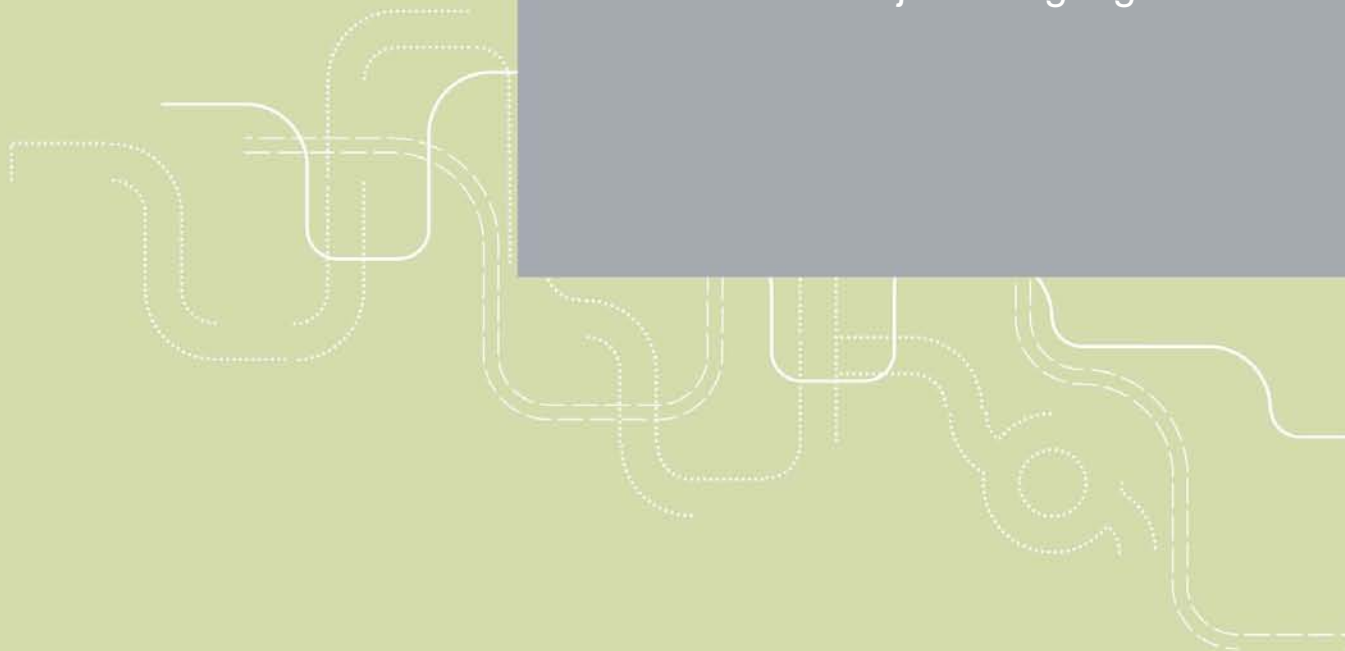


Jardar Andersen
Olav Eidhammer
TØI rapport 1072/2010

tøi Transportøkonomisk institutt
Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning



Indikatorer for miljøvennlig logistikk



Indikatorer for miljøvennlig logistikk

Jardar Andersen

Olav Eidhammer

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 0808-1190

ISBN 978-82-480-1081-4 Papirversjon

ISBN 978-82-480-1080-7 Elektronisk versjon

Oslo, april 2010

Tittel: Indikatorer for miljøvennlig logistikk

Title: Indicators for environmentally friendly logistics

Forfattere: Jardar Andersen
Olav Eidhammer

Author(s): Jardar Andersen
Olav Eidhammer

Dato: 04.2010

Date: 04.2010

TØI rapport: 1072/2010

TØI report: 1072/2010

Sider 55

Pages 55

ISBN Papir: 978-82-480-1081-4

ISBN Paper: 978-82-480-1081-4

ISBN Elektronisk: 978-82-480-1080-7

ISBN Electronic: 978-82-480-1080-7

ISSN 0808-1190

ISSN 0808-1190

Finansieringskilde: Statens vegvesen Vegdirektoratet

Financed by: The Norwegian Public Roads
Administration

Prosjekt: 3425 - Indikatorer for miljøvennlig
logistikk

Project: 3425 - Indicators for environmentally
friendly logistics

Prosjektleder: Jardar Andersen

Project manager: Jardar Andersen

Kvalitetsansvarlig: Inger Beate Hovi

Quality manager: Inger Beate Hovi

Emneord: Byer
Godstransport
Tiltak

Key words: Freight transport
Measures
Urban freight

Sammendrag:

Indikatorer kan bidra til identifikasjon av problemområder og gode eksempler som igjen kan gi grunnlag for bedre virkemidler for å nå målene for miljøpolitikken. I denne rapporten foreslår vi et indikatorsett for miljøvennlig logistikk generelt, og et eget indikatorsett for effektiv og miljøvennlig logistikk og godstransport i by. Indikatorene kan benyttes til sammenligning mellom byer eller til studier av utvikling over tid på nasjonalt nivå eller for enkeltbyer. Ved hjelp av eksisterende statistikkgrunnlag kvantifiserer vi en rekke indikatorer både på nasjonalt nivå og for et utvalg norske byer. Vi finner at effektiviteten i lastebiltransport er forbedret over tid, og rask innfasing av nye kjøretøy har redusert de lokale utslippene fra lastebiltransport. På bynivå viser indikatorene store forskjeller i transportomfang og effektivitet, dels pga ulik næringsstruktur.

Summary:

Development of indicators may contribute to the identification of problem areas and best practices, which in turn may lay the ground for improved measures targeted at environmental policy goals. We present a set of indicators for environmentally friendly logistics in general, and a set for environmentally friendly city logistics. A subset of the suggested indicators are quantified by use of statistics, both at the national level and the city level. The indicator set may be used for comparisons of cities or for studies of development over time, at the national level or the city level.

Language of report: Norwegian

Forord

På oppdrag for Statens vegvesen Vegdirektoratet har TØI utarbeidet indikatorer for miljøvennlig logistikk generelt og indikatorer for miljøvennlig bylogistikk. Foreliggende rapport dokumenterer arbeidet i dette prosjektet.

Oppdragsgivers kontaktpersoner har vært Toril Presttun og Guro Berge, og prosjektet har vært gjennomført innenfor etatsprogrammet "Næringslivets transporter". Det har vært gjennomført flere møter med oppdragsgivers kontaktpersoner, og vi vil takke for god dialog underveis i prosjektet. Vi vil også takke deltakerne på prosjektets workshop om miljøvennlig bylogistikk i september 2009 for verdifulle innspill til arbeidet.

Prosjektarbeidet ved TØI har vært ledet av PhD Jardar Andersen, som har skrevet rapporten med innspill fra cand oecon Olav Eidhammer. Rapporten er kvalitetssikret av forskningsleder Inger Beate Hovi, mens Unni Wettergreen har foretatt den endelige redigeringen av rapporten.

Oslo, april 2010
Transportøkonomisk institutt

Lasse Fridstrøm
instituttssjef

Kjell Werner Johansen
avdelingsleder

Innhold

Sammendrag

Summary

1	Innledning, mål og metodisk tilnærming.....	1
1.1	Innledning	1
1.2	Mål	1
1.3	Metodisk tilnærming.....	2
1.4	Organisering av rapporten	2
2	Godstransportens miljøutfordringer	3
2.1	Generelle utfordringer.....	3
2.2	Byspesifikke utfordringer	3
2.3	Avgrensninger i rapporten	4
3	Mål og tiltak for miljøvennlig logistikk	5
3.1	Noen aktuelle mål	5
3.2	Eksempler på tiltak	8
4	Bruk av miljøindikatorer for godstransport.....	10
4.1	Hva er en indikator?.....	10
4.2	Krav til indikatorer.....	10
4.3	Indikatortypologier	12
4.4	DPSIR-modellen	12
5	Kilder til indikatorer	14
5.1	EUs TERM-indikatorer.....	14
5.2	Statistisk sentralbyrå	14
5.3	BESTUFS	14
5.4	Andre forsknings- og utredningsrapporter.....	15
6	Indikatorsett for miljøvennlig logistikk.....	16
6.1	Drivkrefter	18
6.2	Transport.....	19
6.3	Miljø.....	21
6.4	Konsekvenser.....	22
6.5	Plan og politikk.....	22
7	Uttesting av indikatorer	24
7.1	Indikatorer på nasjonalt nivå.....	24
7.2	Indikatorer for byer	34
7.3	Oppsummering av indikatoruttesting.....	44
8	Anbefalinger om bruk	46
	Referanser.....	48
	Vedlegg 1. TERM-indikatorene.....	51
	Vedlegg 2. Utfyllende ubearbeidet indikatorliste.....	53

Sammendrag:

Indikatorer for miljøvennlig logistikk

Indikatorer kan bidra til identifikasjon av problemområder og gode eksempler som igjen kan gi grunnlag for bedre virkemidler for å nå målene for miljøpolitikken. I denne rapporten foreslår vi et indikatorsett for miljøvennlig logistikk generelt, og et eget indikatorsett for effektiv og miljøvennlig logistikk og godstransport i by. Indikatorene kan benyttes til sammenligning mellom byer eller til studier av utvikling over tid på nasjonalt nivå eller for enkeltbyer. Ved hjelp av eksisterende statistikkgrunnlag kvantifiserer vi en rekke indikatorer både på nasjonalt nivå og for et utvalg norske byer. Vi finner at effektiviteten i lastebiltransport er forbedret over tid, og rask innfasing av nye kjøretøy har redusert de lokale utslippene fra lastebiltransport. På bynivå viser indikatorene store forskjeller i transportomfang og effektivitet, dels pga ulik næringsstruktur.

Bakgrunn

Godstransportsektoren er en stor bidragsyter til bl.a. utslipp av klimagasser, lokal forurensning, støy og svevestøv. Behovet for å gjøre transportsektoren mer miljøvennlig har vært på agendaen til beslutningstakere og forskere i flere tiår, men det er fremdeles behov for ytterligere tiltak for å begrense skadevirkningene av godstransportaktiviteten.

For at myndighetene skal utvikle effektive tiltak for å redusere miljøulempene ved transport, er det behov for inngående kjennskap til transportsektoren. En av flere mulige tilnærminger er å utvikle *indikatorer* som uttrykker vesentlige sider av godstransportaktiviteten, og som kan bidra til identifikasjon av problemområder på den ene siden og ”best practice”-eksempler på den andre siden.

Litman (2009) definerer en *indikator* som en variabel valgt og definert for å måle utvikling mot en målsetning. Indikatorer har to hovedfunksjoner (OECD, 2003):

- De reduserer antall målinger og parametre som ellers ville vært påkrevet for en nøyaktig representasjon av en situasjon eller tilstand
- De forenkler formidling av resultatene av målingene til brukeren

Indikatorer har kort oppsummert til hensikt å *forenkle* og *formidle* komplekse sammenhenger.

Målet med rapporten er å definere et sett indikatorer for miljøvennlig logistikk generelt, samt et eget indikatorsett som reflekterer effektiv og miljøvennlig logistikk i by. Indikatorene bør tilfredsstillende kjente krav til gode indikatorer, og det må også være mulig å tallfeste indikatorene enten ved hjelp av eksisterende statistikk eller ved realistiske utvidelser av eksisterende statistikkgrunnlag. Indikatorene skal gi grunnlag for sammenligning mellom byer og vurdering av utvikling over tid på bynivå og på nasjonalt nivå.

DPSIR-modellen

Det har lenge vært vanlig å betrakte miljøindikatorer i kjeder som inkluderer påvirknings/pressfaktorer, tilstandsfaktorer og responsfaktorer. Hensikten med en slik tilnærming er å synliggjøre årsak-virkningsforhold og å få indikatorsett som omhandler og beskriver mer enn bare selve miljøtilstanden. EUs miljøbyrå i København (EEA, 2003) betrakter miljøindikatorer i en utvidet årsak-virkningskjede med den såkalte *DPSIR-modellen*:

- Drivers (drivkrefter)
- Pressures (påvirkning eller pressfaktorer) [Transport]
- State (tilstand) [Miljøtilstand]
- Impact (konsekvenser)
- Response (plan og politikk)

Drivkrefter omfatter økonomiske og sosiale trender, inkludert endringer i kjøpekraft, befolkningsmengde og –sammensetning. I godstransportsammenheng vil også aktivitet i godstransportintensive næringer, endringer i handelsmønster og logistiske trender være sentrale drivkrefter.

Transport påvirkes av drivkreftene og betraktes som pressfaktoren overfor miljøet. Dette inkluderer trekk ved transporten, inkludert omfang og utøvelse. Indikatorene for transport skal blant annet fange opp hvor mye som transporteres, om transportene organiseres på en effektiv måte mht miljøpåvirkning og egenskaper ved kjøretøyene som benyttes.

Miljøtilstanden fanger opp miljørelaterte effekter som kan knyttes til transporten. Dette inkluderer arealbruk, energibruk og utslipp.

Konsekvenser er virkninger og konsekvenser som miljøtilstanden har for mennesker og samfunn. Slike virkninger kan være helseeffekter av støy og utslipp, ulykker og andre eksterne virkninger.

Plan og politikk representerer tiltak som politiske aktører iverksetter for å redusere miljøulempene forbundet med transport og de konsekvensene som miljøulempene har. De aktuelle tiltakene kan ha ambisjoner om å påvirke drivkreftene, men en kan også tenke seg tiltak som påvirker transport, miljø eller konsekvenser direkte.

Indikatorer for miljøvennlig logistikk

Vi presenterer et forslag til kjerneindikatorer for miljøvennlig logistikk i tabell S-I. Indikatorene er gruppert i henhold til inndelingen i DPSIR-modellen, og deretter etter underkategorier som angir hovedtema. I tillegg til indikatornavn er enhet og mulige datakilder beskrevet. For hver indikator angir vi om den er aktuell for byanalyser og/eller for analyser på nasjonalt nivå, dette angis med avkrysning X i tilhørende kolonne. Videre har vi angitt datatilgjengelighet med fargekoder: Skyggelagt bakgrunn i kolonnene for bynivå og nasjonalt nivå betyr at det finnes datakilder for kvantifisering av indikatoren. Det kan være varierende kvalitet på dataene. Skravert bakgrunn betyr at det bør være mulig å beregne indikatorene hvis man bruker noe tid på det, i enkelte tilfeller med betydelig usikkerhet. Hvit bakgrunn i celler med avkrysning betyr at det ikke ser ut til å være noen relevante kilder for data tilgjengelig – med mindre man gjør spesifikke studier e.l.

Tabell S-I. Foreslåtte indikatorer for miljøvennlig logistikk.

	Tema	Indikator	Enhet	Datakilder	By	Nasj
DRIVKREFTER	Demografi	1 Befolkningsmengde	Antall	SSB/befolkning	X	X
	Økonomi	2 Personinntekt	Kroner	SSB/skatt	X	X
		3 Brutto nasjonalprodukt (BNP)	Kroner	SSB/nasj.regnsk.		X
	Næringsvirksomhet	4 Sysselsatte i agentur- og engroshandel, bygg og anlegg, detaljhandel og hotell/restaurantvirksomhet	Antall	SSB/arbeid	X	X
		5 Omsetning per innbygger i detaljhandel	Kr /capita	SSB/varehandel	X	X
		6 Bruksareal av igangsatte bygninger	m2 per capita	SSB/næring	X	X
	Logistikk	7 Import og eksport	Tonn (per capita)	SSB/utenriksh.	X	X
		8 Fraktpris	Kr/tonnkm	SSB/prisindeks		X
TRANSPORT	Omfang	9 Transportarbeid etter transportmiddel og godstype	Tonnkm	SSB/transport		X
		10 Trafikkarbeid på veg	Kjøretøykm	SSB/transport	X	X
		11 Godstransportarbeid per capita	Tonnkm/capita	SSB/LBU, havn og befolkning	X	X
		12 Transportert mengde til og fra norske byer etter transportmiddel	Tonn (per capita)	SSB/transport og SSB/befolkning	X	
	Kjøretøyene som er brukt	13 Kjørelengde etter kjøretøyenes alder	Km	SSB/kjøretøy		X
		14 Trafikkarbeid etter Euro-klasse	%	SSB/kjøretøy		X
	Utøvelse av transporten	15 Transporteffektivitet	Tonnkm/kjøretøykm	SSB/LBU	X	X
		16 Tomkjøringsprosent	% av kjøretøykm	SSB/LBU	X	X
		17 Gjennomsnittlig lastdistanse	Km/tonn	SSB/LBU	X	X
		18 Fordeling av turer på ukedag og gjennom døgnet	Tidsintervaller	SVVs vegtrafikktegninger	X	
19 Forsinkelse for næringslivets transporter		Indeks		X		
Leveringsforhold	20 Stoptid ved levering	Minutter		X		
MILJØ	Energibruk	21 Energiforbruk per transportmiddel	GWh/år	SSB/miljø	X	X
	Utslipp	22 Totale klimagassutslipp og lokale utslipp fra godstransport	tonn/år (og evt capita)	SSB/miljø	X	X
		23 Klimagassutslipp og lokale utslipp per tonnkm og per vognkm	gram/km	SSB/miljø og SSB/LBU	X	X
		24 Utslipp av olje til sjøs	Tonn	Kystverket		X
	Arealbruk	25 Arealbeslag til godsfasiliteter	m2 / capita	(GAB)	X	X
KONSEKVENSER	Eksterne effekter	26 Eksterne kostnader av godstransport	Kroner	Kan beregnes		X
	Helse	Helseeffekter av støy og utslipp er behandlet i Nenseth og Nielsen (2009)				
	Ulykker	27 Antall skadde og drepte i ulykker som involverer godskjøretøy	Antall	SSB/transport	X	X
		28 Antall skadde og drepte i skipsulykker med godsskip	Antall	SSB/transport		X
PLAN OG POLITIKK	Planlegging	29 Strategier for gods i by	Ja/Nei	Spørsmål til kommuner?	X	
		30 Formalisert samarbeid for planlegging av næringsliv og godstransport	Ja/Nei		X	
	Arealbruk	31 Krav til utforming av varemottak	Ja/Nei		X	X
	Økonomiske virkemidler	32 Rushtidsavgift for bedret trafikkflyt	Ja/Nei		X	
		33 Internalisering av eksterne kostnader	%		Kan beregnes	

TØI-rapport 1072/2010

Uttesting av indikatorer

Vi har kvantifisert et utvalg av de foreslåtte indikatorene både på nasjonalt nivå og på bynivå, i hovedsak ved bruk av statistikk fra Statistisk sentralbyrå. På nasjonalt nivå har vi belyst at det er personinntekt (indikator 2) som ser ut til å være den drivkraften som har hatt mest sammenfallende utvikling med trafikkarbeid på veg de siste årene. I norsk godstransport er det vegtransport som er største bidragsyter til CO₂-utslipp, mens skipsfarten står for majoriteten av utslippene av nitrogenoksider (NO_x).

I sammenligningen av byer er det tatt utgangspunkt i de tretten byene som inngår i initiativet Framtidens byer, samt sju andre byer. Det er vanskelig å trekke noen konklusjoner om grad av sammenfall mellom drivkrefter og transportutvikling, men det kan se ut til å være noe sammenfall mellom transportutvikling og drivkrefter som inntekt og sysselsetting. Ser man på beregnet CO₂-utslipp fra godstransport per capita i de tjue byene vi har gjort beregninger for, så er dette høyest i Larvik, Tønsberg, Porsgrunn og Drammen. I motsatt ende finner vi Oslo, Skien og Trondheim.

Det må imidlertid understrekes at det er betydelig usikkerhet i det underliggende datamaterialet, spesielt ved analyser på bynivå. Hensikten med uttestingen har vært å teste indikatorens relevans og bruksområder, og uttestingen gir ikke noen fullgod vurdering av statusen for norske byer. Vi overlater imidlertid til senere arbeid å foreta en mer grundig sammenligning av godstransportrelatert miljøstatus for norske kommuner.

Anbefalinger om bruk

Indikatorene som er diskutert og foreslått i denne rapporten er ment å utgjøre et samlet indikatorsett enten for byanalyser eller for analyser på nasjonalt nivå. I mange tilfeller vil det være naturlig å bruke deler av indikatorsettet, mens det i andre sammenhenger er naturlig å bruke hele indikatorsettet. Det finnes ulike tilnærminger til hvordan man kombinerer informasjon fra et sett indikatorer, for eksempel ved hjelp av multikriteria-analyser.

Det kan være problematisk å sammenligne byer på grunnlag av indikatorer, da næringsstruktur og bosettingsmønster i stor grad vil styre hvordan byer kommer ut i sammenligninger. Man må derfor være varsom med tolkning av resultater som fremkommer ved bruk av indikatorer på bynivå. Indikatorer kan likevel fungere som gode styringsverktøy, for eksempel ved observasjon av utvikling over tid.

Summary:

Indicators for environmentally friendly logistics

Development of indicators may contribute to the identification of problem areas and best practices, which in turn may lay the ground for improved measures targeted at environmental policy goals. We present a set of indicators for environmentally friendly logistics in general, and a set for environmentally friendly city logistics. A subset of the suggested indicators are quantified by use of statistics, both at the national level and the city level. The indicator set may be used for comparisons of cities or for studies of development over time, at the national level or the city level.

Introduction

The freight transport sector contributes to a range of environmental problems, including emissions of greenhouse gases, local emissions and noise. The need to reduce the environmental impacts of transport has been on the agenda of decision-makers and researchers for decades, but there is nevertheless an increasing need to design and implement measures that may reduce the environmental impacts of freight transport.

In order to properly develop useful measures it is necessary to obtain a good understanding of the freight transport sector. The development of *indicators* expressing important aspects of the transport activities may contribute to the identification of problem areas as well as good practices. Litman (2009) defines an indicator as “a variable selected and defined to measure progress towards an objective”. Indicators have two major functions (OECD, 2003):

- They reduce the number of measurements and parameters required to give an accurate description of a situation
- They simplify the communication of measurements to the users

To summarise, indicators are used to *simplify* and to *communicate*.

The aim of this report is to define a set of indicators for environmentally friendly logistics in general as well as indicators specific for logistics and freight transport at city level. The indicators should facilitate analysis of the environmental performance of Norwegian freight transport and logistics, and lay the ground for comparisons between cities and development over time. It is a goal that it should be possible to quantify the indicators from existing statistics or by reasonable extensions of existing statistics.

The DPSIR model

The OECD and other institutions have organised indicators in accordance with cause-effect relationships, for instance by linking pressures, states and responses. The European Environmental Agency (EEA, 2003) organises environmental indicators according to the *DPSIR* model:

- Drivers
- Pressures (in our case transport)
- State (of the environment)
- Impact
- Response

Drivers represent economic and social trends, including demography and purchasing power. For freight transport, also industrial activity, foreign trade and logistic trends are important drivers.

The **transport** activities are affected by the drivers and are considered to represent **pressure** on the environmental status. This includes volumes transported, the organisation of the transport, vehicles used, etc.

The state of the environment includes environmental effects of the transport activities, including land use, energy use and emissions.

Impact refers to consequences and impacts that the environmental status has on humans and society. This includes health effects of noise and emissions, accidents and other external effects.

Response covers the measures that are applied to reduce the environmental impacts of the transport. The measures may be targeted towards the drivers giving a cyclic model, but measures may also be directed towards transport, the state of the environment or the environmental impacts of transport.

Indicators for environmentally friendly logistics

We present a suggested set of indicators for environmentally friendly logistics in Table S-I. The indicators are grouped in accordance with the DPSIR-model, and further by topic. For each indicator we indicate by “X” in the two last columns whether it is intended for use at city/municipality-level or for national analysis. Data availability is indicated by use of a coloring scheme. Shaded cells in the two last columns indicate that data is available for quantification. Stripes indicate that it might be possible to quantify the indicator by calculations, in some occasions with significant uncertainty. White background in cells marked with “X” means that no known data sources are currently available. These indicators are nevertheless included due to their importance or because data coverage could be anticipated in the future.

Table S-I. Proposed indicators for environmentally friendly logistics.

