

Executive summary

# EL- OCH BRÄNSLECELLSDRIFT INOM MASSGODSTRANSPORTER I STÄDER OCH TÄTORTER

- Analys av systemupplägg

December 2021

Ingrid Nordmark  
TFK – TransportForsk

FÖRNYBARA DRIVMEDEL OCH SYSTEM 2018-2021

Ett samverkansprogram mellan Energimyndigheten och  
f3 Svenskt kunskapscentrum för förnybara drivmedel

## FÖRORD

Denna executive summary har skrivits för ett projekt inom samverkansprogrammet Förnybara drivmedel och system, projektnummer 50453-1. 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. Kansliet vid f3 utgör programkansli för samverkansprogrammet Förnybara drivmedel och system. (se [www.f3centre.se](http://www.f3centre.se))

### **Denna publikation ska citeras enligt följande:**

Nordmark, I., (2021) *El- och bränslecellsdrift inom massgodstransporter i städer och tätorter - analys av systemupplägg (Executive summary)*. Publ. nr FDOS 23:2021. Tillgänglig på <https://f3centre.se/sv/samverkansprogram/>

### **Projektets totala resultat presenteras i följande publikationer:**

Nordmark, I., (2021) *El- och bränslecellsdrift inom massgodstransporter i städer och tätorter - analys av systemupplägg*. Rapport nr FDOS 22:2021. Tillgänglig på <https://f3centre.se/sv/samverkansprogram/>

## FOSSILFRIA MASSGODSTRANSPORTER MED EL OCH BRÄNSLECELLER

Hur passar batterielektriska fordon och fordon med vätgasdrivna bränsleceller in när transporter av jord, sten, sand, grus och schaktmassor, dvs. massgods, i städer och tätorter ska bli fossilfria?

För att svara på frågan har det här projektet överblickat tillgängliga fordonsalternativ, undersökt klimatpåverkan och ekonomi för olika tillämpningar, analyserat viktiga aspekter för framtiden och frågat hur transportutövarna själva ställer sig till utvecklingen.

Det finns ett stort behov av att klargöra hur prestandan, energiförbrukningen, klimatpåverkan och de ekonomiska förutsättningarna ser ut för de elektrifierade drivlinorna.

