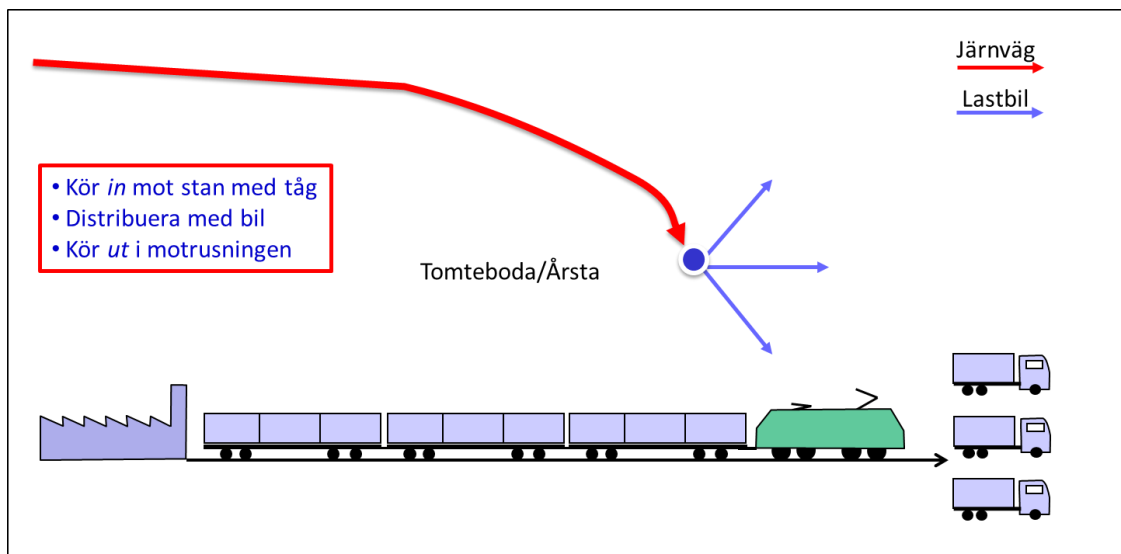




Idéstudie Citylogistik med Tomtebodan som pilot

- *Ett långsiktigt hållbart transportsystem för Stockholmsregionen*

BEHZAD KORDNEJAD
BO-LENNART NELLDAL



Rapport
Stockholm 2017

TRITA-TEC-RR 17-00X
ISBN 978-91-87353-YYY
www.kth.railwaygroup.kth.se

Avdelningen för transportplanering, ekonomi och teknik
KTH Arkitektur och samhällsbyggnad
KTH, SE-100 44 Stockholm

Idéstudie Citylogistik med Tomtebodan som pilot

- *Ett långsiktigt hållbart transporsystem för Stockholmsregionen*

BEHZAD KORDNEJAD
BO-LENNART NELLDAL

Kungliga Tekniska Högskolan (KTH)
Avdelningen för transportplanering, ekonomi och teknik

KTH Järnvägsgrupp

2017-10-05

Innehållsförteckning

Förord	5
Sammanfattning	6
1 Inledning	9
1.1 Bakgrund	9
1.1 Syfte	12
1.2 Metodbeskrivning	12
1.3 Projektets avgränsning	12
2 Marknaden för transporter till och från Stockholm	13
2.1 Marknaden för godstransporter i Sverige	13
2.2 Transportmarknaden i Östra mellansverige	16
2.2.1 Geografisk avgränsning	16
2.2.2 Godstransporternas utveckling och struktur	16
2.3 Scenario för framtida transportsystem i Östra mellansverige	23
2.4 Prognoser för efterfrågan	27
2.4.1 Befolkningsutveckling och regional struktur	27
2.4.2 Energiförbrukning och utsläpp	30
2.4.3 Godstransportprognos för Östra mellansverige	33
2.4.4 Särskild analys av utvecklad kombitrafik i och till och från Mälardalen	38
3 Tomteboda godsbangård	42
3.1 Bangårdarna i Sverige	42
3.2 Tomteboda bangård i dag	45
3.2.1 Organisation	45
3.2.2 Infrastruktur	46
3.2.3 Teknisk utrustning	51
3.2.4 Trafik	51
3.3 Framtidsplaner och påverkande utvecklingsprojekt	53
3.4 Årsta/Västberga – en knutpunkt söder om staden	56
4 Översikt över flöden och godskorridorer	60
4.1 Godsflöden i Stockholmsregionen	60
4.1.1 Översikt av godskorridorer	61
4.1.2 Prognoser för antal godståg 2030	67
4.1.3 Stockholms län	68
4.1.4 Dagligvaruhandeln	70
4.1.5 Stockholms hamnar	75
4.1.6 Avfall	80
5 Intermodal transportteknik för framtida citylogistik	83

5.1	Godståg	83
5.2	Terminalteknik	86
5.2.1	Hantering med topplyftning och griparmslyft	86
5.2.2	Strategi för utveckling av terminalteknik	87
5.2.3	Hantering med gaffeltruck	88
5.2.4	Horisontell överföring	92
5.2.5	Terminallägen för små kombiterminaler	94
5.3	Distributionsbilar	97
6	Organisation- och möjliga affärsmodeller	100
6.1	Affärsmodell för regionala intermodala transporter	100
6.2	Internationella erfarenheter av citylogistik med järnvägen som bas	103
6.2.1	Samada-Monoprix (Paris, Frankrike)	103
6.2.2	Multimodal Urban Distribution Centre (MUDC) (Rom, Italien)	107
6.2.3	Spårvagnssystem för citydistribution	111
6.2.4	Sammanfattning	114
7	Utvecklingsscenarion	115
7.1	Förutsättningar för ett järnvägsbaserat transportsystem	115
7.1	Regionala utvecklingsplaner	115
7.2	Tomteboda	116
7.3	Västberga/Årsta	117
7.4	Förslag: Tomteboda som multimodal terminal för citylogistik	119
7.5	Transportsystem	121
8	Utvärdering	126
8.1	Metod	126
8.2	Jämförelsealternativ	130
8.3	Utredningsalternativ	131
8.4	Resultat	134
8.5	Slutsatser	137
8.6	Förslag	138
Referenser		140
Figurförteckning		144
Tabellista		147
Bilaga 1		149

Förord

Stockholmsregionen har, och förväntas de närmaste decennierna, få en stark befolknings-tillväxt, varför trycket på att exploatera centrala områden blir allt större. En storstadsregion kräver också ett väl fungerande godstransportsystem. Tomtebodan ligger idealiskt för godstransporter i korsningen mellan Ostkustbanan, Mälärbanan, Värtabanan och strax norr om Stockholm Central och i vägnätet mellan Essingeleden, Norra länken och andra vägar mot Stockholm, Solna och Sundbyberg. Det innebär att Tomteboda skulle kunna vara en idealisk plats för ett logistikcentrum.

För att analysera möjligheterna att använda Tomtebodan som bas i ett järnvägsbaserat system för citylogistik har KTH Järnvägsgrupp fått i uppdrag av Trafikverket att genomföra en idéstudie. Projektledare har varit Bo-Lennart Nelldal som tillsammans med Behzad Kordnejad vid institutionen för Transportvetenskap har skrivit rapporten. Behzad Kordnejad har också varit handledare för flera examensarbeten som genomförts i anslutning till projektet. Jakob Wajzman har ställt material till förfogande och också granskat rapporten. Författarna svarar själva för slutsatserna i rapporten.

Beställare på Trafikverket har varit Hans Råberg. Projektet har följts av en referensgrupp - Hans Råberg, Jakob Wajzman, Mats Åkerfeldt, Johan Carlgren, Hans Larsson, Sofia Lindblad och Armin Ruge. Diskussioner har även förts med Stockholms kommun.

Stockholm i oktober 2017

Bo-Lennart Nelldal

Professor emeritus

Sammanfattning

Stockholmsregionen har, och förväntas de närmaste decennierna få, en stark befolknings-tillväxt, varför trycket på att exploatera centrala områden blir allt större. En storstadsregion kräver också ett väl fungerande godstransportsystem. Det finns dock en tendens att terminaler lokaliseras allt längre ut från städerna med längre transportavstånd och ökad energiåtgång och utsläpp som följd.

Tomteboda ligger idealiskt för godstransporter i korsningen mellan Ostkustbanan, Mälarbanan, Värtabanen och strax norr om Stockholm Central och i vägnätet mellan Essingeleden, Norra länken och andra vägar mot Stockholm, Solna och Sundbyberg. Tomteboda är lågt utnyttjat för godstransporter på järnväg i dag men skulle kunna vara en idealisk plats för ett logistikcentrum.

Syftet med denna idéstudie är att undersöka möjligheterna att utnyttja Tomteboda för citylogistik med järnväg som bas. Genom att använda järnväg för fjärrtransport och köra godset så långt in i Stockholm som möjligt med tåg och sedan distribuera ut det på kortare avstånd med lastbil mot riktningen minskar såväl energiförbrukning som utsläpp och trängsel. Rätt utformat kan också transportkostnaderna minska i en framtid då vi sannolikt kommer att mötas av stigande energipriser.

Tomteboda bangård ägs av Trafikverket och är ett riksintresse. Tomteboda har tidigare varit en stor bangård i vagnslastsystemet men är i dag bara en lokalbangård. Vagnslasttrafiken är i dag begränsad till ett par tåg per dag. I Trafikverkets planer ingår att ta bort rangervallen och i stället skapa längre spår för planväxling och tågbildning samt för hantering persontåg.

Det finns en stor omlastningsterminal med spårhall som tidigare har använts för posthantering, men numera har privata ägare som söker nya hyresgäster. Den skulle vara idealisk för citylogistik. Spåren är numera överasfalterade och området används av lastbilar. Vidare finns områden där det har bedrivits kombiterminal, där det i dag sker lastning och lossning av vagnslaster, främst tunga byggelement. Denna verksamhet är viktig då det inte finns många platser i Stockholmsregionen där det kan göras. Flera industrispår har försvunnit på senare tid i samband med exploatering eller utbyggnad av spårsystemen för persontrafik.

Det finns många andra anspråk på Tomteboda bangård, och på delar av bangården har spåren tagits bort och vissa områden har börjat användas för lastbilstrafik. Det är viktigt att säkerställa att dessa områden reserveras för framtida järnvägsbaserade transportsystem.

Det finns också planer på att utnyttja Tomteboda bangård för persontrafik, främst vändning, furnering och uppställning av tåg. Rätt utformat bör det vara möjligt att kombinera med både den ordinarie godstrafiken och med tillkommande godståg för citylogistik. I den regionala utvecklingsplanen RUFS 2050 föreslås Årsta, Lunda/Spånga och Tomteboda som möjliga distributionscentra i Stockholm år 2050.

En utvärdering av regional kombitrafik Rosersberg-Tomteboda visar en högre kostnad men lägre energiförbrukning och utsläpp än distribution med enbart lastbil. Kostnadsökningen för

det bästa alternativet med horisontell överföring av 20 fots-containers med CCT-konceptet är dock bara 10 % samtidigt som energiförbrukning och utsläpp minskar med ca 50 % på den 3 mil långa sträckan. På längre avstånd, som Västerås-Tomtebodas som är 10 mil, blir regional kombitrafik företagsekonomiskt lönsam för samtliga alternativ. Kostnaderna minskar med 12 % med konventionell kombi och 40 % med CCT samtidigt som energiförbrukningen minskar med 73 % och utsläppen med 87 %, se figur A. Här finns också ett stort trafikunderlag.

Mot bakgrund av de analyser som gjorts av dagens och framtida behov av godstransporter i Stockholmsregionen och tillgängliga platser att långsiktigt bedriva terminalverksamhet förslås att Tomteboda utvecklas till en multi-modal terminal med järnvägen som bas. Det innebär att följande funktioner prioriteras:

- Lossning och lastning av vagnslasttrafik för tunga transporter lokalt i Stockholm
- Lastning och lossning av lätta containers för direkt distribution i Stockholm
- Logistikverksamhet i den f.d. spårhallen för distribution i Stockholm

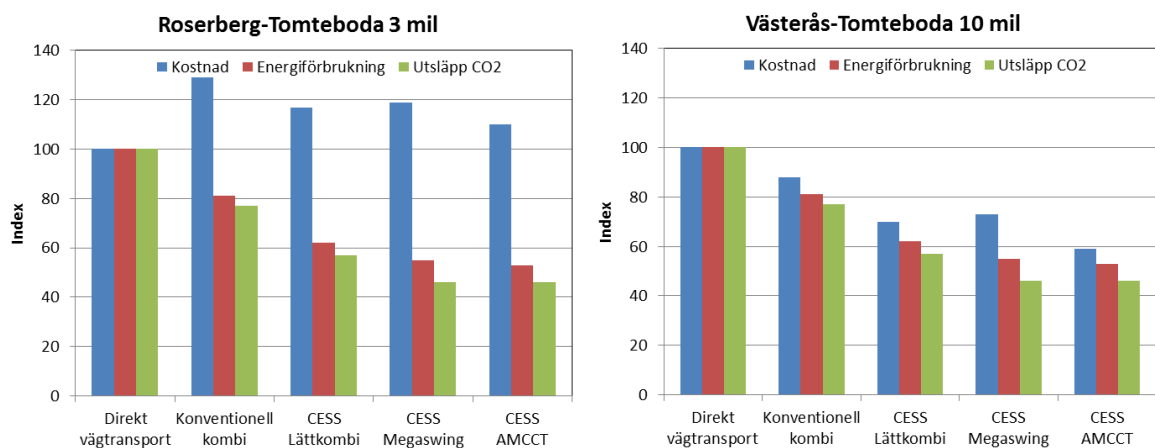
Dessutom bör bangården utnyttjas som tågbildningspunkt med planväxling av godståg. Med rätt planering och utformning bör också bangården kunna användas för vändning, furnering och uppställning av persontåg. Årsta kan fungera parallellt med Tomteboda med nuvarande funktioner, främst kombiterminalen för tung kombitrafik och cross-dockning av enhetslaster.

Ett terminalbolag bör bildas med Stockholms kommun som huvudägare som lägger ut terminalhantering och distribution med miljövänliga lastbilar – helst elbilar – på entreprenad. Dessa tjänster tillhandahålls konkurrensneutralt till alla kunder. Kommunen bör överväga att inrikta trängselavgifterna för lastbilar så att miljövänliga lösningar prioriteras. Trafikverket bör överväga att inrikta banavgifter och kapacitetstilldelning så att godståg till centrala terminaler prioriteras.

Mot bakgrund av utvärderingen föreslås att två linjer utreds närmare med sikte på ett genomförande: Livsmedelspendeln Västerås-Bro-Tomteboda-Årsta och hamnskytteln Norvik-Jordbro-Årsta-Tomteboda-Roserberg, se figur B. De kan var och en för sig få ett ganska stort trafikunderlag och kan också samverka. Vi tror att de skulle vara möjliga att få lönsamma och ge en betydande minskning av energiförbrukning, utsläpp och trängsel. På sikt etableras Mälarslingan runt Mälaren med småskaliga helautomatiska terminaler. Då etableras ett system med:

- Eldrivna godståg
- Eldrivna distributionsbilar
- Eldrivna terminaler
- Minimal energiförbrukning
- 0-utsläpp

Därmed är grunden lagd till ett långsiktigt hållbart transportsystem.



Figur A: Utvärdering av regional kombitrafik Rosersberg-Tomtebodavägen och Västerås-Tomtebodavägen.



Figur B. Förslag till transportsystem för citylogistik: Livsmedelspendeln Västerås-Bro-Tomtebodavägen-Årsta och hamnskytteln Norvik-Jordbro-Årsta-Tomtebodavägen-Rosersberg.

1 Inledning

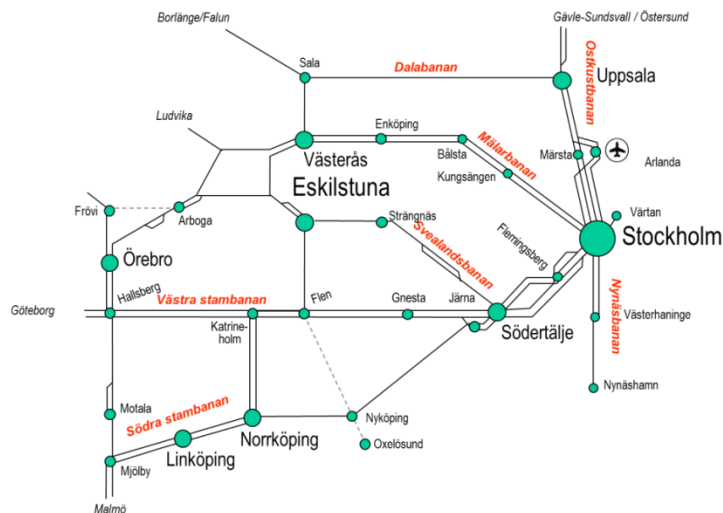
1.1 Bakgrund

Stockholmsregionen har, och förväntas de närmaste decennierna, få **en stark befolkningstillväxt**, varför trycket på att **exploatera centrala områden** blir allt större. En storstadsregion kräver också ett väl fungerande godstransportsystem. Tomtebodas bangård ligger centralt i Stockholm, men har **inte använts så intensivt för godstransporter de senaste åren**. Det beror såväl på **strukturförändringar inom industrin** som på förändringar av **järnvägens produktionssystem**.

Dessa förändringar påverkar dock även andra regioner än Stockholmsregionen, varför man med stor sannolikhet kommer att kunna applicera resultaten från detta projekt på annan citylogistik. Man kommer förhoppningsvis därvid att kunna peka på att man med god planering och utnyttjande av befintliga anläggningar, med korta distributionsvägar genom rationell logistik och god ekonomi, kan öppna möjligheter till **grönare distributionstrafik med miljövänlig teknik**.

En idéstudie och en fördjupad idéstudie om Tomtebodas bangård har genomförts av Trafikverket respektive WSP med Trafikverket som uppdragsgivare. Där föreslås olika funktioner på det nuvarande spårområdet. Förutom bangård och spår för godstransporter föreslås bl.a. **spår för vändning och skötsel av persontåg**.

Stora investeringar genomförs och planeras för de spår som angränsar till Tomteboda, dels i det pågående arbetet med Citybanan, dels i det planerade fyrspåret för Mälarbanan. Även i vägnätet görs investeringar i Essingeleden och i norra länken, vilket berör Tomteboda. Tomtebodas bangård kommer därför att vara låst i sitt läge för lång tid framöver. Man kan konstatera att läget är idealiskt för godstransporter i **korsningen mellan Ostkustbanan, Mälarbanan, Värtabanen och strax norr om Stockholm Central**, se Figur 1.



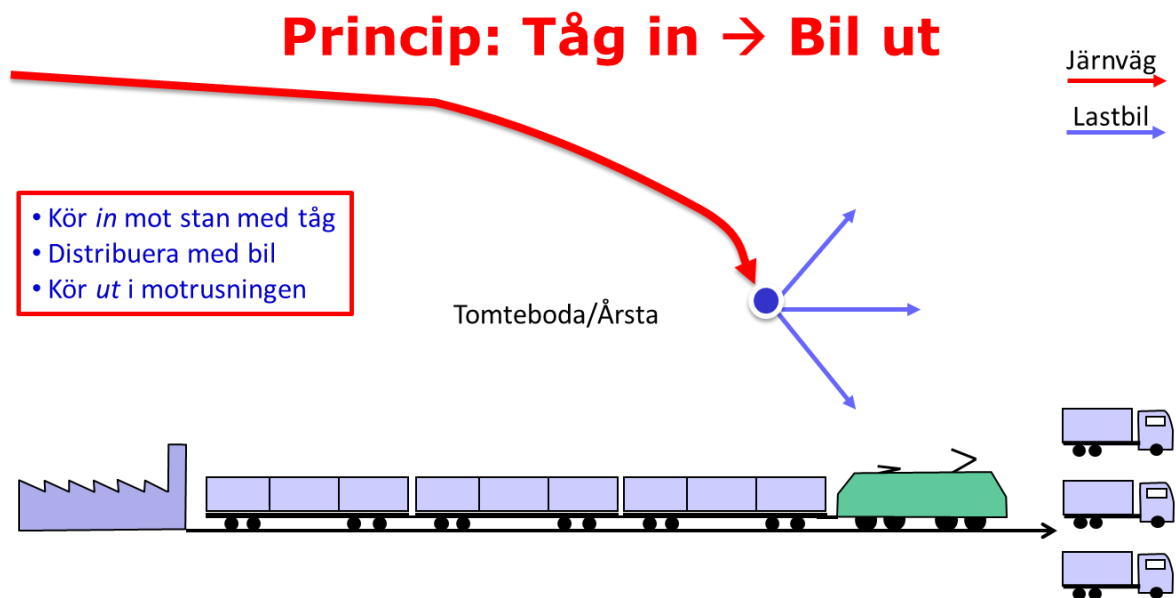
Figur 1. Spårssystem i Mälardalen.

Tomtebodan ligger också i korsningen mellan Essingeleden och Norra länken samt andra vägar mot Stockholm, Solna och Sundbyberg. Det innebär att Tomtebodan även skulle kunna vara idealiskt för ett logistikcentrum. Det gäller då framför allt för gods som ska till Stockholmsregionen med omnejd. Ett väl fungerande logistikcentrum skulle även kunna användas för fjärrdistribution

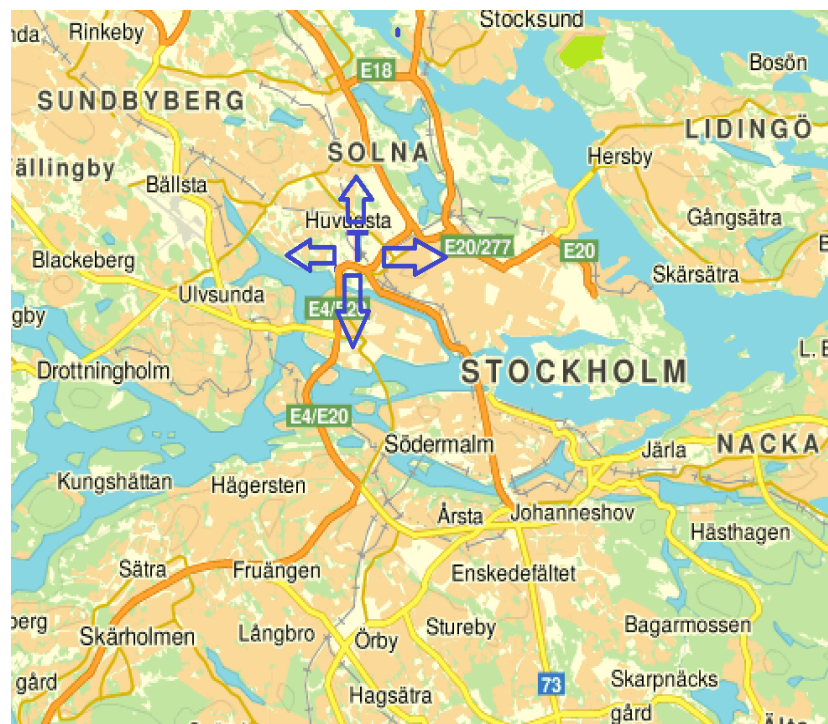
Att använda Tomtebodan för att distribuera godstransporter kommer att generera grönare godsflöden. Genom att i **större utsträckning använda järnväg för fjärrtransport** och dessutom köra godset så långt möjligt med tåg till en central terminal och sedan distribuera det på kortare avstånd med lastbil minskar såväl energiförbrukning som utsläpp se Figur 2. Det torde dessutom finnas möjlighet att i framtiden använda hybridlastbilar för distribution och på kortare avstånd även **eldrivna mindre lastbilar**.

En annan faktor som bidrar till grönare godsflöden är att varorna kan distribueras i Stockholm med lastbil som då kör i riktning **mot rusningstrafiken**. Motsatsen, dvs. att köra godset till terminaler långt utanför Stockholm för att därefter köra in dem med lastbil till Stockholm i samma riktning som rusningstrafiken är inte lika effektivt och miljövänligt.

Det bör också i sammanhanget noteras att även Solna och Sundbyberg bekvämt kan nå från Tomtebodan Figur 3. Sammantaget skulle således Tomtebodan vara en idealisk plats för **distribution och insamling av gods** i Stockholm och dessutom uppfylla krav som kan ställas på **gröna godsflöden**. Samtidigt utesluter inte ett logistikcentrum i Tomtebodan andra terminaler i anslutning till industrier och lager i och utanför Stockholm utan kan snarare ses som ett komplement till dessa.



Figur 2. Principen för miljöanpassad citylogistik: Köra godset in mot staden med tåg och distribuera godset med lastbil ut från staden mot rusningsriktningen.



Figur 3. Tomtebodav ligger centralt både i väg- och järnvägsnätet och man når både Stockholm, Solna och Sundbybergs kommuner.

1.1 Syfte

Syftet är att redovisa förutsättningar för och förslag på samverkande transportsystem **på lång sikt**, varvid **interregional** trafik med sjöfart, järnväg och lastbil kommer att integreras med **citylogistik** och **fjärrdistribution**. Man kan härigenom uppnå ett transportsystem som innebär en så låg energiförbrukning och så låga utsläpp som möjligt och som bidrar till att minska trängseln i vägnätet. Transportsystemet ska på sikt kunna drivas helt elektriskt. Det gäller förutom tågen även lastbilar och terminalutrustning.

Ett annat syfte är att peka på behovet av lämpliga terminallägen för godstransporter i en region med stark expansion, där exploateringsintressena ofta kan gå före godstransporternas behov.

1.2 Metodbeskrivning

Projektet har haft karaktären av en explorativ studie som innefattat informationsinsamling och analys från tidigare studier inom samma och/eller angränsande områden samt nya analyser. Studien har gjorts i följande steg:

- Analys av transportmarknaden i dag och prognoser för framtiden
- Beskrivning av Tomteboda bangård
- Beskrivning av godskorridorer och transportflöden i Östra mellansverige
- Analys av transporteknik för citydistribution som skulle kunna användas i Tomteboda
- Analys av affärsmodeller i andra länder som skulle kunna användas i Tomteboda
- Förslag till utveckling av Tomteboda för citylogistik
- Utvärdering av förslaget med olika utvecklingsscenarier

I studiens utvecklingsscenario har en metod använts som utgår från ett **jämförelsealternativ och ett utredningsalternativ**. Jämförelsealternativet beskriver nuläget och hur transportsystemet ser ut idag d.v.s. "business-as-usual". I **utredningsalternativet** etableras regional kombitrafik med några olika transport- och terminaltekniker som kan vara möjliga i framtiden. En jämförelse görs slutligen mellan utredningsalternativet och jämförelsealternativet genom en utvärdering transportkostnader, energiförbrukning, utsläpp, kapacitet och trängsel.

1.3 Projektets avgränsning

Projektet behandlar huvudsakligen Tomteboda, men översiktligt beskrivs även förutsättningarna för Årsta/Västberga.

En översiktlig analys har också gjorts av affärsidéer för citylogistik i ett internationellt perspektiv. Slutlig utformning av affärsidé görs lämpligen i ett senare skede innan ett eventuellt genomförande. Affärsidéer kan diskuteras och utformas, t.ex. med de intressenter som deltog i projektet "Regionalt kombitrafiksystem i Mälardalen".

2 Marknaden för transporter till och från Stockholm

2.1 Marknaden för godstransporter i Sverige

Järnvägens roll i transportsystemet

Alla transportmedel har sin roll i transportsystemet och samverkar med andra transportmedel. Lastbilen är i dag det mest använda transportmedlet inom Sverige och sjöfarten det mest använda för export och import. Lastbilen har ett naturligt monopol på kortväga transporter varav en del utgörs av distributionstransporter. Sjöfarten har ett naturligt monopol på transporter mellan kontinenter på ett globalt plan. Järnvägen har ett naturligt monopol på malmtransporter, i större volymer och i vissa systemtransporter. Transportmedlen konkurrerar dock med varandra på de marknader där alternativen finns.

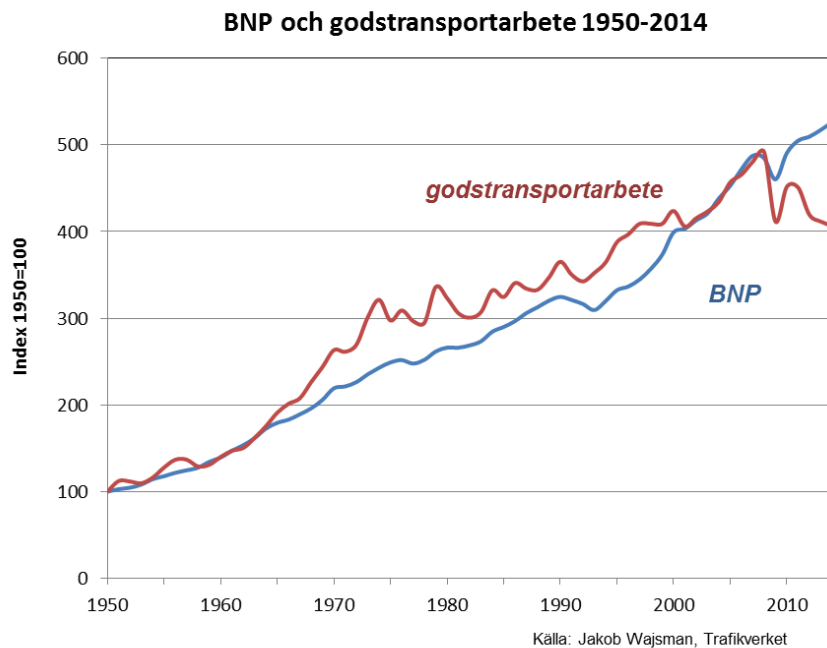
Järnvägen är bäst på relativt stora volymer och långa avstånd. Man bör kunna fylla en eller flera vagnar för att det ska löna sig att transportera med järnväg. I de fall man kan fylla ett helt tåg kan järnvägen konkurrera med både lastbil och sjöfart. Järnvägen kan också konkurrera när det gäller kombitransporter på långa avstånd och även på relativt korta avstånd för transporter till och från hamnar. Med snabbgodståg har också järnvägen en nisch för post och paket där tåget kan konkurrera med flyget.

Godstransporternas utveckling

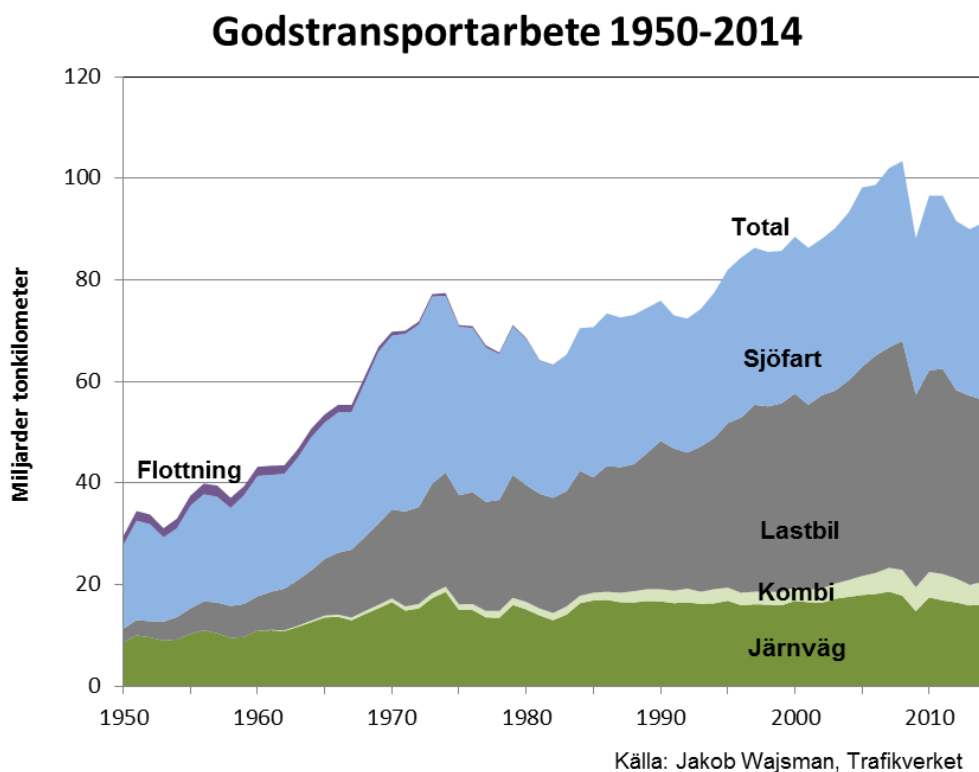
Det totala godstransportarbetet har ökat snabbt i takt med den ekonomiska utvecklingen. Utvecklingen var särskilt snabb från år 1950 till år 1970, se Figur 4. Lastbilen står för den största delen av ökningen, se Figur 5. Därefter har utvecklingen varit långsammare och mer beroende av konjunkturvariationer. Finanskrisen år 2009 gav ett djupt avbrott på utvecklingen. Sambandet mellan BNP och godstransportarbete har blivit svagare, bl.a. beroende på att alltmer tjänsteproduktion ingår i BNP.

Godstrafiken på järnväg ökade snabbt mellan åren 1950 och 1970 som en följd av industrins snabba expansion, se Figur 6. Under 1970-talet minskade godstrafiken p.g.a. energikriserna och de därmed följande svängningarna i ekonomin. Från år 1980 till år 2000 skedde en stabilisering och återhämtning. Från år 2000 har godstrafiken ökat till följd av avregleringen och en ökad miljömedvetenhet hos industrin. Godstrafiken avreglerades fullt ut år 1996 och transporterna efter stormen Gudrun bidrog till att blåsa liv i de privata operatörerna. År 2009 minskade godstrafiken beroende på den ekonomiska krisen i Europa men även de svåra vintrarna 2010-2011 påverkade utvecklingen för järnvägen negativt. De senaste åren har järnvägen påverkats negativt av den ekonomiska utvecklingen i kombination med konkurrensen från lågprisåkerier och kvalitetsproblem.

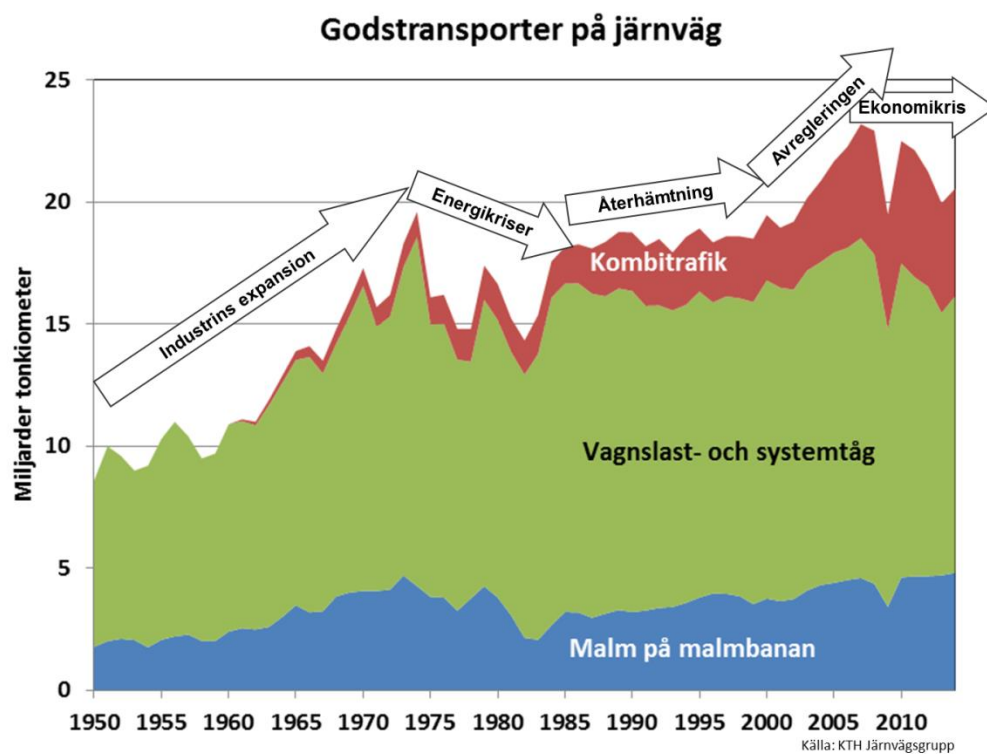
Kombitrafiken har ökat snabbt fram till 2011, främst beroende på trafiken till/från Göteborgs hamn, se Figur 7. De senaste åren har en stor del av den inrikes kombitrafiken lagts ned på grund av kvalitetsproblem och ökad konkurrens från lastbil.



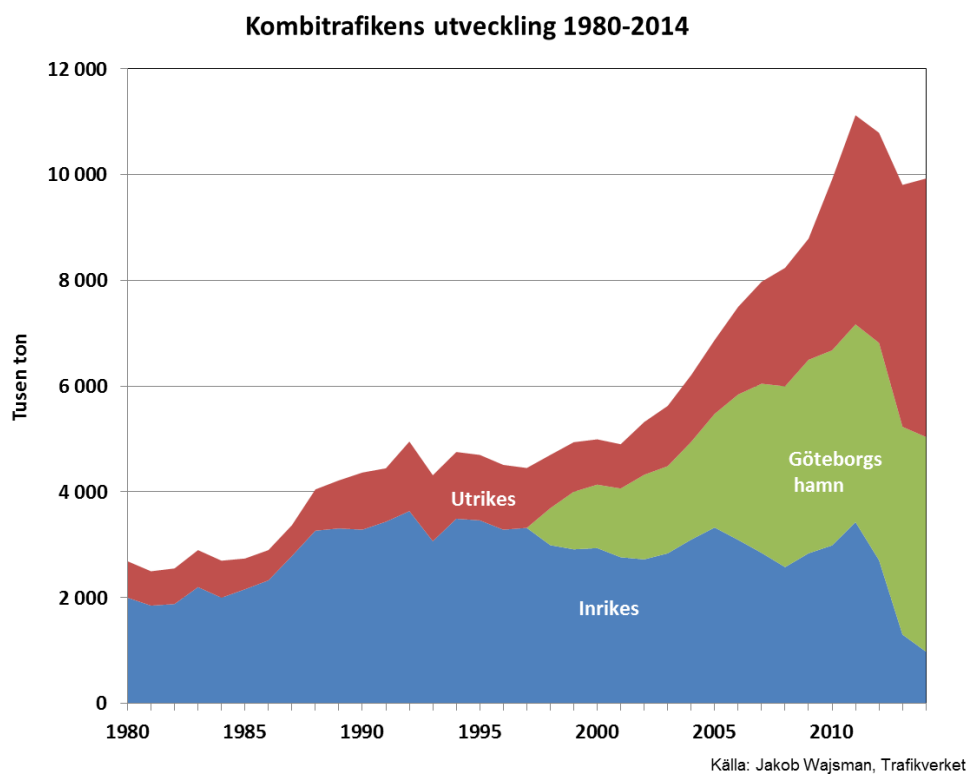
Figur 4. Utvecklingen av det totala godstransportarbetet i Sverige och BNP 1950-2014.



