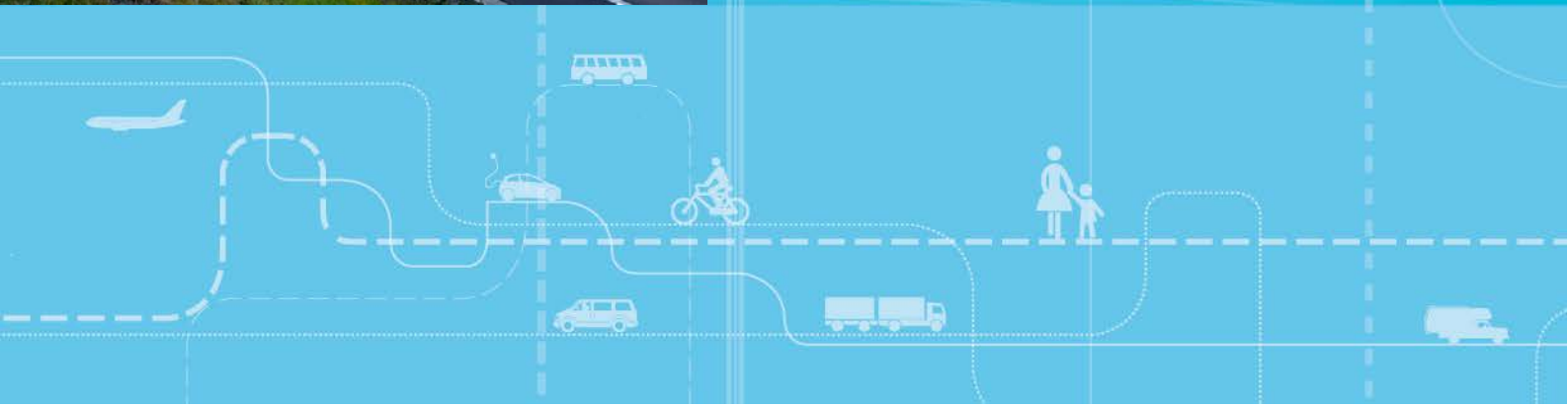


# Miljøstigen for energiledelse

En litteraturstudie av økonomisk kjøring og energiledelse





# Miljøstigen for energiledelse

## En litteraturstudie av økonomisk kjøring og energiledelse

Tor-Olav Nævestad  
Rolf Hagman

Forsidebilde: Shutterstock

Transportøkonomisk institutt (TØI) har opphavsrett til hele rapporten og dens enkelte deler. Innholdet kan brukes som underlagsmateriale. Når rapporten siteres eller omtales, skal TØI oppgis som kilde med navn og rapportnummer. Rapporten kan ikke endres. Ved eventuell annen bruk må forhåndssamtykke fra TØI innhentes. For øvrig gjelder [åndsverklovens](#) bestemmelser.

ISSN 2535-5104 Elektronisk

ISBN 978-82-480-2313-5 Elektronisk

Oslo, oktober 2020

**Tittel:** Miljøstigen for energiledelse: En litteraturstudie av økonomisk kjøring og energiledelse

**Forfattere:** Tor-Olav Nævestad  
Rolf Hagman

**Dato:** 10.2020

**TØI-rapport:** 1793/2020

**Sider:** 55

**ISSN elektronisk:** 2535-5104

**ISBN elektronisk:** 978-82-480-2313-5

**Finansieringskilde:** Statens vegvesen Vegdirektoratet

**Prosjekt:** 4791 – Økonomisk kjøring som TS-tiltak

**Prosjektleder:** Tor-Olav Nævestad

**Kvalitetsansvarlig:** Ross Phillips

**Fagfelt:** System og kultur

**Emneord:** Økonomisk kjøring, energiledelse, road goods transport

#### Sammendrag:

I den foreliggende studien utvikler vi derfor en forskningsbasert modell for hvordan godstransportbedrifter kan arbeide med økonomisk kjøring og energiledelse på organisasjonsnivå. Vi kaller modellen for Miljøstigen for energiledelse. Miljøstigen beskriver en tilnærming med gradvis innføring av spesifikke tiltak, der bedriftene skal starte med tiltakene som har antatt størst effekt og som er enklest å gjennomføre, før de går videre til neste nivå. Vi diskuterer også hvilke effekter bedriftene kan forvente av tiltakene, for økonomi, utslipp, trafikkikkerhet og arbeidsmiljø, basert på eksisterende forskning

**Title:** The Eco ladder for energy management: A literature review of economical driving and energy management

**Author:** Tor-Olav Nævestad  
Rolf Hagman

**Date:** 10.2020

**TØI Report:** 1793/2020

**Pages:** 55

**ISSN:** 2535-5104

**ISBN Electronic:** 978-82-480-2313-5 The

**Financed by:** Norwegian Public Roads Administration

**Project:** 4791 – Eco-driving as a traffic safety measure

**Project Manager:** Tor-Olav Nævestad

**Quality Manager:** Ross Phillips

**Research Area:** Systems and Culture

**Keywords:** Eco-driving, Energy management, Road goods transport

#### Summary:

In the present study, we therefore develop a research-based model for how trucking companies can work with economical driving and energy management at the organizational level. We call the model the Eco Ladder for energy management. The Eco ladder describes an approach with gradual introduction of specific measures, where companies must start with the measures that we assume to have the greatest effect, and which are easiest to implement, before moving on to the next level. We also discuss what effects companies can expect from the measures, for finances, emissions, traffic safety and the working environment, based on existing research.

**Language of report:** Norwegian

Transportøkonomisk Institutt  
Gaustadalléen 21, 0349 Oslo  
Telefon 22 57 38 00 - [www.toi.no](http://www.toi.no)

Institute of Transport Economics  
Gaustadalléen 21, N-0349 Oslo, Norway  
Telephone +47 22 57 38 00 - [www.toi.no](http://www.toi.no)

# Forord

Dette er den første av fire rapporter om økonomisk kjøring og energiledelse i godstransportbedrifter, som er finansiert av Statens Vegvesen Vegdirektoratet. Kontaktperson hos Vegdirektoratet har vært Hans-Petter Hoseth. Vi er svært takknemlige for godt samarbeid og interessante diskusjoner underveis i prosjektet.

I den foreliggende rapporten, som er rapport nummer én, utvikler vi en modell for godstransportbedrifters arbeid med økonomisk kjøring og energiledelse; Miljøstigen for energiledelse, basert på en litteraturstudie. Denne modellen tester vi empirisk i rapport nummer to ved å undersøke om vi finner økte reduksjoner i drivstofforbruk for hvert økte nivå i Miljøstigen (Nævestad, Milch og Blom 2020). I rapport nummer tre undersøker vi sammenhengen mellom økonomisk kjøring og trafikksikkerhet (Nævestad og Milch 2020), og i rapport nummer fire undersøker vi effekter av implementering av flåtestyringssystem gjennom før- og ettermålinger i to godstransportbedrifter som har implementert slike systemer, inkludert en kontrollbedrift (Nævestad 2020).

Vi har også hatt en tett dialog med Norges Lastebileier-Forbund (NLF) underveis i prosjektet. NLF har hjulpet oss med å rekruttere transportbedrifter, og gitt oss råd og bistand. Kontaktperson i Lastebileierforbundet har vært Jens Olaf Rud. Vi har også fått nyttig informasjon fra Enova, og hatt interessante diskusjoner. Vi er takknemlige for god hjelp gjennom prosjektets ulike faser.

Vi er takknemlige til ekspertene som vi har intervjuet i arbeidet med den foreliggende rapporten, som har bidratt til å lære oss om økonomisk kjøring og energiledelse i en norsk kontekst.

Rapporten er skrevet av seniorforsker Tor-Olav Nævestad, som også har vært prosjektleder. Rolf Hagman har skrevet kapittel 8 og har bidratt med innspill til de øvrige kapitlene. Forskningsleder Ross Phillips har stått for kvalitetssikring av rapporten. Sekretær Trude Kvalsvik har sluttredigert rapporten og klargjort den for trykking og elektronisk publisering.

Oslo, oktober 2020

Transportøkonomisk institutt

*Gunnar Lindberg*  
Direktør

*Trine Dale*  
Avdelingsleder



# Innhold

## Sammendrag

### Summary

<b>1</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>1</b>
1.1	Bakgrunn.....	1
1.2	Målene med studien .....	3
<b>2</b>	<b>Bakgrunnen for Miljøstigen</b> .....	<b>4</b>
2.1	Innledning.....	4
2.2	Sikkerhetsstigen for sikkerhetsledelse i godstransport.....	4
2.3	Økonomisk kjøring og energiledelse i en norsk kontekst .....	5
2.4	Oppsummering.....	9
<b>3</b>	<b>Metode</b> .....	<b>10</b>
3.1	Litteraturstudie.....	10
<b>4</b>	<b>Oversikt over studiene</b> .....	<b>12</b>
4.1	Kriterier for sammenlikning av studiene.....	12
4.2	Sammenlikning av studiene.....	12
4.3	Hvilke faktorer påvirker drivstofforbruket til tunge godsbiler? .....	16
4.4	Oppsummering.....	17
<b>5</b>	<b>Effekter av tiltak rettet mot økonomisk kjøring og energiledelse</b> .....	<b>18</b>
5.1	Innledning.....	18
5.2	Påviste effekter i studiene.....	18
5.3	Effekter av konkrete tiltak .....	20
5.4	Hvilke faktorer hemmer eller fremmer implementering av tiltak for av økonomisk kjøring og energiledelse? .....	27
5.5	Oppsummering.....	31
<b>6</b>	<b>Utvikling av modell for økonomisk kjøring på organisasjonsnivå</b> .....	<b>32</b>
6.1	Innledning.....	32
6.2	Utgangspunktet for modellen .....	32
6.3	Miljøstigen for energiledelse .....	33
6.4	Gode praksiser på hvert nivå .....	39
6.5	Oppsummering.....	40
<b>7</b>	<b>Oppsummerende diskusjon</b> .....	<b>41</b>
7.1	Innledning.....	41
7.2	Faktorer som påvirker drivstofforbruk .....	41
7.3	Effekter av tiltak for å fremme økonomisk kjøring og energiledelse .....	41
7.4	Utvikling av analytisk modell.....	43
7.5	Metodologiske svakheter.....	45
7.6	Spørsmål til fremtidig forskning.....	46
<b>8</b>	<b>Energigevinster og ny teknologi for tunge kjøretøy</b> .....	<b>47</b>
8.1	Miljøstigen er viktig, fordi potensialet for teknologiutviklingen er usikkert.....	47

8.2	Utfordringer ved valg av ny teknologi .....	47
8.3	Mulige teknologiske alternativer for miljøvennlig tungtransport.....	49
<b>9</b>	<b>Referanser.....</b>	<b>52</b>



## Sammendrag

# Miljøstigen for energiledelse

## En litteraturstudie av økonomisk kjøring og energiledelse

TØI rapport 1793/2020

Forfatter: Tor-Olav Nævestad og Rolf Hagman

Oslo 2020 55 sider

Transport står for 30 % av de menneskeskapte utslippene av klimagasser, og godstransport på veg utgjør 45 % av den totale energibruken i transport. Tiltak innenfor godstransport vil derfor være et godt utgangspunkt for å redusere utslippene av klimagasser. Eksisterende forskning viser at godstransportbedrifter som jobber med å legge til rette for en økonomisk kjørestil generelt kan oppnå mellom 5 og 10 % reduksjon i drivstofforbruk, og at de antakelig kan redusere sitt energibruk enda mer ved å også fokusere på flere faktorer enn kjørestil. De eksisterende oppskriftene på slike tiltak (f.eks. ISO:50001) synes imidlertid å være relativt kompliserte, ressurskrevende og i liten grad tilpasset til transport. Tidligere forskning viser lav implementering av slike styringsystemer i godstransport, fordi de fleste godstransportbedrifter er små (<5 ansatte), og antakelig har få ressurser når det kommer til økonomi, tid og kompetanse. I den foreliggende studien utvikler vi derfor en forskningsbasert modell for hvordan godstransportbedrifter kan arbeide med økonomisk kjøring og energiledelse på organisasjonsnivå. Vi kaller modellen for Miljøstigen for energiledelse. Miljøstigen beskriver en tilnærming med gradvis innføring av spesifikke tiltak, der bedriftene skal starte med tiltakene som har antatt størst effekt og som er enklest å gjennomføre, før de går videre til neste nivå. Vi diskuterer også hvilke effekter bedriftene kan forvente av tiltakene, for økonomi, utslipp, trafikkikkerhet og arbeidsmiljø, basert på eksisterende forskning.

## Bakgrunn og målsettinger

Transport er en grunnleggende forutsetning for moderne samfunn, og transport av varer og gods legger til rette for økonomisk vekst, velferd og bosetting. I Norge er godstransport på veg ofte transportbrukerens eneste alternativ, fordi begrensninger i andre transportformer og trekk ved infrastruktur, geografi og produksjon tilsier at det er vanskelig å forestille seg at disse transportene kan ivaretas på andre måter.

Godstransport på veg har imidlertid flere negative effekter i samfunnet vårt. Statistikk på EU-nivå viser at transport står for omtrent 30 % av de totale menneskeskapte utslippene av klimagasser, og at godstransport utgjør nesten 45 % av den totale energibruken i transport. Tiltak innenfor godstransport vil derfor være et godt utgangspunkt for å redusere utslippene av klimagasser.

Det blir arbeidet med flere ulike tiltak for å redusere utslippene fra godstransport, for eksempel nye drivstoffteknologier og energikilder, nye produksjonsformer som krever mindre transport, ny infrastruktur, alternative former for transport osv. Slike tiltak vil imidlertid kreve betydelige investeringer i ny infrastruktur, og vil innebære utskiftning av eksisterende kjøretøy.

I påvente av slike tiltak, som kan revolusjonere energibruken betraktelig, er det å arbeide med økonomisk kjøring og energiledelse i godstransportbedrifter et effektivt tiltak for å redusere utslipp fra vegtransport. Vi definerer, for det første, økonomisk kjøring på **sjåførnivå**. Dette handler om kjørestil, for eksempel lite tomgang, jevn og lav fart, mest mulig utrulling, unngå harde nedbremsinger og brå akselerasjon, kjøre på høyest mulig gir osv. Vi definerer, for det andre, økonomisk kjøring på **organisasjonsnivå**. Dette handler

om hvordan bedrifter kan legge til rette for en økonomisk kjørestil blant sine egne sjåførere, for eksempel gjennom å installere flåtestyringssystem som registrerer de nevnte aspektene ved kjørestil, og legge til rette for systematisk bruk av det gjennom tilbakemeldinger, opplæring, bonuser osv.

Godstransportbedrifter kan også arbeide mer helhetlig med bedriftens energibruk, og fokusere på flere faktorer enn kjørestil, ved å implementere et system for energiledelse (feks ISO:50001). Dette handler om å arbeide systematisk for å redusere bedriftens energibruk, gjennom eksplisitte målsettinger om reduksjon, helhetlig kartlegging av energibruk og potensiale for reduksjoner av energibruk innenfor gitte områder, planer for tiltak, oppfølging av effekter, og justeringer av tiltak.

Det å innføre slike systemer for energiledelse og arbeide systematisk med tilrettelegging for økonomisk kjøring, synes imidlertid å være krevende. Tidligere studier viser lav implementering av slike styringssystemer i godstransport, fordi de fleste (86 %) godstransportbedrifter er små (<5 ansatte), og antakelig har få ressurser når det kommer til økonomi, tid og kompetanse. Det synes derfor å være et behov for å lage en forenklet modell med konkrete råd for hvordan godstransportbedrifter kan arbeide med økonomisk kjøring og energiledelse på organisasjonsnivå.

Hovedmålet med den foreliggende studien er derfor å utvikle en forenklet og forskningsbasert modell for hvordan godstransportbedrifter kan arbeide med økonomisk kjøring på organisasjonsnivå; hvilke tiltak og ledelsespraksiser det innebærer og hvilke effekter som de kan forvente. Dette gjør vi gjennom en litteraturstudie.

## Metode

I litteratursøket vårt har vi brukt ord knyttet til både økonomisk kjøring på sjåførnivå og organisasjonsnivå, kombinert med ord for tunge kjøretøy, for eksempel tunge kjøretøy, tunge godsbiler, lastebiler, buss osv. Søkene ble gjort på engelsk.

Vi brukte fem kriterier da vi vurderte hvilke publikasjoner vi skulle inkludere i resultatene våre, for eksempel: a) Vitenskapelig publikasjon (vitenskapelig rapport, bokkapittel eller artikkel), b) Publisert etter 1995, c) Empirisk studie som fokuserer på effektene av følgende tiltak: økonomisk kjøring på sjåfør eller organisasjonsnivå, flåtestyring eller energiledelse, d) Undersøker effekter på mål på drivstofforbruk, økonomi, utslipp og evt. arbeidsmiljø, og e) Fokuserer på tungbiler (busser eller lastebiler). Studier som oppfyller disse fem kriteriene ble identifisert gjennom totrinns seleksjonsprosess. I det første trinnet gikk vi gjennom treffene for å identifisere empirisk studier som fokuserer på effektene av økonomisk kjøring, flåtestyring eller energiledelse. I det andre trinnet undersøkte vi i hvilken grad studiene undersøkte effekter av økonomisk kjøring med tungbiler. Gjennom denne prosessen identifiserte vi i alt 11 studier som oppfylte kriteriene våre.

Hovedmålet med studien vår var å utvikle en trinnvis stigemodell for energiledelse, basert på en analyse av den identifiserte forskningslitteraturen. Vi har evaluert tiltak til modellen basert på fem kriterier. Tiltakene må:

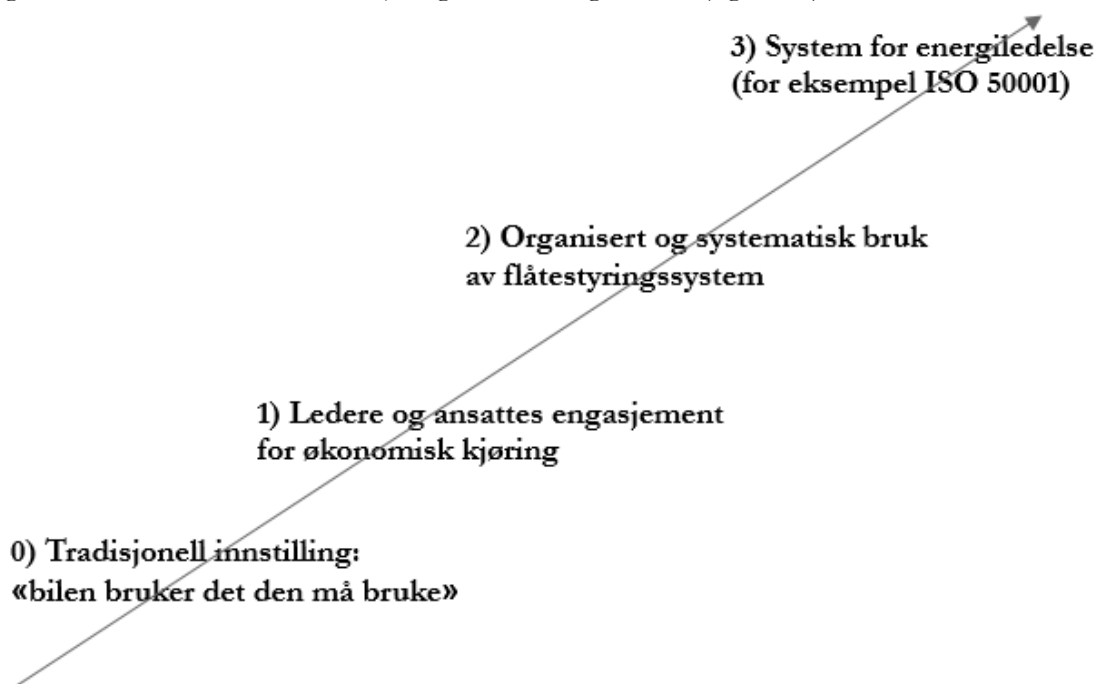
- 1) Ha vist seg å ha effekt på (eller være nært relatert til) (reduksjoner i) energibruk generelt og drivstofforbruk spesielt i tidligere forskning (basert på gode metoder).
- 2) Være forbundet med relativt lave kostnader, både når det gjelder økonomiske og menneskelige ressurser, selv for små bedrifter.
- 3) Ikke være for kompliserte, konteksthengige eller omfattende.

- 4) Komplementere eksisterende energistyringsstandarder på en slik måte at de kan tjene som en introduksjon til de formelle standardene, men de må også være effektive i tilfeller der de ikke etter hvert fører til full sertifisering (f.eks. ISO:50001, ISO:14001).
- 5) Ikke komme i konflikt med andre hensyn, for eksempel hensynet til sikkerhet.

Den første grunnen til at vi mener at en «trinnsvis stigemodell» er hensiktsmessig, er at vi tidligere har laget en slik modell for sikkerhetsledelse i godstransport; Sikkehetsstigen. Denne har, så vidt vi kan se, blitt tatt godt imot av næringen og relevante myndigheter. Det tilsier at en slik stigemodell er en god måte å kommunisere ledelsesprinsipper på, med gradvis innføring av tiltak. Den andre grunnen, er at det kan se ut til at en slik stigemodell implisitt har blitt «anvendt» av Enova i kommunikasjonen til norske godstransportbedrifter som fikk støtte til å arbeide med økonomisk kjøring og energiledelse. Enova tilbød bedriftene som fikk støtte å jobbe etter en «forenklet» og en «ambisiøs» versjon av system for energiledelse.

## Miljøstigen for energiledelse

Gjennom en evaluering av tiltak, basert på disse fem kriteriene og en vurdering av hvilke faktorer som er mest grunnleggende, og enklest å starte med, har vi laget en trinnsvis stigemodell, som vi kaller for Miljøstigen for energiledelse (figur S.1).



Figur S.1: Illustrasjon av de ulike nivåene i Miljøstigen for energiledelse i godstransport på veg.

### Nivå 0: Tradisjonell innstilling til drivstofforbruk

Som en kontrast til de andre nivåene, har vi også inkludert et «nivå 0» i modellen, som betegner en tradisjonell innstilling til drivstofforbruk. Noen av de intervjuede ekspertene kontrasterte holdningene og kulturen i bedrifter som jobber systematisk med økonomisk kjøring med en «tradisjonell kultur», eller tradisjonell innstilling til energibruk i transportbedrifter. Flere av ekspertene som vi intervjuet mente at denne «tradisjonelle» innstillingen var normen før, og at den fortsatt finnes i flere transportbedrifter i dag. Den handler om at

ledere og sjåførere tenker at «bilen bruker det drivstoffet den må bruke», at dette er noe man ikke kan påvirke og at sjåførenes kjørestil har lite å si.

### **Nivå 1: Ledere og ansattes engasjement for økonomisk kjøring**

De evaluerte studiene viser at engasjement for økonomisk kjøring blant ledere og ansatte er det mest grunnleggende nivået, og en forutsetning for innføring av organisatoriske tiltak rettet mot økonomisk kjøring og system for energiledelse. Siden det å innføre slike tiltak medfører betydelige ressurser, krever det å faktisk gjøre det et betydelig engasjement fra både ledere og ansatte. Ledelsesengasjement for økonomisk kjøring er derfor en av de viktigste faktorene vi diskuterer som kan hemme og fremme økonomisk kjøring i transportbedrifter.

### **Nivå 2: Organisert og systematisk bruk av flåtestyringssystem**

Det neste trinnet i Miljøstigen er organisert og systematisk bruk av flåtestyringssystem. Den første ledelsespraksisen på dette nivået er **innføring av flåtestyringssystem** for å kartlegge kjørestilen til sjåførene. Den andre ledelsespraksisen på nivå 2 er **individuelle tilbakemeldinger til sjåførene fra systemene**. De evaluerte studiene tilsier at det ikke er tilstrekkelig å kun ha flåtestyringsteknologien i bilene. Denne teknologien må også brukes på en organisert og systematisk måte av sjåførene (og lederne). Den tredje ledelsespraksisen på nivå 2 er **opplæring i økonomisk kjøring**. Det synes å foreligge få anbefalte og forskningsbaserte «oppskrifter» på effektiv opplæring som bedrifter kan bruke, men opplæring som også er praktisk og relatert til sjåførenes hverdag ser ut til å være viktig, gjerne kombinert med tilbakemeldinger fra flåtestyringssystem. De fjerde og femte ledelsespraksisene på nivå 2 er **formelle eller uformelle konkurranser** mellom sjåførene, og **bonuser knyttet til det å ha en så økonomisk kjørestil som mulig**. Studien finner at sjåførenes motivasjon er en grunnleggende faktor, og at ulike incitementer kan øke motivasjonen. Uformelle konkurranser, enten det er mot ens egen tidligere skåre, eller andres skårer synes derfor å være en viktig drivkraft. Slike virkemidler er særlig effektivt når de inngår i et opplegg for «gamification», som handler om å innføre spilliknende virkemidler, gjerne i konkurranse med andre i sosiale nettverk.

### **Nivå 3: System for energiledelse**

Det øverste nivået i Miljøstigen for energiledelse betegner system for energiledelse av typen ISO:50001, eller system for miljøledelse av typen ISO:14001. Dette nivået er viktig fordi det er relatert til faktorene som har størst betydning for drivstofforbruk i godstransportbedrifter (for eksempel: valg av ruter, optimalisering av last, kjøretøy). Mens nivå 2 i Miljøstigen handler om kjørestil, og hvordan man kan motivere sjåførene til å bruke mindre drivstoff, viser de evaluerte studiene at andre faktorer enn kjørestil har mer å si for drivstofforbruk. De viser for eksempel at vegkarakteristika og infrastruktur har 10-12 ganger mer å si for forbruk enn kjørestil, at kjøretøyet og lastens vekt har mer å si for forbruk enn kjørestil, og at (optimalisering av) motorstørrelse, eller antall hestekrefter, kan ha like stor, eller større betydning for drivstofforbruk som kjørestil. Man kan derfor anta at det å også arbeide systematisk med disse faktorene i tillegg til kjørestil, vil bidra til enda større reduksjoner i energibruk enn de 5-10 % som tiltak rettet mot kjørestil medfører. I tråd med dette viser casestudier av bedrifter som har implementert ISO:50001 i andre sektorer enn transport, gjerne en reduksjon i energibruken på rundt 20 %. Samtidig er systemnivået det som er mest krevende å jobbe med, fordi det krever systematiske analyser av store tallmengder, og kontinuerlig oppfølging og forbedring. Den første ledelsespraksisen på nivå 3

er det å ha en **policy med et uttalt mål for redusert energibruk**. Den andre ledelsespraksisen på nivå 3 er at bedriften har **god og kontinuerlig oversikt over alle nøkkeltall**, for eksempel dieselforbruk, energibruk, kostnader, ulykker, utvikling og skårer i flåtestyrings-systemet. Den tredje ledelsespraksisen på nivå 3 er **optimalisering av kjøretøy og utstyr**. Tunge godsbilers motorstørrelse har stor betydning for drivstofforbruk, kontrollert for sjåfør, terreng og last. Ved å gjøre systematiske utskiftninger av kjøretøy og optimalisere disse til sitt bruk, kan godstransportbedrifter også spare betydelige mengder drivstoff. Den fjerde ledelsespraksisen på nivå 3 er **optimalisering av kjøreruter og organisering av transport**. Betydningen av veger, kjøreruter og last for forbruk tilsier at ruteplanlegging og organisering av transport er svært viktige elementer i et system for energiledelse. Den femte ledelsespraksisen på nivå 3 er **optimalisering av øvrige faktorer som påvirker energibruk i bedriften**, for eksempel energi til oppvarming, lys, anlegg. Selv om drivstofforbruk er den åpenbart viktigste formen for energibruk i godstransportbedrifter på veg, har godstransportbedrifter også ofte store lokaler til garasjer, verksted, vask og kanskje også andre arbeidsprosesser som kan involverer betydelig energibruk. Det å ha et helhetlig blikk på bedriftens energibruk er også grunnleggende i casestudiene fra bedriftene fra andre sektorer, som har innført ISO:50001.

## Hvilke effekter kan bedrifter forvente av å implementere tiltakene i Miljøstigen?

Fem av de åtte evaluerte studiene som beregner reduksjoner i forbruk viser at man generelt oppnår en gjennomsnittlig reduksjon i drivstofforbruk på mellom 5 og 10 % gjennom tiltak som fokuserer på kjørestil. Enkelte studier viser større reduksjoner, for eksempel rundt 16 % i busstransport og 27 % for tunge godsbiler. I tillegg har vi også sett på en casestudier fra bedrifter som har innført ISO:50001, og disse rapporterer gjerne om rundt 20 % reduksjoner i energibruk.