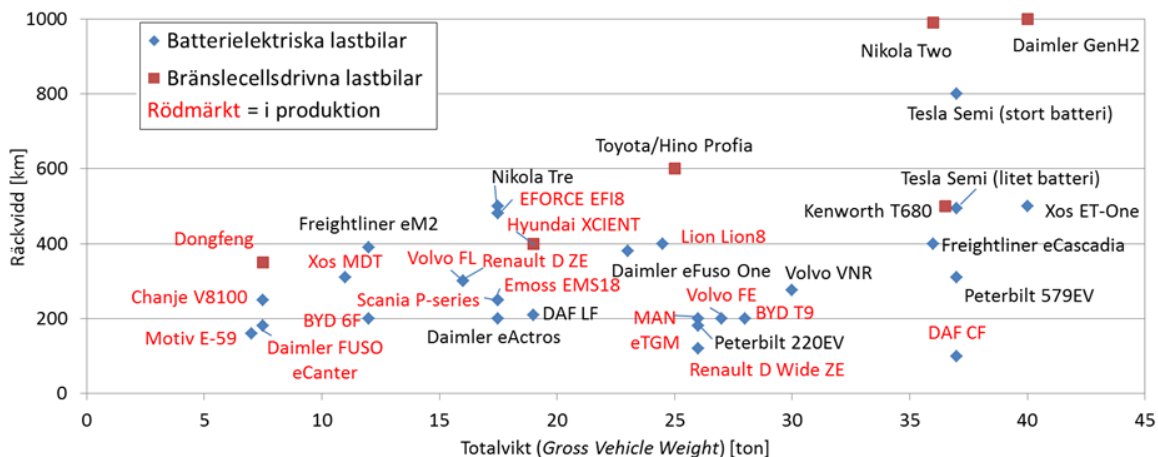
### TEKNIKLÄGET IDAG

De senaste åren har utvecklingen av el- och bränslecellsdriva tyngre lastbilar verkligen tagit fart. Kommersialisering har kommit längre för batterielektriska än för bränslecellsdrivna lastbilar. Redan nu finns ett antal modeller av ellastbilar på marknaden som kan passa till massgodstransporter, och flera är på väg. Det är också möjligt att konvertera nya eller begagnade fordon med förbränningsmotorer till helelektrisk drift. Bränslecellsutrustade tyngre lastbilar har bra förutsättningar att klara tunga transporter. Jämfört med batterielektriska fordon kan de ta ombord större energimängder i form av vätgas, utan att i högre grad påverka fordonens maximala lastvikt.



Diesellastbil för massgodstransport (till vänster) och lastbil från Hyundai utrustad med bränsleceller (till höger).

Den kartläggning av teknikläget som utförts inom denna studie visar att det finns ett tiotal lastbilsmodeller försedda med bränsleceller som är på väg ut på marknaden. I figuren nedan har ett antal eldrivna tunga lastbilers totalvikt och räckvidder sammanställts för att ge en överblick.



Sammanställning av marknadsläget i världen för eldrivna lastbilar baserat på driftsätt (blå punkt = batterielektrisk drift; röd punkt = bränsleceller med vätgasdrift), räckvidd och bruttovikt. (Figuren är baserad på Wyatt och Gear, 2020.<sup>1</sup>)

Den fordonstillverkare som i dagsläget kommit längst i kommersialiseringen av vätgasdrivna lastbilar är Hyundai. 45 exemplar av modellen XCIENT Fuel Cell utför transportuppdrag åt olika aktörer i Schweiz. Till år 2023 och 2025 avser är det flera tillverkare som avser vara i produktion av bränslecellsdrivna lastbilar.

## LÄGRE UTSLÄPP OCH BÄTTRE EKONOMI

Fordon med alternativa drivmedel eller energilagring, som vätgasdrivna bränsleceller och batterier, ger lägre växthusgasutsläpp, energikostnader och i flera fall lägre energiförbrukning än konventionella dieselfordon. Det visar en syntes av kunskap och erfarenheter från några utvalda tidigare studier på området<sup>2</sup>, som vi kompletterat med resultat från en ny fallstudie. Alla ingående studier i syntesen gäller tunga massgodstransportuppdrag i tätortsmiljö, specifikt Stockholm.

Syntesen visar att batterielektriska fordon med eller utan anslutning till elväg teoretiskt sett ger bra värden utifrån såväl energimässiga, miljömässiga som ekonomiska aspekter. För tunga transporter var lastkapaciteten (kvantifierad i lastvikt) betydelsefull. Den kan påverka klimatvinster och ekonomiska aspekter.

I fallstudierna var energiförbrukningen 0–40 % högre för fordon med bränsleceller jämfört med diesel/HVO-drift. För batterielektriska lastbilar minskade energiförbrukningen med 8–55 %,

<sup>1</sup> Wyatt D., Gear L. (2020), Electric Truck Markets 2021-2041, Analysis of the medium and heavy-duty BEV, PHEV & FCEV electric truck markets; detailed Covid-19 adjusted sales, battery demand and market value forecasts by region; Li-ion and electric motor technologies, IDTechEx, IEA.

<sup>2</sup> För detaljerad information om underlaget till syntesen hänvisas till projektets slutrapport (se förordet).

beroende på vilken räckvidd som batterierna hade dimensionerats utifrån, jämfört med diesel/HVO-drift. För batterielektriska fordon med möjlighet att tillföra energi från elväg minskade energiförbrukningen ned till ungefär hälften jämfört med diesel/HVO.

