

Miljöeffekter (klimat, miljö, hälsa) av alternativa drivmedel

Underlagsrapport från Jämförelseprojektet

Sammanfattning

För att kunna utvärdera olika transportslags miljöeffekter krävs bl a ett siffermaterial som visar skillnaderna mellan olika drivmedels miljöpåverkan.

Miljöeffekterna av olika drivmedel ses mot de miljömål vilka satts upp inom Sverige och EU. Miljömålen utgör egentligen omvändningen av de hot mot miljön vilka aktualiserats under framförallt efterkrigstiden. Ett tjugotal sådana hot har identifierats i Sverige och utomlands.

Varje hot (eller mål) innehåller mekanismer för drivmedlens eventuella påverkan. För t ex klimatförändringarna torde den fossila koldioxidgenereringen från drivmedlen vara den starkaste faktorn.

Granskningen av drivmedlens miljöeffekter har skett i flera steg:

1. De listade miljömålen (eller hoten) har utvärderats relativt drivmedlen för att konstatera i vilken utsträckning de i realiteten är berörda av de senare. Av ett drygt tjugotal miljöhot kan tolv eller fjorton anses påverkade av drivmedlen på sådant sätt att skillnader mellan olika drivmedel föreligger. För de två tveksamma (estetiska och etiska aspekter) är skillnaderna kvalitativa och kan inte kvantifieras.
2. För de drivmedelspåverkade miljömålen har granskning gjorts i syfte att klarlägga mekanismerna för miljöpåverkan. Därigenom kan specifika parametrar identifieras vilka utgör ett mått på miljöeffekten; t ex förurningseffekten till följd av NO_x och SO_x i avgaserna.
3. I det sista steget har de identifierade, miljöpåverkande parametrarna kvantifierats i en genomgång av aktuella rapporter (emissionsmätningar, LCA, mm), miljödata i form av nedbrytningstider, toxicitetsuppgifter, mm samt allmänna granskningar av tillverkningsteknik, mm.

Resultaten visar att med hjälp av en övergripande rangordning kan, i ca hälften av fallen, i stort sett samtliga drivmedel relateras till varandra ur miljöhotsynvinkel. Rangordningen har tillgripits då en enkel addition av siffror inte är möjlig; t ex då det gäller förekomst av flera toxiska ämnen i drivmedel eller avgaser. Mängderna kan inte meningsfullt adderas eftersom toxiciteten varierar från ett ämne till ett annat.

För vissa drivmedel som DME och för bränslecellerna saknas data för en komplett jämförelse.

Förord

Statens energimyndighet har, som en av flera myndigheter och organisationer deltagit i Naturvårdsverkets "Jämförelseprojekt" och denna rapport är en av flera underlagsrapporter i projektet. Jämförelseprojektet syftade till att arbeta fram en metod för att jämföra miljöpåverkan från olika transportslag. Projektet utkom med slutrapport i Naturvårdsverkets rapportserie (5143) under hösten 2001.

Föreliggande rapport har utförts av Atrax Energi AB och Kemiinformation AB under hösten 1999 för Energimyndighetens räkning. Anders Elam, Atrax Energi AB och Anders Östman, Kemiinformation AB har skrivit rapporten och svarar för innehållet. I framtagandet av rapporten har även Björn Rehnlund, Energimyndigheten deltagit.

Eskilstuna i december 2001,

Anders Lewald,
Avdelningschef för avdelningen för Industri och Transporter.

Innehåll

BAKGRUND	1
MILJÖASPEKTER I SAMMANHANGET	1
AKTUELLA "ALTERNATIVA DRIVMEDEL"	2
GENOMFÖRANDE AV GRANSKNINGEN	2
MILJÖPARAMETRAR FÖR DE ALTERNATIVA DRIVMEDLEN OCH TRANSPORTER	3
KLIMATPÅVERKAN	3
UTTUNNING AV OZONSKIKTET	3
FÖRSURNING AV MARK OCH VATTEN	3
OXIDANTBILDNING OCH MARKNÄRA OZON	4
LOKALA LUFTFÖRORENINGAR	4
BULLER	5
ÖVERGÖDNING AV MARK OCH VATTEN.....	5
METALLUTSLÄPP	5
ORGANISKA MILJÖGIFTER	5
INTRODUKTION OCH SPRIDNING AV FRÄMMANDE ORGANISMER	5
NYTTJANDE AV MARK OCH VATTEN SOM PRODUKTIONS- OCH FÖRSÖRJNINGSRESURS	5
EXPLOATERING AV MARK OCH VATTEN FÖR BEBYGGELSE, ANLÄGGNINGAR OCH INFRASTRUKTUR.....	5
ANSPRÅK PÅ SÄRSKILT VÄRDEFULLA OMRÅDEN	6
BRUTNA KRETSLOPP, AVFALL OCH MILJÖFARLIGA RESTPRODUKTER	6
SKADOR PÅ SKÖRDEUTFALL.....	6
PÅVERKAN PÅ SKOG.....	6
BIOLOGISK MÅNGFALD.....	6
NEDSÄTTNING AV SIKTEN GENOM LUFTEN.....	6
KORROSION.....	6
ESTETISKA ASPEKTER	7
ETISKA ASPEKTER.....	7
UTSLÄPP VID OLYCKOR, M M.....	7
SAMMANFATTNING	7
KVANTIFIERING AV DRIVMEDLENS MILJÖHOT	9
EMISSIONER AV DRIVMEDLEN VID DERAS TILLVERKNING OCH ANVÄNDNING.....	9
UPPDELNING AV EMISSIONER FRÅN TILLVERKNING OCH DISTRIBUTION RESPEKTIVE ANVÄNDNING	10
RÅVARUFRAMSTÄLLNING OCH VISSA PARAMETRAR I TILLVERKNINGEN AV DRIVMEDEL (EJ EMISSIONER)	15
KEMISKT INNEHÅLL I DRIVMEDLEN OCH KEMIKALIERNAS MILJÖDATA, M M.....	18
SAMMANSTÄLLNING AV BEDÖMNINGSPARAMETRAR FÖR DRIVMEDEL OCH DERAS MILJÖHOT I TRANSPORTER	23

Bilagor

Bilaga 1: Jämförelser mellan olika emissionsmätningar

Bilaga 2: LCA-data, emissioner från förbränning i motorn (användning) samt emissioner vid produktion och distribution

Bakgrund

Statens energimyndighet deltar som en av flera myndigheter och organisationer i Naturvårdsverkets "Jämförelseprojekt". Projektet har som målsättning att utarbeta en metod för beräkning av olika transportslags och transportkedjors påverkan på omgivningsmiljön avseende bl.a. klimat, miljö, hälsa markanvändning, estetik. Beräkningarna och utvärderingarna skall avse hela transportsträckan och all form av påverkan och ge en möjlighet till jämförelser mellan olika transportslag.

En parameter i "Transportslaget" och "Transportkedjan" är det drivmedel som används i fordonen. Miljöeffekterna av olika tänkbara drivmedel bör vara olika och för ett flertal "alternativa drivmedel" finns vissa data tillgängliga; t ex emissionsdata. Andra data från tillverkning, m m kan också samlas in.

Miljöaspekter i sammanhanget

De miljöaspekter, enligt vilka drivmedelseffekterna kan karakteriseras, har hämtas från MaTs-utredningen samt EUs motsvarande arbeten där miljöhot – eller miljömål – specificeras:

MaTs:

- klimatpåverkan
- uttunning av ozonskiktet
- försurning av mark och vatten
- oxidantbildning och marknära ozon
- lokala luftföroreningar
- buller
- övergödning av mark och vatten
- påverkan av metaller
- påverkan av organiska miljögifter
- introduktion och spridning av främmande organismer
- nyttjande av mark och vatten som produktions- och försörjningsresurs
- exploatering av mark och vatten för bebyggelse, anläggningar och infrastruktur
- anspråk på särskilt värdefulla områden
- brutna kretslopp, avfall och miljöfarliga restprodukter

EU-rubriker:

- skador på skördeutfall
- påverkan på skog
- biologisk mångfald
- nedsättning av sikten genom luften
- korrosion
- estetiska aspekter

Till dessa har fogats en "egen" rubrik avseende utsläpp vid olyckor, m m. Effekterna av sådana kan, i och för sig, ligga under några av de tidigare rubrikerna men av skrivtekniska skäl är det enklare att hantera dessa miljöeffekter för sig. Vidare har, med hänsyn till viss debatt, också rubriken "Etiska aspekter" tagits med.

Aktuella "Alternativa drivmedel"

De inledningsvis granskade alternativa drivmedlen omfattar såväl fossila som biomassebaserade:

- (El)
- Gasol/LPG
- Naturgas (CNG)
- Biogas (biobaserad metan)
- FAME (främst RME, rapsmetylester)
- Etanol
- Metanol
- Dimetyleter (DME)
- n-Paraffiner ur olja eller biomassa (via Fischer-Tropsch-syntes)

För Fischer-Tropsch-produkterna föreligger inga egentliga data varför dessa endast behandlas i den löpande texten.

Genomförande av granskningen

Miljöaspekterna enligt ovan utgör egentligen områden där hot mot miljön identifierats och där viss konsensus finns om riskerna. För respektive område gäller att vissa kemiska ämnen eller aktiviteter kan utgöra en risk och aktualiteten av detta avgörs av vilken verksamhet som sker. Det innebär att för transporter och alternativa drivmedel behöver inte alla områden vara utsatta för risker; t ex därför att i sammanhanget "farliga kemikalier" inte förekommer eller därför att hela frågeställningen är irrelevant.

Inledningsvis har en genomgång skett av "miljöhoten" för att identifiera i vilken utsträckning transporter och alternativa drivmedel kan utgöra reellt hot. Mekanismerna för miljöhoten har granskats utifrån idag känd information och ställts i relation till transporter/alternativa drivmedel.

I nästa steg har aktuella miljöeffekter från de alternativa drivmedlen granskats och - så långt möjligt med hänsyn till tiden - kvantifierats. Den övergripande målsättningen har varit att för varje miljöhot identifiera den, eller de, parametrar vilka kan anses ha avgörande effekter på det aktuella miljöhotet.

Miljöparametrar för de alternativa drivmedlen och transporter

Klimatpåverkan

Klimatets eventuella förändring utgör enligt många bedömning ett av större miljöhoten för människan. Klimatförändringarna befaras ske till följd av utsläpp av vissa kemiska ämnen till atmosfären vilka har förmåga att absorbera en del strålning och därmed åstadkomma en "växthuseffekt".

Kända kemiska ämnen med denna förmåga är bl a CO_2 (koldioxid), CH_4 (metan), N_2O (dikväveoxid eller lustgas) och NH_3 (ammoniak). Med förbehåll för ammoniak förekommer alla dessa ämnen i samband med transporter och alternativa drivmedel. De tre första ämnena analyseras tämligen rutinmässigt i avgasanalyser även om ingen av dem tillhör de reglerade emissionerna.

Ammoniak kan förekomma vid förgasning av biomassa vilket måste ske då metanol, DME och t ex Fischer-Tropsch-produkter (paraffiner) ska tillverkas ur denna råvara. Mängden ammoniak är dock mycket liten.

Uttunning av ozonskiktet

De mest aktiva ämnena med potentiell förmåga att tunna ut ozonskiktet är klorinnehållande, organiska ämnen med nedbrytningstider som är tillräckligt långa för att en migrering till stratosfären ska kunna ske. Klorfluorkolväten (CFC) tillhör de mest kända men även 1,1,1-triklorethan hör till denna grupp.

I mekanismen för ozonnedbrytningen ingår kloratomer och en förutsättning för att ämnen ska ge uttunnande effekt på ozonlagret är således klorinnehåll. (Enligt en muntlig uppgift finns tentativa mekanismer även med vissa andra heteroatomer men detta lämnas tills vidare). Inget aktuellt drivmedel innehåller klor och således skulle detta miljöhot kunna lämnas åt sidan då det gäller transporter.

I en vidare bemärkelse förekommer avfettningsmedel av typ CFC samt t ex 1,1,1-triklorethan vid tillverkning och underhåll av transportmedel (såväl bilar som tåg och flygplan). Vidare finns CFC i bl a luftkonditionering i bilar. Dessa faktorer är emellertid inte kopplade till drivmedlen och lämnas således därhän i sammanhanget.

Försurning av mark och vatten

Försurningen tillhör de i Sverige tidigast observerade miljöhoten och kopplas till utsläpp av sur karaktär; främst SO_x (svaveloxider) och NO_x (kväveoxider).

Svavel finns i oljebaserade drivmedel (bensin, diesel) med renas numera bort till mycket låga halter. Sverige är i detta avseende snarast ett föregångsland och svaveloxiderna som bildas i förbränningen är regelmässigt av mindre mängder.

