

Delprojekt:

## Effektanalys av intermodal HCT

Järnvägs- och lastbilstransport med dubbeltrailer



## Innehåll

Sammanfattning.....	3
Projektets resultat.....	4
Summary .....	6
Project results .....	7
1. Ord och begrepp .....	9
2. Bakgrund .....	10
3. Syfte.....	14
4. Metod.....	14
4.1 Delprojekt 1 – Dubbetrailer som valbart fordon i <i>NTMCalc</i> 5.0 .....	14
4.2 Delprojekt 2, Elons besparing med dubbeltrailer .....	15
5. Avgränsningar.....	15
6. Genomförande .....	15
6.1 Kalibrering av driftsdata med data liknande fordon i <i>NTMCalc</i> 5.0 .....	15
6.3 Utmaningar med dubbeltrailer .....	19
7. Resultat, slutsatser och kunskapsspridning .....	21
7.1 Analys av nyttan med dubbeltrailer vid forsling.....	22
7.2 Slutsatser.....	22
7.3 Kunskapsspridning .....	23
7.4 Reflexioner .....	23
8. Utvecklingsmöjligheter och fortsatta projektidéer .....	23
9. Medverkande i projektet.....	24
10. Referenser .....	24

## Sammanfattning

Delprojekt "Effektanalys av intermodal HCT" utgör test av en HCT-kombination bestående av en dragbil med två trailers och två 40-fots containers som forslar gods från järnvägsterminalen i Hallsberg till mottagande kunden Elon i Örebro. Fordonet har en maximerad bruttovikt på 64 ton och längd av ungefär 30 meter. Kopplingen mellan släpen sker med en s.k. Longlink vilket gör fordonet relativt enkelt att manövrera vid backning och trängre trafikmiljöer. Kombinationen benämns här som en dubbeltrailer och inkluderar även Dolly som lösning för att koppla samman släp.

Delprojektet har två syften:

1. Kartlägga driftsprestanda för HCT med dragbil med två trailers (Dubbeltrailer) för implementering av denna fordonstyp i *NTMCalc* och därmed utgöra ett alternativ för flera att analysera för andra transportlösningar.
2. Beräkna nyttan för Elons transportlösning (Göteborg-Örebro) med HCT avseende transporteffektivitet (fyllnadsgrad), trafikeffektivitet (fordonskm), kostnad (index) samt klimat (utsläpp av klimatgaser, GHG).

Längre lastbilar med större lastkapacitet förbrukar vanligen mer bränsle per km på grund av ökad bruttovikt och fler axlar som ger ett större rullningsmotstånd. Om den större lastförmågan kan utnyttjas släpper de emellertid ut mindre per lastenhet i förhållande till mindre fordonskombinationer. Utmaningen för större fordon (HCT<sup>1</sup>) är således att hitta lämpliga och tillräckligt stora varuflöden som motiverar en större kapacitet. Dessa flöden bör dessutom vara balanserade med motriktade varuflöden för att nå tillräcklig lönsamhet. Utan dessa förutsättningar är det svårt att motivera längre lastbilar. Här utgör containergodset ett bra alternativ eftersom containers alltid måste tillbaka, antingen tomma eller med last.

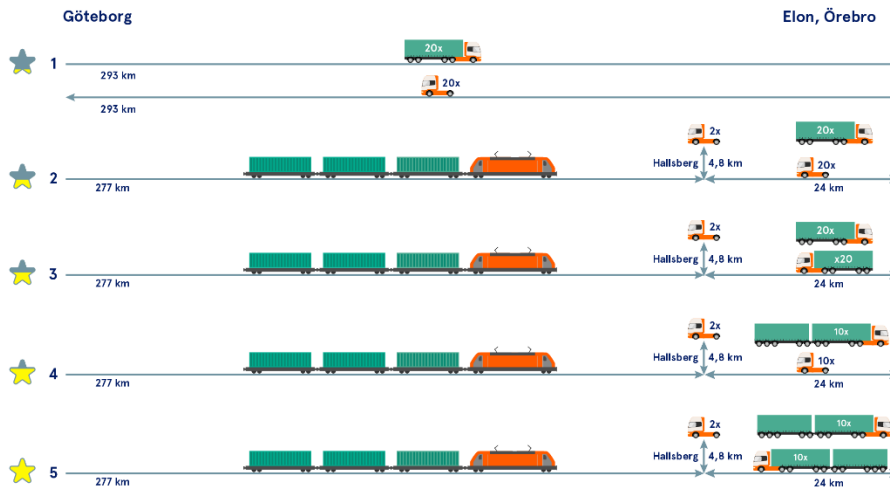
I Sverige svarar transportsektorn som helhet för knappt 30 % av växthusgasutsläppen. Detta är något högre än genomsnittet i EU, vilket beror på att omställningen inom övrig energianvändning i Sverige kommit längre i ett internationellt perspektiv. Det innebär en större fokus på transportsektorns omställningsarbete. Till detta kommer långa transportavstånd som ytterligare ökar utsläppen i Sverige jämfört med EU-länder.

Norden med sina stora transportavstånd med relativt gles befolkning har ett behov av storskaliga transportlösningar för samlastning av varor som exporteras respektive importeras för att skapa kostnads- och klimateffektiva lösningar. Längre och tyngre fordon s.k. HCT-lösningar utgör därför en lämplig lösning för Norden.

Ett vanligt argument mot HCT-fordon är att dessa med sin ökade effektivitet tar gods från järnvägslösningar vars klimatnytta är ännu större som därmed blir utkonkurrerade. Utan att ta ställning i hela transportsystemets klimatoptimering utgår detta HCT-projekt från en intermodal transportlösning vars syfte främst är att optimera "first/last mile". Lösningen bygger på järnväg den längre sträckan från Göteborgs hamn till järnvägsterminalen i Hallsberg sammankopplat med en dragbil med två släp och två 40-fots containers den korta sträckan från järnvägsterminal till kund i Örebro. Målsättningen är att visa hur ett importflöde från hamn till kund kan minska utsläppen av klimatgaser mot nära noll-utsläpp med hjälp av intermodal HCT.

---

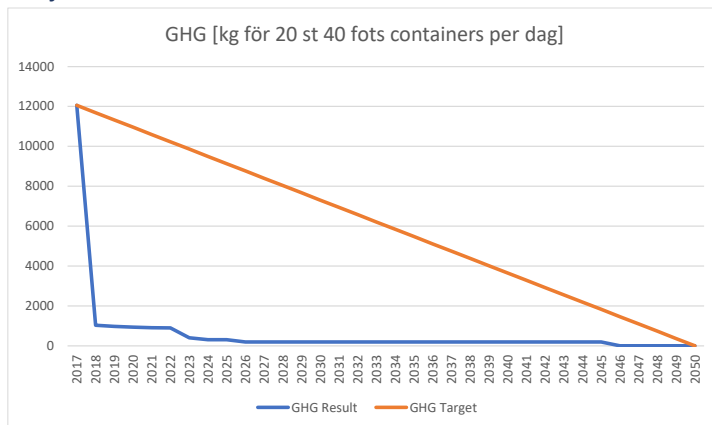
<sup>1</sup> High Capacity Transport



### Projektets olika utvecklingsfaser

Utöver att påvisa klimatnyttan har projektet som syfte att samla trafik- och transportdata för att kartlägga bränsleförbrukningen för denna fordonskombination. Dessa data ska sedan matchas med de modelldata som används inom NTMCalc (HBEFA 4.1) för att kunna inkludera även dessa fordonskombinationer i NTMCalc ([www.transportmeasures.org](http://www.transportmeasures.org)). Uppföljning sker med s.k. Canbusdata (fordonsdator) samt speditörens transportdata som tillsammans ger tillförlitlig information om bränsleförbrukning i olika driftfall, främst fordonets bruttovikt vid givna trafiksituationer.

### Projektets resultat



Ovan beskrivs hur utsläppen av klimatgaser sänkts radikalt från "baseline" som inkluderar en transport med en dragbil med en container för att istället ske med en intermodal transportlösning med eldrivet tåg (EV) från Göteborg till Hallsberg och leverans med lastbils till Elon i Örebro. Lastbilsleveransen har sedan optimerats genom effektivare motorer och körteknik samt introduktion av biobränslet HVO och slutligen introduktion av dubbeltrailer. Med en tänkbar och högst realistisk elektrifiering (BEV) av lastbilsleveransen är transportkedjan från hamn till Örebro så nära nollemissioner som kan uppnås.

För att sprida kunskap kring denna typ av HCT-fordon är projektets målsättning praktiska tester vars resultat även ska arbetas in i NTMCalc för att där bli ett valbart fordonsalternativ. Utfallet indikerar

att fordonets mätdata under givna förutsättningar väl följer de modelldata som ingår i NTMCalc avseende Truck & Trailer 50-64t som har likartad bruttovikt.

Vidare uppvisar den intermodala transportlösningen en mycket god tillförlitlighet och klimateffektivitet som kan utgöra en förebild för liknade transportlösningar. Med nuvarande teknik skulle klimatmålen för 2050 kunna uppnås redan idag med denna lösning, som dessutom är mer kostnadseffektiv än en reguljär lösning med konventionella lastbilar, särskilt om returtransporten kan ske med last.

Framgångsrika lärdomar från projektet kan förhoppningsvis kopieras av andra samt att helt nya kostnads- och klimateffektiva intermodala HCT-lösningar kan utvecklas som bidrar till alltmer klimateffektiva transportlösningar inom andra segment av transportmarknaden. En väsentlig del för framgång och därmed utveckling av liknade lösningar är fokus på intermodal kompatibilitet mellan väg-, järnvägs- och sjötrafik.

