

Afrapporteringen skal ske elektronisk.

Slutrapporten er som udgangspunkt en større skriftlig afrapportering af projektet. Slutrapporten skal have en kort og dækkende titel, skrives på et letforståeligt dansk med mindre andet er aftalt.

Rapporten skal indeholde:

- Et resume på dansk og engelsk
- En beskrivelse af projektets formål, metode og udførelse
- En beskrivelse af om og hvordan projektets formål og hensigt er blevet opnået
- En beskrivelse af de erfaringer og konklusioner, som projektarbejdet har medført
- En perspektivering af, hvordan projektets resultater på kort og langt sigt kan bidrage til at forbedre arbejdsmiljøet
- En fortegnelse over publikationer og produkter fra projektet
- En beskrivelse af, at Arbejds miljøforskningsfonden har givet bevilling til projektet

# **Potentiale for forebyggelse af arbejdsulykker i trafikken – indflydelse af organisatoriske faktorer og teknologiske hjælpesystemer**

**Afslutningsrapport til Arbejds miljøforskningsfonden**

Markus Due Jakobsen, Sebastian Skals, Lasse Malchow-Møller, Karina Glies Vincents Seeberg, Pete Kines og  
Lars Louis Andersen

## NFA-rapport

Titel: Potentiale for forebyggelse af arbejdsulykker i trafikken – indflydelse af organisatoriske faktorer og teknologiske hjælpesystemer

Forfattere: Markus Due Jakobsen, Sebastian Skals, Lasse Malchow-Møller, Karina Glies  
Vincent Seeberg, Pete Kines og Lars Louis Andersen

Institution: Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø (NFA)

Udgiver: Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø (NFA)

Udgivet: 2022

Finansiel støtte: Arbejdsmiljøforskningsfonden (AMFF): 37-2017-03

ISBN: XXXX

Internetudgave: <https://nfa.dk>

Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø  
Lersø Parkallé 105  
2100 København Ø  
Tlf.: 3916520  
Fax: 39165201  
e-post: [nfa@nfa.dk](mailto:nfa@nfa.dk)  
Hjemmeside: [nfa.dk](https://nfa.dk)

## Forord

Denne rapport opsummerer resultaterne af projektet ”Potentiale for forebyggelse af arbejdsulykker i trafikken – indflydelse af organisatoriske faktorer og teknologiske hjælpesystemer”, som modtog støtte fra Arbejds miljøforskningsfonden i 2017 (bevillingsnummer: 37-2017-03). Projektet havde til formål at sammenfatte den eksisterende viden om hvilke faktorer, der udgør en risiko for ulykker under arbejdskørsel samt hvilke teknologiske hjælpesystemer, som kan anvendes til at mindske risikoen for arbejdsulykker i trafikken. Projektet havde ligeledes til formål at undersøge validitet og reliabilitet af en række eksperimentelle metoder til at måle uopmærksomhed under simuleret arbejdskørsel. Til det formål blev to systematiske litteratursammenfatninger (reviews) udarbejdet, et omhandlende risikofaktorerne for kørselsulykker blandt professionelle chauffører og et om måling af distraktioner under kørsel, samt et laboratorieeksperiment, som testede en række metoder til at måle træthed, kørefejl og distraktioner under simuleret kørsel. En række interviews blev også gennemført for at indsamle viden om lastbilchaufførers arbejdsforhold.

Forebyggelse af arbejdsrelaterede kørselsulykker involverer adskillige forskningsområder, som f.eks. neurofysiologi, ingeniør- og computervidenskab samt arbejdsmiljøforskning. Området kræver derfor også anvendelsen af en række komplicerede dataindsamlings- og analysemetoder, som nærværende projekt illustrerer. Af denne grund har en betydelig del af projektets aktiviteter involveret opsætningen og udviklingen af en kompleks metodologi til at måle træthed og distraktioner under simuleret kørsel. Projektet blev desuden særligt udfordret af coronapandemien, som gjorde det svært at mødes med både interne og eksterne projektdeltagere, mens forsinkelser på leverancer af udstyr komplicerede processen omkring at udvikle metodologien til laboratorieeksperimentet. Coronapandemien har også haft en særlig indflydelse på transportbranchen, som har oplevet usædvanlig travlhed i forhold til at levere varer, kombineret med en betydelig mangel på medarbejdere. Det viste sig derfor ikke muligt at rekruttere tilstrækkeligt med professionelle chauffører til laboratorieeksperimentet, hvilket betød, at vi var nødsaget til at rekruttere chaufførstuderende der var ansatte i transportfirmaer samt personer uden professionel kørsels erfaring. Disse udfordringer har derfor gjort, at projektet ikke har kunne opfylde dets udtrykte mål om udelukkende at involvere professionelle chauffører.

På trods af ovenstående mener vi stadig, at projektets resultater har videnskabelig værdi og er relevante for transportbranchen i Danmark og udlandet. Projektet har blandt andet bidraget med viden omkring hvilke organisatoriske faktorer og teknologiske hjælpesystemer, som kan have indflydelse på kørefejl, træthed og distraktioner under kørsel, og har hertil testet adskillige metoders validitet og reliabilitet i forhold til at måle disse risikofaktorer for kørselsulykker. Disse resultater kan på sigt bidrage til at nedsætte ulykker under arbejdskørsel gennem implementeringen af teknologiske hjælpesystemer samt bedre tilrettelæggelse af arbejdet.

## Sammenfatning

Uopmærksomhed forårsaget af træthed, stress og distraktioner fra f.eks. mobiltelefoni og navigation er skyld i op mod 75 % af alle trafikulykker under arbejdskørsel. Mange af disse ulykker kunne formodentlig være forebygget gennem bedre planlægning af ruten og køre-hviletid samt ved at nedsætte behovet for kommunikation under kørslen. Hertil vil brugen af avancerede advarsels- og monitoreringssystemer kunne bidrage yderligere til at mindske risikoen for ulykker ved at advare chaufførerne om, hvornår de bliver uopmærksomme under kørslen. Formålet med dette projekt var først at kortlægge den tilgængelige viden om hvilke organisatoriske faktorer (litteraturreview 1) og teknologiske hjælpesystemer (litteraturreview 2), der har potentiale til at mindske risikoen for arbejdsrelaterede trafikulykker samt undersøge validitet og reliabilitet af direkte målte fysiologiske indikatorer på uopmærksomhed hos lastbilchauffører (køresimulatorstudie). Projektets første litteraturreview fandt 64 studier af moderat til høj kvalitet, som tilsammen identificerede 27 signifikante risikofaktorer for trafikulykker blandt professionelle chauffører. Her var de mest fremtrædende og underbyggede risikofaktorer for trafikulykker træthed, brug af rusmidler, alder, varighed af og tid på dagen for kørslen. Anvendelsen af telefon og navigation under kørslen samt dårligt helbred, kørsels erfaring, hastighed og mangel på ledelsesstøtte fremstod også som væsentlige risikofaktorer. Projektets andet litteraturreview gav et overblik over hvilke metodologier, som har størst anvendelsespotentiale til at indgå i advarsels- og monitoreringssystemer, der kan identificere distraktioner under kørsel og advare chaufføren omkring potentielt farlige situationer. Reviewet fandt 41 studier, der afprøvede forskellige kombinationer af målemetoder, -variable og klassifikationsalgoritmer, som med moderat til høj nøjagtighed kunne identificere manuel, visuel og kognitiv distraktion under kørsel. Vi fremhævede ikke-påtrængende målemetoder, som f.eks. køretøjsdata, puls, hjertevariabilitet (HRV) og kabinekamera, som særligt egnede til at indgå i fremtidens advarsels- og monitoreringssystemer. Køresimulatorstudiet underbyggede ligeledes anvendeligheden af HRV, køretøjsdata samt reaktionstider som valide metoder, der med god til fremragende nøjagtighed kunne identificere søvnighed og kørefejl under kørsel.

Sammenlagt bidrager dette projekt med viden og anbefalinger om hvilke organisatoriske faktorer, teknologiske hjælpesystemer og forebyggelsesstrategier, der kan bruges til at nedbringe arbejdsrelaterede trafikulykker før, under og efter kørsel.

## Summary

Inattention due to fatigue, stress, and distractions from e.g., mobile phone use and navigation, is involved in up to 75% of all driving-related crashes among professional drivers. Many of these crashes could potentially have been prevented by improving route planning, driving time and rest schedules, as well as reducing the need for communication while driving. In addition, the use of advanced driver distraction detection systems could further contribute to reducing the risk of accidents by warning drivers during inattentive driving. The purpose of this project was first to review the literature regarding organizational factors (literature review 1) and advanced driver distraction detection systems (literature review 2) that have the potential to reduce the risk of occupational accidents during driving, and then to investigate the validity and reliability of directly measured physiological indicators of inattention among drivers (driving simulator study). The first literature review found 64 studies of moderate to high quality, which altogether identified 27 significant risk factors for traffic accidents among professional drivers. The most prominent and substantiated risk factors for traffic accidents were fatigue, use of drugs, age, duration, and time of day of driving. The use of telephones and navigation while driving as well as poor health, driving experience, speed and lack of management support also emerged as significant risk factors for traffic accidents. The second literature review provided an overview of which methodologies have the greatest potential to identify inattention during driving, and subsequently warn the driver about potentially dangerous situations that may lead to traffic accidents. The review found 41 studies that evaluated combinations of technical measurements, related variables and classification algorithms that were able to identify manual, visual and cognitive distraction during driving with moderate to high accuracy. We particularly emphasized non-intrusive methods, such as the car's driving data, heart rate and variability, and cabin cameras, as promising methods for identifying inattention during driving. The driving simulator study also supported the use of heart variability, driving data and reaction times in combination with unsupervised machine learning as a promising methodology to identify driving-related sleepiness and errors with good to excellent accuracy.

Collectively, these studies contribute with knowledge and recommendations about which organizational factors, driver distraction and inattention detection methodologies as well as prevention strategies can be used to reduce work-related traffic accidents before, during and after driving.

# Indholdsfortegnelse

<b>1. Indledning</b>	<b>1</b>
<b>2. Formål</b>	<b>3</b>
<b>3. Metoder</b>	<b>4</b>
<b>3.1 Review 1</b>	<b>4</b>
3.1.1 Inklusionskriterier og udfaldsmål	4
3.1.2 Søgestrategi og udvælgelse af studier	4
3.1.3 Kvalitetsvurdering	5
3.1.4 Studiernes karakteristika og kvalitet	5
3.1.5 Evidenssyntese	5
<b>3.2 Review 2</b>	<b>5</b>
3.2.2 Inklusionskriterier	6
3.2.3 Udvalgelse af studier	6
<b>3.3 Interviews</b>	<b>6</b>
<b>3.4 Laboratoriemålinger</b>	<b>7</b>
3.4.1 Forsøgspersoner	7
3.4.2 Dataindsamling	7
3.4.3 Databehandling og -analyse	10
3.4.4 Statistisk analyse	11
<b>4. Resultater og diskussion</b>	<b>13</b>
<b>4.1 Litteraturreview 1</b>	<b>13</b>
4.1.2 Organisatoriske faktorer	13
4.1.3 Individuelle faktorer	15
4.1.4 Kvalifikationsfaktorer	15
4.1.5 Chaufførernes tilstand	16
4.1.6 Køreadfærd	16
4.1.7 Eksterne faktorer	17
4.1.8 Metodiske begrænsninger	17
<b>4.2 Litteraturreview 2</b>	<b>18</b>
4.2.1 Metoder til at identificere alle typer distraktion	19
4.2.2 Metoder til at identificere manuel distraktion	19
4.2.3 Metoder til at identificere visuel distraktion	21
4.2.4 Metoder til at identificere kognitiv distraktion	21
4.2.5 Hvordan udvælges den bedste klassificeringsalgoritme?	22
4.2.6 Sensitivitet og specificitet	23
4.2.7 Pålidelighed	23
4.2.8 Gennemførlighed, påtrængenhed og fremtidige udfordringer	23
4.2.9 Begrænsninger	24
<b>4.3 Tekniske malinger i køresimulator</b>	<b>25</b>

4.3.1 Søvnighed, reaktionstid, antal kørefejl og HRV under kørsel	25
4.3.2 Pålideligheden af tekniske målinger til identificering af søvnighed og kørefejl	25
4.3.3 Nøjagtigheden af tekniske målinger til identificering af søvnighed og kørefejl	30
4.3.4 Tærskelværdier til identificering af søvnig og kørefejl	31
4.3.5 Effekten af forskellige powernaps på udviklingen af træthed	31
4.3.6 Begrænsninger	32
<b>5. Konklusion og perspektivering</b>	<b>34</b>
5.1 Konklusion	34
5.2 Perspektivering	35
5.3 Opnåelse af projektets formål	36
<b>6. Fortegnelse over publikationer og produkter fra projektet</b>	<b>37</b>
<b>7. Litteraturliste</b>	<b>39</b>
<b>8. Bilag</b>	<b>45</b>
8.1 Bilag 1: Interviewguide	46
8.2 Bilag 2: Sammenfatning af interviewmateriale	50



## 1. Indledning

Uopmærksomhed under kørsel opstår i det øjeblik, hvor køreren ikke længere kan holde tilstrækkelig fokus på de aktiviteter, der er krævet for at køre sikkert (Lee et al. 2008; Regan et al. 2011). Denne uopmærksomhed kan opstå gradvist som følge af stress- eller træthedsudvikling eller som momentane distraktioner i forbindelse med eksempelvis mobiltelefoni, rute-navigation, samtaler med passagerer, spisning og drikning, audio-video stimulering mv. (Fernández et al. 2016). Danske og internationale undersøgelser estimerer, at uopmærksomhed under kørsel er ansvarlig for op mod 75 % af alle færdselsuheld (Ranney et al. 2000; Klauer et al. 2005, 2006; Dingus et al. 2006; Talbot et al. 2009; Vejdirektoratet 2016). Data fra Danmarks Statistik viser, at der i perioden 2005 – 2015 var 55.120 tilskadekomne i færdselsuheld, hvoraf 2.945 havde fatale konsekvenser (Danmarks Statistik 2022). Ved at forhindre uopmærksomhed under kørsel ville man således, potentielt, kunne have forhindret op mod 40.000 tilskadekomne og 2000 dræbte i trafikken i Danmark i de sidste 10 år.

Professionelle chauffører er impliceret i en stor andel af de færdselsuheld, der sker på danske veje, og disse kan have store personlige og samfundsøkonomiske konsekvenser (Nielsen & Andersen 2014; Danmarks Statistik 2022). I 2009 var der 2.560 anmeldte arbejdsulykker i kategorien "transport af gods" til Arbejdstilsynet. Selvom det kun er ca. 7 % af ulykkerne, der sker i trafikken, kan disse have fatale konsekvenser for chaufføren såvel som andre medtrafikanter (Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø 2013). Flere internationale studier viser derudover, at selv når der tages højde for antallet af kørte kilometer, har chauffører i transportbranchen en højere risiko for at komme ud for en trafikulykke ift. den generelle kørende befolkning (Broughton et al. 2003). Dette kan tilskrives at chauffører ofte skal håndtere kundekontakt, rute-navigation og anden logistik, der kan rette opmærksomheden hen på andet end kørslen. I de seneste år har netop installation af it-informationssystemer i lastbiler kunnet gøre chaufførerne mere selvstændige, hvormed de selv kan tilrettelægge deres ruter mv., men dette kan ligeledes være på bekostning af trafiksikkerheden.

Opmærksomhed deles op i en visuel, kognitiv og motorisk del (Blanco et al. 2006) hvor bl.a. interaktion med rute -navigation, smartphone eller andre IT-systemer under kørsel generelt bør undgås, da de inkorporerer alle 3 former for opmærksomhed. Udover at den reducerede opmærksomhed på vejen er farlig i sig selv, så er chaufførerne sjældent klar over, hvor kritisk situationen er, da de selv rapporterer, at de kan køre sikkert, selvom de bliver distraheret undervejs (Young 2012). Forbedret planlægning og organisering af f.eks. ruterne, tidsplanen og kundekontakten vil formodentlig kunne reducere brugen af navigations og it-systemer, hvorved forekomsten af uopmærksomhed mindskes. Det er dog endnu uvist, hvor stor indflydelse optimal organisering af arbejdsdagen har for uopmærksomhed under kørsel. Derudover viser Danske studier, at lastbilchauffører i højere grad kontakter nuværende og tidligere chauffører end deres egne kørselsledere, for at få hjælp til rute- og af/pålæsnings problematikker (Grytnes et al. 2016). Der er således behov for en systematisk gennemgang af betydningen af de organisatoriske forhold for uopmærksomhed under kørsel, for at kunne bidrage med konkrete anbefalinger til et sikkert arbejdsmiljø for danske chauffører.

For at komme uopmærksom kørsel til livs, har der i de seneste 10 år været stor interesse for at undersøge de fysiologiske indikationer på uopmærksomhed under kørsel i køresimulator. De mest lovende metoder er måling af hjernebølgeaktivitet, øjnenes, ansigtet og hændernes bevægelse, hudens elektriske modstand samt hjerterytme, der således sammenholdes med bilens færdsel (Wierwille & Ellsworth 1994; Dinges & Mallis 1998; Metz and Krueger 2010; Chua et al. 2012; Wiberg et al. 2015; Kong et al. 2015). Fælles for disse målemetoder er dog, at der findes få validitet- og reliabilitetsstudier, der kan bekræfte deres nøjagtighed ift. at identificere uopmærksomhed med kørefejl som følge. Uagtet anvendes nogle af

metoderne allerede i moderne advarsels- og monitoreringssystemer, der har til formål at give en advarsel, når personen eller køretøjet agerer uopmærksomt, eksempelvis ved at bilen pludselig slingrer eller ligger for tæt på yderstriberne. Systemet vil herefter, typisk, opfordre føreren til at tage et hvil eller noget opkvikkende at drikke eller spise mv. Problemet er blot, at disse systemer ikke måler særligt præcist og giver falske udsagn, hvorved chaufføren mister troen på advarslerne og derfor ikke reagerer på dem. Dette observerede man bl.a. i et canadisk studie (Vincent et al. 1998), hvor man i stedet for at bruge tekniske målemetoder valgte at observere førernes træthedsniveau ud fra standardiserede værdier for hvor lang tid føreren har øjnene lukket, langsom vejrtrækning og hvor hurtigt de reagerer på pludselige udfordringer. Selvom observationerne stemte fint overens med chaufførernes selvvurderede træthed, valgte chaufførerne oftest at negligere advarslen og køre videre.

Til trods for den manglende tillid til de eksisterende advarselssystemer er man i branchen ikke i tvivl om, at det ville give en øget tryghed for chaufføren og potentielt forebygge alvorlige arbejdsulykker, hvis der fandtes mere præcise systemer, der kunne advare, når chaufføren er uopmærksom. Der er således behov for en dybere undersøgelse af, hvilke metoder der er udviklet til at måle uopmærksomhed, og derefter måle validiteten og reliabiliteten af de mest lovende.

## 2. Formål

Få sekundær uopmærksomhed som følge af træthed, stress og distraktioner (f.eks. mobiltelefoni) er medvirkende i op mod 75 % af alle færdselsuheld under arbejdskørsel. Mange af disse ulykker kunne potentielt være forhindret ved bedre organisering af arbejdet i form af forbedrede tidsplaner, rutevalg, og færre samtaler under kørsel. Samtidig er der udviklet systemer til at advare chaufføren ved uopmærksom kørsel. Dog er validiteten af disse systemer yderst tvivlsom, da lastbilchaufførerne selv udtrykker, at systemerne er unøjagtige, og dermed ofte vælger de at negligere dem. I det forebyggende arbejdsmiljøarbejde er det derfor nødvendigt med 1) viden om, hvordan arbejdet bedst organiseres så uopmærksomhed minimeres samt 2) kortlægning og udvikling af valide systemer til at identificere uopmærksomhed, som chaufførerne er villige til at bruge i praksis.

Formålet med dette projekt er først at kortlægge viden over organisatoriske faktorer og teknologiske hjælpesystemer i forhold til at mindske risikoen for arbejdsulykker i trafikken og dernæst at undersøge validitet og reliabilitet af direkte målte fysiologiske indikatorer på uopmærksomhed hos lastbilchauffører. Konkret vil projektet besvare følgende spørgsmål:

### Udarbejdelse af reviews

1. Review 1: Hvilken rolle spiller arbejdsmiljøfaktorer i forbindelse med arbejdsulykker i trafikken, og i hvilken grad kan disse forebygges gennem virksomhedens planlægning af kørselsopgaverne, herunder tidsplan, rutevalg og kommunikation under kørsel? (organisatoriske faktorer)
2. Review 2: Hvilke teknologiske hjælpesystemer findes der til at måle distraktioner under kørsel, og hvilken grad af validitet og reliabilitet har disse målemetoder?

### Test i køresimulator:

3. Hvad er validiteten af forskellige fysiologiske metoder til at måle uopmærksomhed i forhold til antallet af fejl under kørsel (standardiseret måling i køresimulator af 20 chauffører)?
4. Hvad er tærskelværdien af de mest valide fysiologiske målinger forud for fejl under kørsel?
5. Hvad er reliabiliteten af disse målinger? (samme test gentages efter 2 uger)

Samlet set vil projektet give viden om hvilke organisatoriske faktorer og teknologiske hjælpesystemer, der er vigtige i forebyggelse af arbejdsulykker i trafikken, samt undersøge hvilke fysiologiske målinger, der med høj validitet kan forudsige fejl under kørsel inden disse sker, og dermed danne basis for udvikling af simple advarselsmetoder som chaufførerne vil finde meningsfulde og derfor bruge i praksis. Projektet vil således bidrage med anbefalinger til, hvordan arbejdsrelaterede færdselsuheld forhindres før, under og efter kørsel.

### **3. Metoder**

Projektet indeholdte fire separate hovedaktiviteter, herunder to litteraturreview, et laboratoriestudie og interviews. Review 1 sammenfattede og fortolkede den videnskabelige litteratur omkring indflydelsen af arbejdsrelaterede risikofaktorer for trafikulykker blandt professionelle chauffører. Review 2 sammenfattede den videnskabelige litteratur omkring metodologier til at identificere distraktioner under kørsel, herunder eksperimentelle måle- og analysemetoder, maskinlæringsalgoritmer samt metodologiernes metodiske kvalitet. Laboratoriestudiet havde til formål at evaluere reliabiliteten af en række eksperimentelle metoder til at måle uopmærksomhed under simuleret kørsel, som potentielt vil kunne indgå i advarsels- og monitoreringssystemer under arbejdskørsel til at reducere forekomsten af trafikulykker for professionelle chauffører. Endeligt udførte vi en række interviews med professionelle lastbilchauffører for at få et indblik i deres arbejdsforhold, herunder hvordan deres arbejdsdag er tilrettelagt, hvilke teknologier de anvender samt deres håndtering af uopmærksomhed under kørsel. Projektets fire hovedaktiviteter beskrives separat i det følgende.

#### **3.1 Review 1**

Som beskrevet ovenfor havde Review 1 til formål at sammenfatte den videnskabelige litteratur omkring indflydelsen af arbejdsrelaterede risikofaktorer for trafikulykker blandt professionelle chauffører. Litteraturstudiet registreredes i det internationale prospektive register for systematiske reviews (PROSPERO) under nummeret CRD: 42019120062.

##### **3.1.1 Inklusionskriterier og udfaldsmål**

Litteraturreviewet inkluderede studier, som undersøgte risikofaktorer for trafikulykker blandt professionelle chauffører af kommercielle køretøjer, som f.eks. lastbiler, busser og taxaer. Fremgangsmåden for litteratursøgningen var baseret på PICOS-tilgangen, hvorudfra vi definerede, at studiepopulationen skulle være voksne ( $\geq 18$  år) professionelle chauffører eksponeret til risikofaktorer for arbejdsrelaterede trafikulykker med antallet af trafikulykker som udfaldsmål. Alle typer studiedesigns blev inkluderet, både med og uden komparative grupper, men begrænset til fagfællebedømte tidsskriftartikler på engelsk. Der var ingen specifik tidsramme for søgningen. De inkluderede studier blev publiceret mellem 1987 og maj 2021.

Det primære udfaldsmål af litteraturreviewet var risikofaktorer for trafikulykker blandt professionelle chauffører, defineret som personer, hvor kørsel af gods eller personer er deres primære arbejdsopgaver. Litteraturreviewet differentierede ikke mellem trafikulykker, hvor chaufføren havde en passiv eller aktiv rolle i ulykken.

##### **3.1.2 Søgestrategi og udvælgelse af studier**

Litteratursøgning blev foretaget gennem PubMed, Medline og Google Scholar databaserne. Søgestrategien kombinerede tre overordnede kriterier: 1) chauffører (drivers) og 2) risikofaktorer (risk factors) og 3) ulykker/skader/uheld (crashes/injuries/accidents).

Alle studier identificeret gennem PubMed databasen blev samlet i EndNote X9, mens vi kun inkluderede de 200 højst rangerede artikler på Google Scholar (Pega et al. 2017). Herefter blev titler og resumé individuelt gennemgået og vurderet af to bedømmere. Konflikter i udvælgelsen af studier blev diskuteret med en tredje bedømmer. Fuldtekstartiklerne blev herefter gennemgået for de studier, som blev vurderet relevante på baggrund af titel og resumé.

### 3.1.3 Kvalitetsvurdering

Alle fuldtekstartikler blev individuelt kvalitetsvurderet af to bedømmere, mens konflikter i vurderingerne blev diskuteret med en tredje bedømmer. For at kvalitetsvurdere de udvalgte studier anvendte vi en metode udviklet af BSA Medical Sociology Group (BSA Medical Sociology Group 2018). Denne metode er særligt velegnet til at vurdere tværsnitstudier, som var det design, der var mest udbredt blandt de udvalgte studier (se afsnit 3.1.5). BSA kvalitetsvurderingsmetoden involverer syv ja/nej spørgsmål, som vedrører studiernes 1) eksperimentelle design, 2) rekrutteringsstrategi, 3) respondentrage, 4) repræsentativitet, 5) objektivitet eller pålideligheden af udfaldsmål, 6) styrkeberegning og 7) statistiske analyse. På baggrund af disse spørgsmål rangeres studiets kvalitet på en skala fra 1 til 7, hvor en score på 1-2, 3-5 og 6-7 henholdsvis indikerer lav, moderat eller høj kvalitet. Til at vurdere kohortestudier anvendte vi Newcastle-Ottawa skalaen (Stang 2010), som anvender en 9-stjernes skala indenfor tre domæner, navnlig udvælgelse, sammenlignelighed og eksponering/udfald, som herudfra giver en lav, moderat eller høj kvalitetsvurdering.

### 3.1.4 Studiernes karakteristika og kvalitet

Litteratursøgningen resulterede i 5058 studier. 405 af disse var dubletter, mens 4428 studier blev ekskluderet, fordi de ikke levede op til inklusionskriterierne. Efter at have gennemgået fuldteksterne for de resterende 225 artikler blev yderligere 158 artikler ekskluderet. I alt 67 artikler, publiceret i perioden 1987-2021, levede op til inklusionskriterierne og blev inkluderet i litteraturreviewet.