Figur 5. Utvecklingen av det totala godstransportarbetet i Sverige med fördelning på transportmedel 1950-2014.



Figur 6. Utveckling av godstransportarbetet med järnväg 1950-2014.



Figur 7. Utvecklingen av kombitrafiken lastbil-järnväg 1980-2014.

2.2 Transportmarknaden i Östra mellansverige

2.2.1 Geografisk avgränsning

Flera analyser och prognoser har genomförts för hela Sverige, t.ex i rapporten Godstransporter 2014-2030-2050 (Nelldal-Wajsman, 2015) men i rapporten Godstransporter i Östra mellansverige 2010-2030-2050 (Nelldal-Wajsman, 2013) redovisas särskilt utvecklingen i Östra mellansverige som innefattar följande områden:

1. Stockholms län. I vissa fall särredovisas Stockholms stad eller Stockholms tätort, dvs. Stockholm, Sundbyberg och Solna kommun samt delar av Lidingö, Nacka och Huddinge kommuner.
2. Mälardalsregionen, dvs. Stockholms, Uppsala, Södermanlands, Västmanlands och Örebro län.
3. Östra mellansverige, dvs. Mälardalen inkl. Östergötlands och Gävleborgs län.

Östra mellansverige innefattar således Mälardalen som innefattar Stockholms län som i sin tur innefattar Stockholms tätort, se Tabell 1.

Tabell 1. Indelning av Östra mellansverige i denna rapport och befolkningens storlek i de olika områdena.

Regional indelning

Region	Befolkning 2010		Namn
	Miljoner	Andel %	
Stockholms tätort	0,8	20%	<i>Stockholms stad</i>
Övriga Stockholms län	1,3	32%	<i>Förorter</i>
Summa Stockholms län	2,1	53%	<i>Stockholms län</i>
C, D, T och U-län	1,1	29%	
Summa Mälardalen	3,2	82%	<i>Mälardalen</i>
E och X-län	0,7	18%	
Summa Östra mellansverige	3,9	100%	<i>Östra Mellansverige</i>

2.2.2 Godstransporternas utveckling och struktur

Godstransporterna till och från Stockholmsregionen har successivt genomgått en strukturförändring. En del tung industri har flyttat ut från regionen, medan inflödet av livsmedel och konsumtionsvaror ökat som en följd av växande befolkning. Behovet av att transportera högförädlad gods har också ökat beroende på IT-sektorns expansion, liksom behovet av snabba expressgodssändningar som en följd av tjänstesektorns tillväxt. En annan form av transporter som ökat är avfalls- och återvinningstransporter, t.ex. transporter av returpapper och skrot.

När det gäller livsmedelstransporterna i allmänhet kan man konstatera att huvuddelen av transporterna utgörs av flöden till grossister och detaljister, där en stor andel av godset är importgods. Lastbilens marknadsandel har ökat och kommit att svara för huvuddelen av transportarbetet.

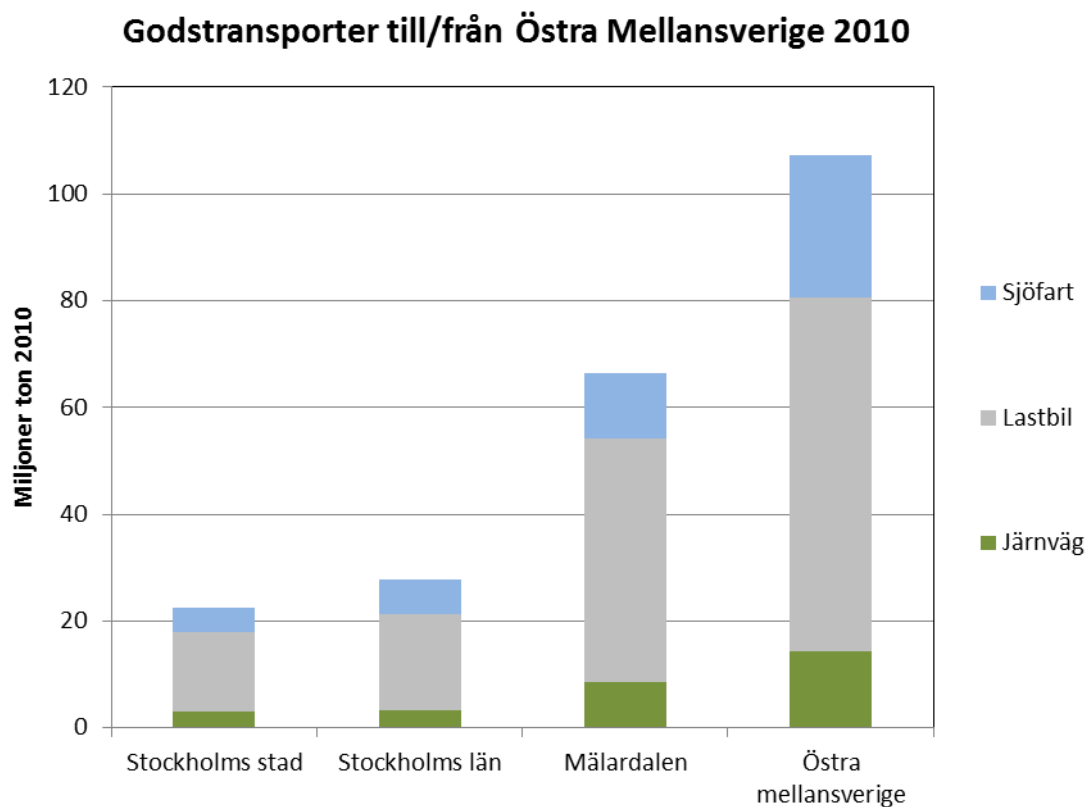
Godstransporterna till Mälardalen består således främst av konsumtionsvaror och högförädlad gods, medan transporterna från Mälardalen utgörs dels av högförädlad gods och expressgods, dels av sopor och avfall. Hamnarna har stor betydelse, inte bara lokalt när det t.ex. gäller oljetransporter, utan också för de långväga järnvägstransporterna. Av stor betydelse för flödena till och från Mälardalen är trafiken till och från Finland som dels går som kombitrafik, dels som direkta vagnslaster till och från Värtan.

Till och från Stockholmsregionen transporterades ca 3 miljoner ton gods med järnväg 1990. Nivån minskade till ca 2,2 miljoner ton 2002 för att därefter öka till ca 3 miljoner ton 2010 (Nelldal-Wajzman, 2013) Minskningen beror dels på strukturförändringar i näringslivet, dels på minskande marknadsandelar. Tyngre industri har flyttat från Stockholm, viss lagerverksamhet har "utlokaliserats" till lägen utan järnvägsförbindelser och industrispår har lagts ner, bl.a. i samband med exploatering. Den efterföljande ökningen beror dels på att järnvägstransporter har blivit effektivare, bl.a. som en följd av avregleringen, dels på ett ökat intresse att transportera på järnväg på grund av de goda miljöegenskaperna.

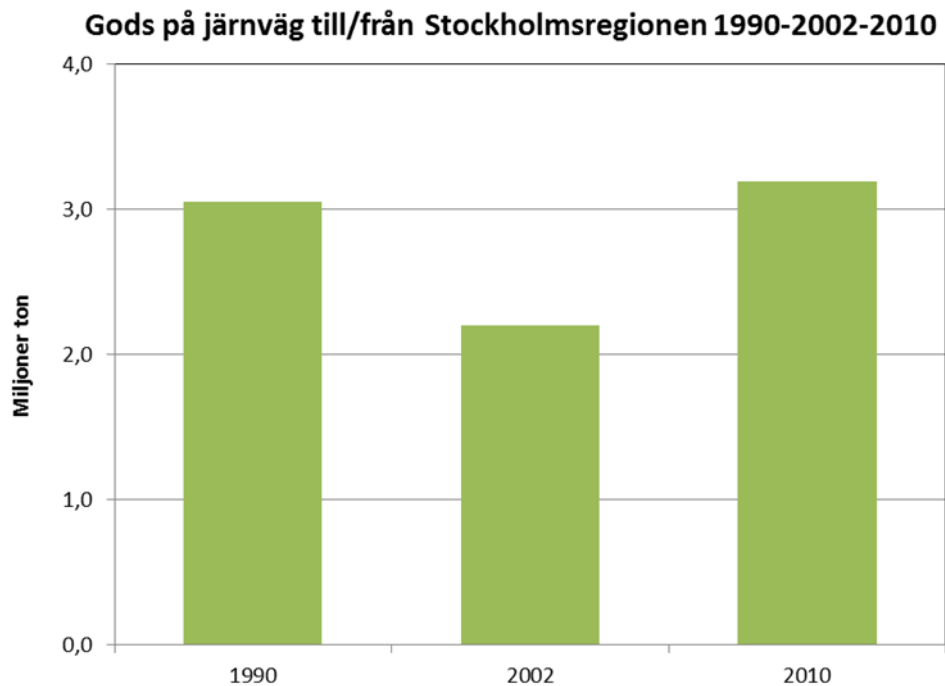
Strukturen på järnvägsgodset i Stockholmsregionen skiljer sig från genomsnittet för Sverige. En mycket hög andel, 72 %, är högförädlad gods och 28 % övrigt gods. Detta kan jämföras med genomsnittet för hela Sverige där 22 % är högförädlad gods och 78 % utgörs av förädlad och lågförädlad gods samt massgods.

En faktor som haft inverkan på flödena till och från hamnarna i Mälardalen och många andra hamnar i Sverige är skytteltrafiken med järnväg mellan ett antal orter och Göteborgs hamn för transport till och från utlandet. Denna containertrafik påbörjades år 1998 och avser direkttransporter med kombitåg. Det finns matartransporter med lastbil till och från de aktuella orterna, där tågen vanligtvis avgår på bestämda tider.

Ökningstakten för godsmängderna från skytteltrafiken har varit hög, vilket bl.a. förklaras av världshandelns utveckling och en ökad containerisering i kombination med att verksamheten i hamnarna har kunnat bedrivas mer rationellt än om transporterna genomförts med lastbil. Ökningen består till viss del av nygenererat gods, men kan även relateras till överföring av gods från andra hamnar och andra transportmedel, se Figur 8 och Figur 9.



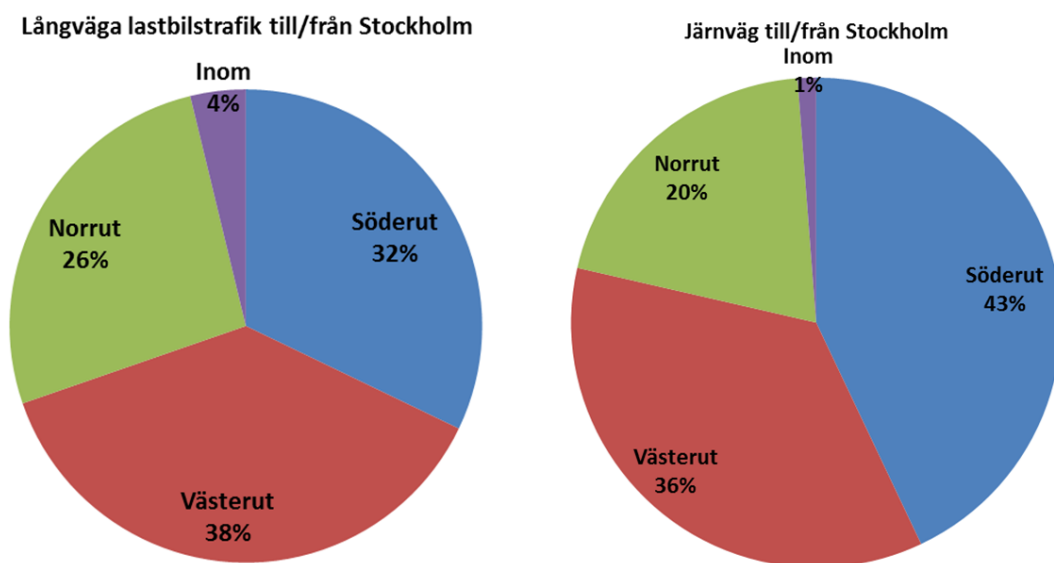
Figur 8. Godstransporter till/från olika områden i Östra mellansverige.



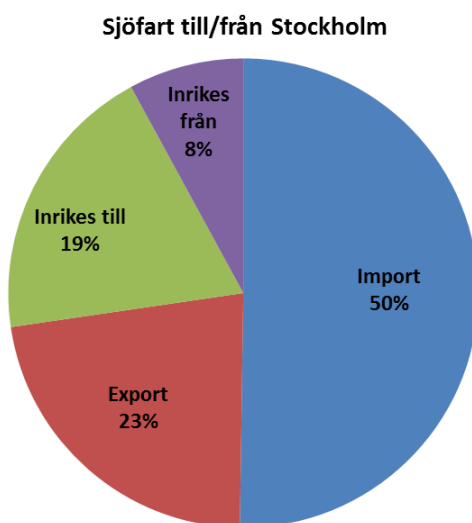
Figur 9. Utveckling av godstransporterna på järnväg till/från Stockholm.

Av Figur 10 framgår fördelningen på riktningar för lastbil och järnväg. Lastbilen har en någorlunda jämn fördelning. Volymerna västerut svarar för den största andelen med 38 %. För järnvägen är det volymen söderut som dominerar med 43 %, medan volymen norrut bara svarar för 20 %. Lastbilen har 4 % av den transporterade godsmängden inom Stockholm, medan järnvägen endast har 1 %.

Fördelningen av sjöfarten på utrikes import och export och inrikes till och från Stockholms län framgår av Figur 11. 73 % var utrikes sjöfart där 50 % var import och 23 % export. 27 % var inrikes sjöfart där 19 % utgörs av transporter till Stockholm och 8 % av transporter från Stockholm.



Figur 10. Långväga lastbil och järnväg fördelning på riktningar till/från Stockholm 2010.



Figur 11. Sjöfart med fördelning på inrikes och utrikes transporter till/från Stockholm 2010.

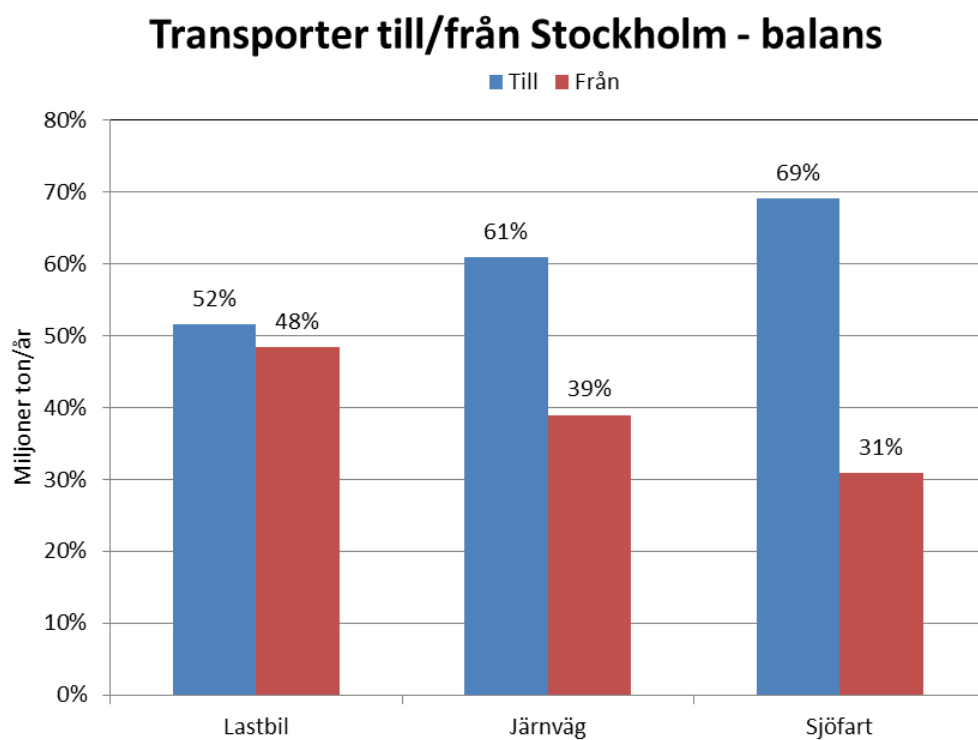
Av Figur 12 framgår balansen för trafiken till/från Stockholms län för de olika transportmedlen. Lastbilen har en ganska god balans med fördelningen 52 % / 48 % till/från Stockholm, medan järnvägen har en sämre balans med fördelningen 61 % / 39 % och sjöfarten har sämst balans med fördelningen 69 % / 31 % till/från Stockholm. Detta beror bl.a. på att lastbilarna kan utnyttjas för flera godsslag och att de har lättare att fånga upp returgoods genom att ta omvägar på returtransporten. Både järnväg och sjöfart är mer specialiserade än lastbilen och när det gäller järnväg är det ofta effektivare att köra tillbaka vagnarna snabbt än att försöka ompositionera dem. För sjöfarten används ofta specialtonnage för bulkgoods, t.ex. tankfartyg där det nästan aldrig finns någon returlast.

Det bör påpekas att gods som kommer på lastbil med färja räknas som lastbilsgods. I statistiken räknas det transportmedel som är närmast godset som "bärare" av godset. Det gäller även järnvägsvagnar som kommer med färja men denna godsvolym var liten 2010 och trafiken är nu nedlagd.

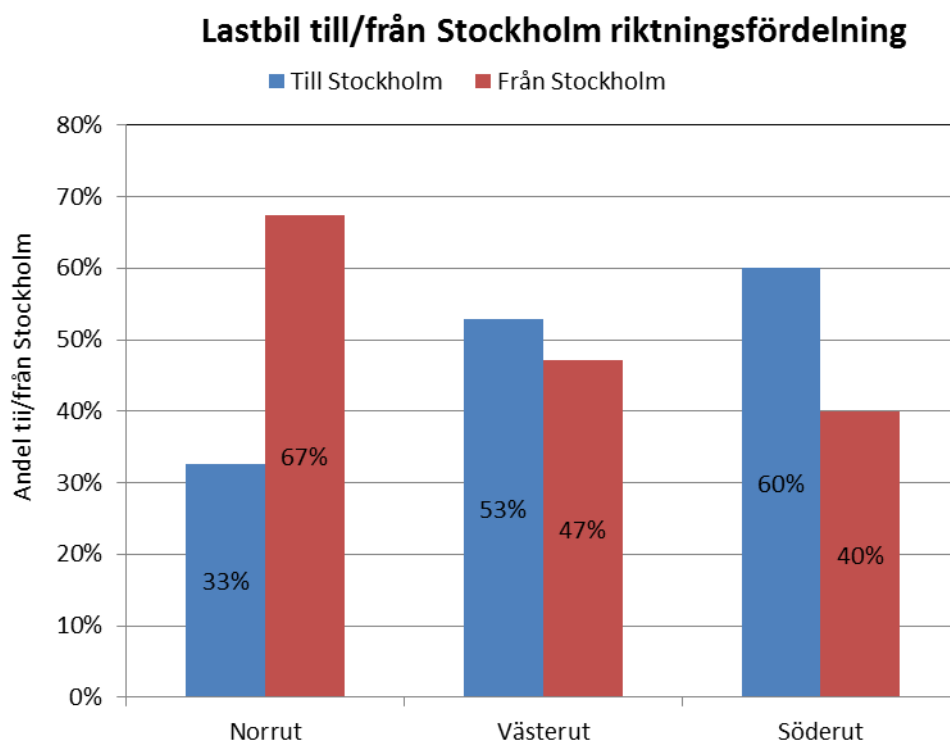
Med lastbil kom 2010 ca 6 miljoner ton med färja, vilka således ingår i lastbilsvolymer och därvid utgör ca 30 % av lastbilstrafiken till/från Stockholm. Detta gods ska inte bara gå till/från Stockholm utan en stor del fortsätter till andra delar av Sverige eller går transit genom Sverige till utlandet. Dessa godstransporter kommer då att belasta vägnätet i Stockholm och i andra delar av Sverige, varför det är relevant att även ha med dessa volymer här.

Av Figur 13 och Figur 14 framgår också balansen i trafiken för lastbil och järnväg i de olika riktningarna. Lastbilen har en stor obalans i trafiken norrut där det går mycket mer från Stockholm än till Stockholm. För järnväg är det tvärtom samtidigt som obalansen är mindre. Lastbilen har mindre obalanser västerut och söderut. Järnvägen har genomgående mer transporter till än från Stockholm och den största obalansen är söderut.

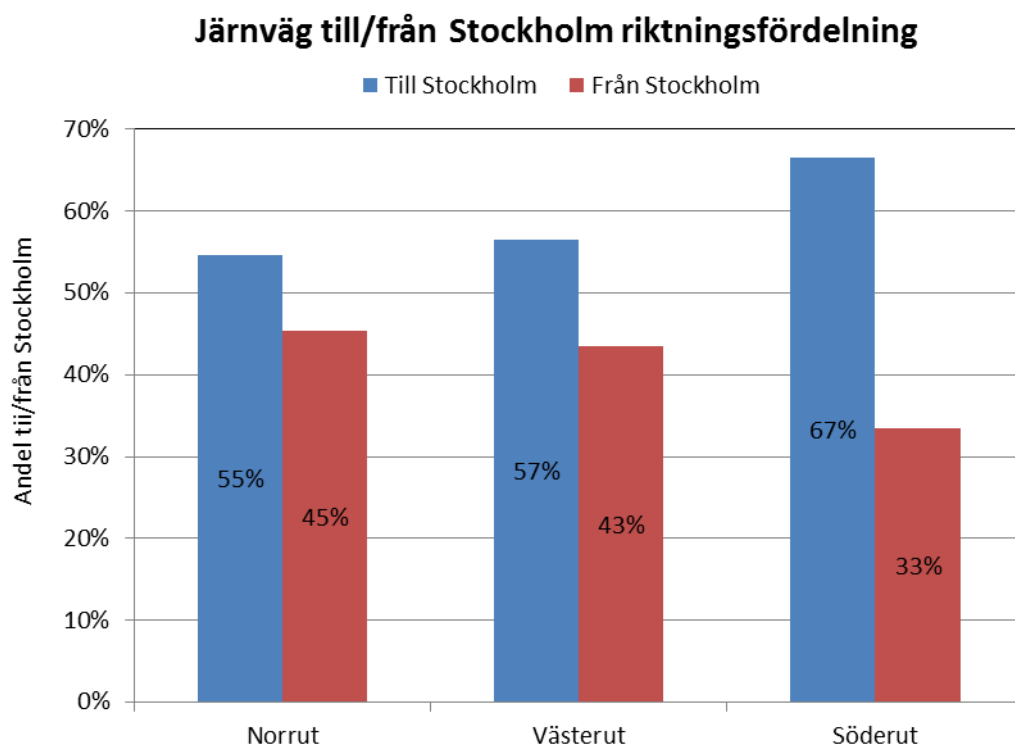
Sjöfartens riktningsfördelning till och från Stockholm för inrikes och utrikes transporter framgår av Figur 15. Det är ungefär lika fördelning med ca 70 % till och ca 30 % från Stockholm både för inrikes och utrikes gods. Inflöde av bränsle och andra råvaror har stor betydelse för balansen när det gäller sjöfart.



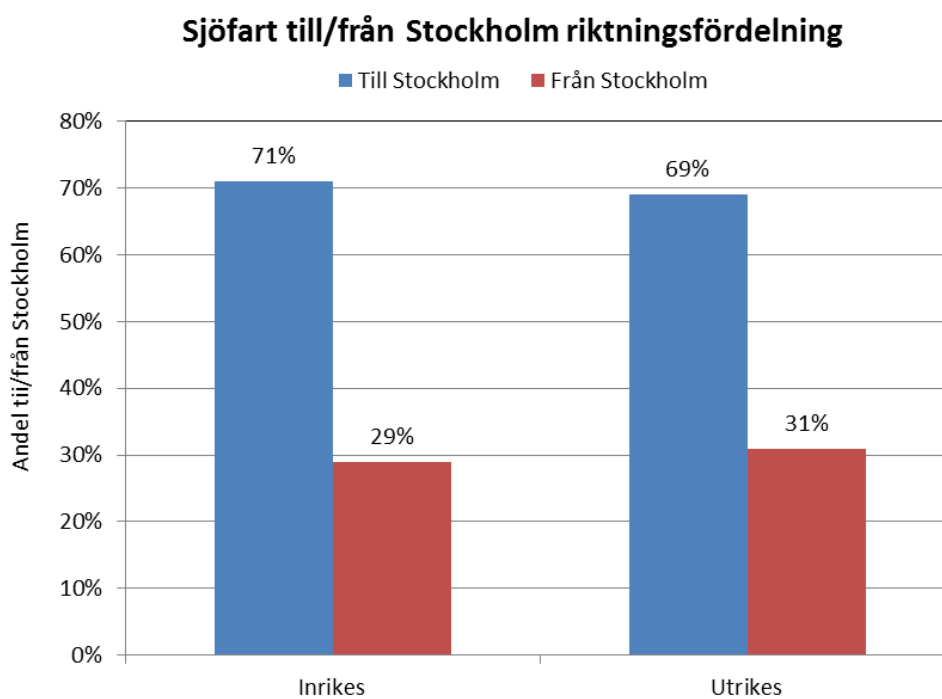
Figur 12. Balans i trafiken till och från Stockholm med lastbil, järnväg och sjöfart 2010.



Figur 13. Långväga lastbil till/från Stockholm obalanser i transporterna i olika riktningar 2010.



Figur 14. Järnväg till/från Stockholm obalanser i transporterna i olika riktningar 2010.



Figur 15. Sjöfart till/från Stockholm obalanser i transporterna för inrikes och utrikes transporter 2010.

2.3 Scenario för framtida transportsystem i Östra mellansverige

Inledning

I detta avsnitt beskrivs ett utvecklingsscenario för godstransportsystemet i Östra mellansverige. Det är ingen exakt förutsägelse om hur transportsystemet kommer att se ut, snarare en målbild av ett långsiktigt hållbart transportsystem där de olika transportmedlen utvecklas och samverkar på ett så effektivt sätt som möjligt.

Sjöfart

Norvik kommer att bli den nya storhamnen för Stockholmsregionen. Den tunga godstrafiken i Värtan och frihamnen kommer då att läggas ner och områdena exploateras med bostäder och kontor. Ett möjligt scenario vore då att Norvik förbinds med Stockholm med en kombiskyttel som går till Årsta och sedan vidare till Rosersberg och Kapellskär, se Figur 16. Denna skyttel kommer att ha koppling till det regionala kombitrafiksystemet Mälarslingan och därmed kommer containers att kunna distribueras i hela Mälardalen. På kortare avstånd kommer huvudsakligen lastbil att användas.

Kapellskär kommer att bli den nya porten mot Finland dit all tung färjetrafik koncentreras. En fördel är att det är den kortaste sträckan sjövägen till Finland vilket sparar energi. Kapellskär får järnvägsanslutning för både person- och godstrafik. En järnväg kommer att byggas från Arlanda till Norrtälje och Kapellskär. Det kommer att ta 40 minuter med persontåg till Stockholm C. En skyttel med trailertåg kommer att gå mellan Kapellskär och Årsta och fortsätta till Norvik. Transporttiden blir 60 minuter till Årsta.

Kryssningstrafik kommer att finnas kvar i Stadsgården, men inga bilfärjor kommer längre att angöra centrala Stockholm.

Andra viktiga hamnar i Östra mellansverige blir Oxelösund, Norrköping och Gävle. De kommer mer eller mindre att ha sin egen marknad och kommer således inte att påverkas så mycket av Norvik.

Mälarsjöfarten kommer att finnas kvar för tunga bulkvaror. För lättare varor kommer Mälarslingan att kunna användas för distribution runt Mälaren.

Lastbilsterminaler

De stora terminalerna för vägtransporter kommer att flyttas längre ut från Stockholm på grund av regionens expansion. De kommer därvid att lokaliseras i bra lägen såväl i vägnätet som i järnvägsnätet. De största terminalerna för lastbilstransporter kommer att lokaliseras till Södertälje, Rosersberg och Bro. Samtliga hamnar och stora kombiterminaler kommer också att fungera som lastbilsterminaler. Lastbilen får då fördelen att kunna leverera direkt till kund på ett stort antal ställen.

De största lastbilarna kommer att vara 34 meter långa och lasta 90 ton s.k. HCT-lastbilar (High Capacity Transport). De kommer att kunna lasta två 40-fots containers eller två trailers på en bil och användas både för matartransporter till kombitrafik utanför stadskärnorna och till direkttransporter. De största lastbilarna kommer att drivas med biogas samtidigt som de mindre distributionsbilarna i städerna blir elhybrider.

Järnvägsterminaler

Järnvägstrafiken till och från Stockholm kommer att domineras av kombitrafiken, men längre ut i regionen kommer också att finnas vagnslasttrafik och systemtåg till den tunga industrin. Även transporter av biomassa kommer att ske i vagnslastsystemet.

De stora kombiterminalerna blir Årsta, Hallsberg och Rosersberg samt hamnarna Norvik och Kapellskär. Tomtebodan fungerar som en central terminal för citylogistik och tunga in- och uttransporter i Stockholms tätort. Dessa terminaler blir också kopplade till det regionala kombitrafiksystemet Mälarslingan och hamnskytteln, se Figur 17.

Det kommer att finnas en kombiskyttel för containers och växelflak från Göteborg och Göteborgs hamn till Hallsberg där den byter vagnar med Mälarslingan för vidare distribution i Mälardalen. En del industriprodukter kommer att fortsätta norrut till och från Bergslagen och Norrland. En andra skyttel kommer att gå från Trelleborg och Malmö till Årsta och fånga upp gods från Europa som kommer med färjor från Danmark via Öresundsbron. På så sätt kommer Mälarslingan att kunna matas från två håll med kombienheter.

Flygfraktterminaler

Genom att Ostlänken kommer att byggas ut fram till 2030, har det första steget tagits till ett höghastighetsnät i Sverige. Till år 2050 kommer sannolikt även Götalandsbanan till Göteborg och Europabanan till Malmö-Köpenhamn att vara utbyggda som en fortsättning på Ostlänken. Den fasta förbindelsen via Fehmarn Bält kommer att vara klar år 2027 och innebära väsentligt ökad kapacitet och kortare restider mellan Köpenhamn och Hamburg.

Höghastighetsbanorna möjliggör också trafikering med snabbgodståg i 250-320 km/h för post, paket och expressgods. En förutsättning för snabbgodstågen är att man kan integrera dessa i en intermodal transportkedja, varvid det är viktigt att det finns effektiva och lämpligt belägna terminaler för omlastning. Det är därför av stor betydelse att tåg och flyg kopplas ihop vid byggandet av nya järnvägar. Götalandsbanan och Europabanan skapar möjlighet att knyta ihop de internationella storflygplatserna Landvetter, Kastrup och Skavsta, vilka redan idag är stora fraktflygplatser samt även Arlanda i Stockholmsregionen dit tågen kan fortsätta, se Figur 18.

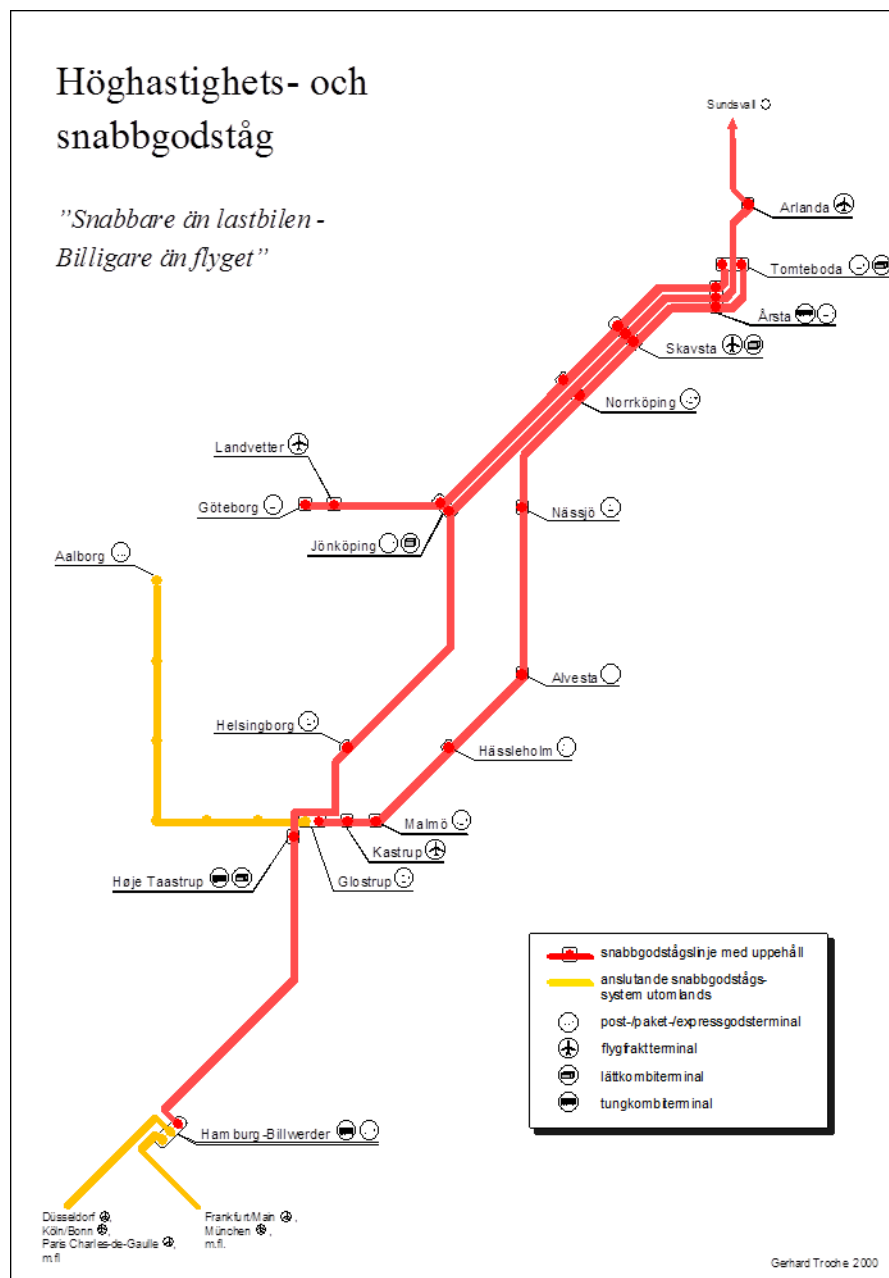
Arlanda kan kopplas till järnvägsnätet genom en helautomatisk terminal på Kapellskärsbanan. Snabbgodståg kommer att gå på höghastighetsnätet till Kastrup och Hamburg.



Figur 16. Interregionalt kombitrafiksystem till/från Mälardalen 2050: Kombiskyttel Göteborg-Hallsberg, Trelleborg-Årsta och Mälarslingan.



Figur 17. Regionalt kombitrafiksystem i Mälardalen 2050: Mälarslingan och hamnskytteln.



Figur 18. Idéskiss till snabbgodsnät på Götalands- Europabanan och södra stambanan (G. Troche, KTH).

2.4 Prognoser för efterfrågan

2.4.1 Befolkningsutveckling och regional struktur

De viktigaste omvärldsförutsättningarna för den framtida utvecklingen är:

- Ekonomisk utveckling
- Befolkningsutveckling och regional struktur
- Energi- och klimatfrågans utveckling

I detta kapitel behandlas översiktligt befolkningsutveckling samt energi- och miljö. Befolkningsprognosen bygger huvudsakligen på rapporten "Befolkning, sysselsättning och inkomster i Östra mellansverige – reviderade framskrivningar till år 2050"; SLL Tillväxt, miljö och regionplanering Rapport 1:2012.

Grundantaganden redovisas för sju län i Östra mellansverige, dvs. Stockholms, Uppsala, Södermanlands, Östergötlands, Örebro, Västmanlands samt Gävleborgs län. Redovisningar görs för olika alternativ, men i detta avsnitt redovisas huvudsakligen alternativ hög, eftersom det ligger närmast den nuvarande utvecklingen och ställer högst krav på transportsystemet.

Enligt prognosen ökar befolkningen i hela Sverige från 9,4 miljoner invånare 2010 till 11,2 miljoner invånare 2050. Till skillnad från den föregående prognosen redovisas inte utvecklingen för andra regioner än Östra mellansverige, varför det inte direkt går att utläsa hur den ökade tillväxten i Östra mellansverige påverkar andra regioner i Sverige. Nedan sammanfattas de viktigaste resultaten av prognosen.

I basalternativet beräknas befolkningen i Stockholms län uppgå till 2,83 miljoner år 2050 och strax över 2 miljoner i övriga län i Östra mellansverige. Stockholms läns befolkning beräknas bli närmare 3,2 miljoner i alternativ hög. I övriga län är inte skillnaderna mellan de tre alternativen lika påtagliga.

Ökningen beräknas bli som störst fram till år 2020, då Stockholms län i basalternativet beräknas öka med 35 000 personer årligen. För övriga län i Östra mellansverige sammantaget ligger motsvarande ökningstakt på ca 10 000 personer per år. Ökningstakten kommer därefter att gå ned något för att ligga strax över 1970- och 1980-talens nivåer.

Åldersmässigt sker den största omfördelningen från gruppen 20-64 år till gruppen 65 år och äldre. Andelen unga beräknas också minska i samtliga alternativ i hela Östra mellansverige. Stockholm har redan idag den högsta andelen unga i befolkningen och beräknas ha det även fortsättningsvis.