En väsentlig faktor för kostnadseffektivitet och lyckosam marknadsintroduktion av ny generell trafik- och transportlösning i delade transportsystem är att transporteffektiviteten kan ökas. Effektivitetsvinsten bör helst omfatta allt gods dvs. begränsas av vikt och volym eller andra begränsande faktorer som temperaturkontroll, farligt gods, enhetslastbärare etc.

I dedikerade transportsystem med långsiktigt fasta och stadiga godsflöden är optimering för ökad transporteffektivitet ofta anpassade för ett specifikt flöde. Transporteffektivitet som inkluderar topositionering är särskilt viktigt om varuflödet är enkelriktat utan möjliga balanserande godsflöden.

Eftersom fordonets bruttovikt utgör en väsentlig faktor som påverkar bränsleförbrukningen utgör förhållandet mellan maximal nyttolast och totalvikt en väsentlig faktor. Generellt uppnås ökad relativ bränsle- och klimateffektivitet med större fordonskombinationer, men det uppstår även vissa begränsningar kring optimeringen av transporteffektiviteten. Med utgångspunkt ifrån maximala tågvikter på 40 ton<sup>2</sup> respektive 64 ton i detta test<sup>3</sup> kommer taravikterna i vår fordonskombination innebära att lastvikt per container inte kan överskrida 18 ton eller för volymbegränsat gods en densitet av 240 kg/m<sup>3</sup> för kompatibilitet och full frihet att optimera godsflöden med aktuell fordonskombination. I kommande lagstiftning gäller 74 ton vilket eliminerar denna begränsning.

Vikt	Fordon		Container 40ft		Trailer		Linktrailer		Fordonskombination					
	Vikt [kg]	Antal [n]	Vikt [kg]	Antal [n]	Vikt [kg]	Antal [n]	Vikt [kg]	Antal [n]	Taravikt [kg]	Last max [kg]	Max tågvikt [kg]	Lastandel [%]	Taranandel [%]	Begränsning
Single trailer	9000	1	3800	1	5200	1	6200	0	18000	22000	40000	55%	45%	22 ton per container
Dubbeltrailer <64	9000	1	3800	2	5200	1	6200	1	28000	36000	64000	56%	44%	18 ton per container
Dubbeltrailer <74t	9000	1	3800	2	5200	1	6200	1	28000	46000	74000	62%	38%	23 ton per container

Volym	Fordon		Container 40ft		Trailer		Linktrailer		Fordonskombination					
	Vikt [kg]	Antal [n]	Vikt [kg]	Antal [n]	Vikt [kg]	Antal [n]	Vikt [kg]	Antal [n]	Taravikt [kg]	Last max [m <sup>3</sup> ]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]	Lastad vikt [t]	Max tågvikt [kg]	Begränsning
Single trailer	9000	1	3800	1	5200	1	6200	0	18000	75	293	22000	40000	293 kg/m <sup>3</sup>
Dubbeltrailer <64	9000	1	3800	2	5200	1	6200	1	28000	150	240	36000	64000	240 kg/m <sup>3</sup>
Dubbeltrailer <74t	9000	1	3800	2	5200	1	6200	1	28000	150	307	46000,05	74000	307 kg/m <sup>3</sup>

En fördel med dubbeltrailer med Longlink är att den manövrerar nästa lika bra som en lastbil med släp och kan därmed lättare lasta och lossa gods i trängre miljöer än en dubbeltrailer med Dolly<sup>4</sup>. Detta kan vara en viktig funktion för att möjliggöra mer balanserade godsflöden.

Vår slutsats är att dubbeltrailer är en välfungerande fordonskombination men som fordrar vissa marknadsförutsättningar för att vara ekonomiskt fördelaktig.

<sup>2</sup> Dragbil med semi-trailer

<sup>3</sup> 25,25 meters bil med släp samt denna HCT

<sup>4</sup> Se bilaga med bildöversikt

## Summary

The project "Effect analysis of intermodal HCT" is a test of an HCT combination consisting of a tractor with two trailers and two 40-foot containers that transport goods from the railway terminal in Hallsberg to the receiving customer Elon in Örebro. The vehicle has a maximum gross weight of 64 tons and a length of approximately 30 meters. The coupling between the trailers is done with a so-called Longlink, which makes the vehicle relatively easy to manoeuvre when reversing and in tight traffic environments. The combination is referred to here as a double trailer and also includes a Dolly as a solution for connecting two trailers.

The project has two purposes:

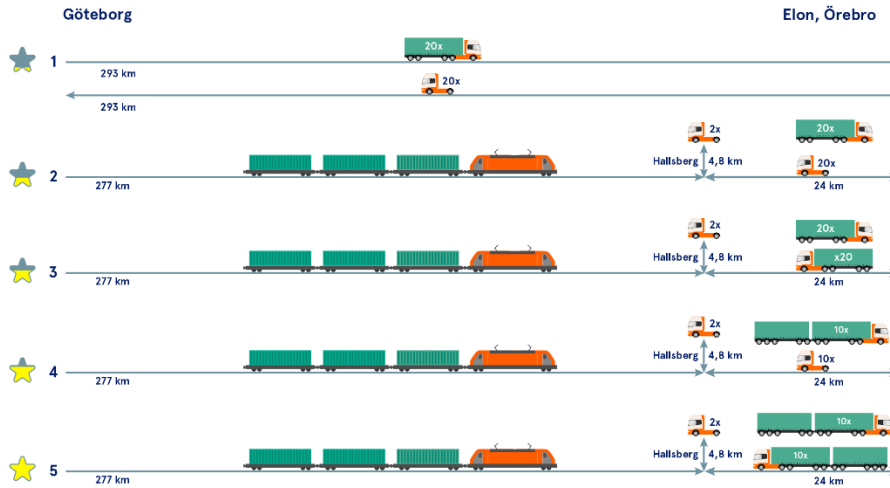
1. Map the operating performance of HCT with a tractor and two trailers (Double trailer) for coming implementation of this vehicle type in *NTMCalc* and thus make a general available option when analysing other transport solutions.
2. Calculate the benefit of Elon's transport solution (Gothenburg-Örebro) with intermodal HCT in terms of transport efficiency (load factor), traffic efficiency (vehicle km), cost (index) and climate (emissions of greenhouse gases).

Longer trucks with a larger load capacity usually consume more fuel per km due to increased gross weight and more axles, which provide greater rolling resistance. However, if the larger load capacity can be utilized, they emit less per load unit compared to smaller vehicle combinations. The challenge for larger vehicles (HCT) is therefore to find suitable and sufficiently large goods flows that justify a larger capacity. These flows should also be balanced with goods flows in both directions in order to achieve sufficient profitability. Without these conditions, it is difficult to justify longer trucks. Here, containerized goods are a good alternative because containers need to be returned, either empty or loaded.

In Sweden, the transport sector as a whole is responsible for just under 30% of greenhouse gas emissions. This is slightly higher than the EU average, which is due to the fact that the transition in energy use in Sweden has progressed further in an international perspective. This means a greater focus on the transport sector's transition work. Added to this are long transport distances that further increase emissions in Sweden compared to EU countries.

The Nordic region, with its long transport distances and relatively sparse population, has a need for large-scale shared transport solutions for the goods that are exported and imported to create cost- and climate-efficient solutions. Longer and heavier vehicles, so-called HCT solutions, are therefore a suitable solution for the region.

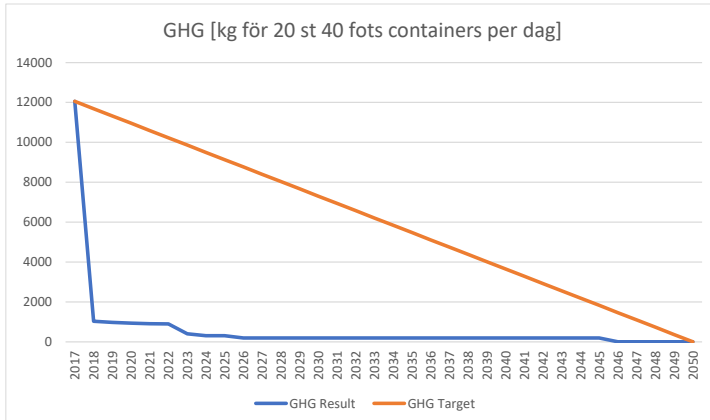
A common argument against HCT vehicles is that their increased efficiency takes goods from rail solutions whose climate benefits are even greater, which are thus outcompeted. Without taking a position on the climate optimization of the entire transport system, this HCT project is based on an intermodal transport solution whose main purpose is to optimize the "first/last mile". The solution is based on rail for the longer distance from the port of Gothenburg to the railway terminal in Hallsberg connected with a tractor with two trailers and two 40-foot containers for the short distance from the railway terminal to the customer in Örebro. The goal is to show how an import flow from port to customer can reduce emissions of greenhouse gases towards near zero emissions using intermodal HCT.



### The development phases of the project

In addition to demonstrating the climate benefit, the project aims to collect traffic and transport data to map the fuel consumption of this vehicle combination. This data will then be matched with the model data used in NTMCalc (HBEFA 4.1) in order to also include these vehicle combinations in NTMCalc ([www.transportmeasures.org](http://www.transportmeasures.org)). Follow-up is done with so-called Canbus data (vehicle computer) and the freight forwarder's transport data, which together provide reliable information about fuel consumption in different operating cases, primarily the vehicle's gross weight in given traffic situations.