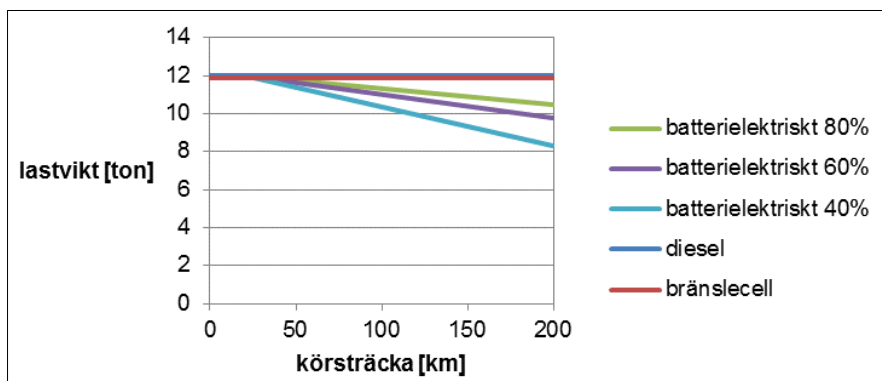
Växthusgasutsläppen minskade i alla fallstudier och alla typer av fordon med 82–92 % jämfört med diesel. Emissionsparametrar som använts i studien speglar genomsnittliga växthusgasutsläpp från diesel, HVO och el i Sverige (i ett livscykelperspektiv), vilket innebär att resultaten inte kan generaliseras direkt för länder/områden som har högre andel el med fossilt ursprung i sin elmix.

Elalternativen i fallstudierna som ingått i syntesen ser lovande ut ur flera aspekter. Dock finns det några osäkerheter gällande alternativen med batteridrift som rör batterivikt, lastvikt och laddning. Kommer batterivikten att kunna hållas så pass låg framöver att lastvikten inte minskas avsevärt? Utvecklingen av batterier har gått snabbt de senaste åren, men hur det ser ut i framtiden är svårt att förutse. Avseende laddning finns frågor som framför allt rör hur laddning ska hinnas med när bilarna är i rörelse stor del av tiden och gör få stillastående pauser. Ökade laddeffekter och effektivare batterier kan vara dellösningar på detta, men även system med utbytbara batterier är intressanta att titta närmare på.

## LASTVIKTEN ÄR EN VIKTIG OCH STYRANDE PARAMETER

Idag utgör massgods över 50 % av den transporterade godsmängden i Stockholms län. Massgodstransporternas ofta höga bruttovikter gör det svårt att implementera batterielektriska system eftersom ökad batterivikt minskar fordonens lastkapacitet.

I hälften av fallen i vår studie påverkar batterivikten så pass mycket att lastvikten minskar, och det redan vid en batterikapacitet som dimensioneras enbart för en körning tur och retur. För de tyngsta transporterna i fallstudierna kan det handla om att lastvikt som minskar med 10–15% beroende på hur batterierna är dimensionerade. Sträckorna som lastbilarna används på kan i vissa större projekt vara lika över längre tid, men det är vanligt att sträckornas längd varierar och att uppdrag för enskilda fordon med kort varsel kan ändras. Det gör det svårt att dimensionera batterierna. I figuren nedan syns hur lastvikten kan minska med ökad räckvidd på batterierna.



Förändring av lastvikt i fallstudie med masstransporter från bygge av avloppstunnel, påslag Åkeshov.

## NYVARANDE OCH FRAMTIDA ENERGIINFRASTRUKTUR

Idag finns få publika laddstationer och vätgastankstationer för lastbilar i Sverige. Men här, såväl som i EU och andra länder och regioner, har visioner, strategier och färdplaner för användning av vätgas tagits fram. Satsningar på vätgaskorridorer mellan länder och regioner med ett flertal strategiskt utplacerade tankstationer längs vältrafikerade korridorer har inletts. Ett exempel på det är EU-projektet Nordic Hydrogen Corridor. Utbyggnaden av infrastruktur för vätgas underlättas också av etableringsplaner från företag som till exempel Everfuel.

Var och hur tillverkningen av grön vätgas ska, kan och bör ske är ännu inte tydligt i planerna. Det mest troliga är att det i första hand är sol- och vindkraft som kommer användas för elgenerering. Tekniker för solceller, vindkraftverk liksom för elektrolysörer existerar sedan tidigare. De kan kombineras för att tillverka vätgas för fordonstillämpningar, men antalet anläggningar i drift som gör detta är få både i Sverige och internationellt. Den enda svenska anläggningen finns i Mariestad med en solcellspark och en elektrolysör intill en vätgastankstation.

