Triple F – resultat och steg framåt

25 augusti 2026

Sofia Löfstrand, Lindholmen Science Park
Florian Herrmann, Lindholmen Science Park
Kristina Andersson, RISE
Linea Kjellsdotter Ivert, VTI
Jens Hagman, RISE

TRIPLEF
FOSSIL FREE FREIGHT

Inledning

Triple F är Trafikverkets forskning- och innovationssatsning med syfte att bidra till det svenska godstransportsystemets omställning till fossilfrihet. Inom ramen för programmet, som pågår från 2018 till 2030, samarbetar näringsliv, akademi och offentlig sektor genom förstudier, forskningsinitiativ och pilotprojekt. Lindholmen Science Park (LSP) står som värd för programmet i samarbete med Statens Väg och transportforskningsinstitut (VTI) och Research Institutes of Sweden (RISE). Hittills har 82 forsknings- och innovationsprojekt initierats. 53 av dem har avslutats och bidragit med kunskap och lösningar för omställningen.

För att hantera omställningen arbetar Triple F med teknik, policy och logistik inom följande områden:

1. Ett mer transporteffektivt samhälle - åtgärder med förmåga att minska behovet av godstransporter och/eller minska sträckan som gods måste transporteras/antal fordon/farkoster som behövs för att transportera godset.
2. Överflyttning till energieffektiva och fossilfria fordon - åtgärder som syftar till överflyttning av gods till mer energieffektiva trafikslag och användning av mer energieffektiva fordon och farkoster inom ett trafikslag.
3. Skifte till förnybara drivmedel - lösningar för att möjliggöra en fossilfri energiförsörjning.

Sedan 2023 genomför programledningen kontinuerligt en resultat- och portföljanalys där resultat från avslutade projekt kortfattat sammanställs i projektkort. Samtliga projektkort finns tillgängliga på Triple F:s hemsida triplef.lindholmen.se. Denna rapport är en sammanfattning av resultaten från avslutade projekt, programledningens omvärldsanalyser och beskriver programmets viktigaste resultat och prioriterade frågor för fortsatt arbete i omställningen till ett fossilfritt godstransportsystem. De är beskrivna i de kommande 12 kapitlen.

I varje kapitel identifieras viktiga steg framåt där industriaktörer, myndigheter och inte minst politiken behöver ta vid och driva utvecklingen vidare för implementering av lösningar. Rapporten beskriver även viktiga områden för fortsatta forsknings- och innovationssatsningar.