### Project results



*The above overview diagram describes how greenhouse gas emissions have been radically reduced from the "baseline" of a tractor and trailer with a container and instead being carried out with an intermodal transport solution with an electric train (EV) from Gothenburg to Hallsberg and delivery by truck to Elon in Örebro. The truck delivery has then been optimized through more efficient engines and driving technology as well as the introduction of the biofuel HVO and finally the introduction of a double trailer. With a conceivable and highly realistic electrification (BEV) of the truck delivery, the transport chain from the port to Örebro is as close to zero emissions as can be achieved.*

In order to spread knowledge about this type of HCT vehicle, the project's goal is practical tests. The results will be incorporated into NTMCalc so that it becomes a selectable vehicle alternative. The outcome so far indicates that the vehicle's measurement data under given conditions closely follows

the model data included in NTMCalc regarding Truck & Trailer 50-64t which has a similar gross weight.

The intermodal transport solution exhibits very good reliability and climate efficiency, which can serve as a model for similar transport solutions. With current technology, the climate goals for 2050 could be achieved already today with this solution, which is also more cost-effective than a regular solution with conventional trucks, especially if the backhaul can be carried out with cargo.

Successful lessons from the project can hopefully be copied by others and completely new cost- and climate-efficient intermodal HCT solutions can be developed that contribute to increasingly climate-efficient transport solutions in other segments of the transport market. An essential part of success and thus the development of similar solutions is the focus on intermodal compatibility between road, rail and sea traffic.

An essential factor for cost-efficiency and successful market introduction of a new general traffic and transport solution in *shared* transport systems is that transport efficiency can be increased. The efficiency gain should ideally include all goods, i.e. limited by weight, volume or other limiting factors such as temperature control, dangerous goods, unit load carriers, etc.

In *dedicated* transport systems with long-term fixed and steady goods flows, optimization for increased transport efficiency is often tailored to specific goods flows. Transport efficiency that includes empty positioning is particularly important if the goods flow is unidirectional without balancing goods flows.

Since the gross vehicle weight is a significant factor affecting fuel consumption, the ratio between maximum payload and total weight is a significant factor. Generally, increased relative fuel and climate efficiency is achieved with larger vehicle combinations, but there are also certain limitations regarding the optimization of transport efficiency. Based on maximum train weights of 40 tons and 64 tons respectively in this test, the tare weights in our vehicle combination will mean that the load weight per container cannot exceed 18 tons or for volume-limited goods a density of 240 kg/m<sup>3</sup>. For compatibility and full freedom to optimize goods flows the current vehicle combination has limitations. In future legislation, 74 tons will apply, which eliminates this limitation.

Vikt	Fordon		Container 40ft		Trailer		Linktrailer		Fordonskombination					
	Vikt [kg]	Antal [n]	Vikt [kg]	Antal [n]	Vikt [kg]	Antal [n]	Vikt [kg]	Antal [n]	Taravikt [kg]	Last max [kg]	Max tågvikt [kg]	Lastandel [%]	Taranadel [%]	Begränsning
Single trailer	9000	1	3800	1	5200	1	6200	0	18000	22000	40000	55%	45%	22 ton per container
Dubbeltrailer <64t	9000	1	3800	2	5200	1	6200	1	28000	36000	64000	56%	44%	18 ton per container
Dubbeltrailer <74t	9000	1	3800	2	5200	1	6200	1	28000	46000	74000	62%	38%	23 ton per container

Volym	Fordon		Container 40ft		Trailer		Linktrailer		Fordonskombination					
	Vikt [kg]	Antal [n]	Vikt [kg]	Antal [n]	Vikt [kg]	Antal [n]	Vikt [kg]	Antal [n]	Taravikt [kg]	Last max [m <sup>3</sup> ]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]	Lastad vikt [t]	Max tågvikt [kg]	Begränsning
Single trailer	9000	1	3800	1	5200	1	6200	0	18000	75	293	22000	40000	293 kg/m <sup>3</sup>
Dubbeltrailer <64t	9000	1	3800	2	5200	1	6200	1	28000	150	240	36000	64000	240 kg/m <sup>3</sup>
Dubbeltrailer <74t	9000	1	3800	2	5200	1	6200	1	28000	150	307	46000,05	74000	307 kg/m <sup>3</sup>

An advantage of a double trailer with Longlink is that it manoeuvres almost as well as a truck with a wagon, hence load and unload goods more easily in tighter environments than a double trailer with a Dolly. This is a crucial feature to enable balanced goods flows.

Our conclusion is that a double trailer is a well-functioning vehicle combination but that requires certain market conditions to be economically viable.

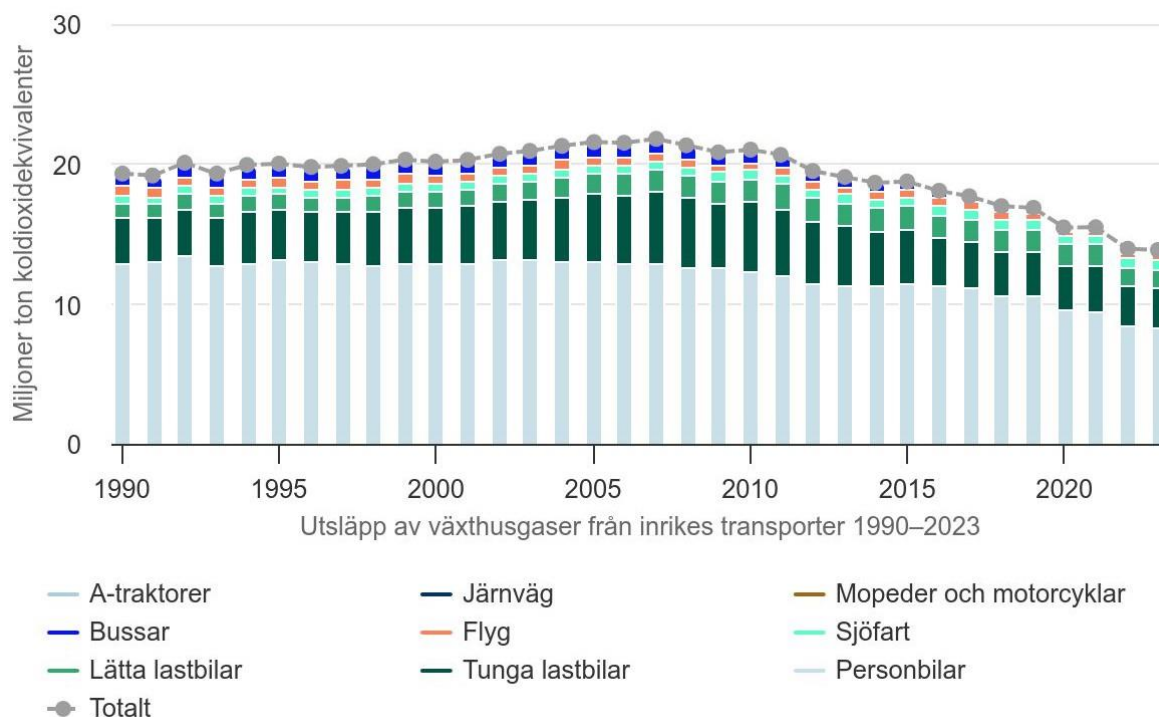


## 1. Ord och begrepp

BEV	Battery Electrical Vehicle
CBG	Compressed Biogenic Gas
CNG	Compressed Natural Gas
CO <sub>2</sub>	Carbon dioxide
CO <sub>2</sub> e	Carbon dioxide equivalents
EC	Electricity consumption [kWh/km]
EV	Electrical Vehicle
FAME	Fatty Acid Methyl Ester
GHG	Greenhouse Gases
GWP	Global Warming Potential (AR 6)
HCT	High Capacity Transport (74ton and/or 34,5m). This pilot ~ 30 m and 64 ton)
HVO	Hydrotreated vegetable oil
ICE	Internal Combustion Engine (Compression (diesel principle) & Ignition with spark)
IPCC	International Panel of Climate change
LBG	Liquified Biogenic Gas
LNG	Liquified Natural Gas
NTM	Network for Transport Measures (Nätverket för Transporter och Miljön)
SBTi	Science based Targets Initiative
Traffic	Vehicle and vessel movements [km]
Transport	Freight movement [tonkm]
wtw	well to wheel (total in new ISO 14 083)
Model data	Secondary data based on credible verified sources
Default data	Secondary data based on general assumptions
Can data	Primary data from vehicle Control Area Network (bus), a serial communication protocol that allows devices to exchange data in a reliable and efficient way.
FC	Fuel consumption [l/km, kg/km]
Lfw	Load factor weight [%]
Lfv	Load factor volume [%]

## 2. Bakgrund

I Sverige utgör växthusgasutsläppen från inrikes vägtransporter (gods och resor) knappt en tredjedel av de samlade nationella utsläppen. Detta är högre än genomsnittet i EU, vilket främst beror på att omställningen till förnybar energi för övrig energianvändning i Sverige kommit långt. Andelen transportrelaterade utsläpp är därför relativt sett större i Sverige än i de flesta andra EU-länderna. Sverige har nästan helt fasat ut fossil energi för uppvärmning samt att el främst produceras med vatten, kärnkraft vind och sol. Till detta kommer längre transportavstånd som ytterligare ökar de transportgenererade utsläppen i Sverige i förhållande till EU-länderna.



Figur 1. Tunga lastbilar står för ca 20 % av de samlade utsläppen från vägtransporter. Utsläppen från tunga lastbilar har minskat med 15 % sedan 1990. Trots att den tunga lastbilstrafiken minskade med nästan 3 procent år 2023 jämfört med 2022, ökade utsläppen med en halv procent. Orsaken är att inblandningen av biodrivmedel (reduktionsplikten) i diesel minskade mellan 2022 och 2023.

Källa: <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-utslapp-fran-inrikes-transporter/>

Norden med stora transportavstånd med relativt gles befolkning har ett behov av storskaliga transportlösningar för samlastning av varor som exporteras respektive importeras för att skapa kostnads- och klimateffektiva lösningar. Längre och tyngre fordon s.k. HCT-lösningar utgör en av flera lösningar i Norden när stora varuflöden ska transporteras. Idag saknar dubbeltrailer med Longlink allmänt tillstånd från Transportstyrelsen vilket är en målsättning.

