ochtend (12-27%) (Salinen e.a., 2005)
- 52% ernstige vermoeidheid tijdens nachtdienst en 31% tijdens ochtenddienst (Härmä e.a., 2002)
- ❖ Significant hogere vermoeidheid tijdens nachtdiensten vergeleken met dagdiensten, significant hogere vermoeidheid tijdens dagdiensten vergeleken met avonddiensten (Fletcher & Dawson, 2001)
- Bijna de helft (51%) ervaart mentale vermoeidheid tijdens nachtdiensten, 40% tijdens ochtenddiensten, 24% tijdens avonddiensten en 18% tijdens dagdiensten (Rssb, 2004)
- Vijfendertig procent rapporteert zware oogleden tijdens vroege diensten en 31% tijdens nachtdiensten, en 15% tijdens dagdiensten (Rssb, 2004)
- Ieder uur dat ochtenddienst later begint neemt risico op ernstige slaperigheid met 37% af (Salinen e.a., 2005)
- ❖ Slechtere scores op vigilantie taak tijdens dienstenpakket met latere diensten in vergelijking met vroegere diensten (Darwent e.a., 2008)
- ❖ Verminderde alertheid tijdens begin avonddiensten en einde nachtdiensten t.o.v. ochtend/dagdiensten (Kandelaars e.a., 2005)
 - Meer STS gevallen in late dienst (van der Flier & Schoonman, 1988)
 - Vermoeidheid met name beperkende factor voor werkuitvoering in nacht (Harma e.a., 2002)

→ *Vermoeidheid en afgenomen waakzaamheid zijn het meest/hoogst aanwezig tijdens ochtenddienst en nachtdienst, waardoor werkuitvoering beperkt kan worden en incidenten kunnen ontstaan.*

Vermoeidheidsverschijnselen en vermindering in waakzaamheid tijdens het verloop van de dienst

- ❖ Vermoeidheid tijdens dienst neemt significant toe naarmate dienst vordert (Ruitenburg e.a., 2008; Lamond e.a., 2005)
- Dienstlengte en lengte van de rit significant bijdragende factoren voor vermoeidheid (Rssb, 2004)
- ❖ Vermoeidheid tijdens dienst >8uur significant hoger dan tijdens dienst <8uur (Fletcher & Dawson, 2001)
- Toegenomen risico op slaperigheid met 15% voor elk uur in dienstlengte (Härmä e.a., 2002)
- Toegenomen risico op slaperigheid met 9% voor elk uur in dienstlengte bij nachtdienst en 13% voor elk uur in dienstlengte bij ochtenddienst (Torsvall & Akerstedt, 1987)
- Toegenomen risico op heftige slaperigheid voor iedere 15 minuten in ritlengte 1,9x zo groot (Ingre e.a., 2004)
- Afgenomen vigilantie (EOG en EEG) tijdens verloop van nachtdienst. Vigilantie tijdens dagdienst stabiel (Torsvall & Akerstedt, 1987)

- Meeste afname in vigilantie (EOG en EEG) tijdens rijden zonder communicatie/signalisatie (Cabon e.a., 1993)
- ❖ Reactietijd op vigilantie taak significant toegenomen na einde 'relay'-dienst t.o.v. bij aanvang dienst (Jay e.a., 2008).
- ❖ Aantal fouten op vigilantie taak significant toegenomen na einde 'relay'-dienst t.o.v. bij aanvang dienst (Lamond e.a., 2005)
- ❖ Aantal fouten op vigilantie taak toegenomen tijdens de rit (Endo & Kogi, 1975)
- ❖ Afgenomen (zelfgerapporteerde) vigilantie aan het einde van diensten >10uur vergeleken met diensten <10uur (Kandelaars e.a., 2005)
 - Risico op STS verdubbeld na >6 uur continu rijden ten opzichte van 1,5-2,5 uur rijden (Rssb, 2004)
 - ❖ Risico op ongevallen met passagierstreinen toegenomen naarmate toenemend aantal uren achter elkaar gereden werd. Bij goederentreinen in eerste uur van dienst een piek, daarna afname en vervolgens toename naarmate diensttijd toeneemt (Chang e.a., 2007)

→ Vermoeidheid neemt toe en waakzaamheid af naarmate dienstlengte/ ritlengte toeneemt, wat kan resulteren in het ontstaan van incidenten.

Vermoeidheidsverschijnselen en vermindering in waakzaamheid tijdens/ na het draaien van meerdere diensten

- ❖ Vermoeidheid hoger bij 4^e-7^e aaneengesloten werkdag t.o.v. 3 werkdagen (Fletcher & Dawson, 2001)
 - Toename in risico op STS gevallen na het draaien van >6 diensten achtereenvolgend en was verdubbeld na tien achtereenvolgende diensten (Rssb, 2004)

→ Vermoeidheid lijkt toe te nemen na het draaien van meerder diensten achter elkaar, wat kan resulteren in het ontstaan van incidenten.