Av Figur 19 framgår också den historiska utvecklingen från 1800 till 2012 och prognosen till 2050. Östra mellansverige ökar från 3,9 till 5,3 miljoner invånare mellan 2010 och 2050. Andelen invånare som bor i Östra mellansverige ökar från 41 % till 47 %. Det innebär att nästan hälften av Sveriges invånare bor i Östra mellansverige år 2050. Av diagrammet framgår att Östra mellansverige har expanderat hela tiden och att den prognostiserade

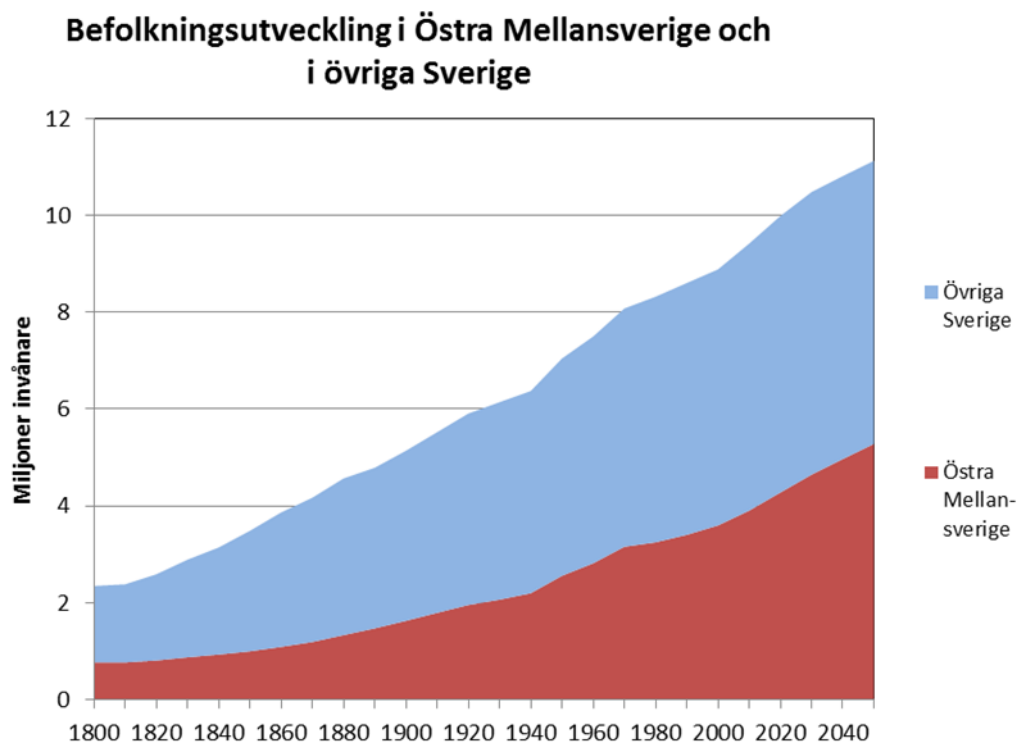
utvecklingen är en fortsättning på denna utveckling. Vad som skiljer prognosen från den tidigare utvecklingen är den svaga utvecklingen av områdena utanför storstadsregionerna. Tidigare har dessa haft en större tillväxt även om den har varit långsammare än i storstadsregionerna.

Av Figur 20 framgår utvecklingen i Mälardalen i ett långsiktigt perspektiv. Här ser man att Stockholm stad började växa snabbare efter 1880 och Stockholms län efter 1950. Mellan 1950 och 1990 minskade befolkningen i Stockholms stad för att därefter åter öka. Stockholms län utanför staden är dock det område som ökat mest från ca 0,4 miljoner invånare 1950 till 1,3 miljoner invånare 2010, medan Stockholm hade ca 0,8 miljoner båda åren. Övriga Mälardalen har ökat från 0,8 till 1,1 och övriga Östra mellansverige från 0,6 till 0,7 miljoner invånare från 1950 till 2010.

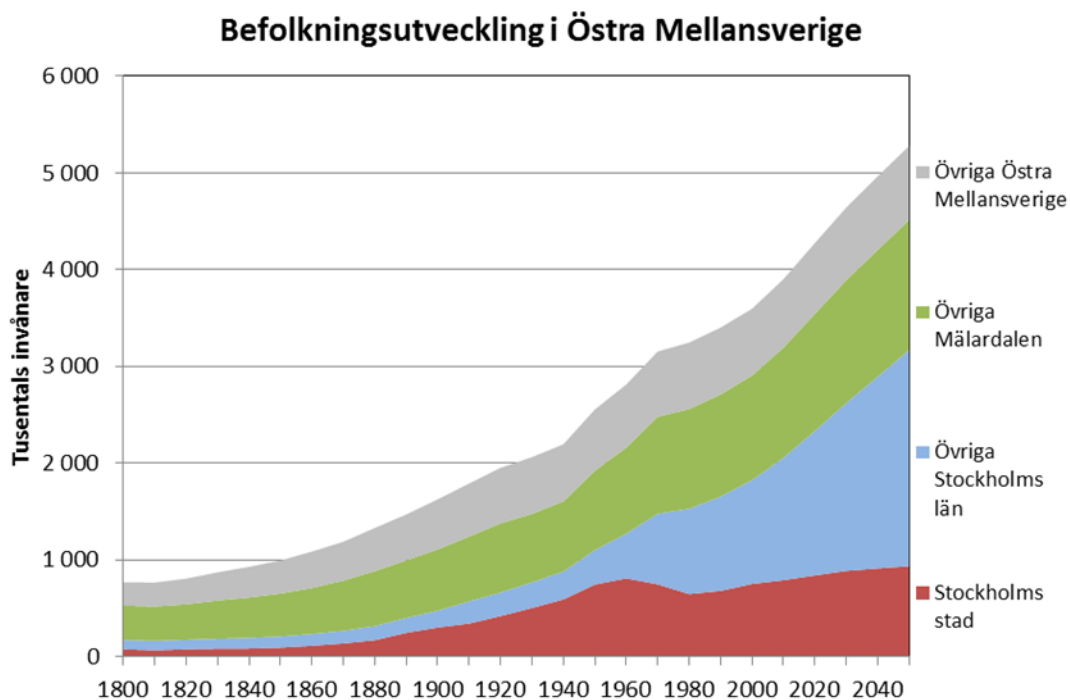
Prognoserna visar en fortsatt snabb expansion av de yttre förorterna. Stockholms län förväntas öka med 1,2 miljoner invånare varav över hälften i de yttre förorterna och ungefär 0,2-0,3 miljoner vardera i regioncentrum och de inre förortsområdena. Enligt denna prognos kommer de övriga länen i Mälardalen växa men inte lika mycket, sammantaget ökar de med ca 0,2 miljoner invånare och övriga Östra mellansverige med knappt 0,1 miljoner invånare. Gävleborgs län beräknas enligt prognosen minska.

Den höga tillväxten i de yttre förortsområdena har stor betydelse för järnvägssystemet, eftersom de till stor del försörjs av pendeltågen liksom tillväxten i Mälardalen som försörjs av regionalstågen. Tillväxten i det övriga Stockholmsområdet har även betydelse för fjärrtågen.

De senaste åren har befolkningstillväxten i Stockholmsregionen varit högre än vad som tidigare förutsågs och befolkningsprognoserna har reviderats åtminstone på kort sikt. Det finns också en tendens att förtäta befintliga områden i större utsträckning än tidigare. Detta kan påverka även behovet av godstransporter särskilt när det gäller Stockholms tätort så att behovet av godstransporter via Tomtebodan blir större.



Figur 19. Befolkningsutveckling i Sverige 1800-2012 med prognos till 2050 i Östra mellansverige och övriga landet med prognos 2012 alternativ HÖG. Källa: Bearbetning av statistik från SCB och SLL TMR Rapport 1:2012.



Figur 20. Befolkningsutveckling i Mälardalen 1800-2012 med prognos till 2050 med fördelning på län och Stockholms stad/tätort med prognos 2012t alternativ HÖG. Källa: Bearbetning av statistik från SCB och SLL TMR Rapport 1:2012.

2.4.2 Energiförbrukning och utsläpp

EUs vitbok 2011 "Roadmap to a Single European Transport Area" innehåller en vision om ett långsiktigt hållbart transportsystem med målsättningen att nå de uppställda målen för att reducera transportsektorns utsläpp och samtidigt upprätthålla en fri rörlighet. För att uppnå detta föreslås att 30 % av vägtransporterna på avstånd längre än 300 km fram till 2030 och 50 % av motsvarande vägtransporter fram till 2050 ska flyttas över till andra transportmedel och då främst järnväg och sjöfart. Detta ska ske med hjälp av effektiva och miljövänliga godskorridorer och välfungerande multimodala transporter. Detta ställer större krav på ett väl fungerande järnvägssystem i kombination med andra transportmedel.

Järnvägen är ett av de mest energieffektiva transportmedlen och har också mycket låga utsläpp av växthusgaser och andra skadliga föroreningar genom möjligheten till eldrift. Det beror på de grundläggande egenskaperna i järnvägssystemet: Lågt rullmotstånd med stålhjul mot stålräls, lågt luftmotstånd genom att koppla ihop vagnar till tåg, små lutningar på banan, vilket minskar behovet av dragkraft och möjlighet att återmata bromsenergin till nätet vid användningen av elbroms. Allt detta gör att järnvägen är mycket energieffektiv, särskilt om transportvolymerna är stora och avstånden långa.

Den låga energiförbrukningen innebär också att utsläppen av växthusgaser (GHG) från järnväg blir låga, oavsett driftform. De genomsnittliga utsläppen av GHG var 25 g CO₂ per tonkilometer och 47 g CO₂ per personkilometer i Europa 2005 och har minskat med 30 % för godstrafik och 15 % för persontrafik sedan 1990 (UIC 2008).

I EU-projektet TOSCA (Technology Opportunities and Strategies toward Climate-friendly transport) gjordes en analys av de mest lovande tekniska möjligheterna för att minska energiförbrukning och växthusgaser för olika transportmedel, se Figur 21 och Figur 22.

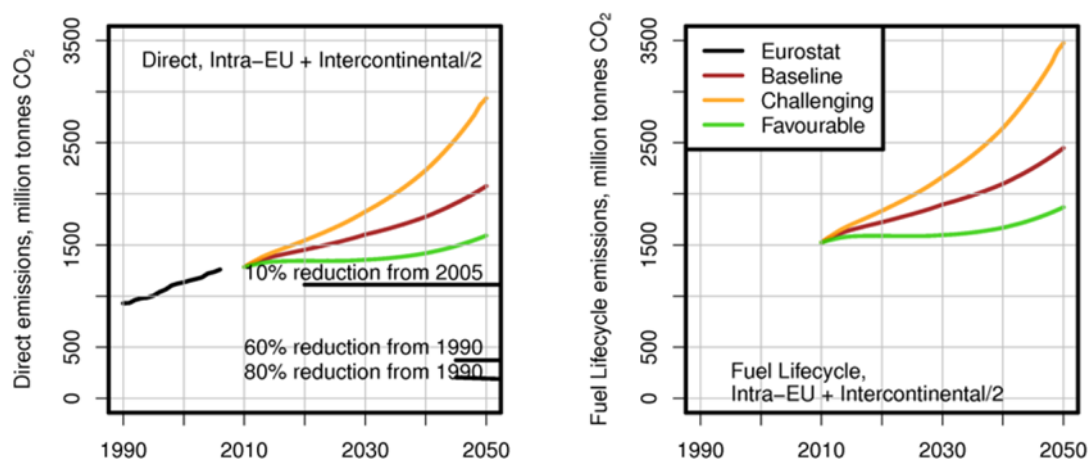
Slutsatsen blev att det finns tekniska möjligheter att minska de genomsnittliga utsläppen från alla transportmedel, men att de tekniska åtgärderna inte räcker för nå EUs målsättningar. Det behövs även beteendeförändringar och att färdmedel med relativt sett mindre utsläpp används i högre utsträckning.

Potentialen för att minska den relativa energiförbrukningen samt utsläppen från bilar och flyg ligger på 30-40 %, men det finns minst lika stora möjligheter att minska förbrukning och utsläpp för järnväg. Det innebär att de relationerna mellan transportmedlen kommer att bestå i framtiden så även om bilar, bussar och flyg blir bättre kommer järnvägen också att bli det. Det kommer därmed fortfarande att vara lika intressant att utnyttja järnvägen mer i framtiden, särskilt som det är det enda transportmedlet som kan korta restider och minska transportkostnaderna utan att samtidigt öka koldioxidutsläppen.

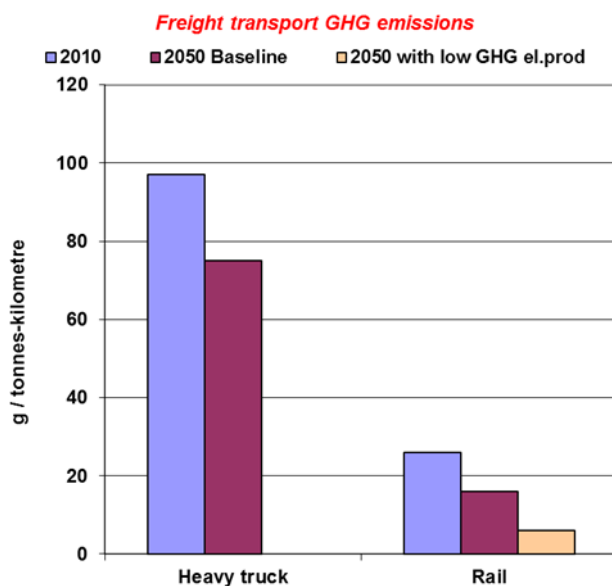
Energieffektiviteten och utsläppen varierar i järnvägssystemet. Dieseldrivna tåg är mindre energieffektiva än eldrivna och små tåg är mindre effektiva än stora. När det gäller godstrafik är vagnslasttrafik effektivast, kombitrafik är inte lika effektiv på grund av högre taravikt och lägre lastvikt. Snabbgodståg, som är ovanliga i dag, har den högsta energiförbrukningen tillsammans med dieseldrivna tåg.

I TOSCA-projektet analyserades möjligheterna att reducera energiförbrukning och utsläpp med tekniska åtgärder. De flesta åtgärderna innebär också lägre transportkostnad och högre kapacitet, såsom t ex högre axellast, större volym, tyngre och längre tåg. Andra åtgärder är bättre aerodynamisk utformning. Samtidigt behöver genomsnittshastigheten öka för många godståg om de ska kunna ta över transporter från lastbil. Dessa åtgärder går åt olika håll, men nettoresultatet blir ändå en minskad specifik energiförbrukning på 40-50 % från 2009 till 2050.

Elektricitet är möjlig att producera helt utan växthusgaser, men i Europa används en mix av olika produktionsmetoder. För eldrift har vid beräkningar den genomsnittliga mixen för EU27 använts (128 g CO₂/MJ). Med samma mix blir det ett direkt samband mellan utvecklingen av energiförbrukningen och utsläppen. För 2050 har också en beräkning gjorts av en elmix med 70 % lägre utsläpp i Europa än i dag, vilket har bedömts möjligt att nå på lång sikt. Detta har mycket stor betydelse, inte bara för järnvägen, utan också för personbilarna som antas vara elektrifierade i betydande omfattning 2050.



Figur 21. Prognoser för utsläpp av växthusgaser från transportsektorn i Europa 2010-2050. Källa: TOSCA (2011)



Figur 22. Utsläpp av koldioxid i gram per tonkilometer med lastbil och järnväg 2010 och med den mest sannolika tekniska utvecklingen fram till 2050. Järnväg med genomsnittlig europeisk elmix och 2050 även med elmix med lägre utsläpp. Källa: TOSCA summary report (2011), för lastbil: Institut für Energie- und Umweltforschung (2008).

2.4.3 Godstransportprognos för Östra mellansverige

Godsvolymer till och från olika regioner i Mälardalen 2010 samt prognoser till 2030 och 2050 framgår av tabell 2. Av tabellen framgår först, i den vänstra halvan, de totala volymerna i varje område. I den högra halvan framgår det tillskott som blir för varje region när man vidgar regionbegreppet från Stockholms stad och utåt.

Stockholms stad svarar för drygt 20 % av de transporterade godsmängderna till och från Östra mellansverige. Utvidgar man området till Stockholms län uppgår andelen till 25 % av de volymerna. Inkluderar man Mälardalen innefattas drygt 60 % av volymerna i Östra mellansverige som i detta fall svarar för 100 %.

Till och från Östra mellansverige transporteras 107 miljoner ton. I hela Sverige transporteras 400 miljoner ton. Dessa siffror är emellertid inte helt jämförbara då gods kan gå både till och från Östra mellansverige och om det går inom Östra mellansverige så räknas det två gånger eftersom det både lastas och lossas där.

Intressant är dock att de befolkningstunga delarna av Östra mellansverige, Stockholms stad och län, endast står för en mindre del av godsmängderna, 26 %. De mer industritunga delarna i Mälardalen: Södermanlands, Västmanlands, Örebro och Uppsala län svarar för 36 % samt de resterande delarna av Östra mellansverige: Östergötlands och Gävleborgs län, svarar för 38 %.

När det gäller tillväxten så är den emellertid snabbast i Stockholms stad med 1,9 % per år fram till 2030 och 1,5 % per år till 2050, vilket är högre än tillväxten av transportarbetet för hela Sverige. I Mälardalen och Östra mellansverige är den 1,2-1,3 % per år fram till 2050. Det ligger i linje med den totala tillväxten av transportarbetet i Sverige som är 1,2 % per år. Tillväxten i Mälardalen avser transporterade ton och för riket tonkilometer vilket inte är helt jämförbart, men skillnaderna i tillväxttalen är små.

Av Tabell 3 framgår utvecklingen i Östra mellansverige fördelat på transportmedel för de olika prognosalternativen. Basalternativet med vissa avgiftshöjningar för alla transportmedel innebär inga större förskjutningar mellan transportmedlen. Man kan dock notera att lastbilens marknadsandel ökar medan sjöfartens minskar. Avgiftshöjningsalternativet med ensidiga höjningar av banavgifterna innebär därutöver en minskad marknadsandel för järnväg. Kapacitets- och avregleringsalternativet innebär en kraftigt ökad marknadsandel för järnväg samtidigt som lastbilens andel minskar och även sjöfartens andel minskar något. Förändringarna blir särskilt tydliga i ett långsiktigt perspektiv fram till 2050. Godsvolymen på järnväg är dubbelt så stor i kapacitets- och avregleringsalternativet som i avgiftshöjningsalternativet.

Tabell 2. Godsvolymer i olika områden i Östra mellansverige 2010 med prognos till 2030-2050.

Godstransporter till/från området miljoner ton	Totala volymer					Tillkommande volymer				
	Utfall 2010	Prognos			Ökning % 2030 2050	Utfall 2010	Prognos			Ökning % fr 2010 2030 2050
		2030	2050				2030	2050		
Stockholms stad	22,6	32,9	41,2	46%	83%	22,6	32,9	41,2	46%	83%
Stockholms län	27,9	39,2	49,2	41%	76%	5,3	6,3	8,0	19%	50%
Mälardalen	66,5	90,2	113,5	36%	71%	38,6	51,0	64,3	32%	67%
Östra mellansverige	107,2	142,6	178,5	33%	66%	40,8	52,4	65,0	29%	59%
Totalt	107,2	142,6	178,5	33%	66%	107,2	142,6	178,5	33%	66%
	Andel %			Tillväxt %/år		Andel %			Tillväxt %/år	
Stockholms stad	21%	23%	23%	1,9%	1,5%	21%	23%	23%	1,9%	1,5%
Stockholms län	26%	27%	28%	1,7%	1,4%	5%	4%	4%	0,9%	1,0%
Mälardalen	62%	63%	64%	1,5%	1,3%	36%	36%	36%	1,4%	1,3%
Östra mellansverige	100%	100%	100%	1,4%	1,3%	38%	37%	36%	1,3%	1,2%
Totalt	100%	100%	100%	1,4%	1,3%	100%	100%	100%	1,4%	1,3%

Tabell 3. Godsvolymer i Östra mellansverige 2010 med prognos till 2030-2050 för olika prognosalternativ.

Miljoner ton	2010	Prognos						Ökning					
		2030			2050			2010-2030			2010-2050		
		Bas	Banavg	Kap	Bas	Banavg	Kap	Bas	Banavg	Kap	Bas	Banavg	Kap
Järnväg	14,4	18,3	17,3	27,0	21,6	19,0	38,1	27%	20%	88%	50%	32%	165%
Lastbil	66,2	91,3	92,3	83,6	117,8	120,7	105,5	38%	39%	26%	78%	82%	59%
Sjöfart	26,6	33,1	33,0	32,0	39,2	38,7	34,9	24%	24%	20%	47%	45%	31%
Totalt	107,2	142,6	142,6	142,6	178,5	178,5	178,5	33%	33%	33%	66%	66%	66%
Andel %								Tillväxt %/år					
Järnväg	13%	13%	12%	19%	12%	11%	21%	1,2%	0,9%	3,2%	1,0%	0,7%	2,5%
Lastbil	62%	64%	65%	59%	66%	68%	59%	1,6%	1,7%	1,2%	1,4%	1,5%	1,2%
Sjöfart	25%	23%	23%	22%	22%	22%	20%	1,1%	1,1%	0,9%	1,0%	0,9%	0,7%
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	1,4%	1,4%	1,4%	1,3%	1,3%	1,3%

Det kan vara intressant att studera utvecklingen av transporterna till och från Stockholms län, eftersom trängselproblemen där är stora. Av Figur 23 framgår utvecklingen för samtliga transporter till och från Stockholms län år 2010 och en förväntad nivå åren 2030 och 2050. Totalnivån är densamma för alla prognosalternativen. Av figuren framgår att det transporteras mer till Stockholm än från Stockholm, vilket förklaras av att Stockholm är ett stort konsumtionsområde där det inte produceras så mycket tunga varor, utan det är tjänsteproduktionen som dominerar.

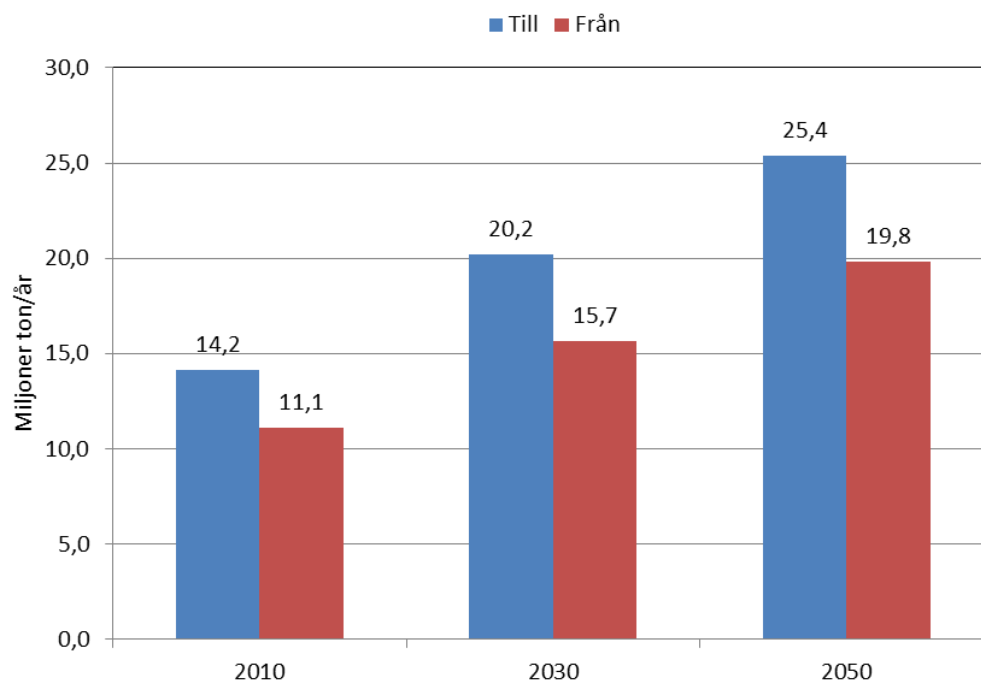
Av Figur 24 och Figur 25 framgår transportstrukturen i olika riktningar för långväga lastbilstransporter och järnväg. För den långväga lastbilstrafiken är volymerna störst västerut mot Göteborg-Oslo. För järnväg är volymerna störst söderut mot Skåne. För både järnväg och lastbil är volymerna minst norrut. Godsvolymer norrut ökar långsammast. Lastbilens volymer ökar dock ganska lika i alla relationer. För järnväg ökar volymerna snabbt söderut och västerut. Särskilt snabbt ökar järnvägens volymer i kapacitets- och avregleringsalternativet där volymerna söderut och västerut är nästan tre gånger så stora 2050 som 2010.

Figur 26 visar transportvolymen för sjöfart i ton 2010 och en prognos för 2050 för basalternativet samt kapacitets- och avregleringsalternativet. Inrikes sjöfart ökar från 1,8 till 2,8 miljoner ton från 2010 till 2050 beroende på att det i prognosen har förutsatts att satsningen på järnväg i kapacitets- och avregleringsalternativet inte påverkar den inrikes sjöfarten, då den är specialiserad på vissa varuslag. När det gäller utrikes sjöfarten påverkas den av att järnvägstransporterna till Europa förbättras och blir därför något lägre i kapacitets- och avregleringsalternativet än i basalternativet. Den största omfördelningen sker dock från lastbil till järnväg.

När det gäller varuslagsfördelningen för järnväg till och från Stockholm 2030 och 2050 dominerar sektorn handel som innefattar kombitrafik för såväl in- som uttransporter. Sektorn handel ökar successivt sin andel jämfört med 2010. För lastbil är marknaden mer diversifierad. Sektorn handel dominerar, men även sektorn livsmedel har en stor andel in- och uttransporter.

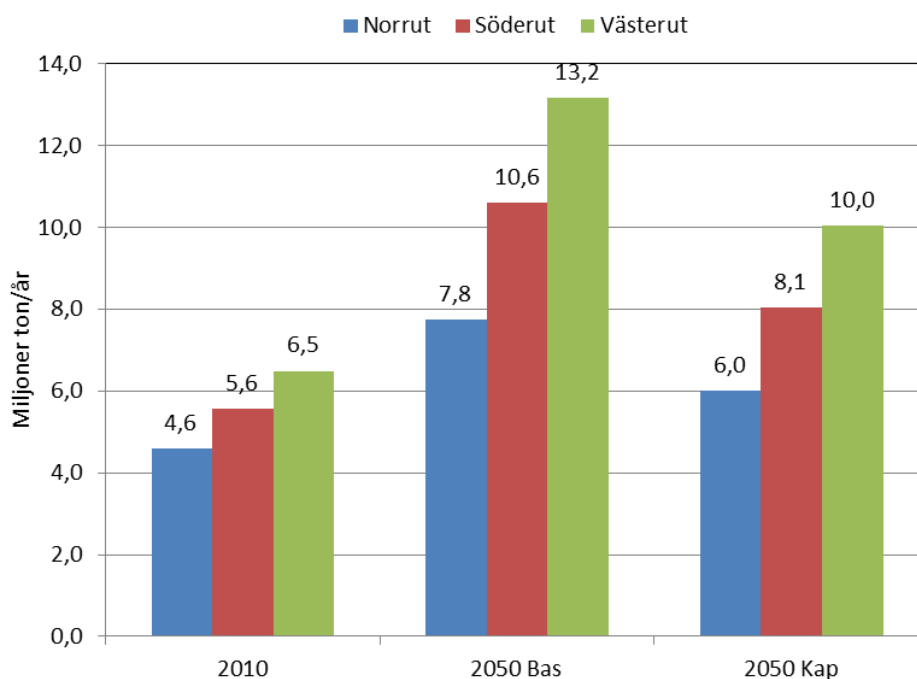
En iakttagelse är att utvecklingen för närvarande går i riktning mot avgiftsalternativet. Det innebär att järnvägen förlorar marknadsandelar främst till lastbil. Det går också stick i stäv med EUs white paper från 2011, där inriktningen var att alltmer gods skulle överföras från lastbil till järnväg och sjöfart. Det beror främst på att kostnaden för att transportera med lastbil har minskat medan kostnaderna för att transportera med järnväg har ökat, bl.a. som en följd av högre banavgifter.

Totala transporter till/från Stockholm

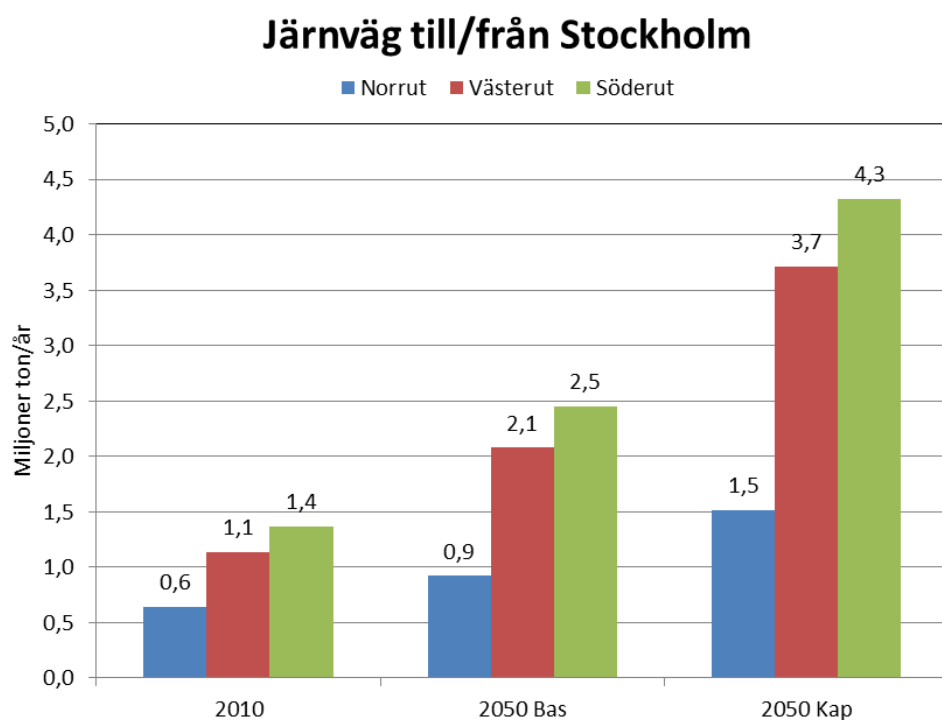


Figur 23. Utveckling av de totala transporter i riktning till och från Stockholm 2010 och prognos till 2030 och 2050.

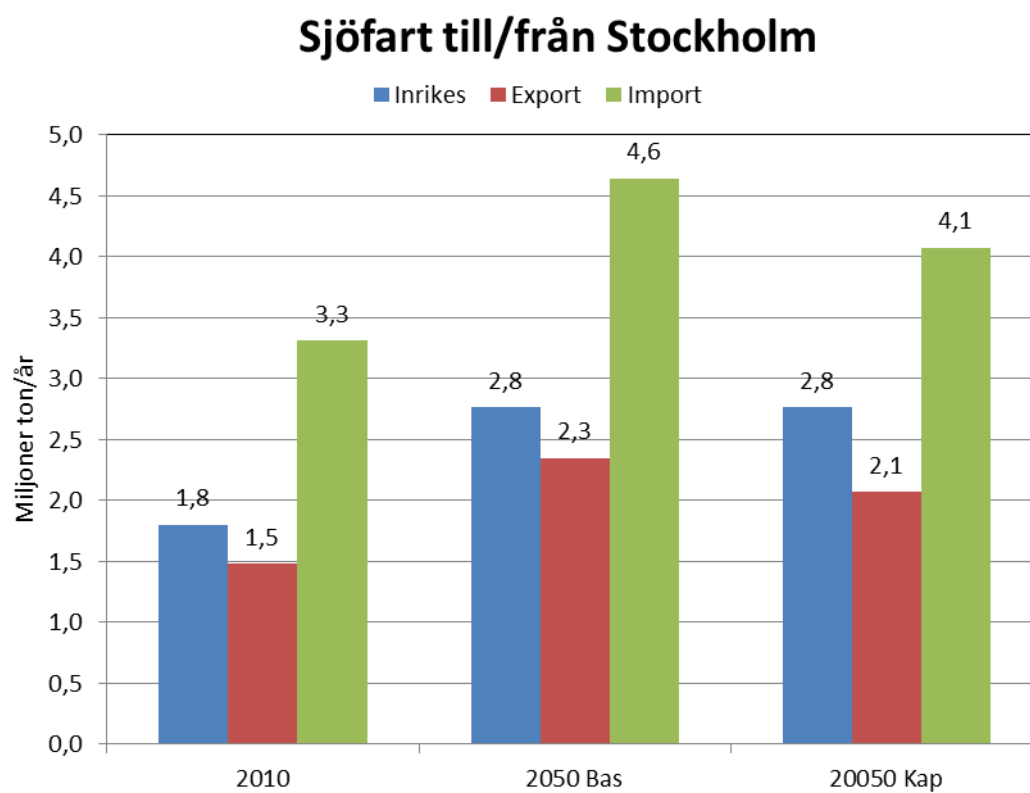
Långväga lastbil till/från Stockholm



Figur 24. Långväga lastbil till/från Stockholm ökning i olika riktningar 2010 och för 2050 bas- resp. kapacitets- och avregleringsalternativet.



Figur 25. Järnväg till/från Stockholm ökning i olika riktningar 2010 och för 2050 bas- resp. kapacitets- och avregleringsalternativet.



Figur 26. Inrikes och utrikes sjöfart till/från Stockholm 2010 samt prognos till 2050 för bas- resp. kapacitets- och avregleringsalternativet.

2.4.4 Särskild analys av utvecklad kombitrafik i och till och från Mälardalen

I kapitel 2.3 presenterades en idéskiss till ett regionalt kombitransportsystem runt Mälaren den s.k. Mälarslingan, se även Kordnejad (2016). Det är en regional tågskyttel för distribution och citylogistik runt Mälaren från Hallsberg och Årsta. Den kompletteras av en hamnpendel mellan Norvik, Årsta, Rosersberg och Kapellskär, se figur 17. Dessutom finns en kombiskyttel för containers från Göteborg till Hallsberg och en kombiskyttel för trailers från Trelleborg/Malmö till Årsta, se figur 16.

Detta system ingår inte i godstransportprognosen för Östra mellansverige som redovisats ovan, varför särskilda prognoser har gjorts för potentialen för en utvecklad kombitrafik i Mälardalen. Dessa prognoser har gjorts med utgångspunkt från volymerna 2010 och från basprognosen för 2050.

Generellt sett blir de transporterade volymerna större ju kortare avståndet är, vilket ges av den s.k. "rank-size-rule". Detta är en viktig anledning till att det är angeläget att få till stånd ett kombisystem som är konkurrenskraftigt på så korta avstånd som möjligt.

Idén bakom det regionala kombisystemet är att allt som kan transporteras i en container, växelflak eller trailer eller på ett lastbilsflak och som inte är längre än 12 m eller 40 fot också ska kunna transporteras i systemet.

Man kan dock från början utesluta vissa varuslag av masstransportkaraktär där man vet att ett kombisystem inte kan bli konkurrenskraftigt gentemot direkt lastbilstransport eller vagnslasttransport samt vissa varuslag med särskilda krav som kan vara svåra att hantera. Följande varuslag har därför uteslutits:

- Rundvirke
- Järnmalm och skrot
- Andra malmer
- Mineraler
- Sand, grus, sten

Dessutom har 10 % av det resterade godset frånräknats.

Ett linjenät med terminaler har lagts upp med utgångspunkt från projektet "Regional kombitrafik med tillämpning på Mälardalen", se figur 17.

För att få fram vilka transporter som kan vara ekonomiskt konkurrenskraftiga för systemet har beräknats vilket matartransportavstånd systemet kan bära på olika fjärrtransportavstånd mätt efter järnvägssträckans längd. Av dessa beräkningar framgår att på ett fjärrtransportavstånd på 10 mil kan det regionala kombisystemet bära en matartransport på 5 km ToR i varje ände (dvs. sammanlagt 10 km lastbilsträcka). Detta motsvarar ungefär medeltransportavståndet inom en och samma tätort.

Detta innebär att transportkostnaden med regional kombi som inkluderar 10 km matartransport, omlastningar och 100 km fjärrtransport med tåg är likvärdig med 100 km direkt lastbilstransport.

På motsvarande sätt kan beräknas att vid 20-mils fjärrtransportavstånd kan systemet bära 2 mils matartransportavstånd och vid 30 mil kan det bära 4 mils matartransportavstånd i båda ändarna. 2 mils matartransportavstånd motsvarar ungefär medeltransportsträckan i en kommun, medan 4 mil motsvarar medeltransportsträckan i en A-region.

De ekonomiska förutsättningarna är olika för direkta lastbilstransporter, matartransporter till sjöfart och transporter till och från Stockholms tätort. För vanliga lastbilstransporter krävs terminalhantering och matartransporter i båda ändar, för hamnkombi krävs terminalhantering och matartransport i en ände och för transporter till Stockholms tätort krävs ofta omlastning för lastbilstransporter då endast 12 m-bilar får köra i staden. De kriterier som satts upp för att beräkna trafikunderlaget framgår av tabell 4.

Likaså har sjöfart till och från hamnarna i Stockholm omfördelats till Norvik och matartransporter med lastbil till och från Göteborg och Skåne omfördelats till Hallsberg respektive Årsta, se tabell 5.

Resultat

Trafikunderlaget för slingan och kombiskyttlarna har beräknats både för år 2010 och för år 2050, se tabell 6. Trafikunderlaget för slingan blir 1,8 miljoner ton 2010 och fördubblas till 3,6 miljoner ton år 2050. Det är relativt mycket men allt kommer sannolikt inte kunna realiseras. Lönsamheten i systemet är starkt beroende av att belägningsgraden i slingan blir hög och relativt jämn.

För kombiskyttlarna till Göteborg och Skåne blir trafikunderlaget 1,6 resp. 2,3 miljoner ton och ökar till 3,5 respektive 4,7 miljoner ton år 2050. Den stora ökningen beror på att utrikestransporterna ökar snabbare än inrikestransporterna. Volymerna är relativt stora och räcker till många tåg. Hur stor del som kan realiseras beror dock på om containers och trailers kan distribueras i Mälarslingan på ett effektivt sätt.

En beräkning har även gjorts av behovet av tåg och kapacitet i systemet med slingan och skyttlarna, se tabell 7. Slingan blir 450 km och föreslås trafikeras av 400 m långa tåg med 15 vagnar som rymmer 4 TEU var (Sggnss VEL-wagon). Med en antagen belägningsgrad på 80 % får ett tåg en kapacitet på 144 000 ton/år. Volymen förutsätts omsättas 2 gånger under ett varv, eftersom medeltransportavståndet förväntas bli 194 km. Tåget kommer att kunna göra två varv per dygn under 300 dagar per år. För slingan behövs därvid 6 tågsätt som gör 6 dubbelturer per dygn och riktning.

På motsvarande sätt kan tågbehovet på skyttlarna beräknas. Skytteln till Göteborg bör kunna köra 4 turer per dygn med sth 120 km/h. Skytteln till Skåne bör kunna köra 2 turer/dygn. Tågen i båda relationerna antas få 25 vagnar och vara 650 m långa samt ha en lastkapacitet på 100 TEU varav 80 % förväntas utnyttjas.