Ett argument mot HCT-fordon är att dessa med sin ökade transporteffektivitet tar gods från järnvägslösningar vars klimatnytta är ännu större, men istället blir utkonkurrerade av HCT-fordon. Verkligheten är förmodligen att samtliga trafikslag måste förbättra sina svagare sidor för att motivera sin existens. HCT kan dessutom, liksom i detta specifika fall vara en möjliggörare för kombinationen intermodal järnväg med biltransport till och från slutmottagare. Detta projekt inkluderar en s.k.

dubbeltrailer med max bruttovikt på 64 ton och maximerad längd på ca 30 m. Redan idag är längre fordon med s.k. Dolly<sup>5</sup> godkända i Sverige för avsett vägnät. Detta projekt testar dubbeltrailer med en s.k. Longlink.

- Dolly för ekipage med två trailerchassin innebär tre ledpunkter i fordonståget.
- Longlink för ekipage med två trailerchassin med två ledpunkter i fordonståget.

Generellt innebär det att Longlink är enklare att manövrera och upplevs nästan som konventionell lastbil med släp. Enligt chaufför har denna lösning fungerat väl utom i vissa mycket specifika områden vid lastning och lossning.

Målet för projektet är att tillgängliggöra kunskap om denna typ av transportlösning, men även att konkret åstadkomma sänkta kostnader och utsläpp av klimatgaser genom en transportlösning som samtidigt tillgodoser kundens funktions- och effektivitetskrav. Klimatambitionen är att lösningen ska tillgodose Parisöverenskommelsens målsättning att den globala temperaturökningen ska hållas väl under 2 °C och att man ska sträva efter att begränsa den till 1,5 °C. Det beräknas innebära:

2030; Minst 50% utsläppsreduktion av växthusgaser (EU anger 55%)

2050 -100% (nettonoll-utsläpp (2045 enligt SBTi)

Utsläppsminskningar sker gradvis inom godstransport, men framstegen sker alltför långsamt i förhållande till uppställda klimatmål trots att det redan finns beprövade tekniska och organisatoriska lösningar. I nuläget bygger minskade utsläpp ofta på likartad transportlösning men med övergång till förnyelsebara drivmedel med väsentligt lägre utsläpp. Nackdelen är att dessa drivmedel vanligen leder till ökade bränslekostnader. Vidare råder det allmän brist på de förnyelsebara råvaror som fordras om hela transportindustrin ska ersätta flytande fossila drivmedel.

Vår övertygelse är dessutom att reellt hållbara transporter även innebär att ekonomiska och sociala aspekter måste uppfyllas. Genom denna mer storskaliga intermodala lösning uppnås inte bara klimatmål utan även ökad kostnadseffektivitet som i sin tur ger ekonomiskt utrymme att introducera dyrare förnyelsebara drivmedel för en väsentligt kortare sträcka. Vidare har projektet tagit fasta på trafiksäkerhetsaspekter som en social dimension. Den längre sträckan från Göteborgs hamn till Hallsberg sker inte på allmän väg utan med järnväg. Den kortare forslingen sker förvisso med längre fordon på allmän väg men med lägre frekvens tack vare dubbeltrailern. För att beakta trafiksäkerhetsaspekter har intervjuer gjorts med chaufför samt att omkörning av cyklister studerats i en separat studie inom projektet.<sup>6</sup>

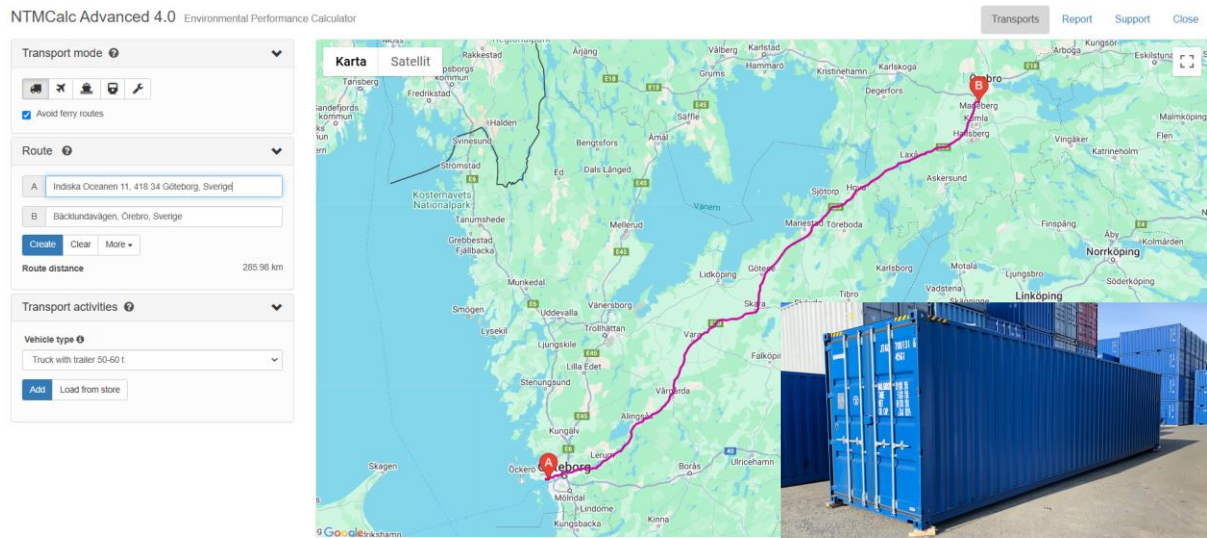
Detta projekt visar hur järnväg och längre lastbilar som transporterar enhetslastbärare från hamn till kund kan reducera klimatutsläppen med mer än 95 %, utan att funktion och service blir sämre. Dessutom blir kostnaden oförändrad eller lägre. Vidare verkar trafiksäkerheten inte nämnvärt påverkas negativt, utan snarare förbättras med avsevärt kortare sträcka på allmän väg.

Utöver att projektets målsättning att praktiskt visa hur klimatomställning kan ske redan idag är målet att möjliggöra för andra att använda HCT-fordon och kunna beräkna deras utsläpp. Detta ska ske med hjälp av miljökalkylverktyget *NTMCalc* som tillhandahålls av det Nätverket för Transporter och Miljön, ([www.transportmeasures.org](http://www.transportmeasures.org)). NTM är en icke vinstdrivande organisation som verkar för mer hållbara transportlösningar.

<sup>5</sup> Se bilaga med illustration

<sup>6</sup> Redovisas i separat studie av VTI

Detta HCT-projekt tar sin utgångspunkt i en intermodal transportlösning med järnväg på den längre sträckan från Göteborgs hamn till järnvägsterminal i Hallsberg sammankopplat med en dragbil med plats för två 40-fots containers den korta sträckan till kund i Örebro. Målsättningen är att visa hur ett importflöde från hamn till kund i kan bli helt fossilfri med nära noll-utsläpp av växthusgaser.



Figur 2. Illustration av transporten i NTMCalc från Göteborgs hamn till Elon i Örebro. I bilden har även 40-fots container klippts in som utgör den lastbärare som används för dessa varuflöden.

Elon har sedan länge organiserat en stor del av inkommande leveranser i container med järnväg till Hallsberg. Från denna har containers forslats till centrallagret i Örebro. Vår utvärdering av framsteg bygger på följande etapper:

### Baseline

Logistikens utgångspunkt är leverans av 40-fots containers med varor till Göteborgs hamn. Containern forslas sedan med lastbil (dragbil med trailerchassi) till den mottagande kunden Elon. Denna lösning speglar en vanlig form av leverans från en hamn med tillhörande utsläpp av växthusgaser och servicenivå.

### Etapp 1

Från ovan "baseline" har containern flyttats över i Göteborgs hamn till eldriven intermodal järnväg på sträckan från Göteborgs hamn till Hallsberg. Från Hallsberg forslas containern till Elon i Örebro med dragbil och trailerchassi.

### Etapp 2

Som etapp 1, men med skillnaden att returtransport av containers samordnas med leverans av container för att undvika tompositioneringstransporter av dragbil. Under denna fas bedrivs aktiv bränslebesparing samt senare övergång till HVO som drivmedel

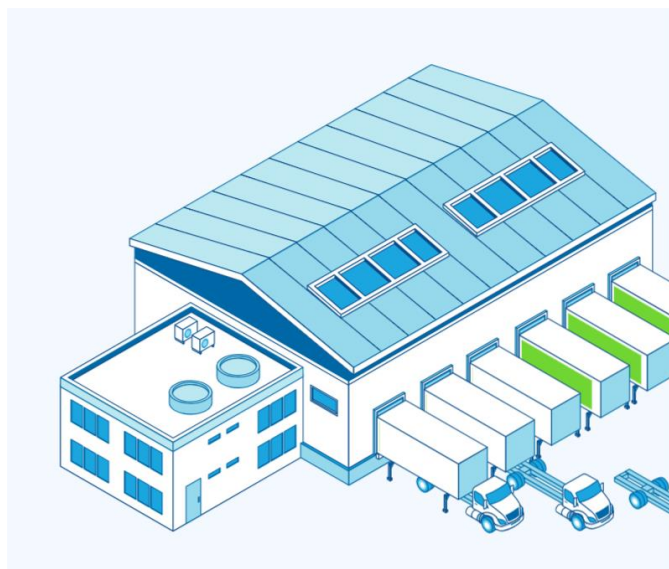
### Etapp 3

Innebär att leverans sker med dragbil och en dubbeltrailer som möjliggör forsling av två containers på varje tur. Fortsatt HVO samt bränslebesparing i fokus.

