



Snabba och smarta godståg

En länk i framtidens logistikedja

THOMAS SJÖSTRÖM, SWECO

ALVA LARSSON SWECO

ANDERS LUNDBERG, RAIL ADVISE

PÄR WINBERG, SWECO

PETER NYSTRÖM, RCON



Projektnummer 2021.4.2.6
Titel på projektet – svenska Snabba och smarta godståg – en länk i framtidens logistikkedja
Titel på projektet – engelska Smart and Fast Freight Trains – a Link in the Future Logistic Chain
Projektledareorganisation Sweco Sverige AB
Namn på projektledare Thomas Sjöström
Namn på ev. övriga projektdeltagare Pär Winberg, Alice Lindberg, Carl Thordstein, Oscar Müllerström, Alva Larsson, Peter Linde, Anders Lundberg, Fredrik Kangas, Per-Åke Persson, Behzad Kodnejad, Emil Jansson, Jonas Larsson, Henning Berggren, Thomas Frej, Bengt Palm, Johan Unebrand, Åke Lundberg, Magnus Landström, Mikael Eriksson, Mark Berggren, Mats Abrahamsson, Peter Nyström.
Nyckelord: 5–7 st Godståg, högre hastighet, miljövänlig godstransport, lastbärare, marknadsförutsättningar, logistikkedja, teknik, kombiterminal

Sammanfattning

Projektet *Snabba och smarta godståg* är ett unikt samarbetsprojekt med partners som representerar hela järnvägens ekosystem. Förstudien utforskar förutsättningarna att införa innovativa godståg som färdas i 200km/h och utmanar dagens logistiktrend med mål att återföra marknadsandelar till järnvägen, främst på sträckor över 30 mil.

Marknadens krav för att transportera mer gods på järnvägen är höga och kommersiellt drivna men går att lösa genom en kombination av teknisk utveckling och anpassningar i regelverk och logistikkedjor där hela Europa betraktas som en potentiell marknad.

Med en högre hastighet kommer transporttiden för ett godståg på stambanorna att kunna halveras och kan prestera fler omlopp vilket ger en högre effektivitet och jämnare flöde för järnvägen. Det kräver att den traditionella synen på godstågen förändras till att tillåta transport på dagtid, en högre prioritetssklass, avsevärt kortare terminaltider och nya last- och lossningsmetoder.

Den årliga överflyttningen i Sverige med ökade hastigheter av godståg bedöms uppgå till ca 21 000 kton där 42 000 godståg ersätter 537 000 lastbilar. Resultatet ger en reduktion av koldioxidutsläpp på 13 000 ton CO₂ ekvivalenter/år och en 88 procentig reduktion av PM₁₀/år.

Tekniskt och legislativt så finns begränsad kunskap och här bryter förstudien helt ny mark. Av komponenterna som utgör ett snabbt godståg så finns ellok som klarar hastigheter upp till 230 km/h och förstudien rekommenderar en 4-axlig containervagn som lastbärare även om marknaden föredrar trailers. Avslutningsvis är det europeiska regelverket inte giltigt för godstrafik över 160 km/h. En förutsättning för framtida projekt är därför att frågan förs upp på EU-nivå med European Rail Agency.

Summary

The Fast and Smart Freight Trains project is a unique collaborative project with partners who represent the entire railway eco-system. The feasibility study explores the conditions for introducing innovative freight trains that travel at 200km / h and challenges the current logistics trend with the goal of returning market shares to the railway, mainly on distances over 300 km.

The annual transfer in Sweden with increased speeds of freight trains is estimated to amount to approximately 21,000 ktonnes, where 42,000 freight trains replace 537,000 trucks. The result is a reduction in carbon dioxide emissions of 13,000 tonnes of CO₂ equivalents per year and an 88% reduction in PM₁₀ per year.

The market's requirements for transporting more goods by rail are high and commercially driven, but can be solved through a combination of technical development and adaptations in regulations and logistics chains where the whole of Europe is considered a potential market.

With a higher speed, the transport time for a freight train on the main lines can be halved and can perform more orbits, which gives a higher efficiency and more even flow for the railway. This requires that the traditional view of freight trains be changed to allow daytime transport, a higher priority class, significantly shorter terminal times and new loading and unloading methods.

Technically and legislatively, there is limited knowledge and here the feasibility study breaks completely new ground. Of the components that make up a fast freight train, there are electric locomotives that can handle speeds of up to 230 km / h and the feasibility study recommends a 4-axle container trolley as a load carrier, even if the market prefers trailers. In conclusion, the European regulations are not valid for freight traffic over 160 km / h. A prerequisite for future projects is therefore that the issue is raised at EU level with the European Rail Agency.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	2
Summary	3
Innehållsförteckning	4
1 Inledning.....	5
2 Bidrag till Triple F	7
3 Genomförande.....	10
4 Resultat	12
5 Nyttiggörande	21
6 Diskussion och nästa steg	24
Referenslista	26

1 Inledning

Ökad konsumtion genom e-handel innebär ökade transporter av gods och varor. Sedan år 2010 har e-handeln ökat med omkring 400 procent och denna uppåtgående trend väntas inte avta. Tvärtom har Trafikverket prognostiserat ett ökat behov av godstransporter på ungefär 65 procent mellan år 2014 och 2040, där godstransportarbetet väntas öka mer på väg än på järnväg, med dagens förutsättningar.

På vägtransportsidan finns en förskjutning mot tyngre lastbilar som under de senaste 10 åren ökat med 22 procent. 2020 stod tunga lastbilar för 80 procent av det totala trafikarbetet för lastbilar. Utsläppen från inrikes transporter står för cirka en tredjedel av landets totala utsläpp av växthusgaser där vägtrafik, personbilar och tunga fordon dominerar statistiken. Under 2020 utgjorde växthusgasutsläppen från tunga lastbilar 3,0 miljoner ton koldioxidekvivalenter vilket motsvarar 20 procent av transportsektorns totala utsläpp och 6 procent av Sveriges totala utsläpp. Under samma år var utsläppen från järnväg 0,04 miljoner ton koldioxidekvivalenter, som kan jämföras med 0,3 procent av transportsektorns utsläpp eller 0,1 procent av Sveriges totala utsläpp. Dessutom sker en teknikutveckling på järnväg som gjort att utsläpp av kväveoxider och kolväten minskat med 40–50 procent sedan 1995, trots att trafikarbetet under denna period har ökat med cirka 15 procent.

För att utvecklingen med ökat transportarbete ska bli förenlig med utsatta klimatmål gällande minskade utsläpp för godstransporter är det kritiskt att få till en överflyttning av transportarbetet från väg till järnväg. I linje med detta måste optimeringsproblem i järnvägssystemet överkommas i syfte att tillfredsställa transportbehovet och för att få en samhällsekonomisk effektiv och hållbar transportförsörjning i Sverige. Godstransport på järnväg måste helt enkelt bli mer konkurrenskraftig samt tillfredsställa marknadens behov på ett bättre sätt.

Dagens godståg kännetecknas ofta av låga hastigheter men med hög lastkapacitet, och har därför traditionellt stordriftsfördelar. Detta etablerar godstransport på järnväg som lämpligt alternativ vid godstransport med långa transportavstånd, något lägre tidskrav och stora volymer till skillnad från vägtransporter som karakteriseras som snabbare och mer flexibel men med mindre lastkapacitet. Detta resulterar i att inrikestransport domineras av vägtransport medan utrikestransporter domineras av järnväg och sjöfart. Denna traditionella syn på järnvägstransport måste förändras för att få över mer gods på järnväg och godstågen måste dessutom bli både snabbare och mer flexibla. Hur detta kan uppnås studerades inom ramen för denna förstudie.

Idag håller godståg generellt hastigheter om 80–100 km/h, dock uppnår viss kombitrafik 120 km/h. Hastighetskillnaden mellan persontåg och godståg har ökat och detta medför att möjliga tidtabellskanaler för godståg främst ligger kvälls- och nattetid. Vid körning dagtid blir gångtiderna för godståg orimligt långa där godstågen får väntetid som konsekvens av förbigångar eftersom ett saktgående godståg måste gå åt sidan då ett snabbare tåg passerar. En viktig och helt avgörande aspekt att förändra i den befintliga logistikkedjan för att få godståg att gå även på dagtid är vilken prioritering de snabba godstågen kommer ha hos trafikledningen. Generellt i dagens prioriteringsklassning missgynnas godstågen och det är viktigt att de snabbare godstågen får en prioritering mer lik persontågen för att bli verkligt konkurrenskraftig med lastbilstrafiken i transporttid.

Dessutom finns tidsvinster att göra i terminalhanteringen. Dagens lossnings- och återlastningstider på 9–12 timmar måste förkortas till cirka 3 timmar totalt för att möjliggöra större frekvens på avgångar, både dagtid och nattetid. Detta i samband med högre hastighet skulle generera en enorm effektivisering tillika kostnadseffektivisering i mindre terminaltid, mindre väntetid, högre avgångsfrekvens och kortare gångtid.

