

# BENSIN OG DIESEL

Morten Simonsen

Vestlandsforskning

15 oktober 2009

## Innhold

Innledning .....	3
Bensin .....	4
Diesel .....	6
Oppsummering .....	7
Tabell 1 Tysk råoljemiks 2000 og 2020 .....	3
Tabell 2 Well-to-tank produksjonskjede for bensin Tyskland 2010. ....	4
Tabell 3 Well-to-tank produksjonskjede for diesel Tyskland 2010. ....	6
Figur 1 Prosess-skjema for produksjon av 1 TJ energi fra blyfri bensin .....	4
Figur 2 Prosess-skjema for produksjon av 1 TJ energi fra diesel .....	6
Figur 3 Kjedevirkningsgrad bensin diesel.....	8
Figur 4 Energibruk MJ/liter for produksjon av bensin og diesel.....	8
Figur 5 Transport MJ/liter for bensin og diesel .....	8
Figur 6 Prosessvarme MJ/liter for bensin og diesel .....	8
Figur 7 Utslipp av CO2-ekvivalenter pr liter for produksjon av bensin og diesel .....	9

## Innledning

Bensin og olje produseres ved raffinering av råolje. Råolje består av flere hundre forskjellige typer molekyler av hydrokarboner. Disse hydrokarboner er kjeder av ulik lengde. De ulike lengdene innebærer at ulike deler av råoljen har ulike kjemiske egenskaper. Raffinering av råolje består i å destillere råoljen slik at ulike produkter lages av kjeder med ulik lengde<sup>1</sup>. Bensin og diesel produseres ved *cracking*, det vil si at lange kjeder splittes opp i flere korte ved å splitte molekyler i kjeden. Ved hjelp av en slik prosess produseres lettere oljeprodukter som bensin og diesel. De mest flyktige komponentene eller fraksjonene slik som bensin skilles ut først mens diesel skilles ut senere i prosessen<sup>2</sup>.

Vi skal se på to produksjonskjeder for konvensjonell bensin og diesel. Data for produksjonskjedene er hentet fra den tyske databasen ProBas<sup>3</sup> som er et samarbeidsprosjekt mellom det tyske miljøverndepartementet og den uavhengige forskningsstiftelsen Öko-Institut<sup>4</sup>. Produksjonskjedene er well-to-tank kjeder. Kjeden for bensin inkluderer tap ved fylling av tankanlegget, dette er ikke tilfellet for diesel.

I ProBas er produksjonskjeden for både bensin og diesel basert på en tysk råoljemiks. Råoljemiksen som benyttes i Tyskland i 2010 er en blanding av to ulike mikser. En historisk miks for år 2000 og en miks basert på et estimat for 2020. Hver av de miksene inneholder olje fra fire forskjellige kilder. Kildene er gitt ulik vekt for de to årene. Kildene er innenlandsk oljeproduksjon<sup>5</sup>, olje fra EU, olje fra Russland og olje fra OPEC. Råoljen fra OPEC-land blir fraktet til Tyskland med oljetanker, fra de andre kildene blir råoljen transportert via rørledning. Framtil 2020 ventes det at olje fra Russland får en større andel mens alle de andre kildene får en mindre andel.

Tabell 1 Tysk råoljemiks 2000 og 2020

Kilde	Andeler		Veid gjennomsnitt 2010
	2000	2020	
Tyskland	3,5 %	1,0 %	2,3 %
EU	31,0 %	25,0 %	28,0 %
Russland	30,0 %	39,0 %	34,5 %
OPEC	35,5 %	35,0 %	35,3 %
Sum	100,0 %	100,0 %	100,0 %

Tabell 1 viser råoljemiksen for Tyskland i 2000 og 2020. For beregning av råoljemiksen 2010 teller de begge 50%.

<sup>1</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Oil\\_refinery](http://en.wikipedia.org/wiki/Oil_refinery)

<sup>2</sup> "diesel fuel." *Encyclopædia Britannica*. 2009. Encyclopædia Britannica Online. 26 Sep. 2009  
<<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/162731/diesel-fuel>>.