Innehållsförteckning

1 Logistikens effektiviseringspotential **4**

2 Samlastning **6**

3 Digitalisering **7**

4 Järnvägens servicegrad och nyttjande **8**

5 Integrerade transportkedjor och gröna noder **9**

6 Elektrifiering av vägtransporter **10**

7 Vätgasdrivna vägtransporter **12**

8 Användning av förnybara drivmedel **13**

9 Omställning i ett systemperspektiv **14**

10 Policy för fossilfrihet **15**

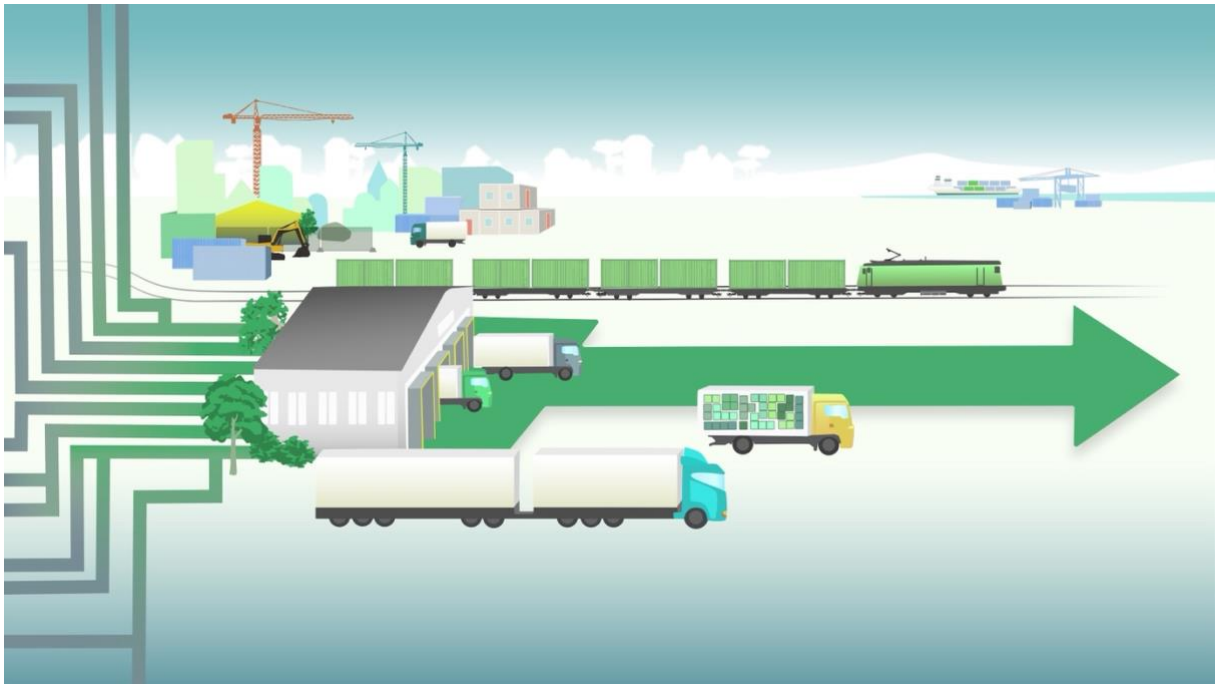
11 Resiliens i transportsystemet **17**

12 Samverkan för accelererad innovation **18**

1 Logistikens effektiviseringspotential

Logistisk effektivitet, det vill säga effektiv resursanvändning genom hög fyllnadsgrad i transporter, effektiv lagerhållning, minskat svinn och tomkörning såväl som hög måluppfyllelse genom precision, leveransservice och tillförlitlighet är viktig för att minimera transporternas miljöpåverkan. Flera projekt har visat på potentialen, bland annat inom byggbranschen. Cirka 20 % av Sveriges totala transporterade vikt transporteras till och från byggprojekt. Utvärderingar visar att antalet lastbilar som anlöper ett byggprojekt kan minskas med mellan 60 och 80 %, vilket motsvarar en minskning på 6 % av antalet godstransporter på väg. Byggbranschen har haft ett stort fokus på produktion men inte samma fokus på transporter och dess miljöpåverkan. Bygglogistik är därmed fortsättningsvis ett intressant område för godstransportsystemets omställning till fossilfrihet.

I Triple F-projektet **Fossilfri bygglogistik 2.0** identifierades standardiserade processer för logistik och materialhantering på byggarbetsplatsen som viktiga åtgärder för att förbättra leveransplanering och informationsdelning, vilket i sin tur kan öka effektiviteten, minska kostnader och utsläpp. Vidare blev det tydligt i projektet att efterfrågan på fossilfria bygglogistiktjänster generellt saknas. Triple F-projektet **Smarta fossilfria returer** har visat potential att effektivisera transportflöden och minska kostnader med hjälp av en digitaliserad returprocess.



Trots att det är tydligt att både miljömässiga och kostnadsmässiga vinster är möjliga genom en effektiv logistik så är det en utmaning att implementera lösningar i större skala. En viktig grundförutsättning för att kunna minska klimatpåverkan från godstransporter är att samhället skapar incitament för de som upphandlar och tillhandahåller logistiklösningar. I EU:s lagstiftningspaket Fit for 55 finns ett antal direktiv med syfte att påskynda utvecklingen, såsom Scope 3 som syftar till att kartlägga indirekta utsläpp i leverantörskedjan. Triple F hanterar frågeställningen i flera projekt, däribland doktorandprojektet **Rapportering för en hållbar leveranskedja: Transportaktörernas relationer i Scope 3-utsläppsrapportering**.

Effektivisering av logistik har stor potential att bidra i omställningen till fossilfria godstransporter, vilket flera projekt har visat. Det är därför viktigt att:

- Sprida goda exempel på effektiva och fossilfria logistiklösningar så att fler förtag inspireras att göra liknade förändringar och undvika vanliga fallgropar.
- Tydliggöra potentialen i logistikeffektivisering genom att utveckla metoder och verktyg som kan synliggöra effekterna av olika åtgärder.
- Integrera logistik tidigt i planerings- och inköpsprocesser för att skapa bättre förutsättningar för en effektivare logistik.

Viktigt att ha med sig är att logistiklösningar ofta komplexa att införa då transport- och logistikaktörer behöver strukturera sina egna processer och samarbeta med kunder och leverantörer i flera led.

För att ta steg framåt är det nödvändigt att stötta initiativ som:

- tar fram standardiserade arbets- och beräkningsprocesser för logistikens klimatpåverkan, för att,
- förbereda för deklarationer av företagens fullständiga växthusgasutsläpp – inklusive de indirekta utsläppen,
- utvecklar lösningar på hur kommande regelverk effektivt kan efterlevas, såsom Scope 3 rapportering.

Ämnet bör få ökat fokus i FOI-satsningar med högre mognadsgrad där lösningar demonstreras och testas i större skala.

2 Samlastning

Det finns många olika typer av samlastningslösningar, såsom bygglogistikcenter för att samordna leveranser från olika materialleverantörer till byggarbetsplatser (exempelvis Norra Djurgårdsstaden och Masthuggskajen), urbana samlastningscentraler eller mikroterminaler för samlastning av leveranser den sista sträckan in till butiker och konsumenter (exempelvis Stadsleveransen i Göteborg och Älskade stad i Stockholm). Därtill bör noteras att samlastning utgör en central del av speditörers affärslogik. Företag som DHL, PostNord och DSV använder så kallade hub-and-spoke-system[1] för att samlasta styckegods och paket, vilket bidrar till att effektivisera transporterna.

Samlastningslösningar visar ofta goda resultat i termer av transporteffektivitet och därmed kostnads- och miljöbesparingar. När det gäller samverkansbaserade eller projektorganiserade samlastningslösningar, såsom bygglogistikcenter och urbana samlastningscentraler, är det dock vanligt att verksamheten avvecklas efter en tid. En viktig förklaring är att affärsmodellerna ofta är otillräckligt utvecklade. I dessa fall är näringslivet sällan drivande, eftersom de ekonomiska incitamenten är begränsade. Triple F-projektet **Satellit-terminaler för fossilfri och effektiv access till hamn** har studerat en implementering av en satellit-terminal till Göteborgs hamn som ska fungera som omlastningspunkt för att flytta över gods från fjärrlastbilar till järnväg och högkapacitetsfordon (HCT). Resultaten visar att klimatnyttan är betydande för både eldrivna HCT-lastbilar och järnvägslösningar men endast järnvägsbaserade lösningar kan nå kostnadsnivåer jämförbara med dagens lastbilstransporter, givet tillräckliga godsvolymer.

