

***ANVÄNDNING AV METANOL
SOM DRIVMEDEL I FORDON***

ANVÄNDNING AV METANOL SOM DRIVMEDEL I FORDON

**En rapport för
Näringsdepartementet**

Ecotraffic ERD³ AB
Claes de Serves
Magnus Henke
Peter Ahlvik

Atrax AB
Björn Rehnlund

september 2007

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sida

ENGLISH SUMMARY**SAMMANFATTNING**

1	INLEDNING	1
2	METOD	4
3	RESULTAT	5
	3.1 Hantering och giftighet	5
	3.1.1 Metanolspecifikation	5
	3.1.2 Brand och explosionsfaror	5
	3.1.3 Hälsoeffekter	7
	3.1.4 Miljöeffekter, hantering och transport.....	8
	3.1.5 Hantering	9
	3.2 Regelverk och krav – EU och internationellt	10
	3.3 Fordonsfrågor och fordonsindustrins inställning	12
	3.3.1 Bakgrund fordonsfrågor	12
	3.3.2 Räckvidd.....	14
	3.3.3 Motoroljor	14
	3.3.4 Korrosivitet	14
	3.3.5 Basdata om drivmedelsmetanol	15
	3.3.6 Detergent-(tvättande egenskaper) i bränslesystemet	16
	3.3.7 Bränslepåfyllning.....	17
	3.3.8 Brand i fordon	17
	3.3.9 Spill från fordon	18
	3.3.10 Oktantal- knackningsbeständighet	18
	3.3.11 Metanol i ottomotorer	19
	3.3.12 Metanol i dieselmotorer	20
	3.3.13 Emissioner	20
	3.3.14 Undersökning av inställningen till metanol som fordonsbränsle hos ett antal företrädare för industrin.....	20
	3.4 Distribution och försäljning	22
	3.5 Metanol – potential till 5,75 % biodrivmedel år 2010	24
	3.6 Produktionsprocesser och anläggningar i drift	28
	3.6.1 Naturgas som råvara	28
	3.6.2 Förgasning av fasta ämnen	29
	3.7 Internationell överblick kring intressen och initiativ	39
	3.7.1 Kina	39
	3.7.2 Nederländerna	40
	3.7.3 Tyskland	40
	3.8 Kostnadsläget – kort och medellång sikt	41
	3.8.1 Investeringskostnader för intag och förbehandling	41
	3.8.2 Investeringskostnad i fabrik.....	42
	3.8.3 Produktionskostnader	42
	3.8.4 Metanol marknaden och världsmarknadspriset	43
4	SLUTSATSER	45
5	REFERENSER	47

TABELLFÖRTECKNING**Sida**

<i>Tabell 1.</i>	<i>Fysiska och kemiska parametrar, metanol.</i>	5
<i>Tabell 2.</i>	<i>Exponering av metanol och resulterande kroppskoncentrationer (MFCA).</i>	7
<i>Tabell 3.</i>	<i>Jämförelse av relativ fara för M100 och bensin (AMI, 1999).</i>	8
<i>Tabell 4.</i>	<i>Jämförelse av några grunddata hos metanol och andra fordonsbränslen.</i>	16
<i>Tabell 5.</i>	<i>För och nackdelar vid olika parameterintervall vid förgasning.</i>	30
<i>Tabell 6.</i>	<i>Sammanfattning av möjligheter och osäkerheter för de olika metanolprocesserna</i>	38

FIGURFÖRTECKNING ----- Sida

<i>Figur 1.</i>	<i>Drivmedelsscenarier enligt utredningen om förnybara fordonsbränslen.</i>	25
<i>Figur 2.</i>	<i>Tänkbara scenarier för inblandning av etanol och metanol i bensin.</i>	27
<i>Figur 3.</i>	<i>Förgasningsprocessen inklusive rening, reformering och shiftning.</i>	29
<i>Figur 4.</i>	<i>Tvåstegsförgasare vid DTU, Danmark.</i>	32
<i>Figur 5.</i>	<i>Low Tar-CFB förgasare vid DTU, Danmark.</i>	33
<i>Figur 6.</i>	<i>Förgasaren i Värnamo, Sverige.</i>	34
<i>Figur 7.</i>	<i>Fuktig lågtemperaturrening.</i>	35
<i>Figur 8.</i>	<i>Processchema för produktion av metanol från vedråvara.</i>	36

ENGLISH SUMMARY

After the oil crises in the 1970's, methanol became one of the main routes for alternative fuels in motor vehicles. Since then, this fuel has lost a great deal of its interest, primarily due to the low prices of conventional motor fuels. The climate change issue, in combination with the security of energy supply, has raised the interest for alternative motor fuels again, which has not been attributed to methanol. The reasons for the lack of interest for methanol include aspects such as, toxicity, fire hazard, that methanol is corrosive for several materials and its relatively low energy content, which either require larger fuel tanks or more frequent refuellings.

Several of the problems stated above are, however, possible to solve by relatively simple means, so there is a case for methanol, besides ethanol, as a motor fuel for vehicles. In addition, biomethanol can be flexibly introduced at the same pace as the production capacity is developing, since an increasing demand can also be met by using conventionally produced methanol from natural gas.

A great experience has been gained in previous experiments during the 1980 and 1990's on both dedicated methanol vehicles and vehicles for various rates of methanol blending (e.g. M85, which corresponds to a methanol share of 85 %) in Europe and the USA. The results show that there are no great technical barriers to use methanol as a motor fuel. The vehicle conversions are inexpensive and do not imply the need for substantial modifications. The choices of materials, primarily in the fuel system and power cylinder components (piston/cylinder), are the main issues in a potential adaptation of a vehicle.

Alcohols have a lower vapour pressure than petrol, which implies that it is more difficult to ignite during a cold start of Otto engines (as e.g. type of engines used in conventional petrol cars). However, new technology developed to meet the cold start problem has shown that it is possible to achieve acceptable cold start properties with methanol down to -25°C.

The lower energy content of methanol compared to petrol results in that the range will be approximately halved with methanol. The difference could be reduced somewhat with future optimisation of the methanol engine and through better utilisation of methanol fuel properties.

The exhaust emissions from a warmed-up methanol vehicle are very low. However, cold start with methanol engines gives high concentrations of formaldehyde, which is a compound associated with health and environmental hazards. For diesel engines, methanol operation implies a great reduction of, primarily, NO_x emissions.

The position of the automotive industry on alternative fuels is generally positive since it is realised that the alternative fuels are on the move and that it is all about to find a winning concept. The economic drawbacks are many for those who invest in the wrong niche. However, there are many different routes to follow and many opinions to take into account. Methanol is, according to all the industry stakeholders consulted, a very interesting alternative, although they do not see any development in that direction today worth of investing in, due to the dominance of ethanol.

The oil industry position on methanol, M100, M85 or for that sake, M3, can be summarised by the classical chicken and egg principle, where they currently see no market for methanol. Even if they should see a market, there is an obvious problem with the refuelling capacity for all fuels options that should be represented at the refuelling station. The position of the oil distributor's trade association, the Swedish Petroleum Institute (SPI), is that it is not sufficient that "local" manufacturers, as Saab and Volvo, produce methanol compatible vehicles, since their share of the vehicle fleet is too small. In general, it seems as the oil industry is more pessimistic towards methanol than the vehicle industry.

In the fuel quality directives of the EU blending of 3 % by volume of methanol is allowed today and an increase in this level is not assessed to be immediately foreseeable.

The development today indicate that it will not be possible to reach the target of 5,75 % substitution of the energy consumption with biofuels in the EU by 2010. There is much in favour of anticipating that there will be an attempt to stimulate the development by allowing a blending level of 10 % of ethanol in the EU in a near future. Presumably, this will lead to a rapid breakthrough in Sweden and result in a great increase in the demand for domestically produced ethanol due to the fuel infrastructure in place, which cannot be met. The ethanol available at the European level will not be sufficient either. Methanol could perhaps represent a small complement to ethanol to reach the 5,75 % target but is limited by the fact that production facilities for methanol production from biomass probably could not be scaled up in due time.

On the international level it seems as there is no great interest in producing biomethanol as a motor fuel. There are a few production units in Europe that use either biomass or waste as feedstocks. The main interest for producing methanol fuel seems to be in China. However, coal is used as a feedstock in this process.

The production cost for biomethanol from woody feedstock can be estimated to about SEK 5,60 (about 52 €) per petrol equivalent without taking into account potential additional income from, e.g. district heating. This could be in parity with methanol from natural gas but cannot for the moment be competitive with the production cost for petrol. The uncertainties are large and they are, among others, dependant on the fluctuations of feedstock prices.

SAMMANFATTNING

Metanol blev efter 1970:talets oljeshocker ett av huvudspåren för alternativt fordonsdrivmedel. Intresset för drivmedlet har sedan dess, främst till följd av låga priser på konventionella drivmedel, svalnat betydligt. Klimatfrågan i kombination med försörjningsperspektivet har dock åter väckt intresset för alternativa fordonsdrivmedel vilket inte kommit metanol till del. Anledningarna till det svala intresset för metanol inkluderar aspekter som giftighet, brandrisker, att metanol är korrosivt mot vissa material samt dess relativt låga energiinnehåll vilket antingen kräver större drivmedelstankar eller tätare påfyllnad.

Flera av de ovan angivna problemen går dock att lösa med relativt enkla medel varför det finns en öppning för metanol, vid sidan om etanol, som drivmedelsalkohol för fordon. Vidare kan biometanol flexibelt introduceras i takt med att produktionskapacitet byggs ut då en ökad efterfrågan även kan mötas med konventionellt producerad metanol från naturgas.

Det finns stor erfarenhet från tidigare flottförsök under 1980 och 1990-talet vilka har innefattat både rena metanolfordon och fordon för olika metanolinblandning i bensen (ex M85 vilket motsvarar 85 % metanolandel) i Europa och USA. Resultaten visar att det inte finns några stora tekniska hinder för att använda metanol som fordonsdrivmedel. Förändringar av fordon är billiga och innebär inte behov av stora ombyggnader. Materialval i framför allt drivmedelssystem och kolv/cylinder är de stora posterna i en eventuell anpassning av ett fordon.

Alkoholer har lägre ångtryck än bensen vilket gör att bränslet blir svårare att antända vid kallstart i ottomotorer (som t.ex. av den typ som används i konventionella bensinbilar). Emellertid har ny teknik för att möta kallstartsproblematiken visat att det är möjligt att få en godtagbar kallstartförmåga med metanol till -25°C .

Det lägre energiinnehållet hos metanol jämfört med bensen medför att räckvidden med metanol blir ungefär hälften så stor. Skillnaden kan troligen minska något i framtiden genom optimering av metanoltorn och genom ett bättre utnyttjande av metanolens bränsleregenskaper.

Avgasemissioner från ett driftvarmt metanolfordon är mycket låga. Kallstart av metanoltorn ger dock relativt höga halter av formaldehyd vilken är både hälso- och miljövådlig. För dieselmotorer innebär drift med metanol en stor reduktion av framförallt NO_x emissionerna.

Inställningen hos fordonsindustrin till alternativa drivmedel är generellt positiv då man inser att de alternativa drivmedlen är på inmarsch och det gäller att hitta ett vinnande koncept. De ekonomiska nackdelarna är många för den som satsar på fel nisch. Det finns dock många olika spår att följa och många intressen att ta hänsyn till. Metanol står enligt samtliga tillfrågade företrädare för branschen för ett mycket intressant alternativ även om man i dagsläget inte ser någon utveckling i den riktningen som värd att satsa på i och med etanolens dominans.

Oljeindustrins inställning till metanol M100, M85 eller för den delen M3 kan sammanfattas med den klassiska hönan – ägget principen där man inte ser någon marknad för metanol i dagsläget. Även om man skulle se en marknad finns det ett uppenbart problem med pumpkapaciteten för alla varianter av drivmedel som skall finnas representerade på mack-

arna. Man anser från Svenska Petroleuminstitutet (SPI) att det inte räcker med att "lokala" tillverkare som Saab och Volvo gör metanolkompatibla fordon eftersom deras andel av vagnparken är för liten. Generellt sett tycks oljeindustrin vara mer pessimistisk till metanol än fordonsindustrin.

EU:s drivmedelsdirektiv tillåter idag en inblandning av 3 volymsprocent metanol och en höjning av denna inblandning bedöms för närvarande inte vara aktuell.

Utvecklingen idag pekar på att man inte kommer att kunna nå målet på en 5,75 % energisubstitution med biodrivmedel inom EU till 2010 men för att försöka stimulera utvecklingen kommer man troligen att tillåta en inblandning på 10 % etanol i inom en relativt nära framtid. Detta kommer sannolikt att få snabbt genomslag i Sverige och leda till en stor efterfrågeökning av inhemskt producerad etanol på grund av den färdiga infrastrukturen, en efterfrågeökning som man inte kommer att kunna möta. Inte heller på europeisk nivå kommer etanolen att räcka till. Metanolen kunde kanske utgöra ett mindre komplement till etanolen för att nå 5,75 % målet, men begränsas av det faktum att produktionsanläggningar för biometanol inte kommer att hinna skalas upp i tid.

Internationellt förefaller det inte finnas något större intresse för framställning av biometanol som fordonsdrivmedel. I Europa finns det ett fåtal anläggningar med liten produktion som utgår antingen från bioråvara eller från avfall. Det främsta intresset för framställning av drivmedelsmetanol förefaller vara i Kina där man dock utgår från kol som råvara i processen.

Produktionskostnaden för vedbaserad biometanol kan uppskattas till ca: 5,6 kr/bensin-ekvivalent oräknat eventuella sidoinkomster från exempelvis fjärrvärmeproduktion. Detta kan vara i paritet med naturgasproducerad metanol men kan inte för närvarande konkurrera med produktionskostnaden för bensin. Osäkerheten är betydande och bland annat beroende på råvaruprisets fluktuationer.

1 INLEDNING

Det finns idag en rad starka argument till att minska oljeberoendet i transportsektorn. Oljan en ändlig resurs vars globala produktion med all nödvändighet kommer att minska efter att först ha nått en topp, eller möjligen platå, i produktionen. När denna topp kommer att nås finns det olika uppfattningar om, bland annat hävdar IEA (International Energy Agency: OECD) att den kan nås någon gång mellan år 2020 och år 2030 medan exempelvis ASPO (The Association for the Study of Peak Oil and gas) hävdar att den kan nås redan innan år 2010¹. Detta innebär att ett oljeberoende samhälle i framtiden kommer att få konkurrera om oljan på en global marknad där tillgången är gradvis krympande. Försörjningsperspektivet med avseende på energi kräver alltså ändrade konsumtionsmönster och ökad användning av andra energislag än olja. Vidare medför förbränning av fossila bränslen emissioner av växthusgaser såsom koldioxid och metan vilka i atmosfären bidrar till en förstärkt växthuseffekt och globalt högre temperaturer. Detta allvarliga miljöhot har vunnit förnyad uppmärksamhet med publiceringen av den 4:e IPCC-rapporten (www.ipcc.ch). Således ställs mänskligheten inför två svåra problem att lösa: försörjningsproblemet av energi och klimatproblemet.

Transporter är idag den samhällssektor som förbrukar mest olja i form av bensin och diesel såväl i Sverige som globalt (Energimyndigheten, 2006) och dess drivmedelsförsörjning måste lösas på ett miljömässigt acceptabelt vis. Alternativ till dagens oljebaserade drivmedel, finns och tekniska problem associerade med dessa vad avser produktion, distribution och fordonsteknik är i många delar lösta eller går att lösa. Alternativa drivmedel kan vara både fossila eller så kallade biodrivmedel eller blandningar därav. Den miljömässiga fördelen med biodrivmedel, vilka utvinns ur biomassa, är att biomassan (idealt sett) inte bidrar med någon nettoemission av växthusgaser då de under sin tillväxt har tagit kol ur atmosfären vilket återemitteras vid förbränningen. Den totala konsumtionen av olja är dock av en sådan storlek att den inte går att ersätta med hjälp av biodrivmedel på ett acceptabelt vis. Ett annat problem med produktion av biomassa för drivmedel är att den många gånger konkurrerar med utrymmet för livsmedelsförsörjningen eller med exempelvis produktionen av skogsbaserade produkter såsom papper eller timmer.

Biodrivmedel kan användas antingen i ren form eller i form av låginblandning i fossilt drivmedel. Som låginblandning för europeiska förhållanden avser vi i detta arbete 3 volymprocent metanolinblandning i bensin (M3), vilket tillåts enligt bränsledirektivet 98/70/EG. I det fall man väljer att använda ren form av biodrivmedel krävs det att produktion och distribution av drivmedlet specialanpassas samt att dedikerade fordon tas fram. Detta kräver i sin tur både energi och kräver avsevärda ekonomiska investeringar. En annan väg att gå är att använda låginblandning av biobränslet vilket många gånger är ett mer energieffektivt sätt då ingen anpassning i vare sig distribution eller fordon behöver ske. För att ge ett exempel på det sistnämnda gäller inblandningen av 5 % etanol i svensk bensin vilket medför att en proportionell andel av den svenska bensinfordonsflottan kan betraktas som "etanolfordon" utan att någon teknisk omställning har behövts. Låginblandning skulle även kunna ha en fördel ifall bränslets egenskaper kan förbättras så att exempelvis låginblandning av metanol i bensin energimässigt ersätter mer bensin än vad den

¹ I den senaste rapporten från ASPO forskare vid Uppsala Universitet uppskattas intervallet när toppen kan inträffa till mellan 2008 och 2018.

nominella inblandningen anger. På motsvarande vis skulle låginblandning av RME (raps metylester) kunna förbättra egenskaperna hos diesel. En tredje väg att använda biologiska produkter i drivmedel är inblandning i produktionssteget av ett biologiskt eller ett fossilt drivmedel. Exempelvis kan man i produktionen av RME omförestra rapsoljan med antingen biologiska eller fossila alkoholer (metanol eller etanol) varför den rena alternativbränslet med nödvändighet inte blir 100 % biobränsle. Ur ett perspektiv där man vill stimulera ny drivmedelsteknik är det dock viktigt att säkerställa försörjningen av bränslet varför det kan vara intressant att komplettera produktion av ett biodrivmedel med samma drivmedel utvunnet ur fossila råvaror för att snabbt kunna få upp en volym.

De alternativa drivmedel som idag är intressanta inkluderar metanol, etanol, metan, DME (dimetyleter), RME, Fischer-Tropsch diesel och för framtiden kan möjligen även vätgas i bränsleceller eller förbränningsmotorer vara aktuellt.

Detta arbete har som uppgift att studera metanol som alternativt drivmedel, att studera vilka problem och möjligheter som kan finnas associerade med metanol med avseende på produktion och distribution och säkerhet. Vidare skall intresset hos fordons och drivmedelsindustrin undersökas samt vilket intresse det finns internationellt för metanol som drivmedel.

Metanol är en av de kemikalierna som har störst produktion i världen med en total världsproduktion på 38 miljoner ton för år 2002. Senternovem (www.senternovem.nl) har listat totalt 109 olika kommersiella anläggningar i världen.

Metanol produceras idag till största delen ur naturgas men kan även produceras från biogas eller från fasta råvaror såsom ved eller kol. Vid ett införande av metanol som alternativbränsle går det enkelt att snabbt att få upp volymer av bränslet varefter proportionen biometanol succesivt kan ökas i takt med att produktionen stiger. Detta ger metanolen en stor flexibilitet och en försörjningsstabilitet jämfört med flera andra alternativ.

Bränslet har flera förtjänster och i en rapport från Vägverket (2002) har slutsatsen dragits (utifrån faktorer såsom introducerbarhet, framtid, ekonomi och kritiska faktorer) att metanol och etanol från cellulosaråvara är de främsta kandidaterna bland alternativdrivmedel för bensinersättning med ett litet försteg för metanol. Nackdelarna med metanol inkluderar giftighet; att metanol i vissa sammanhang kan ge explosiva blandningar av luft och metanolånga; metanol är korrosivt; har ett lågt energiinnehåll och blandningar av exempelvis metanol och bensen är inte alltid stabila utan kan fasseparera. Det finns dock tekniska lösningar på de flesta av dessa problem.