En kritisk del i denna logistikkedja är hastigheten, hur kan man konstruera ett snabbt godståg. I första hand har två hastigheter studerats inom ramen för förstudien: sth 160 km/h och sth 200 km/h. Det finns idag begränsade erfarenheter av, och tekniska lösningar för, intermodaltrafik i högre hastigheter (över 120km/h). Det medför en rad utmaningar gällande vagn teknik och lastbärare. Vidare finns inte heller några giltiga tekniska krav på godstrafik över 120 km/h.

Förstudien har syftat lyfta de utmaningar och möjligheter som finns samt skapa förutsättningar för att realisera snabbgodståg. Förstudien ämnade identifiera tröskelhastigheter och vilka utmaningar dessa nivåer innebär, samt att se till vilka sträckor som är lämpliga för test. Eftersom kunskapsläget är relativt obefintligt gällande godståg i höga hastigheter har förstudien tillsammans med samarbetspartners avsett att öka kunskapsnivån och skapa ett bredare engagemang gällande möjligheterna och utmaningarna.

Snabba smarta godståg är en förstudie som finansierats av TripleF och som tar sig an utmaningen att utforska förutsättningarna för att införa sådana godståg. Med snabba godståg avses godståg som färdas i hastigheter upp mot 200 km/h. Med smarta godståg avses digitala användningsfall som reducerar transporttiden eller optimerar delmoment i logistikkedjan. Projektledare för studien *Snabba och smarta godståg* har varit Thomas Sjöström från Sweco och projektet pågår från januari 2022 till september 2022. Viktigt att poängtera är att förstudien genomförts under begränsad tid med målet att förstå vilka förutsättningar som är mest relevanta och behöver utredas vidare.

2 Bidrag till Triple F

Utsläpp av växthusgaser från transporter svarar för en tredjedel av Sveriges totala utsläpp. Järnvägens klimatpåverkan utgjorde år 2020 0,3% av de totala utsläppen av växthusgaser från inrikes transporter och 1,3 % i jämförelse med utsläppen av växthusgaser från tunga lastbilar. Således har tung lastbilstrafik enorm påverkan på klimatet genom utsläpp av koldioxid (CO₂) som bidrar till klimatförändringar och hälsoskador. I storregionerna har vägtrafiken identifierats som den huvudsakliga källan till kvävedioxid och partiklar (PM₁₀) och högst haltnivåer uppmäts i närheten med de stora trafiklederna. De tunga transporterna har identifierats som en betydande källa till luftföroreningar och utgör ett prioriterat område för att minska utsläppen.

Politiker och forskare har därför kommit fram till att en del av godstrafiken måste flyttas från väg till järnväg för att kunna uppnå ett hållbart samhälle med lägre utsläpp, både nationellt och på EU-nivå. Hittills har dock utvecklingen av godstransporterna inte gått i linje med EU:s mål och det är tydligt att en förändring måste till för att vända denna trend.

De framtagna transportpolitiska målen som regering och riksdag har fastställt ska ligga till grund för den framtida infrastrukturplaneringen och för att uppfylla dessa har regeringen beslutat att främja godstransporter på järnväg med bland annat miljökompensation för godstransporter. Målsättningen är att styra mot en överflyttning av godstransporter från väg till järnväg och därmed stärka järnvägens konkurrenskraft och avlasta vägarna.

Gods på tåg har tidigare ansetts vara mest konkurrenskraftigt på längre sträckor över 60 mil. Järnväg och sjöfart har bedömts vara mer konkurrenskraftiga mot väg på längre transportavstånd där transportvolymerna är stora och regelbundna. Trafikverket visade dock att i stora regelbundna flöden är järnvägen och intermodala järnvägstransporter konkurrenskraftiga även på kortare avstånd. Trafikverket har även kommit fram till att merparten av transporterna inom västra regionen sker på avstånd mellan 200–300 km, och större systemflöden eller intermodala flöden är konkurrenskraftiga ned till 100–150 km (exempelvis Göteborg – Falköping - (*Skara*), Falköping – Värö). Med avstånd över 200 km ökar den teoretiska marknadspotentialen från 28 miljoner ton till 70 miljoner ton, vilket motsvarar 20 procent av den transporterade godsmängden eller 60 procent av vägtransportarbetet i Sverige.

Den kortsiktiga marknadspotentialen till följd av förändringarna på transportmarknaden och pågående förändringar i järnvägens produktionssystem uppgår till 6 miljarder tonkm. På sikt ökar marknadspotentialen för järnvägstransporter med upp till 2 miljarder tonkm framför allt som följd av utbyggnaden av väg- och järnvägstunneln mellan Tyskland och Danmark (Fehmarn Bält).

På längre sikt inkluderas utveckling av de intermodala järnvägstransporterna med längre, tyngre och bredare lastbärare och/eller högre hastigheter. Marknadspotentialen för ett utvecklat system är ytterligare 6 miljarder tonkm, varav effekten av snabbgodståg är modellmässigt beräknad till cirka 1,1 miljard tonkm.

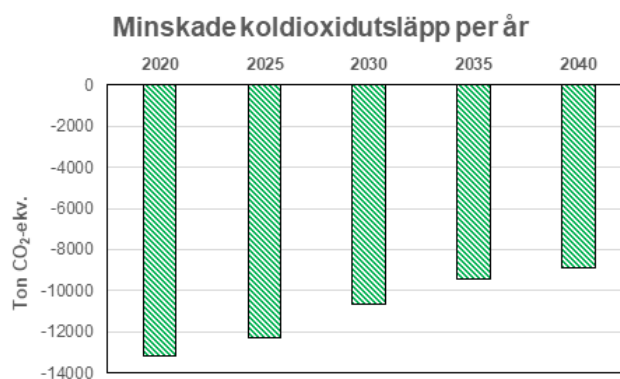
Den årliga överflyttningen med ökade hastigheter av godståg bedöms uppgå till 21 478 kton. Med en nyttolast på 40 ton (för lastbil) skulle det innebära 536 950 lastbilar för att transportera denna mängd gods. Att transportera samma mängd gods på järnväg skulle i stället motsvara 42 426 godståg, se Figur 1 nedan. Resultatet har således jämfört utsläppen av CO₂ ekvivalenter och partiklar (PM₁₀) från motsvarande minskning.

ÖVERFLYTTNING AV GODS



Figur 1. Överflyttningseffekten av gods vid införande av godståg med högre hastighet.

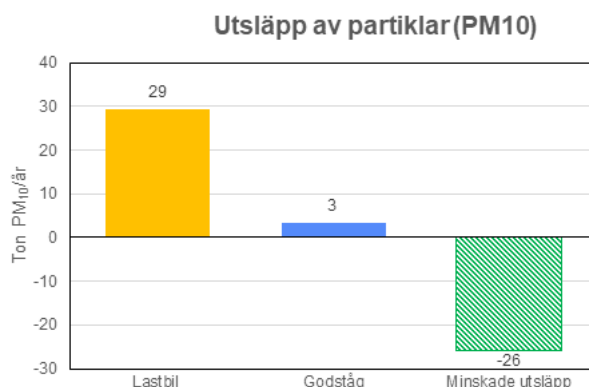
I framtiden kommer hårdare krav på utsläppsmängder driva på teknikutvecklingen. Detta i kombination med ökad andel el och vätgasdrivna fordon kommer att leda till lägre direktutsläpp av växthusgaser och luftföroreningar. För att visa den gradvisa reduktionen av CO₂ ekvivalenter och därav potentiella klimatvinsten har beräkningarna genomförts för 2020–2050 med ett femårsintervall, se Figur 2.



Figur 2. Minskade utsläpp av koldioxid vid överflyttning av 21 478 kton gods från väg till järnväg.

Beräkningarna visade en reduktion av koldioxidutsläpp på drygt 13 000 ton CO₂ ekvivalenter/år om överflyttningen av gods hade genomförts idag. Utsläppen från lastbilarna prognostiseras att minska för varje år och därav även den potentiella klimatvinsten. Den prognosticerade fordonsflottan av tunga fordon år 2040 bedöms fortsatt drivas till viss del med fossila drivmedel. Det bedöms därför finnas potential att minska utsläpp med drygt 8 800 ton CO₂/år ton i jämförelsen med nollalternativet där allt potentiellt gods, som hade kunnat flyttats över till järnväg, hade fortsatt gått med lastbilar. Resultatet visar att det är fördelaktigt att implementera föreslagna förändringar i järnvägssystemet, däribland högre hastigheter, så fort som möjligt för att kunna få ut störst klimatnytta.

Den största delen av utsläppen av partiklar (PM₁₀) för vägtrafik uppkommer vid slitage av väg, bromsar och däck och ej som avgaser. Partikelhalterna uppvisade därför en mycket lägre variation mellan framtidsscenarioerna i jämförelse med koldioxidutsläppen. Av den anledningen redovisas enbart resultatet och den potentiella miljövinsten för år 2040, eftersom resultatet enbart skiljde sig marginellt. Resultatet visade att en överflyttning av gods från väg till järnväg kan ge en total årlig reduktion på ca 26 ton PM₁₀/år, vilket är en 88% reduktion.