För att driva på och motivera implementering av lösningar för ökad fyllnadsgrad och samlastning, vilka kräver samverkan mellan både offentliga och privata aktörer, så är det nödvändigt att hitta gemensamma upplägg för risk-, kostnads- och vinstdelning mellan aktörerna, samt hur data delas säkert mellan aktörer.

Satsningar framåt bör fokusera på ekonomiskt och miljömässigt hållbara affärsmodeller. I den processen bör:

- ekonomiska analyser genomföras för att utvärdera hur privata och offentliga aktörer kan investera i och dela ekonomiska och miljömässiga vinster för samlastningslösningar,
- processer för samverkan mellan offentliga och privata aktörer utvecklas, samt
- verktyg för datadelning, kostnadsfördelning och betalningsmodeller tas fram.

[1] Ett hub-and-spoke system är en struktur där transporter/flöden samlas i en central hub (terminal, omlastningspunkt) och sedan distribueras vidare till andra destinationer, punkter (spoke)

3 Digitalisering

En högre grad av digitalisering av informationsflöden i godstransportsystemet är en central möjliggörare för att effektivisera transporterna och minska utsläpp. Utvecklingen av digitalisering inom företag går framåt, men digitalisering på systemnivå där flera företag samarbetar och delar information har inte kommit lika långt. Där behövs fortsatta satsningar. Triple F-projektet **Smarta Fossilfria Returer** har studerat en implementation av en digitaliserad returprocess tillsammans med tre involverade företag. Projektet har lyft fram och beskrivit betydande effektiviseringar, vilket har lett till en minskning på 80 % av kostnader för fysisk hantering och en 50 % snabbare återbetalning till kunder. Dessa resultat understryker hur digitalisering kan omvandla returhantering till en lönsam och hållbar process med resultatet färre och effektivare transporter vilket bidrar till ett mer transporteffektivt samhälle.

Ett annat exempel är resultaten från doktorandprojektet **MODIG-LOG** inom Triple F som indikerar att implementering av Just-in-Time (JIT)-ankomst inom svensk sjöfart kan bidra till en minskning av bränsleförbrukningen. Samtidigt visar resultaten att en fungerande implementering av JIT-ankomst förutsätter samordning mellan ett flertal aktörer i sjöfartskedjan. Olika typer av beroenden mellan dessa aktörer innebär att enskilda aktörer har begränsade möjligheter att ensamt styra implementeringen. Användning av flera samordningsmekanismer, såsom digitala plattformar, policyer för förbokad kajallokering, system för uppföljning av fartygsprestanda samt nischade JIT-klausuler och avtalslösningar är alla nödvändiga för att införa JIT i praktiken.

Dessa exempel såsom många andra, visar på behovet av att digitalisering av informationsflöden och planeringssystem är av stor vikt för att effektivisera logistik. Initiativ för att driva frågan bör hantera standardisering på europeisk nivå. Ett pågående exempel som adresserar just detta är Triple F-projektet **Digital Frivillig Samlastning**, vilket undersöker hur standardiserade data från digitala fraktsedlar kan utnyttjas som verktyg för bättre planering och ökad effektivitet. Denna modell gör det möjligt för enskilda företag och mindre lokala kluster att samordna sina godsflöden direkt och frivilligt, vilket lyfter effektiviseringspotentialen helt utan behov av fysiska mellanlager.

För att effektivisera transportsektorn med hjälp av digitala system behöver både arbetet med standardisering på europeisk nivå och utvecklingen av lösningar som effektiviserar transportflöden accelerera. FOI-satsningar bör:

- i Sverige fokusera på samverkansprojekt där standardiserade lösningar utvecklas och testas med en större grupp aktörer med målet att implementera på en marknad. Exempel på intressanta case är samlastningslösningar och laddplanering för ellastbilar.
- inom EU utnyttjas för att påverka och utveckla standardiserade lösningar som kan effektivisera transportflöden för aktörer i Sverige samtidigt som de bygger en grund för bredare implementering inom transportsektorn.

4 Järnvägens servicegrad och nyttjande

Överflyttning från väg till järnväg har stor potential att minska CO_2-utsläpp från godstransporter. Men för att godstransporttjänster på järnväg ska öka behöver en hög servicegrad och tillförlitlighet säkerställas. För att fler aktörer ska välja järnväg i stället för långväga lastbilstransporter finns utmaningar kopplat till flexibilitet, effektivitet, tillförlitlighet i såväl järnvägens anläggningar som transporttjänster.

Viktiga steg framåt är att fortsatt stötta projekt som undersöker institutionella åtgärder för en konkurrenskraftig järnväg, samt att driva frågor för att öka järnvägens servicegrad, bland annat genom förbättrade transporttjänster med digitalisering och AI. Ett bra exempel är hur planeringssystem för lok kan bli mer effektiva med hjälp av datadrivna beslutstöd i Triple F-projektet **Självlärande neurala nätverk för operativ lokstyrning (SOL)**. Förstudien **HCIT – High Capacity Intermodal Transport** har visat att betydande kostnadsbesparingar och miljövinster kan göras genom att införa elektrifierade HCT transporter i kombination med järnvägstransporter. Projektet **Elektrifierade lastbilar och intermodalitet** har framgångsrikt demonstrerat kombinationen av två elektrifierade högpresterande lastbilar med järnväg, och uppskattat att 50–60 % av allt transportarbete i den kombiterminalen skulle kunna elektrifieras, vilket skulle spara 1500–2200 ton CO_2 per år. I ett uppskalat format för samtliga av Sveriges ca 15–20 större kombiterminaler skulle denna utsläppsminskning kunna vara så stor som ca 20 000 till 45 000 ton CO_2 per år.