Metanol som bränsle är idag inte vanligt förekommande men har tidigare varit aktuellt i bland annat Sverige, USA och i Japan (Methanol.org). I USA togs efter 1970-talets oljeprischock initiativ till att öka andelen alternativt bränsle och metanol var då ett av huvudspåren. Program antogs på både federal och delstatsnivå för att stödja införandet av bränslet och utveckling av fordon. Ifrån att initialt ha satsat på dedikerade metanolfordon introducerades FFV-fordon i början på 1980-talet och en övergång till att använda M85. Under mitten av 1990-talet övergavs metanolspåret. Metanolsatsning tycks ha fallit på ett antal punkter. Endast ett fåtal biltillverkare satsade på att bygga metanolfordon, antalet tankstationer var på sina håll relativt väl utbyggt men tillgängligheten var ändå ett problem varför bilarna oftast tankades med bensen. De låga världsmarknadspriset på olja och därmed lågt bensinpris i slutet av 1990-talet minskade drivkraften och intresset för omställningar till alternativa bränslen. Idag satsas på FFV-bilar anpassade för etanol och metanol diskuteras främst i sammanhanget som ett möjligt framtida bränsle till bränslecellsfordon.

I Sverige omfattade det svenska metanolprogrammet ett tusental fordon för olika inblandningsförhållanden av metanol (M5, M23 och M100) och tankningsmöjligheter byggdes upp på vissa orter. Under slutet av 1970-talet drog sig dock alltför intressenter sig ur programmet och försöken avslutades under 1980-talet (Egebäck et al., 1997).

2 METOD

I arbetet att belysa dagens intresse av metanol som drivmedel ställdes en del kritiska frågeställningar upp som en grund inför arbetet. Följande punkter bedömdes som viktiga att beröra:

- För och nackdelar med metanol som drivmedel.
- Hur hantera metanol med avseende på giftighet och säkerhet?
- Intresset för metanol som drivmedel hos fordonsindustrin?
- Intresset för metanol som drivmedel hos drivmedelsindustrin?
- Vad finns det för källor till metanol, fossila respektive förnyelsebara?
- Vad finns det för internationella initiativ till att använda metanol som fordonsdrivmedel?
- Regelverk för metanol som drivmedel.
- Produktionskostnad för metanol?

Inom arbetet har kontakter med både fordonsindustri och drivmedelstillverkare tagits och diskussioner om inställningen till metanol som fordonsbränsle har förts. Vidare har tidigare rapporter och litteratur i området studerats och information tillgänglig via internet har sökts. Någon regelrätt litteratursökning har dock inte gjorts med hänsyn till arbetets begränsade omfattning.

3 RESULTAT

3.1 Hantering och giftighet

Metanol är giftigt, brandfarligt och aggressivt mot vissa olika material. Utgångspunkten i detta arbete är dock att fordonsbränsle är en nödvändighet och att valet därför står mellan olika bränslekandidater eller blandningar av dessa. Bränslenas relativa kvaliteter måste då ställas mot varandra varför metanol nedan jämförs med idag konventionella bränslen som bensin och diesel.

3.1.1 Metanolspecifikation

Metanol (CH_3OH) är den enklaste representanten för gruppen alkoholer och benämns även träsprit. Metanol är vattenlösligt och är i ren form är en klar vätska vilken i doft och smak är lätt förväxlingsbar med etanol. I Tabell 1 nedan presenteras fysikaliska och kemiska data för metanol.

Tabell 1. Fysiska och kemiska parametrar, metanol.

Parameter	Enhet	Värde
Molekylvikt	g/mol	32,04
Densitet	kg/L	0,79
Energiinnehåll	kWh/L	4,33
Oktantal	RON / MON	109 / 89
Cetantal		<5
Rel.ångdensitet	luft=1	1,1
Viskositet	mPas vid 20°C	0,52
Smält- /stelnpunkt	°C	-98
Kokpunkt	°C	+65
Flampunkt	°C	+11
Tändtemperatur	°C	455
Ångtryck	kPa vid 20°C	12,8
Explosionsgr.	%	5,5-36,5
Löslighet i vatten	mg/L	36310

3.1.2 Brand och explosionsfaror

I hanteringen av metanolbränslen finns det ett antal olika moment som medför fara för brand eller explosion, till dessa hör: faror vid spill, faror vid förångning av bränslet, faror för antändning i slutna utrymmen såsom en bränsletank.

Metanol brinner med nästan osynlig låga med mycket lite sotbildning och lägre värmeutveckling jämfört med bensin (ungefär hälften) samtidigt som dess ångbildningsvärme är högre (ungefär tre gånger högre) vilket sammantaget leder detta till att metanol brinner med bara en fjärdedels utbredningshastighet. Den nästan osynliga lågan och den låga värmestrålningen medför att en ren metanolbrand i vissa lägen kan vara svår att se. Det är

därför möjligt att komma relativt nära en metanolbrand vilket kan vara dels en fara men också en fördel vid släckningsarbete. Faran för att en oönskad metanolbrand inte skall synas på grund av den nästan osynliga lågan är dock ganska så osannolik då det vid en olycka i en bil eller vid en tankstationen finns gott om andra omkringliggande brännbara material vilka antänds och bidrar till brandens ”synlighet”. Man bör även beakta det lägre energiinnehållet i metanol vilket innebär att det vid en olycka sannolikt spills mindre ”energi” vid tankning av metanol än vid tankning av bensin. Vid släckning av en metanolbrand är det även en stor fördel att den går att släcka med vatten till följd av metanolens höga vattenlöslighet. För låginblandning eller för exempelvis M85 krävs dock motsvarande släckningsmedel som används för bensinbränder.

Den främsta anledningen till ökad risk med alkoholbränslen i högre koncentration (ex. ren metanol eller M85) är att brännbara ångor kan förekomma inom ett bredare temperaturintervall jämfört med vad som gäller för bensin vilket ger en högre risk för brand eller explosioner. Metanol i låginblandning (Bränsledirektivet inom EU tillåter idag metanolinblandning upp till 3 %) anses dock inte märkbart påverka brand eller explosionsfaran hos bensinen i vilket den är blandad. Flampunkten hos metanol är låg vilket innebär att hänsyn måste tas till brand och explosionsfara. Detta gäller för högre inblandningar av metanol (t.ex. M85 eller M100) men har ringa betydelse för låginblandning där egenskaperna för bränslet är snarlika de för ren bensin. Samtidigt som metanol har ett lägre ångtryck jämfört med bensin vilket innebär att möjligheten att nå eldfångda blandningsförhållanden i luft är lägre. Metanolångor har även lägre densitet (ungefär samma som luft) i kombination med en högre diffusionskoefficient och ansamlas därför inte på samma vis som bensinångor på marken eller på lågt liggande punkter utan sprids lättare vilket sammantaget minskar brandfaran betydligt.

Metanolångor i slutna utrymmen som exempelvis bränsletanken i en bil kan nå brännbara bränsle/luftblandningar i temperaturområdet 7 till 43°C med risk för brand (MFCA, 2003). Det är därför viktigt att inte utsätta tanken för elektriska urladdningar eller andra källor till tändning. Det finns en rad olika lösningar som kan reducera eller eliminera dessa problem innefattande bland annat påfyllning från tankens undersida, elektrisk isolering av tanken samt bälglika bränsletankskonstruktioner som minskar gasvolymen. Två källor till gnista inne i tanken är tänkbara, tanknivågivaren och bränslepumpen. Tankgivaren kan inte ge tillräckligt stor gnista för antändning och bränslepumpen är normalt nedsänkt i vätska, vilket minimerar risken. Endast vid praktiskt taget tom tank finns en viss risk för antändning. Dessutom kan konstruktionslösningar för bränslepumpen vidtas för att ytterligare minimera denna risk. Vidare har speciella bränslepåfyllningsmunstycken utvecklats för att säkerställa sluten och spillfri tankning av bilar (Identec, 2002) vilket reducerar hälso- och miljörisker.

I en studie av Machiele (1990) dras slutsatsen att metanol generellt sett borde vara ett betydligt säkrare drivmedel ur brandsynpunkt än bensin i fordon och att riskerna med M100 skulle kunna vara upp till 90 % lägre.

Erfarenheterna från USA och de ansträngningar som där gjordes under 1980 och 1990-talet med utbyggnad av tankställen för metanol har visat att det inte föreligger några praktiska, ekonomiska eller säkerhetsmässiga problem med att bygga tankar under marken för metanolförvaring vid bensinstationer (MFCA, 2003).

3.1.3 Hälsoeffekter

Metanol klassificeras av Kemikalieinspektionen som giftigt vid inandning, förtäring samt hudkontakt. Metanol är inte mutagent enligt Ames test och inte heller cancerframkallande.

Exponering kan ske genom inandning av ångor, hudexponering eller genom förtäring. Metanol absorberas då snabbt vilket kan leda till en etanollik berusning. Nedbrytning sker i levern med hjälp av enzymet alkoholdehydrogenas varvid myrsyra bildas som en metabolit vilket leder till potentiellt mycket allvarliga skador såsom blindhet eller i värsta fall död. Symptom kan uppstå efter en latensperiod.

Vid hudexponering avfettar metanol huden och har en mycket hög diffusionshastighet. För att nå toxiska nivåer krävs det dock att en relativt stor hudyta exponeras och tiden för exponering är vid mindre spill ofta relativt kort då metanol snabbt förångas från huden. Den största risken för hudkontakt torde vara i samband med tankning eller annan hantering.

Vid förtäring ligger en dödlig dos av metanol i intervallet 25-90 mL (400 mL för bensin) med resulterande kroppskoncentration i intervallet 21000-71000 mg för en 70 kg tung person (IPCS, 1997).

Studier på människor har visat att metanolånga som inandas tas upp och absorberas i blodet till 60-85% (Medinski, 1997). Inandning av ånga från metanolspill eller dylikt kan utgöra ett problem då gränsen för att känna doften av metanol är relativt hög (~2000 ppm (MFCA, 2003)), ett problem som kan avhjälpas genom tillsats av doftämne. Kronisk exponering (daglig till veckovis exponering under tre år) av metanolånga i blandningsförhållanden 365-3080 ppmv har resulterat i huvudvärk, yrsel, illamående och temporära synstörningar (MFCA, 2003). Arbetarskyddstyrelsens hygieniska nivågränsvärde (arbetsdagsexponering) för metanol i luft ligger på 200 ppm (250 mg/m³) och korttidsvärdet (medelvärdesexponering under 15 min.) ligger på 250 ppm (350 mg/m³).

I Tabell 2 nedan presenteras kroppskoncentrationer av metanol till följd av olika former och doser av exponering. Det framgår att mindre exponeringar sällan leder till signifikant ökning av kroppskoncentrationen. Som en jämförelse ligger den dödliga dosen ca: 1000 ggr högre än den som uppnås vid konsumtion av en aspartamsötad läsk. Vidare kan man dra slutsatsen att det vid ett normalt handhavande av metanol troligen är svårt att uppnå skadliga koncentrationer.

Tabell 2. Exponering av metanol och resulterande kroppskoncentrationer (MFCA).

Exponering /dos	Adderad kroppskoncentration metanol (mg)
Bakgrundshalt (70 kg kroppsmassa)	35 ⁺
Hand i metanol (2 min)	170
Inandning (40 ppm, 8 h)	170
Inandning (150 ppm, 15 min)	42 [*]
Dricka 0,8 L aspartam sötad läsk	42
Inmundigande (0,21 mL)	170
Inmundigande (90 mL)	70000
Dödlig kroppskoncentration	21000-71000 ^{**}

+ Uppskattat från 0.73 mg/L blodkoncentration

* Antaget 100% lungupptag (60-85% är troligare (Medinski, 1997))

** IPCS, 1997

Den stora faran med metanol borde därför vara vid felaktigt bruk. Metanol kan förväxlas med etanol eller intas medvetet vid självdestruktiva beteenden (ex. självmord). En annan risk föreligger vid överförandet av metanol från ett kärl till ett annat med hjälp av en hävert, s.k. ”slangning”, där metanol kan fås i munnen och då eventuellt också sväljas. I det fall 100 % metanol (M100) används som bränsle borde därför metanolen denatureras för att undvika frivillig eller ofrivillig förtäring. Bitrex (Denatonium Benzoat) är ett ämne som har föreslagits för denaturering av metanol med en inblandning av 10 ppm Bitrex i M100 (Malcolm Pirnie, 1999). I applikationer där metanol blandas i bensin fungerar den inblandade bensinen som denatureringsmedel.

Brandfaror och hälsofaror för metanol kan sammanfattas och jämföras med bensin såsom gjort i Tabell 3 (AMI, 1999).

Tabell 3. Jämförelse av relativ fara för M100 och bensin (AMI, 1999).

Parameter		M100	Bensin
Brandfara			
Fara för händelse	Öppen yta	4	9
	Stängt utrymme	8 (2-4)*	2
Relativ fara vid brand	Fara	3	10
	Släckbarhet	7	10
	Flammans synlighet	8	1
Giftighet			
Inandning, låg koncentration	Giftighet	3	10
	Fara för händelse	10	10
Inandning, hög koncentration	Giftighet	10	10
	Fara för händelse	3	4
Hudkontakt	Giftighet	9	8
	Fara för händelse	3	3
Förtäring	Giftighet	10	10
	Fara för händelse	8 (2) ⁺	3

Gradering av fara: 1=ingen, 2-3=låg, 4-6=medel, 7-8=hög, 9-10=extremt hög.

* risk efter designändringar av tank, ⁺ sannolikhet vid denaturering.

I samband med metanol och reproduktiv förmåga har försök på apor som utsatts för metanolånga i olika koncentrationer och exponeringstider inte visat någon negativ påverkan (MFCA, 2003). Dock förkortas graviditetens längd med ett antal dagar jämfört med kontrollgruppen. Inandningsförsök (1800 ppm; 2,5 h/dag; 6 dagar i veckan; 9-17 månader) har inte visat några effekter vare sig på fosterstadiet eller under första levnadsåret.

I en rapport av Statoil (Eide et al., 2001) förs det fram att 4-Methylpyrazole (en inhibitor på alkohol dehydrogenas vilken visat sig effektiv vid metanolförgiftning) borde kunna göras tillgängligt på exempelvis bensinstationer eller andra platser där metanolbränsle hanteras för självmedicinering vid eventuell olycka i väntan på vidare medicinsk hjälp.

3.1.4 Miljöeffekter, hantering och transport

Metanol är enligt Kemikalieinspektionen inte klassificerat som miljöfarligt.

Metanol som tillverkas av fossila råvaror sker många gånger på platser långt från marknaden. Transport kan då inkludera såväl sjötransport, tågtransport och lastbilstransport. I alla skeden från tillverkning, transport och tankning hos slutlig användare finns det risk för olyckor med spill till mark och vatten och därifrån vidare till atmosfär och grundvatten.

Metanol är, till skillnad från bränslen som bensin och diesel, fullt lösligt i vatten separerar inte i sådan blandning från vattnet till mineral eller organiska ytor. Spill sprids därför på samma vis som vatten och späs snabbt till låga koncentrationer. Metanol i vatten är inte giftigt i koncentrationer lägre än 1 % och är biologiskt nedbrytbart varför den akut giftiga effekten endast berör det närmaste området kring ett spill samtidigt som tidsutsträckningen inte heller kommer att vara långvarig. Som en illustration till detta har modellberäkningar av metanolspill till en mindre flod med ett flöde på 10 m³/s beräknats av Jamali et al. (2002) vilket visar att ett spill av 110 m³ efter mindre än ett dygn underskrider den högsta koncentrationen 200 mg/L (gränsvärde för dricksvatten till barn). Utsläpp i en vattentäkt kan dock leda till mycket allvarliga problem. Vid spill på land kan den höga vattenlösligheten och diffusionshastigheten leda till kontamination av grundvatten.

3.1.5 Hantering

Metanol kan verka korrosivt på många material vilket dock även gäller för bensin och är alltså en fråga främst om materialval i olika applikationer. Metanol är dessutom en kemikalie som handlas i stora volymer och som används i en mängd olika applikationer varför det finns en både bred och djup kunskap om vilka material som lämpar sig i olika applikationer. Dessutom har tidigare erfarenheter från såväl svenska som utländska försök med metanol som fordonsbränsle givit viktiga erfarenheter vilka kan användas vid ett införande av metanol som fordonsbränsle i antingen ren form eller som inblandning till högre koncentrationer än de idag tillåtna 3 % (i bensin). Erfarenheter finns både på fordonssidan och vad gäller hantering vid bränsledepåer och bensinstationer (ex. Fernandes and Johnson 1992 och Acurex, 1996). Praktiska problem kan dock föreligga med material i befintlig fordonsflotta ifall låginblandning i högre koncentrationer skulle införas.

Förutsatt att vattenfri metanol används kan metanol och bensin blandas i olika proportioner utan problem. Då vatten finns närvarande kommer dock en separation av bränslena att inträffa. Den maximalt tillåtna vattenmängden bestäms av blandningsförhållandet av metanol och bensin samt av temperaturen. Det är dock under alla omständigheter nödvändigt att använda stabiliserande tillsatser (såsom exempelvis etanol eller tyngre alkoholer) vid låginblandning av metanol i bensin. Man måste även beakta att vid användande av FFV-fordon kommer alla extremer från den lägsta inblandningen till den högsta inblandningen av bränslet att kunna finnas i tanken då olika bränslen kan blandas till följd av tillgång, pris eller andra faktorer vilket får personen som tankar fordonet att välja olika bränslen. Alltså måste bränsleblandningen vara stabil även för dessa förhållanden. Problemet förvärras dessutom vid lägre temperaturer vilket medför potentiellt större problem för nordliga länder. Stabiliteten hos låginblandad metanol i bensin har dock studerats och exempelvis Qi et al. (2005) rapporterar att stabil metanolinblandning kan uppnås med hjälp av etanol som stabiliseringsmedel: M10 och M25 innehöll 8,5 %v metanol och 1,5 %v etanol respektive 19 %v metanol och 6 %v etanol. Vidare har inga problem med fassetparation rapporterats från det svenska M15-programmet vilket totalt inkluderade ett tusental fordon (Egebäck et al., 1997).

3.2 Regelverk och krav – EU och internationellt

Metanol som drivmedel omfattas i dag av EU:s drivmedelsdirektiv 98/70/EG där halten av metanol i bensin (metanol tillsatt som oxygenat) begränsas till max 3 volymprocent samtidigt som den totala syrehalten i bensin, alla oxygenater inräknat, begränsas till 2,7 viktprocent.

Detta återspeglas i Lag (2001:1080) om motorfordons avgasrening och motorbränslen (LMA) där inblandningen av metanol i bensin regleras i bilaga 2 till samma högsta nivå (volymprocent).

Även i CEN standarden för motorbensin som i svensk form SS-EN 228:2004 "Motorbränsle – Oblyad bensin – Krav och provningsmetoder" är följaktligen kravet på högst 3 volymprocent metanol infört i enlighet med kravet i bränsledirektivet.

I samma lag fast då i bilaga 4 regleras specifikationen för alternativa motorbränslen avsedda att ersätta motorbensin, i dagligt tal kallat E85. Högsta halt metanol har här satts till 1 volymprocent. Kraven här på E85 baseras i stor utsträckning på specifikationen i den svenska standarden SS-155480 Motorbränslen – Etanolbränsle E85 där bl.a. metanol begränsats till max 1 volymprocent. Den svenska standarden grundar sig i sin tur på en överenskommelse mellan vissa stater som ingår i den Europeiska standardiseringsorganisationen CEN och deltar i dess tekniska kommitté TC 19. Det rör sig här alltså om ett så kallat "workshop agreement", en överenskommelse mellan deltagare (organisationer) i workshopen och utan bindande verkan för någon. Det är därmed inte en standard och CEN har inte ställt sig bakom överenskommelsen. Däremot är det inte ovanligt att sådana överenskommelser på lite sikt utgör en utgångspunkt för diskussioner kring ett kommande standardiseringsarbete. Enligt uppgift från CEN diskuteras nu även en europeisk (CEN) standard för E85. Någon diskussion kring M85 föreligger dock inte i Sverige och än mindre på EU nivå.

