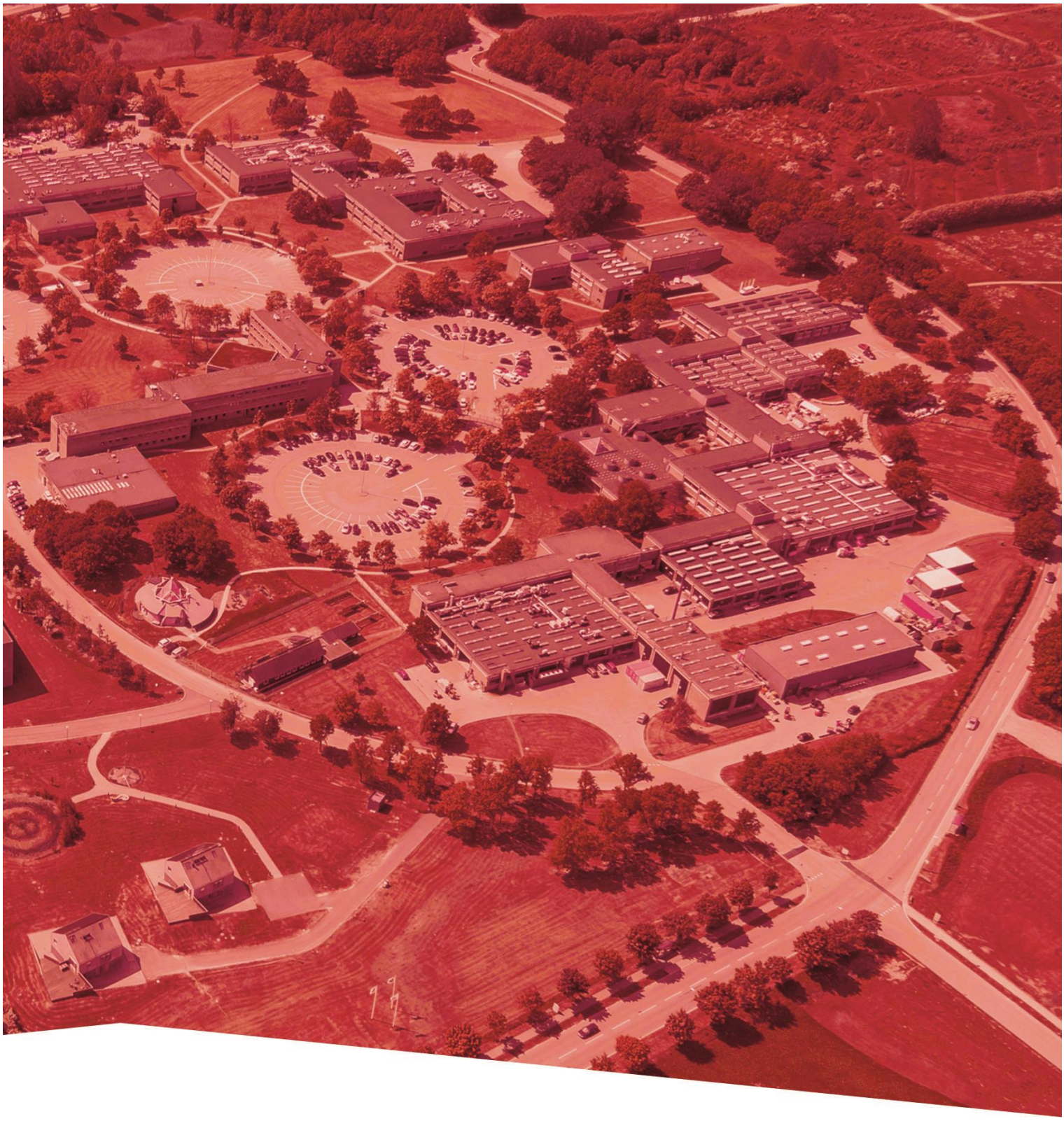

KAN DIGITALISERET UNDERVISNING FREMME DEN GRØNNE OMSTILLING I VEJGODSTRANSPORT?

TEKNOLOGISK INSTITUT

TEKNOLOGISK
INSTITUT

Udarbejdet af:
Teknologisk Institut
Gregersensvej 1
2630 Taastrup
Erhverv og Samfund

September 2024

TEKNOLOGISK
INSTITUT

1. Indholdsfortegnelse

2. Indledning 4
3. Konklusioner 5
3.1. Den grønne omstilling og dansk vejgodstransport 5
3.2. Den grønne omstillings nye kompetencebehov 5
3.3. Kan digitale redskaber bruges til at udvikle grønne kompetencer blandt chaufførerne? 7
3.4. Virtuelle simulationsprogrammer for chauffører 8
3.5. Forslag til kurser 11
4. Overgangen til elektriske lastbiler og nye drivmidler 14
5. Brug af digitale redskaber til opkvalificering af chauffører 18
5.1. Videoinstruktion -korte videoer lagt på chaufførernes mobiltelefoner 18
5.1.1. Digitale redskaber til træning af kørsel i realtid 20
5.1.2. Digital træning af chaufførernes kørsel -et ledelsesredskab til at fremme grøn adfærd 21
6. Virtuelle simulationsprogrammer for chauffører 23
6.1. Virtuelle simulationsredskaber til undervisning 23
6.2. Styrker og svagheder ved simulationsprogrammer 26
6.3. Eksempel på simulationsbaseret læringsforløb 27
7. Det grønne mindset i vejgodstransport 30
7.1. Træning i brændstofeffektiv "eco-driving" - erfaringer og gode råd 31
7.2. Transportskolerne kan styrke det "grønne mindset" gennem blended learning 33
8. Litteratur 35

TEKNOLOGISK
INSTITUT

2. Indledning

Hermed præsenterer Teknologisk Institut en analyse af, hvordan den grønne omstilling inden for vejgodstransport kan understøttes af digitaliseret undervisning. Ved digitaliseret undervisning forstås læringsprocesser, som gør brug af digitale redskaber i bred forstand, såsom simulationsredskaber, Virtual Reality (VR) og Augmented Reality (AR), e-learning, computerspil, quizzer, videoer m.m. Analysen er udarbejdet for Transporterhvervets Uddannelsesråd i april-august 2024 og er baseret på interviews blandt transportvirksomheder, transportskoler, eksperter og leverandører af digitale undervisningsredskaber.

Analysens baggrund og formål

Den grønne omstilling af dansk vejgodstransport er en del af Danmarks målsætning om 70 % reduktion af CO2-udledning inden 2030. Dansk vejgodstransport forventes i de kommende år at gennemgå en markant udvikling i form af elektrificering af køretøjer og overgang til alternative drivmidler. I afsnit 3 beskriver vi denne udvikling nærmere.

Med udviklingen i retning af elektrificering følger nye kompetencekrav til både nuværende og kommende chauffører, der skal opkvalificeres og udvikle et "grønt mindset".

Digitale undervisningsformer kan i den forbindelse være et relevant værktøj til at styrke chaufførers grønne kompetencer. Dels fordi digitale undervisningsformer muliggør en mere spændende og praksisbetonet læring i stedet for traditionel, lærerstyret undervisning. Dels fordi digital undervisning kan skabe virtuelle simulationer, som mindsker skolernes udgifter til indkøb af udstyr og fornyelse af vognparken med elektriske lastbiler.

På denne baggrund er det analysens formål:

- at undersøge, hvordan digitaliseringen kan understøtte kompetenceoverførslen af den grønne omstillings nye teknologier og de færdigheder, de kræver. Det skal herunder afdækkes, i hvilket omfang simulatorer såsom VR, AR , gamificering, etc. giver muligheder for at tilføre chaufførerne de tekniske færdigheder (hard skills), som overgangen fra et til flere drivmidler og køretøjtyper kræver.
- at afdække nogle af de kultur-, holdnings- og adfærdsændringer, som den grønne omstilling kræver, også kaldet "det grønne mindset". Herunder at afdække om det grønne mindset i vejgodstransporten kan forankres yderligere igennem en digitalisering af undervisningen. TUR ønsker dermed at undersøge, i hvilken grad og hvordan det grønne mindset hos vejgodstransportens chauffører kan udvikles igennem en digitalisering af undervisningen.

På grundlag af analysen af disse spørgsmål vil Teknologisk Institut præsentere anbefalinger til områder for fremtidig kompetenceudvikling og udvikling af nye AMU-kurser.

3. Konklusioner

Dette afsnit præsenterer konklusionerne på analysens hovedspørgsmål.

3.1. Den grønne omstilling og dansk vejgodstransport

Grøn omstilling af dansk vejgodstransport er vigtig for at reducere CO2-udledning

Danmark er et lastbilland. Gods- og varetransport står for 10 % af Danmarks samlede CO2- udledning, og vejtransporten står for langt størstedelen af transportsektorens samlede udledninger. En analyse fra Energistyrelsen viser, at vejtransportens udledninger udgør mellem 87 og 92 % af de samlede udledninger fra transportsektoren i perioden 1990 til 2035. [1] Den grønne omstilling af dansk vejgodstransport er derfor en vigtig del af Danmarks målsætning om 70 % reduktion af CO2-udledning inden 2030.
Analyser peger på, at næsten alle lastbiltransporter inden for ca. 15 år vil kunne ske med batterielektriske lastbiler, som har lavere totalomkostninger end både diesel- og brintlastbiler. Politisk fokuseres indsatsen nu på at bane vejen for vejgodstransportens elektrificering – både når det kommer til lade-infrastruktur og køretøjer. [2]

Den danske vejgodstransportbranche befinder sig stadig "på tærsklen" til elektrificering

Den grønne omstilling af dansk vejgodstransport forventes i de kommende år at ske ved en markant udvikling i form af elektrificering af køretøjer og overgang til alternative drivmidler. De elektriske lastbilers indtog på landevejene er imidlertid ikke kommet i gang endnu. På nuværende tidspunkt er det kun ca. 1-2 % af de danske lastbiler, der er el-lastbiler. Selvom de elektriske lastbiler endnu er så få, er deres antal inden for de seneste år blevet ottedoblet. Ydermere indføres der fra 2025 en kilometerafgift, som vil gøre det dyrere at køre med C02-udledende lastbiler. Det må derfor forventes, at elektrificeringen er lige om hjørnet, da stærke økonomiske incitamenter skubber på.