Ud af de 67 studier var der 66 tværsnits- og ét kohortestudie, som involverede lastbils-, bus-, taxa- samt andre professionelle chauffører. Studiepopulationerne varierede mellem 16 til 30.491 personer. Udfaldsmålet (antallet af trafikulykker) blev hovedsageligt målt gennem spørgeskema, mens henholdsvis 20, 12 og 1 studie anvendte registre, interviews og videooptagelser. Tre, 46 og 18 studier blev henholdsvis kategoriseret som lav, moderat og høj kvalitet.

### 3.1.5 Evidenssyntese

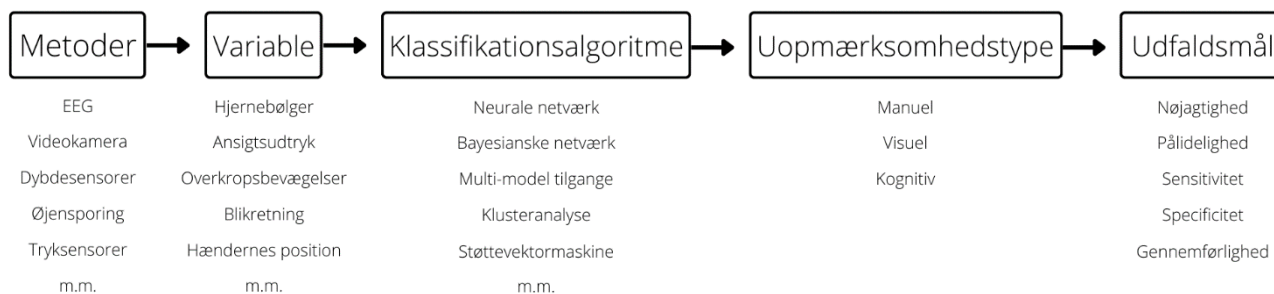
Evidenssyntesen blev foretaget gennem en narrativ og stemmeoptællingsbaseret fremgangsmåde (Verbeek et al. 2012). Den narrative fremgangsmåde indebærer at beskrive studiets resultater, mens stemmeoptællingen blev anvendt til at estimere konsistensen af studiernes resultater ved at summere antallet af signifikante fund fra studier af moderat og høj kvalitet samt studier uden signifikante fund. Hvis antallet af statistisk signifikante resultater var større end de ikke-signifikante, blev det konkluderet, at der var evidens for en sammenhæng mellem risikofaktoren og udfaldsmålet (antallet af trafikulykker).

## 3.2 Review 2

Dette litteraturreview sammenfattede den videnskabelige litteratur omkring metodologier til at identificere distraktioner under kørsel, herunder eksperimentelle måle- og analysemetoder, maskinlæringsalgoritmer samt metodologiernes metodiske kvalitet (se Figur 1).

Litteratursøgningen blev foretaget gennem PubMed (inkl. MEDLINE) og Google Scholar databaserne. Søgstrengen kombinerede tre overordnede nøgleord med en række underliggende nøgleord: 1) uopmærksomhed (inattention) og 2) validitet (validity) og 3) kørsel (driving).

## Rammesætning



Figur 1 – Rammesætning for litteraturreviewet, som søgte at skabe et overblik over metodologier til at identificere uopmærksomhed under kørsel, inkl. målemetoder, variable, klassifikationsalgoritmer, uopmærksomhedstyper og udfaldsmål.

### 3.2.2 Inklusionskriterier

Reviewet inddrog studier, som har undersøgt nøjagtigheden af objektive målemetoder til at identificere distraktioner under både virkelig og simuleret kørsel. Studier, der har undersøgt subjektivt eller selvopfattet uopmærksomhed eller blev foretaget under andre aktiviteter end kørsel blev derfor ikke medtaget i reviewet. Herudover medtog reviewet ikke studier, som undersøgte metoder, der krævede interaktion med føreren af køretøjet, som f.eks. reaktionstests eller stemmeoptagelser. Udvælgelsen af studier var forbeholdt fagfællebedømte tidsskriftsartikler på engelsk. Litteratursøgningen blev foretaget i Juni 2021.

### 3.2.3 Udvælgelse af studier

Alle studier, som blev identificeret gennem PubMed datasen samt de 200 højst rangerede studier fra Google Scholar blev samlet i EndNote X9, og referencerne eksporteret til screeningsprogrammet Covidence (Covidence, Melbourne, Australia). Google Scholars algoritme rangerer blandt andet studier på baggrund af citationer og nøgleord i titlerne, og udvælgelsen af de 200 højst rangerede studier er tidligere blevet anvendt i flere Cochrane Reviews (Pega et al. 2017). Titel, resumé og herefter fuldtekstartiklerne blev gennemgået og individuelt vurderet af to af studiets forfattere, mens konflikter i vurderingerne blev diskuteret med en tredje af studiets forfattere. Studierne, som blev vurderet til at leve op til inklusionskriterierne, blev medtaget i reviewet.

Litteratursøgningen resulterede i 3426 studier, hvoraf 641 var dubletter. 2784 af disse studier levede ikke op til inklusionskriterierne og blev ekskluderet efter gennemgang af titel og resumé. 577 fuldtekstartikler blev herefter gennemgået, hvoraf 360 blev ekskluderet på grund af følgende årsager: forkert udfaldsmål, ikke et originalt studie, forkerte omgivelser, ingen adgang til fuldtekst, forkert studiedesign, forkert studiepopulation samt dubletter. I alt fandt vi 217 originale studier, som havde undersøgt metoder til at identificere distraktioner og hermed umiddelbart levede op til inklusionskriterierne. Efter nærmere gennemgang af studierne viste det sig, at 41 af disse studier specifikt undersøgte metoder til at identificere distraktioner under kørsel, som derfor blev inkluderet i reviewet. De inkluderede studier blev udgivet i perioden 2004-2021 og involverede primært studier omkring simuleret kørsel samt virkelig kørsel i biler, lastbiler og busser.

## 3.3 Interviews

For at få et indblik i lastbilchaufførers arbejdsforhold, og herigennem kvalificere det eksperimentelle design i laboratoriestudiet (se afsnit 3.4), udførte vi fem semistrukturerede interviews. Interviewene blev opdelt i

fire overordnede temaer: 1) Chaufførens arbejdsdag, 2) pauser i løbet af arbejdsdagen, 3) praktiske forhold i førerummet og 4) uopmærksom kørsel. Gennem det første tema ønskede vi at få et indblik i chaufførens arbejdsdag, herunder kørestrækninger, arbejdstider og -opgaver, mens andet tema belyste hvordan chaufførerne indlagde pauser i løbet af deres arbejdsdag. Tredje tema søgte indblik i hvilke redskaber eller udstyr chaufførerne bruger, når de kører, som f.eks. automatgear, videokamera, telefon, radio, advarselssystemer eller lign. Fjerde tema omhandlede hvilke situationer chaufførerne oplevede uopmærksomhed, som følge af f.eks. træthed, stress eller distraktioner, samt hvordan de håndterede dette, når de oplevede det under kørslen. Den semistrukturerede interviewguide er vedlagt i Bilag 1.

Interviewene blev tematisk transskriberet uden særlig fokus på de emotionelle aspekter af samtalerne, såsom pauser, tonefald m.m. Under meningskondenseringen- og analysen blev samtalen kategoriseret i de forskellige temaer og særligt væsentlige passager på tværs af de fem interviews fremhævet i samlet resumé (se Bilag 2).

### **3.4 Laboratoriemålinger**

Laboratorieforsøget havde til formål at undersøge pålideligheden af en række metoder til at identificere træthed og distraktioner under simuleret kørsel samt effekten af to forskellige typer lure på den målte og selvrapporterede træthed under kørslen. Nærværende rapport vil dog kun præsentere resultaterne relateret til pålideligheden af målemetoderne til at identificere træthed. Følgende beskrivelse vil derfor fokusere på fremgangsmåden for disse målinger, mens metoderne relateret til identificering af uopmærksomhed samt procedurerne for undersøgelsen af lurernes effekt kort opsummeres, idet forsøget var designet til at undersøge alle disse aspekter på samme tid.

#### **3.4.1 Forsøgspersoner**

Tyve personer indvilgede i at deltage i laboratorieforsøget (se Tabel 1). Vi kontaktede først en række danske transportfirmaer for herigennem at rekruttere professionelle lastbilchauffører. Men grundet stor travlhed i branchen under og efter genåbningen af Danmark ved Covid-19 var der ingen af de adspurgte virksomheder, som ønskede at deltage i forsøget. Herefter kontaktede vi en række erhvervsskoler, som udbød lastbil-, bus og andre erhvervskørekort, for at rekruttere elever, der var i gang med at kvalificere sig til et erhvervskørekort. En af disse skoler indvilgede i at deltage i projektet, hvorefter de blev grundigt informeret om projektet og fik udleveret informationsmateriale, de kunne videresende til deres elever. Denne proces resulterede i, at 7 elever med erhvervskørsels erfaring frivilligt indvilgede i at deltage i forsøget. De resterende 13 forsøgspersoner var af en bekvemmelighedssample, og ingen af disse personer havde professionel erfaring med lastbilkørsel. For at kunne deltage i forsøget skulle personerne dog som minimum have kørekort til en almindelig personbil. Alle forsøgspersoner blev grundigt informeret om forsøgets indhold, involverede risici og deres rettigheder i forhold til behandling og opbevaring af deres data, hvorefter de gav skriftligt samtykke til at deltage.

#### **3.4.2 Dataindsamling**

Laboratorieforsøget blev gennemført i det arbejdsfysiologiske laboratorium på Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø samt i et klasselokale hos den deltagende erhvervsskole. Da hovedformålet med forsøget var at undersøge validiteten og pålideligheden af en række metoder til at identificere træthed og uopmærksomhed, blev den samme forsøgsprotokol gennemført to gange for hver forsøgsperson med 1-4 ugers mellemrum. Forsøgspersonerne mødte op enten om morgenen eller tidlig eftermiddag, henholdsvis

Tabel 1 – Deltagerinformationer, inkl. gennemsnit (Gns.) og standardafvigelse (Std.) af alder, kørsels erfaring, selv vurderet søvnkvalitet, fysisk og mental anstrengelse de sidste 2 timer.

	Alder [år]	Kørsels erfaring [år]	Søvnkvalitet [0-10]		Fysisk anstrengelse de sidste 2 timer [0-10]		Mental anstrengelse de sidste 2 timer [0-10]	
Dag	-	-	1	2	1	2	1	2
Gns.	28	10	6	7	2	2	2	2
Std.	5	5	2	2	2	1	2	2

omkring kl. 08.00 og kl. 13.00, hvorefter de blev introduceret til forsøget, forevist måleudstyret og bedt om at underskrive en samtykkeerklæring. Forsøgspersonerne blev herefter spurgt ind til deres søvn den forgangne nat, deres mentale og fysiske anstrengelse de sidste to timer, kørsels erfaring samt deres alkohol- og koffeinindtagelse. Forud for forsøget var forsøgspersonerne blevet bedt om ikke at drikke alkohol i min. 24 timer før forsøgets start eller koffeinholdige drikke på dagen for forsøget.

Følgende måleudstyr blev monteret forsøgspersonerne: Electroencefalografi (EEG), øjensporingsbriller og en pulsmåler. EEG blev monteret ved at placere en stramtsiddende, speciallavet stofhjelme på hovedet af forsøgspersonerne, hvorefter 18 elektroder blev påsat stofhjelm og fyldt med elektrisk ledende creme. En af ovenstående EEG-kanaler med tilhørende to elektroder blev påsat venstre side af forsøgspersonens bryst og brugt til at opsamle førernes puls. Den konstante variation i millisekunder mellem hjerteslag er kendt som HRV. HRV kan reagere på søvnighed, stress eller anden sygdom, før hvilepuls ændrer sig. Dette gør HRV til et nyttigt værktøj til at bedømme personers søvnighed, stressniveau, restitutionstatus og generelle trivsel (van Amelsvoort et al. 2000; Teisala et al. 2014; Vicente et al. 2016). HRV er knyttet til det autonome nervesystem og balancen mellem de parasympatiske (hvile-og-fordøje) og sympatiske (kamp-eller-flugt) grene (Rajendra Acharya et al. 2006). Ved at afbalancere disse to hjælper det autonome nervesystem med at reagere på daglige stressfaktorer og regulere kroppens vigtigste systemer, herunder puls, åndedræt og fordøjelse.

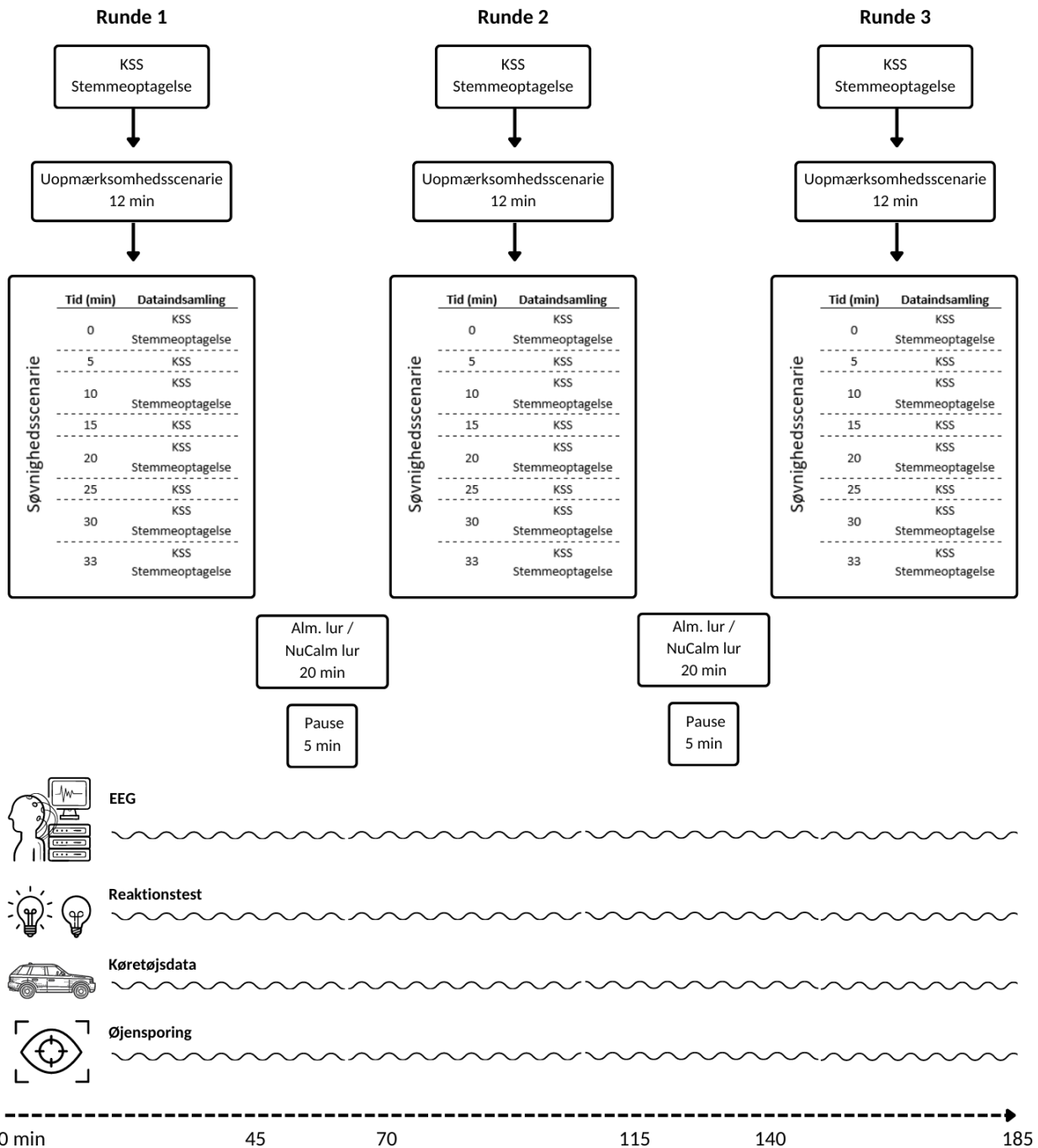
Øjensporingsbrillerne blev herefter påsat og kalibreret gennem den fabriksspecificerede procedure. Øjensporingsbrillerne kunne bæres ligesom almindelige briller, men havde to små videokamera placeret på venstre og højre side af stellet, som filmede øjnene og pupillernes bevægelse. Pulsmåleren blev placeret på venstre side af torso med en brystsele.

Efter måleudstyret var blevet monteret og kalibreret blev forsøgspersonerne bedt om at køre en tilvænningsrunde i køresimulatoren. Tilvænningsrunden bestod af et 12-minutters scenarie, hvor de skulle køre bag en personbil, som bremsede og accelererede på vilkårlige tidspunkter. Dette scenarie var tilsvarende det første testscenarie, som havde til formål at udfordre deres opmærksomhed under kørslen, ved at påtvinge dem at udføre bestemte opgaver. Under tilvænningen skulle forsøgspersonerne dog ikke udføre disse opgaver, men bare følge den forankørende personbil og herved vænne sig til køresimulatoren.

Selve forsøget indeholdt 3 runder, som bestod af et distraktions- og søvnighedsscenario med en 20-min lur og 5-min pause indlagt mellem runderne (se Figur 2). Figur 3 viser en forsøgsperson under søvnighedsscenarioet med måleudstyret påsat. Distraktionsscenarioet indebar at følge en forankørende bil i 12 min, mens forsøgspersonerne løbende blev bedt om at udføre følgende opgaver: 1) læse en række sms-beskeder, som dukkede op på computerskærmen, 2) tælle baglæns fra et vilkårligt tal ved brug 3-, 4- eller 5-tabellen samt 3) navigere på en tablet, der var placeret til højre for rattet (se Figur 3). Umiddelbart efter startede søvnighedsscenarioet, som indebar at køre med en konstant hastighed på en landevej om natten i 33



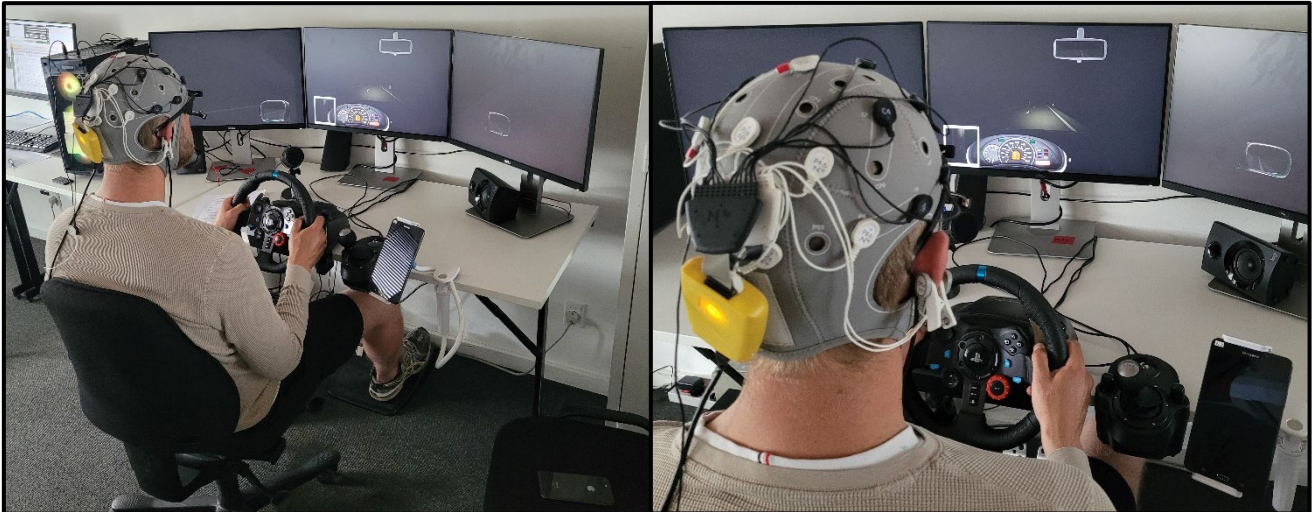
## Forsøgsprotokol



Figur 2 – Illustration af forsøgsprotokollen uden tilvænning samt påsætning og aftagning af måleudstyret.

min. Der var ingen trafik eller større variationer i kørslen, og vejbanen var kun lyst op af bilens forlygter. Som det fremgår af Figur 2 blev forsøgspersonerne bedt om at vurdere deres søvnighed på en 0-9 skala ved hjælp af Karolinska Søvnighedsskalaen (KSS) samt beskrive forskellige ting omkring dem selv, mens

deres stemme blev optaget med en mikrofon placeret på bordet foran dem. Begge disse målinger blev senere anvendt til at vurdere udviklingen i deres søvnighed under søvnighedssceneriet. Under begge



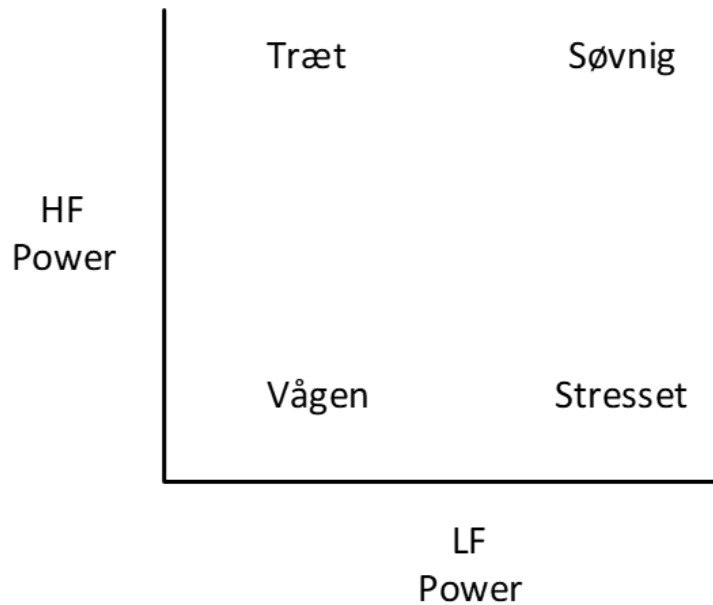
Figur 3 – Forsøgsperson under søvnighedsscenariet med måleudstyret påsat.

kørescenarier udførte forsøgspersoner også en kontinuerlig reaktionstest, kaldet Detection Response Task, hvor et rødt eller grønt-gult trafiklys blev fremvist vilkårlige steder på computerskærmen i intervaller af 3-5 sek. Ved fremvisningen af et rød-gult lys skulle forsøgspersonerne klikke på en knap på rattet hurtigst muligt, mens de skulle ignorere de grønne lys. Deres reaktionstid gav en indikation på, hvorvidt de var uopmærksomme eller søvnige under de to scenarier. Foruden reaktionstesten indsamlede køresimulatoren kontinuerligt data fra køretøjet, herunder hastighed, position på vejen, bremsekraft m.m., hvilket ligeledes blev anvendt til at analysere forsøgspersoners tilstand. Herudover blev både EEG og øjensporingsdata indsamlede kontinuerligt under kørescenarierne (jf. Figur 2).

Mellem runde 1 og 2 samt 2 og 3 blev forsøgspersonerne bedt om at sove i en tilbagelænet kontorstol i 20 min, hvorefter de fik 5 min pause før næste runde blev påbegyndt. Til den ene af disse lure fik du udleveret ørepropper og en øjenmaske, betegnet som en almindelig lur, mens de til den anden lur anvendte en mobilapplikation kaldet NuCalm (Solace Lifesciences, Inc., Wilmington, DE, USA), hvor de monterede sig en øjenmaske, høretelefoner og en magnetisk resonansdisk/klistermærke på håndledet der gennem beroligende musik (binaural beats) havde til formål at få forsøgspersonerne i en drømmelignende mentalt tilstand inden for få minutter. Rækkefølgen af disse to typer lurer blev randomiseret på tværs af forsøgspersonerne, mens rækkefølgen var den samme på tværs af de to dage for den samme forsøgsperson.

### 3.4.3 Databehandling og -analyse

Der blev i alt beregnet 36 HRV-parametre baseret på hhv. ændringer over tid (tidsdomænet) samt ændringer i frekvensindholdet (frekvensdomænet). Disse værdier blev udregnet i tidsperioderne (0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30 og 30-33). Første og sidste tidsperiode blev dog taget ud af analyserne da det virkede til at deltagernes koncentrationsniveau var påvirket af andet en selve kørslen. Ud af de 36 HRV-parametre er ratioen mellem HRV-signalets lav- og højfrekvente indhold (LF/HF) en ret interessant parameter der i flere studier har vist sig at være tæt forbundet med udviklingen af søvnighed (Lu et al. 2022). Denne ratio afspejler balancen mellem parasympatisk og sympatisk nerveaktivitet. En foreslået hypotese er at jo højere højfrekvent indhold i HRV-signalet jo des mere træt er føreren. Mens højt lavfrekvent indhold af HRV-signalet er et tegn på stress. Er både det høj- og lavfrekvente indhold højt er det et udtryk for at føreren er søvnig (se Figur 4).



Figur 4 - Fordeling af subjektive stadier (Vågen, træt, stresset, søvnig) i forhold til intensiteten (power) i hhv. HRV-signalets lav- og højfrekvente indhold.

Den gennemsnitlige reaktionstid, reaktionsfejl samt antallet af kørefejl (antallet af gange køretøjets hjul overskrider midterstriben eller højre kantlinje) blev også udregnet for ovenstående tidsintervaller. Hjernebølgesignalerne, øjenbevægelser og stemmeoptagelserne er endnu ikke blevet analyseret da én af de videnskabelige samarbejdspartnere, der skulle have stået for disse, trak sig fra studiet.

### 3.4.4 Statistisk analyse

For at vurdere den relative pålidelighed/reproducerbarhed mellem de to testdage blev intraklasse-korrelationskoefficienten (ICC) (2,k) (gennemsnit af 2 testdage) beregnet for hver målemetodes måleparametre (22). Manglende data blev ikke inkluderet i analysen. ICC-værdier blev fortolket ved hjælp af følgende kriterier: 0,00-0,39 = dårlig, 0,40-0,59 = rimelig, 0,60-0,74 = god og 0,75-1,00 = fremragende (24,25).

Vi afprøvede både simple regressionsanalyser og maskinlæring til at bestemme hvor nøjagtigt målemetoderne kan identificere træthed og kørefejl. De simple korrelationsanalyser blev udført som Spearman lineære regressionsanalyser.