<sup>3</sup> <http://www.probas.umweltbundesamt.de/php/index.php>

<sup>4</sup> <http://www.oeko.de/aktuelles/dok/544.php>

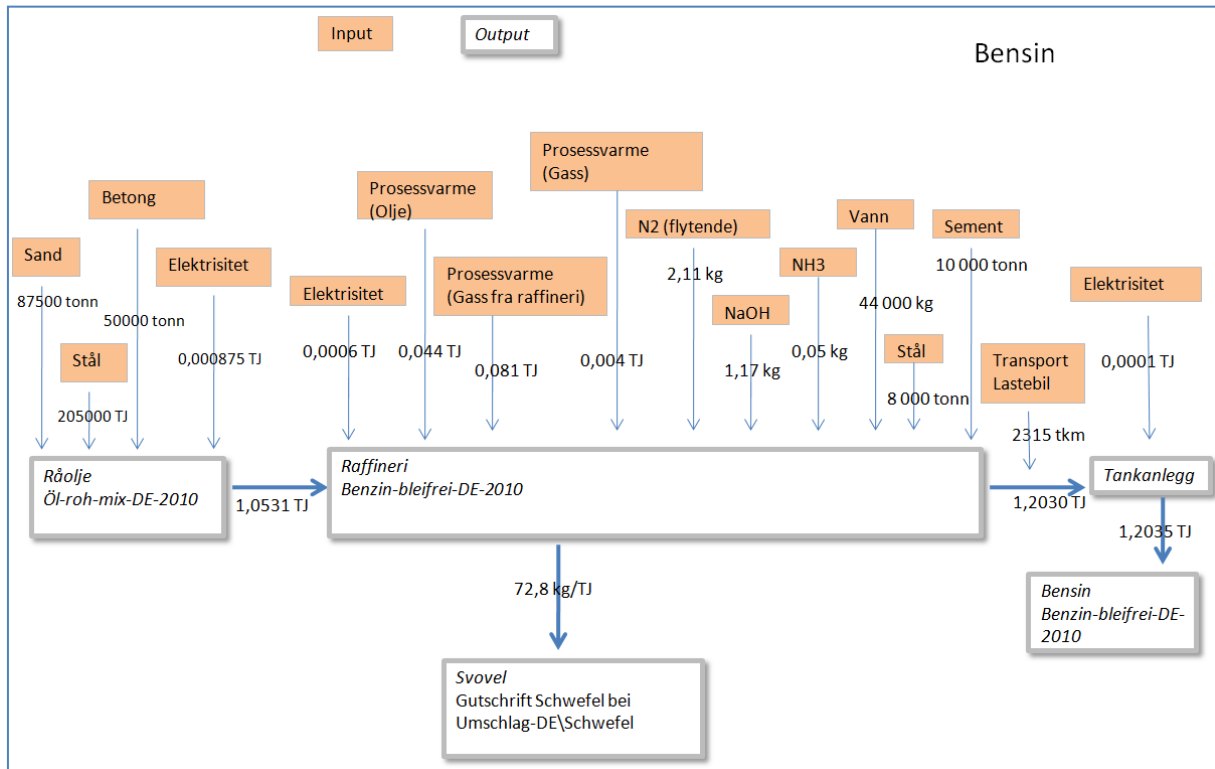
<sup>5</sup> Tyskland har en boreplattform på sandbanken Mittelplatte ved Schleswig-Holsteins nordsjøkyst, ikke langt nord for munningen av elva Elbe, se <http://de.wikipedia.org/wiki/Mittelplatte>

## Bensin

Figur 1 Figur 1 Prosess-skjema for produksjon av 1 TJ energi fra blyfri bensin viser prosess-skjema for produksjon av 1 TJ med energi fra blyfri bensin Tyskland 2010. I output-feltene er det interne navnet på produktet fra ProBas tatt med slik at estimatene lett kan reproduseres av de som ønsker det.

Figur 1 viser at energibruk og utslipp for produksjonskjeden er fordelt på to produkt. Det ene produktet er blyfri bensin. Det andre produktet er svovel som er et restprodukt ved raffinering av bensin.

