

Sammendrag

Klima- og miljøvurdering av teknologi og drivstoff for tunge kjøretøy

TØI rapport 1716/2019
Forfatter: Rolf Hagman
Oslo 2019 20 sider

Formålet med denne rapporten er å sammenstille kunnskap om klimapåvirkning og avgassutslipp fra tunge kjøretøy som bruker forskjellige fremdriftsteknologier og forskjellige energibærere. Denne kunnskapen er tenkt å danne deler av underlaget for Difi for rangering av de forskjellige teknologiene og drivstoffene i en drivstoffmatrise.

Klima- og miljøbelastningene fra tunge kjøretøy er forskjellige med ulike kombinasjoner av fremdriftsteknologier og energibærere. For å vurdere klima- og miljøbelastningene fra bruk av kjøretøy med forskjellige fremdriftsteknologier og energibærere bruker vi i denne rapporten vurderinger av utslipp i et livsløpsperspektiv (Well to Wheel). Klima- og miljøbelastningene samt de årlige kostnadene for disse belastningene blir beregnet for tunge kjøretøy med dieselmotor, gassmotor samt med elektrisk fremdrift. De aktuelle energibærerne er fossil dieselolje, naturgass, biogass, biodrivstoffer, elektrisk energi i batterier og med hydrogen som energibærer.

Kostnadene for klima- og miljøbelastningene blir beregnet som summen av skadepåkostnadene for klimapåvirkningen og skadepåkostnadene for avgassutslipp av lokalt helseskadelige avgasser. Klimapåvirkningen (utslippene av CO₂-ekvivalenter i et livsløpsperspektiv) blir oppgitt i form av CO₂-ekvivalenter. Klimapåvirkningen fra bruk av biodrivstoff er basert på tall for biodrivstoff brukt i Norge i 2018, som rapporteres til Miljødirektoratet. Disse oppgis som en prosentverdi av en referanseverdi for fossilt drivstoff målt i CO₂-ekv/MJ.

Utslippene av lokalt forurensende avgasser blir oppgitt i form av gram avgasspartikler (PM) og gram nitrogenoksider (NO_x).

Skadepåkostnadene for klimapåvirkningen beregnes fra vekten av CO₂-ekv multiplisert med skadepåkostnaden per tonn CO₂-ekv i henhold til Statens Vegvesens, SVVs retningslinjer. Skadepåkostnadene for de lokalt helseskadelige avgassutslippene beregnes fra vekten av utslippene multiplisert med skadepåkostnaden per kg i henhold til SVVs retningslinjer.

En sammenstilling av informasjon og resultatene av utførte beregninger vises i tabell S1. Vi ser blant annet at:

- Elektriske fremdriftsteknologier og bruk av klimavennlige drivstoff (energibærere) har store positive klimaeffekter i forhold til å bruke fossile drivstoffer i forbrenningsmotorer.
- Ved bruk av avanserte fornybare drivstoffer i tunge kjøretøy og med Vegdirektoratets anbefalte pris på 380 NOK/tonn for CO₂-ekvivalenter blir kostnadene for utslipp av klimagasser på 3 000-5 000 NOK per år.
- Klimakostnadene ved bruk av konvensjonelle fornybare drivstoffer blir i størrelsen 7 000-13 000 NOK per år. Med fossile dieseldrivstoffer blir klimakostnadene under de samme forutsetningene i størrelsen 40 000 NOK per år.
- Med nullutslippsteknologiene (elektrisk fremdrift og hydrogen) blir klimakostnadene i størrelsen 500 NOK og 2000 NOK per år.

- Avgassutslippene av PM og NO_x blir radikalt redusert fra alle nye tunge kjøretøy som oppfyller de strenge Euro VI-kravene uansett hvilke drivstoffer de bruker. Skadekostnadene for lokalt helseskadelige avgassutslipp for kjøretøy med forbrenningsmotorer og Euro VI teknologi blir på maksimalt 10 000 NOK/år. Skadekostnader blir derimot så store som opp mot 150 000 NOK/år for eldre tunge kjøretøy med Euro V-teknologi.
- Avgassutslippene av PM og NO_x er så lave fra alle tunge kjøretøy med forbrenningsmotorer og fungerende Euro VI-renseteknologi at det er lite meningsfullt å gjøre forskjell mellom forskjellige fremdriftssystemer og drivstoffer når det gjelder lokalt helseskadelige avgassutslipp.