Figur 3. Utsläpp av partiklar (PM₁₀) för transport av 21 478 kton samt potentiellt minskade utsläpp vid överflyttning av gods från väg till järnväg.

Sammanfattningsvis kan konstateras att marknadspotentialen för järnvägstransporter och intermodala transporter är stor som resultat av föreslagna förändringar i järnvägssystemet, där ökad hastighet utgör en kritisk aspekt. Beräkningarna visade på goda möjligheter att minska både klimat- och miljöpåverkan genom överflyttning av gods från väg till järnväg. Miljövinster är som störst i dagsläget och beräknas minska i framtiden på grund av minskade utsläpp från lastbilarna. Framtidens lastbilar kommer ha lägre direktutsläpp av växthusgaser och luftföroreningar genom teknikutveckling samt ökad andel el och vätgasdrivna fordon. Resultatet visade att det är fördelaktigt att implementera föreslagna förändringar i järnvägssystemet, däribland högre hastigheter, så fort som möjligt för att kunna få ut störst klimatnytta. Även om klimatvinsten minskar i framtiden är det värt att satsa på järnvägen, då forskning visar att järnvägen fortfarande kommer att vara det mest energieffektiva transportslaget även år 2050. Föreslagna förändringar i järnvägssystemet kan därmed bidra till att lösa klimatutmaningen.

3 Genomförande

Förstudien var uppdelad i fyra arbetspaket: marknadens förutsättningar, logistikkedjan, teknik samt det övergripande arbetspaketet projektledning, se Figur 4 nedan.



Figur 4. Projektets fyra arbetspaket och dess respektive innehåll.

Anders Lundberg, Rail Advice har varit arbetspaketledare för arbetspaket 1: Marknadens förutsättningar. Inom ramen för arbetspaketet har arbetspaketledaren utfört fem intervjuer med medverkande parter från: TX Logistik, Trafikverket, Real Rail, Coop och Bring. Utöver detta har även en workshop (15-03-2022) genomförts med intressenter från logistikkedjan i syfte att identifiera marknadens drivkrafter, tillika hinder, att frakta gods på järnväg. Rail Advice, Real Rail, Sweco, Mertz, Sandahls, Coop, Bring, TX Logistik och Trafikverket (Marknad, Trafikplanering, Trafikledning och Strategisk utveckling med flera) har varit medverkande i arbetspaket 1.

Arbetet i arbetspaket 2: Logistikkedjan har letts utav Pär Winberg, Sweco. Arbetspaketet har genererat två stormöten där hela projektet varit inbjudna, det första med fokus på terminal (24-02-2022) och det andra med fokus på tidtabell (28-04-2022). Vidare har ett antal möten med respektive terminaloperatör samt med kapacitetscenter på Trafikverket utförts. Medverkande i arbetspaket 2 var: Sweco, Coop, Bring, Mertz, Sandahls, Trafikverket, TX Logistik samt Kiruna Wagon.

Arbetspaket 3: Teknik, har Peter Nyström, Rcon, varit arbetspaketledare för. Inom ramen för arbetspaketet har ett stormöte hållits (03-05-2022) där hela projektet var inbjudna. Rcon, Sweco, Kungliga Tekniska Högskolan (KTH), Kiruna Wagon och Plexe Rail har medverkat i arbetspaket 3.

Projektledningsgruppen har bestått av projektledare Thomas Sjöström samt de tre arbetspaketledarna: Anders Lundberg (AP1), Pär Winberg (AP2) och Peter Nyström (AP3). Projektledningsgruppen har kontinuerligt under projektets gång haft möten varje fredag i syfte att koordinera arbetet. Arbetspaket 4 har även kallat till tre konsortiemöten där alla deltagare från projektet varit bjudna (Konsortiemöte 1: 27-01-2022, Konsortiemöte 2: 25-05-2022 och Konsortiemöte 3: 15-09-2022). Konsortiemötena har presenterat framsteg inom respektive arbetspaket på ett interaktivt sätt för att diskutera resultat och slutsatser inom projektet. Inom ramen för arbetspaketet 4: Projektledning har en referensgrupp skapats. Referensgruppen har bestått av representanter från CLOSER som en del av Lindholmen Science Park

(LSP), Tågföretagen, Olsson & Partners Advisory, VTI/Trafikverket samt Transportföretagen. Två referensgruppsmöten har hållits inom ramen för förstudien (06-05-2022 och 26-08-2022).

Utöver de möten som nämnts ovan har även arbetspaketsinterna möten hållits i syfte att förbereda inför presentationer eller rapport. Separata möten med projektpartners och andra involverade har även hållits då mer kunskap har efterfrågats.

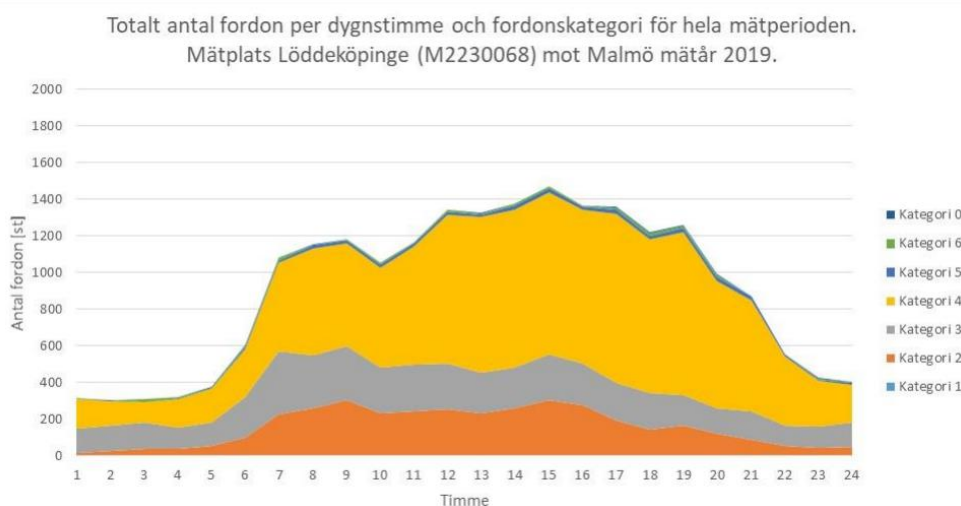
4 Resultat

Nedan är en kondensering av de mest relevanta resultaten. För mer detaljer se de omfattande bilagorna som redovisar resultat från resp arbetspaket

Nedan punkter (1–6) presenterar logistiska krav:

Krav 1 – Högre avgångsfrekvens

Studier under de senaste åren visar att e-handel ökar i omfattning och med nya inköpsmönster kommer nya krav på snabba och mer individualiserade leveranser. Järnvägstrafiken måste anpassa sig efter detta och få en ökad grad flexibilitet. Avgångsfrekvensen för snabba och smarta godståg bör öka med avgångar morgon, eftermiddag, kväll och natt, i princip en avgång var sjätte timme över hela dygnet. Den omfattande persontrafiken på stambanorna under dagtid har begränsat möjligheterna att framföra godståg, då dessa som konsekvens av låg hastighet och prioritet måste gå åt sidan vid förbigång av persontåg. Därför finns en traditionell uppfattning att godståg endast går nattetid. De tilltagande godsströmmarna via Göteborgs hamn, Skånes och Blekinges internationella anslutningar med lastbil på färjelinjer, samt den fasta förbindelsen till Danmark sker dock även dagtid. Detta reflekteras tydligt i vägstrafikströmmarnas tidsmässiga fördelning över dygnet, se Figur 5.



Figur 5. Den tunga landsvägstrafikens fördelning över dygnets timmar för olika fordonskombinationer vid Löddeköpinge vägmätstation längs E6 respektive E4 där det gula fältet utgör tung motordriven lastbilstransport med trailer.

Om järnvägstransport ska kunna konkurrera med långväga godstransport på väg måste tågens avgångsfrekvens öka och avgångar inte endast begränsas till nattetid utan även köras på dagtid.

Detta skulle resultera i kortare ledtider, det vill säga tiden från transportsändning från avsändaren till leverans till mottagaren. Fler avgångar skulle även möjliggöra bättre matchning med den internationella färjetrafiken. Europaväg 6 genom Skåne domineras av internationell trailertrafik och det är påtagligt att logistiktrenderna gynnat vägtrafikens möjligheter att tillgodose marknadens krav.

Förstudien bedömer att avgång med snabbgodståg var sjätte timme är fullt möjligt under förutsättningen att tillräckligt med lok och vagnar finns allokerade. Då tågen går med tätare frekvens går det åt fler lok och vagnar eftersom tågen inte hinner komma fram till terminalen innan nästa tåg går. Dessutom måste terminaltider säkerställas för inkommande och avgående tåg i den frekvens som önskas, detta är ett komplext arbete eftersom terminalresurserna behöver samplaneras med tider för befintliga kombitåg som också nyttjar terminalen.