Tabell 4: Principer för att beräkna trafikunderlag för överföring av lastbilstransporter till regionalt kombitransportsystem i Mälardalen.

Huvudtrp Avstånd	Matartrp	Mellan regiontyp
Allmän kombitrafik		
> 100 km	< 5 km	Relationer med gods mellan tätorter med lättkombiterminal
> 200 km	< 20 km	Relationer med gods mellan kommuner med lättkombiterminal
> 300 km	< 40 km	Relationer med gods mellan A-regioner med lättkombiterminal
Till/från Stockholms tätort		
> 100 km	< 20 km	Relationer med gods mellan kommuner med lättkombiterminal
> 125 km	< 40 km	Relationer med gods mellan A-regioner med lättkombiterminal

Tabell 5: Principer för omfördelning mellan hamnar i Stockholmsregionen och överföring av matartransporter med lastbil mellan Mälardalen och hamnar i Göteborg och Skåne.

Kriterier för överföring av matartransporter till/från sjöfart

Sjöfart till/ från Stockholms hamnar:		100% omfördelas till Norvik
Matartransporter med lastbil till/från sjöfart i Göteborg		10% omfördelas till Hallsberg
Matartransporter med lastbil till/ från sjöfart i Skåne		10% omfördelas till Årsta

Tabell 6: Kombitrafik inom och till/från Mälardalen, resultat av potentialberäkningar.

Kombitrafik i Mälardalen

	Miljoner ton		Ökning %	Miljoner tonkm		Avstånd km*
	2010	2050		2010	2050	
Mälarslingan	1,8	3,6	99%	355	696	194
Till/från Göteborg	1,6	3,5	126%	674	1 531	432
Till/från Skåne	2,3	4,7	103%	1 410	2 865	607
Summa	5,7	11,9	108%	2 439	5 093	430

*medel 2050

Tabell 7: Beräkning av kapacitet och behov av tåg för Mälarslingan och kombiskytteln Göteborg-Hallsberg och Skåne-Årsta med utgångspunkt från prognos 2050.

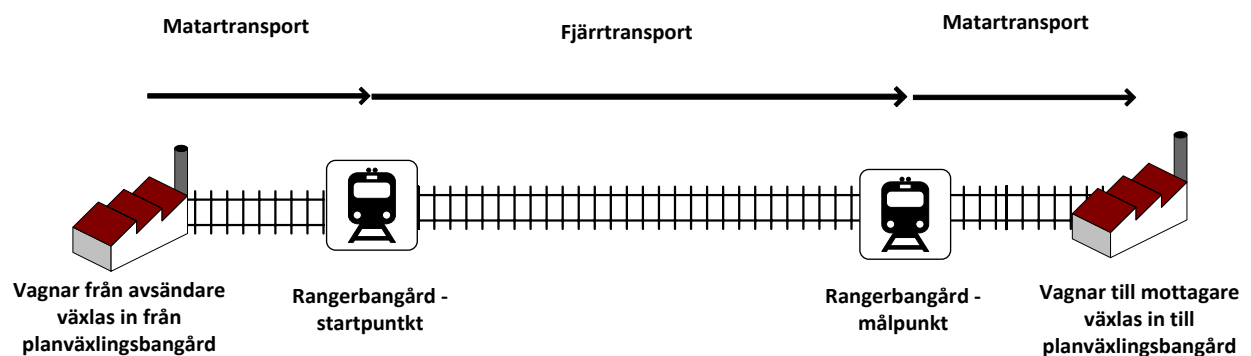
	Godsmängd miljoner ton		Vagnlängd 26	TEU/vagn 4	Ton/TEU 10	Beläggn 80%	Dagar/år 300
	Prognos 2050	Antal vagnar	Tåglängd m	TEU/tåg	Maxlast ton/tåg	Medellast ton/tåg	Kapacitet ton/tåg/år
Mälarslingan	3,6	15	390	60	600	480	144 000
Till/från Göteborg	3,5	25	650	100	1 000	800	240 000
Till/från Skåne	4,7	25	650	100	1 000	800	240 000
	Godsmängd miljoner ton	Avstånd km	Turer/ dag	Omsättn last/tur	Tusen ton per tåg/år	Antal tågsätt	turet/dag o riktning
Mälarslingan	3,6	450	2	2	576	6	6
Till/från Göteborg	3,5	300	4	1	960	4	8
Till/från Skåne	4,7	600	2	1	480	10	10

3 Tomteboda godsbangård

3.1 Bangårdarna i Sverige

Godsbangårdar och kombiterminaler är båda noder i järnvägens transportkedjor. Medan godsbangårdar är järnvägens produktionsanläggningar är kombiterminaler dess gränssnitt mot andra transportslag.

En rangerbangård är en större godsbangård där olika vagnar sorteras från inkommande tåg till nya utgående tåg. Nya tåg bildas - långväga godståg (fjärrtransport i Figur 27) - som verkar mellan bangårdar och terminaler. Inom vagnlaststrafiken över långa sträckor t.ex., inom gränsöverskridande trafik, passerar vagnarna ofta flera mellanliggande rangerbangårdar innan de når sina slutdestinationer. Till och från bangårdar erfordras matartransporter från godskunder och till mottagare.



Figur 27. Vanligt förekommande transportkedja i vagnlasttrafik. (Behzad Kordnejad, 2017)

Generellt för godsbangårdar brukar man särskilja följande typer:

- Rangerbangård med vall
- Planväxlingsbangård utan vall
- Fallbangård

Vid planväxling förflyttas vagnarna av lok mellan de olika spåren tills alla vagnar står på rätt spår. Detta kallas även för harpning.

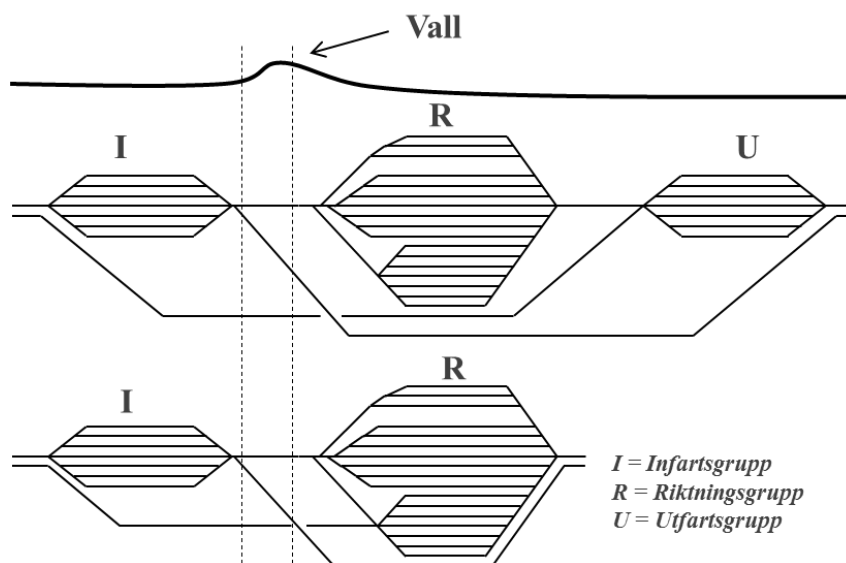
Vid vallväxling skjuts vagnarna av ett rangerlok uppför en vall, varifrån de fritt får rulla ned på ett i förväg utvalt spår. Vagnarnas hastighet brukar då kunna regleras med rangerbromsar. I en rangerbangård med vall, brukar vallen positioneras mellan ankomst- och riktningssektionerna (se Figur 28). Vagnarna skjuts då över vallen och rullas sedan ner på olika spår i riktningssektionen.

På en planväxlingsbangård har ingen vall utan växlingsloket används för att flytta vagnarna mellan spåren. Planbangårdar är mest förekommande på järnvägsanläggningar med liten trafik. En rangerbangård kräver en större investering i infrastruktur och underhåll av bl.a. rangerbroms, kontrolltorn, ställverk och säkerhetssystem.

Vanligaste typen för stora godsbangårdar är en rangerbangård med vall. I vissa fall kombineras de olika typerna av godsbangårdar. T.ex. Hallsberg rangerbangård, som är den största och mest trafikerade i Sverige, är uppbyggd med två vallar, varav en används aktivt, och där hela bangården har en genomgående lutning och kan därmed även kategoriseras som en fallbangård.

En komplett rangerbangård består av en infartsgrupp, "I" i Figur 28, där tågen anländer till bangården, en riktningsgrupp "R" där vagnarna sorteras och en utfartsgrupp "U" varifrån tåg avgår.

Vissa rangerbangårdar, t.ex. den i Tomtebodas, består endast av en infartsgrupp och riktningsgrupp (nedre delen av Figur 28). Inkommande tåg anländer till infartsgruppen där vagnarna först inspekteras. Därefter skjuts vagnarna över en vall in till riktningsgruppen där de sorteras i nya utgående tåg. Ytterligare vagnsortering kan åstadkommas genom att dra vagnar från riktningsgruppen till infartsgruppen och skjuta dem över vall ytterligare en gång.



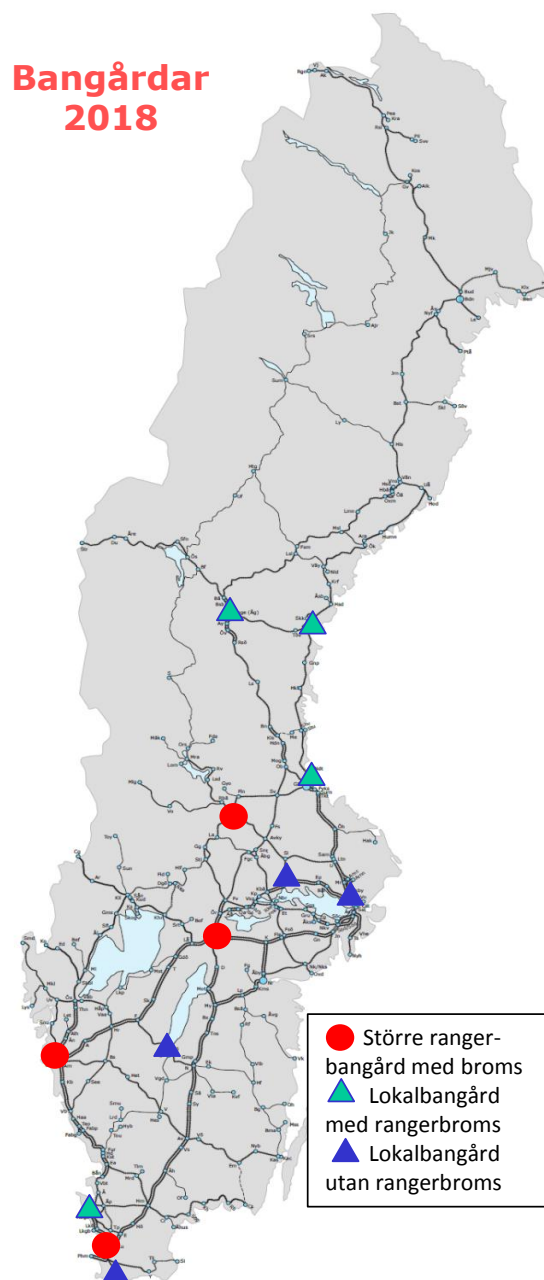
Figur 28. Vanligt förekommande layout för rangerbangårdar. (Behzad Kordnejad, 2017)

Enligt den svenska järnvägsnätsbeskrivningen 2018 (JNB, 2018) finns det två typer av godsbangårdar: rangerbangårdar och övriga bangårdar. Rangerbangårdar definieras utifrån följande funktioner:

- utdragsspår
- växlingsautomatik
- vall med infarts- och/eller utfartsgrupp
- riktningspår

Ett utdragsspår är ett spår som man använder för att dra ut vagn- och tågsätt från en bangård. Av kapacitets- och säkerhetsskäl bygger man på rangerbangårdar separata spår som då kallas för utdragsspår, då man inte vill att ett utdrag i onödan blockerar bangårdarnas in- och utfarter.

Enligt Trafikverkets definition delas rangerbangårdar i det svenska järnvägsnätet in i två kategorier enligt följande uppdelning; kategori 1 - rangerbangård med rangerbromssystem och kategori 2 - rangerbangård utan rangerbromssystem. Övriga bangårdar definieras utifrån att de är driftplatser där det finns minst ett spår och en växel. Funktionellt kan man också dela in bangårdarna i större rangerbangårdar i GCABs vagnslastsystem och lokalbangårdar.



Figur 29: Bangårdar i Sverige 2018. Bild: KTH med utgångspunkt från JNB 2018.

Tabell 4 är en sammanställning av godsbangårdar inom det svenska järnvägsnätet. Förhöjd säkerhetsnivå innebär att rangerbangården har områdesskydd och nödlägesplan. (JNB, 2018)

Tabell 8. Godsbangårdar inom det svenska järnvägsnätet (JNB, 2018)

Godsbangård	Trafikplats-signatur	Spår som ingår i rangerbangården	Förhöjd säkerhet	Bromsprovsnings-anläggning
Borlänge rangerbangård	Blg	10–31	Ja	
Gävle godsbangård	Gäb	102–119	Ja	
Hallsbergs rangerbangård	Hrbg	11–18, 21–28, 31–38, 41–48, 201–211, 301–309	Ja	Spår 11–48, 201–212
Helsingborgs godsbangård	Hbgb	11g–35g, 73g–82g	Ja	
Jönköpings godsbangård	Jögb	1–12, 40–42		
Malmö godsbangård	Mgb	14–39	Ja	
Sundsvalls rangerbangård	Suc	5–7, 10–14		
Sävenäs rangerbangård	Sär	101–110, 1–34	Ja	Spår 1–30
Tomtebodas godsbangård	Tm	20–25		
Trelleborg	Trg	9–18, 91	Ja	
Västerås västra	Våv	5–14, 201–204		
Ånge godsbangård	Åggb	11–31, 102–106		

3.2 Tomtebodas bangård i dag

I egenskap av noder inom transportkedjor ingår godsbangårdar och kombiterminaler i socio-tekniska system där framför allt organisatoriska, infrastrukturella, tekniska och trafikrelaterade faktorer måste beaktas för att få en fullständig beskrivning. Dessa noder har olika funktioner och operativa förutsättningar. Tomtebodas godsbangård beskrivs därför i detta kapitel utifrån ett systemperspektiv och enligt följande struktur:

1. Organisation
2. Infrastruktur
3. Teknisk utrustning
4. Trafik

3.2.1 Organisation

Bangården ägs av Trafikverket och det finns ett flertal arrenden på Trafikverkets infrastruktur avseende både byggnader och markområden. Bangården ligger inom Solna stads gränser men angränsar tätt till Stockholm stad.

I norra delen av bangården finns ett antal byggnader för drift- och underhåll samt entreprenadverksamhet, bl.a. verkstad, materiallager och personallokaler. Två byggnader och viss markyta arrenderas av företag som underhåller infrastruktur (InfraNord och Strukton Rail 2011). Vid lastplatsen finns en kontorsbyggnad som arrenderas av Green Cargo.

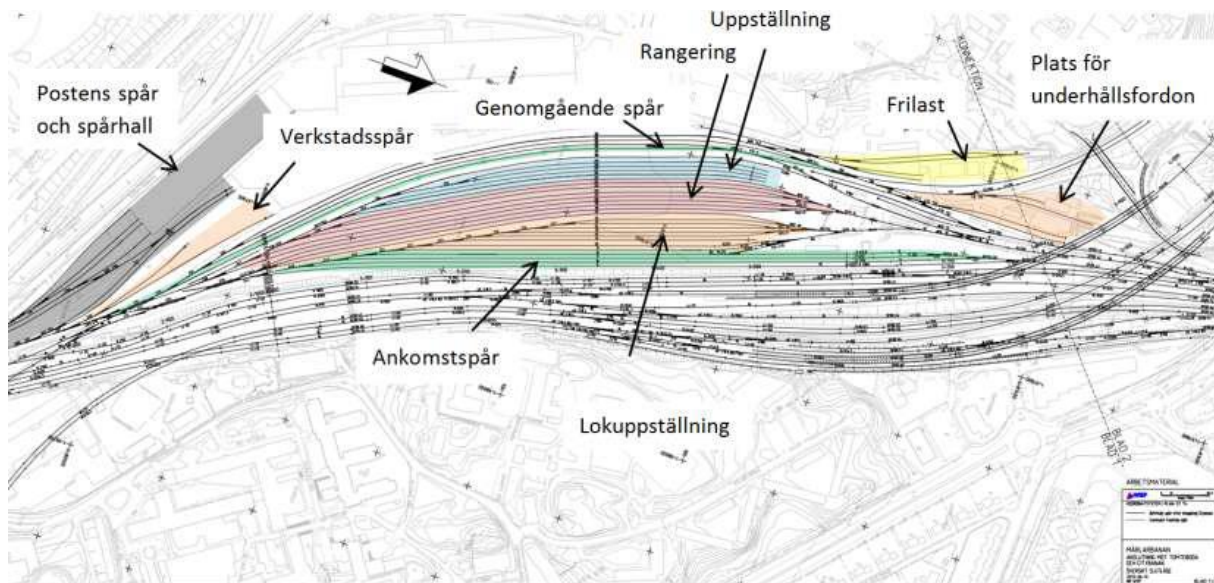
Ytan mellan Postens förra terminalbyggnad och bangården är ca 9 000 m² och arrenderas av fastighetsägarna till terminalbyggnaden; Areim (20%) och Blackstone (80%). Företaget Newsec är fastighetens förvaltare. För närvarande finns det ingen storskalig verksamhet där och nya arrendatorer söks till dessa lokaler, uthyrningen sköts av företaget JLL. Totalt erbjuds ca 30 000 m² lokaler till uthyrning. (www.tomteboda.com)

Tabell 9. Organisationsstruktur i Tomteboda bangård

Infrastrukturägare:
Trafikverket Solna stad Fastighetsägare (Postens gamla terminalbyggnad): Areim (20%) och Blackstone (80%)
Operatörer:
Växlingsoperatör: Green Cargo Järnvägsföretag: Green Cargo
Godskunder:
Älvsby hus Lättklinker betong AB
Övriga intressenter:
Stockholm stad Strukton Rail InfraNord Fastighetsförvaltare av Postens gamla terminalbyggnad: Newsec Ansvarig för uthyrning av Postens gamla terminalbyggnad: JLL

3.2.2 Infrastruktur

Förutom rangering (spår 20-25) innefattar området i Tomteboda även ett antal andra funktioner såsom framgår av Figur 29. Bangården innefattar ankomstspår för ankommande tåg vars vagnar sedan kopplas av och skjuts över vallen som leder till riktningsspåren ("Rangering" i Figur 29).



Figur 29. Funktionsindelning i Tomteboda (WSP, 2013)

Riktningsspåren är mindre än 400 m och således för korta för att hantera svenska fullängdståg (ca 630 m) och långa gränsöverskridande godståg. Detta innebär att tågen måste delas upp och därmed ockupera flera riktningsspår under dess hantering.

Tomteboda erbjuder även spår för uppställning av persontåg, lok och underhållsfordon.

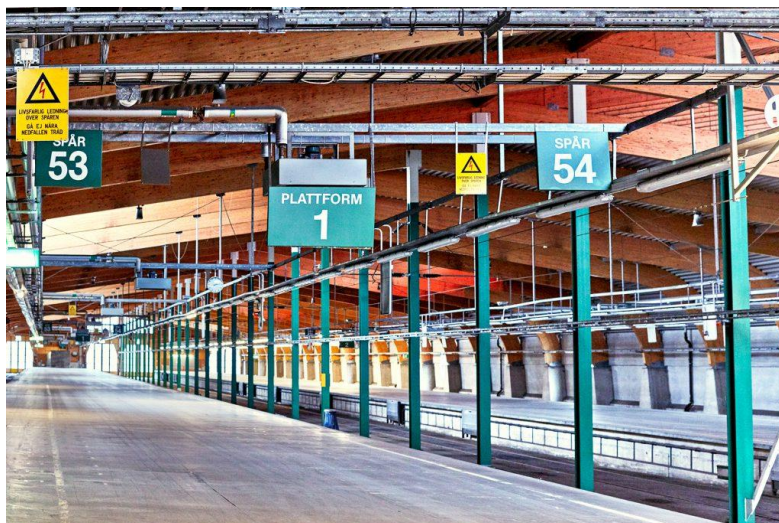


Figur 30. Layout för Tomteboda bangård.

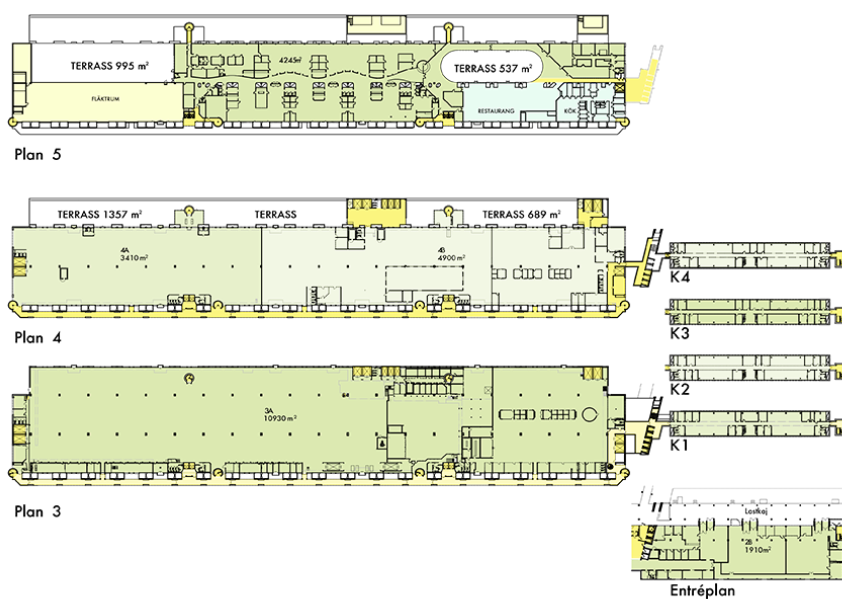
Tabell 10. Tillgängliga spår för uppställning i Tomtebodan. Rangeringsspår 20-25 är inte inkluderade. (JNB 2017 Bilaga 3.A)

Bandel	Trafikplats	Spår-nummer	Längd uppställning (m)	Elektrifiering	Kommentar
403	Tomtebodan	6	616	AC15-16	
403	Tomtebodan	7	532	AC15-16	
403	Tomtebodan	8	308	AC15-16	
403	Tomtebodan	8	141	AC15-16	
403	Tomtebodan	9	356	AC15-16	
403	Tomtebodan	10	312	AC15-16	
403	Tomtebodan	11	308	AC15-16	
403	Tomtebodan	12	238	AC15-16	
403	Tomtebodan	13	209	AC15-16	
403	Tomtebodan	14	180	AC15-16	
403	Tomtebodan	15	302	AC15-16	
403	Tomtebodan	16	250	AC15-16	
403	Tomtebodan	17	208	AC15-16	
403	Tomtebodan	18	483	AC15-16	
403	Tomtebodan	19	494	AC15-16	
403	Tomtebodan	26	376	AC15-16	
403	Tomtebodan	27	376	AC15-16	
403	Tomtebodan	28	289	AC15-16	
403	Tomtebodan	29	289	AC15-16	
403	Tomtebodan	30	395	AC15-16	
403	Tomtebodan	31	569	AC15-16	
403	Tomtebodan	32	415	AC15-16	
403	Tomtebodan	32r	537	AC15-16	
403	Tomtebodan	33r	497	AC15-16	
403	Tomtebodan	40	187	NEJ	
403	Tomtebodan	41	119	AC15-16	
403	Tomtebodan	42	119	AC15-16	
403	Tomtebodan	47stopp	91	AC15-16	
403	Tomtebodan	48stopp	127	AC15-16	
403	Tomtebodan	49stopp	65	AC15-16	
403	Tomtebodan	50	169	AC15-16	
403	Tomtebodan	51	87	AC15-16	
403	Tomtebodan	52	99	AC15-16	
403	Tomtebodan	I5	302	AC15-16	Lastspår
403	Tomtebodan	I6	250	AC15-16	Lastspår
403	Tomtebodan	I7	208	AC15-16	Lastspår

I området finns verkstadsspår samt en spårhall, Figur 31, intill Postens förra terminalbyggnad, Figur 32. I varken spårhallen eller terminalbyggnaden är det för närvarande någon verksamhet i drift i någon större utsträckning.



Figur 31. Spårhall i Tomtebodan (www.tomtebodan.com)



Figur 32. Ytor i Postens gamla terminalbyggnad (www.tomtebodan.com)

Potential till effektiv city logistik

I dag finns intill bangården ett litet område för frilasthantering som används av ett fåtal kunder. Lastplatsen vid Tomtebodas ägs av Trafikverket och ska vara operatörsneutral. Det borde finnas en potential till en utökning av denna verksamhet.

Det torde också finnas möjligheter till distribution och viss lagring och konsolideringsverksamhet. Möjligheten att utnyttja f.d. Postens spårhall och terminalfastighet till dessa ändamål borde tas tillvara. Spårhallen och området intill den marknadsförs för närvarande som "Tomtebodas citylogistik – en lösning för företag med mindre transport och budbilar som vill röra sig i Stockholms innerstad", se Figur 33. Spårhallen erbjuder lagerutrymmen och omlastningsytor med flexibla in- och utlastningsmöjligheter. (www.tomteboda.com) Spåren är dock numera överasfalterade och spårytorna används av lastbilar.



Figur 33. City logistikterminal intill spårhallen som nu används av lastbilar.

I en fördjupad studie bör möjligheterna till en effektiv hantering av vägfordon till och från samt inom godsbangården utvärderas. Kopplingen till vägnätet sker via Terminalvägen. I en fördjupad studie bör kapacitetsanalys utföras avseende potentiella flöden till och från bangården, både på väg och på järnväg, liksom verksamhetens påverkan på omkringliggande trafik.

3.2.3 Teknisk utrustning

Avseende rangering är växlingsloket den viktigaste tekniska utrustningen. Då rangervall och bromssystem är i stort behov av upprustning, används bangården idag som en planväxlingsbangård.

Det finns ingen signalreglering inom bangården, vilket innebär bl.a. trafiksäkerhetsproblem och att det är svårt för flera järnvägsföretag att vara verksamma där samtidigt.

För hantering av tunga intermodala lastbärare (>20 fot) finns idag på bangården en reach-stacker (topplyftstruck). Att det endast finns en överföringsutrustning för dessa lastbärare gör systemet sårbart, då verksamheten riskerar att avstanna vid tillfällen då denna reach-stacker är i behov av reparation och underhåll.

För lättare intermodala lastbärare (≤ 20 fot) utrustade med gaffeltunnlar finns möjligheten att använda gaffeltruckar för överföring mellan tåg och lastbil samt för hantering inom frilastområdet.

Tabell 11. Utvald data avseende huvudsaklig infrastruktur och teknisk utrustning för hantering av gods i Tomteboda rangerbangård.

Antal växlingslok	1
Antal reach-stackers (topplyftstruck)	1
Max. lyftkapacitet	41 ton
Ankomstspår:	5 x ~400 m
Riktningsspår	6 x ~400 m
Totalt antal spår:	11
Total spårlängd för godståg	Ca 4500 m

3.2.4 Trafik

Vagnslasttrafik

Tomteboda används inte längre som rangerbangård utan endast för lokal växling och det är endast två tåg per dag till och från bangården. Dessa tåg ingår i Green Cargos vagnslastssystem. En av de större kunderna med flest vagnar för det ankommande tåget är Älvsby hus som skickar ca 23 vagnar i veckan, motsvarande tre hus från Älvsby till Tomteboda. Enligt intervju med företagets logistikchef Benjamin Blomquist är de mycket nöjda med valet av Tomteboda, framför allt p.g.a. att Tomteboda är det enda frilastområdet i innerstan. Alternativen ligger ute i förorterna, och då deras kunder är utspridda i regionen vill de gärna distribuera från en central nod i Stockholm. Vidare vill de kunna hantera sina husmoduler själva, då det är högvärdigt gods som de är rädda om och vill undvika få skador

på. I Årsta kombiterminal, som är den andra centrala noden för godstransport på järnväg i Stockholm, är säkerhetskraven utformade så att endast terminaloperatören får utföra omlastning. Älvsby hus siktar på fördubbling av trafiken mellan Älvsbyn och Tomteboda.

Den andra stora godskunden som ingår i vagnlasttrafiken till Tomteboda är företaget "Lättklinker betong AB" som fraktar insatsmaterial till byggprojekt i Stockholmsregionen från deras huvudlager i Stenungsund.

Det avgående tåget går till Hallsbergs rangerbangård som är navet för Green Cargos vagnlastssystem och består i hög grad av tomvagnar och vagnar från Jordbro industriområde.

Historiskt har rangeringen i Tomteboda varit mycket omfattande i och med vagnlasttrafiken. Att rangeringen har minskat i Tomteboda beror inte endast på brister i teknisk utrustning utan också på grund av sjunkande efterfrågan. Vagnlasttrafiken har genomgått en nedgång de senaste decennierna både i Europa och i Sverige framförallt på grund av billiga lastbilstransporter. I stället är det systemtåg och i viss mån kombitåg som har ökat (se Figur 6 och Figur 7).

Systemtåg

När det gäller systemtåg har även antalet av dessa tåg till och från bangården tidigare varit på relativt höga nivåer, där PostNords posttåg utgjorde en stor andel av dessa tåg. 2014 hade PostNord 8 tåg/dygn till och från Tomteboda. Efter PostNords flytt till Rosersberg 2016 har dessa tåg till och från Tomteboda försvunnit.

Två fliståg till och från värmeverket vid Värtahamnen har tillkommit 2016 vilka passerar Tomteboda varje dygn, Bandel 405 i Tabell 12.

Tabell 12. Bandelar där Tomteboda ingår.

Bandel	Sträcka från	Sträcka till	Största tillåtna hastighet (km/h)
403	Tomteboda rangerbangård	Huvudsta	20
405	(Tomteboda)	Värtan	50

Kombitrafik

Även kombitrafiken till och från Tomteboda har tidigare varit på högre nivåer. Bl.a. utnyttjades bangården för Coops kombitåg åren 2009-2010. Men Coop valde att investera i egen kombiterminal intill sitt huvudlager i Bro, varvid man undvek matartransporter mellan Tomteboda och Bro. Ytterliggare en bidragande faktor varför Coop valde att lämna Tomteboda var de korta riktningsspåren, vilket innebar att tåget måste delas upp istället för att endast utföra omlastning av intermodala lastbärare. Även störningskänsligheten av att endast ha en reach-stacker innebar att omlastning inte var möjlig vid tillfällena då reach-stackern var i behov av reparation eller underhåll. Av det skälet har Coop i sin nybyggda kombiterminal två reach-stackers.

3.3 Framtidsplaner och påverkande utvecklingsprojekt

Fastighetsägarna till postens gamla terminalbyggnad söker såsom beskrivet ovan nya arrendatorer. Det finns det inga större planer fastlagda för varken byggnaden eller spårhallen. Intill byggnaden projekteras för närvarande en ny bussdepå för SL (Figur 34). Det planeras för att depån får en egen ny direktavfart från Essingeleden.



Figur 34. SL:s planerade bussdepå i Tomteboda. (www.tomteboda.com)

Som nämnts i föregående kapitel har behovet av godstrafik i Tomteboda minskat framför allt p.g.a. vagnslasttrafikens nedgång och att posttrafiken flyttat till den nya terminalen i Rosersberg. Behovet av service- och uppställningsmöjligheter för resandetåg är dock stort i Stockholmsområdet, i synnerhet med tanke på de utbyggnader som pågår och avregleringen av persontrafiken. Ostlänken planeras att börja byggas ut från 2018, vilket även ökar behovet av uppställningskapacitet, serviceanläggningar och depåer i Stockholm. Att utnyttja Tomteboda för dessa ändamål skulle därför kunna vara lämpligt. Även för den upprustning av broarna till Stockholm central de utbyggnader i Hagalund och, som är planerade att ske somrarna 2018-2020, kan Tomteboda komma att spela en viktig roll. Älvsjö och även Tomteboda skulle kunna användas för uppställning och vändning av tåg (Trafikverket, 2016).

Ytterligare planer från Trafikverket som påverkar Tomteboda är de som berör rangerbangårdar av kategori 2 d.v.s. rangerbangårdar utan ett aktivt rangerbromssystem där Tomteboda ingår, se kapitel 3.1. Under projektets gång har det framkommit att en del av den nationella strategin för rangerbangårdar är att rangervallen byggs bort i dessa rangerbangårdar och ersätts med långa genomgående spår, vilket skulle möjliggöra mottagandet av långa godståg. I dessa noder kommer långa tåg att kunna delas i grupper av vagnar, exempelvis två grupper med två skilda destinationer, istället för att rangering av enskilda vagnar. Behovet av rangering av enskilda vagnar är så pass lågt på dessa ställen att investeringskostnaden för upprustning av bromssystem och rangervall inte anses vara lönsamt och planväxling anses vara tillräcklig effektiv för tågproduktionen.

Kombiterminaler och frilastområden i Stockholms innerstad samt Mälarbanans utbyggnad

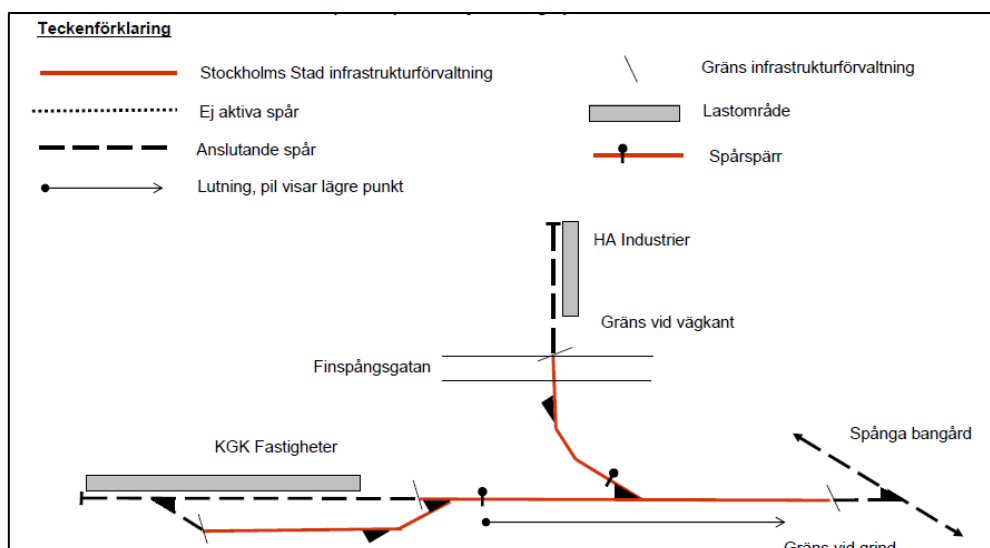
När det gäller frilasthantering kommer förmodligen Tomtebodas att spela en ännu viktigare roll i framtiden. Två av alternativen för frilasthantering i Stockholmsområdet, Sundbyberg och Lunda/Spånga är beroende av projektet med utbyggnad av Mälarbanan, (Figur 35), implementeringsfas 2012-2028.



Figur 35. Projekt Mälarbanan. Källa: Thomas Öhrling

Mälarbanans två spår byggs ut till fyra mellan Tomteboda och Kallhäll, då det råder en kapacitetsbegränsning på dessa två spår och det finns behov av fler tåg. Heterogen trafikering bidrar ytterligare till kapacitetsbegränsningen på banan då fjärrtåg, regionaltåg och godståg kommer ikapp pendeltågen med stopp vid varje station. När fyrspåret byggs kommer de nuvarande pendeltågsstationerna i Sundbyberg, Barkarby och Kallhäll att byggas om och det tillkommer broar och tunnlar längs sträckan ([TrV, 2017](#)).

Enligt information från Trafikverket kommer frilastområdet i Sundbyberg att stängas av, medan det i Lunda industriområde intill Spånga bangård behålls. Lunda består av ca 900 m spår och 4 växlar, se Figur 36. Till Stockholms Stads spår i Lunda är tre spårssystem anslutna: Spånga bangård, HA Industrier AB och KGK Fastigheter Lunda AB.

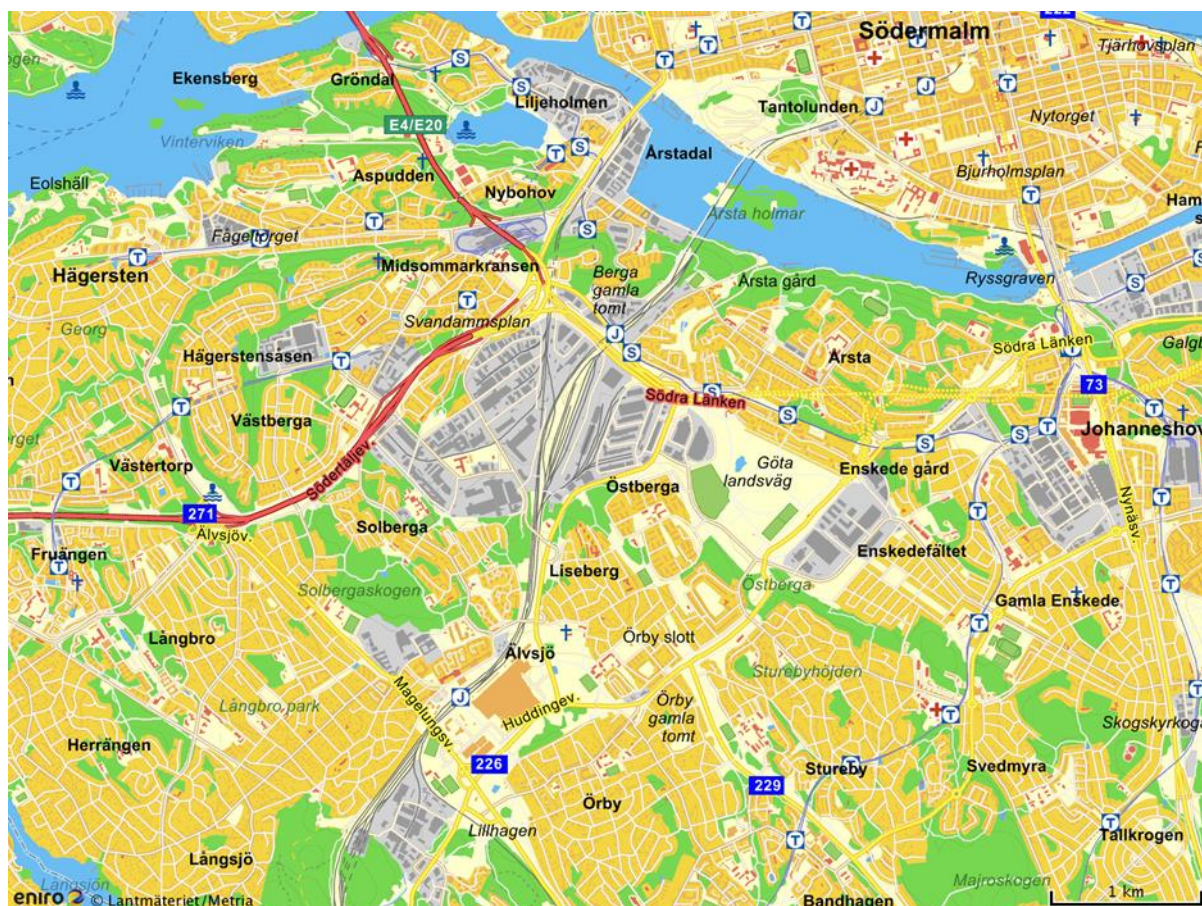


Figur 36. Principskiss järnvägsspår i Lunda industriområde och Spånga bangård (Stockholms stad, 2009)

Tomteboda ser därmed ut att spela en ännu viktigare roll i framtiden som ett av få alternativ för frilasthantering i Stockholmsområdet. Betraktat som alternativ för intermodal omlastning och frilasthantering, framträder Tomteboda som en mycket viktig godsnod i Stockholms stadsområde, en central plats som kan bidra till att skapa ett bättre och mer optimerat distributionsnät i Stockholm. Både kombiterminalerna i Årsta och den i Rosersberg, visar på grund av deras lokalisering (norr respektive syd om Stockholms innerstad) samt deras inneboende egenskaper (se bl.a. nästa kapitel), att Tomteboda kan komma att spela en viktig roll även för kombitrafiken, framför allt som ett komplement till dessa två kombiterminaler.