Tabell S1 : Avgassutslipp, klimapåvirkning (utslipp av klimagasser i et livsløpsperspektiv, Well to Wheel) samt beregnede klima- og miljøkostnader for bruk av tunge kjøretøy med forskjellige fremdriftsteknologier og drivstoffer med Statens Vegvesens anbefalte kostnader for klimagassutslipp og de høyeste kostnadene for lokalt helseskadelige avgasser i norske storbyer.

Estimert klima- og miljøpåvirkning fra tunge kjøretøy i bytrafikk (Braunschweig)													
Fremdriftsteknologi		Energi-bærer	Avgassutslipp			Klima-påvirkn.	Avgassutslipp per år fra et kjøretøy				Klima-påvirkning/		Skade-kostnader klima- og miljø per år (NOK)
			NOx	PM	CO2		70 000 km		km		år		
			g/km	g/km	g/km	g/km	kg	kostnad	kg	kostnad	tonn	kostna	
Fossilt drivstoff	Euro VI Dieselmotor	Fossil autodiesel	0,15	0,014	1118	1274	10,5	2520	0,98	4518	89	33888	40926
	Euro VI Gasmotor	Naturgass	0,09	0,025	1068	1200	6,3	1512	1,8	8068	84	31920	41500
	Euro VI Gasmotor	60 % Naturgass	0,09	0,025	1068	782	6,3	1512	1,8	8068	55	20812	30391
Konven-sjonelle biodrivstoff	Euro VI ED95 Dieselmotor	ED 95 Bioetanol	0,15	0,014	1321	561	10,5	2520	0,98	4518	39	14911	21949
	Euro VI Dieselmotor	B100 (FAME)	0,15	0,014	1150	535	10,5	2520	0,98	4518	37	14233	21271
	Euro VI Dieselmotor	HVO100	0,15	0,014	1030	357	10,5	2520	0,98	4518	25	9489	16527
Avanserte biodrivstoff	Euro VI ED95 Dieselmotor	ED95 Bioetanol	0,15	0,014	1321	178	10,5	2520	0,98	4518	12	4744	11782
	Euro VI Dieselmotor	B100 (FAME)	0,15	0,014	1150	127	10,5	2520	0,98	4518	9	3389	10427
	Euro VI Dieselmotor	HVO100	0,15	0,014	1030	217	10,5	2520	1,0	4518	15	5761	12799
	Euro VI Gasmotor	100 % Biogass	0,09	0,025	1068	156	6,3	1512	1,8	8068	11	4150	13729
Nullutslippsteknologi	Elektrisk	Batterier med norsk el energi	0	0	0	13	0	0	0	0	1	339	339
	El/Hydrogen	Hydrogen fra norsk el energi	0	0	0	64	0	0	0	0	4	1694	1694
Eldre teknologi	Euro V /EEV Dieselmotor	Fossil autodiesel	7	0,068	1166	1329	490	117600	4,76	21944	93	35343	174887

Skadekostnadene for klima- og miljøbelastningene vil bli lavere hvis vi bruker Statens Vegvesens lavere kostnader for avgassutslipp av PM (avgasspartikler) og NO_x. Disse lavere kostnadene er aktuelle i lite befolkede tettsteder og mindre norske byer. Sannsynlige fremtidige høye skadekostnader for utslipp av klimagasser vil kunne påvirke de samlede klima- og miljøkostnadene for bruk av forskjellige fremdriftssystemene og energibærerne i tunge kjøretøy i klimavennlig retning.

1 Begrepsavklaring

Klima- og miljøvurderinger

Klimapåvirkning blir i rapporten brukt for å beskrive i hvor stor grad jordens klima blir påvirket av (netto) utslipp av klimagasser i form av utslipp av CO₂-ekvivalenter.

(Netto) Utslipp av CO₂-ekvivalenter er synonymt med klimapåvirkning.

Klimapåvirkning for kjøretøy med forskjellige fremdriftsteknologier og forskjellig energibærere blir i denne rapporten oppgitt i et «Well to Wheel» perspektiv og tallfestet i form av gram CO₂ ekv/km.

Klimapåvirkningen fra bruk av et tungt kjøretøy kan vi ved å multiplisere utslippene av CO₂-ekv. (Well to Wheel (oppgitt i g/km)) med kjørelengden/år oppgis i form av tonn CO₂ /år. Klimapåvirkningen i form av tonn CO₂ ekv/år kan deretter multipliseres med en skadekostnad/tonn og gir da en kostnad for klimapåvirkningen per år.

Avgassutslipp er den mengde av forskjellige avgasskomponenter som kan måles ved kjøring av et kjøretøy (definert kjøresyklus) og måles i gram/km.