Figur 1 Prosess-skjema for produksjon av 1 TJ energi fra blyfri bensin



Tabell 2 viser well-to-tank produksjonskjede for blyfri bensin Tyskland 2010. I kolonne-hodet i tabellen er det interne navnet på datasettet i ProBas gjengitt slik at leseren eventuelt kan finne igjen datasettet i databasen om ønskelig. Et datasett er en oppstilling av input og output for en bestemt prosess.

Tabell 2 Well-to-tank produksjonskjede for bensin Tyskland 2010.

Tall for Tyskland 2010 i TJ	Bensin fra tankanlegg	Bensin fra raffineri	Råolje i pipeline	Råoljemiks Tyskland 2010	Råoljemiks Tyskland 2000 (50%)	Råoljemiks Tyskland 2020 (50%)
	Tanks telle\Benzin-DE-2010	Ra ffine rie\Benzin-DE-2010	Pipeline\Öl-roh-DE-mix-2010	Öl-roh-mix-DE-2010	Öl-roh-mix-DE-2000	Öl-roh-mix-DE-2020
Produkt	Bensin	Bensin	Råolje	Råolje	Råolje	Råolje
Ikke nyttbar varme	-4,57E-08	-4,57E-08	-4,33E-08	-4,33E-08	-1,06E-09	-8,56E-08
Atomkraft	0,0036	0,00352	0,00267	0,00211	0,00249	0,00173
Biomasse-Dyrking	4,21E-05	3,96E-05	2,26E-05	1,20E-06	1,16E-05	2,41E-06
Biomasse-Reststoff	0,000234	0,00022	0,000126	1,39E-05	0,000301	1,62E-05

Brunkull	0,00158	0,0015	0,000893	0,000271	0,0107	0,000241
Naturgass	0,0164	0,0163	0,01	0,00982	1,03	0,00894
Råolje	1,17	1,17	1,03	1,03	5,19E-07	1,03
Geotemisk	2,12E-06	2,04E-06	1,46E-06	8,50E-07	8,58E-05	1,18E-06
Avfall	0,000358	0,000342	0,000203	6,92E-05	0,000468	5,24E-05
Sekundær-råstoff	0,000667	0,000646	0,000544	0,000501	-1,92E-11	0,000535
Solenergi	1,14E-05	1,07E-05	6,08E-06	3,02E-07	0,00E+00	6,04E-07
Steinkull	0,0092	0,00902	0,00744	0,00669	0,00625	0,00712
Vannkraft	0,00131	0,0013	0,00113	0,0011	0,000869	0,00132
Vindkraft	0,000125	0,000118	6,74E-05	7,11E-06	4,50E-06	9,72E-06
Sum (TJ)	1,2035	1,2030	1,0531	1,0506	1,0512	1,0500
Output TJ	1	1	1	1	1	1
Virkningsgrad	83,1%	83,1%	95%	95,2%	95,1%	95,2%
CO <sub>2</sub> -ekvivalenter kg	15800	15400	5330			

Det er regnet med en energitetthet på 34,2 MJ/liter for bensin. Dette tilsvarer brennverdien eller lavere kaloriverdi for bensin. Dette gir 29240 liter for 1 TJ med blyfri bensin.

Kjedevirkningsgraden for bensin er utregnet til 83,1%. Omlag 5% av energien i råstoffet går tapt ved transport i pipeline og oljetanker mens 12% av energien i råoljen går tapt ved raffinering til bensin.