	Topic	Indicator	Unit	City	Nat.
DRIVERS	Demography	1 Population	Number	X	X
	Economics	2 Personal income	NOK	X	X
		3 Gross Domestic Product	NOK		X
	Industrial activity	4 Employment in wholesale, retail and agency businesses, construction activities and hotels and restaurants	Number	X	X
		5 Turnover in retail trade	NOK /capita	X	X
		6 Area of buildings under construction	m ² / capita	X	X
	Logistics	7 Imports and exports	Tonnes (per capita)	X	X
		8 Freight rates (price of transport)	NOK/ tonne km		X
TRANSPORT	Size and extent	9 Modal split by group of goods	Tonne km		X
		10 Vehicle kms in road freight transport	Vehicle km	X	X
		11 Tonne kms per capita	Tonne km / capita	X	X
		12 Tonnes transported by mode	Tonnes (per capita)	X	
	Vehicles	13 Distances covered by vehicle age	Km		X
		14 Distances covered by Euro standard	%		X
	Performance	15 Transport efficiency	Tonne km / vehicle km	X	X
		16 Rate of empty kilometres	% of vehicle km	X	X
		17 Transport content	Vehicle km / tonne	X	X
		18 Trip distribution by day and time of the day	Time intervals	X	
Deliveries	19 Delays for industrial transport	Index	X		
	20 Stop time for deliveries	Minutes	X		
ENVIRONMENT	Energy use	21 Energy use by mode	GWh / year	X	X
	Emissions	22 Total emissions (local emissions and greenhouse gas (GHG) emissions) by mode	Tonnes / year (and capita)	X	X
		23 Emissions (local and GHG) per tonne km and per vehicle km	Gramme / km	X	X
		24 Illegal discharges of oil at sea	Tonnes		X
Land use	25 Size of land used for freight facilities	m ² / capita	X	X	
IMPACTS	External effects	26 External costs of freight transport	NOK		X
	Health effects	<i>Health effects of noise and emissions are treated in Nenseth og Nielsen (2009)</i>			
	Accidents	27 Killed and injured persons in accidents involving freight vehicles	Number	X	X
28 Killed and injured persons in accidents involving freight vessels		Number		X	
RESPONSE	Planning	29 Strategies for city logistics	Yes/No	X	
		30 Formalised cooperation between authorities and industry for planning of city logistics	Yes/No	X	
	Land use	31 Requirements for the design of freight loading/unloading facilities	Yes/No	X	X
	Financial measures	32 Congestion charging for improved traffic flows	Yes/No	X	
		33 Internalisation of external costs	%		X

TØI report 1072/2010

Testing of indicators

We have quantified a subset of the proposed indicators, both at national level and at city level. Most data are collected from Statistics Norway. At national level it seems that personal income (indicator 2) is the driver that is closest to following the development in road freight traffic. Road transport is the largest contributor to CO₂ emissions in Norwegian freight transport, while maritime transport is the major contributor to emissions of nitrogen oxides (NO_x).

In the comparison of cities it appears difficult to draw any clear conclusions on the degree of correlation between drivers and transport development, but it might seem that income and employment to some degree correlates with the development in transport at city level.

The purpose of the indicator testing has been to assess the relevance and usability of the indicators, and not to make a comprehensive evaluation of the environmental statuses of the considered cities. A thorough comparison of the freight transport-related environmental status of Norwegian cities is left for future studies.

Recommendations for use

The indicators that are proposed in this report give a comprehensive overview of the environmental status of freight transport in cities or at national level. It may in some occasions be useful to use a subset of the indicators only. Direct comparison of cities based on the indicators might be difficult, in particular because industrial structure and settlement patterns strongly affect the outcome of a comparison. This represents an important perspective that stresses the need for treating results with care, but it may in some occasions be possible to correct for such differences. Moreover, indicators may also be used to study development over time.

There are different methodological approaches for combining information from a set of indicators, including multicriteria analysis and different evaluation frameworks. Such developments are outside the scope of this work, but should be considered in the future.

1 Innledning, mål og metodisk tilnærming

1.1 Innledning

Godstransportsektoren er en stor bidragsyter til bl.a. utslipp av klimagasser, lokal forurensning, støy og svevestøv. Behovet for å gjøre transportsektoren mer miljøvennlig har vært på agendaen til beslutningstakere og forskere i flere tiår, men det er fremdeles behov for ytterligere tiltak for å begrense skadevirkningene av godstransportaktiviteten.

For at myndighetene skal utvikle effektive tiltak for å redusere miljøulempene ved transport, er det behov for inngående kjennskap til transportsektoren. En av flere mulige tilnærminger er å utvikle *indikatorer* som uttrykker vesentlige sider av godstransportaktiviteten, og som kan bidra til identifikasjon av problemområder på den ene siden og ”best practice”-eksempler på den andre siden. Indikatorer kan benyttes til å måle nasjonal utvikling over tid, eller til sammenligninger mellom byer, verdikjeder, bedrifter osv.

Det finnes mange eksempler på indikatorsett for miljøvennlig transport. Ett eksempel er TERM-indikatorene¹ som benyttes av EU. Statistisk sentralbyrå (SSB) forsøker å dekke TERM-indikatorene med data for Norge, se for eksempel (Statistisk sentralbyrå, 2009). Det finnes også indikatorsett spesielt rettet mot bytransport, disse er i stor grad rettet mot persontransport. Nenseth og Nielsen (2009) presenterer et utvalg anbefalte indikatorer for miljøvennlig bytransport. Imidlertid er også godstransport en viktig kilde til transportrelaterte problemer både i byer og mer generelt. På grunn av ulike egenskaper ved passasjer- og godstransport er det behov for egne indikatorer som fanger opp viktige aspekter ved godstransport og logistikk. I denne rapporten vil vi presentere og vurdere indikatorer for effektiv og miljøvennlig bylogistikk samt indikatorer for miljøvennlig logistikk generelt. Hovedfokus vil være på transportdelen av logistikk, og byrelaterte problemstillinger har vært sterkere vektlagt enn generelle nasjonale problemstillinger. Dette gjenspeiles blant annet i gjennomgang av aktuelle tiltak og datakilder for indikatorer.

1.2 Mål

Målet med rapporten er å definere et sett indikatorer for miljøvennlig logistikk generelt, samt et eget indikatorsett som reflekterer effektiv og miljøvennlig logistikk i by.

Indikatorene bør tilfredsstillende kjente krav til gode indikatorer, og det må som hovedregel være mulig å tallfeste indikatorene enten ved hjelp av eksisterende

¹ www.eea.europa.eu/themes/transport/indicators

statistikk eller ved realistiske utvidelser av eksisterende statistikkgrunnlag. Indikatorene skal gi grunnlag for sammenligning mellom byer og vurdering av utvikling over tid på bynivå og på nasjonalt nivå.

1.3 Metodisk tilnærming

Vi foretar først en bred gjennomgang av relevante indikatorer, og trekker ut indikatorer som har relevans for miljøvennlig logistikk generelt eller for miljøvennlig og effektiv bylogistikk. De viktigste indikatorer blir beskrevet i kapittel 5. De aktuelle indikatorene blir så gruppert i henhold til DPSIR-modellen for betraktning av indikatorer i en utvidet årsak-virkningskjede, denne modellen blir beskrevet i kapittel 4.4. Konkrete innspill om indikatorer ble mottatt på en workshop i september 2009 hvor representanter fra bransjeorganisasjoner og lokal forvaltning deltok.

TØI har videre i samråd med oppdragsgiver foreslått to sett indikatorer – ett for miljøvennlig logistikk generelt, og ett for analyser av byområder. Utvelgelsen av indikatorer er basert på et sett indikatorer som blir diskutert i kapittel 4.2. Det er i særlig grad lagt vekt på hva slags indikatorer som kan dekkes med eksisterende datagrunnlag.

1.4 Organisering av rapporten

Resten av denne rapporten er organisert som følger: I kapittel 2 gir vi en kort introduksjon til viktige miljøutfordringer i godstransport, etterfulgt av diskusjon av aktuelle mål og tiltak for mer miljøvennlig logistikk i kapittel 3. En introduksjon til bruk av indikatorer for miljøvennlig transport og eksempler på indikatorer følger henholdsvis i kapittel 4 og kapittel 5. De foreslåtte kjerneindikatorer følger så i kapittel 6, og i kapittel 7 har vi tallfestet en del viktige indikatorer på nasjonalt nivå og indikatorer for et sett norske byer. Anbefalinger om bruk presenteres i kapittel 8.

2 Godstransportens miljøutfordringer

Vi gjør i dette kapittelet kort rede for de viktigste miljøutfordringene forbundet med godstransport. I kapittel 2.1 tar vi for oss generelle problemstillinger, mens byspesifikke utfordringer blir diskutert i kapittel 2.2.

2.1 Generelle utfordringer

Godstransporten står for en betydelig andel av klimagassutslippene fra transportsektoren. Andre miljøutfordringer knyttet til godstransport er støy og vibrasjoner, lokale utslipp, arealinngrep og ulykker. Det har de siste tiårene vært sterkt politisk fokus på å fremme intermodale transportløsninger med sjø- og jernbanetransport på lengre distanser for å redusere omfanget av lastebiltransport. Imidlertid har lastebiltransport økt i omfang over tid, blant annet som følge av sentralisering med endrede logistikkløsninger og globalisering med økning i internasjonal handel og lengre transportdistanser. En annen observert trend har vært redusert lagerhold med fokus på ”just in time” leveranser – og tilhørende økte krav til høy servicekvalitet som lastebiltransport har vært best i stand til å håndtere.

Skipsfart og lastebiltransport står videre for betydelige utslipp av nitrogenoksider, og for skipsfarten har også oljesøl og andre utslipp til vann vært problemområder. Imidlertid er omfanget av oljesøl betydelig redusert siden 1970-tallet (Statistisk sentralbyrå, 2009).

2.2 Byspesifikke utfordringer

Miljøutfordringer ved godstransport i by er i tillegg til klimagassutslipp i første rekke knyttet til lokale utslipp av nitrogenoksider og svevestøv, støy, ulykker og arealinngrep. I Norge har fokus på slike problemstillinger økt etter at Bergen opplevde svært dårlig luftkvalitet under en kuldeperiode i januar 2010. Mens det for persontransport i by er sterkt fokus på bruk av alternative transportformer til personbil, er valg av transportmiddel ingen reell problemstilling for godstransport i by. For de aller fleste leveranser eksisterer det ingen alternativer til bruk av vare- eller lastebil. Utfordringene knyttet til godstransport i by er snarere det totale transportbehovet og på hvilken måte biltransportene gjennomføres.

I de største norske byene er køer med tilhørende forsinkelser et betydelig problem, og dette kan også gi økte utslipp per utkjørte kilometer. I tillegg kan dårlige leveringsforhold gi betydelige forsinkelser og utslippsøkninger, samt visuell forøpling og problemer med trafikkavviklingen. I slike sammenhenger er det gjerne en klar sammenheng mellom bedret effektivitet og bedret miljø.

I byer og tett befolkede områder er også arealbruk et aktuelt tema, og for godstransport er spesielt lokalisering av terminaler viktig, da dette både påvirker effektivitet og utkjørt distanse, men kan også gi lokale miljøulemper.

2.3 Avgrensninger i rapporten

Rapporten tar for seg godstransport og godstransportrelaterte problemstillinger. Nenseth og Nielsen (2009) tar for seg indikatorer for miljøvennlig bytransport, med fokus på persontransport. Vår rolle er derfor å komplettere bildet med godsspesifikke indikatorer for byområder – i tillegg til indikatorer for miljøvennlig logistikk generelt. De generelle indikatorene er tenkt brukt til analyser på nasjonalt nivå, eventuelt regionnivå hvis datatilgjengeligheten tillater det. Problemstillinger og egenskaper som omfatter både gods- og persontransport er derfor utelatt, heriblant infrastruktur som ikke er godsspesifikk.

Rapporten fokuserer ikke på indikatorer spesielt rettet mot verdikjede i mikro eller enkeltbedrifter, men noen av indikatorene vil kunne brukes både i mikro og på mer aggregert nivå.

Tematisk fokus for rapporten er miljø, med særlig fokus på lokale og globale utslipp, støy og vibrasjoner, ulykker og arealbruk/bymiljø/estetikk. Vi er ikke opptatt av livssyklusbetraktninger for kjøretøy, avfall osv i denne rapporten.

For byrelaterte problemstillinger er også effektivitet interessant, men da i første rekke når effektivitet også er knyttet til miljø.

3 Mål og tiltak for miljøvennlig logistikk

I dette kapittelet tar vi for oss en del uttalte mål for miljøvennlig godstransport og logistikk, både fra EUs transportpolitikk, lokale og nasjonale myndigheter og bransjen selv. I tillegg gjør vi rede for en del testede og foreslåtte tiltak som kan anvendes for å nå målene som er satt. Hensikten med å presentere mål og tiltak er å sette et rammeverk for *hva* indikatorene skal kunne brukes til å måle eller si noe om.

3.1 Noen aktuelle mål

EUs transportpolitikk

Bærebjelken i EUs transportpolitikk det siste tiåret har vært hvitboken "Time to decide" (Europakommisjonen, 2001). Hvitboken ble midtveisevaluert i 2006 (Europakommisjonen, 2006), og det pågår for tiden en sluttevaluering og utredning av fremtidige strategier. Blant målene som er skissert i midtveisevalueringen er at EU gjennom sin politikk skal bidra til å:

- Forbedre effektiviteten i transportsektoren
- Forbedre bærekraften i transportsektoren
- Redusere køer
- Redusere utslipp
- Fremme bruk av alternative drivstoff

Europakommisjonen er imidlertid også opptatt av transport i by, og utga i 2007 grønnboken "Towards a new culture for urban mobility" (Europakommisjonen, 2007) som retter oppmerksomheten mot en del byspesifikke problemstillinger og definerer et sett mål for miljøvennlig bytransport. Hovedtyngden av problemstillinger og mål er imidlertid knyttet til persontransport.

Nasjonal politikk

I Stortingsmelding 34 2006/2007 "Norsk klimapolitikk" uttrykkes det at langsiktige mål for norsk klimapolitikk er at Norge skal være karbonnøytralt i 2050 og at Norge fram til år 2020 skal påta seg en forpliktelse om å kutte de globale utslippene av klimagasser tilsvarende 30 % av det norske utslippsnivået i 1990. Selv om klimatoppmøtet i København i desember 2009 ikke resulterte i nye bindende avtaler, er det sannsynlig at det vil komme ytterligere ambisjoner om utslippsreduksjoner i framtida.

To av de fire hovedmålene i Nasjonal transportplan (NTP) 2010-2019 er

- Bedre **framkommelighet** og reduserte avstandskostnader for å styrke konkurransekraften i næringslivet og bidra til å opprettholde hovedtrekkene i bosettingsmønsteret.
- Bidra til å redusere **miljøskadelige** virkninger av transport, samt bidra til å oppfylle nasjonale mål og Norges internasjonale forpliktelser på miljøområdet.

For hvert av hovedmålene er det definert et sett etappemål som viser hvilke områder regjeringen vil ha fokus på i planperioden, og for etappemål som ikke er kvantifiserbare i seg selv er det definert en eller flere indikatorer som sier hvor langt en kommer i oppfølgingen av målene. I tabell 1 presenterer vi relevante etappemål fra NTP samt indikatorer som kan relateres til godstransport. Blant indikatorene er det enkelte som er fokusert på godstransport, mens det for andre indikatorer er situasjonsavhengig om de er relevante for godstransport.

Tabell 1. Relevante etappemål og indikatorer fra NTP.

Etappemål	Foreslåtte indikatorer
F1. Transporttilbudet og påliteligheten i transportsystemet skal bedres i perioden	F1.1. Punktlighet og regularitet for gods- og persontog på de viktigste togrutene F1.6. Antall timer de viktigste vegrutene for godstransport er stengt
F3. Rushtidsforsinkelser for næringsliv og kollektivtransport i de fire største byområdene skal reduseres i perioden.	F3.1. Forsinkelse for biltrafikken og lastebiltrafikken i rushtiden
F5. Avstandskostnader mellom regioner skal reduseres i perioden	F5.1 Transportkostnader for en gjennomsnittlig tungtransport på utvalgte ruter på riksvegnettet
M1. Bidra til at transportsektoren reduserer klimagassutslippene med 2,5 – 4 mill. tonn CO ₂ -ekvivalenter i forhold til forventet utslipp i 2020.	M1.1 Utslipp av klimagasser fra transportsektoren målt i CO ₂ -ekvivalenter samlet og per sektor
M2. Redusere NO _x -utslippene i sektoren.	M2.1 Utslipp av nitrogenoksider/forsurende utslipp fra transportsektoren samlet og per sektor
M3. Bidra til å oppfylle nasjonale mål for lokal forurensning og støy.	M3.1 Antall bosatte i områder utsatt for timemiddelkonsentrasjoner av NO ₂ over nasjonale mål M3.2 Antall bosatte i områder utsatt for døgnmiddelkonsentrasjoner av svevestøv (PM10) over nasjonale mål M3.3 Støyplageindeks (SPI) M3.4 Antall personer utsatt for over 38dB innendørs støynivå
M4. Unngå inngrep i viktige naturområder og ivareta viktige økologiske funksjoner.	M4.1 Antall daa inngrep i eller nærføring til nasjonalparker og landskapsvernområder M4.2 Antall daa inngrep i eller nærføring til naturreservater M4.3 Prosjekter med meget stor negativ konsekvens for naturmiljø M4.4 Andel utbedrede registrerte konflikter mellom transportnettet og biologisk mangfold
M5. Begrense inngrep i viktige kulturminner, kulturmiljø, kulturlandskap og dyrket jord	M5.1 Kulturminner som går tapt eller får redusert kvalitet på grunn av nyanlegg M5.2 Antall daa kulturmiljøer som går tapt eller får redusert verdi på grunn av nyanlegg M5.3 Antall daa dyrket jord til transportformål M5.4 Spesielt viktige kulturlandskap som får redusert sin verdi vesentlig som følge av nyanlegg
M6. Unngå utslipp av olje eller andre miljøfarlige kjemikalier som følge av uønskede hendelser til sjøs	M6.1 Utslipp av olje og andre kjemikalier som følge av uønskede hendelser til sjøs

Kommuner

Det er stor variasjon mellom norske kommuner mht hvor langt de har gått i å utvikle lokale målsettinger for miljø og transport. Enova og KS (kommunesektorens interesse- og arbeidsgiverorganisasjon) gir i tjenesten *Klimakommuner*² detaljert informasjon om kommunenes arbeid med klima- og energiplaner. Gode eksempler finnes i Fredrikstad kommune (2007) og Kristiansand. Det er imidlertid få mål som knyttes til godstransport. I transportplan for Trondheim kommune (Trondheim kommune, 2007) sies det imidlertid at ”Målet er å få større effektivitet i varedistribusjonen slik at produktiviteten økes, det blir færre distribusjonsbiler i bykjernen, distribusjonskostnadene reduseres, og miljøet og trivselen i byen forbedres”. I Bergen har man fokus på miljøeffekter ved endret lokalisering av havn og jernbaneterminal. I (Bergen kommune, 2009) sies det at ” Det er et mål at de endringer som gjøres i forhold til havn, godsterminaler og etablering av store nye næringsarealer gjøres ut fra et bærekraftperspektiv, og med reduserte klimagassutslipp som ett resultat”. I Grenland er man opptatt av at arealkrevende og godstransportskapende næringer skal lokaliseres nær hovedtransportnettet (Porsgrunn og Skien, 2009).

Initiativet *Framtidens byer*³ som er et samarbeid mellom staten og 13 av de største norske byene har til hensikt å redusere klimagassutslipp og gjøre byene bedre å bo i. Innsatsen er fokusert på virkemidler og tiltak innenfor fire satsingsområder:

- Arealbruk og transport
- Stasjonær energibruk i bygg
- Forbruksmønster og avfall
- Tilpasning til klimaendringer

Som del av arbeidet utarbeider de enkelte kommunene lokale handlingsprogram. Det ser foreløpig ut til å være varierende fokus på godstransport i arbeidet, men i noen av kommunene er det planer om enkelte godstransportrelaterte tiltak.

Aktører i godstransportnæringen

Også blant aktørene i godstransportbransjen eksisterer det handlingsplaner og målsetninger relatert til miljø. Logistikk- og transportindustriens landsforening (LTL) har utarbeidet et klimaprogram (LTL, 2009) som blant annet kommer med innspill til hva enkeltbedrifter kan gjøre, hva LTL selv kan gjøre, og hva myndighetene kan gjøre. Også enkeltbedrifter har i økende grad konkrete målsetninger på miljøområdet. I en spørreundersøkelse gjennomført høsten 2008 fant TØI at det i den norske speditørbransjen gjennomgående er et bredere tilbud av miljøvennlige transportløsninger enn det kundene etterspør (Eidhammer og Andersen, 2009).

² <http://www.klimakommune.enova.no>

³ <http://www.framtidensbyer.no>

3.2 Eksempler på tiltak

Mange ulike tiltak er foreslått for å fremme miljøvennlig logistikk – både på lengre distanser og under distribusjon og annen godstransport i by. For å illustrere kompleksiteten og de mange ulike veiene til målene har vi i figur 1 laget en forenklet fremstilling av hva som bestemmer totale utslipp fra godstransport. I denne figuren er det for enkelhets skyld antatt at lastebil er eneste aktuelle transportmiddel, og figuren er laget med utgangspunkt i byrelaterte problemstillinger.

Befolkning	x	Varebehov per capita	/	Lastvekt per tur	x	Distanse per tur	x	Utslipp per kilometer	
Flyttestrømmer Andre demografiske endringer		Kjøpekraft Befolknings-sammensetning		Logistikk Kostnader Produktspekter Tillatt bilstørrelse		Arealbruk Terminal-lokalisering Rute-planlegging		Trafikkflyt Leveranseforhold Kjøreatferd Kjøretøyteknologi	
Totalt leveransebehov									
Antall turer									
Trafikkarbeid (antall kjøretøykilometer)									
Totalt utslipp									

TØI rapport 1072/2010

Figur 1. Forenkelt skisse av hva som påvirker totale utslipp fra godstransport. Inspirert av (REFIT, 2006).

Fra figur 1 ser vi at totalt leveransebehov bestemmes av befolkningsmengde og varebehov per capita. Befolkningsmengde påvirkes av flyttestrømmer og andre demografiske endringer, mens etterspørsel etter varer påvirkes av faktorer som kjøpekraft og befolknings-sammensetning. For å finne antall turer må vi så dividere med lastvekt per tur, som bestemmes av hva slags kostnadsbilde aktørene er stilt overfor, bilstørrelse, utforming av logistikk-løsninger osv. Det totale trafikkarbeidet avhenger så igjen av utkjørt distanse per tur, som blant annet påvirkes av arealbruk, terminallokalisering og ruteplanlegging. Men selv ved et gitt trafikkarbeid er det mange faktorer som påvirker de totale utslippene. Én viktig faktor er trafikkflyt: Ved kjøring og stadig akselerasjon og retardasjon blir utslippene høyere enn ved kjøring med jevn hastighet. Studier indikerer også at sjåførsers kjøreatferd kan påvirke drivstofforbruket og utslippene med opp til 5-10% (GE, 2008).

En oversikt over virkemidler og hindre for å overføre gods fra veg til sjø og bane finnes i (Eidhammer et al., 2003), mens Eidhammer og Jean-Hansen (2008) tar for seg godstransport i by. Browne et al. (2007) påpeker betydningen av å designe tiltak som gjør at mange opplever å komme minst like godt ut som før. De fremhever bl.a. at bomavgiften ved kjøring inn til London ble satt på et nivå som gjør at mange opplever lavere operasjonelle kostnader enn før avgiften ble innført.

I tabell 2 skisserer vi en del gjennomførte og foreslåtte tiltak som kan bidra til mer miljøvennlig logistikk. I den midterste kolonnen skisseres byrelaterte tiltak, mens eksempler på generelle tiltak presenteres i kolonnen til høyre. Tiltakene i tabell 2 er gruppert i et sett tiltakskategorier delvis inspirert av (BESTUFS, 2006b):

- Økonomiske tiltak innebærer økonomiske incentivordninger, prising og investeringer fra lokal eller sentral forvaltning

- Regulatoriske tiltak er i hovedsak ulike påbud og forbud knyttet til utslipp eller prioritering av godstrafikk
- Tiltak innenfor arealbruk er i bysammenheng knyttet til laste/losseplasser og lokalisering av terminaler og godsgenererende aktivitet, mens det mer generelt er fokus på intermodale terminaler
- Organisatoriske tiltak kan for eksempel være knyttet til samlast eller organisering av distribusjonssentre
- Informasjonstiltak inkluderer bedre vegvisning og sjåførinformasjon, men også bevisstgjøring av transportkjøpere
- Av andre tiltak kan økt satsning på kollektivtransport eller andre tiltak som kan redusere omfang av privatbilisme bedre fremkommelighet og dermed også miljø for godstransport i byer. Videre kan trening i kjøreatferd (økokjøring) som allerede nevnt gi betydelige reduksjoner i drivstofforbruk og dermed utslipp.