Maskinlæring er en metode, der anvender kunstig intelligens til at optimere genkendelsen af forskellige mønstre i data, fx de måleparametre/signalmønstre i puls, reaktion og køredata, der forekommer under udvikling af søvnighed og forekomsten af kørefejl. En typisk form for maskinlæring, som blev brugt i dette projekt, var ved hjælp af en såkaldt "overvåget indlæringsmetode" ved brug af en Support Vector Machine. Her blev maskinen "fodret" med en række sande udtryk/input (måleparametre fra HRV), reaktion og køredata, der viser hvornår forskellige grader af søvnighed og kørefejl forekommer, hvormed fordelingen og typen af måleparametre hele tiden justeres, indtil den optimale kombination af variable til at identificere af søvnighed og kørefejl fundet. For hver træningssekvens udtrak vi 16 tilfælde deltageres måleparametre og testede algoritmen af på de resterende 4 deltageres data. For at undersøge den gennemsnitlige nøjagtighed af den trænede algoritme udførte vi denne procedure 100 gange. Nøjagtigheden blev ubestemt ud fra antal

gange maskinlæringsalgoritmens bud (Bud) stemte overens med det faktiske målte (Fakta); Nøjagtighed =  $\frac{\text{sum}(\text{Bud}=\text{Fakta})}{\text{antal Fakta}} \cdot 100$ .

## 4. Resultater og diskussion

### 4.1 Litteraturreview 1

De 67 inkluderede studier identificerede 27 risikofaktorer, som viste en signifikant sammenhæng med trafikulykker for professionelle chauffører. Gennem en semantisk tilgang klassificerede vi herefter de 27 risikofaktorer i seks overordnede kategorier: 1) Organisatoriske faktorer, 2) individuelle faktorer, 3) kvalifikationsfaktorer, 4) chaufførernes tilstand, 5) køreadfærd og 6) eksterne faktorer (Figur 5). Organisatoriske faktorer indebærer ledelses- og organisationsprocesser, som f.eks. hvordan chaufførernes arbejde ledes og organiseres, indkomstpolitikker m.m. Individuelle faktorer omfatter chaufførens personlige karakteristika, som f.eks. alder, køn, kropskomposition m.m. Kvalifikationsfaktorer indebærer blandt andet chaufførens uddannelsesniveau, kørselserfaring og kørekortstype. Chaufførens tilstand omfatter overordnet helbred samt helbredsnedsettende adfærd. Eksterne faktorer involverer risikofaktorer, som ikke er relateret til chaufføren eller organisationen, som f.eks. lasttype, vejr- og vejforhold.

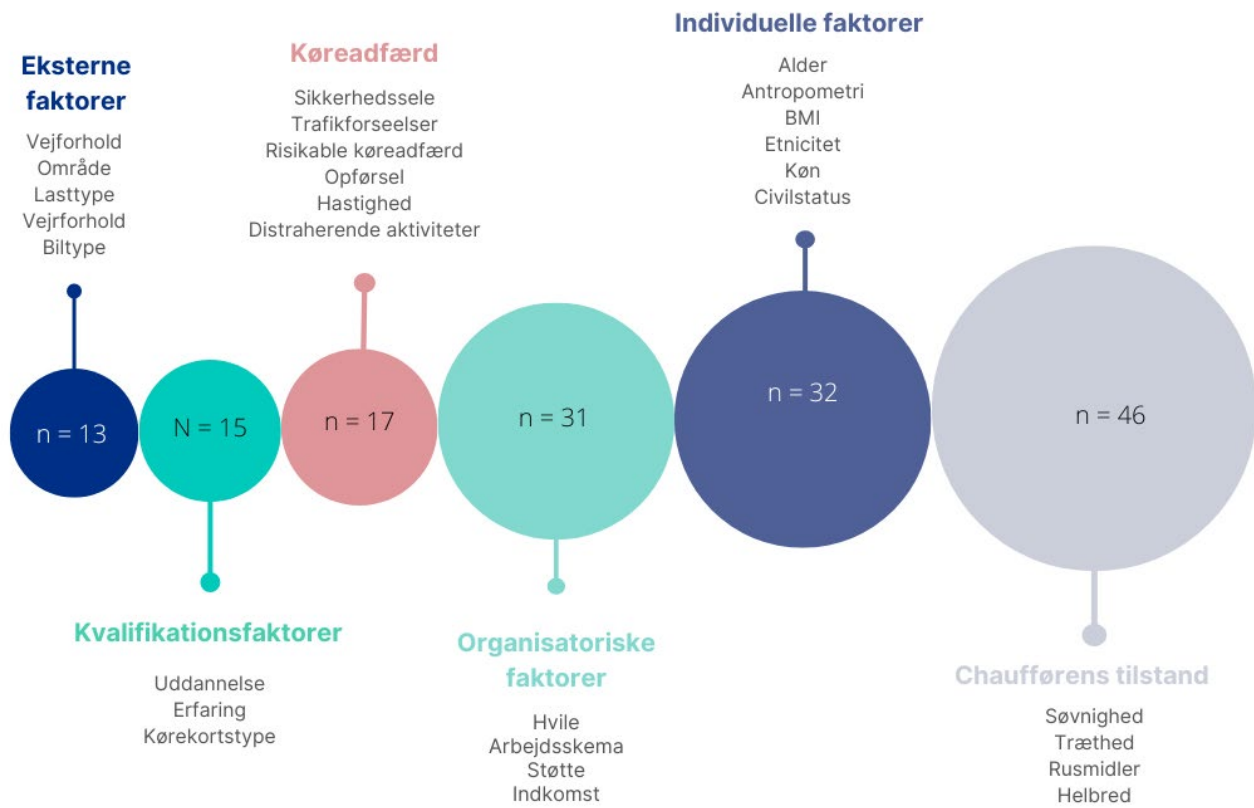
#### 4.1.2 Organisatoriske faktorer

Vi fandt 31 studier, som viste en signifikant sammenhæng mellem organisatoriske risikofaktorer og forekomsten af trafikulykker blandt professionelle chauffører. Halvdelen af disse studier viste en signifikant sammenhæng mellem tid bag rattet samt natte- og aftenvagter og antallet af trafikulykker for alle chaufførtyper. Flere studier af taxa- og buschauffører identificerede også andre, mindre kørespecifikke risikofaktorer, der kunne påvirke kørselssikkerheden, som f.eks. jobsikkerhed, støtte fra ledelsen samt chaufførernes opfattelse af deres indkomstsikkerhed. Gomez-Ortiz et al. (2018) viste, at manglende støtte fra ledelsen øgede risikoen for trafikulykker blandt buschauffører, mens Staplin & Gish (2005) fandt, at en øget forekomst af jobskifte øgede risikoen for trafikulykker blandt lastbilchauffører. La et al. (2013a, b) viste, at en øget opfattelse af indkomstsikkerhed nedsatte risikoen for ulykker blandt bus og taxachauffører. Herudover var følelsen af at have svært ved eller være modvillig i forhold til at informere omkring dårligt helbred en risikofaktor blandt taxa- og buschauffører, hvilket relaterede sig til ledelsesstøtte (Baba et al. 2019; Miyama et al. 2020). F.eks. fandt Baba et al. (2019), at de taxachauffører, som havde svært ved eller var modvillige i forhold til at informere omkring dårligt helbred havde en 2,29 gange så høj risiko for at være involveret i en ulykke eller tæt-på-hændelse sammenlignet med chauffører, som fandt det nemt at informere om dette. Endvidere blev følelsen af manglende organisatorisk retfærdighed også identificeret som en risikofaktor for bus og taxachauffører, hvilket relaterer sig til jobtilfredshed og ledelsesstøtte (Kim & Chung 2019). Baseret på ovenstående er det derfor vigtigt at sikre tilstrækkelig støtte fra ledelsen, f.eks. ved at skabe en følelse af organisatorisk retfærdighed og tillid, for at øge kørselssikkerheden blandt bus og taxachauffører.

Nærværende litteraturreview understøtter en del af resultaterne fra et tidligere systematisk review af Robb et al. (2008), som også fandt adskillige studier af høj metodisk kvalitet, der identificerede en række risikofaktorer for arbejdsrelaterede trafikulykker. De mest undersøgte af disse risikofaktorer var blandt andet brugen af rusmidler, helbredsparametre, kørselserfaring samt tid bag rattet. Til forskel fra studiet af Robb et al. (2008) giver nærværende review mulighed for at sammenligne risikofaktorerne for forskellige jobtyper på grund af det højere antal inkluderede studier.

Laboratoriestudier har vist, at en lur kan være en effektiv måde at reducere kørselsrelateret træthed (Hashemi Nazari et al. 2017). Nærværende review fandt dog ikke mange studier, som havde undersøgt denne

# Risikofaktorer



Figur 5 – Overblik over rammesætningen for litteraturreviewet, som viser antallet af studier for hver af de identificerede kategorier af risikofaktorer for arbejdsrelaterede trafikulykker.

organisatoriske risikofaktor. Kun to ud af de seks studier, som har undersøgt effekten af en lur eller friheden til at kunne tage pauser, fandt en signifikant effekt på forekomsten af trafikulykker (Salminen et al. 2005; Garbarino et al. 2016). Til trods for disse resultater kan indlagte pauser stadig potentielt reducere træthed og øge årvågenhed under kørslen (Hashemi Nazari et al. 2017). Effekten af indlagte pauser bør dog yderligere undersøges i større, longitudinelle studier.

En anden iøjnefaldende organisatorisk risikofaktor var indflydelsen af ventetid eller arbejdstid, hvor der ikke køres, som dog kun blev undersøgt i meget få studier. F.eks. viste Tzamalouka et al. (2005), at risikoen for at være involveret i en trafikulykke steg i takt med mængden af arbejdstid uden kørselsaktivitet blandt græske lastbils- og buschauffører. Arbejdstid uden kørselsaktivitet består blandt andet af ventetid, kundeinteraktion samt på- eller aflæsning af gods. Disse aktiviteter kan potentielt kompromittere kørselssikkerheden ved at øge presset på chaufføren i forhold til at kunne nå deres deadlines. Et andet studie har også vist, at en delvis prioritering af kundeservice og kørselssikkerhed øger risikoen for trafikulykker, sammenlignet med kun at prioritere kørselssikkerhed (Malka et al. 2018). Øget organisatorisk fokus på at forbedre ruteplanlægningen, med særlig prioritering af kørselssikkerheden, kan derfor være et vigtigt initiativ til at nedsætte antallet af arbejdsrelaterede trafikulykker.

### 4.1.3 Individuelle faktorer

Toogtredive af de inkluderede studier involverede individuelle risikofaktorer. Mere end halvdelen af disse (56 %) viste en højere risiko for arbejdsrelaterede trafikulykker blandt yngre og ældre chauffører sammenlignet med midaldrende chauffører på tværs af alle jobtyper. Disse fund indikerer hermed en u-formet kurve for den aldersrelaterede risiko for arbejdsrelaterede trafikulykker (Dorn & af Wåhlberg 2008; Feng et al. 2016). Dette fænomen kan blandt andet være et resultat af, at yngre chauffører har mindre kørsels erfaring (Ryan et al. 1998), underudviklede opfattelsesegenskaber (Lee et al. 2008) og en tendens til at underestimere risikoen for ulykker (Weinstein 1980). Sidstnævnte kan hermed føre til, at yngre chauffører udviser mere risikobetonet adfærd, blandt andet ved at bruge rusmidler (Scott-Parker et al. 2015), køre for stærkt (Hasselberg & Laflamme 2009) eller lave flere trafikforseelser (Lucidi et al. 2010). For ældre chauffører kan den øgede risiko herimod være relateret til mere fysiske faktorer, som f.eks. reaktionstid (Keskinen et al. 1998; Savolainen et al. 2011), dårlig hørelse (Green et al. 2013) eller syn (Huisinigh et al. 2015), samt kognitiv processeringstid (Owsley et al. 2011). Andre studier har dog indikeret, at den u-formede kurve kan være skævvredet eller ikke-eksisterende, da de ældre chauffører har kørt flere kilometer (Langford et al. 2006). På trods af denne mulige bias kan organisatoriske forebyggelsesinitiativer med fordel have særligt fokus på sikkerhedstræning for yngre chauffører samt ældre chaufførers fysiske og mentale helbred.

4 ud af 9 studier, der undersøgte effekten af køn, viste, at mænd havde en større risiko for at være involveret i arbejdsrelaterede trafikulykker. Der var dog ét studie, som fandt en højere risiko for kvinder (Lam 2004). Mere specifikt viste Lam (2004), at kvindelige taxachauffører havde 2,5 gange så høj risiko for trafikulykker sammenlignet med mandlige chauffører.

En tredjedel af de inkluderede studier omkring individuelle risikofaktorer viste, at omkredsen af halsen, BMI og etnicitet viste en signifikant sammenhæng med forekomsten af trafikulykker. Herudover viste 1 af 7 studier, der undersøgte civilstatus, en øget risiko for trafikulykker, hvis chaufføren var ugift (Wang et al. 2021).

### 4.1.4 Kvalifikationsfaktorer

Vi fandt 15 studier, som undersøgte kvalifikationsfaktorer. Størstedelen af disse studier undersøgte sammenhængen mellem kørsels erfaring og risikoen for trafikulykker, men kun 4 af disse 14 studier fandt en signifikant forebyggende effekt (Hamed et al. 1998; Salminen et al. 2005; Dorn & af Wåhlberg 2008; Wang et al. 2015; Oliveira et al. 2016). Oliveira et al. (2016) viste, at mere kørsels erfaring reducerede risikoen for trafikulykker, men kun hvis deres statistiske model blev justeret for stress, mentalt helbred, stofmisbrug, søvnkvalitet samt for meget søvn i dagtimerne. Til gengæld fandt Ebrahimi et al. (2015), at mere kørsels erfaring øgede risikoen for trafikulykker blandt flere typer professionelle chauffører i Iran. Dette resultat kan indikere, at mere kørsels erfaring kan føre til, at chauffører er mindre forsigtige i trafikken. Et studie af La et al. (2013b) understøtter muligvis denne forklaring. De viste, at personer med C-kørekort, eller derover, og professionel kørsels erfaring havde en forøget risiko for at være involveret i trafikulykker, selvom deres model var justeret for individuel kørsels erfaring. Forfatterne af dette studie argumenterede for, at denne gruppe potentielt var overmodige og hermed mere risikovillige i trafikken. Et andet interessant fund fra dette studie var, at deltidschauffører havde en dobbelt så stor risiko for at være involveret i trafikulykker sammenlignet med fuldtidschauffører. Kun 1 ud af 6 studier, som undersøgte uddannelsesniveau, viste, at ingen uddannelse var en signifikant risikofaktor for trafikulykker blandt nigerianske langturschauffører. Forebyggelsestiltag, som adresserer risikovillig eller overmodig kørsel blandt især unge chauffører med

mindre kørsels erfaring bør derfor prioriteres for at reducere arbejdsrelaterede trafikulykker relateret til kvalifikationsfaktorer.

#### **4.1.5 Chaufførernes tilstand**

46 studier havde undersøgt chaufførens tilstand som en risikofaktor for trafikulykker. Det inkluderede blandt andet risikoen forbundet med dårlig søvn eller træthed, stof- og alkoholpåvirkning samt misbrug, og forskellige helbredsparametre, som f.eks. søvnforstyrrelser, forhøjet blodtryk samt nedsat mental kapacitet. Seks ud af 15 studier viste, at træthed var en signifikant risikofaktor for trafikulykker, mens mere end trefjerdedele af studierne af helbredsparametre ligeledes fandt signifikante risikofaktorer indenfor mindst en af ovennævnte faktorer. Næsten halvdelen af studierne omkring stof- og alkoholpåvirkning viste, at dette udgør en signifikant risikofaktor, herunder påvirkning af eksempelvis antidepressiv medicin.

Organisatoriske interventioner til at reducere risikoen forbundet med chaufførernes tilstand kunne eksempelvis indebære sundhedsfremmende uddannelseskampanjer. Dette er dog udfordrende at implementere for transportfirmaer, idet chaufførerne kører i langt størstedelen af deres arbejdstid og derfor kan være svære at samle til kurser, træning eller lign. De betydelige omkostninger forbundet med arbejdsrelaterede trafikulykker bør dog stadig kunne retfærdiggøre at investere i denne type forebyggelsestiltag (European Transport Safety Council 2003). En anden tilgang kunne være at tilbyde sunde måltider og snacks til chaufførerne. Dette kan bidrage til at stabilisere deres blodsukker og herved undgå store fluktuationer i energiniveau, som kan nedsætte opmærksomhed og køreegenskaber (Ahmed 2010). Nedsat blodglukoseregulering er tidligere blevet forbundet med en 1,76 gange forøget risiko for trafikulykker i et longitudinelt studie af diabetikere, som ikke anvendte insulin (Laberge-Nadeau et al. 2000). Chauffører bør derfor være påpasselige med at anvende fødevarer med et højt glukoseindhold under kørsel, da insulinresponsen kan medføre efterfølgende træthed. Det kan generelt være udfordrende for transportvirksomheder at reducere risikoen forbundet med chaufførernes tilstand, da det oftest er relateret til personlige valg i deres fritid og derfor kan anses som uetisk. En leder kan f.eks. opfordre en chauffør til at sove mere, men kan ikke tvinge dem til at gøre det, da dette er et privat anliggende, som også kan være forbundet med et underliggende helbredsproblem. Det er dog blevet foreslået i tidligere studier, at virksomhederne eksempelvis kan tilrettelægge arbejdstiden ud fra chaufførernes kronotype (eller døgnrytme) for at reducere oplevelsen af træthed under kørslen (Del Rio-Bermudez et al. 2014; Correa et al. 2014). Træthedsrisikoanalyse er en anden tilgang, som gennem et uddannelsesforløb kan hjælpe chauffører med at genkende tegn på og konsekvenserne af træthed (Michon 1985). Lurer, koffein, lyseksposering samt anvendelsen af melatonin supplementer og sovemedicin til at forbedre ens nattesøvn er blevet fundet effektive til at kunne minimere træthed under kørsel i laboratoriestudier (Pallesen et al. 2010). Transportvirksomheder kan derfor forsøge at understøtte anvendelsen af disse selvadministrerede foranstaltninger for deres chauffører. Endeligt, så bør virksomhederne ligeledes overveje at integrere træthedsgenkendelsessystemer baseret på fysiologiske mål, som f.eks. øjenbevægelser samt pulsvariabilitet (Sahayadhas et al. 2012; Fernández et al. 2016; Shi et al. 2017).

#### **4.1.6 Køreadfærd**

Vi fandt 17 studier, som involverede køreadfærd. Mere end halvdelen af disse studier viste, at hastighed og tidligere trafikforseelser var signifikante risikofaktorer for trafikulykker indenfor alle jobgrupper. I de seneste år peger flere studier også på, at distraherende aktiviteter, f.eks. anvendelsen af mobiltelefon, også udgør en signifikant risikofaktor (Asefa et al. 2015; Thiese et al. 2015; Harland et al. 2016; Zhang et al. 2017).



Et nyligt systematisk review konkluderede, at telefonsamtaler nedsætter forskellige køreegenskaber, herunder reaktionstid, stimuleringsopfattelse og antallet af sammenstød, lige meget om der anvendes en håndholdt eller håndfri telefon (Caird et al. 2018). Forfatterne tillagde de nedsatte køreegenskaber til øget uopmærksomhed, grundet den yderligere mentale belastning forbundet med telefonsamtalen. Dette indikerer, at samtaler under kørslen kompromitterer trafiksikkerheden, underordnet hvilken type kommunikationsudstyr der anvendes eller om samtalen er privat- eller arbejdsrelateret. Af denne årsag bør virksomheder forsøge at minimere al form for kommunikation og interaktion med diverse enheder under kørslen, f.eks. ved tilstrækkelig planlægning og kommunikation om ruten, gods m.m. På trods af, at studiet af Caird et al. (2018) ikke involverede deltidschauffører, så har et nyligt studie vist, at deltidschauffører under Uber og Deliveroo bliver særligt distraheret af deres mobiltelefoner, føler sig presset til at foretage trafikforseelser for at undgå forsinkelser samt oplevede træthed under kørslen (Christie & Ward 2019). Denne relativt uregulerede arbejdsform kan hermed udgøre en risiko for både trafiksikkerheden og chaufførerne. Overvågningsudstyr i førerhusene kan være en måde at registrere og tilskynde chaufføren til at reducere telefonsamtaler under arbejdsførelse, mens bødere ligeledes kan have en lignende effekt.

Fremtidige studier bør undersøge lønsomheden af forebyggelsesinitiativer målrettet køreadfærd, hvilket også kan betegnes som individuelle faktorer. Rienstra et al. (2000) foretog en økonomisk evaluering af transportvirksomheders initiativer til at øge trafiksikkerheden og fandt, at større virksomheder oplevede højere lønsomhed. Forebyggelsesinitiativer, som målrettes den individuelle chaufførs køreadfærd, er generelt billigere og mindre organisatorisk krævende at implementere, hvilket gør disse mere attraktive for transportvirksomheder (Rienstra et al. 2000). Elvik (2003) fandt, at frivillig sikkerhedsuddannelse af bus og lastbilchauffører i Norge resulterede i en lønsomhedsratio på 2,2 for det offentlige system, mens denne ratio steg til 9,5, hvis der ligeledes blev implementeret trafikinspektioner langs vejene. Lignende initiativer kunne potentielt have en tilsvarende effekt i transportvirksomheder (Elvik 2003).

#### **4.1.7 Eksterne faktorer**

Der var 13 studier, som undersøgte eksterne risikofaktorer. To tredjedele af studierne viste en sammenhæng mellem kørselsområdet (f.eks. land eller by) og vejforhold (f.eks. våde eller glatte veje), og risikoen for trafikulykker. Sæson og vejrforhold blev identificeret som en risikofaktor blandt lastbilchauffører (Adejgbagbe et al. 2015; Hong et al. 2019), mens disse forhold havde mindre betydning for taxa- og buschauffører (Hamed et al. 1998; Lam 2004). Andre signifikante risikofaktorer var relateret til selve bilen, som f.eks. bilens type og bremsefejl. Lasttype blev også identificeret som en risikofaktor i et af de identificerede studier (Tzamalouka et al. 2005).

En nyligt opstået diskussion indenfor dette område omhandler risikoen relateret til meget store lastbiler, såkaldte *megatrucks*, som har potentiale til at øge produktiviteten grundet en øget lastkapacitet. Et nyligt studie af Castillo-Manzano et al. (2021) viste, at selvom denne type lastbiler var involveret i færre trafikulykker, så var den færdselsrelaterede dødsrate højere i de europæiske lande, hvor disse lastbiler opererer. For at undgå en potentiel forværring af trafiksikkerheden, bør der udvikles specifikke organisatoriske strategier for den type lastbiler, som f.eks. øget sikkerhedsstræning for chaufførerne.

#### **4.1.8 Metodiske begrænsninger**

Litteraturreview 1 i denne rapport har flere metodiske begrænsninger, der bør tages forbehold for i fortolkningen af studiets resultater. Selvom litteratursøgningen identificerede adskillige studier af moderat til høj kvalitet, så var det næsten udelukkende tværsnitstudier. Af denne grund kunne nærværende

litteraturreview ikke udpege nogle kausale sammenhænge mellem de identificerede risikofaktorer og forekomsten af trafikulykker grundet manglen på longitudinelle studier, som inkluderede kontrolgrupper. Grundet de svage design af de inkluderede studier var det ikke muligt for nærværende review at efterleve anbefalingerne til systematiske reviews og metaanalyse. Af denne grund var det kun muligt at kvalitetsvurdere studierne ud fra en tilgang, som passer til vurderingen af tværsnitstudier. Endvidere anvendte vi en mere kvalitativ og stemmeoptællingsbaseret tilgang til at fortolke resultaterne, som indebar at estimere den overordnede validitet og signifikans af hver risikofaktor baseret på overensstemmelsen af de relaterede studier. En anden svaghed i undersøgelsen var, at langt størstedelen af studierne anvendte spørgeskemaer og interviews til at bestemme forekomsten af både risikofaktorerne og forekomsten af trafikulykker, hvilket kan være associeret med tilbagekaldelsesbias (Coughlin 1990). Validiteten af disse undersøgelser kunne blandt andet forbedres ved at måle eksponeringerne objektivt/teknisk. Fremtidige studier bør derfor prioritere anvendelsen af tekniske målinger til at undersøge de mest prominente risikofaktorer, som f.eks. mængden og typen af søvn, træthed eller distraherende aktiviteter. Herigennem vil det være muligt at estimere hvordan, hvornår og i hvilken grad risikofaktorerne påvirker trafiksikkerheden. Denne tilgang vil herudover gøre det nemmere at målrette fremtidige forebyggelsesinitiativer indenfor området.

Der er generelt brug for yderligere dybdegående studier til at skabe en mere komplet forståelse af de mekanismer, der forårsager arbejdsrelaterede trafikulykker. Det vil dog stadig være brugbart for organisationer at udvikle forebyggelsesinitiativer, da det kan synliggøre vigtige aspekter og områder af sikkerhedsarbejdet. Endeligt bør det understreges, at selvom nærværende review tydeliggjorde, at der er forskellige risikofaktorer forbundet med de forskellige jobgrupper indenfor transportindustrien, skal disse fund tages med et vist forbehold, grundet det lave antal af studier indenfor flere af kategorierne af risikofaktorer.

## 4.2 Litteraturreview 2

Uopmærksomhed kan opstå gradvist som følge af stress- eller træthedsudvikling eller som momentane distraktioner i forbindelse med eksempelvis mobiltelefoni og navigation (Fernández et al. 2016). Advarsels- og monitoreringssystemer til at identificere distraktioner under kørsel er endnu ikke bredt udbredt i lastbiler og personbiler. De eksisterende systemer er typisk begrænsede til kun at identificere den gradvise udvikling af træthed og ikke særlig velegnede til at detektere pludseligt opståede distraktioner. Advarsels- og monitoreringssystemer bør optimalt kunne identificere alle typer distraktioner, som kan kompromittere færdselssikkerheden uden at give falske alarmer. Herudover bør et sådant system påvirke kørslen mindst muligt, så chaufføren ikke bliver forstyrret eller nødt til at betjene systemet manuelt.

Dette litteraturreview fokuserede kun på metodologier til at identificere distraktioner og inkluderede dermed ikke metodologier til at identificere træthed eller advarselssystemer. Metodologierne blev opdelt i forhold til hvilken type distraktion de identificerede: manuel (f.eks. at fjerne hænderne fra rattet eller fødderne fra pedalerne), visuel (fjerne blikket fra vejen) og kognitiv distraktion (kognitiv aktivitet ikke relateret til kørslen, som f.eks. en samtale). Disse tre typer distraktioner kan forekomme isoleret eller i kombination (f.eks. interaktion med et GPS-system, som kræver, at føreren ser på en skærm, tænker over hvad der skal indtastes og herefter indtaster en adresse). Nærværende review forsøgte at fremhæve den kombination af målemetoder, klassifikationsalgoritmer- og variable, som resulterede i den mest nøjagtige identificering af de tre typer distraktion samt var mest velegnede til at indgå i et advarsels- og monitoreringssystem.