Vermoeidheidsverschijnselen en vermindering in waakzaamheid tijdens de dienst en de gevolgen op mentale status

- Vermoeidheidsverschijnselen en verminderde waakzaamheid kunnen leiden tot gebrek aan aandacht, oplettendheid en afleiding.
 - ❖ Tweederde van de incidenten veroorzaakt door skill-based errors, waarvan aandacht in bijna driekwart een rol speelt (Baysari e.a., 2008; Edkins & Pollock, 1997)
 - ❖ Afleiding in tweederde van de incidenten een medeoorzaak en onoplettendheid in een kwart (FRA rapport, 2007)
 - Afleiding in 11% van de STS gevallen tussen 1983-1985 directe oorzaak; afleiding in 16% van de STS gevallen tussen 2003-2007 primaire hoofdoorzaak (TWA rapport, 2008)

→vermoeidheidsverschijnselen en verminderde waakzaamheid kunnen leiden tot verminderde aandacht, wat draagt bij aan het ontstaan van incidenten

- Vermoeidheidsverschijnselen en verminderde waakzaamheid kunnen leiden tot verminderde waarneming of verkeerd verwachtingspatroon
 - Niet zien (32%), te laat zien (25%) van stoptonende seinen, of het niet zien van voorgaande signaal (7%) meest voorkomende directe oorzaak voor STS passages tussen 1983-1985 (van der Flier & Schoonman, 1988); problemen met visuele waarneming (signalen niet, te laat of onjuist waargenomen) in 14% van de STS passages tussen 2003-2007 primaire hoofdoorzaak (TWA rapport, 2008)
 - Vermoeidheidsgerelateerde ongevallen betreffen vaak gemiste signalen (85%) (Kecklund e.a., 1999)
 - Onjuist verwachtingspatroon met betrekking tot seinbeelden in 16% oorzaak voor STS passages tussen 1983-1985 (van der Flier & Schoonman, 1988); in 21% van de STS passages tussen 2003-2007 (TWA rapport, 2008)
 - ❖ Verwachting in 28% van de ongevallen met goederentreinen oorzaak, en in 39% bij passagierstreinen (FRA rapport, 2007)
 - ❖ Verkeerde verwachting als oorzaak genoemd voor incidenten (Baysari e.a., 2008)

→ vermoeidheidsverschijnselen en verminderde waakzaamheid kunnen leiden tot verminderde waarneming of verkeerd verwachtingspatroon, wat draagt bij aan het ontstaan van incidenten

- Vermoeidheidsverschijnselen en verminderde waakzaamheid kunnen leiden tot onjuiste inschatting van situaties en onjuist reageren.
 - Incorrect reageren en foutieve rembediening (11%) oorzakelijke factor voor STS gevallen (van der Flier & Schoonman, 1988).
 - Foutieve rembediening 1010 keer in 1254 STS gevallen als primaire oorzaak genoemd (TWA rapport, 2008)
 - Slechtere scores op reactievermogen test door machinisten die meerdere malen STS meemaakten of een STS meemaakte waarbij een signaal niet/te laat gezien werd, vergeleken met machinisten die geen STS meemaakten (van der Flier & Schoonman, 1988).

→ vermoeidheidsverschijnselen en verminderde waakzaamheid kunnen leiden tot onjuiste inschatting en reactievermogen, wat draagt bij aan het ontstaan van incidenten

- = Europese studie
- ❖ = niet-Europese studie

Bijlage III Protocol expertinterviews

Opzet

Ter aanvulling/ bevestiging van de belastbaarheideisen die gedefinieerd zijn op basis van literatuuronderzoek worden interviews met experts gehouden.

Toestemming

De geïnterviewden worden vooraf benaderd met de vraag of zij mee willen doen. Zij krijgen informatie over de inhoud van het interview, zodat zij hier enigszins op zijn voorbereid. De geïnterviewden worden om toestemming gevraagd om het interview op te nemen op band. Benadrukt zal worden dat de gegeven informatie intern zal blijven en niet persoonlijk tot de geïnterviewde herleidbaar zal zijn. Het interview zal 15 tot 30 minuten duren.

Doel van de interviews

Doel van de interviews is beantwoording van de vraagstelling: wat zijn de psychologische belastbaarheideisen van machinisten? Daarnaast wordt ingegaan op de mogelijkheden om deze belastbaarheideisen te testen.

Definitie

Met belastbaarheideisen wordt bedoeld de eisen waaraan machinisten dienen te voldoen om hun taken, zowel voor henzelf als voor derden, veilig en gezond uit te kunnen voeren. Hulpmiddel hierbij is het invullen van de volgend zin: 'Een machinist moet het kunnen opbrengen om....'