För att järnvägen ska vara ett attraktivt trafikslag i transportsystemet är det av stor vikt att:

- problem med infrastruktur, eftersatt underhåll, förseningar samt kapacitet på spåren fortsatt hanteras genom prioriterade insatser
- digitala lösningar utvecklas med hjälp av stora datamängder och bidrar till högre kapacitetsutnyttjande och tillförlitlighet för godstransporter
- i större utsträckning använda resultat (tekniska lösningar) från både svenska projekt och EU-projekt (Europe's Rail) för att implementera lösningar,
- Sverige blir bättre på att utnyttja de EU-medel som finns för utveckling av TEN-nätverken både för transporter och energi.

5 Integrerade transportkedjor och gröna noder

Integrerade transportkedjor förutsätter att olika trafikslag samverkar och kompletterar varandra. Projekt inom Triple F (ref. projekt **Förlängda sjöben** och **Elektrifierade lastbilar och Intermodalitet**) beskriver exempel på transportkedjor som involverar olika trafikslag och därigenom ökar transporteffektiviteten och minskar utsläppen.

På temat sjöfart har Triple F-projektet **Elektrifierad sjötransport av gods Norrland – Södertälje (ELINORR)** tagit fram ett helt nytt elhybridbåtskoncept med möjlighet att vara ekonomiskt konkurrenskraftig med dagens diesellösningar. Konceptet utnyttjar den elektriska drivlinans höga verkningsgrad tillsammans med den höga energitätheten hos flytande bränslen för de mest krävande uppdragen (till exempel isbrytning under vintern). Ett exempel på hur hamnar kan möjliggöra elanslutning för trampsjöfart är Triple F-projektet **Strategier för minskade koldioxidutsläpp genom landansluten el för godssjöfart**. Det visar hur hamnar kan arbeta för att bli gröna noder.

Triple F-projektet **Fossilfri leverans av gods i glesbygd** har utvecklat och testat två drönarbaserade transporttjänster tänkta att integreras i Bussgods utbud och ersätta last-mile-transporter av varor i glesbygd. Projektet har visat att det teknisk går att genomföra verkliga leveranser med drönare i nära arktiskt klimat. Vidare uppskalning kräver dock fler tester och utveckling av mobila laddare, ekonomisk hållbarhet och tillförlitlighet. Även långa tillståndsprocesser nämns som en viktig barriär.

De nämnda projekten är exempel på pusselbitar i ett större transportsystem, där det finns ett behov av att optimera godsflöden och utnyttja de mest effektiva trafikslag för olika leveranser/gods.

För att utveckla hållbara lösningar för integrerade transporttjänster så behövs:

- tester och demos som utgår från verkliga fall. Sådana projekt behövs för att visa ytterligare effektiviserings- och implementeringsmöjligheter, speciellt för hur man kan underlätta för omlastning till järnväg och sjöfart.
- utveckling av gröna noder som är transport- och kostnadseffektiva, samt möjliggör effektiva byten av trafikslag och fossilfria lösningar genom att till exempel erbjuda laddning och tankning av fossilfria bränslen.

6 Elektrifiering av vägtransporter

Elektrifiering av lastbilar är en viktig del för att möjliggöra omställningen till fossilfria godstransporter. Speciellt tunga lastbilstransporter som står för omkring en fjärdedel av växthusgasutsläppen från den svenska inrikes transportsektorn. Inom Triple F har projekt i samarbete med fordonstillverkare samt logistik- och transportaktörer utrett förutsättningar och lösningar för elektrifierade vägtransporter. I flera Triple F-projekt samlas erfarenheter om vilka parametrar som är viktiga att ta ställning till vid elektrifiering av olika tillämpningar såsom regionala transporter, stadsdistribution och skogsindustrin (t.ex. projekten **Elektrifierade transporter Stockholm Syd**, **Accelererad omställning till fossilfria transporter i skogssektorn** och **ElRutt – Analysverktyg för elektrifiering av skogstransporter**).

Triple F-projektet **Elektrifiering av godstransporter på väg i Sverige** har kartlagt kunskapsläget för 2025 för teknik, ekonomi, logistik och frågor kring elnät och effektbehov. Resultaten visar att för urbana, regionala och kortväga transporter, särskilt under cirka 240 km per dag och där depåladdning kan användas, är ellastbilar redan i dag tekniskt välfungerande och i flera fall ekonomiskt konkurrenskraftiga med dieselvarianter. För att öka konkurrenskraften i stort för elektrifierade lastbilar krävs dock fler insatser. Doktorandprojektet **Transportsystemets omställning och finansiering**, inom Triple F, har bland annat identifierat att elpriser är den mest betydande faktorn som påverkar TCO för ellastbilar. Ett stabilt och konkurrenskraftigt elpris samt finansieringslösningar som möjliggör investeringar i ellastbilar är därmed viktiga för uppskalning.

Triple F-projektet **Analys av dubbelriktad laddning för en flotta av godsfraktande elfordon** exemplifierar hur ellastbilar kan vara en del av systemlösningen. Projektresultaten visar att V2G (vehicle-to-grid) kan ge betydande förbättringar av lönsamheten för distributionslastbilar och arbetsmaskiner, baserat på data från 2024. För tillämpningen med distributionslastbilar uppskattas ägandekostnaden (TCO) minska med ca 15 %. Denna minskning förklaras huvudsakligen av intäkter från deltagande på balansmarknader via FCR-N (frekvenshållningsreserv normaldrift).