ASTM/USA har dock en standard D5797-06 "Standard specification for Fuel Methanol (M70-M85) for Automotive spark ignition engines". När det gäller inblandning av etanol i bensin så skiljer sig kraven på bensin mellan olika stater i USA och därmed också möjligheten/kraven att blanda i oxygenater. Tidigare har dock oxygenatinblandning främst skett med MTBE. I och med dagens utfasning av MTBE i USA övertas dess roll i första hand av etanol. Den vanligaste inblandningen av etanol i USA är i dag 10 % etanol (Gasohol). I den etanolstandard som ASTM tagit fram för etanol för inblandning i bensin (ASTM 4806) maximeras innehållet av metanol i etanolen till 0,5 %.

I lagen enligt ovan (LMA) bilaga 5 "Miljöklass för alternativa motorbränslen som är avsedda att ersätta dieselbränsle" specifikation 2 anges krav på "Etanolbränsle för kompressionstända motorer". Denna specifikation grundar sig på den svenska standarden SS 155437 – Motorbränslen – Alkoholer för bränsle till snabbgående dieselmotorer (fastställd 1997-06-04).

Här har man dock i lagen gjort en skärpning från alkoholer vilket ursprungligen avsåg metanol och etanol till att bara avse etanol, om man ser till rubriken för specifikation 2. Tittar man i kravlistan har man dock möjligen glömt att ändra fullt ut där eftersom det där i det första kravet står skrivet - vad gäller högsta andel "Alkohol, lägst masshalt procent 92,4 varav andra alkoholer än etanol, högst masshalt 2 %". Naturligt hade varit att i stället redan från början tala om etanol i stället för alkohol. Att notera är att riksdagen här valt att frångå den svenska standarden som möjliggör användning inte bara av etanol utan även av

metanol (med tändförbättrare) i dieselmotorer på så sätt att användningen av metanol möjliggörs.

För närvarande diskuteras inom EU en förändring av drivmedelsdirektivet parallellt med att man inom CEN börjat diskutera en förändring av EN 228 på så sätt att man skall kunna blanda in upp till 10 % etanol i motorbensin. Eventuellt kommer detta att kombineras med en särskild märkning av pumpar med bensin med 5–10 % etanol. Det mesta tyder dock på att man inte avser att följa efter med en höjning av det högsta tillåtna halten av metanol. Antingen får den ligga kvar oförändrad (som i nu liggande förslag) eller så slopas möjligheten till inblandning av metanol. Vid kontakt med EU/DG-Tren uppger man att metanol inte är av intresse någon annan stans i EU än i Sverige, varför man på DG-Tren överhuvudtaget inte bryr sig om att diskutera eller fundera på hur en metanolanvändning skulle kunna regleras eller stödjas.

Sammantaget kan man konstatera att även om metanol var först ut som alternativt drivmedel till bensin (rättare sagt var metanol med i diskussionen redan under T-Fordarnas dagar men blev då utkonkurrerat av den svarta sörjan som sedan blev det svarta guldet) så har metanolen successivt konkurrerats ut av etanolen såväl på marknaden som genom statlig reglering, både av Sverige och EU.

Vad gäller hanteringsföreskrifter och dylikt har inte arbetsmiljöverket några specifika sådana för metanol. Det som gäller är därmed de generella ”Kemiska arbetsmiljö föreskrifterna” 2000:4 samt ”Hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar” 2005:17. I arbetarskyddsstyrelsens Författningssamling AFS 1992:18 (1 februari 1993) Motorbränslen finns såväl metanol som etanol upptagna men föranleder inte där några speciella kommentarer annat än att man bör släcka bränder i dessa alkoholer med alkoholresistent skum, även om det går att använda enbart vatten.

Kemikalieinspektionen tar upp metanol i klassificeringsdatabasen och begränsnings databasen. Metanol klassificeras och skall märkas som:

- Mycket brandfarligt
- Giftigt
- Hälsoskadligt

Av KEMI:s begränsningsdatabas framgår att metanol omfattas av KEMI:s förordning 1998:944 om förbud m.m. i vissa fall i samband med hantering, införsel och utförsel av kemiska produkter, 15§, på så sätt att spolarvätska inte får innehålla metanol såvida inte metanolhalten uppgår till högst 5 % metanol och den samtidigt innehåller etanol. Detta står i kontrast till Nordamerika där metanol är tillåtet och dessutom dominerar användningen av spolarvätska, något som tycks kunna ske utan allvarliga olyckor eller tillbud. Metanol omfattas som giftklassat/giftmärkt ämne också av KEMI:s författningssamling KIFS 1998:8 3 kap. 3§ Allmänna bestämmelser om kemiska och biotekniska produkter, Förpackningar för och förvaring av farliga kemiska produkter, 3§ Barnskyddande förslutningar.

Räddningsverket har i dag inte någon egentligt fastställd policy vad gäller metanol som drivmedel. Man avvaktar i stället att frågan ev. blir aktuell och håller en viss beredskap för detta. Generellt sett så anser man dock att även om det finns vissa skillnader mellan metanol och etanol så är de inte av någon avgörande betydelse varför exempelvis det som i dag

gäller för E85, sett ur räddningsverkets perspektiv och ansvarområde, i stort bör kunna gälla även för M85.

Naturligtvis kan exempelvis problem med läckage från korroderade tankar som inte belagts med metanolresistent skyddsfärg på sikt bli ett problem ur räddningsverkets perspektiv men det är inget som man från räddningsverkets sida avser att fundera närmare över förrän M100 eller M85 är aktuellt som drivmedel.

En frågeställning som ev. kan bli aktuell för räddningsverket vid en nationell produktion av biometanol är skyddsfrågor vid de nya anläggningarna för produktion av biometanol (förgasning och metanolsyntes). Men även detta avvaktar man med att ta ställning till tills dess att det blir aktuellt. Uppförande och drift av en produktionsanläggning omfattas dessutom av tillstånd enligt "Förordningen (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd" och är också den aspekt som vad gäller metanol (tillverkning) där det kan finnas ett intresse från Naturvårdsverkets sida.

3.3 Fordonsfrågor och fordonsindustrins inställning

3.3.1 Bakgrund fordonsfrågor

Metanol har använts tidigare genom historien på ett flertal platser runt om i världen och innebär ingenting nytt för bilindustrin tekniskt. Satsningar har skett både i Sverige och internationellt under 70-, 80- och del av 90-talet vilka av olika orsaker inte fått någon fortsättning. I USA skedde dessutom en betydande produktion av fordon som även var anpassade till metanoldrift. Dessa såldes dock inte i den omfattning som förväntats vilket fick till följd att tillverkare i USA sen sålde dessa "flexifuelbilar" som bensinbilar utan att informera kunderna om bilarnas potential. Idag rullar alltså troligen fortfarande ett av tidens tand reducerat antal metanolkompetenta fordon omkring i USA.

Flera stora flottförsök genomfördes och det finns ett relativt stort material med erfarenheter från denna tid. Även på den tunga sidan gjordes i USA stora flottförsök med bussar och tunga lastbilar. I ljuset av att metanol återigen undersöks som alternativt drivmedel för att minska oljeberoendet och ge alternativ inför det som kallas "peak-oil" fenomenet (där man förutspår en topp i möjlig produktion av olja) kombinerat med en ökad efterfrågan från främst Kina, så blir de tidigare erfarenheterna åter aktuella.

3.3.1.1 Svenska erfarenheter

De svenska erfarenheterna av metanol som drivmedel till fordon tog sin början i oljekrisens spår och den höga prisnivå som följde på den. 1979 kom oljeersättningskommissionen med en rapport som starkt rekommenderade metanol för inblandning i bensin (M15) för personbilar och en fortsatt utveckling av tunga motorer för 100% drift på metanol. Även installation av en förgasningsanläggning för att ta fram metanol ur kol, restolja, torv och träavfall rekommenderades. Man förutsåg att ca 7% av drivmedelsbehovet skulle kunna ersättas 1990, dvs tjugo år framåt i tiden. Andra alternativ uteslöt som för dyra eller komplicerade att realisera. Etanol nämndes sist i rapporten som ett möjligt men dyrt och ineffektivt alternativ som endast hade den fördelen att det med enkla medel kunde produceras med inhemska råvaror.

I remissvar från fordons och oljeindustrin hävdades att kostnaderna för introduktionen av metanol hade underskattats och att introduktionstakten var för ambitiös. Oljeindustrin

ökade under den här perioden sin produktion starkt med ny krackningsteknik för att kunna tillgodose efterfrågan och göra det mesta möjliga av ett högt oljepris. Alternativa drivmedel var inte ett spår man följde.

Under början på 80-talet gjordes flottförsök med 1000 M15 bilar och 19 st pumpstationer i Sverige parallellt med försök i Tyskland Danmark och Norge. Under tiden för försöket förändrades fokus eftersom oljepriset stadigt sjönk till man såg mer på de försvarsmässiga sidorna av saken och nu istället förordade M100 för användning i flottor av fordon som ambulanser, brandkår, försvar och polis och så vidare. Det försvarsmässiga perspektivet gav även en viss medvind till förespråkarna av etanol som hävdade att man måste ha en inhemsk råvaruförsörjning. Volvo och Saab engagerade sig i försöken 1983 och tog fram metanolkompatibla bilar.

Åren som följde såg som nämnts ett sjunkande oljepris och 1986 var priset nere i mindre än hälften av vad det varit 1980 och försörjningstryggheten verkade heller inte innebära något problem.

Anledningen till att metanolspåret inte hann nå någon volym i Sverige trots goda intentioner från myndigheter och biltillverkare var som vanligt flera. Den främsta var naturligtvis de förändrade priserna på råolja och den nya omvärldssituationen. Drivkrafterna var för svaga i förhållande till hur långt introduktionen hade hunnit i samhället. När priset på råolja gick ner fanns nästan bara miljöaspekterna kvar och metanol hade på grund av sitt ursprung som kol eller restolja osv inte något starkt stöd hos miljövännerna. Oljebolagen hade inte involverats i tillräckligt stor utsträckning och följde en egen utveckling som gick mot ökat utbyte av den råolja man importerade via krackning.

3.3.1.2 Erfarenheter i USA

I efterdyningarna av 70-talets prischock på råolja tillsammans med problem med luftkvaliteten i amerikanska städer bestämdes med ett antal lagar att utvecklingen av fordon drivna av alternativa drivmedel skulle skyndas på. Detta fick sin främsta effekt i Kalifornien där man redan tidigt under 70-talet hade börjat intressera sig för detta. Utvecklingen såg sin topp 1993 då mer än 12 miljoner US gallons användes som fordonsbränsle i Kalifornien. Ett antal tillverkare tog fram versioner av sina modellprogram anpassade för drift med metanol med relativt enkla konverteringar. Ford var den tillverkare som hade den största volymen framförallt med sina versioner av Ford Taurus och Lumina. Även övriga USA hade efter en tid ambitiösa program med 15 delstater som aktivt byggt metanolmackar från mitten på 80-talet till mitten på 90-talet. Efter 1996 började intresset för de metanoldrivna fordonen att dala allt mer och 1998 gick mycket av luften ur programmet eftersom många av de tioåriga leasingavtal som staten ingått med oljebolagen om metanolfumpar då gick ut och ägarna av metanolfordon hade svårt att hitta metanolbränsle till sina bilar.

Samtidigt bidrog många andra faktorer till att det ambitiösa programmet inte fortsatte. Bland annat så befann sig oljepriset vid denna tidpunkt på en mycket låg nivå vilket gjorde metanolalternativet mindre ekonomiskt intressant. Metanolfordonen marknadsfördes inte speciellt hårt och de flesta fordonstillverkare hade endast en eller två modeller kapabla till metanoldrift. Den marknadsföring som ändå gjordes riktade sig nästan uteslutande till flottoperatörer som hyrbilsfirmor och liknande. Utvecklingen av metanolfordon fördes inte framåt utan man nöjde sig med en enkel konvertering för att klara den nya typen av bränsle vilket gjorde att man missade många av de fördelar som ett rent alkoholbränsle kan ge ur bl.a. effektivitetssynpunkt.

Metanolfordonen fick inte det genomslag som hade behövts för att ge ekonomi åt de installationer av metanolfordon som gjordes, även med det statliga stöd som fanns. Försäljningen av fordon koordinerades inte heller med installationen av pumpkapacitet vilket gjorde att fordon fanns och bränsle fanns, men inte på samma plats. Fordonstillverkarna som såg en snabbt fallande marknad för metanolfordon kunde heller inte motivera sig till att certifiera de metanolkonverterade fordonen för de nya emissionskrav som började gälla vid denna tid, trots att man hade konstaterat att de under metanoldrift enkelt kunde klara dessa och mer därtill.

Trots den ur svenskt perspektiv stora volymen på försöket så gjorde många samverkande faktorer att det självdog. Det helhjärtade stödet från både fordonsindustri och oljebolag fanns enligt spridda uppgifter många gånger inte, vilket heller inte bidrog till fortlevnaden.

I en sammanfattning från 2003 konstaterar numer pensionerade Dr Roberta J Nicols som var ansvarig för Fords avdelning för alternativbränslefordon att det finns ett antal baskrav som är absolut nödvändiga (men kanske inte helt tillräckliga) för en framgångsrik lansering av ett alternativt bränsle. Ett tillräckligt antal bränsledepåer i någon form, en stabil prissättning (med en standardiserad kvalitet på bränslet) och viktigast av allt, ett djupgående engagemang och samarbete med oljeindustrin som inte är av övergående natur. Ingen av dessa kriterier var vid samma tillfälle uppfylld till en grad som gjorde det möjligt att få industriell kontinuitet och ett allmänt förtroende för försöket.

3.3.2 Räckvidd

Energiinnehållet i metanol är något högre än hälften av energiinnehållet i bensin varför det kan bli aktuellt med montering av större bränsletankar vid en ev. övergång till metanol. En motor som är dedikerad till metanolanvändning kan å andra sidan göras mycket mer effektiv än en bensindito vilket betyder att man på sikt ev. kan ta igen en del av den förlorade räckvidden på detta sätt, men så länge flexifuel fordon (FFV) används kan man inte realisera en sådan effektivitetsvinst fullt ut med bibehållen ursprunglig bensinmotoreffektivitet och prestanda.

3.3.3 Motorolja

När försöken med metanoldrivna fordon började lade man märke till att problem uppstod i form av beläggningar av oljerester på varierande ställen i motorn. Vidare fann man att det uppstod problem med korrosion och stort slitage hos ventiler, kolvringar och övriga komponenter utsatta för samma miljö. Problemen härleddes så småningom till primärt problem med lösligheten av metanol hos additiv i den valda oljan. Även förbränningsrester av syrakaraktär gav upphov till problem. Särskilt var detta markant vid kalla väderleksförhållanden och vid användning av single-grade oljor som fortfarande var i bruk vid tiden för de första experimenten. Viskositetsförändringar och en övergång till multigrade oljor förbättrade situationen något men fortfarande finns det vissa frågetecken som kvarstår runt mekanismerna runt fenomenet. Vidareutveckling för användning med etanol har ytterligare bidragit till att minska problemen men det finns knappt någon officiell information att tillgå runt denna utveckling och metanol är i sammanhanget aggressivare än etanol.

3.3.4 Korrosivitet

Bränsle innehållande mer än ca 10 % metanol kan vara korrosivt för vissa metaller samt degradera polymerer och elastomerer. Motor och bränslesystem måste på samma sätt som för bensin anpassas för detta. För bränsleflexibla bilar tillkommer också problemet att de

måste tolerera *båda* drivmedlen och dessutom i godtyckliga proportioner mellan bensin och metanol. I de ombyggnader som gjordes i USA under 80-talet byttes på de amerikanska modellerna (Chrysler) följande komponenter:

- I kolringarna byts molybdenytan mot kromdito
- Gummi i ventiltätningarna
- Tankanslutningarnas gummislangar
- Plaster och metaller i bränslepumpen anpassades
- Rostfritt stål användes för bränsleledningarna
- Teflonslang användes för anslutning av bränsleledningarna
- Rostfritt stål i bränslefiltret

Ingen av ovanstående förändringar medför någon större merkostnad jämfört med produktionen av fordon avsedda för bensindrift sett på en större skala.

Systematiska metoder för att kontrollera material som avses användas i bränslesystem gentemot det tänkta bränslet har utvecklats som en följd av de problem som uppstod i samband med USA storskaliga försök att införa metanol som bränsle under 80- och 90-talet.

Många av de konverteringar som görs på fordon avsedda att köras på etanolbränslet E85 gör det även möjligt att använda M85 med mycket små justeringar.

3.3.5 Basdata om drivmedelsmetanol

Några basdata om ”vanlig” fordons-metanol i relation till andra drivmedel visas i Tabell 4:

Tabell 4 Jämförelse av några grunddata hos metanol och andra fordonsbränslen.

Fuel property	Petrol EU 2005	Diesel fuel Swe EC1	Methanol	DME	Propane
Chemical composition					
Coal, % C	~86.5	~85.75	37.5	52.1	81.7
Hydrogen, % H	~13.5	~14.25	12.6	13.1	18.3
Oxygen, % O	0–2.7	0	49.9	34.7	0
Mole weight	~100		32.042	46.068	44.094
Viscosity @ 40°C (cSt)		1.4–4.0	0.60	0.25	
Density (gas) @ 20°C (kg/m ³)	n.a. ²	n.a.	1.35	1.92	1.88
Density (liq.) @ 20°C (kg/m ³)	730–770	810–820	795	668	501
Gas density rel. air (15°C)	3.4–4	4–5	1.11	1.59	1.52
Vapour pressure @ 20°C (bar)			0.12	5.1	8.4
RVP at 37.8°C (bar)		0.0007	0.32	8	13.5
Vapour press. @ 60°C (bar)			0.77	14	20.8
Boiling point @ 1 bar(a)	30–225	180–300	65	-24.9	-42.1
Melting point (°C)		<-26	-94	-141	-190
Flash point		>50	11	-41	-100
Heat of evaporation (MJ/kg)		0.25	1.17	0.41	0.43
Heat of comb., LHV (MJ/kg)	42.5	42.3	19.9	28.43	46.4
LHV (MJ/lit.)	32.0	35.2	15.8		23.5
CO ₂ formation, LHV (g/MJ)	~74.3	~72.3	68.9	67	64.6
Autoignition temp. (°C)		~250		235–350	470
Flammability limits (% _{vol})	1.4–7.6	0.6–6.5	6.7–36	3.4–17	2.1–9.4
Water sol. @ 1 bar, 20°C (% _m)			∞	5.7	0.39
Water sol. @ 4.8 bar, 20°C (% _m)			∞	5.5	
Sulphur content (ppm _w , mg/kg)	50	10	0	0	0
Olefins, max (%)		n.l.	0	0	0
Benzene (%)	<1		0	0	0
Aromatics, max (%)	<42	<5	0	0	0
PAH, tri+ (%)		<0.02	0	0	0
Cetane number	n.a.	>51	~5	>55	n.a.
Octane No. (RON)	>95	n.a.	120	n.a.	112

Notes:

n.a.: not applicable

n.l.: not limited

3.3.6 Detergent-(tvättande egenskaper) i bränslesystemet

Metanol är till sin karaktär starkt lösande vilket även visar sig då man i normalfallet får bygga om bränslesystemet på en bensinbil om den även skall klara metanol. Den tvättande egenskapen gäller naturligtvis även förbränningsrummet där metanol när det används i en ottomotor med förblandat bränsle kommer att påverka både oljefilmsbildningen på cylin-

derväggarna och de ytor som i övrigt kommer i kontakt med bränslet i förbränningsrummet.

När en motor konverteras till drift med metanol, eller för den delen etanol, är det ur hållbarhetssynpunkt viktigt att tillverkaren kontrollerar förslitningen i cylindern efter ett antal körda mil så att inte motorn har en karaktäristik som gör den känslig mot alkoholbränslen. De flesta som anpassar motorer till drift med höga alkoholinblandningar förändrar åtminstone några detaljer som plätering av kolringar, ventiler och ventilsäten och tåligheten hos plastdetaljer, insprutningsmunstycken och annat.