3.4 Årsta/Västberga – en knutpunkt söder om staden

Ett alternativ till Tomtebodan är Årsta/Västberga, som är en godsnod söder om Stockholm, vilken i många avseenden liknar Tomtebodan. Någon fullständig utvärdering görs emellertid inte av Årsta/Västberga utan denna nod beskrivs endast översiktligt. I Årsta finns i dag en kombiterminal med en cross-dock-anläggning och en bangård, kallad Älvsjö godsbangård. Intill kombiterminalen ligger partihallarna men delar av dessa har flyttat till Botkyrka. Det finns också industrispår till Västberga och Liljeholmen, se Figur 37.

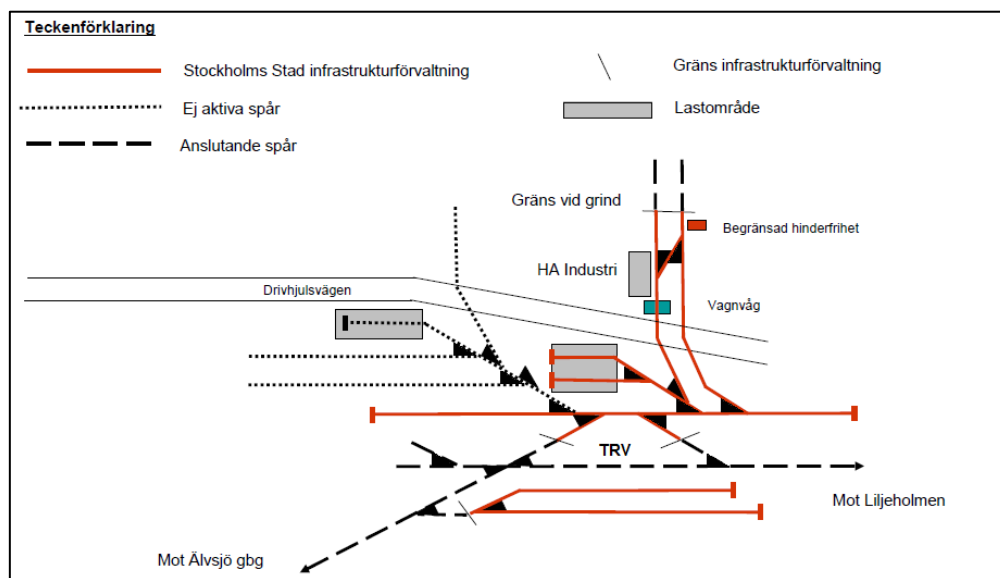


Figur 37: Årsta/Västberga ligger centralt i infarten till Stockholm söderifrån och nära Essingeleden och södra länken.

Godsverksamhet har bedrivits sedan länge i Liljeholmen där stambanan gick ända till den första Årstabron invigdes 1929. I Liljeholmen fanns omfattande industriområden och även produktionsanläggningar för järnvägens behov. Liljeholmens industriområde inriktades under 1960-talet huvudsakligen på lagerverksamhet för att senare på 1990-talet kontoriseras och exploateras med stora bostadshus. Liljeholmen är fortfarande kopplad till Västberga genom industrispår, men verksamheten är liten och godstrafiken på järnväg minimal. Järnvägen delar numera spår med snabbspårvägen i Liljeholmen. Det är sannolikt en tidsfråga innan all industri och järnvägstrafik försvinner från Liljeholmen.

Däremot har industriområdet i Västberga utvecklats successivt och flera stora lastbilsspeditorer har terminaler där, bl.a. DHL och Västberga Åkeri. Tidigare har här funnits

omfattande järnvägstrafik till industrier och terminaler, men den är av mycket liten omfattning numera och spåren har successivt rivits upp. De kvarvarande industrispåren i Västberga bestod 2009 av ca 1 km spår och nio aktiva växlar, se Figur 38. Det fanns två frilastspår om sammanlagd längd på 150 m vilka ingår i spårlängden 1 km ovan (TrV, 2009).



Figur 38. Principskiss järnvägsspår i Västberga (Stockholms stad, 2009)

I utkanterna av Västberga finns ett exploateringsstryck, vissa industrier har omvandlats till handel och bostäder har byggts och planeras nu att byggas på industriområdet vid Årstaberg.

Det var efter att partihallarna etablerades i Årsta 1956 som den nuvarande kombiterminalen byggdes upp. Det fanns då också en omfattande vagnslasttrafik med kylvagnar till partihallarna. Älvsjö godsbangård användes bland annat för denna. Även posten hade en terminal i Årsta, dit det byggdes ett elektrifierat industrispår på 1980-talet som nästan aldrig användes och nu har rivits upp. Älvsjö godsbangård används numera främst för trafiken mot Jordbro på Nynäsbanan och för att bilda tåg från kombiterminalen.

Kombiterminalen i Årsta är nu den stora kvarvarande verksamheten som har järnvägen som bas. Den ägs av Jernhusen som har investerat ca 400 miljoner kronor i den nya terminalen som officiellt öppnades i maj 2014. De har skaffat två nya portalkranar och byggt en stor cross-dock-anläggning för trailers som bl.a. används av ICA. Det finns cirka 100 parkeringsplatser för påhängsvagnar längs spåren och utanför dessa en liten yta för lagring av laster och parkering av lastbilar, se Figur 40.

Den intermodala terminalen hanterar mestadels påhängsvagnar - ca 80 % av alla inkommande enheter - och endast ett litet antal containers, främst tankcontainers, ca 20 % av alla inkommande enheter. Terminalen är relativt liten jämfört med andra terminaler som

huvudsakligen hanterar containrar. På grund av att det inte finns någon staplingsutrustning, såsom truckar för stapling av flera behållare ovanpå varandra, kan terminalen inte hantera några stora mängder containers som måste lagras i terminalområdet under en längre period.

Terminalen består av fyra spår under kranarna som är 520-540 meter långa. Därför kan ett svenskt fulllängdståg på ca 630 meter inte hanteras på ett spår utan måste splittras i t.ex. 13 och 5 tvillingvagnar på två spår. På sikt är det önskvärt att kunna hantera 740 m långa tåg som måste byggas ut i det Trans-Europeiska Nätverket (TEN) senast 2030. Bl.a. södra stambanan ingår i TEN. Huvudskälet bakom de korta spårlängderna är att Trafikverket inte kunde göra mer mark tillgänglig när terminalområdet byggdes om 2014.

Jernhusen äger terminalen men anlitar underentreprenörer för att driva verksamheten. Från och med 1 januari 2017 är Väste Trafik huvudterminaloperatör, tidigare har de endast levererat växlingstjänster till terminalen.

Terminaloperatören tar ut en avgift för varje omlastning som utförs av kranarna, vilken Jernhusen också tar ut en viss procentandel av. Terminaloperatören tar också ut en avgift av järnvägsoperatörerna för varje tågset som växlas in till terminalspår. Därför finns det ett incitament att öka antalet omlastningar som utförts på terminalen. Den största järnvägsoperatören som för närvarande använder terminalen är Green Cargo.

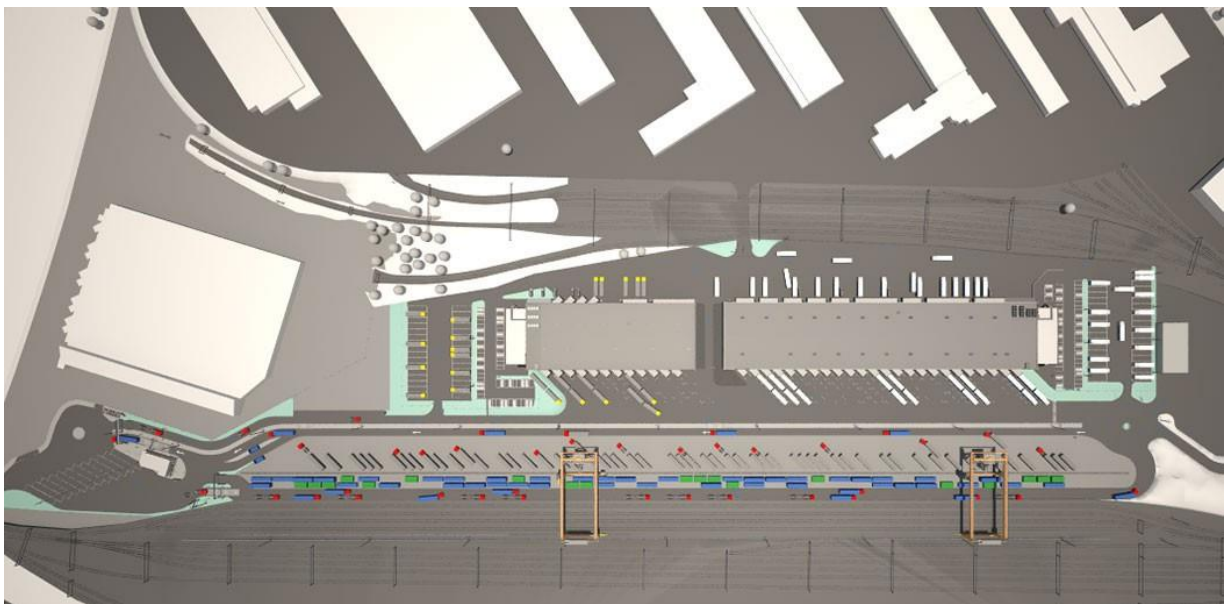
Ett lokalt företag "Kyl & Frysexpressen" hanterar hela cross-docklagret för kylvaror (Cross-dock B i Figur 39). Kyl & Frysexpressen är också distributören för Sveriges största grossist ICA i innerstaden och södra Sverige. Det sammanlagda området för hantering av kylda varor (Croos-Dock B) är 9500 m². den andra cross-dock-anläggningen för kolonialvaror (Cross-Dock A) är 5500 m², drivs av ett annat företag "Mertz" och en stor svensk matleverantör "Pågen".

Terminaloperatören använder ett IT-system som implementeras hos majoriteten av Jernhusens terminaler för att samla information om avlastare, enhetslast och lastegenskaper etc. Systemet har integrerat flera tidigare system och har därmed för avsikt att skapa en IT-standard för svensk intermodal trafik. När det gäller gränssnittet mot systemet använder järnvägsoperatörerna emellertid olika system för att rapportera sina ankomster och vad de bär, varav den senare beror på avlastarens rutiner för informationsutbyte.

För både inkommande och utgående frakt från terminalen finns för närvarande ett begränsat digital informationsutbyte mellan de berörda aktörerna, dvs järnvägsoperatörer, vägtransporter och terminaloperatören. Detta innebär att terminaloperatören inte kan exakt känna till ETA (Expected Arrival Time) för varken godståg eller lastbilar. Även om det normalt finns en ETA för ankomståg, blir den inte automatiskt vidarebefordrad av terminaloperatören till vägtransportörer och vid avvikelser anländer lastbilar till terminalen utan förhandsanmälan [Jacobsson et al., 2017].



Figur 39: Stockholm Årsta kombiterminal [Källa: Jernhusen]

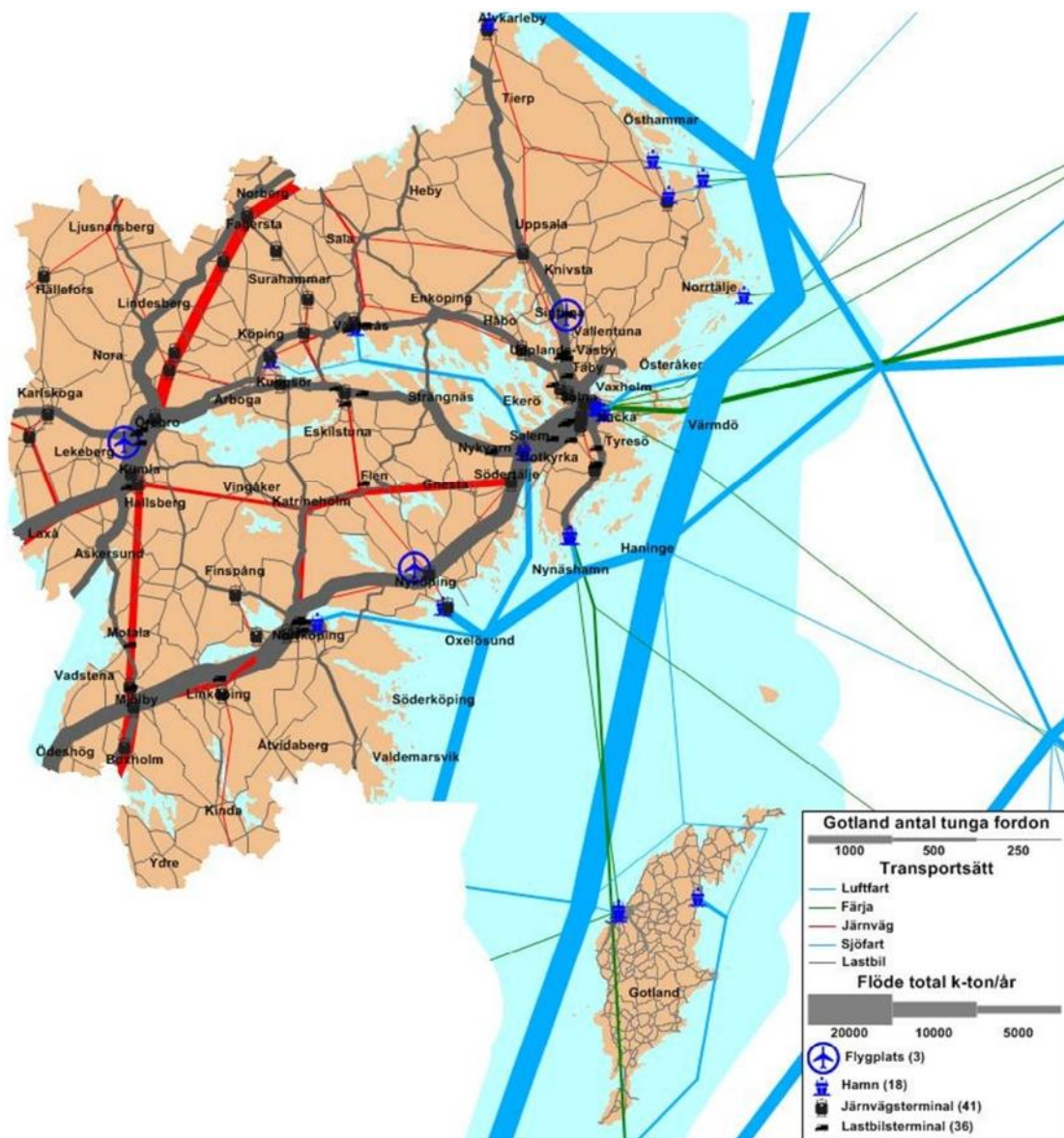


Figur 40: Plan över Stockholm Årsta kombiterminal [Källa: Jernhusen, 2015]

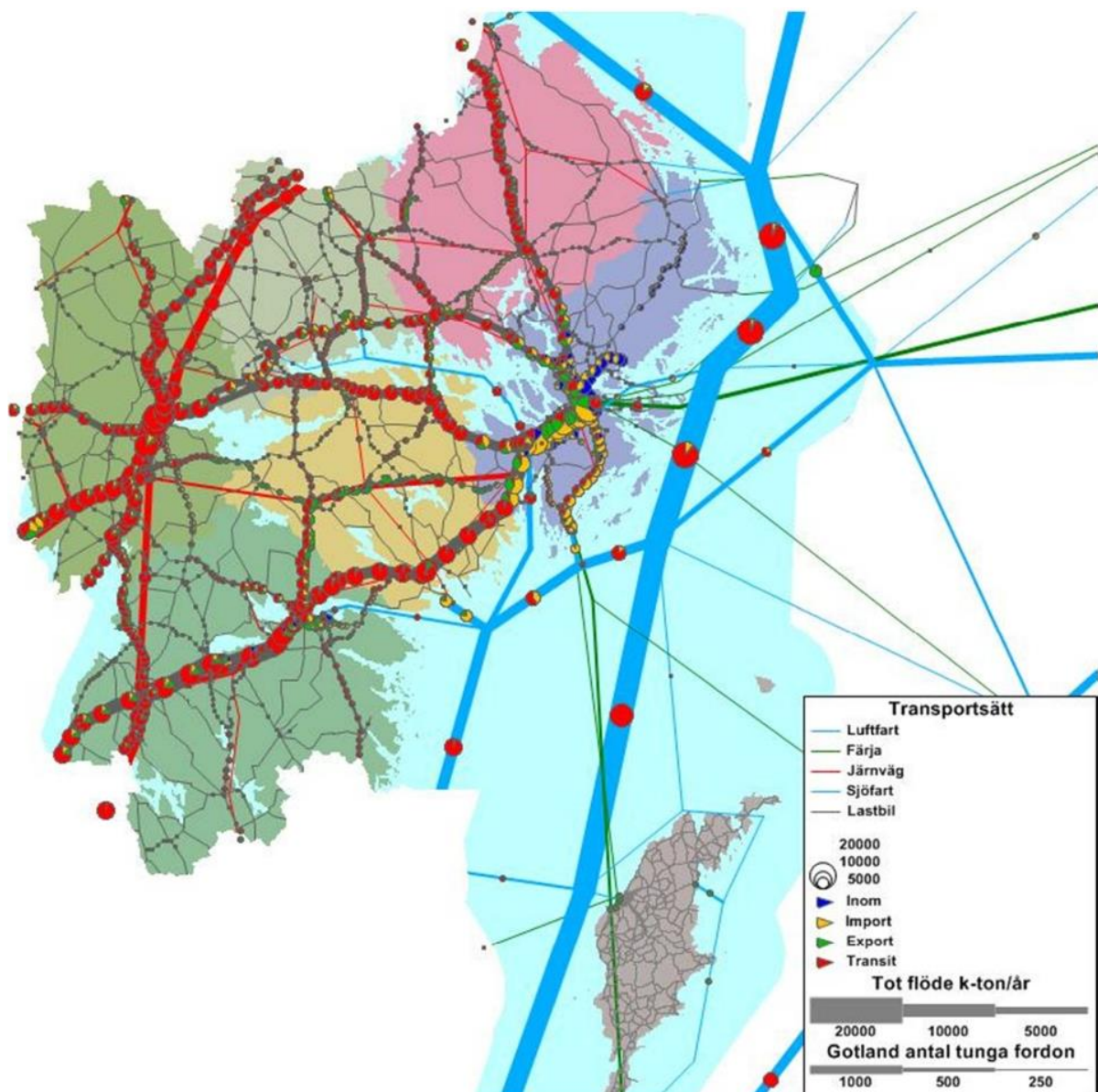
4 Översikt över flöden och godskorridorer

4.1 Godsflöden i Stockholmsregionen

Som ett slutresultat av studien 'En Bättre Sits' (Mälardalsrådet, 2013), vars syfte var att kartlägga godstransporter i Östra mellansverige (ÖMS), illustrerar Figur 41 och Figur 42 godsflöden för respektive transportslag till, från och inom regionen.



Figur 41. Totala godstransporter 2013 för respektive transportslag i Östra Mellansverige, exklusive luftfart. (Mälardalsrådet, 2013)



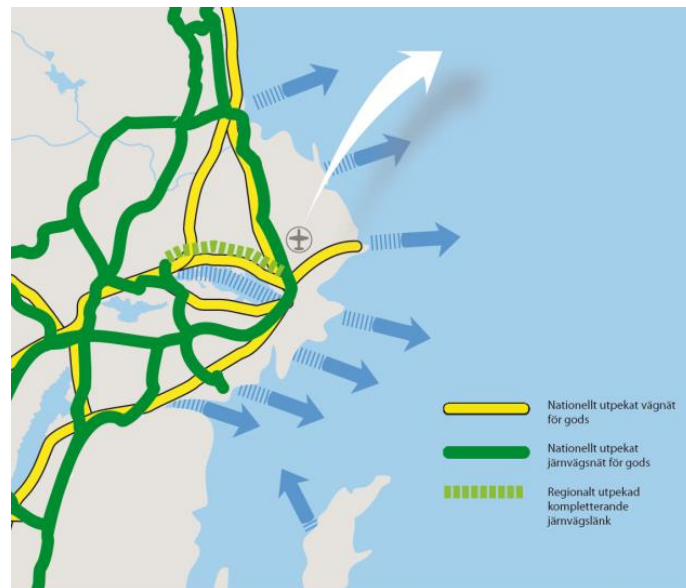
Figur 42. Totala transporter i ÖMS och import, export, transit och inom-läns-transporter med avseende på respektive län i ÖMS. Transporter visas i tusentals ton/år. (Mälardalsrådet, 2013)

4.1.1 Översikt av godskorridorer

Figur 43 illustrerar de nationellt utpekade godsstråken i Östra mellansverige. I detta kapitel beskrivs de huvudsakliga godsflödena i regionen som belastar dessa *korridorer/stråk* i regionen, flöden som skulle kunna ligga till grund för ett regionalt kombitrafikssystem där Tomtebodabangård ingår.

Trafikverket använder i sin planeringsverksamhet begreppet *stråk*, som för järnvägstrafik avser en avgränsad bana. Ett intressant stråk är norr om Mälaren längs med Mälärbanan och på väg E18. Idag är detta ett nationellt utpekat stråk för godstransporter på väg, men regionalt utpekat som en kompletterande järnvägslänk. Behovet av en kompletterande järnvägslänk grundar sig bl.a. på den kapacitetsförbättring som genomförts på Mälärbanan

samt de utbredda transporterna av enhetslastat gods till och från Stockholmsregionen längs detta stråk, illustreras bl.a. av Figur 54. Huvudsaklig terminalsstruktur i Mälardalen för den svenska dagligvaruhandeln.



Figur 43. Nationellt utpekade godsstråk i Östra Mellansverige (GR, 2013)

Utifrån de största godstransportflödena på väg- och järnväg i regionen har ett antal korridorer identifierats, se Figur 44. Det finns intermodala terminaler inom korridorerna samt i deras ändar, vilka ger möjlighet till överflyttning mellan olika transportslag. De korridorer där Tomtebodas rangerbangård kan innefattas beskrivs vidare i detta kapitel. En fullständig beskrivning av övriga korridorer återfinns i rapporten Kordnejad et al. (2016).



Figur 44. Godskorridorer i Mälardalen. (Behzad Kordnejad, 2016)

Mälarkorridoren (3)

Järnväg:

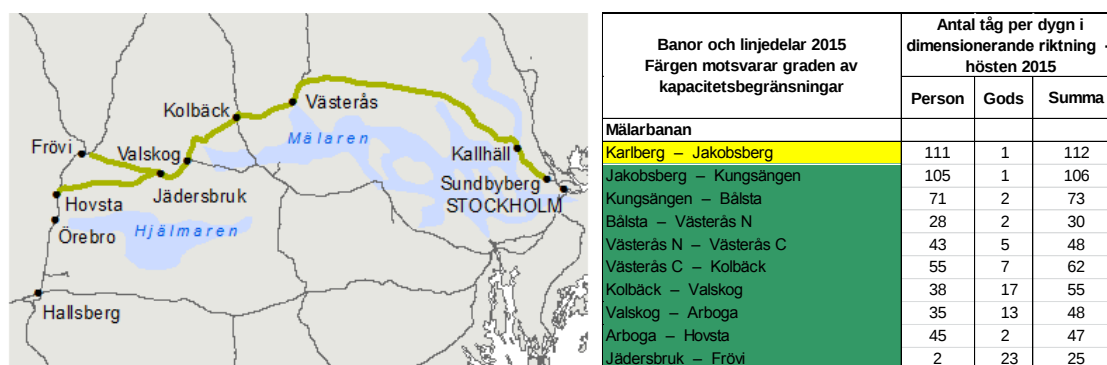
Mälarbanan går från Frövi/Hovsta norr om Örebro via Västerås till Stockholm, se Figur 45. Godstransporterna på järnväg är inte särskilt omfattande på Mälarbanan. Idag trafikeras banan lite för godstransporter väster om Västerås, maximalt två tåg per dygn. Öster om Västerås däremot är det betydligt högre trafikering t.ex. Västerås – Kolbäck trafikeras med maximalt 17 godståg per dygn. Det finns möjligheter att öka järnvägstrafiken i denna korridor bl.a. p.g.a. den kapacitetsförbättring som genomförts på Mälarbanan med spårutbyggnad till fyrsparig bana för Kallhäll – Stockholm central.

Väg:

Mälarkorridoren går från Hallsberg, via Örebro, Västerås och Enköping till Stockholm, och är ett viktigt godsstråk för vägtransporter från västra Sverige och via E18 i Mälardalen mot Stockholm.

Kombitransporterna:

En stor del av transporterna är enhetslastade och går idag på väg, vilket bl.a. framgår av kapitel 4.1.4 Dagligvaruhandeln. Detta innebär i teorin en stor potential till överflyttning från väg till intermodala transporter. I praktiken är Jernhusens kombiterminal i Västerås för närvarande inte i drift och därmed saknas möjlighet till effektiv intermodal omlastning i dag.



Figur 45. Mälarbanan (Källa: Trafikverket)

Svealandskorridoren (4)

I Svealandskorridoren ingår västra stambanan och Svealandsbanan, se Figur 46 och Figur 47.

Järnväg:

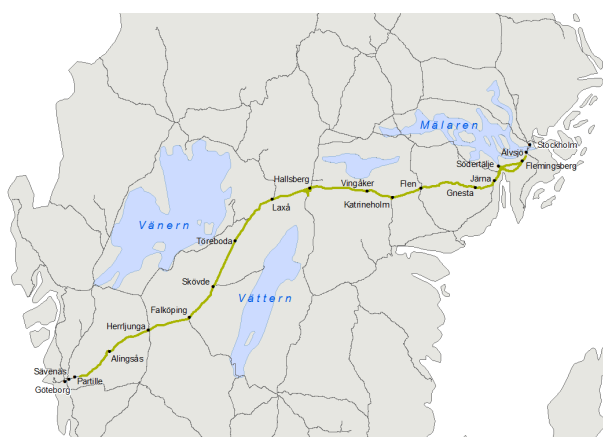
Godsflöden på järnväg i Mälardalen till och från Stockholmsregionen belastar Svealandskorridoren söder om Mälaren mer än de gör i Mälarkorridoren. Svealandskorridoren går via Västra stambanan och Hallsberg och Flen alternativt på Svealandsbanan via Eskilstuna och Södertälje till Stockholm.

Väg:

Godsflöden på väg går på E20 mellan Södertälje, Nykvarn, Strängnäs, Eskilstuna och Arboga där den sammanläknas med E18. Flödena på väg är betydligt större än de på järnväg, se Figur 41, merparten är ämnad för transit, se Figur 42.

Kombitransporterna:

I korridoren transporteras mycket enhetsberett gods framför allt väster- och söderifrån, på både järnväg och väg.



Banor och linjedelar 2015 Färgen motsvarar graden av kapacitetsbegränsningar	Antal tåg per dygn i dimensionerande riktning – hösten 2015		
	Person	Gods	Summa
Västra stambanan			
Stockholm C – Stockholm S	290	7	297
Stockholm S – Älvsjö (i)	183	7	190
Stockholm S – Älvsjö (y)	107	0	107
Älvsjö – Flemingsberg (i)	89	10	99
Älvsjö – Flemingsberg (y)	102	0	102
Flemingsberg – Södertälje Syd Ö	100	9	109
Flemingsberg – Tumba	93	2	95
Tumba – Södertälje hamn	81	2	83
Södertälje H – Södertälje C	115	0	115
Södertälje H – Järna	27	2	29
Södertälje Syd Ö – Järna	82	9	91
Järna – Gnesta	94	10	104
Gnesta – Flen	68	10	78
Flen – Katrineholm	84	10	94
Katrineholm – Hallsberg	46	12	58

Figur 46. Västra stambanan (Källa: Trafikverket)



Banor och linjedelar 2015 Färgen motsvarar graden av kapacitetsbegränsningar	Antal tåg per dygn i dimensionerande riktning – hösten 2015		
	Person	Gods	Summa
Svealandsbanan			
Södertälje – Nykvarn	35	2	37
Nykvarn – Laggesta	18	1	19
Laggesta – Eskilstuna	35	1	36
Eskilstuna – Folkesta	35	6	41
Folkesta – Rekarne	69	10	79
Rekarne – Valskog	31	8	39
Akers Styckebruk – Grundbro	0	1	1

Figur 47. Svealandsbanan (Källa: Trafikverket)

E4 - Södra korridoren (5)

Järnväg:

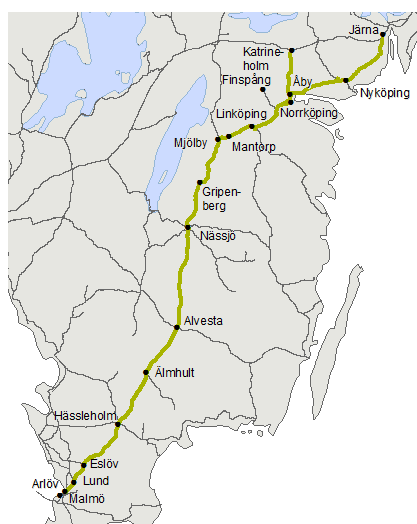
Huvudstråket för järnvägstrafiken är Norrköping – Katrineholm – Södertälje, se Figur 48 varför godsflödena på järnvägen Norrköping – Nyköping – Södertälje inte är särskilt omfattande. Kapaciteten i järnvägssystemet är ansträngd särskilt mellan Linköping och Norrköping.

Väg:

E4:ans södra korridor, via Linköping, Norrköping, Nyköping och Södertälje till Stockholm, är Östra mellansveriges mest trafikerade godsstråk på vägsidan och ingår i ett nationellt viktigt vägstråk från södra Sverige, via Stockholm och vidare till norra Sverige.

Kombitransporter:

Till Skåne importeras en stor mängd enhetslastat gods, både på land och till sjöss. Merparten av dessa flöden ska transporteras vidare norrut varav en stor andel transporteras till Mälardalen. Merparten av transporterna går då på väg förutom i enstaka fall. Ett exempel på gränsöverskridande kombitågssystem är Samskip van Dierens tåg mellan Duisburg i Tyskland och Katrineholm som går sex dagar i veckan. Ett exempel på ett nationellt kombitransportsystem inom Sveriges gränser är Coops tåg mellan Malmö och deras centrallager i Bro, där större delen av lasten på tåget hämtas upp från dagligvaruleverantörer lokaliserade i Skåne alternativt består av importvaror. Detta går via Mälarbanan till Bro.



Banor och linjedelar 2015 Färgen motsvarar graden av kapacitetsbegränsningar	Antal tåg per dygn i dimensionerande riktning – hösten 2015		
	Person	Gods	Summa
Södra stambanan			
Järna – Nyköping	33	0	33
Nyköping – Åby	34	2	36
Katrineholm – Åby	40	9	49
Åby – Norrköping	58	11	69
Norrköping – Linköping	93	11	104
Linköping – Mjölby	67	7	74

Figur 48. Södra stambanan (Källa: Trafikverket)

E4 - Norra korridoren (6)

Järnväg:

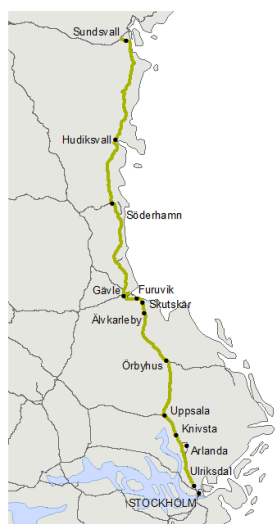
Järnvägen i den norra korridoren utgörs av Ostkustbanan Stockholm-Uppsala-Gävle-Sundsvall, se Figur 49. Det går inte så många godståg på Ostkustbanan. Kapacitetsutnyttjandet är högt med många persontåg, särskilt från Stockholm central fram till norr om Uppsala, vid Samnan och Tierp. Norr om Gävle är banan enkelspårig. Korridoren kommer dock få ökat kapacitet då Ostkustbanan byggs ut.

Väg:

Norra E4-korridoren går från Stockholm, via Uppsala upp till Gävle och norra Sverige. Korridoren är ett viktigt godsstråk framför allt på vägsidan. Godsflödena är dock inte lika omfattande som i den södra korridoren, då en stor mängd av det godset har sin målpunkt i Stockholm. En stor andel enhetslastat gods går via korridoren till hamnen i Kapellskär som saknar järnvägsanslutning och används idag som Ro-Ro-hamn för godstransporter.

Kombitransporter

Korridoren kan även få mer godsflöden på järnväg tack vare kombiterminalen i Rosersberg som invigdes 2016. Rosersberg är starkt sammanlänkad med containerflöden till och från Gävle hamn.



Banor och linjedelar 2015 Färgen motsvarar graden av kapacitetsbegränsningar	Antal tåg per dygn i dimensionerande riktning – hösten 2015		
	Person	Gods	Summa
Ostkustbanan			
Stockholm C – Karlberg (l)	195	0	195
Stockholm C – Karlberg (y)	173	3	176
Karlberg – Skavstaby (i)	116	1	117
Karlberg – Skavstaby (y)	149	1	150
Skavstaby – Märsta	103	2	105
Märsta – Myrbacken	30	4	34
Skavstaby – Arlanda Nedre	159	0	159
Arlanda Nedre – Myrbacken	73	0	73
Myrbacken – Uppsala	103	3	106
Uppsala – Samnan	122	6	128
Samnan – Tierp	62	3	65

Figur 49. Ostkustbanan (Källa: Trafikverket)

Nynäsbanan-RV73 (7)

Järnväg:

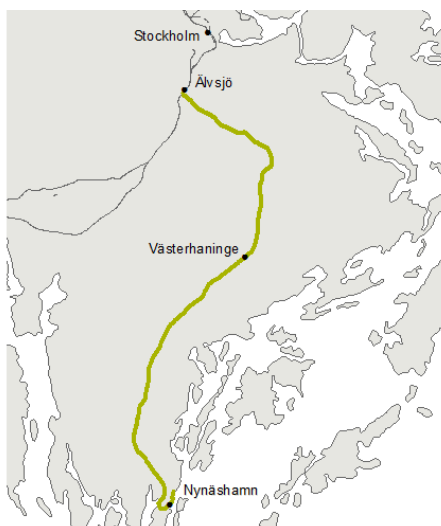
Nynäsbanan går från Älvsjö till Nynäshamn, se Figur 50. Nynäsbanan är tätt trafikerad av pendeltåg och det finns lite godstrafik med undantag av mellan Västerhaninge och Älvsjö, framför allt till de varuhanterande verksamheterna i Jordbro. Banan är dubbelspårig ned till Tungelsta, men en utbyggnad är planerad hela vägen till Nynäshamn.

Väg:

Flöden längs denna korridor domineras kraftigt av vägtransporter, se Figur 41.

Kombitransporter

En stor potential finns då Frihamnen kommer att flytta sin verksamhet till containerhamnen i Norvik som börjat byggas.

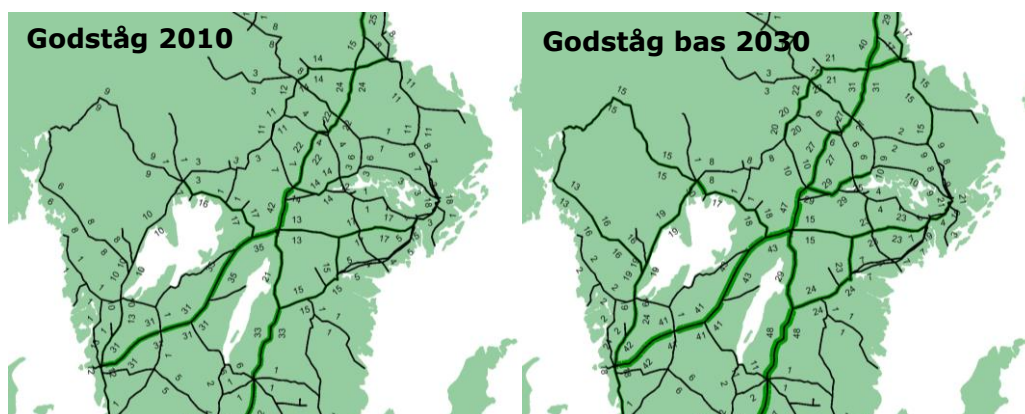


Banor och linjedelar 2015 Färgen motsvarar graden av kapacitetsbegränsningar	Antal tåg per dygn i dimensionerande riktning – hösten 2015		
	Person	Gods	Summa
Nynäsbanan			
Ävsjö – Västerhaninge	80	2	82
Västerhaninge – Tungelsta	35	0	35
Tungelsta – Nynäshamn	69	0	69

Figur 50. Nynäsbanan (Källa: Trafikverket)

4.1.2 Prognoser för antal godståg 2030

Av Figur 51 framgår antalet godståg på järnvägsnätet i Mellansverige 2010 och en basprognos för 2030. I basprognosen har antalet godståg utökats proportionellt mot ökningen i godsvolymer. Hänsyn har inte tagits till möjligheterna att öka fyllnadsgraden eller att köra längre godståg. Det är dels en generell ökning av godsvolymer och antalet godståg med 47 % dels en viss omfördelning mellan de olika linjerna. En större andel av godstågen går via Mälärbanan och Svelandsbanan på grund av att där finns mer ledig kapacitet än på västra stambanan.



