

Executive summary

## HUR KAN ALKOHOLER BIDRA TILL EN FOSSILOBEROENDE FORDONSFLOTTA?

Juni 2020

Gunnar Larsson, Sveriges Lantbruksuniversitet

Per-Ove Persson, f.N.B Persson AB

### FÖRNYBARA DRIVMEDEL OCH SYSTEM 2018-2021

Ett samverkansprogram mellan Energimyndigheten och  
f3 Svenskt kunskapscentrum för förnybara drivmedel

## ALKOHOLER ÄR FLEXIBLA ENERGIBÄRARE

Arbetsfordon som till exempel traktorer och hjullastare använder årligen 13,9 TWh fossilt bränsle, mestadels rör det sig om diesel. Det finns många alternativ till fossila bränslen. Dessa varierar i teknikmognad, liksom i dess potential att minska de totala utsläppen, med hänsyn tagen till exempelvis produktionen av bränslet.

Alkoholer är flexibla energibärare som kan produceras från biomassa och restprodukter från skogs- och jordbruk samt framställas som elektrobränsle. De är traditionellt förknippade med tändstiftsmotorer eftersom de är svåra att antända. Men alkoholer kan också användas i bränsleceller och i kompressionsmotorer under vissa förutsättningar och är väl lämpade för nya motorkoncept under utveckling.

Alkoholbränslen som etanol och metanol används redan idag. De ger låga koldioxidutsläpp och kan användas med god verkningsgrad. De tillverkas redan storskaligt i Sverige och pekas av motorforskningen ut som intressanta för framtiden för arbetsfordon inom jordbruk, skogsbruk och entreprenad. Praktiskt och miljömässigt fungerar de väl och såväl samhället som drivmedels- och åkerinäringen har erfarenhet av hanteringen av dem.

## MÖJLIGT TEKNIKSKIFTE I ARBETSMASKINER

I projektet ”Hur kan alkoholer bidra till en fossiloberoende fordonsflotta?” har tre produktionsfall av förnybara alkoholbränslen valts ut och jämförts med olika dieselalternativ. De förnybara alkoholbränslena har tillämpats i tre användningsfall: jordbruk, skogsbruk och entreprenad.

De tre produktionsfallen utgörs av metanol från skogsbiomassa (produktionsplats Mönsterås), etanol från vete (produktionsplats Norrköping) samt etanol från skogsbiomassa (produktionsplats Örnköldsvik). Jämförelserna har gjorts med diesel och biodiesel (HVO) från Preems raffinaderi i Göteborg.

De geografiska lokaliseringarna för arbetsfordonens användning är valda utifrån att de enskilt kan representera typiska platser för verksamheterna, och tillsammans Sverige som helhet. Skara representerar användning av arbetsfordon inom jordbruket, Skellefteå skogsbruket och Södertälje entreprenad.

Ett antal olika drivlinor i arbetsfordon har studerats, både existerande och sådana som är under utveckling. Projektet har undersökt vilka möjligheterna är att använda förnybara alkoholbränslen i följande tillämpningar/koncept:

- som inblandning i diesel i dieselmotorer.
- som ”dual fuel” i en anpassad dieselmotor, det vill säga alkoholbränsle står för huvuddelen av bränsleenergin men diesel används för att antända bränsleblandningen.
- som huvudkomponent i MD95/ED95 för användning i anpassade dieselmotorer. MD95 och ED95 är drivmedel bestående av 95 procent metanol respektive etanol. Resterande andel utgörs av tändförbättrare, smörjmedel och korrosionsskydd.
- som bränsle för motorer byggda för tändstiftsdrift