Dog er der forskellige fremtidsforventninger til, hvor mange elektriske lastbiler vi vil se i 2030; lige fra 4 % (Energistyrelsen) til 23 % (Rådet for Grøn Omstilling) [3]

3.2. Den grønne omstillings nye kompetencebehov

Overgangen til elektriske lastbiler og grønnere vejtransport kræver nye tekniske kompetencer

Vores interviews blandt virksomheder, der har anskaffet elektriske lastbiler, viser, at overgangen til el-lastbiler er forbundet med nye kompetencekrav til chaufførerne og nye logistiske rutiner for arbejdsdagen i forbindelse med opladningen.

[1] Energistyrelsen Klimastatus og –fremskrivning 2023
[2] Concito, 2022: Klimasvaret til vejgodstransporten er elektrificering – ikke afstikkere og blindgyder til andre drivmidler.
[3] https://rgo.dk/wp-content/uploads/Notat-om-fremskrivning-af-el-lastbiler-i-Danmark.pdf

De væsentligste nye opgaver for chaufførerne er opladning af batteri, hvilket betyder, at chaufføren nøje skal planlægge opladning og valg af rute for at sikre, at man ikke løber tør for strøm. Chaufføren skal også overvåge batteriniveauet og have indsigt i, hvordan forskellige faktorer som lastvægt, kørestil, vindforhold, temperatur og terræn påvirker energiforbruget. Desuden skal chaufføren kunne betjene den regenerative bremse, der genvinder energi under opbremsning, så lastbilens rækkevidde forøges.

Chaufføren skal blive fortrolig med at bruge den elektriske lastbils avancerede displays og apps, der giver information om batteristatus, rækkevidde, nærmeste ladestationer osv. Jævnlige opdateringer sker for at forbedre ydeevne og funktionalitet, og chaufføren skal i et vist omfang medvirke til at gennemføre disse opdateringer.

Det at køre elektrisk lastbil er teknisk simpelt og bliver stadig mere automatiseret

Selvom elektriske lastbiler fungerer anderledes end traditionelle lastbiler, fremhæver de interviewede virksomheder, at skiftet til at køre en elektrisk lastbil er simpelt. Betjeningen af el-lastbilen vurderes ikke at indebære væsentligt andre tekniske operationer for chaufføren. Tværtimod opleves det, at der er mindre for chaufføren at gøre; fx er der typisk ingen gearskift. Ydermere gennemgår elektriske lastbiler en hastig teknologisk udvikling, hvor flere og flere funktioner automatiseres og forsynes med kunstig intelligens. Det gælder fx overvågning af batteriets tilstand, optimering af valg af rute og opladningsstation samt optimering af den regenerative bremsefunktion.

Elektrificering og grøn omstilling er forbundet med nye holdninger og kørevaner

Vores interviews blandt virksomheder peger på, at den grønne omstilling og elektrificeringen i højere grad er forbundet med ny viden, nye holdninger og kørevaner end egentlig tekniske kompetencekrav. Kort sagt er der behov for et grønt mindset, hvor der er større viden og bevidsthed om virksomhedens miljøpåvirkning, og hvordan man som chauffør kan medvirke til at nedbringe miljøaftryk og udledninger gennem "grøn adfærd". Grøn adfærd kan fx omfatte:

- at køre med jævn hastighed og undgå tomgangskørsel samt at undgå unødvendige accelerationer, idet det reducerer brændstofforbruget.
- at chaufføren optimerer sit rutevalg og dermed fremmer brændstofbesparelser.
- at sikre dæktryk og forebyggende vedligeholdelse, så motorfejl, defekte sensorer og forkert oppumpede dæk ikke hæmmer brændstofeffektiviteten.
- at vælge det rigtige køretøj til en given opgave, idet det er afgørende for styring af brændstofforbrug.

Den grønne omstilling er dermed en udvikling, der kræver nye holdninger og vaner blandt chaufførerne, og virksomhedens ledelse har en vigtig rolle i forhold til at fremme grøn adfærd i virksomheden. Dette rejser spørgsmålet om, hvorvidt digitale redskaber er relevante og velegnede til at udvikle grøn adfærd og holdninger blandt chaufførerne.

3.3. Kan digitale redskaber bruges til at udvikle grønne kompetencer blandt chaufførerne?

Opkvalificering gennem makkeroplæring er udbredt- selv i større virksomheder. Vores interviews peger på, at oplæringen af chauffører i branchen sker gennem såkaldt makkeroplæring, dvs. at chaufføren følges med en erfaren medarbejder gennem et stykke tid -typisk en uge. Denne praksis er udbredt -selv i større virksomheder. Den praksisnære makkeroplæring er velegnet til at overføre både tekniske kompetencer såvel som holdninger og værdisæt for hvad det vil sige at være en god chauffør. På den anden side kan makkeroplæring have en "konservativ" tendens og være en utilstrækkelig metode til overførsel af grønne kompetencer og ibrugtagning af ny teknologi, der understøtter grønne køreteknikker. Kvaliteten vil variere afhængigt af den erfarne chaufførs egne færdigheder og viden. Hvis den erfarne chauffør ikke selv er opdateret med de nyeste miljøvenlige køreteknikker, kan det føre til, at nye chauffører ikke bliver uddannet i, hvordan man kører grønnere.

Virksomhedernes udbredte brug af makkeroplæring er således en tilgang, der kan imødekommes ved at chaufføren i stedet får en "digital makker", som fx Drivers Coach, der giver feedback på chaufførens kørsel hele tiden.

Grøn adfærd og brændstofeffektiv kørsel kan trænes med digitale feedback-programmer.
Opbygning af grønne kompetencer, kræver et systematisk og vedholdende fokus på energieffektivitet, hvilket kan være svært at opnå gennem makkeroplæring alene. Digitale redskaber, som fx Drivers Coach, kan tilbyde realtidsfeedback, der hjælper chauffører med at justere deres køremønstre for at blive mere brændstofeffektive og reducere emissioner.

Interviews blandt transportvirksomheder samt leverandører af digitale redskaber peger på, at der er gode muligheder for at træne brændstofeffektiv kørsel. Både nationalt og internationalt er der udviklet digitale læringsprogrammer, som skal fremme grøn, energirigtig kørsel indenfor vejtransport. Fx er der i samarbejde mellem UCplus og SkanTech lanceret et nyt digitalt værktøj, baseret på den digitale platform Drivers Coach. Drivers Coach anvender dataanalyser, adfærdsnudging, og kunstig intelligens til at tilpasse uddannelsesindholdet til den enkelte elev, hvilket muliggør en mere effektiv læring og anvendelse af teoretisk viden i praksis. Skantech og UC Plus vurderer, at brugen af Driver Coach giver chaufører vigtige indsigter om deres kørestil, hvilket fører til forbedret kørsel, selv hos erfarne chauffører, der pludselig bliver klar over egne dårlige vaner.[4] De foreløbige erfaringer fra Skantech peger på, at i de virksomheder, som går over til at bruge den digitale træningsapp, der reduceres omfanget af makkeroplæring med op til 90%.

"Gamification" -spilbaseret læring fremmer motivation

[4] Vud https://transport"" .ucplus.dk/ucplus-og-skantech-loefter-chauffoeruddannelsen-med-driver-coach-teknologi/

"Gamification" betyder at bringe elementer fra spillets verden, fx quizzer, tests og andre interaktive elementer ind i digital læring. Gamification styrker indlæringen ved at motivere eleven til at bruge det indlærte til at opnå en god score og til at reflektere over det faglige indhold.

Blandt de interviewede virksomheder er der positive erfaringer med indlæring via instruktionsvideoer eller e-learning suppleres med quizzer og spil, som tester det indlærte. Spil-elementet kan være lagt ind i forløbet således at chaufføren bliver præsenteret for forskellige situationer, f.eks. i trafikken eller ved læsning af lastbilen, og skal træffe det rigtige valg. Det giver mulighed for, at chaufføren kan teste sin viden i et risikofrit miljø.

Spilbaseret læring opleves at fremme chaufførernes forståelse og fastholdelse af den indlærte viden. Ved at chaufførerne f.eks. løbende at få feedback om deres rutevalg og kørsel så forstår bedre deres egne styrker og svagheder og dermed optimere deres læringsudbytte. De oplever også, at de valg de træffer, har konsekvenser, hvilket skaber en dybere forståelse for den indlærte viden.

360 graders videoinstruktion – et fleksibelt redskab

I vores interviewundersøgelse har vi indhentet erfaringer med brug af videoinstruktion i andre brancher, bl.a. sundhedssektoren. På et større hospital anvender man instruktionsvideoer og VR-briller til at udvikle 360 graders videoer, hvor det føles som om, man står i et rum, fx et røntgenlokale, med den relevante teknologi, der skal anvendes her. På hospitalet har man sat produktionen af simulations- og videoinstruktionsmateriale i system, så der er etableret en afdeling, der står for udviklingen af instruktionsvideoer i samarbejde med de faglige afdelinger.

Udviklingen af instruktionsvideoer følger nu et fast koncept med fire trin. Ved at følge og tilpasse disse fire trin vil enhver transportvirksomhed kunne udvikle sine egne instruktionsvideoer til opkvalificering af chauffører. Hvis der anvendes optageudstyr til 360 graders video og VR-briller, vil der kunne gives en virkelighedsnær og rumlig oplevelse af cockpittet og instrumentbrættet på en lastbil. 360 graders optageudstyr og VR-briller er alment tilgængelige i handel for mindre beløb.

