

Sammendrag:

Hva er trøtthet og hvordan påvirker det sikkerhetskritisk atferd under framføring av transportmidler?

TØI rapport 1351/2014
Forfatter: Ross Owen Phillips
Oslo 2014 103 sider

Prioriteringen av trøtthet som en risikofaktor i transport er avhengig av en felles forståelse om trøtthet, om hvordan det bør måles, og om hvordan det påvirker sikkerhet. En felles forståelse kunne oppnås ved å anerkjenne trøtthet som et bredt begrep med ulike dimensjoner som bør måles, og som sammen beskriver erfaringsmessige aspekter, fysiologiske aspekter, og prestasjon. En slik tilnærming ville klargjøre aspekter av trøtthet som ulike studier ikke tar hensyn til. Det er også behov for økt overveielse av trøtthets langsiktige effekter hos den menneskelige operatøren. For å forstå hvordan trøtthet påvirker prestasjon, må vi ta hensyn til interaksjonene mellom søvn, døgnrytme og «time-on-task» i sammenheng med faktorer som beskriver ulike aspekter av livet, både innenfor og utenfor arbeid.

Det er en betydelig mangel på enighet om hva trøtthet er og hvordan det bør måles. Forskningslitteraturen er full av ulike forsøk på å operasjonalisere begrepet, og med mindre leseren forstår nøyaktig hvordan trøtthet har vært operasjonalisert i de ulike studiene, gir det liten mening å sammenligne forekomst på tvers av studier. Samsvarende operasjonaliseringer av trøtthet er nødvendig for mer konsistente målinger, for å muliggjøre sammenligning av resultater og for å styrke prioriteringen av trøtthet som en risikofaktor i transport i forhold til faktorer som lettere kan måles. Samsvar i begrepsbruken vil også hjelpe ledere til å forstå betydningen for trøtthet av at stadig større krav legges på arbeidstakere i et 24-timerssamfunn som øker i kompleksitet og krav til effektivitet. Denne rapporten tar sikte på å videreutvikle tidligere forsøk på operasjonalisering av trøtthetsbegrepet for bruk i forskning på menneskelige operatører i transport. Dette oppnås i hovedsak på to måter. For det første gjennomgås eksisterende definisjoner for å komme fram til en samlende definisjon for kartlegging av virkninger av trøtthet på sikkerhetsrelaterte funksjoner. For det andre trekkes eksplisitte forbindelser mellom virkningene av trøtthet og de sikkerhetsrelaterte funksjonene.

Hva er trøtthet?

En viktig problemstilling når en skal operasjonalisere trøtthetsbegrepet er hvorvidt begrepet skal oppfattes som synonymt med *søvnighet*. Søvnighet er en tydelig og alvorlig trussel mot transportsikkerheten. Vi forstår søvnighet vesentlig bedre enn vi forstår andre komponenter ved trøtthet, både på operasjonelt, teoretisk og fysiologisk nivå. På grunnlag av søvnmengde og biologisk døgnrytme kan vi gjøre rimelig gode prediksjoner av gjennomsnittlig søvnighet for en gruppe operatører på ulike tidspunkter på døgnet, etter at de har fulgt et gitt arbeidstidsskjema. Et åpenbart spørsmål er hvorfor ikke heller fokusere på søvnighet som en sikkerhetsrisiko, og ignorere det forvirrende trøtthetsbegrepet helt? Det er flere svar. For det første

ønsker vi å forstå virkningene av langvarig arbeid og det å arbeide i trøtt tilstand, og modeller for søvnighet sier lite om dette. For det andre kan operatører, selv om de ikke er søvnige, være trøtte slik at faktisk prestasjonsnivå eller evnen til å reagere i mulige uventede situasjoner reduseres. For det tredje er årvåkenhet en sentral oppgave for alle operatører i transport, og oppgaverelatert trøtthet kan ha sterk effekt på årvåkenhet. Og for det fjerde er vi interessert i å forklare hvordan akkumulert trøtthet knyttet til stress og lignende begreper kan føre til reduserte prestasjoner. Derfor vil vi operasjonalisere trøtthet som et bredt begrep som kan omfatte ikke bare virkningen av søvnighet på sikkerhet, men også oppgave- og jobberelaterte virkninger, i tillegg til de mer langsiktige samspillseffekter mellom helse og sikkerhet.