Ingen av studiene gjør systematiske analyser av effekter på økonomi, men noen av dem gir eksempelregnestykker. En gresk studie illustrerer for eksempel dette ved å si at en reduksjon i drivstofforbruk på 4,4 % for busser vil gi en besparelse på 16 000 kroner per bil per år, beregnet på bakgrunn av greske drivstoffpriser. Med norske drivstoffpriser ville besparelsen bli på omtrent 24 000 kroner per bil per år. Dersom vi tenker på norske forhold, kan man tenke seg at norske bileiere kan spare for eksempel mellom 22 000 og 44 000 kroner i året per bil i drivstofforbruk. Dette er gitt for eksempel 100 000 kjørte kilometer i året, et kjøretøy som bruker omtrent fire liter per mil i gjennomsnitt, en dieselpriis på 11 kroner literen og en reduksjon i drivstofforbruk på mellom 5 og 10 %. (Eksempelet tar ikke hensyn til implementeringskostnader.) Når man jobber systematisk med slike tiltak med alle kjøretøyene i bedriften, kan man oppnå betydelige besparelser på bedriftsnivå; vi har tidligere rapportert om en norsk godstransportbedrift, som har spart opp mot 3 millioner kroner i drivstoff ved å arbeide med økonomisk kjøring og energiledelse.

Studiene estimerer generelt ikke effekter på utslipp (CO<sub>2</sub>), men de som kommenterer eller beregner dette, påpeker generelt at det dannes 2,66 kg CO<sub>2</sub> når en liter diesel forbrennes og at reduksjonene i utslipp er direkte proporsjonale med reduksjonen i drivstofforbruk. Det betyr at 5-10 % reduksjon i drivstofforbruk også innebærer 5-10 % reduksjon i utslipp. En studie som finner 16 % reduksjon i drivstofforbruk seks måneder etter implementering av tiltak rettet mot økonomisk kjøring, påpeker for eksempel at EU ville vært langt på veg med å nå sine mål om utslippsreduksjoner på 20 % fra transport om man hadde implementert tiltak rettet mot økonomisk kjøring for alle bilene i EU.

Ingen av studiene gjør systematiske beregninger av hva drivstoffreduksjoner kan bety for besparelser knyttet til kjøretøyvedlikehold, men en av studiene antyder at man kan forvente at reduksjonene i vedlikeholdsutgifter vil svare til de prosentvise reduksjonene i drivstofforbruk. Ingen av de evaluerte studiene inkluderer effekter av økonomisk kjøring på arbeidsmiljø, for eksempel målt som sjåførenes trivsel eller opplevd stress og press i arbeidet. Flere av studiene viser imidlertid at stress og tidspress er viktige faktor som kan hemme arbeidet med økonomisk kjøring.

To av studiene inkluderer også effekter på trafikkikkerhet. Disse finner ingen effekter, men dette kan i stor grad forklares ved å vise til metodologiske forhold. En økonomisk kjørestil innebærer for eksempel en reduksjon i antall harde nedbremsinger, akselerasjon og fart. Dette er kjørestilsaspekter som også er sterkt relatert til trafikkikkerhet. Det er derfor ikke urimelig å forvente at slike endringer i kjørestil også vil ha positive effekter på trafikkikkerhet.

## **Miljøstigen er viktig, fordi potensialet for teknologiutviklingen er usikkert**

Miljøstigen er viktig, fordi potensialet for teknologiutviklingen for tunge godsbiler er usikkert. Målet for lastebiler i Nasjonal transportplan 2018–2029 er at halvparten av nye lastebiler skal være nullutslippskjøretøy i 2030. Figenbaum mfl (2019) konkluderer med at det er svært usikkert om NTP-målet for lastebiler i 2030 kan nås. Dette begrunnes blant annet med at lastebilsektoren er betydelig mer krevende å elektrifisere enn personbilene og varebilene, både pga. tekniske krav, men også fordi sektoren er sterkt oppstykket med svært mange små lastebileiere og mange lastebileiere som kjører for flere oppdragsgivere. Dette tilsier at tiltak som fokuserer på energieffektiv bruk av dieslbiler; dvs. økonomisk kjøring og energiledelse vil være et viktig virkemiddel for å redusere klimautslipp fra tungtransport i flere år fremover.

## **Spørsmål til fremtidig forskning**

I denne rapporten diskuterer vi en rekke viktige områder for fremtidig forskning. I det følgende gir vi en punktvis oppsummering av noen av de viktigste spørsmålene vi trenger mer kunnskap om.

- 1) Vi trenger flere studier av økonomisk kjøring med tunge kjøretøy i godstransportbedrifter.
- 2) Det er behov for mer robuste studier.
- 3) Vi trenger flere studier av systemer for energiledelse, og de ulike elementene som inngår i det.
- 4) Det er behov for å validere Miljøstigen for energiledelse i empirisk studie.
- 5) Vi trenger flere studier av flåtestyringssystemene som brukes i Norge og Norden.
- 6) Det er behov for å undersøke tilleggseffekter av økonomisk kjøring.
- 7) Det er behov for flere studier av innholdet i opplæringen.

# The Eco ladder for energy management: A literature review of economical driving and energy management

TOI report 1793/2020  
Author: Tor-Olav Navestad og Rolf Hagman  
Oslo 2020 55 sider

---

*Transport accounts for 30 % of man-made emissions of greenhouse gases, and goods transport by road accounts for 45% of the total energy consumption in transport. Measures within goods transport will therefore be a good starting point for reducing greenhouse gas emissions. Existing research shows that trucking companies' measures to facilitate an economical driving style can generally achieve between 5 and 10% reduction in fuel consumption, and that they can probably reduce their energy consumption even more, by also focusing on factors additional to driving style. However, the existing recipes for such measures (e.g. ISO: 50001) seem to be relatively complicated, resource-intensive, and to a small extent adapted to transport. Previous research shows low implementation of such management systems in trucking companies, because most of them are small (<5 employees), and probably have few resources when it comes to finances, time and expertise. In the present study, we therefore develop a research-based model for how trucking companies can work with economical driving and energy management at the organizational level. We call the model the Eco Ladder for energy management. The Eco ladder describes an approach with gradual introduction of specific measures, where companies must start with the measures that we assume to have the greatest effect, and which are easiest to implement, before moving on to the next level. We also discuss what effects companies can expect from the measures, for finances, emissions, traffic safety and the working environment, based on existing research.*





# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Transport er en grunnleggende forutsetning for moderne samfunn, og transport av varer og gods legger til rette for økonomisk vekst, velferd og bosetting. I Norge er godstransport på veg ofte transportbrukerens eneste alternativ, fordi begrensninger i andre transportformer og trekk ved infrastruktur, geografi og produksjon tilsier at det er vanskelig å forestille seg at disse transportene kan ivaretas på andre måter (Askildsen og Gjerdåker 2007). Transport med tunge godsbiler ser derfor ut til å være en forutsetning for spredt bosetting og næringsvirksomhet i distriktene i Norge.

Godstransport på veg har imidlertid flere negative effekter i samfunnet vårt. Statistikk på EU-nivå viser at transport står for omtrent 30 % av de totale menneskeskapt utslippene av klimagasser, og at dette har økt med 22 % siden 1990-tallet (EU 2014). Godstransport har i stor grad bidratt til denne økningen, siden det utgjør nesten 45 % av den totale energibruken i transport (Sims m.fl. 2014). CO<sub>2</sub> står for mellom 93 og 95 % av de menneskeskapt klimagassene fra lastebiltransport (McKinnon og Piecyk, 2009). I Norge i 2015 sto varebiler og tunge kjøretøy (både til godstransport og andre formål) for 28 % av den norske transportsektorens totale utslipp av CO<sub>2</sub>, som var 16,7 mill. tonn (inkl. fiske og anlegg) (NTP 2018-2029).

Det blir arbeidet med flere ulike tiltak for å redusere utslippene fra godstransportsektoren, for eksempel nye drivstoffteknologier og energikilder, nye produksjonsformer som krever mindre transport, ny infrastruktur, alternative former for transport osv. (Sullman m.fl. 2015). Slike tiltak vil imidlertid kreve betydelige investeringer i ny infrastruktur, og vil innebære utskiftning av eksisterende kjøretøy. I påvente av slike tiltak, som kan revolusjonere energibruken betraktelig, vil det å arbeide med økonomisk kjøring og energiledelse i godstransportbedrifter være et effektivt tiltak for å redusere utslipp fra vegtransport på (Sullman m.fl. 2015).

Økonomisk kjøring defineres gjerne generelt som en beslutningsprosess som påvirker drivstofforbruk og utslipp fra kjøretøy for å redusere påvirkning på ytre miljø (Sivak og Schoettle 2012). Vi definerer, for det første, økonomisk kjøring på sjåførnivå. Dette handler om kjørestil, for eksempel lite tomgang, jevn og lav fart, mest mulig utrulling, unngå harde nedbremsinger og brå akselerasjon, kjøre på høyest mulig gir osv. (jf. Huang m.fl. 2018; Dekhordi m.fl. 2019; Li m.fl. 2019). Sivak og Schoettle (2012) omtaler dette som økonomisk kjøring på «operasjonelt nivå»

Kjørestil har stor betydning for drivstofforbruk. Sivak og Schoettle (2012) viser for eksempel til at en uøkonomisk kjørestil kan øke drivstofforbruket med opp mot 45 %. De fleste studiene av økonomisk kjøring som tiltak viser at man generelt oppnår en gjennomsnittlig reduksjon i drivstofforbruk på mellom 5 og 10 % (Ayyildiz m.fl. 2017). Enkelte studier viser større reduksjoner, for eksempel rundt 16 % i busstransport (Sullman m.fl. 2015) og 27 % reduksjon for tunge godsbiler (Symmons m.fl. 2008). Sullman m.fl. (2015) påpeker derfor at det å systematisk legge til rette for økonomisk kjøring med alle biler i EU i betydelig grad kunne bidra til å at EU kunne oppnå sitt mål om 20 % utslippsreduksjon i transport i EU. I tillegg innebærer det klare fordeler for transportbedrifter, fordi de gjerne kan

spare for eksempel mellom 22 000 og 44 000 kroner i året per bil i drivstofforbruk.<sup>1</sup> Til tross for dette, fremhever Sanguinetti m.fl. (2020: 1) at: “(...)driver behavior has historically been treated as random error in models of motor vehicle fuel economy and neglected in energy and environmental policy-making regarding fuel efficiency”.

Det å arbeide systematisk med økonomisk kjøring og energiledelse krever systematiske opplegg eller «oppskrifter» for dette på organisasjonsnivå, som beskriver hva godstransportbedrifter skal gjøre for å oppnå slike effekter. I tillegg til å definere økonomisk kjøring på sjåførnivå, definerer det derfor, for det andre, også på organisasjonsnivå. Dette handler om hvordan bedrifter kan legge til rette for en økonomisk kjørestil blant sine egne sjåførere, for eksempel gjennom å installere flåtestyringssystem som registrerer de nevnte aspektene ved kjørestil, og legge til rette for systematisk bruk av det gjennom tilbakemeldinger, opplæring, bonuser osv. Bedrifter kan også arbeide mer helhetlig med bedriftens energibruk, og fokusere på flere faktorer enn kjørestil, ved å implementere et system for energiledelse (feks ISO:50001). Dette handler om å definere eksplisitte målsettinger om reduksjon av energibruk, helhetlig kartlegging av energibruk og potensiale for reduksjoner av energibruk innenfor gitte områder, planer for tiltak, oppfølging av effekter, og justeringer av tiltak. Det å arbeide med et system for energiledelse i godstransport innebærer å jobbe systematisk med flere faktorer enn kjørestil, for eksempel det å planlegge transporten for å redusere kjørte kilometer og drivstofforbruk, eller å optimalisere valg av kjøretøy. Sivak og Schoettle (2012) omtaler dette som henholdsvis økonomisk kjøring på «taktisk» og «strategisk» nivå. De konkluderer med at økonomisk kjøring på disse nivåene har langt bedre effekt enn tiltak på operasjonelt nivå, som kun fokuserer på kjørestil. De viser for eksempel til at den mest drivstoffgjerrige privatbilen til salgs i USA bruker ni ganger mindre enn den minst drivstoffeffektive bilen.

Det å innføre slike systemer for energiledelse og arbeide systematisk med tilrettelegging for økonomisk kjøring, synes imidlertid å være krevende. Vi har i tidligere studier sett at norske godstransportbedrifter har betydelige barrierer for å arbeide systematisk med organisatoriske tiltak og formelle styringssystemer, fordi bedriftene i hovedsak er små (Nævestad og Phillips 2013). Forskning viser at 86 % av virksomhetene i godstransport på veg i Norge har mindre enn fem sysselsatte, og at halvparten av de sysselsatte i godstransport er ansatt i virksomheter med mindre enn 10 ansatte (Steen Jensen m.fl. 2014). Det er naturlig å tenke at de små godstransportbedriftene har færre ressurser (tid, økonomi, kompetanse) enn større bedrifter, og at dette kan utgjøre en betydelig barriere for å innføre system for energiledelse og økonomisk kjøring på organisatorisk nivå.

Gitt potensialet som ligger i det å arbeide systematisk med økonomisk kjøring og energiledelse i godstransportbedrifter, både på samfunnsnivå (redusere utslipp) og bedriftsnivå (redusere kostnader til drivstoff), er det et klart behov for å lage en forskningsbasert modell for hvordan godstransportbedrifter kan arbeide med økonomisk kjøring og energiledelse på organisasjonsnivå. En slik modell bør beskrive hvilke tiltak og ledelsespraksiser dette gjerne innebærer, og hvilke effekter som de kan forvente.

---

<sup>1</sup> Gitt for eksempel 100 000 kjørte kilometer i året, et kjøretøy som bruker omtrent fire liter per mil i gjennomsnitt (Walnum og Simonsen 2015), en dieselpriis på 11 kroner literen og en reduksjon i drivstofforbruk på mellom 5 og 10 %. Eksempelen tar ikke hensyn til implementeringskostnader.

## 1.2 Målene med studien

Hovedmålet med den foreliggende studien er å utvikle en enkel, forskningsbasert modell for hvordan godstransportbedrifter kan arbeide med økonomisk kjøring på organisasjonsnivå; hvilke tiltak og ledelsespraksiser det innebærer og hvilke effekter som de kan forvente. Vi gjør dette gjennom en systematisk litteraturstudie.

Målene med litteraturstudien er å:

- 1) Undersøke faktorer som påvirker drivstofforbruket til tunge godsbiler,
- 2) Undersøke effektene av ulike tiltak for å fremme økonomisk kjøring og energiledelse i tungbilbedrifter,
- 3) Lage en analytisk modell («Miljøstige»)<sup>2</sup> som beskriver ulike nivåer med økt organisatorisk tilrettelegging for økonomisk kjøring og energiledelse i tungbilbedrifter, og
- 4) Definere konkrete tiltak og praksiser på hvert nivå i Miljøstigen.

---

<sup>2</sup> Valget av en «stigetilnærming» begrunnes i Kapittel 2.

## 2 Bakgrunnen for Miljøstigen

### 2.1 Innledning

I dette kapittelet presenterer vi den idemessige bakgrunnen for Miljøstigen; det vil si hva som har inspirert oss til å tenke at en trinnvis «stigemodell» er et hensiktsmessig alternativ for bedrifter som vil starte å jobbe med økonomisk kjøring og energiledelse. Den første grunnen er at vi tidligere har laget en slik modell for sikkerhetsledelse i godstransport; Sikkerhetsstigen. Denne har, så vidt vi kan se, blitt tatt godt imot av næringen og relevante myndigheter. Det tilsier at en slik stigemodell er en god måte å kommunisere ledelsesprinsipper på, med gradvis innføring av tiltak. Den andre grunnen, er at det kan se ut til at en slik stigemodell implisitt har blitt «anvendt» av Enova i kommunikasjonen til morske godstransportbedrifter som fikk støtte til å arbeide med økonomisk kjøring og energiledelse. Enova tilbød bedriftene som fikk støtte å jobbe etter en «forenklet» og en «ambisiøs» versjon av system for energiledelse. Vi utdyper disse argumentene i det følgende.

### 2.2 Sikkerhetsstigen for sikkerhetsledelse i godstransport

I 2016 var at det kun var tre norske godstransportbedrifter som hadde sertifisert seg til trafikksikkerhetsstyringsstandarden ISO:39001, omtrent tre år etter at den hadde blitt introdusert. Vegdirektoratet ønsket derfor å få mer kunnskap om hvorfor ikke flere bedrifter hadde implementert standarden, og få innspill til hvordan myndighetene kunne hjelpe små godstransportbedrifter med å få inn tankegangen som ligger i NS-ISO39001:2012 «Styringsystemer for trafikksikkerhet», uten at de nødvendigvis må gå for en full sertifisering. Sikkerhetsstigen for godstransport ble utviklet som en respons på dette, i Nævestad (2016) og presentert i et seminar som Vegdirektoratet arrangerte om dette temaet.

Sikkerhetsstigen for godstransport bygger på to viktige premisser. Det første er at godstransportbedrifter ofte fokuserer lite på betydningen av arbeidsrelaterte risikofaktorer for transportsikkerhet (Nævestad og Phillips 2013). Det andre premisser er at godstransportbedrifter i Norge er små (86 % <5). Vi kan av den grunn anta at de fleste har begrensede ressurser til å utvikle omfattende systemer for sikkerhetsstyring. På bakgrunn av det, foreslår Nævestad (2016) at bedriftene som har liten tid, liten trafikksikkerhets(TS)-kompetanse og få økonomiske ressurser kan begynne med å fokusere på det grunnleggende og ikke gå rett på ISO 39001. Sikkerhetsstigen tilrettelegger for dette.

Basert på en gjennomgang av litteraturen, konkluderer Nævestad (2016) med at fire hovedtiltak har størst transportsikkerhetspotensial og er mest realistiske å gjennomføre for vanlige godstransportbedrifter: 1) Ledelsesengasjement for sikkerhet, 2) Oppfølging av førers fart, kjørestil og bilbeltebruk, 3) Fokus på arbeidsrelaterte faktorer betydning for trafikksikkerhet og 4) System for sikkerhetsledelse. Disse fire tiltakene kan ordnes på en stige, der man begynner på det laveste nivået, før man går videre til neste trinn. Ideen bak Sikkerhetsstigen er at bedriftene starter nederst på stigen dersom de ikke har noen tiltak rettet mot

arbeidsrelaterte risikofaktorer i bedriften. På bakgrunn av tidligere forskning antas det at de laveste nivåene er enklest å gjøre noe med, og at de har størst effekt.

Nævestad med kolleger har publisert to vitenskapelige artikler og tre rapporter om Sikkerhetsstigen som er finansiert av Statens Vegvesen, Vegdirektoratet. Den første rapporten er den førstnevnte hvor Sikkerhetsstigen utvikles (Nævestad 2016). Sikkerhetsstigen begrunnes og diskuteres i lys av all tilgjengelig og relevant internasjonal forskning i en vitenskapelig forskningsartikkel i *Transport Reviews* (Nævestad m.fl. 2017). Nævestad m.fl. (2018a) undersøker mulige konsekvenser for antall drepte og hardt skadde i trafikken dersom godstransportbedrifter i Norge innfører de organisatoriske sikkerhetsstyringstiltakene i Sikkerhetsstigen. Studien indikerer at mellom 7 og 56 drepte/hardt skadde kunne vært unngått (retrospektivt) per år. Nævestad m.fl. (2018b) undersøker sikkerhetskultur, sikkerhetsledelse og risiko i godstransportbedrifter som er på ulike nivåer i Sikkerhetsstigen, og finner at bedriftene på nivå 4 nesten har halvparten av risikoen på nivå 2 og 14 poeng høyere skåre for sikkerhetskultur. Denne studien er også presentert i en vitenskapelig forskningsartikkel i *Transportation Research Part F* (Nævestad, Blom og Phillips 2020). Sikkerhetsstigen er også presentert i Stortingsmelding 40 (2015-2016) «Trafikksikkerhetsarbeidet – samordning og organisering» (Meld St. 40 (2015-2016): 65). Sikkerhetsstigen er også presentert og diskutert i flere seminarer, som har involvert personer fra næringen, myndigheter, fagforeninger og arbeidsgiverforeninger, og vårt inntrykk er at tilnærmingen oppfattes som nyttig. Dette er den første grunnen til at vi også vil utvikle en stigetilnærming til miljøledelse.

## **2.3 Økonomisk kjøring og energiledelse i en norsk kontekst**

### **2.3.1 Innledning**

Den andre grunnen til at vi også vil utvikle en stigetilnærming til miljøledelse, er at en slik tilnærming allerede ligger implisitt til grunn for flere norske godstransportbedrifters arbeid med økonomisk kjøring og energiledelse. Bakgrunnen er Enova, som i perioden 2012-2018 tilbød norske godstransportbedrifter økonomisk støtte for å sette inn tiltak rettet mot energiledelse. Enova er et statsforetak, som eies av Olje og Energidepartementet, og som jobber for Norges omstilling til lavutslippssamfunnet. Enova tilbød bedriftene som fikk støtte å jobbe etter en forenklet og en ambisiøs versjon av system for energiledelse. Den forenklete versjonen innebar primært å jobbe med organisert bruk av flåtestyringssystem, mens den ambisiøse versjonen innebar å arbeide etter prinsippene for energistyringssystem av typen ISO:50001. Den forenklete og ambisiøse versjonen Enovas program for energiledelse er også basert på en ide om at man skal «starte med det enkleste først», for å også gjøre ledelsespraksiser og prinsipper tilgjengelige for bedrifter med færre ressurser. Dette er i tråd med det vi kaller en stigetilnærming. I utviklingen av Miljøstigen for energiledelse, bygger vi videre på Enovas prinsipper om to slike grunnleggende nivåer: et som fokuserer på organisert bruk av flåtestyringssystem (forenklet versjon) og et som fokuserer på system for energiledelse (ambisiøs versjon). Denne tilnærmingen med at det er enklest å starte med organisert og systematisk bruk av teknologi, med fokus på kjørestil, før man fokuserer på utvikling av ledelsessystem er også i tråd med prinsippene bak Sikkerhetsstigen. Disse prinsippene utgjør en viktig bakgrunn for litteraturgjennomgangen vår. I tillegg, er en slik tilnærming nyttig, fordi den som nevnt har blitt brukt implisitt i norske godstransportbedrifters tiltak rettet mot økonomisk kjøring og energiledelse. I den foreliggende rapporten tar vi imidlertid disse prinsippene videre, fordi vi undersøker og «tester» dem i en systematisk litteraturanalyse.

I dette delkapittelet presenterer vi resultater fra intervjuer med fem ulike eksperter på økonomisk kjøring i godstransportbedrifter, om bruk av flåtestyringssystemer og hvordan de fungerer og Enovas program for energiledelse. Vi har gjennomført kvalitative intervjuer med fem ulike eksperter på økonomisk kjøring i godstransportbedrifter, bruk av flåtestyringssystemer og hvordan de fungerer, Enovas program for energiledelse og ulykkesutviklingen i godstransportbedrifter de siste årene. Fire av intervjuene ble gjennomført over telefon og et av intervjuene ble gjennomført ansikt til ansikt. Intervjuene varte stort sett mellom 60 og 90 minutter. De intervjuede ekspertene var en person fra Enova, tre personer som jobbet med å gi opplæring og bistand i bruk av flåtestyringssystem for tungbilleverandører og en person som arbeider med sikkerhet for tunge godsbiler i forsikringsbransjen

Hovedformålet med intervjuene var å få bakgrunnsinformasjon om økonomisk kjøring og energiledelse i en norsk kontekst. Vi ønsket å lære mer om hva flåtestyringssystemene som brukes i tunge godsbiler i Norge fokuserer på, hvordan bedriftene som fikk støtte fra Enova arbeidet med energiledelse i praksis og erfaringer fra effekter av dette arbeidet, på drivstofforbruk og trafikksikkerhet. Nærmere beskrivelser av metoder og resultater finnes i Nævestad, Milch og Blom (2020) og Nævestad og Milch 2020.

### 2.3.2 Bruk av flåtestyringssystem

Bruk av flåtestyringssystem er det vanligste tiltaket for økonomisk kjøring. Flåtestyringssystemene kommer som standardutstyr på nye biler, men bedriftene må abonnere på data-presentasjonene og betale for dette. Dette er et system montert i bilene, som registrerer en rekke aspekter ved sjåførenes kjørestil. Systemet gir gjerne en generell skåre (per tur, per dag, per uke/måned) og spesifikke skårer for hvert aspekt som måles. Kjøretøyleverandørene har egne systemer knyttet til sine kjøretøy. Volvo har «Dynafleet», som angir en totalskåre mellom 0 og 100 poeng, hvor 100 er best. Scania sitt system rangerer skårene etter bokstavkarakterer fra F til A. Mercedes sitt system gir en skåre fra 1 til 10. I tillegg finnes det flere «kjøretøyuavhengige» systemer, som kan brukes på tvers av kjøretøytyper.

I det følgende gjennomgår vi de ulike parameterne ved sjåførenes kjørestil som flåtestyringssystemene måler. Disse systemene måler en rekke egenskaper ved sjåførenes kjørestil, som slås sammen til fem-seks hovedaspekter, som flåtestyringssystemene gir tilbakemeldinger på. Systemet gir gjerne skårer for de ulike hovedaspektene, og skårene for hovedaspektene slås sammen til en generell skåre som sjåførene får basert på sin kjøring (for eksempel: E-A, 1-100). Sammensetningen av skårene og er basert på algoritmer, som vektet ulike aspekter. De intervjuede ekspertene la vekt på at indikatorer på sikker kjøring (hastighet, forutseende kjøring) teller mest i denne vektingen. Det ble også nevnt at sjåfører etter hvert gjerne lærer seg hva systemet vektlegger mest, hva som gir høye skårer og hva som trekker ned.<sup>3</sup>

Sjåførene kan se sin egne skårer etter hver tur (eller dag, uke osv.) på display i kjøretøyene, eller på applikasjon til mobiltelefon, som også mange sjåfører har. Lederne i transportbedriftene kan se alle sjåførenes/kjøretøyenes skårer, og lager gjerne sammenstillinger av disse, som mer eller mindre regelmessig distribueres til sjåførene. Beregningene av sjåførenes skårer i systemet er basert på en rekke ulike grenseverdier (for eksempel for antall harde nedbremsinger, andel tid på tomgang, andel tid med cruisekontroll). Hvordan man skårer på disse parameterne vil også avhenge av hva slags type kjøring man har, hvor og når

<sup>3</sup> Det ble også nevnt at det var lettere å «dure» noen av de tidlige versjonene av flåtestyringssystemene gjennom å tilpasse kjørestilen på bestemte måter, slik at man fikk høye skårer. Det ble også nevnt eksempler på at noen sjåfører hadde funnet en måte å «dure» systemet på, slik at tomgang ikke ble registrert.

man kjører osv. Det kan gjøre det kompliserende å sammenlikne sjåførers skårer i systemet. Det finnes imidlertid innstillinger for dette i systemet, for eksempel for langtransport og distribusjonskjøring.

Når sjåførene får tilbakemeldinger på sine skårer fra systemet, gir det gjerne beskjed om hva de skal gjøre mer eller mindre av for å få høyere skåre (for eksempel: litt mindre tomgangskjøring, litt mer bruk av cruisekontroll osv.). På den måten kan systemet lære sjåførene hvordan de skal kjøre på en mer økonomisk og sikrere måte. Systemet kan også gi tilbakemeldinger underveis, og for eksempel si at man skal «slippe gassen nå» før man når en bakketopp, for å rulle lenger osv.

### 2.3.3 Hva måler flåtestyringssystemet?

Et første grunnleggende aspekt som måles i flåtestyringssystemene er kjøretøyenes drivstofforbruk. Dette er mer et resultat av kjørestil, enn et aspekt ved kjørestil. Ved å sammenstille drivstofforbruk med de andre parameterne, kan man analysere hvordan ulike typer kjørestil er relatert til ulikt forbruk.

Tomgangskjøring er en grunnleggende parameter i flåtestyringssystemet. Ekspertene vi intervjuet sa gjerne at flåtestyringsleverandører starter med tomgang når de skal forklare eiere av transportbedrifter fordelene med flåtestyringssystemer. Systemet setter gjerne grenser for hva som er forventet eller «akseptert» andel tomgang. Andeler som er høyere enn det forventede eller aksepterte nivået trekker skåren ned. På langtransport er denne andelen for eksempel satt til maks 10 %, på lokaltransport, med flere forventede stopp er andelen for eksempel satt til maks 15 %.

Nedbremsing. Ekspertene la vekt på at bruk av bremsene, dvs. antall ganger og kraften som brukes, er en svært viktig parameter i systemet, fordi det sier noe om hvor forutseende sjåføren kjører. Hyppige og gjerne svake nedbremsinger vitner for eksempel om dårlig planlegging, og lite forutseende kjøring.

Flåtestyringssystemene registrerer også hastighet, og en av de intervjuede sa at overhastighet er den parameteren som teller aller mest i deres system. I dette tilfellet er overhastighet satt i forhold til et valgt nivå. Tunge godsbiler har fartssperre på 89-90 km, men flåtestyringssystemene har gjerne satt maks fartsnivå til 85 km/t eller 82-83 km/t.