Vidare så kommer drift med metanol att ge ett mycket renare förbränningsrum generellt än drift med bensin ger eftersom metanol brinner under mindre sotbildning vid normala förhållanden. Det gör även att det sotlager som agerar ”smörjning” och skydd åt avgasventilen inte existerar utan denna utsätts för hårdare termisk belastning än vid bensindrift vid motsvarande temperaturer i förbränningsrummet. Man skall emellertid komma ihåg att normalt brinner metanol betydligt kallare än vanlig bensin vilket till del kompenserar för fenomenet.

Under ett förhållande kan metanol bli problematiskt och det är när man försöker att optimera motorn för att eliminera fullastanrikningen eller att gå med luftöverskott då metanolens relativt långa brinntid under dessa förhållanden ger en förhöjd avgastemperatur, vilket (speciellt vid syreöverskott) kan bli svårt för avgasventilen att klara.

Drift med luftöverskott kan vara en frestande väg för att nå låga förbrukningssiffror vid optimering av direktinsprutade ottomotorer. Detta speciellt vid metanoldrift eftersom metanolen brinner till magrare blandningar än bensin och med lägre bildning av kväveoxider, vilket annars är ett problem med bensindrift under luftöverskott.

3.3.7 Bränslepåfyllning

Ett byte från bensin till metanol skulle kunna innebära vissa problem i äldre fordon oräknat de ombyggnader som behöver göras. Om bränslesystemet inte byggs om så kan metanolens starkt rengörande effekt lösa upp gamla sediment och liknande med vissa driftstörningar som följd. Framst kan detta komma att inträffa på fordon där en relativt låginblandad metanol används utan modifikationer under förhoppning att det skall ”fungera ändå”.

Det kan på grund av metanolens annorlunda karaktär vad avser brandfarlighet vara befogat att installera ett enkelt flamskydd i påfyllningsröret till tanken hos metanoldedikerade fordon i form av ett ”nätkluster” eller liknande i någon form för att minska risken att en flamma tränger ner i tanken där under vissa förhållanden en brännbar blandning av metanol-ånga och luft (syre) skulle kunna finnas. Vissa tillverkare installerade sådant under experimentperioden på åttiotalet medan andra inte gjorde det. Bedömningarna varierade.

3.3.8 Brand i fordon

Amerikanska EPA kom i en studie som publicerades 1990 fram till att metanol generellt sett borde vara ett mycket säkrare drivmedel än bensin i fordon (Machiele, 1990). Jämfört med bensin skulle ren metanol (M100) kunna minska riskerna för fordonsrelaterade bränder med så mycket som 90 % jämfört med bensin. En mindre men dock signifikant skillnad på 40 % skulle kunna uppnås med M85 jämfört med bensin. Riskuppskattningen var dock inte heltäckande. Studien nämnde risken för explosion i slutna utrymmen (tank) men

behandlade egentligen inte denna risk utan uttryckte en förhoppning om att denna risk kan minskas eller elimineras med konstruktiva åtgärder eller additiv.

Skulle brand i ett metanoldrivet fordon (även om risken är lägre än för bensindrivet dito) uppstå finns möjligheter till släckning utvecklade sedan länge från de kemiska tillämpningarna av metanol. Flamman, som normalt är svår att se i dagsljus, kan fås tydlig med inblandning av låga koncentrationer av lätta kolväten som också kan verka som denaturering för bränslet. Man får även i det läget en liten brandskyddande effekt vid förvaringen av bränslet i tank eftersom det högre ångtrycket hos de lätta kolvätena i ett sådant läge tränger undan ev. luft(syre). Det finns teoretiskt en risk med metanol i stängda utrymmen eftersom det vid temperaturer några grader över nollpunkten kan om de utsattes för gnistor.

Förvaring av metanol är normalt sett mindre komplicerad än förvaring av bensin eller diesel eftersom vätskan är ledande vilket gör att gnistor inte lika lätt uppstår. Det får även till följd att man kan tillåta högre pumpningshastigheter för metanol (och etanol) än för nuvarande bensin och dieselbränslen.

Skulle en tank springa läck och metanolen rinna ut på marken finns alternativ till de normalt använda detergentskum som används för bensin i form av anpassade sådana för polära vätskor.

3.3.9 Spill från fordon

Biodegraderingen (nedbrytningen via naturens krafter) av metanol är relativt snabb och effekterna av spill från fordon av olika slag är inte lika allvarlig som utsläpp av kolväten av olika sorter där diesel idag håller en tät position i kraft av hanterad volym gånger effekter på naturen (råoljor undantagna eftersom de normalt inte återfinns i fordon på väg).

3.3.10 Oktantal- knackningsbeständighet

Metanol används idag tillsammans med eller i form av isobutylene (MTBE) främst som tillsats för att undvika knackning i motorer. Metanolens höga oktantal gör att man kan använda höga kompressionsförhållanden och därmed göra effektivitets/verkningsgradsvinster vid konstruktion av motorer avsedda för ett specificerat metanolbränsle (t.ex. M85).

En motor i vars bränsle man har 85 % metanol och 15 % bensin kan ge så mycket som 15 % högre effektivitet vid dedikerad optimering mot detta bränsle. Ottomotorn kommer i det läget att närma sig dieselmotorn i effektivitet.

Metanol används idag gärna inom racing där det blandas i till exempel nitrometan för att optimera effektuttaget. Ombyggnad av vanliga standardbilar med lite högre prestanda är inte heller ovanligt där man använder metanol insprutning vid driftfall där motorn riskerar höga avgas- eller lufttemperaturer vid insuget.

Detta gäller vanligtvis turboladdade motorer som annars hade krävt ombyggnad till intercoolersystem och till fordon där man vid höga temperaturer väljer att köra på bränsleblandningar med överrepresentation av bränsle, enbart för att kyla förbränningsrummet. Denna "feta blandning" har i normalfallet extremt dåliga emissionsprestanda och är något som man normalt försöker undvika i vanliga produktionsfordon eftersom sådana driftfall kan skada katalysatorn. Metanolen kan i de fallen agera både som kylmedel eftersom den

likt vatten kräver höga förångningsenergier och delta i förbränningen. Kombinationer av vatten (separat insprutat) och metanol är för övrigt heller inte ovanliga.

3.3.11 Metanol i ottomotorer

Det krävs mycket energi för att förånga metanol och dessutom har metanolen i sig själv en ganska hög förångningspunkt (d.v.s. lågt ångtryck vid vanliga temperaturer) vilket inte gör problemet mindre. Till en del förbättras startförmågan om man använder M85 bränsle där bensinfasen agerar startbränsle.

Metanol har liksom etanol denna svaghet i kallstarten då en viss mängd oförbränt bränsle passerar genom motor och avgassystem ut i atmosfären. Ingen av de ingående komponenterna är särskilt potent som växthusgas och gör därför inte samma skada som till exempel metangas. Det finns en komponent i avgaserna vid kallstart som inte är ofarlig och det är formaldehyd.

Experiment visar att det går att lösa delar av kallstartsproblematiken genom att använda sig av direktinsprutning där bränslet finfördelas på ett mycket bättre sätt än vid insprutning i inloppsröret. En sådan teknik kan klara starter ner mot -25°C . Detta är enligt GM ett system som till exempel Saab tittar närmare på inom sin etanolsatsning. Tilläggas bör att den direktinsprutning som skall klara start vid så låga temperaturer bör vara av den senaste (andra) generationen, då den första generationens direktinsprutning inte ger tillräcklig finfördelning av bränslesprejen. Andra alternativ att förbättra kallstartegenskaperna som bl.a. omfattar förvärmning finns också.

En viktig aspekt när det gäller metanol (och även etanol) i ottomotorer är den möjlighet till förbättrad effektivitet som kan uppnås via metanolen. Förbättringar runt 15 % har utan större svårigheter kunnat uppmätas vid provkörningar redan på 80-talet av dedikerade metanolfordon. Det kan också enkelt påvisas genom de skillnader i uttagen effekt som Saab visar på sina etanolfordon utan en dedikerad anpassning.

Ett intressant experiment i sammanhanget är en studie amerikanska EPA gjort av en konverterad dieselmotor som försetts med tändstift, vanlig bränsleinsprutning och kyld EGR där man vid drift på metanol nått verkningsgrader på nära 43 % (Brusstar, 2002a). Detta högsta verkningsgraden som uppmättes var faktiskt något högre än för samma motor körd på dieselbränsle. Vidare experiment visar att man troligtvis kan visa stora förbättringar jämfört med bensin även för blandningar av bensin och metanol ner så lågt som till endast 40% (vol), inblandad metanol (Brusstar, 2002b).

Forskare vid MIT har relativt nyligen visat att en stor förbättringspotential med alkoholer som drivmedel (Cohn, 2005). Teoretiska beräkningar har visat en potential till en minskning av energianvändningen med 25 % för etanol, när bränslets egenskaper vad gäller inre kylning och minskad risk för knackning utnyttjas fullt ut genom överladdning (t.ex. turbo) och minskning av motorstorleken (downsizing). Metanol har i sammanhanget ännu bättre egenskaper än etanol och borde resonemangsmässigt nå ännu längre. De koncept som Saab nyligen diskuterar torde med all sannolikhet bygga på samma förutsättningar som MIT påvisat.

Författarna till denna rapport vill peka på att den potential till lägre energianvändning som påvisats i de studier som diskuterats ovan inte nödvändigtvis kommer att kunna realiseras praktiskt inom en nära framtid. Även om denna potential skulle kunna realiseras fullt ut

kommer likväl den volymetriska förbrukningen att bli högre än för bensin eftersom energiinnehållet för metanol bara är drygt hälften av det för bensin.

3.3.12 Metanol i dieselmotorer

Metanol i en dieselprocess är svår att realisera utan att kraftigt förbättra möjligheterna för bränslet att antända vid önskad tidpunkt. Detta eftersom metanol har ett lågt s.k. cetantal vilket är ett mått på tändvilligheten. Vanliga lösningar är att man antingen tillför tändförbättrare till bränslet, anordnar någon form av hot-spot i förbränningsrummet i form av till exempel ett glödstift eller att man gör plats för ett tändsystem med tändstift. Tillsats av tändförbättrare är ett koncept som används för etanoldrivna bussar i flera städer i Sverige. De övriga två lösningarna kräver större konstruktiva ändringar men möjliggör då också användning av ren metanol (M100).

En nackdel med alkoholer är att de inte är blandningsbara med dieselolja och därför kan detta koncept för privat bruk knappast bli aktuellt för allmän användning förrän efter en introduktionsfas där bränslet blir allmänt accepterat.

3.3.13 Emissioner

Emissioner av skadliga substanser när metanol används som drivmedel är generellt mycket låga men under kallstart kan emissionerna av oförbränt bränsle och formaldehyd tillfälligtvis bli höga. Vid normalt driftvarm katalysator är emissionerna från metanolbränslet mycket låga.

Framförallt NO_x blir med den kallt brinnande metanolen, reducerad. Speciellt gäller detta tunga applikationer där metanol används i konverterade dieselmotorer eller i ombyggda gasmotorer. Det finns även resultat som tyder på att i lägre inblandningar av metanol i bensin får man en något förbättrad startbarhet vid låga temperaturer eftersom metanolen ökar det evaporativa trycket (RVP- Reid Vapor Pressure) under dessa förhållanden. Det är sedan länge känt att etanol har denna egenskap med en maximal höjning av RVP med några procent vid 10 % inblandning.

3.3.14 Undersökning av inställningen till metanol som fordonsbränsle hos ett antal företrädare för industrin.

Tre representanter för fordonsindustrin och två personer representerande den svenska branschorganisationen har intervjuats angående sin inställning till metanol som alternativt drivmedel. Alla de tillfrågade är erfarna kommunikatörer inom fordonsbranschen och har även stor erfarenhet av att agera som remisspersoner för utredningar.

- På Saab/GM har Kjell AC Bergström kontaktats i sin egenskap av teknisk utvecklingschef.
- Hos Volvo i Göteborg har Niklas Gustavsson på Volvo Government Affairs vidtalats om inställning och framtidsperspektiv.
- Hos VW i Södertälje har Anders Norén gett en bild av Volkswagens åsikter i frågan med stöd från VW centralt i Tyskland. Volkswagen representerar i detta fall sju märken i Europa (Volkswagen, Seat, Skoda, Audi, Porsche, Bentley och Lamborghini).
- Vidare har även Ulf Roos och Stephen Wallman hos Bil Sweden gett branschgemensamma åsikter på läget för metanol som fordonsbränsle.

Sammantaget kan dessa fyra organisationers värderingar och framtidssyn nog anses kunna stå som goda representanter för den samlade europeiska personbilstillverkarnas bild av hur framtiden för metanol som fordonsbränsle gestaltas sig.

Samtliga intervjuade tillverkare har erfarenheter från metanol som fordonsbränsle och refererar till satsningen på metanol som gjordes i USA under 80- och delar av 90-talet. Alla ser också att det inom organisationen finns möjligheter att med kort varsel ta fram modellalternativ med kapacitet att klara även metanol som fordonsbränsle.

3.3.14.1 Kjell AC Bergström - Saab/GM Powertrain

Inställningen till alkoholer som fordonsbränslen är inom Saab, inte minst historiskt sett, mycket positiv. Saab Advanced Engineering har gjort prov med metanol ganska nyligen med avsikt att testa katalysatormaterial och liknande för denna typ av bränslen men bara som ett led i att behålla en bred kunskapsbas inför framtiden. Man anser att det inte spela så stor roll vilken alkohol som används utan det viktiga är stabiliteten i inriktningen.

3.3.14.2 Niklas Gustavsson - Volvo Car, Governmental Affairs

Volvo Car är positiva till alkoholer som helhet eftersom de är flytande bränslen. Det gör det enkelt att använda i befintlig infrastruktur vid en ev. övergång. Gustavsson hävdar att Volvo är positivt inställda till låginblandning generellt sett eftersom det är ett mycket kraftfullt sätt att reducera de fossila CO₂ emissionerna. Jämförelser kan göras mellan kostnad för insats hos en strategi som bara går ut på att reducera bränsleförbrukning och den effekt låginblandningen kan få. Låginblandningsstrategin är en ”mycket lågt hängande frukt”.

Volvo är också mycket positiva till förgasningen av svartlut fram till syntesgassteget. Därefter kan det diskuteras vilken vidare process som skall användas. Metanol har i detta fall positiva egenskaper bl.a. produktionsverkningsgraden.

3.3.14.3 Anders Norén – Svenska Volkswagen

Volkswagen satsar brett och är i dagsläget mest inblandade i försöken med syntet och biodiesel. RME och etanol är också vägar som prövas i dagsläget. Metanol har hittills inte funnits med bland satsningarna. Volkswagen gör även stora satsningar på att få ner bränsleförbrukningen på sina konventionella motorer. Man anser även att det först bör göras satsningar på att låginblanda det bränsle som kan komma att bli ett alternativ till de fossila.

3.3.14.4 Bil Sweden

Bil Sweden har inte diskuterat metanol som ett alternativ och då naturligtvis inte heller hur de ställer sig till det. De anser att samma ställningstagande för metanol måste gälla som för etanol, dvs. att det viktigaste är att det förs en långsiktig politik för att gynna alternativen till fossila drivmedel.

Sannolikt är utmaningen betydligt större för regeringar, oljebolag och andra som står för tillverkning och infrastruktur runt alternativa drivmedel än de är för fordonstillverkarna enligt organisationen.

3.4 Distribution och försäljning

Det är i dag enligt SPI inte helt utrett om man med befintlig utrustning kan distribuera, lagra och sälja (pump) vare sig M85 eller M3. Dom flesta tillverkare svarar positivt på frågan om det skulle gå och hävdar att man för säkerhetsskull designar/gör materialval etc. utgående från sämsta tänkbara fall. Å andra sidan finns det i dag enligt SPI i stort sett ingen som på allvar tror att metanol kommer att få det minsta genomslag på marknaden, vilket kan leda till att man överskattar sina egna åtgärder och enligt SPI svarar väl lättvindigt på frågan utan att tänka efter och än mindre gå på djupet i den. Det är vidare troligt att det finns skillnader mellan olika oljebolag, pumpar och cisterner byggda vid tidsmässigt skilda tillfällen och kanske även geografiska skillnader. Detta har dock inte kunnat vare sig bekräftas eller förnekas vid kontakt men några av de oljebolag/distributörer som är verkamma i Sverige. Innan någon kan svara helt säkert på detta och vad som ev. behöver göras måste man på allvar från oljeindustrins sida sätta sig ned och ta tag i den frågan. Naturligtvis är det i huvudsak M85 och M100 detta gäller för men i någon mån skulle det även kunna vara aktuellt för M3. Detta torde man dock inte göra förrän man ser en ev. marknad framför sig.

Vad man dock från SPI:s sida ser som det största problemet med M85 är att man för närvarande bygger ut systemet med E85, Visserligen är det självvalt men valet på E85 har ofta varit lätt jämfört med biogas (mycket högre investering) och M85 är inte aktuellt. När det så kallade pumpkravet är uppfyllt är man naturligtvis ytterst ovilliga att börja introducera M85 pumpar. Skulle en påtaglig efterfrågan uppstå på bekostnad av E85 eller om överhuvudtaget efterfrågan skulle uppstå på grund av exempelvis lågt pris skulle man med största sannolikhet anpassa sig till kundens krav. Detta torde innebära att man i första hand skulle bygga om E85 pumparna till M85-pumpar (om detta verkligen krävs), alternativt om även en kraftig efterfrågan på E85 kvarstod bygga nya M85 pumpar eller vid bränsleflexibla pumpar lägga till M85 som en av tillgängliga kvaliteter. Återigen är det enligt SPI efterfrågan och möjlig marknad som styr.

Man kan lätt se det som att oljeindustrins ”problem” med eller tveksamhet inför, metanol är att man inte kan se någon marknad, det vill säga, hönan – ägget. Det finns ingen anledning att bygga något nytt och kanske inte ens att vid andra nybyggen konstruera eller utreda hur det är med befintliga anläggningar för metanol om det inte finns eller kan skönjas en efterfrågan. Någon sådan efterfrågan ser man inte, snarare tvärtom, se exempelvis förslag till nytt bränsledirektiv inom EU.

Efterfrågan är också enligt SPI:s uppfattning naturligtvis starkt kopplad till möjligheten att köpa fordon godkända för drift med metanol (M85 eller M100). Ett problem med metanol som SPI tror kommer att begränsa bilindustrins vilja att introducera fordon godkända för M85 är emissionerna av formaldehyd, vilket är en aldehyd med relativt kraftig påverkan på omgivningen och då inte minst hälsa. Även etanol d.v.s. E85 ger upphov till aldehydutsläpp fast då i den betydligt mindre hälsopåverkande formen av acetaldehyd. Om inte dessa utsläpp kan begränsas finns det enligt SPI risk i ett framtida ”alkoholsamhälle” för att aldehyderna till skillnad från i dag regleras av statsmakterna och frågan är då vad gäller bilindustrin om de är beredda att ta tag i ytterligare utmaningar när det gäller att minska utsläppen och om de i så fall inte föredrar acetaldehyden vilket på nytt minskar intresset för att titta på möjligheten att distribuera metanol M85. Ytterligare problem som SPI tror begränsar bilindustrins vilja att godkänna eller utveckla fordon för drift med metanol är de problem metanol kan ge upphov till på grund av sin humantoxicitet vid hantering i sam-

band med service och reparationer. Självfallet ser man också det låga energiinnehållet jämfört med bensin och etanol som en försvårande egenskap hos metanol då det skapar behov av större lagringsvolym och ökad transportkapacitet/transportarbete.

Så länge som man inte ser tillgång på fordon och efterfrågan på marknaden vill man från oljebolagens sida enligt SPI inte göra någon satsning på metanol eller ens aktivt diskutera frågan. Även om biltillverkarna skulle gå ut med positiva uttalanden om metanol så kommer man att avvakta efterfrågan från kunderna innan man gör något. Enligt SPI räcker det inte heller räcker med att "bara" SAAB och VOLVO går fram med metanol. Deras andel av vagnsparken är för liten för att motivera att man på allvar tittar på att börja distribuera metanol i Sverige. I så fall måste betydligt fler tillverkare ha metanolkompatibla modeller.