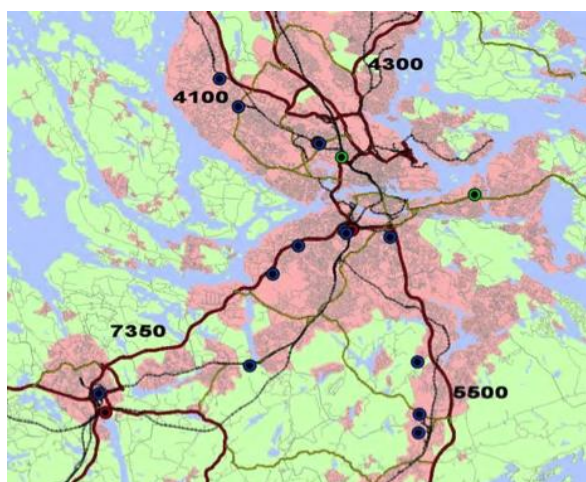
Figur 51. Antal godståg per dag och riktning på järnvägsnätet i Mellansverige 2010 och basprognos till 2030. Källa: Nelldal-Wajzman 2016.

4.1.3 Stockholms län

Regionerna vidgas med hjälp av snabba transportmöjligheter som knyter ihop människor och företag. Effektiva stadsgodstransporter är också avgörande för en expansion och en hållbar ekonomisk tillväxt. Storstadsregioner kräver godstransporter som ofta kategoriseras av ett inflöde av livsmedel och konsumentvaror och ett utflöde av återvunnet material och avfall som inte kan alltid tas om hand lokalt. Inom storstadsområden finns hamnar, terminaler och lagringsutrymmen som kräver inkommande och utgående transporter. Detta är också fallet för Storstockholm med omnejd.

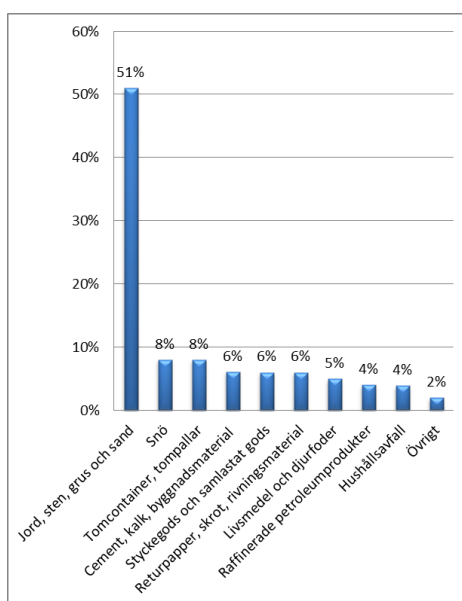
Då städer växer och tillgänglig mark exploateras, skjuts godsrelaterade anläggningar mot utkanten av staden där marken fortfarande är tillgänglig. Denna utveckling kan i många fall leda till mindre effektiva transportsystem, se vidare nästa kapitel om flyttning av frihamnen från Värtan till Norvik. Möjligheterna att använda järnväg eller sjöfart kan minska när de flyttas längre utanför staden. Om det då blir längre matartransportavstånd och det krävs ytterligare en omlastning går ofta transporten hela vägen med lastbil. När terminalerna flyttar till utkanten av staden måste transporterna gå på väg till stadskärnorna och då ofta i trängsel med privatbilar och bussar i rusningsriktningen till och från staden. Det kan också innebära att mindre lastbilar används för distribution vilka inte är lika effektiva som större.

Terminaler i ett centralt läge å andra sidan är ofta i konkurrens med bostadsområden. Det finns en tydlig struktur när det gäller placeringen av terminaler i Storstockholmsområdet. Terminalerna är placerade strategiskt när det gäller infrastruktur, det vill säga nära stora väg- och järnvägslinjer och hamnar. I Stockholm tenderar terminaler att vara mer utspridda än i Göteborg och Malmö. Som framgår av Figur 52 finns ett **kluster av terminaler i Västberga/Årsta**, strax söder om centrala Stockholm, där några stora godskunder, en kombiterminal, ett samlastningsföretag och ett antal stora åkerier har sin verksamhet. Det finns också ett antal terminaler i Stockholm stad och Solna stad, framförallt **Tomtebodas och Spånga**, samt ett antal andra längre ut från staden.



Figur 52. Lokalisering av terminaler och antal tunga lastbilar i genomsnitt per dag i Stockholm (Trafal, 2012)

I Sverige liksom i Stockholms län dominerar lastbilstrafiken transporter för varugruppen "Jord, sten, grus och sand", huvudsakligen byggtransporter. Av Figur 53 framgår att under 2010 stod denna varugrupp för 51 % av all fraktvoly mätt i ton som skickades inom länet. "Snö" och "Tomcontainrar och tompallar" stod för 8 % vardera; "Cement, kalk och byggmaterial", "styckegods och samlastat gods" och "Returpapper, skrot rivningsmaterial" för 6 % vardera; "Livsmedel och djurfoder" 5 % och "raffinerade petroleumprodukter" och "hushållsavfall", svarade för 4 % vardera. De flesta av varugrupperna ovan innehåller råvaror som är tunga och därmed får de stor inverkan. "Livsmedel och djurfoder" är också en viktig handelsvara i regionen, eftersom det är den folkrikaste regionen i Sverige. 65 % av allt gods som transporteras inom länet, genomfördes på avstånd kortare än 30 km. (Trafa, 2012)



Figur 53. De största varugrupperna som transporterades inom Stockholms län (Trafa, 2012).

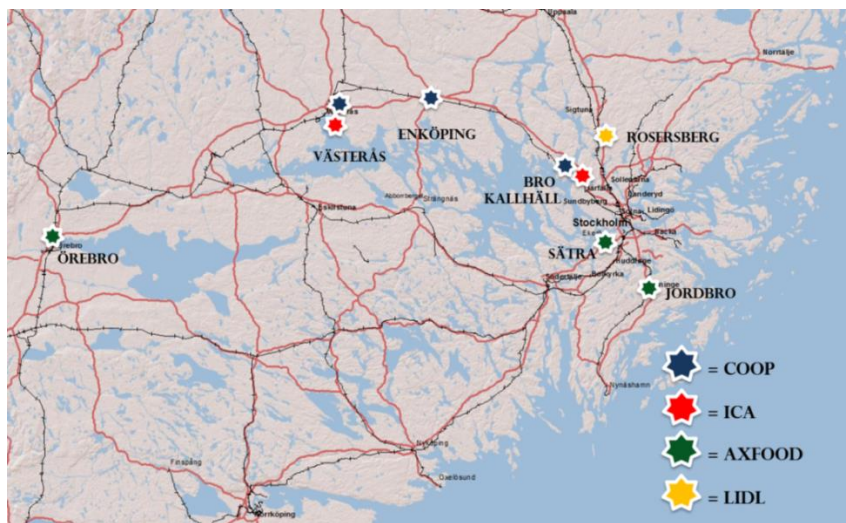
Den totala godsmängden som lastades på lastbilar för inrikestransporter i Stockholms län var 41,8 miljoner ton under 2014. 77 % av vikten var gods som skulle till det egna länet och 23 % skulle till andra län, se Tabell 13. Samma år lossades 44,7 miljoner ton gods i Stockholms län, varav 72 % kom från egna länet och 28 % från andra län (Trafa, 2015)

Tabell 13. Inrikes godstransporter med svenska lastbilar. Lastade och lossade godsmängder efter län samt efter destination respektive ursprung, 2014. (Trafa, 2015)

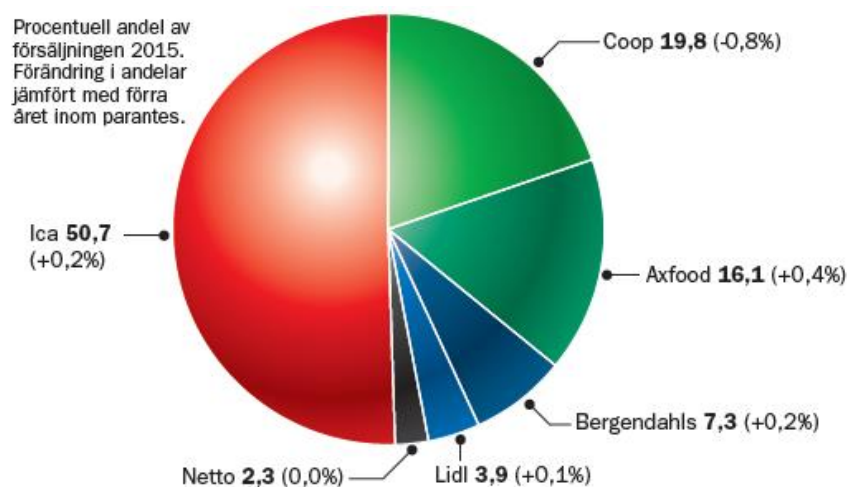
Län	Lastad godsmängd, 1 000-tal ton				Lossad godsmängd, 1 000-tal ton			
	Totalt	95 % K.I.	Därav med destination (%)		Totalt	95 % K.I.	Därav med ursprung (%)	
			Inom egna länet/området	Till andra län/områden			Inom egna länet/området	Till andra län/områden
Sverige Totalt	375 192 ±	20 883	71	29	375 192 ±	20 883	71	29
01 Stockholm	41 803 ±	6 600	77	23	44 695 ±	6 639	72	28

4.1.4 Dagligvaruhandeln

Dagligvaruhandeln svarar för en betydande del av citylogistiken i Stockholm tätort. Under senare år har flera aktörer inom den svenska dagligvaruhandeln centraliserat sin lagerstruktur för att på så vis effektivisera sin verksamhet. Centraliseringen har inneburit färre noder vilka hanterar större volymer gods. De stora volymerna samt en hög användningsgrad av enhetslastbärare inom branschen är fördelaktiga faktorer om man beaktar intermodala transporters inneboende egenskaper. De tre största aktörerna i den svenska dagligvaruhandeln; ICA, Coop och Axfood (Dagab) samt den femte störste aktören Lidl (se Figur 55), har alla valt att placera sina stora distributionscentraler i Mälardalen vilket framgår av Figur 54.



Figur 54. Huvudsaklig terminalsstruktur i Mälardalen för den svenska dagligvaruhandeln.



Figur 55. Marknadsandelar för de sex största aktörerna i den svenska dagligvaruhandeln 2015 och förändring från föregående år. (Källa: Dagligvarukartan 2016, Delfi, DLF och HUI Research)

Varuflödena till, från och mellan dessa terminaler går i dag i huvudsak på landsväg. Undantaget är Coop som kör sitt intermodala tåg mellan Skåne och sitt lager för torra varor i Bro terminal, där trailers överförs från tåg till lastbil för de flöden som ska vidare till Coops kyl- och fryslager i Västerås respektive i Enköping. ICA har en snarlik lagerstruktur med lager för färskvaror i Kallhäll (i närheten av Bro terminal) och för torrt och fryst i Västerås. Axfood har koncentrat sin lagerverksamhet till Jordbro (alla kategorier varor) i södra Stockholm samt till Sättra och Örebro. Lidl har flyttat från Eskilstuna till sitt lager i Rosersberg, i närheten av den nya kombiterminalen.

Flödena som dessa aktörer hanterar är stora i både västlig och östlig riktning, då de går både till deras terminaler (främst från producenter söder- och västerifrån) samt från terminalerna ut till butikerna i regionens stora konsumtionsområden. Sammantaget innebär det att stora godsvolymer transporteras i regionen, i synnerhet på E18 mellan Stockholm och Västerås, flöden som från ett tekniskt perspektiv skulle kunna transporteras i ett kombitransportsystem, vilket skulle kunna vara effektivare i ett samhällsekonomiskt perspektiv.

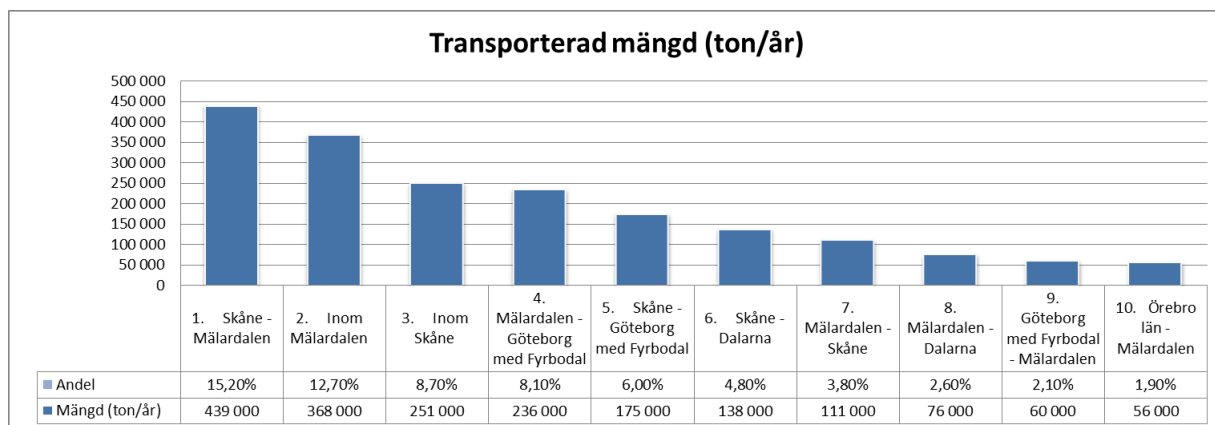
Den avgörande frågan är då om det lönar sig från företagsekonomiskt perspektiv. Affärsmodell och organisationen av sådant upplägg kan vara avgörande för att det ska lyckas. På så korta avstånd erfordras stordriftsfördelar och låga omlastningskostnader för att ekonomiskt kunna konkurrera med direkt lastbilstransport.

Studien "Hållbara intermodala transporter av dagligvaror - godsflödeskartläggning" (Jensen et al, 2011) är en kartläggning av svenska dagligvaruföretags flöden avseende godsslag, volymer och flödesvägar. Rapporten kartlägger och analyserar de inkommande årliga godsflödena till distributionsanläggningar/terminaler hos Coop, Dagab/Axfood och ICA under perioden 2008-2010.

Tabell 14 visar inkommande varuflöden till dessa terminaler mätt i ton/år. Det största flödet av varor, till terminaler i Sverige konstaterades finnas mellan Skåne och terminaler belägna i Mälardalen. Dessa transporter sker mestadels med lastbil med undantag för Coops intermodala tågupplägg mellan Skåne och centrallagret i Bro. Det är även stora godsflöden som transporteras in till terminalerna från aktörernas leverantörer, flödet är störst från Skåne till Mälardalen (439 000 ton per år). Flödena inom Mälardalen är också väldigt stora (368 000 ton per år) och detsamma gäller för flödena inom Skåne (251 000 ton per år).

Tabell 14. De 30 största inkommande dagligvaruflödena i Sverige till terminaler och distributionsanläggningar tillhörande Coop, Dagab och ICA. (Jensen et al, 2011)

	<i>Från</i>	<i>Till</i>	<i>Mängd (ton/år)</i>	<i>Andel</i>
1.	Skåne	Mälardalen	439 000	15,2 %
2.	Inom Mälardalen		368 000	12,7 %
3.	Inom Skåne		251 000	8,7 %
4.	Mälardalen	Göteborg med Fyrbodal	236 000	8,1 %
5.	Skåne	Göteborg med Fyrbodal	175 000	6,0 %
6.	Skåne	Dalarna	138 000	4,8 %
7.	Mälardalen	Skåne	111 000	3,8 %
8.	Mälardalen	Dalarna	76 000	2,6 %
9.	Göteborg med Fyrbodal	Mälardalen	60 000	2,1 %
10.	Örebro län	Mälardalen	56 000	1,9 %
11.	Skåne	Småland	43 000	1,5 %
12.	Skaraborg	Mälardalen	41 000	1,4 %
13.	Östergötland	Mälardalen	35 000	1,2 %
14.	Mälardalen	övre Norrland	33 000	1,1 %
15.	Småland	Mälardalen	32 000	1,1 %
16.	Mälardalen	Småland	31 000	1,1 %
17.	Inom Göteborg med Fyrbodal		29 000	1,0 %
18.	Skåne	övre Norrland	27 000	0,9 %
19.	Göteborg med Fyrbodal	Skåne	26 000	0,9 %
20.	Värmland	Mälardalen	21 000	0,7 %
21.	Skaraborg	Skåne	21 000	0,7 %
22.	Örebro län	Skåne	21 000	0,7 %
23.	Örebro län	Småland	18 000	0,6 %
24.	Östergötland	Göteborg med Fyrbodal	13 000	0,4 %
25.	Östergötland	Skåne	12 000	0,4 %
26.	Göteborg med Fyrbodal	Dalarna	11 000	0,4 %
27.	Örebro län	övre Norrland	11 000	0,4 %
28.	Skaraborg	Småland	11 000	0,4 %
29.	Skaraborg	Dalarna	10 000	0,3 %
30.	Skaraborg	Göteborg med Fyrbodal	9 000	0,3 %
Summa (sammanräknat):			2 365 000	81,6 %
<i>Total varumängd</i>			2 900 000	<i>100 %</i>



Figur 56. De 10 största inkommande dagligvaruflödena i Sverige till terminaler och distributionsanläggningar tillhörande Coop, Dagab och ICA. (Jensen et al, 2011)

Som framgår av Tabell 15 transporteras mer än 20 % av den inkommande mängden dagligvaror i ytterligare minst ett steg, d.v.s. mellan terminaler och/eller distributionsanläggningar innan de distribueras till butiker.

Tabell 15. Dagligvaruflöden mellan terminaler och distributionsanläggningar tillhörande Coop, Dagab och ICA. (Jensen et al, 2011)

	<i>Från</i>	<i>Till</i>	<i>Mängd (ton/år)</i>	<i>Andel</i>
1.	Mälardalen	övre Norrland	89 000	3,1 %
2.	Mälardalen	Skåne	85 000	2,9 %
3.	Mälardalen	Göteborg med Fyrbodol	80 000	2,8 %
4.	Mälardalen	Dalarna	61 000	2,1 %
8.	Göteborg med Fyrbodol	Småland	55 000	1,9 %
9.	<i>Inom Mälardalen</i>		48 000	1,7 %
10.	Mälardalen	Småland	35 000	1,2 %
11.	Dalarna	övre Norrland	34 000	1,2 %
12.	Mälardalen	Nedre Norrland	22 000	0,8 %
13.	Skåne	Göteborg med Fyrbodol	19 000	0,7 %
14.	<i>Inom Skåne</i>		18 000	0,6 %
15.	Göteborg med Fyrbodol	Mälardalen	16 000	0,6 %
16.	Småland	Mälardalen	13 000	0,4 %
17.	<i>Inom Göteborg med Fyrbodol</i>		11 000	0,4 %
18.	Småland	Göteborg med Fyrbodol	11 000	0,4 %
19.	Skåne	Östergötland	9 000	0,3 %
20.	Dalarna	Mälardalen	8 000	0,3 %
21.	Mälardalen	Värmland	8 000	0,3 %
22.	Skåne	Mälardalen	8 000	0,3 %
23.	Skåne	Dalarna	8 000	0,3 %
24.	Skåne	Småland	7 000	0,2 %
25.	Småland	Dalarna	6 000	0,2 %
26.	Skåne	övre Norrland	4 000	0,1 %
Summa (sammanräknat):			655 000	22,6 %
Total varumängd			2 900 000	100 %

Även Trafikanalys (Trafa) har kartlagt den svenska dagligvaruhandels transportflöden för Ica, Coop, Axfood/Dagab och Bergendahls och publicerat rapporten 'Dagligvaruhandels distribution – en kartläggning' (2015). Där konstateras att cirka 40 procent av dagligvaruhandels interna varuflöden (baserat på vikt) har både start och slutpunkt inom samma län. Detta förklaras framför allt som en konsekvens av att många terminaler ligger i områden med stor andel av befolkningen men även av att länen i vissa fall är relativt stora. Dagligvaruhandels interna varuflöden har sitt tyngsta stråk mellan Västerås och Stockholm, vilket beror på att både Ica och Coop har huvudterminaler i Västerås med omnejd och den största befolkningskoncentrationen finns i Stockholmsområdet. Denna korridor har i denna studie benämnts som Mälarkorridoren och beskrivs i kapitel 4.1.1.

Stockholms län, Västmanland och Skåne är de län som exporterar störst mängd varor till andra län. Tabell 16 visar att de kommuner som sänder mest varor är Helsingborg, Upplands-Bro (båda har kombiterminaler), Västerås, Borlänge, Haninge, Kungälv och Göteborg. Transporter mellan terminalerna är långa och går från söder till norr. Undantaget är transporter mellan Västmanland och Stockholm där Coop och Ica har sina terminaler lokaliserade.

Tabell 16. De största dagligvaruflödena inom och mellan kommuner under studiens mätvecka (v. 37 2013). (Källa: Trafikanalys, 2015)

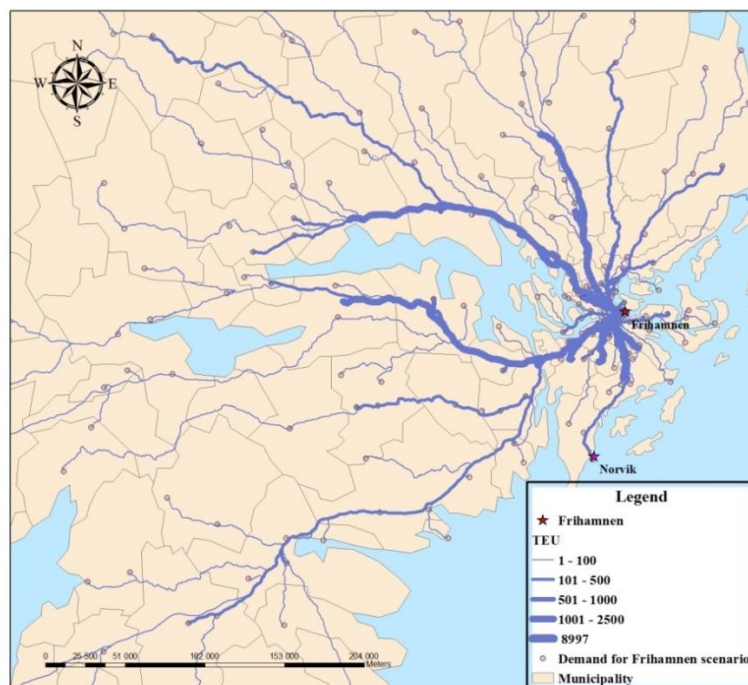
<i>Från</i>	<i>Till</i>	<i>Mängd (ton)</i>
Haninge	Stockholm	2 312
Västerås	Järfälla	2 205
Västerås	Västerås	2 191
Västerås	Helsingborg	1 677
Borlänge	Umeå	1 671
Göteborg	Göteborg	1 579
Västerås	Stockholm	1 548
Västerås	Haninge	1 518
Västerås	Uppsala	1 493
Kungälv	Göteborg	1 475
Helsingborg	Malmö	1 390
Västerås	Kungälv	1 363
Göteborg	Jönköping	1 229
Helsingborg	Linköping	1 170
Järfälla	Haninge	1 167
Helsingborg	Västerås	1 110
Helsingborg	Helsingborg	1 109

4.1.5 Stockholms hamnar

Stockholms Frihamn kommer att flytta från sitt centrala läge i Värtan nära Tomtebodan till Norvik i Nynäshamn. Det innebär att det kan finnas ett behov av en multimodal lösning där Tomtebodan kan vara en möjlig nod. Flyttningen av Frihamnen är också ett exempel på hur kostnader och utsläpp kan påverkas av ett externt terminalläge. En annan fråga är om det går att bedriva effektiv kombitrafik på kort avstånd från Norvik.

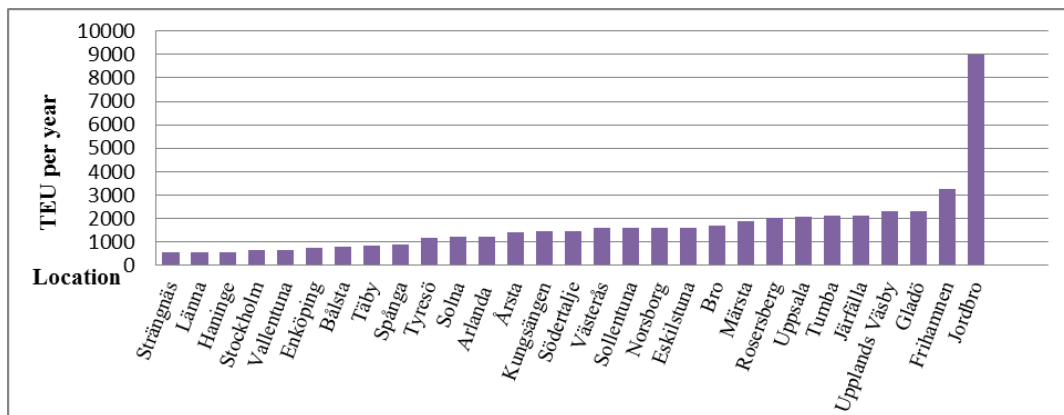
I ett magisterexamenarbete på KTH vid Institutionen för Transportvetenskap har effekterna av flyttningen av Frihamnen från Värtan till Norvik analyserats. (Vasilevskaya, 2016). Syftet var att kartlägga flödena till och från Stockholms Frihamn i Värtan samt att besvara frågan hur dessa godsflöden kan komma att påverkas när containerhamnen i Norvik byggts ut och verksamheten från Frihamnen flyttar dit, enligt nuvarande planer år 2020. I denna fallstudie analyserades dels hur kostnaderna för och utsläppen från landtransporterna till och från hamnarna kan komma att påverkas. Dessutom analyserades införandet av några olika regionala kombitrafiksystem.

Figur 57 illustrerar flöden till och från Frihamnen under 2015. Totalt hanterades 63 469 TEU där importflöden motsvarar 86 % och exportflöden 14 %. Denna obalans är karaktäristisk för konsumtionsstarka storstäder och leder bl.a. till en ansamling av tomcontainrar i regionen vilka måste hanteras. Fördelningen mellan trafikslagen för matartransporter till och från Frihamnen utgörs idag av att 99,62 % av lastbärarna åker på väg och 0,38 % på järnväg.



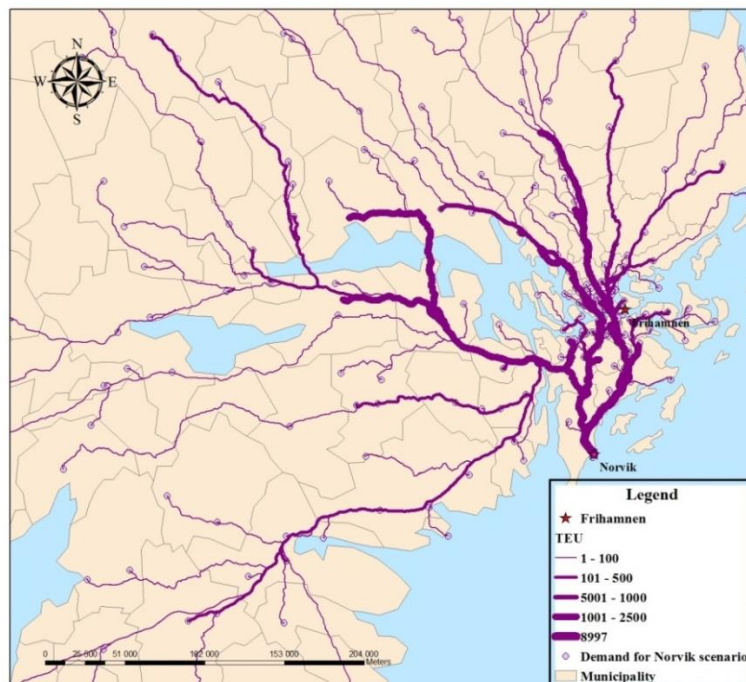
Figur 57. Import och exportflöden från och till Frihamnen.

Figur 58 visar de noder med störst efterfrågan från Frihamnen 2015. Noterbart är att Jordbro är en mycket viktig nod för Frihamnen.



Figur 58. Platser med störst efterfrågan från Frihamnen år 2015 (> 500 TEU).

Figur 59 illustrerar flöden till och från den planerade containerhamnen i Norvik baserat på samma hanterade volymer som för Frihamnen under 2015 samt med samma fördelning mellan trafikslagen.



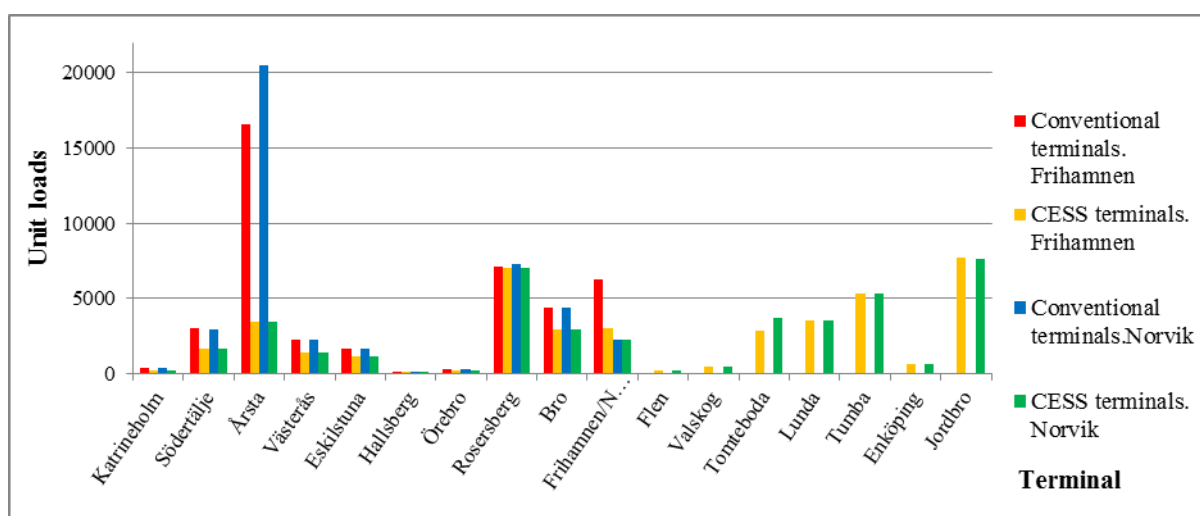
Figur 59. Import- och exportflöden från och till Norvik.

I fallstudien jämfördes befintliga flöden till och från Frihamnen med ett framtidsscenario, när hamnen flyttar sin verksamhet till Norvik. Med undantag för hamnrelaterade aktiviteter, antas omland och efterfrågevolymer bibehållas utan ändringar. Baserat på en simulerings- och beräkningsmodell drogs slutsatsen att lika stor efterfrågan för detta scenario från Norvik, skulle leda till högre transportkostnader och högre utsläpp med 74 % då transportarbetet ökar (TEU-km), se Tabell 17. Den totala körsträckan för godstransporter till och från Norvik skulle öka med tusen mil, vilket resulterar i högre TEU-km värden och högre totalkostnad.

Tabell 17. Jämförelse av resultat för scenariot utan trafikslagsskifte.

Scenario utan trafikslagsskifte							
	Avstånd (km)	Total TEU	TEU-km	Kostnad (SEK/TEU-km)	CO2 utsläpp (kg /TEU-km)	Total kostnad, SEK	Total CO2, kg
Frihamnen	43 057	62 834	2 538 617	3.85	0.297	9 773 676	753 969
Norvik	52 516	62 834	4 416 787	3.85	0,297	17 004 630	1 311 786

I ett intermodalt scenario jämfördes befintliga flöden till och från Frihamnen samt framtida flöden till och från Norvik. I detta fall simuleras att alla flöden transporteras intermodalt och att närmaste terminal används för omlastning. När det gäller terminalteknik analyseras två alternativ; konventionella kombiterminaler (med reach-stacker) och små kombiterminaler (CESS terminaler), för en närmare beskrivning se kapitel 5.2 Terminalteknik. Figur 60 visar simulerad terminalomsättning för de olika scenarierna. Konventionella terminaler för både Frihamnen och Norvik-scenariet visar mindre jämn fördelning av godsflödena mellan tillgängliga terminaler än de små kombiterminalerna.



Figur 60. Terminalomsättning för olika scenarierna, antal lastbärare (Vasilevskaya, 2016)

En jämförelse mellan konventionella terminaler och CESS terminaler, visar de senare för både Frihamnen och Norvik, en jämnare fördelning av flöden, vilket resulterar i kortare transportavstånd samt högre beläggingsgrad för tågen. Därmed uppnås ett lägre transportarbete för CESS terminaler. När det gäller Frihamnen är kostnaderna för det intermodala scenariot med konventionella terminaler nästan dubbelt så höga i jämförelse med direkt lastbilstransport (96 % ökning), men skillnaden minskar när CESS terminaler införs (52 % ökning för Lättkombi och 30 % ökning för CCT), se Tabell 18 och Figur 61. Däremot minskar CO₂ utsläppen i de intermodala scenarierna, konventionella terminaler bidrar till 32 % minskning, Lättkombi till 63 % och CCT till 71 % minskning.

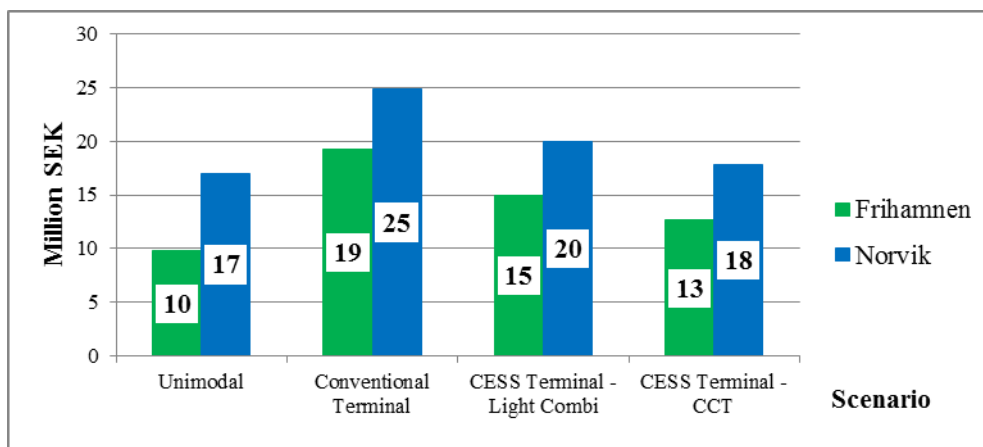
Tabell 18. Totala kostnader och CO₂-utsläpp för Frihamnen-scenariot

<i>Frihamnen</i>	Mälarslingan	Hamnskytteln (Rosersberg -Frihamnen)	Mälarslingan + Hamnskytteln
Konventionell kombiterminal			
Total kostnad, SEK	15 121 772	4 077 778	19 199 550
Total CO ₂ , kg	426 903	84 232	511 135
CESS terminal - Lättkombi			
Total kostnad, SEK	7 457 646	7 434 221	14 891 867
Total CO ₂ , kg	173 333	103 204	276 537
CESS terminal - CCT			
Total kostnad, SEK	6 183 367	6 473 596	12 656 963
Total CO ₂ , kg	139 672	77 829	217 501
Direkt lastbilstransport			
Total kostnad, SEK	-	-	9 773 676
Total CO ₂ , kg	-	-	753 969

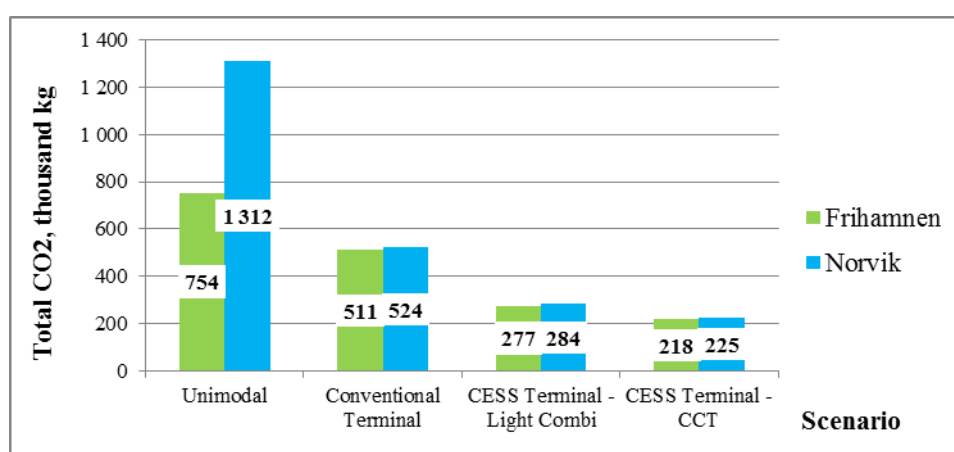
För Norvik-scenariot blir resultatet i princip detsamma d.v.s. högre tranportkostnader men mindre CO₂ utsläpp för de intermodala alternativen. Däremot bidrar de högre kostnaderna för direkta lastbilstransporter för Norvik som följd av ökade transportavstånd, till att scenariot med CESS terminaler blir konkurrenskraftiga. Med CCT beräknas kostnaderna öka marginellt med 5 % samtidigt som det innebär en betydande minskning av CO₂ –utsläppen med 83 %, se Tabell 19 och Figur 62.

Tabell 19. Totala kostnader och CO₂-utsläpp för Norvik-scenariot

<i>Norvik</i>	Mälarslingan	Hamnskytteln (Rosersberg - Norvik)	Mälarslingan + Hamnskytteln
Konventionell kombiterminal			
Total cost, SEK	18 207 459	6 679 475	24 886 934
Total CO ₂ , kg	435 297	88 373	523 670
CESS terminal - Lättkombi			
Total cost, SEK	9 115 136	10 887 350	20 002 485
Total CO ₂ , kg	175 251	109 010	284 261
CESS terminal - CCT			
Total kostnad, SEK	7 957 298	9 810 284	17 767 581
Total CO ₂ , kg	144 667	80 559	225 226
Direkt lastbilstransport			
Total kostnad, SEK	-	-	17 004 630
Total CO ₂ , kg	-	-	1 311 786



Figur 61. Kostnadsjämförelse för Frihamnen respektive Norvik-scenariot.