3.4. Virtuelle simulationsprogrammer for chauffører

VR (virtual reality) og AR (augmented reality) er avancerede digitale redskaber, der *simulerer* virkeligheden. Afsnit 5 beskriver en avanceret simulator, der genskaber oplevelsen af at sidde i en lastbil eller gravemaskine. Simulationsredskabet er udformet som et rigtigt førersæde med rat og pedaler. Stolen man sidder i forsynet med vibratorer, der genskaber fornemmelsen af rystelserne fra motoren og køretøjets bevægelser. Foran førersædet er der placeret 3 paneler, der genskaber fornemmelsen af at sidde foran vinduerne i førerhuset på et større køretøj. Det samme førersæde kan via softwareprogrammer i VR headset (Pico 4 Enterprise) genskabe oplevelsen af at betjene mange forskellige slags køretøjer -lige fra minibusser til store kraner og gravemaskiner.

Der er endnu ikke udviklet simulationsredskaber for elektriske lastbiler

Interview blandt leverandører af undervisningsredskaber viser, at der endnu ikke er udviklet simulationsredskaber for elektriske lastbiler. Dette skyldes at efterspørgslen ikke er kommet i gang endnu, givetvis fordi elektriske lastbiler endnu er så sjældne. Leverandørerne fremhæver dog, at sådanne simulationsredskaber vil blive udviklet lige så snart efterspørgslen fra markedet kommer, og at det ikke vil kræve væsentligt arbejde. Situationen er således den, at leverandører af undervisningsredskaber afventer markedets efterspørgsel. Hvis transportskolerne oplever, at de har et behov for, at der udvikles nye versioner af simulationsredskaber for elektriske lastbiler, så bør transportskolerne samlet udtrykke dette behov til leverandører af undervisningsredskaber. Der vil være tale om udvikling af ny software til simulation af elektriske køretøjer.

Økonomisk fordel

Digitale simulationsredskaber er relevante løsninger for transportskoler, hvor de økonomisk kan spare udgiften til at anskaffe sig virkelige lastbiler, kraner, busser og gravemaskiner. Blandt de interviewede skoler nævnes den økonomiske fordel som væsentlig. Derudover bidrager simulatorer også til "grøn undervisning", da simulatorer sparer emissioner fra rigtige køretøjer.

Virtuelle simulationsredskaber har pædagogiske styrker -hvis de bruges rigtigt af underviseren

Den store styrke ved simulationsprogrammer, er at de gør det muligt at genskabe situationer og vilkår, som ville være vanskelige og risikable at etablere i virkeligheden. Fx kombinationen af en af- og pålæsning af en lastbil samtidig med at der opstår trafikal kø og der skal gøres plads for udrykningskøretøjer. Pædagogisk gør simulationsprogrammer det muligt at træne specifikke tekniske funktioner ved køretøjet og systematisk at ændre vilkårene således at der gradvis tilføjes flere og flere komplicerende elementer. Dette skaber mulighed for et progressivt læringsforløb, der kan tilpasses den enkelte kursist. Dette gør det også muligt at måle den enkelte elevs fremskridt i de data og scoringstal, der opnås i brugen af redskabet. Kursistens præstation måles indenfor områder som økonomi/effektivitet, sikkerhed og kvalitet.

Underviseren skal kunne bruge simulationsredskaberne pædagogisk hensigtsmæssigt

For det første er det vigtigt, at underviseren sætter sig fuldstændig ind i de det digitale simulationsredskabs funktioner og gennemtænker, hvordan de kan bruge dem pædagogisk. For eksempel skal underviseren være fortrolig med den funktion, hvor eleven kan optage små videosekvenser af sin egen brug af lastbilen og dens kran, og genspille dem for sig selv for at se, hvordan det gik med hhv. kvalitet, sikkerhed og effektivitet.

Undervisere, som ikke er så it-vante, kan have en tendens til, at de overlader det til andre og tænker, at nogle af de mere it-vante unge selv finder ud det meste. Dette er en mangelfuld tilgang som meget nemt fører til, at man slet ikke får udnyttet alt det, de digitale redskaber kan.

For det andet er det vigtigt, at de virtuelle redskaber ikke bruges som en "erstatning for virkeligheden"´, men at de danner indledning til virkeligheden og bruges i samspil med andre læringsformer.

Underviseren skal udarbejde et styret læringsforløb opdelt i faser, hvor eleverne gradvist får adgang til "læringspakkerne" -en efter en. Det skal undgås, at kursisterne bare "slippes løs" og selv begynder at åbne sektionerne i et læringsforløb alt efter, hvad der interesserer den enkelte kursist mest. I stedet skal underviseren tilrettelægge et styret læringsforløb, hvor kursisterne kun har adgang til de enkelte "læringspakker" i den rækkefølge som underviseren har bestemt. På den måde får kursisterne gradvist bygget mere viden på og bevarer en nysgerrighed og motivation for at bruge deres viden i de næste læringspakker.

Transportskoler kan fremme det grønne mindset gennem "blended learning"

Grøn transport bliver i stigende grad en konkurrenceparameter for transportvirksomheder: Transportskolerne har derfor en vigtig opgave mht. at forberede eleverne på dette og opbygge et grønt mindset, hvor de har en helhedsforståelse af, hvordan vejgodstransport påvirker miljøet, og derfor udvikler "grønne" adfærdsmønstre og holdninger.

Vores interview blandt transportskoler, eksperter og leverandører af undervisningsredskaber peger på, at det "grønne mindset" bedst opbygges gennem "blended learning", dvs. en kombination af fælles klasseundervisning og brug af digitale redskaber såsom e-learning til selvstudie og simulatorer, hvor eleverne øver sig enkeltvis eller i små grupper. Når eleverne har øvet sig i simulatorerne, kan data fra deres øvelser inddrages i fælles undervisning således at eleverne diskuterer resultaterne og hvad det kræver at imødekomme hensyn til både kvalitet, ressourceforbrug og sikkerhed. I fællesundervisning kan underviseren også inddrage data om trafikmønstre, brændstofforbrug og emissioner, hvor eleverne lærer at identificere muligheder for at reducere miljøpåvirkningen. Dette kan også omfatte undervisning i brugen af software til at optimere rutevalg for at minimere brændstofforbrug.

Transportskoler kan medvirke til at tydeliggøre fordele ved elektriske køretøjer

Vores interviews blandt transportvirksomheder og konsulenter viser, at der eksisterer en række forbehold og fordomme i forhold til at skifte fra traditionelle lastbiler til elektriske lastbiler. Det er forbehold der går på, at elektriske lastbiler har begrænset rækkevidde, begrænset trækkraft og at det er tidskrævende at foretage opladning m.m. Transportskolerne har derfor en opgave med hensyn til at forholde sig til disse fordomme og forbehold hos de nye generationer af chauffør-elever. Dels ved at bidrage med faktuel information om, hvor langt udviklingen at elektriske lastbiler er nået, og dels ved at tydeliggøre fordele ved at køre elektrisk lastbil.

At køre elektriske lastbiler i stedet for traditionelle diesel- eller benzinlastbiler har flere fordele for chauffører, herunder:

1. Reduceret støjforurening: Elektriske lastbiler er typisk meget mere støjsvage end traditionelle lastbiler. Dette kan gøre køreoplevelsen mere behagelig for chaufføren, især ved lange ture eller i byområder, hvor støjniveauet kan være en stressfaktor.
2. Lavere driftsomkostninger: Elektriske lastbiler har færre bevægelige dele, hvilket kan resultere i lavere vedligeholdelsesomkostninger. Chauffører og virksomheder kan drage fordel af færre reparationer og lavere udgifter til reservedele.
3. Bedre acceleration og moment: Elektriske motorer leverer øjeblikkeligt drejningsmoment, hvilket betyder hurtigere og glattere acceleration fra stilstand. Dette kan gøre kørslen mere responsiv og lettere at håndtere i bytrafik eller når man skal overhale.
4. Miljøvenlig kørsel: Elektriske lastbiler producerer ingen lokale emissioner, hvilket reducerer chaufførens og omgivelsernes eksponering for skadelige stoffer. Dette kan forbedre arbejdsmiljøet og bidrage til en positiv miljøpåvirkning.
5. Økonomiske incitamenter og reguleringsfordele: Der vedtages i stigende grad økonomiske incitamenter såsom skattefordele, tilskud eller lavere vejafgifter for elektriske køretøjer. Chauffører kan også nyde godt af adgang til zoner med begrænset trafik, hvor traditionelle køretøjer kan være forbudt.
6. Ergonomiske fordele: Elektriske lastbiler kan være designet med tanke på chaufførens komfort, med funktioner som lavere vibrationsniveauer og avanceret cockpitdesign, der kan forbedre den generelle kørselsoplevelse.

Listen af fordele vedrører således både sundheds- og arbejdsmiljømæssige fordele for chaufføren samt miljømæssige og økonomiske, driftsmæssige fordele for transportvirksomheden og samfundet.

3.5. Forslag til kurser

På baggrund af denne undersøgelses resultater vurderer Teknologisk Institut, at der er behov for følgende kurser, som kan understøtte den grønne omstilling i vejgodstransportvirksomheder:

Kursus 1: Brug af feedbackprogrammer til træning af grøn kørsel

Begrundelse: *Vejgodstransportvirksomheder har udbredt brug af makkeroplæring, som lægger vægt på praksisnæs instruktion. Makkeroplæring er dog utilstrækkelig til et vedholdende fokus og træning af grøn kørsel. Derfor har virksomhederne og chaufførerne behov for en digital makker, der tilbyder vedholdende feedback på chaufførernes kørsel.*

Målgruppe: Ledere og medarbejdere (chauffører) i transportvirksomheder

Fagligt indhold:
Kursisterne lærer, hvordan man anvender feedback-programmer til træning af brændstofeffektiv kørsel. Virksomhedslederne lærer, hvordan data og scoringsresultater fra kørslen anvendes til at udarbejde en kørselsprofil for den enkelte chauffør og hvordan der kan måles på brændstofeffektivitet, sikkerhed for

gods og kvalitet. Derudover lærer virksomhedslederne hvordan feedback-programmer kan bruges som ledelsesredskab til at identificere og fremme grøn adfærd i virksomheden.