Litteratursøgningen genererede i alt 3426 studier. Efter at have fjernet dubletter og gennemgået fuldtekstartiklerne, fandt vi 41 studier, som levede op til inklusionskriterierne. De inkluderede studier blev publiceret i perioden 2004-2021 og undersøgte alle nøjagtigheden af metodologier til at identificere distraktioner under naturlig og simuleret kørsel i biler, busser eller lastbiler. Studierne viste, at der fandtes flere forskellige kombinationer af målemetoder, enten enkelte metoder eller flere metoder kombineret, klassifikationsalgoritmer og -variable, der med moderat til høj nøjagtighed kunne identificere en eller flere af de tre typer distraktion (se Figur 6). Disse metodologier har både fordele og ulemper, hvilket blandt andet er en konsekvens af de eksperimentelle målemetoder, der anvendes, og de relaterede variable. F.eks. kan pålideligheden af en øjesporingsmetode nemt blive reduceret under skiftende lysforhold eller hvis chaufføren flytter hovedet væk fra måleområdet (Paxion et al. 2014). Samtidig kan ændringer i chaufførens fysiske- eller mentale tilstand påvirke målinger af kognitiv belastning og uopmærksomhed (Paxion et al. 2014). På grund af disse begrænsninger har forskere foreslået at anvende mere end en målemetode til at identificere distraktioner med større pålidelighed (Mehler et al. 2009). Det kan dog være udfordrende at vælge den optimale kombination af målemetoder, som komplimenterer hinanden og samtidig påvirker chaufføren mindst muligt. I det følgende vil vi derfor forsøge at fremhæve hvilke enkelte og kombinationer af målemetoder samt klassifikationsalgoritmer, der har vist sig mest anvendelige til at identificere hver type distraktion. Herudover vil vi diskutere potentialet i at kombinere forskellige målemetoder for at forbedre denne type systemers klassificering af distraktion.

#### **4.2.1 Metoder til at identificere alle typer distraktion**

Vi fandt 18 studier, som havde undersøgt metodologier til at identificere alle tre typer uopmærksomhed. Klassificeringsnøjagtigheden varierede mellem 62,3 og 96,2 %, og de mest anvendte eksperimentelle data var hovedbevægelser og ansigtsudtryk (n = 8), blikretning (n = 7) samt køretøjsdata (n = 6). To tredjedele af studierne anvendte en kombination af flere målemetoder, men denne tilgang viste ikke tydeligt bedre resultater end studier, som kun anvendte én eksperimentel målemetode. Tre af de 5 studier, som klassificerede alle tre typer distraktion med højest nøjagtighed, anvendte en kombinationen af hoved- og øjemål. Dehzangi et al. (2018) fandt dog den højeste klassifikationsnøjagtighed på tværs af de studier, der klassificerede alle typer distraktioner. De udviklede en metodologi baseret på en enkelt målemetode, navnlig Galvanic Skin Response, som klassificerede de tidspunkter, hvor førerne skrev tekstbeskeder og talte i telefon under kørsel med en nøjagtighed på 94,8 %. Køretøjsdata (n=3), blikretningsmål (n=1) og bevægelsesanalyse (n=1) viste også relativt høj nøjagtighed til at klassificere alle typer distraktioner blandt studierne, som kun anvendte én målemetode. F.eks. brugte Li et al. (2017) køretøjsdata under almindelig kørsel, specifikt en kombination af rattets bevægelse og estimeringer af køretøjets hastighed, til at træne en maskinlæringsalgoritme, som herefter kunne klassificere distraktion med 95% nøjagtighed.

#### **4.2.2 Metoder til at identificere manuel distraktion**

Vi fandt 21 studier, som undersøgte forskellige tilgange til at identificere manuel distraktion. Klassifikationsnøjagtigheden varierede mellem 62,3 % og 96 %. Den hyppigst anvendte metode var hovedbevægelser (n=9), blikretningsmål (n=8) og køretøjsdata (n=6). Alotaibi & Alotaibi (2020) opnåede den højeste klassifikationsnøjagtighed på 96 % ved at anvende billedanalyse samt øje- og hovedbevægelser. På trods af at manuel distraktion ofte involvere, at chaufføren flytter hænderne væk fra rattet, var der kun fire studier, som målte hændernes bevægelse (Gallahan et al. 2013; Koesdwiady et al. 2015; Eraqi et al. 2019; Li L et al. 2020). Koesdwiady et al. (2015) anvendte trykmålere i rattet og ryglænet samt billedanalyse til at



identificere uopmærksomme handlinger, såsom telefonopkald og navigation. De anvendte herefter en maskinlæringsalgoritme til at klassificere normal, uopmærksom og træt tilstand. Studiet opnåede en klassifikationsnøjagtighed på 84,8 % ved at anvende trykmålinger alene. Da de anvendte en kombination af variable fra trykmålingerne og videoanalysen samtidigt, opnåede de en nøjagtighed på 91,5 %.

Neural Network algoritmer var de generelt mest anvendte til at identificere manuel distraktion (n=7), og blev også anvendt i de tre metodologier, som opnåede de højeste klassifikationsnøjagtigheder. De fleste moderne advarsels- og monitoreringssystemer inkorporerer sensorer i rattet, som kan advare chaufføren, hvis de flytter hænderne fra rattet i en betydelig periode. I tillæg til denne type system kunne det være fordelagtigt at inkorporere trykmålere i ryglænet samt et kamerabaseret system til at måle øje- og hovedbevægelser. På denne måde vil systemet kunne måle de fleste typer manuel distraktion uden at kræve interaktion fra chaufføren.

#### **4.2.3 Metoder til at identificere visuel distraktion**

Niogtyve studier undersøgte metodologier til at identificere visuel distraktion med en klassifikationsnøjagtighed mellem 62,3 % og 98,5 %. De oftest anvendte og mest nøjagtige metodologier var baseret på målinger af blikretning og hovedbevægelser, hvilket blev anvendt i henholdsvis 17 og 15 studier. Dette var forventeligt, idet visuel distraktion typisk forbindes med at fjerne blikket fra køreretningen. På baggrund af dette bør et kamerabaseret system i førerhuset være en valid og ikke-påtrængende metode til at måle hvor ofte og i hvor lang tid blikket fjernes fra køreretningen. Chien et al. (2017) klassificerede visuel distraktion under natkørsel med en nøjagtighed på 94,3 % baseret udelukkende på blikretningsmålinger. Blikretningsmålinger kan give høj validitet i forhold til at forudsige risikoen for ulykker, da det at fjerne blikket fra køreretningen i kun to sekunder er blevet associeret med en fordobling af risikoen for en trafikulykke eller nærvedulykke (Klauer et al. 2006). Hurtig identificering af visuel distraktion er derfor essentiel for at reducere forekomsten af trafikulykker. På baggrund af den gennemgåede litteratur vurderer vi, at inkorporeringen af et videokamera i førerhuset til at måle øje- og hovedbevægelser kan være en værdifuld, ikke-påtrængende tilføjelse til et advarsels- og monitoreringssystem.

#### **4.2.4 Metoder til at identificere kognitiv distraktion**

Litteratursøgningen genererede 37 studier, som havde undersøgt en række metodologier til at identificere forskellige typer kognitiv distraktion, såsom at skrive tekstbeskeder, samtaler, navigering samt hukommelses- eller reneopgaver. Klassifikationsnøjagtigheden for disse studier varierede mellem 71,1 og 98,5 %. De oftest anvendte metoder var målinger af blikretning (n=18), hovedbevægelser og ansigtsudtryk (n=16), samt køretøjsdata (n=15). Selvom det er udfordrende at fremhæve én bestemt metode som overlegen, så blev blikretningsmålinger anvendt i 4 ud af de 5 studier, der havde den højeste klassifikationsnøjagtighed (Weller & Schlag 2009; Liu et al. 2015b; Liao et al. 2016; Alotaibi & Alotaibi 2020). De variable, som kan bestemmes på baggrund af øjesporing, inkluderer blandt andet pupilstørrelse, blinkrate samt varighed af at have blikket rettet væk fra køreretningen. Disse variable er ofte blevet anvendt til at identificere kognitiv distraktion (se oversigt i Marquart et al. (2015)). Blinkrelaterede markører, såsom hvor lukkede chaufførens øjne er, kan indikere kognitiv belastning og træthed (Hancock and Desmond 2000), men det kan være udfordrende at diskriminere mellem kognitive stadier alene baseret på denne måling.

Vi fandt kun et studie, som anvendte EEG til at identificere kognitiv distraktion, hvilket ellers anses som værende den førende metode til at måle kognitive tilstande. Wali et al. (2013) undersøgte, hvorvidt EEG-målinger kunne anvendes til at identificere distraktion under fire auditive-visuelle distraktionsscener, som

involverede at navigere, betjene musikanlægget, skrive korte beskeder samt en række andre kognitivt belastende aktiviteter. Distraktionen forbundet med disse opgaver blev herefter kategoriseret i niveauer baseret på varigheden (neutral, lav, medium og høj). Forfatterne fandt, at en bestemt kombination af hjernebølger og en maskinlæringsalgoritme (Subtractive Fuzzy Clustering Probabilistic Neural Network) gjorde det muligt at diskriminere mellem disse fire niveauer af distraktion med 79,2 % nøjagtighed. Studiet demonstrerede desuden, at antallet af distraktionsniveauer det er muligt at diskriminere imellem er et andet parameter, som kan medtages i evalueringen af advarsels- og monitoreringssystemer. Et eksempel på denne tilgang er studiet af Murugan et al. (2020), som undersøgte nøjagtigheden af puls og pulsvariabilitet til at diskriminere mellem forskellige kognitive tilstande. Studiet viste, at kombinationen af disse målinger og maskinlæring (Ensemble) kunne diskriminere mere nøjagtigt mellem to kognitive tilstande (94,9 %) sammenlignet med fem tilstande (58,3 %). I et review af metoder til at estimere kognitiv belastning under kørsel konkluderede Paxion et al. (2014), at gennemsnitlig puls og pulsvariabilitet var de fysiologiske mål, som korrelerede bedst med kognitiv belastning.

Ovenstående fund taget i betragtning, så virker der ikke til at være enstemmighed omkring, hvilke målemetoder er de mest sensitive og robuste til at identificere kognitiv distraktion. Denne konklusion understøtter hermed et andet nyligt review omkring metoder til at identificere distraktion af Kashevnik et al. (2021).

#### **4.2.5 Hvordan udvælges den bedste klassificeringsalgoritme?**

Som henvist til ovenfor, opnås den højeste klassifikationsnøjagtighed ofte ved at kombinere flere typer data. De oftest anvendte klassifikationsalgoritmer til dette formål var Support Vector Machine (n=12), Neural Networks (n=10) og Ensemble (n=9). Support Vector Machine blev anvendt til at identificere forskellige typer distraktion i størstedelen af de studier, som anvendte køretøjsdata. Et omfattende studie af McDonald et al. (2020) sammenlignede en række mål, algoritmer og klassifikationsvariable til at identificere manuel, visuel og kognitiv distraktion. Studiet viste, at Random Forest klassifikation præsterede bedst ud af 21 forskellige typer klassifikationsalgoritmer. Herudover fandt de, at køretøjsdata (f.eks. acceleration, bremsekraft, hastighed, position på vejbanen m.m.) præsterede bedre end fysiologiske data (f.eks. sved, puls, åndedræt m.m.) til at identificere, hvornår chauffører skrev tekstbeskeder eller blev kognitivt belastede gennem matematiske og analytiske spørgsmål. I forhold til valget af algoritmer viste studiet, at Random Forest klassifikation opnåede den højeste nøjagtighed på omkring 86 % baseret udelukkende på køretøjsdata. I et lignende studie af Gjoreski et al. (2020) sammenlignede de forskellige maskinlæringsalgoritmers nøjagtighed baseret på en fusion af forskellige typer fysiologisk data, video- og termokamera, øjesporing samt estimering af chaufførens følelsesmæssige tilstand. Studiet fandt, at Gradient Boosting og Neural Network algoritmer opnåede den højeste F1 klassificeringsscore på 87 %. Et andet nyligt studie af Wang et al. (2022) viste til gengæld, at en tovejs Long Short-Term Memory (LSTM) klassifikationsalgoritme var bedre end en række andre algoritmer til at identificere, hvornår chauffører anvendte deres mobiltelefoner under kørslen baseret på køretøjsdata (Wang et al. 2022). Samlet set indikerer ovenstående studier, at det er essentielt at vælge den rigtige klassifikationsalgoritme for hver kombination af tilgængelige mål og typer af distraktioner, der ønskes identificeret. Samtidig viser studierne også, at anvendelsen af adskillige komplekse målemetode, som f.eks. fysiologiske metoder, ikke altid resulterer i højere klassifikationsnøjagtighed end mere simple målemetoder, såsom køretøjsdata.

#### **4.2.6 Sensitivitet og specificitet**

Tilstrækkelig sensitivitet og specificitet er vigtige parametre at medtage i evalueringen af advarsels- og monitoreringssystemer (Parikh et al. 2008). Høj sensitivitet indikerer, at et system kan identificere det ønskede udfald, f.eks. distraktion, mens specificitet vedrører, hvorvidt systemet samtidigt kan identificere andre udfald, som f.eks. opmærksom eller normal kørselstilstand (Parikh et al. 2008). Med andre ord vil et system med lav sensitivitet ikke være tilstrækkeligt til at identificere distraktioner under kørsel, mens et system med lav specificitet vil give falske alarmer, hvorved normale kørselstilstande vil blive ukorrekt klassificeret som uopmærksomme. Omkring et ud af fem af de inkluderede studier rapporterede specificitet (n=6) og sensitivitet (n=8). Liu et al. (Liu et al. 2015b) viste eksempelvis, at anvendelsen af Support Vector Machine og semi-superviseret maskinlæring (SSML) på et datasæt bestående af øje- og hovedbevægelser opnåede høj klassifikationsnøjagtighed (97,2 %), sensitivitet (98,2 %) og specificitet (93,9 %) i forhold til at identificere distraktioner i realtid. Forfatterne konkluderede, at SSML præsterede bedre end mere traditionelle superviserede metoder (f.eks. superviseret klusteranalyse), og at SSML samtidigt kun behøvede en lille mængde træningsdata. Træningsdata er det datasæt, som anvendes til at træne maskinlæringsalgoritmen i at genkende mønstre, hvorefter algoritmen kan evalueres på et andet, ukendt datasæt. SSML kan derfor være en kosteffektiv metode til at forbedre sensitiviteten, specificiteten samt undersøge pålideligheden af advarsels- og monitoreringssystemer baseret på en relativt lille mængde træningsdata.

Lav specificitet kan potentielt også medføre, at chauffører vil ignorere systemets advarselssignaler, hvis der er for mange falske alarmer. Et studie af Naujoks et al. (2016) viste dog en modsatrettet tendens. De undersøgte effekten af et advarselssystem på pålidelighed, advarsels- og signaltype på chaufførernes villighed til at efterleve systemets advarsler. Studiet viste, at lav pålidelighed kun påvirkede chaufførernes indvilligelse ved brug af visuelt-auditive signaler. Chaufførerne vurderede hertil, at kun falske, og ikke unødvendige alarmer, var generende og hermed påvirkede deres oplevelse af systemet negativt. På trods af disse resultater fandt studiet en reduktion i sikkerhedskritiske tilfælde samt tiden det tog før chaufførerne bremsede op, når de kørte med advarselssystemet. Det lader hermed til, at anvendelsen af et advarselssystem under kørslen paradoksalt øger chaufførers opmærksomhed, selvom systemet giver unødvendige advarsler.

#### **4.2.7 Pålidelighed**

Ingen af de inkluderede studier testede pålideligheden af deres metodologier over flere dage. Det vides derfor kun til dels, hvorvidt de præsenterede metodologier er pålidelige på tværs af forskellige forsøgspersoner samt over en længere måleperiode på samme dag (f.eks. et par timer), mens den potentielle variation mellem forskellige måledage er uvis. Dette er kritisk, idet der er mange faktorer, som kan påvirke både målemetoderne og udfaldsmålene. F.eks. kan forskelle i forsøgspersonernes følelsesmæssige tilstande og lysforhold fra dag til dag påvirke præstationen af advarsels- og monitoreringssystemer. Det er derfor essentielt, at denne type metodologiers pålidelighed undersøges over forskellige dage med varierende vejr- og lysforhold.

#### **4.2.8 Gennemførlighed, påtrængenhed og fremtidige udfordringer**

Som henvist til ovenfor, så bør advarsels- og monitoreringssystemer påvirke kørslen og chaufføren mindst muligt, foruden at være tilstrækkelig nøjagtige og pålidelige. Nærværende review fandt adskillige metoder, såsom fysiologiske, adfærdsmæssige og køretøjsbaserede, som alle viste styrker og svagheder i forhold til

præcist at kunne identificere distraktioner under kørsel. Størstedelen af de fysiologiske metoder til at måle distraktioner er påtrængende, som f.eks. EEG samt måling af sved, vejrtrækning eller blinkrate. Endvidere anvender disse metoder ofte dyre og ukomfortable måleinstrumenter, som typisk påsættes kroppen, hvilket gør dem mindre brugbare under almindelig kørsel. Eksempelvis sammenlignede Oliveira et al. (2018) påtrængende og ikke-påtrængende metoder til at identificere søvnighed under kørsel og fandt, at elektrookulogramundersøgelser havde sammenlignelig nøjagtighed med en mindre påtrængende, kamerabaseret metode. Klassifikationsnøjagtighed steg dog yderligere ved at kombinere de fysiologiske (f.eks. elektrookulogram eller electrocardiogram) og den kamerabaserede metode. Et lignende mønster blev observeret i de studier, som blev inkluderet i dette review. Resultaterne på tværs af disse studier indikerede, at ikke-påtrængende alternativer til blandt andet fysiologiske metoder ofte er lige så nøjagtige, mens kombination af flere målemetoder kan øge klassifikationsnøjagtighed, i særdeleshed når metodologien søger at klassificere forskellige typer distraktioner.

Udvikling af nye, avancerede måleinstrumenter til at identificere distraktioner bør kunne facilitere integrationen af forskellige ikke-påtrængende metoder i ét advarsels- og monitoreringssystem. Personbårne sensorer (f.eks. smartwatches) er et eksempel på denne type teknologi, som gør det muligt at integrere traditionelt påtrængende sensorer i et komfortabelt og simpel design. Målinger fra denne type sensorer kan herefter integreres i advarsels- og monitoreringssystemet (Liu et al. 2015a). Nogle af de fysiologiske mål, som er tilgængelige i moderne smartwatches inkluderer sved, puls og håndbevægelser. Integreringen af disse målinger i kombination med køretøjsdata og et kabinekamera, som blandt andet kan måle blikretning, kan være en lovende metodologi for fremtidens advarsels- og monitoreringssystemer. Denne data vil optimalt blive fusioneret gennem en maskinlæringsalgoritme, som kan tage højde for de enkelte målemetoders begrænsninger samt foretage multisensor validering. Et sådant system bør herefter testes på større databaser med køretøjs- og ulykkesdata fra almindelig kørsel.

Automatiserede køretøjer er en anden væsentlig udvikling, som vil påvirke kravene til fremtidens advarsels- og monitoreringssystemer. Forskere har vurderet, at der på trods af denne udvikling stadig vil være et behov for, at chauffører er opmærksomme under kørslen og i stand til at operere bilen, hvis nødvendigt (Muthukrishnan et al. 2010; Noy et al. 2018). Anvendelsen af køretøjsdata og kabinekamera, som anbefalet ovenfor, vil eksempelvis ikke være lige så brugbare under delvist automatiseret kørsel. Chaufføren vil forventeligt ikke have blikket rettet mod køreretningen i samme grad, mens køretøjsdata er baseret på den automatiserede kørsel og ikke chaufføren selv. I sådanne tilfælde kan ikke-påtrængende fysiologiske målinger anvendes til at indsamle information om chaufførens tilstand, f.eks. gennem smartwatches, som potentielt kan bruges til at sikre, at chaufføren er tilstrækkelig opmærksom til at kunne betjene køretøjet, hvis nødvendigt.

#### **4.2.9 Begrænsninger**

Der er en række metodiske begrænsninger, som bør tages forbehold for under fortolkningen af ovenstående resultater. For det første er relatere dette sig til sammenligningen af forskellige studiers design, metoder og analyser. Studierne anvender blandt andet mange forskellige parametre til at evaluere deres metodologiers validitet og pålidelighed, som herudover er inddrager forskellige distraktionsscenerier, populationer, algoritmer m.m. Det er derfor vigtigt at tage særlige forbehold under sammenligningen af forskellige metodologiers nøjagtighed, idet nogle datasæt er betydeligt mere udfordrende at klassificere end andre. Optimalt bør en sådan sammenligning foretages på identiske trænings- og testdatasæt. For det andet involverede de fleste studier ikke professionelle chauffører, men studerende, som besad et almindeligt



kørekort. Herudover var mange af studierne baseret på simuleret kørsel, hvilket stiller væsentlig anderledes krav til både chaufføren og måleudstyret i forhold til at foretage målinger under almindelig kørsel. For det tredje er det udfordrende at kontrollere for andre influerende faktorer i denne type studier, som f.eks. chaufførernes mentale og fysiske tilstand. For det fjerde er det udfordrende at etablere en rigtig måling for graden af distraktion, en såkaldt "ground truth", som metodologierne kan evalueres ud fra. Sidst skal det nævnes, at nærværende review ikke inkluderede metoder, som krævede interaktion med chaufføren, såsom reaktionstests. Reaktionstest er ellers bredt anvendt indenfor dette felt til at identificere alle typer uopmærksomhed under kørsel (Strayer et al. 2015). Før nogle af disse metodologier implementeres i advarsels- og monitoreringssystemer, er det derfor vigtigt at foretage grundige evalueringer blandt forskellige populationer under varierende kørselsforhold samt teste metodologierne imod forskellige typer "ground truth"-målinger.

### 4.3 Tekniske målinger i køresimulator

#### 4.3.1 Søvnighed, reaktionstid, antal kørefejl og HRV under kørsel

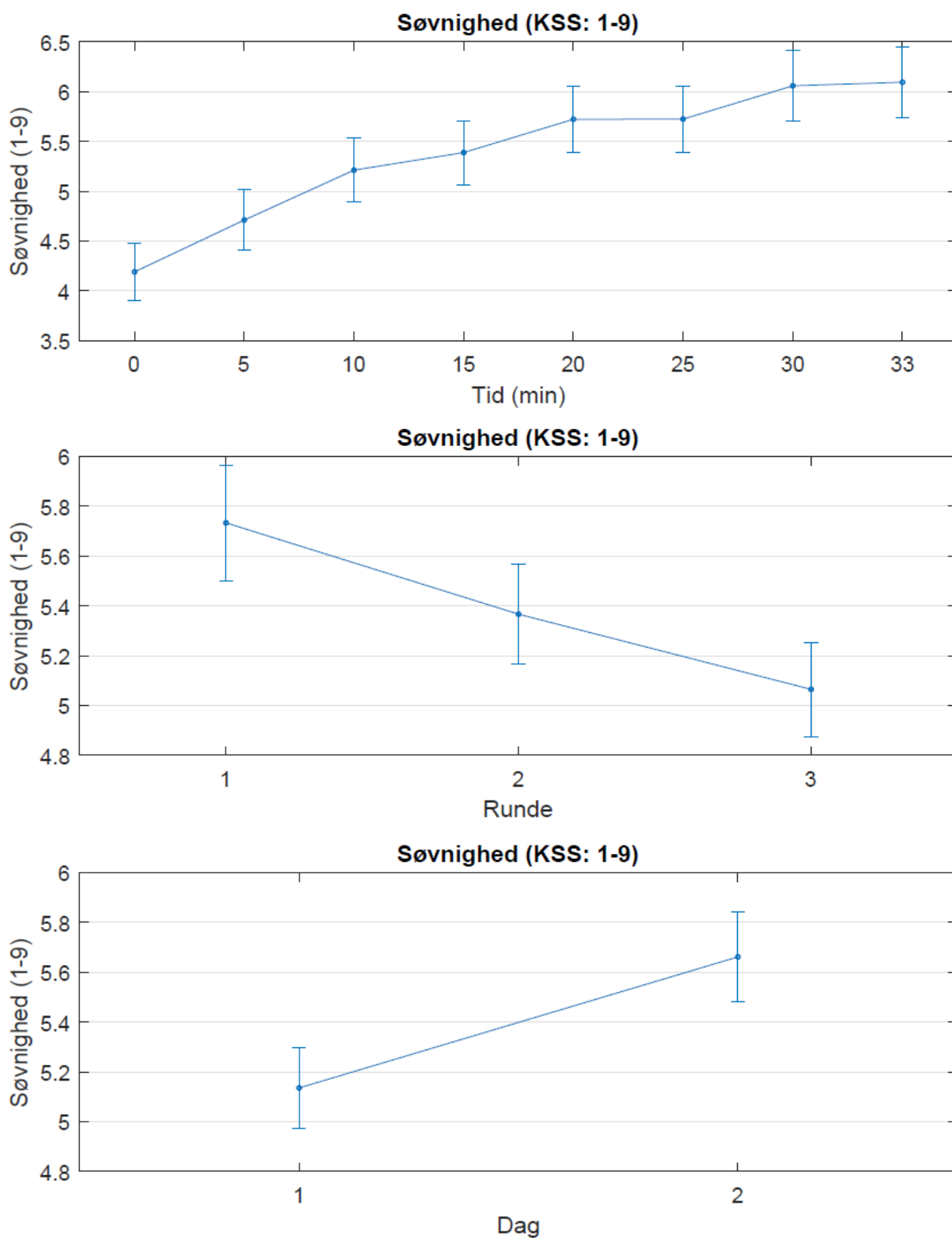
Figur 7-10 illustrerer udviklingen af hhv. søvnighed, reaktionstid, antal kørefejl og HRV som følge af 33 minutters udtrættende kørsel. Selvom der kun er signifikant forskel ( $p < 0.05$ ) fra de første sammenlignet med de sidste par minutter af kørslen for søvnighed og reaktionsevne anes der en tendens til en stigning i antallet af kørefejl og HRV. At antallet af kørefejl stiger i takt med udviklingen af søvnighed, stemmer godt overens med hvad vi fandt i review 1 i forhold til, at søvnighed er en væsentlig risikofaktor for trafikulykker. Ligeledes vil en længere reaktionstid som følge af stigende søvnighed medføre en øget sandsynlighed for involvering i trafikulykker (10.2298/mpns0904114d).

Vi så yderligere en forskel i gennemsnitsværdierne mellem første og anden testdag for søvnighed, reaktionstid og antal kørefejl. Disse forskelle kan tilskrives at deltagerne fandt den udtrættende køretur mere kedelig på anden testdag, da de netop skulle igennem samme køreprotokol som på første testdag.