Elenergibehovet i Sverige växer alltmer med en ökad elektrifiering och minskad användning av fossil energi. Ökad efterfrågan på vätgasproduktion, vilket kommer bli följden av storskalig bränslecellsdrift, kräver troligen åtskilliga nybyggnationer av sol- och vindkraftverk.

Att omfördela den elenergi som idag produceras är i nuläget inte rimligt. Med utbyggnad av nya kraftverk för förnybar elgenerering aktualiseras frågor om var de ska lokaliseras, vilka konsekvenser det innebär och acceptansen för lokaliseringarna. Där det finns stora möjligheter till energiutvinning, som vid stora solcells- och vindkraftsparker eller vattenkraftverk, bör man avväga möjligheter att bygga upp system som innefattar transporter av gas till ett antal relativt närbelägna tankstationer.

Utbyggnader av tankinfrastruktur för vätgas är en förutsättning för fordonsanvändare att gå över till bränslecellsdrivna fordon. För att möjliggöra en övergång till förnybara, klimatneutrala och lokalt utsläppsfria drivmedel för massgodstransporter i städer och tätorter, bör energiinfrastrukturen utformas så att

- vätgastankstationer lokaliseras i närheten av vanliga transportrutter eller vägsträckningar, för tunga transporter, såsom större vägar och områden/regioner med många större byggprojekt/stark tillväxt. Laddstationer för batterielektriska tunga fordon bör finnas vid uppställningsplatser, lunchställen och rastplatser.
- vätgastankstationer och elektrolysörer för vätgasproduktion placeras i anslutning till varandra eftersom det då går att undvika både transport och extra komprimering av vätgasen.
- det finns möjligheter att tillvarata den syrgas som bildas vid elektrolysprocesser.

## TRANSPORTUTÖVARES SYN PÅ UTVECKLINGEN OCH VILLKOREN FÖR OMSTÄLLNING

Många åkeriföretag har en stark vilja att ställa om till mer miljö- och klimatvänliga bränslen och drivlinor. Inom ramen för den här studien gjordes intervjuer med transportföretag som utför massgodstransporter för att lyfta fram deras perspektiv.

De intervjuade visade stort intresse för el- och vätgasdrift av lastbilar och ville gärna öka sina kunskaper på området, speciellt rörande vätgasfordon. Ett par av de intervjuade företagen förbereder sig för att påbörja tester med batterielektriska lastbilar för massgodsuppdrag.

Intervjuerna visade att de ekonomiska incitamenten för bygg- och anläggningsföretag respektive transportföretag att införskaffa och använda vätgasdrivna bränslecellsfordon främst kopplas till långsiktig överlevnad i en traditionellt fossildriven bransch. Det kommer initialt att kosta mer att investera i tunga fordon med el- respektive bränslecellsdrift än i konventionella dieselfordon.

Höga inköpskostnader och eventuella tillkommande kostnader för installation av tankinfrastruktur för vätgas (om transportföretagen väljer eller tvingas investera i dessa) utgör en hög tröskel för inköp av såväl el- som vätgasdrivna tunga fordon eller lastbilar. Enligt fordonstillverkarnas analyser ligger tidpunkten för när inköpspriset är i paritet med dieseldrivna lastbilar två till tre år framåt i tiden för eldrift, och fem till tio år för bränsleceller.

Möjliga vägar för att påskynda omställningen till förnybara drivmedel och system är samarbeten mellan transportutförare och beställare/kunder om ändrade avtalslängder, ersättningsnivåer samt ekonomiskt bistånd för uppbyggnad av tankinfrastruktur. Miljöpremier som underlättar inköp och infrastrukturuppbyggnad skulle underlätta omställningen.

### INSATSER BEHÖVS FÖR ATT DRIVA PÅ OMSTÄLLNINGEN

**De främsta möjligheterna** med el- och vätgasdrivna fordon för massgodstransporter som kom fram i intervjuerna kunde knytas till miljö (minskade utsläpp, minskning av fossila bränslen fram till 2030), fordonens prestanda (räckvidder och tanktider i paritet dagens, främst avseende vätgas) samt arbetsmiljö (tystare arbetsmiljö, inga avgaser – gynnsamt vid tunnelkörning).