#### Etapp 4

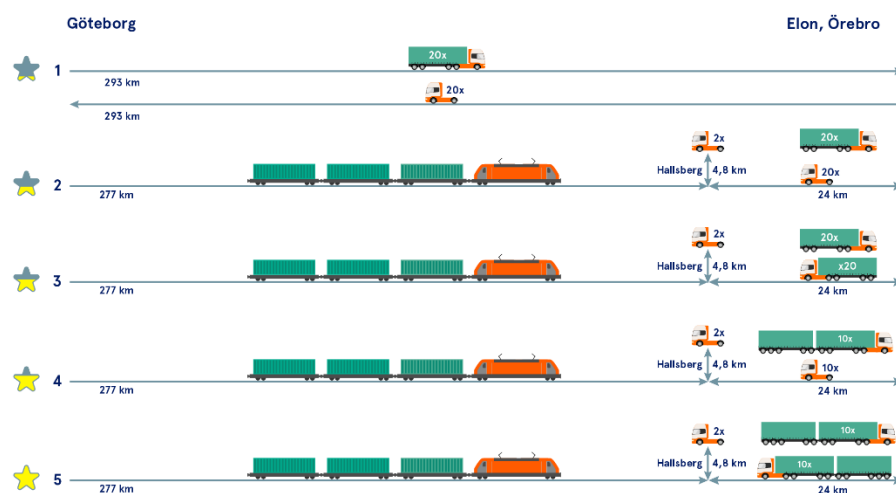
Innebär att returtransport av containers samordnas med leverans av container. I detta fall samt i etapp 2 fordras att containern kan lösgöras från chassi genom att ställas på stödben vid terminalport för lossning och tom container direkt kan tas tillbaka på chassi. Alternativa lösningar är:

- Trailerchassi och container lämnas för att ersättas av annat chassi med tom container. Detta binder dock kapital, särskilt med den väsentligt dyrare Longlink.
- Dragbil med släpp väntar medan containers lossas. I detta fall binder lösningen både kapital för släp och fordon samt lönekostnad för chaufför.



Figur 3. En lösning med containers på stödben vid terminalport skulle möjliggöra en effektivare logistik som ger bättre belägningsgrad för returtransporten. Källa <https://www.demount.com/swap-body-system>.

Just optimeringen kring lastning och lossning för att balansera in och utgående flöden av enhetslastbärare är ett område som identifieras som ett kvarvarande förbättringsområde. Se principskiss med växelflak ovan som en möjlig lösning.



Figur 4. Transportlogistikens olika utvecklingsfaser

### 3. Syfte

Delprojekt "Effektanalys av intermodal HCT" har två syften:

1. Kartlägga driftsprestanda för HCT med dragbil med två trailers (Dubbeltrailer) för implementering av denna fordonstyp i NTMCalc och därmed utgöra ett alternativ för flera att analysera.
2. Beräkna nyttan för Elons transportlösning (Göteborg-Örebro) med och utan HCT avseende:
  - Transporteffektivitet (fyllnadsgrad)
  - Trafikeffektivitet (fordonskm)
  - Kostnad (index)
  - Klimat (utsläpp av klimatgaser)

### 4. Metod


Båda delprojektet baseras på:

- Transportstatistik från speditörens uppföljning
- Bränslestatistik (canbus med viss programmering och urval för lämplig analys)
- Modelldata (HBEFA 4.1) för bränsleförbrukning som grund för "mappning"
- Bränsle och eldata<sup>7</sup> från NTM

#### 4.1 Delprojekt 1 – Dubbetrailer som valbart fordon i NTMCalc 5.0

Genom att samla trafik- och transportdata kunde bränsleförbrukningen kartläggas för denna fordonskombination. Dessa data har sedan jämförts med relevanta modelldata för liknande trafiksituation som används inom NTMCalc. Målet är att kunna inkludera dessa fordonskombinationer i NTMCalc ([www.transportmeasures.org](http://www.transportmeasures.org)).

NTM Nomenclature	HBEFA Nomenclature	Vehicle max measures		Max load capacity		Load Capacity Utilisation (default data)				
		tonne	m	tonne	Pallets	m <sup>2</sup>	weight-%	pallet-%	volume-%	dim.weight-%
Light commercial vehicle - Pick-up	LCV Petrol N1-II/LCV Diesel N1-II	2,5	5	0,6	1	6	0,2	0,4	0,25	0,3
Light commercial vehicle - Van	LCV Petrol N1-III/LCV Diesel N1-III	3,5	7	1,5	4	17	0,2	0,4	0,25	0,3
Rigid Truck s7.5t	RT ≤ 7.5t	7,5	8	5	14		0,4	0,6	0,4	0,5
Rigid Truck 7.5 - 12t	RT > 7.5t-12t	12	11	6	20		0,4	0,6	0,4	0,5
Rigid Truck 12 - 14t	RT > 12t-14t	14	11	9	24		0,4	0,6	0,4	0,5
Rigid Truck 14 - 20t	RT > 14t-20t	20	12	12	24		0,4	0,6	0,4	0,5
Rigid Truck 20 - 26t	RT > 20t-26t	26	12	15	24		0,4	0,6	0,4	0,5
Truck with Trailer 14-20t	TT/AT >14-20t	20	12	12	20		0,4	0,6	0,4	0,5
Truck with Trailer 20-28t	TT/AT >20-28t	28	12	16	28		0,4	0,6	0,4	0,5
Truck with Trailer 28-34t	TT/AT >28-34t	34	17	22	36		0,5	0,7	0,5	0,6
Truck with Trailer 34-40t	TT/AT >34-40t	40	19	26	36	94	0,5	0,7	0,5	0,6
Truck with Trailer 40-50t	TT/AT >40-50t	50	16,5	33	33		0,5	0,7	0,5	0,6
Truck with Trailer 50-64t	TT/AT >50-64t	64	25,25	40	51	144	0,5	0,7	0,5	0,6
Truck with Double Trailer 50-64t	n/a	64	34,5	38	72	188	0,5	0,7	0,5	0,6

Hang arounds					
HCT 1 64-76t		76	25,25		
HCT 2 64-76t duo trailer		76 duo	34,5	74/76	
HCT 3 76-90t		90			
HCT 4 90-110t		110			
HCT 6					

Figur 5. Projektets mål är att möjliggöra "Truck with double trailer 50-64t" som ett alternativ i NTMCalc 5.0. Senare kan flera HCT-fordon komma att inkluderas, samtliga gulmarkerade.

<sup>7</sup> Ingick i scenarioanalys för framtida elektrifiering av HCT-fordonet

#### 4.2 Delprojekt 2, Elons besparing med dubbeltrailer

Metoden för denna sammanställning var att fastställa utsläpp för en dokumenterad "baseline" med lastbil från Göteborgs hamn till Elon i Örebro, som sedan kompletterades med uppdaterad kalkyl för genomförda förbättringar. Dessa förbättringar var:

- Tågtransport Göteborg – Hallsberg
- Dubbeltrailer från Hallsberg till Örebro
- Eco-driving
- Övergång till HVO
- Testberäkning med eldrift (scenario för ett tekniskt mycket möjligt nästa steg)

### 5. Avgränsningar

Under projektets gång identifierades en del förbättringsmöjligheter som exkluderades då dessa inte ingick i studiens syfte, men som i ett kommande uppföljningsprojekt skulle kunna ingå:

- Andra framdrivningsmetoder, främst elektrisk dragbil. Just detta transportupplägg gör det osedvanligt enkelt att elektrifiera fordon eftersom vägtransportavståndet är mycket kort.
- Samordning av leveransfrekvens för flera kunder för ökat utnyttjande av dragbil och chassin samt att containerhyror skulle kunna reduceras.
- Ny teknik kring lastning och lossning av container om dessa skulle kunna lämnas vid lastport som för växelflak, vilket skulle frigöra dragbil och innebära fler fyllda returlaster.

### 6. Genomförande

Praktiska tester genomfördes efter vissa tekniska och administrativa utmaningar att trimma in fordon och Longlink.

#### 6.1 Kalibrering av driftsdata med data liknande fordon i NTMCalc 5.0

På basis av planerade praktiska tester kunde projektet efter inledande problem med mätutrustning genomföras. Insamlingen av driftsdata från fordonets dator (CAN) var lite mer komplicerad än förväntat. Dragbilen som skulle användas var en lite äldre Scania som inte hade de modernaste "portarna" för tillgång till Canbus-data, vilket därmed fordrade lite specialanpassning som genomfördes av Revere på Chalmers. Vidare saknades inledningsvis data helt då fordonet tidvis var ur funktion samt att det efterhand framkom att flera turer kördes med enkelsläp, främst vid sämre väglag.

Data samlades efter korrigerande åtgärder in utan bekymmer från främst flödet mellan Hallsberg och Örebro. Denna sträcka innehåller inga större höjdskillnader vilket ger en flack sträckning (väggradient 0,71%) med låg förbrukning. För att vidga urvalet genomfördes under en helg ytterligare körningar från Örebro via Garphyttan med tillhörande stigning och därmed en genomsnittlig väggradient på 1,73%.

Bränsleförbrukning matchades i samtliga fall mot speditörens transportdata och därmed fordonets bruttovikt vars påverkan på förbrukningen är betydande.