En annen nøkkelparameter i systemet er utrulling. Dette er definert som når foten ikke er på gassen (frirulle) og når drivverket går i nøytral. Andelen utrulling angis som et prosentmessig mål i flåtestyringssystemet. I et av systemene er 20 % utrulling minimum for vanlig langtransport, mens andelen er omtrent 15 % i lokaltransport.

Et annet nøkkelaspekt ved økonomisk kjøring er bakkekjøring. Et grunnleggende trekk ved økonomisk kjøring er at man skal spare energi, bruke energien som ligger i bilens vekt når den er i bevegelse og trille så mye som mulig, i stedet for å stadig brems og akselerere. Tungbiler bruker særlig mye energi på å kjøre opp bakker, og i tråd med de nevnte prinsippene, måler systemet hvordan man som sjåfør kjører i bakker. Her vektlegges det at man skal slippe gassen før man når bakketoppen, slik at man bruker bilens vekt og triller over.

Cruisecontrollbruk er et annet nøkkelaspekt ved økonomisk kjøring. Her finnes det både adaptiv og ikke-adaptiv cruisekontroll. Den adaptive cruisekontrollen er mer avansert, fordi den tilpasser seg farten til kjøretøyet foran, og ligger bak med en gitt margin. I tillegg kan disse systemene også tilpasse seg topografien på vegen, og «huske» bakkene og vite når den skal slå av gassen, basert på at bilen har kjørt der før, eller at andre biler har kjørt der før, og delt informasjon om vegen med andre biler av samme merke i en nettsky.

### 2.3.4 Hvordan regnes skårene i systemet ut?

Gjennomsnittsskårene i systemet regnes ut ved at alle de nevnte parameterne vektet mot hverandre. Her opererer de ulike systemene med grenser for forventede andeler, og så gis det trekk for overskridelser av dem. I tillegg fungerer algoritmene som ligger til grunn for utregningene slik at noen av parameterne teller mer enn andre for totalskåren. Ved utregningene av totalskårene teller både kriterier for sikker kjøring og kriterier for økonomisk kjøring. Det ble imidlertid understreket at parametere som handler om sikkerhet (overhastighet, forutsigbar kjøring) teller mest for totalskåren.

Vi spurte de ekspertene hva slags totalskårer som er vanlige i norske godstransportbedrifter. I det ene systemet, som har skåre fra 0 til 100, ble det nevnt at alle i bedriften for eksempel kan ha et snitt på 65 poeng, mens sjåfører i bedrifter som jobber veldig målrettet med flåtestyringssystemer kan ha et snitt på 90 poeng og oppover. Det ble påpekt at det er et problem å se alle under ett, fordi sjåfører har ulike typer kjøring.

Det andre flåtestyringssystemet gir karakterer fra E til A og alle sjåførene sammenliknes med alle i Norge. Eksperten som leverer dette systemet antok at gjennomsnittsskåren blant norske sjåfører antakelig ligger på C, mens de som har A som skåre er blant de 10 % beste sjåførene i Norge. Den tredje leverandøren (Ekspert 3), som har et system med skårer fra 1-10, sa at gjennomsnittsskåren for alle sjåfører i verden (som bruker deres kjøretøy) var 7.94, og at «det blir grønt når du kommer over 8».

### 2.3.5 Energiledelse i landbasert industri

Norske godstransportbedrifter kunne i perioden 2012-2018 søke Enova om støtte til tiltak for «energiledelse innen landbasert transport». De fleste bedriftene som fikk støtte, fikk bistand av Norges Lastebileier-Forbund (NLF) til å søke. Dette støtteprogrammet er basert på ISO-standard for energiledelse; ISO:50001. De viktigste delementene i et energiledelsessystem i tråd med ISO:50001 er: 1) Målsetting, 2) Organisering, av innsatsen, 3) Kartlegging av energibruk, 4) Utarbeidelse av en handlingsplan, 5) Energistyring og nøkkeltall, 6) Evaluering av innsatsen og 7) Enkle rutiner (Enova Veileder 2019). Transportbedriftene som fikk støtte av Enova med bistand fra NLF måtte rapportere om flere av disse delementene. Programmet for energiledelse er basert på en systemtankegang, som handler om å etablere mål og å følge opp gjennom kartlegginger og prinsipper for kontinuerlig forbedring. Enova hadde både en forenklet versjon og en ambisiøs versjon av energiledelsessystem, basert på ISO:50001. De fleste godstransportbedriftene gikk for den forenklete versjonen, og denne handlet primært om å innføre og bruke flåtestyringssystem.

I ekspertintervjuene ble det lagt vekt på at energiforbruket er mer åpenbart i vegsektoren enn i industrien. I andre sektorer må man gjerne gjøre mer systematiske kartlegginger av energiforbruk. I transportbedrifter er det mindre komplisert, fordi størsteparten av energiforbruket er knyttet til drivstofforbruk. Det innebærer at program for energiledelse i vegsektoren først og fremst handler om kjørestil og implementering og bruk av flåtestyringssystem («forenklet versjon»).

Bedriftene måtte starte med å gjøre en selvanalyse og kartlegging av sitt eget energibruk. Så måtte de lage en tiltaksplan for å beskrive hvor de hadde størst potensiale for å spare energi; hva som ville gi størst effekt. Dette fikk de fleste bistand av NLF til å gjøre, og det viktigste tiltaket de fleste valgte var implementering av flåtestyringssystem.

Selv om de fleste bedriftene som fikk støtte fra Enova i praksis gikk for den forenklete versjonen av energiledelse, finnes det eksempler på bedrifter som valgte en ambisiøs versjon, og arbeidet helhetlig med all energibruk i bedriften. Disse fokuserte for eksempel



også på energibruk utenom transport, for eksempel på energibruk i garasjer, kontorer; de etterisolerte bygg, byttet ut oljefyrer med andre kilder til oppvarming osv.

Bedriftene som fikk støtte fra Enova til å arbeide med økonomisk kjøring fikk støtte basert på deres reduksjon i drivstofforbruk i programperioden. Det betyr at de søkte først, så hadde tiltak gjennom et år, rapporterte resultater og fikk støtte basert på det. Mange av bedriftene har imidlertid hatt en programperiode som har gått i over et år, litt avhengig av deres arbeidshverdag og tid. Tommelfingerregelen var at bedriftene som søkte Enova hadde et mål på 10 % reduksjon i drivstofforbruk; det var det som var deres ambisjon. Enova ville ha informasjon for en femårsperiode om resultater.

## 2.4 Oppsummering

I dette kapitlet har vi presentert den idemessige bakgrunnen for Miljøstigen; det vil si hva som har inspirert oss til å tenke at en trinnvis «stigemodell» er et hensiktsmessig alternativ for bedrifter som vil starte å jobbe med økonomisk kjøring og energiledelse. Den første grunnen er at vi tidligere har laget en slik modell for sikkerhetsledelse i godstransport; Sikkehetsstigen. Den andre grunnen er at en slik stigemodell implisitt har blitt «anvendt» av Enova i kommunikasjonen med norske godstransportbedrifter, gjennom en forenklet og en ambisiøs versjon av system for energiledelse.

## 3 Metode

### 3.1 Litteraturstudie

#### 3.1.1 Søkestrategi og søkeord

I litteratursøket vårt har vi brukt ord knyttet til både økonomisk kjøring på sjåførnivå og organisasjonsnivå, kombinert med ord for tunge kjøretøy, for eksempel tunge kjøretøy, tunge godsbiler, lastebiler, buss osv. Vi har brukt generelle søkeord, fordi det ikke finnes mange studier av dette, og for å minimere risikoen for å gå glipp av relevante studier. Flåtestyringssystem er det viktigste organisatoriske tiltaket som brukes for å legge til rette for økonomisk kjøring i transportbedrifter. Dette er det viktigste tiltaket i økonomisk kjøring (Sanguinetti m.fl. 2020), og det brukes i betydelig grad av norske transportbedrifter (Nævestad m.fl. 2018a). Vi har derfor også brukt søkeord knyttet til «In vehicle data recorder». Siden ulike systemer for energi og miljøledelse fremstår som den mest systematiske og helhetlige måten å arbeide for å redusere energibruk i bedrifter på, har vi også brukt søkeord knyttet til dette.

Vi søkte i databasene ScienceDirect og Google Scholar. Innledende søk ble gjennomført i august 2019, mens de endelige systematiske søkene ble gjennomført i perioden april-juni 2020. (Jf. figur 3.1). Kombinasjonen av søkeord presenteres i tabell 2.1. Vi søkte etter kombinasjoner av ordene i tabell 2.1 i «keyword, title and abstracts».

Tabell 2.1: Kombinasjonene av søkeord som ble benyttet i litteratursøket.

Tema	Søkeord
Økonomisk kjøring	"Ecodriving", "Eco-driving", "Eco driving", "Ecological driving". Economical driving, "Fuel economy", "Fuel efficient", kombinert med "Heavy", eller "Bus"
Flåtestyring	"In vehicle data recorder" (IVDR), "driver feedback", "fleet management"
System for energiledelse	"ISO:50001" kombinert med "road"; "ISO:14001" kombinert med "road", "energy management" kombinert med "road"

Vi har ikke gjort et eget litteratursøk etter faktorer som påvirker drivstofforbruket til tunge godsbiler (jf. delmål 1), men vi har sett etter slike faktorer i de identifiserte studiene.

#### 3.1.2 Kriterier for å inkludere eller ekskludere studier

Vi brukte fem kriterier da vi vurderte hvilke publikasjoner vi skulle inkludere:

- Vitenskapelig publikasjon (vitenskapelig rapport, bokkapittel eller artikkel)
- Publisert etter 1995
- Empirisk studie som fokuserer på effektene av følgende tiltak: økonomisk kjøring på sjåfør eller organisasjonsnivå, flåtestyring eller energiledelse

- Undersøker effekter på mål på drivstofforbruk, økonomi, utslipp og evt. arbeidsmiljø
- Fokuserer på tungbiler (busser eller lastebiler)

### 3.1.3 Seleksjon av relevante studier

Studier som oppfyller disse fem kriteriene ble identifisert gjennom totrinns seleksjonsprosess. I det første trinnet gikk vi gjennom treffene vi fikk ved å bruke kombinasjonene av søkeord som er angitt i tabell 2.1. Hensikten med denne første gjennomgangen var å identifisere empirisk studier som fokuserer på effektene av økonomisk kjøring, flåtestyring eller energiledelse. Vi gikk først gjennom titlene på studiene og sammendragene. Dersom det var vanskelig å vurdere studiens relevans basert på dette, undersøkte vi også tekstene i sin helhet. Hensikten med det andre trinnet var å undersøke i hvilken grad studiene undersøkte effekter av økonomisk kjøring med tungbiler. Vi leste hele tekstene eller deler av dem, for eksempel resultatkapitler, for å undersøke dette. Endelig la vi også til studier som vi hadde identifisert på andre måter enn gjennom litteratursøket og de nevnte søkeordene. Dette var studier som vi var kjent med fra andre prosjekter, eller som vi fant ved å undersøke referanselistene i de identifiserte studiene.

### 3.1.4 Kriterier for å sammenlikne de identifiserte studiene

Vi bruker de følgende seks punktene som sjekklister i våre presentasjoner av empiriske studier av økonomisk kjøring og system for energiledelse med tunge kjøretøy:

- I) Studie, land og kjøretøytype og hvilke(t) aspekt(er) ved økonomisk kjøring eller energiledelse studeres?
- II) Metode, utvalg og design. Hva slags metode og forskningsdesign brukes? Hvor mange respondenter, intervjupersoner eller forsøkspersoner er involvert?
- III) Effekter på drivstofforbruk.
- IV) Andre relevante effekter, for eksempel: økonomi, utslipp og arbeidsmiljø.
- V) Hvilke forhold hemmer/fremmer implementering av økonomisk kjøring og energiledelse?
- VI) Styrker og svakheter ved studien.

## 4 Oversikt over studiene

### 4.1 Kriterier for sammenlikning av studiene

Tabell 3.1 presenterer vi en oversikt over de identifiserte empiriske studiene som fokuserer på effektene av økonomisk kjøring på sjåfør og organisasjonsnivå. Vi presenterer følgende kjennetegn ved studiene:

- 1) Studie, land og kjøretøytype: Hvilket aspekt ved økonomisk kjøring eller energiledelse studeres?
- 2) Metode, utvalg og design. Hva slags metode og forskningsdesign brukes? (kvalitativ casestudie, kvantitative evalueringer med før og etter målinger og kontrollgrupper?)
- 3) Effekter på drivstofforbruk.
- 4) Andre relevante effekter, for eksempel: økonomi, utslipp og arbeidsmiljø.
- 5) Hvilke forhold hemmer/fremmer hvilke mekanismer forklarer sammenhengene mellom økonomisk kjøring og trafikksikkerhet.
- 6) Styrker og svakheter ved studien.

### 4.2 Sammenlikning av studiene

Tabell 3.1: Oversikt over 11 identifiserte empiriske studier som fokuserer på effektene av økonomisk kjøring og energiledelse med tungebiler.

Studie, land, kjøretøytype og tiltak	Metode, utvalg, design	Effekter på drivstoff	Andre relevante effekter?	Hemmer / fremmer?	Styrker og svakheter
FCC Environment, 50001 Business Case (2020). Tunge og lette biler. utgitt av BSI (British Standards Institution). Renovasjonsbedrift med transport, UK <u>Tiltak:</u> -Mål for redusert energibruk -Miljøpolicy -Kartlegging	Dette er et av flere «business case» som beskriver bedrifters erfaringer med og resultater av ISO:50001. Bedriften har 2400 ansatte.	Bedriften har hatt en 18 % reduksjon i energibruk per tonn renovert avfall. Forbruk av drivstoff vil også inngå her, fordi det har stor betydning for energibruk.	Bedriften har et «integrated management system», hvor ISO:50001 inngår sammen med, ISO:9001 (kvalitet), ISO:14001 (miljø) og ISO:450001 (helse og sikkerhet)	Forutgående implementering av de andre ISO standardene gjorde det lettere å implementere ISO:50001. Ledelsesengasjement.	Dette er kun et «business case», men i fravær av andre empiriske studier, er det relevant å også rapportere resultater fra disse. Bedriften er også involvert i transport med tunge og lette biler.
Nævestad m.fl. (2018a) Lastebil. Norge. <u>Tiltak:</u> -Flåtestyrings-system	Studie av arbeid med sikkerhetskultur i 17 gods-transportbedrifter. De fleste jobbet også	I alle fall en av bedriftene hadde redusert totalforbruket med omtrent 10 % på et år	Den samme bedriften rapporterte om 40 % nedgang i skader, mindre	Ledelsesfokus er grunnleggende. Det samme er bruk av flåtestyrings-system.	Studien handler egentlig om sikkerhetsstyring. Kun noen av bedriftene som trakk

Studie, land, kjøretøytype og tiltak	Metode, utvalg, design	Effekter på drivstoff	Andre relevante effekter?	Hemmer / fremmer?	Styrker og svakheter
-Tilbakemeldinger -Konkurranser -Bonus	med økonomisk kjøring.		stress, mer trivsel og færre sykemeldinger		økonomisk kjøring fram.
Diaz-Ramires m.fl. (2017) Lastebil, Colombia <u>Tiltak:</u> Teoretisk og praktisk opplæring Bonus/ incentiver Utvikling av KPI'er for målstyring	Langdistanse, tunge og mellomtunge gods-biler i kupert terreng. 18 sjåførere i fire måneder	Snitt på 6,8 % reduksjon i liter per km og 5,5 % reduksjon per tonn km.	Opplæringen har særlig effekt på akselerasjon, bremsing og overhastighet (opp til 96 % reduksjon per tur).	Ledelsesengasjement (på flere nivåer) er en grunnleggende forutsetning. Det skal mer til at eldre sjåførere endrer kjørestil. Kupert terreng Vekten på godset viktigst, etterfulgt av kjørestil.	Er særlig relevant for kjøring i kupert terreng (veger med mye fall og stigning), slik som i Norge. Men har ikke kontrollgruppe.
Ayyildiz m.fl. (2017) Lastebil, Kina <u>Tiltak:</u> Opplæring Flåtestyrings-system Tilbakemelding Bonus Konkurranse	15 tunge gods-biler og 10 lette gods-biler i en kinesisk logistikk-bedrift (Linsen).	Snitt på 5,5 % reduksjon for de tunge kjøretøyene. Ingen signifikant effekt for lette.	Fokus på tomgang, akselerasjon og harde nedbremsinger.	Engasjement er grunnleggende forutsetning. Feedback er en forutsetning. Systematisk arbeid med nøkkeltall. Vanskeligere i bymiljø.	De lettere kjøretøyene ble brukt i en veldig hektisk periode (kinesisk nyttår) i bymiljø med høy trafikk og antakelig mye stress. Ingen kontrollgruppe.
Sullman et al. (2015) Buss. Finland <u>Tiltak:</u> Opplæring	29 bussjåførere fikk kurs i økonomisk kjøring, 18 var kontroll. Testet i simulator før og etter kurset, og i virkelig kjøring.	Snitt på 11,6 % reduksjon rett etter opplæring og 16,9 % seks måneder etter opplæringen.	Tyder på at simulator opplæring kan være et effektivt virkemiddel.	Stress og tidspress «Rutetabellen» Fremtidige studier bør også undersøke motivasjon.	Høyere effekter enn de andre. De er basert på virkelig kjøring og ikke bare simulator.
Walnum og Simonsen (2015) Lastebil, Norge. <u>Tiltak:</u> - Flåtestyrings-system -Organisering av transport. -Valg av motor: 500 hestekrefter er optimalt	Analyse av data fra flåtestyrings-system (Dynaflleet) fra 15 tunge gods-biler, 18 sjåførere og 3 transportplanleggere hos Lerum.	Infrastruktur og terreng har 10-12 ganger høyere påvirkning på forbruk enn kjørestil. Men kontrollert for dette har kjørestil betydning.	Betydningen av infrastruktur og terreng for forbruk indikerer at valg av ruter («organisering av transport») har stor betydning for forbruk.	Ledelsesfokus er en forutsetning og jevnlig (daglig) systematisk analyse av data og KPI'er.	God studie, som er veldig relevant for en norsk kontekst. Ikke intervensjonsstudie.
Rolim m.fl. (2014) Buss, Portugal. <u>Tiltak:</u> Opplæring.	Studerer 100 busser med flåtestyringsteknologi, som brukes av omtrent 600 sjåførere i Lisboa.	Snitt på 4,8 % reduksjon.	CO2 utslipp redusert med 6,56g/km	Tilbakemelding med lydsignal var effektivt for å unngå uønsket atferd (fart, brå akselerasjon, hard	Har også noen konklusjoner om opplæring, men disse er veldig usikre.

Studie, land, kjøretøytype og tiltak	Metode, utvalg, design	Effekter på drivstoff	Andre relevante effekter?	Hemmer / fremmer?	Styrker og svakheter
Flåtestyringssystem	To faser: 1) Med lyd for uønsket atferd og 2) Uten lyd			nedbremsing, tomgang)	
Strömberg og Karlsson (2013) Buss, Sverige <u>Tiltak:</u> Opplæring Tilbakemelding	54 sjåførere i tre grupper: 1) tilbakemelding, Tilbakemelding og opplæring, 3) Kontroll	Snitt på 6,8 % reduksjon i gruppe 1 og 2	Sterk nedgang i antall harde nedbremsinger og overhastighet.	Ledelsesengasjement er viktig. Arbeidsoppgavene påvirker: De må «følge rutetabellen». (stress) viser at tilbakemeldingen er det som er viktigst, siden opplæring ikke gir tilleggs effekt.	Denne studien har også en kontrollgruppe.
Symmons et al. (2008) Lastebiler (68 tonn, 25 m). Australia <u>Tiltak:</u> Opplæring.	Studie av 12 sjåførere. Kjørte i en 30 km testrute med blandet vegtype. Tre grupper: 1) Fullt kurs, 2) Kun klasserom, 3) Kontroll.	Snitt på 27 % lavere forbruk i gruppen som fikk opplæring. Stabil nedgang etter 10 uker. Noen fikk også enda lavere nedgang.	Betydelig (41 %) nedgang i nedbremsinger. Reisetiden økte ikke. Effekten var stabil, og høyere på noen parametere etter 12 uker. Nevner også effekter på økonomi og CO2	Studien er gjort i en eksperiment-situasjon.	Snittet er betydelig høyere enn de andre studiene. Men kun fire sjåførere i hver av de tre gruppene. Og eksperimentsetting. Dataene er registrert av person og ikke teknologi.
Zarkadoula m.fl. (2007) Buss, Hellas <u>Tiltak:</u> Opplæring Flåtestyring	Tre bussjåførere, som kjørte en 15 km rute, og så i virkelig trafikk etterpå.	Snitt på 4,35 % reduksjon i gruppen som fikk opplæring. Stabil nedgang etter 10 uker. Noen fikk også enda lavere nedgang.	Tilsvarende nedgang i forurensing. Antakelig også for støy og vedlikehold. Diskuterer og illustrerer også effekter for økonomi.	Opplæringen gir effekt. Først større (10 %) i tester rett etterpå, og så 4,35 % i virkelig trafikk gjennom to måneder etterpå.	Kun tre bussjåførere. Ingen kontroll
Af Wählberg (2007) Buss, Sverige <u>Tiltak:</u> Opplæring. Flåtestyringssystem.	Bussjåførere i et bymiljø. Studien inkluderte fem busser.	To prosents reduksjon 12 måneder etter opplæringen. Flåtestyringsfeedback ga ytterligere 2 %.	Undersøkte effekt på trafikkikkerhet, men fant ikke slike effekter. Ville uansett vært vanskelig å observere 2 % bedring.	Sterk effekt på opplæringsdagen, men de denne var ikke lett å overføre til sjåførens arbeid.	I hvilken grad kan vi forvente lavere effekter av økonomisk kjøring på buss i bymiljø? Kun fem busser, men over flere år. Ingen kontroll

#### 4.2.1 Få studier av økonomisk kjøring med tunge godsbiler

Tabell 3.1 viser at det foreligger få studier av økonomisk kjøring med tunge kjøretøy generelt (busser og lastebiler) og få studier som involverer tunge godsbiler. Vi har identifisert 11 studier om økonomisk kjøring med tunge kjøretøy generelt, og fire som omhandler tunge godsbiler. Tallet for den siste gruppen er strengt tatt tre, siden hovedformålet med Nævestad m.fl. (2018a) ikke er økonomisk kjøring, men sikkerhetsstyring. I kontrast til dette, kan det nevnes at et søk på «eco driving» i den vitenskapelige databasen «ScienceDirect ga over 400 treff. Disse studiene fokuserer først og fremst på personbiler. Det er ikke gitt at alle disse studiene handler om intervensjoner rettet mot personbiler, men det illustrerer at det er publisert langt mer forskning om økonomisk kjøring med personbiler enn med tungbiler. Dette er overraskende, for gitt tunge kjøretøys vekt, skulle man tro at potensialet for drivstoffreduksjoner knyttet til en økonomisk kjørestil (for eksempel utrulling) er større for tungbiler enn personbiler. Toledo og Shiftan (2016) finner større effekt for tyngre personbiler enn lette personbiler i sin studie. I tillegg bruker tungbilene gjerne 5-10 ganger mer drivstoff i gjennomsnitt enn personbiler. Dette tilsier et betydelig potensiale for drivstoffbesparelser ved økonomisk kjøring med tungbiler. I tillegg har vi også inkludert en casestudier fra en bedrift som har innført ISO:50001, og som også er involvert i transport med tunge og lette kjøretøy.

#### 4.2.2 Kvaliteten på studiene

Få av studiene har et robust design, med eksperiment og kontrollgrupper og før og ettermålinger. I tillegg, kan det nevnes at mange av studiene er basert på et relativt lavt antall sjåfører. Diaz-Ramires m.fl. (2017) sin studie studerer 18 sjåfører i fire måneder, og har før og ettermålinger, men ingen kontroll. Ayyildiz m.fl. (2017) studerer 15 tunge godsbiler og 10 lette godsbiler i en kinesisk logistikkbedrift (Linsen). Studien har før og ettermålinger, men ingen kontrollgruppe. Denne studien illustrerer viktigheten av å ha en kontrollgruppe, fordi de lettere kjøretøyene, som man ikke så noen effekt på, ble brukt i en etterperiode (etter opplæringen) som var veldig hektisk (kinesisk nyttår), i bymiljø med høy trafikk og antakelig mye stress. Denne etterperioden var dermed ikke sammenliknbar med førperioden. Med en sammenliknbar kontrollgruppe som ikke hadde hatt opplæring, kunne man kanskje sett at kontrollgruppen hadde hatt en økning i drivstofforbruk under slike forhold, som ikke eksperimentgruppen hadde hatt på grunn av sine tiltak rettet mot økonomisk kjøring.

Walnum og Simonsen (2015) analyserer data fra flåtestyringssystem (DynaFleet) fra 15 tunge godsbiler, 18 sjåfører og 3 transportplanleggere. Studien har ikke noen formål, siden målet er å vurdere hva som påvirker drivstofforbruk. Vi kan imidlertid også velge å definere denne studien som en intervensjonsstudie, fordi studien fokuserer på en bedrift som har innført et tiltak for økonomisk kjøring; dvs. flåtestyringssystem, og hvordan transportledere og ansatte bruker det. Symmons m.fl. (2008) sin studie inkluderer 12 sjåfører, fordelt på tre grupper: 1) Fullt kurs, 2) Kun klasseromsundervisning, 3) Kontroll. Den gjennomsnittlige reduksjonen i drivstoff (27 %) er betydelig høyere enn i de andre studiene, og dette kan antakelig forklares ved at dette er en eksperimentsetting, med en person som sitter på og registrerer atferden. I tillegg, er det kun fire sjåfører i hver av de tre gruppene. Det kan også nevnes at noen av dataene om kjørestil er registrert av en person og ikke teknologi, og at dette både kan påvirke sjåførene og muligens være noe mindre nøyaktig. Sullman m.fl. (2015) studerer 29 bussjåfører som fikk kurs i økonomisk kjøring, 18 var i kontrollgruppe. Sjåførene ble testet i simulator før og etter kurset, og i virkelig kjøring. Studien til Strömberg og Karlsson (2013) har et relativt robust design; den inkluderer 54 sjåfører i tre grupper: 1) Tilbakemelding, 2) Tilbakemelding og opplæring, 3)

Kontroll. Rolim m.fl. (2014) studerer 100 busser med flåtestyringsteknologi, som brukes av omtrent 600 sjåførere i Lisboa. Studien har ikke kontrollgruppe, og studerer en periode med lydsignal ved uønsket atferd, etterfulgt av en periode uten lydsignal. Af Wåhlberg (2007) sin studie inkluderer fem busser og har ingen kontrollgruppe. Zarkadoula m.fl. (2007) sin studie inkluderer kun tre sjåførere, men dette er en pilotstudie, som skal legge grunnlaget for fremtidige studier. Nævestad m.fl. (2018a) er primært en studie av sikkerhetsledelse, og bør dermed ikke tillegges avgjørende vekt, men den har relevant informasjon om norske gods-transportbedrifters bruk av flåtestyringssystemer, arbeid med både økonomisk kjøring og trafikksikkerhet. Den er basert på intervjuer med representanter for 17 godstransportbedrifter og spørreundersøkelse (N=533). Endelig må det nevnes at casestudien fra bedriften som har innført ISO:50001 ikke er en vitenskapelig studie, og at den derfor må tas med forbehold. Den rapporterer imidlertid om nøkkelresultater, erfaringer og arbeidsmåter, og i mangel på vitenskapelige studier, er dette relevant og nyttig kunnskap.

### 4.3 Hvilke faktorer påvirker drivstofforbruket til tunge godsbiler?

Det første målet med litteraturstudien vår er å undersøke hvilke faktorer som påvirker drivstofforbruket til tunge godsbiler. Vi har ikke gjort et eget litteratursøk etter slike faktorer, men vi har sett etter slike faktorer i de identifiserte studiene. Vi regner med at faktorene som påvirker drivstofforbruket i busstransport ikke er helt sammenliknbart med tunge godsbiler, særlig ikke om vi sammenlikner med urban busstransport, med mange holdeplasser, mye nedbremsing, mye akselerasjon og mye tomgang. Dette er faktorer som påvirker økonomisk kjøring negativt (Ayyildiz m.fl. 2017).