När det gäller låginblandning (M3) tror SPI att man, om det skulle bli aktuellt, skulle vara tvungen att sätta sig ned, oljebolag och bilindustri, för att gemensamt diskutera om biltillverkarna verkligen vill ha M3 och om man från distributörernas/oljebolagens sida verkligen vill distribuera det. Att det finns en standard är enligt SPI inte detsamma som att man är beredd att acceptera den fullt ut i alla lägen (kanske inte vad man säger rakt ut). Se exempelvis ovan vad som sagts om metanol resistent lagrings- och distributionssystem. Som jämförelse kan man ta introduktionen av "Miljödiesel". Densiteten fick enligt specifikationen ligga på lägst 805 g/L. I verkligheten låg den på 840 – 850. När miljödiesel kom låg den just över 805 och klarade standard specifikationen men ledde ändå till en rad problem ute hos användarna. Detta ledde i sin tur till interna samtal och en överenskommelse mellan biltillverkare och oljebolagen om att hålla densiteten på minst 810 (helst 815) trots att specifikationen sa 805. Det är inte säkert att några sådana problem uppstår för M3 men innan man skulle våga acceptera M3 vill man troligen från alla sidor ha en sådan sittning, där ev. problem diskuteras. Ett problem vid låginblandning av metanol, vilket gör att SPI inte ser det som ett troligt alternativ, är ångtrycksproblematiken. Redan i dag vid låginblandning av etanol måste basbensinen ångtrycksanpassas. Enligt SPI kommer förslaget till nytt bränsledirektiv med inblandning på upp till 10 % etanol i bensin att kräva en rad undantag från gällande regler. För metanol skulle denna problematik än mer uttalad vilket skulle kräva längre gående åtgärder eller än mer påtagliga undantag.

Från SPI:s sida förstår man inte heller varför ev. biometanol måste användas till M3 eller M85. Man ser hellre att den används för att göra rapsmetyl ester (RME) eller metyl tertiär butyl eter (MTBE). Enligt SPI finns det i dag inga funderingar i Europa på att fasa ut MTBE. I och med detta kan man med hjälp av MTBE och RME lätt pumpa in den biobaserade metanol som produceras i inledningen av en biometanol introduktion. Detta skulle naturligtvis innebära att man kan lägga planerna på rapsetylester (REE) och en standard (CEN) för detta på hyllan samt att man inte behöver göra något utöver det man redan gjort eller planerar att göra på alternativdrivmedelssidan, 5-10 % RME och 5-10 % etanol. Dessutom skulle man kunna få in mer biodrivmedel i drivmedelspoolen utan att göra några som helst förändringar i fordonen eller distributionsledet då man ersätter en komponent med en precis likadan och då naturligtvis egenskaper hos metanolen som används för att producera MTBE och RME struntar blankt i ålder och ursprung på kolatomen (åtminstone så vitt vi vet i dag).

Samtal med företrädare för vissa oljebolag bekräftar i stort de åsikter som framförts av SPI även om man generellt sett kan säga att de verkar ha en något mer positiv inställning till metanol och inte anser problemen som fullt så svåra. I huvudsak bekräftar man SPI:s upp-

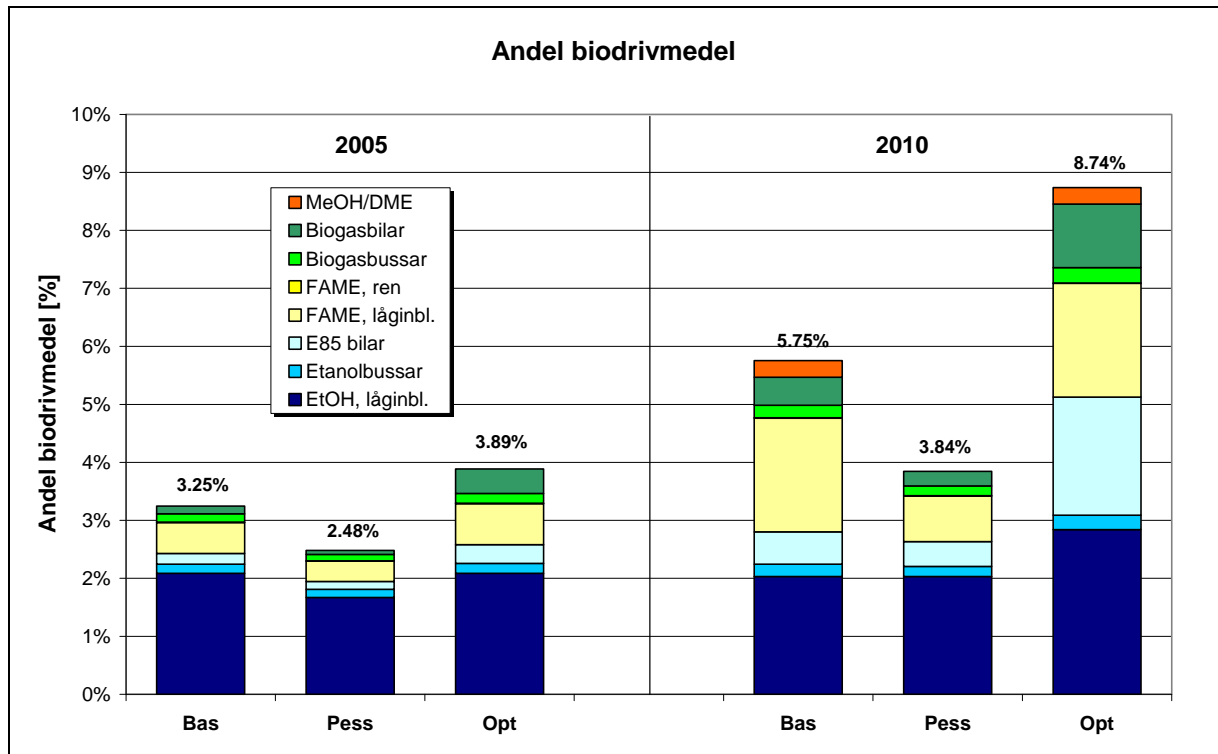
fattning att om det finns efterfrågan (kräver fordon) så kommer marknaden (distributionen).

Sammanfattningsvis kan man säga att oljebolagen även om de ofta hävdar att de i samband med nybyggnation och reparationer/upprustningar anpassat sina system till metanol kanske inte är helt uppdaterade på den sidan och att de nog inte kan förväntas ta tag i frågan fullt ut så länge det inte finns en uppenbar fordonsmetanolmarknad i sikte. Vidare tror man från SPI/oljebolagens sida inte heller att metanol, på grund av ovan redovisade problemställningar, är ett alternativt drivmedel som man kan förvänta sig en efterfrågan på. Inte minst på grund av att det saknas fordon godkända för drift med metanol (M85 eller M100) och då man inte ser någon satsning från fordonsindustrin på fordon godkända för drift med metanol. Däremot verkar man betydligt mer positiva till en ökad användning av RME och MTBE med en produktion baserad på bio metanol, vilket inte är så konstigt då det är en fortsatt användning av två i dag och under vissa regler godkända drivmedel/drivmedelskomponenter.

3.5 Metanol – potential till 5,75 % biodrivmedel år 2010

En viktig utgångspunkt för att introducera ett ”nytt” biodrivmedel som t.ex. metanol vore om det kunde bidra till att Sverige (och EU) når det frivilliga målet i biodrivmedelsdirektivet som syftar till en substitution av bensin och dieselolja som används i transportsektorn med 5,75 % (på energibas). Ett delmål på 2,0 % gällde för 2005. Detta är som bekant ganska svårt mål att nå målet för 2010 och för närvarande tycks endast en handfull medlemsländer ha möjligheter att klara det. Tyskland verkar ligga bäst till (3,75 % 2005) för att klara målet medan Sverige, trots att vi initialt legat långt framme, har en bra bit kvar (2,2 % 2005).

I utredningen om förnybara fordonsbränslen gjordes en uppskattning av möjligheterna för Sverige att nå 5,75 % målet. Tre olika scenarier togs fram; ett basscenario som klarar 5,75 % målet, ett pessimistiskt och ett optimistiskt scenario. Resultaten visas i Figur 1, där också en tänkbar uppdelning på olika användningar av respektive drivmedlen framgår. Det optimistiska scenariot baserades på intressenternas uppskattningar och planer för framtiden. Om alla dessa planer skulle komma att förverkligas fram till 2010 skulle man nå nära 9 % substitution av bensin och dieselolja. Med dagens facit verkar detta scenario knappast trovärdigt men det ger ett mått på optimismen bland företrädarna för alternativa drivmedel.



Figur 1. Drivmedelsscenarier enligt utredningen om förnybara fordonsbränslen.

Målet för Sverige var 3 % till 2005 men ”bara” 2,2 % nåddes. Det finns olika orsaker till att målet inte nåddes men att gå in på alla dessa ligger utanför ramarna för denna studie. Vi kan emellertid konstatera att den största enskilda orsaken var att inblandning av RME i dieselolja inte kommit igång i den omfattning som förväntades när utredningen slutfördes.

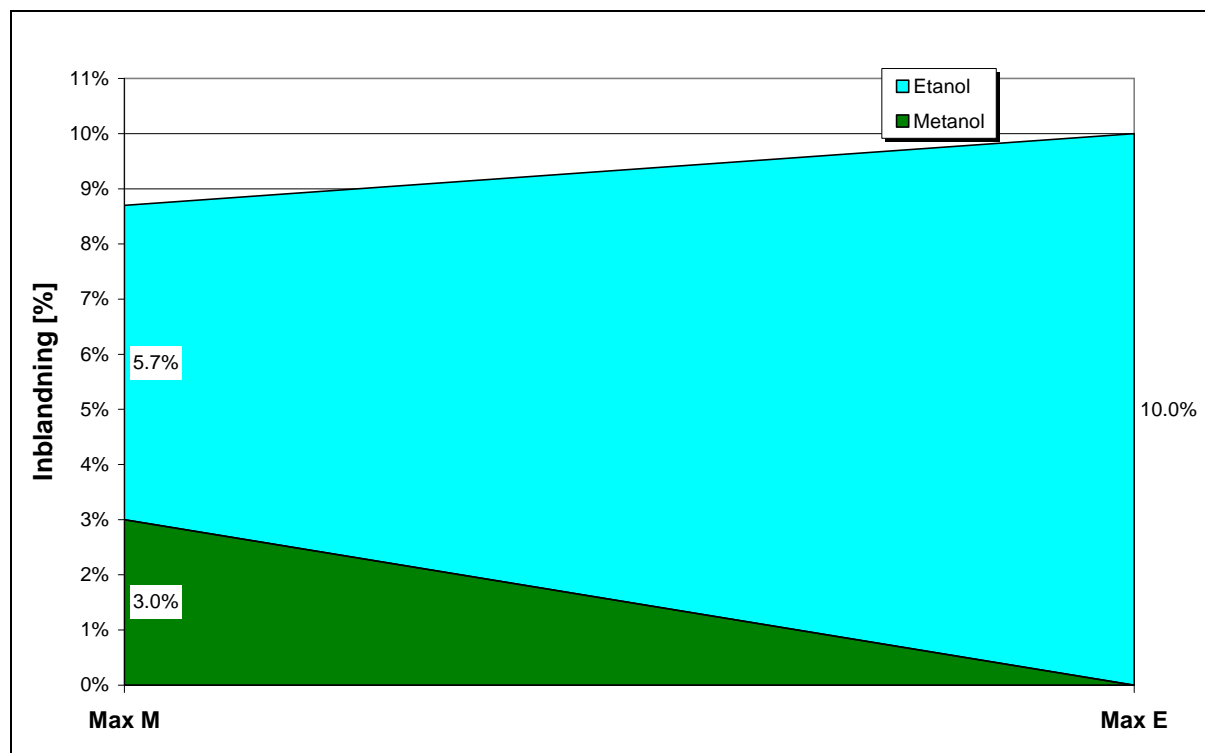
För att nå målet 2010 är en inblandning av 5 % RME i dieselolja en viktig faktor. En ökning av antalet E85- och biogasbilar är en annan viktig förutsättning. Även om försäljningen av miljöbilar ökat avsevärt de senaste åren, påverkas försäljningen kraftigt av varierande ekonomiska förutsättningar. Vintern 2007 var det t.ex. billigare att köra en E85 bil på bensin än på etanol medan förhållandet när denna rapport färdigställdes var det omvända. Försäljningen av biogasbilar har inte ökat i samma omfattning som för E85 och det tycks osäkert om det förväntade genomslaget kan nås för detta drivmedel. Resonemangsmässigt skulle E85- och biogasbilar kunna bidra i betydande omfattning till att målet för 2010 kan nås men då krävs bl.a. att de ekonomiska förutsättningarna är tydliga och långsiktiga. Exempelvis vore införandet av gröna certifikat eller en kvotering (ev. inkluderande handel av kvoter) av det slag som Tyskland nyligen infört två möjligheter att långsiktigt säkra denna konkurrenskraft.

Potentialen till produktion av DME och metanol från svartlut diskuterades mycket inom utredningen och bidraget från dessa drivmedel kom slutligen med i basscenariot. Konkreta planer för att bygga en pilotanläggning i Mörrum till 2009 presenterades av Chemrec under utredningens gång. Efter diskussioner i utredningens expert- och referensgrupper enades ledamöterna om att ta in denna option i basscenariot (Figur 1) då den skisserade utvecklingen verkade trolig. Detta diskuteras vidare nedan.

När nämnda utredning slutfördes spekulerades om att EU skulle kunna tillåta en ökning av inblandningen av etanol i bensin till 10 %. Det verkar nu troligt att denna ökning kommer

att införas i EU:s drivmedelsdirektiv och i bensinspecifikationen. Ifall drivmedelsleverantörerna agerar snabbt och ökar inblandningen kan denna enskilda åtgärd leda till att målet på 5,75 % nås även om utvecklingen för övriga drivmedel inte blir så positiv. Den i Sverige producerade etanolen kommer dock – även med beslutad utbyggnad av kapaciteten – inte att räcka för att täcka detta behov. Ifall import från exempelvis Brasilien i fortsättningen i praktiken förblir ”stoppad” genom höga tullar återstår inget annat än att Sverige ökar sina inköp av etanol från övriga EU medlemsstater. Eftersom Sverige har bättre förutsättningar för en snabb ökning av etanolinblandningen än flera andra medlemsstater (bl.a. tillåts högre ångtryck än på kontinenten) är det ganska troligt att detta kommer att ske. Detta kommer dock på kort sikt bara att leda till en omfördelning av användningen av etanol mellan medlemsstaterna. Den nämnda utvecklingen leder till att Sverige kan nå målet på 5,75 % men att användningen i andra medlemsstater blir lägre än den annars kunde ha varit. I förhållande till målet för ersättning av diesel och bensin på EU-nivå har då inte mycket åstadkommit. Den här skisserade utvecklingen skulle dock kunna leda till ökade etanolpriser, vilket i sin tur skulle kunna leda till att produktionskapaciteten i EU byggs ut.

Man kan konstatera att en ökning av den tillåtna inblandningen av etanol till 10 % medför att någon begränsning som skulle hindra medlemsstaterna att nå målet på 5,75 % inte längre finns. Däremot måste man också notera att produktionskapaciteten för etanol i EU inte på långa vägar kommer att räcka till för alla medlemsstaters behov om 10 % etanol skulle blandas in i all bensin. En möjlighet att nå målet vore om även metanol blandades in i bensinen. I det förslag till nytt direktiv för bensin- och dieselolja som nu diskuteras verkar det som om den nuvarande gränsen för inblandningshalt av metanol på 3 % kommer att behållas. Det maximala syreinnehållet ökas från 2,7 till 3,7 %, vilket motsvarar en inblandning av 10 % etanol. Eftersom metanol innehåller mer syre än etanol per volym- och viktsenhet minskas den totalt tillåtna inblandningen om även metanol blandas in. Ifall 3,0 % metanol blandas in kan ytterligare ”bara” 5,7 % etanol blandas in i bensinen. Detta illustreras grafiskt i Figur 2. I energitermer ser man att en inblandning av 10 % etanol (E10) ger en substitution av bensin motsvarande 6,7 % på energibas medan 3 % metanol och 5,7 % etanol (M3E5,7) substituerar 5,4 %. I en relativ jämförelse minskar alltså den möjliga substitutionen med omkring 20 % i M3 E5,7 fallet jämfört med E10 fallet. Förutsatt att andra tänkbara åtgärder, som t.ex. främst en inblandning av RME i dieselolja, genomförs kan man se detta som en möjlighet som medför att alla medlemsstater kan nå målet på 5,75 %. Dock kan detta inte ske så tidigt som till 2010 eftersom någon nämnvärd produktionen av biobaserad metanol i EU inte kommer igång tills dess.



Figur 2. Tänkbara scenarier för inblandning av etanol och metanol i bensin..

Den i utredningen om förnybara fordonsbränslen antagna produktionen av metanol och DME i Mörrum kommer inte att kunna realiseras av till 2009. Något investeringsbeslut har i alla fall inte tagits av tilltänkta industriparter. Det som nu ligger närmast till hands är att en mindre pilotanläggning uppförs i Piteå där redan en förgasare finns på plats för utveckling av tekniken. Detta skulle också kunna ske före 2010. Volymerna från anläggningen i Piteå blir dock mindre än i Mörrumsfallet och är i praktiken försumbara i jämförelse med målet på 5,75 %. Tanken är också att det mesta av volymen kommer att vara DME. Därmed ser det ut som tämligen uteslutet att någon inhemskt producerad metanol skulle kunna komma ut på marknaden före 2010 och på så sätt kunna bidra till att Sverige når 5,75 % målet. Produktionsplaner för biometanol har på senare tid också framförts av Värmlandsmetanol men även här torde produktionsstarten kunna ske först efter 2010.

Som diskuterats på andra ställen i denna rapport finns i dag bara produktion av biometanol (en viss andel biomasseavfall som råvara) i Schwarze Pumpe, i Tyskland. Produktion av biometanol diskuteras också i Nederländerna. Därmed tycks vissa möjligheter finnas att importera biometanol från EU redan före 2010. Sannolikheten för att detta skulle ske före 2010 måste ändå bedömas som relativt liten.

Metanol kan produceras genom förgasning av svartlut. I Sverige finns idag ett 25-tal kemiska massabruk som, ifall alla skulle ställas om till svartlutsförgasning, skulle kunna bidra med antingen 10-15 TWh el eller drivmedel, metanol eller DME, motsvarande mer 25 % av det årliga drivmedelsbehovet i Sverige med ett ekonomiskt "break-even" motsvarande ett råoljepris på 30 USD/fat (Chemrec, 2005). Denna produktionspotential ligger dock bortom 2010. För massabruken är det dock nödvändigt att ersätta denna energi med annat energilag då svartluten används i processen och alltså inte är en outnyttjad resurs.

3.6 Produktionsprocesser och anläggningar i drift

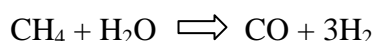
3.6.1 Naturgas som råvara

Metanol tillverkas från olika råvaror via så kallad syntesgas. Syntesgas är en blandning av kolmonoxid (CO) och vätgas (H₂). Förhållandet mellan CO och H₂ är avgörande för effektivitet i och utbyte från processen.

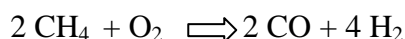
I dag är naturgas den viktigaste råvaran för produktion av syntesgas och via syntesgasen metanol. Metanol kan dock tillverkas av i stort sett vilken kolinnehållande råvara som helst möjlig att förgasa. Under många år har exempelvis kol varit den huvudsakliga råvaran för produktion av syntesgas i Sydafrika (Sasol) även om man sedan inte valt att producera metanol utan Fischer Tropsch produkter. I och med detta är det såklart också så att mer eller mindre alla typer av biomassa kan användas för att producera metanol via vägen över förgasning, rening, reformering och skiftning till syntesgas.

För att överföra naturgas/metan/gas från förgasad kol till syntesgas används någon av följande processer:

Vid ett tryck av 10-20 atm och en temperatur på drygt 850°C får metan reagera med ånga i närvaro av en katalysator (vanligast nickel) i syfte att producera syntesgas. Detta sker enligt reaktionsformeln nedan. Processen är endoterm och kallas allmänt steam reforming/ång reformering.