Vragen

1. Wat zijn volgens u, uitgaande van de huidige taakuitvoering van machinisten, de vijf belangrijkste psychologische belastbaarheideisen van machinisten?
2. Op basis van literatuuronderzoek, concludeerden wij dat de volgende belastbaarheideisen aanwezig zijn voor machinisten. Herkend u deze belastbaarheideisen? Licht uw antwoord toe. Vul indien nodig aan.
 1. Een belastbaarheideis voor machinisten is dat zij waakzaam dienen te zijn; ze dienen gedurende de gehele rit, oftewel de helft van de diensttijd en 2,5 uur onafgebroken, voldoende waakzaam te zijn zodat selectieve aandacht geleverd kan worden aan relevante signalen.

2. Een belastbaarheids-eis voor machinisten is dat zij selectieve aandacht dienen te kunnen opbrengen; ze dienen gedurende de gehele rit, oftewel de helft van de diensttijd en 2,5 uur onafgebroken, selectieve aandacht te hebben voor het waarnemen van seinen, verkeer en obstakels lang het spoor, waarbij relevante signalen niet worden genegeerd.
3. Een belastbaarheids-eis voor machinisten is dat zij inschattingsvermogen, voldoende beslisvermogen en reactievermogen dienen te hebben; ze dienen voldoende snel situaties in te kunnen schatten en zelfstandig beslissingen te kunnen nemen en anticiperen/ reageren op binnenkomende signalen, veiligheidssystemen en onvoorziene gebeurtenissen met als doel incidenten zoveel mogelijk te voorkomen of gevolgen van incidenten te minimaliseren.
4. Een belastbaarheids-eis voor machinisten is dat zij aandacht dienen te kunnen verdelen; ze dienen gedurende de gehele rit, oftewel de helft van de diensttijd en 2,5 uur onafgebroken, enerzijds aandacht op te kunnen brengen voor de primaire taak de besturing van de trein, anderzijds voor secundaire taken zoals binnenkomende informatie, veiligheidssystemen en communicatie.
5. Een belastbaarheids-eis voor machinisten is dat hun geheugen voldoende dient te zijn; ze dienen in staat te zijn relevante en eerder verkregen informatie her op te kunnen roepen en vast te houden.
6. Een belastbaarheids-eis voor machinisten is dat zij emotioneel voldoende belastbaar en weerbaar dienen te zijn; ze dienen normale waarden van de emotionele spankracht te bezitten en geen beperkingen in handelen te hebben door aanwezigheid van teveel stressklachten, zodat emotioneel gezien veilig met situaties omgegaan wordt waarbij incidenten zo veel mogelijk worden voorkomen of gevolgen worden geminimaliseerd.
7. Een belastbaarheids-eis voor machinisten is dat zij bestand dienen te zijn tegen het hebben van weinig regelmogelijkheden, waarbij de regels en procedures worden gevolgd.

8. Een belastbaarheids eis voor machinisten is dat zij bestand dienen te zijn tegen het uitvoeren van solistische taken; ze dienen bestand te zijn tegen het alleen werken gedurende minimaal 50-60% van de dienst.
 9. Een belastbaarheids eis voor machinisten is dat zij bestand dienen te zijn tegen vermoeidheid/ slaperigheid; ze dienen geen last te hebben van ernstige vermoeidheid/ slaperigheidproblemen die veiligheid en gezondheid van machinisten en derden in gevaar kunnen brengen
 10. Een belastbaarheids eis voor machinisten is dat zij herstelvermogen hebben; ze dienen te beschikken over voldoende herstelvermogen om na diensten weer binnen afzienbare tijd terug te keren naar een voldoende herstelde mentale staat.
3. Op welke wijze kunnen volgens u de (combinatie van) belastbaarheids eisen van machinisten het best en zo dicht mogelijk bij de werkelijkheid worden getest? (Bespreek dit eventueel per belastbaarheids eis)

Bijlage IV Begrippenlijst

Onderstaand worden de definities van de begrippen van belastbaarheideisen gegeven.