Urban distribusjonstransport har en relativt høy andel start og stopp, blant annet på grunn av flere andre kjøretøy, flere kryss, rundkjøringer osv. Dette viser til den første faktoren som påvirker tunge kjøretøys drivstofforbruk: **veger og infrastruktur**. Ayyildiz m.fl. (2017) finner ikke effekter av økonomisk kjøring på drivstofforbruk for sjåførere av lette godsbiler i sin studie og antar at dette skyldes at det er vanskeligere å se effekter på kjøring i bymiljø, for her er det mange andre kjøretøy, noe som betyr mange nedbremsinger, mye akselerasjon og mye tomgang. Walnum og Simonsen (2015) studerer tunge godsbiler som kjører for Lerum til andre deler av Norge, i kupert terreng med mye stigning, over fjell-overganger. De konkluderer med at infrastruktur og terreng har 10-12 ganger høyere påvirkning på forbruk enn kjørestil, men at kjørestil har betydning kontrollert for dette. Likeledes konkluderer Diaz-Ramirez m.fl. (2017) sin studie fra Colombia med at veger med mye fall og stigning gjør økonomisk kjøring mer utfordrende. Walnum og Simonsen (2015) finner også at sesong (vinter) har påvirkning på forbruk, dels på grunn av rullemotstanden som snø og is gir.

Den andre faktoren som påvirker tunge kjøretøys drivstofforbruk er **last og tyngden på kjøretøyet**. Diaz-Ramirez m.fl. (2017) finner at vekten på godset hadde mest å si for forbruk, etterfulgt av kjørestil. Denne studien og de andre studiene av tunge godsbiler kontrollerer derfor for kjøretøyenes vekt og lastens vekt når de undersøker effektene av ulike tiltak rettet mot økonomisk kjøring.

Den tredje faktoren som påvirker tunge kjøretøys drivstofforbruk er **trekk ved kjøretøyet og motorstørrelse**. Walnum og Simonsen (2015) finner for eksempel at en lastebil med 700 hestekrefter i snitt bruker 0,58 liter mer per 10 km enn en lastebil med 500 hestekrefter når alt annet er likt; for eksempel ruten, tid på året, vekten på lasten, kjørestil osv. Med et forbruk på 5,1 liter drivstoff per mil vil dette utgjøre 11 %, og dermed mer enn det som gjerne rapporteres i studiene om effekter av kjørestil. Det indikerer større effekt på forbruk



av å optimalisere motorstørrelse enn å optimalisere kjørestil, og ikke minst peker det på potensialet ved å kombinere begge disse strategiene. Walnum og Simonsen (2015) argumenterer for at det er viktig at lastebileiere finner en optimal motorstørrelse til sine oppdrag, dersom de bruker motorer med for lav kapasitet, vil det medføre mer kjøring på høyt turtall og høyere forbruk. Walnum og Simonsen (2015) finner også at semitrailere bruker mindre drivstoff i snitt enn lastebiler med henger, fordi det krever mer energi å trekke sistnevnte.

Den fjerde faktoren som påvirker tunge kjøretøys drivstofforbruk er *sjåførenes kjørestil*. Selv om dette gjerne er hovedfokus i tiltak rettet mot økonomisk kjøring, er det viktig å påpeke at de evaluerte studiene viser at kjørestil ikke er den faktoren som har mest å si for drivstofforbruk. Økonomisk kjøring på sjåførnivå handler om kjørestil, og de evaluerte studiene viser at særlig bremsing, akselerasjon og tomgang er relatert til drivstofforbruk, og representerer gode mål på dette. I tillegg, viser de fleste studiene at intervensjoner som fokuserer på disse aspektene ved kjørestil gjerne fører til reduksjoner i forbruk på mellom 5 og 10 %. Unntaket er studien til Symmons m.fl. (2008), som viser en reduksjon på så mye som 27 %.

Den femte faktoren som påvirker tunge kjøretøys drivstofforbruk er *trekk ved sjåføren*. Flere av de evaluerte studiene finner for eksempel at det skal mer til at eldre sjåfører endrer kjørestil på grunn av opplæring, og at det også kan være utfordrende å påvirke kjørestilen til helt uerfarne sjåfører (feks Diaz-Ramirez m.fl. 2017; Rolim m.fl. 2014; Sullman m.fl. 2015).

Den sjette faktoren som påvirker tunge kjøretøys drivstofforbruk er *organisatorisk tilrettelegging for økonomisk kjøring og energiledelse*. Vi har funnet få studier av hvordan transportbedrifter kan tilrettelegge for økonomisk kjøring på sjåførnivå (for eksempel Ayıldys m.fl. 2017; Rolim m.fl. 2014), og ingen studier som undersøker effekter av system for energiledelse i godstransport. Det er disse faktorene vi refererer til som økonomisk kjøring på organisasjonsnivå og energiledelse.

## 4.4 Oppsummering

I dette kapitlet har vi presentert 11 empiriske studier som fokuserer på effektene av økonomisk kjøring og energiledelse med tungbiler. Dette inkluderer også et business case av implementering av ISO:50001. Gjennomgangen vår viser at det foreligger få studier av økonomisk kjøring med tunge kjøretøy generelt (busser og lastebiler) og få studier som involverer tunge godsbiler. Vi har kun identifisert fire studier som handler om det siste. Få av studiene har et robust design, med eksperiment og kontrollgrupper og før og ettermålinger. I tillegg, kan det nevnes at mange av studiene er basert på et relativt lavt antall sjåfører. Vi har også diskutert seks faktorer som påvirker drivstofforbruket til tunge godsbiler: 1) veger og infrastruktur, 2) last og tyngden på kjøretøyet, 3) trekk ved kjøretøyet og motorstørrelse, 4) sjåførenes kjørestil, 5) trekk ved sjåføren og 6) organisatorisk tilrettelegging for økonomisk kjøring og energiledelse. Selv om sjåførenes kjørestil gjerne er hovedfokus i tiltak rettet mot økonomisk kjøring, er det viktig å påpeke at de evaluerte studiene viser at kjørestil ikke er den faktoren som har mest å si for drivstofforbruk.

## 5 Effekter av tiltak rettet mot økonomisk kjøring og energiledelse

### 5.1 Innledning

I dette kapittelet fokuserer vi på studiens andre delmål, som er å undersøke effektene av ulike tiltak for å fremme økonomisk kjøring og energiledelse i tungbilbedrifter. Vi ser først på de påviste effektene i studiene, på drivstofforbruk og andre resultatmål, så gjennomgår vi effekter av spesifikke tiltak.

### 5.2 Påviste effekter i studiene

#### 5.2.1 Effekter på drivstofforbruk, utslipp og økonomi

Studiene som fokuserer på godstransport finner reduksjoner i drivstofforbruk på 6,8 % (Diaz-Ramirez m.fl. 2017), 5,5 % Ayyildiz m.fl. (2017) og 27 % (Symmons m.fl. 2008). Studiene som fokuserer på busstransport finner reduksjoner i drivstofforbruk på 11,6 % rett etter opplæring og 16,9 % etter seks måneder (Sullman m.fl. 2015), 4,8 % (Rolim m.fl. 2014), 6,8 % (Strömberg og Karlsson 2013), 4,4 % (Zarkadoula m.fl. 2007) og 2 % (af Wåhlberg 2007). På bakgrunn av dette, kan vi konkludere med at av de åtte studiene som undersøker effekter på drivstofforbruk av kjørestil, finner fem av dem at reduksjonene ligger mellom 5 % og 10 %. I tillegg, er det, som nevnt, viktig å huske på at studiene som også undersøker effekter av andre faktorer enn kjørestil, finner at andre faktorer har større effekt på drivstofforbruk, for eksempel veger og infrastruktur (jf. Walnum og Simonsen 2015) og lastens vekt (Ayyildiz m.fl. 2017). I tillegg, må det nevnes at studier viser at effektene av virkemidler, for eksempel flåtestyringssystem, avtar over tid. Dette rapporterer Sanguinetti m.fl. (2020) i sin metastudie av flåtestyringssystemer, som også inkluderer personbiler. Denne studien finner en vektet gjennomsnittseffekt på 6,6 % reduksjon i drivstoff knyttet til innføring av flåtestyringssystem. Tallet er basert på 17 studier og 23 effekter. Dette er det omtrent tilsvarende til det våre studier som handler om tungbiler viser, men for tungbiler vil denne andelen selvfølgelig være større i absolutte tall, dersom vi beregner antallet liter spart drivstoff og utslipp gjennom et år. Tunge kjøretøy bruker både mer drivstoff, og de kjøres også mer i snitt hver dag. Det kan nevnes, at det er svært vesentlig når studiene evaluerer effekten, dvs. hvor lenge etter at tiltakene er innført. Noen studier sier gjerne at effekten av tiltak rettet mot økonomisk kjøring avtar over tid (Sanguinetti m.fl. 2020), mens andre viser det motsatte (Sullman m.fl. 2015). Det ser ut til å være flest studier som finner at effektene avtar over tid, men disse er av personbilførere. Det er også uvisst om effektene av jevnlig tilbakemeldinger fra flåtestyringssystem avtar like mye over tid som for eksempel opplæring i økonomisk kjøring som er gitt en gang. Ingen av de evaluerte studiene gjør systematiske analyser av effekter på økonomi, men noen av dem gir eksempelregnestykker, som illustrerer hvor mye bedrifter kan spare gjennom å arbeide med økonomisk kjøring. Dette gjelder for eksempel Zarkadoula m.fl. (2007), som finner en nedgang i drivstofforbruk på 4,35 %. Disse forfatterne skriver at

hver av bussene i selskapet som de studerer bruker rundt 60 000 liter diesel per år, noe som indikerer at en gjennomsnittlig årlig reduksjon på 4,35 % i drivstofforbruk vil resultere i en årlig besparelse på 2610 liter diesel per buss. Hvis den gjennomsnittlige kostnaden for diesel for er 0,65 Euro per liter, vil den årlige besparelsen for hver buss være 1697 Euro. Dette tilsvarer omtrent 16 000 kroner, og med norske drivstoffpriser ville det utgjøre minst det dobbelte. For hele bussflåten på 1700 busser i selskapet, vil dette utgjøre 29 mill. Euro som tilsvarer nesten 27 millioner norske kroner (eller det dobbelte med norske priser). af Wåhlberg (2007) anslår at med en reduksjon i forbruk på 2 % i snitt, ville tiltaket han studerer «betalt seg selv», det vil si utstyret, i løpet av en periode på 2 år.

Kun noen få av studiene gjør systematiske beregninger av reduksjoner i utslipp knyttet til de observerte drivstoffreduksjonene. Disse fokuserer på utslipp av CO<sub>2</sub>, som utgjør mellom 93 og 95 % av de totale utslippene av drivhusgasser fra godstransport på veg (McKinnon og Piecyk, 2009).

Rolim m.fl. (2014) rapporterer for eksempel at CO<sub>2</sub> utslippene ble redusert med 6,56 gram per kilometer ved et snitt på 4,8 % redusert drivstofforbruk. De studiene som estimerer effekter på utslipp, eller som kommenterer dette, hevder generelt at reduksjonene i utslipp vil være de samme som reduksjonen i drivstofforbruk (Ayyildiz m.fl. 2017). Det betyr at 5-10 % reduksjon i drivstofforbruk også innebærer 5-10 % reduksjon i utslipp. Det dannes 2,66 kg CO<sub>2</sub> når en liter diesel forbrennes. I tråd med dette, beregner Ayyildiz m.fl. (2017) at:

(...) the unitary fuel consumption decreases from 0.369 to 0.348 l/km (-5.5%). By assuming a CO<sub>2</sub> transformation coefficient of 2.6 kg CO<sub>2</sub>/l fuel, this determines a decrease also in the unitary CO<sub>2</sub> emissions from 958.71 to 906.08 g/km. (Ayyildiz m.fl. (2017: 104).

Ingen av studiene gjør systematiske beregninger av hva drivstoffreduksjoner kan bety for besparelser knyttet til kjøretøyvedlikehold, men Zarkadoula m.fl. (2007) antyder at man kan forvente at reduksjonene i vedlikeholdsutgifter vil svare til de prosentvise reduksjonene i drivstofforbruk. Dette ble også nevnt av de intervjuede norske ekspertene (jf. Kapittel 2.3).

## 5.2.2 Effekter på sikkerhet og arbeidsmiljø

Ingen av de evaluerte studiene inkluderer effekter av økonomisk kjøring på arbeidsmiljø, for eksempel målt som sjåførenes trivsel eller opplevd stress og press i arbeidet. Flere av studiene viser imidlertid at stress og tidspress er viktige faktorer som kan hemme arbeidet med økonomisk kjøring. Dette gjelder særlig studiene fra busstransport, som viser til det at sjåførene må holde rutetabellen («tidspress») som noe som kan hemme deres økonomiske kjørestil (Strømberg og Karlsson 2013; Sullman m.fl. 2015). En av studiene fra gods viser også til stress som en mulig hemmende faktor, som kan forklare hvorfor man ikke fant reduksjoner i drivstofforbruk blant distribusjonsbilene i studien (Ayyildiz m.fl. 2017).

To av studiene inkluderer også effekter på trafikksikkerhet (af Wåhlberg 2007, og Symmons m.fl. 2008). af Wåhlberg (2007) fant ingen effekter på trafikksikkerhet, men konkluderer med at en forbedring på 2 %, tilsvarende reduksjonen i drivstofforbruk, ville vært for liten til å observere. Symmons m.fl. (2008) fant heller ingen effekter på trafikksikkerhet, til tross for store reduksjoner i drivstofforbruk på 27%. Dette kan skyldes målet de brukte på trafikksikkerhet, som var avstand til forankjørende, at sjåføren ser langt fram osv. Dette ble vurdert av en person satt på for å observere dette i de studerte bilene, og det er ikke urimelig å anta at dette kan ha påvirket sjåførenes atferd i alle fasene av studien. Symmons m.fl. (2008) fant generelt en for lav forekomst av det som de definerte som usikker atferd til å kunne trekke noen konklusjoner om effekter på trafikksikkerhet.

## 5.3 Effekter av konkrete tiltak

### 5.3.1 Flåtestyringssystem

Alle unntatt én av de evaluerte studiene har flåtestyringssystem som det mest sentrale tiltaket eller hjelpemiddelet for å bidra til økonomisk kjøring. En meta-studie av tiltak rettet mot økonomisk kjøring, som inkluderer personbiler, viser at flåtestyringssystem er det mest sentrale tiltaket for økonomisk kjøring (Sanguinetti m.fl. 2020). Godstransportbedriftene i studien til Nævestad m.fl. (2018a) brukte flåtestyringssystemer til å arbeide systematisk både med økonomisk og trafikksikker kjøring. Slike systemer er også grunnleggende i studien til Walnum og Simonsen (2015), som studerer sjåfører som bruker Volvos Dynafleet. Forfatterne samlet inn data fra systemet og utførte en regresjonsanalyse, for å finne de kontrollerte effektene av tekniske faktorer, infrastruktur og menneskelige faktorer på drivstofforbruk. Flåtestyringssystemer er også grunnleggende i studiene til Diaz-Ramires m.fl. (2017) og Ayyildiz m.fl. (2017), og i studiene av bussjåfører (Sullman m.fl. 2015; Rolim m.fl. 2014; Strömberg og Karlsson 2013; Zarkadoula m.fl. 2007; Af Wåhlberg 2007).

Også i studier av opplæring som tiltak brukes flåtestyringssystem som et objektivt mål på kjørestil (Diaz-Ramires m.fl. 2017). Unntaket er studien til Symmons m.fl. (2007). Flåtestyringssystemer er et premiss for det å arbeide med økonomisk kjøring, fordi de gir pålitelige og omfattende data på kjørestil, og de evaluerte studiene viser at de har effekt når (eller primært fordi) de brukes til å gi jevnlig, og/eller umiddelbare tilbakemeldinger til sjåførene på deres kjørestil, slik at sjåførene kan justere sin kjørestil til en mer økonomisk. Systemene måler særlig fart, akselerasjon, bremsing og tomgang. De evaluerte studiene viser at dette er målbare aspekter ved kjørestil som er tett knyttet til drivstofforbruk, og at når sjåførene endrer kjørestil på disse aspektene går forbruket deres ned. Sånn sett kan det diskuteres om flåtestyringssystem også er en forutsetning for system for energiledelse, fordi det kontinuerlig gir en betydelig mengde med nøkkeltall om relevante parametere.

Det er for øvrig interessant å se på forholdstallet mellom kjørestilsaspektene og forbruket. I flere tilfeller blir forekomsten av kjørestilsaspektene (nedbremsinger, brå akselerasjon) redusert med for eksempel 41 % (Symmons m.fl. 2008) eller 96 % (Diaz-Ramirez 2017), mens drivstofforbruket i snitt går ned med mellom 5 % og 10 %. Forholdstallene mellom disse faktorene er et interessant spørsmål for fremtidig forskning.

### 5.3.2 Tilbakemeldinger

Tilbakemeldinger til sjåførene er det andre mest forekommende elementet i studienes opplegg for økonomisk kjøring. Tilbakemeldinger er grunnleggende, fordi de er en forutsetning for at sjåførene skal kunne lære av systemet. Dette er kanskje det viktigste elementet i tilrettelegging for økonomisk kjøring, fordi hensikten med flåtestyringssystem er å få et grunnlag for å kunne gi tilbakemeldinger. Det er tilbakemeldingene på egen kjørestil, som sjåførene lærer av, ikke målingene i seg selv. Det må imidlertid også påpekes at målingene i seg selv også kan gi en separat «Hawthorne effekt» (dvs. effekt av å bli målt/studert). Wouters og Bos (2000) mener at det at sjåførenes kjørestil blir «målt og sett» forklarer at flåtestyringssystem ga 20 % reduksjon i ulykkesrisiko i deres studie. Sanguinetti m.fl. (2020: 2), skriver om feedback at:

Feedback is typically visual and provided on-board the vehicle via digital screens (dash or instrument cluster displays, after-market devices, or web apps on personal smartphones or tablets). Sanguinetti m.fl. (2020: 2).

Denne beskrivelsen er fra 2020, og vi kan anta at designet på teknologien som gir tilbakemeldinger har endret seg betydelig de siste årene. Variasjonen som finnes indikerer også et

behov for å standardisere løsningene, for eksempel basert på undersøkelser av hva som har størst effekt.

De evaluerte studiene fokuserer gjerne på hvilke typer tilbakemeldinger som er mest effektive for å få sjåførene til å endre atferd. I studiene til Diaz-Ramires m.fl. (2017), Ayyildiz m.fl. (2017) og Nævestad m.fl. (2018a) bruker sjåførene flåtestyringssystemer som måler en rekke nøkkelparametere, og som gir sjåførene tilbakemeldinger som skårer eller karakterer på en skala, gjerne også med farger for de ulike karakterene, for eksempel rød for dårlige skårer, gul for middels og grønn for gode skårer. I tillegg, får sjåførene jevnlig (daglig) informasjon om sine skårer, utvikling, sammenlikning med andre osv.

Vi kan anta at dette i seg selv er motiverende, særlig når det kombineres med innslag av konkurranse mot andre eller en selv, i tråd med prinsippene for «Gamification». Bruk av virkemidler fra «Gamification» handler om å bringe inn elementer fra spill og lek for å motivere personer til å delta i ulike aktiviteter. Dette gjøres for eksempel gjennom å bruke displayer eller nettsider som minner om spill med visuelle tilbakemeldinger med farger eller «emoticons», poengskårer osv. (Magana og Munoz-Organero 2015). Hensikten er å motivere deltakerne, og at de skal synes det er gøy å delta. Dette er særlig effektivt når det kombineres med bruk av sosiale nettverk, hvor man for eksempel konkurrerer med andre. Slike virkemidler har blitt svært populære i løpet av det siste tiåret, og forskning viser at de også er effektive for å motivere sjåfører til å kjøre økonomisk (Magana og Munoz-Organero 2015). Magana og Munoz-Organero (2015) beskriver et gamification opplegg for økonomisk kjøring, som består av følgende virkemidler: 1) Det gir deltakerne en skåre, basert på gitte parametere for økonomisk kjørestil og drivstofforbruk («gitte regler for økonomisk kjøring»), 2) det gir tips om hva sjåførene skal gjøre for å få bedre skårer, 3) skårene gir sjåførene en plassering blant andre sjåfører som kjører under liknende forhold, 4) sjåførene kan konkurrere med andre sjåfører og de får høyere skårer, dersom de kjører i tråd med reglene for økonomisk kjøring. Forfatterne understreker at dette systemet er designet for at det skal kunne gi de som bruker det en mulighet til anerkjennelse, motivasjon for å forbedre egen atferd, en motivasjon for å konkurrere, en kilde til identitet, en følelse av det å høre til i et felleskap, sosial kontakt og enkle prinsipper.

I studien til Rolim m.fl. (2014), fikk sjåførene tilbakemelding gjennom et lydsignal når de kjørte på en uønsket måte i den første delen av intervensjonen, og ingen tilbakemelding i den andre fasen. Forfatterne finner at sjåførenes kjørestil gikk tilbake igjen til det gamle mønsteret i den andre fasen, uten lydsignal. Denne typen tilbakemelding er interessant, fordi den er umiddelbar og vanskelig å overse. Lydsignalet hadde imidlertid ikke større effekt enn de andre typene tilbakemelding som vi studerer.

Studiene indikerer at tilbakemeldingene må komme relativt jevnlig og gjerne kort etter kjøringen, slik at sjåførene kan relatere tilbakemeldingen til kjøringen, dvs. huske kjøringen vedkommende får tilbakemelding fra. De fleste studier konkluderer med at umiddelbar tilbakemelding har størst effekt (Sanguinetti m.fl. 2020). Ayyildiz m.fl. (2017) rapporterer om det samme i sin litteraturgjennomgang:

On-trip eco-drive support is more efficient (reduction higher than 10%), while post-trip feedback is expected to generate reduction lower than 5%. However, the former is more expensive and needs a specific real-time technology, which in most cases requires customization in order to achieve the desired results, while the latter can be provided also using simple methods, such as analysing the fuel cost data. (Ayyildiz m.fl. 2017: 97)

Det er også viktig at sjåførene forstår parameterne de måles på, og hvordan de kan endre sin egen kjørestil, slik at de kjører mer økonomisk. Ayyildiz m.fl. (2017) understreker at når man definerer parameterne i systemet, er det viktig at de kommuniseres til sjåførene på en

måte som gjør at de forstår hvorfor skårer blir høye eller lave, slik at de kan lære av det og tilpasse kjørestilen sin.

Et annet relevant spørsmål er hvem som bør få tilbakemeldinger, dvs. hvem bedriftene bør bruke ressurser på ved eventuell knapphet. Dette handler om det er de med lavest skåre som bør få tilbakemelding, eller de med høye skårer, eller om alle bør få tilbakemeldinger. Toledo og Shiftan (2016), som studerer effekter av flåtestyringssystem på økonomi og trafikkisikkerhet, argumenterer for at det gir størst gjennomsnittseffekt å fokusere på de med lave skårer

### 5.3.3 Opplæring

Opplæring av sjåførene er det tredje mest forekommende elementet i studienes opplegg for økonomisk kjøring. Diaz-Ramires m.fl. (2017) studerer effekter av et opplæringsprogram. Det samme gjør Ayyildiz m.fl. (2017), kombinert med flåtestyringsfeedback. Det at de fleste studiene kombinerer både opplæring og flåtestyringsfeedback, gjør at det er vanskelig å konkludere om hvilket av disse tiltakene som gir størst effekt. I sin meta-studie konkluderer imidlertid Sanguinetti m.fl. (2020) med at flåtestyringssystem har størst effekt når det kombineres med andre tiltak, for eksempel bonuser og konkurranser eller opplæring. Dette kan indikere at nettopp kombinasjonen av virkemidler, dvs. flåtestyringssystemer kombinert med andre tiltak er det som er mest effektivt.

I tillegg, kan det nevnes at studiene av opplæring sjelden gir utfyllende informasjon om hva opplæringen innebærer i praksis. Af Wåhlberg (2007) studerer effekter av opplæring i økonomisk kjøring blant bussjåfører som kjører i et bymiljø i Sverige, og finner to prosents reduksjon i drivstoffsforbruk 12 måneder etter opplæringen. I studiens andre fase innførte de også flåtestyringsfeedback, som ga ytterligere to prosents reduksjon. Dette viser at både opplæring og flåtestyringsfeedback gir effekt. Af Wåhlberg (2007) finner sterk effekt på opplæringsdagen, men de denne var ikke lett å overføre til sjåførenes arbeid. Dette er et interessant spørsmål til videre forskning: hvordan sikrer man at opplæringen blir så overførbar og praktisk anvendelig som mulig. Sullman m.fl. (2015) finner betydelige høye reduksjoner i sin studie av simulatoropplæring. Dette kan kanskje tyde på at dette er mer praktisk og overførbart enn andre typer opplæring. Zarkadoula m.fl. (2007) studerer også effekter av opplæring, men studien er som nevnt basert på kun tre sjåfører og kort tidsrom. Symmons et al. (2008) undersøker effekter av opplæring i økonomisk kjøring blant sjåfører som kjører 68 tonns lastebiler i Australia. De er særlig opptatt av å sammenlikne effekter for sjåfører som får full opplæring og de som kun får klasseromsopplæring. De finner imidlertid at klasseromsgruppen ikke forbedret sin kjørestil. Forskjellen mellom de to er at førstnevnte gruppe ble observert mens de kjørte to ganger av en kjørelærer; før og etter kurset, som «konsoliderte» lærdømmene fra kurset. Det kan dermed virke som at denne praktiske opplæringen er svært viktig, men gruppene er svært små, så det er vanskelig å trekke bastante konklusjoner. Denne betydningen av praksis i opplæringen er imidlertid noe som bør undersøkes i fremtidig forskning. Strömberg og Karlsson (2013) sammenlikner tre grupper: 1) Tilbakemelding, 2) Tilbakemelding og opplæring, 3) Kontroll. De finner et snitt på 6,8 % drivstoffreduksjon for gruppe 1 og 2, og konkluderer dermed med at opplæring ikke gir noe tilleggseffekt. På bakgrunn av dette er det nærliggende å konkludere med at studien viser at tilbakemeldinger er tilstrekkelig for å få effekt. Studien til Rolim m.fl. (2014) har også noen konklusjoner om opplæring, men disse er veldig usikre, fordi de kun involverer fravær av én dags opplæring samme år som studien ble gjennomført. Flere av bedriftene i studiene til Nævestad m.fl. (2018a) tilbød sjåførene opplæring i økonomisk og sikker kjørestil, for eksempel intern eller ekstern, praktisk og/eller teoretisk, generell og/eller individuelt tilpasset. Vi kan ikke konkludere om effektene av dette på

bakgrunn av den studien, men generelt virket det som om bedriftene som hadde det høyeste sikkerhetsnivået og størst oppgitte reduksjoner i drivstofforbruk hadde opplegg for ekstra opplæring av sjåførene.

For å oppsummere, kan det nevnes at studiene indikerer at opplæring har effekt og at den er viktig, men de konkrete elementene i opplæringen spesifiseres sjelden på en måte som tillater systematiske sammenlikninger. Dette gjelder for eksempel hvor praktisk rettet den er, hvor mye sjåførene involveres, hvor tilpasset den er til sjåførenes hverdag, blandingen mellom praktisk og teoretisk oppæring, hvordan tilbakemeldinger gis osv. hvordan flåtestyringssystem brukes i opplæringen. Gitt de blandede effektene i studiene, synes det å være viktig å få svar på disse spørsmålene i fremtidig forskning, for å kunne utvikle slik opplæring på en optimal måte. Forskningen på opplæring i økonomisk kjøring omtaler opplæringen i noen grad som en «black box», som ikke beskrives i detalj. Studiene som vi har evaluert indikerer at vi ikke bør spørre om opplæring har effekt i seg selv, men hva slags opplæring som har (god) effekt, og hva slags opplæring som ikke har det. Tilbakemeldinger fra flåtestyringssystem er også en type opplæring. Det grunnleggende er at sjåførene får informasjon som de kan bruke for å endre sin kjørestil (og dermed lære). Gjennomgangen vår viser et behov for å studere hvilken type opplæring som er mest effektiv, og kanskje også hvilken type opplæring som i størst grad er overførbar til sjåførenes arbeidshverdag (jf. af Wåhlberg 2007).

### 5.3.4 Konkurranser og bonus

De evaluerte studiene undersøker i liten grad om konkurranser og bonus som et virkemiddel for å motivere sjåfører til å kjøre på en økonomisk og trafikksikker måte. Unntakene er studiene fra godstransport. Ulike typer incentiver, av typen bonuser for gode skårer eller måloppnåelse og konkurranser mellom sjåførene om gode skårer beskrives i studiene til Nævestad m.fl. (2018a), Diaz-Ramires m.fl. (2017) og Ayyildiz m.fl. (2017). De studerte tiltakene i disse studiene har innslag av konkurranser og bonus, men siden dette er et av flere tiltak, er det vanskelig å anslå de isolerte effektene av konkurranser og bonus for økonomisk kjøring.