De återstående utmaningarna ligger inte främst i tekniska utmaningar i lastbilen, även om sådana kvarstår. Snarare ligger de i effektbegränsningar i elnätet, i uppbyggnadstakt av laddinfrastrukturen och transportköparens svaga intresse av att efterfråga och betala för de mest klimateffektiva transportlösningarna. Elektrifieringen av godstransporter måste ses som ett systemskifte med implikationer för hela värdekedjan och inte bara ett utbyte av drivlina i fordonet. Resultaten från flera Triple F-projekt visar att med dagens teknik finns möjlighet att elektrifiera mer av transportarbetet även för tunga fordon.

Nästa steg är fortsatt forskning om transportköparnas roll, systemanalys av synkroniserad ladd- och nätplanering, uppföljning av resultat från stora demonstrationsprojekt, samt anpassning av modeller till svenskt kallt klimat, glesbygd och energiintensiva transportflöden.

I skiftet till elektrifierade lastbilar behöver transportköpare, transport- och logistikföretag- och energiaktörer i högre grad samarbeta för att hitta effektiva lösningar. Framåt är det centralt att

- att säkerställa ett fungerande samarbete mellan myndigheter och företag i transport- och energisektor för att främja en effektiv och tillgänglig utrullning av elnät och laddinfrastruktur,
- möjliggöra hög nyttjandegrad av laddinfrastruktur
- utforska strategier för att gå från enstaka användarfall till fullt utbyggt system – lokalt, regionalt och nationellt

7 Vätgasdrivna vägtransporter

Förutom det batterielektriska drivsystemet har vätgas lyfts som ett framtida alternativ för de delar av den tunga vägtrafiken där elektrifiering passar sämre. Här kan man urskilja två grundläggande drivtopologier: vätgas som förbränns i förbränningsmotorn samt vätgas som används som bränsle i bränsleceller. Det finns i dagsläget begränsad kunskap om egenskaperna hos vätgasfordon och dess praktiska användbarhet, vilket skapar osäkerhet för de som ska investera. Dessutom befinner sig den nödvändiga infrastrukturuppbyggnaden fortfarande i ett tidigt skede. Denna utbyggnad kräver ett nära samarbete mellan transportbranschen, fordonstillverkarna och drivmedelsstationerna.

Triple F-projektet **Förutsättningar för vätgasdriven tung trafik** visar att vätgaslastbilar kan minska klimatpåverkan avsevärt jämfört med dieselalternativ, särskilt om vätgasen produceras med fossilfri el. Livscykelanalyser indikerar att växthusgasutsläppen från vätgaslastbilar är mellan 10–25 % av motsvarande dieselfordons. Förestående utmaningar ligger i utbyggnaden av tankinfrastruktur och vätgasproduktion, där investeringar och politiska styrmedel krävs. De nuvarande höga kostnaderna för vätgasproduktion jämfört med andra energibärare utgör ett stort hinder. Även de vätgaslastbilar som fordonstillverkare utvecklar behöver introduceras i modellprogrammen. Nästa steg är att stärka samarbetet för att påskynda utbyggnaden av vätgasinfrastruktur och förbättra konkurrenskraften för vätgaslastbilar. Detta kräver fortsatt offentligt stöd.

För att undersöka möjliga lösningar på den begränsade tankinfrastrukturen så har Triple F-projektet **Mobila vätgastankstationer** studerat just detta och visat att mobila vätgastankstationer är tekniskt genomförbara, men att de i dagsläget inte är ekonomiskt hållbara på grund av höga logistikkostnader. För att möta skogs- och byggbranschens behov krävs betydligt högre tankningsflöden (2,2 kg/min) än vad dagens lösningar erbjuder. Samtidigt identifieras H2-ICE (vätgasmotorer) som en avgörande brygglösning som kan ge snabba utsläppsminskningar medan tekniken och infrastrukturen för bränsleceller mognar.

För att fortsatt utvärdera vätgasens roll för vägtransporter är viktigt arbete framåt att:

- utvärdera prestanda, TCO och driftsäkerhet i reell drift för vätgasfordon med både bränsleceller och vätgasmotorer,
- stötta teknikutveckling för lokal, fossilfri vätgasproduktion och flexibla distributionslösningar för att sänka bränslekostnaden och göra tekniken kommersiellt bärbar gentemot diesel,
- rikta FOI-satsningar mot säkrare och mer kostnadseffektiva tankningslösningar som klarar de höga flöden som krävs för tunga segment som skogs- och anläggningstransporter,
- konkretisera vätgasens användning i det samlade transportsystemet, såväl som för tunga arbetsmaskiner och lokal energilagring för stärkt försörjningstrygghet.

8 Användning av förnybara drivmedel

För att nå målet om ett fossilfritt godstransportsystem krävs fortsatt en bred ansats från samhällets sida där flera alternativ och lösningar utvecklas och utvärderas. Förnybara drivmedel innefattar exempelvis el, vätgas, elektrobränslen, metanol och andra biobränslen. Vissa av dem, såsom biodiesel, etanol och biogas, är delvis lågt hängande frukt som är implementerade redan idag och skulle kunna utnyttjas ännu mer. Andra drivmedel behöver undersökas närmare vad gäller resurseffektivitet, produktionsprocesser, distribution och implementering i transportsystemet.