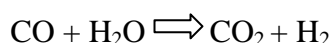


Metan kan också genom partiell oxidation med syre, vilket är en exoterm reaktion, reagera till syntesgas enligt följande formel:

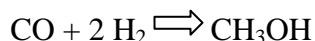


Genom att kombinera dessa båda möjligheter kan den värme som avges i den exoterma reaktionen användas för att driva den endoterma reaktionen.

Förhållandet mellan CO och H₂ kan sedan justeras genom en så kallad shift reaktion för att uppnå det önskade förhållandet för metanolsyntesen:



Syntesgasen dvs. kolmonoxiden och vätgasen fås sedan att reagera på ytterligare en katalysator till metanol



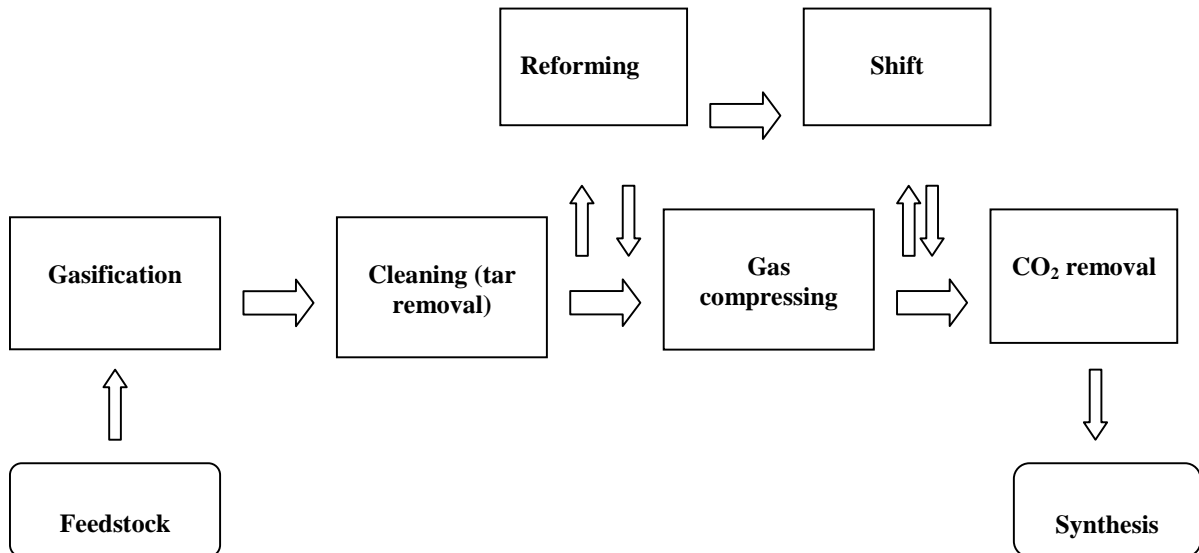
Katalysatorn är idag oftast en blandning av zinkoxid och aluminium. Den katalytiska reaktionen sker vid ett förhöjt tryck på mellan 50 och 100 atm samt en temperatur på ca 250°C. Selektiviteten under dessa omständigheter är relativt god.

Då produktion av syntesgas från metan ger upp hov till 3 molekyler vätgas för varje molekyll av kolmonoxid samtidigt som metanolsyntesen bara förbrukar 2 molekyler av vätgas för varje molekyll metanol som produceras uppkommer ett överskott av vätgas. Den vätgasen kan antingen reagera med den koldioxid (CO₂) som shift reaktionen ger upphov till alternativt kan man tillföra koldioxid, på så sätt att mer metanol bildas enligt reaktionsformeln



3.6.2 Förgasning av fasta ämnen

Förgasningen av kol eller biomassa inklusive rening, reformering och shiftning kan åskådliggöras enligt nedan (Figur 5):



Figur 3. Förgasningsprocessen inklusive rening, reformering och shiftning.

Produktion av metanol från syntesgas är en välkänd teknik vilken finns tillgänglig på den kommersiella marknaden. Vill man tillverka metanol från naturgas är också stegen för själva metanolsyntesen få och av enklare beskaffenhet. Det är först när man kommer till att producera syntesgas från en annan råvara som kol eller biomassa som komplexiteten ökar påtagligt. Generellt sett kan man säga att de förberedelser som krävs för att få fram den färdiga syntesgasen är den mest kostnads krävande delen av hela metanolproduktionsanläggningen vad gäller investeringar samt att det är den delen av anläggningen som vid drift använder mest energi. Detta gör det viktigt att noga studera och överväga hur förgasningen m.m. skall genomföras och hur detta påverkas av valet av råvara.

Förgasningsprocessen i sig är en reaktion mellan råvaran och vätgas (ofta vattenånga) och/eller syrgas. Slutprodukten efter förgasningen men före reformering och shiftning innehåller i huvudsak vätgas, kolmonoxid, koldioxid och metan.

Syrgasblåst förgasning är att föredra då kvävet vid en luftblåst process kommer att byggas upp som en inert på grund av gasrecirkulation. Likaså är trycksatt förgasning att föredra framför förgasning vid atmosfäriskt tryck. I tabellen nedan (Tabell 5) redovisas några för och nackdelar vid olika parameterval vid förgasning.

Tabell 5. För och nackdelar vid olika parameterintervall vid förgasning.

Pressurized	Atmospheric
+ Less costs at larger scale	+ Less costs at small scale
+ Small upstream equipment	- Larger upstream equipment
- Higher costs at small scale	
Oxygen blown	Air blown
+ No build up of N ₂	+ Less costs
- Expensive air separation plant needed at small scale plants	- Build up of N ₂
	- Large upstream equipment

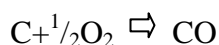
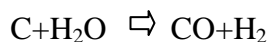
Efter förgasningssteget men före reformering och shiftning krävs oftast rening av gasen från exempelvis svavel, partiklar etc. Naturligtvis är detta starkt beroende av råvaran och dess innehåll av "föroreningar" men att man helt skulle kunna utesluta gasreningssteget verkar mindre troligt.

3.6.2.1 Förgasning av kol

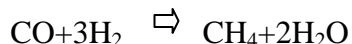
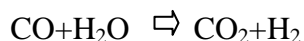
Förgasning av kol kan delas upp i 4 olika processteg:

- Torkning
- Pyrolys till gas, tjära och fasta pyrolysisrester
- Förgasning eller partiell oxidation av de fasta pyrolysisresterna och pyrolystjäran
- Förbränning av kol i en omgivning av luft/ånga eller sygas/ånga

Använder man syrgas och ånga kommer de kemiska ånga/kol och partiell oxidation reaktionerna inledningsvis att se ut enligt följande:



Detta kommer att följas av vattengas shiftningen och metaniseringen enligt följande:



Redan här kan man alltså genom shiftnings reaktion påverka förhållandet CO och H₂ i den slutliga syntesgasen.

Det finns i dag en mängd olika typer av förgasare lämpliga för förgasning av kol. Dom kan delas in i följande tre huvudkategorier:

- "Fixed bed" eller "Moving bed"
- "Fluidised bed"

- “Entrained flow”

Det som skiljer dem åt är huvudsakligen reaktorbäddens utformning och funktion. Man brukar också skilja på hur ånga/syre till förs till förgasaren – motströms eller medströms. Även beroende på temperatur görs viss klassificering/uppdelning.

3.6.2.2 Förgasning av biomassa

När det gäller förgasning av biomassa så är det naturligtvis så att biomassan kan vara hur heterogen som helst, jämfört med kol. Samtidigt är det naturligtvis också så att ju mer homogen och inte minst desto renare den är desto enklare förgasning och desto bättre syntesgas kan man få ut av den.

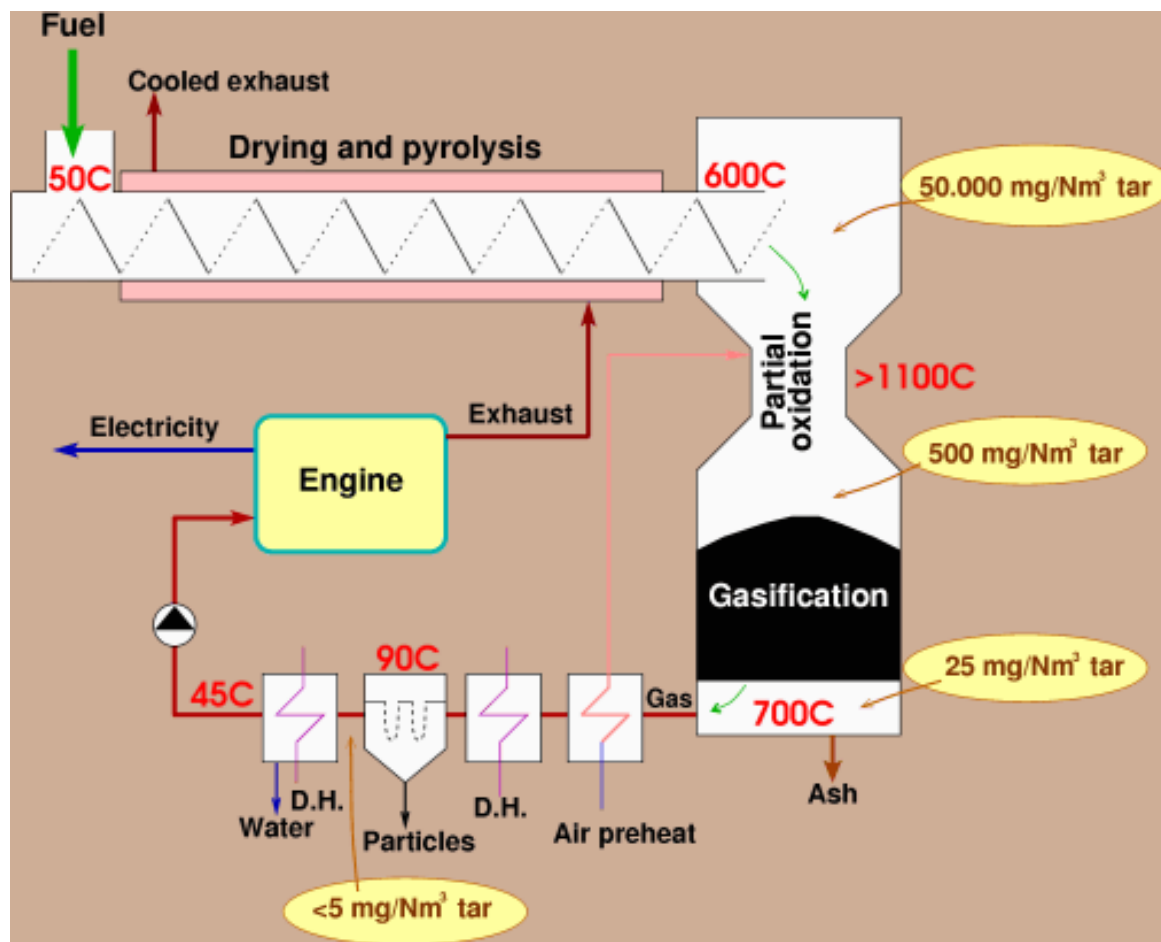
Biomassan måste oavsett ursprung anpassas till förgasningen på så sätt att den ”delas upp” i jämnstora bitar av en för förgasaren optimal storlek samt att större föroreningar så långt möjligt avskiljs. Likaså är det viktigt för energieffektiviteten i processen att biomassan torkas ner till en för förgasaren lämplig fukthalt. Detta kan ev. ske med hjälp av restgaser eller lågkvalitetsånga från processen i övrigt.

Efter torkning av biomassan är det första egentliga processteget pyrolysning vid ungefär 230°C varvid termiskt ostabila komponenter som lignin i ved flis bryts ned och avgår som lättflyktiga komponenter. Pyrolysgasen innehåller sedan i huvudsak tjära, polycykliska aromater (PAH), metan (CH₄), ånga och CO₂. Den egentliga förgasningen sker sedan vid ca: 700°C varvid de kvarvarande pyrolyresterna genom reaktion med luft/syre och ånga. Rågasen efter förgasningen innehåller därefter i huvudsak CO, CO₂, CH₄ och H₂.

Förgasning av biomassa kan genomföras med såväl ”Fixed bed” som ”Fluidised bed”. Även här kan man välja att använda sig av motsröms eller medströms tillförsel av luft/syre/ånga.

Danmarks Tekniska Universitet i Köpenhamn (DTU) har forskat på biomassa förgasning under många år i syfte att ta fram kunskap och erfarenhet till utvecklingen av teknik för termisk förgasning av biomassa anpassad till olika slutanvändningsområden.

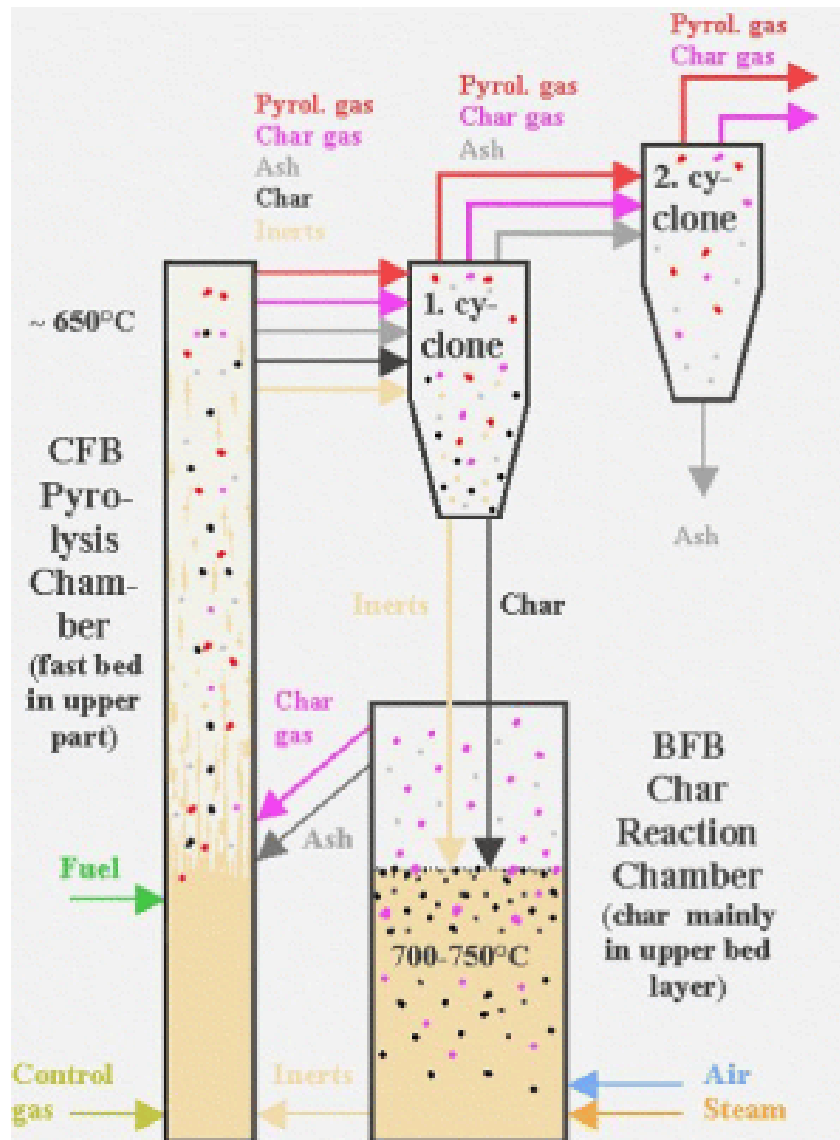
På DTU finns i dag flera förgasare. Dels finns en tvåstegsförgasare i vilken pyrolys och förgasning sker i två separata reaktorer med en intermediärt hög temperatur zon i vilken tjärorna från pyrolysen bryts ned (Figur 6).



Figur 4. Tvåstegsförgasare vid DTU, Danmark.

Biomassan kan innehålla upp till 45 % fukt, pyrolysen sker sedan vid ca 600°C under 30 till 60 minuter följt av den partiella oxidationen som sker vid 1150-1400°C och slutligen följs av den verkliga förgasningen vid 600 till 700°C. Efter kylning till ca 90°C renas gasen och kyls ytterligare ned till ca 45°C.

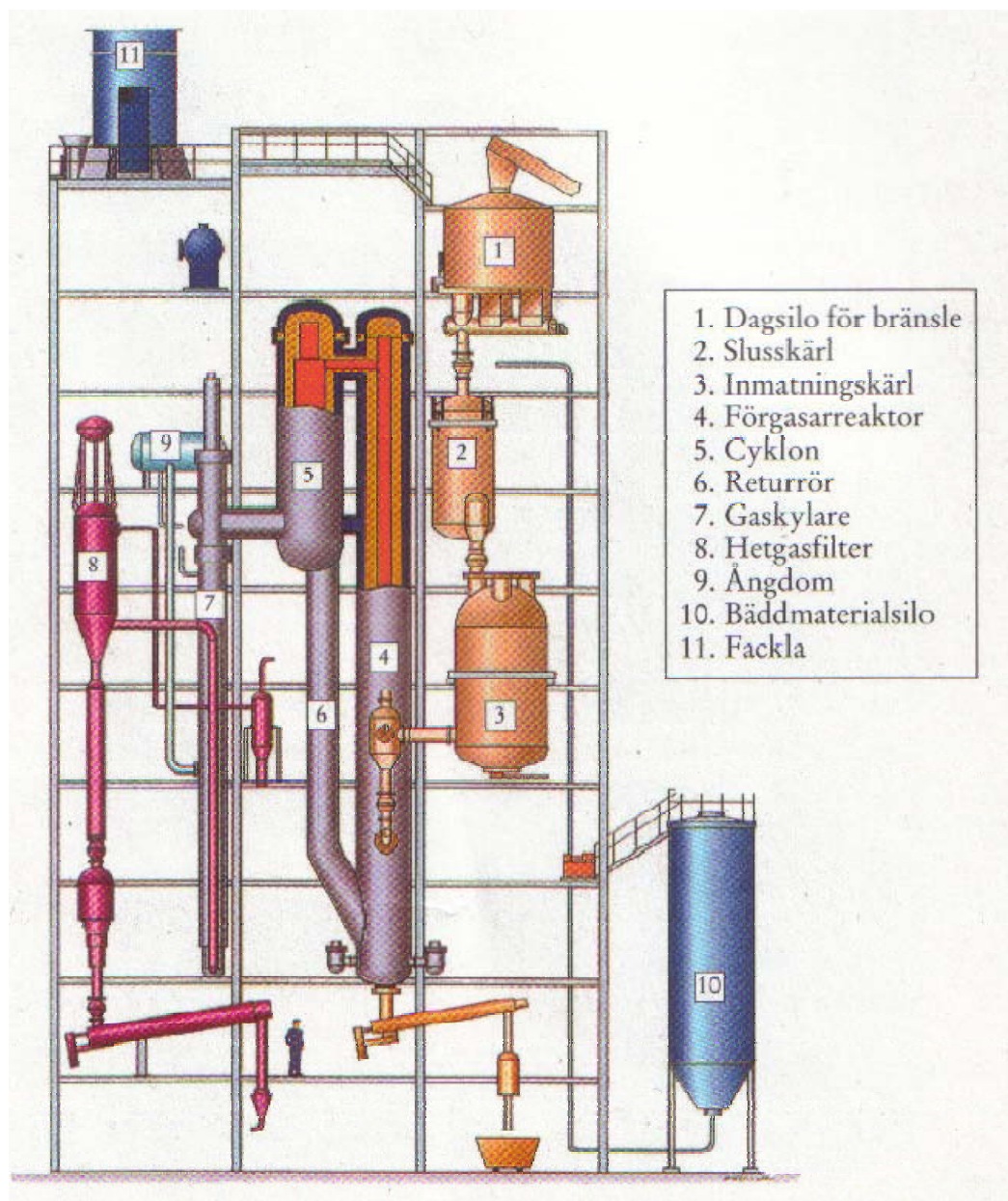
Vid DTU finns också en Low Tar-CFB förgasare (Figur 7). Pyrolysen sker här vid ca 650°C följt av förgasning av pyrolysuresterna i en bubblande fluidiserad bädd vid ca 730°C. Avsikten med utvecklingen av denna förgasare är att kunna förgasa så kallade svåra biomassor som exempelvis halm och grisavföring.