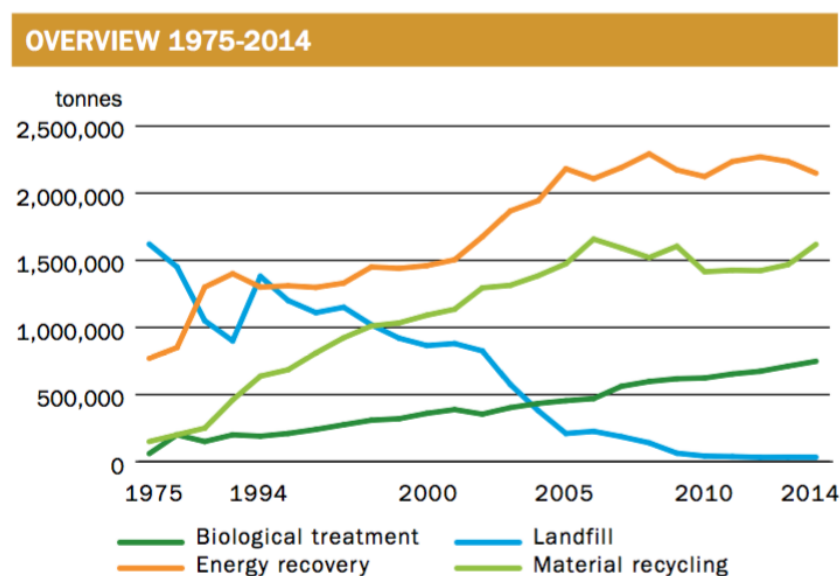
Figur 62. Jämförelse av CO₂ utsläpp för Frihamnen respektive Norvik-scenariot.

4.1.6 Avfall

Ett problem med transporter till en storstadsregion är att det ofta är obalanserade. Stora mängder konsumtionsvaror transporteras in till regionen och mindre mängder avfall och returgoods transporteras ut. I ett framtida transportsystem för citylogistik är det därför intressant att studera om det går att integrera avfalls- och returtransporter på något sätt.

Förutsättningarna för att koppla avfallsflöden till ett regionalt kombitransportsystem har därför undersökts i ett magisterexamenarbete på KTH vid Institutionen för Transportvetenskap (Castellano & Ladaria 2016). Syftet var att analysera de tekniska och logistiska förutsättningarna för multimodala transportupplägg av avfall till kombiterminaler i Stockholms län. I ett sådant system skulle även Tomtebodan eventuellt kunna ingå.

Inom regionen liksom i resten av landet, är "Avfall Sverige" den organisation som företräder majoriteten av aktörer involverade i insamling och transport av avfall. Enligt Avfall Sverige återvinns mer än 99 procent av hushållsavfallet på ett eller annat sätt, vilket innebär att Sverige har gått igenom något av en återvinningsrevolution under de senaste decennierna. Endast 38 procent av hushållsavfallet återvanns 1975 (Avfall Sverige, 2015). Figur 63 illustrerar denna utveckling. Till återvinning räknas även förbränning av sopor för värmeproduktion.



Figur 63. Utveckling 1975-2014 för återvinning av avfall i Sverige. (Avfall Sverige, 2015)

Numera måste varje bostadsområde ha en återvinningsstation inom ett avstånd på 300 meter. Sorteringen av avfallet sker främst hemma, där en stor del av befolkningen sorterar nästintill all återvinningsbart avfall och placerar det i särskilda behållare som tillhandahålls av deras hyresvärd alternativt lämnas avfallet in på en återvinningsstation. Få andra länder har en högre återanvändning av avfall och sätter mindre i soptippar. I Sverige har

förbränning setts som en lämplig metod för energiutvinning och återvinning av avfall. Under 2012 brändes det mer än 2 250 000 ton hushållsavfall som förvandlades till energi. Totalt har Sverige 32 anläggningar som tillhandahåller värme för 810 000 hushåll och el till 250 000 privata hus. (Avfall Sverige, 2015). Figur 64 visar lokaliseringen av avfallshanteringsanläggningar inom Storstockholmsområdet.



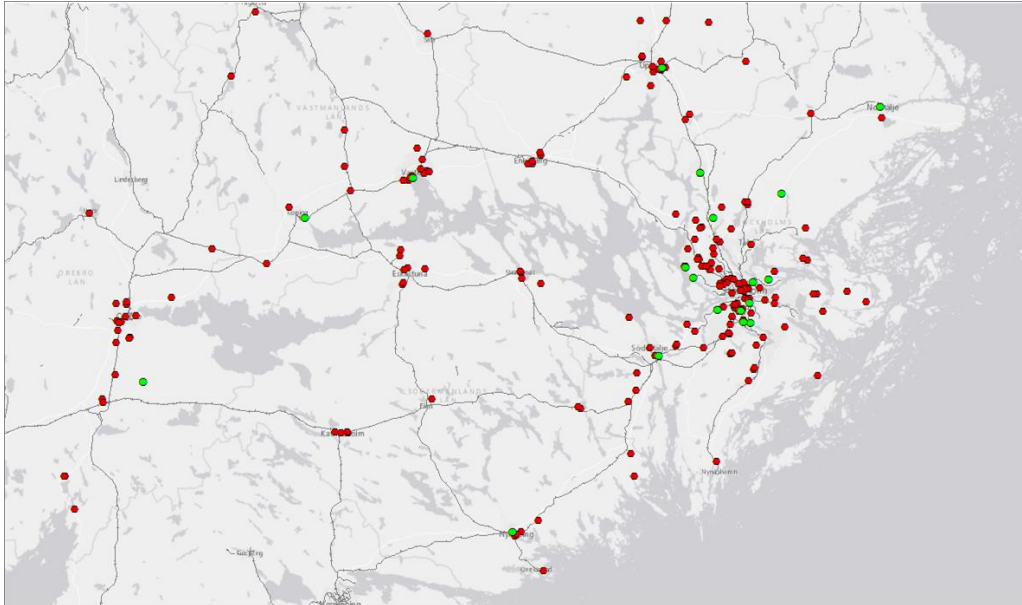
Figur 64. Lokalisering av avfallshanteringsanläggningar inom Storstockholm. (Stockholms Stad, 2013)

Några av de centrala frågeställningar som Castellano & Ladaria försökte besvara angående avfallshanteringsprocessen i regionen var:

- Vilka är de krav som behövs för att implementera ett regionalt multimodalt transportsystem för avfallshantering?
- Hur väl lämpat är Mälardalen för implementering av ett regionalt multimodalt godstransportsystem för avfallshantering?

Den kvalitativa analysen i studien indikerar att Mälardalen står inför en stor utmaning vid ett genomförande av ett multimodalt transportsystem för avfall. Det nuvarande strukturen för avfallskedjan och multimodala infrastrukturen är inte tillräckligt kompatibla. Detta beror främst på att återvinningssystemet i regionen är starkt decentraliserat, undantaget de stora förbränningsanläggningarna. Många av återvinningsanläggningar är för små och efterfrågan varierar och därmed mindre lämpliga för kombitransporter med sjöfart och järnväg. Som en

del av en studiens kartläggning av avfallsflöden i regionen illustrerar Figur 65 de återvinnings- och förbränningscentraler som finns i regionen och som eventuellt kan kopplas samman med ett regionalt kombitransportsystem.



Figur 65. Lokalisering av återvinningscentraler (rött) och förbränningsanläggningar (grönt) inom Mälardalen (Behzad Kordnejad, 2016).

När det gäller regional sjöfart, innebär de i ett tekniskt samt ekonomiskt perspektiv nedisningen av Mälaren en stor nackdel. Det äventyrar trafiken under vintersäsongen och kan hindra normal aktivitet upp till sex månader. För att undvika inaktivitet måste isbrytare användas, vilket ökar kostnaderna och minskar effektiviteten.

Regionala järnvägstransporter påverkas inte i lika hög grad av vinterproblematiken men däremot av kostnads- och logistikrelaterade faktorer. Oftast är nödvändigt med matartransporter på väg den "sista milen" med omlastning samt höga initiala investeringskostnader bidra till att det kan vara svårt att konkurrera med kostnaderna. Höga volymkrav för att fylla ett tåg kan ge låg frekvens och svårigheter att anpassa tidtabellen till varierande efterfrågan innebär praktiska problem. Detta är särskilt svårt att lösa i avfallsflöden då noderna är väldigt utspridda och inte alltid heller lokaliserade i närheten av multimodala omlastningsterminaler.

Dock existerar några fall av storskaliga multimodala transportsystem för avfall vilka faktiskt är i drift. Dessa har dock en bättre koppling mellan infrastrukturen för järnväg och sjöfart samt den för avfallshanteringen. De karaktäriseras även av större och mer kontinuerliga flöden som bas. Några internationella exempel återfinns i bl.a. Japan, Frankrike, Storbritannien och USA och beskrivs i studien av Castellano & Ladaria.

5 Intermodal transportteknik för framtida citylogistik

Ett intermodalt system består av tre huvudkomponenter - matartransporter på väg till terminalerna, omlastning i terminal samt tågdragnings, oftast endast mellan två kombiterminaler. Ju kortare transportavstånden är desto större andel utgör omlastningen, både avseende miljöpåverkan och transportkostnad, vilket gör det angeläget att förbättra och optimera omlastning- och terminalaktiviteter för dessa flöden. Godståget har stordriftsfördelar och är dessutom eldrivet, vilket gör det korta transportavståndet trots allt relativt effektivt. Störst påverkan på miljö- och kostnadsbild sätts oftast av "last mile" och vägdelen i transportkedjan.

Nedan följer en sammanställning av tekniska möjligheter för att uppnå ett effektivt intermodalt system för citydistribution i regionen. Detta med avseende på kostnad och miljöpåverkan. I synnerhet belyses genomförbarhet av **ett fullt elektrifierat system för intermodal citydistribution av gods**. Uppgifter för beräkningar av energiförbrukning och kostnad för respektive del i transportkedjan har hämtats från "Intermodal Transport Cost Model (ITCM)", utvecklat på KTH, och presenteras i kapitel 8 Utvärdering. För en fullständig beskrivning av kostnad- och energimodellen se Kordnejad (2016).

5.1 Godståg

Att godståget är en resurseffektiv del av den intermodala transportkedjan kan tillskrivas framförallt dess stordriftsfördelar samt eldrift. En rad faktorer påverkar tågets kapacitet för nyttolast. Maximal tåglängd och vikt baserat på infrastrukturens förutsättningar och lokets dragkraft är det som främst avgör tågets kapacitet, därefter följer tågets konfiguration av vagnar och lastbärare. När det gäller lastbärare står det principiella valet mellan containers (20, 40 eller 45') och semi-trailers. Växelflak, den tredje standardiserade intermodala lastbäraren hanteras på likande sätt som en container vid lyft av och på järnvägsvagn då de har samma externa format och dimensioner – växelflakens vikbara ben är endast ett stöd för omlastning mellan lastbil och terminalområde.

Godstågets andra stora fördel i sammanhanget är som nämnts dess eldrift. Även här finns det dock en förbättringspotential då många terminaler inte är fullt elektrifierade. Ofta måste ett särskilt dieseldrivet växlingslok användas för att växla in vagnarna på terminalen och för interna rörelser inom terminalen samt ibland till/från närliggande bangårdar.

För att lösa detta problem och erhålla en smidigare transportlösning kan ett Duolok användas, se Figur 67. Duoloket är ett elektriskt linjelok som även har en dieselmotor så att det kan växla vagnar på en oelektrifierad bangård, terminal eller ett industrispår. Ett exempel är Bombardiars Traxx "last mile" och Siemens Vectron som har en dieselgenerator. Det innebär att loken kan användas både för fjärrdragnings och växling och operatören kan därmed ofta klara sig med ett lok i stället för två. Duolok är en ganska ny företeelse och än

så länge finns det inte så många i trafik i Europa. Tågoperatören Hector Rail har under 2016 beställt ett antal Siemens Vectron duolok.

Det finns också hybridlok med t.ex. med diesel- och batteridrift, men de används ofta som växlingslok eller linjetjänst på kortare avstånd. Batteridriften är ännu inte tillräckligt effektiv för linjetjänst. Ett exempel är det japanska hybridloket som används i JR freight's kombitrafiksystem "Effective and Speedy" (E&S).

Det finns även rena batteridrivna växlingslok och på den internationella marknaden finns ett antal i drift. Ett av de starkaste loken är producerat av tyska företaget Teletrac, se Figur 68. Det väger 34 ton och som kan dra upp till 12 vagnar och det 2,5 ton tunga batteriet ger tillräckligt med energiförsörjning för "flera operationsdagar med 3-skift". (RG, 2017)



Figur 66. Exempel på ett duolok, Bombardier Traxx last mile, ett elektriskt linjelok som även har en dieselmotor för växling på bangårdar, terminaler och industrispår utan kontaktledning.



Figur 67. Exempel på hybridlok, ett tungt växlingslok med diesel- och batteridrift. Shinagawa, Tokyo. 2015 (Foto: Kordnejad, 2015)



Figur 68. Exempel på batterilok: Teletrac RW60AEM – ett mindre växlingslok som är batteridrivet och radiostyrt (Railway Gazette, April 2017).

5.2 Terminalteknik

Tillgång till effektiv terminalteknik är av avgörande betydelse för att kunna skapa en effektiv intermodal citylogistik. Därför beskrivs i detta kapitel nuvarande och framtida terminalteknik relativt utförligt.

Omlastning av lastbärare mellan lastbil och järnvägsvagn kan ske enligt huvudprinciperna lyftande överföring eller horisontell överföring. Lyftande, vertikal överföring kan ske på följande sätt:

- Topplyft med hjälp av kran eller truck
- Griparmslyft med hjälp av kran eller truck
- Hantering med gaffeltruck

5.2.1 Hantering med topplyftning och griparmslyft

Principen för topplyftning är att lyftanordningen greppar lastbärarens övre hörnlådor. Griparmslyftning innebär att fällbara griparmar på kranens eller truckens lyftok greppar särskilda lyftbeslag som är permanent anbringade på en trailer eller ett växelflaks ramverk.

Vid hantering av stora lastbärare, med hjälp av topplyftok, griparmsok, eller kombinationsok som kan användas för både topplyftning och griparmslyftning, används vanligen tunga truckar eller portalkranar. De tunga truckarna är vanligen så kallade reach-stackers, vilket innebär att lyftoket är roterbart och fripendlande upphängt i en utskjutbar lyftbom. (Kordnejad et al. 2016)



Figur 69. Griparmslyftning med en reach-stacker truck (Foto: Coop)



Figur 70. Topplyftning med portalkran i Årsta kombiterminal (Foto: Jernhusen)

5.2.2 Strategi för utveckling av terminalteknik

Det finns flera faktorer som är förknippade med stora konventionella kombiterminaler baserade på portalkranar eller reach-stackers som gör dem mindre lämpliga för alla godsflöden och därmed begränsar konkurrenskraften för intermodala järnvägstransporter. Ett av de största hindren för intermodala transporter på korta och medellånga avstånd är tid och kostnad för omlastning då dessa inte står i proportion till transporterad sträcka.

Det finns två huvudsakliga operativa förutsättningar som måste uppfyllas för att få ett intermodalt linjetågssystem med mellanliggande stopp konkurrenskraftigt på korta och medellånga sträckor. För det första måste utnyttjandet av tågets belägningsgrad optimeras under väg i linetrafik. (Davidsson et al., 2007). För det andra måste omlastningssystemet som används vid terminalerna vara tids- och kostnadseffektivt. För vissa flöden finns därför även ett behov av **kostnadseffektiva småskaliga kombiterminaler (Cost-Efficient Small-Scale Intermodals Terminals - CESS terminaler)**.

Ett antal omlastningstekniker har utvecklats under de senaste decennierna, både horisontellt och vertikalt. Horisontella system möjliggör omlastning under kontaktledning och kräver mindre lyftkraft; å andra sidan kräver de ofta anpassning av enhetslaster eller chassin och är mer tekniskt komplicerade.

Stora kombiterminaler är dyra i drift, vilket innebär att ett högt resursutnyttjande är nödvändigt, men omlastningskostnaden blir ändå relativt hög. De får därmed en marknad som är begränsad till stora ändpunktsrelationer på långa avstånd. De kan inte heller hantera alla trailers. Orsaken till detta är flera:

1. Terminaler är dimensionerade för de tyngsta lastbärarna, d.v.s. semitrailers och stora containers

2. När dessa ska lyftas med reach-stackers måste de ha en motvikt som gör att axellasten blir mycket hög, ca 40 ton, och kräver stora ytor för hantering som måste förstärkas och hårdgöras
3. Eftersom topplyft används kan inte terminalen vara elektrifierad, vilket gör att det även behövs ett dieseldrivet växlingslok och tidsödande växlingsrörelser där spårkapaciteten är begränsad
4. Terminalerna måste vara bemannande, vilket innebär personalkostnader och begränsad flexibilitet i tid
5. De flesta semitrailers kan fortfarande inte hanteras med hjälp av konventionella omlastningssystem, då de inte är utrustade med griparmsbeslag och låsanordningar

Ett stort antal omlastningstekniker har utvecklats under de senaste decennierna och utvärderats i flera studier såsom Woxenius (1998), (2007) och Bärthel (2012). Men de flesta är dock tekniskt mycket komplicerade och därmed dyrare än befintliga lösningar, varför de saknar förutsättningar för ett kommersiellt genombrott. Alternativt innebär de att lastbäraren måste modifieras vilket innebär ett slutet system med begränsat antal aktörer. Tre av de mest lovande "okonventionella" omlastningsteknikerna på den svenska marknaden som hanterar **standardiserade lastbärare** har utvärderats i Kordnejad (2016): **Lättkombi** (gaffeltruck), **Megaswing** och **CCT**. Lämpligheten hos de utvärderade omlastningsteknikerna är baserade på följande kriterier:

- Terminalhanteringen bör medge lastning/lossning under strömförande kontaktledning i sidotågväg under vägen i linjetrafik
- Den bör vara tids- och kostnadseffektiv
- Den bör kunna implementeras i både små och stora terminaler
- Den bör tillåta att tåg och lastbil är tidsmässigt oberoende
- Den bör tillåta automatisk omlastning

5.2.3 Hantering med gaffeltruck

För att kunna hanteras med en gaffeltruck/motviktstruck måste en lastbärare vara utrustad med gaffeltunnlar. Dessa förekommer på containers och växelflak med 20 fots underrede (C-klass). Denna typ av hantering kräver enklast möjliga utrustning på trucken samt medför ringa extra egenvikt för hanteringsanordningen. En nackdel med denna hanteringsmetod är att lastbäraren lutar mot trucken när denna förflyttas för att undvika att lastbäraren glider av gaffeln. Lutningen av lastbäraren kan under ogynnsamma omständigheter medföra risker att lasten förskjuts i lastbäraren och/eller att lastbäraren skadas.

När det gäller energiförbrukning är diesel det vanligast förekommande drivmedlet men elektrifiering av gaffeltruckar för tunga lyft är fortfarande under utveckling. Enligt intervju med en utvecklingschef på Toyota, den största aktören inom gaffeltrucksmarknaden i Sverige och globalt, finns det i deras grundutbud för närvarande en elektrisk motviktstruck med maximal lyftkapacitet på 8,5 ton, se Figur 71. Ett utvecklingsprojekt för en truck som kan hantera en 20 fots container med en bruttovikt 12 ton pågår i samarbete med svenska industripartners; SMV, Cargotec och Kalmartrucks.

Elektrisk Motviktstruck 6.0 - 8.5 ton



Figur 71. Elektrisk motviktstruck från Toyota.

Ett exempel på gaffeltrucksbaserat system är **"Lättkombi"**, som är en av få genomförda exempel i Sverige på linjetåg för kombitrafik. Konceptet härrör från Japan och JR freight's system **"Effective and Speedy" (E&S)**.

Mellan 1998 och 2001 implementerades Lättkombi-konceptet som ett pilotprojekt, **Dalkullan**, för transporter mellan grossisten Dagab och återförsäljaren Hemköp, som båda ingår i samma företagsgrupp, Axfood. Transporterna bestod av distribution av varor från Dagabs centrallager i Borlänge till 37 av Hemköps 100 butiker. I april 2001 fick projektet ett abrupt slut och Bärthel & Woxenius (2003) har undersökt om orsakerna till nedläggningen var på grund av tekniska, logistiska, ekonomiska eller andra brister i systemet.

Resultaten visar att systemet fungerade bra både tekniskt och logistiskt. Tekniskt sett var lokförare positiva till deras adderade uppgift med lastning och lossning av växelflak med hjälp av en gaffeltruck som fanns med ombord. Överföring av växelflak under kontaktledning fungerade bra med den relativt okomplicerade omlastningen som gaffeltruckar erbjuder. Även från ett logistiskt perspektiv fungerade systemet väl. I tidtabellen ingick stopp på mellanliggande obemannade terminaler, ca 15-30 minuter vardera. Slutsatsen från studien var att nedläggningen av projektet till stor del förorsakades av organisatoriska och affärsrelaterade faktorer. Marknadsföringen var otillräcklig varför endast små volymer genererades. År 2001 uppdelades SJ i två enheter, SJ för persontrafik och Green Cargo (GC)

för godstransporter. För att uppnå bättre lönsamhet började GC en rationaliseringsprocess varvid de fokuserade sin kärnverksamhet på vagnslasttrafik och systemtåg.



Figur 72. Lättkombi-systemet implementerat i pilotprojektet 'Dalkullan' (Foto: Axfood).

Sammanfattningsvis hade systemet följande egenskaper:

- Terminaler i sidotågväg
- Korta stopp (15-30 minuter)
- Max 25 ton, containers och växelflak
- Lastning och lossning med gaffeltruck under tråd
- Tåg och lastbil oberoende av varandra
- Lokföraren körde trucken som följde med tåget

Systemet i Japan **E&S (Effective and Speedy)** är däremot fortfarande i drift i dag och "Super liner container express service" har etablerade linjer med mellanliggande terminaler i Japans storstäder. Systemet har ändrats från lastning och lossning på en bangård till direkt på en sidotågväg, se Figur 74. Där stannar tåget för lossning och lastning vid en plattform, varifrån de avgår vilket minskar terminaltiden och därmed tågets totala omloppstid. E & S är implementerat på 26 godsterminaler i Japan. Ett studiebesök gjordes i 'Tokyo Freight Terminal' i Shinagawa, under 2015 för att se hur systemet fungerar i praktiken, se Figur 73.

Systemet hanterar 10 fots containrar vilket innebär ett ganska stort antal överföringar jämfört med de i Europa vanligast förekommande 20- och 40-fots containers. Å andra sidan är överföringskostnaden per enhet låg jämfört med hantering med hjälp av t.ex. topplyft eller griparmslyft. Dessutom erbjuder 10 fots containrar en större möjlighet till fulla lastbärare och

mindre konsolideringsarbete för att fylla upp en enskild lastbärare, något som minskar hanteringskostnaden och öppnar upp marknaden även för mindre varuägare. Till exempel används systemet för citydistribution ut till småbutiker och även av privatpersoner vid flytt av t.ex. möbler.



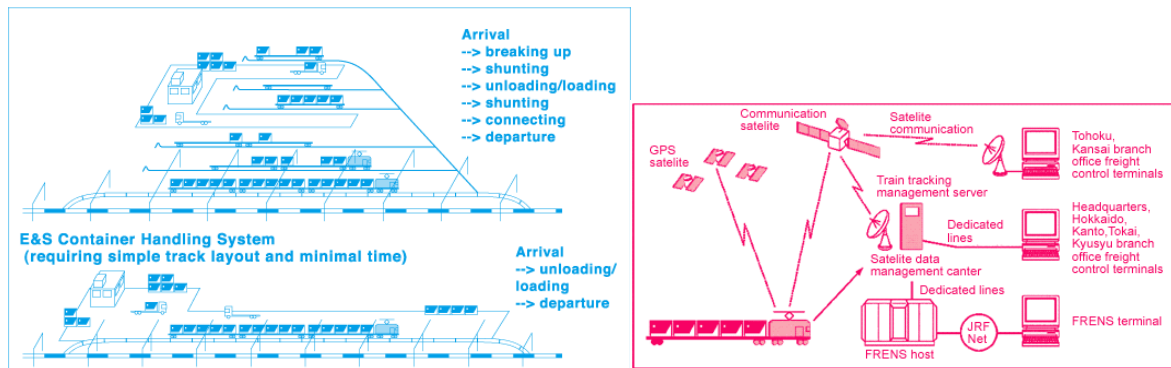
Figur 73. Omlastning av containrar med gaffeltruck i 'Tokyo Freight Terminal', Shinagawa, Tokyo (Foto: Behzad Kordnejad, 2015)

Några andra viktiga faktorer som möjliggör en effektiv drift av det systemet är den kompakta utformningen av terminalen, frekventa uppgraderingar i tekniken samt ett välstrukturerat informationssystem, vilket vägleder gaffeltrucksoperatören (Okumura, 2005).

■ E&S(Effective & Speedy) Container Handling System

Trains can be loaded and unloaded without having to be shunted into sidings, thereby minimizing the time needed to move rolling stock. Loading is no longer subject to tight time constraints because containers can be loaded right up until the train departs, greatly enhancing the efficiency of container transport.

E&S=Effective&Speedy Container Handling System



Figur 74. Utformning av terminal samt informationssystem för JR Freight's intermodala transportsystem E & S (Källa: JR Freight)

5.2.4 Horisontell överföring

Konceptet med små kombiterminaler (CESS-terminaler) – vidgar möjligheterna till effektiv regional kombitrafik och citylogistik. Nya vagnsteknologier och innovationer, t.ex. Megaswing-vagnen se Figur 75 kan också betraktas som ett alternativ, eftersom de möjliggör omlastning på sidospår under kontaktledning utan ytterligare omlastningsutrustning. Därigenom undviker man de tunga investeringar som hör samman med konventionella terminaler. Vagnarna är konstruerade för semi-trailers av alla slag, inklusive trailers utan de nödvändiga fästen som krävs för att kunna hanteras med portalkranar och reach-stackers. Därigenom kan marknaden för intermodala landtransporter utvidgas ytterligare, då fler standardiserade enhetslaster kan omlastas. Kostnaderna för tåget ökar dock eftersom vagnarna är dyrare än konventionella intermodala vagnar. Omlastningsanordningen är eldriven och leder följaktligen till låga utsläpp för omlastning.

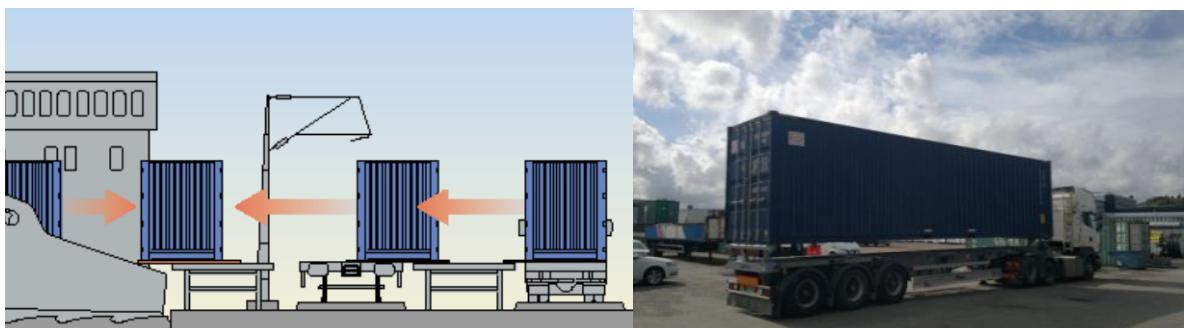
Hantering av trailers och containers samt växelflak ställer olika krav på hanteringsutrustning och vagnar. De flesta trailers kan inte lyftas i en terminal och därför möjliggör lösningar där trailern rullas på vagnen en ökad marknad. Ett exempel på en sådan lösning som kan användas i linjetåg är Kockums Megaswing-vagn. Transporter av containers och växelflak ger i regel bättre transportekonomi än trailers eftersom det blir mindre taravikt och vagnarna kan göras enklare. Å andra sidan innebär valet av containers och växelflak ett behov av chassis för lastbilsdragningen och därmed behövs ytterligare en resurs i logistiksystemet.



Figur 75. Kockums Megaswing-vagn med möjlighet till överföring av påhängsvagnar. (Foto: Kockums Industrier)

Grundprincipen vid direktöverföring är att lastbäraren skjuts eller rullas mellan en lastbil och en järnvägsvagn. Ett exempel är AMCCT (Automatic Multimodal CarConTrain) som är en horisontell och eldriven omlastningsteknik som kan användas i både små och stora kombiterminaler. Konceptet består av en transfervagn "myra" som löper parallellt med spåret och som lastar av och på containern. Järnvägsvagnen och lastbilen är försedda med hydrauliska containertappar som kan lyfta upp containern en liten bit. Myran har armar som skjuts in under containern och drar av den från vagnen och ställer den i ett lager. Sedan kan lastbilen hämta den oberoende av tåget, myran hämtar den och skjuter över den på lastbilen på motsvarande sätt, se Figur 76.

Terminalen kan läggas på ett elektrifierat sidospår och tåget behöver bara göra ett kort uppehåll för lastning och lossning som kan göras helt automatiskt. Terminalen blir mycket kompakt, ca 20 m bred och lika lång som sidospåret, ca 600 m. Detta system lämpar sig därför väl för linjetrafik med flera mellanliggande terminaler under vägen. Systemet är för närvarande på prototypstadiet, men är konstruerat för hantering av alla typer av enhetslaster som har hörnlådor. Systemet kräver dock en anpassning av lastbils- och vagnchassin.



Figur 76. AMCCT systemet, horisontell överföring för helautomatiska terminaler (Foto t.h.: Behzad Kordnejad, 2012).

Ett liknande system som CTT: Innovatrains "ContainerMover" (Figur 77) – är i drift i Schweiz sedan 2010 och används av Schweiziska Coop.

Systemet skjuter standardiserade 20 fots växelflak och containrar i sidled mellan järnvägsvagn och lastbil. Det klarar således av hantering av standardiserade lastbärare men kräver dock modifiering av lastbilschassin och järnvägsvagnar för överföringsutrustningen. Extra utrustning innebär en ökning av taravikten med ca två ton och reducerar därmed dyrbar lastkapacitet. Hydrauliska stolpar används för förvaring av lastbärare och när överföring mellan transportslagen inte synkroniseras, vilket erbjuder en högre grad av flexibilitet i verksamheten.



Figur 77. Innovatrains omlastningssystem 'ContainerMover' i Oensingen, Schweiz (Foto: Behzad Kordnejad, 2014).

Enligt Schweiziska transportmyndigheter och operatören var nyckeln till systemets konkurrenskraft inte enbart relaterad till tekniska och logistiska faktorer kopplat till omlastningstekniken. En mycket viktig faktor var även det relativt strikta regelverk som gäller för lastbilstrafiken i landet, något som självfallet påverkar konkurrenssituationen mellan transportslagen. Exempel på sådana åtgärder var förbud mot lastbilstrafik nattetid, i ett europeiskt perspektiv förhållandevis begränsade tillåtna lastbilsdimensioner samt införande av vägskatt för tunga lastbilar.

5.2.5 Terminallägen för små kombiterminaler

För att förverkliga ett hållbart logistiksystem i regionen krävs förutom lämpliga trafikeringsupplägg även en väl underhållen infrastruktur och att en gemensam terminalstrategi, bl.a. med en blandning av några stora intermodala terminaler och flera små "hållplatser" även i centrala lägen. En hypotes i denna studie har varit att ett regionalt intermodalt tåg tekniskt sett kan göra stopp i både små och stora kombiterminaler.

Då de mellanliggande stoppen i det tänkta linjetågssystemet är belägna på korta och medellånga avstånd, är det väsentligt att utforma systemet så kostnadseffektivt som möjligt för att det ska vara ett konkurrenskraftigt och realistiskt alternativ till lastbilsdistribution. En viktig nyckel, baserat på studier kring intermodala linjetågssystem, är att utnyttja mindre och billigare omlastningsställen då framför allt omlastningskostnaden är en mycket viktig faktor för kombitransporters konkurrenskraft. Små terminaler kan lokaliseras på platser där uppställningsytor och sidospår i järnvägsnätet redan finns eller där det finns en möjlighet för utbyggnad av dessa.

Förutsättningar för etablering av små kombiterminaler i regionen

Det finns platser i regionen som är lämpande för små terminaler med möjlighet till utbyggnad av sidospår och uppställningsytor och där omlastning av enhetslastat gods kan ske mellan järnväg och väg. Som en del av förstudien till Lättkombiprojektet, genomfördes en inventering av lämpliga terminallägen i Sverige (Johansson, 1998). Lämpligheten bedömdes enligt följande kriterier:

1. Spårtekniska förutsättningar
2. Lokalisering i järnvägsnätet
3. Lokalisering relativt den lokala marknaden
4. Tillgänglighet för lastbilar
5. Störningskänslighet för omgivningen
6. Byggbarhet – spår
7. Byggbarhet – markanläggningar i övrigt

I Mälardalen och strax söder därom, det vill säga i delar av Södermanlands, Örebro och Östergötlands län, fanns vid tidpunkten för förstudien till Lättkombiprojektet, ett stort antal möjliga terminallägen och nedanstående platser bedömdes som lämpliga, se Tabell 20 och Figur 78. En uppdaterad inventering vore önskvärd i en vidare studie för att säkerställa om dessa platser lämplighet fortfarande är giltigt, ett utkast framgår av Figur 79. Uppsala län var inte aktuellt i studien.

Stockholms län

I Stockholms tätortsområde föreslogs ett centralt terminalläge vid **Tomtebodas rangerbangård**. Vidare föreslogs en terminal i Västerort, vid Lunda, nära Spånga station samt söder om centrum i Tumba. I Södertäljeområdet föreslogs terminaler i Södertälje hamn samt Nykvarn.

Tabell 20. Lämpliga terminallägen för små kombiterminaler

Mälardalen och Stockholm:

1. Valskog
2. Tomtebodas
3. Lunda
4. Jordbro
5. Nykvarn
6. Södertälje hamn
7. Tillberga
8. Västerås
9. Tumba

Östergötland:

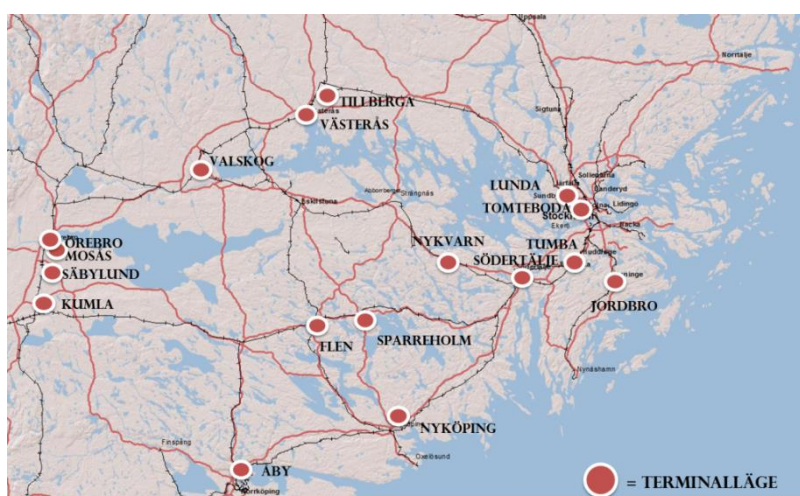
10. Åby

Södermanland:

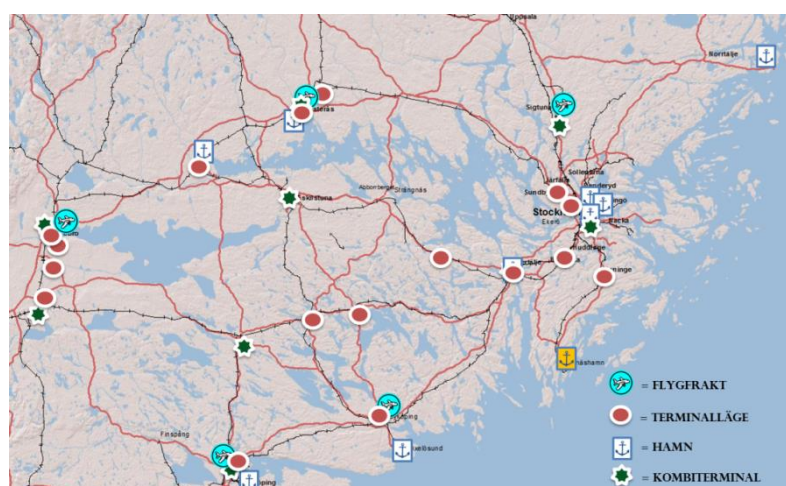
11. Flen
12. Nyköping
13. Sparreholm

Närke:

14. Kumla
15. Mosås
16. Säbylund
17. Örebro



Figur 78. Lämpliga terminallägen för små kombiterminaler.



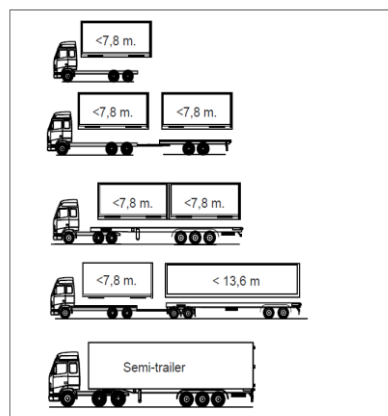
Figur 79. Den regionala terminalstrukturen inklusive lägen för små kombiterminaler.

5.3 Distributionsbilar

Som beskrivs i kapitel 5.1 erbjuder godståget i en intermodal transportkedja stordriftsfördelar och är dessutom eldrivet, vilket gör det relativt effektivt även på korta avstånd. Störst påverkan på miljön när det gäller energiförbrukning och utsläpp sätts oftast av vägtransporten för "last mile". Därför belyses i detta kapitel genomförbarhet av ett fullt elektrifierat system för intermodal citydistribution av gods.