Det er beregnet et samlet transportbehov på 79 865 tonn-km for hele produksjonskjeden. I denne utregningen er transportarbeidet for råoljemiksen 2010 beregnet som et veid gjennomsnitt av transportarbeidet for råoljemiks 2000 og 2020. Hver av dem har en vekt på 0,5. Det samlede transportarbeidet er beregnet til 29 653 tonn-km for produksjon av 1 TJ med energi fra blyfri bensin. Av dette blir 2 315 tonn-km utført fra raffineri til tankanlegg, resten ( 27 338) blir utført med oljetanker fra OPEC-land til Tyskland. Det samlede energiforbruket er beregnet til 0,0071 TJ for hele transportarbeidet. I dette estimatet er det tatt hensyn til at transportarbeid med skip bare utføres for olje fra OPEC-land, og at denne oljen tilsvarer 0,355 TJ pr produsert TJ i 2000 og 0,35 TJ i 2020. Det samlede energiforbruket for transportarbeidet tilsvarer 0,24 MJ/liter bensin levert tankanlegg. Det samlede utslipp av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter for dette transportarbeidet tilsvarer 387,8 kg. Det tilsvarer 0,0133 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter pr liter bensin.

Det forbrukes 0,129 TJ med energi til prosessvarme for å produsere 1 TJ med energi fra blyfri bensin. Dette gir et forbruk til prosessvarme på 4,41 MJ/liter.

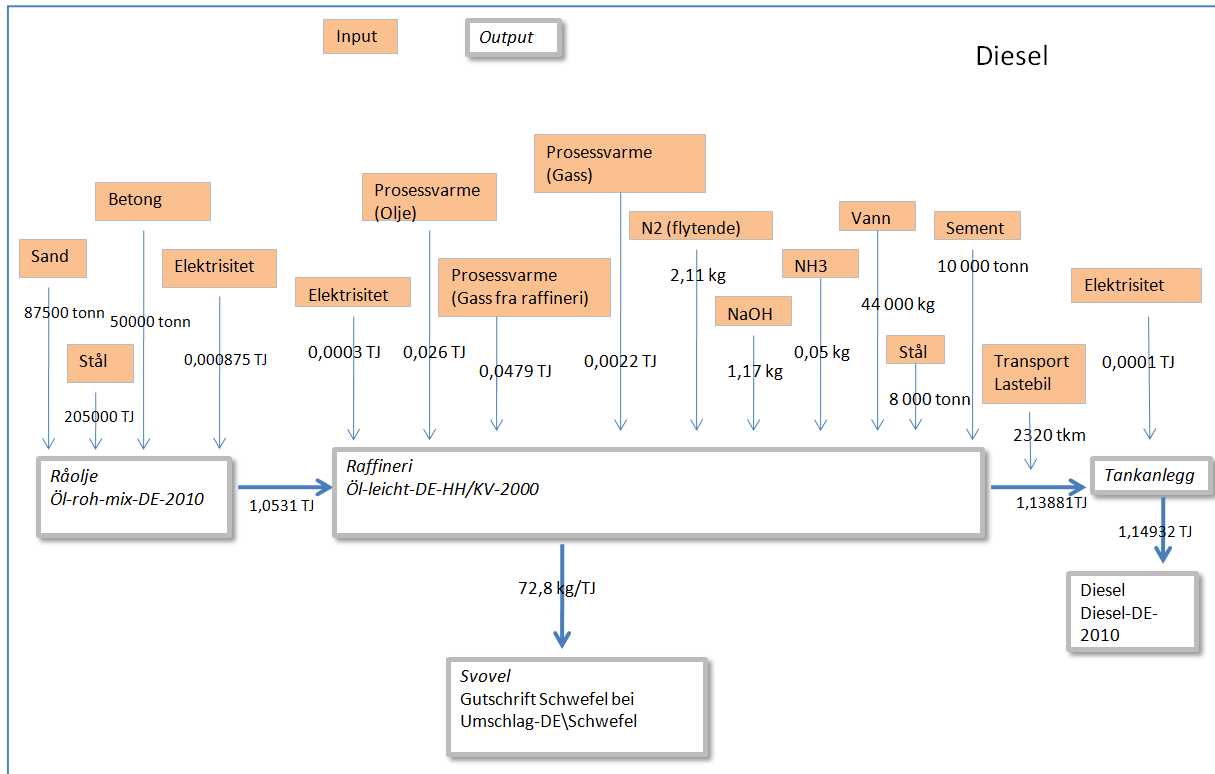
En svensk undersøkelse fra Ecotrafic<sup>6</sup> estimerer en virkningsgrad for produksjon av bensin på 84,1% og en virkningsgrad for distribusjon på 98,6%. Dette gir en samlet kjedevirkningsgrad på 82,9% som er sammenlignbart med den utregnede kjedevirkningsgraden på 83,1% i tabell 2.