Kväveoxiderna kan bildas ur eventuellt kväve i drivmedlet (vissa tändförbättrare till diesel innehåller kväveföreningar) men uppstår i större omfattning genom oxidation av luftkvävet i förbränningsluften. I synnerhet dieselmotorer kan ge upphov till avsevärda mängder NO_x . Moderna motorer med katalytisk avgasrening minskar NO_x radikalt.

Vissa andra sura ämnen kan uppstå med alternativa drivmedel som bränsle, t ex ättiksyra vid etanoldrift. Dessa ämnen har emellertid en snabb nedbrytning i vatten och mark och brukar inte hänföras till försurningsgruppen.

Oxidantbildning och marknära ozon

Förhöjda halter av marknära ozon har antagits medverka till bl a "skogsdöden" längs motorvägar. Mekanismen för bildningen av högre halter marknära ozon innehåller en kombination av kolväten (HC) och NO_x där den normala nedbrytningen av ozon kan hämmas av samtidig närvaro av dessa två ämnesgrupper. Flera typer av kolväten kan medverka i hämningsreaktionerna och HC bedöms numera efter bl a sin oxidantpotential. Rena kolväten av typ eten har i sammanhanget högre oxidantpotential än t ex etanol (vilken i sammanhanget felaktigt benämns "kolväte").

HC tillhör de reglerade avgasemissionerna och utgör då en summa av de "kolväten" som föreligger i avgaserna. En indelning av komponenterna i HC i sina kemiska sammansättningar med hänsyn till oxidantpotentialen är tekniskt möjlig men skulle föra för långt (kostnader, m m) och man mäter normalt endast summan "kolväten" i avgaserna. HC-utsläpp förekommer i samtliga drivmedelssystem; såväl i avgaserna som i tillverkning och under distributionen.

Biltrafiken svarar idag för uppskattningsvis 10-20 % av VOC-utsläppen (VOC = Volatile Organic Compounds, flyktiga organiska ämnen) i Sverige¹. Utan att närmare ge sig in i bedömningar av HC från bensin/diesel och t ex etanol, kan konstateras att flertalet "HC" (eg. VOC) från etanol har lägre oxidantpotential än HC från bensin/diesel (IVL utvärdering av oxidantpotentialer).

Lokala luftföroreningar

De lokala luftföroreningarna från drivmedel uppstår dels i form av avgaser från trafiken, dels som utsläpp från tillverkning och distribution. I samtliga situationer finns regler vilka begränsar utsläppens storlek; koncessioner, tillstånd och avgasnormer.

Grovt sett utgörs utsläppen av samma typer av föroreningar i såväl tillverkning som distribution och användande. Till de tidigare nämnda SO_x , NO_x och HC (inkl.oreglerade emissioner) kommer CO (kolmonoxid), partiklar² och PAH (Poly Aromatic Hydrogen carbons):

HC	i avgaser samt utsläpp enligt tidigare
SO_x	i avgaser samt som utsläpp vid tillverkning till följd av energigenerering
NO_x	"-
CO	"-
Partiklar	"-
oreglerade emissioner	"-

Samtliga dessa ämnen är kända för att kunna medföra allergier, irritationer och t o m cancer i vissa fall. Tillverkningsutsläppen är kontrollerade via koncessioner och tillstånd. Avgasemissionerna är reducerade genom katalytisk avgasrening och högre drivmedelskvaliteter. Ett tidigare, starkt argument för alternativa drivmedel, och framförallt gasformiga sådana, har varit just de lokala luftföroreningarna. Genom de nämnda åtgärderna för avgaserna har emellertid skillnaderna minskats kraftigt.

Till de nämnda utsläppssituationerna ska också läggas utsläppen vid framställningen av råvaran. Oljeutvinningen medför sina utsläpp och t ex odling av råvara till etanol och RME medför också utsläpp; t ex N_2O vid odling av raps.

¹ Räknat med utsläpp av ca 40.000 ton per år från bensin- och dieselhantering från raffinaderier till avgaser vilket utgör ca 0.5 % av drivmedelsmängden.

² "Partiklar" definieras i sammanhanget som fasta och halvfasta ämnen vilka fastnar på de filter som föreskrivs i standardiserade tester. Det innebär att t ex PAH kan fastna direkt på filtret eller på de partiklar vilka avskiljs.

Buller

Buller från transporter uppstår av såväl motorerna som däckens friktion mot vägbanan. Medan det senare knappast påverkas av drivmedlet, har vissa skillnader kunnat konstateras för motorbullret beroende av drivmedel.

Övergödning av mark och vatten

Risken för övergödning av mark och vatten kommer naturligtvis med som parameter då det gäller etanol ur spannmål och odling av raps för RME-tillverkning. Vid odlingen tillförs kväve, fosfor, kalium samt mikronäringsämnen som gödningsmedel och vid överskott ackumuleras ämnen i marken eller läcker ut i vattendrag. Framförallt rapsen kräver avsevärd kvävegödsling och i sammanhanget är vidare att märka att fosfor utgör en ändlig resurs. Vid gödsling av energiodlingar kan samma effekter erhållas från etanol ur cellulosa. Gödsling av skog har diskuterats i viss mån. I övrigt medför naturligtvis utsläppen av NO_x generellt sett en gödnings effekt eftersom de tillför kväve.

Metallutsläpp

Sedan bly fasats ut från bensin i Sverige förekommer knappast några metallutsläpp av betydelse från drivmedelsanvändningen. Bly förekommer fortfarande i många länder, inte minst inom EU, där dock beslut om utfasning fattats år 2000. Metallkatalysatorer kan användas i tillverkningen av drivmedel men utsläppen regleras i dessa fall av koncessionerna.

Även om metallutsläppen från drivmedlen är små, ger transporterna i övrigt upphov till en serie metallutsläpp, bl a förekommer kadmiumemissioner från bilar och i samband med fosforgödselmedel har kadmium som förorening diskuterats.

Organiska miljögifter

I normal hantering av drivmedlen ska inga organiska miljögifter komma ut, undantagandes de oreglerade avgasemissionerna och partiklar/PAH. För att undvika spridning i naturen krävs då att normal avfallshantering sker i tillverkningen och distributionen.

Utsläpp till följd av t ex olyckor kommenteras nedan.

Bortsett från drivmedlen ger emellertid transporterna upphov till en serie emissioner och utsläpp. Däckslitaget medför spridning av en serie potentiella "miljögifter" och besprutning av banvallar innebär användning av bekämpningsmedel.

Introduktion och spridning av främmande organismer

Idag förekommer genmodifierad raps i odling vilket potentiellt påverkar RME som drivmedel. I övrigt är den enda faktor inom området som kunnat identifieras en eventuell användning av pentosjäsnande organismer i framställning av etanol ur cellulosa. De biokemiska metoderna för framställning av biogas innehåller såvitt känt inga nya organismer.

Nyttjande av mark och vatten som produktions- och försörjningsresurs

Odling av biomassa som råvara till etanol, RME och eventuellt metanol/DME innebär att större arealer mark kommer att användas. I övrigt tas "endast" normal mark för industrilokalisering i anspråk. Vattenförbrukningen i tillverkningen är sannolikt större för etanoltillverkning men inte heller i detta fall är den anmärkningsvärd.

Exploatering av mark och vatten för bebyggelse, anläggningar och infrastruktur

Inga särskiljande karakteristika för de olika drivmedlen har kunnat identifieras i detta avseende. Användningen av metanol, etanol och biogas kommer att innebära att större volymer används till följd

av de lägre energiinnehållen men detta kommer inte att innebära signifikant större exploatering av mark.

Anspråk på särskilt värdefulla områden

Inga särskiljande karakteristika för de olika drivmedlen har kunnat identifieras i detta avseende.

Brutna kretslopp, avfall och miljöfarliga restprodukter

De fossila drivmedlen, bensin, diesel, LPG och CNG tillhör naturligtvis inte några kretslopp. Oljeutvinningen och -upparbetningen ger upphov till avfall och restprodukter av olika slag vilka dock till största delen utnyttjas (t ex bitumen och raffinaderigas) eller destrueras.

Inga miljöfarliga restprodukter har identifierats från de biomassebaserade, alternativa drivmedlen. Närmast till hands ligger restprodukter från biogasframställning men miljöfarliga sådana kan undvikas genom kontroll av råvaran; dvs genom att man inte tar emot tungmetallhaltiga avfall, m m. Sådana regler finns normalt i dagens biogasframställning ur avfall.

Med avfall som råvara till biogas kan kretslopp under vissa omständigheter etableras. Ett exempel är Uppsalas, m fl uttalade ambitioner att via rötningen och biogasen koppla samman livsmedelsförsörjningen med en återföring av material till jordbruksproduktionen. Gödningsämnen och jordmaterial förs med rötslammet tillbaka på ett sätt som möjligen kan ske med kompostering men inte med förbränning.

Skador på skördeutfall

Oxidantbildningen och marknära ozon har beskyllts för att orsaka skördebortfall. Här kan möjligen en skillnad föreligga för bensin och diesel relativt alternativa drivmedel men den torde vara svår att belägga så länge som bensin/diesels effekter inte bevisats.

Påverkan på skog

Samma kommentar som för skador på skördeutfall.

Biologisk mångfald

Drivmedelsförsörjning genom stora mängder etanol och RME kan medföra stora arealer likartad odling vilket i så fall kan minska den biologisk mångfalden.

Ett likartat resonemang kan med viss tvekan kanske föras för etanol och metanol/DME ur träråvara.

Nedsättning av sikten genom luften

Detta miljöhot måste hänföras till samma faktorer som "lokala luftföroreningar". Skälet till att det tagits upp som särskilt miljöhot torde vara den "smog" som vissa städer utsatts för och som hänförs till kombinationen mellan NO_x, HC och partiklar.

Här gäller den tidigare kommentaren om kvalitetshöjningen hos drivmedlen och den katalytiska avgasreningen vilken minskat skillnaderna mellan fossila och alternativa drivmedel.

Korrosion

Korrosionsaspekten har i Sverige i huvudsak uppmärksamats i samband med fasta förbränningsanläggningar och emissionen av SO_x. Allmänt gäller för detta "miljöhot" samma faktorer som kommenterades under "Försurning av mark och vatten".

Estetiska aspekter

För tillverkningsanläggningarna och distributionssystem föreligger knappast några skillnader mellan olika drivmedel. En påtaglig skillnad finns dock för distribution av naturgas i ledningar genom landskapet.

Lukten från olika drivmedel är olika liksom lukten från avgaserna. I Stockholm har vissa protester mot ättiksyralukten från etanolbussarna framförts vilka liknar protesterna mot den tidigare diesellukten.

Odlade råvaror till etanol och RME kan medföra andra estetiska upplevelser.

Etiska aspekter

Från vissa håll har framförts etisk tveksamhet till att "köra bil på mat" (d v s spannmål som används till etanolframställning). Det rättfärdiga i att utnyttja oljetillgångar i naturfolks områden har också diskuterats.

Utsläpp vid olyckor, m m

Detta miljöhot ansluter till utsläpp av "miljögifter". Oljeutsläpp, bensinutsläpp och dieselutsläpp är allvarliga miljöhot med stora, potentiella konsekvenser. Motsvarande utsläpp av metanol, etanol, DME, RME och biogas leder inte till samma långtidseffekter eftersom dessa drivmedel inte är lika toxiska och har betydligt snabbare nedbrytning är de tidigare. Även biogasens (CH₄) potentiella klimateffekt berördes under denna rubrik.

Sammanfattning

Sammantaget kan konstateras att ett flertal av miljöhoten är relaterade till emissionerna av vissa ämnen, vilka mestadels är desamma som förekommer i avgaserna från motorn. Kvantitativt kan också konstateras att miljöpåverkan till avgörande del är kopplad till användningen av drivmedlen, d v s avgasutsläppen (en vanlig kommentar i LCA-sammanhang).

En annan återkommande faktor är odlingsfaktorn för etanol ur spannmål och RME från raps samt möjligen träråvaran till såväl etanol som metanol/DME/paraffiner ur biomassa.

För överblickens skull kan faktorerna i miljöhoten struktureras enligt Tabell 1.