Modelldata för trafik som användes var:

	Huvudstudie (Hallsberg-Örebro)	Kompletterande studie (Örebro-Garphyttan)
Emissionsstandard:	Euro 6	Euro6
Trafiksituation:	Average, Motorway,Rural, Urban	Average, Motorway,Rural, Urban
Motor:	Dieselmotor	Dieselmotor
Drivmedel:	Diesel/HVO	Diesel/HVO
Lastkapacitet:	ca 38 ton	ca 38 ton
Topografi:	0 % (0,71 %)	2 % (1,73 %)

Fas 1 - Teoretisk beskrivning av bränsleförbrukning för dubbeltrailer 64t

Bygger på följande parametrar:

- Trafik Urval av vägavsnitt (gult i tabell nedan) samt svenskt genomsnitt (orange)
- Vikt Bruttovikt för fordon och last
- Last Max 40 ton (Dubbeltrailer 64t)
- Topografi 0%, 2%
- Euroklass 1-6
- Bränsletyp Diesel och HVO

Värden för dessa relevanta kombinationer ligger till grund för fordonstågets modelldata

Fas 2 - Kalibrering av mätmetoder avseende

- Beskrivning av använd fordonskombination
- Bränsleförbrukning i kombination med trafik och geografi
- Fordonskombinationer och geosition (koppling dragbil och släp)
- Beskrivning av testekipage och förväntad förbrukning
- Vikt

Fas 3 – Praktisk synkning med åkeri och andra berörda aktörer

- Fastställande av testperioder
- Projektets praktiska genomförande skedde med hjälp av speditören Dania Connect och åkeriet NMT. Trailern med Longlink hyrdes av Dania Connect.

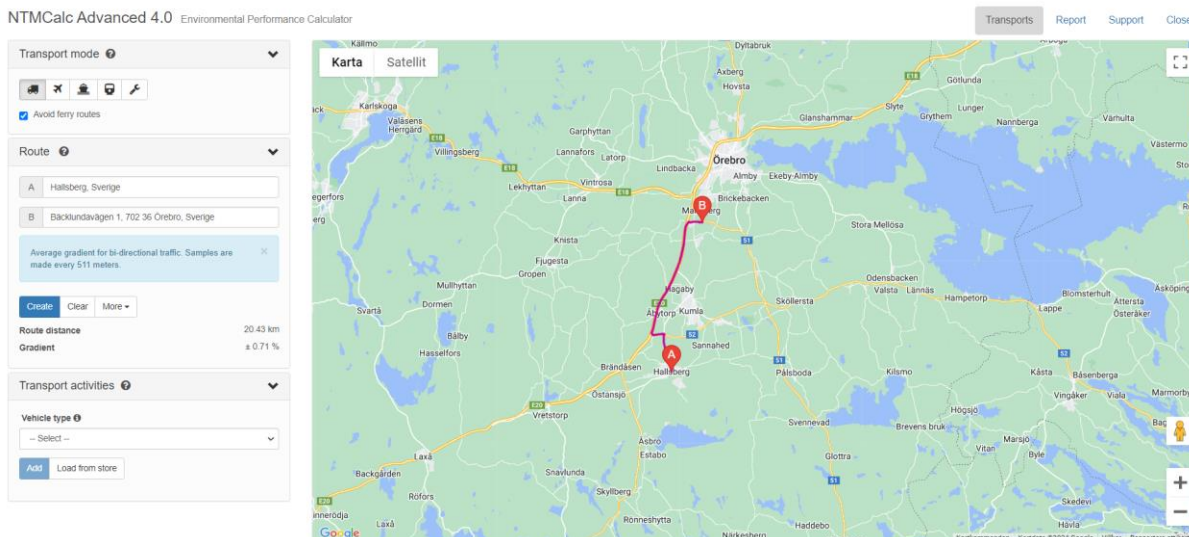
Fas 4 - Testmätning under fastställd period

- Mätning i reguljär trafik
- Mätning i trafik med backe Garphyttan
- Intervju med chaufför

Fas 5 - Sammanställning av resultat och kalibrering av teoretiska data.

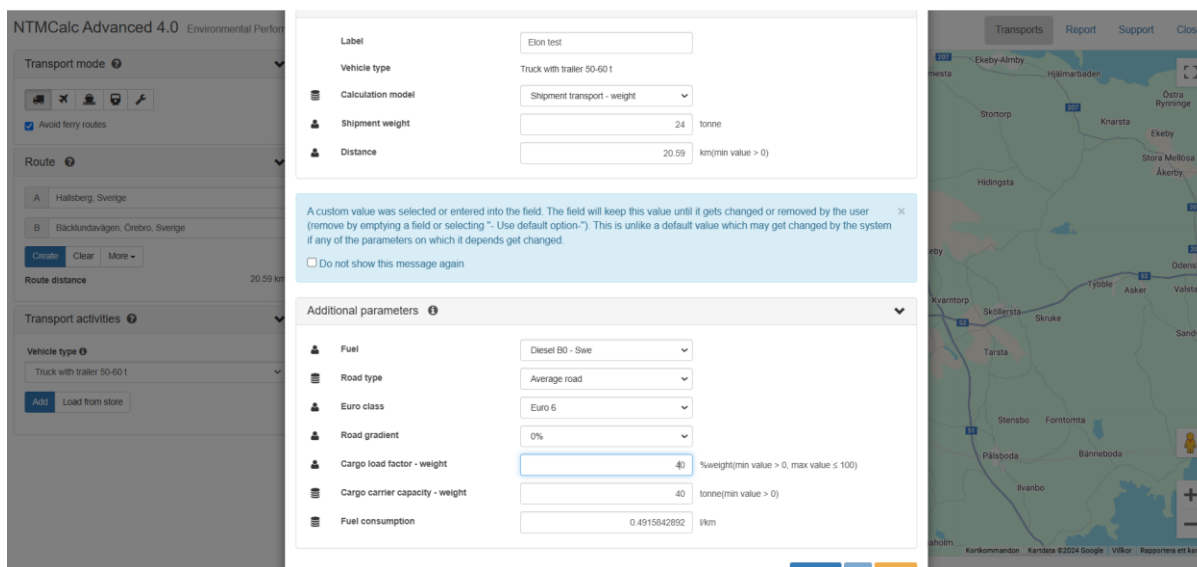
- Datarapport
- Publicering i NTMCalc
- Beskrivning av metod och förslag till fortsatt tillämpning i andra HCT-fordon
- Kommunikation externt



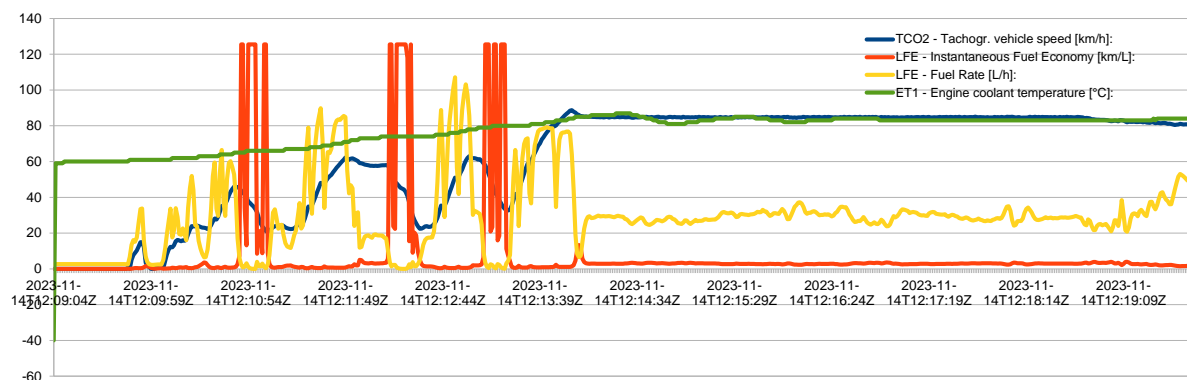


Figur 6. Illustration i NTMCalc över sträckning samt genomsnittlig topografi.

Genom att jämföra olika driftsfall kunde modelldata för likartade situationer jämföras med verkliga data. Urvalet av relevant mätdata var inte helt entydigt, men efterhand som projektet fortskred kunde mer relevanta urval av transportturer väljas.



Figur 7. NTMCalc och förbrukning av drivmedel för urval av förutsättningar



Figur 8. Ovan syns en del av sträckan från Hallsberg till Örebro. De kraftiga variationerna initialt beror på accelerationer och retardationer vid området kring Hallsberg för att sedan komma ut på huvudleden till Örebro. Vid stopp går dessutom förbrukningen per km mot det oändliga.

De modelldata som NTMCalc baseras på kommer från HBEFA 4.1. I dessa grunddata finns flera konfigurationer där trafikdata (väg samt körförhållande) har ställts samman med nedanstående fördelning för vägtyper. Fördelningen är "Average" som används för nationell sammanställning av utsläpp.

TSGradPatterns		
HBEFA namn	NTM namn	SE Share
MW_17	Motorway	29%
RUR_17	Rural Road	49%
URB_17	Urban Road	22%
Average	Average Road	Weighted

Figur 9. Fördelning av vägtyper enligt HBEFA 4.1

På basis av de vägtyper som förekommer i HBEFA gjordes en enklare analys av topografi samt vägtyper i de två driftsfallen som tester omfattade (gult). Vidare sammanställdes driftsdata för svensk genomsnittsväg (orange)

	Type & gradiend	Urban gradient 0%	Rural 0%	Motorway 0%	Total	Modelldata [l/km]	
						Weighted road	Average road
Örebro - Hallsberg	Distance [km]	4	4	13	21		
	Distance share [%]	19%	19%	62%	100%	0,43	0,447
	Type & gradiend	Urban 0%	Rural 0%	Rural 2%			
Örebro - Garphyttan	Distance [km]	2	15	9	26		
	Distance share [%]	8%	58%	35%	100%	0,47	0,546
	Type & gradiend	Urban 0%	Rural 0%	Rural 2%			

Figur 10. Modelldata för fordon i testet

Efter att modelldata sammanställts för aktuella driftsfall sammanställdes driftsdata får uppmätta värden ifrån Canbus. Förbrukningen varierade relativt mycket och det finns med största sannolikhet statistiska osäkerheter i denna sammanställning då driftförutsättningar varierade avsevärt mellan dagarna. Vissa kraftigt avvikande data kunde elimineras, vilket slutligen gav en mer enhetlig bild.