En gjennomgang av eksisterende forsøk på definisjon viser at det bredere trøtthetsbegrepet ikke kan sammenfattes i én dimensjon, men har flerdimensjonale aspekter som er dynamisk sammenkoblet uten å være helt korrelert. Disse aspektene beskriver hvordan trøtthet manifesterer seg i subjektiv opplevelse, fysiologi og prestasjonsnivå. Virkningene av alle disse trøtthetskomponentene på operatøren må vurderes innenfor et systemperspektiv. Fra vår gjennomgang av litteraturen har vi utviklet en flerdimensjonal definisjon av trøtthet som er nyttig for å studere trøtthet hos operatører i transport, og andre forskere vil kunne ønske å benytte samme definisjon. Den er ment som en kontekstuell definisjon som kan legges til grunn for snevrere operasjonelle definisjoner til bruk i spesifikke studier av ulike aspekter ved trøtthet. Definisjonen er som følger:

Trøtthet er en suboptimal psyko-fysiologisk tilstand forårsaket av anstrengelse. Graden av og dimensjonene ved tilstanden avhenger av anstrengelsens form, dynamikk og kontekst. Anstrengelsens kontekst bestemmes av: Verdi og mening av prestasjon for personen i den aktuelle oppgaven, hvile- og søvnhistorikk, døgnrytme, psykososiale faktorer knyttet til arbeid og hjemmesituasjon, individuelle trekk, kosthold, helse, fysisk form og andre individuelle tilstander, og forhold i omgivelsene.

Definisjonen impliserer at psykologiske (opplevelsesrelaterte) og fysiologiske aspekter ved trøtthet må måles for at vi skal forstå tilstanden trøttet. For å forstå trøtthet som *prosess* må vi beskrive anstrengelsens form, dynamikk og kontekst i tillegg til prestasjonsnivået. Inkludering av anstrengelse som årsak til økt homeostatisk trykk i modeller for søvnighet forklarer overlapp mellom trøtthet og søvnighet. Anstrengelse på bakgrunn av homeostatisk og døgnrytmerelatert søvnighet kan også øke tendensen til å sovne, og forsterke søvnkomponenten ved trøtthet.

Hvordan bør vi tenke om trøtthet?

Gitt at vi ønsker å anvende et bredt trøtthetsbegrep, hvordan bør vi tenke om komponenter som ikke er direkte relatert til søvnbehov, spesielt de som er relatert til anstrengelse, vedvarende aktivitet, tid i arbeid, og hvor lenge en holder på med samme arbeidsoppgave? Tenkningen vår må spesielt struktureres på en måte som forklarer de store variasjonene i virkninger av oppgavens varighet («time on task», dvs. hvor lenge en holder på med én og samme arbeidsoppgave) på prestasjonsnivå. To modeller forklarer variasjon i virkninger av oppgavens varighet på prestasjonsnivået ved å redegjøre for betydningen for trøtthet av oppgavens art og personens motivasjon: «Kompensatorisk kontroll»-modell og «dynamisk modell for stress og emosjoner». Disse modellene skiller seg fundamentalt fra hverandre når det gjelder spørsmålet om opplevelsen av trøtthet er a) et forvarsel om kommende

mangel på energiresurser (mentalt eller fysisk) eller b) en diskrepans mellom retningen på atferden og det ønskede målet. Den sistnevnte oppfatningen gjør det vanskelig å skjelne mellom trøtthet og stress. Likevel kan oppfatthet av ens egen fysiologiske tilstand og av en diskrepans mellom atferd og ønsker bidra til trøtthetstilstanden og dermed bli en begrensende faktor for prestasjonen. Denne tilnærmingen kan inkorporeres i en ny forståelse av trøtthet som *prosess*. Denne forståelsen forklarer også søvnbehov som en integrert komponent i trøtthet, betydningen av underbevisste og bevisste prosesser for prestasjonsnivå, og betydningen av emosjoner og følelser knyttet til trøtthet for virkningen av trøtthet på prestasjonen.