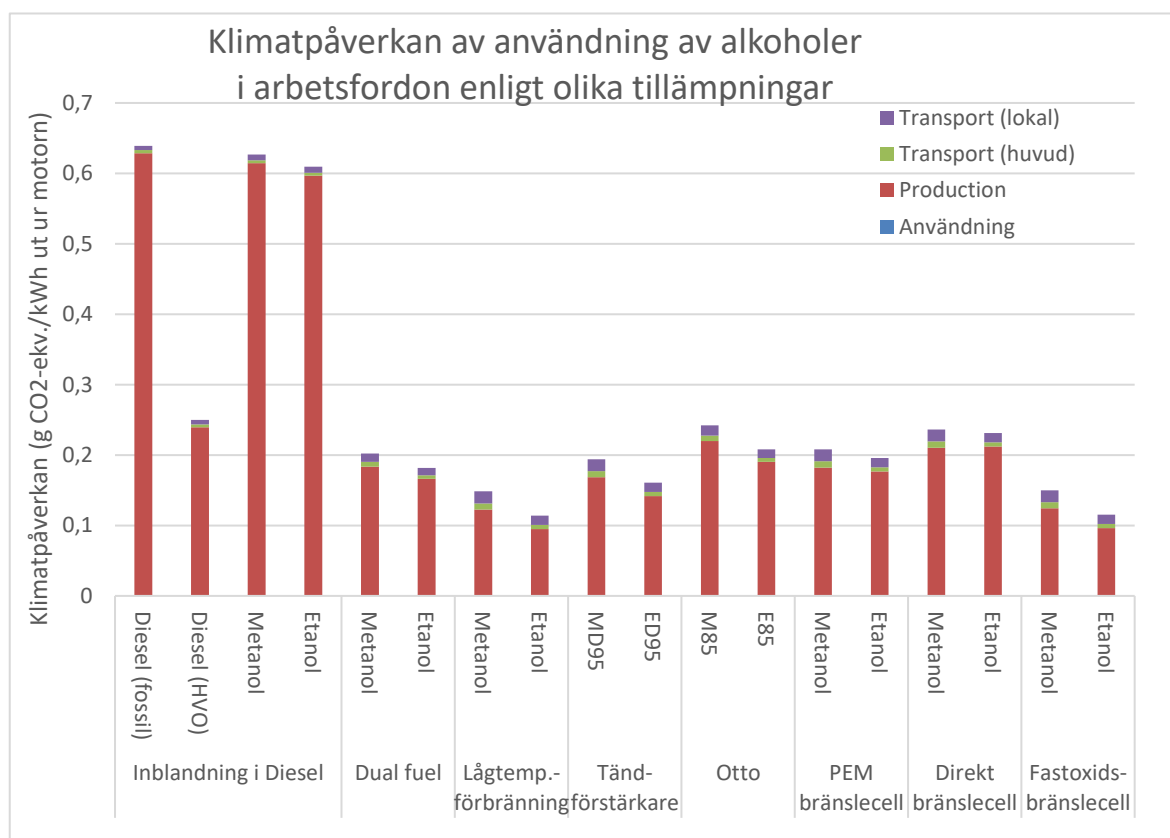
- som bränsle för två ännu ej kommersiella motorkoncept baserade på lågtemperaturförbränning (partiellt förblandad förbränning, PPC, samt homogenförbränning, HCCI).
- som bränsle för bränsleceller i elfordon.

## TRE FAKTORER AVGÖR POTENTIALEN

Alkoholers potential som drivmedel i arbetsfordon har kartlagts utifrån miljönytta, affärsmässiga förutsättningar och den praktiska hanteringen av dem. Om diesel i arbetsfordon ersätts eller kompletteras med förnybara alkoholbränslen, är slutsatsen att utsläppen av koldioxid kan minst halveras. Men de affärsmässiga förutsättningarna måste förbättras. Den praktiska hanteringen måste också säkerställas i alla led.

### Miljönytta

Klimatpåverkan från alkoholdrivmedel domineras av produktionen av bränslet och dess användning i fordonet, det vill säga andel alkoholer i drivmedelsblandningen och fordonets verkningsgrad. Jämfört med HVO medför produktionen av alkoholbränslen lika eller lägre utsläpp och i användningen är minskningen som mest 60 procent. Jämfört med diesel minskar koldioxidutsläppen med mellan 60 och 85 procent, beroende på val av teknisk tillämpning. Diagrammet visar klimatpåverkan utifrån typ av alkoholbränsle i åtta olika tillämpningar eller motorkoncept. Lägst klimatpåverkan sker vid användning i lågtemperaturförbränning samt i fastoxidsbränsleceller.



Klimatpåverkan från de olika drivmedlen går att påverka på olika sätt i produktions- och användarled. Utsläppen blir som störst då alkoholandelen i drivmedlet är som högst och motorns verkningsgrad låg. Genom val av råvara går det att påverka detta.

Drivmedelslogistiken har i allmänhet en mindre klimatpåverkan. Men användning av alkoholbränslen i arbetsmaskiner i skogsbruket innebär generellt högre klimatpåverkan än användning inom jordbruk och entreprenadverksamhet. Detta beror på större geografiska avstånd för drivmedelsförsörjning av arbetsmaskiner i skogen. Inom jordbruk och entreprenadverksamhet är avstånden oftast kortare och påverkan därför lägre.