Effektene av opplæring i økonomisk kjøring har en tendens til å svekkes med tiden, fordi sjåførene har en naturlig tendens til å vende tilbake til tidligere kjøreatferd (Beusen et al., 2009). Diaz-Ramires m.fl. (2017) refererer til en spansk studie, som viser at insentivprogrammer (bonus) har en betydelig effekt på drivstofforbruket og trafikksikkerheten på lang sikt (CEPAL 2010). Diaz-Ramires m.fl. (2017) viser også til studier som indikerer at tilbakemeldinger er viktig både for å kunne oppnå anerkjennelse blant kolleger internt i bedriften, for å forbedre egen kjørestil og for å oppnå økonomiske bonuser for å nå gitte mål (Liimatainen, 2011). Denne forskningen viser også til utfordringer knyttet til det å sammenlikne skårene til sjåfører som kanskje kjører ulike biler, og som kjører ulike typer transport på ulike typer veier. Studiene fra godstransport indikerer at det må være en viss regularitet i transportene for at man skal kunne sammenlikne hva som påvirker forbruket (Walnum og Simonsen 2015; Ayyildiz m.fl. 2017; Diaz-Ramires m.fl. 2017).

Nævestad m.fl. (2018a) beskriver formelle og uformelle konkurranser mellom sjåførene om hvem som hadde best skårer i flåtestyringssystemet som et motiverende element. I disse bedriftene publiserte gjerne lederne anonyme eller ikke anonyme lister til sjåførene om de ulike skårene, slik at sjåførene kunne konkurrere med seg selv eller andre. I flere av bedriftene hadde også lederne annonsert bonuser til sjåførene dersom de nådde bestemte mål, både relatert til økonomisk kjøring og trafikksikkerhet. Tilsvarende tiltak beskrives av Diaz-Ramires m.fl. (2017) og Ayyildiz m.fl. (2017). Tiltak rettet mot økonomisk kjøring, for

eksempel bruk av flåtestyringssystemer er mer effektive når de kombineres med incitamentsordninger, som konkurranser og bonus (Magana og Munoz-Organero 2015; Sanguinetti m.fl. 2020). Dette gjelder som, nevnt, særlig når de inngår i et opplegg for «gamification», som innebærer konkurranse, sosial tilhørighet og identitet (Magana og Munoz-Organero 2015). Dette kan vi også relatere til det punktet over, om at sjåførenes motivasjon er en grunnleggende faktor som fremmer arbeid med økonomisk kjøring. Konkurranser og bonus kan potensielt være motiverende, men de kan også være demotiverende, dersom målene er urealistiske (jf. Strømberg og Karlsson 2013).

### 5.3.5 Organisering av transport

Studiene fra bussektoren fokuserer ikke på organisering av transport; fordi man i denne sektoren tar rutetabellene som utgangspunkt, og da er det ikke aktuelt å vurdere endringer av ruter for å spare drivstoff. Studiene fra gods viser imidlertid betydningen av trafikkledelse og organisering av transport; dvs. planlegging og optimalisering av ruter, koordinering av lasting og oppdrag osv. Walnum og Simonsen (2015) sin studie finner, som nevnt, at infrastruktur og trekk ved vegen har 10-12 større ganger betydning enn kjørestil og det indikerer at transportorganisasjoner som skal legge til rette for økonomisk kjøring og arbeide med energiledelse har mye å tjene på å velge ruter som involverer så lite drivstofforbruk som mulig. Tilsvarende konklusjoner kan vi trekke på bakgrunn av studiene til Diaz-Ramires m.fl. (2017) og Ayyildiz m.fl. (2017). Vegens fall og stigning er sentralt her, og så kan det også påpekes at det ikke alltid finnes mange alternativer å velge mellom dersom man skal over fjell osv. De nevnte studiene nevner også betydningen av lastens vekt, og å sørge for å organisere transporten slik at man har så fulle biler som mulig. Det å vite hvor bilene er til enhver tid er også sentralt, slik at man unngår unødig kjøring, dersom man allerede har en bil i nærheten av et sted man skal hente gods.

### 5.3.6 Kontinuerlig analyse av nøkkeltall

Flere av studiene indikerer at kontinuerlig analyse av nøkkeltall er en viktig faktor i vellykket organisatorisk arbeid med økonomisk kjøring og energiledelse. Walnum og Simonsen (2015) indikerer for eksempel betydningen av jevnlig (daglig) systematisk analyse av data og KPI'er, kombinert med sterkt ledelsesengasjement:

Driving indicators should be measured with shorter resolution than a day to make it easier for transport companies to compare drivers fairly and to get a systematic overview of their logistics. Study and analysis of system data can identify areas for improved fuel consumption, but to succeed, organizations must act on the results and maintain their focus on energy-saving. Walnum og Simonsen (2015: 116).

Ayyildiz m.fl. (2017) argumenterer på samme måte, for at det å arbeide systematisk med økonomisk kjøring, krever kontinuerlig arbeid med delaspektene ved økonomisk kjørestil og det krever god oversikt over nøkkeltallene knyttet til parameterne ved kjørestil. Dette innebærer analyse av store mengder data:

However, transport companies must be aware that these evaluations require adequate computational efforts, which can be addressed only through efficient big data management. A trip of one hour already generates an array of 3600 data sets. (Ayyildiz m.fl. 2017: 107).

Denne tilnærmingen, med analyser av store datamengder, er i tråd med prinsippene som ligger til grunn for system for energiledelse. Over diskuterte vi, som nevnt, om flåtestyringssystem også er en forutsetning for system for energiledelse, fordi det kontinuerlig gir en betydelig mengde med nøkkeltall om relevante parametere.



### 5.3.7 Optimalisering av kjøretøy

Et annet tiltak som er i tråd med det prinsippene som ligger til grunn for system for energiledelse er optimalisering av kjøretøy. Studiene fra godstransport viser at motorstørrelse (dvs. antall hestekrefter) er en faktor som har betydelig påvirkning på drivstofforbruk, som man kan påvirke gjennom optimalisering av kjøretøy. Dette definerer vi under system for energiledelse, fordi det ikke er relatert til kjørestil. Optimalisering av kjøretøy handler om å finne kjøretøy med en motorstørrelse som ikke har så mange hestekrefter at den bruker unødvendig mye drivstoff, og som ikke er så liten at man må kjøre med et uøkonomisk høyt turtall for å få nok motorytelse. Walnum og Simonsen (2015) undersøker dette systematisk i sin studie:

The results suggest an optimal vehicle size in terms of horsepower. A vehicle with 700 horsepower will, on average, use 0.58 l more per 10 km than a vehicle with 500 horsepower, all other things being equal (i.e., the vehicles drive the same route, at the same time of year, with the same weight load, and the same percentage of driving time per day spent with more than 90% of maximum torque, etc.). Walnum og Simonsen (2015: 116).

De konkluderer derfor med at når godstransportbedrifter skal bytte ut gamle kjøretøy, så bør de vurdere om ekstra kraft er nødvendig, eller om et kjøretøy med færre hestekrefter er tilstrekkelig. Her må bileierne vurdere forhold ved vegene (topografi), godsets vekt osv. opp mot økonomi, og huske at en underdimensjonert motor vil gå med for høyt turtall og være uøkonomisk. Slike betraktninger vektlegges også i de andre studiene av økonomisk kjøring i godstransport (for eksempel Diaz-Ramirez m.fl. 2017; Ayyildiz m.fl. 2017).

### 5.3.8 Energi- og miljøstyringssystemer

I den foreliggende studien definerer vi økonomisk kjøring på organisasjonsnivå bredt, slik at det også inkluderer tiltak som faller inn under systemer for energi og miljøledelse. Dette gjelder tiltak som handler om å redusere bruk av energi og/eller drivstoff, men som ikke handler om kjørestil. Vi har for eksempel diskutert organisering av transport og optimalisering av kjøretøy over. Når disse inngår i en systematisk tilnærming til energiledelse, med kartlegging av energibruk, identifisering av tiltak, analyser av nøkkeltall osv. inngår de som elementer i det vi kan kalle for systemer for energiledelse.

Ledelsessystemer som tar sikte på å redusere miljøbelastningen av organisasjonsaktiviteter, blir gjerne referert til som miljø-, utslipps- eller energiledelsessystemer (EMS). Vi refererer generelt til disse som EMS. Det er flere forskjellige tilgjengelige EMS, som også kan brukes i transport. I vegsektoren representerer ISO 50001 og ISO 14001 de mest relevante eksemplene på internasjonal EMS-standarder, som henholdsvis fokuserer på energi og miljø. ISO 50001 standarden sees på som komplementær til ISO 9001 for kvalitetsledelse og ISO 14001 for miljøledelse. Det er en spesielt tydelig sammenheng mellom ISO 50001 og ISO 14001, og det fremholdes også at hvis energi er en organisasjons viktigste miljøpåvirkning, så kan ISO 50001 være mer passende enn ISO 14001.<sup>4</sup> Forskjellen på disse to standardene er at ISO 50001 er kvantitativ og fokuserer på redusert energiforbruk, mens ISO 14001 gir et mer kvalitativt blikk på alle viktige miljøpåvirkninger i organisasjoner (for eksempel: bruk av råvarer, utslipp til ytre miljø).

Implementering av ISO 50001-standarder innebærer at man lager en formell organisatorisk energipolicy med definerte mål for redusert forbruk, energiplanlegging for hvordan målet skal nås og metoder for å føre tilsyn med egen måloppnåelse, kontinuerlig overvåking av

<sup>4</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/ISO\\_50001#cite\\_note-19](https://en.wikipedia.org/wiki/ISO_50001#cite_note-19)

situasjonen ved hjelp av et internt revisjonssystem, måling og analyse, identifisering av avvik, etterfulgt av korrigerende og forebyggende tiltak for å sikre måloppnåelse (Johnson et al. 2013). I tillegg blir styringssystemet i sin helhet gjennomgått regelmessig. Det sentrale elementet i EMS er den kontinuerlige forbedringen, oppnådd gjennom «Plan-Do-Check-Act» (PDCA) (Comoglio og Botta 2011). ISO 50001 ble opprettet i 2011, og den andre utgaven av denne standarden kom i 2018. Til tross for at standarden har eksistert i åtte år, finner vi svært få vitenskapelige studier av den, for eksempel gjennom søk på ScienceDirect, men vi finner flere såkalte «Business cases», som presenterer hovedresultater, for eksempel spart energi og kostnader, i ulike sektorer.<sup>5</sup>

### 5.3.9 Mål for redusert energibruk, miljøpolicy, fokus på kjøretøy og anlegg

Vi har inkludert et av disse business casene i tabell 3.1: FCC Environment 50001 Business Case (2020), utgitt av BSI (British Standards Institution). Selv om dette kun er et «business case», er det relevant å også rapportere resultater fra slike kilder til informasjon i fravær av andre empiriske studier. Den inkluderte studien er fra renovasjonsbedriften «FCC Environment». Denne bedriften er også involvert i transport med tunge og lette biler, og selv om «business casen» ikke rapporterer spesifikt om resultater for drivstofforbruk, er dette et av hovedområdene hvor bedriften har spart energi. Bedriftens sjef for HMS og kvalitet blir for eksempel sitert på at:

We are committed to monitoring and reporting carbon emissions and reducing our direct impact on climate change by managing energy use efficiently, particularly focusing on areas where we can have the greatest impact, such as plant and fleet fuel use and employee business travel. (FCC Environment, 50001 Business case, 2020).

De viktigste elementene som nevnes i denne bedriftens arbeid med ISO:50001 er mål for redusert energibruk, miljøpolicy og kartlegging. Det fremheves at bedriften har hatt en 18 % reduksjon i energibruk per tonn renovert avfall. Som det fremgår av sitatet over, vil forbruk av drivstoff til kjøretøy også inngå i dette («fleet fuel use»), fordi det har stor betydning for energibruk. Det samme gjelder bruk av olje/gass til renovasjonsanleggene («plant fuel use»). Vi kan dermed anta at bedriften har oppnådd redusert energibruk både for kjøretøy og anlegg gjennom effektivisering og optimalisering av utstyr til dette. BSI presenterer totalt sju slike casestudier, og alle de som gir konkrete tall for prosentvise reduksjoner i energibruk, ligger på rundt 20 % reduksjon.<sup>4</sup>

### 5.3.10 Ledelsesstil, mål, kultur og kontekst

Til forskjell fra ISO 50001, foreligger det flere vitenskapelige studier av ISO 14001. I en meta-studie som analyserer 23 studier med fokus på EMS (ISO 14001) og miljøresultater i organisasjoner, konkluderer Nawrocka og Parker (2009) med at resultatene som finnes i foreliggende studier er heterogene. Noen studier finner positive effekter på miljø (feks Anton et al., 2004; Potoski og Prakash, 2005; Arimura et al., 2008), mens andre studier ikke gjør det (feks Ammenberg et al., 2002; McDonach og Yaneske, 2002; Rondinelli og Vastag, 2000 i Comoglio & Botta 2012). Nawrocka og Parker (2009) peker på to viktige forhold som kan forklare dette. For det første, er det ingen enighet om hva miljøresultater er, eller hvordan man måler det. Mens fokuset med 50001 gjerne er redusert energibruk, er fokuset med 14001 mer mangefasettert, og dette gjenspeiles også i evalueringene av 14001, som

<sup>5</sup> <https://www.bsigroup.com/en-GB/iso-50001-energy-management/case-studies/>

fokuserer på en rekke ulike kvantitative og kvalitative resultatmål, for eksempel miljøatferd, internalisering av verdier, utslipp, konkurransevne.

For det andre, foreligger det ikke enighet om hvordan eller hvorfor ISO:14001 påvirker miljøresultater. Vellykket implementering av ISO:14001 ser ut til å være betinget av flere faktorer, og det kan være vanskelig å identifisere universelle mekanismer som fører til forbedring. Forskning indikerer for eksempel at vellykket implementering av ISO:14001 er avhengig av organisatoriske egenskaper, type sektor (Nawrocka og Parker, 2009), reduksjon av miljøkostnader (Comoglio og Botta 2011), kontekstuelle faktorer (jf. Nawrocka og Parker, 2009) og ikke minst kjennetegn ved selve ISO:14001. Nawrocka og Parker (2009) konkluderer med at variasjonen i resultatene tyder på at vi ikke kan snakke om generelle effekter av ISO:14001, men at resultatene er kontekstavhengige, og at de særlig synes å være avhengig av ledelsesstil, de definerte målene som bedriften har med ISO:14001, kultur og kontekst, for eksempel interessenter og omgivelser.

## 5.4 Hvilke faktorer hemmer eller fremmer implementering av tiltak for av økonomisk kjøring og energiledelse?

Vi diskuterer også faktorer som hemmer eller fremmer implementering av økonomisk kjøring og energiledelse i transportbedrifter. Dette er ikke det samme som faktorer som påvirker drivstofforbruk, selv om det er et visst overlapp; det handler faktorer som påvirker hvor vellykkede tiltak for å legge til rette for økonomisk kjøring og energiledelse i bedrifter er.

### 5.4.1 Engasjement hos ledere og ansatte

De evaluerte studiene viser at engasjement for økonomisk kjøring blant ledere og ansatte er det mest grunnleggende nivået, og en forutsetning for innføring av organisatoriske tiltak rettet mot økonomisk kjøring (Diaz-Ramirez 2017; Ayyildiz et al. 2017; Nævestad m.fl. 2018a) og system for energi og miljøledelse (Nawrocka og Parker 2009; FCC Environment, 50001 Business Case (2020). Ayyildiz et al. (2017) påpeker f.eks. at:

The eco-driving measure has revealed its potentialities as an integrative measure to reduce fuel consumption and carbon emissions, provided that it is introduced at an adequate scale and with the necessary supporting measures. Indeed, one of the main problems of eco-driving lies in its initial difficulty to be adopted. (Ayyildiz et al. 2017: 108).

Siden det å innføre organisatoriske tiltak rettet mot økonomisk kjøring eller system for energiledelse gjerne innebærer betydelige ressurser, krever det å gjøre det et betydelig engasjement, og ikke minst også betydelige ressurser og kompetanse. Tidligere forskning på tiltak rettet mot sikkerhet i organisasjoner viser at ledelsens engasjement er den mest grunnleggende forutsetningen for at det iverksettes ulike tiltak (Nævestad m.fl. 2018a). Dette understrekes også i de foreliggende studiene. Diaz-Ramirez m.fl. (2017) startet derfor sin intervensjon med å involvere og informere ledere på alle nivåer i organisasjonen. Ayyildiz et al. (2017) peker i tillegg på ansattes eventuelle skepsis, og foreslår at man starter med opplæring og tiltak, for å involverer de ansatte. På samme måte, involverte Walnum og Simonsen (2015) sjåførene tidlig i sin studie, for å lære av deres kompetanse, og antakelig også for å øke deres eierskap til undersøkelsen og bidra til gode data. Deres studie tyder også på at ledelsesfokus er en forutsetning for godt organisatorisk arbeid med økonomisk kjøring, kombinert med jevnlig (daglig) systematisk analyse av data og KPI'er. På bakgrunn

av den gjennomgåtte litteraturen, kan vi konkludere med at involvering av ledere og ansatte ofte ser ut til å være en viktig forutsetning for deres engasjement.

Studien til Nævestad m.fl. (2018a) tyder også på at ledelsens engasjement er den mest grunnleggende forutsetningen for at det iverksettes ulike tiltak rettet mot både trafikksikkerhet og økonomisk kjøring (Nævestad m.fl. 2018a). Denne studien finner også at dette er en av de viktigste påvirkende faktorene som er identifisert i tidligere forskning på tiltak rettet mot sikkerhet i organisasjoner. Nævestad m.fl. (2018a) finner også et klart sammenfall mellom fokus på økonomisk kjøring i organisasjoner og fokus på trafikksikkerhet. (se også: Nævestad og Milch 2020).

Strömberg og Karlsson (2013) vektlegger også betydningen av ledelsesengasjement og involvering. Uten dette utviklet sjåførene en negativ holdning:

According to both the project manager and the two instructors, the lack of organisational commitment was an aggravating factor in the trial. The project manager was not granted the necessary resources to get the other managers on board the project, and concluded that without their support the drivers developed a negative attitude towards the entire effort and were not as informed as they needed to be. (Strömberg og Karlsson 2013: 32).

Studien viser hvordan manglende ledelsesengasjement kan smitte over på de ansatte, slik at de blir negativt innstilt til tiltak rettet mot økonomisk kjøring. Dette indikerer igjen at ledelsesengasjement er en grunnleggende forutsetning for god implementering. Og som vi skal se under, er sjåførenes motivasjon en grunnleggende forutsetning for vellykket implementering av økonomisk kjøring i transportbedrifter:

## 5.4.2 Sjåførenes motivasjon

Flere av studiene peker på at sjåførenes motivasjon og evne til å endre kjørestil er en grunnleggende forutsetning for at tiltak rettet mot økonomisk kjøring skal lykkes. Både Diaz-Ramires m.fl. (2017) og Rolim m.fl. (2014) konkluderer med at det er lettere å påvirke yngre sjåfører til å endre sin kjørestil til en mer økonomisk kjørestil, mens de generelt finner mindre endringer hos eldre, mer erfarne sjåførene. Det er usikkert om dette skyldes motivasjon eller det at «gamle vaner er vanskeligere å vende». En annen faktor som påvirker sjåførenes motivasjon er om målene er realistiske å nå. Strömberg og Karlsson (2013) rapporterer i sin studie at busseskapet tidligere hadde definert 4 liter per mil som «god kjøring» i rurale strøk, men at dette ble sett på som umulig av sjåførene når de kjørte i urbane strøk. Dette førte til at de mistet troen på nytten av flåtestyringssystemet og mistet motivasjonen for å jobbe med økonomisk kjøring. Dette viser at for høye, og urealistiske mål kan virke demotiverende på sjåførene.

Flertallet av bedriftene i Nævestad m.fl. (2018a) sin studie arbeidet aktivt med å regulere sjåførenes kjøring gjennom flåtestyringssystem. Blant forholdene som fremmet slik regulering, finner vi følgende faktorer, som i stor grad er relatert til motivasjon:

- a. spesifikke tilbakemeldinger på kjørestil til den enkelte sjåfør basert på skårer fra flåtestyringssystem,
- b. spesifikk opplæring basert på disse skårene,
- c. intern konkurranse mellom sjåførene, basert på skårene,
- d. gruppebonus til sjåfører for oppnådd resultat.

Disse faktorene er i tråd med flere av prinsippene for gamification, som vi nevnte i Kapittel 5.3.2.

Sullman m.fl. (2015) peker på at det å arbeide med motivasjon for økonomisk kjøring i liten grad har blitt fokusert på i forskningslitteraturen. De fremhever at man kan lære av «the theory of planned behaviour»:

(...)no attempt was made to change the driver's attitudes towards eco-driving or their intentions to engage in eco-driving. As research has shown that the Theory of Planned Behaviour explains between 46% and 61% of the variance in employee intentions to engage in environmental behaviours (Greaves et al., 2013), focusing on improving the TPB constructs may also be a productive manner for encouraging eco-driving. In other words, improving bus drivers attitudes to eco-driving, describing positive social norms and increasing their perceived behavioural control may result in an additional improvement in economical driving (Sullman m.fl. 2015: 757).

Sosiale normer er en del av kulturen, og dette med kultur for økonomisk kjøring og fokus på miljø er et interessant tema for fremtidig forskning.

Trekk ved sjåførene er også en viktig faktor relatert til deres motivasjon, for eksempel deres alder og erfaring. Diaz-Ramirez m.fl. (2017) påpeker for eksempel at

(...)this finding may reflect the reluctance of senior truck drivers to change their driving styles, or conversely, that junior drivers are more sensitive to the training; behaviors that might be improved by the firm with appropriate incentive or penalty programs. (Diaz-Ramirez m.fl. 2017: 267).

### 5.4.3 Type kjøring

I tråd med det vi har sett over, er typen kjøring som sjåførene er involvert i en grunnleggende faktor som påvirker hvor vellykkede tiltak rettet mot økonomisk kjøring er. Studien til Walnut og Simonsen (2015) viser at infrastruktur og forhold ved vegen (særlig stigning) har 10-12 ganger mer å si for drivstoffbruk enn sjåførenes kjørestil. Dette betyr antakelig at det er lettere å jobbe med økonomisk kjøring på noen vegtyper enn andre, dvs. på veger der kjørestilen har mer å si, for eksempel på flattere veger med god standard. Likeledes har vi sett at det å kjøre i urbane strøk med mye trafikk også kan gjøre det utfordrende å kjøre økonomisk (Ayyildiz m.fl. 2017). De evaluerte studiene kobler følgende aspekter ved kjørestil til drivstofforbruk: fart, brå akselerasjon, hard nedbremsing, tomgang. Dette er aspekter som i stor grad påvirkes negativt i bykjøring, med mange andre kjøretøy. Det er derfor interessant at de evaluerte studiene av bussjåfører som kjører i bymiljø, til tross for dette, finner betydelige effekter av økonomisk kjøring (for eksempel Rolim m.fl. 2014, Strømberg og Karlsson 2013). Endelig må det også nevnes at problemer med å sammenlikne ulike typer kjøring kan være en faktor som vanskeliggjør tilrettelegging for økonomisk kjøring i bedrifter, fordi det vanskeliggjør interne konkurranser (Nævestad m.fl. 2018a).

### 5.4.4 Arbeidsrelaterte forhold, stress og press

Studiene finner også at arbeidsrelaterte forhold, stress og press osv. påvirker sjåførenes muligheter til å kjøre økonomisk. Det viser for eksempel den nevnte studien til Ayyildiz m.fl. (2017). En mulig forklaring på at de ikke finner effekter for de lettere godsbilene i studien er at de ble brukt i en veldig hektisk periode (kinesisk nyttår) i bymiljø med høy trafikk og antakelig mye stress. På tilsvarende måte finner Strømberg og Karlsson (2013) at bussjåførenes arbeidsoppgavene påvirker deres muligheter til å kjøre økonomisk. Med dette mener de at bussjåførene må følge rutetabellen. Dette tar både mentalt fokus hos sjåførene, i tillegg kan det være vanskelig å skulle kjøre defensivt og sakte dersom man har tidspress på grunn av ruteplanen.

### 5.4.5 Bedriftenes tilrettelegging for økonomisk kjøring

Få av studiene fokuserer på hvordan de studerte transportbedriftene kan legge til rette for økonomisk kjøring blant sjåførene, men Diaz-Ramirez m.fl. (2017) legger vekt på dette som en avgjørende faktor:

The training is conceptual and practical to ensure knowledge transfer to drivers, but their success depends on how firms incorporate assessment tools and metrics to maintain eco-driving styles for their drivers. (Diaz-Ramirez m.fl. 2017: 259).

Dette sitatet illustrerer Diaz-Ramirez m.fl. (2017) sin vektlegging av bedriftens bruk av flåtestyringssystem, systematisk analyse og oppfølging av nøkkeltall og tilbakemeldinger til sjåførene som kjerneelementene i organisatorisk tilrettelegging for økonomisk kjøring. De påpeker at utvikling av KPI'er for målstyring er grunnleggende, litt i tråd med det fokuset som vi har sett i ISO:50001 standarden for energiledelse. Det samme fokuset finner vi også hos Ayyildiz m.fl. (2017). Tilsvarende konkluderer Walnum og Simonsen (2015) med at ledelsesfokus og jevnlig (daglig) systematisk analyse av data og KPI'er er viktige premisser for godt arbeid med økonomisk kjøring i godstransportbedrifter. Oppsummeringsvis kan det nevnes at de evaluerte studiene generelt ser på noen utvalgte sjåførere, og som regel ikke effekter på bedriftsnivå, eller gjør evalueringer av bedrifters arbeid med tiltak. Analysene som gjøres i de evaluerte studiene er derfor først og fremst på sjåførnivå.

### 5.4.6 Anonymitet og misbruk

Strömberg og Karlsson (2013) rapporterer om at noen av sjåførene i bedriften som de studerte antakelig var skeptiske til flåtestyringssystemet og så på det som en måte ledelsen kunne overvåke deres atferd på. Noen av bedriftene i studien til Nævestad m.fl. (2018a) nevnte også at noen av de ansatte var skeptiske til bruk av flåtestyringssystem og registrering av kjørestil og geografisk plassering i starten, fordi de var bekymret for at resultatene skulle «misbrukes» av ledelsen til overvåking, eller represalier. De nevnte imidlertid at de hadde satt seg ned sammen med ansattrepresentanter og eller fagforeninger og laget avtaler for dette, og at dette ikke var noen utordning lenger, fordi de hadde utviklet felles anerkjente spilleregler.

### 5.4.7 Implementering av andre ledelsessystemer

Det foreligger, som nevnt, få studier av forhold som hemmer eller fremmer systemer for energiledelse i transportbedrifter, men igjen kan vi se til BSI sin «business case» fra FCC Environment, som også er involvert i transport med tunge og lette biler. En av hovedkonklusjonene fra denne, er at forutgående implementering av andre ISO standarder, for eksempel ISO:9001 og ISO:14001, gjorde det lettere for bedriften å implementere ISO:50001. Bedriften har et såkalt «integrated management system», (IMS) hvor ISO:50001 inngår sammen med, ISO:9001 (kvalitet), ISO:14001 (miljø) og ISO:45001 (helse og sikkerhet). IMS kan defineres som et helhetlig styringssystem, hvor man arbeider systematisk med flere ledelsesaspekter på en gang; både kvalitet, miljø, energi og sikkerhet. Vi har sett tilsvarende konklusjoner i egne studier tidligere, for eksempel fra norske busselskaper, som har lagt vekt på at forutgående implementering av ISO:14001 har gjort det lettere for dem å implementere ISO:39001 standarden rettet mot trafikksikkerhet, fordi de allerede har hatt «ISO-tankegangen» inne (Nævestad m.fl. 2019). Denne tankegangen involverer systematisk arbeid med kontinuerlig forbedring, analyse av prosesser, definisjoner og oppfølging av KPI'er, kartlegging av avvik osv.

## 5.5 Oppsummering

I dette kapitlet har vi fokusert vi på studiens andre delmål, som er å undersøke effektene av ulike tiltak for å fremme økonomisk kjøring og energiledelse i tungebilbedrifter. Fem av de åtte studiene som undersøker effekter på drivstofforbruk av kjørestil, finner at reduksjonene ligger mellom 5 % og 10 %. I tillegg, er det, som nevnt, viktig å huske på at studiene som også undersøker effekter av andre faktorer enn kjørestil, finner at andre faktorer har større effekt på drivstofforbruk, for eksempel vegkarakteristika og infrastruktur. Ingen av studiene gjør systematiske analyser av effekter på økonomi, men noen av dem gir eksempelregnestykker, som illustrerer at en reduksjon i drivstofforbruk på 4,4 % for busser vil gi en besparelse på 16 000 kroner beregnet på bakgrunn av greske drivstoffpriser. Studiene estimerer generelt ikke effekter på utslipp, men de som kommenterer eller beregner dette, hevder generelt at reduksjonene i utslipp vil være de samme som reduksjonen i drivstofforbruk. Ingen av studiene gjør systematiske beregninger av hva drivstoffreduksjoner kan bety for besparelser knyttet til kjøretøyvedlikehold, men Zarkadoula m.fl. (2007) antyder at man kan forvente at reduksjonene i vedlikeholdsutgifter vil svare til de prosentvise reduksjonene i drivstofforbruk. Ingen av de evaluerte studiene inkluderer effekter av økonomisk kjøring på arbeidsmiljø, for eksempel målt som sjåførenes trivsel eller opplevd stress og press i arbeidet. Flere av studiene viser imidlertid at stress og tidspress er viktige faktor som kan hemme arbeidet med økonomisk kjøring. To av studiene inkluderer også effekter på trafikksikkerhet. Disse finner ingen effekter, men dette kan i stor grad forklares ved å vise til metodologiske forhold. Når det gjelder effekter av konkrete tiltak, er flåtestyringssystem det mest sentrale tiltaket i alle de evaluerte studiene, kombinert med tilbakemeldinger og ofte også opplæring. Det at de fleste studiene kombinerer både opplæring og flåtestyringsfeedback, gjør at det er vanskelig å konkludere om hvilket av disse tiltakene som gir størst effekt. I tillegg, gir studiene sjelden utfyllende informasjon om hva opplæringen innebærer i praksis. Det synes i alle tilfeller som om de mest sentrale tiltakene er flåtestyringssystemer og tilbakemeldinger til sjåførene om deres egen kjørestil.