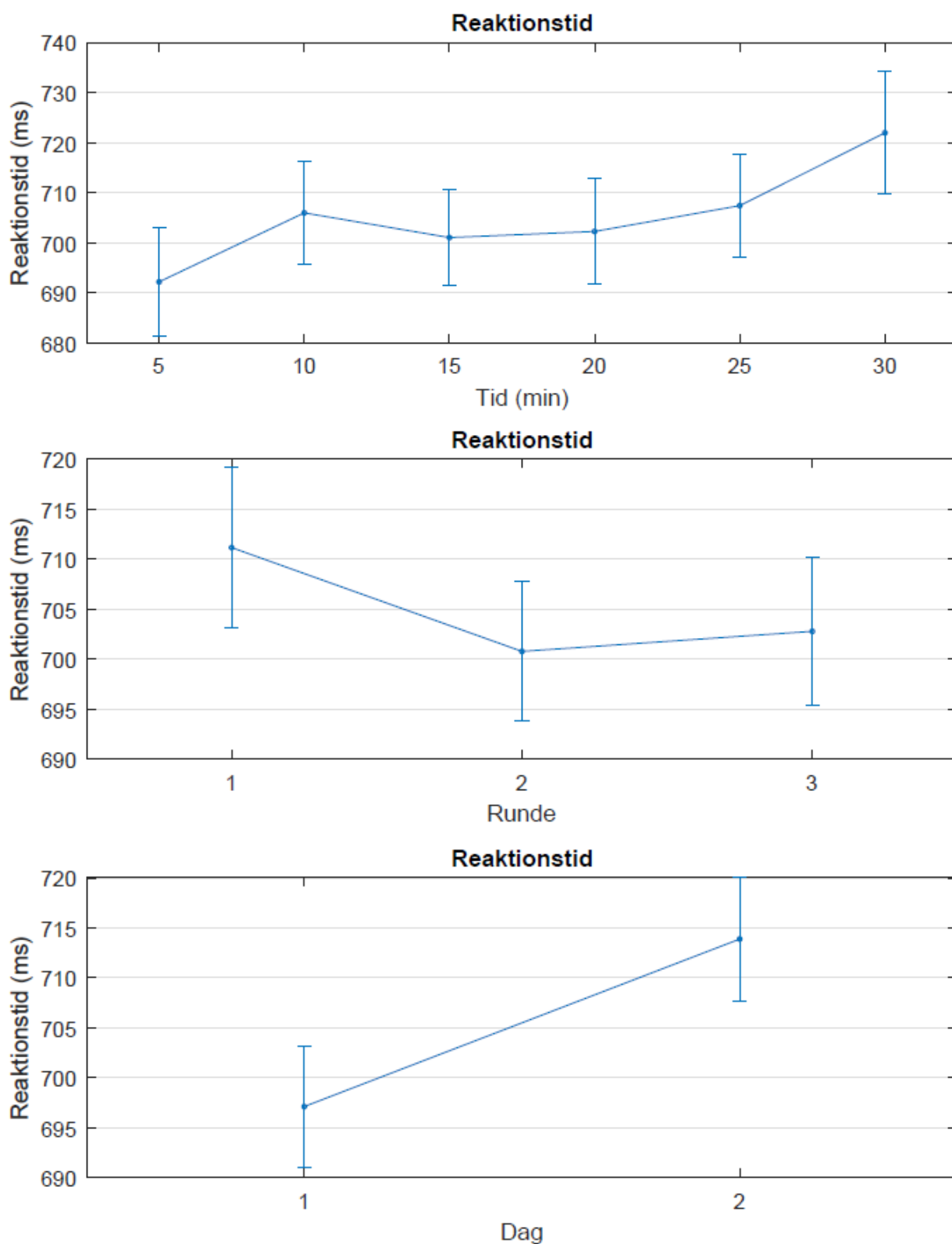
Brugen af HRV til detektion af søvnighed blandt kørere er hyppigt forekommende i litteraturen. En af de HRV-parametre der i flere studier har vist sig at være tæt forbundet med udviklingen af søvnighed er ratioen mellem HRV-signalets lav- og højfrekvente indhold (Lu et al. 2022). Ændringerne af det lav- og højfrekvente indhold har imidlertid vist sig ikke at være konsistente på tværs af undersøgelser. Inkonsistensen kan skyldes forskellige eksperimentopsætninger, herunder køreopgaven, årsagen til træthed og træthedsniveauet. Dette kan også forklare hvorfor vi ikke ser helt stærke sammenhænge mellem disse HRV-parametre og udviklingen af træthed under kørsel (se afsnit længere nede). En anden umiddelbar hypotese er at pulsen vil falde i takt med at man bliver mere træt. Dette var dog ikke tilfældet under hver af de 33 minutters udtrættende kørsel. Her var pulsen nogenlunde konstant eller for nogle kørere ligefrem lidt stigende under kørslen.

#### 4.3.2 Pålideligheden af tekniske målinger til identificering af søvnighed og kørefejl

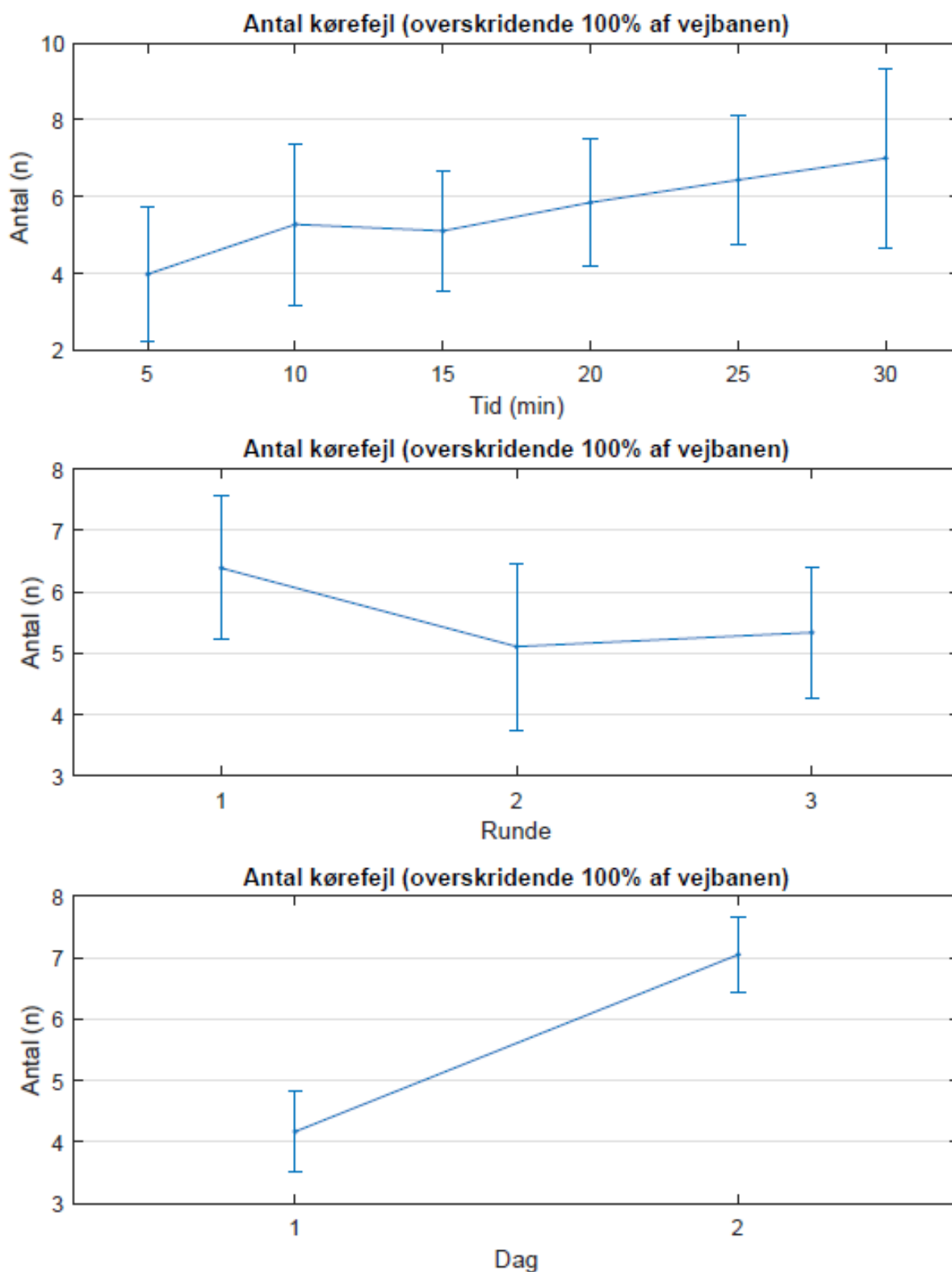
For at de afprøvede målemetoder kan bruges til identificering af søvnighed og kørefejl er det nødvendigt at måleparametrene (værdierne) kan genskabes over forskellige dage eller scenarier. Hver afprøvede målemetode indeholdt måleparametre, der viste sig at have god til fremragende reliabilitet (reproducerbarhed) over de to testdage. Tabel 1 viser den gennemsnitlige reliabilitet (udregnet med ICC) samt antallet af parametre der var reproducerbare over de to testdage. Da reliabilitetsundersøgelsen viser,



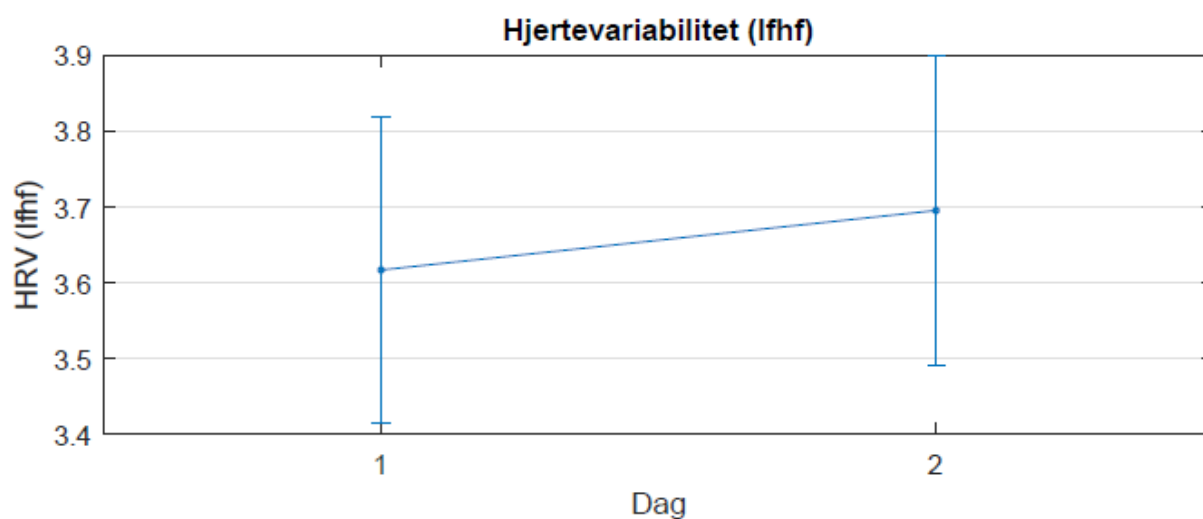
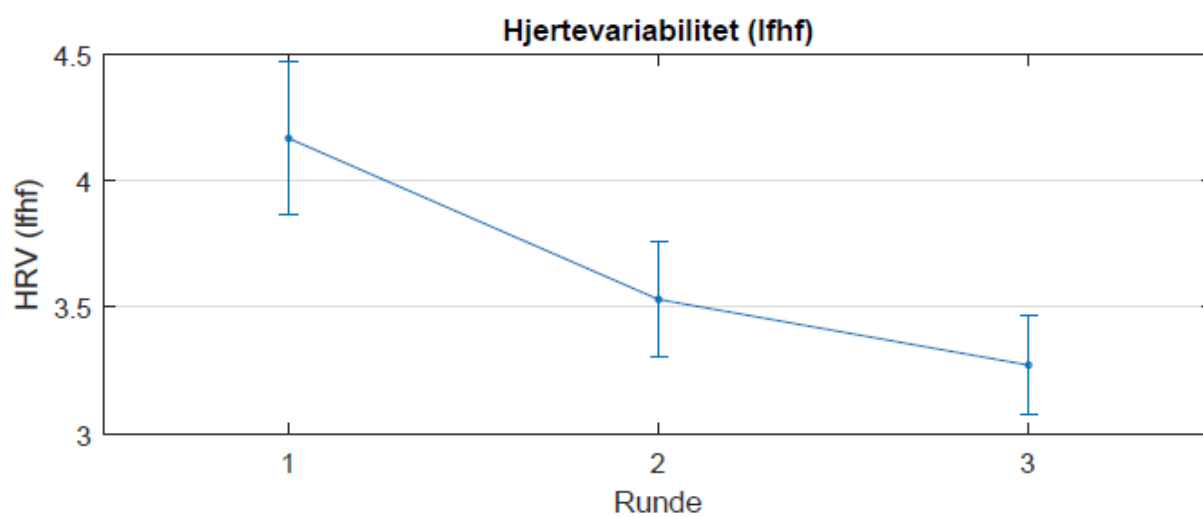
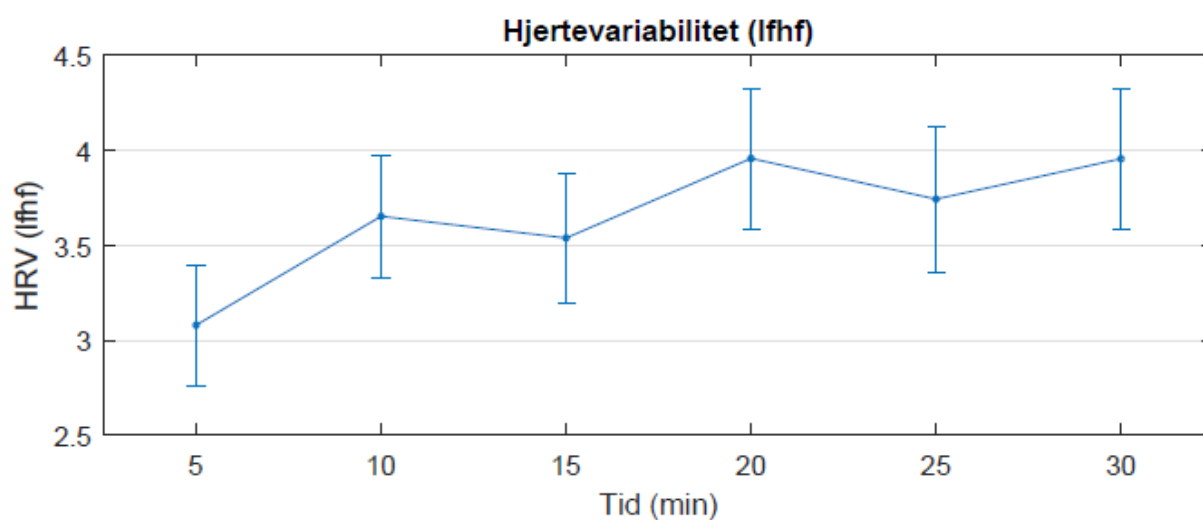
Figur 7 - Øverst: Udviklingen af søvnighed som følge af 33 minutters udtrættende kørsel i køresimulator (gennemsnit af alle 3 runde over de 2 forsøgsdage). Midterst: Den gennemsnitlige søvnighed for de 3 runder over de 2 forsøgsdage. Nederst: Den gennemsnitlige søvnighed af de 3 runder på de 2 testdage.



Figur 8: Øverst: Udviklingen af reaktionstid som følge af 33 minutters udtrættende kørsel i køresimulator (gennemsnit af alle 3 runde over de 2 forsøgsdage). Midterst: Den gennemsnitlige reaktionstid for de 3 runder over de 2 forsøgsdage. Nederst: Den gennemsnitlige reaktionstid af alle 3 runder på de 2 testdage.



Figur 9: Øverst: Udviklingen af antal målte kørefejl som følge af 33 minutters udtrættende kørsel i køresimulator (gennemsnit af alle 3 runde over de 2 forsøgsdage). Midterst: Det gennemsnitlige antal kørefejl for de 3 runde over de 2 forsøgsdage. Nederst: Det gennemsnitlige antal kørefejl af alle 3 runde på de 2 testdage.



Figur 10: Øverst: Udviklingen i hjertevariabilitet (HRV) som følge af 33 minutters udtrættende kørsel i køresimulator (gennemsnit af alle 3 runde over de 2 forsøgsdage). Midterst: Den gennemsnitlige HRV for de 3 runder. Nederst: Den gennemsnitlige HRV af alle 3 runder på de to testdage.

**Tabel 1: Reliabilitet udregnet med ICC og antal reproducerbare måleparametre for hver målemetode.**

Målemetode	Middel	CI95 Lav	CI95 Høj	Maks	Antal reproducerbare måleparametre	Antal måleparametre i alt
Søvnighed (KSS)	0.78			0.78	1	1
Hjertevariabilitet (HRV)	0.77	0.73	0.80	0.93	22	36
Reaktionstid og reaktionsfejl	0.82	0.80	0.84	0.84	3	6
Køredata og kørefejl	0.80	0.76	0.84	0.97	24	50

at mange af måleparametrene var reproducerbare, kan vi dernæst bestemme hvor nøjagtige disse er til at identificere søvnighed og antal kørefejl.

#### 4.3.3 Nøjagtigheden af tekniske målinger til identificering af søvnighed og kørefejl

##### Simple korrelationsanalyser:

De lineære regressionsanalyser viste en svag sammenhæng mellem søvnighed (KSS) og de udvalgte måleparametre fra HRV-målingen ( $r < 0.21$ ), 2) reaktionstid og reaktionsfejl ( $r < 0.26$ ) og 3) køredata og kørefejlsmålingerne ( $r < 0.32$ ). Ligeledes fandt vi kun svage sammenhænge mellem antallet af kørefejl og udvalgte måleparametre fra HRV-målingen ( $r < 0.28$ ), 2) reaktionstid og reaktionsfejl ( $r < 0.23$ ) og 3) køredata og kørefejlsmålingerne ( $r < 0.44$ ). Disse sammenhænge stemmer dog godt overens med Figur 7-10, der illustrerer udviklingen i søvnighed, reaktionstid og kørefejl under udtrættende kørsel.

##### Maskinlæringsanalyser:

Ved brug af maskinlæring opnåede vi væsentligt højere nøjagtighed i identificeringen af hhv. søvnighed og kørefejl sammenlignet med de simple korrelationsanalyser. Ved at inddrage en eller flere parametre fra både HRV-, reaktionstid- og køredata i vores superviserede indlæring kunne disse algoritmer skelne mellem forskellige grader af søvnighed med moderat til høj nøjagtighed (Tabel 2). Tabel 2 viser at der opnås den højeste nøjagtighed ved identificering af meget søvning ( $KSS > 7$ ) versus mindre søvning ( $KSS \leq 7$ ).

Tabel 3 viser, at ved at "fodre" den udviklede maskinlæringsalgoritme med de rette måleparametre fra HRV, reaktionstid og køredata opnåede vi en god til fremragende nøjagtighed i at identificere flere end hhv.  $\geq 1$  eller  $\geq 5$  kørefejl. Det er ikke overraskende at maskinlæringsalgoritmens nøjagtighed øges jo flere fejl den skal kunne detektere. I dette forsøg klassificerede vi kørefejl som overskridelse af vejbanestriberne med et hjul. Det kunne være interessant i fremtidige analyser at bruge lavere tærskelværdier som f.eks. overskridelse af 75% af distancen til vejbanestriberne som inputparametre i maskinlæringsalgoritmen og derved bruge sådanne "nær kørefejl" til at optimere metodens nøjagtighed.

**Tabel 2: Nøjagtigheden for bestemmelse af forskellige grader af søvnighed ved brug af parametre fra HRV-, reaktionstids- og køredata. Da maskinlæringsalgoritmen er trænet og testet ved brug af 100 forskellige tilfældige udtræk af datasættet rapporteres middelværdier, konfidensintervallet (CI95 Høj og CI95 Lav) og maksimale værdier for de udregnede nøjagtigheder (% korrekte identifikationer af søvnighed).**

Søvnighed	Nøjagtighed			
	Middel	CI95 Lav	CI95 høj	Maks
Lidt søvning ( $KSS > 5$ )	57.0	54.8	59.2	81.3
Moderat søvning ( $KSS > 6$ )	66.5	64.3	68.6	91.0
Meget søvning ( $KSS > 7$ )	88.9	87.8	90.0	100.0

**Tabel 3: Nøjagtighed for bestemmelse af  $\geq 1$  eller  $\geq 5$  kørefejl (100 % overskridelse af vejbanestriberne) ved brug af parametre fra HRV-, reaktionstids- og køredata. Da maskinlæringsalgoritmen er trænet og testet ved brug af 100 forskellige tilfældige udtræk af datasættet rapporteres middelværdier, konfidensintervallet (CI95 Høj og CI95 Lav) og maksimumsværdier for de udregnede nøjagtigheder (% korrekte identifikationer af kørefejl).**

Kørefejl	Nøjagtighed			
	Middel	CI95 Lav	CI95 høj	Maks
Kørefejl ( $n \geq 1$ )	74.6	72.0	77.1	100.0
Kørefejl ( $n \geq 5$ )	82.8	81.4	84.2	97.9

#### 4.3.4 Tærskelværdier til identificering af søvnig og kørefejl

Ved at inddrage den enkelte førers køretøjs-, HRV- og reaktionsdata i ovenstående maskinlæringsalgoritmer kan man således identificere tidspunkter og tærskelværdier for hvornår den pågældende kører bliver søvnig ( $KSS > 7$ ) eller laver kørefejl. Med input fra ovenstående målevariable vil disse udviklede maskinlæringsalgoritmer kunne bruges i moderne advarselssystemer i lastbiler eller andre køretøjer. Udfordringen er dog at opsamle puls-/HRV-data samt reaktionsdata da dette kræver at personen påmonterer en pulsmåler samt at der løbende registreres reaktionsevne. Den gennemsnitlige nøjagtighed bliver ikke væsentligt højere af at inddrage alle tre målemetoder i maskinlæringsalgoritmerne (data ikke vist i tabellen). Man vil derfor ved blot ved kun at udnytte køredata opnå en acceptabel nøjagtighed på identificering af søvnighed og kørefejl. Netop køredata som variationen i acceleration, hastighed og placering på vejbanen bruges allerede i moderne advarselssystemer, hvor især bilens kameraer detekterer og advarer føreren når bilen overskrider vejbanestriber. Det vil dog være mere fordelagtigt at advare føreren på forhånd inden "kørefejlen" er sket. Her vil brug af let tilgængeligt data som køredata (og evt. HRV data opsamlet f.eks. fra et smartwatch eller via sensorer i rattet) med tilhørende lignende maskinlæringsalgoritmer som dem der er udviklet i dette studie kunne øge nøjagtigheden og troværdigheden af advarselssystemet. Lige præcis denne integration af flere sensorer der kortlægger førerens køreparathed og adfærd under kørsel for at give rettidige advarsler ved uopmærksom kørsel undersøges i to nye EU-projekter (FitDrive 2022; The PANACEA project 2022). Problemet med mange af de eksisterende advarselssystemer ikke er helt valide og giver falske alarmer så chaufføren mister troen på advarselserne derfor ikke reagerer på dem (Vincent et al. 1998). Brugen af maskinlæring og kunstig intelligens er dog allerede ved at vinde indpas i f.eks. Mitsubishis nye biler (Mitsubishi Electric Europe B.V. 2022). Her bruges kameraer til at bestemme førerens uopmærksomhed ud fra ansigtsudtryk og gestik samt køredata og sensor- og radardata til bedre bestemmelse af placering på vejbanen og interaktionen med andre objekter. Vi formoder, at sådanne advarselssystemer vil blive en integreret del af mange nye lastbiler/biler. I takt med den teknologiske udvikling og muligheden for integration af flere måleparametre vil nøjagtigheden af disse advarselssystemer sandsynligvis blive bedre med tiden. Her vil implementeringen af selvkørende biler/lastbiler (med forskellige grader af førerinvolvering) ligeledes sætte nye standarder for hvad fremtidens advarselssystemer skal kunne. Er køretøjet ikke 100 % selvkørende er det nødvendigt at føreren stadig er opmærksom på vejen og er klar til at træde ind i situationer hvor køretøjets "autopilot" ikke fungerer. Dette kunne f.eks. være ved overgangen fra motorveje til almindelige landeveje mv.

#### 4.3.5 Effekten af forskellige povernaps på udviklingen af træthed

Køresimulatorstudiet var designet til både at afdække målemetodernes reliabilitet samt undersøge effekten af to forskellige power-naps (almindelig vs. NuCalm) til reduktion og forebyggelse af søvnighed og antallet af kørefejl. Overordnet set fandt vi at begge lurer havde en opkvikkende effekt, så den opbyggede grad søvnighed over de 33 minutter blev reduceret til ca. samme niveau som ved forrige rundes start. Vi fandt dog ingen signifikante forskelle ( $p > 0.05$ ) mellem effekten af de to typer af lurer på reduktionen af søvnighed og antallet af kørefejl. Det lader således til at 20 minutters lur er en passende pause til at chaufførerne kan blive friske hvis trætheden skulle melde sig, men at typen af lur i dette tilfælde ikke havde nogen betydning.

Smartwatches eller fitnessstrackere vil gennem teknologiske målinger af søvnkvalitet og puls i løbet af natten her kunne give et bud på chaufførernes køreparathed og generelle helbred allerede fra morgenstunden hvilket kan give indikationer af behovet for at indlægge sådanne power-naps i dagens tidsplan.

#### 4.3.6 Begrænsninger

Laboriestudiet havde en række begrænsninger, som der bør tages forbehold for i fortolkningen af resultaterne. Første begrænsning var relateret til forsøgspersonernes søvn dagen op til forsøgets start samt deres søvnkronotype (døgnrytme). Det var ikke muligt at kontrollere forsøgspersonernes søvn op til forsøgsdagen, hvilket betyder, at nogle forsøgspersoner mødte op mere udhvilede til en af måledagene i forhold til den anden (jf. Figur 7). Selvom forsøgspersonerne blev testet på samme tid på de to testdage, kunne deres individuelle døgnrytme påvirke resultaterne, idet nogle personer vil være særligt trætte om morgenen, middagen eller eftermiddagen. Herudover kunne forsøgspersonens fysiske og mentale tilstand samt deres kost i døgnnet op til forsøgsdagen også have en effekt på, hvor trætte de følte sig under målingerne. Forud for forsøget spurgte vi ind til forsøgspersonernes søvn, mentale og fysiske tilstand samt hvorvidt de havde indtaget alkohol og koffein, men denne selvvaluerede tilgang gav ikke nødvendigvis et retvisende billede af disse faktorer. Træthed og søvnighed er blandt andet relateret til adskillige mentale, fysiske og eksterne faktorer, hvilket er meget udfordrende at kontrollere i denne type forsøg. Vi observerede samtidig, at forsøgspersonerne virkede mere oplagte og koncentrerede på første måledag i forhold til den efterfølgende måledag. Forsøget var designet til at være udtrættende og monotont, og det var tydeligt, at forsøgspersonerne havde sværere ved at fastholde deres koncentration på anden måledag. Dette kan også have påvirket resultaterne mellem de to forsøgsgdage.