Krav 2 – Kort, välplanerat uppehåll på en eller två välbelägna mellanliggande terminaler

Ett kortare stopp på en mellanliggande terminal skulle kunna öka det snabba godstågets attraktionskraft.

Antalet väganlutna terminaler i Sverige är mycket stort och det sker idag en tillväxt av lastbilsterminaler, kombiterminaler och större logistikområden i försök att täcka marknadens behov av transport av gods och varor. Med högre godstågshastighet i ett jämnare flöde på de stora stambanorna och godsstråken följer även möjligheten att tidsmässigt hinna med att stanna på en eller flera mellanliggande välbelägna terminaler, för att lasta av eller på nya transportuppdrag. Ett sådan mellanliggande stopp kan med fördel vara välplanerat så att stoppet går så snabbt som möjligt samt även samordnas med lokförarbyte eller en rast under ett arbetspass. Snabbgodståget kan i och med detta minska gapet och närma sig lastbilens flexibilitet med flera transportrelationer i en slinga av- och pålastningsplatser.

Långväga lastbilstransporter sker inte bara i pendelrelationer mellan två terminaler utan i slingor med mellanliggande terminalstopp. Lastbilar möts också på mindre terminaler eller frilastytor för att växla gods. Genom att erbjuda fler transportrelationer med samma avgång bli utnyttjandegraden högre för både förare och fordon.

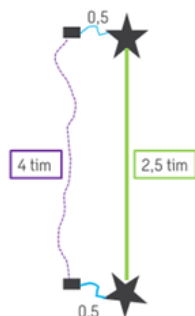
Om ett snabbgodståg ges möjligheten att göra ett uppehåll på en mellanliggande terminal för av- och pålastning av intermodala lastbärare, alternativt av- och tillkoppling av vagngrupp, ökar utbudet av möjliga transportrelationer. Om två tåg med olika dragningar dessutom möts på terminalen och lastbärare snabbt kan flyttas över mellan tågen (även kallat *crossdocking*) ökar antalet transportrelationer dramatiskt.

De simuleringar i RailSys som genomförts inom ramen för förstudien är simulerade utan tågstopp men detta är givetvis möjligt att ändra under förutsättningen att det finns tillgängliga terminaltider på de mellanliggande terminalerna.

Krav 3 – Genomsnittshastighet minst lika snabb som lastbilen mellan avsändare och mottagare

För att snabbgodståget ska bli verkligt konkurrenskraftig marknadsmässigt bör transportlösningen vara minst lika snabb som fjärrbilen, dör till dör. Jämförelsevis kör en fjärrlastbil 30 mil på 4h terminal till terminal. Vidare antas en lastbilforsling för den intermodala transporten till 2x15 och lyften i båda kombiterminalerna antas ta lika mycket tid, även den 2x15 min.

Flertalet utredningar samt Trafikverkets scenarioanalyser visar att merparten av de långväga lastbilstransporterna över 30 mil under konkurrensmässiga förutsättningar utgör en stor marknadspotential för tågtransport. För att kunna konkurrera med lastbil måste snabbgodståg kunna mäta sig med en långväga direktgående lastvägstransport på 30 mils avstånd. Följaktligen måste tågtransportens transportkedja mellan avsändare och mottagare i genomsnitt vara synkroniserad tids- och hanteringsmässigt. Under antagandet att den genomsnittliga hämtnings- och distributionstiden till och från snabbgodståget på järnvägsterminalen är 45 minuter måste tågtransporten mellan terminalerna gå på 2,5 timmar på 30 mils avstånd. Detta medför en genomsnittshastighet på 120 km/h för godståget i jämförelse med lastbilens motsvarande genomsnitt 75 km/h.



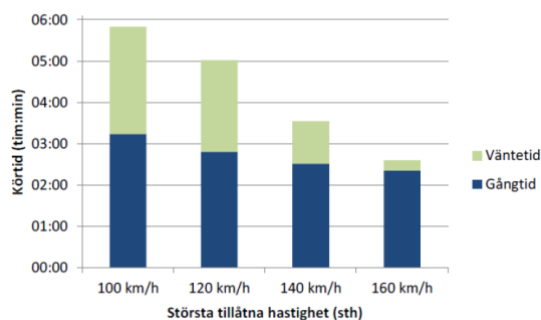
Figur 6. Förslag till transporttidsmål för en snabb intermodal transport mellan avsändarterminal och mottagarterminal på ett avstånd > 300 km. Lila transport illustrerar lastbil och grön illustrerar kraven för ett snabbt godståg. Lastning och lossning på järnvägsterminalen antas ta 15 minuter inklusive lastsäkringskontroll.

Med rådande banstandard och största tillåtna hastighet på järnväg uppnår ett tåg som går 160km/h en genomsnittshastighet på över 120km/h, se Tabell 1 nedan.

Tabell 1. Tågets medelhastighet (innevarande tidtabell 2022) per sträcka

Sträcka	Medelhastighet sth 200	Medelhastighet sth 160
Stockholm – Malmö	146 km/h	138 km/h
Malmö – Göteborg	128 km/h	119 km/h
Göteborg – Stockholm	143 km/h	136 km/h

Dessutom visar kapacitetsstudier på järnväg att ökad godståghastighet skapar ett jämnare flöde mellan olika tågssystem som inte behöver vänta på varandra. Ett godståg som framförs med sth 160km/h medför även halverad transporttid i och med minskad gångtid och väntetid, se Figur 7. Ytterligare en viktig effekt är att antalet störningstillfällen minskar med ett jämnare flöde där alla tåg rullar och inte behöver gå åt sidan för förbigångar.



Figur 7. Kapacitetsstudie på Södra stambanan mellan Mjölby och Hässleholm.

De simuleringar som genomförts i RailSys visar att en genomsnittshastighet på 120 km/h uppfylls med ett godståg med sth 160 km/h. Med denna hastighet uppfylls även transporttidsmålet att godståget ska vara minst lika snabbt som lastbilen från avsändare till mottagare.

Krav 4 – Varje tågset rullar högeffektivt 150 mil per dygn

De mer komplexa tekniska lösningar som måste till för att klara av den högre hastigheten kommer att driva investeringskostnaderna för godsvagnarna. Kostnadsberäkningarna visar att kostnaden är starkt kopplat till antalet omlopp som kan genomföras per dag, det vill säga fordonets nyttjandegrad. Omloppen är alltså väldigt betydelsefulla för kostnaden och även om sth 160 km/h teoretiskt skulle ha en dubbelt så hög vagnkostnad jämfört med sth 100 km/h så är 160 km/h ändå mer lönsam. Detta beror på möjligheten att genomföra ytterligare en omlopp per dag (Stockholm – Malmö, Stockholm – Göteborg eller Göteborg – Malmö), se Tabell 2.

Tabell 2. Kostnadsberäkningar för godståg på tre olika sträckor med tre olika sth.

SEK	Åsg-Gsh	455 km			
STH	Kostnad / nettotonkm	Kostnad / TEU	Kostnad / TEU (index)	Totaltid enkelsträcka	Enkelsträckor / dag
100km/h	0.208	639	1	11:00	2.18
160 km/h	0.188	577	0.90	07:04	3.40
200 km/h	0.201	617	0.97	06:54	3.48
	Åsg-Mgb	607 km			
STH	Kostnad / nettotonkm	Kostnad / TEU	Kostnad / TEU (index)	Totaltid enkelsträcka	Enkelsträckor / dag
100 km/h	0.228	936	1	13:53	1.73
160 km/h	0.189	776	0.83	08:12	2.92
200 km/h	0.204	835	0.89	07:57	3.02 (2)
	Gsh-Mgb	294 km			
STH	Kostnad / nettotonkm	Kostnad / TEU	Kostnad / TEU (index)	Totaltid enkelsträcka	Enkelsträckor / dag
100 km/h	0.246	487	1	08:49	2.72
160 km/h	0.224	444	0.91	06:09	3.90
200 km/h	0.243	483	0.99	05:57	4.03(3)

Beräkningarna ovan uppfyller kravet om att varje tågset ska rulla 150 mil per dygn i fallet Stockholm – Göteborg samt Stockholm – Malmö men inte Göteborg – Malmö då denna sträcka är betydligt kortare. Genom att man utnyttjar antalet lok och vagnar samt lastbärare mer skapar det kostnadseffektivitet och minskar kapitalkostnadsandelen för transporten.

De simulerade hastigheterna och omloppstiderna ligger i linje med ovan krav men lösningen kräver omloppsoptimering för det tåg företaget som ska ansvara för produktion av systemet för att få ut så lite stillestånd som möjligt.