## 6 Utvikling av modell for økonomisk kjøring på organisasjonsnivå

### 6.1 Innledning

Det tredje målet med litteraturstudien er å lage en analytisk modell som beskriver ulike nivåer med økt organisatorisk tilrettelegging for økonomisk kjøring og energiledelse i bedrifter med tunge godsbiler. Fokuset i den foreliggende studien er økonomisk kjøring på organisasjons og ledelsesnivå, som handler om hvordan bedrifter kan legge til rette for en økonomisk kjørestil blant sine egne sjåførere, for eksempel ved å innføre flåtestyringssystem, gi feedback til sjåførene, gi opplæring, innføre konkurranser og bonuser osv. Mulighetene til å innføre økonomisk kjøring i organisasjoner er betydelig, fordi ledere i organisasjoner har styringsrett og plikt. Betydelige innsparinger i drivstoff kan, som vi har sett, også oppnås gjennom organisering av transport, systematisk utskifting av kjøretøy og oppfølging av nøkkeltall (Walnum og Simonsen 2015; Ayyildiz m.fl. 2017). Dette er tiltak som er i tråd med prinsippene i system for energiledelse av typen ISO:50001.

De fleste studiene som vi går gjennom i tabell 3.1 over fokuserer imidlertid på begrensede grupper av sjåførere i bedrifter og ikke programmer for energiledelse i bedriftene. Vi har i tillegg sett at det foreligger svært få studier av økonomisk kjøring med tunge godsbiler. Vi kan imidlertid bruke de foreliggende studiene til å lage en modell for økonomisk kjøring på organisasjonsnivå, fordi studiene til sammen bidrar med informasjon om en rekke ulike elementer.

### 6.2 Utgangspunktet for modellen

Diaz-Ramirez m.fl. (2017) påpeker at hovedutfordringen til godstransportbedrifter ligger i å starte med å implementere systemer for økonomisk kjøring på organisatorisk nivå av den typen som vi har beskrevet, fordi det er krevende. Vi har i tidligere studier sett at norske godstransportbedrifter har betydelige barrierer for å arbeide systematisk med organisatoriske tiltak og formelle ledelsessystemer rettet mot sikkerhet, fordi bedriftene i hovedsak er små (Nævestad og Phillips 2013). Forskning viser at 86 % av virksomhetene i godstransport på veg i Norge har mindre enn fem sysselsatte, og at halvparten av de sysselsatte i godstransport er ansatt i virksomheter med mindre enn 10 ansatte (Steen Jensen 2015). I nesten alle EU-land som det foreligger relevante data fra, er andelen godstransportbedrifter med mindre enn 10 ansatte på omtrent 80 % eller mer, mens andelen med mer enn 50 ansatte vanligvis er rundt én prosent (European Commission 2009: 27). Det er naturlig å tenke at de små godstransportbedriftene har færre ressurser (tid, økonomi, kompetanse) enn større bedrifter, og at dette kan utgjøre en betydelig barriere for å innføre system for energiledelse og økonomisk kjøring på organisatorisk nivå.

Utgangspunktet for modellen vår er derfor at vi lager en «stigemodell», som beskriver gradvis innføring av tiltak, der bedriftene skal starte med det som har størst effekt og som er enklest å gjennomføre, før de går videre til neste nivå. Dette vil antakelig være lettere og mer motiverende enn å gå rett på implementering av energiledelsessystem av typen



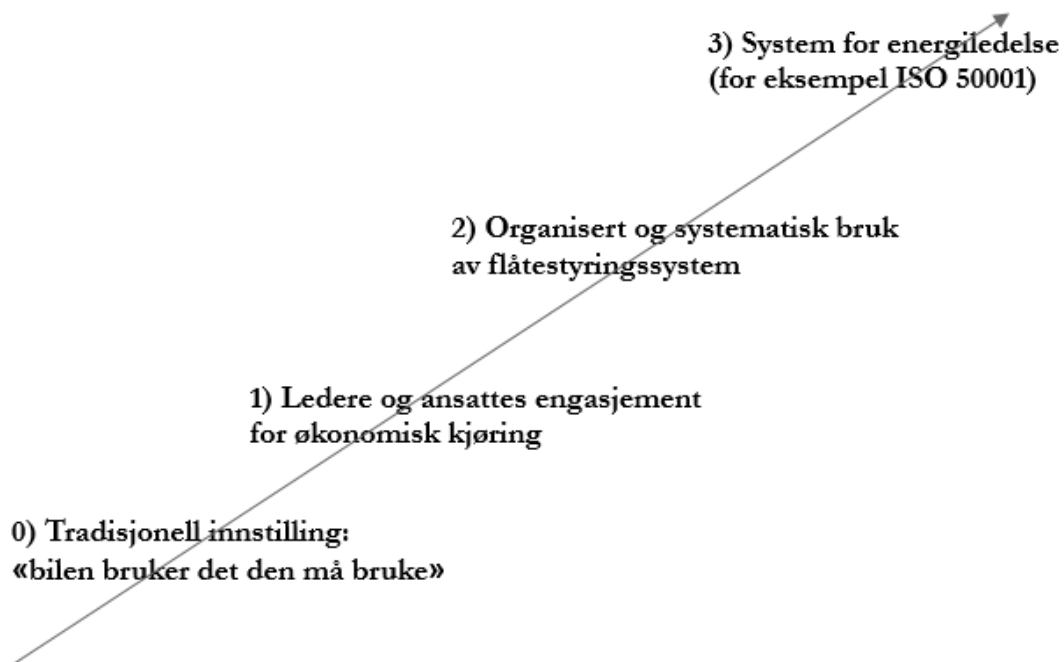
ISO:50001 (se Kapittel 2 for vår begrunnelse for å velge en stigemodell). I tillegg, vil det antakelig føre til at flere bedrifter starter med tiltak rettet mot økonomisk kjøring og energiledelse. Tidligere forskning tilsier at de fleste transportbedrifter har begrensede ressurser til å utvikle omfattende ledelsessystemer (Fourie m.fl.. 2010; Nævestad og Phillips 2013). Vi foreslår derfor at bedriftene som har liten tid, liten kompetanse på formelle styringssystemer og få økonomiske ressurser kan begynne med å fokusere på det grunnleggende. Vi antar at dette særlig er viktig for små godstransportbedrifter, men også de som er større.

### 6.3 Miljøstigen for energiledelse

Vi har utviklet en modell vi kaller for Miljøstigen for energiledelse, basert på en analyse av forskningslitteraturen som vi gjennomgår i tabell 3.1. Denne litteraturen er evaluert på bakgrunn av fem kriterier. Tiltakene må:

- a. Ha vist seg å ha effekt på (eller være nært relatert til) (reduksjoner i) energibruk generelt og drivstofforbruk spesielt i tidligere forskning (basert på gode metoder).
- b. Være forbundet med relativt lave kostnader, både når det gjelder økonomiske og menneskelige ressurser, selv for små bedrifter.
- c. Ikke være for kompliserte, kontekstavhengige eller omfattende.
- d. Komplementere eksisterende energistyringsstandarder på en slik måte at de kan tjene som en introduksjon til de formelle standardene, men de må også være effektive i tilfeller der de ikke etter hvert fører til full sertifisering (feks ISO:50001, ISO:14001).
- e. Ikke komme i konflikt med andre hensyn, for eksempel hensynet til sikkerhet.

Gjennom en evaluering av tiltak, basert på disse fem kriteriene og en vurdering av hvilke faktorer som er mest grunnleggende, og enklest og starte med, har vi laget en trinnvis stigemodell, som vi kaller for Miljøstigen for energiledelse (figur 6.1).



Figur 6.1: Illustrasjon av de ulike nivåene i Miljøstigen for energiledelse i godstransport på veg.

### 6.3.1 Nivå 0: Tradisjonell innstilling til drivstofforbruk

Som en kontrast til de andre nivåene, har vi også inkludert et «nivå 0» i modellen, som betegner en tradisjonell innstilling til forbruk. Dette er basert på data fra ekspertintervjuene i Kapittel 2.3. Noen av de intervjuede ekspertene kontrasterte holdningene og kulturen i bedrifter som jobber systematisk med økonomisk kjøring med en «tradisjonell kultur», eller tradisjonell innstilling til energibruk i transportbedrifter. Flere av de intervjuede ekspertene mente at denne «tradisjonelle» innstillingen var normen før, og at den fortsatt finnes i flere transportbedrifter i dag. Den handler om at ledere og sjåfører tenker at «bilen bruker det drivstoffet den må bruke», at dette er noe man ikke kan påvirke og at sjåførenes kjørestil har lite å si. Dette er gjerne bedrifter som ikke har flåtestyringssystem, som har lite, eller ikke fokus på betydningen av sjåførenes kjørestil, der hvor bilene står mye på tomgang uten at det betraktes som et problem, eller noe man må redusere forekomsten av osv.

### 6.3.2 Nivå 1: Ledere og ansattes engasjement for økonomisk kjøring

De evaluerte studiene viser at engasjement for økonomisk kjøring blant ledere og ansatte er det mest grunnleggende nivået, og en forutsetning for innføring av organisatoriske tiltak rettet mot økonomisk kjøring og system for energiledelse (Strömberg og Karlsson 2013; Walnum og Simonsen 2015; Diaz-Ramirez 2017; Ayıldiz et al. 2017; Nævestad 2018). Siden det å innføre slike tiltak medfører betydelige ressurser, krever det å faktisk gjøre det et betydelig engasjement fra både ledere og ansatte. Ledelsesengasjement for økonomisk kjøring er derfor en av de viktigste faktorene vi diskuterer som kan hemme og fremme økonomisk kjøring i transportbedrifter. Den gjennomgåtte litteraturen viser dessuten at ledelsens engasjement er avgjørende for de ansattes engasjement og motivasjon (Strömberg og Karlsson 2013). Dersom tiltakene ikke er forankret på ulike ledernivå, kan de ansatte ende opp med å ikke bry seg om tiltakene, eller i verste fall sabotere dem. Ledere signaliserer hva som er viktig i organisasjonen, hva som belønnes og prioriteres (Schein 2004). Vi så det samme i utviklingen av Sikkerhetsstigen; at ledelsesengasjement for sikkerhet, er den mest grunnleggende forutsetningen for innføring av tiltak rettet mot organisatorisk sikkerhetsstyring (Nævestad m.fl. 2018b).

Disse argumentene tyder på at lederes og ansattes engasjement for økonomisk kjøring er en forutsetning for reduksjoner i drivstofforbruk og implementering av system for energiledelse (jf. kriterium 1). Det finnes lite forskning på effekter av spesifikke ledelsespraksiser, og de evaluerte studiene er i liten grad spesifikke på hvordan ledere mest effektivt kan vise engasjement for, og belønne sjåførenes økonomiske kjøring. Basert på Scheins (2004) forskning på kultur i organisasjoner vet vi imidlertid at ledere i organisasjoner bidrar til å signalisere grunnleggende verdier gjennom de tingene som de fokuserer på i det daglige. Relevante ledelsespraksiser på nivå 1 kan for eksempel være: ***Ledelsen understreker ofte at sjåførene skal ha så lavt drivstofforbruk som mulig, Ledere snakker jevnlig om tiltak som kan spare drivstoff og energi og Ledere på alle nivåer viser et engasjement for økonomisk kjøring og energiledelse.*** Forskningen til Strömberg og Karlsson (2013) og Ayıldiz m.fl. (2017) viser betydningen av at alle involverte ledere er motiverte, får støtte fra høyere nivåer i organisasjonen og tilstrekkelige ressurser. De evaluerte studiene viser at ledelsesengasjement er en viktig forutsetning for sjåførenes engasjement, og at engasjement og motivasjon særlig overføres gjennom involvering av de ansatte (Diaz-Ramirez m.fl. 2017, Ayıldiz et al. 2017, Walnum og Simonsen 2015). Den fjerde ledelsespraksisen på nivå 1 er derfor at: ***Sjåførene involveres og informeres om tiltak for økonomisk kjøring og energiledelse.*** Schein (2004) understreker også at ledere signaliserer grunnleggende verdier gjennom fordeling av belønning og status. Den femte

ledelsespraksisen på dette nivået er derfor at: ***Sjåførene får ros og anerkjennelse for å kjøre økonomisk og for gode skårer i flåtestyringssystem.***

Siden det ikke foreligger forskning på konkrete ledelsespraksiser på nivå 1, er de nevnte ledelsespraksisene ment som forslag, som bør følges opp i videre forskning. Praksisene synes i utgangspunktet ikke å være komplisert eller ressurskrevende (jf. kriterium 2 og 3), fordi de i stor grad handler om hvordan ledere kan bygge kultur i organisasjonen gjennom sitt å vise sitt engasjement direkte, i samtaler og møter, og indirekte gjennom fokus, handlinger og prioriteringer. På den annen side, kan det å skape engasjement for økonomisk kjøring og energiledelse være ressurskrevende, for eksempel dersom det skal gjøres gjennom informasjonskampanjer, opplæring eller lignende.

I flere av de gjennomgåtte studiene gjennomførte forskerne informasjonskampanjer for å skape engasjement hos lederne i de studerte bedriftene, både på toppnivå og på lavere nivåer (Ayyildiz m.fl. 2017). De økonomiske fordelene knyttet til økonomisk kjøring kan være et viktig argument som kan sikre lederes engasjement og motivasjon for økonomisk kjøring, men det er ikke sikkert at slike argumenter virker like godt på sjåførene. Vi har imidlertid også sett at flere intervensjoner av økonomisk kjøring også bruker økonomiske incitamenter (bonus) for å motivere sjåfører. Disse temaene peker på viktige områder for fremtidig forskning: Lederne må skape engasjement for økonomisk kjøring i sine bedrifter for at det skal bli vellykket, men lederne må selv utsettes for påvirkning for at de i utgangspunktet skal bli motivert til å innføre tiltak rettet mot økonomisk kjøring og energiledelse. Engasjement komplementerer de eksisterende energistyringsstandardene (jf. kriterium 4), fordi det gjerne er en forutsetning for å implementere det. Engasjement for økonomisk kjøring kan komme i ekstreme tilfeller komme i konflikt med andre hensyn, som for eksempel sikkerhet, dersom man kun fokuserer på parametere for økonomisk kjøring og mindre på trafiksikkerhet (jf. kriterium 5).

### 6.3.3 Nivå 2: Organisert og systematisk bruk av flåtestyringssystem

Det neste trinnet i Miljøstigen er innføring av flåtestyringssystem for å kartlegge kjørestilen til sjåførene, og systematiske tiltak for å tilrettelegge for økonomisk kjøring gjennom bruk av det. Dette er den første ledelsespraksisen på Miljøstigen nivå 2. ***Bruk av flåtestyringsteknologi*** er det mest grunnleggende elementet i bedrifters arbeid med økonomisk kjøring (Diaz-Ramirez 2015; Ayyildiz et al. 2017; Sanguinetti et al. 2020). Det synes å være en forutsetning for reduksjoner i drivstofforbruk (jf. kriterium 1). Det medfører ikke-ubetydelige kostnader (jf. kriterium 2), men gitt at det er grunnleggende, er dette et tiltak som må innføres dersom man skal jobbe effektivt med økonomisk kjøring. Dette gjelder særlig fordi dette tiltaket ikke synes å være veldig komplisert å bruke (jf. kriterium 3): slike systemer er kompliserte, men de gir som regel relativt enkle tilbakemeldinger. I tillegg komplementerer de eksisterende energistyringsstandarder (jf. kriterium 4), og de vil også gjerne bidra til å fremme andre hensyn, som for eksempel sikkerhet (jf. kriterium 5).

Den andre ledelsespraksisen på nivå 2 er ***individuelle tilbakemeldinger til sjåførene fra systemene***. De evaluerte studiene tilsier imidlertid at det ikke er tilstrekkelig å kun ha teknologien i bilene, det må også brukes på en organisert og systematisk måte. Vi har sett at individuelle tilbakemeldinger til sjåførene om deres skårer i flåtestyringssystemet er grunnleggende, slik at de kan lære av det og endre sin kjørestil (Ayyildiz et al. 2017). De samme betraktningene i forhold til kriteriene (1-5) for tiltak gjelder for tilbakemeldinger som for flåtestyringssystem.

Den tredje ledelsespraksisen på nivå 2 er ***opplæring i økonomisk kjøring***. De fleste av de evaluerte studiene inneholder en form for opplæring av sjåførene i økonomisk kjørestil

(Rolim m.fl. 2014, Strömberg og Karlsson 2013, Symmons et al. 2008, Zarkadoula m.fl. 2007, Af Wåhlberg 2007). Dette tiltaket oppfyller dermed kriterium 1. Det trenger heller ikke medføre store kostnader (jf. kriterium 2), eller være for omfattende eller komplisert (jf. kriterium 3). Studiene viser at opplæringen kan skje på en rekke ulike måter, teoretisk, praktisk, én gang, eller flere ganger, generell, eller basert på skårer fra flåtestyringssystem osv. Det synes å foreligge få anbefalte og forskningsbaserte «oppskrifter» på effektiv opplæring som bedrifter kan bruke, men opplæring som også er praktisk og relatert til sjåførenes hverdag ser ut til å være viktig, gjerne kombinert med tilbakemeldinger fra flåtestyringssystem. Utforming av effektiv og praksisnær opplæring synes å være et viktig spørsmål for fremtidig forskning. Dette tiltaket synes også å kunne komplementere eksisterende energistyringssystemer (jf. kriterium 4), og det kan også tjene andre hensyn, for eksempel hensynet til sikkerhet, fordi tidligere studier viser at sikker og økonomisk kjøring ofte er definert av de samme parameterne (jf. kriterium 5).

Den fjerde ledelsespraksisen på nivå 2 er **formelle eller uformelle konkurranser** mellom sjåførene i å ha en så økonomisk kjørestil som mulig. Dette tiltaket er i tråd med kriterium 1, fordi studiene indikerer at ulike incitament (konkurranser og bonuser) for å endre kjørestil og få høye skårer ser ut til å være viktige tiltak (Diaz-Ramirez 2015; Ayıldiz et al. 2017; Nævestad m.fl. 2018a; Magana og Munoz-Organero 2015; Sanguinetti m.fl. 2020). Studiene finner at sjåførenes motivasjon er en grunnleggende faktor. Uformelle konkurranser, enten det er mot seg selv og ens egen tidligere skåre, eller andres skårer synes derfor å være en viktig drivkraft. Slike virkemidler er særlig effektivt når de inngår i et opplegg for gamification. Tilbakemeldingene på egne skårer eller prestasjoner er viktige nettopp fordi de kan sammenliknes med egne tidligere skårer eller andre skårer. En slik skåre er ikke interessant eller viktig i seg selv, «isolert»; den blir interessant i det den settes i forhold til noe annet, eller defineres som høy eller lav, eller god eller dårlig. Dette forenkles for eksempel gjennom fargekoder (rød, gul, grønn), poengskalaer (1-100, 1-10) eller karakter-skalaer (E-A). Dette tiltaket trenger ikke være forbundet med store kostnader (jf. kriterium 2), eller være komplisert (jf. kriterium 3) fordi det kun handler om en evt. uformell sammenlikning, og det kan gjøres på mange ulike måter, for eksempel ved å vise høye skårer, evt. anonymisert. Vi trenger mer forskning som sier noe konkret om hva dette bør innebære for å være mest effektivt. Det sentrale med tiltaket er å gi et sammenlikningsgrunnlag og en beskrivelse av status. Dette tiltaket kan også komplementere energistyringsstandarder (jf. kriterium 4). Tiltaket kan komme i konflikt med andre hensyn (jf. kriterium 5), for eksempel sikkerhet. Dersom man kun fokuserer på parametere for økonomisk kjøring, vil mer eller mindre formelle konkurranser potensielt kunne motivere til en kjørestil med ekstreme utslag, for eksempel for mye utrulling (også i lav fart, som kan komme i konflikt med andres fremkommelighet), utrulling i høy fart (som kan komme i konflikt med sikkerhet).

Den femte ledelsespraksisen på nivå 2 er **bonuser knyttet til det å ha en så** økonomisk kjørestil som mulig. Dette tiltaket er i tråd med kriterium 1, fordi studiene fra godstransport indikerer at ulike incitament (konkurranser og bonuser) for å endre kjørestil og få høye skårer ser ut til å være viktige tiltak (Diaz-Ramirez 2015; Ayıldiz et al. 2017; Nævestad m.fl. 2018a). Litteraturgjennomgangen viser at sjåførenes motivasjon for økonomisk kjøring er viktig, og bonus er en faktor som kan bidra til økt motivasjon. De samme betraktningene i forhold til de øvrige kriteriene for vurdering ser også ut til å gjelde for denne ledelsespraksisen. Som for konkurranser, kan det påpekes at dette også er et tiltak som kan komme i konflikt med andre hensyn, for eksempel sikkerhet. Bonus for økonomisk kjøring kan være en effektiv motivasjon for sjåførene for å kjøre økonomisk, men dette kan potensielt føre til en kjørestil som kan gå ut over andre hensyn, for eksempel hensynet til sikkerhet. Dette gjelder dersom bonusen gir «ekstreme utslag» i kjørestil. Dette tilsier antakelig at slike bonuser bør gis både for økonomisk og sikker kjøring. I dataene fra ekspertintervjuene i

kapittel 1.3, har vi sett at dette gjelder for flåtestyringssystemene som brukes i tungebilene som brukes i Norge.

### 6.3.4 Nivå 3: System for energiledelse

Det øverste nivået i Miljøstigen for energiledelse betegner system for energiledelse av typen ISO:50001, eller system for miljøledelse av typen ISO:14001. Dette nivået er viktig fordi det er relatert til faktorene som har størst betydning for drivstofforbruk i godstransportbedrifter (for eksempel: veg og infrastruktur, last, optimalisering av kjøretøy). Mens nivå 2 i Miljøstigen handler om kjørestil, og hvordan man kan motivere sjåførene til å bruke mindre drivstoff, har vi sett at for eksempel vegkarakteristika og infrastruktur har 10-12 ganger mer å si for forbruk enn kjørestil (Walnum og Simonsen 2015). Samtidig er systemnivået det som er mest krevende å jobbe med, fordi det krever systematiske analyser av store tallmengder, og kontinuerlig oppfølging og forbedring. Dersom disse aktivitetene skal gjøres i tråd med prinsippene for ISO:50001 innebærer det at man lager en formell organisatorisk energipolicy med definerte mål for redusert forbruk, energiplanlegging for hvordan målet skal nås, innfører metoder for å føre tilsyn med egen måloppnåelse, kontinuerlig overvåking av situasjonen ved hjelp av et internt revisjonssystem, måling og analyse, identifisering av avvik, etterfulgt av korrigerende og forebyggende tiltak for å sikre måloppnåelse (Johnson et al. 2013).

Den første ledelsespraksisen på nivå 3 er det å ha en *policy med et uttalt mål for redusert energibruk*. Dette tiltaket er i tråd med kriterium 1, fordi målet er grunnelementet som man styrer imot og vurderer måloppnåelse i forhold til i et system for energiledelse. I litteraturgjennomgangen så vi at tydelige mål for redusert energibruk var sentralt i «business case» fra implementeringen av ISO:50001 (FCC Environment, Business case 2020), og også i studiene av implementeringen av ISO:14001 (Nawrocka og Parker 2009). Vi så imidlertid også at bedriftene i studiene av 14001 hadde mange ulike målsettinger, og ulike indikatorer på miljøresultater (Nawrocka og Parker 2009). Det er målet man etablerer tiltakene i forhold til, og vurderer deres effekt opp mot. Målet ligger til grunn for energiplanleggingen for hvordan målet skal nås og metodene man bruker for å få det til (Johnson m.fl. 2013). Man fører også tilsyn med egen måloppnåelse, og etablerer et internt revisjonssystem, for å følge opp KPI'er, identifisere avvik, og sette inn korrigerende og forebyggende tiltak for å sikre måloppnåelse (Johnson et al. 2013). Vi kjenner ikke til studier som evaluerer betydningen av kun det å ha mål i seg selv. På den annen side, forventes det ikke at dette har så stor effekt i seg selv, men at det er viktig som et element i en større helhet i et system for energiledelse. Dette tiltaket er ikke forbundet med store kostnader (jf. kriterium 2), eller komplisert (jf. kriterium 3). Det er den systematiske oppfølgingen av måloppnåelsen som er utfordrende. Dette tiltaket kan også komplementere energistyringsstandarder (jf. kriterium 4), fordi det er et grunnleggende element i slike standarder. Tiltaket kan også komplementere andre hensyn (jf. kriterium 5), for eksempel sikkerhetsledelse, fordi tidligere forskning viser betydelige synergieffekter i såkalte integrerte ledelsessystemer, som fokuserer på både energi, miljø, sikkerhet og kvalitet (Hamidi m.fl. 2015). Dette så vi også i FCC Environment, Business case (2020).

Den andre ledelsespraksisen på nivå 3 er at bedriften har *god og kontinuerlig oversikt over alle nøkkeltall*, for eksempel dieselforbruk, energibruk, kostnader, ulykker, utvikling og skårer i flåtestyringssystemet. Dette tiltaket er i tråd med kriterium 1, fordi oversikten over nøkkeltallene synes å være det mest grunnleggende elementet i system for miljø og energiledelse (Johnson m.fl. 2013, BSI, ISO:50001 implementation guide). I styringen mot det overordnede målet om redusert energibruk, gir (de daglige eller ukentlige) nøkkeltallene en kontinuerlig pekepinn på status og mulig grad av måloppnåelse. De gir også en kontinuerlig pekepinn på hvor godt tiltak virker og om bedriften eventuelt må sette inn andre

tiltak, eller endre kurs for å nå det overordnede målet. De evaluerte studiene gir ikke systematiske analyser av dette tiltaket isolert, men flere av dem indikerer at kontinuerlig analyse av nøkkeltall er en viktig faktor i vellykket organisatorisk arbeid med økonomisk kjøring og energiledelse. Walnum og Simonsen (2015) vektlegger betydningen av jevnlig og systematisk analyse av data og KPI'er. Ayyildiz m.fl. (2017) argumenterer på samme måte, for at det å arbeide systematisk med økonomisk kjøring, krever kontinuerlig arbeid med delaspektene ved økonomisk kjørestil og det krever god oversikt over nøkkeltallene knyttet til parameterne ved kjørestil. Dette innebærer analyse av store mengder data. Dette tiltaket er derfor forbundet med betydelige kostnader (jf. kriterium 2), både når det gjelder økonomi, kompetanse og tid. Dette tiltaket er også komplisert (jf. kriterium 3). Dette tiltaket kan også komplementere energistyringsstandarder (jf. kriterium 4), fordi det er et grunnleggende element i dette. Tiltaket kan også være gunstig for andre hensyn (jf. kriterium 5), for eksempel sikkerhetsledelse, fordi ulike tall knyttet til sikkerhet, for eksempel nedbremsinger, akselerasjon, og andre hendelser kan være noen av parameterne som man følger med på.

Den tredje ledelsespraksisen på nivå 3 er **optimalisering av kjøretøy og utstyr**. Dette tiltaket er i tråd med kriterium 1, fordi tunge godsbilers motorstørrelse har stor betydning for drivstofforbruk, kontrollert for sjåfør, terreng og last (Walnum og Simonsen 2015). Ved å gjøre systematiske utskiftninger av kjøretøy og optimalisere disse til sitt bruk, kan gods-transportbedrifter også spare betydelige mengder drivstoff. Dette tiltaket innebærer også analyse av betydelige mengder med data, og oppfølging av nøkkeltall, i tråd med den nevnte andre ledelsespraksisen. Dette tiltaket er derfor også forbundet med betydelige kostnader (jf. kriterium 2), både når det gjelder økonomi, kompetanse og tid. Dette tiltaket kan derfor også være komplisert (jf. kriterium 3). På den annen side, kan dette tiltaket også innebære aktiviteter som krever færre ressurser, for eksempel sjekk av dekk og akslinger, evt. fjerning eller modifisering av utstyr som gir unødig luftmotstand eller unødig energibruk. Dette tiltaket kan også komplementere energistyringsstandarder (jf. kriterium 4), fordi det er et grunnleggende element i dette. Det ser ikke ut til at dette tiltaket kan komme i konflikt med andre hensyn. (jf. kriterium 5).