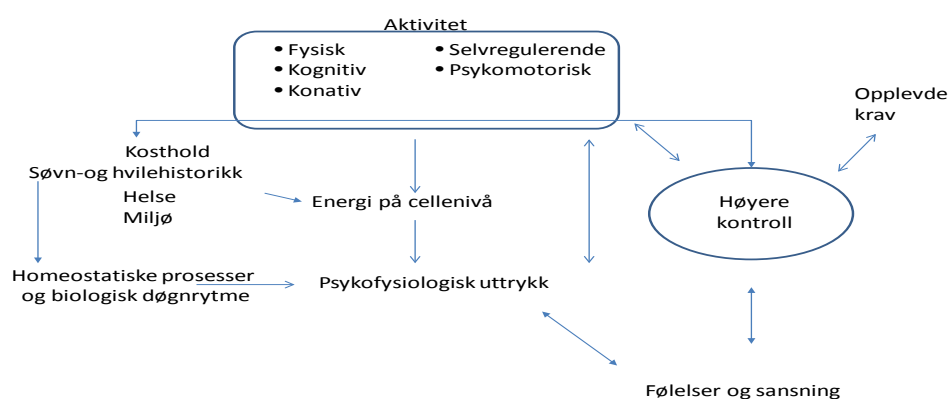


Figure S1. Helhetlig modell for trøtthet, som forklarer betydningen for søvn. Trøtthet er ikke en komponent i modellen, men beskrives ved indikatorer som refererer til ulike komponenter ved trøtthet som *prosess*, f.eks. av indikatorer på opplevelse, fysiologi og prestasjon/aktivitet (fysisk, kognitiv eller psykomotorisk).

Uansett standpunkt med hensyn til grunnlaget for opplevd trøtthet er de fleste forfattere enig i at energibegrensninger ikke er direkte knyttet til redusert prestasjon. Med andre ord, når vi tenker på hvordan trøtthet påvirker prestasjon, må vi være oppmerksomme på personens holdninger og motiver. Han eller hun vil kunne opprettholde prestasjonsnivået til tross for trøttheten, men det har kostnader som en kartlegging av trøtthet bør forsøke å gjøre rede for. Disse kostnadene kan dreie seg om latent reduksjon i prestasjonsnivået, eller redusert helse eller livskvalitet. Når vi undersøker hvordan personen kompenserer for trøtthet, bør vi også ta hensyn til endringer i de strategier personen velger for å utføre oppgaven, og hvordan disse subtile endringene kan påvirke sikkerheten. Enhver kartlegging bør ta i betraktning at noen oppgaver, særlig de som krever vedvarende årvåkenhet, i seg selv kan være trøtthetsskapende og føre til redusert prestasjon.

Måling av trøtthet

Dersom trøtthet betraktes som et flerdimensjonalt begrep, bør ideelt sett hver dimensjon måles når en undersøker trøtthet i et utvalg, så langt det er praktisk mulig. Selvrappport er den mest pragmatiske formen for datainnsamling, noe som er viktig å ta i betraktning når en undersøker trøtthet hos operatører i transport. Selvrappport kan benyttes ikke bare for å registrere subjektive trøtthetstilstander, men også for å registrere prestasjonsmål, eller data om kompensasjonsstrategier, latent prestasjonsreduksjon eller helseeffekter. Når en måler prestasjon, er det viktig at rapportene relateres spesifikt til den aktuelle oppgaven.

De fleste instrumenter for selvrappport er utviklet for å måle akutt subjektiv trøtthet. En taksonomi over mål på trøtthet tyder sterkt på at kronisk trøtthet er blitt oversett i utviklingen av måleinstrumenter for trøtthet. Noen instrumenter for å måle akutt trøtthet måler bare søvnighet, mens andre også fanger opp ulike aspekter ved det bredere trøtthetsbegrepet. Etter litteraturgjennomgangen konkluderer vi med at det er ønskelig med instrumenter som inneholder flere spørsmål for å måle hvert av de ulike aspektene ved trøtthet, og det er viktig at måleinstrumentet spesifiserer hvilken tidsperiode rapporteringen skal gjelde. Flere populære skalaer er tilgjengelige, med gode psykometriske egenskaper. Noen av dem analyserer opplevelsen av trøtthet langs flere dimensjoner, først og fremst fysisk, kognitiv og emosjonell trøtthet, og søvnighet. Dimensjonene kan kobles til én generell eller overgripende trøtthetsdimensjon. I tillegg til har det vært utviklet skalaer uavhengig av trøtthetskalaene for å måle årvåkenhet. Skalaen Swedish Occupational Fatigue Index (SOFI) er et lovende instrument for å måle trøtthet hos operatører i transport. SOFI er sannsynligvis den best utviklede skalaen for trøtthet i arbeidssituasjoner, og ulike operatører kan ha karakteriske profiler for delskalaene, avhengig av hva slags jobb de har. Når en undersøker ulike grupper arbeidstakere bør en huske at trøtthet spesifikt relatert til arbeidsoppgaven kan oppleves langs andre dimensjoner enn trøtthet som skyldes generell slitenhet og arbeid, og det kan være viktig å fange opp opplevelsen av oppgavespesifikk trøtthet for å forstå de mest sikkerhetsrelevante aspektene ved trøtthet.