Krav 5 – Alla försändelser med lösa lastbärare hanteras med tidsbegränsade, förplanerade omlastningstider för transport till och från terminal

Hantering av lastbärarmoduler på terminalerna med omlastning till och från vägtransport och i vissa fall sjötransport utgår ifrån gällande standarder. Det finns antagna regelverk för hantering och lastsäkring som bygger på internationella överenskommelser. Utmaningen för snabbgodstransporten blir att hantera standardlastbärare med så få begränsningar som möjligt.

Trailertransporter dominerar de internationella vägtransporterna och ISO containern de långväga sjöfartstransporterna. Det finns pågående tendenser till större lastbärare eller fler lastbärare på längre lastbilar och större containerfartyg. För att behålla och stärka järnvägens konkurrenskraft behöver branschen ha en korrelerande förbättringar och se över sina specifika möjligheter att följa med i utvecklingen.

Vidare finns en utmaning i luftmotståndet för de mer eller mindre kantiga lastbärarna. Flera internationella innovativa vägfordonsutredningar har studerat nya mer strömlinjeformade lastbärare. Huruvida någon form av innovativ lösning för att eliminera det hastighetsberoende luftmotståndet vid högre hastigheter kan utformas konceptuellt bör studeras vidare i en fotsättningsstudie. Marknadsmässigt borde en smart inkapsling av järnvägsvagnens standardlastbärare ge fördelar även för vägtransportörerna.

En ytterligare utmaning med högre hastigheter är att tåget bör packas utan tomluckor (aerodynamiska syften dvs för att minska luftmotståndet) mellan lastbärarna och således måste terminalerna noga förplanera lastning av lastbärarna, på ett sådant sätt att de hör ihop precis som förplaneringen på ett containerfartyg eller en färja. Genom att planera väl kan även tiden för transport av gods till och från terminalen reduceras.

Krav 6 – Lossning och återlastning på totalt 3 timmar

Terminaltider vid ett tågs ankomst styrs av olika parametrar, så som inväxlingstid, tid för lossning, växling till parkeringsspår eller att vagnarna låts stå kvar. Vagnsyning brukar i normalfallet ingå i hanteringen efter tågets ankomst (inväxlingstid). Terminaltid vid tågets avgång beror på val av uppställningsplats för vagnarna, om de tillåts stå kvar på spåret eller har parkerats, vid det senare alternativet måste vagnarna växlas fram och backas in på lastningsspåret. Vagnarna ska sedan lastas. När lastning är klar ska funktionskontroll och bromsprov av vagnarna utföras, detta görs rutinmässigt och är ett krav för att tågen ska få framföras på järnväg idag. Därefter är tåget klart för avgång.

Den totala terminaltiden beror på den logistiska situationen, förutsättningarna och belastningen på terminalen eftersom terminaltiden blir lång om vagnarna parkeras i avvaktan på tågets avgång. En generell (uppskattad) total terminaltid för ett standard godståg idag är cirka 9–12 timmar från tågets ankomst till dess avgång, inklusive tid för uppställning i avvaktan på att avgående lastbärare ankommit.

Med krav på fler omlopp behöver lossning- och återlastningstider reduceras, så att det lösa lastbärarnas omloppstider blir kortare. Detta är en del av logistikkedjan med snabba smarta godståg. Enligt medverkande terminaloperatörer i förstudien (Årsta kombiterminal, Arkens kombiterminal (*Göteborgs hamn*) och Malmö kombiterminal) är det rimligt att lossning och återlastning kan göras på totalt 3 timmar.

Nedan punkter (krav 7–13) presenterar tekniska krav och beskrivningar:

Krav 7 – Funktion ner till -30 grader Celsius med full hastighet

För att fungera i Sveriges kalla vinterklimat behöver tågen klara temperaturer ner till -30 grader Celsius. Detta motsvarar även kraven för en långväga lastbilstrafik och måste uppfyllas av tåg för att snabbgodstågen ska bli konkurrenskraftiga. Alla tåg som är godkända att framföras i Sverige är godkända för -40 grader Celsius (Klass T2) eftersom detta är författat i de *tekniska specifikationerna för driftkompatibilitet*, förkortat TSD.

Krav 8 – Största tillåtna hastighet, sth, >160 km/h

För att snabba smarta godståg ska nå upp till de marknadsmässiga kraven gällande total transporttid och kunna vara konkurrenskraftig gentemot lastbilstransporten behöver tågen gå med minst sth 160km/h. I förstudien har två alternativ för hastighet studerats: 160 km/h samt 200 km/h. Det finns i dagsläget begränsade erfarenheter av, och tekniska lösningar för, intermodaltrafik i högre hastigheter (över 120 km/h). Det medför en rad utmaningar både vad det gäller vagn teknik och lastbärare, dessa kommer utredas nedan.

Vad gäller lok så finns det ellok på marknaden som klarar hastigheter upp till 200 km/h och även därutöver upp mot 230 km/h. Här är det främst dragkraft och elförbrukning kopplat till vagnvikt, total vagnlängd samt den aerodynamiska utformningen av lastbärarna som kan vara en begränsande faktor. Förstudien finner att följande lok uppfyller de krav på prestanda och funktion som gäller för att framföra ett snabbt godståg: Talgo, CRRS Bison, Alstom (Bombardier) Traxx 3 samt Siemens Vectron.

Dock följer en osäkerhet kopplat till antagandena om lok eftersom det idag är omöjligt att besvara vilken effekt och dragkraft som kommer att bli aktuell. Detta beror på flera faktorer, bland annat hastighet, rullmotstånd och luftmotstånd. Slutligen är det aerodynamiken som avgör huruvida tåget är trögt att dra eller ej. Ovan förutsättningar är idag oklara och bör undersökas närmare i framtida projektsteg.

Förstudiens samlade bedömning är att det är enklast ur ett tekniskt perspektiv att välja container som lastbärare. Förstudien rekommenderar containerstorlekar på 20- och 40 fot i ett första steg, för att i ett senare skede av projektet undersöka växelskåp och trailers. Detta eftersom containrarna kan få plats på en standard 60 fots vagn. Det finns idag begränsad erfarenhet av intermodaltrafik i 160 km/h med containrar. För andra lastbärare och för 200 km/h finns det inga erfarenheter och inga helt färdiga tekniska lösningar.

Studien förutsatte en 4-axlig containervagn avsedd för 60 fot last och med en axellast på 16 ton. 4-axliga intermodala vagnar är standard i produktion av vagnar med lägre hastighet (typ Sgnss) och ger högre lastvikt jämförelse med 2-axlig vagn. I kommande steg kan alternativ för 2-axliga vagnar undersökas för förslagsvis 45 fots ISO container.

Förstudien har inte funnit kommersiellt tillgängliga godstrafikoptimerade loppverk för 160 – 200km/h godkända och tillgängliga för den europeiska marknaden. Det är därför troligt att en framtagning av vagnar för ett pilotprojekt behöver inledas med ett tekniskt utvecklingsprojekt i samarbete med lämplig leverantör för framtagning och godkännande för trafik av boggier som klarar de tekniska kraven i Europa.

För 160 km/h finns det befintliga godsvagnslöppverk som eventuellt skulle kunna användas som de är, eller genomgå mindre modifieringar för att klara de krav som ställs. För 200 km/h kommer det troligen vara nödvändigt att ta fram en ny design från grunden. Förutom de krav som ställs på

urspårningssäkerhet, spårkrafter, fordonsrörelser, godskomfort, buller etc. måste löpverket också modifieras för att bära och samverka med det bromssystem som ska användas.

För godståg i högre hastigheter, 160 – 200 km/h, kommer följande bromssystem krävas:

- Skivbromssystem med lastutvägning och elektroniskt fastbromsningsskydd
- Elektropneumatisk bromsstyrning (EP-broms)
- Matarledning (Huvudluftbehållarledning, HBL)

För 200 km/h är frågan om det kommer att krävas magnetskenbroms viktig. Ett sådant krav skulle vara kraftigt kostnadsdrivande eftersom det påverkar konstruktionen samt egenvikten för vagnen. Det är dock inte ett formellt krav, och är det via riskanalyser möjligt att visa att bromssystemet utan magnetskenbroms har tillräckliga prestanda och säkerhet i alla förhållande kan det vara möjligt att undvika detta. Frågan behöver utredas vidare med myndigheter och leverantörer av bromssystem. Magnetskenbroms bedöms inte bli ett krav för hastigheter i 180 km/h eller lägre.

Gällande koppellösning ger den nya koppelstandard DAC förbättrade möjligheter och funktionalitet för koppling och överföring av el, signal och data. Det är dock inte en kritisk faktor för höga hastigheter vilket visas av att personvagnståg framförs i 200 km/h med UIC-koppel.