- Aandacht
 - Selectieve aandacht: vermogen om zich te kunnen richten op/ waarnemen van relevante stimuli, waarbij niet-relevante stimuli worden genegeerd.
 - Verdeelde aandacht: vermogen om zich te kunnen richten op meerder relevante stimuli tegelijk.
 - Waakzaamheid: vermogen om aanhoudend/ langdurig alert/ oplettend/ geconcentreerd te blijven en bewust te zijn van de omgeving, waarbij veranderingen in de omgeving waargenomen worden en daar op gereageerd wordt, in zowel monotone situaties als situaties met veel stimuli.
- Anticipatie/ reactievermogen: vermogen om zonder aarzelen te reageren op/ handelen bij bepaalde stimuli.
- Arbeidsinhoud: de uit te voeren taken van een werknemer.
- Belastbaarheid: de belasting die een individu bij een gegeven arbeidsvorm gedurende een bepaalde tijd kan verdragen of doorstaan, zonder dat er veiligheid- of gezondheidsproblemen ontstaan, en waarbij ook nog volledig herstel optreedt.
- Belastbaarheideisen: de eisen die gesteld worden aan een individu om de belasting bij een gegeven arbeidsvorm gedurende een bepaalde tijd te verdragen of doorstaan, zonder dat er veiligheid- of gezondheidsproblemen ontstaan, en waarbij ook nog volledig herstel optreedt.
- Belastingsgevolgen: de gevolgen die de uitvoering van de taken heeft op de werknemers en de uitoefening van zijn/ haar werk op lange termijn.
- Beslisvermogen: bepalen/ vaststellen wat er gedaan moet worden.
- Directe belastingsverschijnselen: de direct effecten die de uitvoering van de taken heeft op de werknemer en de uitoefening van zijn/ haar werk
- Emotionele belastbaarheid: vatbaarheid voor/ vermogen om om te gaan met emotioneel belastende situaties/ omstandigheden.
- Geheugen: het vermogen om iets langdurig te onthouden en zich te herinneren.
- Herstellvermogen: vermogen om terug te keren naar een voldoende herstelde staat.
- Inschattingsvermogen: vermogen om situaties correct te beoordelen.
- Psychologische werkbelasting: de combinatie van enerzijds arbeidsinhoud (taken) en anderzijds directe belastingsverschijnselen.

- Regelmogelijkheden: zelfstandig/ onafhankelijk van anderen in staat zijn eigen mogelijkheden te regelen.
- Solistische taken: taken die alleen uitgevoerd worden, zonder aanwezigheid van collega's.
- Vermoeidheid/ slaperigheid: moeheid/ slaap hebben/ een subjectief ervaren tegenzin om de uitvoering van taken te continueren.

Bijlage V Protocol literatuurstudie psychologische tests voor bepaling van belastbaarheids-eisen van NS machinisten

Literatuurstudie ter uitwerking van onderzoeksvraag 3:

- Op welke manier kunnen psychologische eisen gemeten worden?

Literatuuronderzoek

Door middel van literatuuronderzoek in verschillende zoekmachines (PubMed, PsycINFO) wordt beschreven welke tests gevonden zijn die kunnen worden ingezet om de psychologische eisen vast te stellen en die voorspellend zijn voor het rijvermogen van machinisten. Hierbij wordt uitgegaan van de psychologische belastbaarheids-eisen die bij vraagstelling 2 vastgesteld zijn (tabel 1). Tenslotte wordt bepaald welke testen van de huidige testmethoden gebruikt kunnen blijven worden, welke testen niet relevant zijn en welke testen aangepast/ aangevuld dienen te worden.

Tabel 1. Vastgestelde psychologische belastbaarheids-eisen van machinisten.

<u>Belastbaarheids-eis</u>	<u>Omschrijving</u>
Waakzaamheid	Gedurende de gehele rit, wat de helft van de dienstdtijd en maximaal 2,5 uur onafgebroken blijkt te zijn, gedurende de uitvoering van alle taken tijdens de rit in verschillende situaties, voldoende waakzaam zijn.
Selectieve aandacht	Gedurende de gehele rit, wat de helft van de dienstdtijd en maximaal 2,5 uur onafgebroken blijkt te zijn, selectieve aandacht hebben voor het waarnemen van het paneel (o.a. snelheid), seinen, verkeer, bovenleiding en obstakels op en lang het spoor.
Inschattingsvermogen, beslisvermogen, anticipatie/reactievermogen	Dermate snel situaties in kunnen schatten en zelfstandig beslissingen kunnen nemen en anticiperen/ reageren op binnenkomende signalen, veiligheidssystemen en onvoorziene gebeurtenissen (persoon/ object op het spoor, materieelstoring, binnenkomen op ander spoor, oproep treindienstleider, ander verwachtingspatroon) dat incidenten worden voorkomen of de gevolgen daarvan geminimaliseerd.
Verdeelde aandacht	Gedurende de gehele rit, wat de helft van de dienstdtijd en maximaal 2,5 uur onafgebroken blijkt te zijn, enerzijds aandacht opbrengen voor de primaire taak de besturing van de trein, anderzijds voor secundaire taken zoals binnenkomende informatie, veiligheidssystemen en communicatie.
Geheugen	In staat zijn relevante informatie her op te roepen en langdurig vast te houden, zoals tijdelijke snelheidsbeperkingen bij aanwijzingen van niet werkende overweg of een STS.

