

Förbränningsmotorn är en del av lösningen för att nå nära nollutsläpp från våra transportmedel

*Lucien Koopmans,
Professor, Avdelningschef, Förbränning och Framdrivningssystem
Chalmers Tekniska Högskola*

Hållbara transporter som inte bidrar till ökade växthusgaser och luftföroreningar trots en ökande transportanvändning kräver

- Miljöeffektiva fordon som en stor del av jordens befolkning har råd med
- Fordon som är miljöeffektiva i ett livscykelperspektiv

Ur ett systemperspektiv är en väl optimerad hybrid en fantastisk lösning med potential att uppfylla båda kraven redan på kort sikt, speciellt om den drivs med en ökande andel förnybara bränslen. Ett sådant framdrivningssystem kan utnyttja både förbränningsmotorn och elmotorns fördelar. Forskningsfokus behöver därför ligga på både elektrifierade framdrivningssystem men också på förbränningsmotorer.

Uppsatta miljökrav och framtida transportbehov anger ramarna

Att transporter möjliggör ekonomiskt tillväxt och ger bättre levnadsstandard som i sin tur leder till ökat transportbehov som medför ökad miljöpåverkan är ett dilemma. Det förutses att vi år 2030 ur ett globalt perspektiv kommer att köra 80 miljarder passagerarkilometer, en ökning med 50 procent jämfört med 2015 och att vi kommer att öka våra godstransporter med 70 procent. År 2050 kommer vi globalt att ha 2,4 miljarder bilar på våra vägar jämfört med dagens 1,1 miljarder. Det förutses också att vi kommer att öka vår globala elkonsumention från 24 biljoner kWh i 2015 till 34 biljoner kWh i 2040, bland annat på grund av den ökade elektrifieringen av transportsektorn.

FN har satt upp hållbara utvecklingsmål för framtidens mobilitet som innehåller fyra enskilda egenskaper: den ska vara rättvis, effektiv, säker och klimatvänlig. Med rättvis mobilitet menas att alla människor, ska ha tillgång till transporter. Mobilitet ska ske på ett effektivt sätt till minsta möjliga kostnad. Den ska också vara säker, utan olyckor och sist men inte minst, netto ge noll emissioner år 2050.

Regeringar runt om i världen började introducera krav på hälsofarliga fordonsemissioner: kväveoxider (NO_x); oförbrända kolväten (THC); och kolmonoxid (CO), redan på 70 talet. Succesivt har kraven skärpts. Nyligen har den Europeiska kommissionen utvecklat en körmetod kallad ”Real Driving Emission” (RDE) för emissionscertifiering av personbilsfordon. Den ska undvika skillnader mellan emissioner på väg och i laboratorium och man planerar att även skärpa till emissionskraven för tunga fordon med bland annat sänkta NO_x-nivåer och nya kallstartskrav via ett test kallat ”In Service Conformity”.

För att uppnå klimatmålen i Parisavtalet 2015 förhandlas inom EU även om starka åtgärder för att minska utsläpp av koldioxid (CO₂) från både personbilar och lastbilar. Förslaget innebär en reduktion av CO₂-utsläpp med 37,5% för personbil och 30% för lastbil till 2030 jämfört med 2021 respektive 2019 års nivåer och det är globalt sett en av de mest stringenta åtgärderna. Anmärkningsvärt är dock att det endast tar hänsyn till avgasrörets utsläpp och att

förnybara, CO₂-neutrala bränslen inte få räknas in. Förslaget innehåller dock en utredning om att införa RDE för CO₂ och livscykelanalys (LCA) för båda lastbilar och personbilar.

EU kommer också att sätta krav på andelen sålda noll/lågemissionsfordon. Gränsvärdet för en lågemissions personbil är satt till 50g CO₂/km vilket innebär en förbrukning på ungefär 2 liter bensin per 100 km. Detta innebär i sin tur att verkningsgraden på medeldrivlinjen måste vara nära 65%. Bara några få högeffektiva personbilmotorer klarar idag att leverera en verkningsgrad på 40%. Men, det skulle vara möjligt för en förbränningsmotor att komma upp till 50% om motorn hade begränsats till ett litet driftområde, utan att vara ansvarig för den totala körupplevelsen (acceleration, tomgång, hög och låg hastighet, hög och låg last, etc.) För att uppnå 50g CO₂/km är drivlinor med enbart förbränningsmotorer som går på diesel eller bensin alltså uteslutet.

Framdrivning med hjälp av elektricitet

Den globala nyförsäljningen av batterielektriska fordon (BEV) och plug-in-elektriska hybridfordon (PHEV) var 2,5% av den totala antal sålda personbilar i 2018 (antal BEV var 0,3%). Försäljningstakten ökar men otillräcklig laddinfrastruktur och hög anskaffningskostnad i relation till el-körsträckan och jämförbara förbränningsmotorfordon håller tillbaka försäljningen. Skulle försäljningen öka genererar ändå elfordonen CO₂-utsläpp och andra utsläpp om elektriciteten relaterad till framdrivning och tillverkning av fordonet inte kommer från förnyelsebara energikällor såsom sol, vind och vattenkraft. 60% av den globala elproduktionen fås genom förbränning av fossila bränslen som kol och naturgas. Om utbyggnaden av förnybar el går analog med tillkommande elbehov för transporter och ökad levnadsstandard, vilket många förutsägelser pekar på, resulterar det i att dagens kol och gas-kraftverk inte stängs utan fortsätter producera CO₂ och andra luftförorenande ämnen.