Chaufførerne afprøver feedback-programmerne og får hver især udarbejdet en "kørselsprofil".
Kurset henvender sig både til relativt nye chauffører og erfarne chauffører, da alle kan have etableret køre-vaner, som først bliver synlige når de måles. Hver chauffør bliver bekendt med, hvilke sider af deres kørsel der kan forbedres.

Kursus 2: Brug af digitale simulationsprogrammer i undervisning -videndeling

Målgruppe: Faglærere på transportskoler, begyndere og erfarne brugere af simulationsredskaber

Begrundelse: *Moderne, avancerede simulationsredskaber stiller store krav til underviseren, der skal lære at bruge redskabernes mange funktioner pædagogisk. Blandt faglærere på transportskoler kan der være undervisere som ikke er så it-vante. Derfor vil det være en udfordring at skulle lære at bruge sådanne digitale redskaber.*

Fagligt indhold:
For begyndere, dvs. faglærere, der ikke har prøvet at bruge digitale simulationsprogrammer, vil hovedvægten ligge på introduktionen af hvordan programmerne bruges således at underviserne bliver nogenlunde selvhjulpne, hvis der opstår tekniske problemer med programmerne.

For mere erfarne brugere af simulationsprogrammer tilbydes viden- og erfaringsudveksling med kolleger om, hvordan man tilrettelægger vellykkede læringsforløb. Deltagerne vil kunne medtage og udveksle evt. undervisningsmaterialer de evt. har udarbejdet til læringsforløb.

Kursus 3: Brug af videoinstruktion i virksomheden- gør det selv

Målgruppe: Erfarne medarbejdere, der arbejder med mentoring og formidling i transportvirksomheder

Begrundelse: *Transportvirksomheders brug af makkeroplæring kan også imødekommes ved at virksomhederne lærer hvordan de selv kan lave instruktionsvideoer om det, virksomheden finder vigtigt. Instruktionsvideoerne kan sikre, at chauffører selv kan tilegne sig fagligt jobindhold, som måske kun delvist blev nævnt under makkeroplæringen. En af de interviewede virksomheder har positive erfaringer med selv at lave korte instruktionsvideoer, der kan tilgås på chaufførernes smartphones.*

Fagligt indhold: Det foreslås, at kursisterne på kurset selv prøver at planlægge, optage og redigere korte instruktionsvideoer efter den firetrins-model, der er beskrevet i rapportens afsnit 5.1. De vil få lejlighed til at anvende VR-videooptageudstyr og VR-briller, som er tilgængelige i almindelig handel og vil kunne

bruges til at optage 360 graders videoer. Instruktionsvideoerne vil herefter blive afprøvet på medarbejdernes smartphones og bedømt af medarbejderne.

4. Overgangen til elektriske lastbiler og nye drivmidler

De elektriske lastbilers indtog på landevejene er ved sin begyndelse. På nuværende tidspunkt er det kun ca. 1-2 % af de danske lastbiler, der er ellastbiler.

Ifølge Danmarks Statistik var der ultimo 2023 indregistreret 448 eldrevne og 327 gasdrevne lastbiler og sættevognstrækkere i Danmark ud af en samlet bestand på 41.725. Antallet af gasdrevne lastkøretøjer har ligget stabilt på omkring 320-330 de seneste tre år. I samme periode er antallet af eldrevne lastkøretøjer steget fra 56 ultimo 2021 til 448 ultimo 2023.

Størstedelen af lastkøretøjerne er fortsat dieseldrevne (98 %), mens et meget lille antal er registreret som brint- eller benzindrevne. Selvom andelen er lav, er den relative stigning dog markant inden for de senere år. Der er således tale om en ottedobling fra 2021 til 2023.

Samtidig lanceres der fra politisk side initiativer, der skal skabe incitamenter for overgangen til elektriske lastbiler:

- Ny kilometerbaseret afgift fra 2025. Fra 2025 erstattes vejbenyttelsesafgiften med en kilometerafgift, hvor lastbiler skal betale en afgift, der modsvarer den CO2-udledning, de belaster med. Afgiften vil være differentieret efter lastbilernes CO2-udledning, og "grønne" lastbiler, dvs. el-lastbiler, vil således betale mindst i afgift. Jo mere der køres i CO2-udledende lastbiler, jo mere skal der betales i afgift.
- Nye regler for lastbilers vægt og længde. Elektriske lastbiler er med deres batterier typisk tungere end benzin- og dieseldrevne lastbiler. For at fremme brugen af mere miljøvenlige transportløsninger, såsom elektriske lastbiler, er reglerne blevet justeret med henblik på at tillade højere totalvægt for disse køretøjer. De nye regler skal gøre det muligt for elektriske lastbiler at konkurrere mere ligeværdigt med traditionelle brændstofdrevne køretøjer ved at tillade dem at bære mere last på trods af deres tungere egenvægt. [5]
- Ladeinfrastruktur udbygges. Der er planer om at etablere 25 ladeparker til ellastbiler for at fremme den grønne omstilling af den tunge vejtransport i Danmark, og de første fem ladeparker skal stå klar i 2025. [6]
- Økonomisk støtte til køb af el-lastbiler og hjemmeladere. Det er blevet politisk besluttet at udmønte 75 mio. kr. til indkøb af el- og brintlastbiler og etablering af hjemmeladere hos vognmandsforretningerne. Fra 15. august 2024 kan vognmandsforretningerne ansøge om støtte til indkøb af el- og brintlastbiler og etablering af hjemmeladere.

[5] Færdselsstyrelsen, meddelelse nr. 2041 indeholder en oversigt over de nye regler om vægte og dimensioner for lastbiler og lastbilvogntog.
[6] https://www.vejdirektoratet.dk/pressemeddelelse/2024/vejdirektoratet-saetter-skub-i-udrulningen-af-ladeparker-til-ellastbiler

Det forventes, at antallet af el-lastbiler vil stige frem mod 2030, men fremskrivningerne varierer. Energistyrelsen forventer, at el-lastbiler vil udgøre 4 % af den samlede bestand af lastbiler i 2030, mens Rådet for Grøn Omstilling forventer, at el-lastbiler vil udgøre ca. 23 %. [7]

Vi står derfor i et vadested, hvor el-lastbiler endnu har meget begrænset udbredelse, men hvor det forventes, at forandringerne ligger lige om hjørnet.

Overgangen til elektriske lastbiler rummer barrierer og udfordringer for vognmandsforretninger

Selvom der politisk lanceres incitamenter for den grønne omstilling, så er overgangen til elektriske lastbiler en vanskelig udfordring for vognmandsforretninger, bl.a. af følgende årsager:

- El-lastbiler er dyre. El-lastbiler koster i dag ca. 2,5-3 gange så meget som en tilsvarende lastbil, der kører på diesel. Hertil kommer udgifter til at opsætte egne ladestandere. Dog skal det nævnes, at driftsomkostningerne ved el-lastbiler typisk er lavere.
- De har kortere rækkevidde. Rækkevidden for de fleste eksisterende modeller er i dag ca. 300 km, når de kører fuldt lastet, sammenlignet med ca. 1.000 km for lastbiler på diesel.
- Opladning tager tid. Opladning med Combined Charging System (CCS), en internationalt accepteret standard for ladestik og -protokoller til elektriske køretøjer, kan ikke opfylde behovet for at oplade 360 km på under 45 minutter.
- Ladeinfrastrukturen er begrænset. Endnu er der kun få steder, der tilbyder offentlig tilgængelig ladeinfrastruktur til lastbiler (Nyborg, Horsens og Hirtshals). Til sammenligning er der over 300 tankstationer i Danmark, der tilbyder diesel til lastbiler.

Den begrænsede udbredelse af el-lastbiler afspejler sig også i vores gennemførte virksomhedsinterviews. De virksomheder, der har anskaffet el-lastbiler, er typisk dem, hvor transporten af varer fortrinsvis sker lokalt og regionalt og ikke udgør virksomhedens kerneforretning. Det gælder fx offentlige renovationsselskaber eller private dagligvarevirksomheder, der har skiftet en del af deres vognpark ud med el-lastbiler, og som i deres markedsføring reklamerer med "grøn transport", typisk som et blandt flere tiltag i virksomhedens grønne omstilling.

Nye kompetencekrav og opgaver for chaufføren

De interviewede virksomheder beskriver, at overgangen til el-lastbiler er forbundet med nye kompetencekrav til chaufførerne og nye logistiske rutiner for arbejdsdagen. I det følgende sammenfattes en række af disse forandringer.

Selve det at betjene en el-lastbil opleves ikke at indebære væsentlige ændrede tekniske operationer for chaufføren. Tværtimod opleves det, at der er mindre for chaufføren at gøre. Fx er der typisk ingen

[7] https://rgo.dk/wp-content/uploads/Notat-om-fremskrivning-af-el-lastbiler-i-Danmark.pdf

gearskift, da mange elektriske lastbiler har en enkelt gearudveksling eller ingen transmission overhovedet. Dette gør kørslen enklere og mere glidende.

De nye opgaver for chaufføren indebærer derimod:

- Opladning af batteri: Chaufføren skal planlægge opladning og omhyggeligt vælge rute for at sikre, at der er tilgængelige ladestationer langs vejen. Hertil skal chaufføren ofte bruge apps eller systemer, der viser ladestationernes placering.

- Tidsstyring: Opladning kan tage betydeligt længere tid end at påfylde diesel, så chaufføren skal tage højde for opladningstid i sin tidsplan. Teknologien er dog under udvikling og hurtigladere kan i fremtiden reducere tidsforbruget markant.