Der var også en række begrænsninger relateret til forsøgets design. I særdeleshed var det udfordrende at udtrætte forsøgspersonerne tilstrækkeligt, hvilket var særligt begrænset af forsøgets relativt korte varighed samt lysforholdene i laboratoriet. Begge forsøgsgdage involverede tre runder af 33 min mørkekørsel, hvilket ikke nødvendigvis var en tilstrækkelig varighed til at udtrætte forsøgspersonerne. Figur 7 viser, at forsøgspersonerne blev udtrættede over de 33 min, men kun opnåede en gennemsnitlige score i selvrapporert søvnighed på omkring 6 ud af 9. Dette svarer til "nogle tegn på søvnighed", mens en score på 7 ud af 9 typisk klassificeres som værende søvnig, hvilket også var det skæringspunkt, vi anvendte i nærværende studie. Den relativt lave opfattelse af søvnighed kan også delvist tilskrives lysforholdene samt den tid på dagen målingerne blev foretaget. Det var ikke muligt at mørklægge lokalerne, hvor målingerne blev foretaget, fuldstændigt, hvilket uundgåeligt vil have en opkvikkende effekt på forsøgspersonerne. Optimalt skulle målingerne have været foretaget om natten og af betydelig længere varighed end 3 gange 33 min. På grund af disse begrænsninger var der få datapunkter i analysen, som svarede til en selvrapporert træthed på 7 eller derover, hvilket påvirkede korrelations- og nøjagtighedsanalyserne.



Studiet var også begrænset af, at målingerne foregik under simuleret kørsel og involverede en bekvemmelighedssample i stedet for professionelle chauffører. Simuleret kørsel giver flere muligheder for at kontrollere forskellige elementer af forsøget samt udfordre chaufførernes opmærksomhed, hvilket ikke på samme måde kan lade sig gøre under almindelig kørsel. Dog vil der altid være en betydelig forskel mellem almindelig og simuleret kørsel, hvilket der skal tages forbehold for under fortolkningen af resultaterne. F.eks. hvordan de undersøgte målemetoder præsterer anderledes under almindelige kørselsforhold, hvor særligt lys, vejforhold og øget variation i chaufførens mentale tilstand potentielt kan influere på målingernes validitet og pålidelighed. Herudover vil involveringen af udelukkende professionelle chauffører have været mere repræsentativ og resultaterne mere direkte overførbare til studiets målgruppe.

## 5. Konklusion og perspektivering

### 5.1 Konklusion

Projektets første litteraturreview fandt 64 studier af moderat til høj kvalitet, som identificerede 27 signifikante risikofaktorer for trafikulykker. De mest fremtrædende og underbyggede risikofaktorer for trafikulykker i den videnskabelige litteratur var træthed, brug af rusmidler, alder, varighed af og tid på dagen for kørslen. Flere studier fandt også, at anvendelsen af telefon og navigation under kørslen, helbred, kørsels erfaring, hastighed og ledelsesstøtte ligeledes er risikofaktorer for trafikulykker. Undersøgelsen pegede også på, hvilke forebyggende tiltag virksomheder kan implementere for at mindske risikoen for trafikulykker. Her fremhævede undersøgelsen fordelene ved at lægge vagtplaner med flere indlagte pauser under lange og sene kørsler. En god planlægning af ruten kan således også nedsætte brugen af telefon og rute-navigationsudstyr. Endelig viste undersøgelsen, at der er et potentiale for at nedbringe risikoen for ulykker, bl.a. gennem øget støtte til medarbejderne fra ledelsen, bedre løn og mulighed for fortroligt at kunne melde helbredsproblemer til arbejdspladsen. Disse fund var dog overvejende baseret på tværsnitstudier, hvilket gør det udfordrende at bestemme kausale sammenhænge. Der er derfor brug for flere prospektive og longitudinelle studier til at klarlægge, hvilke risikofaktorer og organisatoriske strategier, som bør prioriteres i det forebyggende arbejde for at reducere forekomsten af arbejdsrelaterede trafikulykker.

Projektet bidrog samtidigt med et overblik over hvilke metodologier, som har størst anvendelsespotentiale til at indgå i advarsels- og monitoreringssystemer, som kan identificere distraktioner under kørsel og advare chaufføren omkring potentielt farlige situationer, der kan lede til trafikulykker. Baseret på 41 studier fandt vi adskillige kombinationer af målemetoder, -variable og klassifikationsalgoritmer, som kunne identificere en eller flere af de tre overordnede typer distraktioner under kørsel med moderat til høj nøjagtighed. De metodologier, som kunne identificere flere typer distraktioner anvendte typisk flere målemetoder på samme tid, hvoraf hoved- og øjenbevægelser var nogle af de hyppigst anvendte. Manuel distraktion blev typisk identificeret ved at måle hoved- og øjenbevægelser samt gennem køretøjsdata, hvorudfra distraktionerne oftest blev klassificeret gennem neurale netværk. Vi vurderede hertil, at tryksensorer i rattet og ryglænet kunne være en brugbar, ikke-påtrængende metode til at identificere manuel distraktion. Visuel distraktion blev typisk identificeret gennem hoved- og øjenbevægelser, hvilket kan måles effektivt vha. et kabinekamera. Kognitiv distraktion bliver typisk målt gennem øjen- og hovedbevægelser, ansigtsudtryk samt køretøjsdata. Øjenbevægelsesvariable, såsom blikretning og blinkrate, blev anvendt i de mest nøjagtige metodologier, men der er ikke konsensus om hvilken metode, der er den bedste til at identificere kognitiv distraktion på nuværende tidspunkt. På baggrund af de gennemgåede studier anbefaler vi, at fremtidige undersøgelser bør fokusere yderligere på metodologiernes metodiske kvalitet, herunder sensitivitet, specificitet, validitet/reliabilitet og pålidelighed. Herudover bør advarsels- og monitoreringssystemer prioritere ikke-påtrængende målemetoder, da der ikke er nogen klar fordel ved at anvende mere påtrængende, typisk fysiologiske målemetoder. Vi vurderede hertil, at kombinationen af smartwatches, køretøjsdata og et kabinekamera bør gøre det muligt, at identificere alle tre typer distraktioner med tilstrækkelig nøjagtighed til at udgøre et effektivt advarsels- og monitoreringssystem, hvilket fremtidige studier bør undersøge yderligere.

Udover de to litteraturreview involverede projektet også et køresimulatorstudie, der undersøgte reliabiliteten og nøjagtigheden af tekniske målemetoder til at identificere søvnighed og kørefejl under kørsel. Både køretøjsdata, herunder variation i bilens placering, acceleration og hastighed, antallet af kørefejl, adskillige HRV-parametre samt reaktionstid viste god til fremragende reliabilitet over de to testdage. Vi så

ydermere en tendens til, at variation i kørslen, reaktionsevne og HRV steg i takt med at søvnigheden og antallet af kørefejl som følge af hver af de tre gange 33 minutters udtrættende kørsel. Til trods for dette fandt vi kun svage sammenhænge mellem disse måleparametre og søvnighed og antal kørefejl ved brug af simpel lineær regression. Ved at anvende en maskinlæringsalgoritme på samme data opnåede vi god til fremragende nøjagtighed. Ved at inddrage den enkelte førers køretøjs-, HRV- og reaktionsdata i maskinlæringsalgoritmer, kunne vi identificere tidspunkter og tærskelværdier for hvornår den pågældende kører blev søvning eller lavede kørefejl med høj nøjagtighed. Vi formoder, at sådanne maskinlæringsmetoder fremadrettet vil øge nøjagtigheden af advarsels- og monitoreringssystemer, og herigennem forbedre sikkerheden for professionelle chauffører. I takt med den stigende tilgængelighed og integration af køretøjsdata, kabinekamera og andre fysiologiske måleparametre fra smartwatches eller andre simple sensorer i moderne køretøjer formoder vi, at udviklingen af maskinlæringsalgoritmer til at håndtere denne kombination af data vil modtage meget opmærksomhed i fremtiden. Køresimulatorstudiet bidrog også med viden om effekten af forskellige typer lurer på graden af søvnighed og antallet af kørefejl. Her fandt vi, at chaufførerne blev mindre søvninge og lavede færre kørefejl under den udtrættende kørsel, uanset om luren blev foretaget på almindelig vis eller med et såkaldt NuCalm powernap-udstyr.

Samlet bidrager projektet med viden og anbefalinger om hvilke organisatoriske faktorer, teknologiske hjælpesystemer og forebyggelsesstrategier, der kan bruges til at nedbringe arbejdsrelaterede trafikulykker før, under og efter kørsel.

## 5.2 Perspektivering

Projektets resultater bidrager til forebyggelsen af arbejdsrelaterede trafikulykker ved at styrke vidensgrundlaget for hvilke arbejdsmiljøfaktorer, som har en effekt på forekomsten af trafikulykker samt hvilke teknologier, der bør inkorporeres i fremtidige advarsels- og monitoreringssystemer. Vi fandt 27 signifikante risikofaktorer for arbejdsrelaterede trafikulykker blandt lastbil-, bus- og taxachauffører, og udarbejdede anbefalinger til, hvordan disse risikofaktorer kan mitigeres gennem forskellige organisatoriske initiativer. Disse resultater kan dels anvendes til at evaluere lovgivningen omkring køre-hvile-tids-regler samt hvilke typer teknologi, der bør være tilgængelige under arbejdsrelateret kørsel. Resultaterne kan også anvendes direkte af transportvirksomhederne til at forbedre chaufførernes arbejdsforhold, som endvidere kan reducere forekomsten af arbejdsrelaterede trafikulykker. Transportvirksomheder bør eksempelvis nøje overveje hvordan ruterne tilrettelægges, så der indlægges tilstrækkelige pauser og den samlede køretid reduceres. Samtidig bør virksomhederne støtte deres medarbejdere og opfordre chauffører til at være ærlige omkring deres helbred, samt forbedre lønforholdene så vidt muligt. Denne type tiltag vil kunne forbedre arbejdsmiljøet i transportsektoren og herigennem bidrage til at rekruttere og fastholde chauffører. Nye chauffører kan med fordel opfordres til at indgå i et uddannelsesforløb, hvor de gøres bekendt med risikofaktorerne for arbejdsrelaterede trafikulykker samt hvilke strategier, som de kan implementere for at nedsætte den risiko. Projektet bidrog også med et overblik over 41 forskellige metodologier til at identificere distraktioner under kørsel samt anbefalinger til hvilke typer teknologi, der bør indgå i fremtidens advarsels- og monitoreringssystemer. Dette overblik kan på sigt bidrage til udviklingen af mere effektive advarsels- og monitoreringssystemer, som kan identificere distraktioner under kørsel og give rettidige advarsler til chaufførerne, der kan reducere risikoen for arbejdsrelaterede trafikulykker. Disse fund er særligt relevante for virksomheder, som producerer køretøjer, der anvendes til arbejdskørsel, f.eks. lastbiler, busser og varevogne, da advarsels- og monitoreringssystemer optimalt vil være en integreret del af køretøjet. Tilgængeligheden af denne type integrerede systemer vil på sigt kunne forbedre trafikikkerheden under

arbejdskørsel forudsat, at transportvirksomhederne løbende indkøber nye køretøjer med denne teknologi. Det vil dog også være muligt for transportvirksomheder at få et mere direkte udbytte af projektet, f.eks. ved at indkøbe og afprøve nogle af de mest effektive metodologier, som blev identificeret i nærværende undersøgelse. Dette kunne f.eks. være et smartwatch, som vil gøre det muligt dels at monitorere en række fysiologiske parametre under kørslen, men også give værdifuld information til chaufførerne selv omkring deres generelle helbred, søvnkvalitet til brug i planlægning af lurer i tidsplanen m.m.

### 5.3 Opnåelse af projektets formål

Projektet havde overordnet til formål at kortlægge hvilke arbejdsmiljøfaktorer, som har en betydning for forekomsten af arbejdsrelaterede trafikulykker, samt hvilke advarsels- og monitoreringssystemer, der har potentiale til at identificere uopmærksomhed under arbejdskørsel. Denne tilgang indebærer samtidigt at give bud på, hvordan transportarbejde bedst organiseres, så unødvendig uopmærksomhed minimeres, samt identificere hvilke type advarsels- og monitoreringssystemer chauffører ville være villige til at bruge i deres arbejdsdag. Disse formål blev overordnet set opnået gennem fire separate aktiviteter: 1) Litteraturreview om hvilke arbejdsmiljøfaktorer, som har en effekt på forekomsten af arbejdsrelaterede trafikulykker. 2) Litteraturreview om advarsels- og monitoreringssystemer, som har potentiale til at identificere uopmærksomhed under arbejdskørsel samt deres metodiske kvalitet. 3) Laboratorieforsøg til at evaluere validitet og pålidelighed af en række målemetoder til at identificere træthed og uopmærksomhed under arbejdskørsel. 4) Observationer under arbejdsdage samt interview med lastbilchauffører for at skabe kendskab til deres arbejdsforhold, herunder hvordan deres arbejdsdage organiseres og hvilke teknologiske hjælpemidler de anvender i deres daglige arbejde.

Projektet identificerede de væsentligste risikofaktorer for arbejdsrelaterede trafikulykker under arbejdskørsel samt hvilke advarsels- og monitoreringssystemer, der har potentiale til at identificere uopmærksomhed gennem to dybdegående litteraturreview. Hertil udarbejdede vi en række anbefalinger til at reducere risikoen for trafikulykker primært gennem organisatoriske tiltag. Vi opnåede hermed projektets formål og bidrog med omfattende viden, som har både videnskabelig værdi og kan anvendes i praksis til at forbedre arbejdsmiljøet for professionelle chauffører. Gennem laboratorieforsøget undersøgte projektet ligeledes reliabiliteten og bud på tærskelværdier for en række målemetoder til at identificere søvnighed under kørsel, herunder køretøjsdata, hjertevariabilitet og reaktionstest, samt hvordan disse målinger i kombination med maskinlæring kunne prædikere søvnighed og antallet af kørefejl med høj nøjagtighed. Der er samtidig adskillige yderligere analyser, som forventes gennemført efter projektets afslutning, hvor vi blandt andet vil kigge nærmere på målinger af hjerneaktivitet, stemmeanalyse og øjenbevægelser under simuleret kørsel. Disse analyser blev desværre ikke færdiggjort i løbet af projektperioden. Grundet COVID-19, som forårsagede ekstraordinær travlhed i transportbranchen, lykkedes det ikke at rekruttere chauffører, som vi kunne observere i løbet af en arbejdsdag. Formålet med dette var at få et indtryk af, hvordan chaufførerne blev trætte og distraherede under kørslen, og hermed fik udfordret deres opmærksomhed. Denne information skulle have været anvendt til at designe køresimulatorforsøget, men vi anvendte i stedet informationen fra den indsamlede interviewdata samt den eksisterende videnskabelige litteratur på området. Foruden projektets beskrevne formål undersøgte vi også effekten af to typer lurer på selvvurderet træthed samt antallet af kørefejl. Vi fandt, at begge 20-min lurer reducerede træthed under den følgende kørselsrunde, men at der ikke var forskel mellem de to typer. En kort lur, eller "powernap", har hermed potentiale til at reducere træthed under kørsel og kan med fordel afprøves, som et forebyggende tiltag under forskellige typer arbejdskørsel.

## 6. Fortegnelse over publikationer og produkter fra projektet

### Videnskabelige formidling:

- Review 1: Influence of occupational risk factors for road traffic crashes among professional drivers: systematic review
  - Artiklen blev publiceret i et internationalt anerkendt og højt citeret tidsskrift med en impact factor på 10.3.
  - <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01441647.2022.2132314?src=>
- Review 2: Methods for detecting driver distraction: a literature review
  - Under review
- Test i køresimulator: Reliability of technical measures for identifying sleepiness and distraction among drivers
  - Manuskriptet er pt. under udarbejdelse og forventes at blive indsendt i januar 2023.

### Præsentationer ved videnskabelige konferencer:

- "Prevention of crashes among professional drivers". Singapore Institute for Neurotechnology (SINAPSE), National University of Singapore, marts 2017.
- "Prevention of crashes among professional drivers". PEROSH collaboration days, Warsaw, Polen, marts 2018.
- "Prevention of crashes among professional drivers". NES2019 (Nordic Ergonomics and Human Factors Society) conference, Helsingør, Danmark, august 2019

### Populærvidenskabelig formidling:

Dansk nyhed:

- <https://nfa.dk/da/Nyt/Nyheder/2022/ulykkerPaVejene>

Avisartikler:

- NFA peger på 27 markante risikofaktorer med forbindelse til trafikulykker blandt bus-, taxa- og lastbilchauffører. Dansk Person Transport. <https://www.danskipersontransport.dk/nyheder/nfa-peget-paa-27-markante-risikofaktorer-med-forbindelse-til-trafikulykker-blandt-bus-taxa-og-lastbilchaufforer/>
- Ny undersøgelse: Arbejdspladsen kan forebygge ulykker hos chauffører. Mobility watch. [https://mobilitywatch.dk/nyheder/fragt\\_logistik/article14620310.ece](https://mobilitywatch.dk/nyheder/fragt_logistik/article14620310.ece)
- Udmattelse er en stor risikofaktor for chauffører. Min By Aalborg. <https://minbyaalborg.dk/2022/11/23/udmattelse-er-en-stor-risikofaktor-for-chaufforer/>
- Ulykker på vejene: Studie kortlægger risici for chauffører. Kollektiv Trafik forum. <https://www.kollektivtrafik.dk/studie-kortlaegger-risici-for-chaufforer/2513>
- PRM / Ulykker på vejene: Nyt studie kortlægger risici for chauffører. Local Eyes. <https://localeyes.dk/ritzau/r46486-9999-prm-ulykker-paa-vejene-nyt-studie-kortlaegger-risici-for-chaufforer/>

- <https://www.transportnyhederne.dk/?id=75827>

Udleverede flyers:

- “Bidrag til forskning og få et effektivt power-nap-udstyr, der gør dig frisk på rekordtid”.  
Transportens dag. DI. Sept 2021.

LinkedIn:

- <https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:6999990434504568832>
- “Bidrag til forskning og få et effektivt power-nap-udstyr, der gør dig frisk på rekordtid”.  
<https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:6884466552901521409/>

Twitter:

- <https://twitter.com/NFAnyheder/status/1594224022522368002>

Facebook:

- <https://www.facebook.com/arbejdsmiljoforskning>

Radio:

- <https://www.dr.dk/lyd/p4kbh/regionale-nyheder-kh4/regionale-nyheder-2022-11-23-15-30-9>

## 7. Litteraturliste

- Adejugbagbe AM, Fatiregun AA, Rukewe A, Alonge T. Epidemiology of road traffic crashes among long distance drivers in Ibadan, Nigeria. *Afr Health Sci* 2015;15:480–8.
- Ahmed AA. Hypoglycemia and safe driving. *Oman Med J* 2010;25:242–245.
- Alotaibi M, Alotaibi B. Distracted driver classification using deep learning. *Signal Image Video Process* 2020;14:617–624.
- Asefa NG, Ingale L, Shumey A, Yang H. Prevalence and factors associated with road traffic crash among taxi drivers in Mekelle town, northern Ethiopia, 2014: a cross sectional study. *PLoS One* 2015;10:e0118675.
- Baba M, Miyama G, Sugiyama D, Hitosugi M. Influence of workplace environment, working conditions and health status of taxi drivers on vehicle collisions or near-miss events. *Ind Health* 2019;57:530–536.
- Blanco M, Biever WJ, Gallagher JP, Dingus TA. The impact of secondary task cognitive processing demand on driving performance. *Accid Anal Prev* 2006;38:895–906.
- Broughton J, Baughan L, Pearce L, et al. Work-related road accidents. Transport Research Laboratory report 582: Crowthorne, UK, 2003.
- BSA Medical Sociology Group. Quality Assessment Tool Quality Rating of study Design Cross Sectional. 2018. <https://docplayer.net/57740285-Quality-assessment-tool-quality-rating-of-study-design-cross-sectional-bsa-medical-sociology-group-score-low-3-5-moderate-6-7-high.html>
- Caird JK, Simmons SM, Wiley K, et al. Does Talking on a Cell Phone, With a Passenger, or Dialing Affect Driving Performance? An Updated Systematic Review and Meta-Analysis of Experimental Studies. *Hum Factors* 2018;60:101–133.
- Castillo-Manzano JI, Castro-Nuño M, Fageda X. Analyzing the safety impact of longer and heavier vehicles circulating in the European market. *J Safety Res* 2021;77:1-12.
- Chien JC, Chen YS, Lee JD. Improving Night Time Driving Safety Using Vision-Based Classification Techniques. *Sensors* 2017;17:2199.
- Christie N, Ward H. The health and safety risks for people who drive for work in the gig economy. *J Transp Health* 2019;13:115–127.
- Chua E, Tan W, Yeo S, et al. Heart rate variability can be used to estimate sleepiness-related decrements in psychomotor vigilance during total sleep deprivation. *Sleep* 2012;35:325–334.
- Correa A, Molina E, Sanabria D. Effects of chronotype and time of day on the vigilance decrement during simulated driving. *Accid Anal Prev* 2014;67:113–118.
- Coughlin SS. Recall bias in epidemiologic studies. *J Clin Epidemiol* 1990;43:87–91.
- Vejdirektoratet. Ulykker med lastbiler. Havarikommissionen for Vejtrafikulykker, København, DK, 2016.
- Danmarks Statistik. Færdselsuheld. URL: <https://www.dst.dk/da/Statistik/emner/trafikulykker/faerdselsuheld>. Set d. 21.11.2022.
- Dehzangi O, Rajendra V, Taherisadr M. Wearable Driver Distraction Identification On-The-Road via Continuous Decomposition of Galvanic Skin Responses. *Sensors* 2018;18:503.
- Del Rio-Bermudez C, Diaz-Piedra C, Catena A, et al. Chronotype-dependent circadian rhythmicity of driving safety. *Chronobiol Int* 2014;31:532–541.
- Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø. Arbejdsmiljø og helbred i Danmark. Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø, København, DK, 2013.
- Dinges D, Mallis M. Managing fatigue by drowsiness detection: Can technological promises be realized? In: Hartley L (ed), *Managing Fatigue in Transportation*. Elsevier Science, Oxford, UK, 1998.
- Dingus T, Klauer S, Neale V, et al. The 100-Car Naturalistic Driving Study, Phase II—Results of the 100-Car Field Experiment. National Highway Traffic Safety Administration, Washington, DC, USA, 2006.

- Dorn L, af Wählberg A. Work-related road safety: an analysis based on U.K. bus driver performance. *Risk Anal* 2008;28:25–35.
- Ebrahimi MH, Sadeghi M, Dehghani M, Niiat KS. Sleep habits and road traffic accident risk for Iranian occupational drivers. *Int J Occup Med Env Health* 2015;28:305–12.
- Elvik R. How would setting policy priorities according to cost–benefit analyses affect the provision of road safety? *Accid Anal Prev* 2003;35:557–570.
- Eraqi HM, Abouelnaga Y, Saad MH, Moustafa MN. Driver distraction identification with an ensemble of convolutional neural networks. *J Adv Transp* 2019.
- European Transport Safety Council. Cost effective EU Transport Safety Measures. European Transport Safety Council, Brussels, BE, 2003
- Feng S, Li Z, Ci Y, Zhang G. Risk factors affecting fatal bus accident severity: Their impact on different types of bus drivers. *Accid Anal Prev* 2016;86:29–39.
- Fernández A, Usamentiaga R, Carús JL, Casado R. Driver Distraction Using Visual-Based Sensors and Algorithms. *Sensors* 2016;16:1805.
- FitDrive. FitDrive. URL: <https://www.fitdrive.eu/project-overview/>. Set 21.11.2022.
- Gallahan SL, Golzar GF, Jain AP, et al. Detecting and mitigating driver distraction with motion capture technology: Distracted driving warning system. In: 2013 IEEE Systems and Information Engineering Design Symposium, Charlottesville, US, 2013.
- Garbarino S, Durando P, Guglielmi O, et al. Sleep Apnea, Sleep Debt and Daytime Sleepiness Are Independently Associated with Road Accidents. A Cross-Sectional Study on Truck Drivers. *PLoS One* 2016;11:e0166262.
- Gjoreski M, Gams MŽ, Luštrek M, et al. Machine Learning and End-to-End Deep Learning for Monitoring Driver Distractions From Physiological and Visual Signals. *IEEE Access* 2020;8:70590–70603.
- Gomez-Ortiz V, Cendales B, Useche S, Bocarejo JP. Relationships of working conditions, health problems and vehicle accidents in bus rapid transit (BRT) drivers. *Am J Ind Med* 2018;61:336–343.
- Green KA, McGwin G, Owsley C. Associations Between Visual, Hearing, and Dual Sensory Impairments and History of Motor Vehicle Collision Involvement of Older Drivers. *J Am Geriatr Soc* 2013;61:252–257.
- Grytnes R, Shibuya H, Dyreborg J, et al. Too individualistic for safety culture? Non-traffic related work safety among heavy goods vehicle drivers. *Transp Res Part F Traffic Psychol Behav* 2016;40:145–155.
- Hamed MM, Jaradat AS, Easa SM. Analysis of commercial mini-bus accidents. *Accid Anal Prev* 1998;30:555–567
- Harland KK, Carney C, McGehee D. Analysis of naturalistic driving videos of fleet services drivers to estimate driver error and potentially distracting behaviors as risk factors for rear-end versus angle crashes. *Traffic Inj Prev* 2016;17:465–71.
- Hashemi Nazari SS, Moradi A, Rahmani K. A systematic review of the effect of various interventions on reducing fatigue and sleepiness while driving. *Chin J Traumatol Zhonghua Chuang Shang Za Zhi* 2017;20:249–258.
- Hasselberg M, Laflamme L. How do car crashes happen among young drivers aged 18–20 years? Typical circumstances in relation to license status, alcohol impairment and injury consequences. *Accid Anal Prev* 2019;41:734–738.
- Hong J, Park J, Lee G, Park D. Endogenous commercial driver’s traffic violations and freight truck-involved crashes on mainlines of expressway. *Accid Anal Prev* 2019:327–335.
- Huisingh C, McGwin G, Wood J, Owsley C. The Driving Visual Field and a History of Motor Vehicle Collision Involvement in Older Drivers: A Population-Based Examination. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2015;56:132–138.
- Kashevnik A, Shchedrin R, Kaiser C, Stocker A. Driver Distraction Detection Methods: A Literature Review and Framework. *IEEE Access* 2021;9:60063–60076.