Tabell 2. Eksempler på tiltak for mer miljøvennlig logistikk.

Type tiltak	Byrelaterte	Generelle
Økonomiske	Rushtidsavgift / køprising	Marginalkostnadsprising / internalisering av eksterne kostnader Grønne transportavgifter Investering i jernbane
Regulatoriske	Lavutslippssoner Lastebiler i kollektivfelt / dedikerte veier og kjørefelt for lastebiler Tidsvinduer / tillatelse til nattleveranser Hastighetsregulering	Utslippskrav til kjøretøy Prioritering av godstrafikk på jernbanen
Arealbruk	Effektiv lokalisering av terminaler og godsgenererende aktivitet Laste/losseplasser (flere og bedre)	Tilrettelegging for intermodale terminaler og knutepunkter
Teknologi / infrastruktur	Trafikkstyringsystemer Ruteplanleggingsverktøy	Ruteplanleggingsverktøy
Organisatoriske	Samarbeid om distribusjonssentre	Samarbeid om distribusjonssentre
Informasjon	Vegvisning, sjåførinformasjon	Bevisstgjøring av transportkjøpere (om intermodale transportløsninger)
Andre	Økt satsing på kollektivtransport	Trening i kjøreatferd

TØI rapport 1072/2010

I utredningen KLIMAKUR 2020 som ble ferdigstilt i februar 2010 ble en lang rekke tiltak for å oppfylle det norske klimamålet evaluert. Utredningen dekket en rekke sektorer og ble ledet av Klima- og forurensningsdirektoratet på oppdrag fra Miljøverndepartementet. Mer informasjon om utredningen og lenke til underlagsrapporter finnes på nettsiden www.klimakur.no.

4 Bruk av miljøindikatorer for godstransport

I dette kapitlet gjør vi kort rede for hva indikatorer er, hvilken funksjon de fyller, og hva slags krav som finnes til gode indikatorer. I tillegg gir vi en introduksjon til DPSIR-modellen for organisering av indikatorer i en utvidet årsak-virkningskjede.

4.1 Hva er en indikator?

Litman (2009) definerer en *indikator* som en variabel valgt og definert for å måle utvikling mot en målsetning. OECD (2003) definerer en *miljøindikator* som en ”parameter eller en verdi utledet av parametre, som peker på, gir informasjon om eller beskriver tilstanden til et fenomen/miljø/område, med en betydning utover den som er direkte assosiert med en parameterverdi”. Parameter defineres i denne sammenheng som en egenskap som blir målt eller observert.

Gudmundsson (2001) fremhever at indikatorene uttrykker noe mer enn bare informasjon ved å si at ”indicators are not just information, but targeted signals, that bureaucracies and decision makers are obliged to respond to in some way”.

Indikatorer har to hovedfunksjoner (OECD, 2003):

- De reduserer antall målinger og parametre som ellers ville vært påkrevet for en nøyaktig representasjon av en situasjon eller tilstand
- De forenkler formidling av resultatene av målingene til brukeren

Indikatorer har kort oppsummert til hensikt å *forenkle* og *formidle* komplekse sammenhenger.

4.2 Krav til indikatorer

Vi har ved litteratursøk kommet over mange ulike miljørelaterte indikatorer, og det er behov for å ha et sett kriterier som kan bidra til å velge ut hvilke indikatorer som det er mest fornuftig å benytte seg av.

Det finnes også mange ulike sett av kriterier for utvelgelse av gode indikatorer. I en rapport fra arbeidsgruppen COST-356 (Gudmundsson et al., 2009) presenteres flere sett av kriterier som har vært benyttet.

OECD (1993) presenterer en del kriterier for utvelgelse av miljøindikatorer. For det første fremheves det at indikatorene bør være *politikkrelevante* og nyttige for brukerne. Dette inkluderer at indikatorene bør:

- Gi et representativt bilde av miljøtilstander og pressfaktorer
- Være enkle å forstå og kunne vise utvikling over tid
- Være sensitive for endringer i miljøet og relaterte menneskelige aktiviteter
- Være en basis for internasjonale sammenligninger
- Være på nasjonalt nivå eller kunne anvendes på regionale problemstillinger av nasjonal interesse

- Ha en målverdi eller referanseverdi som man kan sammenligne mot, slik at brukere kan vurdere observerte verdier

Videre fremheves det i (OECD, 1993) at indikatorene må være fornuftige. Dette innebærer at indikatorene bør:

- Være teoretisk velfundert i teknisk og vitenskapelig forstand
- Være basert på internasjonale standarder og det bør være internasjonal konsensus om indikatorenes gyldighet
- Kunne knyttes til økonomiske modeller, fremskrivninger og informasjonssystemer

For at indikatorene skal kunne gi informasjon bør de også være målbare. OECD (1993) detaljerer dette ved å si at dataene som trengs for å beregne indikatorverdier bør:

- Være tilgjengelige eller kunne fremskaffes med relativt enkle midler
- Være veldokumenterte og med akseptabel og kjent kvalitet
- Oppdateres med jevne mellomrom ved hjelp av pålitelige prosedyrer

Indikatoregenskapene som er listet opp ovenfor er "ideelle" mål for indikatorer, og det vil være urealistisk å kreve at indikatorene vi velger ut skal tilfredsstillende alle disse kravene. Egenskapene kan imidlertid benyttes til å si at én indikator er mer anvendelig enn en annen indikator, og slik bidra i en utvelgelse av et sett av kjerneindikatorer.

Når man så skal foreta en endelig utvelgelse av indikatorer til et indikatorsett, referer Gudmundsson et al. (2009) til tre hovedtilnærminger:

- Data-orientert utvelgelse. I slike tilfeller lar man datatilgjengelighet være den styrende parameteren for indikatorutvelgelse
- Policy-orientert utvelgelse. Dette innebærer at man velger indikatorer ut fra hva som er viktig på den gjeldende politiske agendaen
- Teoretisk orientert utvelgelse. I en slik prosess lar man hensyn til teoretisk og vitenskapelig korrekthet når man definerer et indikatorsett

Det er etter vårt skjønn ikke snakk om enten-eller, og man kan godt tenke seg en utvelgelse som har ambisjoner om å tilfredsstillende alle disse tilnærmingene så godt som mulig. Ved definisjon av indikatorer for miljøvennlig logistikk i Norge er for eksempel datatilgjengeligheten såpass begrensende at vi er nødt til å skjele til denne, samtidig som vi har fokus på å dekke gjeldende policyer så godt som mulig.

Vår utvelgelse av indikatorer er basert på en kombinasjon følgende elementer:

- Indikatorene bør samlet gi en bred oversikt over miljøegenskaper for godstransport og logistikk. Enkeltvis kan indikatorene imidlertid være mer spesifikke og alle enkeltindikatorer behøver ikke å være direkte knyttet til aktuelle miljøpolicyer
- Det bør være minst mulig overlapp mellom indikatorene, men vi inkluderer en del relaterte indikatorer. Ved eventuelt senere arbeid med å gjøre analyser basert på kombinasjoner av indikatorer bør man foreta en ytterligere siling for å redusere antall indikatorer

- Som hovedregel bør det være mulig å kvantifisere indikatorene fra eksisterende statistikk. Imidlertid kan vi inkludere enkelte viktige indikatorer uten eksisterende data
- Det er et mål å definere *relative* indikatorer som indikerer relasjoner mellom størrelser da disse ofte gir et mer interessant bilde enn utvikling i enkeltstørrelser

I gjennomgangen av de foreslåtte indikatorene i kapittel 6 gjør vi rede for spesifikke vurderinger knyttet til utvelgelse av enkeltindikatorer.

4.3 Indikatortypologier

Det finnes ulike måter å kategorisere indikatorer på. Én tilnærming er å skille mellom *beskrivende indikatorer* og *prestasjonsindikatorer*. En beskrivende indikator viser utviklingen til en parameter over tid eller samtidig sammenligning av organisasjoner, geografiske områder osv. En prestasjonsindikator tar gjerne utgangspunkt i en beskrivende indikator, men knytter verdiene til mål, slik at de typisk måler ”avstand fra målet”.

En alternativ typologi er å skille mellom indikatorer på ulike beslutnings- eller detaljeringsnivåer. Dette kan være å skille mellom strategisk, taktisk og operasjonelt nivå, eller geografisk og størrelsesmessig nivå-differensiering.

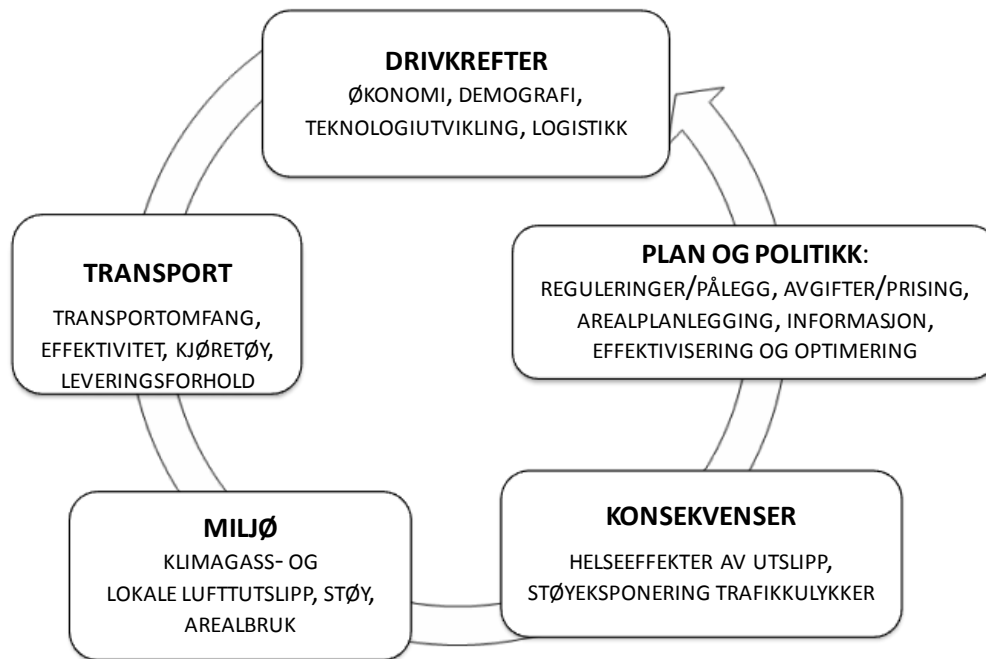
Det er også vanlig å typologisere indikatorer ut fra en årsak-virkningstankegang. En slik modell presenteres i kapittel 4.4.

4.4 DPSIR-modellen

Det har lenge vært vanlig å betrakte miljøindikatorer i kjeder fra påvirknings/pressfaktorer – tilstandsfaktorer – og responsfaktorer. Hensikten med en slik tilnærming er å synliggjøre årsak-virkningsforhold og å få indikatorsett som omhandler og beskriver mer enn bare selve miljøtilstanden. OECD (2003) beskriver en slik PSR-modell (Pressure – State – Response). EUs miljøbyrå i København (EEA, 2003) betrakter miljøindikatorer i en utvidet årsak-virkningskjede med den såkalte *DPSIR-modellen*:

- Drivers (drivkrefter)
- Pressures (påvirkning eller pressfaktorer) [Transport]
- State (tilstand) [Miljøtilstand]
- Impact (konsekvenser)
- Response (plan og politikk)

Også Nenseth og Nielsen (2009) tar utgangspunkt i DPSIR-modellen for miljøvennlig bytransport. En mulig tilpasning av DPSIR-modellen til miljøvennlig logistikk er gjengitt i figur 2.



Figur 2. DPSIR-modell for miljøvennlig logistikk: Drivkrefter, transport, miljø, konsekvenser, plan og politikk. Bearbejdet versjon av figur i Nenseth og Nielsen (2009).

Drivkrefter omfatter økonomiske og sosiale trender, inkludert endringer i kjøpekraft, befolkningsmengde og –sammensetning. I godstransportsammenheng vil også aktivitet i godstransportintensive næringer, endringer i handelsmønstre, teknologiutvikling som fremmer stordriftsfordeler og logistiske trender være sentrale drivkrefter.

Transport påvirkes av drivkreftene og betraktes som pressfaktoren overfor miljøet. Dette inkluderer trekk ved transporten, inkludert omfang og utøvelse. Indikatorene for transport skal blant annet fange opp hvor mye som transporteres, om transportene organiseres på en effektiv måte mht miljøpåvirkning og egenskaper ved kjøretøyene som benyttes.

Miljøtilstanden fanger opp miljørelaterte effekter som kan knyttes til transporten. Dette inkluderer arealbruk, energibruk og utslippsnivåer.

Konsekvenser er virkninger og konsekvenser som miljøtilstanden har for mennesker og samfunn. Slike virkninger kan være helseeffekter av støy og utslipp, ulykker og andre eksterne virkninger.

Plan og politikk representerer tiltak som politiske aktører iverksetter for å redusere miljøulempene forbundet med transport og de konsekvensene som miljøulempene har. Den sykliske effekten i figur 2 oppnås ved at de aktuelle tiltakene kan ha ambisjoner om å påvirke drivkreftene. Imidlertid kan en også tenke seg tiltak som påvirker transport, miljø eller konsekvenser direkte.

Det har vært et mål for prosjektet å dekke alle typer indikatorer. Imidlertid må prosjektet ses i sammenheng med prosjektet ”Utvikling og uttesting av indikatorer for miljøvennlig bytransport” som omhandler persontransport og infrastruktur.

5 Kilder til indikatorer

I dette kapittelet gir vi en introduksjon til de viktigste datakildene og referansene vi har gjennomgått ved kartlegging av indikatorer for miljøvennlig logistikk. Det er gjennomgående færre datakilder og indikatorer tilgjengelig for godstransport enn for persontransport. Dette reflekterer blant annet vesentlig større vekt på persontransport enn godstransport over lang tid og ulik grad av offentlig involvering i person- og godstransport. Gjennomgangen av datakildene har hovedfokus på byrelaterte problemstillinger.

5.1 EUs TERM-indikatorer

EUs miljøbyrå i København benytter et sett av indikatorer i *The Transport and Environment Reporting Mechanism (TERM)* til å overvåke Europas miljøstatus i transportsektoren fra år til år (EEA, 2009). TERM-indikatorene har blitt produsert årlig siden år 2000, men det er ikke data tilgjengelig for alle indikatorer for alle år. Indikatorsettet består av til sammen 40 indikatorer, og disse dekker både person- og godstransport, og en rekke temaer som infrastruktur, kjøretøypark, arealbruk og iverksetting av tiltak. Noen av indikatorene er klare kandidater til kjerneindikatorer for miljøvennlig logistikk i Norge. Hele TERM-indikatorsettet følger som vedlegg 1 til denne rapporten.

5.2 Statistisk sentralbyrå

Statistisk sentralbyrå (SSB) gir i publikasjonen ”Samferdsel og miljø” (Statistisk sentralbyrå, 2009) en oversikt over miljørelaterte data og indikatorer i person- og godstransport. Det tilstrebes å dekke EUs TERM-indikatorer i så stor grad som mulig. Imidlertid presenteres også andre indikatorer som SSB har tilgjengelige data for. I Nenseth og Nielsen (2009) benyttes informasjon fra KOSTRA KOMmune-STat-RApportering) til en rekke indikatorer. Informasjonen i KOSTRA er imidlertid mindre aktuell for godstransport, siden offentlig sektor har en mer vesentlig rolle på tilbudssiden i persontransport enn i godstransport.

SSB publiserer i tillegg statistikk for alle transportformer. I godstransporten er Lastebilundersøkelsen (LBU) den største kilden. LBU er en kvartalsvis utvalgsundersøkelse som skal representere godstransport med norskregistrerte lastebiler med nyttelast over 3,5 tonn. SSB publiserer også annen statistikk for de ulike transportmidlene samt informasjon om ulykker og ulike utslipp.

5.3 BESTUFS

Prosjektene BESTUFS I og BESTUFS II har vært sentrale i EUs forskningsinnsats innenfor godstransport i by. Prosjektene representerer på mange

måter ”state-of-the-art” for kunnskap om Europeisk bylogistikk. BESTUFS I startet i år 2000, og ga blant annet en rekke policy-anbefalinger for godstransport i by, og det ble utarbeidet håndbøker med gode eksempler. Arbeidet ble videreført i BESTUFS II fra 2005, og BESTUFS II bidro også med kvantifisering av effekter og indikatorutvikling. Vi har hentet flere indikatorforslag fra BESTUFS-prosjektene, blant annet fra (BESTUFS, 2006a) og (BESTUFS, 2006b).

5.4 Andre forsknings- og utredningsrapporter

En rekke forsknings- og utredningsrapporter som omhandler miljøvennlig og effektiv logistikk inneholder indikatorer eller aktuelt bakgrunnstoff. Det er ikke mulig eller formålstjenlig å gi en bred oversikt over denne litteraturen, men vi vil fremheve en del rapporter som berører ulike aspekter ved temaene.

Innenfor byrelaterte problemstillinger bidrar blant annet Rødseth og Nicolaisen (2003), Statens vegvesen (2005) Statens vegvesen (2008a) og Statens vegvesen (2008b) med kunnskap om varelevering i by. Larsen og Andersen (2004) gir en generell kartlegging av godstransport i byområder, mens Eidhammer og Jean-Hansen (2008) gir kunnskap om tiltak og virkemidler som kan bidra til å effektivisere godstransporten i norske byer.

Kilder som gir kunnskap og indikatorer om godstransport generelt inkluderer blant annet Knudsen (2007) som ser på godstransport og transportmidlenes miljømessige egenskaper. Thune-Larsen et al. (2009) prognostiserer teknologisk utvikling og mulige følger for fremtidige utslipp. Trender og utviklingstrekk innenfor produksjons- og konsumstruktur blir analysert av Hovi og Hansen (2009) mens Eidhammer og Andersen (2008) ser på utvikling og tjenestetilbud i logistikk- og transportindustrien. Haugen et al. (2006) bidrar med mål og metoder for fremkommelighet.

Av utenlandske kilder gir Gudmundsson (2001) en introduksjon til flere indikatorer for bærekraftig transport, mens REFIT (2007) gir en oversikt over eksisterende indikatorer for bærekraftig transport og forslag som kan bidra til bedre indikatorer og verktøy. PROMIT (2007) er mer fokusert på effektivitet i intermodal transport. Jespersen og Drewes Nielsen (2004) presenterer flere indikatorer for effektiv logistikk som kan knyttes til miljø.

COST-action 356 *Towards the definition of a measurable environmentally sustainable transport* som ble avrapportert i mars 2010 har hatt til hensikt å utrede indikatorer for miljøvennlig og bærekraftig transport. Sluttrapporten (Joumard and Gudmundsson, 2010) gir en grundig oversikt over ulike miljøpåvirkninger fra transport, og mye metodisk diskusjon om indikatorutvelgelse og metoder for analyse basert på kombinasjoner av indikatorer. Imidlertid er det lite fokus på godstransport i arbeidet.

6 Indikatorsett for miljøvennlig logistikk

I dette kapitlet presenterer vi et forslag til kjerneindikatorer for miljøvennlig logistikk, indikatorene er presentert i tabell 3. Indikatorene er gruppert i henhold til inndelingen i DPSIR-modellen som ble beskrevet i kapittel 4.4, og deretter etter underkategorier som angir hovedtema.

Utvelgelsen av indikatorer er basert på prinsippene som ble beskrevet til slutt i kapittel 4.2. Datatilgjengelighet er tillagt stor vekt, og det er lagt vekt på å presentere stor bredde i indikatorutvelgelsen.

Indikatorene er nummerert fra 1 til 33 for å forenkle gjenkjenning, og i tillegg til indikatornavn er enhet og mulige datakilder beskrevet. For hver indikator angir vi om den er aktuell for byanalyser og/eller for analyser på nasjonalt nivå, dette angis med avkrysning X i tilhørende kolonne. Videre har vi angitt datatilgjengelighet med fargekoder: Ensfarget skyggelagt bakgrunn i kolonnene for bynivå og nasjonalt nivå betyr at det finnes datakilder for kvantifisering av indikatoren. Det kan være varierende kvalitet på dataene. Skravert bakgrunn betyr at det bør være mulig å beregne indikatorene hvis man bruker noe tid på det, i enkelte tilfeller med betydelig usikkerhet. Hvit bakgrunn i celler med avkrysning betyr at det ikke ser ut til å være noen relevante kilder for data tilgjengelig – med mindre man gjør spesifikke studier el.l.

I de følgende delkapitlene vil vi gi en nærmere beskrivelse av indikatorene og påpeke mulige svakheter ved enkelte indikatorer. De enkelte indikatorene er fremhevet med fet skrift og nummer fra tabell 3. I gjennomgangen av indikatorene påpeker vi eventuelle samsvar med EUs TERM-indikatorer som i sin helhet er gjengitt i vedlegg 1.

Tabell 3. Foreslåtte indikatorer for miljøvennlig logistikk.

	Tema	Indikator	Enhet	Datakilder	By	Nasj	
DRIVKREFTER	Demografi	1 Befolkningsmengde	Antall	SSB/befolkning	X	X	
	Økonomi	2 Personinntekt	Kroner	SSB/skatt	X	X	
		3 Brutto nasjonalprodukt (BNP)	Kroner	SSB/nasj.regnsk.		X	
	Næringsvirksomhet	4 Sysselsatte i agentur- og engroshandel, bygg og anlegg, detaljhandel og hotell/restaurantvirksomhet	Antall	SSB/arbeid	X	X	
		5 Omsetning per innbygger i detaljhandel	Kr /capita	SSB/varehandel	X	X	
		6 Bruksareal av igangsatte bygninger	m2 per capita	SSB/næring	X	X	
	Logistikk	7 Import og eksport	Tonn (per capita)	SSB/utenriksh.	X	X	
		8 Fraktpris	Kr/tonnkm	SSB/prisindeks		X	
TRANSPORT	Omfang	9 Transportarbeid etter transportmiddel og godstype	Tonnkm	SSB/transport		X	
		10 Trafikkarbeid på veg	Kjøretøykm	SSB/transport	X	X	
		11 Godstransportarbeid per capita	Tonnkm/capita	SSB/LBU, havn og befolkning	X	X	
		12 Transportert mengde til og fra norske byer etter transportmiddel	Tonn (per capita)	SSB/transport og SSB/befolkning	X		
	Kjøretøyene som er brukt	13 Kjørelengde etter kjøretøyenes alder	Km	SSB/kjøretøy		X	
		14 Trafikkarbeid etter Euro-klasse	%	SSB/kjøretøy		X	
	Utøvelse av transporten	15 Transporteffektivitet	Tonnkm/kjøretøykm	SSB/LBU	X	X	
		16 Tomkjøringsprosent	% av kjøretøykm	SSB/LBU	X	X	
		17 Gjennomsnittlig lastdistanse	Km/tonn	SSB/LBU	X	X	
		18 Fordeling av turer på ukedag og gjennom døgnet	Intervaller for avgang/ankomst	SVVs vegtrafikktegninger	X		
		19 Forsinkelse for næringslivets transporter	Indeks		X		
	Leveringsforhold	20 Stopptid ved levering	Minutter		X		
	MILJØ	Energibruk	21 Energiforbruk per transportmiddel	GWh/år	SSB/miljø	X	X
		Utslipp	22 Totale klimagassutslipp og lokale utslipp fra godstransport	tonn/år (og evt capita)	SSB/miljø	X	X
23 Klimagassutslipp og lokale utslipp per tonnkm og per vognkm			gram/km	SSB/miljø og SSB/LBU	X	X	
24 Utslipp av olje til sjøs			Tonn	Kystverket		X	
Arealbruk	25 Arealbeslag til godsfasiliteter	m2 / capita	(GAB)	X	X		
KONSEKVENSER	Eksterne effekter	26 Eksterne kostnader av godstransport	Kroner	Kan beregnes		X	
	Helse	<i>Helseeffekter av støy og utslipp er behandlet i Nenseth og Nielsen (2009)</i>					
	Ulykker	27 Antall skadde og drepte i ulykker som involverer godskjøretøy	Antall	SSB/transport	X	X	
28 Antall skadde og drepte i skipsulykker med godsskip		Antall	SSB/transport		X		
PLAN OG POLITIKK	Planlegging	29 Strategier for gods i by	Ja/Nei	Spørsmål til kommuner	X		
		30 Formalisert samarbeid for planlegging av næringsliv og godstransport	Ja/Nei		X		
	Arealbruk	31 Krav til utforming av varemottak	Ja/Nei		X	X	
	Økonomiske virkemidler	32 Rushtidsavgift for bedret trafikkflyt	Ja/Nei		X		
		33 Internalisering av eksterne kostnader	%		Kan beregnes		X

TØI rapport 1072/2010

6.1 Drivkrefter

Indikatorene som representerer drivkreftene skal synliggjøre viktige faktorer som er med på å påvirke utvikling i godstransport. Vi har definert indikatorer innenfor kategoriene demografi, økonomi, næringsvirksomhet og logistikk.