<sup>6</sup> Ecotrafic: Systemeffektivitet för alternative drivmedel, Publikation 2001:39, [http://publikationswebbutik.vv.se/upload/1936/2001\\_39\\_systemeffektivitet\\_for\\_alternativa\\_drivmedel.pdf](http://publikationswebbutik.vv.se/upload/1936/2001_39_systemeffektivitet_for_alternativa_drivmedel.pdf), side 48

## Diesel

Figur 2 viser produksjons-skjema for kjeden med diesel som sluttprodukt. På samme måte som for bensin allokertes energibruk og utslipp mellom to produkt, diesel og svovel.

Figur 2 Prosess-skjema for produksjon av 1 TJ energi fra diesel



Tabell 3 viser well-to-tank produksjonskjede for diesel i Tyskland 2010. Kjedevirkningsgraden er utregnet til 87% som er omlag 4 prosentpoeng høyere enn for bensin. Siden de fire siste leddene er identiske med leddene i produksjonskjeden for bensin, er det raffiningsleddet som gir den høyere virkningsgraden. Omlag 8% av energiinnholdet i råoljen går tapt ved raffinering til diesel, det tilsvarende tallet for bensin var 12%.

Tabell 3 Well-to-tank produksjonskjede for diesel Tyskland 2010.

Tall for Tyskland 2010 i TJ	Diesel levert tankanlegg	Diesel fra raffineri	Råolje i pipeline	Råolje-miks Tyskland 2010	Råolje- miks Tyskland 2000 (50%)	Råoljemiks Tyskland 2020 (50%)
	Tanks telle\Diesel-DE-2010	Raffinerie\Öl-leicht-DE-2010	Pipeline\Öl-roh-DE-mix-2010	Öl-roh-mix-DE-2010	Öl-roh-mix-DE-2000	Öl-roh-mix-DE-2020
Produkt	Diesel	Diesel	Råolje	Råolje	Råolje	Råolje
Ikke nyttbar varme	-4,48E-08	-4,48E-08	-4,33E-08	-4,33E-08	-1,06E-09	-8,56E-08
Atomkraft	0,00322	0,00315	0,00267	0,00211	0,00249	0,00173
Biomasse-Dyrking	3,39E-05	3,14E-05	2,26E-05	1,20E-06	1,16E-05	2,41E-06
Biomasse-Reststoff	0,000188	0,000175	0,000126	1,39E-05	0,000301	1,62E-05
Brunkull	0,0013	0,00122	0,000893	0,000271	0,0107	0,000241
Naturgass	0,0137	0,0136	0,01	0,00982	1,03	0,00894

Råolje	1,12	1,11	1,03	1,03	5,19E-07	1,03
Geotermisk	1,85E-06	1,77E-06	1,46E-06	8,50E-07	8,58E-05	1,18E-06
Avfall	0,000295	0,000278	0,000203	6,92E-05	0,000468	5,24E-05
Sekundær-råstoff	0,000636	0,000615	0,000544	0,000501	-1,92E-11	0,000535
Solenergi	9,14E-06	8,46E-06	6,08E-06	3,02E-07	0,00E+00	6,04E-07
Steinkull	0,0086	0,00841	0,00744	0,00669	0,00625	0,00712
Vannkraft	0,00124	0,00123	0,00113	0,0011	0,000869	0,00132
Vindkraft	0,000101	9,34E-05	6,74E-05	7,11E-06	4,50E-06	9,72E-06
Sum	1,14932	1,13881	1,0531	1,0506	1,0512	1,0500
Output TJ	1	1	1	1	1	1
Virkningsgrad	87,0%	87,8%	95%	95,2%	95,1%	95,2%
CO2-ekv kg	11600	11300	5330			

Diesel har en energitetthet på 37,3 MJ/liter målt med lavere kaloriverdi (brennverdi). Dette gir 26810 liter for 1 TJ energi fra diesel.