- Tilslutning og afbrydelse: Chaufføren skal fysisk tilslutte og afbryde lastbilen fra ladestationen, og den arbejdsgang kan variere afhængigt af typen af lader og stik.

- Overvågning af batteriniveau: Det er vigtigt, at chaufføren konstant overvåger batteriniveauet og har viden om, hvordan forskellige faktorer som lastvægt, kørestil, vindforhold, temperatur og terræn påvirker energiforbruget. Elektriske lastbiler vil typisk bruge mere strøm om vinteren på grund af opvarmningsbehov, reduceret batterieffektivitet, øget rulningsmodstand og brug af ekstraudstyr. Chauffører skal tage højde for dette øgede strømforbrug ved ruteplanlægning og have alternative opladningsstrategier i de koldere måneder.

- Betjening af regenerativ bremse: Mange elektriske lastbiler har regenerativ bremse, der genvinder energi under opbremsning. Chaufføren skal lære at bruge denne funktion optimalt for at forlænge rækkevidden.

- Brug af apps og display på instrumentbræt: Elektriske lastbiler er ofte udstyret med avancerede displays og apps, der giver information om batteristatus, rækkevidde, nærmeste ladestationer osv. Chaufføren skal blive fortrolig med at bruge disse systemer. Softwareopdateringer kan være nødvendige for at forbedre ydeevne og funktionalitet. Chaufføren skal muligvis udføre eller administrere disse opdateringer.

- Termisk styring: Elektriske lastbiler har ofte avancerede systemer til at styre temperaturen på batteriet. Chaufføren skal sikre, at disse systemer fungerer korrekt, især under ekstreme vejrforhold.

Blandt de interviewede virksomheder vurderes det, at det ikke er de specifikke tekniske kompetencer, der opleves som den største udfordring ved overgangen til elektriske lastbiler, men nærmere den øgede fokus på energistyring.

Den grønne omstilling i vejtransportvirksomheder har mange former

På nuværende tidspunkt er elektrificeringen stadig på et meget tidligt stadie, hvor kun få lastbiler kører på el. Dog er den grønne omstilling i gang på vejtransportområdet på forskellige måder, der overordnet kan karakteriseres som imagepleje. Der er virksomheder, der opstiller solpaneler og dækker en del af virksomhedens elforbrug gennem grøn strøm. Og der er virksomheder, der indkøber 400kw hurtigladere.

En af de interviewede virksomheder er en dagligvarekoncern, der har som ambition at få transporteret så mange af deres varer på el som muligt. Virksomheden har nu 24 elbiler til distribution og har etableret en ladepark, som delvist får strøm fra solceller. I sin markedsføring reklamerer virksomheden med "klimavenlig logistik" og gør opmærksom på, at virksomheden lægger vægt på at køre effektivt i sin varedistribution, så varer tages med retur til distributionscentret, og det undgås at køre med tomme vogne.

5. Brug af digitale redskaber til opkvalificering af chauffører

Dette afsnit belyser hvordan vejgodstransportvirksomheder typisk foretager oplæring af deres chauffører og hvilke forskellige former for digitale redskaber, der kan være relevante i forhold til den grønne omstilling.

Makkeroplæring er en udbredt metode -selv i større virksomheder

Den typiske form for oplæring i vejgodstransportvirksomheder sker i dag ved makkeroplæring. Dvs. at chaufføren følges med en erfaren medarbejder gennem et stykke tid. Blandt virksomhederne vurderes det, at det kan gennemføres på en uges tid.

At makkeroplæring er så udbredt, kan ses som udtryk for et ønske om at oplæringen af chaufførerne foregår på en "praktisk betonet måde". Det vil sige, at chaufføren hovedsagelig skal tilegne sig de nye kompetencer ved træning og visuel instruktion/indlæring, hvor chaufføren selv udfører opgaverne eller ser dem blive udført, - i stedet for at læse sig til dem.

Makkeroplæring kan være en velegnet metode i forhold til at socialisere en ny chauffør ind i virksomheden, men som uddannelsesmetode kan den have sin svaghed. Kvaliteten af oplæringen vil kunne svinge alt efter hvem der skal stå for oplæringen og en sådan oplæring have en "konservativ" tendens, hvor der ikke er fokus på nye brændstofbesparende køreteknikker. Ydermere er det vanskeligt at dokumentere og følge op på, om det der er blevet fortalt under oplæringen, det bliver husket.

Det at opbygge grønne kompetencer og køreteknikker kræver vedholdende fokus over længere tid og her vil makkeroplæring ikke have de samme styrker som digitale redskaber, der kan måle og træne chaufførens køreadfærd samt give chaufføren realtids-feedback under kørslen. Virksomhedernes udbredte brug af makkeroplæring er således en faktor, der imødekommes ved at chaufføren i stedet får en "digital makker".

5.1. Videoinstruktion -korte videoer lagt på chaufførernes mobiltelefoner

Korte instruktionsvideoer, der kan tilgås på chaufførernes smartphones, er en enkel form for digitalt redskab, der kan skabe en fleksibel, engagerende og effektiv læringsoplevelse.

Blandt de interviewede virksomheder er der positive erfaringer med at lade chaufførers oplæring ske ved selvstudie af videoinstruktion, i form af korte videoer, der tilgås på chaufførernes mobiltelefoner. En renovationsvirksomhed, der har anskaffet sig el-lastbiler, fik lavet en række instruktionsvideoer om forskellige funktioner på lastbilen og hvordan af- og pålæsning blev gennemført korrekt. Det er

virksomhedens erfaring, at korte instruktionsvideoer i højere grad bliver brugt end hvis der ligger en samlet instruktionsbog trykt på fint, glittet papir.

Udviklingen af instruktionsvideoer kan ske i trinvist forløb som vist i figuren nedenfor.

Idéudvikling:
Afklaring af behov og relevans for 360-graders video versus almindelig video. Det afklares med klinikken, hvad der er det centrale faglige indhold, klinikken ønsker der skal læres, og det besluttes hvordan det afgrænses. 360-graders videoer skal helst ikke være for lange, da det kan opleves som svært at have VR-briller på i mere end en halv time ad gangen.

Brainstorming og planlægning:
Samarbejde med klinikken for at udvikle en klar plan og drejebog. Ofte vil der være en naturlig rækkefølge i de funktioner, der anvendes i et klinikrum og det hjælper indlæring og hukommelse at videoen anvender denne rækkefølge.

Optagelse og Redigering:
Når manuskriptet er klart, optages videoen. Herefter sker grov- og finredigering, hvor interaktive elementer tilføjes. De interaktive elementer er de steder i videoen, hvor kursisten bliver bedt om at udføre en operation eller foretage et valg. Pop-up tekster sættes ind i videoen.

Test og Validering:
Den færdige video afprøves blandt brugerne for at sikre dens effektivitet som læringsværktøj. Ved afprøvningen af videoen vurderer brugerne bl.a. om pop-up teksterne er forståelige og om man bliver givet de informationer, som er nødvendige for at man kan foretage et korrekt og logisk interaktivt valg.

360 graders videoinstruktion– et fleksibelt værktøj

I vores interviewundersøgelse har vi indhentet erfaringer med brug af videoinstruktion i andre brancher, bl.a. sundhedssektoren. På et større hospital anvender man instruktionsvideoer og virtual reality briller til at udvikle 360 graders videoer, så det føles som om man står i et rum, fx et røntgenlokale med den teknologi, som skal betjenes der. Udviklingen af videoer følger nu et relativt fast koncept, der omfatter 4 trin som vist i figuren ovenfor. Ved at følge disse fire trin, vil enhver transportvirksomhed kunne udvikle sine egne instruktionsvideoer til opkvalificering af chauffører. Hvis der anvendes optageudstyr til 360 graders video og VR-briller, så vil der kunne gives en virkelighedsnær og rumlig oplevelse af cockpittet instrumentbrættet på en lastbil. 360 graders optageudstyr og VR-briller er alment tilgængeligt i handel for mindre beløb.

Spil og quizzer –"gamification" af indlæring har potentialer for grøn omstilling

"Gamification" betyder at bringe elementer fra spillets verden, fx quizzer, tests og andre interaktive elementer ind i digital læring. Gamification styrker indlæringen ved at motivere eleven til at bruge det indlærte til at opnå en god score og til at reflektere over det faglige indhold.

Blandt de interviewede virksomheder er der positive erfaringer med at indlæring via instruktionsvideoer eller e-learning suppleres med quizzer og spil, som tester det indlærte. Spil-elementet kan være lagt ind i forløbet således at chaufføren bliver præsenteret for forskellige situationer, f.eks. i trafikken eller ved læsning af lastbilen, og skal træffe det rigtige valg. Det giver mulighed for, at chaufføren kan teste sin viden i et risikofrit miljø. Spilbaseret læring opleves at fremme følgende:

Motivation og engagement. Spilbaseret læring opleves at øge chaufførernes motivation og engagement fordi de oplever, at der sker en progression i deres læring, som gøres målbar med en score. Dette kan opleves som en belønning.

Læring og forståelse. Spilbaseret læring opleves også at fremme chaufførernes forståelse og fastholdelse af den indlærte viden. Ved løbende at få feedback om deres rutevalg og kørsel så forstår bedre deres egne styrker og svagheder og dermed optimere deres læringsudbytte. De oplever også, at de valg de træffer har konsekvenser, hvilket skaber en dybere forståelse for den indlærte viden.

5.1.1. Digitale redskaber til træning af kørsel i realtid

Både nationalt og internationalt er der udviklet digitale læringsprogrammer, som skal fremme grøn, energirigtig kørsel indenfor vejtransport. Fx er der i samarbejde mellem UCplus og SkanTech lanceret et nyt digitalt værktøj, baseret på den digitale platform Drivers Coach[8].