Indikatoren **befolkningsmengde (1)** representerer demografisk utvikling, og kan brukes både som nivå-tall og til å belyse endringer over tid. Andre indikatorer som uttrykker aspekter ved *sammensetningen* av befolkningen har vært vurdert, men for å holde antall indikatorer på et fornuftig nivå har vi kun tatt med befolkningsmengde. Husholdningenes vareetterspørsel avhenger av økonomi og kjøpekraft, og vi har derfor en indikator for **personinntekt (2)** med for å kunne forklare utvikling i godstransport. Både befolkningsmengde og personinntekt kan kvantifiseres på kommunenivå vha statistikk fra SSB, og disse indikatorene kan derfor brukes både for byer og på nasjonalt nivå. Informasjon om husholdningsinntekt kunne vært like relevant som personinntekt, men informasjon om denne er ikke tilgjengelig på kommunenivå i statistikkbanken til SSB. På nasjonalt nivå er sammenheng mellom BNP-utvikling og utvikling i transportsektoren mye omtalt, og vi har derfor inkludert **brutto nasjonalprodukt (3)** som indikator på nasjonalt nivå.

Andre viktige drivere knyttet til godstransport er næringsvirksomhet. Omfanget av godstransport varierer sterkt mellom ulike næringer, men Eidhammer og Jean-Hansen (2008) peker på agentur- og engroshandel, bygg- og anlegg, samt detaljhandel og restauranter som spesielt viktige for godstransport i byer. Vi har derfor valgt å fokusere på disse næringene. Indikatorene for antall **sysselsatte i agentur- og engroshandel, bygg og anlegg, detaljhandel og hotell/restaurantvirksomhet (4)** forventes å gi et representativt bilde av utviklingen i viktige bynæringer. Sysselsettingstallene er tilgjengelig på kommunenivå fra SSBs arbeidskraftsstatistikk. Ideelt sett ville vi brukt omsetningstall, men dette er ikke tilgjengelig på kommunenivå, og vi må derfor anta at det er en sammenheng mellom sysselsetting og omsetning i de ulike sektorene. For et supplerende bilde har vi imidlertid også inkludert **omsetning per innbygger i detaljhandel (5)**. Data for denne indikatoren finnes foreløpig bare for 2008, men det vil trolig komme oppdateringer for senere år. På grunn av den sterke betydningen av bygg- og anleggsbransjen har vi også en indikator som uttrykker byggeaktivitet målt ved **bruksareal av igangsatte bygninger (6)**, som kan kvantifiseres ved antall kvadratmeter per capita av boliger og andre bygninger. All informasjon er tilgjengelig på kommunenivå, som muliggjør analyse på bynivå eller nasjonalt nivå.

Også logistiske trender utgjør viktige drivkrefter for godstransport. Spesielt for disse er datatilgjengelighet et problem, og det er vanskelig å finne gode indikatorer som uttrykker logistiske trender og som samtidig kan dekkes med tilgjengelige data. Vi har imidlertid inkludert **import og eksport (7)** som indikatorer for globalisering, som har vært en sentral drivkraft for omfanget av godstransport i siste tiår. Utenrikshandelsstatistikken har imidlertid kun informasjon på fylkesnivå⁴, så import og eksport er kun tilgjengelig som indikator

⁴ For import har man kun informasjon om tollstedsfylke, som ikke behøver å samsvare med destinasjonsfylke for forsendelsen. Etter at antall tollsteder ble redusert i 2004 har man ikke lenger tollsteder i alle fylker.

på nasjonalt nivå. I tillegg er **fraktpris (8)** en sentral driver i godstransportutviklingen. Denne indikatoren er i hovedsak tenkt brukt på nasjonalt nivå. Man kan argumentere for at det er mer relevant å bruke et uttrykk for logistikkostnader framfor transportkostnader, men vi mener at det er lettere å definere og avgrense transportkostnader enn logistikkostnader, og at det derfor er mest formålstjenelig å operere med transportkostnader. SSB publiserer prisindekser for godstransport på veg og for sjøtransport.

6.2 Transport

Når vi har definert indikatorer for transport, har vi skilt mellom

- Omfang
- Kjøretøyene som er brukt
- Utøvelse av transporten
- Leveringsforhold

På nasjonalt nivå er **transportarbeid etter transportmiddel og godstype (9)** en viktig indikator, dette er TERM-indikator 13. Informasjon om transportmiddelfordeling er ikke tilgjengelig på bynivå. På nasjonalt nivå benytter vi også indikatoren **trafikkarbeid på veg (10)** som uttrykker det totale omfang av godsbilenes kjøring i vegnettet. Informasjon om lastebiler kan hentes fra LBU, mens det er egen statistikk for kjørelengder for små godsbiler.

Vi har videre en indikator for **godstransportarbeid per capita (11)** målt i tonnkilometer per capita både for enkeltbyer og på nasjonalt nivå. For enkeltbyer er det imidlertid viktig å merke seg hva målet representerer: Informasjonen om godstransportarbeid for byer er kun tilgjengelig for lastebil, og informasjonen er hentet fra LBU. Der er informasjonen angitt med fra- og til kommune, men ikke med transportrute. Målet vi kan angi på bynivå er godstransportarbeid på veg for turer som har start- og/eller sluttsted i den aktuelle byen. Det er med andre ord ikke et uttrykk for godstransportarbeid på byens område, og effekt av gjennomgangstrafikk vil heller ikke bli fanget opp. Indikatoren må heller kunne tolkes som "transportarbeid for transporten hvor den aktuelle byen er mottaker, avsender eller både avsender og mottaker". **Transportert mengde til og fra norske byer etter transportmiddel (12)** uttrykker hvor mye gods som ankommer og forlater hver enkelt kommune. Bruk av transportert mengde kan være vanskelig, siden godset telles hver gang det lastes. Dette kan medføre at økt bruk av samlast eller intermodal transport kan gi inntrykk av økte godsvolumer. Indikatoren tas likevel med for å gi et så helhetlig bilde som mulig på bynivå. Informasjon om transportert mengde med lastebil kan hentes fra LBU, mens godsmengder på sjø kan hentes fra havnestatistikk. Havnestatistikken er imidlertid tilgjengelig på havnevesen-nivå og ikke kommunenivå, slik at dataene må bearbeides før eventuelt bruk.

Indikatorer knyttet til kjøretøyene som er brukt kan kun anvendes på nasjonalt nivå med de dataene vi har i dag. Datakilden er registerstatistikk som inkluderer kjørelengder hentet inn via periodisk kjøretøykontroll. **Kjørelengde etter kjøretøyets alder (13)** viser hvordan bruk varierer med kjøretøyenes alder, og totalen viser totalt trafikkarbeid. Ved å knytte bilens alder til innfasing av stadig

strengere utslippskrav gjennom Euro-standarden, kan man så beregne **trafikkarbeid etter Euro-klasse (14)**, se også (Hovi og Andersen, 2010). Denne indikatoren tilsvarer TERM 34.

En svært sentral indikator som kan belyse utøvelsen av transporten er **transporteffektivitet (15)**, som kan benyttes på bynivå eller på nasjonalt nivå. Denne indikatoren er definert som forholdet mellom transportarbeid og trafikkarbeid, og representerer dermed lastvekt per tur vektet med turens lengde. Indikatoren tilsvarer derfor TERM 30-indikatoren. Vi mener at transporteffektivitet er et godt mål på kapasitetsutnyttelse i lastebiltransport med det datagrunnlaget vi har i Norge i dag (Hovi og Andersen, 2010). Videre vil vi anbefale bruk av **tomkjøringsprosent (16)** for lastebiltransport, som uttrykker hvor stor andel av trafikkarbeidet som utføres uten last, i motsetning til andel tomme turer som gir alle turer lik vekt uavhengig av transportdistanse. Imidlertid er bruk av transporteffektivitet og tomkjøringsprosent på bynivå berørt av samme problematikk som vi diskuterte for godstransportarbeid ovenfor: Indikatoren på bynivå kan ikke kvantifiseres for transporter på byens område, men for transporter som starter og/eller slutter i den aktuelle bykommunen. **Gjennomsnittlig lastdistanse (17)** uttrykker forholdet mellom trafikkarbeid (kjøretøykm) og transportert mengde (tonn). Denne indikatoren avviker fra *gjennomsnittlig transportdistanse per tonn* som blant annet SSB opererer med, som er forholdet mellom transportarbeid (tonnkm) og transportert mengde. Forskjellen på lastdistanse og gjennomsnittlig transportdistanse per tonn er at lastdistanse er basert på utkjørte kilometer, og derfor også påvirkes av transporteffektivitet og tomkjøringsprosent. Lastdistanse er blant annet definert i Jespersen og Drewes Nielsen (2004), som på engelsk betegner denne indikatoren ”transport content”. Vi bruker betegnelsen lastdistanse, siden indikatoren fordeler totalt utkjørt distanse på den totale lastmengden. Jespersen og Drewes Nielsen (2004) definerer lastdistanse i et mer mikroorientert produktsammenligningsperspektiv, men vi mener at indikatoren også kan benyttes på mer aggregert nivå. Imidlertid vil bruk av datakilder som for eksempel LBU medføre at det bare er det siste leddet i en transportkjede som blir fanget opp ved transport til og fra byer.

For å belyse utøvelsen av transporten ytterligere, har vi inkludert indikatoren **fordeling av turer på ukedag og gjennom døgnet (18)**. Denne indikatoren er tenkt benyttet for byområder. SVVs vegtrafikktegninger kan gi informasjon om turfordeling knyttet til spesifikke tellepunkter, mens man eventuelt må gjennomføre spesifikke studier for å få et mer fullstendig bilde. For denne indikatoren kan det være motstridende hensyn som representeres. Ved studier av effektivitet og miljø knyttet til fremkommelighet i vegnettet, kan det være ønskelig at en så stor andel av kjøringen som mulig foregår utenom periodene med tettest trafikk. På den annen side vil det for eksempel ved analyse av støy være ønskelig med lite aktivitet om natta. Uansett formål er indikatoren egnet til å gi et bilde av godstransportavviklingen. Videre er **forsinkelse for næringslivets transporter (19)** tatt med, dette er indikator F3.1 fra NTP 2010-2019. Denne indikatoren er spesielt relevant for effektivitet, men kan også være interessant i miljøsammenheng. Indikatoren er nærmere beskrevet i NTP (2006), hvor det antydes at en indeks kan være en egnet kvantifisering av indikatoren.

Leveringsforhold er spesielt relevant ved analyse av byområder, og vi har inkludert en indikator for **stoptid ved levering (20)**. Denne indikatoren er

relevant både for effektivitet og miljø, og kan gi uttrykk for grad av vansker med tilgang til leveringsplasser, organisering av varemottak, osv.

6.3 Miljø

For miljø har vi indikatorer som dekker energibruk, utslipp og arealbruk. En stor utfordring ved definisjon av miljørelaterte indikatorer er at det i datakilder kan være vanskelig å skille godskjøretøy fra andre kjøretøy.

Vi har inkludert en indikator for **energiforbruk per transportmiddel (21)**, som tilsvarer TERM 01-indikatoren. Informasjon er tilgjengelig på kommunenivå, men det er ikke skilt mellom person- og godstransport i dagens tallmateriale.

En svært sentral indikator ved vurdering av miljøeffekter av godstransport er **totale klimagassutslipp og lokale utslipp (22)** fra godstransport. Data for denne indikatoren er kun tilgjengelig for gods- og passasjertransport samlet, men det er grunn til å tro at kategoriene "Mobil forbrenning: Tunge kjøretøy: bensin" og "Mobil forbrenning: Tunge kjøretøy: diesel etc." kan gi et greit bilde på utviklingen for godsbiler. Imidlertid vil ikke totaltallene være riktige, både fordi disse tunge kjøretøyene inkluderer busser, og fordi det på den annen side er mange godsbiler som ikke er definert som tunge kjøretøy. Tunge kjøretøy er definert som godsbiler som har definert nyttelast over 3,5 tonn eller personbiler som er registrert for mer enn åtte passasjerer i tillegg til føreren. Videre gir trolig "Mobil forbrenning: Skip og båter" og "Mobil forbrenning: Utenriks sjøfart" et bilde på utviklingen for godstransport på sjø, men det er trolig like stor usikkerhet på sjøsiden som for vegtransport. For jernbane er det ikke mulig å skille gods- og passasjertransport, men utslippene fra jernbane er marginale og de er i første rekke knyttet til godstog med diesellokomotiv (det forutsettes at elektrisiteten er produsert fra fornybare kilder). Indikatoren tilsvarer TERM 02 for klimagassutslipp og TERM 03 for lokale utslipp.

Det er også ønskelig å uttrykke **klimagassutslipp og lokale utslipp per tonnkm og vognkm (23)**, som relaterer de totale utslippene til henholdsvis transportarbeid og trafikkarbeid. Denne indikatoren kan beregnes på nasjonalt nivå, gitt samme svakheter som indikatoren for totale utslipp. Imidlertid har vi ikke kjennskap til noen forsvarlig metode for å beregne indikatoren på bynivå. Årsaken til dette er at vi som tidligere omtalt ikke kan beregne "transportarbeid eller trafikkarbeid på en by/kommunes område" med dagens datagrunnlag.

I tillegg til indikatorene for klimagassutslipp og lokale utslipp, må vi dekke **utslipp av olje til sjøs (24)** som følge av ulykker og uventede hendelser. Dette tilsvarer indikatoren TERM 10. Data fremskaffes av Kystverket og presenteres bl.a. på Miljøstatus Norge sine nettsider www.miljostatus.no. Indikatoren kan kun benyttes på nasjonalt nivå.

For å beskrive arealbruk har vi inkludert indikatoren **arealbeslag til godsfasiliteter (25)**, denne indikatoren tilsvarer TERM 08. Dette er et interessant mål, spesielt på bynivå. Det er imidlertid vanskelig å finne data som dekker indikatoren. Fra SSB finnes det riktignok tall for arealbeslag til veier og infrastruktur generelt, men ikke spesifikt for godstransport. Det er mulig at man kan gjøre beregninger fra grunnlagsdataene til GAB, det nasjonale registeret over

grunneiendommer, adresser og bygninger, men informasjon derfra må kjøpes og det er usikkert hvor nøyaktig informasjonen blir.

6.4 Konsekvenser

Miljømessige innvirkninger og konsekvenser som godstransport har er representert med indikatorer i to kategorier; verdsetting av eksterne effekter og ulykker. Helseeffekter av støy og utslipp er også svært viktige, men for disse er det i dag ikke noe rimelig skille mellom person- og godstransport i datagrunnlaget, og vi henviser derfor til de generelle indikatorene i Nenseth og Nielsen (2009).

Indikatoren **eksterne kostnader av godstransport (26)** er et mål på hvor store kostnader ulykker, støy, utslipp og vegslitasje har for samfunnet. Beregning vil kreve en rekke forenklinger og antakelser, men denne indikatoren gir en pekepinn på hvor omfattende slike kostnader er. Indikatoren er også inkludert som TERM 25.

Ulykker på veg fanges opp med indikatoren **antall skadde og drepte i ulykker som involverer godskjøretøy (27)**. I statistikkbanken til SSB er det kun publisert tall for ”vogntog”, men det er mulig å hente fram tall også for andre godskjøretøy fra grunnlagsdataene i ulykkesstatistikken. Denne informasjonen er tilgjengelig på kommunenivå, og kan således også benyttes for byer. Antall drepte tilsvarer TERM-indikator 09. For jernbane er det ikke noe skille mellom godstog og passasjertog, og vi har ikke egen indikator for skadde og drepte i ulykker som involverer godstog. For å dekke ulykker i godstransport på sjø har vi indikatoren **antall skadde og drepte i skipsulykker med godsskip (28)**. Denne indikatoren er godt dekket på nasjonalt nivå med statistikk for antall drepte og skadde etter skipstype, og det er derfor greit å plukke ut skipstyper som er relevante for godstransport.

6.5 Plan og politikk

Plan og politikk reflekterer de virkemidlene som kan iverksettes for å redusere miljøkonsekvensene som følger av godstransport. Vi har definert indikatorer som representerer planlegging, arealbruk og økonomiske virkemidler.

Det er gjennomgående vanskelig å finne gode indikatorer for plan og politikk på bynivå som kan kvantifiseres og representere *grad* av noe eller utvikling. Ofte vil indikatorene være på ja/nei-format, og informasjon er ikke tilgjengelig uten mer omfattende undersøkelser av forholdene i den enkelte kommune/by.

For planlegging har vi en indikator **strategier for gods i by (29)**. Denne indikatoren skal fange opp om den enkelte byen har definerte målsetninger og/eller spesifikke planer for godstransport i by. Indikatoren **formalisert samarbeid for planlegging av næringsliv og godstransport (30)** skal angi om det er etablert en form for samarbeid, for eksempel fora eller grupper for planlegging av godstransport, hvor både lokale myndigheter og representanter for næringsliv er representert.

For arealbruk har vi definert en indikator som fanger opp om det er definert **krav til utforming av varemottak (31)** ved godkjenning av nye eller ombygging av eksisterende næringsbygg. Denne indikatoren vil kunne gi en indikasjon på om lokale myndigheter har tatt i bruk tiltak for å redusere utfordringer med varelevering i by. På nasjonalt nivå er ny teknisk forskrift til plan- og bygningsloven under utarbeidelse, og krav til utforming av varemottak er ett tema som inngår i dette arbeidet.

Av økonomiske virkemidler har vi for byer en indikator som angir om det er innført **rushtidsavgift for bedret trafikkflyt (32)**. Nasjonale myndigheter har åpnet for lokale initiativ, og det er forventninger om at en rushtidsavgift vil kunne redusere forsinkelseskostnader for godstransport og for næringslivets transporter for øvrig. Bl.a. har NHO gitt sin støtte til tiltaket, men foreløpig har ingen norske byer tatt i bruk dette virkemiddelet. På nasjonalt nivå har vi indikatoren **internalisering av eksterne kostnader (33)**, som er TERM-indikator 26. Denne fanger opp i hvor stor grad myndighetene med sin avgiftspolitikkk fanger opp de eksterne kostnadene forbundet med godstransport. Denne indikatoren krever regning og bearbeiding, men utvikling i denne indikatoren over tid vil være av stor interesse.

7 Uttesting av indikatorer

For å synliggjøre hvordan indikatoren kan benyttes og for å gi et innblikk i miljøsituasjonen knyttet til godstransport i Norge og norske byer, har vi kvantifisert mange av indikatorene fra tabell 3 ved hjelp av tilgjengelige data. I hovedsak er dataene lastet ned fra statistikkbanken til SSB. Vi får imidlertid ikke gitt noen fullstendig eller detaljert analyse, dette overlates til senere studier. Indikatorene presenteres for varierende tidsperioder, avhengig av hvilke år som er representert i datagrunnlaget.

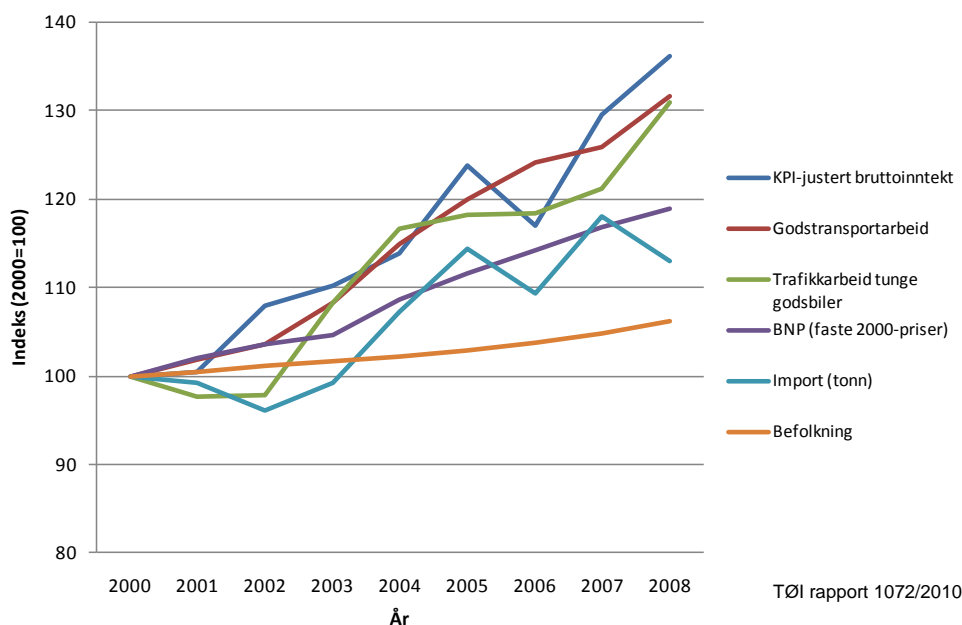
I kapittel 7.1 presenterer vi indikatorer på nasjonalt nivå, mens byspesifikke indikatorer blir presentert i kapittel 7.2. Indikatorene er gruppert i henhold til DPSIR innefor hvert av delkapitlene.

7.1 Indikatorer på nasjonalt nivå

På nasjonalt nivå presenterer vi indikatorer som representerer drivkrefter, transport, miljø og konsekvenser.

Drivkrefter

Figur 3 viser utvikling i sentrale drivkrefter på nasjonalt nivå for perioden 2000-2008, sammen med utvikling i samlet godstransportarbeid og i trafikkarbeid for tunge godsbiler (godsbiler med nyttelast over 3,5 tonn). Godstransportarbeid tilsvarer indikator 9, trafikkarbeid for tunge godsbiler inngår i indikator 10, KPI-justert bruttoinntekt er en aggregert utgave av indikator 2, BNP er indikator 3, import tilhører indikator 7, og befolkning er indikator 1.



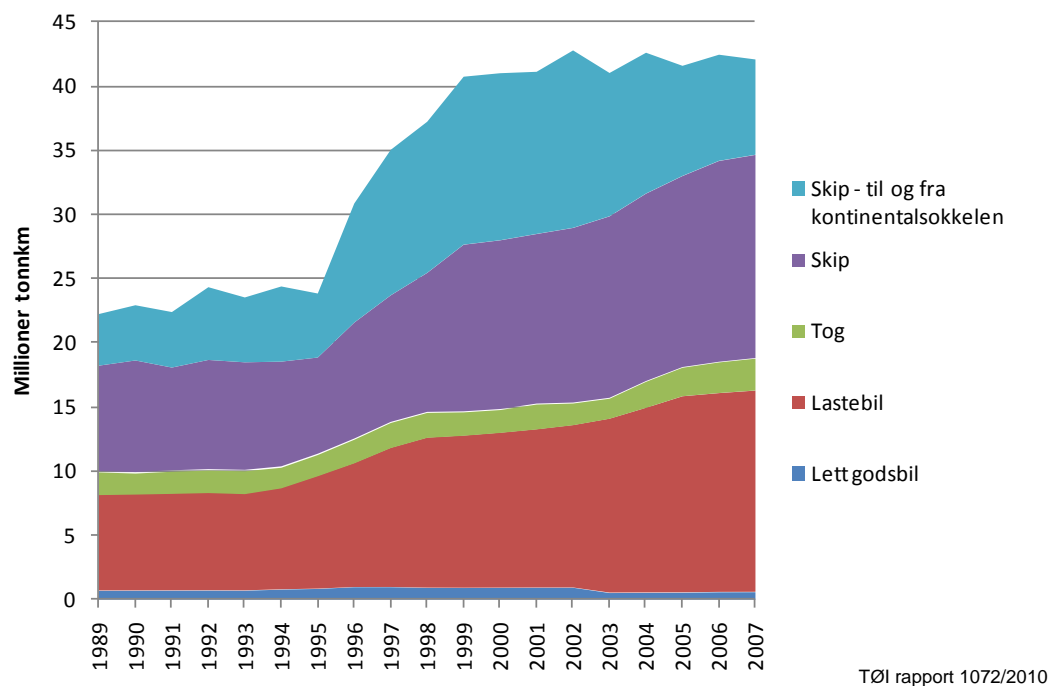
Figur 3. Utvikling i sentrale drivkrefter på nasjonalt nivå. Indeks, verdi i år 2000 = 100.