Transportarbeid med energiforbruk og utslipp blir det samme for diesel som for bensin. Det skyldes at begge typer drivstoff bruker den samme råolje-miksen som råstoff. Siden energitettheten er ulik for diesel og bensin blir likevel energiforbruk og utslipp til transportarbeid ulikt pr liter. Forbruk av energi til samlet transportarbeid tilsvarer 0,26 MJ/liter og utslippet tilsvarer 0,014 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter pr liter.

Det er beregnet et energiforbruk på 0,0761 TJ for prosessvarme for hele produksjonskjeden. Dette gir 2,84 MJ/liter. Dette tilsvarer omlag 64% av prosessvarmen for produksjon av 1 liter bensin.

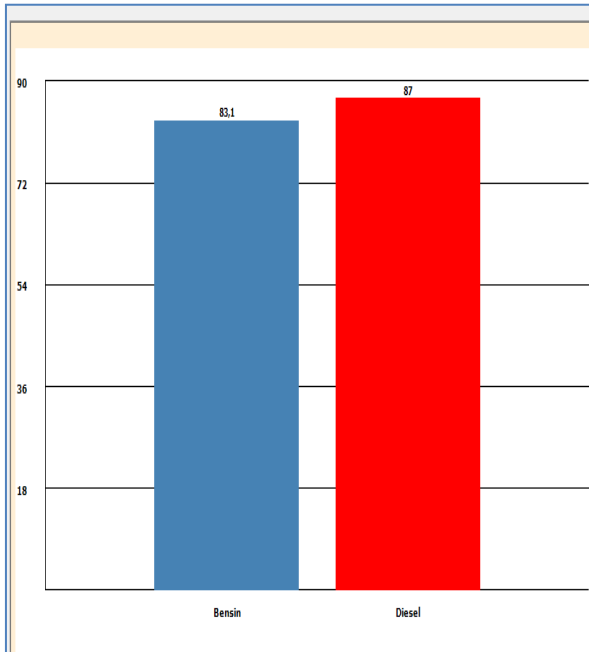
Ecotraffic estimerer en virkningsgrad for produksjon av diesel på 88,8% og en virkningsgrad for distribusjon på 99%. Dette gir en samlet kjedevirkningsgrad på 87,9% som er sammenlignbart med den estimerte kjedevirkningsgraden på 87% i tabell 3<sup>7</sup>.

## Oppsummering

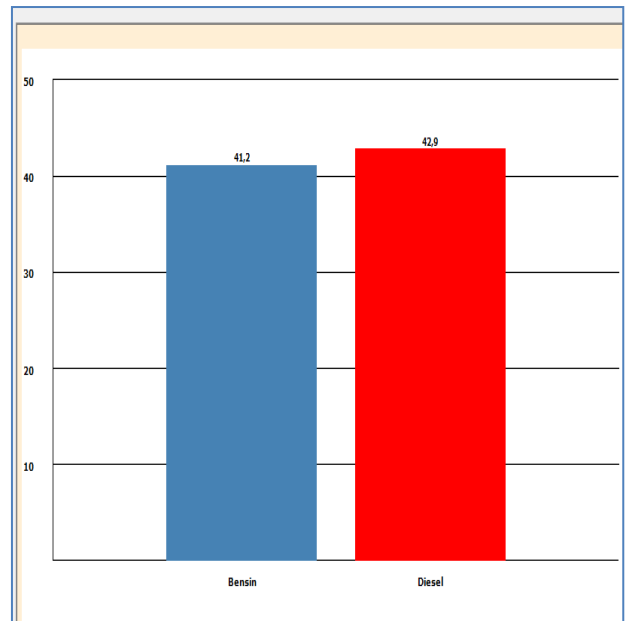
Figur 3 viser kjedevirkningsgraden for bensin og diesel. Figur 4 viser energibruken pr liter produsert drivstoff. Figuren viser at diesel har høyere kjedevirkningsgrad og høyere energibruk pr liter. Grunnen til at diesel har høyere energibruk pr liter er at 1 TJ med energi fra diesel gir mindre mengde liter enn 1 TJ med energi fra blyfri bensin. For diesel gir 1 TJ med energi 26810 liter. Tilsvarende tall for blyfri bensin er 29240 liter. Dermed blir det færre liter å dele energibruken på for diesel noe som fører til at energibruken pr liter øker.