Konfiguration	Candata [l/km]	Modelldata [l/km]	Avvikelse [%]	Modelldata [l/km]	Avvikelse [%]	Avser
Garphyttan double	0,543	0,470	16%	0,546	-1%	Hallsberg Garphyttan
Garphyttan single	0,446					"
Garphyttan double	0,543	0,470	16%	0,546	-1%	Hallsberg Garphyttan
Garphyttan single	0,368					"
HCT double	0,473	0,480	-1%	0,496	-5%	Hallsberg Örebro
HCT 2 single	0,362					"
Non HCT	0,506					

Figur 11. Jämförelse mellan Candata samt två typer av modelldata i NTMCalc. Gult är projektets urval av vägtyp, orange nationell mix enligt figur 9.

Sammanställningen visar att med vår viktning av vägsträckor ligger modelldata under Candata. Om däremot svensk genomsnittsväg (orange) tillämpas ligger resultatet närmare varandra. Erfarenheten visar också att chaufför och last har stor betydelse där turerna till och från Garphyttan var få samt att lastvikt var mer osäker.

Vår slutsats är att en dubbeltrailer skulle kunna anpassas till NTMCalc för att därmed kunna väljas som en alternativ lösning. Dessutom kan faktiskt bränsleförbrukning användas i NTMCalc vilket därmed kan göra senare analyser mer situations- och verklighetsanpassade.

### 6.3 Utmaningar med dubbeltrailer

En förutsättning för kostnadseffektivitet och lyckosam marknadsintroduktion av nya trafik- och transportlösningar i *delade* transportsystem är att transporteffektiviteten kan ökas.

Effektivitetsvinsten bör helst omfatta allt gods dvs. begränsat av såväl vikt, volym och andra begränsande faktorer som temperaturkontroll, farligt gods, enhetslastbärare etc.

I *dedikerade* transportsystem med långsiktigt fasta och stadiga godsflöden är optimering för ökad transporteffektivitet ofta anpassade för ett specifikt flöde. Särskilt viktigt blir detta om varuflödet är enkelriktat utan möjliga balanserande godsflöden.

Eftersom fordonets bruttovikt utgör en väsentlig faktor som påverkar bränsleförbrukningen är förhållandet mellan maximal nyttolast och totalvikt viktig. Generellt uppnås ökad relativ bränsle- och klimateffektivitet med större fordonskombinationer, men det kan även uppstå vissa begränsningar kring optimeringen av transporteffektiviteten.

Med utgångspunkt ifrån maximala tågvikter på 40 ton<sup>8</sup> respektive 64 ton<sup>9</sup> kommer taravikterna i testad dubbeltrailer innebära att lastvikt per container inte kan överskrida 18 ton eller för volymbegränsat gods en densitet av 240 kg/m<sup>3</sup>. Detta begränsar kompabilitet och full frihet att optimera godsflöden med aktuell fordonskombination. Om dubbeltrailern istället tillåts med 74 tons bruttovikt elimineras denna begränsning.

Vikt	Fordon		Container 40ft		Trailer		Linktrailer		Fordonskombination					
	Typ	Vikt [kg]	Antal [n]	Vikt [kg]	Antal [n]	Vikt [kg]	Antal [n]	Vikt [kg]	Antal [n]	Taravikt [kg]	Last max [kg]	Max tågvikt [kg]	Lastandel [%]	Taranandel [%]
Single trailer	9000	1	3800	1	5200	1	6200	0	18000	22000	40000	55%	45%	22 ton per container
Dubbeltrailer <64t	9000	1	3800	2	5200	1	6200	1	28000	36000	64000	56%	44%	18 ton per container
Dubbeltrailer <74t	9000	1	3800	2	5200	1	6200	1	28000	46000	74000	62%	38%	23 ton per container

Volym	Fordon		Container 40ft		Trailer		Linktrailer		Fordonskombination					
	Typ	Vikt [kg]	Antal [n]	Vikt [kg]	Antal [n]	Vikt [kg]	Antal [n]	Vikt [kg]	Antal [n]	Taravikt [kg]	Last max [m <sup>3</sup> ]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]	Lastad vikt [t]	Max tågvikt [kg]
Single trailer	9000	1	3800	1	5200	1	6200	0	18000	75	293	22000	40000	293 kg/m <sup>3</sup>
Dubbeltrailer <64t	9000	1	3800	2	5200	1	6200	1	28000	150	240	36000	64000	240 kg/m <sup>3</sup>
Dubbeltrailer <74t	9000	1	3800	2	5200	1	6200	1	28000	150	307	46000,05	74000	307 kg/m <sup>3</sup>

Figur 12. En dubbeltrailer med maximerad fordonsvikt på 64 ton innebär vikts och volymbegränsningar som innebär en försämrad flexibilitet. Om bruttovikten istället höjs till 74 ton blir configurationen med flexibel än sigeltrailer.

En fördel med en dubbeltrailer med maximerad bruttovikt på 74 ton är att den manövrerar nästa lika bra som ett bil med släp och därmed lättare kan lasta och loss i trängre miljöer än en lösning med Dolly<sup>10</sup>.

Vår slutsats är att dubbeltrailer är en väl fungerande fordonskombination men som måste tillåtas till 74 tons bruttovikt samt att den fordrar vissa marknadsförutsättningar för att vara ekonomiskt fördelaktig.

<sup>8</sup> Dragbil med semi-trailer

<sup>9</sup> 25,25 meters bil med släp samt denna HCT

<sup>10</sup> Se bilaga med bildöversikt

## 7. Resultat, slutsatser och kunskapsspridning

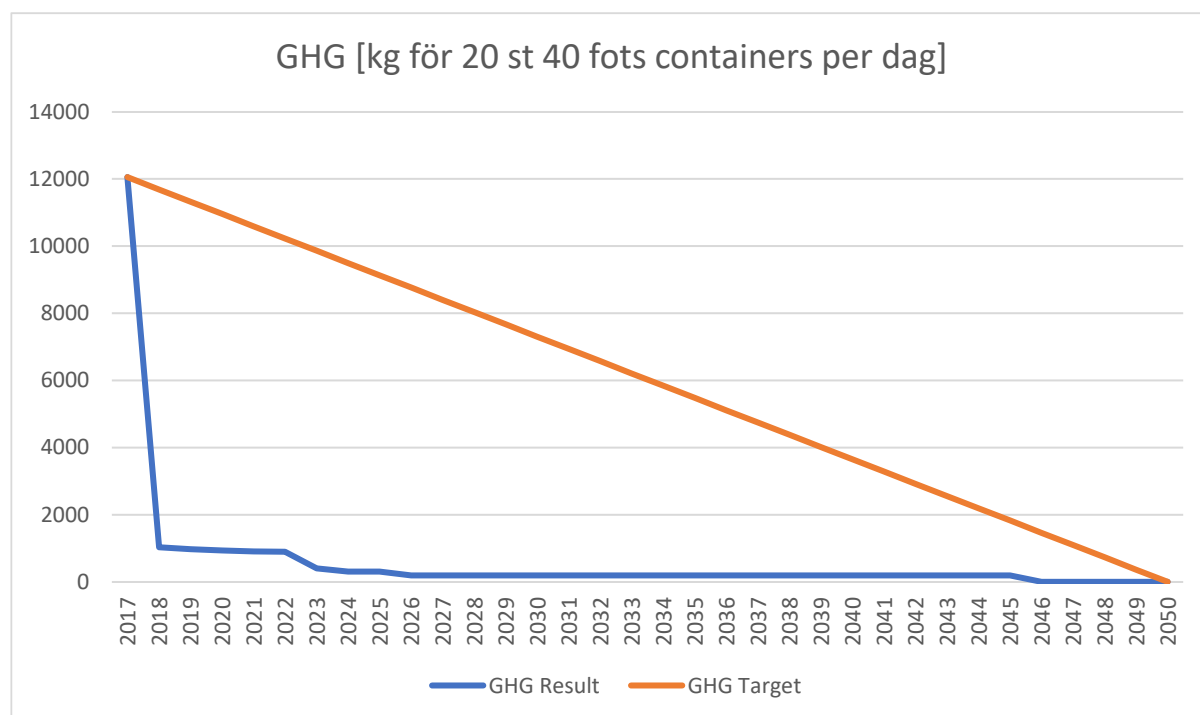
I analysarbetet har denna intermodala HCT-lösningens transporteffektivitet följts upp och analyserats. Att transporten huvudsakligen sker med två containrar vid varje leveranstillfälle är ett villkor för lösningens effektivitet. Vid sämre väglag har det förekommit leverans med endast en container per fordon. Eventuellt för att chauffören är osäker på det större fordonets förmåga i sämre väglag.

Utfallet i projektet indikerar att fordonets mätdata under givna förutsättningar relativt väl följer de modelldata som ingår i NTMCalc avseende Truck & Trailer 50-64t med samma bruttovikt. Implementering av fordonen i NTMCalc borde således kunna ske med endast smärre justeringar.

Den intermodala transportlösning som redan körs för Elon uppvisar totalt en mycket god tillförlitlighet och klimateffektivitet. Preliminära uppgifter visar på en nära halvering av klimatutsläpp vid forslingen av två containers per lastbil. Hela transporten från hamn visar på en minskning av klimatutsläppen med dryga 97 %. Fordonen förbrukar lite mer bränsle men släpper i gengäld ut mindre per transporterad enhet.