[8] https://transport.ucplus.dk/ucplus-og-skantech-loefter-chauffoeruddannelsen-med-driver-coach-teknologi/

Drivers Coach fungerer således at platformen kan integreres med køretøjets indbyggede systemer via en smartphone-app. Det er også muligt at forbinde platformen med køretøjets motor via sensorer. Denne integration gør det muligt for platformen at indsamle data om kørevaner, såsom hastighed, bremsemønstre og rutevalg. Mens brugeren kører, indsamler platformen løbende data om forskellige kørselsparametre. Platformen analyserer de indsamlede data for at identificere områder, hvor brugeren kan forbedre deres kørefærdigheder.

Driver Coach anvender dataanalyser, adfærdsnudging, og kunstig intelligens til at tilpasse uddannelsesindholdet til den enkelte elev, hvilket muliggør en mere effektiv læring og anvendelse af teoretisk viden i praksis. Erfaringerne er, at brugen af Driver Coach giver chauffører vigtige indsigter om deres kørestil, hvilket vil fører til mere køreglæde for den enkelte chauffør, samt forbedret kørsel på grund af den øgede sikkerhed på vejen. Selve etableringen af løsningen i en virksomhed er baseret på "datadrevet salg", hvor der først køres en prøveperiode, hvor der samles data ind om virksomhedens kørsel for at identificere dens potentiale for besparelse. Derefter er etableringen af løsningen og dens pris meget modulbaseret alt efter virksomhedens ambitionsniveau og antallet af køretøjer, den har.

5.1.2. Digital træning af chaufførernes kørsel -et ledelsesredskab til at fremme grøn adfærd

Digitale programmer til monitorering af chaufførens brændstofforbrug og køresti kan blive et ledelsesredskab for virksomheder indenfor vejgodstransport. Redskaberne kan bruges til at fremme sikker kørsel, spare på brændstof samt identificere og belønne "kvalitetschauffører". Dette vil kunne medføre at adfærdsnormer spreder sig blandt chaufførerne. Ved en sådan databaseret læring vælger virksomhedens ledelse, hvilke adfærdsændringer de vil fremme og chaufførerne kan løbende få feedback om, hvordan det går mht. at arbejde hen imod virksomhedens mål.

Virksomheder indenfor vejgodstransport kan konkret bruge spilbaseret digital læring og monitoreringsprogrammer til at fremme følgende grøn adfærd hos chaufførerne:

- At køre med jævn hastighed. At køre med jævn hastighed og undgå tomgangskørsel samt unødvendige accelerationer reducerer brændstofforbruget. Derfor er jævn kørsel en adfærd, som kan trænes med digitale læringsprogrammer, der løbende giver feedback under kørslen.

- At chaufføren optimerer sit rutevalg. Ledelsen kan fremme brændstofbesparelser ved at vurdere, om chauffører tager de mest effektive ruter, eller om de mest optimalt placerede chauffører bliver sendt til servicekald. Dermed kan bemandingen af givne transporter også være en vigtig faktor. Denne adfærd kan både trænes i fiktive situationer i spilbaseret læring og i digitale programmer der giver feedback under kørslen.

- At sikre dæktryk og forebyggende vedligeholdelse. Motorfejl, defekte sensorer og forkert oppumpede dæk er alle faktorer som kan hæmme brændstofeffektiviteten. At fremme grøn adfærd på disse områder kan ske gennem digitale programmer, der med sensorer giver feedback om dæktryk og motorens tilstand under kørslen.

- Køretøjer i den rigtige størrelse til rette opgave. At vælge det rigtige køretøj til hver opgave er afgørende for styring af brændstof. At bruge en stor lastbil til en lille last og korte afstande er logisk set ineffektivt og øger brændstofomkostningerne.

- Let belastningen. Jo lettere køretøjets last er, jo mere brændstoføkonomisk vil det være. At sikre, at chauffører kun medbringer det, de har brug for, som en del af deres last, kan derfor gøre en stor forskel i brændstofforbruget.

- Brug brændstofkort. Virksomhedens ledelse kan opnå bedre overblik over brændstofkøb ved at de udelukkende sker via chaufførernes brændstofkort. Ud over at gøre brændstofbetaling mere bekvem for chauffører, er en fordel ved brændstofkort, at de hjælper ledelsen med at holde styr på brændstofkøb gennem større gennemsigtighed.

- Begyndende indfasning af elbiler. Vores interviews blandt virksomhederne peger på, at elektrificering ikke behøver at ske fra den ene dag til den anden, men at der er fordele ved gradvis indfasning af el-lastbiler til de transportopgaver, de giver bedst mening. Dels er der logistiske udfordringer med at skabe tid til opladning af lastbilerne. Dels har el-lastbiler endnu begrænsninger mht. hvor tunge lastopgaver, de kan udføre og med hvilken rækkevidde. Desto bedre ledelsen har overblik over sin vognpark og dens kapacitet, desto mere optimalt vil de rette opgaverne gradvis kunne tildeles el-lastbiler.

6. Virtuelle simulationsprogrammer for chauffører

De foregående afsnit har behandlet *digitale redskaber, der tager udgangspunkt i virkeligheden* i form af videoinstruktioner og billeder, evt. forsynet med spilbaserede, interaktive elementer, med det formål at understøtte indlæringen af faglig viden. De mere avancerede applikationer, der under kørslen giver feedback om chaufførens kørestil, kan betegnes som monitoreringsprogrammer.

Dette afsnit behandler digitale redskaber, *der simulerer virkeligheden*; i form af virtual reality (VR) og augmented reality (AR).

VR er en computergenereret genskabelse af virkeligheden med objekter og omgivelser, der ser ud til at være ægte, og som får brugerne til at føle, at de er placeret midt i et virkeligt miljø. Dette virtuelle miljø opfattes gennem en elektronisk enhed kendt som et VR-headset eller hjelm. Et eksempel herpå er Volvo Trucks' virtual training reality service, der blev udviklet, da man under coronaepidemien stod over for en udfordring mht., hvordan man skulle træne 20.000 serviceteknikere verden over, når hverken undervisere eller teknikere kunne rejse.

AR er en interaktiv oplevelse, der overlejrer og dermed "forbedrer" den virkelige verden med computergenereret perceptuel information. Ved at bruge software, apps og hardware såsom AR-briller, overlejrer augmented reality digitalt indhold på virkelige miljøer og objekter. Det mest kendte eksempel er Pokémon GO, som er et placeringsbaseret AR-spil, der giver spillere mulighed for at fange, kæmpe med og træne virtuelle pokémoner, der forekommer i den virkelige verden.

6.1. Virtuelle simulationsredskaber til undervisning

Der er udviklet virtuelle simulationsredskaber til undervisning, hvilket er en økonomisk attraktiv løsning for transportskoler, da det ville en stor udgift at anskaffe en elektrisk lastbil til undervisningsbrug.

Vi har i undersøgelsen gennemført interviews blandt leverandører af virtuelle programmer, og en af dem er det svenske firma Tenstar.

Billederne nedenfor illustrerer, hvordan simulationsredskabet er konstrueret og fungerer.

Som det ses på billedet, er simulationsredskabet udformet som et rigtigt førersæde med rat og pedaler (Tenstar Pedestal). Stolen, man sidder i, er forsynet med vibratorer, der genskaber fornemmelsen af rystelserne fra motoren og køretøjets bevægelser. Foran førersædet er der placeret tre paneler, der genskaber fornemmelsen af at sidde foran vinduerne i førerhuset på et større køretøj, som vist nedenfor.

Det samme førersæde kan, via softwareprogrammer i VR-headset, genskabe oplevelsen af at sidde i og betjene mange forskellige slags køretøjer - lige fra minibusser til store kraner og gravemaskiner (se nedenfor).

,

Billederne her viser, at simulationsredskabet fx kan genskabe oplevelsen af at sidde i en gravemaskine, og at det er muligt for kursisten at genspille en optagelse fra træningsforløbet. Det grønne skærmbillede

til højre viser, at simulationsredskabet er forsynet med spilbaseret læring, som giver mulighed for, at der kan opnås en score for hhv. økonomi, kvalitet og sikkerhed.

6.2. Styrker og svagheder ved simulationsprogrammer

På baggrund af interviews med både leverandører af simulationsredskaber og transportskoler, der anvender redskaberne, præsenteres i det følgende en række oplevede styrker og svagheder ved simulationsprogrammerne.

Styrker

En styrke ved simulationsredskaberne er den økonomiske fordel. Anvendelsen af redskaberne er en billigere løsning for undervisningsinstitutionen end at anskaffe en rigtig elektrisk lastbil til undervisningsbrug. Derudover er der en række pædagogiske og læringsmæssige styrker ved simulationsprogrammerne.

For det første indebærer simulationsprogrammer, at eleverne på transportskoler tilegner sig læring ved at komme ***tættere på praksis, og i stedet for traditionel, lærestyret tavle-undervisning*** kan de øve sig virtuelt i førersædet. Dette er pædagogisk alt andet lige en fordel i forhold til målgruppen, som typisk ikke foretrækker traditionel, skolepræget undervisning. Ydermere har simulationsredskaberne over de senere udviklet sig til at blive mere og mere virkelighedsnære i den oplevelse, de giver brugeren. Ifølge interviews blandt leverandører af digitale redskaber forventes de at udvikle sig yderligere og muliggøre multiaktør-træning. Det vil fx betyde, at flere kursister kan bemande hver sit virtuelle køretøj og gennemføre opgaver i fællesskab.

En anden pædagogisk fordel er, at simulationsprogrammer gør det muligt at **genskabe situationer og vilkår**, som ville være vanskelige og risikable at etablere i virkeligheden. Fx kombinationen af en af- og pålæsning af en lastbil samtidig med, at der opstår trafikprop, eller der skal gøres plads for udrykningskøretøjer.