Tabell 1. Olika faktorer vilka styr miljöhoten från drivmedlen

Miljöhot	Emissioner, utsläpp									Kem.- innehåll	Råvaru- aspekter	Kom- mentar
	NO _x	HC	CO	CH ₄	N ₂ O	Partiklar	PAH	SO _x	CO ₂			
Klimatpåverkan Uttunning av ozonskiktet				X	X					X		Irre- levant
Försurning av mark och vatten Oxidantbildning och marknära ozon	X							X				
Lokala luftföroreningar Buller	X	X	X		X	X	X	X		X	X?	
Övergödning av mark och vatten Påverkan av metaller	X?										X	Irre- levant?
Påverkan av organiska miljögifter Introduktion och spridning av främmande organismer						X	X			X	X?	Irre- levant?
Nyttjande av mark och vatten som produktions- och försörjningsresurs											X	
Exploatering av mark och vatten för bebyggelse, anläggningar och infrastruktur												Irre- levant
Anspråk på särskilt värdefulla områden Brutna kretslopp, avfall och miljöfarliga restprodukter											X	Irre- levant
Skador på skördeutfall Påverkan på skog	X	X										
Biologisk mångfald Nedsättning av sikten genom luften											X	Irre- levant?
Korrosion Estetiska aspekter	X							X		X		
Etiska aspekter Utsläpp vid olyckor, m m										X	X	

Som framgår av Tabell 1 är de potentiella miljöhoten från drivmedlen relaterade till ett begränsat antal parametrar vilka behöver kvantifieras eller beskrivas: emissionerna, råvarorna och den kemiska sammansättningen av drivmedlet. Detta förenklar i hög grad den fortsatta utvärderingen.

Tre till sex miljöhot enligt de vedertagna listorna över miljömål har i Tabell 1 betecknats som "irrelevanta" för drivmedlen. För tre eller fyra av dessa innebär kommentaren att drivmedlen i sig inte utgör några märkbara hot i dessa avseenden: uttunning av ozonskiktet, påverkan av metaller, nyttjande av mark och vatten samt anspråk på särskilt värdefulla områden. Däremot kan naturligtvis i dessa avseenden transporterna som sådana innehålla hot; t ex genom byggande av vägar genom "värdefulla områden".

I de övriga fallen; (exploatering av mark och vatten), introduktion och spridning av främmande organismer samt nedsättning av sikten innebär kommentaren att ingen skillnad kan identifieras mellan olika drivmedel eller att (för de främmande organismerna) det är tveksamt om effekten föreligger.

Kvantifiering av drivmedlens miljöhot

I föregående avsnitt identifierades de aktuella drivmedlens miljöhot i form av vissa parametrar. Som framgick är de i stor utsträckning hänförliga till emissioner och utsläpp av vissa kemiska ämnen. Med utgångspunkt från den uppmärksamhet som ägnats transporterens miljöpåverkan under senare år är de i stor utsträckning desamma som också mätts i avgasmätningar.

De två övriga parametrarna som identifierats relativt miljömålen (miljöhoten) är råvaruaspekterna och det kemiska innehållet i drivmedlen.

Emissioner av drivmedlen vid deras tillverkning och användning

De LCA (Livscykelanalys) som genomförts på olika drivmedel har inventerat de samlade utsläppen av aktuella ämnen från tillverkning till slutanvändning. I dessa LCA finns också en kommentar om att 90 % av utsläppen kan hänföras till användningen, d v s avgasemissionerna.

En sammanställning har gjorts av ett antal LCA inom området. Den redovisas i Tabell 2 och basmaterialet utgör i sin tur sammanställningar utförda av IVL³ och Magnus Blinge⁴ kompletterade med ytterligare några LCA (se tabellhuvud). Livscykelanalyser utförs endast för specifika fall (vissa transportsituationer och viss tillverkning, etc) och principiellt kan inte jämförelser ske på detta schematiska sätt. Bl a IVLs arbete syftar emellertid till att ta fram data som rekommenderas för generaliserad användning. Dessutom är överensstämmelsen mellan olika data så pass god att man möjligen kan acceptera angivelser från en specifik LCA som ingångsdata i den beräkning som är syftet med "Jämförelseprojektet". Däremot måste en uppdelning ske beroende av användningen i ottomotorer respektive dieselmotorer.

³ SPI: Miljöfaktabok för bränslen (1999)

⁴ Doktorsavhandling Magnus Blinge; ELM: Environmental Assessment of Fuel Supply Systems för Vehicle fleets, 1998.

Tabell 2. LCA-data avseende NO_x, HC, partiklar, CO, SO_x, N₂O, CH₄ och CO₂ för olika drivmedel

Data är hämtade från: SPIs Miljöfaktabok för bränslen, IVLs rekommenderade data för respektive drivmedel (1999), Magnus Blinge (1998), ELM: Environmental Assessment of Fuel Supply Systems för Vehicle fleets, samt KFB-Meddelande 1197:5, Livscykelanalys (LCA) av drivmedel (sortomvandling har skett och detta markeras med "ca").

Motortyp och Drivmedel	Total emission "från vaggan till graven" enligt systemgränser för respektive "LCA" (mg/MJ drivmedel)							CO ₂
	NO _x	HC (tot. VOC)	Partiklar	CO	SO _x	N ₂ O	CH ₄	
<i>Ottomotorer</i>								
Etanol ur spannmål	98	30	52	320	11	28	52	18000
Etanol ur cellulosa	ca 60	ca 30	ca 3	ca 160	ca 25	ca 3	ca 2	ca 6000
Metanol ur biomassa	ca 85	ca 60	ca 3.5	ca 630	ca 13	ca 50	ca 0.7	ca 20000
El (bränsleceller)	<0.1 g/km	<0.1 g/km		<0.1 g/km				
Biogas	31	19	1.9	36	1.0	0	600	900
Gasol/LPG n-Paraffiner	55	49	2.8	37	16	0	22	68000
Bensin (för jämförelse)	68	69	4.5	180	30	20	9.0	79000
<i>dieselmotorer</i>								
Etanol ur spannmål	530	26	61	28	6.7	33	5.7	7700
Etanol ur cellulosa	ca 300	ca 20	ca 1.2	ca 15	ca 0.4	0	0	ca 6000
Vinalkohol (exkl. vinframställning)	ca 13 (g/km)	ca 1 (g/km)	ca 0.4 (g/km)	ca 2.5 (g/km)	ca 2700 (g/km)			ca 500 (g/km)
Metanol ur biomassa	ca 200	ca 20	ca 1.3	ca 20	ca 2.5	0	0	ca 6000
DME	ca 190	ca 15	ca 1	ca 20	ca 2	0	0	ca 6000
FAME (RME)	910	42	13	31	18	67	31	9000
Biogas	31	19	1.9	36	1.0	0	640	900
Naturgas	190	6.1	1.7	4.5	0.23	0.06	41	57000
	3.71 (g/km)	3.69 (g/km)	0.10 (g/km)	0.55 (g/km)	0 (g/km)			1145 (g/km)
Gasol/LPG n-Paraffiner	200	73	2.7	3.7	16	0	22	68000
Diesel (för jämförelse)	750	44	12	13	21	3.0	8.0	77000

Uppdelning av emissioner från tillverkning och distribution respektive användning

De LCA-data som redovisas i Tabell 2 summerar emissionerna av vissa ämnen från tillverkningen av ett drivmedel till dess slutliga förbränning i motorn. För "Jämförelseprojektet" är det emellertid av vikt att separera motorns emissioner från tillverkningens och distributionens.

Principiellt utgör en LCA som påpekat en utvärdering av ett specifikt och unikt fall där man egentligen inte kan gå in och genomföra en uppdelning i efterhand utan att studera hela livscykelanalysen. I det ursprungliga LCA-arbetet ingår de emissionsparametrar vilka använts för såväl den specifika tillverkningen som motordriften. (För den senare måste drivmedelsförbrukning, avgasmätningar, mm anges) Dessa data finns som regel tillgängliga i bakgrundsmaterialet men redovisas numera inte alltid i LCA-rapporten (av "läsarskäl").

Det innebär att en separation av emissioner från tillverkning och distribution respektive användning inte enkelt kan göras utifrån publicerade LCA-rapporter. Dessutom baseras LCA-värdena inte sällan på olika avgasdata, mm vilket medför att olika LCA inte utan vidare kan jämföras. Med dessa förbehåll har trots allt ett försök gjorts till uppdelning av emissionerna på tillverknings- och distributionsmässiga sådana respektive motoremissioner.

Emissioner från förbränning i motorn

För att granska vilka variationer som kan finnas i utgångsmaterialet till olika LCA, har en sammanställning gjorts av ett antal avgasmätningar vilka rapporterats under senare år. Resultaten sammanfattas i Bilaga 1. I denna kan konstateras att antalet specifikt olika fall är många - ett tjugotal i Bilaga 1 - och fler finns föreslagna som "alternativa drivmedel". Detta faktum medför i sig en viss spridning i resultaten. Till detta kommer variationer till följd av olika körcykler, mm.

För likartade fall finns vidare vissa mätavvikelser. Avvikelserna kan relativt varandra vara avsevärda men storleksordningarna är mestadels konsistenta. Helhetsintrycket är att dagens data är relativt samstämmiga och sammantaget kan konstateras att:

1. I Ottomotorn förefaller NO_x-emissionerna med avgaskatalysator ligga under 0.3 g/km transport för samtliga drivmedel. Utan katalysator är utsläppen från motorn i storleksordningen 1 g, eller större.
2. Dieselmotorn visar en skillnad mellan etanol och diesel som innebär en halvering av NO_x-emissionen från ca 7 g/km till mellan 2 och 4 g med etanol. Katalysatorn ger här ingen större effekt och inte heller en 15 %-ig inblandning av etanol i diesel.
3. HC-utsläppen ligger i ottomotorn också under 0.3 g/km med katalysator och över 1 g utan katalysator. Även i detta fall förefaller katalysatorn ge större effekt än drivmedelsvalet.
4. I dieselmotor erhålls ungefär samma effekt av ren etanoldrift som med katalysator i dieseldrift.
5. Partikelutsläppen från dieselmotorer ligger under 100 mg/km med god kvalitet på dieselbränslet och katalysator samt ännu lägre med etanol (ca 10 mg och lägre).
6. CO-emissionerna från ottomotorn är mindre än ca 1 g/km med katalysator eller med etanol/metanol-drift. Utan katalysator kan bensindriften ge en tiopotens högre värden.
7. Ungefär samma förhållanden gäller för dieselmotorn även om CO-utsläppen från dieselbränsle inte ger samma höga värden.

Även om dessa kommentarer förefaller relativt väl belagda i materialet får avvikelserna mellan olika mätserier relativt stor betydelse i livscykelanalyser. En halvering av en emission kan innebära motsvarande halvering i en LCA där avgasutsläppen dominerar det totala utsläppet. Så länge inte de absoluta värdena i aktuell LCA är kända, blir det således tveksamt att sätta in vissa data för att beräkna motoremissionernas betydelse i LCA:n.

Granskning av vissa LCA och fördelning av emissioner relaterade till motoranvändning samt tillverkning och distribution

Ett antal av de LCA som redovisades ovan har granskats för att identifiera emissionerna från tillverkning/distribution respektive användning i motorn. I SPI/IVLs rapport har en sådan uppdelning redovisats. En stor del av de LCA som ligger till grund för denna rapport baseras i sin tur på resultat från Blinge vilka publicerats under senare år och således har hans rapporter också granskats. Till detta har lagts ytterligare ett par specifika LCA samt i något fall en egen beräkning. Resultaten har sammanställts i Bilaga 2.

En granskning av dessa visar att emissionerna från tillverkning/distribution respektive användning i motorn fördelar sig olika beroende av drivmedel. I Tabell 3 visas den procentuella andelen för motoremissionen av de totala emissionerna i en LCA. Som framgår varierar andelen från 0 till 100 %

beroende på drivmedel. För att markera osäkerheten i bedömningarna samt den principiella tveksamheten i att bryta ned befintliga LCA på detta sätt, anges procentsiffrorna i huvudsak endast som tiotals procent.

Tabell 3. Procentuell andel för motoremissioner av de totala emissionerna i LCA

Andelen emissioner från användningen (motoremissioner) av de totala emissionerna (inkl. produktion-distribution) anges i procent.