Emotionele belastbaarheid	Normale waarden van de emotionele spankracht en geen beperkingen in handelen door aanwezigheid van teveel stresskrachten, zodat emotioneel gezien veilig met allerlei situaties, waaronder aangrijpende situaties/ persoonlijke confrontaties (aanrijding/ zelfdoding, afvallende sein, agressiviteit) omgegaan wordt waarbij incidenten zoveel mogelijk worden voorkomen. Eigen emotionele belastbaarheid in kunnen schatten en aan kunnen geven indien gezonde en veilige uitoefening van het werk wordt belemmerd.
Bestand tegen weinig regelmogelijkheden	Bestand zijn tegen het gebrek aan regelmogelijkheden (plaats- en tijdvastigheid).
Bestand tegen solistische taken	Bestand zijn tegen het alleen werken gedurende minimaal 50-60% van de dienst.
Bestand tegen vermoeidheid/ slaperigheid	Geen last hebben van ernstige vermoeidheid-/ slaperigheidproblemen die veiligheid en gezondheid van machinisten en derden in gevaar kunnen brengen.
Herstelvermogen	Beschikken over voldoende herstelvermogen om na diensten weer binnen afzienbare tijd terug te keren naar een voldoende herstelde mentale staat.

Zoekstrategie

In eerste instantie wordt gezocht naar testen die de gestelde belastbaarheids-eisen meten, waarbij onderzoek is verricht naar de voorspellende waarde van die testen voor rijvaardigheid.

#1 Zoektermen gerelateerd aan voorspellende waarde

#2 Zoektermen gerelateerd aan rijvermogen

#3 Zoektermen gerelateerd aan de belastbaarheids-eis aandacht (aanhoudend, selectief, verdeeld)

#4 Zoektermen gerelateerd aan de belastbaarheids-eis inschattingsvermogen, beslissingsvermogen, reactievermogen

#5 Zoektermen gerelateerd aan de belastbaarheids-eis geheugen

#6 Zoektermen gerelateerd aan de belastbaarheids-eis emotionele belastbaarheid

#7 Zoektermen gerelateerd aan de belastbaarheids-eis bestand tegen weinig regelmogelijkheden

#8 Zoektermen gerelateerd aan de belastbaarheids-eis bestand zijn tegen solistische taken

#9 Zoektermen gerelateerd aan de belastbaarheids-eis bestand tegen vermoeidheid/ slaperigheid

#10 Zoektermen gerelateerd aan de belastbaarheids-eis herstelvermogen

→ #1 AND #2 AND 3

→ #1 AND #2 AND 4

- #1 AND #2 AND 5
- #1 AND #2 AND 6
- #1 AND #2 AND 7
- #1 AND #2 AND 8
- #1 AND #2 AND 9
- #1 AND #2 AND 10

Wanneer mogelijk geschikte testen gevonden worden uit de literatuur, zal specifiek op deze testen verder (niet systematisch) gezocht worden naar overige gegevens over klinimetrische kenmerken (betrouwbaarheid en validiteit) van deze tests.

Inclusie- en exclusiecriteria

Opgenomen inclusiecriteria in database:

- Het artikel is geschreven in het Engels *of* Nederlands *of* Duits, *en*
- Het artikel bevat een abstract, *en*
- Het artikel is gepubliceerd in de afgelopen 15 jaar (1993 – mei 2009)

Inclusiecriteria bij selectie van gevonden artikelen

- termen over psychologische testmethodes/ assessment voor het bepalen van de in vraagstelling 2 gevonden belastbaarheids-eisen komen in de titel/ abstract naar voren, (*en*)
- termen over rijvermogen van machinisten komen in de titel/abstract naar voren

Exclusiecriteria bij selectie van gevonden artikelen:

- de onderzoekspopulatie bestaat uit personen met een leeftijd ouder dan de beroepsbevolking.
- de onderzoekspopulatie bestaan uit personen met een aandoening/ niet-gezonde personen.

Extra zoekmethode

Bij zeer geschikte artikelen zal de referentielijst doorgenomen worden op mogelijk extra relevante artikelen. Daarnaast worden bij zeer geschikte artikelen de eerste 20 'related links' bekeken.

De testen die anno 2009 ingezet worden bij het testen van belastbaarheids-eisen van machinisten bij Human Company worden tevens geïnccludeerd.

Dataverzameling en dataweergave

Uiteindelijk zal een tabel gemaakt worden waarin de klinimetrische eigenschappen van de gevonden testen wordt weergegeven (Tabel 2).

Tabel 2. Weergave klinimetrische eigenschappen gevonden testen

Belastbaarheid-eis	Testnaam	Inhoudsvaliditeit	Test-hertest Betrouwbaarheid	Predictieve validiteit