Miljøbelastning blir i rapporten brukt for beskrive den skadevirkning som skapes av avgassutslipp av de lokalt helseskadelige avgasskomponentene PM (avgasspartikler) og NO_x (Nitrogenoksider). Dette er en sterkt avgrenset del av all miljøpåvirkning fra tunge kjøretøy.

Miljøbelastningen fra bruk av et tungt kjøretøy kan vi ved å multiplisere avgassutslippene (oppgitt i g/km) med kjørelengden/år oppgi i form av kg PM og kg NO_x/år. Miljøbelastningen i form av kg PM/år og NO_x/år kan deretter multipliseres med en skadekostnad/kg og gir en kostnadene for miljøbelastningene per år.

Klima- og miljøvurderingene av kjøretøy med forskjellige fremdriftsteknologier og forskjellige energibærere blir i rapporten tallfestet ved å summere de beregnede skadekostnadene for klima- og miljøbelastningene.

Skadekostnader er i rapporten kostnader som påføres av utslipp av CO₂ og av lokalt helseskadelige avgassutslipp. Skadekostnadene er av Statens Vegvesen oppgitt som en kroneverdi per tonn CO₂ og per kg avgassutslipp av PM respektive NO_x.

Fremdriftsteknologier er teknologier for fremdrift av tunge kjøretøy. I denne rapporten er fremdriftsteknologiene forbrenningsmotorer eller elektriske motorer med tilhørende fremdriftssystemer. Energibærerne for forbrenningsmotorer er fossile drivstoffer eller biodrivstoffer. For elektriske motorer er energibærerne batterier eller hydrogen (som omformes til elektrisk strøm i brenselceller).

Nullutslippsteknologi i transport omfatter bruk av elektrisitet og hydrogen som energikilde i batterier eller brenselceller, som ved bruk ikke har utslipp av avgasser fra et eksosrør. (Stortingsmelding 2016-2017).

Biodrivstoffer er drivstoffer (energibærere) som er produsert fra biologisk (eller fornybart) materiale. I et livsløpsperspektiv vil biodrivstoffer i begrenset grad bidra til global klimapåvirkning. Begrepet fornybare drivstoff omfatter mer enn biodrivstoffer, men, begrepene «biodrivstoffer» og «fornybare drivstoff» brukes i denne rapporten til dels om hverandre.

Livsløpsutslipp fra fossil diesel og biodrivstoffer

Referanseverdien for livsløpsutslipp av CO₂ fra fossilt drivstoff er oppgitt av Miljødirektoratet, hentet fra EUs fornybardirektiv og oppgitt til 83,8 g CO₂-ekv/MJ.

Livsløpsutslippene for forskjellige biodrivstoff er oppgitt av Miljødirektoratet og hentet fra innrapportert biodrivstoff som ble brukt til å oppfylle omsetningskravet i 2018. Her oppgis det i hvor stor grad (prosent) drivstoffenes utslipp blir redusert i forhold til den fossile referansen (83,8 g CO₂-ekv/MJ).

Kategorier av biodrivstoffer

Biodrivstoff kan deles inn i konvensjonelle og avanserte biodrivstoffer, som er basert på hvilket råstoff biodrivstoffet er laget av. Denne definisjonen brukes i EUs fornybardirektiv og norsk regelverk. Avanserte biodrivstoffer har generelt sett lavere utslipp av CO₂-ekv enn konvensjonelle biodrivstoffer i et livsløpsperspektiv. Vi bruker i denne rapporten følgende begrepsapparat i overensstemmelse med Difis drivstoffmatrise.

- Avansert og konvensjonelt biodrivstoff defineres ut i fra råstoffet som brukes til å produsere biodrivstoffet. Konvensjonelt biodrivstoff produseres av mat- og fôrvekster, mens avanserte biodrivstoff i hovedsak er produsert av råstoff som er avfall og rester.
- **ED95** er **bio-etanol** tilsatt en tenningsforbedrer som gjør at dette drivstoffet egner seg for bruk i lett modifiserte dieselmotorer (fra Scania).
- **B100** er her **FAME produkter** (Fatty Metyl Ester) og **RME** (Raps Metyl Ester). Dette er fornybare drivstoffer (i 100 % konsentrasjon) som består av estrifiserte fornybare oljer (innblanding av en alkohol) og som kan brukes som drivstoff i dieselmotorer.
- **HVO100** er her hydrogenert fornybare olje og i tillegg andre fornybare syntetiske dieseldrivstoffer med samme kjemiske struktur som fossil diesel (i 100% konsentrasjon). Disse drivstoffene kan brukes direkte i dieselmotorer uten behov for modifiseringer eller justeringer av vedlikehold.
- **Biogass** er her høykonsentrert biometan fra biomasse.