Drivmedel	Andel emissioner från användningen (%)								Kommentar
	NO _x	HC	Partiklar	CO	SO _x	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	
Bensin	50	40	80	100	30	100	80	95	
Bensin med 10 % MTBE	50	40	50	100	30			95	
Diesel	95	30	100	80	10		80	95	Tunga fordon
"-	90	40	95	100	2		50	95	Lätta fordon
Gasol/LPG	90	60	60	50			90	95	Tunga fordon
"-	50	40	60	90			90	95	Lätta fordon
Naturgas	90	70	100	50			100	95	Tunga fordon
"-	60	90	100	90				90	Lätta fordon
Biogas	80	90	80	20			0	0	Tunga fordon
"-	70	90	80	90			0	0	Lätta fordon
Etanol ur spannmål	90	95	90	90	0			0	Tunga fordon
Etanol ur sulfitol	80	95	90	90	0			0	Tunga fordon
Etanol ur Salix	90	90	70	60				0	Tunga fordon
Vinalkohol (med tändförbättrare, m m)	50	20	10	70	0			20	Tunga fordon
Etanol ur spannmål (E85)	20	90	5	95	20			60	Lätta fordon
Metanol ur Salix	30	50		30				40	Lätta fordon
DME ur Salix	95	90	100	80	0	100	0	0	Tunga fordon
DME ur naturgas	95	90	100	80	0	100	0	100	Tunga fordon
FAME (RME)	90	30	80	40				0	Tunga fordon
"-	80	40	90	90				0	Lätta fordon

Fördelning av emissioner i befintliga LCA på motoremissioner och tillverknings/distributions-emissioner

Utgående från fördelningen i Tabell 3 avseende andelen emission från motoranvändningen har Tabell 4 och 5 sammanställts. Delvis följer dessa tabeller de sammanställningar som SPI/IVL redovisat i Miljöfaktaboken även om vissa sifferavvikelser följer av omräkningen. I tabellerna förekommer några skenbara motsägelser vilka kommenteras nedan.

Tabell 4. Emissioner av olika drivmedel från användningen i otto- respektive dieselmotorer

Motortyp och drivmedel	Emissioner från användningen i motor enligt uppdelning av befintliga LCA (mg/MJ drivmedel)							
	NO _x	HC (tot. VOC)	Partiklar	CO	SO _x	N ₂ O	CH ₄	CO ₂
<i>Ottomotorer</i>								
Etanol ur spannmål	90	30	45	290	0	28	52	11000
Etanol ur cellulosa	ca 50	ca 25	ca 2	ca 100	0	ca 3	ca 2	0
Metanol ur biomassa	ca 25	ca 30	0	ca 200	0	ca 50?	ca 0.7	0
El (bränsleceller)	0	0		0				
Biogas	20	19	1.5	10	0	0	0	0
Gasol/LPG	30	20	1.7	33	0	0	0	65000
Bensin (för jämförelse)	35	28	3.4	180	10	20	7.0	75000
<i>Dieselmotorer</i>								
Etanol ur spannmål	480	25	55	25	0	33	5.7	0
Etanol ur cellulosa	ca 270	ca 18	ca 0.9	ca 9	0	0	0	ca 6000
Vinalkohol (exkl. vinframställning)	ca 370	ca 13	ca 3	ca 100	0	ca 3		ca 7050
DME ur biomassa	ca 180	ca 13	ca 1	ca 15	0	0	0	0
FAME (RME)	800	13	10	12	0	?	?	0
Biogas	25	17	1.5	7	0	0	0	0
Naturgas	150	4.3	1.7	2.3	0	0	0	54000
Gasol/LPG	180	45	1.6	1.8	0	0	0	65000
Diesel (för jämförelse)	720	13	12	10	2	0	6	77000

Tabell 5. Emissioner från tillverkning och distribution av olika drivmedel

Drivmedel	Emissioner från tillverkning och distribution enligt uppdelning av befintliga LCA (mg/MJ drivmedel)							
	NO _x	HC (tot. VOC)	Partiklar	CO	SO _x	N ₂ O	CH ₄	CO ₂
<i>Ottomotorer</i>								
Etanol ur spannmål	8	0	7	30	11	0	0	7700
Etanol ur cellulosa	ca 10	ca 5	ca 1	ca 60	ca 25	0	0	ca 6000
Metanol ur biomassa	ca 60	ca 30	ca 3.5	ca 430	ca 13	0?	0	ca 20000
El (bränsleceller)	<0.1 g/km	<0.1 g/km		<0.1 g/km				
Biogas	11	0	0.4	26	1.0	0	600	900
Gasol/LPG	25	29	1.1	4	16	0	22	4000
Bensin (för jämförelse)	33	41	1.1	0	20	0	2.0	4000
<i>Dieselmotorer</i>								
Etanol ur spannmål	50	1	6	3	6.7	0	0	7700
Etanol ur cellulosa,	ca 30	ca 2	ca 0.3	ca 6	ca 0.4	0	0	0
Vinalkohol (exkl. vinframställning)	ca 370	ca 39	ca 18	ca 39	?			ca 22000
DME	ca 10	ca 2	0	ca 5	ca 2	0	0	ca 6000
FAME (RME)	110	30	3	20	18	67?	31?	9000
Biogas	6	2	0.4	30	1.0	0	640	900
Naturgas	40	1.8	0	2.2	0.23	0.06	41	3000
Gasol/LPG	20	28	1.1	1.9	16	0	22	3000
Diesel (för jämförelse)	30	31	0	3	19	3	2	4000

Tabellerna 4 och 5 innehåller vissa avvikelser som kan förefalla märkliga; t ex att etanol har olika emissioner vid användning i ottomotor beroende av etanolens ursprung (spannmål eller cellulosa). Detta sammanhänger dock förmodligen med den tidigare nämnda specifika hanteringen av LCA. I de aktuella fallen förefaller den ena LCAn räknas med E85, d v s med inblandning av MTBE, bensin, etc till 15 % medan den andra räknar med ren etanol.

På motsvarande sätt kan etanol ur cellulosa till tunga fordon skilja sig vad beträffar emissioner från tillverkningen beroende av om tändförbättraren tas med eller ej. Förhållandet kommenteras också i SPI/IVL sammanställning i "Miljöfaktabok för bränslen".

I övrigt kan i tabellerna också noteras mindre skillnader i enskilda siffror vilka hänför sig till olika LCA eller avrundningsfel. Biogasens emissioner vid tillverkningen för användning i lätta eller tunga fordon är ett sådant exempel. Övriga avvikelser får sannolikt förklaras med de olika ingångsdata som använts. För vinalkoholen anges t ex en markant högre CO-emission vid motoranvändningen i diesel än vad som är fallet för annan etanol.

Slutkommentar till uppdelningen av LCA i emissioner från användning respektive tillverkning/distribution

Vissa signifikanta skillnader mellan olika drivmedel kan trots kommentarerna i föregående stycke identifieras, åtminstone för några parametrar. De gasformiga drivmedlen har t ex i flertalet fall lägre emissionsnivåer i motoranvändningen.

Samtidigt måste konstateras att med undantag för CO₂-utsläppen ligger flertalet emissioner i samma storleksordning. NO_x-utsläppen från ottomotorer är mestadels mellan 20 och 50 mg/MJ drivmedel, HC-emissionerna från dieselmotorn ligger, med undantag för naturgasen, mellan 13 och 30 mg/MJ drivmedel, etc.

Mot bakgrund av att de flesta emissionerna domineras av motoranvändningen, se Tabell 2, innebär detta att betydelsen av ingångsdata från avgasmätningar blir mycket stor. Här krävs en viss försiktighet ty enligt Bilaga 1 förekommer variationer med en faktor två eller tre även för likartade tester och siffrorna kan få stor genomslagskraft i livscykelanalyser.

Sammantaget förefaller CO₂-utsläppen ge den mest signifikanta skillnaden mellan olika drivmedel. För de övriga parametrarna är osäkerheten betydligt större och försök till värderingar kan lätt bli besvärliga. Slutligen ska också kommenteras att vid sidan om de rena drivmedlen i tabellerna 4 och 5 förekommer ett antal blandningar; E5, E10, 15 % etanol i diesel och t ex etanol/RME. För dessa finns enstaka LCA genomförda men för komplettering krävs data för avgasemissionerna från blandbränslen.

Råvaruframställning och vissa parametrar i tillverkningen av drivmedel (ej emissioner)

Råvaruaspekterna kommer med i fem miljömål: övergödning av mark och vatten, nyttjande av mark och vatten som produktions- och försörjningsresurs, brutna kretslopp, avfall och miljöfarliga restprodukter, biologisk mångfald och etiska aspekter.

Övergödning av mark och vatten

I första hand är odlingen av råvara till etanol och RME aktuell i detta sammanhang. Gödselgivorna och deras "utsläpp" torde ingå i de LCA som citerats. Grovt kan anges en tillförsel av 120-150 kg kväve per ha vid spannmålsodling (vete) och något högre för rapsodling. Fosforgödselgivorna kan vara ca tiondelen av kvävegivorna – eller mindre.

Som genomsnitt för landet bedöms 30-35 % av kvävet och ca 25 % av fosfortillförseln ligga kvar i jorden eller läcka ut i vattendrag⁵. Per ha innebär det ca 40 kg kväve och storleksordningen 3 kg fosfor men då är att märka att kvävet omsätts snabbare. Stallgödseln ger också upphov till ammoniakutsläpp, d v s kan ha klimatpåverkan, men det diskuteras inte vidare i detta sammanhang.

För markanvändningen antas att ca 5 ton spannmål är en genomsnittlig skörd per ha med ovanstående gödsling. Ur 5 ton spannmål kan med dagens teknik 1.7-1.8 m³ etanol erhållas vilket i ett rendriftsammanhang motsvarar ca 1 m³ diesel (utgående från data för KFBs projekt med etanolbussar⁶). Med en bränsleförbrukning av 7.5 l etanol per mil innebär detta en teoretisk "övergödningseffekt" om 17 g kväve per km för bussen och ca 1 g fosfor för samma transport.

För RME blir med skörden 2.2 ton rapsfrö/ha utbytet ca 700 liter vilket motsvarar ca 650 liter diesel på energibasis. Med en förbrukning av ca 4.6 liter RME per mil för en lastbil ger detta en "övergödningseffekt" om ca 37 g kväve per lastbilskilometer och ca 3 g fosfor.

Vid såväl etanoltillverkningen som framställningen av RME erhålls emellertid biprodukter vilka utgör foder. Det förefaller därmed inte "rättvist" att belasta drivmedlen med hela övergödningseffekten och om drivmedlen proportioneras viktmässigt mot biprodukterna blir den del som kan hänföras till drivmedlen ca 7 g kväve för etanol och 12 g för RME. Övergödningseffekten i form av fosfor blir på motsvarande sätt ca 0.5 g och 1 g fosfor.

⁵ SNV; www.environ.se 1999 – Föreningar, övergödning, jordbrukets gödsleanvändning.

⁶ t ex. KFB-Rapport 1997:36; Etanoldrivna stadsbussar i Örnsköldsvik

Dessa siffror kan jämföras med LCA-data för NO_x i Tabell 2 där 530 mg genereras för etanol och 910 mg uppstår för RME per MJ bränsle med dieselmotor. Siffrorna motsvarar med ovanstående förbrukningstal 8 g NO_x per km bussdrift med etanol och knappt 14 g/km med RME. Omräknat till kväve innebär LCA-uppgifterna 3 respektive 5 g kväve per km i form av NO_x-utsläpp. Konsekvensen är att övergödningseffekten på mark/vatten under odling är större än emissionseffekterna till luft.

Etanol kan också ersätta bensin i ottomotorer. Förbrukningen är i FFV-bilar (Flexible Fuel Vehicles) 1.2-1.3 liter etanol för 1 liter bensin. Med denna förbrukning per mil erhålls en övergödningseffekt om ca 1.2 g kväve och 0.1 g fosfor per km (med hänsyn till övergödningseffekten fördelad på etanol och foderbiprodukt).

För de övriga drivmedlen gäller att någon direkt övergödningseffekt inte uppstår alls annat än från NO_x-utsläppen eller att en mer komplex situation föreligger. Framställning av etanol ur cellulosa kan tänkas ske från Salix vilken i så fall eventuellt gödslas. För närvarande synes emellertid inte energiodlingar vara aktuella som råvarukälla för etanol. Biogasens eventuella effekt är svårbedömd eftersom rötslammet dels kan ersätta viss handelsgödsel, dels kan komma som tillägg till den normala gödslingen (beroende av kväve/fosforbalanser, mm)

Nyttjande av mark och vatten som produktions- och försörjningsresurs

Vattenanvändningen är förhållandevis stor i etanolprocesser; 5-20 liter vatten per liter etanol beroende av råvara och process⁷. Den innebär storleksordningen 40-150 liter vatten per km med etanoldrift i buss och 7-25 liter i personbilsdrift.

Detta är dock vattenanvändningen och inte förbrukningen. Beroende av lokalisering och processutformning kan "förbrukningen" av vatten vara allt från nästan noll till dessa volymer.

Framställningen av biogas sker i vattenuppslamning av samma typ som de inledande stegen i etanol ur cellulosa. Därmed antas samma kommentar gälla även för detta drivmedel. För metanol, DME och Fischer-Tropsch-produkter ur biomassa är vattenförbrukningen lägre då kylvattnet undantas. Det senare recirkuleras via kyltorn och förbrukas således inte. Övriga drivmedel har så pass låg vattenförbrukning att den blir närmast försumbar.