Zoektermen PubMed

Zoekstrategie 1

Kernwoord	Zoektermen	Hits
#1 Testen	Predictive Value of Tests [Mesh] OR Reproducibility of Results [Mesh] OR Prediction [tiab] OR predictive [tiab] OR predictor [tiab] OR predictors [tiab] OR prognostic [tiab] OR clinimetric [tiab] OR psychometric [tiab] OR test-retest OR validity [tiab] OR reliability [tiab] OR psychological measure [tiab] OR psychological assessment [tiab] OR Psychological Tests [mesh] OR psychological test [tiab] OR psychological tests [tiab] OR cognitive test [tiab] OR cognitive tests [tiab]	766287
#2 Rijvermogen	fitness to drive [tiab] OR automobile driving [mesh] OR automobile driving [tiab] OR ability to drive OR driving performance [tiab] OR driving [tiab] OR driver OR train driver [tiab] OR train drivers OR train driving [tiab] OR engine driver [tiab] OR engine drivers [tiab] OR railway driver [tiab] OR railway drivers [tiab]	42148
#1 AND #2		2951
#3 Aandacht -aanhoudende -selectieve -verdeelde	Vigilance [tiab] OR attention [Mesh] OR attention [tiab] OR concentration [tiab] OR wakefulness [Mesh] OR wakefulness [tiab] OR awareness [Mesh] OR awareness [tiab]	
#1 AND #2 AND #3		528
#4 Inschattingsvermogen, beslissingsvermogen, anticipatie/ reactievermogen	(Judge [tiab] OR judging [tiab] OR evaluation [tiab] OR evaluate [tiab] OR assess [tiab] OR estimate [tiab] OR estimation [tiab] OR decide [tiab] OR decision [tiab] OR anticipate [tiab] OR anticipation [tiab] OR react [tiab] OR reaction [tiab] OR response [tiab] OR reaction time [Mesh] OR reaction time [tiab] OR response time [tiab]) AND (capacity [tiab] OR capacities [tiab] OR power [tiab] OR ability [tiab] OR abilities [tiab])	

#1 AND #2 AND #4		377
#5 geheugen	Memory [mesh] OR memory [tiab] OR capacity recall [tiab] OR ability recall [tiab]	
#1 AND #2 AND #5		151
#6 Emotionele belastbaarheid	Emotional load OR emotional capacity OR emotional stability OR emotional stress OR emotional power	
#1 AND #2 AND #6		75
#7 Regelmogelijkheden		
#1 AND #2 AND #7		0
#8 Solitistische taken	(Solo performance OR working alone OR work alone OR individual work) AND (withstand OR resist OR resistance)	
#1 AND #2 AND #7		0
#9 Slaperigheid/ vermoeidheid	Sleepiness [tiab] OR drowsiness [tiab] OR fatigue [mesh] OR fatigue [tiab] OR mental fatigue [mesh] OR mental fatigue [tiab]	
#1 AND #2 AND #9		120
#10 herstelvermogen	(Recover [tiab] OR Recovery [tiab]) AND (capacity [tiab] OR capacities [tiab] OR power [tiab] OR ability [tiab] OR abilities [tiab] OR need [tiab])	
#1 AND #2 AND #10		24