Objektive fysiologiske målinger av trøtthet har ennå ikke blitt benyttet i kartlegging av store grupper operatører i transport. Imidlertid er metoder for å måle reaksjonstid ved hjelp av apper til smarttelefon blitt stadig lettere tilgjengelige, samt aktigrafer for å måle både søvnmengde og fysisk aktivitet, og slike instrumenter kan være aktuelle i kartleggingsprosjekter. Alternativt kan det være mulig å undersøke representative underutvalg av operatører med objektive metoder. Igjen må det understrekes at mål på prestasjon må knyttes til de sikkerhetsrelaterte oppgavene en er interessert i.

Virkning av trøtthet på sikkerhetskritisk atferd

Søvndeprivasjon har vist seg å påvirke en rekke kognitive funksjoner, særlig reaksjonstid og feil handlingsvalg. Forlengede og mer variable reaksjonstider er påvist i computertester og under bilkjøring. Funksjoner som er påvirket av søvndeprivasjon og som samtidig er særlig relevante for operatører i transport, er reaksjonstid, årvåkenhet, perseptuelle ferdigheter, beslutningstaking, vurderingsevne og kognitiv hastighet. Oppmerksomhetssvikt og stadig mer redusert årvåkenhet er særlig viktig. Implikasjonene av disse funksjonsforstyrrelsene for prestasjonsnivået avhenger av den aktuelle oppgaven eller aktiviteten operatøren holder på med. Monotone og lite stimulerende oppgaver bidrar sannsynligvis til å gjøre prestasjonen mer sårbar for

nedsatt funksjonsnivå. Tid på dagen påvirker også graden av nedsatt funksjonsnivå og prestasjon. Særlig viktig er det at søvndeprivasjon fører til svekkelser som reduserer operatørens evne til å reagere på uventede utfordringer, og gjør dem mer tilbøyelig til å ty til innarbeidede kognitive skjemaer, som ikke nødvendigvis er adekvate for situasjonen. Dette problemet forsterkes av det faktum at søvndepriverte arbeidere også er mer utsatt for distraksjoner.

Det er påvist sammenhenger mellom nylig søvndeprivasjon, bølgedaler i den biologiske døgnrytmen og ulykker, noe som viser betydningen av søvnighet. Men en vet lite om hvordan delvis søvndeprivasjon over lengre tid, som er et ofte forekommende problem, påvirker prestasjonsnivået, bortsett fra sterke effekter på oppmerksomhet og årvåkenhet.

Det er ofte vanskelig å isolere virkningene av oppgaverelatert trøtthet på prestasjonsnivå fra homeostatiske effekter og effekter av tid på døgnet. Det er imidlertid sterk evidens for at langvarig arbeid med samme oppgave fører til reduksjon av vedvarende oppmerksomhet og funksjoner relatert til årvåkenhet, særlig dersom oppgaven er kontinuerlig, oppfattes som kjedelig, er oppmerksomhetskrevene eller krevende på andre måter. I virkelige arbeidssituasjoner kan følgende forhold medføre oppgaverelatert trøtthet hos operatører i transport: kjøring på lite stimulerende lange, rette strekninger; føre et stille skip på fast kurs på åpent hav; lange, rette og lite stimulerende jernbanestrekninger. Disse effektene forsterkes selvsagt av bølgedaler i døgnrytmen og av søvndeprivasjon. Arbeidet til en operatør i transport kan også medføre andre mentalt krevende, eller også fysisk krevende, oppgaver som ytterligere reduserer årvåkenheten. Kostnadene knyttet til anstrengelsen med å opprettholde prestasjonsnivået omfatter innsnevret oppmerksomhet, følelse av stress, behov for redusert anstrengelse etter oppgaven, subjektiv opplevelse av trøtthet, og risikopregede beslutninger. Dermed kan virkninger av trøtthet på hele jobbsituasjonen bli viktig. Virkningen av oppgaverelatert trøtthet på ulykker og skader er lite kjent fordi det mangler adekvate studier.