Den fjerde ledelsespraksisen på nivå 3 er **optimalisering av kjøreruter og organisering av transport**. Dette tiltaket er i tråd med kriterium 1, fordi en av de evaluerte studiene viser at vegkarakteristika og infrastruktur har 10-12 ganger mer å si for forbruk enn kjørestil (Walnum og Simonsen 2015). Dette tilsier at ruteplanlegging og organisering av transport er svært viktige elementer i et system for energiledelse. Gjennom å planlegge sjåførens ruter bort fra veger som involverer et høyere forbruk enn andre, kan man antakelig spare betydelige mengder drivstoff. Det samme gjelder organisering av transport, slik at man har så fulle biler som mulig, og at man har kontroll på hvor alle bilene er (Diaz-Ramirez m.fl. 2017). Dette tiltaket innebærer også analyse av data, og oppfølging av nøkkeltall, men dette kan antakelig forenkles gjennom bruk av programvare og ulike systemer for flåtestyring, med informasjon om vegkarakteristika (stigning, vegkvalitet osv.), sanntidsmåling for hvor bilene er osv. Dette tiltaket er derfor også forbundet med betydelige kostnader (jf. kriterium 2), når det gjelder økonomi, kompetanse og tid. Dette tiltaket kan derfor også være komplisert (jf. kriterium 3). Dette tiltaket kan også komplementere energistyringsstandarder (jf. kriterium 4). Dette tiltaket kan også være gunstig for andre hensyn (jf. kriterium 5), for eksempel sikkerhet. Årsaken er at en av hovedformålene med tiltaket er å redusere transport, og at færre kjørte kilometer gjerne også er relatert til færre ulykker (Elvik m.fl. 2009).

Den femte ledelsespraksisen på nivå 3 er **optimalisering av øvrige faktorer som påvirker energibruk i bedriften**, for eksempel energi til oppvarming, lys, anlegg og alle andre aktiviteter som bedriften er involvert i (FCC Environment, Business case 2020).

Dette tiltaket er i tråd med kriterium 1. Selv om drivstofforbruk er den åpenbart viktigste formen for energibruk i godstransportbedrifter på veg, har godstransportbedrifter også ofte store lokaler til garasjer, verksted, vask osv. som kan involverer betydelig energibruk. FCC Environment, som var involvert både i transport og anlegg for renovasjon, jobbet med energibruken knyttet både til transport og anlegg, og målte redusert energibruk per tonn renovert avfall (FCC Environment, Business case 2020). Det å ha en systematisk plan for å redusere all energibruk i bedriften er hovedelementet i et system for energiledelse (BSI ISO:50001 Implementation guide). Det ser ut til at en slik helhetlig energistyring har større effekt enn kun å fokusere på kjørestil, for de case studie bedriftene som rapporterte tall for redusert energibruk, rapporterte gjerne om rundt 20 % reduksjon. Dette tiltaket innebærer også analyse av data, og oppfølging av nøkkeltall, så det er antakelig ressurskrevende (jf. kriterium 2), og relativt komplisert. (jf. kriterium 3). Dette tiltaket kan også komplementere energistyringsstandarder (jf. kriterium 4). Det ser heller ikke ut til at det kommer i konflikt med andre hensyn (jf. kriterium 5).

## 6.4 Gode praksiser på hvert nivå

Det fjerde målet med studien er å definere konkrete tiltak og praksiser på hvert nivå i Miljøstigen for energiledelse. I tabell 5.2 oppsummerer vi gode praksiser på hvert nivå i Miljøstigen for energiledelse, basert på gjennomgangen av effektive tiltak på hvert nivå i Miljøstigen over.

Tabell 6.1: Gode praksiser på hvert nivå i Miljøstigen for energiledelse.

Nivå 1	1	Ledere på alle nivåer viser et engasjement for økonomisk kjøring og energiledelse
	2	Ledelsen understreker ofte at sjåførene skal ha så lavt drivstofforbruk som mulig
	3	Sjåførene involveres og informeres om tiltak for økonomisk kjøring og energiledelse
	4	Sjåførene får ros og anerkjennelse for å kjøre økonomisk og for gode skårer i flåtestyringssystem
	5	Ledere snakker jevnlig om tiltak som kan spare drivstoff og energi
NIVÅ 2	1	Bedriften har flåtestyringssystem på alle bilene og et system for å analysere dataene
	2	Bedriften har rutiner for jevnlig individuelle tilbakemeldinger til sjåførene (feks daglig), om deres økonomiske kjørestil og forbruk, basert på data fra flåtestyringssystemet
	3	Bedriften har et system opplæring av sjåførene
	4	Bedriften har rutiner/system for å motivere sjåførene til økonomisk kjøring, gjennom organiserte konkurranser mellom sjåførene
	5	Bedriften har rutiner/system for å motivere sjåførene til økonomisk kjøring, gjennom bonuser knyttet til økonomisk kjøring
NIVÅ 3	1	Bedriften har policy med uttalt mål for redusert energibruk generelt og drivstofforbruk spesielt (og leder orienterer jevnlig om hvordan man ligger an i forhold til målet).
	2	Leder har god oversikt over alle nøkkeltall, for eksempel dieselforbruk, energibruk, kostnader, ulykker, utvikling og skårer i flåtestyringssystemet, og undersøker effekter av tiltak.
	3	Bedriften har systematisk (analytisk/kartlegging) fokus på å spare drivstoff ved optimalisering av kjøretøy og utstyr.
	4	Bedriften kartlegger transport og arbeider aktivt for optimalisering av kjøreruter og organisering av transport (få mest mulig gods for færrest km)
	5	Bedriften gjennomfører helhetlig analyse og tiltak rettet mot all energibruk i bedriften, også på det som ikke handler om kjøretøy (feks bygg).

## 6.5 Oppsummering

I dette kapitlet har vi laget en analytisk modell («Miljøstige») som beskriver ulike nivåer med økt organisatorisk tilrettelegging for økonomisk kjøring og energiledelse i tungbilbedrifter, og definert konkrete tiltak og praksiser på hvert nivå. Vi har utviklet Miljøstigen for energiledelse i godstransportbedrifter, som betegner tre nivåer. Hensikten med Miljøstigen er å lage en forskningsbasert stigetilnærming til energiledelse, som er tilpasset til små godstransportbedrifter med få ressurser og kompetanse. Tanken bak Miljøstigen er at bedrifter som ikke gjør noe med dette skal kunne begynne på det laveste nivået i Miljøstigen og starte med det som forskningen sier at har størst effekt og som er enklest å gjøre noe med får man går videre til neste trinn og evt. full sertifisering i tråd med ISO:50001 standarden for energiledelse. Vi antar at det å implementere alle tiltakene i Miljøstigen gir størst effekt på energibruk.



## 7 Oppsummerende diskusjon

### 7.1 Innledning

Hovedmålet med den foreliggende studien var å utvikle en forskningsbasert modell for hvordan godstransportbedrifter kan arbeide med økonomisk kjøring på organisasjonsnivå; hvilke tiltak og ledelsespraksiser det innebærer og hvilke effekter som de kan forvente. I den foreliggende rapporten har vi laget en slik modell, basert på en systematisk litteraturstudie av forskning nasjonalt og internasjonalt på effektene av tiltak som fokuserer på økonomisk kjøring spesielt og energiledelse generelt. Vi kaller modellen for Miljøstigen for energiledelse.

### 7.2 Faktorer som påvirker drivstofforbruk

Det første målet med litteraturstudien var å undersøke faktorer som påvirker drivstofforbruket til tunge godsbiler. Et viktig resultat var at selv om kjørestil gjerne er hovedfokus i studiene av økonomisk kjøring, viser flere av studiene at denne faktoren ikke ser ut til å ha mest å si for drivstofforbruk. Vi har for det første sett at veier og infrastruktur påvirker drivstofforbruk. Flere av studiene finner at det er vanskeligere å se effekter av økonomisk kjøring i bymiljø, fordi dette gjerne involverer mange nedbremsinger, mye akselerasjon og mye tomgang (feks. Ayyildiz m.fl. 2017). Dette er faktorer som har negativ effekt på forbruk. Vegenes stigning og fall har også stor betydning (Diaz-Ramirez m.fl. 2017; Walnum og Simonsen 2015). For det andre, har last og tyngde på kjøretøyet betydning for forbruk. Dette er den viktigste prediktoren av drivstofforbruk i studien til Diaz-Ramirez m.fl. (2017). Den tredje faktoren som påvirker drivstofforbruk, er trekk ved kjøretøyet og motorstørrelse (Walnum og Simonsen 2015). Den femte faktoren som påvirker tunge kjøretøys drivstofforbruk, er trekk ved sjåføren. Flere av de evaluerte studiene finner for eksempel at det skal mer til at eldre sjåfører endrer kjørestil på grunn av opplæring, og at det også kan være utfordrende å påvirke kjørestilen til helt uerfarne sjåfører (feks. Diaz-Ramirez m.fl. 2017; Rolim m.fl. 2014; Sullman m.fl. 2015). Den sjettede faktoren som påvirker tunge kjøretøys drivstofforbruk, er organisatorisk tilrettelegging for økonomisk kjøring og energiledelse. Vi funnet få studier av hvordan transportbedrifter kan tilrettelegge for økonomisk kjøring på sjåførnivå (for eksempel Ayıldiz m.fl. 2017; Rolim m.fl. 2014), og ingen studier som undersøker effekter av system for energiledelse i godstransport. Dette indikerer viktigheten av den foreliggende studien, som har dette som hovedtema.

### 7.3 Effekter av tiltak for å fremme økonomisk kjøring og energiledelse

#### 7.3.1 Effekter på drivstofforbruk, økonomi og utslipp

Det andre målet med litteraturstudien var å undersøke effektene av ulike tiltak for å fremme økonomisk kjøring og energiledelse i tungbilbedrifter. Fem av de åtte studiene som

undersøker effekter på drivstofforbruk av kjørestil, finner at reduksjonene knyttet til de studerte tiltakene ligger på mellom 5 % og 10 %. Ingen av studiene gjør systematiske analyser av effekter på økonomi, men noen av dem gir eksempelregnestykker, som illustrerer at en reduksjon i drivstofforbruk på 4,4 % for busser vil gi en besparelse på 16 000 kroner i året, beregnet på bakgrunn av greske drivstoffpriser (Zarkadoula m.fl. 2007). Med norske drivstoffpriser, ville dette tilsvare omtrent 24 000 kroner. Dersom vi tenker på norske forhold, kan man tenke seg at norske bileiere kan spare for eksempel mellom 22 000 og 44 000 kroner i året per bil i drivstofforbruk. Dette er gitt for eksempel 100 000 kjørte kilometer i året, et kjøretøy som bruker omtrent fire liter per mil i gjennomsnitt, en dieselpris på 11 kroner literen og en reduksjon i drivstofforbruk på mellom 5 og 10 %. (Eksempelet tar ikke hensyn til implementeringskostnader.) Studiene estimerer generelt ikke effekter på utslipp, men de som kommenterer eller beregner dette, hevder generelt at reduksjonene i utslipp vil være direkte proporsjonale med reduksjonene i drivstofforbruk.

### 7.3.2 Behov for å undersøke tilleggseffekter av økonomisk kjøring

Ingen av studiene gjør systematiske beregninger av hva drivstoffreduksjoner kan bety for besparelser knyttet til kjøretøyvedlikehold, men Zarkadoula m.fl. (2007) antyder at man kan forvente at reduksjonene i vedlikeholdsutgifter vil svare til de prosentvise reduksjonene i drivstofforbruk.

Studien til Nævestad m.fl. (2018a) rapporterer om (anekdotiske) positive effekter på arbeidsmiljø av tiltak mot økonomisk kjøring i en tungbilbedrift: mindre stress og færre sykemeldinger. Ingen av de evaluerte studiene inkluderer effekter av økonomisk kjøring på arbeidsmiljø, for eksempel målt som sjåførenes trivsel eller opplevd stress og press i arbeidet. Dette indikerer et viktig område for fremtidig forskning. Det å dokumentere slike effekter, dersom de finnes og fremheve dem kan motivere bedrifter til å innføre slike tiltak. Flere av studiene viser at stress og tidspress er viktige faktor som kan hemme arbeidet med økonomisk kjøring, og det er viktig å kartlegge betydningen av arbeidsrelaterte forhold, både som årsak og virkning.

To av studiene inkluderer også effekter på trafiksikkerhet (af Wählberg 2007, Symmons m.fl. 2008). Disse finner ingen effekter, men dette kan i stor grad forklares ved å vise til metodologiske forhold. En økonomisk kjørestil innebærer for eksempel en reduksjon i antall harde nedbremsinger, akselerasjon og fart. Dette er kjørestilsaspekter som også er sterkt relatert til trafiksikkerhet (Toledo og Shiftan 2016). Vi kan derfor forvente at slike endringer i kjørestil også vil ha positive effekter på trafiksikkerhet, slik for eksempel Toledo og Shiftan (2016) finner i sin studie av personbiler.

### 7.3.3 Flåtestyringssystem er det viktigste tiltaket

Når det gjelder effekter av konkrete tiltak, er flåtestyringssystem det mest sentrale tiltaket i alle de evaluerte studiene, kombinert med tilbakemeldinger og ofte også opplæring. Det at de fleste studiene kombinerer både opplæring og flåtestyringsfeedback, gjør at det er vanskelig å konkludere om hvilket av disse tiltakene som gir størst effekt. I sin metastudie konkluderer imidlertid Sanguinetti m.fl. (2020) med at flåtestyringssystem har størst effekt når det kombineres med andre tiltak, for eksempel bonuser og konkurranser eller opplæring. Dette kan indikere at nettopp kombinasjonen av virkemidler, dvs. flåtestyringssystemer kombinert med andre tiltak er det som er mest effektivt. I tillegg, gir studiene sjelden utfyllende informasjon om hva opplæringen innebærer i praksis. Flere av studiene viser at opplæring i økonomisk kjøring har effekt, og at effektene er avhengig av hva slags opplæring som gis. Studiene inneholder imidlertid ofte lite spesifikk informasjon om det konkrete innholdet i opplæringen som gis og hvordan den gis. Slik informasjon er viktig både for å

kunne konkludere om akkurat hva slags type opplæring som er mest effektiv og for at bedrifter som ønsker å implementere tiltak skal vite hva de skal gjøre. Det å gjøre mer spesifikk forskning på innholdet i opplæringen. Det samme gjelder tilbakemeldingene som gis til sjåførene. Denne er ikke standardisert, og vi ser at ulikt typer tilbakemeldinger har ulik effekt.

Litteraturgjennomgangen vår viser også at vi trenger flere studier av flåtestyringssystemene som brukes i tunge godsbiler i Norge og Norden. I den foreliggende studien ser vi en viss diskrepans mellom flåtestyringssystemene som studeres i studiene fra andre land og flåtestyringssystemene som brukes i Norge. Dette ser vi når vi sammenlikner resultatene fra litteraturstudien med resultatene fra intervjuene med de norske ekspertene i Kapittel 2.3. Mens flåtestyringssystemene som undersøkes i de evaluerte studiene stort sett kun fokuserer på parametere (som man i studiene ser for seg at kun er relevante for) for økonomisk kjøring, fokuserer flåtestyringssystemene som beskrives i intervjuene både på parametere for økonomi og sikkerhet. Dette tilsier at flåtestyringssystemene på tunge godsbiler som brukes i Norge og i nord Europa (dvs. Volvo, Scania og Mercedes) både har effekter på økonomi og trafiksikkerhet. Effektene av slike systemer er i liten grad belyst i internasjonal forskning.

### 7.3.4 Få studier av økonomisk kjøring med tunge kjøretøy.

Litteraturgjennomgangen viser at det foreligger relativt få studier av økonomisk kjøring med tunge kjøretøy. Dette er overraskende, gitt potensialet for økonomisk kjøring med tunge kjøretøy. Sjåfører av tunge kjøretøy kjører, for det første et stort antall kilometer per år, og det betyr at dersom man påvirker kjørestilen deres i mer økonomisk retning, vil det ha stor betydning. Det betyr at en reduksjon på 5-10 % i drivstofforbruk per sjåfør vil ha betydelige økonomiske konsekvenser for en transportbedrift. For det andre, er potensialet for visse aspekter ved økonomisk kjøring større med tungbiler, for eksempel for utrulling. For det tredje, har arbeidsgivere en viss styringsrett over sine ansatte, og det betyr at de kan innføre ulike tiltak rettet mot økonomisk kjøring i alle bedriftene som ansatte sjåfører bruker. Sjåførenes faktiske bruk av slike systemer vil selvfølgelig avhenge av deres aksept.

Vi finner generelt få studier av økonomisk kjøring på organisasjonsnivå; som handler om hvordan bedrifter på en systematisk måte kan legge til rette for en økonomisk kjørestil for sine sjåfører. Dette indikerer viktigheten av Miljøstigen for energiledelse, som vi utvikler i den foreliggende studien. Det finnes også få beskrivelser av mulige og forventede effekter av slike tiltak på bedriftsnivå, på økonomi, utslipp, ulykker, kostnader til vedlikehold osv. Slike data er viktige for å belyse mulige effekter, fordi disse kan motivere bedrifter til å implementere tiltak og få ned utslipp. I tillegg, finnes det få studier som gir gode beskrivelser av beste praksis eller gode praksiser på dette området, som transportbedrifter kan ta i bruk og lære av. I fremtidig forskning trenger vi flere studier av økonomisk kjøring i transportbedrifter med tunge kjøretøy.

## 7.4 Utvikling av analytisk modell

Det tredje målet med litteraturstudien var å lage en analytisk modell («Miljøstige») som beskriver ulike nivåer med økt organisatorisk tilrettelegging for økonomisk kjøring og energiledelse i tungbilbedrifter. På baggrunn av litteraturgjennomgangen har vi laget Miljøstigen for energiledelse, som beskriver ulike nivåer med økt organisatorisk tilrettelegging for økonomisk kjøring og energiledelse i tungbilbedrifter. Hensikten med Miljøstigen er å lage en forskningsbasert stigetilnærming til energiledelse, som er tilpasset til

små godstransportbedrifter med få ressurser og kompetanse. Tanken bak Miljøstigen er at bedrifter som ikke gjør noe med dette skal kunne begynne på det laveste nivået i Miljøstigen og starte med det som forskningen sier at har størst effekt og som er enklest å gjøre noe med før man går videre til neste trinn og evt. full sertifisering i tråd med ISO:50001 standarden for energiledelse.

Tiltakene på hvert nivå er utviklet gjennom en evaluering, basert på fem kriterier. Vi antar at det å implementere alle tiltakene i Miljøstigen gir størst effekt på energibruk, og at tiltakene på nivå 3 i Miljøstigen fokuserer på de faktorene som har størst betydning for energibruk (optimalisere kjøretøy, transport og ruter, oppfølging av nøkkeltall), men at arbeidet med disse forholdene også er mest ressurskrevende.

Det fjerde målet med litteraturstudien var å definere konkrete tiltak og praksiser på hvert nivå i Miljøstigen. Miljøstigen for energiledelse. I tabell 5.2 definerte vi gode praksiser på hvert nivå i Miljøstigen for energiledelse, basert på gjennomgangen av effektive tiltak på hvert nivå i Miljøstigen. Det grunnleggende tiltaket på nivå 1 var ledere og ansattes engasjement for økonomisk kjøring og energiledelse, for litteraturgjennomgangen vår viser at dette er en forutsetning for slike tiltak (Strömberg og Karlsson 2013; Ayyildiz m.fl. 2017; Diaz-Ramirez m.fl. 2017). Tiltakene på nivå 2 handler om implementering av flåtestyringssystem og tiltak for å systematisk støtte arbeidet med dette (opplæring, tilbakemeldinger, bonus, konkurranser), fordi litteraturgjennomgangen viser at flåtestyringssystem har størst effekt i kombinasjon med slike tiltak (Sanguinetti m.fl. 2020). Tiltakene på nivå 3 handler om nøkkelelementer i system for energiledelse: policy med uttalt mål for energireduksjon, oversikt over og kontinuerlig oppfølging av nøkkeltall, systematisk kartlegging og analyse for å optimalisere kjøretøy og utstyr, transport og ruter og øvrige forhold.

#### **7.4.1 Er det enklest å bytte ut til drivstoffgjerrige kjøretøy?**

Hensikten med Miljøstigen er å lage en stigitilnærming, som godstransportbedrifter kan bruke for å starte med det som har størst effekt og som det er enklest å gjøre noe med. En av de evaluerte studiene viser at det å bytte ut kjøretøy (Walnum og Simonsen 2015) ser ut til å ha større effekt enn kjørestil i snitt. Det å bytte ut kjøretøy ser også ut til å være mindre ressurskrevende enn å jobbe systematisk med kjørestil i bedriften. Dette er et argument for at det å bytte ut alle kjøretøyene til mer drivstoffgjerrige kjøretøy for eksempel burde vært et eget nivå i Miljøstigen, som kom før nivå 2, som handler om kjørestil. Dette gjelder særlig, dersom det ville være aktuelt å bytte ut til elektriske tungbiler. Den teknologiske utviklingen har imidlertid ikke kommet langt nok til at dette er aktuelt for norske tunge godsbiler generelt. På den annen side, er det å jevnlig bytte til nye kjøretøy ressurskrevende, økonomisk sett, så gevinsten av dette må vurderes opp mot kostnadene.

I den foreliggende versjonen av Miljøstigen er det å bytte ut kjøretøy en ledelsespraksis på nivå 3, som «optimalisering av kjøretøy og utstyr». Dette er basert på en antakelse om at valg av kjøretøy må gjøres basert på en helhetlig vurdering av veger og infrastruktur (særlig antall høydemeter som skal forseres), type last som skal fraktes, særlig lastens tyngde i snitt, hastigheten som kjøretøyet må holde i gjennomsnitt, og hvor ofte bilen vil nærme seg maksimalt dreiemoment og maksimalt turtall. På den annen side, kan det argumenteres for at dette kanskje ikke trenger å være så komplisert, og at leverandørene generelt kan tilby noen få drivstoffgjerrige biler som er tilpasset til ulike typer kjøring. Dette er et argument for å ha «bytte av kjøretøy» som et eget nivå, lavt på Miljøstigen. På den annen side, kan det kanskje hevdes at den teknologiske utviklingen av kjøretøy med mer drivstoffgjerrige motorer er noe man uansett får ta del i når man som bileier skal kjøpe en ny bil, og at det ikke trenger å innebære systematiske avveininger av den typen som kjennetegner for

eksempel organisatorisk tilrettelegging med økonomisk kjøring, eller system for energiledelse. En annen grunn til at optimalisering av kjøretøy er på nivå 3, i tillegg til at vi forutsetter at dette krever noe vurdering, er at de er en ledelsespraksis som ikke bare handler om motor, men også dekk, akslinger, utstyr som krever energi, som øker luftmotstand osv. Dette er imidlertid et viktig spørsmål til fremtidig forskning.

#### 7.4.2 Få studier av systemer for energiledelse

Litteraturgjennomgangen vår viser ingen systematiske empiriske studier av systemer for energiledelse, selv om de indikerer betydningen av en rekke spesifikke ledelsespraksiser på nivå 3. Dette gjelder for eksempel oversikt over nøkkeltall (Ayyildiz m.fl. 2017; Diaz-Ramirez m.fl. 2017) og det å bytte ut kjøretøy (Walnum og Simonsen 2015). Det finnes imidlertid ingen empiriske studier som spesifikt undersøker hvor mye drivstoff man kan spare ved å implementere et helhetlig system for energiledelse, for eksempel av typen ISO:50001 i transportbedrifter. Dette er en betydelig mangel i forskningslitteraturen, og konkrete indikasjoner på mulige effekter og god praksis kunne vært en betydelig motiverende faktor for bedrifter.

#### 7.4.3 Behov for å teste Miljøstigen i empirisk forskning

Selv om ledelsespraksisene i Miljøstigen beskriver tiltak som har støtte i tidligere forskning, har ikke selve tilnærmingen og den gradvise innføringen av tiltak blitt validert i tidligere forskning. Det er derfor et behov for å gjøre empiriske studier som undersøker i hvilken grad godtransportbedrifter har implementert tiltakene i Miljøstigen for energiledelse, og om det er slik at de som har innført flest tiltak har hatt de største reduksjonene i drivstoff og energiforbruk. En grunnleggende antakelse bak Miljøstigen er at kombinasjonen av tiltakene på nivå 2 og nivå 3 har størst effekt. Det er viktig å teste denne hypotesen, og om mulig også undersøke effektene av de spesifikke ledelsespraksisene.

### 7.5 Metodologiske svakheter

I den foreliggende studien bruker vi en vid definisjon av økonomisk kjøring. Det betyr at vi ikke bare fokuserer på økonomisk kjøring på sjåførnivå (kjørestil), slik som de fleste studier av dette gjør; økonomisk kjøring på et operasjonelt nivå (Alam og McNabola 2014). Vi fokuserer også på økonomisk kjøring på organisatorisk nivå, det vil si hvordan bedrifter kan legge til rette for en økonomisk kjørestil blant sine egne sjåførere. Implikasjonen av dette er at vi også søker etter studier som fokuserer på systemer for energiledelse og miljøledelse. Dette brede fokuset på økonomisk kjøring, eller på energiledelse, innebærer at vi også søker etter studier som fokuserer på effektene av å bytte ut kjøretøy, modifisere og vedlikeholde kjøretøy (jf. Walnum og Simonsen 2015); økonomisk kjøring på et strategisk nivå (Alam og McNabola 2014). I tillegg, søker vi også etter studier som undersøker mulige effekter av det å organisere transporten bedre, slik at antall kjørte km reduseres (jf. Walnum og Simonsen 2015); økonomisk kjøring på et taktisk nivå (Alam og McNabola 2014). Dette er studier som handler om elementer som inngår i et system for energiledelse (for eksempel: ISO:50001), som handler om etablering av mål, systematisk kartlegging av energibruk, analyser for å identifisere tiltak som kan redusere energibruk, oppfølging av status for tiltak, grad av måloppnåelse osv.

## 7.6 Spørsmål til fremtidig forskning

Vi har pekt på og diskutert en rekke viktige områder for fremtidig forskning i den foreliggende rapporten. I det følgende gir vi en punktvis oppsummering av noen av de viktigste spørsmålene som vi trenger mer kunnskap om.

**1) Vi trenger flere studier av tunge kjøretøy og transportbedrifter.**

Litteraturgjennomgangen viser at det foreligger relativt få studier av økonomisk kjøring med tunge kjøretøy, og i fremtidig forskning trenger vi flere studier av økonomisk kjøring i transportbedrifter med tunge kjøretøy.

**2) Vi trenger flere studier av systemer for energiledelse, og de ulike elementene som inngår i det.** Litteraturgjennomgangen vår viser ingen systematiske empiriske studier av systemer for energiledelse.

**3) Behov for å validere Miljøstigen for energiledelse i empirisk studie.** En grunnleggende antakelse bak Miljøstigen er at kombinasjonen av tiltakene på nivå 2 og nivå 3 har størst effekt. Det er viktig å teste denne hypotesen, og om mulig også undersøke effektene av de spesifikke ledelsespraksisene.

**4) Vi trenger flere studier av flåtestyringssystemene som brukes i Norge og Norden.** Mens flåtestyringssystemene som undersøkes i de evaluerte studiene stort sett kun fokuserer på parametere (som man i studiene ser for seg at kun er relevante for) for økonomisk kjøring, fokuserer flåtestyringssystemene som beskrives i intervjuene både på parametere for økonomi og sikkerhet.

**5) Behov for å undersøke tilleggseffekter av økonomisk kjøring.** Tidligere forskning gir indikasjoner på at tungbilbedrifters tiltak mot økonomisk kjøring kan ha en rekke positive tilleggseffekter. Dette gjelder for eksempel trafikksikkerhet.

**6) Få studier av innholdet i opplæringen.** Flere av studiene viser at opplæring i økonomisk kjøring har effekt, og at effektene er avhengig av hva slags opplæring som gis. Studiene inneholder imidlertid ofte lite spesifikk informasjon om det konkrete innholdet i opplæringen som gis og hvordan den gis.

**7) Behov for mer robuste studier.** Litteraturgjennomgangen viser generelt et behov for mer robuste studier av økonomisk kjøring og energiledelse i tungbilbedrifter (jf. Sullman m.fl. 2015). De evaluerte studiene har generelt få deltakere og ofte ikke kontrollgrupper.