Figur 3 viser at veksten i godstransportarbeid og trafikkarbeid for tunge godsbiler har vært større enn veksten i de fleste av drivkreftene. Imidlertid ser vi at bruttoinntekt korrigert for inflasjon har en utvikling i overkant av den vi ser for godstransportarbeid og trafikkarbeid for tunge godsbiler. Utvikling i BNP målt i faste priser er mer beskjeden, men har vokst mer enn samlet befolkning og er på linje med utviklingen i import målt i tonn.

I miljøpolitikken har man de senere årene vært opptatt av å frakoble trafikkvekst fra økonomisk vekst; med andre ord har ambisjonen vært at BNP skal vokse mer enn trafikken. Figur 3 viser imidlertid at veksten i godstransportarbeid og veksten i trafikkarbeid for tunge godsbiler har oversteget veksten i BNP siden år 2000, og vi er med andre ord langt unna en ønsket utvikling for godstransport på veg i Norge.

Transport

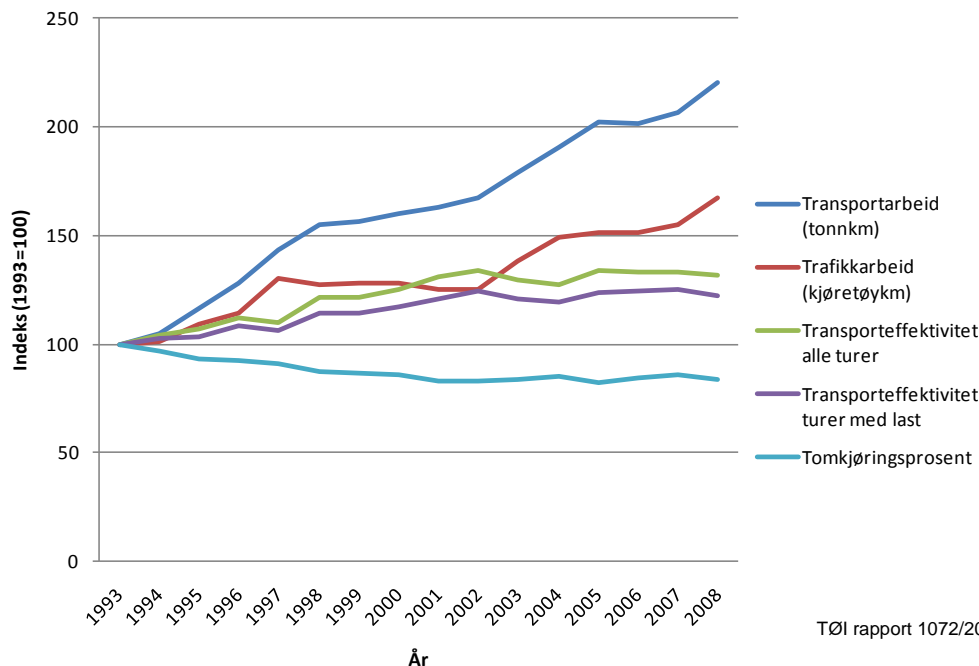
Figur 4 viser transportarbeid målt i millioner tonnkilometer for innenlandsk godstransport i perioden 1989 til 2008 fordelt på hovedtransportmidlene lett godsbil, lastebil, jernbane og skip. For skip er transporter til og fra kontinentalsokken skilt ut med egen farge. Transportarbeid er indikator 9, men vi har i figuren ikke skilt på godstype i et forsøk på å bevare fokus på et overordnet bilde.



Figur 4. Innenriks godstransportarbeid etter transportmiddel. Millioner tonnkm.

Holder vi kontinentalsokkelen utenfor, viser figur 4 viser at godstransport med lastebil og skip er nokså jevnbyrdige målt i transportarbeid, og begge har økt nokså jevnt i perioden 1989 til 2008. Transport med skip til og fra kontinentalsokken gjorde et kraftig byks gjennom siste halvdel av nittitallet, men avtok igjen fra 2002/2003. Jernbane står for en liten andel, men det er verdt å merke seg at godstransportarbeidet på jernbane har økt jevnt siden 2003.

Figur 5 viser utvikling i viktige transportrelaterte indikatorer for lastebil på nasjonalt nivå. Figuren er basert på informasjon fra Lastebilundersøkelsen, og figuren omfatter derfor bare godsbiler med nyttelast over 3,5 tonn.

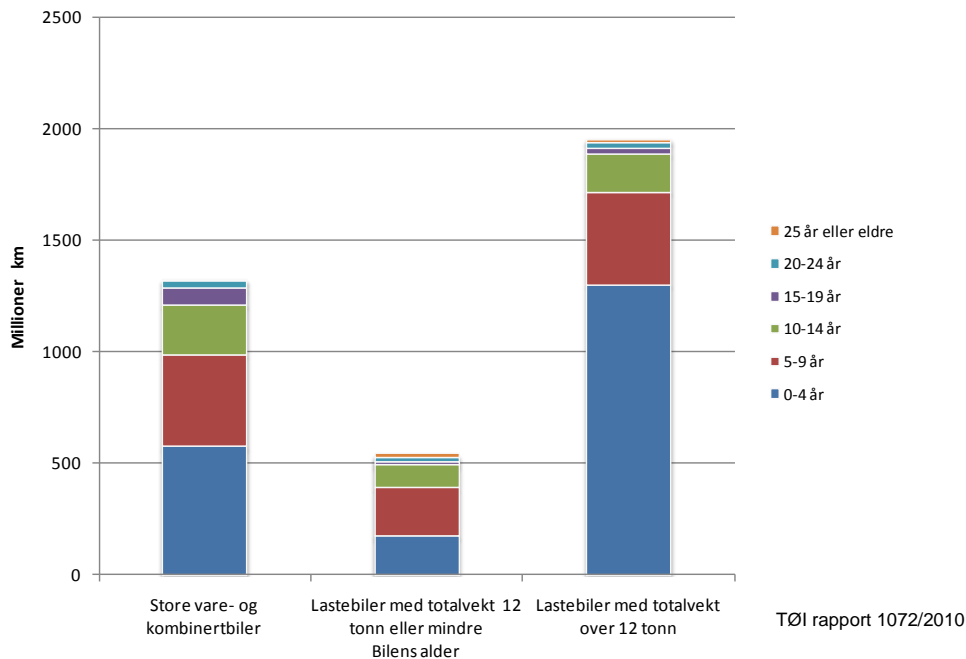


TØI rapport 1072/2010

Figur 5. Utvikling i transportrelaterte indikatorer for lastebiltransport på nasjonalt nivå. Indeks, verdi i år 1993 = 100.

Figur 5 viser at transportarbeidet med lastebil er mer enn doblet fra 1993 til 2008. Trafikkarbeidet (indikator 10) har også økt, men økningen har vært mindre for trafikkarbeidet enn for transportarbeid. Det er en indikasjon på at transporteffektiviteten (indikator 15) har økt, noe vi også ser fra figur 5. Vi ser at transporteffektivitet for alle turer (inkludert tomkjøring) har økt mer enn for turer med last. Dette indikerer videre at tomkjøringsprosenten (indikator 16) har avtatt i perioden, noe figur 5 bekrefter. Hovedkonklusjonen fra figur 5 er at det totale transportomfanget for lastebiltransport har økt siste femten år, men det har foregått en betydelig effektivisering av transportene i samme periode.

Fordeling av trafikkarbeid for lastebiltransport etter bilens alder og biltype for årene 2005 til 2008 er presentert i figur 6, dette tilsvarende indikator 13.

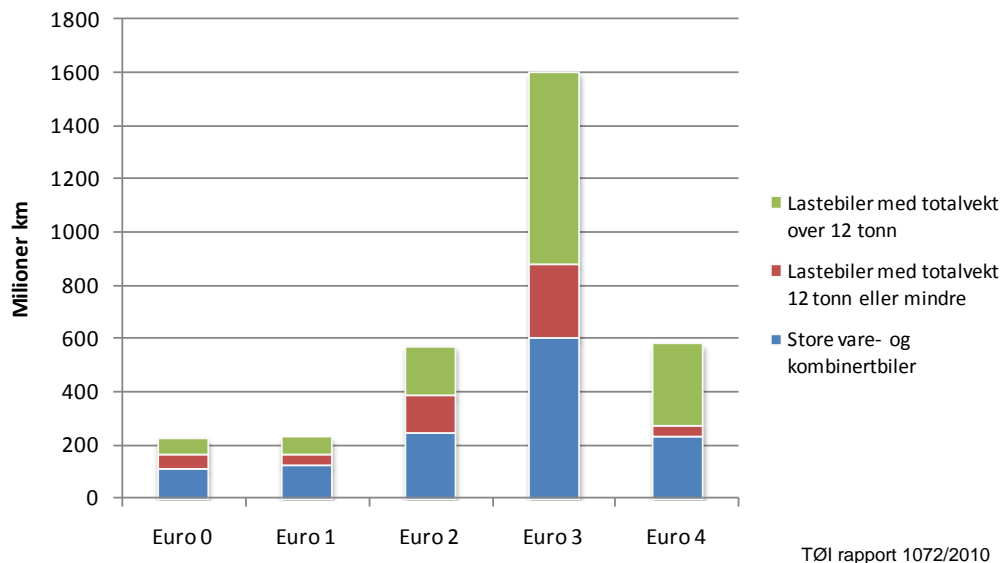


Figur 6. Trafikkarbeid for godsbiler etter bilenes alder og biltype. Millioner kilometer.

Figur 6 viser at de nyeste bilene (0-4 år) utfører en stor andel av det totale trafikkarbeidet. For lastebiler med totalvekt over 12 tonn utfører de nyeste bilene nesten 2/3 av trafikkarbeidet, mens andelen er noe lavere for de mindre bilene. Bilene som er 5-9 år gamle utfører en stor andel av det resterende trafikkarbeidet, mens biler eldre enn 10 år står for en svært liten andel av det totale trafikkarbeidet. Dette bekrefter at nye og gamle godsbiler representerer ulike segmenter i transportmarkedet: Nye biler med høy kapitalkostnad kjøres mye, mens gamle biler med lav kapitalkostnad kan være lønnsomme ved mindre behov for kjøring.

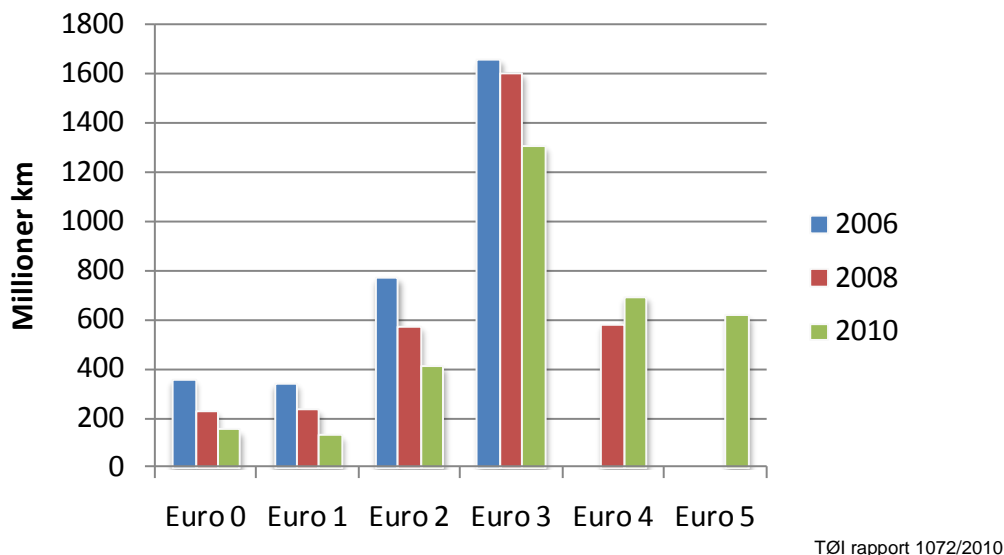
I figur 7 viser vi videre hvordan trafikkarbeidet for godsbiler i 2008 kan splittes opp på ulike Euro-klasser (indikator 14) ut fra informasjon om bilenes registreringsår. Utslippskravene i Euro-standarden har blitt innført gradvis for nyregistrerte biler, og det er derfor en sammenheng mellom bilenes registreringsår og hvilken Euro-klasse de tilfredsstillers. Grovt regnet kan Euroklasse direkte tilordnes bilenes registreringsår som følger:

- Euro 0, Biler registrert i 1993 eller tidligere
- Euro 1, biler registrert i 1994-1996
- Euro 2, biler registrert i 1997-2000
- Euro 3, biler registrert i 2001-2006
- Euro 4, biler registrert i 2007-2008
- Euro 5, biler registrert i 2009 eller senere.



Figur 7. Trafikkarbeid for godsbiler etter Euro-klasse i 2008. Millioner kilometer.

Figur 7 viser at biler som tilfredsstiller Euro 3 utfører nesten halve trafikkarbeidet, deretter følger Euro 2 og Euro 4 med tilnærmet like store andeler. Biler som kun tilfredsstiller Euro 0 og Euro 1 står for en liten andel av trafikkarbeidet. Det som imidlertid er interessant, er resultatene i figur 6 som viser at de nyeste bilene utfører en svært stor andel av trafikkarbeidet. Det betyr at innfasingen av Euro-kravene foregår relativt raskt hvis vi ser på andelen av trafikkarbeidet. Hovi og Andersen (2010) framskriver transportutviklingen til 2010, og den estimerte fordelingen av trafikkarbeid på Euro-klasse i årene 2006, 2008 og 2010 er gjengitt i figur 8.

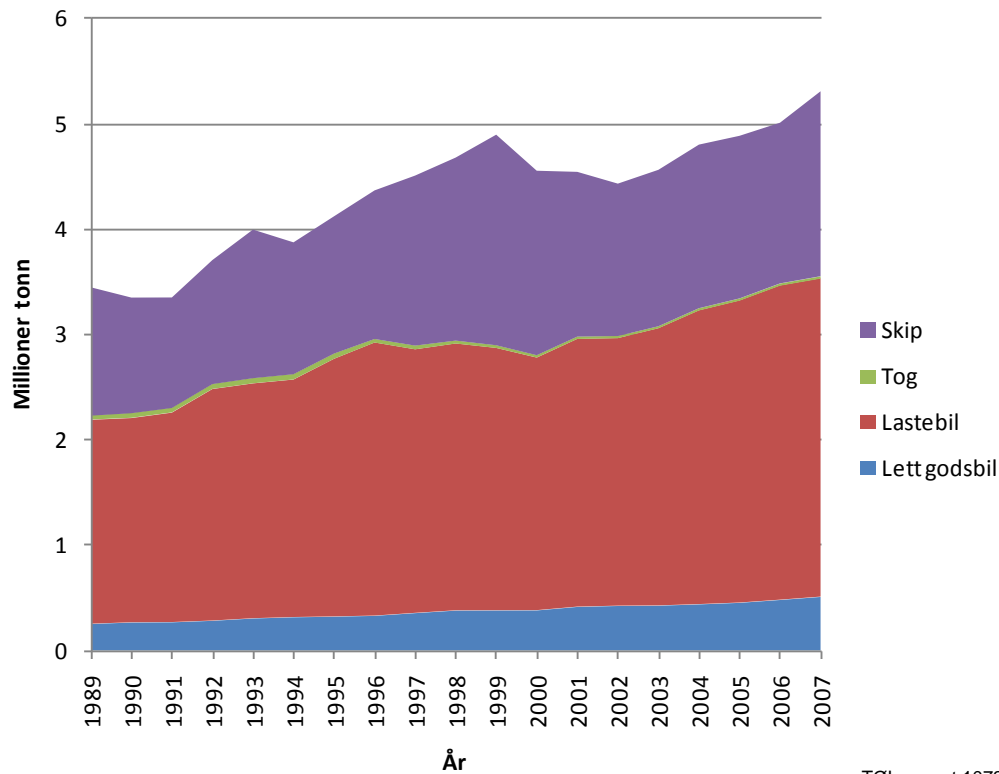


Figur 8. Trafikkarbeid i 2006, 2008 og 2010 etter Euroklasse. Millioner kilometer.

Figur 8 viser at innfasing av Euro 4 går raskt, og at Euro 5 også vil utgjøre en stor andel av trafikkarbeidet i 2010. Hovi og Andersen (2010) viser videre med eksempelberegninger at det kan forventes betydelige reduksjoner i lokale utslipp på få år som følge av innfasingen av Euro 4 og Euro 5.

Miljø

Indikatoren for totale klimagassutslipp og lokale utslipp fra godstransport (indikator 22) er kvantifisert i figurene 9-11. Det er i utgangspunktet ikke mulig å skille godstransport fra persontransport i statistikkbanken til SSB, men Thune-Larsen et al. (2009) har forsøkt å beregne CO₂-utslipp fra godstransport som vi gjengir i denne rapporten. Figur 9 viser årlig CO₂-utslipp fra lette godsbiler, lastebiler, godstog og skip i perioden 1989-2007.

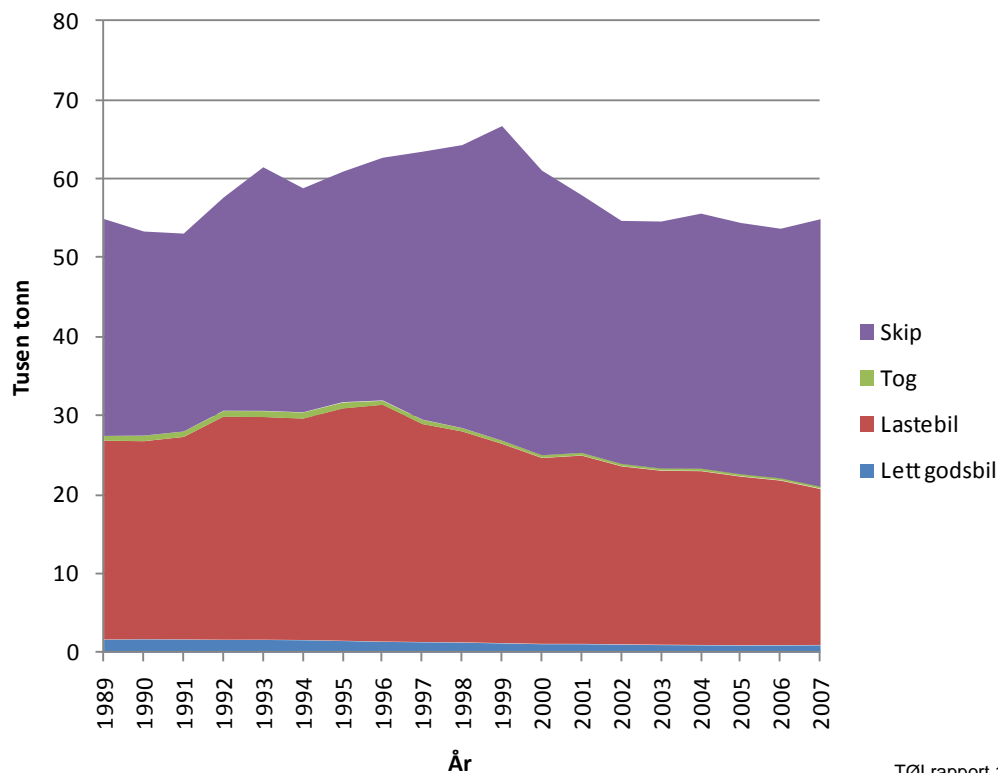


TØI rapport 1072/2010

Figur 9. CO₂-utslipp fra lette godsbiler, lastebiler, godstog og skip i perioden 1989-2007. Millioner tonn.

Figur 9 viser at vegtransporten er største bidragsyter til CO₂-utslipp fra godstransport, etterfulgt av skip. Vi ser også at utslippene fra lette godsbiler og lastebiler er stigende i observasjonsperioden, Jernbane utgjør en liten og avtakende andel, mens utslippene fra skip har økt noe i perioden 1989-2007.

Basert på beregningene som ligger til grunn for figur 9 har vi forsøkt å beregne godstransportens andel av nitrogenoksider og partikler. Figur 10 viser utvikling i utslipp av nitrogenoksider (NO_x) fra tunge kjøretøy, jernbane og skip og båter. Denne inngår også i indikator 22.

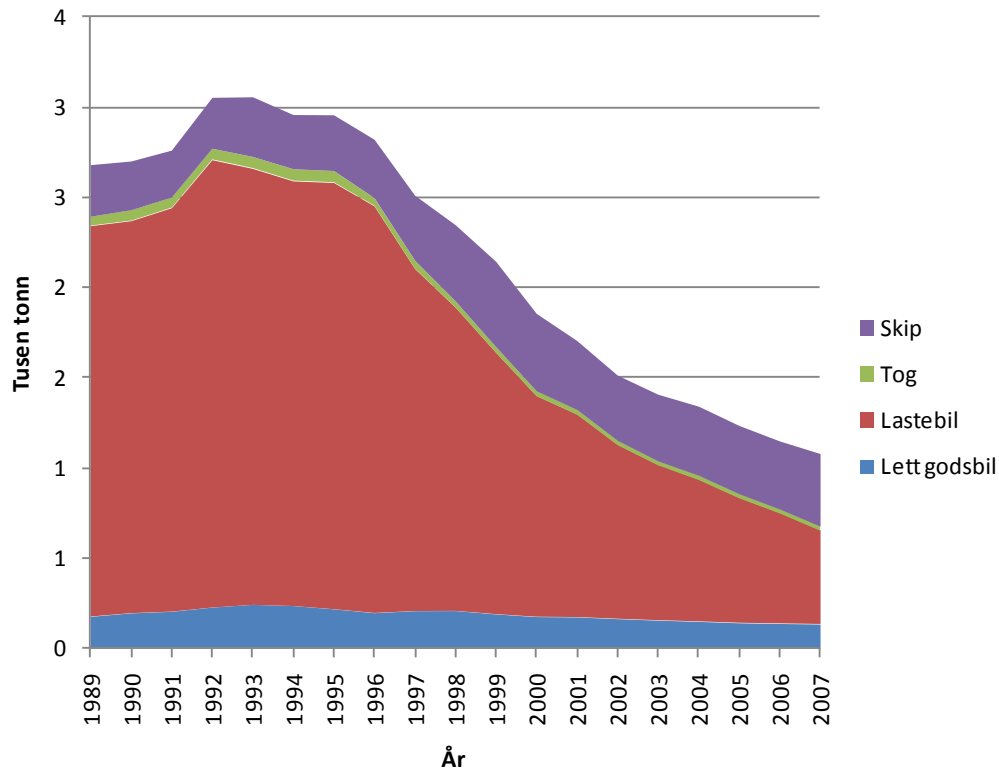


TØI rapport 1072/2010

Figur 10. NO_x-utslipp fra lette godsbiler, lastebiler, godstog og skip i perioden 1989-2007. Tusen tonn.

Figur 10 viser et helt annet bilde enn hva vi så for CO₂-utslipp; siden slutten av 1990-tallet har NO_x-utslippene fra lastebiler avtatt, mens de har økt for skip. Dette skyldes blant annet at innfasingen av Euro-kravene har gitt betydelige utslippsreduksjoner fra vegtransporten, mens vi ikke har sett tilsvarende reduksjoner fra skipsfarten. Imidlertid ble det fra 1. januar 2007 innført en avgift knyttet til NO_x-utslipp fra båter.

Figur 11 viser utvikling i utslipp av partikler (PM₁₀) fra tunge kjøretøy, jernbane og skip og båter, del av indikator 22.