- Keskinen E, Ota H, Katila A. Older drivers fail in intersections: Speed discrepancies between older and younger male drivers. *Accid Anal Prev* 1998;30:323–330.
- Kim SJ, Chung EK. The effect of organizational justice as perceived by occupational drivers on traffic accidents: Mediating effects of job satisfaction. *J Safety Res* 2019;68:27–32.
- Klauer S, Dingus T, Neale V, et al. The Impact of Driver Inattention on Near-Crash/Crash Risk: An Analysis Using the 100-Car Naturalistic Driving Study Data. National Highway Traffic Safety Administration, Washington, DC, USA, 2006.
- Klauer S, Neale V, Dingus T, et al. Driver inattention: A contributing factor to crashes and near-crashes. In: *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. SAGE Publications, Orlando, FL, USA, 2015.
- Koesdwiady A, Abdelmoula R, Karray F, Kamel M. Driver Inattention Detection System: A PSO-Based Multiview Classification Approach. In: *2015 IEEE 18th International Conference on Intelligent Transportation Systems*, Las Palmas, ES, 2015.
- Kong W, Lin W, Babiloni F, et al. Investigating Driver Fatigue versus Alertness Using the Granger Causality Network. *Sensors* 2015;15:19181–19198.
- La QN, Lee AH, Meuleners LB, Van Duong D. Prevalence and factors associated with road traffic crash among bus drivers in Hanoi, Vietnam. *Int J Inj Contr Saf Promot* 2013a;20:368–73.
- La QN, Lee AH, Meuleners LB, Van Duong D. Prevalence and factors associated with road traffic crash among taxi drivers in Hanoi, Vietnam. *Accid Anal Prev* 2013b;50:451–5.
- Laberge-Nadeau C, Dionne G, Ekoe JM, et al. Impact of diabetes on crash risks of truck-permit holders and commercial drivers. *Diabetes Care* 2000;23:612–7.
- Lam LT. Environmental factors associated with crash-related mortality and injury among taxi drivers in New South Wales, Australia. *Accid Anal Prev* 2004;36:905–8.
- Langford J, Methorst R, Hakamies-Blomqvist L. Older drivers do not have a high crash risk—A replication of low mileage bias. *Accid Anal Prev* 2006;38:574–578.
- Lee J, Young K, Regan M. Defining Driver Distraction. In: Regan M, Lee J, Young K (eds) *Driver Distraction*. CRC Press, Boca Raton, USA, 2008.
- Li L, Zhong B, Hutmacher C Jr, et al. Detection of driver manual distraction via image-based hand and ear recognition. *Accid Anal Prev* 2020;137:105432.
- Li Z, Li SE, Li R, et al. Online Detection of Driver Fatigue Using Steering Wheel Angles for Real Driving Conditions. *Sensors* 2017;17:495.
- Liao Y, Li SE, Li G, et al. Detection of driver cognitive distraction: An SVM based real-time algorithm and its comparison study in typical driving scenarios. In: *2016 IEEE Intelligent Vehicles Symposium*. IEEE, Göteborg, SE, 2016.
- Liu L, Karatas C, Li H, et al. (2015a). Toward Detection of Unsafe Driving with Wearables. In: *Proceedings of the 2015 workshop on Wearable Systems and Applications*. ACM, Florence, Italy, 2015.
- Liu T, Yang Y, Huang G-B, et al. (2015b). Driver distraction detection using semi-supervised machine learning. *IEEE Trans Intell Transp Syst* 2015;17:1108–1120.
- Lu K, Sjörs Dahlman A, Karlsson J, Candefjord S. Detecting driver fatigue using heart rate variability: A systematic review. *Accid Anal Prev* 2022;178:106830.
- Lucidi F, Giannini AM, Sgalla R, et al. Young novice driver subtypes: Relationship to driving violations, errors and lapses. *Accid Anal Prev* 2010;42:1689–1696.
- Malka RA, Leibovitz-Zur S, Naveh E. Employee safety single vs. dual priorities: When is the rate of work-related driving accidents lower? *Accid Anal Prev* 2018;121:101–108.
- Marquart G, Cabrall C, de Winter J. Review of eye-related measures of drivers' mental workload. *Procedia Manuf* 2015;3:2854-2861.

- McDonald AD, Ferris TK, Wiener TA. Classification of Driver Distraction: A Comprehensive Analysis of Feature Generation, Machine Learning, and Input Measures. *Hum Factors J Hum Factors Ergon Soc* 2020;62:1019–1035.
- Mehler B, Reimer B, Coughlin JF, Dusek JA. Impact of Incremental Increases in Cognitive Workload on Physiological Arousal and Performance in Young Adult Drivers. *Transp Res Rec J Transp Res Board* 2009;2138:6–12.
- Metz B, Krueger H-P. Measuring visual distraction in driving: the potential of head movement analysis. *IET Intell Transp Syst* 2010;4:289.
- Michon JA. A Critical View of Driver Behavior Models: What Do We Know, What Should We Do? In: Evans L, Schwing RC (eds), *Human Behavior and Traffic Safety*. Springer US, Boston, MA, 1985.
- Mitsubishi Electric Europe B.V. Advanced Driver Assistance Systems. <https://automotive.mitsubishielectric.co.uk/products/adas>. Set 18.11.2022.
- Miyama G, Fukumoto M, Kamegaya R, Hitosugi M. Risk Factors for Collisions and Near-Miss Incidents Caused by Drowsy Bus Drivers. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17:4370.
- Murugan S, Selvaraj J, Sahayadhas A. Detection and analysis: driver state with electrocardiogram (ECG). *Phys Eng Sci Med* 2020;43:525–537.
- Muthukrishnan R, Shenoy SD, Jaspal SS, et al. The differential effects of core stabilization exercise regime and conventional physiotherapy regime on postural control parameters during perturbation in patients with movement and control impairment chronic low back pain. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol SMARTT* 2010;2:13.
- Naujoks F, Kiesel A, Neukum A. Cooperative warning systems: The impact of false and unnecessary alarms on drivers' compliance. *Accid Anal Prev* 2016;97:162–175.
- Noy IY, Shinar D, Horrey WJ. Automated driving: Safety blind spots. *Saf Sci* 2018;102:68–78.
- Oliveira L, Cardoso JS, Lourenco A, Ahlstrom C. Driver drowsiness detection: a comparison between intrusive and non-intrusive signal acquisition methods. In: *7th European Workshop on Visual Information Processing (EUVIP)*. IEEE, Tampere, Finland, 2018.
- Oliveira LG, Almeida CV, Barroso LP, et al. Truck drivers' traffic accidents in the State of Sao Paulo: prevalence and predictors. *Cien Saude Colet* 2016;21:3757–3767.
- Østergaard Nielsen A, Wenzel Andersen T. *Sociale og økonomiske konsekvenser af trafikulykker*. Forsikring & Pension, København, Danmark, 2014.
- Owsley C, McGwin G, Seder T. Older drivers' attitudes about instrument cluster designs in vehicles. *Accid Anal Prev* 2011;43:2024–2029.
- Pallesen S, Bjorvatn B, Magerøy N, et al. Measures to counteract the negative effects of night work. *Scand J Work Environ Health* 2010;36:109–120.
- Parikh R, Mathai A, Parikh S, et al. Understanding and using sensitivity, specificity and predictive values. *Indian J Ophthalmol* 2008;56:45.
- Paxion J, Galy E, Berthelon C. Mental workload and driving. *Front Psychol* 2014;5:1344.
- Pega F, Liu SY, Walter S, et al. Unconditional cash transfers for reducing poverty and vulnerabilities: effect on use of health services and health outcomes in low- and middle-income countries. *Cochrane Database Syst Rev* 2017;11:1465-1858.
- Rajendra Acharya U, Paul Joseph K, Kannathal N, et al. Heart rate variability: a review. *Med Biol Eng Comput* 2006;44:1031–1051.
- Ranney T, Mazzae E, Garrott R, Goodman M. *NHTSA driver distraction research: Past, present, and future*. National Highway Traffic Safety Administration, Washington, DC, USA, 2000.
- Regan MA, Hallett C, Gordon CP. Driver distraction and driver inattention: Definition, relationship and taxonomy. *Accid Anal Prev* 2011;43:1771–1781.
- Rienstra SA, Rietveld P, Lindeijer JE. Economic evaluation of traffic safety measures for transport companies. *Accid Anal Prev* 2000;32:679–687.

- Robb G, Sultana S, Ameratunga S, Jackson R. A systematic review of epidemiological studies investigating risk factors for work-related road traffic crashes and injuries. *Inj Prev* 2008;14:51–58.
- Ryan GA, Legge M, Rosman D. Age related changes in drivers' crash risk and crash type. *Accid Anal Prev* 1998;30:379–387.
- Sahayadhas A, Sundaraj K, Murugappan M. Detecting Driver Drowsiness Based on Sensors: A Review. *Sensors* 2012;12:16937–16953.
- Salminen S, Perttula P, Merjama J. Use of rest breaks and accidents by professional drivers. *Percept Mot Ski* 2005;101:665–8.
- Savolainen PT, Mannering FL, Lord D, Quddus MA. The statistical analysis of highway crash-injury severities: A review and assessment of methodological alternatives. *Accid Anal Prev* 2011;43:1666–1676.
- Scott-Parker B, Goode N, Salmon P. The driver, the road, the rules ... and the rest? A systems-based approach to young driver road safety. *Accid Anal Prev* 2015;74:297–305.
- Shi S-Y, Tang W-Z, Wang Y-Y. A Review on Fatigue Driving Detection. *ITM Web Conf* 2017;12:01019.
- Stang A. Critical evaluation of the Newcastle-Ottawa scale for the assessment of the quality of nonrandomized studies in meta-analyses. *Eur J Epidemiol* 2010;25:603–605.
- Staplin L, Gish KW. Job change rate as a crash predictor for interstate truck drivers. *Accid Anal Prev* 2005;37:1035–9.
- Strayer DL, Turrill J, Cooper JM, et al. Assessing Cognitive Distraction in the Automobile. *Hum Factors J Hum Factors Ergon Soc* 2015;57:1300–1324.
- Talbot R, Fagerlind H, Morris A. Exploring inattention and distraction in the SafetyNet Accident Causation Database. *Accid Anal Prev* 2009;60:445–455
- Teisala T, Mutikainen S, Tolvanen A, et al. Associations of physical activity, fitness, and body composition with heart rate variability–based indicators of stress and recovery on workdays: a cross-sectional study. *J Occup Med Toxicol* 2014;9:16.
- The PANACEA project. The PANACEA project. URL: <https://panacea-project.eu/about/>. Set d. 18.11.2022.
- Thiese MS, Ott U, Robbins R, et al. Factors Associated With Truck Crashes in a Large Cross Section of Commercial Motor Vehicle Drivers. *J Occup Env Med* 2015;57:1098–106.
- Tzamalouka G, Papadakaki M, El Chliaoutakis J. Freight transport and non-driving work duties as predictors of falling asleep at the wheel in urban areas of Crete. *J Saf Res* 2005;36:75–84.
- van Amelsvoort LGPM, Schouten EG, Maan AC, et al. Occupational determinants of heart rate variability. *Int Arch Occup Environ Health* 2000;73:255–262.
- Verbeek J, Ruotsalainen J, Hoving JL. Synthesizing study results in a systematic review. *Scand J Work Environ Health* 2012;38:282–290.
- Vicente J, Laguna P, Bartra A, Bailon R. Drowsiness detection using heart rate variability. *Med Biol Eng Comput* 2016;54:927–37.
- Vincent A, Noy I, Laing A. Behavioural Adaptation to Fatigue Warning Systems. Paper Number 98-S2-P-21, Transport Canada, Ottawa, ON, CA, 1998.
- Wali MK, Murugappan M, Ahmmad B. Wavelet packet transform based driver distraction level classification using EEG. *Math Probl Eng* 2013:297587.
- Wang X, Jiao Y, Huo J, et al. Analysis of safety climate and individual factors affecting bus drivers' crash involvement using a two-level logit model. *Accid Anal Prev* 2021;154:106087.
- Wang X, Xu R, Zhang S, et al. Driver distraction detection based on vehicle dynamics using naturalistic driving data. *Transp Res Part C Emerg Technol* 2022;136:103561.
- Wang Y, Li M, Du J, Mao C. Prevention of Taxi Accidents in Xi'an, China: What Matters Most? *Cent Eur J Public Health* 2015;23:77–83.
- Weinstein ND. Unrealistic optimism about future life events. *J Pers Soc Psychol* 1980;39:806–820.

- Weller G, Schlag B. A robust method to detect driver distraction. In: European Conference on Human Centred Design for Intelligent Transport Systems, Lyon, FR, 2008.
- Wiberg H, Nilsson E, Lindén P, et al. Physiological responses related to moderate mental load during car driving in field conditions. *Biol Psychol* 2015;108:115–125.
- Wierwille W, Ellsworth LA. Evaluation of driver drowsiness by trained raters. *Accid Anal Prev* 1994;26:571–581
- Young R. Cognitive Distraction While Driving: A Critical Review of Definitions and Prevalence in Crashes. *SAE Int J Passeng Cars - Electron Electr Syst* 2012;5:326–342.
- Zhang X, Yang Y, Chen Y, et al. Road traffic crashes among farm vehicle drivers in southern China: A cross-sectional survey. *Traffic Inj Prev* 2017;18:83–87.

## **8. Bilag**

**Bilag 1:** Interviewguide

**Bilag 2:** Sammenfatning af interviewmateriale

## 8.1 Bilag 1: Interviewguide

For at kunne simulere en realistisk arbejdsdag med indlagte udtrættende, stressende og distraherende elementer (simulatorstudie fase 3), vil der blive indsamlet viden omkring lastbilchaufførernes arbejdsdag. Dette gøres ud fra observationer og interviews. Der vil blive foretaget observationer af 3 fulde arbejdsdage og interviews med 5 medarbejdere samt 1-2 repræsentanter fra transportbranchen. Rekruttering af chauffører til interviews og laboratorieforsøg (fase 3) sker i samarbejde med BAU Transport og Engros, Transportens udviklingsfond og Landtransportskolen (TEC).

Tema og formål	Spørgsmål
<p>Introduktion til interviewet (Formål, varighed, interviewets rammer)</p> <p>Informeret samtykke</p> <p>Præsentation af informant (alder, uddannelse, arbejdsplads, arbejdstitel, hvor lang tid har du været i branchen?)</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tak for at du vil deltage i interviewet. Det betyder rigtig meget for os, at du vil bidrage til forskningen om dit arbejde.</li><li>• Jeg hedder Alberte og kommer fra det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø, som forsker i at bidrage til et sundt og sikkert arbejdsmiljø Danmark.</li><li>• Har du forstået hvad interviewet handler om?</li><li>• Formålet med interviewet er at få indblik i, hvordan jeres arbejdsdag ser ud.</li><li>• Du er selvfølgelig anonym, hvilket betyder, at du ikke nævnes med navn eller arbejdsplads. Det bliver kun forskningsprojektgruppen, der kommer til at have adgang til vores interview(s) og alle informationer behandles i overensstemmelse med Datatilsynets regler.</li><li>• Du kan trække din deltagelse (samtykke) tilbage, hvis du skifter mening/ikke ønsker at deltage alligevel.</li><li>• Jeg kommer til at spørge dig ind til 4 temaer: Din (Chaufførens) arbejdsdag, praktiske forhold i førerummet, pauser og uopmærksomkørsel. Interviewet tager ca. 30 min.</li><li>• Har du spørgsmål inden vi starter? Er det OK jeg optager interviewet?</li><li>• Kan du fortælle lidt om dig selv (alder, uddannelse, arbejdsplads, arbejdstitel, hvor lang tid har du været i branchen?)</li></ul>

<p>Tema 1: Chaufførens arbejdsdag</p> <p>Formål:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• At få indblik i chaufførens arbejdsdag, herunder strækning, arbejdstider og arbejdsopgaver.</li> </ul>	<p><b>Kan du beskrive, hvordan en typisk arbejdsdag ser ud for dig?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hvornår står du op, og hvornår begynder dit arbejde? (evt. pendler til og fra køretøjet)</li> <li>- Hvor lange er dine ruter? Antal stop (kunder) på en typisk dag?</li> <li>- Hvor lang tid kører du typisk ad gangen? (Hvor mange timer kører du i løbet af en typisk arbejdsdag? Både i træk og total)</li> <li>- Hvordan ser dine arbejdstider ud? (Har du et fast arbejdsskema, eller et mere spontant arbejdsskema, kører du kun om aften eller natten eller kun om dagen, eller alle tre)</li> <li>- Har du andre arbejdsopgaver? (Har du også opgaver der rækker udover at køre fra a til b, har du opgaver som omhandler kundekontakt, ruteplanlægning? Har du på og aflæsningsopgaver? (Hvis Ja: Hvor ofte, hvor fysisk anstrengt bliver du under disse på en skala fra 0-10 skala, hvor nul er lidt anstrengende og 10 er maksimalt anstrengt, Gør det noget ved din arbejdsdag? Gør det dig f.eks. mere frisk eller træt?)</li> </ul>
<p>Tema 2: Pauser i løbet af arbejdsdagen</p> <p>Formål:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• At få indblik i hvordan chaufføren holder pauser</li> </ul>	<p><b>Hvordan holder du pauser?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hvor mange pauser har du typisk i løbet af dagen? Hvor lange er de? Har du regelmæssige pauser eller mere spontane pauser?</li> <li>- Hvad plejer du at lave i dine pauser?</li> <li>- Kan du selv bestemme, hvornår du vil holde pause/Hvem bestemmer, hvornår du holder pause?</li> </ul>
<p>Tema 3: Praktiske forhold i førerrummet</p> <p>Formål:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• At få indblik i hvilke redskaber/værktøjer/udstyr chaufføren bruger, når han kører og hvad de bruger det til (F.eks. Automatgear, videokameraer, sidespejle, telefon, radio, advarselsystemer)</li> </ul>	<p><b>Hvilke slags medie, kommunikation- og navigationsudstyr arbejder du med, når du kører?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hvad bruger du de forskellige slags udstyr til? (Anvender i GPS, Computer, kamera (bak, cyklist/bilist), automatgear, sidespejle)</li> <li>- Er der noget, du benytter dig mere af end andet, når du kører? (Ja: Hvilke og hvorfor)</li> <li>- Kører du med head-set? (Ja: Hvor mange opkald får du typisk på en arbejdsdag? Hvilke slags opkald får du, er det arbejdsrelaterede eller private? hvor længe taler du typisk i</li> </ul>

	<p>tlf., når du kører?) (Nej: bruger du andre former for it, hvis du f.eks. får et opkald?)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lytter du til radio, imens du kører? (Ja: Hvorfor, hvad gør den/det for din arbejdsdag? hvor lang tid, hvilken slags radio – musik, radioprogrammer, podcast andet? Hvorfor hører du den kanal/det program/)</li> <li>- Har du/i adgang til nogen form for advarselssystem? (eksempler: blød trafikant/cyklist/fodgænger alarm; træthedsalarm; vognbane alarm) (Ja: Benytter du dig af det i løbet af din arbejdsdag? Hvor ofte oplever du, at det advare dig? Oplever du, at det hjælper dig? Nej: Hvorfor benytter du dig ikke af advarselssystem? Bruger du andre former for redskaber til at gøre dig opmærksom på uopmærksom kørsel?)</li> </ul>
<p>Tema 3: Uopmærksom kørsel</p> <p>Formål:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• At få indblik i hvilke situationer chaufføren oplever at han bliver uopmærksom (træthed, stress og distraktioner)</li> <li>• At få indblik i hvad chaufføren gør, når han oplever uopmærksom kørsel.</li> </ul>	<p><b>Har du oplevet situationer, hvor du har været træt, imens du har kørt lastbil?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hvilke situationer har det været? (Er det, når du har kørt længe uden pauser, efter frokost, ved lange ensartet strækninger?)</li> <li>- Hvornår på turen har du oplevet at være træt, imens du kører? (F.eks. efter et måltid, sidst på ruten efter en lang arbejdsdag, tidligt på turen? Andet)</li> <li>- Hvor ofte sker det? Hver dag/uge/måned?</li> <li>- Hvad gør du i disse situationer? (Fortsætter du? Holder du en pause? Drikker en kaffe, gør du andet? Tager du noget opkvikkende medicin?)</li> <li>- Har du et bud på, hvad der forårsager, at du bliver træt?</li> <li>- Oplever du at være øm i muskler og led? (Påvirker det din arbejdsdag eller kørsel relateret til træthed)</li> </ul> <p><b>Bliver du distraheret og uopmærksom, imens du kører lastbil?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hvilke situationer har det været? (Det kunne f.eks. være ved telefonopkald, GPS-navigation, spise og køre samtidig, stresset, tankemylder, andet?)</li> <li>- Hvornår på turen har du oplevet uopmærksom kørsel? (F.eks. efter et måltid, efter en lang arbejdsdage, tidligt på turen?)</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hvor ofte sker det? Hver dag/uge/måned?</li> <li>- Hvad gør du i disse situationer? (Fortsætter du? Kører ind til siden? Holder du en pause? andet?)</li> </ul> <p><b>Har du oplevet at være stresset, imens du har kørt lastbil?</b> (Stresset tilstand= uro i kroppen, hjertebanken)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hvilke situationer har det været? (Ved forsinkelser? skiftende vejr, trafikkøer, mange bilister og forhindringer, stram tidsplan/forsinkelse? Konflikter med kunder?)</li> <li>- Hvor ofte sker det? Hver dag/uge/måned?</li> <li>- Hvornår på turen har du oplevet at være stresset? (F.eks. ved myldretid?)</li> <li>- Hvad gør du i de situationer, hvor du oplever at være stresset, imens du kører? (Fortsætter du? Holder du en pause? Drikker kaffe, slukker for larm og distraherende elementer, tager du medicin, der kan hjælpe i disse situationer, andet?)</li> </ul>
Afrunding, feedback og rekruttering til forsøg.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tak for din deltagelse, har det været ok at være med?</li> <li>- Må vi/jeg kontakte dig igen på senere vis? (Hvis der skulle dukke et spørgsmål op eller i forbindelse med deltagelse i vores forsøg med køresimulator?)</li> </ul>

## 8.2 Bilag 2: Sammenfatning af interviewmateriale

### Formål med interviewene

For at kunne simulere en realistisk arbejdsdag med indlagte udtrættende, stressende og distraherende elementer (simulatorstudie fase 3), vil der blive indsamlet viden omkring lastbilchaufførernes arbejdsdag. Dette gøres ud fra observationer og interviews. Der vil blive foretaget observationer af 3 fulde arbejdsdage og interviews med 3-5 medarbejdere samt 1-2 repræsentanter fra transportbranchen. Interviewguiden

### Præsentation af informanter

**Informant 1:** Mand 51 år, kører skraldebil inde i København (industriaffald), har været lastbilchauffør siden 1995. Uddannet 10 klasse, udlært automekaniker og 4 års militærtjeneste. Arbejder med industrirenovation i et internationalt transportfirma. Interviewet blev foretaget den 06.04.2021 og havde en varighed på 00:51:04.

**Informant 2:** Mand 21 år, kører lille lastbil med containere og er under uddannelse som lastbilchauffør (har været i gang i et år). Uddannelsesbaggrund er en 10 klasse og derefter gået i gang som lærling. Arbejder for et dansk skraldevognsfirma og kører primært på Sjælland. Interviewet blev foretaget den 09.04.2021 og havde en varighed på 00:32:34.

**Informant 3:** Mand 46 år, kører entreprenørkørsel (råstoffer som sten, sand og jord). Ufaglært baggrund, har kørt lastbil i 25 år. Arbejder både som underviser og kører for et lastbilsfirma, som er i entreprenørbranchen. Kører primært på Sjælland. Interviewet blev foretaget den 14.04.2021 og havde en varighed på 00:35:56.

**Informant 4:** Mand 44 år, kører containerlastbil (affaldscontainer). Uddannelsesbaggrund består af en gymnasial uddannelse. Dertil har han været i branchen siden han var 13 år. Arbejder for et lastbilsfirma som er i entreprenørbranchen. Kører primært på Sjælland. Interviewet blev foretaget den 16.04.2021. Og havde en varighed på 00:31:57.

**Informant 5:** Repræsentant og partskonsulent på arbejdsgiver siden for BAU, arbejdet med godstransport og arbejdsmiljø siden 2007, rådgiver virksomheder omkring arbejdsskader, arbejdsmiljøloven og generel rådgivning. Uddannet jurist. Interviewet blev foretaget den 18.05.2021 og havde en varighed på 00:26:10.

**Informant 6:** Repræsentant og partskonsulent på arbejdstager siden for BAU. Arbejdsmiljøkonsulent i 3f, transportgruppen. Arbejder med arbejdsmiljø inden for chauffør området. Interviewet blev foretaget den 24.05.2021 og havde en varighed på 00:18:50.

## Tema 1: Chaufførens arbejdsdag

På baggrund af interviewene med de fire lastbilchauffører, gives der en beskrivelse af en typisk arbejdsdag. arbejdstider, opgaver og pauser varierer alt efter hvilket firma de interviewede deltagere kommer fra.

### Tider, arbejdsplan og opgaver

Flere af lastbilchaufførerne gav udtryk for at have et fast skema i forhold til arbejdstider. De møder typisk ind på deres arbejdsplads eller en parkeringsplads nær dem mellem kl.05-07. Herfra afhentes og afleveres deres lastbil igen, når arbejdsdagen slutter, hvilket finder sted mellem kl.14:00-17:00. Til spørgsmålet om hvor mange arbejdstimer de har pr. dag svarer alle fire mellem 8-10 timer. Selvom lastbilchaufførerne havde arbejdsdage af denne længde, pointerede flere, at deres samlede kørertid i løbet af dagen var mellem fire og seks timer. Derudover varede de længste kørerturer i løbet af en dag op til en time, mens størstedelen af de turer, de kørte, blev beskrevet som kortere strækninger der varede mellem 15 minutter til en halv time.

Nogle af de interviewede fulgte et mere fast arbejdsplan, mens andre primært arbejdede på projekter og derfor kun havde fast skema i den periode projektet varede. I forlængelse heraf beskrev tre af de interviewede chauffører, at de har faste mødetider, mens én af chaufføren selv kunne bestemme, hvornår han ville møde ind på arbejde:

*"Jeg har en fast rute hver dag og så bestemmer jeg egentlig selv, hvornår jeg vil møde. Hvis jeg f.eks. skal et eller andet kl. 14, så koordinere jeg selv. Så kan jeg mød tidligt og blive hurtigt færdig og muligvis kører om natten, for der er mindre trafik."* (Informant 1)

Chaufførerne får tilsendt deres arbejdsopgaver hhv. dagen før eller om morgenen, når de møder ind. En af chaufførerne havde en fast rute, som han altid kørte (informant 1), imens andre gav udtryk for at have flere forskellige ruter. De lastbilchauffører der kørte med containere, beskrev at have at have mange stop undervejs i løbet af deres arbejdsdag, hvor de skulle ind og ud af lastbilen, mens den chauffør, som kørte entreprenørkørsel (informant 3) i højere grad sad i bilen det meste af sin arbejdsdag:

*"Jeg vil skyde på, at jeg i snit har ca. 80 tømninger om dagen, hvor jeg er inde og tømme fysisk, altså så er det 80 kunder vi har. Og i øjeblikket er jeg nede på omkring 50 tømninger om dagen pga. corona "* (Informant 1)

*"Jeg skal ikke som sådan lavet noget ved påfyldning og aflastning, det er der en gravemaskine der gør. Og når jeg skal læsse af, så trykker jeg på nogen knapper og så hiver jeg i et håndtag"* (Informant 3).