Eftersom målsättningen med projektet är att det ska vara möjligt att starta en pilot inom 2–3 år kommer troligen det lämpligaste vara att förbereda vagnarna för DAC men att från början utrusta vagnarna med UIC-koppel och använda befintlig standard för lok och personvagnar vad det gäller koppling av luft och el och signal. Att utrusta vagnar med DAC med de basala funktionella varianterna (automatisk ihopkoppling och koppling av luft) är en relativt enkel operation. Implementering av DAC i stor skala planeras startas 2027 och vara fullt införd för internationell godstrafik omkring 2030.

En av de största utmaningarna med intermodal snabbgodstrafik är aerodynamiken som vid högre hastigheter påverkar luftmotståndet vid framdrivningen av tåget och har säkerhetspåverkan vad det gäller vagn, lastbärare- och lastsäkrings förmåga att klara sidvindar, vindstötter vid tågpassage. Container, trailers och växelflak är optimerade för maximal lastvolym och inte för att minimera luftmotståndet och gapen mellan lastbärare blir ofta stora.

Förstudien har inte funnit några forskningsstudier som ingående undersöker de aerodynamiska effekterna av intermodaltrafik i hastigheter över 120 km/h. Detta medför att det inte är möjligt att med någon större noggrannhet beräkna gångmotstånd, energiförbrukning eller studera säkerhetsrelaterad problematik enligt ovan. Detta innebär att en förutsättning för att driva projektet vidare bör vara att sådana studier först genomförs. Det gäller i synnerhet för hastigheter på 200 km/h men även vid 160 km/h.

De tekniska specifikationerna för driftkompatibilitet, TSD, är inte giltiga för godstrafik med hastighet över 160 km/h och innehåller inga specifika krav för trafik över 120 km/h gällande till exempel aerodynamik och buller. För godståg och godsvagnar i 200 km/h finns idag inga giltiga krav.

En förutsättning för att driva projektet vidare bör därför vara att frågan förs upp på EU-nivå och att det genomförs diskussioner med European Rail Agency (ERA, eller Europeiska unionens järnvägsbyrå på svenska) om hur man ser på förutsättningar och process för att klarlägga kravbilderna för godståg i högre hastigheter.

160km/h är den lägre hastigheten av de två huvudfall av hastigheter (den högre 200km/h) som undersökts i denna förstudie. Ganska snabbt kan vi konstatera att det inte saknas utmaningar för att godståg ska kunna färdas i högre hastigheter. Tvärtom så har vi identifierat en mängd utmaningar inom i princip alla delar i järnvägens ekosystem. I skrivande stund vet vi inte exakt vad ett snabbt och smart godståg är, vilka dimensioner, tekniska specifikationer, vilka uppdateringar som krävs i regelverket eller vilka anpassningar som krävs i logistikkedjan. Trots detta kan vi konstatera att det är möjligt att lösa dessa utmaningar genom att kortsiktigt ta små steg i taget för att på lång sikt nå en ambitiös målbild om godståg som färdas i 200km/h.

Krav 8 – Lastbärare som är konkurrenskraftiga mot lastbilens

I Sverige är fordonshöjden på vägarna högre – 4,5 m – jämfört med den internationella normen – 4 m. För att öka kapaciteten på godstågen i korrelation till den utveckling som sker både inom vägtransport och sjötransport måste större lastbärare till. Strävan mot en högre kompatibel lastprofil på järnväg i Sverige (och Norge) går dock långsamt.

Inom sjöfarten pågår en utveckling från 20- och 40 fots container till 45-, 48- och 53 fots containerstandarder. Den framtagna lastprofilen är en modifiering av *lastprofil A* med en 2,6 m bred rektangulär utökning i överkant där höjden ökats med 150 mm. Detta i syfte att kunna framföra 4,5 m höga trailrar. Det skulle innebära att dessa skulle kunna framföras på järnvägen med färre restriktioner, vilket resulterar i stora tids- och kostnadsbesparingar för kunder, tillståndshandläggare samt trafikledning. Den modifierade lastprofilen benämns som *Lastprofil P/C447*.

Det finns olika lösningar för att öka kapaciteten för ett tåg. En av dessa lösningar är att ha bredare lastbärare än standardcontainern. Som konsekvens skulle då vägtransporter på utvalda vägar för hämtning och distribution framföras som bred last. Begreppen Pallet Wide (PW) och High Cube (HC) innebär att containermåttarna är något bredare (PW) och högre (HC) än standard. En 45 fots container, HC, som lastbärare innebär motsvarande bredd/längd/höjd: 2,5 m/13,7 m/2,9 m. Detta motsvarar en volym på dryga 86 m³. En 40 fots container, HC, som lastbärare innebär motsvarande bredd/längd/höjd: 2,5 m/12,2m/2,9 m. Detta motsvarar en volym på dryga 73 m³. En 20 fots container som lastbärare innebär motsvarande bredd/längd/höjd: 2,5 m/6,1 m/2,6 m. Detta motsvarar en volym på dryga 33 m³.

Enligt förstudiens marknadsundersökning fanns marknadsmässiga skäl att ha containerstorlek 45 fot, alternativt en 40 fot eller två 20 fotscontainrar med HC och PW mått. Projektet hade dock som teknisk förutsättning att utgå från en standard 60 fotsvagn där en 20- och en 40 fotscontainer får plats. Andra val av lastbärare bör studeras vidare i projektet nästkommande steg. Ytterligare höjd och bredd kan även vara sådant som påverkar aerodynamiken och dess påverkan på luftmotståndet bör därför utredas närmare.

Krav 9 – Låsmekanism för lastbärare

I och med den högre hastighet snabbgodstågen planeras framgå i måste låsmekanism för lös lastbärare till som en extra säkerhetsåtgärd. Detta eftersom tåget kommer utsättas för höga tryckförändringar så som broar, tunnlar, sidvind, mötande tåg och aerodynamiska utmaningar.

Beroende på hur snabbt man framför godståg ställs olika krav på låsmekanism. Vilka dessa krav är i förhållande till hastighet utreds i kommande projektsteg.

Krav 10 – Maximal bruttolastvikt (inklusive container) 35 ton

Gällande vikter har viktdata från utvalda mätplatser på Europavägarna studerats. Vi kan konstatera att merparten av de tunga fordonen på väg har bruttovikter under 44 ton. Med en dragbil och trailer ger detta en nettomaxvikt på 30 ton per last. Alltså måste det snabba godstågets vagn klara av en bruttolastvikt på 35 ton, återigen i konkurrenssyfte.

Den boggivagn som undersökts i förstudien har antagits vara 4-axlig och ha en axellast på 16 ton, därmed kan maximal lastvikt för vagnen uppgå till cirka 44 ton, beroende på containervagnens egenvikt.

Krav 11 – El för isolerat värme/kylcontainer

El via loket för isolerad värme eller kyla i containern är betydligt miljövänligare jämfört med ett lokalt dieselaggregat som är gängse standard idag. El för isolerad värme- eller kylcontainer är möjligt att bygga in till vagn och lastbärare.

Krav 12 – Vagnstatus samt lastbärarövervakning till lok och transportledningscentral

En smart övervakning av vagnens olika funktioner gör järnvägstransporten kostnadseffektiv i längden då systemet kan varna när något är fel och möjliggöra en kontinuerlig uppföljning. Vagnstatus samt lastbäraröversikt till lok och transportledningscentral går att åstadkomma under förutsättningen att det finns utrustning för detta i vagnar och lok.

Krav 13 – Smart utrustning för positionering och övervakning av lastbärare

Smart utrustning för positionering och övervakning av lastbärare gör järnvägstransporten mer effektiv och kostnadseffektiv i längden. Det är även lättare att förutse eller åtgärda eventuella problem som uppstår. Sådan utrustning kan hantera, bland annat:

- Positionering
- Hastighet
- Stöt- och/eller vibrationsövervakning
- Lastviktsnivåövervakning
- Låsfunktionsövervakning
- Temperaturövervakning

Smart utrustning har fördelar på lång sikt då de har ekonomiska, energieffektiva samt säkerhetsmässiga funktioner. Speciellt på höghastighetståg där tåget utsätts för högre krafter och vilket sliter mer på utrustningen, då kan smart utrustning vara en extra säkerhetsåtgärd. Dock är det ingen förutsättning för att framföra ett snabbt godståg. Sådana funktioner kostar givetvis att implementera men kan vara värd det givet ovan fördelar.