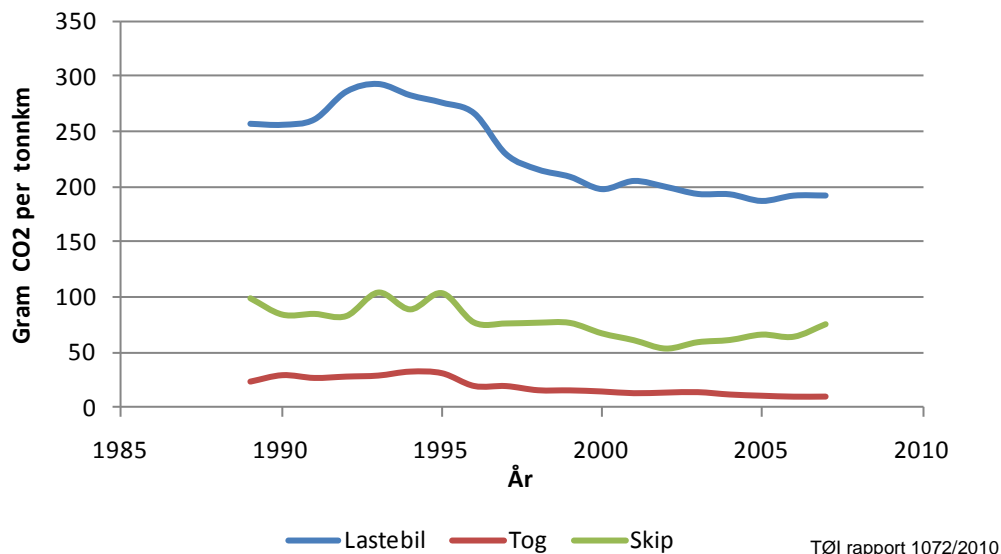


TØI rapport 1072/2010

Figur 11. PM10-utslipp fra lette godsbiler, lastebiler, godstog og skip i perioden 1989-2007. Tusen tonn.

Figur 11 viser at det tradisjonelt har vært lastebiler som har stått for de største utslippene av PM10. Imidlertid er utslippene fra lastebiler redusert fra nesten 2500 tonn i 1993 til mindre enn 500 tonn i 2007. Igjen er det forbedring av motorer i henhold til utslippskravene i Euro-standardene som har gitt en kraftig forbedring. For skip har det imidlertid vært en jevn økning i observasjonsperioden. Jernbane utgjør også for PM10 en liten andel av totalen.

I figur 12 relaterer vi CO₂-utslipp til transportarbeid, som inngår i indikator 23. Det er grunn til å tro at estimatene i figur 12 er usikre, og vi observerer at anslagene for lastebiler ligger noe over det man ellers kan finne i andre kilder (Statistisk sentralbyrå, 2008). Lette godsbiler er utelatt fra figur 12, da datagrunnlaget for disse trolig er mer usikkert enn for de andre transportmiddelkategoriene.



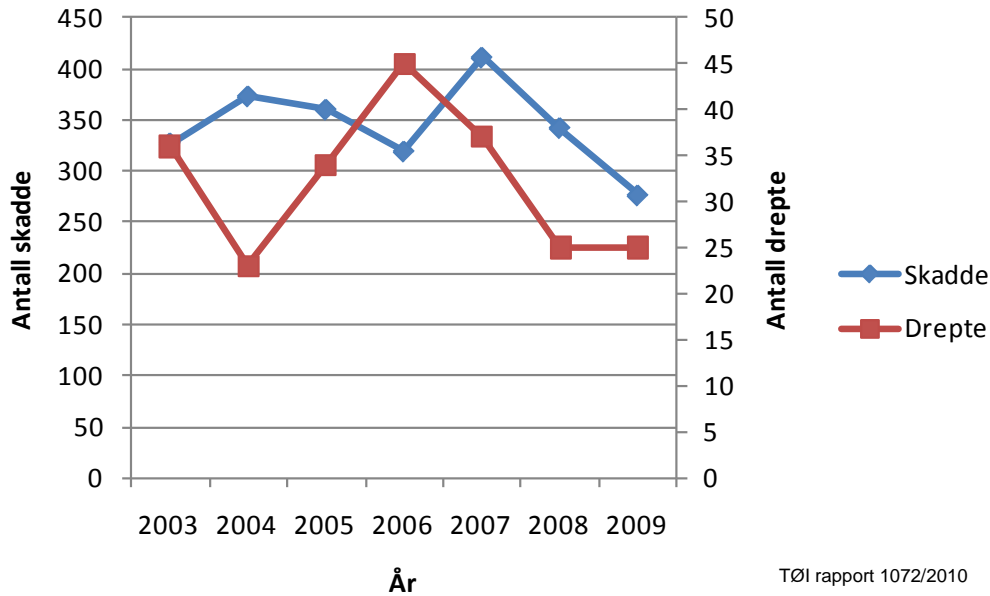
Figur 12. Utslippseffektivitet etter transportmiddel: forhold mellom CO₂-utslipp og transportarbeid. Gram CO₂ per tonnkm.

Figur 12 viser at lastebiltransport har høyest CO₂-utslipp per tonnkilometer. Imidlertid har utslippene avtatt over tid, dette skyldes i stor grad forbedret transporteffektivitet og redusert tomkjøringsprosent. Thune-Larsen et al. (2010) tar imidlertid analysen et steg videre og finner at utslipp per kjøretøykilometer har økt selv om utslippene per tonnkilometer har avtatt. Det skyldes at de store bilene utfører en økende andel av trafikkarbeidet, og disse har høyere utslipp per kjørte kilometer enn små biler.

Det er vanskelig å finne gode forklaringer på den økningen som vi kan observere for lastebiler rundt 1992/1993, og det er sannsynlig at årsaken er usikkerhet i det underliggende datamaterialet. For sjøtransport er det en nokså flat utvikling, men med noen fluktusjoner over tid. Utslippene per tonnkilometer fra sjøtransport er imidlertid langt under det halve av utslippene fra lastebiler. Jernbane kommer svært lavt ut, delvis som følge av at det er antatt at all elektrisitet kommer fra fornybare kilder.

Konsekvenser

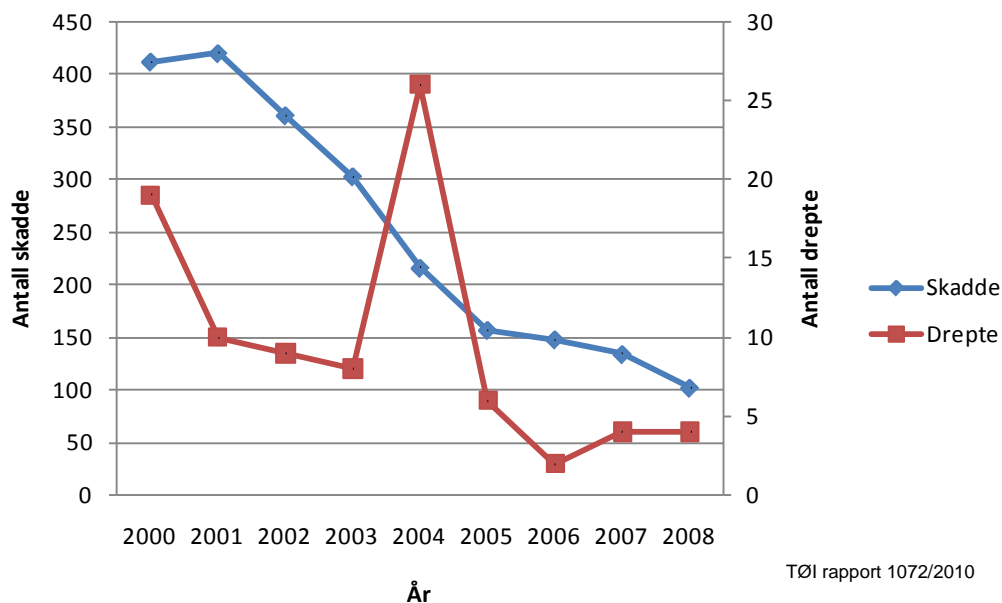
Antall skadde og drepte i ulykker som involverer godsbiler er representert som indikator 27. Figur 13 viser antall skadde og drepte i vegtrafikkulykker som involverer vogntog, da denne ligger ferdig produsert i statistikkbanken til SSB. Tallene i figur 13 er trolig lavere enn antall drepte og skadde i ulykker med alle typer godsbiler. Imidlertid forventer vi at figur 13 gir et rimelig bilde av utviklingen over tid. Antall skadde er målt på den venstre vertikale akse, mens antall drepte er målt på den høyre vertikale akse.



Figur 13. Antall skadde og drepte i vegtrafikkulykker med vogntog involvert i perioden 2003-2009.

Figur 13 viser fluktasjoner både i antall drepte og antall skadde over tid, men i begge tilfeller har det vært en reduksjon i siste del av perioden.

Figur 14 viser antall skadde og drepte i skipsulykker med godsskip (indikator 28), hvor skipstypene som er inkludert er tankskip, bulkskip, stykkgoods-/andre tørrlastskip og "annet". Fiskefartøy, offshorefartøy, slepe-/rednings-/hjelpesfartøy og passasjerbåter er utelatt. På samme måte som i figur 13 vises antall skadde på den venstre vertikale akselen og antall drepte på den høyre vertikale akselen.



Figur 14. Antall skadde og drepte i skipsulykker med godsskip i perioden 2000-2008.

Figur 14 viser at det har vært en kraftig reduksjon i antall skadde i skipsulykker med godsskip, fra drøyt 400 skadde i 2000 og 2001 til ca 100 skadde i 2008. For antall drepte har det også vært en jevn nedgang fra 19 i 2000 til snaut fem i årene 2006-2008. Kurven for antall drepte gjør imidlertid et kraftig hopp i 2004, dette skyldes Rocknes-forliset som krevde 18 liv dette året.

7.2 Indikatorer for byer

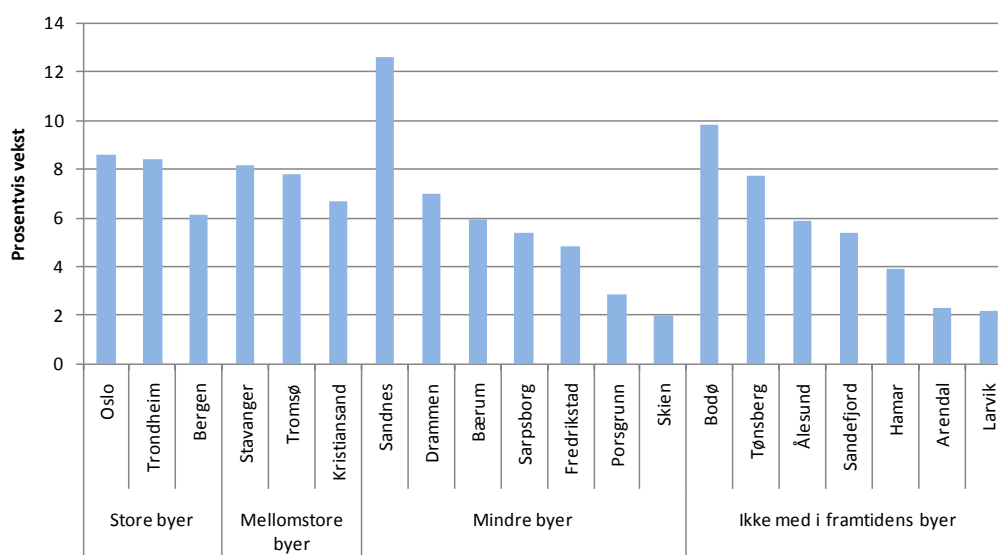
På bynivå har vi datagrunnlag til å presentere indikatorer tilhørende drivkrefter, transport og miljø. På bynivå har vi forsøkt å kvantifisere indikatorene for de tretten byene som er med i framtidens byer, og i tillegg har vi plukket ut sju av de største byene som ikke er med i framtidens byer. Byene er gruppert i fire grupper, hvorav de tre førstnevnte er byene som er med i framtidens byer. Vi operer med følgende grupper av byer:

- Store byer: Oslo, Bergen og Trondheim
- Mellomstore byer: Kristiansand, Stavanger og Tromsø
- Mindre byer: Sarpsborg, Fredrikstad, Bærum (Sandvika), Drammen, Porsgrunn, Skien og Sandnes
- Andre byer: Hamar, Tønsberg, Sandefjord, Larvik, Arendal, Ålesund og Bodø

Datakildene som er benyttet er på kommunenivå, slik at det er *bykommunene* vi sikter til når vi omtaler byer. Spesielt ved bruk av Lastebilundersøkelsen (LBU) er det problemer med datakvalitet på kommunenivå. Siden LBU er en utvalgsundersøkelse hvor enkeltobservasjoner blåses opp for å gi riktig totalnivå, er det vanskelig å benytte resultatene på et for detaljert nivå. Når vi bruker LBU på bynivå, har vi i hovedsak hentet ut gjennomsnittstall for perioden 2003-2008, slik at det er "gjennomsnittsnivået over tid" i hver enkelt by og ikke utviklingen over tid som belyses.

Drivkrefter

Figur 15 viser prosentvis vekst i befolkning fra årene 2000-2002 til årene 2006-2008, dette tilsvarer indikator 1 i tabell 3.

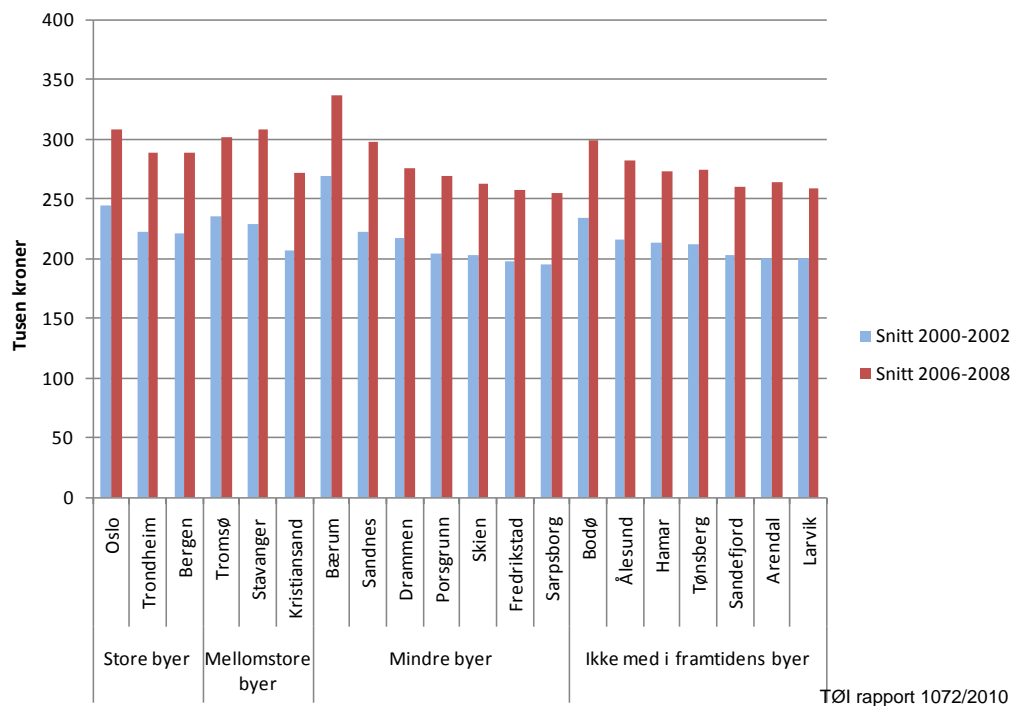


TØI rapport 1072/2010

Figur 15. Befolkningsvekst fra perioden 2000-2002 til perioden 2006-2008. Prosent.

Figur 15 viser at Sandnes og Bodø utmerker seg med størst relativ befolkningsvekst, mens Porsgrunn, Skien, Arendal og Larvik har lavest vekst.

Figur 16 viser median bruttoinntekt for bosatte over 17 år, som tilsvarer indikator 2. Søylene angir gjennomsnitt av verdiene for årene 2000-2002 og gjennomsnitt av verdiene for årene 2006-2008.



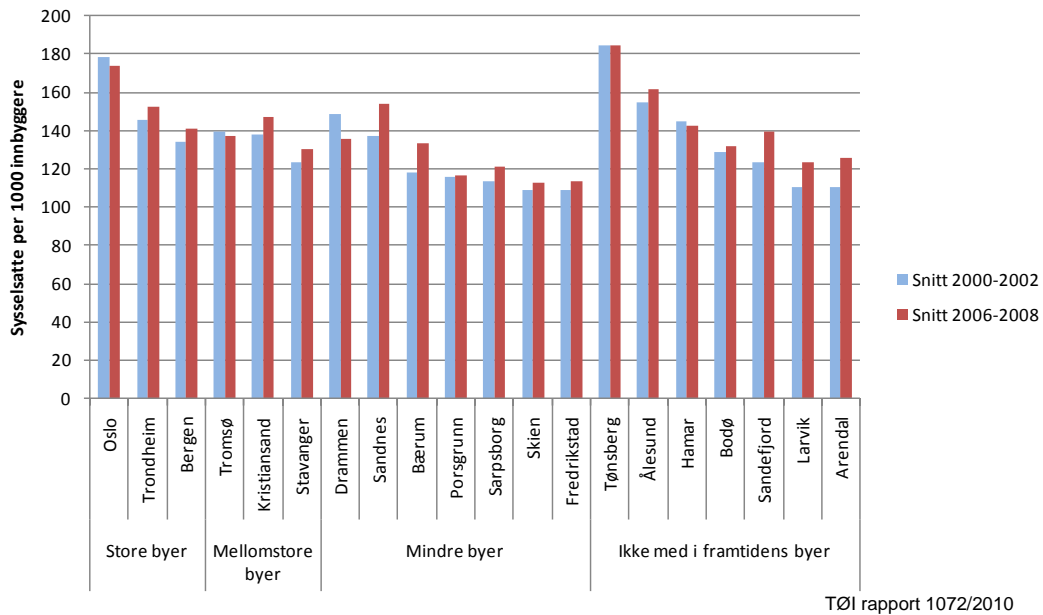
Figur 16. Median bruttoinntekt i perioden 2000-2002 til perioden 2006-2008. Tusen kroner.

Figur 16 viser at medianinntekten i perioden 2000-2002 var høyest i Bærum, Oslo og Bodø, etterfulgt av Tromsø og Stavanger. I motsatt ende finner vi Fredrikstad, Sarpsborg, Arendal og Larvik som har lavest medianinntekt. I 2006-2008 var bildet nokså likt, men Sandnes har hatt en betydelig vekst og var i denne perioden på nivå med Bodø. Den relative veksten ser ut til å ha vært lav i Oslo og Bærum.

Figur 17 viser indikator 4; sysselsatte personer i utvalgte næringer. Indikatoren er beregnet som antall sysselsatte per 1000 innbyggere, og inkluderer sysselsatte i følgende næringer:

- 45 Bygge- og anleggsvirksomhet
- 51 Agentur- og engroshandel
- 52 Detaljhandel og reparasjon av varer
- 55 Hotell- og restaurantvirksomhet

Tallene referer til næringsgruppe i standard for næringsgruppering (NACE). Sysselsettingstallene er hentet ut etter hvilken kommune arbeidsplassen er lokalisert i, ikke hvilken kommune arbeidstakeren er bosatt i. Det presenteres gjennomsnitt av sysselsettingstall for årene 2000-2002 og for årene 2006-2008.

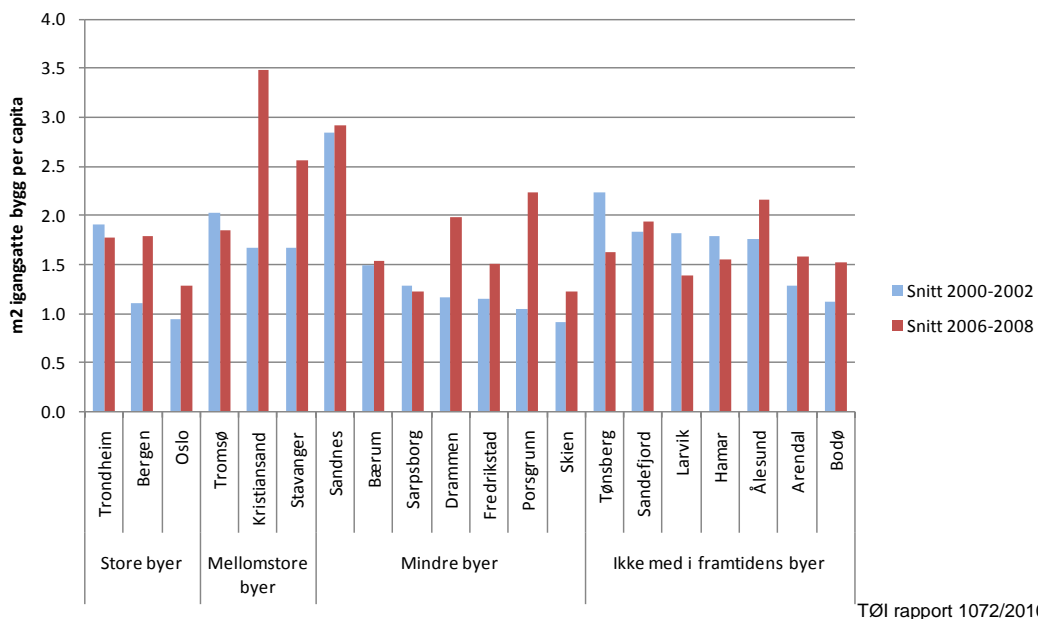


TØI rapport 1072/2010

Figur 17. Sysselsatte per 1000 innbyggere i utvalgte næringer.

Figur 17 viser at den aktuelle sysselsettingen er høyest i Oslo og Tønsberg, og lavest i Skien og Fredrikstad. De fleste byene har opplevd en vekst i perioden, men Oslo, Tromsø, Drammen og Hamar har hatt en reduksjon.

Figur 18 viser indikator 6, som beskriver byggeaktivitet, og angir bruttoareal av igangsatte bygninger i kommunen, både boliger og andre bygg.



TØI rapport 1072/2010

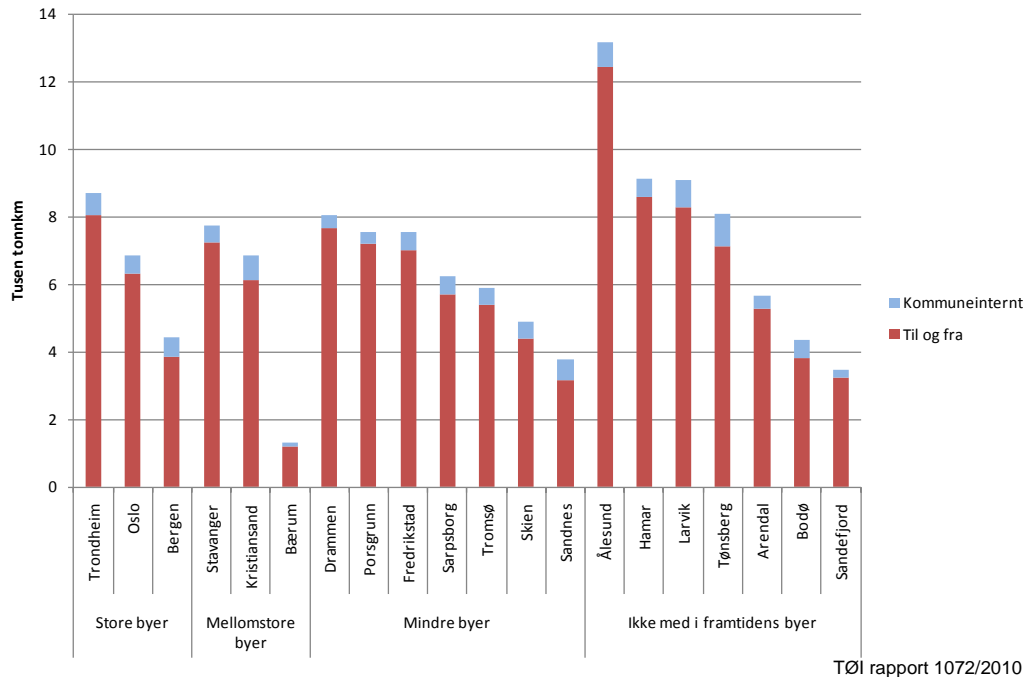
Figur 18. Bruttoareal av igangsatte bygg. Gjennomsnitt av årene 2000-2002 og gjennomsnitt av årene 2006-2008. Kvadratmeter per capita.

Figur 18 viser at det i perioden 2000-2002 var størst byggeaktivitet per capita i Sandnes, Tønsberg og Tromsø. I perioden 2006-2008 var aktiviteten størst i Kristiansand, Sandnes og Stavanger. Kristiansand har hatt størst vekst fra 2000-2002 til 2006-2008, etterfulgt av Porsgrunn og Drammen. Tønsberg og Larvik har hatt en påtakelig reduksjon i byggeareal i den samme perioden, mens Hamar, Trondheim, Tromsø og Sarpsborg har hatt mindre reduksjoner. Vi ser av figuren at Oslo ligger nokså lavt i begge tidsperiodene, dette kan delvis skyldes at det er

lite plass til nybygg i Oslo og at dette øker presset på aktivitet i Oslos nabokommuner.