Markanvändningen är naturligtvis betydande för råvaruframställningen till såväl etanol ur spannmål som RME ur raps. För de övriga biomassebaserade drivmedlen, etanol ur cellulosa, metanol ur biomassa, etc, är markanvändningen diskutabel och beroende av volymerna. Till de första, tentativa anläggningarna kommer restprodukter från såväl träbearbetande industri som skogsbruk att utnyttjas och här blir således markanvändningen i stort sett noll. Råvaruanvändningen (till etanol, etc) påverkar inte markutnyttjandet i denna skala. Med en eventuell, ökande produktion kommer emellertid nya skogsuttag att förr eller senare bli nödvändiga och därvid ökar den i anspråk tagna marken snabbt. Med nuvarande bedömningar av tillgänglig biomassa från skogen i form av restprodukter – tiotal TWh – blir dock markanvändningen minimal för överskådlig tid (10-15 år).

För odlad råvara till etanol och RME ger utbytessiffrorna i det förra avsnittet ett utnyttjande av 4.3 m² mark för 1 km drift med etanoldrift och 7 m² för RME-drift. Med etanoldrift i ottomotor blir markanvändningen ca 0.7 m²/km fordonsdrift.

Markanvändningen för tillverkning och distribution av drivmedel blir i sammanhanget allmänt liten. För ett raffinaderi som har en industritomt om 1 km² och kapaciteten 5 Mm³ bensin/diesel per år blir

⁷ För spannmålsprocesser är användningen vanligtvis i storleksordning 5 liter vatten/liter etanol. Förstudier av cellulosabaserade processer anger upp till 20 liter vatten eller mer. (Agroetanol och Etanolprogrammet)

markutnyttjandet $<0.001 \text{ m}^2/\text{km}$ fordonsdrift. Även om markanvändningen i distributionsledet läggs till nås inte 0.001 m^2 . En etanolfabrik med kapaciteten 50.000 m^3 per år kräver mindre anläggningsyta än 10 ha vilket medför markutnyttjanden i samma storleksordning.

Brutna kretslopp, avfall och miljöfarliga restprodukter

De brutna kretsloppen och avfall/restprodukter är i första hand relevanta för de fossila drivmedlen. Utbytet av drivmedel (d v s i sammanhanget gasol, bensin och diesellojja) ur olja varierar starkt beroende av råoljetyper och typ av raffinaderi. Ur svensk industristatistik kan dock utläsas att för svenskt vidkommande gäller i mitten av 90-talet att ur ca 17 Mton olja erhöles ca 14 Mm^3 bensin och diesel (samt lätt eldningsolja). Resten, d v s ca 7 Mton eller ca 35 % utgörs av biprodukter (tunga oljor, m m) medan avfallsmängderna är små, om ens några. Uttryckt i proportion till mängden drivmedel är de helt försumbara eftersom man ofta blandar i de tjockaste återstoderna från olika processteg i tunga oljor.

Samtliga biprodukter från oljeindustrin kan avsättas, om än understundom till låga priser. Detta gäller även det svavel som utvinns i svavelreningen. Vissa potentiella avfall, som förbrukade katalysatorer, lämnas i praktiken tillbaka till leverantörerna och sammantaget kan konstateras att från raffinaderierna finns i praktiken inga nämnvärda restprodukter eller avfall.

Från råvaruutvinningen och transportererna av råolja finns däremot restprodukter i form av t ex gas vilken i huvudsak facklas eller utnyttjas som bränsle. Emissioner till luft förekommer också i hanteringen av framförallt bensin där man brukar räkna med en gasavgång i olika led som uppgår till $<0.5 \%$ av den distribuerade volymen⁸. Denna typ av emissioner torde emellertid i mindre utsträckning påverkas av olika drivmedel.

För de fossila drivmedlen gäller således att avfalls- och restproduktmängderna är små och sannolikt försumbara då de uttrycks som mängd per km fordonsdrift. Däremot deltar de fossila drivmedlen inte i något kretslopp. Ett möjligt sätt att kvantifiera detta kan eventuellt vara att uttrycka förbrukningen av en ej förnybar råvara som det antagna antalet år innan den är praktiskt uttömd. För olja brukar tidsperspektivet anges till 30-50 år för dagens kända reserver och förbrukning. För naturgas anges vanligtvis ett något kortare tidsperspektiv; ca 30 år.

De biomassebaserade drivmedlen deltar liksom biogasen i kretslopp vilket med ovanstående "kvantifiering" innebär "oändlig" eller i alla fall mycket lång tid. För etanol ur spannmål och RME ur raps finns emellertid i råvaruframställningen en tidsmässig begränsning i form av fosforgödselmedel vilket anses vara en ändlig resurs. Här introduceras således en delparameter som inte deltar i kretslopp och som åtminstone påverkar de skördesiffror som angavs ovan. För etanol ur cellulosa och metanol, mm ur biomassa finns en förbrukning av ändliga resurser i form av insatskemikalier i tillverkningsprocesserna.

Biogasen har i detta avseende en omvänd faktor så till vida att biogasen öppnar möjligheter till ett kretslopp, inte minst då det gäller fosfor. Som nämnts tidigare är en av bakgrundsidéerna till biogas att kunna etablera ett kretslopp mellan stad och landsbygd där livsmedelsrester återförs till odlingen.

Som för de fossila drivmedlen erhålls biprodukter vid tillverkningen av drivmedel ur biomassa. Inte heller i dessa fall kan några märkbara avfall eller restprodukter identifieras. Etanol ur cellulosa och metanol, mm ur biomassa har potentiella avfall i form av neutraliserade insatskemikalier, vilka räknas i gram per km fordonsdrift. Avfallen kan bäst beskrivas som "normala" avfall från en tung kemisk industri.

⁸ SNV anger i sin VOC-utredning ca 4 % av den totala VOC-mängden, d v s $<20.000 \text{ ton}/\text{år}$.

Biologisk mångfald

Effekterna av de olika drivmedlen på begreppet "biologisk mångfald" kan knappast anges i andra termer än huruvida framställning och användning av ett drivmedel påverkar miljömålet.

Mot bakgrund av den storskalighet som drivmedel har, finns eventuellt en risk för motsättning mellan kretsloppsmålet och målet om den biologiska mångfalden då det gäller biomassebaserade drivmedel. I Sverige används som framgått ca 8 Mm³ bensin och diesel per år. Om hela denna mängd skulle ersättas av etanol ur spannmål på inhemsk bas, krävs arealer i storleksordningen 7 miljoner ha för odling av råvara. En spannmålsodling av denna omfattning skulle knappast gynna den biologiska mångfalden. Det torde heller inte vara aktuellt men principiellt gäller fortfarande att storskalig produktion av drivmedel ur biomassa har potentiella risker då det gäller den biologiska mångfalden. Situationen bör vara analog, om än ej lika, då salix eller intensivt skogsbruk används som råvarukälla.

Vid användning av mindre mängder biomassa för drivmedelstillverkning uppstår inte samma påverkan på den biologiska mångfalden. Enligt råvarubedömningar finns tillgängliga restprodukter, m m ur dagens förädlingsbranscher för att framställa några hundra tusen m³ etanol eller metanol⁹.

Var gränsen volymmässigt går för påverkan på den biologiska mångfalden kan inte klarläggas i detta sammanhang. Det finns bl a redan idag en viss opinion mot det storskaliga jordbruket med dess effekter på den biologiska mångfalden¹⁰.

Beträffande effekterna av fossila drivmedel på detta miljömål har ingen information påträffats och utredarna har heller inte kunnat identifiera några sådana.

Etiska aspekter

De etiska aspekterna förefaller i stort sett omöjliga att kvantifiera. Här förekommer kommentarer om det "oetiska att köra bil på mat" (d v s en referens till etanol ur spannmål och RME ur raps) samt oljebolagens uppträdande då det gäller oljefyndigheter i U-länder.

Kemiskt innehåll i drivmedlen och kemikaliernas miljödata, m m

Det kemiska innehållet i drivmedlen påverkar fyra eller fem miljömål: lokala luftföroreningar, (buller), påverkan av organiska miljögifter, estetiska aspekter och utsläpp vid olyckor, m m.

Förutom de specifika kemiska föreningarna i drivmedlen kommer för de lokala luftföroreningarna också sekundära kemiska ämnen från förbränningen med i sammanhanget. Drivmedlen kan således karakteriseras i två avseenden: primära och sekundära ämnen. Till de sekundära hör delar av de tidigare angivna emissionerna av NO_x, m m i Tabell 2. (Tabell 2 utgör LCA-data och innefattar således mer än emissionerna i avgaserna) Vidare hör till de sekundära ämnena s k oreglerade emissioner vilka exemplifieras nedan i Tabell 6:

⁹ LRF/SLR anger att några hundra tusen m³ etanol kan framställas ur "dagens spannmålsöverskott" och inventeringar i förstudier för såväl etanol ur cellulosa (ECN 1999) som metanol/DME ur biomassa (T ex DME i Växjö) anger att träråvara för 100.000-300.000 m³ alkohol finns lokalt tillgänglig.

¹⁰ Pers. medd. SNF

Tabell 6. Kemiska beståndsdelar i drivmedlen samt förbränningsprodukter (exempel).

De reglerade avgasemissionerna är ej medtagna.

Drivmedel	Kemiskt innehåll	Kemiska ämnen i avgasemissioner
Etanol	Etanol och denatureringsmedel; metyletylketon, metylisobutylketon, isobutanol, bensin (i E85), tändförbättrare av glykolyt (i dieselbränsle)	Acetaldehyd, formaldehyd
Metanol	Metanol	Formaldehyd
DME	Dimetyleter	?
RME	Rapsoljaemetylester	Formaldehyd, metanol, eten
Biogas	Metan	Formaldehyd
Gasol	Butan, m fl lätta kolväten	
Bensin	Alifatiska och aromatiska kolväten från C ₅ till C ₈	Eten, 1.3-butadien, bensen, toluen, xylener, metan
Diesel	Alifatiska och aromatiska kolväten från C ₁₀ till C ₁₄	Formaldehyd, metanol, "xylen", PAH

En fullständig karakteristik av dessa kemikalier vad gäller miljödata, m m innebär ett i sammanhanget alltför omfattande arbete varför den nedan (Tabell 7) begränsats till vissa parametrar.

Som framgår ger redan dessa begränsade data en något svårstrukturerad bild. Med utgångspunkt från nedbrytbarheterna och toxicitetsdata kan emellertid åtminstone tre huvudgrupper avgränsas:

1. Metanol, etanol, RME och alifatiska kolväten vilka har förhållandevis snabb nedbrytning och måttlig toxicitet. De alifatiska kolvätena återfinns framförallt i MK1 diesel och Fischer-Tropsch-produkterna.
2. Övriga kolväten undantagandes bensen och hexan.
3. Bensen och hexan vilka ingår i bensin och i likhet med formaldehyd, 1.3-butadien och andra emissionsprodukter har betydligt allvarigare miljödata.

Tabell 7. Karakterisering av drivmedlen och sekundära kemiska ämnen ur miljösynvinkel

Data är hämtade från allmänna miljödatabaser och litteratur som: PH Howard: Handbook of Environmental Fate and Exposure Data (1989), Verschueren: Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals (1983), Handbuch Umwelt-Chemikalien (1990), Varuinformationsblad från leverantörer, Hygieniska gränsvärden enligt Arbetarskyddsstyrelsen 1996:2.

Kemikalie	Nedbrytning	Potential för fotokemisk ozonbildning (IVL-Rapport B-1305) Eten =100	Toxicitet för däggdjur LC ₅₀ (råtta) mg/kg kroppsvikt samt hygieniskt gränsvärde	Fisktoxicitet LC ₅₀ (48 el 96 h) mg/l	Toxicitet för Dafnia LC ₅₀ (48 el 96 h) mg/l	Övrigt
Etanol	40-80 % på 5 dygn	50-60	7.800-21.000 500 ppm	10.000-14.000	3.000-14.000	
Metanol	50-90 % på 5 dygn	15-20	5.300-13.000 200 ppm	>8.000	10.000	
Dimetyleter		20-50	500 ppm			gasformigt, hanteras under tryck ej flyktig
Rapsolja- metylester	90 % på 20 dygn		>5.000	>1.000	>1.000	
Metan		0				gasformigt, hanteras under tryck
Butan, m fl lätta kolväten		50-90				gasformigt, hanteras under tryck
Alifatiska kolväten från C ₅ till C ₈	40 % på 5 dygn	80-130	15.000-20.000 25-200 ppm	4-200	4-80	Hexan är känsligare än de övriga
Aromatiska kolväten från C ₆ till C ₈	< 10 % på 5 dygn	30-90	600-6.000 0.5-50 ppm	20-70	300	Bensen är cancerogent
Alifatiska kolväten från C ₁₀ till C ₁₄	60 % på 5 dygn	70-120	>5.000 350 mg/m ³	>5.000	över löslighetsgränsen	
Aromatiska kolväten från C ₁₀ till C ₁₄	< 10 % på 5 dygn	60-110	25 ppm	4-20		
Eten		100				
1.3-Butadien			0.5 ppm			Cancerogent ?
Formaldehyd	60 % på 5 dygn	20-50		60-700	<2?	Misstänkt cancerogent
Acetaldehyd	60 % på 5 dygn	70-80	0,5 ppm ca 2.000, 25 ppm	50-100		
PAH						Vissa PAH är cancerogena

Lokala luftföroreningar

Med utgångspunkt från Tabell 6 och 7 samt mer detaljerad information om oreglerade avgasemissioner¹¹ förefaller metanol, etanol, naturgas, biogas och gasol ge mindre lokala luftföroreningar än bensin. I första hand sammanhänger det med bensinens innehåll av bensen och hexan samt det faktum att större mängder 1,3-butadien bildas i avgaserna från bensindrift.