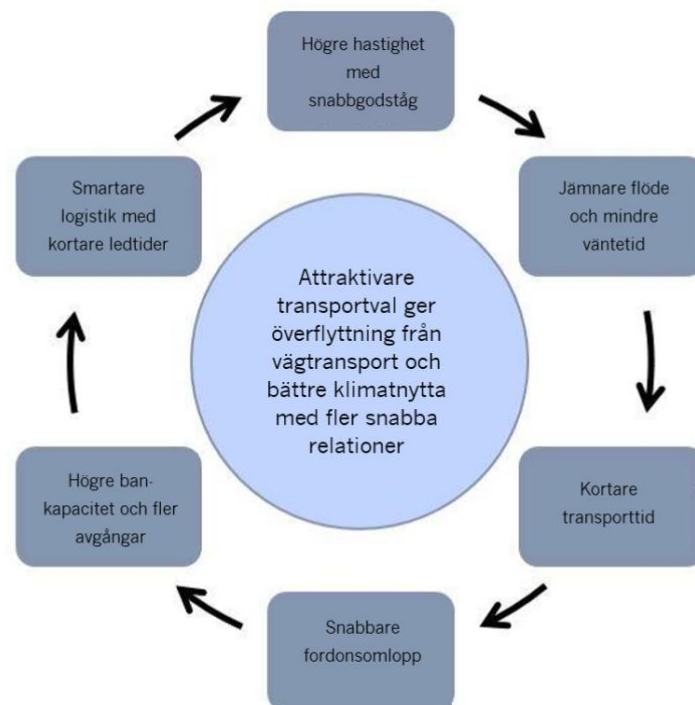
För en mer nyanserad utläggning av resultaten hänvisas till slutrapporterna för respektive arbetspaket: AP1 Marknadens förutsättningar, AP2 Logistikedjan och AP3 Teknik.

5 Nyttiggörande

Trots att det totala transportarbetet i Sverige ökar alltjämt, förlorar gods på järnväg marknadsandelar gentemot landvägstransporter. Det är uppenbart att järnvägstransport idag inte till fullo uppfyller de krav som marknaden ställer gällande transport. Framför allt är det i dagsläget gods och varors tidskänslighet som är anledningen till att järnvägstransport minskar sin marknadsandel. Förstudien vision är att de snabbare godstågen kan vända denna trend.

Tågtrafik på godsstråken och stambanorna är blandad med olika trafiksystem med olika stoppmönster, hastigheter och fordonstyper. Traditionellt har efterfrågan på godstransporter kunnat tillgodoses bäst nattetid, men i takt med att logistikkedjorna blir mer komplexa med krav på högre effektivitet i transportens alla delar ökar kravet på godstransporter även dagtid. För att godståget skall kunna komma fram på ett bra sätt, utan att behöva gå åt sidan för att medge en förbigång av ett persontåg, måste ett smart godståg kunna köra snabbare. Med en högre hastighet kommer transporttiden för dessa godståg på stambanorna att kunna halveras.

Det är inte den faktiska hastighetshöjningen som ger den stora tidsbesparingen utan det jämnare flödet i stambanornas trafikmix som gör att trafiken flyter bättre. Som resultat kan godstågen utföra mer transportarbete under transportdygnet med samma kapital av vagnar och lok. Med en smart tidsmässig planering och därmed bättre matchning mellan ankomster och avgångar kommer samma godståg att prestera fler lastlopp än tidigare och alternativt klara längre avstånd mellan terminaler fram och tillbaka, vilket i slutändan ger en högre effektivitet för järnvägsalternativet. Att framföra godståg i högre hastighet medför alltså positiva synergieffekter, som alla bidrar till en bättre godstransport via järnväg, se Figur 8.



Figur 8. Synergieffekter av att framföra godståg i högre hastigheter.

Att få till en överflyttning av gods från landsväg till järnväg har många fördelar, det mest betydelsefulla är givetvis de miljömässiga vinsterna men förstudien visar även på kostnads- och transporteffektiva

vinster. Dessa vinster bör ses som incitament att fortsätta utreda snabba smarta godståg som en innovativ lösning på transportproblematiken i Sverige och Europa. Men för att verkligen få till en överflyttning är det kritiskt att varuägare känner till och är med i utvecklingen av snabba smarta godståg för att säkerställa att dess behov tillfredsställs. Detta eftersom det är varuägare som i slutändan väljer transportslag för sina varor.

En viktig och helt avgörande aspekt för att kunna förändra den snabba godstågstransporten till det bättre är vilken prioritering de snabba godstågen kommer ha hos trafikledningen. Generellt i dagens prioriteringsklassning missgynnas godstågen och det är viktigt att de snabba godstågen får en prioritering mer lik persontågen för att bli verkligt konkurrenskraftig mot lastbilen i transporttid. Vidare kan man konstatera att om godstågen kör liknande hastigheter som persontågen så finns det liten eller ingen vinst i att låta de gå åt sidan för förbikörning, alltså borde skogstiden för de snabba godstågen minska i och med en hastighetsökning.

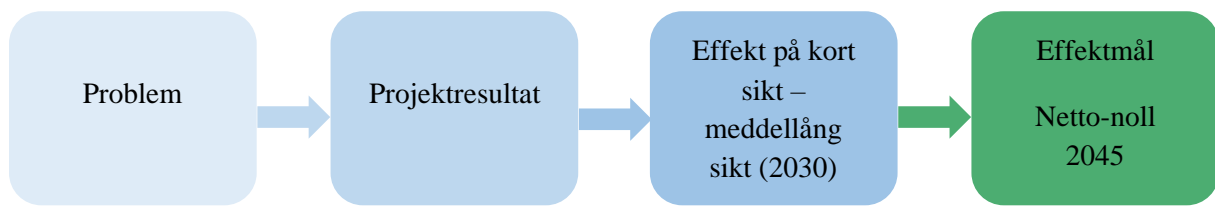
Resultaten från RailSys simuleringar visar att under rådande banstandard och största tillåtna hastighet (sth) som tågen får framföras i idag, är det marginella skillnader mellan 160 km/h och 200 km/h. Detta eftersom den högre hastigheten inte kan utnyttjas på så långa sträckor att det gör någon väsentlig skillnad. Följaktligen räcker det att köra snabba godståg i 160 km/h på kort till medellång sikt eftersom det skulle ge ungefär samma effekter som för högre hastigheter. För att detta ska vara möjligt förutsätts en högre prioritering samt att ovan marknadskrav är uppfyllda.

Viktigt att notera i denna diskussion är att det är dagens järnvägsinfrastruktur som begränsar tågens hastighet. Dock är infrastrukturen i konstant utveckling och de projekt som startas idag, Ostlänken till exempel, konstrueras för maximala tillåtna hastigheter på uppemot 250 km/h och förväntas öppnas för trafik 2035. Detta tyder på att utvecklingen inom järnväg går på högre hastigheter och godståg med hastigheter omkring 200 km/h är kanske inom räckhåll om 20–30 år. Effektmålet är alltså att framföra godståg i 200 km/h när infrastruktur och konstruktion är redo. Den årliga överflyttningen med ökade hastigheter av godståg bedöms uppgå till 21 478 kton. Med en nyttolast på 40 ton skulle det innebära 536 950 lastbilar för att transportera denna mängd gods. Att transportera samma mängd gods på järnväg skulle i stället motsvara 42 426 godståg. Detta förändring innebär en årlig reduktion på cirka 26 ton PM₁₀ per år, vilket motsvarar en 88 procentig reduktion samt en reduktion av koldioxidutsläpp på cirka 2 736 ton CO₂ per år för överflytt till snabba godståg på sträckan mellan Stockholm och Skåne.

Det framkom tidigt under projektet att förstudien beträder ny mark, och det finns lite till ingen tidigare studie eller data gällande godståg som framförs i höga hastigheter och dess effekter. Detta betyder att det nätverk och samarbete som byggts upp inom förstudien är helt unikt och vi vill därför bygga vidare på detta och utvidga nätverket i framtiden. Dels genom ett fortsättningsprojekt, men även genom att samarbeta och samverka med andra projekt inom järnväg och godstransport, både på innovationssidan och regelverkssidan. Ett fortsatt samarbete med CLOSER är därmed en förutsättning för att nå framgång inom godstransport i högre hastigheter då förstudien endast är ett sätt att generera kunskap som vi sedan kan sprida och utveckla samarbeten kring. Det är även kritiskt att med samarbeten som sträcker sig utanför Sveriges gränser då vi inte syftar utveckla en nationell lösning, utan vi måste ha Europa i åtanke för att snabba smarta godståg ska bli gångbart och då måste vi se till harmonisering inom EU samt se till dess regelverk. Projekt som *Europe Rail* kan därmed vara av intresse att samarbeta med i framtida projekt.

Resultaten från förstudien kommer att spridas på TripleF:s höstkonferens 4 oktober 2022 och rapporten kommer att finnas tillgänglig på dess hemsida. Även i andra sammanhang som VTI Transportforum och forum för nordisk järnvägssamarbete (NJS) är tilltänkt. Förhoppningen är även att alla medverkande i

projektet kommer att sprida resultaten vidare samt att referensgruppen är ambassadörer för projektets syfte och mål.



Figur 9. Strukturen följer TripleF:s effektlogik

6 Diskussion och nästa steg

Ett väl fungerande godstransportsystem är avgörande för omställningen till en hållbar samhällsstruktur. Snabba och smarta godståg har potential att agera som ett grönt alternativ i den pågående omställningen som dock kräver utveckling, innovation och ett förändrat synsätt på godståg. Förändringar kan ske snabbt givet hur globala förutsättningar förändras. Den senaste tiden har intresset ökat drastiskt för järnvägen då höga drivmedelspriser för lastbilar har gjort det mer ekonomiskt fördelaktigt att transportera gods på järnväg.