Zoektermen PsycINFO

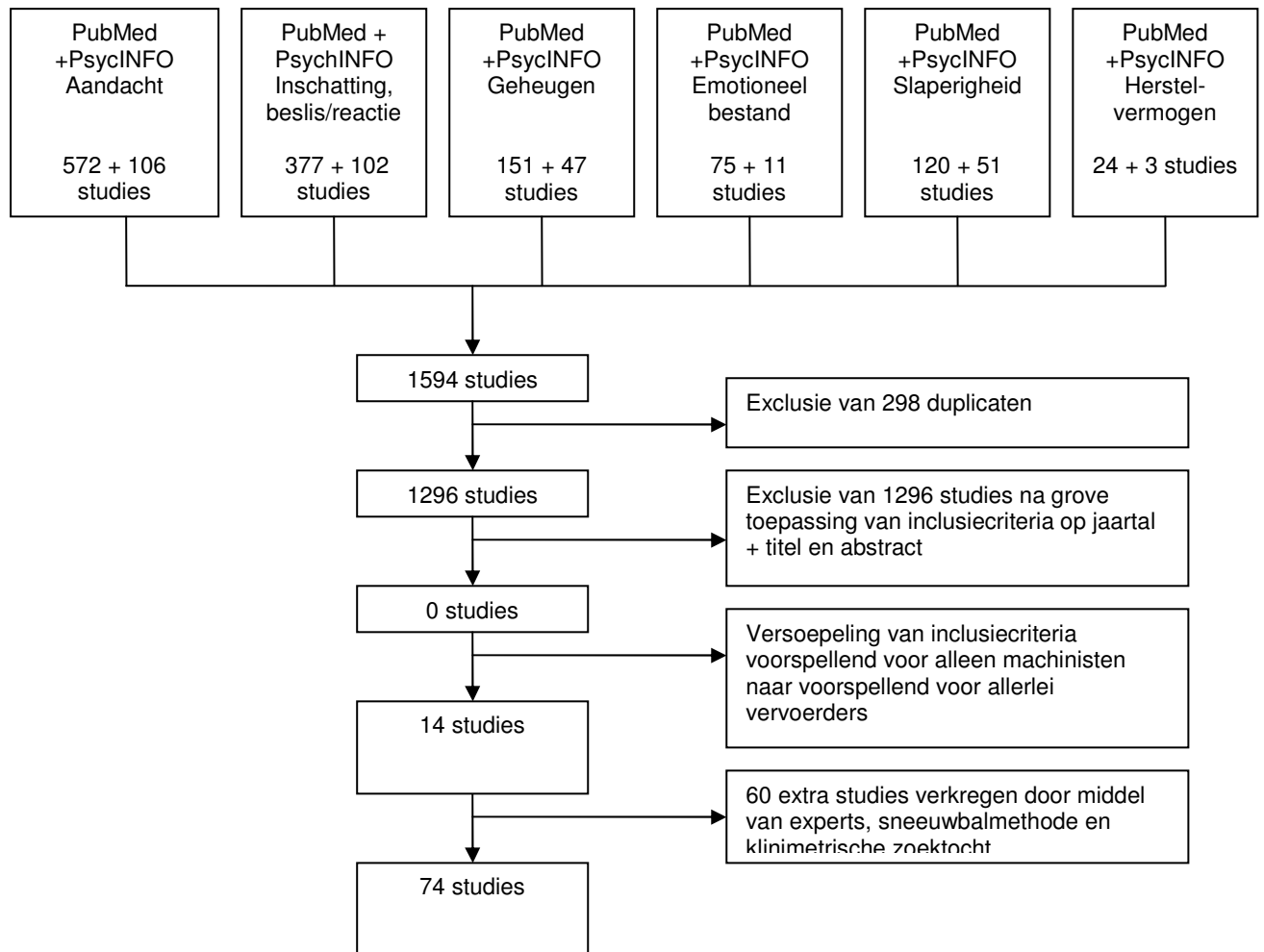
Zoekstrategie 1

Kernwoord	Zoektermen	Hits
#1 Testen	*psychological assessment/ or *prediction/ or *prognosis/ or *statistical validity/ or *statistical reliability/ or *psychometrics/ or *test validity/ or (prediction or predictive or predictor or prognostic or psychometric or test-retest or reliability or validity or psychological test).mp.	
#2 Rijvermogen	*driving behavior/ or *drivers/ or (fitness to drive or automobile driving or ability to drive or driving performance or driving or driver or train driver or train drivers or train driving or engine driver or engine drivers or railway driver or railway drivers).mp.	
#1 AND #2		1212
#3 Aandacht -aanhoudende -selectieve -verdeelde	*attention/ or *vigilance/ or *concentration/ or *awareness/ or *wakefulness/ or (attention vigilance or concentration or wakefulness or awareness).mp.	
#1 AND #2 AND #3		106
#4 Inschattingsvermogen, beslissingsvermogen, anticipatie/ reactievermogen	(*estimation/ or *decision making/ or *reaction time/ or (judge or judging or evaluation or evaluate or assess or estimate or estimation or decide or decision or anticipate or react or reaction time or reaction speed or response time or response speed or response).mp.) and ((capacity or capacities or power or ability or abilities).mp.)	

#1 AND #2 AND #4		102
#5 geheugen	*memory/ or (memory or capacity recall or ability recall).mp.	
#1 AND #2 AND #5		47
#6 Emotionele belastbaarheid	*emotional adjustment/ or *emotional states/ or *emotional stability/ or (emotional load or emotional capacity or emotional stability or emotional stress or emotional power).mp.	
#1 AND #2 AND #6		11
#7 Regelmogelijkheden		
#1 AND #2 AND #7		0
#8 Solitistische taken	(Solo performance or working alone or work alone or individual work).mp. and (*resistance/ or (withstand or resist or resistance).mp.)	
#1 AND #2 AND #7		0
#9 Slaperigheid/ vermoeidheid	*sleepiness/ or *fatigue/ or (sleepiness or drowsiness or fatigue).mp.	
#1 AND #2 AND #9		51
#10 herstelvermogen	(recover or recovery).mp. and (capacity or capacities or power or ability or abilities or need).mp.	
#1 AND #2 AND #10		3

Zoekresultaten

In totaal zijn 1594 studies gevonden met het systematische literatuuronderzoek in de zoekmachines PsycINFO en PubMed (Figuur 1). Na check van de gevonden studies op basis van titel en abstract werd geen enkel artikel geselecteerd. Vervolgens werd besloten het inclusiecriteria “termen over rijvermogen van machinisten komen in de titel/abstract naar voren” te versoepelen. Wanneer uitspraken gedaan werden over de voorspellende waarde van testen voor het rijvermogen bij andere vervoerders (automobilisten, vrachtwagenchauffeurs e.d.) werden artikelen toch geïnccludeerd. De overige in- en exclusiecriteria bleven hierbij van kracht. Door middel van deze aangepaste zoekstrategie, werden uiteindelijk 14 artikelen gevonden (Baulk e.a., 2008; Contardi e.a., 2004; de Croon e.a., 2006; Edwards e.a., 2005; George, 2003; Heaton e.a., 2008; Heikkila 2000; Johns, 1998; Myers e.a., 2000; Pizza e.a., 2009; Powell e.a., 2002; Reimer e.a., 2006; Sagaspe e.a., 2007; Weaver e.a., 2009). De sneeuwbalmethodode, de levering van artikelen door experts, en de afzonderlijke zoektochten naar artikelen over klinimetrische kwaliteit van testmethododes leverde de overige artikelen (n=60) op ter beantwoording van vraagstelling 3.