Figur 5. Low Tar-CFB förgasare vid DTU, Danmark.

I Värnamo i Sverige bedrivs forskning och utveckling av förgasning av biomassa. Tidigare har avsikten varit att använda gasen i en gasturbin för produktion av elektricitet. Idag är dock verksamheten inriktad på att gasen skall användas för produktion av drivmedel, främst DME. Detta innebär att den befintliga förgasningsanläggningen (Fluidised bed) måste byggas om till trycksatt syrgasblåst förgasning.

Flisad ved som är den huvudsakliga råvaran torkas till en fukthalt på 5 till 20 % varefter den förgasas vid en temperatur på ca 950 till 1000°C och 18 bars tryck (Figur 8).



Figur 6. Förgasaren i Värnamo, Sverige.

I Piteå vid Smurfit Kappa sulfatmassa fabrik finns en forskningsanläggning för förgasning av svartlut från sulfatprocessen. Anläggningen ingår i ett EU ALTENER projekt "Black liquor Gasification with Motor Fuels Production BLGMF". Projektet startade 2002 och drivs av ett konsortium med deltagare från såväl industrisidan som oljebolag och forskningsinstitut. Syftet är att kunna öka effektiviteten i energiåtervinningen från svartluten genom förgasning samtidigt som kemikalierna fortsatt kan återvinnas för massaprocessen. Gasen från förgasningen kan sedan användas för olika ändamål även om man i nu läget främst ser på möjligheten att tillverka DME alternativt metanol.

3.6.2.3 Rening av rågasen

Rågasen måste i stort sett alltid renas, i vart fall då råvaran är kol eller biomassa, innan reformering och eventuell shiftning. Typiska föroreningar som måste avskiljas är:

- Partiklar
- Alkali föreningar
- H₂S
- HCL
- NH₃
- HCN
- Tjära

Den främsta anledningen till att rena gasen är att dessa föroreningar kan förgifta de katalysatorer som krävs för reformeringen och själva metanolsyntesen. Men även andra negativa effekter som kondensering på reaktorväggar och igensättning av filter på bli följden av dem.

Två viktiga tekniker för gasrening är fuktig lågtemperaturrening och torr hetgasrening. Den första av dessa tekniker kan schematiskt beskrivas enligt nedan (Figur 9).



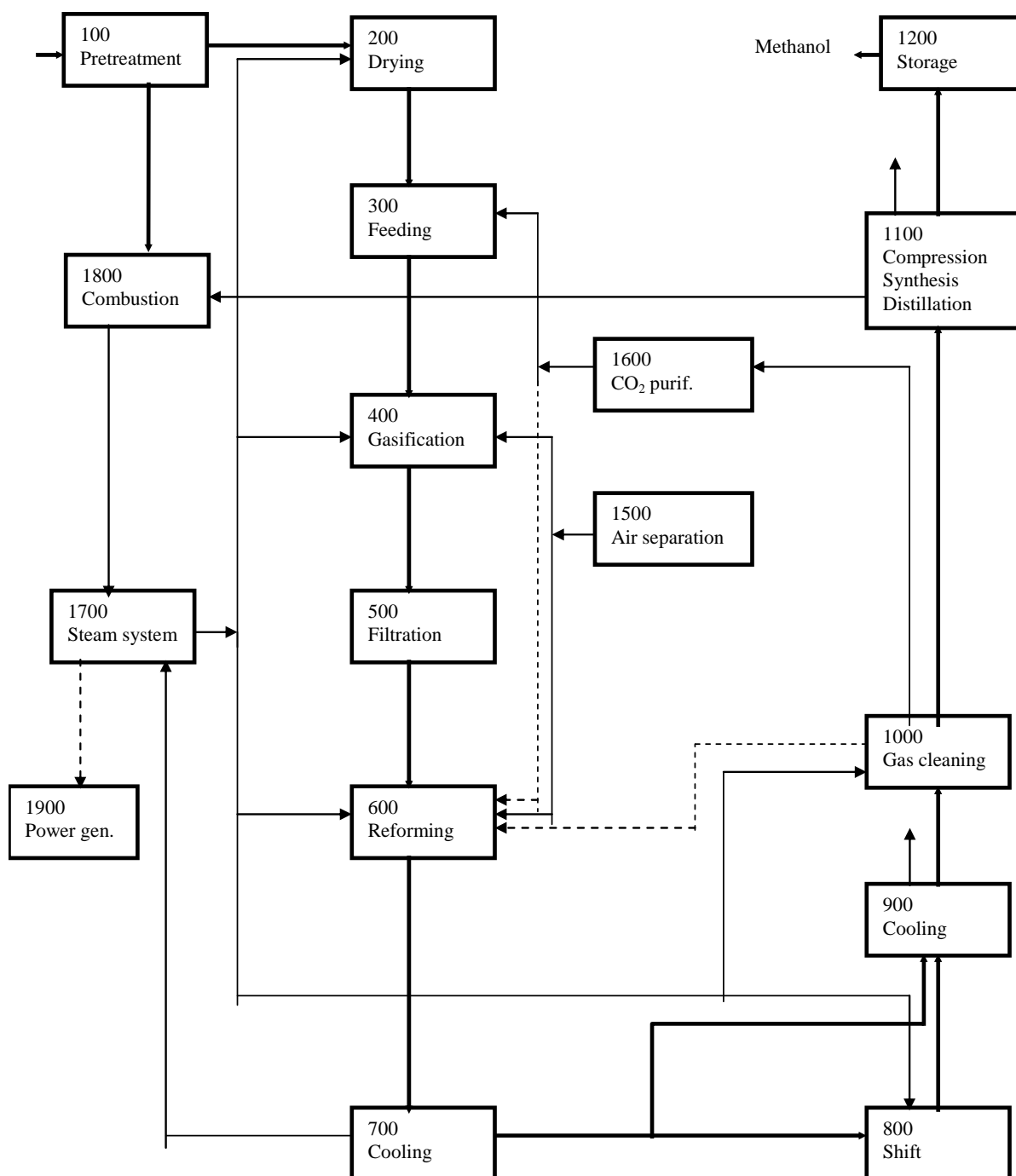
Figur 7. Fuktig lågtemperaturrening.

Denna teknik används i allmänhet om gasen skall användas i en gasturbin. Däremot är den otillräcklig om gasen skall användas för produktion av metanol. Skall gasen användas för produktion av metanol krävs den andra tekniken i vilken de heta gaserna renas i ett flertal filter och separationsenheter med fortsatt hög temperatur genom hela reningsprocessen. Denna teknik kan vidareutvecklas genom kombination med särskilda enheter för tjärvskiljning alternativ nedbrytning av tjära. Exempel på sådana tekniker är bl.a.:

- Värme krackning
- Katalytisk krackning
- Skrubbing (tvättning med oljebaserad vätska)

3.6.2.4 Produktion av metanol ur vedråvara

Nedan redovisas ett generellt flödesschema för produktion av metanol ur vedråvara (Figur 10).



Figur 8. Processchema för produktion av metanol från vedråvara.

Innan förgasningen bör vedråvara ur energieffektivitetssynpunkt torkas till en fukthalt under 10 %. Storleken på vedråvaran till förgasningen bör inte heller överskrida 10 mm vilket medför att normal träflis inte kan användas. Biomassan förgasas därefter med hjälp av syrgas och ånga till rågas såsom beskrivits enligt ovan. Rågasen renas därefter från fasta restämnen/partiklar varefter gasen ångreformerar i syfte att uppnå förhållandet 4:3:2 mellan H_2 , CO och CO_2 . För metanolsyntes krävs dock ett $H_2:CO$ förhållande större eller lika med 2:1. För att uppnå detta genomförs en partiell shift reaktion efter att gasen kylts i en ångreaktor där CO reageras med tillfört H_2O till CO_2 och H_2 . CO_2 avlägsnas sedan in en

konventionell gas tvätt och återanvänds för att delvis användas som inertgas i systemet för tillförsel av råvara.

Metanolsyntesen är en exoterm katalytisk syntes som körs vid hög temperatur och högt tryck och kräver recirkulering av orenad syntesgas i en så kallad "loop". I och med detta måste en viss mängd gas "blödas ut" för att undvika att koncentrationerna av ev. föroreningar eller i övrigt oönskade ämnen byggs upp till en oacceptabel nivå samt för att uppnå så hög energieffektivitet som möjligt räknat på energiinnehållet i syntesgasen. Den gas som "blöds ut" återanvänds för ånggenerering. För att inte förorena dagens katalysatorer av koppar/zink/aluminium krävs låga halter av svavel och klorid. Likaså är temperaturkontrollen viktig.

Då metanolsyntesen genomförs vid ett tryck på 5-10 MPa kan det vara fördelaktigt att trycksätta hela processen. På det sättet undviker man trycksättning av en gas med högt väteinnehåll samtidigt som hela processen efter förgasningen vinner att att ske vid övertryck.

Utöver vad som redovisats ovan kan man även behöva ett steg i vilket tjärgas och tjära bryts ned. Detta kan eventuellt ske i närvaro av en katalysator under ångreformeringssteget.

I Tabell 6, nedan, redovisas några osäkerhetsfaktorer, påverkan på investerings och produktionskostnader. Tabellen är tagen ur en rapport "Methanol and ethanol from biomass" framtagen av Atrax Energi AB på beställning av Energimyndigheten år 2000.

Tabell 6 Sammanfattning av möjligheter och osäkerheter för de olika metanolprocesserna

Item	Uncertainty	Effect on investments	Effect on production costs	Comment
Pretreatment	Milling required or not	large	potentially large	Milled material such as sawdust should be more expensive than wood residues, etc.
Drying	Option between flue gas dryer and steam dryer	medium-small	medium	Requires an optimisation.
Gasification	Pressure, feeding system, equipment	(very) large	medium-small; inert gases, etc	No relevant gasifier has been demonstrated in large scale.
Gas cleaning	Reliability and access	Small	medium-small	With present filters they are almost considered an operational cost due to wearing.
Reforming	Reasonably well demonstrated	-	May have effect on the efficiency of the process	If tars, etc are not converted they effect a loss of material.
Compression	Compressor technique	Medium	-	Requires an optimisation of the gasification pressure versus compressor requirements
Steam and power production	Option between internal production and purchased power	Large	potentially large	Requires an optimisation in relation to power prices, raw material prices, etc

Energieffektiviteten för metanol från vedråvara har uppskattats flera gånger och ligger med största sannolikhet på ca 50-60 %, tillförd energi ej inräknad. Det vill säga energi i metanolen i relation till energi tillförd med råvaran. Detta med för att för att utvinna 1 kg metanol krävs ca 2,1 kg vedråvara alternativt 1 liter metanol fås av 1,7 kr vedråvara (50 % fukthalt). Till detta kommer att varje liter metanol kräver ca: 0,5 kWh i tillförd energi utöver energin i råvaran (el, ånga etc).

Utöver den energi som finns i metanolen får man också som biprodukt varmt vatten (över 80°C). Det varma vattnet kan med fördel säljas som fjärrvärme om ett sådant nät finns tillgängligt. Eventuellt kan man också genom kombination med kraftvärmeproduktion tillgodogöra sig det varma vattnet för kraftproduktionen. Båda lösningarna indikerar att tillverkning av metanol med fördel bör samlokaliseras med kraft och värmeproduktion i ett större kombinat.

3.7 Internationell överblick kring intressen och initiativ

Genomgången nedan har inte som ambition att vara heltäckande i den mening att alla anläggningar för produktion av drivmedelsmetanol anges eller att samtliga projekt där man har för avsikt att framställa metanol som drivmedel räknas upp. Det finns exempelvis ett stort antal anläggningar vilka befinner sig på forskningsnivå eller som befinner sig på pilotstadiet eller fungerar som demonstrationsanläggningar. Flertalet av dessa är inte specifikt dedikerade till att producera metanol utan kan istället producera DME, Fischer-Tropsch eller vätgas.

Metanol anses ofta vara en potentiell kandidat för att bryta oljeberoendet i drivmedelssektorn vilken även skulle kunna öka flexibiliteten och diversifieringen i bränsleförsörjningen. Bränslet kan, som ovan beskrivits, produceras genom förgasningsteknik från ett brett spektra av olika såväl fossila som förnyelsebara kolkällor: kol, gas, biomassa eller avfall. För länder med ingen eller otillräcklig inhemsk oljeproduktion kan därför metanolproduktion från inhemska råvaror vara intressant. I exempelvis Kina, som har världens tredje största kolreserv på 126 miljarder ton (USA och Ryssland med respektive 270 och 176 miljarder ton) är produktion av drivmedelsmetanol från kol ett alternativ som företräds av starka intressen och ett antal olika produktionsanläggningar är idag byggda, under konstruktion eller i planeringsstadiet. Även i Indien finns dessa tankegångar och förslag har lagts fram att producera drivmedel från kol men då främst att producera Fischer-Tropsch diesel och gas och inte metanol (www.greencarcongress.com). Metanol producerat från kol är dock ett fossilt alternativbränsle.

I princip skiljer sig inte produktionen av biometanol sig från produktionen av fossil kolbaserad metanol. I ett par avseenden finns det dock skillnader. En av dessa skillnader gäller skalan på anläggningarna där de fossilbaserade produktionsanläggningarna vanligtvis är mycket stora medan de biomassbaserade produktionsanläggningarna sällan blir större än ett typiskt pappersmassa eller pappersbruk. En begränsande faktor för anläggningar vilka använder biomassa kan vara tillgängligheten på rimligt prissatt biomassa.

3.7.1 Kina

I takt med den kinesiska ekonomins tillväxt och dess ökade behov av energi finns en strävan att säkerställa det framtida energi och drivmedelsbehovet. Att i det sammanhanget utnyttja de inhemska energikällorna såsom kol för att producera drivmedelsmetanol är för Kina ett attraktivt spår. Produktionen av kolbaserad metanol skall ske genom förgasning vilken ger en syntesgas som är lämplig för att framställa olika bränslen vilket även inkluderar DME och Fischer-Tropsch diesel eller som råmaterial för kemisk industri. Producerade bränslen är dock fossila alternativbränslen.

Kina har nyligen (november 2006) antagit en nationell standard för metanol som fordonsbränsle vilken dock ännu inte är officiellt bekräftad (Mc Gregorin, 2006).

Enligt NDRC (National Development and Reform Commission) kommer man att investera motsvarande 128 miljarder dollar för att utveckla kolbaserade syntetiska bränslen. I juli 2006 beslutade den kinesiska regeringen att man inte kommer att godkänna kol-till-metanolanläggningar som producerar mindre än en miljon ton per år för att säkerställa stordriftsfördelar med avseende på energiutbyte och miljöhänsen (Chinaview, 2006).

Till år 2020 skall den mesta sålda bensinen i Kina utgöras av M15 med en gradvis implementering från dagens bränslekvaliteter (methanol.org).

Kinesiska företag har metanolfabriker under konstruktion eller som väntar på godkännande vilka under perioden 2011 till 2013 förväntas ge en sammanlagd produktion motsvarande 10 % den kinesiska oljekonsumtionen (Mc Gregorin, 2006).

Målet är att vid sidan om DME och Fischer-Tropsch bränsle producera 66 miljoner ton metanol årligen år 2020. Den mesta metanolen, 10 miljoner ton/år, kommer att produceras i östra regionen av Inre Mongoliet (Chinaview, 2006) vilket kommer att transporteras till den nordöstra Liaoning provinsen via en pipeline som beräknas kosta i storleksordningen 5 miljarder kronor att färdigställa.

Flera av Kinas kolrika provinser har under de senaste åren i otålighet inför Pekings beslut om godkännande av metanol som fordonsbränsle antagit interrimsregler för metanol. År 2005 blandades en miljon ton metanol till M10 i bensen i 8 olika kinesiska provinser (methanol.org). En av dessa provinser är det kolrika Shaanxi, i centrala Kina, med ungefär en fjärdedel av Kinas totala kolproduktion. I arbetet att introducera metanol som fordonsbränsle har man bland annat givit metanolbränslebilar fri passage på provinsens betalvägar. I Shaanxi har man två olika bränslestandarder, M15 och M85 och opererar idag bl.a. ca: 100 bussar på M85 (Mc Gregorin, 2006).

Metanol som alternativt fordonsbränsle till konventionell bensen och diesel står dock inte oemotsagt i Kina som idag (2006) med hjälp av statliga subventioner producerar 1,3 miljoner ton etanol per år för låginblandning i bensen (10 %). Därmed är Kina världens tredje största drivmedelsetanolproducent efter USA och Brasilien. Etanolindustrin som för närvarande är starkt expansiv för fram argumenten att metanol till skillnad från etanol är giftigt och korrosivt. Etanolindustrin står dock i konflikt mellan ambitionen att säkra försörjningen av drivmedel såväl som av livsmedel (DJES, 2006).

3.7.2 Nederländerna

I Nederländerna har Methanors befintliga produktionsanläggning för metanol i Delfzijl, Nederländerna, sålts av Akzo Nobel till ett konsortium, MCN (Methanol Chemie Nederland) som har för avsikt att ställa om den naturgasbaserade produktionen till biometanol (econcern, 2006). Metanolen skall användas till låginblandning i fordonsbränsle. Som råvara skall glycerol (en biprodukt från biodieselproduktion) användas. Priset på glycerol har sjunkit till följd av den allt högre produktionen av biodiesel. Initialt skall fabriken producera 500 kton biometanol årligen med en framtida produktion på 1 miljon ton metanol per år. Den uppskattade metanolbränslekonsumtionen i Nederländerna för år 2007 ligger på 270 kton varför överskottet skall säljas till andra europeiska länder.

Drivkraften bakom detta initiativ är det allt högre priset för naturgas, det högre värdet för förnyelsebara drivmedel samt EU:s och den Holländska statens målsättning att införa 5,75 % biodrivmedelsinblandning till år 2010.

3.7.3 Tyskland

Choren har testat att tillverka metanol från biomassa i en pilotanläggning i Freiberg. Anläggningen är på 1 MW med en kapacitet på 80 liter metanol per timme. Efter att initialt ha demonstrerat att metanolprocessen fungerar producerar Choren numera endast Fischer-Tropsch diesel vid anläggningen. Deras produkt kommer inte att säljas på den öppna marknaden under i vart fall 2007 utan är reserverad för försökskörningar med fordon från Volkswagen/Daimler-Chrysler.

Det produceras i dag metanol vid en ombyggd brunkolseldad förgasningsanläggning i Schwarze Pumpe (Sekundärrohstoff-Verwertungszentrum Schwarze Pumpe). Sedan 1995 har man haft inriktningen att förgasa fast och flytande avfall som exempelvis flis, avloppsslam och hushållsavfall. För detta syfte har man flera olika förgasare av varierande typ. Sedan 1996 tillverkar man ca 100 000 ton metanol per år från det förgasade avfallet. Restgaserna från metanolanläggningen gåt till en gasturbin och den tillverkade metanolen har en renhet på >99,9 % (van der Drift och Boerrigter, 2006).

Tekniska universitetet i Freiberg driver tillsammans med Lurgi sedan ett par år en trycksatt syrgasdriven förgasningspilotanläggning i Freiberg på ca 5 MW som bara klarar flytande bränslen som olje- och kolslurries. Det finns dock planer på att bygga en 10 MW pilotanläggning med en trycksatt syrgasdriven förgasare för förgasning av biomassa, kol och avfall. I ett första steg planerar man att omvandla syntesgasen till metanol för att senare gå vidare med produktion av syntetisk bensin och diesel från metanolen. Egenskaperna för dessa drivmedel är snarlika de för Fischer-Tropsch diesel och Fischer-Tropsch bensin även om processen inte är densamma.

3.8 Kostnadsläget – kort och medellång sikt

År 2000 lät Energimyndigheten Atrax Energi göra en beräkning av kostnaderna för att bygga och driva en metanolfabrik med biomassa/ved som råvara och en årlig förbrukning av 500 000 ton torr biomassa/ved, alternativt 1000 000 ton biomassa /ved med 50 % fukthalt och en årlig produktion på ca 250 000 ton (300 000 m³) metanol.

Den totala råvarumängden motsvarar en förbrukning av råvara på ca 65 alternativt 125 ton per timme, vilket motsvarar en mellanstor svensk pappersmassafabrik. Produktionen på ca 300 000 m³ metanol per år representerar en relativt liten produktionsenhet jämfört med de flesta existerande naturgasbaserade produktionsanläggningarna.