För vägtransportsystemet har två strategiska Triple F-projekt sammanställt scenarier där klimatmålen nås med olika mixar av förnybara drivmedel och bedömer vad scenarierna kräver i form av ökad användning av olika typer av förnybara drivmedel. Projektet **Vägar mot fossilfria godstransporter** konstaterar att genomförande av EU:s CO_2-standarder för tunga lastbilar är avgörande för att öka andelen nollemissionslastbilar och för att kunna klara klimatmålen. Även vid en snabb elektrifiering kommer betydande volymer förnybara drivmedel att behövas, åtminstone under en (relativt lång) övergångsperiod. Projektet **Hållbara godstransporter på väg – scenarioanalys** slutsats är att för att kunna nå nationella mål i utsläppsminskningar krävs styrmedel som både främjar biodrivmedel och elektrifiering. Resultaten visar att hållbara biodrivmedel och elektrifiering (batterielektrisk och vätgasdrift) är kompletterande tekniker för omställningen av godstransporter.

Biodrivmedel, elektrifiering och vätgas är idag möjliga alternativ för omställningen av vägtransporter till fossilfrihet. Det som är viktigt framåt är större fokus på förnybara drivmedel för sjöfarten och att potentiella konkurrenssituationer och synergieffekter för användning av förnybara drivmedel mellan olika branscher utreds. Initiativ för att producera förnybara drivmedel blir mindre riskfyllda med en breda användningsområden. Idag finns stora osäkerheter, både när det gäller tillgång till drivmedel, kostnad och hur olika typer av transporter och branscher kan ta till sig nya lösningar.

I och med omställningen till förnybara drivmedel finns större möjligheter till lokal energiproduktion. I projektet **Lokala energisystem för elektrifierade logistikapplikationer (LEELA)** har möjligheter utforskats för att utnyttja batterier, solceller och vätgas för att underlätta depåladdning och kompensera elprisvariationer. Med hjälp av en realistisk fallstudie baserad på överproduktion av solenergi vid en terminal undersöktes kostnadsnivån för lokalt producerad väte genom elektrolys. Det visade sig vara tekniskt och ekonomiskt genomförbart att installera en elektrolysör, förutsatt att komprimerat vätgas har ett värde >100 SEK/kgH2.

Satsningar framåt bör fokusera på:

- utvärderingar av förnybara drivmedel med fokus på utsläppseffekter, produktion, tillgång och applikationsområden för olika trafikslag,
- visa alternativ för lokala energisystem och klargöra vilka aspekter som är viktiga för lönsamhet för transport- och logistikaktörer.

9 Omställning i ett systemperspektiv

Triple F fokuserar på att minska växthusgasutsläppen från godstransporter. I den omställningen måste även ekonomisk, social och ekologisk hållbarhet tas i beaktande. Då handlar det även om att ta hänsyn till transporternas påverkan i andra sektorer och vice versa. I Triple F-projektet **Var sker godstransportsektorns framtida växthusgasutsläpp?** breddas perspektivet genom att undersöka transporters påverkan på CO_2-utsläpp i andra sektorer. Resultaten visar att för studiens basantaganden där tunga lastbilar antas produceras av grönt stål i Sverige och med svensktillverkade batterier minskar de totala indirekta utsläppen över tid. Undantaget är el och värme-sektorn där utsläppen kan öka. Om inte batterier till fordon kan produceras i Sverige och övergången till grönt stål går långsamt riskerar dock, som nämnts ovan, mängden indirekta utsläpp som sker i resten av världen liksom i Sverige att öka. För att säkerställa att transportsektorns omställning leder till faktisk global minskning av växthusgasutsläpp krävs fortsatt utveckling av tydliga styrmedel samt internationellt samarbete.

Systemomställningen ställer även krav på en omställning till en cirkulär ekonomi. Kortfattat innebär en cirkulär ekonomi att resurser i ökad utsträckning återförs till värdekedjan genom återanvändning, reparation och materialåtervinning. Vid Triple F:s vårkonferens 2025, där Ragn-Sells medverkade, blev det tydligt att en ökad cirkularitet av produkter och material kommer att påverka transporternas omfattning och utformning men också att effektiva logistiklösningar är av stor vikt för att få till stånd en ökad cirkulär ekonomi. Denna utveckling ställer nya krav på logistik, teknik, styrmedel och samverkan mellan aktörer. Inom detta område bedrivs doktorandprojektet **Transporteffektiv cirkulär masshantering i samverkan** om schaktmassor, med syfte att utveckla och analysera logistiklösningar och incitament som kan bidra till mer transporteffektiva flöden och ökad återanvändning.

För att fortsätta utveckla systemperspektivet och bidra till en balanserad omställning där olika branscher och system påverkas rekommenderas att

- utreda omställningseffekter i ett systemperspektiv, exempelvis en ökad cirkularitet och fossilfria och transporteffektiva transporter, produktion av grönt stål och användning av kritiska metaller för produktion av fordon,
- bidra till utvecklingen av regelverk i EU och Sverige – dels hur regelverken utformas i EU, dels hur de implementeras i svensk lagstiftning.

10 Policy för fossilfrihet

För att omställningen till fossilfria godstransporter ska accelerera krävs policy och styrmedel som driver utvecklingen framåt. Triple F-projektet **Frivilliga klimatåtaganden på godstransportområdet – hur kan de bidra?** har till exempel visat att transportköpande företag med egna klimatmål bidrar till klimatomställningen av godstransporterna, men att bidraget är begränsat. Två viktiga faktorer förklarar frivillighetens ofta begränsade betydelse. Den ena är en begränsad betalningsvilja för åtgärder som minskar klimatutsläppen. Den andra faktorn är att godstransporter ofta inte prioriteras i företagens klimatarbete. Ofta prioriterar företagen andra klimatåtgärder i sin värdekedja, om dessa handlar om större utsläpp. Rapporten beskriver också att transportköpare är viktiga för att realisera klimatpolitiken i EU och Sverige men det saknas både krav och starka incitament för dem att bidra. Därför är det viktigt att lagstiftning såsom Scope 3 och digitala produktpass implementeras och att man vidareutvecklar dessa och ställer krav på minskade utsläpp.