Pædagogisk gør simulationsprogrammer det muligt at træne specifikke tekniske funktioner ved køretøjet og **systematisk at ændre vilkårene**, så der gradvis tilføjes flere og flere komplicerende elementer. Dette skaber mulighed for et progressivt læringsforløb, der kan tilpasses den enkelte kursist. Dette gør det også muligt at måle den enkeltes fremskridt i de scoringstal, der opnås i brugen af redskabet. Som billedet viser, kan kursistens præstation måles inden for områder som økonomi/effektivitet, sikkerhed og kvalitet.

Svagheder

Interviews blandt leverandører af simulationsredskaber vurderer, at redskaberne egentlig kun har svagheder, hvis de bruges forkert. Baseret på deres erfaringer fremhæver de følgende som vigtigt for at få et godt udbytte af redskaberne.

For det første er det vigtigt, at simulationsredskaberne bruges som træning og forberedelse til virkeligheden. Det vil sige, at simulationsredskaberne bedst kan bruges som et læringsforløb, hvor kursisterne først bliver fortrolige med VR-redskabet og dernæst bruger det til at få kendskab til alle lastbilens tekniske funktioner. Det er vigtigt, at de virtuelle redskaber ikke bruges som en "erstatning for virkeligheden", men at de danner grundlag for virkeligheden og bruges i samspil med andre læringsformer.

Det er vigtigt, at underviseren selv bliver fuldt fortrolig med de virtuelle redskaber, og hvordan de virker. De interviewede leverandører oplever, at der blandt nogle undervisere, som ikke er så it-vante, kan være et vist forbehold mod digitale læringsredskaber. De kan derfor have en tendens til at overlade det til andre, idet de tænker, at nogle af de mere it-vante unge selv finder ud det meste. Dette er en forkert tilgang, som meget nemt fører til, at man slet ikke får udnyttet alt det, de digitale redskaber kan.

Underviseren skal sætte sig fuldstændig ind i de digitale simulationsredskaber og gennemtænke, hvordan de kan bruges pædagogisk. For eksempel skal underviseren være fortrolig med den funktion, hvor kursisten kan optage små videosekvenser af sin egen brug af lastbilen og dens kran og genspille dem for sig selv for at se, hvordan det gik med hhv. kvalitet, sikkerhed og effektivitet. Underviseren skal være så godt inde i alle funktioner, at han/hun kan lære fra sig.

Underviseren skal udarbejde et styret læringsforløb opdelt i faser, hvor kursisterne gradvist får adgang til "læringspakkerne" én efter én. Det skal undgås, at kursisterne bare "slippes løs" og selv begynder at åbne sektionerne i et læringsforløb alt efter, hvad der interesserer dem mest. I stedet skal underviseren tilrettelægge et styret læringsforløb, hvor kursisterne kun har adgang til de enkelte "læringspakker" i den rækkefølge, som underviseren har bestemt. På den måde får kursisterne gradvist bygget mere viden på og bevarer en nysgerrighed og motivation for at bruge deres viden i de næste læringspakker.

6.3. Eksempel på simulationsbaseret læringsforløb

Læringsforløbet skal trinvist forberede kursisterne på virkelig brug af lastbiler og redskaber. Nedenfor beskrives, hvordan et læringsforløb kan tilrettelægges i hovedtrin.

Trin 1: Introduktion til VR-miljø

- Mål: Gøre kursisterne fortrolige med VR-udstyret og miljøet.
- Aktiviteter:
    - Kort orienteringssession om, hvordan man bruger VR-headsettet og kontrolfunktionerne.
    - Kursisterne afprøver et grundlæggende VR-scenarie for at forstå navigation og interaktion i VR-rummet.

Trin 2: Lær lastbilens tekniske funktioner

• Mål: Undervise kursisterne i en lastbils tekniske funktioner og komponenter.
• Aktiviteter:

Dashboard

- Interaktive sessioner hvor kursisterne skal lære at identificere og forstå dashboardets indikatorer, målere og kontroller.

Motor og mekaniske systemer

- Virtuel gennemgang af motorrummet og forklaring af vigtige mekaniske systemer.

Sikkerhedsfunktioner

- Simulering af sikkerhedsfunktioner såsom bremser, airbags og nødprotokoller.

Trin 3: Virtuel øvelse af lastbildrift

• Mål: Give kursisterne øvelse i at betjene en lastbil i kontrollerede virtuelle omgivelser.
• Aktiviteter:

Start og stop af lastbilen

- Simuleringer til start af motor, indkobling af gear og sikker standsning af køretøjet.

Manøvrering og parkering

- Øve grundlæggende manøvrer, vendinger, bakteknik og parkering i forskellige scenarier.

Trin 4: Vurdering og feedback

• Mål: Evaluere kursisternes forståelse og give feedback.
• Aktiviteter:

- Gennemføre VR-baserede vurderinger, hvor kursisterne udfører specifikke opgaver.
- Give feedback om præstation, som fremhæver styrker og forbedringsmuligheder.

Trin 5: Overgang til rigtig lastbilpraksis

• Mål: Give kursisterne mulighed for at anvende de nye færdigheder i den virkelige verden.
• Aktiviteter:

Rigtig lastbilorientering

- Kort session for at introducere kursisterne til en rigtig lastbil, der svarer til den, der blev brugt i VR-oplevelserne.

Overvåget lastbildrift

- Kursisterne øver sig i at køre en rigtig lastbil under instruktørens opsyn, begyndende med grundlæggende operationer og videre til mere komplekse opgaver.

Trin 6: Afsluttende evaluering og certificering

• Mål: Attestere kursisternes parathed til at betjene en lastbil.

· Aktiviteter:

- Udføre en omfattende praktisk test, der evaluerer både VR- og færdigheder i den virkelige verden.
- Certificering af kursisterne, der demonstrerer kompetence inden for lastbildrift og sikkerhed.

Ovenstående trinvise tilgang kan sikre, at kursisterne gradvist opbygger deres viden og selvtillid ved at udnytte de fordybende muligheder i VR, før de går over til praksis i den virkelige verden.

Interviews blandt leverandører af simulationsredskaber til undervisning peger på, at redskaberne bedst bruges ved at indgå i "blended learning"-moduler, som kombinerer læsning og indlæring af teori med praktiske øvelser. Det skaber afveksling i undervisningen og styrker tilegnelsen af viden og færdigheder.

Enkeltpersonslæring versus gruppelæring med simulation. Typisk anvendes individuel brug af simulatorer, men der kan være fordele ved gruppearbejde, hvor eleverne kan diskutere og overvåge hinandens præstationer.

7. Det grønne mindset i vejgodstransport

Udviklingen i retning af elektrificering af vejgodstransport er en del af den grønne omstilling og et samfund med mindre C02-udledning og afhængighed af fossile brændstoffer.

Det grønne mindset inden for vejgodstransport handler om at minimere miljøpåvirkningen og fremme bæredygtighed i transportsektoren. I transportfirmaer baseret på lastvognskørsel indebærer det grønne mindset, at lastvognschauffører udfører deres arbejde på en måde, hvor de har en helhedsforståelse af, hvordan vejgodstransport påvirker miljøet, og derfor udvikler "grønne" adfærdsmønstre og holdninger. Ledelsen i transportvirksomhederne og hver enkelt chauffør skal have forståelse for, hvad de kan gøre for at reducere virksomhedens CO2-udledning og dens generelle miljøaftryk.

Vi har i vores interviews spurgt transportvirksomheder og konsulentvirksomheder om, hvad det er for konkrete adfærdsmønstre, det grønne mindset indebærer. Her er nogle centrale elementer:

Brændstofeffektiv ruteplanlægning:

De enkelte chauffører skal optimere deres valg af rute og evt. rækkefølgen af de steder/kunder, de besøger. Ruteplanlægningen kan involvere brug af avanceret software og kunstig intelligens til at finde den mest effektive vej og rækkefølge.

Vognparken skal omfatte brændstofeffektive køretøjer

Blandt virksomhederne nævnes det, at de er opmærksomme på at investere i lastbiler, som har høj brændstofeffektivitet, kører på biobrændstoffer eller elektricitet. Det at have en brændstofeffektiv, og dermed "grøn", vognpark vurderes at være et vigtigt parameter i markedsføringen. Dog efterspørger virksomhederne, at det offentlige ved udbud af transportopgaver lægger vægt på grøn transport, og er villige til at betale ekstra for grøn transport.

Vedligeholdelse af køretøjer

Regelmæssig vedligeholdelse vurderes som vigtigt for at sikre, at køretøjerne fungerer optimalt og ikke bruger unødvendigt brændstof. For traditionelle køretøjer, der kører på fossilbaseret brændstof, er det især vigtigt jævnligt at udskifte diverse brændstof- og oliefiltre samt at sikre korrekt dæktryk og dækvedligeholdelse. For elektriske køretøjer er der behov for at kontrollere batteriets tilstand og sikre, at de elektriske forbindelser fungerer korrekt.

Chaufføren skal overvåge batteriets opladning og tilstand

Blandt de virksomheder, der anvender elektriske lastbiler, blev det nævnt, at det er vigtigt at kontrollere batteriets opladning og tilstand. Under kørslen skal chaufføren holde øje med batteriets opladningsniveau via køretøjets displaysystem. Dette er vigtigt for at planlægge opladningstider og -steder, så man undgår at løbe tør for strøm. Det er også vigtigt, at chaufføren sørger for at følge anbefalede

opladningsrutiner for at undgå, at batteriet løber helt fladt. Det skal oplades regelmæssigt til et passende niveau, typisk mellem 20 % og 80 %, for at bevare batteriets holdbarhed. Chaufføren skal bruge køretøjets software eller diagnosticeringsværktøjer til at kontrollere batteriets tilstand. Sådanne kontroller kan give indikationer på batteriets kapacitet i forhold til dets oprindelige tilstand, og om der er behov for vedligeholdelse eller udskiftning af batteriet.

Chaufføren skal have viden om, at elektriske batterier fungerer bedst inden for et bestemt temperaturområde. Hvis batteriet udsættes for ekstrem kulde eller varme, kan dette påvirke både ydeevne og levetid. El-lastbiler har som regel indbyggede termostyringssystemer, men det er stadig vigtigt at parkere i skygge eller i en tempereret garage, når det er muligt.