I snitt behövs det 328 Wh energi för att tillverka 1 Wh batterikapacitet och det ger i snitt 110 gram CO₂-ekvivalenter växthusgaser (Europa el-mix). Att köra en körcykel på elektricitet ger i snitt (medelbil storlek och Europa el-mix) 100g CO₂/km. Det är viktigt att det görs en rättvis analys och jämförelse mellan olika transportlösningar och fordon genom att ta hänsyn till energiflödet relaterad till produktens hela livscykel från vaggan till graven. Om elfordon drivs och tillverkas med el med låg CO₂/kWh ger det mindre CO₂ jämfört med ett konventionellt fordon som går på fossilt bränsle. Om elproduktionen däremot sker med stor andel fossila bränslen, speciellt kol resulterar det i mer CO₂, speciellt om elfordonet utrustas med ett stort batteri. Fordonet, motorn, bränslet, körstilen, köromständigheter och el-mix är del av ett komplex system och det är omöjligt att dra en digital och generell slutsats.

Framdrivning med hjälp av förnybara bränslen

Ökad drivlineverkningsgrad är ett viktigt steg mot minskat energianvändning och CO₂-utsläpp, oavsett typ av drivlina men det stora steget är ändå användning av fossilfritt bränsle såsom biobränsle eller elektrobränsle (bränsle som tillverkas av koldioxid och vatten med hjälp av förnybar el) i förbränningsmotorer och förnybar el i elfordon. Det är känsligt med förnybara bränslen eftersom fel råvara kan ha negativ påverkan på eko-systemet (t.ex. palmolja). Därför ska förnybart bränsle granskas och regleras noggrant. Det är också svårt att ersätta allt fossilt bränsle som konsumeras idag med förnybart bränsle inom kort tid, men varje procent förnybart bränsle som blandas med befintligt bränsle renar också den befintliga

fordonsflottan (medellivslängd av ett fordon är längre än 10 år) och det har en snabb och stor positiv påverkan på att minska det totala CO₂-utsläppet.

Elmaskin eller förbränningsmotor eller båda?

Den absolut största fördelen från ett el-fordon är att det inte släpper ut några luftförorenande ämnen lokalt från avgasröret. Ett utmärkt fordon för tätbefolkade städer med andra ord. De absolut största fördelarna med ett förbränningsmotorfordon är lång räckvidd, lågt anskaffningsvärde och kort tid för tankning av bränsle. Bränsle har ungefär 30 gånger större energidensitet per massa och 15 gånger större energidensitet per volym jämfört med ett batteri och det tar två minuter att fylla en 50-liters bränsletank som tar fordonet upp emot 1000 km beroende på fordon. Den bästa tänkbara lösningen är att kombinera de två framdrivningsteknikerna i form av en hybrid och ta del av alla fördelar.

Att eliminera luftförorenande emissioner i form av oförbränt bränsle, kolmonoxid, partiklar, sot och kväveoxider från förbränningsmotorer är dock en stor utmaning, även för hybridfordon. Moderna bilar utrustas därför med ett emissionsefterbehandlingssystem som minimerar eller omvandlar emissionerna. Ett sådant system för bensinmotorer är mycket effektivt (ungefär 99,9% omvandlingsgrad) vid rätt temperatur och rätt luft-bränsle förhållande. Men, det tar ungefär 15 sekunder (vid 25 grader omgivningstemperatur) för en trevägskatalysator att komma upp i tillräckligt hög temperatur för att nå en hög omvandlingsgrad. Majoriteten av de totala emissionerna vid en körning släpps alltså ut vid starten och när efterbehandlingssystemet är kallt. Samma gäller i princip för moderna motorer som går på Diesel-bränsle. NO_x-reduktion på tunga fordon med SCR-system kan ligga på 99% i verklig körning. Personbilsdieslar med anpassade SCR-system kommer också att nå nära nog samma reduktionsnivåer.

Hybridfordon har många fler starter än ett fordon som enbart har förbränningsmotor och speciellt för en plug-in hybrid kan det bli problematiskt om efterbehandlingssystemet har hunnits kylas ner efter en lång körning på el. Det finns dock en mycket bättre förutsättning för minimering av emissionsbildning i drivlinesystemet om en förbränningsmotor kombineras med en el-maskin. Till exempel kan accelerationer, som är svårkontrollerbara ur emissionssynpunkt, delvis hanteras av el-maskinen vilket gör det enklare att optimera förbränningsmotorn till att minska emissioner. Men den största potentialen ligger i tillgängligheten av el-effekt vid system över 48 Volt, som kan användas för att snabbare värma upp efterbehandlingssystemet. Det forskas även på att utveckla system som kan lagra emissioner tills katalysatorerna är tillräckligt varma för att fungera bra. Dessutom kan ett uppkopplat fordon med självlärande regleringssystem optimera energiförbrukningen och minska emissionsutsläpp kontinuerligt, oberoende från testcyklar och kontrollerade miljöer.

Forskningsbehov på elektrifierade framdrivningssystem men också på förbränningsmotorer

Det finns alltså bra förutsättningar att nå nära nollutsläpp genom att kombinera förbränningsmotorer som går på fossilfritt bränsle med el-motorer som går på förnyelsebar el men det krävs fortfarande mycket forskning och utveckling. Forskningsfokus bör ligga på uppkopplade system med effektivare förbränningsmotorer som kan köras på förnybara bränslen i hybriddrivlinor med ultra-låga emissioner, och på energidensitet och kostnad för batteri och elsystem. Siktet bör vara inställt på att redan på kort sikt uppnå nära nollutsläpp med teknik som många människor har råd att använda.