Jämfört med traditionella dieselmotorer har motorkoncept baserade på lågtemperaturförbränning potentialen att kombinera hög verkningsgrad med låga utsläpp av NO<sub>x</sub> och partiklar. I dessa motorer injiceras drivmedlet tidigt och antänds betydligt senare. Det gör att alkoholer passar bra eftersom de är svåra att antända.

### Affärsmässiga förutsättningar

Ett drivmedelsskifte i arbetsmaskiner från diesel till HVO fördubblar drivmedelskostnaden. Att byta från diesel till alkoholdrivmedel innebär med nuvarande prisläge en drivmedelskostnad som är ca 2,5 gånger högre än dagens. Det är en avsevärd fördyring som inte kan bäras av den enskilde användaren. Därför behövs ekonomiska styrmedel som tar hänsyn till klimatnyttan. Ett sådant exempel är koldioxidskatt. På sikt är det rimligt att anta att skillnaden kommer att minska med uppskalad etanolproduktion och dyrare utsläppsrätter.

Kostnaden av insatsen i förhållande till storleken på reduktionen av växthusgaser som kan uppnås är en viktig parameter för att prioritera olika åtgärder för att motverka växthuseffekten. Resultatet visar inte så överraskande att ju mindre det kostar en användare att byta drivmedel jämfört med dagens alternativ, desto lägre blir kostnaden per koldioxidekvivalent. I tabellen visas vad de olika drivmedelsbytena kostar i olika arbetsmaskiner i förhållande till hur många kilo koldioxidekvivalenter som totalt undviks i utsläpp (SEK/kg avlägsnad CO<sub>2</sub>-ekv) vid produktion, distribution och användning (Well-to-Wheel):

ALTERNATIVA TEKNISKA KONCEPT (omställning från fossila koncept/drivmedel)	TYP AV ARBETSFORDON		
	Skotare	Hjullastare	Traktor
<b>Inblandning i fossil diesel</b>			
Etanol 5%, 95% fossil diesel	0,97	0,78	0,75
Metanol 3%, 97 % fossil diesel	1,90	1,10	1,03
HVO 100 %	0,93	0,93	0,92
<b>Lågtemperaturförbränning (PPC/HCCI)</b>			
Etanol 100 %	1,01	1,17	1,56
Metanol 100 %	1,22	1,23	1,77
<b>Tändförstärkare</b>			
ED95	1,24	1,41	1,84
MD95	1,49	1,48	2,07

Ett likvärdigt samband gäller vid en jämförelse mellan olika maskiner. Ju mer maskinen arbetar, desto högre blir miljöavkastningen per investerad krona (SEK). Ur kostnadssynpunkt – krona per avlägsnat kilo koldioxidekvivalenter – kan det i alla typfallen vara ekonomiskt intressant att introducera de olika drivmedelsalternativen. Minst lönsamt är det att introducera nya drivmedel för lantbrukstraktorn. Framför allt beror detta på att lantbrukstraktorer används relativt få timmar jämfört med skotare och hjullastare, vilket gör det svårare att täcka kostnaden. En fördubblad räntesats från 5 till 10 % på den kostsammare investeringen för alkoholdrivmedel spelar marginell roll jämfört med ökad eller minskad drivmedelsanvändning.

Alla värden för alternativen i tabellen ovan har lägre kostnad än Trafikverkets kalkylvärden. Kostnaden är alltså lägre än värdet av miljöinsatsen.

### **Praktisk hantering och andra icke-monetära aspekter**

Alkoholer har andra egenskaper än diesel. Det ställer krav på investeringar i material och teknik, samt kunskap om hur alkoholer hanteras. I Sverige finns utbredd erfarenhet av storskalig hantering av alkoholer, både ur transport- och lagringssynpunkt. Det finns också erfarenhet av användning av alkoholer som drivmedel, främst inom racingsporten och i en del sjöfartstillämpningar.

Det här är aspekter som inför drivmedelsbyten i arbetsmaskiner inte kan beräknas i monetära termer utan får bedömas utifrån sina relativa fördelar och nackdelar jämfört med diesel. Aspekterna kan kategoriseras som flexibilitet, risk respektive hantering.

Alkoholer är flexibla så till synes att de kan produceras från många olika källor och användas i många tillämpningar för fordonsdrift. Diesel kan produceras från både förnybara och fossila oljor, men i övrigt är dess flexibilitet begränsad.

Alkoholer och diesel är bägge farliga vid direkt konsumtion. Däremot är alkoholer mindre farligt vid indirekt exponering och vid spridning i miljön. Vid bränslespill bryts alkoholer ner relativt snabbt. I luften är lukten såpass stark att den mänskliga näsan noterar den långt innan alkoholer ger upphov till negativa hälsoeffekter.