Selvom der, som beskrevet, er en del opgaver vedrørende overvågning af batteriets tilstand, så er der udviklet software og automatik, der i stigende grad tager sig af monitorering og optimering af køretøjet.

Træning i "eco-driving-teknikker", som kan reducere brændstofforbruget og slid på køretøjerne
Træning i brændstofeffektiv kørsel er et voksende markedsområde for både konsulenthjælp og softwaresystemer, der monitorerer og træner chauffører i at køre brændstofeffektivt. Dette område behandles nærmere i afsnittet nedenfor.

7.1. Træning i brændstofeffektiv "eco-driving" - erfaringer og gode råd

Et af de centrale elementer i det grønne mindset er, at chaufføren udvikler en brændstofeffektiv kørsel, der er karakteriseret ved jævn hastighed samt at undgå hård acceleration, pludselige opbremsninger og tomgang. Det er en færdighed, som kræver en vis træning og som opbygges over tid. Under selve træningskørslen bruges der software, der monitorerer kørslen og køretøjets tilstand og giver feedback til den enkelte chauffør.

Vi har i undersøgelsen interviewet transportvirksomheder og konsulentvirksomheder, der yder træning og sparring i "grøn kørsel", og spurgt, hvilke erfaringer de har gjort sig. Hvilke faktorer er vigtige for, at der opnås gode resultater med træning i "eco-driving"?

"Eco-driving" opnår gode resultater ved en kombination af fællesundervisning og individuelle, praktiske sessions
En vigtig erfaring blandt konsulenter er, at chauffører er "blufærdige" i forhold til deres egen kørestil, og hvor gode de er til at køre energirigtigt. Derfor er det vigtigt, at der bruges en kombination af fællesundervisning og individuel undervisning, hvor den enkelte chauffør kan træne sin egen kørsel og få feedback fra konsulenten på tomandshånd. Det er således vigtigt, at der opbygges et tillidsforhold mellem konsulenten og chaufføren og et trygt miljø, hvor chaufføren kan udvikle sig.

"Eco-driving" beror ikke kun på kørestil – der kræves også varsomhed ved tolkning af data for den enkelte chauffør

Når brændstofeffektiv kørsel begynder at etablere sig som en færdighed blandt chaufførerne, vælger nogle virksomheder, iflg. konsulenterne, at indføre individuelle bonusordninger, der præmierer de chauffører, der kører brændstofeffektivt.

Blandt virksomhederne fremhæves det dog, at man skal være varsom med for ensidigt at fokusere på den enkelte chaufførs kørsel, da brændstofforbruget også afhænger af, hvor tungt køretøjet er lastet. Batteriet i et elektrisk køretøj vejer i sig selv en del, og vægten af det gods, der køres med, har også stor betydning for, hvor stort energiforbruget pr. kilometer er. Derfor kan det være meget komplekst, når køredata fra virksomhedens chauffører vurderes og sammenlignes. Af den årsag kan det være hensigtsmæssigt at sammenlægge alle chaufførernes kørsel og vurdere udviklingen i brændstofforbruget på virksomhedsniveau. Konsulentfirmaer udtrykker, at de har set transportvirksomheder opnå tocifrede procentuelle forbedringer i virksomhedens brændstofeffektivitet, efter at chaufførerne begyndte at træne deres kørsel.

Ledelsen skal tage ansvar for den grønne omstilling

Når en transportvirksomhed og dens chauffører gennemgår den grønne omstilling til elektriske lastbiler og mere miljøbevidst kørsel, så er det vigtigt, at ledelsen engagerer sig synligt i processen. Hvordan kan ledelsen gøre dette?

For at medarbejderne udvikler det grønne mindset, er vigtigt, at virksomhedens ledelse går foran og fokuserer på bæredygtighed og miljøhensyn som kerneværdier, og gør det synligt for medarbejderne. Virksomheden kan også etablere samarbejde og partnerskaber med teknologivirksomheder; fx kan udviklere af grøn teknologi og software til ruteoptimering være relevante partnere. Virksomheden kan også samarbejde med andre transport- og logistikvirksomheder og dele viden og praksis for bæredygtighed. Virksomheden kan søge offentlig støtte til grønne transportløsninger.

Gevinsterne ved brændstofeffektiv kørsel kan motivere medarbejderne

De interviewede konsulentvirksomheder vurderer, at det kan motivere chaufførerne positivt, hvis de får andel i gevinsterne ved brændstofeffektiv kørsel. Konsulenterne har mødt virksomheder, hvor ledelsen annoncerede, at fra en bestemt dato ville den procentuelle forbedring af brændstofeffektiviteten blive delt 50/50 mellem virksomhed og chauffører.

Det at udvikle et grønt mindset og træne chaufførernes "eco-driving" er ikke en proces, der kan outsources.

7.2. Transportskolerne kan styrke det "grønne mindset" gennem blended learning

I de foregående afsnit er det beskrevet, at virksomhederne kan fremme det "grønne mindset" blandt chaufførerne gennem brug feedback-programmer, der træner brændstofeffektiv kørsel og som kan bruges som ledelsesredskab til at fremme en ressourcebevidst adfærd blandt medarbejderne.

På transportskolerne kan undervisningen også tilrettelægges således, at den opbygger elevernes viden om og forståelse, hvad det vil sige at arbejde ressourcebevidst og hvor de har en helhedsforståelse af, hvordan vejgodstransport påvirker miljøet, og derfor udvikler "grønne" adfærdsmønstre og holdninger.

Overordnet skal eleverne forberedes på, at "grøn transport" i dag er et konkurrenceparameter for transportvirksomheder, der bliver stadigt vigtigere. Derfor har transportskolerne en vigtig opgave i forhold til at anlægge et bredt perspektiv på den grønne omstilling i transportbranchen.

Interview blandt skoler og leverandører af undervisningsredskaber vurderes det, at det "grønne mindset" bedst opbygges gennem "blended learning", dvs. en kombination af fælles klasseundervisning og brug af digitale redskaber såsom e-learning til selvstudie og simulatorer, hvor eleverne øver sig enkeltvis eller i små grupper. Når eleverne har øvet sig i simulatorerne, kan data fra deres øvelser inddrages i fælles undervisning således at eleverne diskuterer resultaterne og hvad det kræver at imødekomme hensyn til både kvalitet, ressourceforbrug og sikkerhed.

Blended learning er også vigtig, da tiden i simulatorer skal doseres. Erfaringen er, at man efter en halv time i en simulator eller VR-briller begynder at miste koncentrationen eller føle "køresyge".

Nedenfor er opstillet en oversigt over de hovedelementer som kan indgå i "blended learning", som der fokuserer på bæredygtighed og miljøbevidsthed.

Interaktion med simulerede miljøer

Transportskolerne kan anvende e-læringsplatforme, hvor studerende kan interagere med simulerede miljøer. Dette kan omfatte simuleringer af kørselsvaner, der viser forskellen i brændstofforbrug og emissioner baseret på forskellige kørselsstile.

Gamification-elementer, dvs. spil eller quizzer, kan inkluderes for at gøre læringen mere engagerende ved at belønne bæredygtige valg i simulationer.

Fælles dataanalyse og -fortolkning:

I fællesundervisning kan underviseren sammen med eleverne analysere data om trafikmønstre, brændstofforbrug og emissioner, hvor eleverne lærer at identificere muligheder for at reducere

miljøpåvirkningen. Dette kan også omfatte undervisning i brugen af software til at optimere rutevalg for at minimere brændstofforbrug.

Online workshops og webinarer

Transportskoler kan arrangere online workshops og webinarer med eksperter inden for grøn transport og bæredygtighed, som kan give indsigt i de nyeste teknologier og strategier for at reducere CO2-udledning.

Integrering af bæredygtighed i eksisterende fag

Emner som energibesparelse, vedvarende energikilder, og miljølovgivning kan integreres i eksisterende fag ved hjælp af digitale medier såsom videoer, podcasts og online artikler.

Samarbejde med grønne teknologipartnere

Ved at samarbejde med teknologivirksomheder, der specialiserer sig i grøn teknologi, kan skoler få adgang til de nyeste værktøjer og ressourcer, der kan integreres i deres undervisningsprogrammer. Det kan fx være virksomheder, der leverer grønne løsninger såsom modulvogntog, solenergianlæg og anlæg til energilagring, alternative drivmidler m.m.

Ved at tilrettelægge blended learning som anvist ovenfor kan transportskolerne inspirere eleverne til at tænke grønt og anvende denne viden i deres fremtidige karrierer inden for transportsektoren.

8. Litteratur

Energistyrelsen (2023). *Klimastatus og –fremskrivning 2023: Sektornotat 4A Transport*. Hentet fra https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Basisfremskrivning/kf23_sektornotat_4a_transport.pdf

CONCITO (2022). *Klimasvaret til vejgodstransporten er elektrificering – ikke afstikkere og blindgyder til andre drivmidler*. Hentet fra https://concito.dk/nyheder/klimasvaret-til-vejgodstransporten-er-elektrificering-ikke-afstikkere-blindgyder-til-andre

Rådet for Grøn Omstilling (2023.). *Fremskrivning af antallet af elektriske lastbiler i Danmark: Rådet for Grøn Omstillings forventninger til udviklingen i antallet af elektriske lastbiler i Danmark frem mod 2030*. Hentet fra https://rgo.dk/wp-content/uploads/Notat-om-fremskrivning-af-el-lastbiler-i-Danmark.pdf

UC Plus (2024). *UCplus og SkanTech løfter chaufføruddannelsen med Driver Coach-teknologi*. Hentet fra: https://transport.ucplus.dk/ucplus-og-skantech-loefter-chauffoeruddannelsen-med-driver-coach-teknologi/

TEKNOLOGISK
INSTITUT