<sup>7</sup> ibid., side 48.

Figur 3 Kjedevirkningsgrad bensin diesel

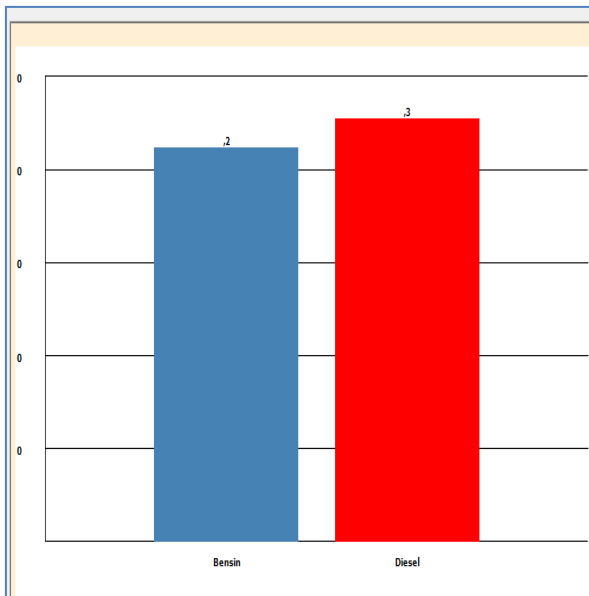


Figur 4 Energibruk MJ/liter for produksjon av bensin og diesel

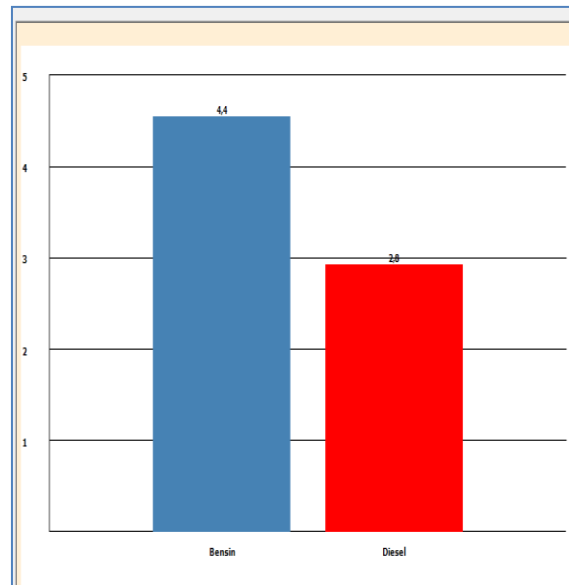


Figur 5 og Figur 6 viser energibruken for transport og prosessvarme pr liter for bensin og diesel. Diesel har det høyeste energiforbruket til transport mens forholdet er omvendt for prosessvarme.

Figur 5 Transport MJ/liter for bensin og diesel



Figur 6 Prosessvarme MJ/liter for bensin og diesel



Figur 7 viser utslipp av CO2-ekvivalenter pr liter produsert drivstoff. Figuren viser at bensin har det høyeste utslippet pr liter. Raffinering av bensin er en mer energikrevende prosess og fører til større utslipp enn hva tilfellet er for diesel. Prosess-skjema som er gjengitt ovenfor viser at bensin har større



forbruk av prosess-varme i raffineringssleddet. Denne prosessvarmen leveres i form av olje og gass slik at økt forbruk av prosessvarme fører til økte utslipp pr energienhet for bensin. Økt forbruk av energi til prosessvarme fører også til at kjedevirkningsgraden er lavere for bensin enn diesel.

Figur 7 Utslipp av CO2-ekvivalenter pr liter for produksjon av bensin og diesel