0,995	Positioning					Shuttle transport					Backhaul					Conveyance (forsling)					Result		
Year	Distance [km]	FC [l/km]	Trips [n]	GHG <sub>total</sub> [g/l]	GHG [kg]	Distance [km]	FC [l/km]	Trips [n]	GHG <sub>total</sub> [g/l]	GHG [kg]	Distance [km]	FC [l/km]	Trips [n]	GHG <sub>total</sub> [g/l]	GHG [kg]	Distance [km]	FC [l/km]	Trips [n]	GHG <sub>total</sub> [g/l]	GHG [kg]	GHG Total [kg]	GHG Savings [%]	
Baseline-1	146,5	0,3	2	2818	248	293	0,4148	20	2818	6850	293	0,3	20	2818	4954							12 052	
IM Rail	Distance [km]	FC [l/km]	Trips [n]	GHG <sub>total</sub> [g/l]	GHG [kg]	Distance [km]	FC [l/km]	2TEU [n]	GHG <sub>total</sub> [g/TEUkm]	GHG [kg]	Distance [km]	FC [l/km]	2TEU [n]	GHG <sub>total</sub> [g/TEUkm]	GHG [kg]	Distance [km]	FC [l/km]	Trips [n]	GHG <sub>total</sub> [g/l]	GHG [kg]	GHG Total [kg]	GHG Savings [%]	
2018	4,8	0,3	2	2818	8	277		20	8	89	277		20	8	89	36	0,4148	20	2818	842	1 027	-91%	
2019	4,8	0,2985	2	2650	8	277		20	8	89	277		20	8	89	36	0,41273	20	2650	787	972	-92%	
2020	4,8	0,297008	2	2540	7	277		20	8	89	277		20	8	89	36	0,41066	20	2540	751	936	-92%	
2021	4,8	0,295522	2	2450	7	277		20	8	89	277		20	8	89	36	0,40861	20	2450	721	905	-92%	
2022	4,8	0,294045	2	2450	7	277		20	8	89	277		20	8	89	36	0,40657	20	2450	717	901	-93%	
2023	4,8	0,292575	2	746	2	277		20	8	89	277		20	8	89	36	0,40453	20	746	217	397	-96,7%	
2024	4,8	0,291112	2	746	2	277		20	8	89	277		20	8	89	36	0,4772	10	746	128	308	-97,4%	
Year	Distance [km]	EC [kWh/k]	Trips [n]	GHG <sub>total</sub> [g/k]	GHG [kg]	Distance [km]	FC [l/km]	2TEU [n]	GHG <sub>total</sub> [g/TEUkm]	GHG [kg]	Distance [km]	FC [l/km]	2TEU [n]	GHG <sub>total</sub> [g/TEUkm]	GHG [kg]	Distance [km]	EC [kWh/k]	Trips [n]	GHG <sub>total</sub> [g/k]	GHG [kg]	GHG Total [kg]	GHG Savings [%]	
2026?	4,8	3	2	10	0,3	277		20	8	89	277		20	8	89	36		3	10	10	11	189,1	-98,4%

Figur 13. Översiktlig resultatbeskrivning



Figur 14. Ovan beskrivs hur utsläppen av klimatgaser sänkts radikalt med det upplägg som på daglig basis sker till Elon. Med en elektrifiering av detta transportupplägg är detta så nära nollemissioner som kan uppnås.

Implementeringen av HCT dubbeltrailer i NTMCalc pågår men är beroende av en allmän programuppdatering som är i slutfasen där även motsvarande eldrivna lastbilar kommer att finna som ett valbart alternativ.

Vår analys är vidare att med aktiva val för flera transportuppdrag finns det goda möjligheter att nå klimatmålen långt före 2045 utan ekonomiska uppoffringar. Viktigast i sådana framtida projekt är ett samarbete mellan involverade parter när logistiklösning ska utformas och sedan förbättras.

### 7.1 Analys av nyttan med dubbeltrailer vid forsling

	FC [l/km]	FQ [g/l]	Kostnad [kr/km]
Positionering dragbil	0,286	2823	14
Forsling singeltrailer	0,36	2823	15
Forsling dubbeltrailer	0,496	2823	22

	Positionering	n	Till Elon	n	Från Elon	n	Fordonskm	Kostnad	GHG
Singel	4,8	2	24	20	24	20	970	14534	2737
Dubbel	4,8	2	24	10	24	10	490	10694	1382

Figur 15. Utfall för forslingen mellan Hallsberg och Örebro

Denna analys visar att nuvarande transportlösning i sig självt inte möjliggör ökad transporteffektivitet eftersom containers huvudsakligen lämnas kvar på chassi hos mottagare. Det finns flera möjliga åtgärder för en effektivare organisering av detta, men detta ingick inte i detta projekt.

Trafikeffektivitet uppvisar däremot en potential på 50 %:s besparing. I detta fall baserat på två lika väl fungerande singel- och dubbeltrailerlösningar. I praktiken sker det dagliga suboptimeringar, vilket gör att verkliga besparingar sannolikt hamnar mellan 25-50%.

Kostnadsbesparingar är kopplade till färre fordonskm med tillhörande trafikknaster. Lösningen med Longlink ökar kapitalkostnaden väsentligt i detta pilotprojekt, vilket i en mer kommersiellt långsiktig lösning borde kunna reduceras. Besparingspotentialen ligger på ca 15-30%

Klimatbesparingar uppvisar en potential på 50 %:s besparing. I detta fall beräknad med två lika väl fungerande singel- och dubbeltrailer lösningar. I praktiken sker det dagliga suboptimeringar, vilket gör att verkliga besparingar sannolikt hamnar mellan 25-50%. Observera att denna besparing inte beaktar introduktion av förnyelsebart bränsle.

### 7.2 Slutsatser

- Elektrifieringen genom tågtransport utgör den stora klimatnyttan
- Forsling med duo-trailer:
  - Ökar inte automatiskt fyllnadsgrad
  - Reducerar antal fordonskm (ökad trafiksäkerhet)
  - Sänker kostnader
  - Minskar utsläpp av växthusgaser
  - Bränsleförbrukning stämmer bra med NTMs data för TT/AT >50-64t
  - Korrigering av volymkapacitet fordras i NTMCalc inklusive container
  - Implementering i NTMCalc kommer under 2025 vid lansering av NTMCalc 5.0

### 7.3 Kunskapsspridning

Denna typ av intermodala transportlösningar bör utgöra en förebild för flera liknade transporter. Med nuvarande teknik skulle klimatmålen för 2050 kunna uppnås före utsatt tidtabell, dessutom mer kostnadseffektivt än en reguljär lösning med konventionella lastbilar.

Framgångsrika lärdomar från projektet kan förhoppningsvis kopieras av andra samt att helt nya kostnads- och klimateffektiva intermodala HCT-lösningar kan utvecklas som bidrar till alltmer klimateffektiva transportlösningar inom andra segment av transportmarknaden. En väsentlig del för nationell framgång är därmed parallell utveckling av liknande lösningar med fokus på intermodal kompatibilitet mellan väg-, järnvägs- och sjötrafik.

Avseende projektets trafiksäkerhetspåverkan avseende cyklister analyseras detta separat av VTI på en icke mötteseparerad landsväg i Värmland. Detta beskrivs i separat rapport från VTI.

### 7.4 Reflexioner

I nuvarande upplägg med leverans av container som ställs upp mot terminalportar stående på ett chassi behöver Elon inte göra några anpassningar i sin lossning och lastning. Elons lossning av vitvaror i containers sker med truckar utrustade med klämaggregat. Denna lossning går fort eftersom det är relativt få enheter med små staplingsmöjligheter. En container fullt lastad med exempelvis mikrovågsugnar lastade till tak fordrar en betydligt mer tidskrävande lossning för att undvika godsskador.

Givet att containers lossas via port som fordrar container på chassi så kan inte fordonets två lastchassin frigöras för andra uppdrag under lossning. Med ett flöde för en kund kan således fyllnadsgraden (transporteffektiviteten) mätt som antal 40 fots container aldrig överstiga 50 %.

Om transporten kan inkludera s.k. skiftestrafik, dvs att dragbil under lossning kan hämta en annan trailer med gods för retur till ursprungspunkten Hallsberg (bäst) eller någonstans på vägen för att sedan hämta de två tömda containrarna kan transporteffektiviteten ökas något.

Ytterligare förbättringar skulle kunna uppnås om containers kunde ställas upp mot lastkaj utan chassi. Då skulle hela ekipaget kunna utnyttjas för andra uppdrag. Frågan är emellertid om en sådan organisering skulle skapa en rad andra oönskade effekter som försvårar eller försämrar robusthet och tillförlitlighet.

## 8. Utvecklingsmöjligheter och fortsatta projektidéer

- Elektrifiering av forsling med "grön" el skulle reducera utsläppen med 30 % av växthusgaser för hela transport-kedjan
- Ekonomi och affärsmodell för HCT behöver utvecklas
- Regelverk som tillåter Long-link saknas vilket måste beredas
- Utveckla kompatibilitet (kunder, gods, lastbärare (mått och legalt), infrastruktur
- Transporteffektivitet och terminalutveckling

## 9. Medverkande i projektet

Dino Keljalic, Region Örebro, Projektledare

Magnus Swahn, Nätverket för Transporter och Miljön

Fredrik van Corswant, Revere, Chalmers

Markus Ekwall, Dania Connekt AB

Sara Ranäng, Rise

Daniel Moback, Lindholmen

Frans Prenkert, Örebro Universitet

Markus Luthman, Elon

## 10. Referenser

<https://closer.lindholmen.se/hctduodemo>

<https://closer.lindholmen.se/projekt/high-capacity-transport-hct>

[www.transportmeasures.org](http://www.transportmeasures.org)

[www.conlogic.se](http://www.conlogic.se)