När marknadskrafter inte driver omställningen så blir utformning av policy och styrmedel avgörande för att möjliggöra förändringar. För införandet av fossilfria tunga lastbilar har Triple F-projektet **Vägar mot fossilfria godstransporter** konstaterar att genomförandet av EU:s CO_2-standarder för tunga lastbilar är avgörande för att öka andelen nollemissionslastbilar och för att kunna klara klimatmålen. Men även vid en snabb elektrifiering kommer betydande volymer förnybara drivmedel att behövas, åtminstone under en (relativt lång) övergångsperiod.

Även **Projektet Hållbara godstransporter på väg – scenarioanalys** slutsats är att för att kunna nå nationella mål i utsläppsminskningar krävs styrmedel som både främjar biodrivmedel och elektrifiering. Resultaten visar att hållbara biodrivmedel och elektrifiering (batterielektrisk och vätgasdrift) är kompletterande tekniker för omställningen av godstransporter.

Det är därför nödvändigt med styrmedel som:

- främjar användandet av biodrivmedel (höjd reduktionsplikt),
- samt en kombination av styrmedel som minskar inköpskostnaden för elektrifierade lastbilar och ökar utbyggnad av laddinfrastruktur för tunga fordon.

Den tunga lastbilstrafiken står för ungefär en fjärdedel av växthusgasutsläppen från den svenska inrikes transportsektorn. För att ytterligare påskynda övergången till energieffektiva och fossilfria fordon finns potential i att införa miljözoner för tunga och lätta lastbilar i städer, vilket projektet **Miljözon klass 3 lastbilar** visat.

Resultatet är att miljözon klass 3 för lastbilar, med krav på el, biogas och vätgas, är en lämplig åtgärd för att påskynda en omställning till fossilfri lastbilsflotta. Mätningar i Stockholm och i Lund, visar att miljözoner kan leda till betydande minskningar av lastbilarnas klimatpåverkande utsläpp genom att öka efterfrågan på el- och biogaslastbilar.

Utöver klimatpåverkande utsläpp såsom koldioxid så bidrar en omställning till el en minskning av buller, kväveoxider och partikelutsläpp. För att lyckas med detta måste miljözonerna dock vara tillräckligt stora eller införas på flera håll samtidigt. För att få acceptans för en miljözon är det lämpligt att införa den enbart för tung trafik, i likhet till de miljözoner som införts i Nederländerna.

Frågor som måste lösas i detta sammanhang, vilka hanteras i det pågående projektet **ZONEL – Zoner för nollemissionslastbilar** är:

- Hur ser lämpliga föreskrifter ut för att kunna införa effektiva miljözoner som i tillräcklig grad påverkar övergången till fossiloberoende?
- Hur bör sådana zoner konkret utformas (till exempel gällande deras storlek och gränser)?
- Vad behöver kommuner göra för att kunna införa effektiva miljözoner och jobba med regelefterlevnad?
- Vad kan läras och tas över från andra länder (till exempel Nederländerna)?

Triple F-projektet **Var sker godstransportsektorns framtida växthusgasutsläpp?** Har konstaterat att om inte batterier till fordon kan produceras i Sverige och övergången till grönt stål går långsamt riskerar dock, mängden indirekta utsläpp som sker i resten av världen liksom i Sverige att öka. I Sverige och EU är det både för klimatfrågan och för konkurrensfrågan av stor vikt att en grön industri utvecklas och att fortsatta satsningar görs.

Parallellt med utveckling av ny policy är det viktigt att kontinuerligt utvärdera vilken effekt de styrmedel som införs har och behöver justeras under tid. Då omställningen till ett fossilfritt godstransportsystem är starkt beroende av policy och regellandskapet är komplext och föränderligt så behöver branschens aktörer stöttning för att navigera.

11 Resiliens i transportsystemet

Omställningen till ett fossilfritt godstransportsystem sker inte isolerat. Andra viktiga mål och krav på godstransportsystemet är att det ska vara kostnadseffektivt, tillgängligt och konkurrenskraftigt. På senare tid har även kraven på resiliens ökat, vilket innebär att systemet behöver vara förberett för större störningar, kunna hantera dessa när de uppstår och på ett effektivt sätt återhämta sig efter att störningen inträffat.

I vissa fall kan olika mål och krav förstärka varandra, exempelvis när ökad transporteffektivitet bidrar till både minskade utsläpp och lägre kostnader. Samtidigt finns det tydliga målkonflikter, till exempel mellan kostnadseffektivitet och resiliens, där ökad redundans, lagerhållning eller alternativa transportupplägg kan innebära högre kostnader men samtidigt innebära en ökad robusthet i systemet.

I Triple F projektportfölj är det tydligt att fler projekt också adresserar krav på resiliens. Triple F-projeket **Lokala energisystem för elektrifierade logistikapplikationer (LEELA)** har lokal produktion av bränslen utforskats genom att utnyttja batterier, solceller och vätgas för att underlätta depåladdning och kompensera elprisvariationer. Lösningar som denna har en potential att stärka resiliensen i systemet. Inom Triple F-projektet **Hållbara godstransporter på väg – scenarioanalys** gjordes en resiliensanalys som visar att det finns ett behov av att förstå hur ett decentraliserat system av nya drivmedel ska matcha tillgång och efterfrågan i hela landet. Forskningen inom resiliens för framtidens transportsystem är dock ännu i sin linda, fler projekt inom området är att förvänta i närtid.