Spesifikke virkninger for operatører i transport

Kombinasjonen av mangelfull søvnkvalitet/-mengde (særlig uregelmessige skiftordninger og oppstykket søvn), arbeid på «feil» tid på døgnet, og vedvarende arbeid med samme oppgave ser ut til å være hovedårsaken til trøtthet hos operatører innenfor både bane, vei og sjø. Først og fremst kan understimulering være et problem for alle operatørene, dvs. å utføre en oppgave som krever årvåkenhet under monotone forhold. Dette kan skje på tidspunkter på døgnet hvor søvnbehovet er størst. Overbelastning kan også være et problem i enkelte operatørjobber. Følgelig er det et system av faktorer som spiller sammen i å generere trøtthet, og dette systemet og det dynamiske samspillet mellom dets elementer må overvåkes og kontrolleres for å sikre at operatørens prestasjonsnivå og velvære ikke blir negativt påvirket av trøtthet.

De alvorligste utfordringene når det gjelder trøtthet hos operatører i transport gjelder søvnighet og opprettholdelse av prestasjonsnivå ved kognitive oppgaver. For enhver operatør kan trøtthet være en trussel når det gjelder utføring av ferdighetsbaserte oppgaver, ved at trøttheten øker risikoen for feilhandlinger og feilvurderinger. Feilvurderinger kan være en undervurdert trussel som kan få operatører til å bruke inadekvate strategier i uforutsette, avvikende, krevende eller distraherende situasjoner. Mange trøtthetsrelaterte sikkerhetsproblemer kan være forårsaket av at

trøttheten hemmer komplekse ferdigheter som bidrar til at operatørene er konsentrert om situasjoner som dukker opp, vurderer mange alternative muligheter og handler adekvat. I slike tilfeller vil trøttheten ikke bare påvirke enkel oppmerksomhet, men umiddelbare prioriteringer, forventninger og situasjonsforståelse, samt evne til å bruke kunnskap og tidligere erfaringer. Virkningene av trøtthet på reaksjonstid, beslutningstaking og hukommelse kan også være viktige her.

Implikasjoner for undersøkelser av operatører i transport

Det er flere implikasjoner for undersøkelser av menneskelige operatører i transport:

- Trøtthet bør operasjonaliseres og forstås/forklares i henhold til en bred definisjon og begrepsapparat, slik som det er foreslått her.
- Trøtthet bør ideelt måles ut fra opplevelse, fysiologisk tilstand og prestasjon.
- Selve opplevelsen av trøtthet bør måles langs flere dimensjoner, og suppleres med et mål på våkenhet.
- SOFI er et særlig nyttig verktøy; dvs. det er godt utviklet og vil muliggjøre nyttige sammenligninger mellom forskjellige operatører og med andre utvalg.
- Kumulativ kronisk trøtthet må ikke undervurderes.
- Motivasjonelle aspekter ved oppgaven eller jobben bør også måles, og relateres til kompensasjonsstrategier, belastning for operatøren og latente reduksjoner i prestasjonsnivå.
- Fysiologiske og atferdsbaserte metoder for å måle trøtthet kan være vanskelig å anvende i en arbeidssituasjon. Smarttelefon-applikasjoner eller annen lett tilgjengelig håndholdt teknologi kan vurderes, og/eller undersøkelse av et representativt underutvalg.
- Når det gjelder virkninger på prestasjon, bør systemsamspillet mellom søvnhistorikk, tid på dagen og varighet av oppgaven eller jobben vurderes sammen med andre faktorer som kjennetegner operatørens jobb- og fritidssituasjon.
- For operatører som kan være søvndepriverte, kan en rekke ulike kognitive funksjoner være berørt, og disse kan føre til redusert oppmerksomhet, dårlig oppfattelse, redusert årvåkenhet, økt reaksjonstid, kognitiv treghet, dårlig vurderingsevne, og feilhandlinger. Spesielt kan det forekomme at en stoler for mye på etablerte tanke- og handlingsmønstre i avvikssituasjoner.
- For understimulerte operatører med oppgaverelatert trøtthet og lav kontroll kan det oppstå problemer med oppmerksomhet og årvåkenhet.
- Arbeidsrelatert trøtthet er også forbundet med feilvurderinger og feilhandlinger, som vil påvirke evnen til adekvate vurderinger og handlinger i situasjoner som ikke er rutinemessige.

Til slutt, når en skal vurdere hvordan trøtthet hos operatører i transport bør undersøkes, bør en ta i betraktning at livet utenom jobben også spiller en viktig rolle for trøtthet i arbeidssituasjonen. Begreper som psykologisk frikobling fra jobben og balanse mellom arbeid og fritid er viktige i denne vurderingen.