Figuur 1 Resultaten van de zoekstrategie naar bijbehorende psychologische testen

Bijlage VI Suggesties voor vervolgonderzoek

Op basis van de rapportage 'psychologische werkbelasting van NS machinisten en bijbehorende psychologische eisen en tests' zijn de drie hoofdvragen beantwoordt; wat is de mate van psychologische werkbelasting van machinisten(1), wat zijn de bijbehorende psychologische belastbaarheideisen (2) en op welke manier kunnen deze worden getest (3)? Echter, deze rapportage heeft ook tot nieuwe vragen geleid waarvan het aanbevelingen zou kunnen verdienen die nader te onderzoeken.

Naar aanleiding van de vergadering met de onderzoekers en begeleidingscommissie over de conceptrapportage op vrijdag 3 juli 2009, zijn de volgende onderwerpen besproken, die eventueel relevant zijn voor vervolgonderzoek.

- Op basis van de opgeleverde rapportage 'psychologische werkbelasting van NS machinisten en bijbehorende psychologische eisen en tests' is er behoefte aan een bijeenkomst met experts op het gebied van werkbelasting van machinisten en/of op het gebied van psychologische testmethoden, waarin de opgestelde belastbaarheideisen uitgebreid besproken worden en consensus wordt bereikt. Daarnaast zouden de opgestelde belastbaarheideisen voorgelegd kunnen worden binnen de branche om een zo breed mogelijke draagvalk te bereiken.
- De simulator lijkt de meest geschikte methode om de belastbaarheideisen van machinisten geïntegreerd te testen. Afgezien van de praktische haalbaarheid (bijvoorbeeld de bouw van een extra simulator) dient onderzoek gedaan te worden naar de specifieke inhoud van het testprotocol (duur, situaties, testbeoordelaar e.d.) en de voorspellende waarde van dit testprotocol voor veilig en correct functioneren van machinisten in de praktijk.

Tevens zijn er tijdens de vergadering met de onderzoekers en begeleidingscommissie een aantal algemene aandachtsgebieden benoemd:

- Volgens de Wet Medische Keuringen mogen aanstellingskeuringen slechts verricht worden indien binnen de functie zogenaamde bijzondere functie-eisen aanwezig zijn, die niet kunnen worden gereduceerd en die bijzondere eisen stellen op het punt van de medische geschiktheid van de werknemer (bijzondere belastbaarheideisen). Dit ter bescherming van de gezondheid en de veiligheid van de keurling en van derden bij de uitvoering van de desbetreffende arbeid (Leidraad aanstellingskeuringen, 2005). Naast aanstellingskeuringen kunnen werknemers onderworpen worden aan

verplicht medische keuringen tijdens hun dienstverband. De Leidraad Verplichte Medische Keuringen (VMK) van werknemers tijdens hun dienstverband (2007) sluit aan bij de strategie beschreven in de Leidraad Aanstellingskeuringen. Selectie-eisen en -procedures staan los van aanstellingskeuringen en periodieke keuringen en vormen geen onderwerp van de rapportage 'psychologische werkbelasting van NS machinisten en bijbehorende psychologische eisen en tests'.

Er is behoefte aan specifieke adviezen over de inhoud en vormgeving van aanstellingskeuringen en periodieke keuringen. Vastgesteld dient te worden welke belastbaarheids-eisen onder bijzondere functie-eisen vallen waarop gekeurd mag worden volgens de Wet Medische Keuring. De rapportage 'psychologische werkbelasting van NS machinisten en bijbehorende psychologische eisen en tests' kan hierbij als achtergronddocument gebruik worden.

- Aandacht is een belangrijke belastbaarheids-eis van machinisten gebleken. De definities van de verschillende typen aandacht (selectieve, verdeelde, langdurige (waakzaamheid)) zijn echter moeilijk helemaal los van elkaar te koppelen en vertonen enigszins overlap. Discussies kunnen dan ook gevoerd worden over het voorkomen van deze verschillende typen aandacht. De onduidelijkheid bij het gebruik van deze begrippen blijft een onopgelost probleem. Gezien deze discussie onopgelost blijft is het belangrijker is om, ook bij vervolgonderzoek, in gedachte te houden dat de typen aandacht geïntegreerd zijn met elkaar en het best ook op die manier getest dienen te worden.