De angivna alternativen är inte fria från motsvarande föreningar i avgaserna – bl a förekommer formaldehyd i nära nog samtliga – men halterna är genomgående lägre. En närmare klassificering av alternativen synes emellertid ogörlig eftersom den kommer att handla om att värdera större och mindre andelar av 1,3-butadien i jämförelse med större och mindre andelar av formaldehyd, acetaldehyd, etc. Inga systematiska skillnader kan ses i grundmaterialen.

För diesel och RME gäller att skillnaderna är mindre. Möjligen är andelen cancerogena PAH mindre med RME-drivmedlet men i övrigt förefaller skillnaderna små. Dieseldriften med etanol och biogas/naturgas förefaller dock överlägsen.

En försvarbar, siffermässig gradering av drivmedlen utifrån de lokala luftföroreningarna är enligt utredarnas uppfattning inte möjlig.

Buller

Bristande information gör att idag kan endast slutsatserna dras att etanoldrift i dieselmotorer har högre bullernivå än dieseldriften¹² (med Eurodiesel) och att naturgas/biogas-driften har lägre¹³.

Påverkan av organiska miljögifter

Detta miljöhot styrs framförallt av data i kolumnerna 2, 4, 5 och 6 i Tabell 7 vilka ger fördelar för metanol, etanol, RME och naturgas/biogas. För naturgas/biogas är det framförallt det faktum att drivmedlen utgör en gas som medför att några organiska miljögifter knappast kommer ifråga. Samma förhållande kan sägas gälla om gasol men här finns en större, potentiell effekt på människa och andra däggdjur. Gasolen är tyngre än luft och kan ha anestesi-effekt. Den potentiella effekten av kolvätena (bensin och diesel) på växter och djur är som framgår betydligt större än för metanol och etanol.

De allvarligaste miljögifterna från drivmedlen kommer normalt uppenbarligen med avgaserna och består av PAH samt kondensat av aldehyder, m m. Här kan möjligen en jämförelse göras med effekterna av t ex marknära ozon som uppstår ur de reglerade avgasemissionerna.

Estetiska aspekter

Inom denna rubrik faller effekter som lukt från drivmedlen och avgaserna och t ex upplevelser av odling av råvaran. Beträffande lukten har många kommentarer fällts om RME (där avgaserna ibland beskrivs som doften från ett gatukök), etanol (med en karakteristisk ättiksyralukt efter bussar) och den traditionella dieseln i jämförelse med Citydiesel ("fetare" lukt). Dessa kommentarer kan dock knappast kvantifieras eller på annat sätt värderas eftersom de i hög grad är individuella och fråga om vana. Än svårare är att kvantifiera andra estetiska upplevelser som åsynen av ett blommande rapsfält.

Vid spill och hudkontakter har de olika drivmedlen helt olika effekter men även här handlar värderingarna av dessa om att jämföra t ex "kladdighet" (oljeprodukter) med "sveda" (från alkoholer).

¹¹ Ett stort antal KFB-rapporter framförallt från 1999

¹² KFB-medelände 1997:18; Combustion Noise Analysis

¹³ Pers. medd. Miljöbilar i Stockholm samt Miljöfordon i Göteborg.

Utsläpp vid olyckor, m m

Utsläpp efter olyckshändelser kan medföra flera miljöhot. Gasformiga drivmedel medför explosionsrisk medan vätskeformiga kan ge akuta skador på miljön. I det senare avseendet blir bl a kolumnerna 2-6 i Tabell 6 avgörande. Till dessa kommer faktorer som att RME, bensin och diesel kommer att ge oljebemängd jord och/eller oljetäckt vatten i en omfattning som slår ut både fauna och flora. Utifrån detta kan konstateras att alkoholerna och de gasformiga drivmedlen ger mindre risker för närmiljön än RME, bensin och diesel.

Med en uppdelning i miljöhot som relateras till explosionsrisk respektive akuta hot i närmiljön kan en gradering göras av drivmedlen i de olika avseendena:

Större miljöhot för närmiljön vid utsläpp i samband med olyckor: RME, bensin, diesel

Större risk för skador till följd av explosion: Naturgas/biogas, DME, gasol

Långtidseffekterna kommer enligt Tabell 7 att få samma uppdelning som de akuta skadorna på närmiljön med möjligt undantag för RME som i utspädd form är relativt snabbt nedbrytbart.

Sammanställning av bedömningsparametrar för drivmedel och deras miljöhot i transporter

Ovanstående inventering av drivmedlens effekter på olika miljömål har sammanställts i Tabell 8. Resonemangen har då förenklats så tillvida att endast de starkast påverkande faktorerna tagits med; klimateffekterna styrs av CO₂, CH₄ och N₂O men inte av ammoniak, markanvändningen styrs av odling men knappast av fabriken för tillverkning av drivmedel, etc. Urvalet av dessa faktorer framgår förhoppningsvis av texterna ovan.

I sammanställningen i Tabell 8 indikerar angivelserna miljöhot, d v s en högre siffra avser ett större hot mot miljön. I de fall en kvantifiering med specifika mätdata, m m inte är möjlig har sådana specifika data ersatts med rangordnande siffror (1, 2 och 3) där likaledes en högre siffra anger ett större hot.

Som framgår av Tabell 8 finns relevanta data eller omdömen för bedömningar av flertalet drivmedel. De angivelser som gjorts i Tabell 8 avser miljöegenskaperna för drivmedlet i en viss applikation, uttryckt som effekt per MJ drivmedel. För att beräkna miljöeffekten per axeleffekt i motorn krävs energiverkningsgraden i densamma och för miljöeffekten per km transportsträcka krävs dessutom någon form av standardiserad energiförbrukning. Sådana siffror har angivits av t ex Magnus Blinge¹⁴ och finns således tillgängliga även om erfarenheterna av t ex bränsleceller och DME torde vara begränsade.

¹⁴ KFB-meddelande 1997:5 samt ref. 4.

Tabell 8. Sammanställning av karaktistiken för olika drivmedel och relationen till miljömål/miljöhot.

Ett streck i rutan innebär att drivmedlet inte har någon nämnvärd påverkan på miljömålet/hotet.

Miljömål eller miljöhot samt bedömningsparameter	Drivmedel och rangordnad (potentiell) påverkan på omgivningsmiljön									
	El (bränsle- celler)	Gasol//LPG	Naturgas (CNG)	Biogas (biobaserad metan)	FAME (främst RME, rapsmetylester)	Etanol ur spannmål	Etanol ur cellulosa	Metanol ur biomassa	Dimetyleter, DME ur biomassa	Bensin/ /diesel
Klimatpåverkan: CO ₂ + CH ₄ + N ₂ O (g/MJ drivmedel)	Beroende av vätgaskälla	68	57	0.9	9	18 (7.7)	6	6 (20)	6	79
Uttunning av ozonskiktet						ej relevant				
Försurning av mark och vatten: NO _x + SO _x (mg/MJ drivmedel)	<30	71 (ottomotor) 220 (dieselmotor)	190 (dieselmotor)	32 (ottomotor och dieselmotor)	930 (dieselmotor)	99 (ottomotor) 540 (dieselmotor)	85 (ottomotor) 300 (diesel- motor)	98 (ottomotor) 200 (dieselmotor)	190 (dieselmotor)	98 (ottomotor) 770 (dieselmotor)
Oxidantbildning och marknära ozon: NO _x + HC Tveksamt om meningsfull helhetsbedömning kan göras eftersom olika HC har olika effekt.	Beroende av vätgaskälla	100 (ottomotor) 270 (dieselmotor)	200 (dieselmotor)	50 (ottomotor) 50 (dieselmotor)	950 (dieselmotor)	130 (ottomotor) 560 (dieselmotor)	90 (ottomotor) 320 (diesel- motor)	150 (ottomotor) 220 (dieselmotor)	210 (dieselmotor)	140 (ottomotor) 790 (dieselmotor)
Lokala luftföroreningar: bensen, 1.3-butadien, formaldehyd, m fl avgasemissioner	-	?	1	1	1	1	1	1	1	2
Buller; angivelser endast för dieselmotorer	1	?	2	2	?	3	3	?	?	2
Övergödning av mark och vatten: utsläpp av kväve och fosfor, NO _x i avgaserna oräknat. (g/km)	-	-	-	-	12 (dieselmotor)	1 (ottomotor) 7 (dieselmotor)	1 (ottomotor) 7 (diesel- motor)	-	-	-
Påverkan av metaller					Saknar signifikans för jämförelser mellan drivmedel					
Påverkan av organiska miljögifter: miljöegenskaper för enskilda kemikalier; tox-data, nedbrytning, m m. Rangordnat	1	2	1	1	1	1	1	1	1	3
Introduktion och spridning av främmande organismer; kvalitativt	-	-	-	-	? genmodi- fierad raps	-	-	-	-	-

Tabell 8. Sammanställning av karaktäristiken för olika drivmedel och relationen till miljömål/miljöhot. forts.

Ett streck i rutan innebär att drivmedlet inte har någon nämnvärd påverkan på miljömålet/hotet.

Miljömål eller miljöhot samt bedömningsparameter	Drivmedel och rangordnad (potentiell) påverkan på omgivningsmiljön									
	El (bränsle- celler)	Gasol//LPG	Naturgas (CNG)	Biogas (biobaserad metan)	FAME (främst RME, rapsmetylester)	Etanol ur spannmål	Etanol ur cellulosa	Metanol ur biomassa	Dimetyleter, DME ur biomassa	Bensin/ /diesel
Nyttjande av mark och vatten som produktions- och försörjningsresurs: användningsdata markyta per km drift resp. rangordnat	?	- (mark)	- (mark)	- (mark)	7 (mark)	0.7 (mark, ottomotor)	1 (vatten)	1 (vatten)	1 (vatten)	- (mark)
Exploatering av mark och vatten för bebyggelse, anläggningar och infrastruktur	Beroende av vätgaskälla	- (vatten)	- (vatten)	- (vatten)	- (vatten)	4.3 (mark, dieselmotor)				- (vatten)
Anspråk på särskilt värdefulla områden										
Brutna kretslopp , avfall och miljöfarliga restprodukter – råvaruförhållanden och tillverkningsteknik	Beroende av vätgaskälla	3	3	1	2	2	2	2	2	3
Skador på skördeutfall Påverkan på skog										
Biologisk mångfald: råvaruförställning	Beroende av vätgaskälla	-	-	-	2	2	1	1	1	-
Nedsättning av sikten genom luften										
Korrosion	0?									
Estetiska aspekter ; saknar objektiv värdering – se texten										
Etiska aspekter ; saknar objektiv värdering – se texten										
Utsläpp vid olyckor , m m - miljöegenskaper för enskilda kemikalier; tox-data, nedbrytning, m m. Rangordnat med hänsyn till miljön	1-2 Beroende av vätgaskälla	2	2	2	3	1	1	1	2	3

Jämförelser mellan olika emissionsmätningar

Drivmedel/ transport	Emissioner i g/km transport								Källa/ kommentar
	NO _x	HC	Partiklar	CO	SO _x	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	
Bensin i personbilar	0.1-0.8	0.2-0.36		0.51-2					Motortestcentrum citerat i KFB 1997:41
"-	2.35	1.79	0.0018	9.17			0.05		KFB 1997:26
Bensin i personbilar utan kat.	1.12	1.12		21.1					KFB1997:15
Bensin i personbilar med kat.	0.21	0.14		1.14					KFB1997:15
Svensk diesel, MK1, utan kat.	6.9	6.9	0.169	169					KFB 1997:17
Svensk diesel, MK1, med kat.	6.9	0.77	0.118	1.6					KFB 1997:17
MK1	7.56-12.83	0.15-0.45	0.09-0.33	0.32-2.38					KFB 1997:35
Europeisk diesel, utan kat.	7.0	0.64	0.218	1.3					KFB 1997:17
Biogas i personbilar	0.04-0.21	0.20-0.39		0.29-1.87					Rapport för Stockholm Vatten 1997 med mätningar enligt EC 2000 (Karl Erik Egebäck)
Renetanol i tunga lastbilar och bussar	3.93	0.13	0.04	0.04					"Skaraborgsprojektet" mätt med ECE R 49 (KFB 1997:14)
"-	3.41-3.9 och 5.9-7.6								"Svenol" mätt med ECE R49 och Braunschweig (KFB 1997:20)
"-	2.85	0.66		2.08					Beraid-tester mätt med ECE-R49 (KFB 1997:39)
"-	2.38-3.24 och 2.38-3.24	0.08-0.2 och 0.3-0.44		0-0.36 och 2.07-2.37					Tester med och utan oxidationskatalysator och ECE R49 (KFB: 1997:32)
Etanol med 7 % tändförbättrare	4.2	0.79	0.012	2.4					KFB 1997:17
Etanol med 9 % tändförbättrare	4.2	0.76	0.012	2.4					KFB 1997:17

Jämförelser mellan olika emissionsmätningar, forts.