## 8 Energigevinster og ny teknologi for tunge kjøretøy

### 8.1 Miljøstigen er viktig, fordi potensialet for teknologiutviklingen er usikkert

I dette kapitlet diskuterer vi relevansen av Miljøstigen i forhold til potensialet for nye fremdriftsteknologier og energibærere innenfor godstransport på veg. Miljøstigen er viktig, fordi potensialet for teknologiutviklingen for tunge godsbiler er usikkert. Målet for lastebiler i Nasjonal transportplan 2018–2029 (Meld. St. 33 (2016–2017)) er at halvparten av nye lastebiler skal være nullutslippskjøretøy i 2030. Figenbaum mfl (2019) konkluderer med at det er svært usikkert om NTP-målet for lastebiler i 2030 kan nås. Dette begrunnes blant annet med at lastebilsektoren er betydelig mer krevende å elektrifisere enn personbilene og varebilene, både pga. tekniske krav, men også fordi sektoren er sterkt oppstykket med svært mange små lastebileiere og mange lastebileiere som kjører for flere oppdragsgivere. Dette tilsier at tiltak som fokuserer på energieffektiv bruk av dieslbiler; dvs. økonomisk kjøring og energiledelse vil være et viktig virkemiddel for å redusere klimautslipp fra tungtransport i flere år fremover. Dette handler om tiltak på Miljøstigen nivå 2; som fokuserer på tilrettelegging for økonomisk kjørestil ved bruk av flåtestyringssystemer.

Det kan imidlertid se ut til at det foreligger potensiale for nye fremdriftsteknologier og energibærere på noen områder innenfor godstransport på veg. Eventuell utskiftning til mer energieffektivt utstyr og kjøretøy definerer vi som tiltak på Miljøstigen nivå 3. I kapittel 8.3 diskuterer vi seks mulige teknologiske alternativer for miljøvennlig tungtransport som kan anvendes i godstransport. I tråd med konklusjonene i Figenbaum mfl (2019), foreslår vi at de mest sannsynlige innslagene av nullutslippskjøretøy i lastebiltransport antakelig er hybrid fremdrift og elektrisk fremdrift med batterier i bykjøring over korte avstander og elektrisk fremdrift med brenselceller og hydrogen i langtransport. Disse teknologiene må innføres i en andel av lastebilproduksjonen for at produsentene skal kunne klare å oppfylle EUs krav til reduksjon av CO<sub>2</sub>-utslippet fra nye lastebiler. Før vi går nærmere inn på disse alternativene, diskuterer vi i kapittel 8.2 hvilke utfordringer man som bilkjøper står ovenfor når man eventuelt skal velge nye teknologiske løsninger som er mer energieffektive.

### 8.2 Utfordringer ved valg av ny teknologi

For tunge kjøretøy kan nye alternativ fremdriftsteknologier til dieselmotorer og energibærere gi betydelige reduksjoner i energiforbruk og klimapåvirkning. En utfordring kan være at det er vanskelig å vite hva som vil bli fremtidens teknologi og fremtidens energibærere, og når en teknologi er moden nok for å bli tatt i bruk. Kommersielle aktører innen tungtransport har lave fortjenestemarginer og er avhengige av å velge de løsningene som er økonomisk konkurransedyktige her og nå og også på lang sikt.

Tradisjonelle produsenter av tunge kjøretøy er konservative og har stor kompetanse innen fremdrift med store dieselmotorer. Store dieselmotorer er moden teknologi som vil gi

kjøperne av tunge kjøretøy trygghet i form av driftssikkerhet og forutsigbarhet. Drivstoff til store dieselmotorer er tradisjonelt produsert fra fossil mineralolje som gir en uønsket klimapåvirkning, men dieseldrivstoffer kan også produseres fra biomasse og gir da lavere klimabelastning i et livsløpsperspektiv.

Markedsledende produsenter som Scania, Volvo, MAN og Mercedes har i liten grad vært villige til å annonsere hvilke nye teknologier de vil satse på, hvis de ikke er klare til å levere tunge kjøretøy med slik teknologi. Grunnen er at markedet har en tendens til ikke å kjøpe produsentens nå tilgjengelige kjøretøy hvis produsenten forteller at den i den nære fremtid vil komme kjøretøy med ny og attraktiv teknologi. Kundene vil da gjerne utsette kjøp og produsentene får ikke solgt «årets produkter». På den andre siden vil de etablerte produsentene gjerne fremstå som fremtidsrettede og tilby ny klimavennlig teknologi så raskt som det er mulig uten å risikere merkevarens kvalitetsimage. Ny teknologi blir gjerne introdusert parallelt med de tradisjonelle løsningene, slik at det er kundene som har et valg og det kan skje en gradvis utfasing av eventuelt foreldet teknologi.

Helt ny teknologi blir gjerne først bli tatt i bruk av helt nye produsenter av kjøretøy. Nye produsenter av kjøretøy har ikke modeller med tradisjonell teknologi, og vil i lang tid i før introduksjon fullt og helt annonsere at de kommer med ny og bedre teknolog. En ulempe er at nye produsenter av kjøretøy sjelden har den kompetanse som de tradisjonelle og etablerte produsentene har opparbeidet gjennom mange år med produktutvikling. For operatørene innen tungtransport vil det å velge ny og attraktiv teknologi fra en ny aktør på markedet gjøre at man tidlig kan fronte klima- og miljøvennlig teknologi. Samtidig er det sannsynlig at man kan få overraskelser og problemer med driftssikkerhet, service og reparasjoner.

Helt ny teknologi for fremdrift av kjøretøy er i motsetning til dieselmotorer ikke moden teknologi. Nye teknologier med hybrid fremdrift, batterier, elektriske motorer, hydrogen og brenselceller vil utvikles og forbedres under en modningsperiode, forutsatt at de første modellene av kjøretøy holder mål og blir kommersielt akseptert av markedet.

Hybrid fremdrift med forbrenningsmotor og elektrisk motor er betydelig mer energieffektiv enn fremdrift med kun forbrenningsmotorer og kan gi en reduksjon av drivstofforbruk i størrelsen 30% i typisk bytrafikk. Andre former for elektrisk fremdrift med andre energibærere vil gi enda større reduksjoner av energiforbruket. Hvor stor klimapåvirkningen vi får i et livsløpsperspektiv er avhengig av om energibærerne er batterier, hydrogen eller noe annet. I et livsløpsperspektiv er klimagevinsten også avhengig av hvordan energibærerne er produsert.

Ved valg av tunge kjøretøy og hvilken fremdriftsteknologi de skal ha, er kjøperne avhengig av å velge «rett» teknologi, og når det er «rett» tidspunkt for å skifte fra tradisjonell fremdrift med dieselmotorer til mer klima- og miljøvennlige alternativer. Her kan det være store forskjeller i hvilke reelle muligheter små og store aktører i lastebilmarkedet har til å ta risiko. Myndighetene i Norge gir støtte til introduksjon av lette og tunge kjøretøy. Elvarebiler har ett insentiv i fritaket for engangsavgift mens det ikke er en tilsvarende avgift på lastebiler. Gjennom Enova gis det støtte til å ta i bruk både el- og hydrogen vare- og lastebiler. Det er imidlertid også for myndighetene en utfordring når det er «rett» tid for å gå inn med offentlig støtte. De økonomiske støttetiltakene må ofte være omfattende og det blir kostbart med feilsatsinger. Norge er et altfor lite land til å kunne styre hva som blir fremtidens teknologier, men Norge kan stimulere utviklingen mot mer klimavennlig tungtransport når det er relativt klart hvilke teknologier og energibærere verden vil velge.



## 8.3 Mulige teknologiske alternativer for miljøvennlig tungtransport

### 8.3.1 Videreutvikling av dieselmotoren

Fremdrift av tunge kjøretøy ved hjelp av dieselmotorer er moden teknologi og dieselmotoren er den mest energieffektive forbrenningsmotoren vi kjenner. Videreutvikling av dieselmotoren vil skje hos de etablerte produsentene av tunge kjøretøy. Reduksjoner av drivstofforbruk, motorens dynamikk og andre forbedringer av de tradisjonelle tunge kjøretøyenes fremdriftssystemer er å forvente, men forbedringene vil bli marginale. Med effektive partikkelfilter og fjerning av NO<sub>x</sub> med «AdBlue» er de lokalt helseskadelige avgassutslippene fra nyere dieselmotorer så godt som fjernet.

Marginalt redusert forbruk av «fossil diesel» vil gi marginale reduksjoner og marginale reduksjoner av klimapåvirkningen. Bruk av dieseldrivstoffer som i et livsløpsperspektiv gir lav eller null utslipp av klimagassen CO<sub>2</sub> medfører at bruk av tradisjonelle tunge kjøretøy vil bidra til lav klimapåvirkning.

### 8.3.2 Omlasting jernbane – veitransport

Omlasting av gods mellom jernbane på lengre strekninger og vegtransport på kortere strekninger har et potensial for meget energieffektiv tungtransport helt uten klima og miljøbelastning. Godstog gir mer energieffektiv og mer klimavennlig tungtransport enn noen form for transport på vei. For lokale tilbringere og leveringstjenester vil elektrifiserte lastebiler med energien lagret i batterier kunne bli et konkurransedyktig alternativ.

Omlasting mellom jernbane og vegtransport var et meget diskutert satsingsområde og også til dels prøvd konsept for tungtransport fra 1960-tallet. Konseptet viste seg i praksis å ha mange svakheter. Lav effektivitet, forsinkelser og ansvarsfraskrivelser i forhold til direkte transport fra start til mål med tunge kjøretøy og en ansvarlig sjåfør gjorde at tungtransport på veg ble foretrukket.

Omlasting mellom jernbane og vegtransport krever klare ansvarsforhold, store og effektive omlastingsterminaler med god logistikk, effektiv sporing av gods og rask omlasting. Det var innen disse områdene konseptet med omlasting og jernbane sviktet. Det er vanskelig å se for seg at konseptet vil få økonomiske midler og nye sjanser til å konkurrere med tungtransport på veg.

### 8.3.3 Hybrid fremdrift

Energieffektiv hybrid fremdrift finnes for personbiler. Med en kombinasjon av bensinmotor, elmotor, gjenvinning av bremseenergi og et batteri for lagring av gjenvunnet energi kan vi få en energibesparing på ca. 30% i forhold til bruk av konvensjonell fremdrift med bensinmotorer. Det var Toyota som introduserte denne teknologien for ca. 20 år siden og det har nå blitt flere produsenter av personbiler som markedsfører hybride fremdriftssystemer med eller uten «ladbare» batterier. Med «ladbare» batterier reduseres energiforbruket ytterligere, fordi bilene kan kjøres helt elektrisk til daglig og kun trenger bensin eller annet drivstoff til lange turer.

Hybrid teknologi som introduseres for tunge kjøretøy med dieselmotor og vil sannsynlig gi de samme energigevinstene som oppgis for personbiler. Svenske Scania lanserer nå i 2020 en lett lastebil med «ladbar» hybridteknologi som selskapet hevder vil kunne kjøre 60 km i bytrafikk i ren elektrisk modus. I hybrid modus vil kjøretøyet dra nytte av «regenererbar»

elektrisk bremseenergi og optimal utnyttelse av dieselmotoren og den elektriske motoren. Med en konkurransedyktig pris vil dette sannsynlig bli et interessant alternativ for markedet.

### 8.3.4 Elektrisk fremdrift med batterier

Elektrisk fremdrift ble introdusert for personbiler blant annet av Norske Think rundt år 2000. Think var en typisk ny bilprodusent som var tidlig ute med helt ny teknologi, men uten erfaring med bilproduksjon. Think gikk konkurs og elektrisk fremdrift med batterier for energilagring har utviklet seg kraftig siden tiden med Think. Elektrisk fremdrift nærmer seg å bli moden teknologi og elektriske personbiler har takket være insentivene i Norge blitt konkurransedyktige i forhold til biler med mer konvensjonell teknologi.

Produsenter av tunge kjøretøy har fordelene av å kunne utnytte erfaringene og utviklingen av bedre batterier, mer effektive elmotorer og forbedret kraftelektronikk for personbiler. Mye av teknologien for personbiler kan bli tatt i bruk også i tunge kjøretøy. Lette batterielektriske lastebiler for lokal transport har endel til felles med store personbiler eller bybuss-er og er på veg inn i markedet. De etablerte svenske produsentene Volvo og Scania lanserer allerede lette helelektriske lastebiler. Volta Zero er et nytt selskap som vil starte prøveprosjekter en 16 tonns elektrisk distribusjonsbil i 2021 og har planer om full produksjon i 2022. Posten og Bring er blant dem som i 2020 har kunngjort at de i Norge og andre skandinaviske land skal kjøre et prøveprosjekt med Volta Zero.

For virkelig tunge kjøretøy er batterier fortsatt en stor utfordring. Batteriene er store og tunge. På lengre avstander trengs det mange av dem og de konkurrerer om plassen for nyttelast. Vekt for kjøretøyet er foreløpig også et problem. Erfaringer med lette lastebiler og videreutvikling av batterier med lavere vekt og raskere hurtiglading vil vise om energibærere i form av batterier er fremtiden også for lang tungtransport på veg.

### 8.3.5 Elektrisk fremdrift med brenselceller og hydrogen

For riktig tunge kjøretøy, som har lange transportveger, er elektrisk energi lagret i batterier foreløpig et lite praktisk alternativ fremdrift. Hydrogen «H<sub>2</sub>» er en energibærer som med hjelp av brenselceller kan produsere elektrisitet energi i kjøretøyet. Hydrogen finnes ikke i fri form men kan produseres ved splitting av hydrogenholdige stoffer som vann «H<sub>2</sub>O» og metan «CH<sub>4</sub>»

Hydrogen er jordens letteste grunnstoff og med et energiinnhold som per kg er ca. 3 ganger større enn dieselolje og per kg ca 100 ganger større enn energiinnholdet i batterier. Vekt er ikke et problem for denne energibæreren. Utfordringene med hydrogen som energibærer er lagring i kjøretøyet og at hydrogen tar stor plass i gassform og blir en lagringsbar flytende væske først ved minus 252 grader Celsius. Lagring av hydrogen krever derfor enten store trykktanker eller avanserte termosbeholdere.

Kjøretøy med elektrisk fremdrift og hydrogen som energibærer er foreløpig ikke moden teknologi, Amerikanske Nikola er en pioner som har utviklet lastebiler med denne teknologien siden 2016, men foreløpig ikke etablert produksjon. Flere av de tradisjonelle lastebilprodusentene utvikler også hydrogen lastebiler. Hyundai har startet en begrenset serieproduksjon. Norge har naturressurser i form elkraft og naturgass for produksjon av hydrogen. Det er derfor stor interesse for hydrogen som energibærer og for norsk industriutvikling relatert til hydrogen.

### **8.3.6 Naturgass og biogass som energibærere**

Metan «CH<sub>4</sub>» i form av naturgass fra fossile kilder eller biogass fra fornybare kilder er på grunn av lave utslipp av «CO<sub>2</sub>» en mer klimavennlig energibærer enn bensin og diesel. Metan har tilsvarende tenningssegenskaper som bensin i forbrenningsmotorer. Med et sterkt økende fokus på nullutslippskjøretøy synes det å være mer interessant å bruke metan for produksjon av hydrogen enn til forbrenningsmotorer for tunge kjøretøy.

## 9 Referanser

- Alam, M.S. og A. McNabola (2014) A critical review and assessment of eco-driving policy & technology: Benefits & limitations *Transport Policy*, 35 (2014) (2014), pp. 42-49
- Askildsen, T.C. & Gjerdåker, A. (2007). Godstransport på veg: Lastebilnæringens betydning for vekst, velferd og bosetning. TØI rapport 901/2007, Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Ayyildiz, K., F. Cavallaro, S. Nocera, R. Willenbrock (2017) Reducing fuel consumption and carbon emissions through eco-drive training *Transp. Res. Part F*, 46 (2017), pp. 96-110
- Barth, M. & Boriboonsomsin, K. (2009). Energy and emissions impacts of a freeway-based dynamic eco-driving systems. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 14, no. 6, pp. 400-410
- Beusen, B., Broekx, S., Denys, T., Becks, C., Degraeuwe, B., Gijsbers, M., Scheepers, K., Govaerts, L., Torfs, R. & Panis, L. I. (2009). Using on-board logging devices to study the longer-term impact of an eco-driving course. *Transportation Research Part D*, vol. 14, no. 7, pp. 514-520
- CEPAL, 2010Eficiencia energética de carga por carretera. Facilitación del transporte y comercio en América Latina y el Caribe, [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36126/1/FAL-281-WEB\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36126/1/FAL-281-WEB_es.pdf)
- Comoglio, Claudio og Botta, Serena (2012) The use of indicators and the role of environmental management systems for environmental performances improvement: A survey on ISO 14001 certified companies in the automotive sector, *Journal of Cleaner Production*, Volume 20, Issue 1, January 2012, Pages 92-102
- Díaz-Ramírez, N. Giraldo-Peralta, D. Flórez-Ceron, V. Rangel, C. Mejía-Argueta, J.I. Huertas, M.Bernal (2017) Eco-driving key factors that influence fuel consumption in heavy-truck fleets: a Colombian case *Transport. Res. Part D: Transp. Environ.*, 56 (2017), pp. 258-270
- Dekhordi, S.G., G. S. Larueab, M. E. Cholettec, A.R. Hesham, A. Rakhadef (2019) Ecological and safe driving: A model predictive control approach considering spatial and temporal constraints, *Trans. Res. Part D*, Vol. 67, Pp. 208-222
- Enova, Programkriterier (2019) Programkriterier for Introduksjon av energiledelse i transport, industri og anlegg, [https://www.enova.no/download/?objectPath=upload\\_images/...pdf](https://www.enova.no/download/?objectPath=upload_images/...pdf)
- Enova, Veileder (2019) Veileder Energiledelse [https://www.enova.no/download?objectPath=/upload\\_images/9B2516FF75904AFCAEE167EA08C16FE8.pdf](https://www.enova.no/download?objectPath=/upload_images/9B2516FF75904AFCAEE167EA08C16FE8.pdf).
- Enova (2018) Enovas erfaringer og resultater med støtteprogram mot energiledelse, presentasjon Marit Sandbakk, seniorrådgiver Enova SF, Miniseminar energiledelse 29 januar 2018, Standard Norge, <https://www.standard.no/Global/PDF/Arrangementer/2018Energiledelse/4%20Enova%20erfaringer%20-%20Marit%20Sandbakk.pdf>.
- EU, European Union, (2014). EU energy in figures, Statistical Pocketbook 2014. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- FCC environment 50001 business case (2000) <https://www.bsigroup.com/globalassets/localfiles/en-gb/iso-50001/case-studies/FCC-50001.pdf>
- Figenbaum, E. I. M. Ydersbond, A.H. Amundsen, D.R. Pinchasik R. J. Thorne, L.Fridstrøm, M. Kolbenstvedt (2019) 360 graders analyse av potensialet for nullutslippskjøretøy, TØI rapport 1744/2019

- Fourie, C., Holmes, A., Hildritch, C., Bourgeois-Bougrine, S. & Jackson, P. (2010). Interviews with operators, regulators and researchers with experience of implementing Fatigue Risk Management Systems. Road Safety Research Report. London, Department for Transport.
- Hamidi, N., M. Omidvari, M. Meftahi (2012) The effect of integrated management system on safety and productivity indices: case study; Iranian cement industries, *Saf. Sci.*, 50 (2012), pp. 1180-1189
- Hovi, I.B., Caspersen, E. & Wangsness, P. B. (2014). Godstransportmarkedets sammensetning og utvikling TØI rapport 1363/2014. Oslo: Transportøkonomisk institutt
- Huang, Y, E.C. Ng, J.L. Zhou, N.C. Surawski, E.F. Chan, G. Hong (2018) Eco-driving technology for sustainable road transport: a review, *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 93 (2018), pp. 596-609
- Li, X., A. Vaezipour, A. Rakotonirain, S. Demmel (2019) Effects of an in-vehicle eco-safe driving system on drivers' glance behaviour, *Accident Analysis and Prevention*, vol. 122, pp. 143-152
- Magana, V.C M. Munoz-Organero GAFU: Using a gamification tool to save fuel *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*, 7 (2) (2015), pp. 58-70
- Mckinnon A og M Pieyck (2009) Measurement of CO2 emissions from road freight transport: A review of UK experience, *Energy Policy* 37(10):3733-3742
- Meld. St. 40 (2015–2016) Trafikksikkerhetsarbeidet – samordning og organisering, <https://www.regjeringen.no/contentassets/97fc669d943c4bdb873250f3e41860e1/no/pdf/fs/stm201520160040000dddpdfs.pdf>
- Morrow, D. og Rondinelli, D (2002) Adopting Corporate Environmental Management Systems: Motivations and Results of ISO 14001 and EMAS Certification, *European Management Journal* Vol. 20, No. 2, pp. 159–171, 2002
- Nasjonal transportplan 2018–2029 (Meld. St. 33 (2016–2017)), <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-33-20162017/id2546287/sec11>
- NTP 2018-2029, Meld. St. 33 (2016 –2017) Nasjonal transportplan 2018–2029: <https://www.regjeringen.no/contentassets/7c52fd2938ca42209e4286fe86bb28bd/no/pdf/fs/stm201620170033000dddpdfs.pdf>
- Nawrocka, D. og T. Parker (2009) Finding the connection: environmental management systems and environmental performance, *Journal of Cleaner Production*, 17 (6) (2009), pp. 601-607,
- Nævestad, T.-O., J. Blom, R. O. Phillips (2020) Safety culture, safety management and accident risk in trucking companies, *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Volume 73, August 2020, Pages 325-347
- Nævestad, T.-O., V. Milch og J. Blom (2020) Økonomisk kjøring i godstransportbedrifter: En studie av implementering og effekter av Miljøstigen for energiledelse, TØI rapport /2020, Oslo: Transportøkonomisk institutt
- Nævestad, T.-O. og V. Milch (2020) Trafikksikkerhetseffekter av økonomisk kjøring, TØI rapport 1795/2020, Oslo: Transportøkonomisk institutt
- Nævestad, T.-O. (2020) Økonomisk kjøring som trafikksikkerhetstiltak: Før og etter studie av tre bedrifter, TØI rapport 2020, Oslo: Transportøkonomisk institutt
- Nævestad, T.-O., Phillips, R.O. & V. Milch (2019) Hvordan kan Ruter arbeide med trafikksikkerhet? TØI-rapport, Oslo: TØI
- Nævestad, T.-O., Phillips, R. O., Laiou, A., Bjørnskau, T., & Yannis, G. (2019) Safety culture among bus drivers in Norway and Greece, *Trans. Res. Part F* 64, pp. 323–341
- Nævestad, T.-O., Jenny Blom & R. O. Phillips (2018a) Sikkerhetskultur, sikkerhetsledelse og risiko i godstransportbedrifter på veg, TØI rapport 1659/2018, Oslo: Transportøkonomisk institutt

- Nævestad, T.-O., R. O. Phillips, I. B. Hovi, G. N. Jordbakke og R. Elvik (2018b) Miniscenario: Sikkerhetsstigen. Innføre tiltak for sikkerhetsstyring i godstransportbedrifter. TØI rapport 1620/2018, Oslo: Transportøkonomisk institutt
- Nævestad, T.-O., Phillips R. O., & Elvebakk, B. (2017). The safety ladder: developing an evidence-based safety management strategy for small road transport companies, *Transport Reviews*.
- Nævestad, T.O. (2016). Hvordan kan myndighetene hjelpe de små transportbedriftene med sikkerhetsstyring? Oslo: TØI rapport 1484/2016
- Nævestad, T.O. & Phillips, R.O. (2013). Trafikkulykker ved kjøring i arbeid-en kartlegging og analyse av medvirkende faktorer. TØI rapport 1269/2013. Oslo: Transportøkonomisk institutt
- Rolim, C., Baptista, P., Duarte, G., Farias, T., Shiftan, Y., 2014. Quantification of the impacts of eco-driving training and real-time feedback driver's behaviour. *Transp. Res. Proc.* 3, 70–79.
- Rutty, M., Mathews, L., Andrey, J., Del Matto, T., 2013. Eco-driver training within the City of Calgary's municipal fleet: Monitoring the impact. *Transp. Res. Part D* 24, 44–51.
- Sanguinetti, A., Kurani, K., Davies, J., 2017. The many reasons your mileage may vary: Toward a unifying typology of eco-driving behaviors. *Transp. Res. Part D: Transp. Env.* 52 (Part A), 73–84.
- Sanguinetti, A. E. Queen, C. Yee, K. Akanesuvan (2020) Average impact and important features of onboard eco-driving feedback: A meta-analysis, *Transportation Research Part F* 70 (2020) 1–14
- Schein, E. (2004). *Organizational Culture and Leadership* (Third Edition ed.). San Francisco: Jossey-Bass
- Sims, R. Schaeffer, F. Creutzig, X. Cruz-Núñez, M. D'Agosto, D. Dimitriu, ..., G. Tiwari, Transport O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel, J.C. Minx (Eds.), *Climate Change 2014: Mitigation of climate change. Contribution of working group III to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA (2014)
- Sivak, M., & Schoettle, B. (2012). Eco-driving: Strategic, tactical, and operational decisions of the driver that influence vehicle fuel economy. *Transport Policy*, 22, 96–99.
- Steen Jensen, Bråten, R. M., Jordfald, B., Dotterud Leiren, M., Nævestad, T.-O., Skollerud, K. H., Sternberg, H. & Tranvik, T. (2014). Arbeidsforhold i gods og turbil. *Fafo rapport* 2014:58.
- Strömberg, H. K., & Karlsson, I. M. (2013). Comparative effects of eco-driving initiatives aimed at urban bus drivers—Results from a field trial. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 22, 28–33.
- Sullman, M., Dorn, L., Niemi, P., 2015. Eco-driving training of professional bus drivers - Does it work? *Transp. Res. Part C: Emerging Technol.* 58 (Part D), 749–759.
- Symmons, M. A., Rose, G. and Doorn, G. H. V. (2008). The effectiveness of an ecodriving course for heavy vehicle drivers, in 2008 Australasian Road Safety Research Policing and Education Conference, no. November, Adelaide, Australia, 2008, pp. 187-194.
- Toledo, G. Y. Shiftan (2016) Can feedback from in-vehicle data recorders improve driver behavior and reduce fuel consumption? *Transport. Res. Part A: Policy Practice*, 94 (2016), pp. 194–204
- Af Wählberg, A., 2007. Long-term effects of training in economical driving: Fuel consumption, accidents, driver acceleration behavior and technical feedback. *Int. J. Ind. Ergon.* 37 (4), 333–343.

- Walnum, H., Simonsen, M., 2015. Does driving behavior matter? An analysis of fuel consumption data from heavy-duty trucks. *Transp. Res. Part D: Transp. Env.* 36,107–120.
- Wouters I. J. & Bos, J. M. (2000). Traffic accident reduction by monitoring driver behaviour with in-car data recorders. *Accident Analysis & Prevention* 32(5), 643-50
- Zarkadoula, M., Zoidis, G., & Tritopoulou, E. (2007). Training urban bus drivers to promote smart driving: A note on a Greek eco-driving pilot program. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 12(6), 449–451.

## Transportøkonomisk institutt (TØI) Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

TØI er et anvendt forskningsinstitutt, som mottar basisbevilgning fra Norges forskningsråd og gjennomfører forsknings- og utredningsoppdrag for næringsliv og offentlige etater. TØI ble opprettet i 1964 og er organisert som uavhengig stiftelse.

TØI utvikler og formidler kunnskap om samferdsel med vitenskapelig kvalitet og praktisk anvendelse. Instituttet har et verrfaglig miljø med rundt 90 høyt spesialiserte forskere.

Instituttet utgir tidsskriftet Samferdsel på internett og driver også forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, artikler i vitenskapelige tidsskrifter, samt innlegg og intervjuer i media. TØI-rapportene er gratis tilgjengelige på instituttets hjemmeside [www.toi.no](http://www.toi.no).

TØI er partner i CIENS Forskningscenter for miljø og samfunn, lokalisert i Forskningsparken nær Universitetet i Oslo (se [www.ciens.no](http://www.ciens.no)). Instituttet deltar aktivt i internasjonalt forsknings-samarbeid, med særlig vekt på EUs rammeprogrammer.

TØI dekker alle transportmidler og temaområder innen samferdsel, inkludert trafiksikkerhet, kollektivtransport, klima og miljø, reiseliv, reisevaner og reiseetterspørsel, arealplanlegging, offentlige beslutningsprosesser, næringslivets transporter og generell transportøkonomi.

Transportøkonomisk institutt krever opphavsrett til egne arbeider og legger vekt på å opptre uavhengig av oppdragsgiverne i alle faglige analyser og vurderinger.

### Besøks- og postadresse:

Transportøkonomisk institutt  
Gautstadalléen 21  
NO-0349 Oslo

22 57 38 00  
[toi@toi.no](mailto:toi@toi.no)  
[www.toi.no](http://www.toi.no)