**De huvudsakliga hinder** som pekades ut hör ihop med tillgången till lämpliga fordon (framför allt bränslecellsfordon), höga inköpskostnader, osäker tillgång till vätgas och tankinfrastruktur samt låg betalningsvilja för gröna transporter. För lösningar med batterielektriska lastbilar eller fordon som används intensivt, lastar tungt och sällan står stilla under längre tidsperioder är långa laddningstider

och avsaknad av naturliga laddplatser potentiella hinder. Vikten på batterierna är i dessa fall kritisk eftersom lastkapaciteten, angiven som lastvikt, minskar med ökad batterivikt.

De insatser som skulle gynna ett införande av el- och vätgasdrivna fordon för massgodstransporter behöver undanröja dessa hinder. I intervjuerna föreslogs följande:

- att bygga ut tillgänglig infrastruktur för vätgasförsörjning
- att serietillverka fordon för att göra dem billigare
- att staten tar ett större ansvar och erbjuder morötter i form av exempelvis utökad miljöbonus, omställningsstöd, initialt skattemässiga lättnader, underlättade inköp av hybridfordon och skarpare åtgärder mot fossilbränslen
- insatser för att öka kunskaperna hos både kunder och fordonsköpare och öka kundernas betalningsvilja för vätgasdrivna transporter



**Slussen i Stockholm är ett exempel på stort byggprojekt. Bildkälla: Unsplash/Gunnar Ridderström.**



## SLUTSATSER FRÅN STUDIEN

- Det finns kommersiella modeller och typer av el- och bränslecellsfordon som lämpar sig för transporter av massgods i städer och tätorter; och fler är på väg ut på marknaden.
- Klimat- och kostnadsförutsättningarna för el- och bränslecellsfordon är goda utifrån de redovisade fallstudierna, men initialt ekonomiskt stöd för inköp är viktigt.
- För massgodstransporter är lastkapaciteten av största vikt! Tunga batterier tenderar i många fall att inkräkta på den, vilket kan påverka val av fordon.
- Tillgång till vätgas är en förutsättning för att kunna använda bränsleceller. I dagsläget behöver transportutövare antingen (1) invänta/uppmuntra/delta i initiativ från andra aktörer, (2) investera i system med egen vätgasproduktion eller (3) köpa in vätgas.
- Transportutövarna har ett stort intresse av förnybara alternativ. Större samförstånd mellan beställare och utövare kring kostnader för fossilfria transporter är dock önskvärt.
- Åkeriföretag ser möjligheter att med bränslecellsdrift minska sina globala och lokala utsläpp samtidigt som de kan utföra transportuppdrag på likande sätt som idag, utan att behöva lägga in längre tidsperioder med laddning.
- Demonstration med bränslecellslastbilar som testas i verkliga uppdrag med massgods är önskvärt för att driva utvecklingen av fossilfria tunga transporter ytterligare framåt.

Idag planeras även andra nya tillämpningar för vätgas som energibärare, till exempel inom stålindustrin. Det bidrar till att vätgaslösningar diskuteras alltmer och öppnar för att utnyttja möjliga synergieffekter mellan olika tillämpningar, som stålindustrin och transportsektorn. Det kan beröra utveckling av tekniker och systemlösningar för vätgasgenerering, eller satsningar inom vissa geografiska områden med stora behov av vätgas.

Ytterligare relevanta perspektiv på systemupplägget med elektrifiering är råvaruutvinning och materialtillgång för komponenter i elmotorer, batterier, bränsleceller, sol- och vindkraftverk osv, samt hur möjligheterna att återvinna dem på olika sätt ser ut för att minska miljöpåverkan. Det återstår att undersöka hur nya teknikupplägg kan minska behovet av sällsynta råvaror.

**tfk**



**SKANSKA**



**TRANSPORTFÖRETAGEN**

**VATTENFALL** 