Drivmedel/ transport	Emissioner i g/km transport								Källa/ kommentar
	NO _x	HC	Partiklar	CO	SO _x	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	
15 % etanol i diesel (MK1)	7.53-13.33	0.31-0.93	0-0.2	0.67-2.36					"Blandbränsle etanol/diesel" (KFB 1997:35)
MK1, med 15 % etanol-inblandning, utan kat.	7.1	0.80	0.109	1.8					KFB 1997:17
MK1, med 15 % etanol-inblandning, med kat.	7.1	0.81	0.062	1.6					KFB 1997:17
Renetanol i personbilar	0.01-0.108	0.008-0.221		0.102-0.34					KFB 1997:11 Varmstart mätt med US FTP-75 och ECE-R83/01
"-	0.367-0.568	1.776-15.84		16.8-75.21					KFB 1997:11 Kallstart mätt med US FTP-75 och ECE-R83/01
15 % etanol i alkylatbensin	1.88	1.64	0.0076	7.69			0.08		KFB 1997:26
5 % etanol i bensin, utan kat.	1.29	1.16		1.16					KFB1997:15
5 % etanol i bensin, med kat.	0.19	0.19		1.41					KFB1997:15
Renmetanol i personbilar	0.24-0.32	0.12-0.22		0.51-1.0					M100 i speciella "metanolbilar" enligt AutoOil (KFB 1997:15)
"-	0.14	0.06		0.06					M85 i speciella "metanolbilar" enligt AutoOil (KFB 1997:15)
"-	0.3	0.15		0.15					M85 i äldre FFV-bilar (prototyper) enligt AutoOil (KFB 1997:15)
15 % metanol i bensin, utan katalysator	1.04	1.13		12.1					KFB1997:15
15 % metanol i bensin, med katalysator	0.26	0.14		1.3					KFB1997:15

**LCA-data, emissioner från förbränning i motorn (användning)
samt emissioner vid produktion och distribution.**

Bensin, användning

LCA	Emissioner i mg/MJ drivmedel								Kommentar
	NO _x	HC	Partiklar	CO	SO _x	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	
Blinge, 1996	140	250		1.760	4.94		29.9	74.900	Personbil; 3.4 MJ/km
Blinge, 1997	35	27.8		175	9.18			74.000	MTC, körcykel FTP-75. Trevägs-katalysator
Rekommendation SPI/IVL	35	28	3.5	180	9.2	20	7.0	74.000	

Bensin, Produktion och distribution

LCA	Emissioner i mg/MJ drivmedel								Kommentar
	NO _x	HC	Partiklar	CO	SO _x	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	
Blinge, 1996	50	50		7	28		26	15.400	
Blinge, 1997	33	41		2	21	0	2	5.300	Data från Scanraff
Rekommendation SPI/IVL	33	41	1.0	2.0	21	0	2.0	5.300	
Blinge, 1998	33	41	1	2	21		2	5.300	

Källor:

Blinge, 1996, Jämförande analys av producerade rapporter kring livscykelanalyser av drivmedel

Blinge, 1997, Livscykelanalys av drivmedel

Blinge, 1998, Dissertation, ELM: Environmental Assessment of fuel supply systems for vehicle fleets

SPIs Miljöfaktabok för bränslen, 1999, IVLs rekommenderade data för respektive drivmedel

**LCA-data, emissioner från förbränning i motorn (användning)
samt emissioner vid produktion och distribution. (forts.)**

Bensin med 10 % MTBE, användning

LCA	Emissioner i mg/MJ drivmedel								Kommentar
	NO _x	HC	Partiklar	CO	SO _x	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	
Förde et al, 1993	140	160		590				72.000	2.64 MJ/km
Blinge, 1997	27.9	26.2	1.75	157	8.43			74.000	Personbil; 2.86 MJ/km
Rekommendation SPI/IVL	28	26	1.8	160	8.4			74.000	

Bensin med 10 % MTBE, produktion och distribution

LCA	Emissioner i mg/MJ drivmedel								Kommentar
	NO _x	HC	Partiklar	CO	SO _x	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	
Förde et al, 1993	20	210		1.7	64			7.800	
Blinge, 1997	30.5	34.5	1.61	4.33	16.9	5.34	2.03	5.350	Data från Scanraff
Rekommendation SPI/IVL	31	35	1.6	4.3	17	5.3	2.0	5.400	

Källor:

Blinge, 1997, Livscykelanalys av drivmedel

Förde et al, 1993 (hämtat ur SPI/IVL Miljöfaktabok för bränslen)

SPIs Miljöfaktabok för bränslen, 1999, IVLs rekommenderade data för respektive drivmedel

**LCA-data, emissioner från förbränning i motorn (användning)
samt emissioner vid produktion och distribution. (forts.)**

Diesel, användning i tunga fordon

LCA	Emissioner i mg/MJ drivmedel								Kommentar
	NO _x	HC	Partiklar	CO	SO _x	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	
Blinge, 1996	654	49	13	127	0		2.4	70.800	Buss; 14.9 MJ/km
Blinge, 1997	722	11.2	11.1	11.1	1.64			72.600	Tunga fordon; 14.07 MJ/km
Rekommendation SPI/IVL	720	11	11	11	1.6	3.0	6.0	73.000	Tunga fordon

Diesel, användning i lätta fordon

LCA	Emissioner i mg/MJ drivmedel								Kommentar
	NO _x	HC	Partiklar	CO	SO _x	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	
Blinge, 1997	254	20.6	24.7	164	0.48			74.200	Personbil; 2.43 MJ/km
Rekommendation SPI/IVL	250	21	25	160	0.48	4.0	2.0	74.000	Lätta fordon

Källor:

Blinge, 1996, Jämförande analys av producerade rapporter kring livscykelanalyser av drivmedel

Blinge, 1997, Livscykelanalys av drivmedel

SPIs Miljöfaktabok för bränslen, 1999, IVLs rekommenderade data för respektive drivmedel

**LCA-data, emissioner från förbränning i motorn (användning)
samt emissioner vid produktion och distribution. (forts.)**

Diesel, produktion och distribution

LCA	Emissioner i mg/MJ drivmedel								Kommentar
	NO _x	HC	Par- tiklar	CO	SO _x	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	
Blinge, 1996:	42	49.1	10	7.1	27		4.0	6.930	Diesel, MK1
Blinge, 1997:	31	33	1.0	2.0	19	0	2.0	3.500	Diesel, MK1
Rekommendation SPI/IVL	31	33	1.0	2.0	19	0	2.0	3.500	Diesel, MK1
Blinge, 1998	31	33	1	2	19		2	3.500	

Källor:

Blinge, 1996, Jämförande analys av producerade rapporter kring livscykelanalyser av drivmedel

Blinge, 1997, Livscykelanalys av drivmedel

Blinge, 1998, Dissertation, ELM: Environmental Assessment of fuel supply systems for vehicle fleets

SPIs Miljöfaktabok för bränslen, 1999, IVLs rekommenderade data för respektive drivmedel

**LCA-data, emissioner från förbränning i motorn (användning)
samt emissioner vid produktion och distribution. (forts.)**

Gasol/LPG, användning i tunga fordon

LCA	Emissioner i mg/MJ drivmedel								Kommentar
	NO _x	HC	Partiklar	CO	SO _x	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	
Blinge, 1996	222	78.8		136	0.0879		0	65.200	Buss; 18.2 MJ/km
Blinge, 1997	167	41.7	1.68	1.68				65.000	MTC, körcykel ECE R49
Rekommendation SPI/IVL	170	42	1.7	1.7			20	65.000	

Gasol/LPG, användning i lätta fordon

LCA	Emissioner i mg/MJ drivmedel								Kommentar
	NO _x	HC	Partiklar	CO	SO _x	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	
Blinge, 1996	153	217		535	1.4		4.39	73.000	Personbil; 3.06 MJ/km
Blinge, 1997	27.9	17.5	1.75	35				65.000	MTC, körcykel FTP-75
Rekommendation SPI/IVL	28	18	1.8	35			20	65.000	

Källor:

Blinge, 1996, Jämförande analys av producerade rapporter kring livscykelanalyser av drivmedel

Blinge, 1997, Livscykelanalys av drivmedel

SPIs Miljöfaktabok för bränslen, 1999, IVLs rekommenderade data för respektive drivmedel

**LCA-data, emissioner från förbränning i motorn (användning)
samt emissioner vid produktion och distribution. (forts.)**

Gasol/LPG, produktion och distribution

LCA	Emissioner i mg/MJ drivmedel								Kommentar
	NO _x	HC	Partiklar	CO	SO _x	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	
Blinge, 1996	77	10		9.0	12		43	8.000	Gasol/LPG räknat med 1/3 från raff. och 2/3 från oljefält.
Blinge, 1997	27	31	1.0	2.0	16	0	2.0	3.000	
Rekommendation SPI/IVL	27	31	1.0	2.0	16	0	2.0	3.000	
Blinge, 1998	27	31	1	2	16		2	3.000	

Källor:

Blinge, 1996, Jämförande analys av producerade rapporter kring livscykelanalyser av drivmedel

Blinge, 1997, Livscykelanalys av drivmedel

Blinge, 1998, Dissertation, ELM: Environmental Assessment of fuel supply systems for vehicle fleets

SPIs Miljöfaktabok för bränslen, 1999, IVLs rekommenderade data för respektive drivmedel

**LCA-data, emissioner från förbränning i motorn (användning)
samt emissioner vid produktion och distribution. (forts.)**

Naturgas, användning i tunga fordon

LCA	Emissioner i mg/MJ drivmedel								Kommentar
	NO _x	HC	Par- tiklar	CO	SO _x	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	
Blinge, 1996	300	18.1		170	0		160	56.000	Buss; 18.5 MJ/km
Blinge, 1997	167	4.2	1.68	1.68			37.5	52.000	Buss; 18.8 MJ/km. MTC, körcykel ECE R49
Rekommendation SPI/IVL	179	4.2	1.7	1.7			38	52.000	

Naturgas, användning i lätta fordon

LCA	Emissioner i mg/MJ drivmedel								Kommentar
	NO _x	HC	Par- tiklar	CO	SO _x	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	
Blinge, 1996	128	9.9		472	0		190	54.900	Personbil; 3.1 MJ/km
Blinge, 1997	27.9	17.5	1.75	35				51.900	Personbil; 2.86 MJ/km. MTC, körcykel FTP-75
Rekommendation SPI/IVL	28	18	1.8	35				52.000	

Källor:

Blinge, 1996, Jämförande analys av producerade rapporter kring livscykelanalyser av drivmedel

Blinge, 1997, Livscykelanalys av drivmedel

SPIs Miljöfaktabok för bränslen, 1999, IVLs rekommenderade data för respektive drivmedel

**LCA-data, emissioner från förbränning i motorn (användning)
samt emissioner vid produktion och distribution. (forts.)**

Naturgas, produktion och distribution

LCA	Emissioner i mg/MJ drivmedel								Kommentar
	NO _x	HC	Partiklar	CO	SO _x	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	
Blinge, 1996	16	3.0		5.0	0		188	8.000	Genomsnittlig naturgasproduktion i Västeuropa
Blinge, 1997	8.0	1.0	0	2.0	0		1.0	1.700	
Rekommendation SPI/IVL	18	1.9	0.022	2.8	0.23	0.055	2.8	4.800	
Blinge, 1998	8	1	0	2	0		1	1.700	

Källor:

Blinge, 1996, Jämförande analys av producerade rapporter kring livscykelanalyser av drivmedel