Transport

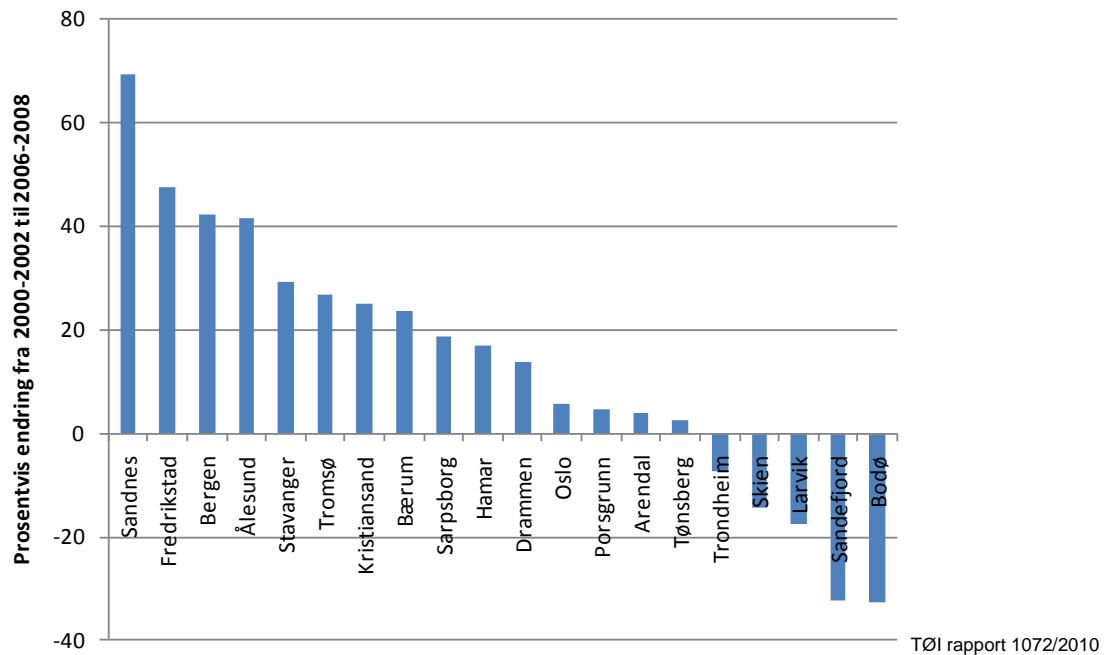
Figur 19 viser gjennomsnittlig transportarbeid med lastebil per capita for perioden 2003-2008 for de utvalgte byene. Det skilles mellom kommuneinternt transportarbeid og turer til og fra den aktuelle bykommunen. Som nevnt i kapittel 8.2 er ikke dette et uttrykk for godstransportarbeid på bykommunens territorium.



Figur 19. Gjennomsnittlig transportarbeid med lastebil per capita i perioden 2003-2008. Kommuneinternt og til og fra bykommunen. Tusen tonnkm.

Figur 19 viser Ålesund har høyest transportarbeid med lastebil per capita. Dette kommer trolig av mange uttransporter av fisk som transporteres langt. Bærum skiller seg ut med klart lavest transportarbeid.

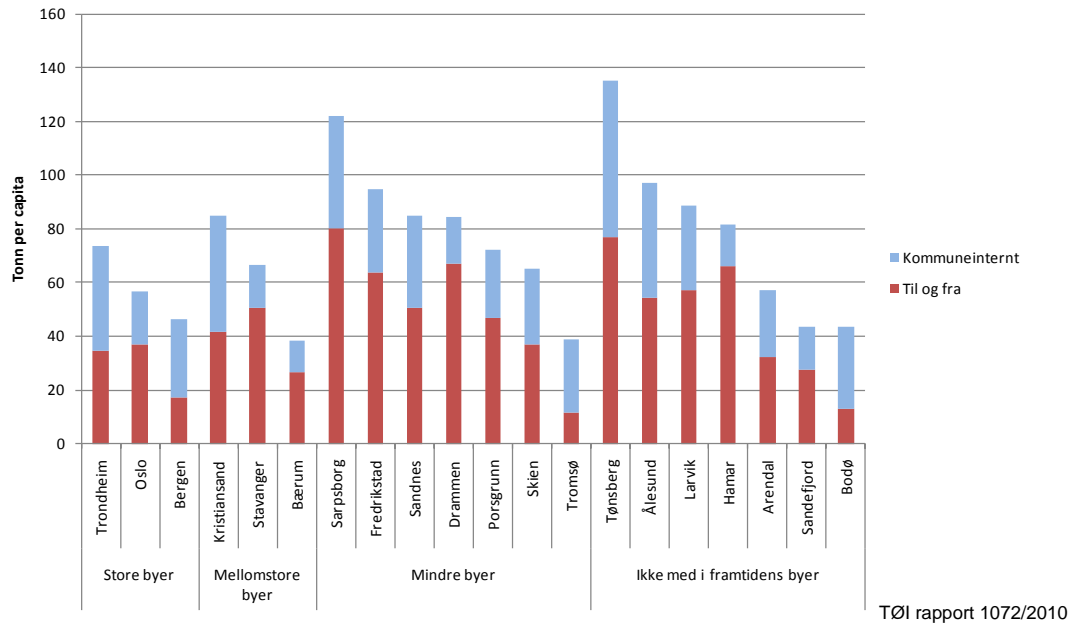
For å fange opp endringer over tid, har vi i figur 20 illustrert prosentvis endring i transportarbeid per capita fra gjennomsnittet av årene 2000-2002 til gjennomsnittet av årene 2006-2008.



Figur 20. Prosentvis endring i transportarbeid per capita fra årene 2000-2002 til årene 2006-2008. Sum av kommuneinterne turer og turer til og fra bykommunene.

Figur 20 viser at byene som hadde størst relativ økning i transportarbeid var Sandnes, Fredrikstad, Bergen og Ålesund. Fem byer ser ut til å ha hatt en reduksjon i perioden, dette var Bodø, Sandefjord, Larvik, Skien og Trondheim. Det er imidlertid mye større usikkerhet i figur 20 enn i de andre figurene på bynivå som er basert på grunnlagsdataene fra Lastebilundersøkelsen. Årsaken til dette er at de andre figurene er basert på gjennomsnitt av minst seks års tellinger, mens tallene i figur 20 er basert på tre år. SSB har ikke kvalitetssikret dataene på bynivå, og spesielt for de minste byene vil det lett oppstå utvalgsskjevheter som kan påvirke resultatene. Hvis vi likevel sammenstiller resultatene i figur 20 med hva vi observerte for viktige drivkrefter i figurene 15 til 17, kan vi observere at Sandnes gjennomgående har ligget høyt og med økning over tid, noe som harmonerer godt med bildet som tegnes i figur 20. For andre byer er det varierende grad av samsvar mellom utvikling i drivkrefter og i transportarbeid. På grunn av usikkerheten i datamaterialet og den relativt korte tidsperioden som er inkludert er det vanskelig å trekke noen bastant konklusjon om hvor godt indikatorene for drivkrefter matcher indikatoren for utvikling i transportarbeid.

Figur 21 viser transportert mengde med lastebil per capita innen og til og fra byene med lastebil, dette tilsvarer indikator 12.

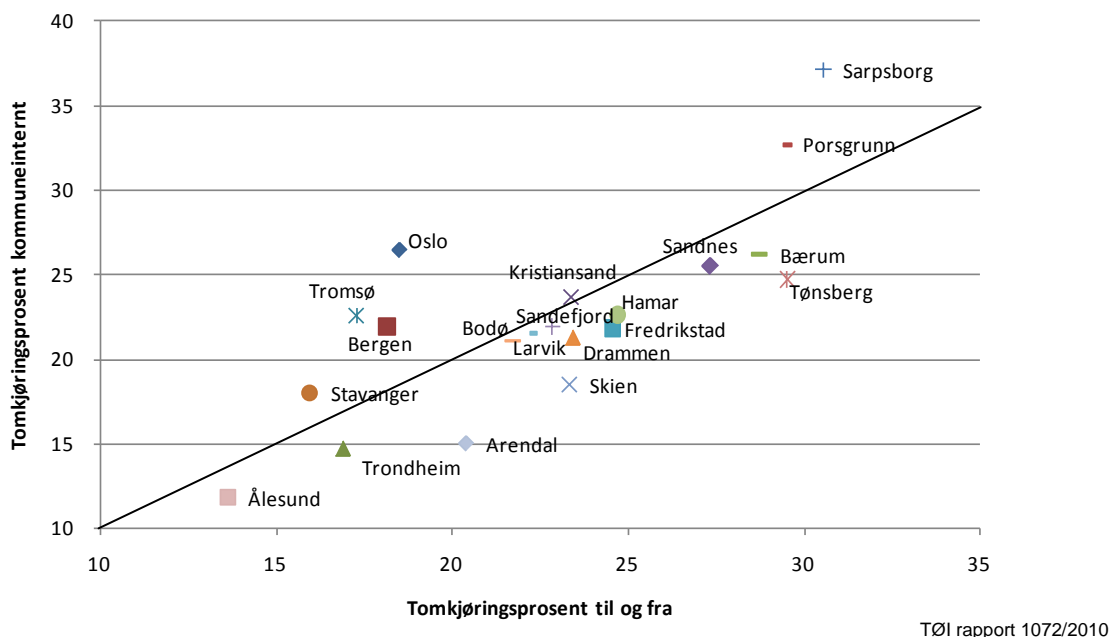


Figur 21. Transportert mengde med lastebil per capita innen og til og fra bykommunene. Gjennomsnitt av årene 2003-2008. Tonn.

Figur 21 viser at Sarpsborg og Tønsberg hadde høyest transportert mengde, mens Tromsø, Bærum, Sandefjord og Bodø hadde lavest. For byer som Tromsø, Bodø og Bergen kan trolig større volumer til sjøs være med på å forklare det lave nivået på transportert mengde med lastebil. Merk også at Bærum ikke kommer så enestående lavt ut i transportert mengde som i transportarbeid, dette skyldes sannsynligvis omfattende samkvem med Oslo, som medfører kort gjennomsnittlig transportdistanse på turer til og fra kommunen.

Vi har ikke illustrert tonn lastet og losset fra skip. Dette skyldes at dataene er på havnevesen-nivå, og mange av disse omfatter to eller flere kommuner. Det er derfor vanskelig å estimere nivået for de utvalgte byene, og vi overlater derfor til senere arbeid å gjøre en mer omfattende analyse som muliggjør bruk av havnestatistikken på kommunenivå.

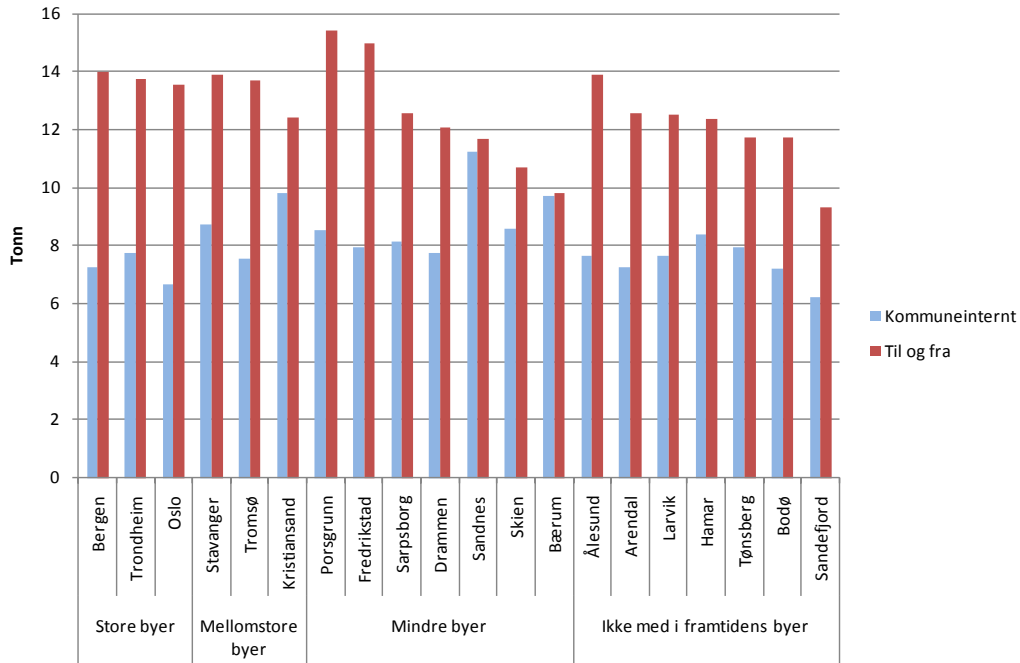
Figur 22 viser tomkjøringsprosent i lastebiltransport (indikator 16) for kommuneinterne turer og for turer til og fra de enkelte bykommunene. Hver by er indikert som et punkt som angir kommuneintern tomkjøringsprosent på den vertikale akse og tomkjøringsprosent til og fra på den horisontale akse. En diagonallinje er lagt inn for å indikere punkter med lik kommuneintern og ekstern tomkjøringsprosent. Byer som er plassert over denne linja har høyere tomkjøringsprosent for kommuneinterne turer enn for turer til og fra, mens byer plassert under linja har høyest tomkjøringsprosent for turer til og fra.



Figur 22. Tomkjøringsprosent i lastebiltransport for kommuneinterne transporter og for turer til og fra enkeltbyer. Gjennomsnitt av årene 2003-2008.

Figur 22 viser at tomkjøringsprosenten er høyest i Sarpsborg og Porsgrunn. Sarpsborg har en tomkjøringsandel på ca 37 % for kommuneinterne turer og 30 % for turer til og fra, mens tilsvarende verdier for Porsgrunn er 33 % og 29 %. I motsatt ende finner vi Ålesund med hhv 12 % og 14 %, Trondheim med 15 % og 17 % og Stavanger med 18 % og 16 %. Det kan se ut til å være et tyngdepunkt mellom 20 % og 25 % både for kommuneinterne turer og for turer til og fra de aktuelle byene. Vi ser også at de fire største byene (Oslo, Bergen, Trondheim og Stavanger) gjennomgående har lav tomkjøringsprosent for turer til og fra bykommunene. Dette kan skyldes at det er lettere å få returlast for transporter til og fra de store byene.

Transporteffektivitet (indikator 15) i lastebiltransport er illustrert i figur 23. Transporteffektiviteten er beregnet fra alle turer med last uansett varegruppe, og det er skilt mellom kommuneinterne turer og turer til og fra den aktuelle bykommunen.

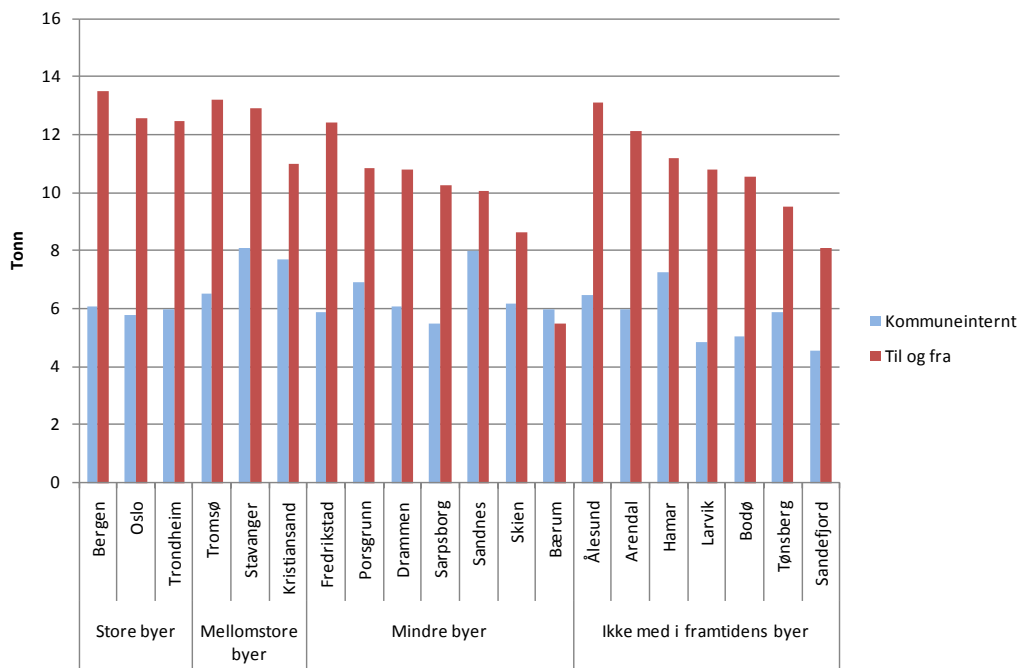


TØI rapport 1072/2010

Figur 23. Transporteffektivitet lastebiltransport for kommuneinterne transportere og for turer til og fra enkeltbyer. Gjennomsnitt av årene 2003-2008. Turer med last.

Ser vi først på kommuneintern transporteffektivitet, så viser figur 23 at denne er høyest i Sandnes, Kristiansand og Bærum, og lavest i Sandefjord og Oslo. Blant de øvrige byene er det svært små forskjeller. For turer til og fra er transporteffektiviteten høyest i Porsgrunn og Fredrikstad, og lavest i Skien, Bærum og Sandefjord.

De enkelte byenes næringsstruktur påvirker hva slags varer som transporteres, og dette vil igjen påvirke transporteffektiviteten, siden det er store variasjoner i hvor mange tonn det er naturlig å laste på en bil. For eksempel gir en del industrinæringer høy lastvekt, dette kan i hvert fall delvis bidra til den høye transporteffektiviteten for turer til og fra Porsgrunn og Fredrikstad. I et forsøk på å korrigere noe for en slik effekt har vi i figur 24 illustrert transporteffektivitet for varer som kan klassifiseres som stykk gods. Når man skal gjøre en slik innsnevring på vare blir det en avveining mellom å snevre for mye inn og derigjennom få usikre data og å snevre for lite inn og dermed ikke klare å få korrigert tilstrekkelig for ulike næringsstrukturer i byene.

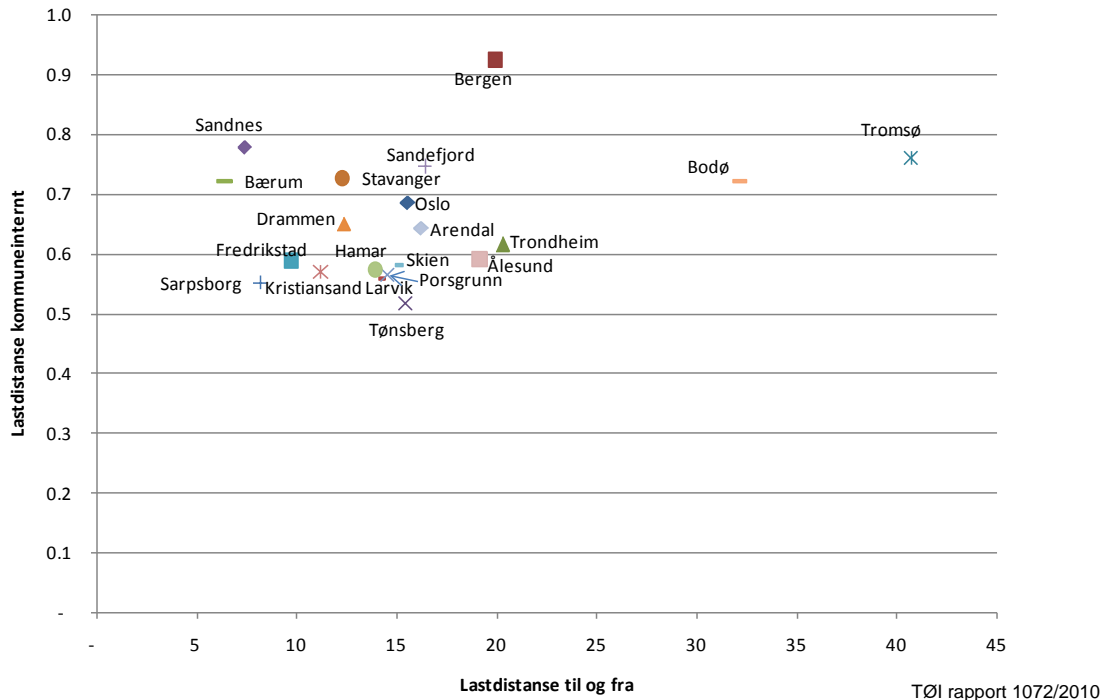


TØI rapport 1072/2010

Figur 24. Transporteffektivitet lastebiltransport for kommuneinterne transport og for turer til og fra enkeltbyer. Gjennomsnitt av årene 2003-2008. Turer med transport av stykk gods.

Det er få dramatiske forskjeller mellom figur 23 og figur 24, men det kan se ut til å bli en noe jevnere fordeling av transporteffektivitet for kommuneinterne turer. Mange kommuneinterne transport er massetransporter, og disse slår ulikt ut for de forskjellige byene. For transport til og fra byene er det få iøynefallende forskjeller, men Bærum skiller seg ut med klart lavest transporteffektivitet for stykk gods. Det er liten industriell aktivitet i Bærum, og mange korte transport til og fra Oslo. Det er mindre naturlig å tilstrebe høy lastutnyttelse på korte turer enn på lange, og dette kan nok forklare mye av Bærum's tilsynelatende svake transporteffektivitet for stykk gods for turer til og fra kommunen.

Figur 25 viser gjennomsnittlig lastdistanse i lastebiltransport på bynivå midlet over årene 2003-2008, dette er indikator 17. På den horisontale akse vises gjennomsnittlig lastdistanse for turer til og fra byene, mens den vertikale akse viser gjennomsnittlig lastdistanse for kommuneinterne turer.

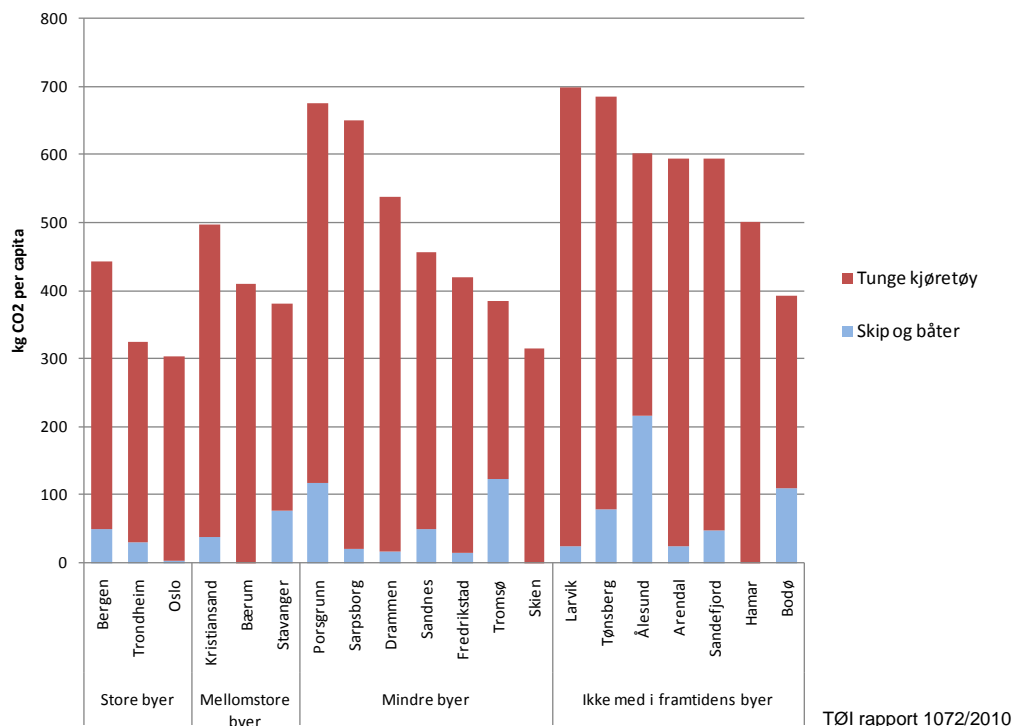


Figur 25. Gjennomsnittlig lastdistanse for kommuneinterne transport og for turer til og fra enkeltbyer. Gjennomsnitt av årene 2003-2008. Km/tonn.

