



LUND UNIVERSITY

Towards sustainable heavy-duty transportation

Combustion and emissions using renewable fuels in a compression ignition engine

Novakovic, Maja

2023

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Novakovic, M. (2023). *Towards sustainable heavy-duty transportation: Combustion and emissions using renewable fuels in a compression ignition engine*. [Doctoral Thesis (compilation), Combustion Engines]. Energy Sciences, Lund University.

Total number of authors:

1

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

Popular scientific summary in Swedish

Populärvetenskaplig sammanfattning

Människor behöver ta sig från en punkt till en annan varje dag och varor måste nå sina destinationer. Transporter och leveranser som idag är dieseldrivna måste vara tillgängliga för alla och genomföras på ett för sig alla hållbart sätt. Vårt samhälle skulle klara oss väldigt kort tid om alla dieselmotorer helt plötsligt slutar fungera. Utmaningen samhället står inför är att minska antalet döds- och sjukdomsfall till följd av skadliga föroreningar i luften och minska transportsektorns klimatpåverkan. Idag står den globala transportsektorn för ca en sjättedel av utsläppen av växthusgaser. Tunga lastbilar står för cirka 5 procent av de globala växthusgasutsläppen.

En del av lösningen till detta problem skulle kunna vara förnybara bränslen som tillverkas genom hållbara biologiska eller kemiska processer från restprodukter inom avfalls- och matindustrin eller jord- och skogsbruk.

Den konventionella motorn med kompressionständning, även känd som en dieselmotor, dominerar lastbilsmarknaden på grund av dess låga bränsleförbrukning och höga vridmoment. Dieselmotorn har genomgått en teknisk revolution de senaste 20 åren och använder en högutvecklad teknik som också har en lovande framtid.

Nackdelen är att under förbränningen av fossil diesel i en dieselmotor släpps det ut stora mängder av växthusgasen koldioxid (CO₂) i luften. Växthusgaser gör att värmen behålls i atmosfären i stället för att stråla ut i rymden, vilket i sin tur orsakar global uppvärmning. Konsekvenserna för jorden och naturen kan vara enorma. Vi kan se en risk för snabbt smältande glaciärer, vattenbrist, fler bränder, naturkatastrofer och kustsamhällen som suddas ut p.g.a. stigande havsnivåer. Förutom koldioxid innehåller avgaserna andra föroreningar i gasfas, som kolmonoxid, kväveoxider, och organiska gaser, men även väldigt små dieselpartiklar som består av sot och organiska ämnen. Avgasutsläppen förorenar luften lokalt, vilket har en stor negativ hälsopåverkan. Hos människor orsakar långvarig utsättning för dieselångor cancer, luftvägssjukdomar, hjärt- och kärlsjukdomar, men ökar även risken för olika kroniska sjukdomar, för tidig födsel, låg födelsevikt och antalet missfall.

Förnybara dieselliknande bränslen, RME (rapsmetylester) och HVO (vätebehandlad vegetabilisk olja), och förnybara eller mindre kolintensiva lätta alkoholer som metanol och etanol, samt förblandat bränsle E85 (etanol med lite bensin) kan användas för att minska nettoutsläppen av CO₂, liksom partiklar och gasformiga föroreningar från motorns avgaser. Dessa bränslen finns tillgängliga på tankstationer och kan användas i dieselmotorer med stöd av tillgängliga tekniska lösningar och utan några större hårdvaruändringar. Nya förbränningskoncept kan

också bidra till förbättring samt efterbehandlingssystem som tar bort hälsoskadliga ämnen i avgasröret.

Det övergripande syftet med denna doktorsavhandling var att undersöka effekten av att ersätta fossil dieselbränsle med förnybara dieselliknande bränslen och alkoholbränslen på en lastbilmotors prestanda och avgaser. Arbetet omfattade både en litteraturstudie och fullskaliga experiment i en motorprovcell. Vi har jämfört mängd, storleksfördelningar, sammansättning och ursprung av partiklar i avgaserna från RME och HVO samt etanol och metanol med fossil diesel. Vi har också utvärderat effekten av dieseloxideringskatalysator (DOC) på organiska ämnen i partikelfas. Avslutningsvis har vi testat användbarhet av E85 bränsle i en produktionsvariant av en lastbilsdieselmotor och modellerat påverkan av parametrar som styr E85-förbränningsprocesser. Alla experiment utfördes vid en låg och mellan-till-låg motordriftsbelastning i en lastbilmotor anpassad för användning i ett laboratorium. Dessa lägre laster motsvarar körförhållanden hos lastbilar som utför distribution, budtransporter och avfallshämtning i stadsmiljöer där vi egentligen vill minska utsläpp av skadliga föroreningar i luften.

Vi kan från våra och andra forskares studier dra slutsatser att mängden sotpartiklar minskas kraftigt genom att ersätta fossil diesel med etanol eller metanol. En avsevärd minskning syns även för HVO och RME. Vi kan bekräfta att de minsta partiklarna, nanopartiklarna, i avgaser inte kommer från bränsle utan från motorsmörjolja.

Motorn presterade bra med E85-bränsle och i ett driftläge understeg de flesta utsläpp de nuvarande lagstadgade nivåerna utan någon efterbehandling av avgaser. Bränslebytet minskade också utsläppen av kolväten och kolmonoxid från RME och HVO, vilket i sin tur minskade den sekundära aerosolbildningen och skulle därmed potentiellt sänka den totala atmosfäriska partikelmassan. Efterbehandlingssystemet bestående av DOC var mycket effektivt för att ta bort den organiska aerosolen i laboratoriestudierna för alla dieselliknande bränslen. Med förbättrad förståelse av utsläpp kan vi anpassa efterbehandlingssystem så att de släpper ut färre partiklar, och att de partiklar som eventuellt släpps ut är sådana som inte har dålig hälsopåverkan.

Det finns inte en enda lösning som kan minska koldioxidutsläpp från transportsektorn, men när det kommer till lastbilar så skulle den enklaste vägen vara att byta ut fossil diesel mot ett dieselliknande bränsle av icke-fossilt ursprung i den befintliga fordonsflottan. Resultaten i studierna visar tydliga miljö- och hälsovinster i att byta ut fossil diesel mot förnybara dieselliknande bränslen eller lätta alkoholer, även för en betydande del av dessa tunga fordon som fungerar utan system för borttagning av partiklar. Förnybara bränslen behövs inte bara för transport utan också som reservkraftverk. Kunskapen som presenteras i denna avhandling kan därför även tillämpas på hållbar elproduktion i avlägsna områden där det inte finns elnät.