Blinge, 1997, Livscykelanalys av drivmedel

Blinge, 1998, Dissertation, ELM: Environmental Assessment of fuel supply systems for vehicle fleets

SPIs Miljöfaktabok för bränslen, 1999, IVLs rekommenderade data för respektive drivmedel

**LCA-data, emissioner från förbränning i motorn (användning)
samt emissioner vid produktion och distribution. (forts.)**

Biogas, användning i tunga fordon

LCA	Emissioner i mg/MJ drivmedel								Kommentar
	NO _x	HC	Partiklar	CO	SO _x	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	
Blinge, 1996	300	18		170			160	0	Buss; 18.5 MJ/km
Blinge, 1997	167	4.2	1.68	1.68				0	Buss; 18.8 MJ/km.
Dalemo & Svingby, 1998	185	46.3	1.86	1.86				0	
Rekommendation SPI/IVL	167	4.2	1.7	1.7				0	

Källor:

Blinge, 1996, Jämförande analys av producerade rapporter kring livscykelanalyser av drivmedel

Blinge, 1997, Livscykelanalys av drivmedel

Dalemo & Svingby, 1998, LCA av biogas – Miljöbelastningsprofiler för produktion av biogas för fordonsdrift

SPIs Miljöfaktabok för bränslen, 1999, IVLs rekommenderade data för respektive drivmedel

**LCA-data, emissioner från förbränning i motorn (användning)
samt emissioner vid produktion och distribution. (forts.)**

Biogas, användning i lätta fordon

LCA	Emissioner i mg/MJ drivmedel								Kommentar
	NO _x	HC	Partiklar	CO	SO _x	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	
Blinge, 1996	130	10		480			190	0	Personbil; 3.1 MJ/km
Blinge, 1997	27.9	17.5	1.94	35				0	Personbil; 2.86 MJ/km.
Dalemo & Svingby, 1998	54.8	34.3	3.42	68.6				0	
Rekommendation SPI/IVL	28	18	1.9	35				0	

Källor:

Blinge, 1996, Jämförande analys av producerade rapporter kring livscykelanalyser av drivmedel

Blinge, 1997, Livscykelanalys av drivmedel

Dalemo & Svingby, 1998, LCA av biogas – Miljöbelastningsprofiler för produktion av biogas för fordonsdrift
SPIs Miljöfaktabok för bränslen, 1999, IVLs rekommenderade data för respektive drivmedel

**LCA-data, emissioner från förbränning i motorn (användning)
samt emissioner vid produktion och distribution. (forts.)**

Biogas, produktion och distribution

LCA	Emissioner i mg/MJ drivmedel								Kommentar
	NO _x	HC	Partiklar	CO	SO _x	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	
Blinge, 1996	16	3.0		5.0	0		188	8.000	Genomsnittlig naturgasproduktion i Västeuropa
Blinge, 1997	8.0	1.0	0	2.0	0		1.0	1.700	
Dalemo & Svingby, 1998	28.4	3.61	0.498	5.92	2.81	0.097	428	4.480	Basfall
"-	17	3.34	-0.556	1.95	-3.89	-0.278	427	1.930	Med hänsyn till inbesparad gödsel till följd av röttslamsspridning
Rekommendation SPI/IVL	3.0	1.0	0	1.0	1.0	0	600	0	
Blinge, 1998	3	1	0	1	1		600	900	

Källor:

Blinge, 1996, Jämförande analys av producerade rapporter kring livscykelanalyser av drivmedel

Blinge, 1997, Livscykelanalys av drivmedel

Blinge, 1998, Dissertation, ELM: Environmental Assessment of fuel supply systems for vehicle fleets

Dalemo & Svingby, 1998, LCA av biogas – Miljöbelastningsprofiler för produktion av biogas för fordonsdrift

SPIs Miljöfaktabok för bränslen, 1999, IVLs rekommenderade data för respektive drivmedel

**LCA-data, emissioner från förbränning i motorn (användning)
samt emissioner vid produktion och distribution. (forts.)**

Etanol, användning i tunga fordon

LCA	Emissioner i mg/MJ drivmedel								Kommentar
	NO _x	HC	Partiklar	CO	SO _x	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	
Blinge, 1996									
Blinge, 1997	444	22.2	2.22	11.1	0			0	Buss; 14.07 MJ/km
IVL, 1996	523	5.15	2.58	5.15	0	0	0	0	Buss; 19.4 MJ /km
Rekommendation SPI/IVL	440	22	2.2	11	0			0	
Ericson & Odéhn, 1999	370	13	3	100	0			7.050	Drivmedel med ca 10 % Beraid, MTBE och i-BuOH

Etanol (E85), användning i lätta fordon

LCA	Emissioner i mg/MJ drivmedel								Kommentar
	NO _x	HC	Partiklar	CO	SO _x	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	
Blinge, 1997	17.5	20.9	1.8	310	2.0			11.100	
Rekommendation SPI/IVL	18	21	1.8	310	2.0			11.000	

Källor:

Blinge, 1996, Jämförande analys av producerade rapporter kring livscykelanalyser av drivmedel

Blinge, 1997, Livscykelanalys av drivmedel

Ericson & Odéhn, 1999, A life-cycle assessment on ethanol fuel from wine

IVL, 1996: LCA-analys av spannmålsbaserad produktion av etanol för bussdrift i jämförelse med dieseldrift

SPIs Miljöfaktabok för bränslen, 1999, IVLs rekommenderade data för respektive drivmedel

**LCA-data, emissioner från förbränning i motorn (användning)
samt emissioner vid produktion och distribution. (forts.)**

Etanol, produktion och distribution

LCA	Emissioner i mg/MJ drivmedel								Kommentar
	NO _x	HC	Par- tiklar	CO	SO _x	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	
Blinge, 1996	273	91		203	23			32.000	Etanol ur spannmål med halm som energiråvara
IVL, 1996	147	4.64	14.4	17.0	170		6.7	43.300	Etanol ur spannmål, utgångsfall
"-	87.6	3.61	58.8	16.5	6.7	33.0	5.67	7.730	Etanol ur spannmål, Agroetanol
Rekommendation SPI/IVL	88	3.6	59	17	6.7	33	5.7	7.700	Etanol ur vete, Agroetanol
Blinge, 1997	24.9	0.907	0.224	0.676	0.89			2.840	Etanol ur sulfitavlut
Rekommendation SPI/IVL	25	0.91	0.22	0.68	0.89			2.800	Etanol ur sulfitavlut
Blinge, 1998	46	2	1	7	1		0	6.600	Etanol ur Salix via enzymatisk hydrolys
Ericson & Odéhn, 1999	370	39	18	39	?			22.200	Vinframställningen ej medtagen
"-	640	61	33	89	?			71.100	Inklusive vinframställning

Källor:

Blinge, 1996, Jämförande analys av producerade rapporter kring livscykelanalyser av drivmedel

Blinge, 1997, Livscykelanalys av drivmedel

Blinge, 1998, Dissertation, ELM: Environmental Assessment of fuel supply systems for vehicle fleets

Ericson & Odéhn, 1999, A life-cycle assessment on ethanol fuel from wine

IVL, 1996: LCA-analys av spannmålsbaserad produktion av etanol för bussdrift i jämförelse med dieseldrift

SPIs Miljöfaktabok för bränslen, 1999, IVLs rekommenderade data för respektive drivmedel

**LCA-data, emissioner från förbränning i motorn (användning)
samt emissioner vid produktion och distribution. (forts.)**

Metanol, användning

LCA	Emissioner i mg/MJ drivmedel								Kommentar
	NO _x	HC	Par- tiklar	CO	SO _x	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	
-	?20	?10		?10				?5.000	Egen beräkning med 2.86 MJ/km och metanol tillverkad ur Salix

Metanol, produktion och distribution

LCA	Emissioner i mg/MJ drivmedel								Kommentar
	NO _x	HC	Par- tiklar	CO	SO _x	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	
Blinge, 1998	54	11	1	23	6		0	8.300	Metanol ur Salix

Källa:

Blinge, 1998, Dissertation, ELM: Environmental Assessment of fuel supply systems for vehicle fleets

**LCA-data, emissioner från förbränning i motorn (användning)
samt emissioner vid produktion och distribution. (forts.)**

DME, användning i tunga fordon

LCA	Emissioner i mg/MJ drivmedel								Kommentar
	NO _x	HC	Partiklar	CO	SO _x	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	
Blinge,1997	277	10.7	2.34	10.9	0	0.152	0	0	DME ur Salix
"_	"_	"_	"_	"_	"_	"_	"_	69.600	DME ur naturgas
Furnander, 1996	163	21.7	0	239	0			0	DME ur biomassa
"_	"_	"_	"_	"_	"_			66.100	DME ur naturgas
Rekommen- dation SPI/IVL	280	11	2.3	11	0	0.15	0	0	DME ur biomassa
"_	"_	"_	"_	"_	"_	"_	"_	70.000	DME ur naturgas

Källor:

Blinge, 1997, Livscykelanalys av drivmedel

Furnander 1996, Life cycle assessment of dimethyl ether as a motor fuel

SPIs Miljöfaktabok för bränslen, 1999, IVLs rekommenderade data för respektive drivmedel

**LCA-data, emissioner från förbränning i motorn (användning)
samt emissioner vid produktion och distribution. (forts.)**

DME. Produktion och distribution

LCA	Emissioner i mg/MJ drivmedel								Kommentar
	NO _x	HC	Partiklar	CO	SO _x	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	
Blinge, 1997	45	10	1.0	20	5.0	51	0	6.700	DME ur Salix
Furnander, 1996	113	15.5	0.239	29.3	4.34	0.52	0.0759	14.100	DME ur biomassa
Rekommendation SPI/IVL	45	10	1.0	20	5.0	51	0	6.700	DME ur Salix
Blinge, 1998	45	10	1	20	5		0	6.700	DME ur Salix
Blinge, 1997	19.1	1.7	0	2.56	0.222	0	2.11	18.900	DME ur naturgas
Furnander, 1996	39	2.6	0	4.34	0.347	0.239	2.17	20.000	DME ur naturgas
Rekommendation SPI/IVL	19	1.7	0	2.6	0.22	0	2.1	19.000	DME ur naturgas

Källor:

Blinge, 1997, Livscykelanalys av drivmedel

Blinge, 1998, Dissertation, ELM: Environmental Assessment of fuel supply systems for vehicle fleets

Furnander 1996, Life cycle assessment of dimethyl ether as a motor fuel

SPIs Miljöfaktabok för bränslen, 1999, IVLs rekommenderade data för respektive drivmedel

**LCA-data, emissioner från förbränning i motorn (användning)
samt emissioner vid produktion och distribution. (forts.)**

FAME (RME), användning i tunga fordon

LCA	Emissioner i mg/MJ drivmedel								Kommentar
	NO _x	HC	Partiklar	CO	SO _x	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	
Blinge, 1996	894	2.0	14	99	0	0	0	29.900	Buss; 14.6 MJ/km
Blinge, 1997	833	11.2	11.1	11.1				0	Buss; 14.07 MJ/km
Rekommendation SPI/IVL	830	11	11	11				0	

FAME (RME), användning i lätta fordon

LCA	Emissioner i mg/MJ drivmedel								Kommentar
	NO _x	HC	Partiklar	CO	SO _x	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	
Blinge, 1997	288	20.6	20.6	164				0	Personbil; 2.433 MJ/km
Rekommendation SPI/IVL	290	21	21	160				0	

Källor:

Blinge, 1996, Jämförande analys av producerade rapporter kring livscykelanalyser av drivmedel

Blinge, 1997, Livscykelanalys av drivmedel

SPIs Miljöfaktabok för bränslen, 1999, IVLs rekommenderade data för respektive drivmedel

**LCA-data, emissioner från förbränning i motorn (användning)
samt emissioner vid produktion och distribution. (forts.)**

FAME (RME), produktion och distribution

LCA	Emissioner i mg/MJ drivmedel								Kommentar
	NO _x	HC	Partiklar	CO	SO _x	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	
Blinge, 1996	206	32	10	36	10	5.0	54	29.900	
Blinge, 1997	81	31	2.0	20	18	67	31	9.000	
Rekommendation SPI/IVL	81	31	2.0	20	18	67	31	9.000	
Blinge, 1998	81	31	2	20	18		31	9.000	

Källor:

Blinge, 1996, Jämförande analys av producerade rapporter kring livscykelanalyser av drivmedel

Blinge, 1997, Livscykelanalys av drivmedel

Blinge, 1998, Dissertation, ELM: Environmental Assessment of fuel supply systems for vehicle fleets

SPIs Miljöfaktabok för bränslen, 1999, IVLs rekommenderade data för respektive drivmedel