Figur 25 viser at byenes beliggenhet ikke uventet påvirker lastdistansen for turer til og fra byene, idet Tromsø og Bodø har markant høyere gjennomsnittlig transportdistanse enn de andre byene for kommuneeksterne turer. Fra et bymiljøperspektiv er det vel så interessant å studere den kommuneinterne lastdistansen, da denne sier noe om hvor stort trafikkarbeid som i snitt kan tilskrives hver lastede tonn på turer innenfor kommunen. Faktorer som kan bedre den kommuneinterne lastdistansen er høyere lastutnyttelse, redusert tomkjøringsprosent eller kortere transportdistanse. Lastutnyttelse og tomkjøringsprosent påvirkes i noe grad av hva slags næringsvirksomhet kommunen har, mens transportdistansen vil avhenge både av kommunenes utstrekning og lokalisering av virksomheter innenfor kommunene. Figur 25 viser at Bergen har høyest kommuneintern lastdistanse med drøyt 900 meter kjørt per tonn transportert, mens Tønsberg har lavest med drøyt 500 meter kjørt per tonn lastet. De fleste byene har mellom 550 og 750 meter kjørt per tonn transportert.

Miljø

I figur 26 viser vi CO₂-utslipp per capita for de studerte byene, dette inngår i indikator 21. Utslippkildene som er omfattet er tunge kjøretøy og skip og båter. For ingen av disse kategoriene er det skilt mellom passasjer- og godstransport, så figuren gir ikke noe nøyaktig anslag på godsrelatert virksomhet. Dataene er hentet fra statistikkbanken til SSB, men det er trolig stor usikkerhet i datagrunnlaget. Angivelse av utslipp på kommunenivå bør baseres på anslag på trafikkarbeid på kommunenivå, og spesielt for godstransport er dette vanskelig å estimere.



TØI rapport 1072/2010

Figur 26. CO₂-utslipp fra tunge kjøretøy og fra skip og båter for utvalgte byer. Kg CO₂ per capita. 2007.

Figur 26 viser at CO₂-utslipp per capita er høyest i Larvik, Tønsberg, Porsgrunn og Sarpsborg. Lavest utslipp per capita finner vi i Trondheim, Oslo og Skien. Ser vi isolert på tunge kjøretøy, så er bildet noenlunde det samme, med høyest utslipp i Larvik, Sarpsborg, Tønsberg og Arendal, og lavest i Oslo, Trondheim, Bodø og Tromsø. For skip og båter, er det Ålesund, Tromsø og Porsgrunn som har høyest utslipp per capita, mens Bærum, Skien og Hamar ikke har registrert utslipp fra skip og båter.

Pga usikkerheten i tallmaterialet er det vanskelig å trekke noen pålitelige konklusjoner, men det kan se ut til at det ikke nødvendigvis er byene med størst transportarbeid til/fra og innen kommunen som har høyest CO₂-utslipp fra tunge kjøretøy. Imidlertid så vi fra figur 19 at Larvik var av byene som var involvert i transporter med stort transportarbeid. Bedre samsvar finner vi med transportert mengde til og fra byene, som ble illustrert i figur 21. Byer som Sarpsborg, Hamar, Tønsberg og Larvik er høyt representert både i transportert mengde til og fra med lastebil og i utslipp fra lastebiltransport.

For å konkludere om sammenheng mellom transport og utslipp, så kan transportert mengde synes å være bedre egnet enn transportarbeid med det datagrunnlaget vi har. Hadde vi derimot vært i stand til å estimere faktisk transportarbeid på kommunenes område, ville dette trolig vært en bedre indikator.

7.3 Oppsummering av indikatoruttesting

På nasjonalt nivå har vi forsøkt å sammenstille utvikling i sentrale drivkrefter med indikatorer for utvikling i lastebiltransport og godstransport totalt. Figur 3 viste at vi er langt unna en frakobling av trafikkvekst fra økonomisk vekst, og vi så videre at det var bruttoinntekt som i størst grad har fulgt trafikkveksten på 2000-tallet. Vi har videre belyst utvikling i effektivitet og tomkjøring på nasjonalt nivå, hvor det

kan se ut til at de utvalgte indikatorene er godt egnet til å beskrive tilstand og utvikling. Generelt er lastebiltransport best dekket av indikatorer, dette kommer av god datatilgang gjennom Lastebilundersøkelsen fra SSB.

På bynivå er det åpenbart at næringsstruktur vil påvirke nivået på mange av indikatorene som vi har anbefalt i denne rapporten. Videre er det en del spesifikke problemstillinger som vi har belyst med indikatoruttestingen og som det er verdt å ta med seg videre. Flere av de transportrelaterte indikatorene som vi har tallfestet med data fra Lastebilundersøkelsen må benyttes med varsomhet. Transportarbeid kan kun beregnes som transportarbeid for turer som starter og/eller slutter i en aktuell kommune, og representerer ikke transportarbeid på en kommunes område. For indikatorer som transportert mengde og lastdistanse er det en utfordring at endrede logistikk løsninger som oppdeling og konsolidering kan gi kunstige utslag i indikatorene. For eksempel vil oppdeling av transporter i flere etapper kunne gi inntrykk av at lastmengden øker mer enn den faktisk gjør. Indikatorer som transporteffektivitet og tomkjøringsprosent er mindre sårbare, men disse vil som andre transportrelaterte indikatorer påvirkes mye av næringsstruktur osv. Uansett indikator er det klart at analyser på bynivå er spesielt sårbare pga tynnere datagrunnlag enn analyser på nasjonalt nivå.

8 Anbefalinger om bruk

Vi har i denne rapporten vurdert og valgt ut indikatorer for miljøvennlig logistikk. Indikatoren er gruppert i henhold til DPSIR-modellen som benyttes av OECD for å betrakte miljøindikatorer i en utvidet årsak-virkningskjede. Det foreslåtte indikatorsettet består av 33 indikatorer. Enkelte indikatorer er definert for bruk på bynivå, andre indikatorer kan kun benyttes på nasjonalt nivå, og de resterende kan benyttes både på bynivå og på nasjonalt nivå. Det har vært et mål at indikatorene skal være relevante for transportpolitikken og til å vurdere effekten av tiltak som kan tenkes brukt for å fremme mer effektiv og miljøvennlig godstransport og logistikk. Indikatorsettet kan benyttes til å belyse forskjeller mellom byer eller til å vurdere utvikling over tid.

Datatilgjengelighet har lagt strenge føringer for hvilke indikatorer som har blitt valgt ut. Dataene er gjennomgående svakere for godstransport enn for persontransport, dels som følge av mindre fokus over tid, og dels som følge av at godstransport er av en annen karakter og involverer flere aktører. Vi har imidlertid også inkludert enkelte indikatorer som det per i dag ikke finnes gode datakilder for. Dette gjelder i særlig grad indikatorer for byanalyser, hvor det kan tenkes at ny teknologi og/eller tilgang til informasjon fra private aktører i framtiden kan bidra til kvantifisering. I tillegg har vi tatt med indikatorer på nasjonalt nivå hvor vi forventer at det i fremtidig datagrunnlag kan etableres skiller mellom godstransport og persontransport selv om et slikt skille ikke eksisterer i dag.

Ved hjelp av eksisterende statistikk har vi kvantifisert en del indikatorer på nasjonalt nivå og på bynivå. Dataene er i hovedsak hentet fra statistikkbanken til SSB og fra grunnlagsdataene til Lastebilundersøkelsen (LBU). Hensikten med dette arbeidet har vært å teste indikatorens relevans og bruksområder, og uttestingen gir ikke noen fullgod vurdering av statusen for norske byer. Vi overlater imidlertid til senere arbeid å foreta en mer grundig sammenligning av godstransportrelatert miljøstatus for norske kommuner.

En utfordring ved bruk av indikatorer på bynivå er at mange byområder strekker seg over flere kommuner. I denne rapporten har vi valgt å kun hente ut data for de aktuelle bykommunene. I kapittel 7.2 har vi sett at for eksempel Bærum skiller seg ut med lite godstransport til og fra, dette har sammenheng med nærheten til Oslo. En mulighet kan være å definere byområder bestående av flere kommuner, men også dette kan ha problematiske sider.

Indikatorene som er diskutert og foreslått i denne rapporten er ment å utgjøre et samlet indikatorsett enten for byanalyser eller for analyser på nasjonalt nivå. I mange tilfeller vil det være naturlig å bruke deler av indikatorsettet, mens det i andre sammenhenger er naturlig å bruke hele indikatorsettet. Det finnes ulike tilnærminger til hvordan man kombinerer informasjon fra et sett indikatorer, for eksempel ved hjelp av multikriteria-analyser. Slike betraktninger har ikke vært omfattet av vårt arbeid, men Joumard og Gudmundsson (2010) kan fungere som et utgangspunkt for nærmere informasjon.

Fredrikstad kommune (2007) påpeker i sin klima- og energiplan at det kan være problematisk å sammenligne byer på grunnlag av indikatorer, da næringsstruktur og bosettingsmønster i stor grad vil styre hvordan byer kommer ut i sammenligninger. Dette er gode innspill som man skal ta alvorlig også ved bruk av indikatorene som er foreslått i denne rapporten. Imidlertid fremhever Fredrikstad kommune (2007) at indikatorer likevel kan fungerer som gode styringsverktøy, for eksempel ved observasjon av utvikling over tid.

Referanser

- Bergen kommune (2009). Framtidens byer, areal og transport. Handlingsplan. Byrådsavdeling for klima, miljø og utvikling.
- BESTUFS (2006a). Quantification of Urban Freight Transport Effects I. Deliverable 5.1. BESTUFS II – Best Urban Freight Solutions II.
- BESTUFS (2006b). Quantification of Urban Freight Transport Effects II. Deliverable 5.2. BESTUFS II – Best Urban Freight Solutions II.
- Browne, M., Piotrowska, M., Woodburn, A. og Allen, J. (2007). Literature Review WM9: Part I – Urban Freight Transport. Green Logistics Project www.greenlogistics.org.
- EEA (2009). Transport at a crossroads. TERM 2008: indicators tracking transport and environment in the European Union. EEA Report No 3/2009. European Environment Agency, København, Danmark.
- Eidhammer, O. og Andersen, J. (2009). Logistikk- og transportindustrien – Utvikling og tjenestetilbud. TØI rapport 1019/2009. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Eidhammer, O., Hovi, I.B., Andersen, J. og Larsen, I.K. (2003). Overføring av gods fra veg til sjø og bane. Potensial, hindre og virkemidler. TØI rapport 663/2003. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Eidhammer, O. og Jean-Hansen, V. (2008). Godstransport og logistikk i byer. TØI rapport 9948/2008. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Europakommisjonen (2001). White Paper: European transport policy 2010: Time to decide. European Commission. Brussels, Belgium.
- Europakommisjonen (2006). Keep Europe moving — Sustainable mobility for our continent — MTR of the European Commission's 2001 transport White Paper, COM (2006) 314. European Commission. Brussels, Belgium.
- Europakommisjonen (2007). Towards a new culture for urban mobility. Green paper on urban mobility. DG TREN, European Commission. Brussels, Belgium.
- Fredrikstad kommune (2007). Klima- og energiplan 2007 for Fredrikstad kommune.
- GE (2008). Your guide to Eco-Driving – essential driver support. General Electric Capital Solutions.. <http://www.ecodrivesmart.com/Eco-driving-guide.pdf>
- Gudmundsson, H. (2001). Indicators and performance measures for Transportation, Environment and Sustainability in North America. Research Notes No. 148. Ministry of Environment and Energy, National Environmental Research Institute, Denmark.

- Gudmundsson, H., Tennøy, A., Joumard, R., Wager, P., Folkesson, L., Dalkmann, H., Fischer, T., Calderon, E. og Ramos, A.P. (2009). Criteria and methods for indicator assessment and validation. Bakgrunnsrapport fra kapittel 5 i rapporten fra COST 356.
- Haugen, T., Tveit, Ø.M. og Wahl, R. (2006). Fremkommelighet – mål og metoder. SINTEF Teknologi og samfunn. Transportsikkerhet og –informatikk.
- Hovi, I.B. og Andersen, J. (2010). Utvikling i transportytelser, kapasitetsutnyttelse og miljø for godsbiler. TØI rapport 1063/2010. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Hovi, I.B. og Hansen, W. (2009). Produksjons- og konsumstruktur – trender og utviklingstrekk. TØI rapport 1013/2009. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Jespersen, P.H. og Drewes Nielsen, L. (2004). Logistics and transport – a conceptual model. World Transport Policy & Practice 10 (3) pp 6-11. Eco-Logica Ltd, Lancaster, United Kingdom.
- Joumard R. and Gudmundsson H. (eds), 2010. Indicators of environmental sustainability in transport: An interdisciplinary approach to methods. INRETS report, Bron, France. Foreløpig utkast
- Knudsen, T. (2007). Godstransport og transportmidlenes miljømessige egenskaper. Rapport STF50 A2476. SINTEF Teknologi og samfunn, veg og transportplanlegging.
- Larsen, I.K. og Andersen, J. (2004). Godstransport i byområder. Nøkkeltall, trender og tiltak. TØI rapport 737/2004. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Litman, T. (2009) Well Measured: Developing Indicators for Comprehensive and Sustainable Transport Planning. Victoria Transport Policy Institute, British Columbia, Canada. www.vtpi.org.
- LTL (2009). LTLs klimaprogram 2008-2012. Bærekraftig logistikk er lønnsom. Ikke publisert utgave mars 2009. Logistikk- og transportindustriens landsforening, Oslo.
- Nenseth, V. og Nielsen, G. (2009). Indikatorer for miljøvennlig bytransport - en kunnskapsstatus. TØI rapport 1029/2009. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- NTP (2006). Videreutvikling av mål- og resultatstyringssystemet – forslag til etappemål og indikatorer. Arbeidsdokument i arbeidet med NTP 2010-2019. http://www.ntp.dep.no/2010-2019/pdf/20060403_maalstruktur.pdf.
- OECD (1993). Environmental indicators for environmental performance reviews. OECD Environmental Directorate, Paris, France. www.oecd.org/env.
- OECD (2003). OECD environmental indicators. Development, measurement and use. OECD Environmental Directorate, Paris, France. www.oecd.org/env.
- Porsgrunn og Skien (2009). Framtidens byer - Handlingsprogram for ”Tvillingbyene” Skien og Porsgrunn. Skien kommune og Porsgrunn kommune.
- PROMIT (2007). European Benchmarks in Intermodal Transport. Deliverable 4.1. PROMIT – Promoting Innovative Intermodal Freight Transport.

- REFIT (2006). Outline of policy priorities and sustainability criteria and targets. Deliverable 1.1. REFIT - Refinement and test of sustainability and tools with regard to European Transport policies.
- REFIT (2007). Transport sustainability indicators: Existing sustainability indicators, knowledge gaps and roadmap towards better indicators and tools. Deliverable 1.2. REFIT - Refinement and test of sustainability and tools with regard to European Transport policies.
- Rødseth, J. og Nicolaisen, T. (2003) Varedistribusjon i by – problembeskrivelse. Notat. SINTEF Bygg og miljø. Veg og samferdsel. Trondheim.
- Skedsmo, A. og Hagman, R. (2006). Miljøavgifter i lavutslippssonene. TØI rapport 848/2006. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Statens vegvesen (2005). Byen og varetransporten. Veiledning. Håndbok 250. Statens vegvesen, Vegdirektoratet.
- Statens vegvesen (2008a). Antall leveranser og lossetider. Studie av varetransport i byområder. UTB 2008/04. Statens vegvesen, Utbyggingsavdelingen.
- Statens vegvesen (2008b). Varelevering i by. En studie av leveringsforhold og byliv. Rapport UTB 2008/14. Statens vegvesen, Utbyggingsavdelingen.
- Statistisk sentralbyrå (2008). Energiforbruk og utslipp til luft fra innenlandsk transport. ISBN ISBN 978-82-537-7486-2. Rapport 2008/49. Statistisk sentralbyrå, Oslo/Kongsvinger.
- Statistisk sentralbyrå (2009). Samferdsel og miljø 2009. ISBN 978-82-537-7618-7. Rapport 2009/27. Statistisk sentralbyrå, Oslo/Kongsvinger.
- Thune-Larsen, H., Hagman, R., Hovi, I.B. og Eriksen, K.S. (2009). Energieffektivisering og CO2-utslipp for innenlands transport 1994-2050. TØI rapport 1047/2009. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Trondheim kommune (2007). Transportplan for Trondheim 2006-2015. <http://www.trondheim.kommune.no/content.ap?thisId=1117622582>.

Vedlegg 1. TERM-indikatorene

TERM-indikatorsettet til EUs miljøbyrå består av følgende indikatorer:

- 01 Transport final energy consumption by mode
- 02 Transport emissions of greenhouse gases
- 03 Transport emissions of air pollutants
- 04 Exceedances of air quality objectives due to traffic
- 05 Exposure to and annoyance by traffic noise
- 06 Fragmentation of ecosystems/habitats by transport infrastructure
- 07 Proximity of transport infrastructure to designated areas
- 08 Land take by transport infrastructure
- 09 Transport accident fatalities
- 10 Accidental and illegal discharges of oil at sea
- 11 Waste oil and tires from vehicles
- 11a Waste from road vehicles (ELV)
- 12a Passenger transport
- 12b Passenger transport modal split by purpose
- 13a Freight transport
- 13b Freight transport modal split by group of goods
- 14 Access to basic services
- 15 Regional accessibility of markets and cohesion
- 16 Access to transport services
- 18 Capacity of infrastructure networks
- 19 Infrastructure investments
- 20 Real change in transport prices by mode
- 21 Fuel prices and taxes
- 22 Transport taxes and charges
- 23 Subsidies
- 24 Expenditure on personal mobility by income group
- 25 External costs of transport
- 26 Internalisation of external costs
- 27 Energy efficiency and specific CO₂ emissions
- 28 Specific emissions
- 29 Occupancy rates of passenger vehicles
- 30 Load factors for freight transport
- 31 Uptake of cleaner and alternative fuels
- 32 Size of the vehicle fleet
- 33 Average age of the vehicle fleet
- 34 Proportion of vehicle fleet meeting certain emission standards
- 35 Implementation of integrated strategies
- 36 Institutional cooperation
- 37 National monitoring systems
- 38 Implementation of SEA
- 39 Uptake of environmental management systems by transport companies
- 40 Public awareness

Vedlegg 2. Utfyllende ubearbeidet indikatorliste

I dette vedlegget presenteres en utfyllende indikatorliste som har vært vurdert i arbeidet. Indikatorene er i hovdsak hentet fra kilder nevnt i kapittel 5. En del av de endelige indikatorene presentert foran i rapporten er ikke inkludert i lista nedenfor. Lista ble utarbeidet til en workshop i prosjektet i september 2009.

Hovedtema	Deltema	Navn på indikator	Enhet
Drivkrefter	Demografi	Befolkningsendring siste år	%
		Befolkning	Antall
	Økonomi	BNP-endring siste år	%
		BNP per capita	Kroner
		Gjennomsnittlig bruttoinntekt	Kroner
		Antall sysselsatte i varehandel	Antall
		Omsetning i varehandel	Kroner
		Godstransportintensitet etter næring	Transportkostnader/ produktinnsats
	Logistikk	Andel av leveringsavtaler med spesifikke tidsvinduer	%
		Høyverdivarers andel av vareomsetning	%
Transport	Distribusjonsmønster	Ankomsttid ved leveranser	Antall leveranser per tidsintervall
		Trafikk til/fra terminaler	Antall turer per tidsintervall
		Turvarighet	Minutter
		Turlengde (utkjørt distanse)	Km
		Tur-regularitet	% fordeling på frekv.kategorier
		Turtyper - antall stopp	% fordeling på 1,2,...,n stopp
		Antall stopp per 10 km	
		Transportutøver	Egentransport, for tredjepart, agent, butikkeier
		Andel kombinerte turer	%
		Turfordeling etter tid i døgnet og ukedag	%
		Andel byintern transport	%
		Næringsgruppering for varemottakere	% av tonn og % av turer
		Godstransport på vei etter transportlengde	% (målt i tonn transportert)
		Godstransport på vei etter transportlengde	% (målt i tonnkilometer)
		Opprinnelsessted etter kategori	

Hovedtema	Deltema	Navn på indikator	Enhet
		Andel av turene hvor mottakeren er lokalisert i bysentrum	%
	Effektivitet	Leveringskostnad per pall (eller annen enhet)	Kr
		Andel tomkjøring	% av utkjørte km
		Utnyttelsesgrad i godstransport	%
		Godsmengde per tur	Kg
		Utnyttelsesgrad per tur	% av volum
		Utnyttelsesgrad per tur	% av vekt
		Last per tur	tonnkm/kjøretøykm
		Snitthastighet i distribusjon	km/t
	Kjøretøy	Klassifisering av kjøretøyflåte	Antall biler per klasse
		Turhyppighet per biltype	Antall turer per bilklasse
		Lastbærer	Antall lastbærere per kategori
		Alder på kjøretøypark	Ant. kjøretøy per aldersgruppe
		Drivstofforbruk	Liter/mil
		Andel tunge kjøretøy som bruker alternativt drivstoff	%
		Bruk av alternativt drivstoff	
		Størrelse på kjøretøypark	Antall godsbiler
		Gjennomsnittsalder for kjøretøypark	År
		Fordeling av leveranser etter lastbærer	
		Andel av kjøretøypark som tilfredsstillere spesifikke utslippskrav	
		Energiforbruk per tonnkm	kWh/tonnkm
	Infrastruktur	Andel av vegnettet med dårlig veidekke-/tilstand	%
	Leveringsforhold	Stopptid etter næring	Minutter
		Stopptid etter bydel	Minutter
		Stopptid etter biltype	Minutter
		Ståtid per leveranse	Minutter
	Transportomfang	Antall turer per arealenhet (for eksempel butikkareal eller næringsareal)	Turer / (100m ² og dag)
		Antall turer per omsatt krone	
		Antall turer per ansatt	
		Antall turer per butikkenhet	
		Godskjøringens andel av utkjørte kjøretøykm	%
		Antall enkelturer med lastebil per capita	
		Transportert mengde per innbygger og år	Tonn / capita
Transportarbeid per innbygger og år		Tonnkm/capita	
Godstransportomfang/BNP			
Godstransportomfang/capita			
Etterspurte leveranser etter lastvekt			
Godstransport		Tonnkm	

Hovedtema	Deltema	Navn på indikator	Enhet
		Transportmiddelfordeling etter godstype	%
		Tonn levert / krone i omsetning	
Miljø	Støy	Fordeling av utkjørt distanse i ulike støyklasser	%
		Støynivå ved lasting og lossing	dB
	Utslipp	Lokale og globale utslipp fra godstransport	kg
		Godstransportens andel av lokale utslipp	%
		Andel av godstransportens utslipp som foregår i byområder	%
		Klimagassutslipp fra transport per capita	
		Lokale utslipp fra transport per capita	
		Utslippsnivå per tonnkm for ulike kjøretøy	g/tkm
		Utslipp per utkjørt 100 km	kg eller g
		Utslipp per tonnkm . Både CO2 og PM10/NO2/SO2/O3	g/tkm
	Utslipp av olje og andre kjemikalier som følge av uønskede hendelser til sjøs		
	Konsentrasjoner	Antall dager med PM10, NO2, SO2, O3 over grenseverdier	
	Arealbruk	Arealbeslag til godstransportaktivitet	km2/capita
Konsekvenser	Helseeffekter	Helseplager forårsaket av utslipp fra godstransport	
	Støyeksponering	Antall personer utsatt for over 38dB innendørs støynivå	
		Støyplageindeks (SPI)	
		Andel av befolkningen eksponert for høye støyverdier	%
	Ulykker	Antall skadde i ulykker som involverer godsbiler. Skadde per år og 1000 innbyggere	Antall
Antall drepte i ulykker som involverer godsbiler. Drepte per år og 1000 innbyggere		Antall	
Plan og politikk	Utslippskrav	Lavutslippssoner	
		Utslippskrav til kjøretøy	
	Arealbruk	Krav til utforming av varemottak ved godkjenning av nye eller ombygging av eksisterende næringsbygg	
		Bedre utforming og vedlikehold av losse- og lastesoner	
	Økonomiske virkemidler	Rushtidsavgifter for å bedre trafikkflyt	
		Grønne transportavgifter	
		Internalisering av eksterne kostnader	%
		Drivstoffpriser og -avgifter	
	Andre tiltak	Beskatning og avgifter i transport	
		Tilrettelegging for effektiv varelevering	
Tildelte ressurser til planlegging av gods i by		Kr/år	
Egen plan for gods i by		Ja/Nei	