Enligt förstudiens resultat kan godståg som färdas i högre hastigheter ge en betydande miljövinst vid en överflyttning av gods från lastbilar. Men för att ta tillvara på den högre hastigheten på järnvägen behöver hela logistikkedjan anpassas. Det ger ingen tidsvinst att ett godståg färdas i 200km/h om godset därefter står still på en kombiterminal en längre tid. Utmaningen är att hitta flaskhalsar i ekosystemet där det är möjligt att automatisera, optimera och effektivisera i syfte att vinna tid. Det kräver anpassningar i hela logistikkedjan, nya tankesätt, högre klassning och prioritering, ny teknisk utveckling och nya legala ramverk. Anpassningar är dyra och tar lång tid i dagens slutna och optimerade logistikkedjor på en marknad med snäva marginaler. Därför behöver de snabba godstågen även vara smarta och ersätta befintliga rutiner och system med automatiserade processer där så är möjligt, tex för drift, uppföljning, bromsprov, realtidsinformation, prioritering, omlopps- och kapacitetsoptimering samt lastning och lossning på terminal m.m. Givet den mångfacetterade paletten av båda aktörer och kompetenser som krävs för att realisera dessa anpassningar kommer ett framgångsrikt samarbete vara avgörande för fortsatta utveckling som samtidigt höjer statusen och ökar attraktionskraften för att utveckla godståg.

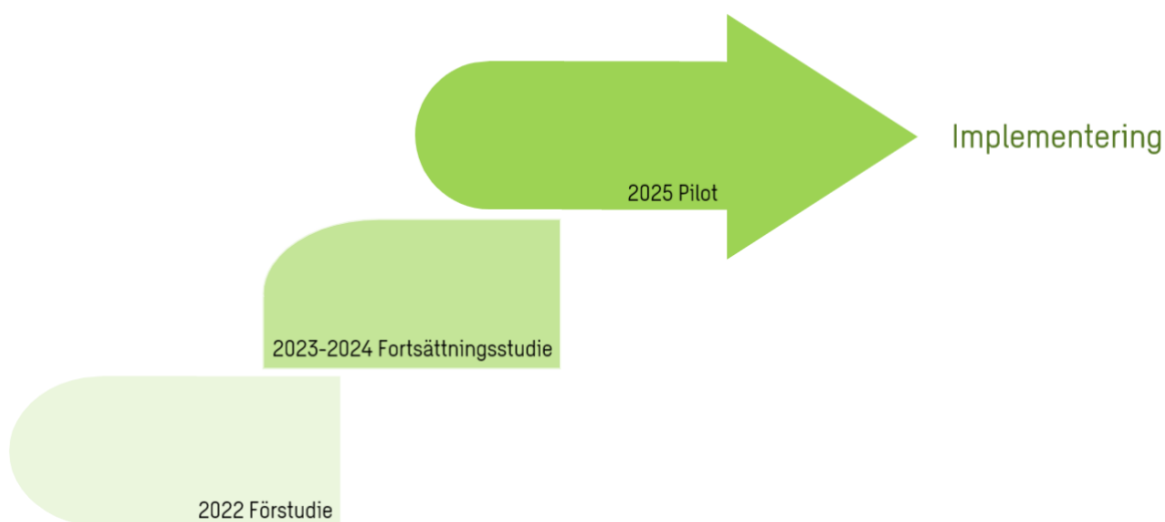
Förstudien beräknade miljönyttan av en teoretisk överflyttning från lastbilar. Det bör utredas vidare om förutsättningarna att även flytta över gods från flygtrafiken samt om även hamnar kan ingå i en basnät för snabba godståg som multimodal port av gods till och från Europa. Även om snabba smarta godståg först utvecklas nationellt kommer Europa att påverkas på sikt. Europa är sannolikt inte beredda på en produktifiering eller ny tåglösning med snabba godståg med frekventa avgångar och leveransgaranti i flera omlopp. Därför behöver en dialog inledas med European Rail Agency för att ta fram förhållningsätt, riktlinjer och tekniska specifikationer och krav för godståg i hastigheter över 120km/h med sikte på en hastighet på 200km/h. Det behövs en standardisering av snabba godståg och förstudiens resultat kan betraktas som starten till en europeisk standard för framtida godståg som färdas i höga hastigheter. Även europeiska varuägare och möjliga operatörer bör involveras i utvecklingen för att säkerställa en framgångsrikt införande.

Förstudien rekommenderar en container som lastbärare ur ett rent tekniskt perspektiv för att klara de fysikaliska utmaningar som uppstår i högre hastigheter. Det är dock en begränsning i ett marknadsperspektiv då det gods som kan flyttas över till järnvägen ofta transporteras via lastbilar med trailer. Därför bör lastbärare fortsatt utredas, tex att undersöka vilka anpassningar på en standardcontainer som behöver ske för att klara 200km/h eller 160 km/h och i vilken utsträckning som varuägare och operatörer är villiga att genomföra dessa anpassningar. Vidare är fördelaktigt att komma in i tågplaneprocessen tidigt eftersom det är svårt att få tidtabellslägen på flertalet attraktiva sträckor. Snabba godståg behöver ett kluster av tidtabellskanaler för att kunna realiseras. En tidig dialog mellan berörda aktörer är en förutsättning för att lyckas.

Föreslagna förändringar i järnvägssystemet minskar klimatpåverkan från inrikes transporter jämfört med om föreslagna förändringar inte genomförs då de bidrar till en dämpad tillväxt av vägtrafiken och utsläppen från tunga fordon. Beräkningarna visade på goda möjligheter att minska både klimat- och miljöpåverkan genom överflyttning av gods från väg till järnväg. Även om osäkerhet råder pga bristande

kunskapsunderlag ger resultatet en uppfattning om den miljömässiga och ekonomiska vinsten. Resultatet kan därför användas som ett indikativt underlag i det fortsatta arbetet för att minska transporterens klimatpåverkan. Ytterligare en fördel med godstrafik på järnväg är att järnvägen ligger mer avskilt och avgränsat i förhållande till människor och färre exponeras för partikelhalterna. Det är fördelaktigt med så låga luftföroreningshalter som möjligt där folk vistas, tex i närheten av större städer. Minskade utsläpp av luftföroreningar och i synnerhet kvävedioxid ger mindre skada på naturen genom minskad risk för försurning och övergödning av sjö- och vattendrag.

Avslutningsvis bör en pilot genomföras för att praktiskt börja testa nya vagn, lastbärlösningar samt nya metoder för lastning och lossning vid terminal. Det är viktigt att reda ut hur godståg behöver anpassas för att klara de fysikaliska utmaningar som uppstår i högre hastigheter som luftmotstånd och dragkraft. Det kräver dock en omfattande budget och därför bör en praktisk demonstration först planeras noga och sedan genomföras iterativt. En väsentligt billigare lösning än att bygga en helt ny godsvagn är att anpassa befintliga vagnar och tilldela tåget speciella egenskaper som gör det möjligt att spara tid i järnvägens ekosystem. Egenskaper som en högre prioritet på spåren, optimerad trafikledning för hela resan och kortare terminaltid genom speciella funktioner hos ”quick stop” kombiterminaler som automatiserade bromsprov, införande av automatkoppel och andra automatiserade rutiner som väsentligt reducerar transporttiden samt ökar servicen och trafiksäkerheten.



Figur 10. Fullständig projektöversikt för snabba smarta godståg.

Referenslista

Fri frakt till ett högt pris – En analys av e-handelns utveckling och hållbarhet, Handels och fackförbunden SEKO och Transport, 2021, Martin Briland Rosenström, Emil Burman, Ola Palmgren och Sandra Tenggren. <https://handels.se/globalassets/centralt/media/pressrum/rapp8orter/2021/fri-frakt-till-ett-hogt-pris.pdf>

Godstransporter i Sverige – En nulägesanalys, Trafikanalys, 2016, https://www.trafa.se/globalassets/rapporter/2016/rapport-2016_7_godstransporter-i-sverige---en-nulagesanalys.pdf

Transportmarknaden i siffror 2019 – Översikt av utvecklingen på marknaderna för väg- och järnvägstransporter, Transportstyrelsen, 2020, Josefin Hallenberg, Jonathan Sundin och Michael Stridsberg <https://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/publikationer/marknadsovervakning/transportmarknaden-i-siffror-2019.pdf>

Godstransporter på väg – vissa frågeställningar kring ett nytt miljöstyrande system, Betänkande av utredningen om ett nytt miljöstyrande system för godstransporter på väg, Statens offentliga utredningar (SOU) 2022:13, Mars 2022. <https://www.regeringen.se/4966fc/contentassets/4b37711be4154f1095ab032954641b4b/godstransporter-pa-vag--vissa-fragestallningar-kring-ett-nytt-miljostyrande-system-sou-202213.pdf>