Vad gäller hantering är vanan mer etablerad för diesel än för alkoholer. Om alkoholbränslen skulle etableras i större utsträckning som drivmedelsalternativ i arbetsmaskiner behövs därför utbildningsinsatser för användarna. Alkoholer brandklassas lägre än diesel, vilket innebär en större brandrisk och därmed striktare villkor kring till exempel hur stora mängder drivmedel som får lagras. Vidare skiljer sig alkoholors kemiska struktur från kolvätens (diesel), vilket innebär att särskilda material behöver användas i kärl och annat material som kommer i kontakt med bränslet.

## **SLUTSATSER**

Det finns flera vägar att gå både gällande framställning och användning av alkoholerna etanol och metanol. Denna flexibilitet innebär en fördel jämfört med andra mer nischade drivmedel. Möjligheterna för användning av alkoholer i bränsleceller, ottomotorer och dieselmotorer samt i nya motorkoncept ger en stor användningstrygghet. Råvarukällorna för produktion är också flexibla med elektrobränsle, biomassa och restprodukter från skogs-, jordbruket, biogas och naturgas.

De tillämpningar (drivlinor) för alkoholbränslen som det finns störst erfarenhet av är inblandning i fossila bränslen, användning i dieselmotorer med hjälp av tändförstärkare, användning i ottomotorer samt i Dual fuel-drift. För användning i avancerade motorkoncept som lågtemperaturförbränning och i bränsleceller är erfarenheten mindre. Samtidigt är det dessa koncept som uppvisar den högsta verkningsgraden.

Kortfattat går det att dra följande slutsatser av de tillämpningar som projektet studerat:

- Att använda alkoholbränslen i Dual fuel-tillämpning reducerar dieselanvändningen med över 50 procent. Diesel behövs för att starta förbränningen, därefter körs maskinen på alkoholer.
- En blandning av 95 procent alkoholer och ungefär fem procent lättantändliga bränslen kan ersätta diesel helt. Tekniken finns för bussar och lastbilar och kan anpassas för arbetsmaskiner.
- Tändstiftsmotorer/ottomotorer kan drivas helt av alkoholer. Motorerna passar alkoholernas egenskaper och ger, med alkoholer, en verkningsgrad som väl konkurrerar med dieselmotorns.
- Motorer baserade på lågtemperaturförbränning förenar de bästa egenskaperna hos traditionella bensen- och dieselmotorer: hög verkningsgrad och låga utsläpp av partiklar och NO<sub>x</sub>. Tekniken måste förfinas för arbetsmaskinernas krävande användningsområden.
- Bränsleceller, särskilt högtemperaturbränsleceller, har en hög verkningsgrad med alkoholer. Denna lösning lämpar sig inte direkt i fordonet, men kan fungera som elgenerator på en mobil laddplats.

Denna executive summary har skrivits för ett projekt inom samverkansprogrammet Förnybara drivmedel och system, projektnummer 46986-1. Projektet har utförts av Sveriges Lantbruksuniversitet, SLU och Persson f.N.B. AB. Projektet har haft en referensgrupp bestående av representanter från Energifabriken AB, Malte Fuel & Wash AB, Scandinaos AB, SEKAB och Skogforsk. Gruppen har på olika sätt bidragit med information och underlag till projektet.

Projektet har finansierats av Energimyndigheten och f3 – Svenskt kunskapscentrum för förnybara drivmedel.

Energimyndigheten arbetar på regeringens uppdrag med energiomställningen till ett modernt, hållbart, fossilfritt välfärdssamhälle och stödjer forskning om förnybara energikällor, smarta elnät och framtidens fordon och bränslen.

f3 är en nätverksorganisation som fokuserar på utveckling av miljömässigt, ekonomiskt och socialt hållbara förnybara drivmedel. f3 finansieras gemensamt av centrets parter och Västra Götalandsregionen. Chalmers Industriteknik fungerar som värd för centret.

**Denna publikation citeras enligt följande:**

Larsson, G. & Persson, P-O. (2020) *Hur kan alkoholer bidra till en fossiloberoende fordonsflotta? Executive summary*. Publ.nr FDOS 04:2020.

**Projektets totala resultat presenteras i en slutrapport:**

Larsson, G. & Persson, P-O. (2020) *Hur kan alkoholer bidra till en fossiloberoende arbetsfordonsflotta?* Publ. nr FDOS 03:2020.

Samtliga publikationer är tillgängliga på <https://f3centre.se/sv/samverkansprogram/>



**Persson f.N.B. AB**