Viktiga åtgärder att vidta på området:

- Utveckla och testa scenarier för fossilfrihet i krissituationer, exempelvis hur ett elektrifierade godstransporter står emot olika typer av störningar
- Undersöka behov av anpassade tekniska lösningar för att stärka transportsystemets resiliens
- Utforska kopplingar mellan krav på resiliens, fossilfrihet, effektivitet och konkurrenskraft.

12 Samverkan för accelererad innovation

Sverige är ett innovationsland och ligger kontinuerligt i topp när olika länders innovationsförmåga mäts. Men i transportsystemet är innovationsgraden relativt låg, med undantag för utvecklingen av elektrifierade vägtransporter. En konsekvens är att nya lösningar sällan implementeras. Som ett komplement till programmets FOI-projekt har därför ett koncept för hur genomförandet av innovationstävlingar utformats och testats. Den första innovationstävlingen genomfördes 2020 och den andra under 2023.

Fokus i båda tävlingarna har legat på konceptutveckling av tävlingsbidrag med stöd från Triple F:s nätverk, innan en vinnare koras. Värdet av tävlingen är därför inte bara finansiellt i och med vinstpengar och PR för de bidragande partnerna, utan även utvecklingsstöd och råd från experter inom branschen för att ta koncepten och affärsidéerna framåt. Trots att innovationstävlingarna är ett sätt att lyfta mer disruptiva idéer som kan främja innovationsgraden i godstransportsystemet, så är det en stor utmaning att realisera nya lösningar på marknaden. Företagen har ofta koncept med potential att lösa utmaningar, men det finns i många fall inte en djupare förståelse av godstransportbranschens aktörer och hur de arbetar. Dessutom är det svårt att skapa kontakter för att testa koncept i tidiga faser, vilket är nödvändigt för att utveckla koncepten till implementerbara lösningar. Analysen av de genomförda tävlingarna ledde till att programmet skiftade fokus till att utveckla innovationsstöd till start-ups och små företag.

För att testa en modell för innovationsstöd genomförde programmet ett arbete under 2025 för att utvärdera hur Trafikverket, som är en stor inköpare av tjänster relaterat till transportinfrastrukturen, skulle kunna möjliggöra för fler innovativa leverantörer i sina upphandlingar. Trafikverket har traditionellt samarbetat med en begränsad grupp större leverantörer, exempelvis inom trafikräkning, underhåll och nya investeringar i infrastrukturprojekt. Teknikutvecklingen skapar möjligheter av att identifiera nya digitala lösningar som både är mer samhällsekonomiskt lönsamma och som banar väg för framtidens transportsystem. Det är en utveckling som sker snabbt och de som är bra på att ta vara på detta är start- ups och scale-ups med innovativa lösningar och affärsmodeller.

Syfte med arbetet, som genomfördes inom Triple F i samarbete mellan Mobility Xlab (mobilityxlab.com) och Trafikverkets enhet för digitalisering av vägtransportsystemet, var att:

- identifiera start-ups och nya aktörer med relevanta lösningar för Trafikverkets utmaningar,
- utforska en affärsmetodik med Mobility Xlab som representant och mellanhand ut mot branschen för att göra dessa företag redo att leverera till offentlig sektor, samt att
- bredda förståelsen för hur Trafikverket kan arbeta med en ny typ av leverantörsbas.

Resultaten visar att start-ups behöver tydlig vägledning och flexibla upphandlingsprocesser, medan Trafikverket kan vidareutveckla sina interna arbetssätt och främja en öppen innovationskultur. Den nya kunskapen ligger i den beskrivna TrafikXlab-modellen och insikterna om hur båda parter kan "mötas på mitten" för att påskynda innovation.

Föreslaget nästa steg är att genomföra pilotprojekt för att testa modellen, säkra finansiering för TrafikXlab-ramverket för att möjliggöra en långsiktig tillämpning, och sprida kunskapen inom sektorn men även till kringliggande sektorer som kan dra nytta av arbetssättet.

TrafikXLab-initiativet har demonstrerat att viljan och förmågan att samarbeta är viktiga förutsättningar och verktyg för att snabba upp innovationsprocesser. Om man överför denna insikt till den nödvändiga omställningen av hela transportsystemet kan man konstatera att utöver utveckling av teknik, logistik och policy spelar även sociala och organisatoriska innovationer – som nya samverkansmodeller och tvärsektoriella partnerskap – en avgörande roll. Dessa kan handla om hur leverantörer kan nå nya kunder, såsom i caset med TrafikXLab. Det kan även handla om hur offentliga och privata aktörer i högre grad samarbetar för att hitta hållbara affärsmodeller för samlastning, eller hur transport- och energibranscher samarbetar för att möjliggöra en effektiv laddinfrastruktur. Dessa nya former för samarbete är en viktig parameter för kommande satsningar.

Triple F står för **Fossil Free Freight**, som anspelar på programmets syfte - att bidra till att minska godstransporternas koldioxidutsläpp i Sverige. Triple F är Trafikverkets forskning- och innovationssatsning och Lindholmen Science Park står som värd i samarbete med VTI och RISE. Programmet startade 2018 och kommer pågå till 2030.