Nedan redovisas de huvudsakliga slutsatserna från denna rapport vad avser investering och driftskostnader.

Naturligtvis bygger rapporten på delvis mycket osäkra uppskattningar men de var dock de bästa uppskattningar som då lät sig göras. Även om det förflutit 6 år sedan dess så är de nedan redovisade uppskattningarna/kostnaderna fortfarande fullt relevanta. I de fall där så bedömts lämpligt har rapportens värden justerats med utgångspunkt från nuvarande kunskaps- och kostnadsläge. Dock bör man också beakta att skillnaden i dollarkurs (USA) då och nu kan påverka kostnadsläget ytterligare. Runt 2000 till 2002 låg dollarn på drygt 10 kr för att nu ligga på ca 7 kr.

3.8.1 Investeringskostnader för intag och förbehandling

Investeringskostnaden för intag av råvara, inkluderande utrustning för avlastning och lagring, är svåra att uppskatta utan en exakt uppgift om vilken råvara det handlar om (sågspån, skogsavfall, flis etc.), var fabriken i fråga är belägen och vilken typ av logistik som är aktuell (lastbil och/eller tåg och/eller båt). Grovt kan dock kostnaden för ovan nämnda fabrik (1 000 000 ton biomassa/ved med 50 % fukthalt) uppskattas till mellan 15 och 20 miljoner USD. Detta motsvarar en investering på 0,035 USD per kr torr biomassa/ved per år.

Investeringskostnaden för förbehandling avseende torkning och malning kan mot beaktande av liknande verksamhet vid bränslefabriker (pellets etc.) uppskattas till ca 15 USD/MW, där merparten utgör kostnader för torkning. Detta motsvarar 0,075 USD per kg torr biomassa/ved per år, av vilket ca 0,05 åtgår för torkning.

3.8.2 Investeringskostnad i fabrik

Under 1980-talet byggdes en rad metanolfabriker baserade på naturgas. De flesta av dessa hade ungefär samma processdesign. Den genomsnittliga investeringskostnaden för dessa låg då på ca 0,5 USD per kg metanol per år (självfallet varierade dock investeringskostnaden beroende på lokalisering Europa, mellanöstern o.s.v.).

Jämfört med i dag har både ränteläge och kostnadsläge förändrats och det är svårt att säga exakt hur mycket och åt vilket håll. Här antas dock att de i stor utsträckning tagit ut varandra och att en eventuell ökning av investeringskostnaden kompenseras av ett lägre ränteläge.

Vad gäller förgasningen (förgasare, gasreningsreformer och gaskylning) finns det kostnadsuppskattningar gjorda i samband ”feasibility studies” för såväl biometanolproduktion som för kombicykel kraftverk (IGCC). I det senare fallet reduceras dock investeringskostnaden något då luftblåsning i stället för syrgasblåsning kan tillämpas.

Med utgångspunkt från data tillgängliga för IGCC processen och en investering på knappt 2500 USD/kWh kraft samt antagandet att ca 20 % av investeringen ligger på förgasningsdelen kan uppskattas att förgasningsdelen i en biomassa/ved baserad metanolfabrik kräver en investering på ca 0,20-0,25 USD per kg metanol per år.

För biomassa/ved till metanol processen krävs dock jämfört med IGCC processen även en luftavskiljare samt kokare, ångsystem, CO₂ avskiljare och avfallssystem - samtliga med högre kapacitet jämfört med IGCC. Investeringskostnaderna för dessa tillkommande eller utökade processdelar kan uppskattas till ca 0,2 USD per kg metanol per år.

Sammantaget kan man grovt uppskatta investeringsbehovet för en biomassa/ved baserad metanolfabrik (1 000 000 ton råvara med 50 % fukthalt och en produktion av ca 300 000 ton metanol) till varandes i storleksordningen 0,85 till 0,95 USD per kg metanol per år.

Övriga kostnader för exempelvis teknisk design, konstruktion o.s.v. kan vidare grovt uppskattas till ca 50 % av investeringskostnaden.

Detta innebär en total investeringskostnad på ca 1,35 USD per kg metanol per årsproduktion.

3.8.3 Produktionskostnader

Produktionskostnaderna består huvudsakligen av:

- Kapitalkostnader (investering)
- Kostnader för råvara
- Intäkter från biprodukter
- Övriga produktionsrelaterade kostnader såsom kostnader för kemikalier, löner etc.

Produktionskostnaderna kommer naturligtvis att vara helt beroende av vilka kostnader som antas för råvara och vilken ränta som ansätts o.s.v. I det följande har vi antagit en ränta på 7 %. Råvarukostnaden har antagits till 0,15 USD per kg torr ved eller 15 USD per ton torr ved, elpriset har satts till 0,1 USD per kWh och lönerna till 4 miljoner USD per år (ca 50-60 personer).

Sammantaget ger det en liter kostnad på ca 0,4 USD eller ca 2,8 kr per liter metanol, vilket är i nära överensstämmelser med andra liknande studier gjorda vid samma tid eller senare.

Till detta kommer intäkten från biprodukter vilket i detta fall är varmt vatten. Dock är den intäkten beroende av att fabriken ligger så till att det finns en marknad för varmt vatten fjärrvärme. Om man som ett värsta scenario antar att det varma vattnet inte kan säljas är därmed den totala produktionskostnaden 0,4 USD eller 2,8 kr per liter metanol, vilket motsvarar 5,6 kr per bensin ekvivalent.

Vad sedan metanolen kan säljas till för pris blir naturligtvis beroende på priset på fossil metanol samt alternativpriset för det drivmedel (bensin) som det ersätter.

3.8.4 Metanol marknaden och världsmarknadspriset

Världsmarknadspriset på naturgasbaserad metanol har sedan mitten av 2002 och fram till början av 2005 legat på ca 200 Euro per ton eller 160 Euro per m³. Detta ger ett literpris på ca 1,45 kr per liter. Före mitten av 2002 var priset ännu lägre, nedmot 160 Euro per ton alternativt 130 Euro per m³. Vid ett sådant pris var det då mycket nära att den naturgasbaserade metanolen i vart fall prismässigt hade kunnat konkurrera med bensin.

Från början av 2005 till idag har dock världsmarknadspriset ökat till drygt 400 Euro per ton eller 320 Euro per m³ motsvarande ett literpris på 2,8 kr per liter vilket är detsamma som den ovan beräknade produktionskostnaden för biobaserad metanol. Detta skulle innebära, även om beräkningarna för biobaserad metanol enligt ovan är osäkra och baserar sig på ett flertal antaganden, att biometanolen på grund av det högre världsmarknadspriset närmar sig ett läge där den skulle kunna konkurrera med den naturgasbaserade metanolen. Man måste dock hålla i minnet att världsmarknadspriset på naturgasbaserad metanol är känt för att varar ostabilt med kraftiga svängningar varför det mest troliga scenariot är att världsmarknadspriset kommer att sjunka igen. Vissa källor gör gällande att den verkliga produktionskostnaden inte är mer än drygt 1 kr per liter.

Till detta kommer naturligtvis att man som producent inte säljer en produkt, utom möjligen tillfälligtvis, till självkostnadspris. Långsiktigt måste ha en avkastning som gör satsningen lönsam jämfört med andra investeringsmöjligheter.

Dock är det också så att metanol är belagt med tull vid införsel till EU (13 %) vilket ytterligare talar för biobaserad metanol när man jämför med importerad metanol från exempelvis USA och Asien. Å andra sidan finns det tillverkning av naturgasbaserad metanol även inom EU.

Ytterligare faktorer som skulle kunna tala för biobaserad metanol (förutsatt att efterfrågan uppstår och produktion kan påbörjas) är att erfarenhet från verklig produktion i kombination med forskning och utveckling på viss sikt med största sannolikhet kommer att sänka produktionskostnaderna. Likaså är skalfördelarna påtagliga när det gäller metanolsyntesen och även förgasningen. Om en ökad efterfrågan på sikt även leder till större produktionsanläggningar än den som här använts som typfall för beräkningarna kommer även det att leda till minskade produktionskostnader. Huruvida detta tillsammans leder till att biobase-

rad metanolen på medellång sikt kan konkurrera med naturgasbaserad metanol är dock tveksamt. På riktigt lång sikt, med en vikande tillgång inte bara på olja utan även på naturgas, alternativt i kombination med en kraftigt ökad efterfrågan på naturgas, kommer naturligtvis biobaserad metanol att kunna konkurrera med naturgasbaserad sådan. Frågan är väl bara om vi då inte har andra lösningar vad gäller driften av/alternativa bränslen till motorfordon.

När man diskuterar biomassa som råvara bör man också ta med den egentliga potentialen av biomassa i diskussionen. Det finns naturligtvis många olika typer av biomassa, inte minst olika typer av avfall. Dock blir förgasningsprocessen svårare för avfall jämfört med många andra biomassor eftersom det är en heterogen råvara som dessutom, all sopsortering till trots, innehåller en mängd olika föroreningar som exempelvis kan förgifta katalysatorerna vid såväl ångreforming som metanolsyntes. Beträffande vedråvara kan den också variera från heterogen grot (grenar och toppar inklusive bark och gröna delar) till sågspån. Något överskott på sågspån som skulle kunna användas för produktion av metanol finns dock inte i dag. Detsamma gäller såväl massaved som helved som annars skulle kunna flisas. Den ökade tillväxttakten i skogen jämfört med avverkningen, vilken många vill in-teckna för energiproduktion, vill dock Skogsvårdstyrelsen använda för att skapa fler nya reservat med begränsad eller ingen avverkning. Det som då återstår är bara groten av vilken, grovt uppskattat, kanske hälften av den tillgängliga potentialen redan tillvaratas. I en framtid med ökande användning av biomassa kommer naturligtvis råvarupriset att öka för att hamna på den nivå som marknaden och dess aktörer är bredda att betala. Detta gäller för såväl vedråva som avfall. Parallellt med detta kommer även priset på råolja och därmed bensin troligtvis att öka. Det är därför svårt att säga vad råvarupriset och därmed produktionskostnaden egentligen blir under exempelvis de kommande 10 till 20 åren och om i så fall metanol, beroende på vad priset för råvaran och bensin då kommer att vara, kan konkurrera med bensin.

Slutligen bör man hålla i minnet att energiinnehållet i metanol bara är ca 50 % av det i bensin varför en liter metanol motsvarar en halv liter bensin. Kostnadsmissigt måste därför i dag två liter biometanol d.v.s. ca 5,6 kr i produktionskostnad konkurrera med en liter bensin med en produktionskostnad på ca 3 kr och 1,5 liter etanol från spannmål med en produktionskostnad på någonstans mellan kanske 4 och 5 kr litern. En annan aspekt är att metanol, i ännu större omfattning än etanol, vid inblandning i bensin ger upphov till en ångtryckshöjning långt över vad som medges i exempelvis bensinstandarderna. Antingen måste detta lösas genom en förändring i standarderna eller så måste bensinen anpassas på så sätt att lättflyktiga komponenter ”backas ut”. Så måste redan i dag ske med den bensin som blandas med 5 % etanol. Detta bidrar till en ökad produktionskostnad för dagens etanol – bensinblandning (5 %). För inblandning av metanol skulle detta problem öka med ökat behov av anpassning/”utbackning” och därmed ökade produktionskostnader. Även detta måste beaktas när man bedömer metanolens möjlighet att som blandningskomponent och ur ekonomisk synpunkt konkurrera med bensin.

4 SLUTSATSER

Att framställa alternativa drivmedel till bensen och diesel kan vara attraktivt ur olika synvinklar. Dels kan det vara ekonomiskt fördelaktigt, det kan förbättra eller diversifiera drivmedelsförsörjningen eller det kan vara fördelaktigt ur ett klimatperspektiv. Metanol har tidigare under 1970 och 1980-talet varit ett huvudspår som alternativbränsle men intresset för metanol har därefter falnat betydligt till fördel för andra bränsleslag såsom bland annat etanol.

Metanol produceras idag huvudsakligen med naturgas som råvara men kan även produceras från andra dels fossila och dels förnyelsebara råvaror såsom kol eller biomassa. Det finns idag initiativ till att producera metanol från biorelaterade råvaror vilket inkluderar svartlut, ved, biomassa eller avfall. I flera fall planeras det att producera drivmedelsmetanol.

Syftet med den här studien har varit att undersöka dagens intresse för metanol som fordonsdrivmedel hos drivmedelsproducenter och fordonstillverkare. Vidare har initiativ till att använda metanol som fordonsdrivmedel undersökts utifrån ett internationellt perspektiv. Produktionsprocesser och potential till inhemsk produktion av biometanol har studerats.

Slutsatser från studien kan sammanfattas:

- Det europeiska drivmedelsdirektivet 98/70/EG tillåter 3 % metanol som inblandning. Det finns inga förändringar i detta avseende i det nu liggande förslaget till nytt drivmedelsdirektiv.
- Intresset från drivmedelstillverkare förefaller vara lågt. Det finns troligtvis inga tekniska hinder till distribution utifrån materialval i pumpar eller annan utrustning men då redan har gjort stora investeringar i logistiken kring E85 och det så kallade pumpkravet är intresset att ytterligare investera i M85-logistik lågt. Vad gäller låginblandning av metanol, M3, så pekar man främst på problemet kring det alltför höga ångtrycket som en sådan bensenmetanol-blandning skulle ge och den anpassning av bensen som därför krävs.
- Drivmedelsindustrin föreslår att de små mängder biometanol som idag produceras eller som snart kommer i produktion istället används i förestringsprocessen till bland annat RME.
- Det finns stor erfarenhet och kunskap av metanoldrift sedan flottförsöken ibland annat USA och i Sverige under 80- och 90-talet vilket innebär att det inte finns några egentliga tekniska hinder för metanol. Intresset idag för metanol som drivmedel förefaller lågt då fordonsindustrin inte gärna vill ha ytterligare ett bränsle parallellt med de som redan finns.
- Intresset internationellt för metanol som drivmedel förefaller relativt lågt. Dock finns planer att i Kina producera metanol genom förgasning av kol. Metanolen skall användas som fordonsdrivmedel.

- Potentialen till svensk biometanolproduktion i en nära förestående framtid (2010) är inte stor. Produktion av metanol genom svartlutsförgasning (vilken representerar den största potentialen) ligger ännu på pilotanläggningsnivå och produktion från biomassa är på skrivbordsstadiet.
- Produktionskostnaden för metanol från biomassa/ved bedöms ligga på ca: 2,8 kr/L eller beräknad efter energiinnehåll som bensinekvivalent 5,6 kr/L vilket kan jämföras med bensin på ca: 3 kr/L.

5 REFERENSER

Acurex Environmental Co., Methanol Fueling Systems – Installation and Maintenance Manual, California Energy Commission, 1996.

AMI, American Methanol Institute, Evaluation of the fate and transport of methanol in the environment, www.methanol.org, 1999.

Brusstar Matthew, Stuhldreher Mark, Swain David and Pidgeon William. High Efficiency and Low Emissions from a Port-Injected Engine with Neat Alcohol Fuels. SAE Paper 2002-01-2743, 2002.

Brusstar Matthew, Bakenhus Marco, “Economical, High Efficiency Engine Technologies for Alcohol”, ISAF XV, San Diego, 2002.

Chinaview, China to invest 1 trillion yuan to develop oil alternative, www.chinaview.com, 2006

Cohn D.R., Bromberg L. and Heywood J.B. Direct Injection Ethanol Boosted Gasoline Engines: Biofuel Leveraging For Cost Effective Reduction of Oil Dependence and CO₂ Emissions. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA 02139, 2005.

DJES, China sees ethanol, not methanol, as oil option, www.uofaweb.ualberta.ca, 2006.

Econcern, World’s first bio-methanol refinery in Delfzijl, www.econcern.com, 2006.

Eide, I., Hagemann, R., Hoffmann Offenbergh, J., Methanol in fuel cell vehicles – Human toxicity and risk evaluation, Statoil Doc.nr. 200103230003, 2001.

Fernandes, E.G. and Johnson, D., Design Guidelines for Methanol Refuelling Stations 1992, SAE Paper 922275, 1992.

Identic, Spill-free refuelling leaflet, tillgänglig på: www.methanol.org, 2002.

IPCS, Poison Information Monograph No. 335: Methanol Geneva, World Health Organization, International Programme on Chemical Safety, 1995.

Jamali, M., Lawrence, G.A., and Maloney, K., Fate of methanol spills into rivers of varying geometry, CSCE/EWRI Envir.Engin.Conf., Niagara, 2002.

Jonsson, A., Persson, K.A., and Grioriadis, V., Measurements of some low molecular weight oxygenated, aromatic, and chlorinated hydrocarbons in ambient air and in vehicle emissions, Environ. Int., 11, 383-392, 1985.

Paul A. Machiele, Summary of the Fire Safety Impacts of Methanol as a Transportation Fuel, SAE Paper 901113, 1990.

Malcolm Pirnie Inc., Evaluation of the fate and transport of methanol in the environment, Technical memorandum prepared for: American Methanol Institute, 1999.

Dolan Gregory A., “Methanol.org, Methanol Transportation Fuels: A Look Back and a Look Forward”, Methanol Institute, 2007, (www.methanol.org)

Mc Gregorin, R., Beijing sets national standard for methanol as automotive fuel, Financial Times, Nov.24, 2006.

Medinski, M.A., Dorman, D.C., Bond, J.A., Moss, O.R., Janszen, D.B., Everitt, J.I., Pharmacokinetics of methanol and formate in female cynomolgus monkeys exposed to methanol vapours. HEI Research Report Number 77, 1997.

MFCA, Research Document, tillgänglig på: <http://www.methanolresearch.org>, 2003.

Qi, D. H. Liu, S. Q. Liu, J. C. Zhang, C. H. and Bian, Y. Z. "Properties, Performance, and Emissions of Methanol-Gasoline Blends in a Spark Ignition Engine." *Journal of Automobile Engineering*, Vol. 219, No. D3 pp. 405-412, 2005.

Van der Drift, A. och Boerrigter, H., Synthesis gas from biomass for fuels and chemicals, www.gastechnology.org, 2006.

Statens offentliga utredningar, SOU 2004:133, Slutbetänkande av utredningen om förnybara fordonsbränslen: Introduktion av förnybara fordonsbränslen, www.regeringen.se, 2004.

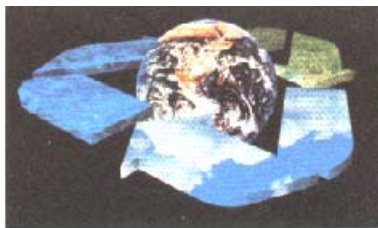
Miljö- och samhällsbyggnadsdepartementet, Rapport i enlighet med direktivet 2003/30/EG av den 8 maj 2003 om främjande av biodrivmedel eller andra förnybara drivmedel, http://ec.europa.eu/energy/res/legislation/biofuels_members_states_en.htm, 2006.

Landälv, I., Bioraffinaderier-för gröna drivmedel från pappersmassabruk, Chemrec AB, 2006.

Altener; Ekbom, T., Lindblom, M., Berglin, N., and Ahlvik, P., Cost-competitive, efficient biomethanol production from biomass via black liquor gasification, December 2003, 2003.

Nicols Roberta J, "The Metahanol Story: a Sustainable Fuel for the Future", *Journal of Scientific & Industrial Research*, vol62, Jan-Feb 2003, pp 97-105

Björn A. Sandén, Karl M. Jonasson, "Variety Creation, Growth and Selection dynamics in the early Phases of a Technological Transition, The development of Alternate Transport Fuels in Sweden 1974-2004, Environmental Systems Analysis-Department of Energy and Environment, 2005



Ecotraffic

Huvudkontor / Head office
Floragatan 10B
SE-114 31 STOCKHOLM
Tel +46 (0) 8-545 168 00
Fax +46 (0) 8-411 14 43
E-post: eco@ecotraffic.se

Dämnet 18
SE-442 93 LERUM
Tel +46 (0) 302-213 51
Fax +46 (0) 302-213 51
E-Post: eco@ecotraffic.se

www.ecotraffic.se