### Andre arbejdsopgaver

Udover at køre lastbil havde alle chaufførerne også andre arbejdsopgaver, herunder på- og aflæsningsopgaver, undervisning af elever, at hjælpe til på lageret og arbejdspladsen f.eks. ved at rydde op, rykke rundt på paller eller reparation af lastbil. Til de mere fysisk betonet arbejdsopgaver blev der spurgt ind til hvor hårdt de oplevede dem, her gav især de chauffører der også arbejdede med at tømme skrald (informant 1 og 2) udtryk for at opleve højere grad af fysisk betonet arbejde end dem der hhv. kørte entreprenør- (informant 3) og containerlastbil med kran (informant 4):

*"Det er svært at svare på, nogen kan veje 100 kg og andre kan veje 20 kg. Det kommer også an på kunden og hvorvidt de har overfyldt deres container, måske er der 800 kg. Skrald i en container, hvor der egentlig kun er plads til 500 kg. Den fysiske hårdeste dag er om mandagen, hvis vi taler industriaffald, fordi mange hoteller har haft gæster henover weekenden."* (Informant 1)

*"Når containerne er tomme, vil jeg sætte det på en 1. men når jeg er ude og køre, der bruger jeg mere kraft på at rykke rundt på de fyldte containere, og der ligger jeg nok omkring 5-6 stykker. Der er jo stadig hjul på, så man får hjælp men det er alligevel gennem flere omgange."* (Informant 2)

*"Jeg ligger ikke særligt højt, jeg har kun enkelte på- og aflæsningsopgaver, men ikke meget. Og det jeg har foregår med chip-lad eller med kran"* (informant 4)

I forlængelse af ovenstående citater gav chaufførerne også udtryk for, at de var meget opmærksomme på, hvordan de løftede og skubbede til containeren for at undgå arbejdsskader:

*"Jeg er blevet klogere med tiden, som ung tænker du ikke over, hvordan du løfter på en papkasse, men som 51 årig der gør du det altså. Der løfter du ikke en papkasse på samme måde, så laver du en ondsvag bevægelse og skal ligge vandret i tre uger og derefter til kiropraktor et halvt år.. Og så er vi blevet uddannet i løfteteknik via. De kurser man er til hvert 5 år. Her lærer vi også om mad, indstilling af spejle og løfte og sidde stillinger og førstehjælpskursus."* (Informant 1)

## **Pauser**

På baggrund af interviewene gives der et billede af, at deltagerne følger køre-hvile-tidsbestemmelser for lastbilschauffører, idet al kørsel og pause registreres, og fordi det kan have store konsekvenser for dem selv og deres arbejdsplads, hvis reglerne brydes. Dette illustreres i følgende citat:

*"Og de her regler, hvis ikke du følger dem så får firmaet bøder, og den her computer fortæller om du overholder reglerne og så skal den nok gøre dig opmærksom på, hvornår du skal holde pause. Alle de her registreringer de bliver gemt i 56 dage og det skal de gemmes to år i firmaet"* (informant 1).

I forlængelse af ovenstående, gav de fleste udtryk for at deres pauser dels var bestemt ud fra køre-hviletidsbestemmelserne og dels arbejdsmiljøreglerne. Således havde nogle en mindre pause på ca. 15 minutter om formiddagen efterfulgt af en halv times pause omkring middagstid, mens andre valgte at bruge 45 minutter når de 4,5 times køretid var opnået. Dette var dog ikke gældende for informant 2, der var under uddannelse og derfor kørte i en mindre lastbil, som ikke er omfattet af køre-hviletidsbestemmelserne:

*"Jeg holder min første tur og så kører jeg min anden tur, og så passer det med at klokken er ved at være omkring halv elleve. Og når jeg kommer tilbage på pladsen efter anden tur, så vælger jeg at sætte mig ned og spise min frokost og holde min pause der. Så altså vi bestemmer selv hvor vi holder pauserne og hvornår vi holder pauserne"* (Informant 2)

Der var stor variation omkring, hvordan chaufførerne brugte deres pauser. Følgende citater giver indblik i hvilke forskellige aktiviteter, chaufførerne brugte deres pause på:

*"I mine pauser plejer jeg at sidde og slappe af, det gør jeg f.eks. ved at tage en lur. Så hopper jeg over i min køje i lastbilen, hvor jeg kan ligge mig og hvile. (...) går evt. en tur for at få noget frisk luft. Det eneste jeg ikke gør, det er at lave noget, der er arbejdsrelateret (Informant 1).*

*"Så vælger jeg at sætte mig ned og spise min frokost og holde min pause der (=arbejdspladsen) (...) Så har vi et rygeskur i firmaet og så sætter jeg mig derned og ryger eller damper. Så snakker jeg med de andre i firmaet, laver spas og ballade. (Informant 2)*

*"I min første pause plejer jeg at tage en kop kaffe og sludre med folk på byggepladsen eller andre chaufførkolleger. Jeg kan også godt finde på at lave telefonopringninger. Om eftermiddagen, hvis jeg kan holde et sted med en skov eller strand, så går jeg et kvarter den ene vej og et kvarter den anden vej, så jeg ikke bliver for tyk. Men jeg kan også finde på at ligge i min køje og slappe af, se nyheder på telefonen (...) Jeg er også opmærksom på, at hvis vi er på et projekt, hvor vi arbejder mere end 10-11 timer om dagen, så kan jeg godt finde på at ligge mig ned og stille uret, så jeg får en powernap på ca. 20-25 minutter" (Informant 3).*

## **Tema 2: Udstyr i førerrummet**

I Interviewene er chaufførerne blevet spurgt ind til hvilke slags medie, kommunikation- og navigationsudstyr de arbejder med, når de kører, hvilket der gives en beskrivelse af i følgende.

### **Spejle og bak-kamera til orientering**

Til spørgsmålet om hvilket slags udstyr chaufførerne har og benytter sig af i førerrummet, nævnte alle at de gjorde stor brug af deres spejle og bakkameraer. Chaufførerne beskrev, at spejl og bakkamera hjalp dem med at give et overblik ift. at kunne orientere sig, hvilket havde en stor betydning når de skulle bakke, kører inde i byen eller på trafikerede veje:

*"Jeg bruger virkelig mit bakkamera meget, og jeg ville være på spanden uden det. Fordi nogen af de container vi har, der skal vi bakke ud til dem, for de kan veje op til 1500 kg. Så de skal hives op af stålvejere. Så mit kamera og spejle dem bruger jeg rigtig meget. Det er sådan, at jeg faktisk helst kører på værkstedet frem for at køre videre, hvis mit kamera eller spejle er gået itu" (Informant 1)*

Denne oplevelse kom til udtryk i flere af interviewene, hvor chaufførerne henviste til enten spejle eller kamera, som et betydningsfuldt udstyr der blev taget i brug i flere forskellige situationer.

### **Head set og andet kommunikationsudstyr**

Chaufførerne kommunikerer med deres kunder og arbejdsgiver enten via head set eller Blue Toth (over radioen). Alle fortæller, at de har arbejdsrelaterede opkald i løbet af deres arbejdsdag, det kan f.eks. være i forbindelse med kundekontakt, når de skal ringe ind på kontoret for at gøre opmærksom på en afsluttet opgave, eller en elev/kollega som har et arbejdsrelateret spørgsmål. Til spørgsmålet om hvor mange opkald og hvor langt tid de typisk snakker, blev der givet flere forskellige svar:

*"Jeg kører også med head-set, og her får jeg ca. 4-5 opkald på dag, og de handler primært om en ekstra opgaver, at jeg f.eks. lige skal ud forbi en kunde (...) De her opkald er korte, omkring 1-2 minutter"* (Informant 1)

*"Jeg får flere fordi jeg både for opringninger fra kunder, kolleger og elever så 15-20 opkald i løbet af dagen – men det er tit hurtige spørgsmål. 2-5 minutters opkald."* (Informant 3)

Der blev både benyttet head set og kommunikation over radioen, overordnet var telefonopkaldene brugt i arbejdsøjemed, men enkelte nævnte også at have flere private opkald i løbet af arbejdsdagen:

*"Det er både arbejdsrelateret f.eks. omkring arbejdsopgaver og private opkald f.eks. med kæreste, familie og venner. Primært korte og hurtige opkald hvis det handler om en kunde maks 5 minutter, mens de opkald jeg foretager privat på min egen telefon hvor jeg hyggesækker, det kan være i flere timer i løbet af dagen"* (Informant 2)

Derudover beskrev alle chauffører, at de gør brug af en tablet, hvor deres arbejdsopgaver kommer ind og hvor de har mulighed for at aktivere navigationen/GPS, så de kan blive guidet igennem deres rute.

### **Advarselssystemer**

Chaufførerne i interviewene benytter sig af to slags advarselssystemer: 1. afstandscensorer, der bremser lastbilen automatisk op, hvis den kommer for tæt på f.eks. hvis en bil foran dem og 2. vognbanecensorer, som retter lastbilen automatisk op, hvis den slingrer/kører ud over sidelinjerne. Ifølge chaufførerne er advarselssystemet lovkrav, hvorfor lastbilerne skal være udstyret med dem. Dette er dog ikke ensbetydende med, at det er alle der oplever tilfredshed med advarselssystemerne:

*"Afstandscensoren er mere sart end jeg selv er. Den har jo ikke nogen hjerne, og derfor misforstår den nogen gange f.eks. når en bil drejer fra, så tænker jeg, at nu kan jeg godt give den gas, for når jeg når derhen, hvor de er, så har de flyttet sig. Men der er der nogen gange, hvor afstandssensoren siger, at der er en forhindring og så bremser den bilen. Enkelte gange har jeg også oplevet, at den har reageret på et vejskilt i et sving. Den misforstår nogle gange, det den fanger. (...) jeg har overvejet at tage den fra, men jeg har aldrig gjort det"* (Informant 4).

### **Andet**

Alle af de interviewede chauffører kører med automatgear og gav samtidig udtryk for, at de fleste større og nyere lastbiler benytter sig af dette. Flere af de interviewede fortalte, at de havde radioen kørende i baggrunden i løbet af dagen. Der blev både lyttet til radioprogrammer og podcast.

## **Tema 3: Uopmærksom kørsel**

Alle chaufførerne beskrev situationer, hvor de havde oplevet at være uopmærksomme i trafikken imens de kørte lastbil. Dette drejede sig bl.a. om situationer, hvor de har kørt længere tid på samme strækning, eller når de skulle køre en ny rute i et område de ikke kendte til.

## Træthed

Oplevelsen af at være træt under kørsel gik på tværs af alle interviewene. Her gav lastbilchaufførerne udtryk for at trætheden opstod i situationer, hvor de f.eks. havde sovet dårlig i løbet af natten eller hvis de sad i bilen i længere tid, og/eller strækningen er lang og monoton, hvilket følgende citater også giver indblik i:

*"Jeg har oplevet at være træt flere gange, imens jeg kører. Det sker f.eks. hvis jeg har haft en dårlig nat og vågnet flere gange og ikke kunne falde til ro, så er jeg påvirket resten af dagen også når jeg kører. Det især i løbet af første halvdel af turen, hvor jeg kan mærke, at jeg er ved at blive træt og sidder hakker lidt og gaber. Jeg havde f.eks. en dag her forleden, hvor jeg lige pludselig blev ramt af trætheden efter frokost og så blev jeg sendt ud på en lang ensrettet strækning, og der synes jeg godt jeg kunne mærke, at jeg sad og blev mere og mere træt, fordi jeg bare blev ved med at køre og ikke kom ud af bilen" (Informant 2)*

*"Jeg oplever træthed efter jeg har spist, der kan jeg godt mærke den første halve time efter, at der er jeg ikke på toppen opmærksomhedsmæssigt. Der er flere gange hvor jeg har oplevet, at jeg lige pludselig får øje på et eller andet og tænker 'hov' hvor kom den fra eller at jeg har kørt den forkerte vej. Eller generelt bare føler mig træt og behov for en middagslur. Jeg tror det skyldes det gange, hvor jeg har været ret sulten inden jeg har spist" (informant 4)*

*"Det kan støve meget på byggepladser og derfor kører vi oftest rundt med lukkede vinduer, og det kan godt mærkes på indeklimaet og trætheden, især hvis du sidder inde i bilen hele dagen, og det er en varm sommerdag" (Informant 3)*

I forlængelse af ovenstående citater, giver flere samtidig udtryk for at netop situationer, hvor de skal ud og ind ad lastbilen medvirker til, at de ikke oplever trætheden på samme måde:

*"Nu sidder jeg jo ikke så meget i lastbilen, den længste strækning jeg har (...) tager ca. 15 minutter. Derfra er jeg jo meget i bevægelse og ind og ud af lastbilen. Så har jeg selvfølgelig de her hvil, som jeg skal overholde. (...) Så jeg oplever ikke, at jeg er så træt i løbet af dagen, fordi der sker så mange forskellige ting og jeg skal holde de her hvil, også selvom jeg ikke føler mig træt, men der er ingen vej uden om" (Informant 1).*

I forbindelse med ovenstående blev der også der spurgt ind til, hvad lastbilchaufførerne gjorde, når de oplevede træthed. Her kom det b.la. frem, at de har mulighed for at benytte sig af deres køje og tage en lur, men flere gav også udtryk for, at det ikke er noget de benytter sig særlig meget af:

*"Hvis jeg synes jeg har haft en nat, så er det jo dejligt, at man vælger at ligge sig den halve time. Kører ind og ligger mig. Det er ikke noget, jeg gør tit, men jeg har gjort det en gang eller to."*

Derudover blev det også nævnt af flere, at de kunne finde på at stoppe, så de kunne komme ud og strække kroppen, tænde for blæseren eller rulle vinduet ned for at få noget frisk luft ind i bilen. Enkelte fremhævede andre metoder; som at snakke i telefon eller skrue op for musikken:

*"Hvis jeg begynder at mærke træthed så ruller jeg ned, eller tænder blæseren i bilen og for radioen. Så falder jeg ikke i søvn. Eller også ringer jeg til nogen, som jeg kan snakke med, så føler jeg at der sker nogle ting og det synes jeg hjælper på trætheden"* (informant 2)

### **Distraherende elementer under kørsel**

Under interviewene kom det frem, at var mange faktorer der kunne opleves som distraherende elementer, dog var der nogle elementer som gik igen på tværs af de fire interviews f.eks. brug af mobiltelefoner under kørsel, nye og ukendte ruter, snak med kollega/elev på passagersædet og områder med meget trafik og/eller mennesker.

I forbindelse med brug af **mobiltelefoner**, gav flere udtryk for, at det kunne skabe uopmærksomhed, hvis de kørte et sted der krævede større opmærksomhed på vejen. Derfor nævnte flere også, at de i højere grad tog de længere opkald på motorvejen, frem for inde i byen:

*"Jeg har mellem 3 og 5 telefonopkald om dagen både arbejdsrelateret og private, men mest arbejde. Hvis jeg kører inde i byen, så tager jeg kun de nødvendige samtaler og de er mindre end 5 minutter. Hvis jeg er ude på en længere strækning på motorvejen, hvor der ikke er ligeså mange ting jeg skal observere, så kan jeg måske godt tage en halv times telefon-opkald"* (Informant 1)

*"Men jeg har oftere tendens til at tage telefonen og snakke, når jeg er på motorvejen fremfor når jeg kører inde i byen og skal koncentrere mig om alle de ting der sker der. Cyklister, forgænger og lyskryds. Mit overblik er ikke lige så stort, som når jeg kører på motorvejen"* (Informant 3)

*"Der hvor jeg har oplevet uopmærksom kørsel, det er tit omkring noget kommunikationsnoget, hvor folk skriver en sms imens de kører eller holder for rødt eller lige skal tjekke noget på telefonen"* (Informant 4).

**Nye ruter og ukendte områder** spillede også en stor rolle for, hvorvidt chaufførerne oplevede at være uopmærksomme og stressede:

*"Men kommer jeg ud på en ny rute, som jeg ikke er vant til at køre, så er jeg på udebane, så ville jeg godt kunne blive stresset, fordi jeg hverken kender kunder, vejnavne eller vejen. Og så ville jeg have travlt med at kigge på gps'en frem for andre vigtige ting som medtrafikanter, gående folk og skilte."* (Informant 1)

*"GPS'en generer mig heller ikke så meget, det er ikke tit jeg kigger på den, fordi jeg kender ruten til de fleste af mine kunder. Men hvis det lige er en ny rute, så kan det godt ske, at jeg kører forkert (...) Så kigger jeg på gps'en og ser den, den og den vej skal jeg og så prøver jeg igen"* (Informant 2)

Derudover blev der også tegnet et billede af, at chaufførerne oplevede distraktion og stress i **trafikerede områder** f.eks. inde i byerne, hvor der både er lyskryds, cyklister og gående at skulle være opmærksom på:

*"Derudover er det også en distraktion, der hvor jeg kører (=KBH), at folk omkring mig er nogle idioter, der kun tænker på sig selv og ligeglade med andre. Altså folk der går rundt på strøget (...) de er optaget af sig selv og deres telefon, og jeg oplever det hver eneste dag, at folk snubler eller falder over noget. Og det er en klar distraherende faktor, for det betyder, at jeg skal være enormt opmærksom på alle dem, fordi de ikke nødvendigvis har orienteret sig ordentligt"* (Informant 1).



*"Jeg er jo meget ny bag rattet, jeg har derfor også været meget opmærksom på andre folk der kører uopmærksomt, og det er vel også en form for uopmærksomhed (...) F.eks. forleden dag, der kørte jeg på motorvejen og jeg kørte i midterbanen, og så er der en der kører i højre og en der kører i venstre bane, jeg holder godt nok min afstand men begge to prøver så at komme ind i midterbanen på samme tid, og der skal jeg jo være klar" (Informant 2)*

Udover ovenstående citater, blev det også nævnt at mislyde fra bilen (f.eks. hvis der er noget der rasler, klapre eller en sten i hjulet) og byggepladser med lidt plads kan skabe uopmærksomhed, da det kan tage fokus fra vejbanen. I forbindelse med ovenstående blev der også der spurgt ind til, hvad lastbilchaufførerne gjorde, når de oplevede at være distraherede eller stressede. Her kom det bl.a. frem, at de forsøgte at holde fokus på vejen ved at ignorere indgående opkald eller slukke for radioen.

Nogle lastbilchauffører gav også udtryk for at der var situationer, hvor de **spiste i mens de kørte**. Det drejede sig bl.a. om sult sidst på dagen, hvor der var behov for en snack, men det kom også frem, at det kunne skyldes en rute der involverede mange stop, hvilket resulterede i at pauserne jf. kørehviletidsbestemmelserne først kom på den senere hen af dagen. Måltiderne var både frokostmåltider f.eks. sandwich eller hotdogs, som samtidig kunne lægges væk, hvis de krævede to hænder på rattet. og om mindre snack-måltider f.eks. guleroder, æbler og barer, som blev indtaget om eftermiddagen.

#### **Andet – MSB Citater**

*"Jeg kan godt mærke, at jeg i starten ikke var vant til denne form for arbejde, og der kunne jeg især mærke det i ryggen, det gjorde ondt. Men det er ikke noget jeg er plaget af. Det kan være en mandag, altså en normal mandag, hvor det kører normalt ud med 15 tons. Og der kan du godt mærke, at du har lavet noget og mere end du er vant til. Men jeg bliver træt og træt i ryggen." (Informant1)*

*"Derudover har jeg også en dårlig krop i forvejen og jeg går til kiropraktor lige nu, fordi jeg har nogle smerter i ryggen, og det betyder også at jeg har styr på at skubbe tingene ordentligt, så jeg ikke får mere ondt end jeg allerede har. Og hvis jeg har en lang dag hvor jeg bare har siddet ned og kørt lange stræk, så har jeg også ondt, fordi jeg har siddet for længe i den samme stilling og jeg ikke lige har været ude og røre mig, så der kommer en værre smerte end der var i forvejen." (Informant 2)*

*"Nu har jeg noget gigt. Og når jeg har kørt rigtig mange kilometer, så kan jeg godt være øm i min ryg og bagdel. Og sidde og vippe med fødderne for at holde gang i blodomløbet. Jeg kan også stå op i mit førerhus, så tit rejser jeg mig op imens de læsser mig eller stiger ud af bilen og går rundt og får strækket benene." (informant 3)*

*"Jeg oplever også at have ømhed i knæ, hele ryggen, skulder, albuer og anklerne og muskler og det kan bestemt påvirke hvor frisk jeg føler mig. Jeg arbejder også langsommere. Jeg er meget opmærksom på at skifte stilling og skifte håndstilling på rattet, så jeg ikke spænder så meget omkring albueledet, men det spænder stort set altid i ryggen, men så har jeg en flaske jeg putter om i ryggen og presser i mod med. Nogle gange tager jeg smertestillende, et par gange om året har jeg to til fem uger, hvor jeg spiser paracetamol og ibuprofen. Det er typisk efter en periode hvor jeg har været mere fysisk aktiv" (informant 4)*

## Ideer til forebyggende strategier fra lastbilchauffører

**Advarselssystem der måler øjenbevægelser:** ”Jeg har en gang læst en artikel om et system der kunne følge ens øjenbevægelser, og på baggrund af det sige om man var træt. Det kunne være interessant at afprøve” (Informant 4).

**Simpelt layout ift. kommunikationsudstyret:** f.eks. hvis du kører og lytter til musik og skal skifte, så man kan på spotify ændre layout, så det er simpelt og stort, så man ikke skal bruge lang tid på at kigge. Så hvis du skal bruge din tablet eller telefon, så skal det være nogle store skærbilleder, hvor alt det overflødelig er taget fra. Med simple knapper og simpel opbygning, så du ikke skal sidde og lede.

**Gøre køre-hviletidsreglerne mere fleksible:** ”Til længere kørsel kan jeg godt se, at det giver mening, men ift. min arbejdsdag, hvor jeg kører i kbh og hele tiden er inde og ude af bilen. Så at man kunne fordele pauserne på en anden måde f.eks. 3 gange et kvarter i stedet for at man skal tage et kvarter plus en halv time” (Informant 1)

**Søvn:** Fokus på at få en god nattesøvn, og fokus på muligheden for at tage en lur når man træt i løbet af dagen. Specielt sidst på dagen.

## Interview med repræsentanter (vigtigste punkter)

### Chaufførens arbejdsdag og ulykker i trafikken

- Ift. distraktioner de kampagner som rådet for sikker trafik kører, det er noget der gælder os alle sammen. Vi har en holdning der går ud på, at man skal undgå at forstyrre chaufføren mindst muligt og følg med i de generelle trafik sikkerhedskampagner (Informant 5).
- For de professionelle lastbilschauffører fylder trafikulykker ikke så meget. Hvis du ser på ulykkesstatistikken, så har de fleste af dem været omkring af- og pålæsning. Ulykkerne sker primært på byggepladser. Når vi snakker trafiksikkerhed, så er det, der har fyldt meget været meget fokuseret på højresvingsulykker. Fordi det også er en psykisk skade, noget af det vi også fokuserer på, det er, hvordan vi undgår de her ulykke med svage/bløde trafikanter. Dem du ser på godstransporten hvor chaufføren har været uopmærksom, og der har været en opbremsning på en motorvej, altså kø på motorvejen og så kommer der lige en lastbil og tager dem (informant 5).
- Det er ikke som sådan den håndholdte telefon der er problemet, for hvis du skal bruge din hånd, så skal du nok reagere og smide telefonen på sædet, men det gør du jo ikke på samme måde med en varm kop kaffe. Så det er ligeså vigtigt at fokusere på andre elementer som kan være forstyrrende f.eks. snak eller diskussion med sidemanden, uopmærksomhed skal ses på i et bredere perspektiv end bare at tage en telefon eller kigge ned på din gps. Det er også så meget andet at skifte cd'er, eller numre på telefonen. Kør bil, når du kører bil. (...) Selvom der er indstillet håndholdt, så kan chaufførerne sidde med deres egen telefon i hånden, men igen min holdning er præget af tidligere erfaring og viden, opmærksomhed, opmærksomhed, opmærksomhed. Man ødelægger diskussionen ved kunne at snakke håndholdt mobil fordi det ikke kun er det, det handler om (Informant 5)
- Planlægningen af arbejdet kan altid organiseret bedre, f.eks. så deadlines ikke er så stramme. Langt de fleste steder opfordres folk til at forlade det sted de arbejder, når de holder pause. Det gør

chauffører ikke, de holder typisk pause der hvor de også arbejder. Det er det der med at pause også skal opfylde det formål, at der skal være restitution i det. Og det kan måske også have en betydning for at man på sigt falder lidt hen og bliver træt, fordi man ikke har haft mulighed for at holde restitution (Informant 6).

- Arbejdstagerene ser køre-hvile-tidsbestemmelser som en fordel, mens arbejdsgiver kan se det som en begrænsning ift. hvor langt man kan nå på en planlagt tur. Man skal jo planlægge turen, så man har pauser på de rigtige tidspunkter, så man heller ikke spilder tiden på noget ligegyldigt (Informant 6)

### **Forebyggelse af ulykker i trafikken**

- Reaktionsevne man har lavet en undersøgelse, hvor man gav chauffører sund kost og målte deres reaktionstid i en lastbilsimulator og fandt ud af, at de faktisk kunne forbedre bremselængden med 16 % - ved at spise sundt kost frem for junkfood. Det har også været et fokus i transportbranchen i mange år (informant 5)
- Stadig have øget fokus på at være opmærksom og køre lastbil, når der køres lastbil. Lad vær med de der soft ice, varm kaffe eller mobil, vær opmærksom (informant 5).
- Analyser ulykkerne, hvornår sker det? Hvordan kunne det være forhindret (informant 5).
- Gør brug af powernaps (Informant 6).
- Holdning omkring chaufførerne. Det har man selvfølgelig talt om i mange år, så jeg ved ikke hvor meget det hjælper. Man er nød til hele tiden af minde folk om det (Informant 6).
- Systemer der kunne reagere ved uopmærksom kørsel. Andre tekniske muligheder, som at lastbilen bremses, når den kommer for tæt på, alkolås, selvkørende biler (Informant 6).