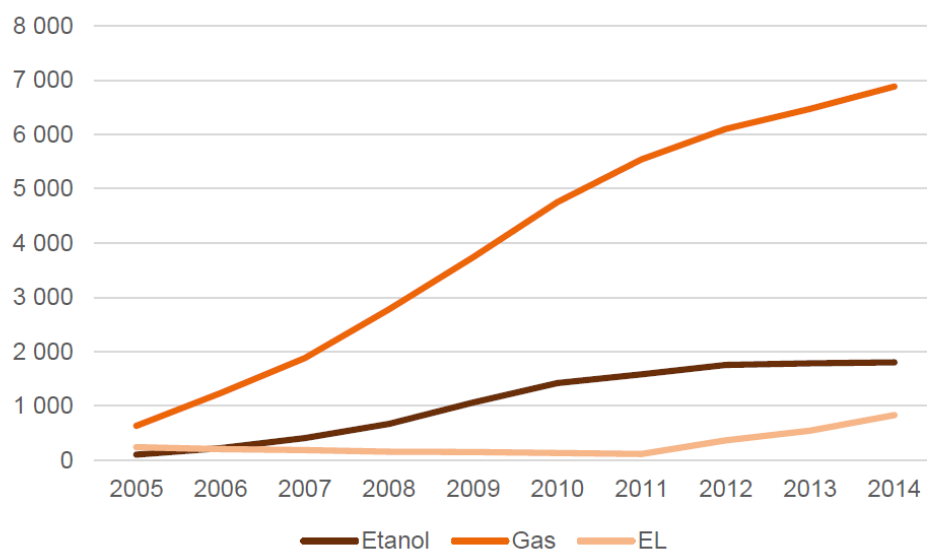
Lastbilens energieffektivitet påverkas i högre grad av valet av drivmedel för dess energiförsörjning än lastbilens kapacitet, detta jämfört med godståget där energiförsörjning i järnvägsnätet sker med elektricitet. Dock påverkar självfallet lastbilens kapacitet för nyttolast även dess energiförbrukning. I synnerhet inom citydistribution då lastbilens längd oftast är begränsad i storstadsområden. Inom Stockholm är lastbilarna på de flesta stadsgator begränsade till 16 m och i Gamla Stan till 8 m, förutom dedikerade vägar där fulllängdsekipage på 25,25 m tillåts, container (CT) + semi-trailers (ST) i Figur 80.

Vägfordonskonfiguration (1 lastbil)			
Distributionsområde	Transportkedjans utformning		
	Direkt lastbils-transport	Intermodal container-kedja	Intermodal semitrailer-kedja
Stockholm innerstad	1 CT	1 CT	1 ST
Övriga Stockholm	1 CT + 1 ST	2 CT	1 ST
Övriga Mälardalen	1 CT + 1 ST	2 CT	1 ST



Figur 80. Konfiguration av lastbilar i Mälardalen.

När det gäller drivmedel finns idag alternativ utöver fossila bränslen där diesel är det klart vanligaste drivmedlet. Det finns ett visst inslag av förnybara bränslen i den svenska flottan av lätta lastbilar, men fortfarande utgörs 98 procent av de lätta lastbilarna av bensin- eller dieselfordon. Det är först de senaste tio åren som fordon som kan drivas med alternativa drivmedel har kommit ut på marknaden i någon större utsträckning. Främst är det gasdrivna fordon, vilka svarar för drygt en procent av den totala flottan av lätta lastbilar, Figur 81. (Trafa, 2015)



Figur 81. Antalet lätta lastbilar i trafik per drivmedel; etanol, gas och el. (Trafä, 2015)

Utvecklingen av elektrifierade tunga lastbilar är också pågående och torde få ett kommersiellt genombrott inom en snar framtid, liksom batteridrivna privatbilar har haft på senare år. Stora producenter som Nicola och Tesla tillkännager planer på att introducera nya batteridrivna tunga lastbilar. Redan idag finns det dock producenter som konverterar befintliga lastbilar drivna med fossila bränslen till batteridrivna ellastbilar. Detta görs huvudsakligen genom att behålla chassi, byta ut drivlina och tillsätta ett batteripaket. En sådan producent är holländska företaget EMOSS som även kan konverterar tunga lastbilar exemplifierat av Figur 82.



Figur 82. Batteridrivna lastbilar från det Holländska företaget EMOSS.

Enligt Delaître (2012), ansågs vid startpunkten för implementering av intermodala citydistribution-projektet "Monoprix/Samada" i Paris (se kapitel 6.2.1) att utvecklingen av eldrivna lastbilar inte hade kommit tillräckligt långt för att hantera stora volymer för city-distribution. Som en följd av detta satsades på naturgasfordon (NGV), som fortfarande är

renare än dieseldrivna fordon. Fem år senare har teknikutvecklingen gått framåt. Under sommaren 2017 visade EMOSS upp sin demonstrationslastbil på politikerveckan i Almedalen och under hösten har Martin & Servera visat demonstrationslastbilen vid sin terminal i Västberga, Figur 83.



Figur 83. Visning i Stockholm av en 100 % eldriven lastbil tillverkad av det holländska företaget EMOSS. (Foto: Behzad Kordnejad, 2017)

I fallet Monoprix/Samada används bangårds- och terminalområdet "Halle de Bercy" i centrala Paris även som tankningscentral för systemets 26 naturgaslastbilar. Ett liknande upplägg där Tomtebodan utnyttjas som en laddnings- alternativt gaspåfyllningsstation bör övervägas för att systemet ska uppnå minimal klimatpåverkan och förhoppningsvis erbjuda ett fullt elektrifierat godstransportsystem.

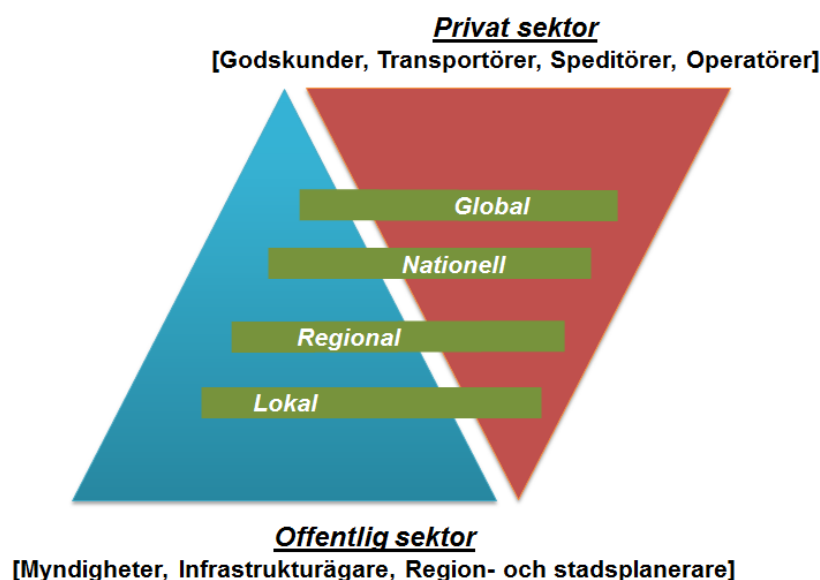
6 Organisation- och möjliga affärsmodeller

6.1 Affärsmodell för regionala intermodala transporter

För att åstadkomma en effektiv intermodal citylogistik där många parter och transportmedel samverkar är en fungerande affärsmodell en förutsättning. I detta avsnitt görs därför en mycket översiktlig genomgång av affärsmodeller med några exempel från projekt som planerats och genomförts i praktiken i Europa.

En affärsmodell är i grunden hur ett företag bedriver sin verksamhet. Det kan definieras som "den **uppsättning av aktiviteter** som ett företag utför i syfte **att skapa en vinst, hur** det presterar dem och **när** det utför dem (Osterwalder, 2004). Modellen är ett ramverk för företag för att tjäna pengar genom att omvandla sina resurser till produkter eller tjänster som kunderna vill ha, d.v.s. hur företag gör en vinst, inte bara hur de genererar intäkter.

För att kunna analysera beslutsprocessen och organisationen av en nod inom ett regionalt kombitransportsystem är det viktigt att ha en helhetssyn över systemet, de berörda aktörerna och deras perspektiv. Som framgår av Figur 84 utgörs det intermodala transportsystemet av intressenter från den privata sektorn, framför allt av godskunder, transportörer, speditörer och operatörer samt det regelverk och den marknadsstruktur som dessa aktörer ställs inför, vilken definieras av intressenter inom den offentliga sektorn, d.v.s. myndigheter, infrastrukturägare samt stads- och regionalplanerare.



Figur 84. Intressenter inom intermodala godstransportsystem från både den privata och offentliga sektorn är vanligtvis engagerade på fyra olika interaktionsnivåer.

Aktörerna kan dock i princip vara aktiva inom båda sektorer. På grund av en ökande andel internationella värdekedjor och globalisering skiftar deras perspektiv ofta mellan dessa. Den privata sektorns intresseområde berör i allt större utsträckning nationella och globala frågor, medan den offentliga sektorns tonvikt vanligen är mer på regional- och lokalnivå. Både privata och offentliga sektorn är vanligtvis engagerade på alla nivåer i viss utsträckning, t.ex. regionala planerare är bundna av internationella och nationella åtaganden som klimat- och utsläppsmål och privata terminaloperatörer påverkas av efterfrågan från lokalt näringsliv.

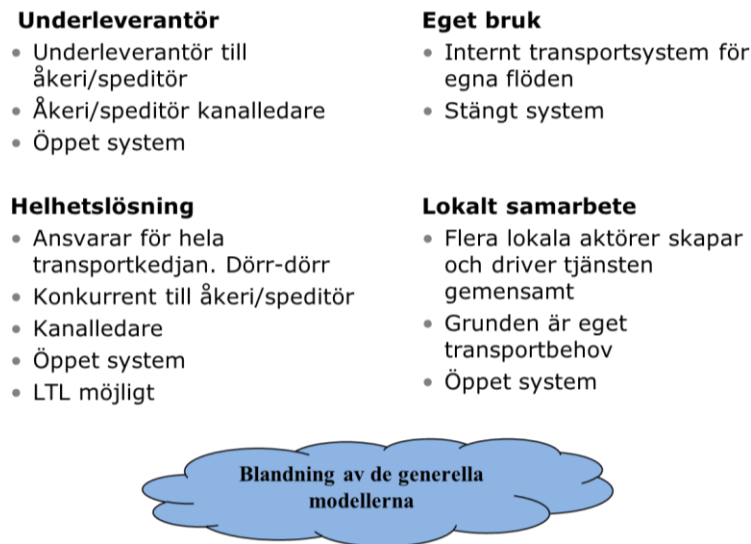
Studien Dinwoodie (2009), undersökte potentialen för citydistribution med järnväg i Storbritannien och drog slutsatsen att myndigheter i storstäder skulle anta hållbara strategier för citydistribution med järnväg endast om de **"uppfyller bredare politiska mål och kommersiella företagsintressen"**. Med andra ord, för att ett intermodalt godstransportsystem för city distribution ska anses vara genomförbart måste det finnas kommersiella intressen hos privata företag och att lokala myndigheters incitament verkligen styrs av hållbarhetsfrågor. Kärnpunkten för denna beslutsprocess är "kommersiellt intresse", som för en viss teknik eller ett trafikslag bygger på möjligheten att **erbjuda lägst kostnad**. Förmågan att uppnå detta är beroende på en rad faktorer, t.ex. "efterfrågan, resursutnyttjande, samordningsförmåga, standardisering- och automatiseringsgrad, regelverk samt faktorer relaterade till tid och lokalisering". (*Ibid*)

I ett effektivt intermodalt transportsystem måste aktörerna och aktiviteterna organiseras och samordnas i en affärsmodell, d.v.s. en modell för hur företagen bedriver sin verksamhet. Det kan definieras som den uppsättning aktiviteter som företag utför för att skapa en vinst, hur och när de utför dem. (Osterwalder, 2004)

Aktörer	Aktiviteter												
		Lokala vägtransporter	Koordinering av lokala vägtransporter	Överföring/Terminal	Tjänster/Terminal	Tågtagning	Marknadsföring mot andra transportkunder	Tillhandahålla lastbärare	Tillhandahålla jvg vagnar	Koordinering av hela kombitransportkedjan	...	...	...
Transportkund		x	x	x	x		x	x		x			
Åkeri		x	x				x						
Speditör			x				x	x	x	x			
Terminalägare					x		x						
Terminaloperatör				x	x		x						
Tågoperatör							x		x	x			
Infrastrukturägare							x						
...													
...													
...													

Figur 85. Exempel på ansvarsfördelning av aktiviteter bland aktörer i en intermodal transportkedja.

Flodén (2009) antar samma ramverk som Osterwalder (2004) och kategoriserar fyra typiska och generella affärsmodeller för intermodala transportsystem: underleverantör, helhetslösning, eget bruk samt lokal samarbetsmodell. Intermodala tjänster baseras på en av de angivna modellerna eller är en blandning av dem. Huvudegenskaperna hos var och en av dessa modeller beskrivs kortfattat i Figur 86.



Figur 86. Kategorisering av fyra typiska och generella affärsmodeller för intermodala transportsystem.

Modellen som lämpar sig bäst där den intermodala transporttjänsten organiseras av flera lokala aktörer längs en transportväg, vanligtvis i samarbete med lokala myndigheter. Lokal samarbetsmodell är vanligtvis mest förekommande i områden där det inte redan finns ett etablerat intermodalt utbud.

På efterfrågesidan består godskunderna ofta av flera privata aktörer som är intresserade av en övergång till intermodal transport, men där ingen enskild aktör har tillräckliga volymer för att driva den intermodala tjänsten på egen hand. På utbudssidan ingår transportörer, speditörer, operatörer och infrastrukturägare. Denna modell anses utmanande och komplex i den meningen att det är svårt att komma överens om en lämplig uppdelning av ansvar och intäkter bland parterna och att det inte finns någon tydlig ledare. Detta möjliggör flexibilitet men ökar risken för konflikt och maktkamp. Organisation av denna affärsmodell kan variera - allt från ett gemensamt ägt företag till ett avtal där en partner agerar som den formella samordnaren. Att upprätthålla detta partnerskap av kärnaktörer är en nyckel till att affärsmodellen ska bli framgångsrik.

6.2 Internationella erfarenheter av citylogistik med järnvägen som bas

En fallstudie av Tomtebodas samt en genomgång av existerande och planerade projekt i Europa för citylogistik med järnvägen som bas har ett magisterexamensarbete på Institutionen för Transportvetenskap, KTH, genomförts i anslutning till detta projekt (Gomariz, 2017). Syftet var att analysera organisation, affärsmodell och ansvarsfördelning för intermodala samlastningsterminaler i storstadsregioner. Dessa projekt har försökt att uppnå hållbarhet och förbättra utvecklingen av transportsystemet inte enbart avseende på ekonomiska kriterier, utan även avseende miljö och sociala kriterier.

Dessa exempel har sina egna särdrag utifrån rådande marknadstruktur och regelverk. Emellertid kan man i skapandet av en affärsmodell för Tomteboda överväga några av de modeller som har tillämpats i dessa exempel.

6.2.1 Samada-Monoprix (Paris, Frankrike)

Projektets utformning

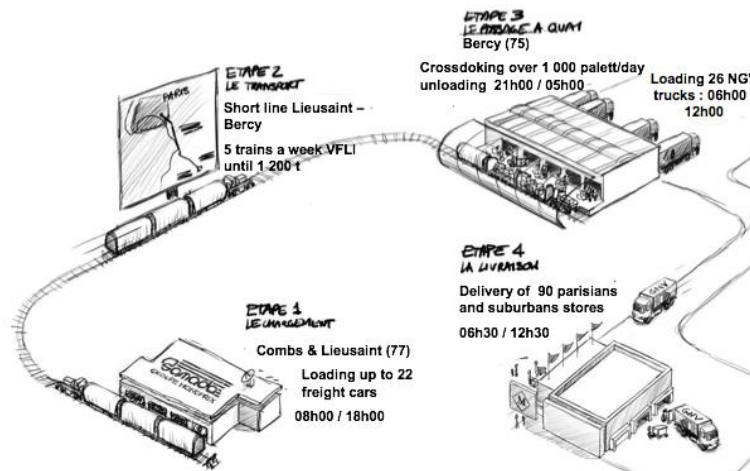
I Paris återfinns ett av de mest intressanta fallen. Monoprix är en stor fransk aktör i dagligvaruhandeln med en stark närvaro i stadskärnor och specialiserad på närbutiker. 2007 omorganiserade företaget sin försörjningskedja från lastbil till järnväg för leverans till deras 90 butiker i Paris med förorter. Detta skedde efter tre år av förberedelser med bl.a. undersökningar, studier och upphandling av tjänsteleverantörer.

Projektet ingår i den miljöpolicy som Monoprix har antagit under de senaste 20 åren. Projektet har utvecklats av Samada, logistikavdelningen i Monoprix tillsammans med institutionella aktörer som transportdepartementet, Regional Council of Ile-de-France, Paris stadsfullmäktige, RFF (ansvarig myndighet för det franska järnvägsnätet 1997-2014, sköts numera av SNCF infra), logistikföretag som franska järnvägsoperatören, SNCF, och lastbilsåkerierna Geodis BM och GT. (Dablanc et al., 2011).

Innan det nya systemet levererades godset av lastbilar från en terminal som ligger ca 40 km söder om Paris till Monoprix-butiker i regionen. Alternativet att leverera med tåg började övervägas på allvar på grund av de alltmer restriktiva reglerna för vägtrafik och bestämmelserna kring leveranser och vägfordons rörelser i Paris.

Den första etappen av Samada-Monoprix-strukturen (Figur 87) ligger 40 km söderut från Paris centrum. Där finns två lager i Lieusaint och Combs-la-Ville där skytteltågen lastas på från kl. 08.00-18.00. Varje vecka avgår fem tåg med 17 vagnar per tåg, från söndag kväll till torsdag kväll. Tågen transporterar i genomsnitt 750 EU-pallar (motsvarar ca 23 semi-trailer lastbilar med en kapacitet på 33 pallar var). De anländer till logistiknoden, "Halle de Bercy", som ligger i Paris. Från kl. 21.00 till 05.00 lossas och skannas pallarna. Från klockan 06.00 till

kl. 12.00 lastats pallarna på lastbilar drivna av naturgas för leverans till butikerna i Paris, som i sin tur tar emot godset mellan kl. 06.30 fram till 12.30. (Delaître, 2012)



Figur 87. Strukturen för Samada-Monoprix distributionssystem. (Källa: Turblog)



Figur 88. Bangården och terminalområdet "Halle de Bercy", Paris (Taniguchi et al., 2014)

Enligt Delaître (2012), ansågs vid startpunkten för implementering av projektet att utvecklingen av eldrivna lastbilar inte hade kommit tillräckligt långt för att hantera stora volymer för citydistribution. Som en följd satsades det på naturgasfordon (NGV), som fortfarande är renare än dieseldrivna fordon (Figur 89). 26 naturgaslastbilar ingår i flottan och de tankar i en station som ligger i Bercy-terminalen. För att optimera resursutnyttjandet av flottan, används den förutom till att tillhandahålla Monoprix-tjänsten, även till att leverera andra kylde godsflöden i Paris. Dessa fordon är inte bara mindre förorenande, de innehåller även anordningar som minskar bullret.

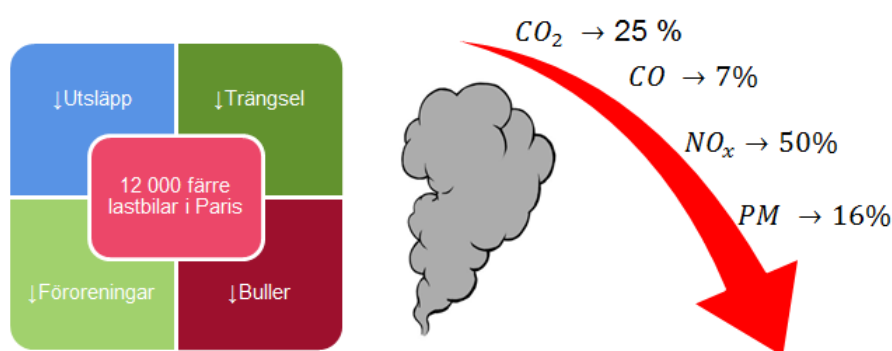


Figur 89. Naturgasdrivna lastbilar (NGV) används för distributionen till butikerna i Paris.

Cross-dock terminalen i Bercy är totalt 10 000 m², varav 3 700 m² är tillägnad Monoprix-Samada-systemet och för omlastning mellan tåg och naturgasbilar. För denna terminal investerade Paris stadsfullmäktige totalt 10 miljoner euro. Årligen hanteras ca 210 000 pallar i Paris genom Samada-Monoprix-kedjan, motsvarande 120 000 ton gods.

Miljöpåverkan

Två av de viktigaste faktorerna för att motivera projektets investeringar var besparingar av energi och utsläpp samt minskad trängsel på vägarna i Paris. Även om olika utvärderingar visat på lägre värden än förväntat, är energibesparingarna betydande. Det nya transportsupplägget har lett till en minskning av ca 12 000 lastbilar i Paris per år. Detta påverkar inte endast föroreningar och utsläpp, utan även minskad trängsel, buller och ökad trafiksäkerhet. Koldioxidutsläppen CO₂ reducerades med 25 % och CO med 7 %, NO_x och partiklar (PM) visade en minskning på 50 % respektive 16 % se Figur 90. (Dablanc et al., 2011).



Figur 90. Resultat av projektets miljöpåverkan

Ekonomiskt resultat

I den litteratur som finns om kostnader för godstransporter visar de flesta studier på ett linjärt förhållande mellan kostnaden per ton och transportavståndet. Lastbilstransporter anses vara mer ekonomisk fördelaktig än järnväg på korta avstånd på grund av den låga

initiala kostnaden för lastbil och den höga initiala fasta kostnaden för järnväg. Break-even, där ett intermodalt järnvägsupplägg blir mer kostnadseffektivt än direkt lastbilstransport, varierar mellan 200-800 km beroende bl.a. på transportupplägg, transportteknik och marknadens struktur.

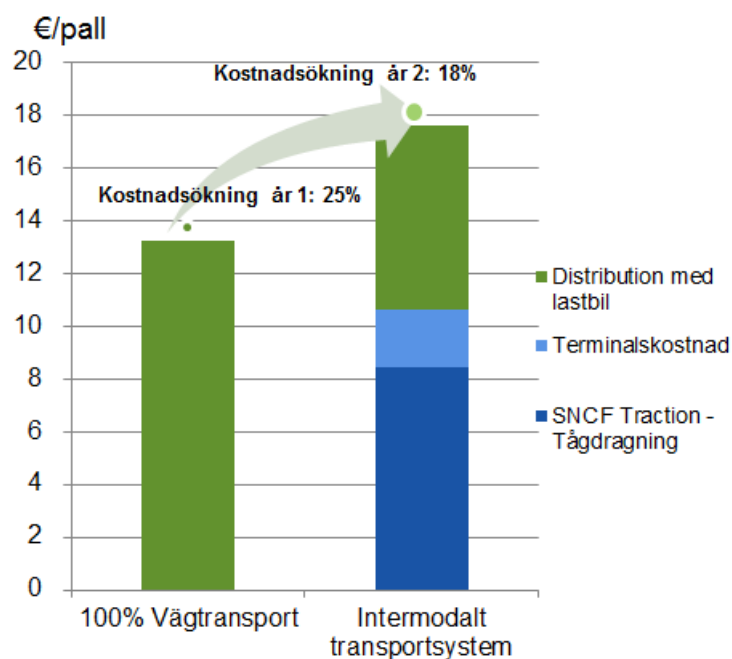
Med tanke på de korta avstånden mellan noderna i Samada-Monoprix-upplägget, 40 km för järnvägsdelen, kan den ekonomiska hållbarheten i projektet vara svår att uppnå. Samada-Monoprix antog en förändring från en traditionell försörjningskedja med lastbil till en "ny och smart spårbunden försörjningskedja" som föreslagits av bl.a. Deketele et al. (2008) och avsåg med denna modell att uppnå **en rationell användning av olika transportslag**. Detta koncept introducerade även fler kostnadskomponenter såsom t.ex. ytterligare omlastningspunkter, vilket gör det angeläget att förbättra och optimera omlastning- och terminalaktiviteterna.

Den ekonomiska effekten av det nya systemet jämfört med direkt vägtransport som utförts tidigare, presenteras i form av logistikkostnad per pall. För år 1 var det intermodala alternativet 25 % dyrare än vägalternativet, framför allt på grund av införandet av nya steg och kostnadskomponenter i försörjningskedjan, se Tabell 21. Den totala kostnaden för det intermodala alternativet uppgick till 17,61 euro per pall, d.v.s. en ökning från 13,25 euro per pall som tidigare generades av vägtransporterna (Maes, 2010).

Denna kostnadsökning för år 1 får ses som en kortsiktig effekt, skillnaden på 25 % mellan alternativen sänktes följande år till 18 %. Detta berodde på både yttre och inre faktorer av systemet, se Figur 91.

Tabell 21. Ekonomiskt resultat år 1 jämfört med 100 % vägtransport. (Maes, 2010)

	Euro
SNCF Traction – Tågdraging	1 770 000
Omlastning och terminalskostnad	459 000
Total SNCF	2 229 000
Distribution City Centre – distribution med lastbil	1 470 000
Totalt – Intermodalt transportsystem	3 699 000
100% Vägtransport	2 782 500



Figur 91. Ekonomisk jämförelse av de olika transportalternativen per år.

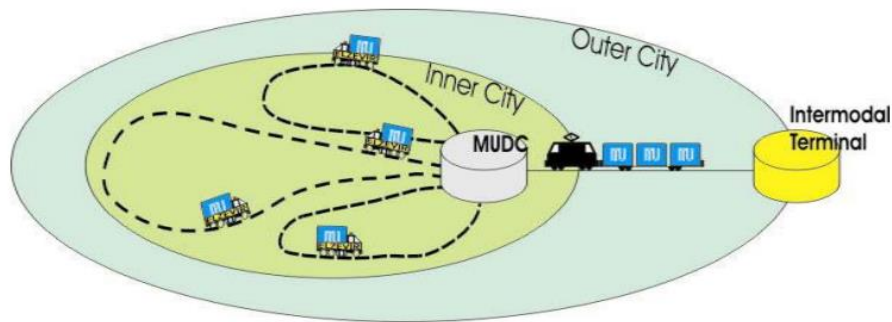
Bland de externa faktorerna har man tagit hänsyn till det stigande priset på bränsle och de initiativ till regelverksförändringar som har drivit upp priset för transporter med tunga lastbilar inom stadsområden och ökat incitament för att använda järnvägstransporter.

Internt härrör kostnadsförändringarna från högre resursutnyttjande, effektivare hantering samt förändringar i affärsmodellen. Exempel på det sistnämnda är att det i leveranspriset för nytillkomna partners inkluderades ytterligare utgifter som uppstått i terminalen, bl.a. städning och elförbrukning. (Delaitre, 2012)

6.2.2 Multimodal Urban Distribution Centre (MUDC) (Rom, Italien)

Projektets utformning

Ett nytt initiativ planeras till Fresh Food Center S.p.A. (FFC) som tillhandahåller logistiktjänster för distribution av färsk mat, främst fisk, till stormarknadskedjor (SMA, Auchan, Cityper) i centrala Italien och i synnerhet i Rom. (Brown et. al, 2014) Transportsystemet första etapps börjar i Santa Palomba, 30 km söder om Rom, där FFCs terminal är lokaliserad. Sedan distribueras fisken intermodalt via en central omlastningsterminal till butiker i Rom, illustrerat i Figur 92. (Alessandrini et al, 2012).



Figur 92 MUDC- strukturen i Rom (Källa: Alessandrini (2012))

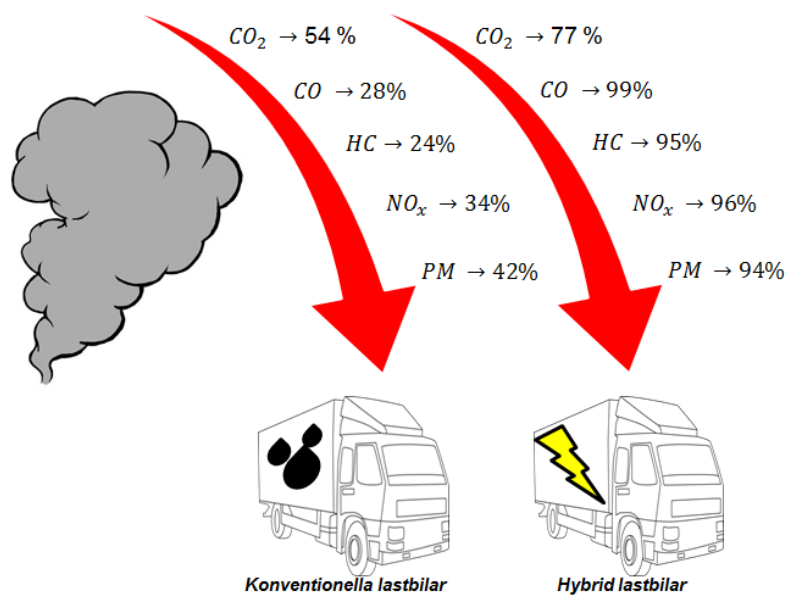
Detta nätverk påminner till sin struktur om den som kan komma att användas för Tomtebodan. Likheten består i att transportkedjan har sin första etapp från en kombiterminal som ligger i utkanten av staden, i den italienska fallstudien från kombiterminalen Pomeniza Santa Palomba, för att sedan transporteras till en i staden centralt belägen järnvägsnod.

I den italienska fallstudien transporteras varorna med skytteltåg till terminalen **"Multimodal Urban Distribution Centre (MUDC)"**, i Scalo San Lorenzo, Rom, som ligger i den östra delen av innerstaden. I MUDC överförs fisken till vägfordon för den slutliga leveransen till 18 stormarknader. Vid stationen i Scalo San Lorenzo prioriteras persontrafiken under dagtid, varför godståget mellan terminalerna färdas under natten.

Med detta system transporterar FFC ca 7100 ton fisk årligen (uppgift år 2009). Fisken anländer till Santa Palomba-terminalen i utkanten av Rom från kl. 06.00 till 12.00. Efter ankomsten fram till kl. 17.00 lastas fisken på tåget enligt en fastlagd distributionsskevens för att på så vis underlätta distributionen. Tåget färdas sedan under natten till MUDC, vid Scalo San Lorenzo, och därifrån lastas fisken mellan 04:00 och 06:00 på lastbilar för att distribueras till butik.

Miljöpåverkan

I studien Alessandrini (2012), har ett referensscenario baserat på 100 % vägtransport jämförts med två andra scenarier, båda inkluderade järnvägstransportdelen från logistikterminalen i utkanten av Rom till innerstaden och MUDC. Men från MUDC nyttjas två olika möjligheter för den slutliga leveransen ut till butik - en flotta med konventionella dieseldrivna vägfordon och med hybridfordon. Figur 93 visar simuleringsresultat för de olika scenarierna framtagna av Centre for Transport and Logistics, på universitetet i La Sapienza i Rom. Resultatet visar att den minskade bränsleförbrukningen leder till att såväl utsläpp som förorenande partiklar minskar avsevärt.



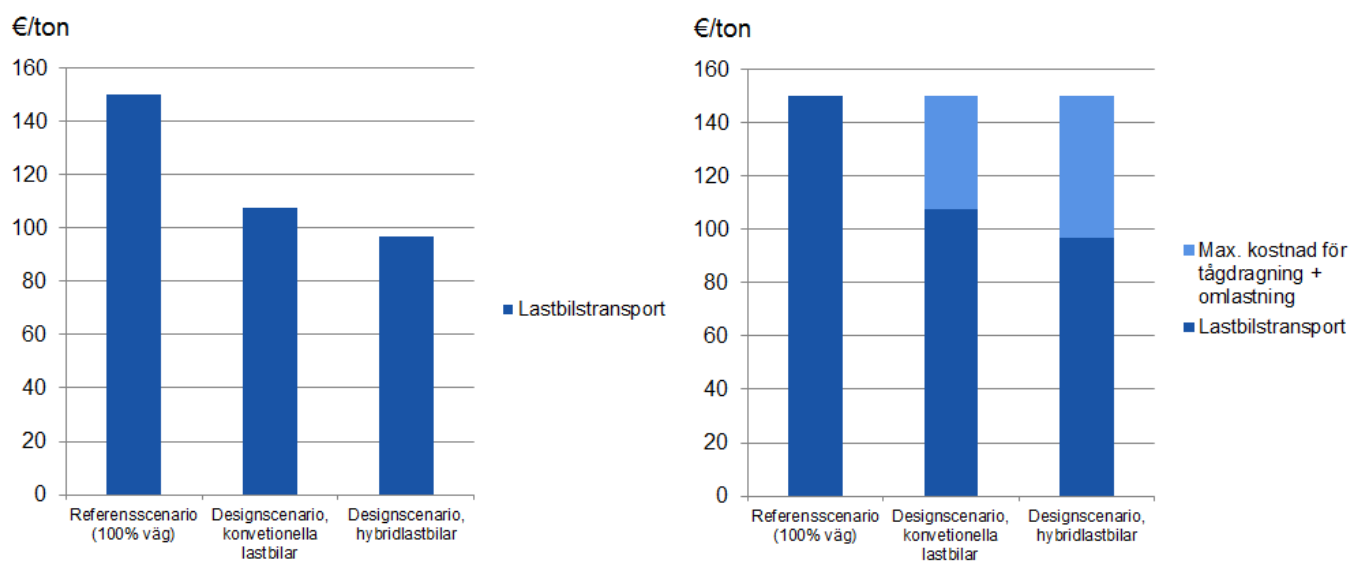
Figur 93. Utsläppsbesparing för de intermodala alternativen jämfört med referensscenariot med direkt vägtransport.

Ekonomiskt resultat

Liksom transportsystemet i Paris, kan det planerade intermodala transportsystemet i Rom initialt komma att producera en högre kostnad jämfört med referensscenariot med direkt vägtransport. Enligt beräkningarna i denna fallstudie fastställdes kostnaden för vägtransporter för det ursprungliga referensscenariot respektive de båda intermodala scenarierna enligt Tabell 22. Beräkningarna resulterar i belopp för hur stor kostnaderna får vara för tågdraging respektive omlastning i terminal. Logistikkostnaden för designscenarierna får inte överstiga kostnaden för referensscenariot, se Figur 94.

Tabell 22. Vägtransportkostnad för de olika alternativen. Alessandrini et al. (2012)

	Transporterad vägavstånd / dag	Operativ kostnad / km	Operativ kostnad / ton
Referensscenario	287	1,14	150,19
Designscenario, konventionella lastbilar	110	2,13	107,66
Designscenario, hybrid lastbilar	110	1,92	96,91



Figur 94. Simuleringsresultat gällande transportkostnad för de olika alternativen.

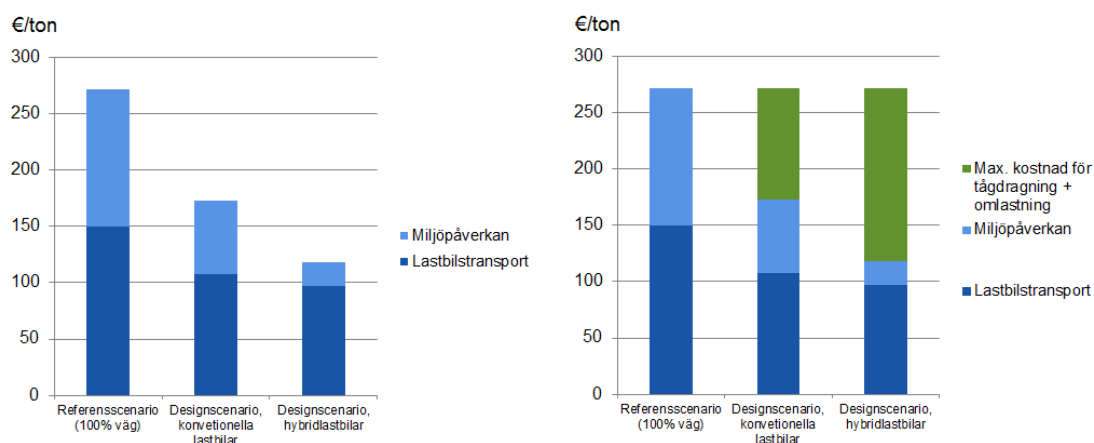
Driftskostnaden per km är lägst för referensscenariot; däremot är transporterad sträcka mer än dubbelt så lång som för de intermodala designscenarierna, vilket är anledningen till att driftkostnaden per ton är högst i referensscenariot.

Beräkningar av den samhällsekonomiska kostnaden för miljöpåverkan utfördes inom ramen för en fallstudie och framgår av Tabell 23. Referensscenariot uppvisade en extra kostnad på 121,63 €/ton, medan de intermodala designscenarierna med konventionella och hybridlastbilar, medförde en extra kostnad på 65,06 respektive 21,72 €/ton respektive. Utsläppen har värderats enligt Europeiska kommissionens handbok för externa kostnader inom transportsektorn.

Den totala samhällsekonomiska kostnaden och skillnaden jämfört med de andra scenarierna ger en uppskattning av den kostnad som offentliga förvaltningar skulle kunna betala för att ge nya operatörer incitament att använda MUDC-systemet. En förutsättning är att man kan estimera de faktiska kostnaderna för omlastning och tågdragning.

Tabell 23. Förhållande mellan operativa och miljömässiga kostnader (Alessandrini et al. (2012))

	Referens-scenario	Designscenario: konventionella lastbilar	Designscenario: hybridlastbilar
1. Väggkostnad (€/ton)	150,19	107,66	96,91
2. Väggkostnad + Miljöpåverkan (€/ton)	271,82	172,75	118,63
3. Max. kostnad för tågdragning och omlastning (€/ton)	0	42,53	53,28
4. Max. kostnad för tågdragning och omlastning med hänsyn tagen till miljöpåverkan (€/ton)	0	99,07	153,19



Figur 95. Ekonomiskt resultat inklusive monetariserad miljöpåverkan för de olika alternativen.

6.2.3 Spårvagnssystem för citydistribution

Även om följande spårvagnssystem inte har samma karaktär som den utmaning som Tomtebodas står inför, kan dessa fallstudier ge värdefull kunskap kring gemensamma faktorer såsom affärsmodell för spårbundna transportupplägg på korta avstånd och multimodal omlastning. Lärdomar kan dras både från exempel som har fått fortgå och varit framgångsrika och de som inte har varit det och därmed avslutats.

CarGo Tram, Dresden

I Tyskland har Volkswagen i Dresden utvecklat projektet CarGo. I samarbete med DVB, den offentliga trafikoperatören i Dresden, etablerades 2001 en järnvägsanlutning på fyra km mellan Volkswagens logistikcentral och noden "Transparent Factory" lokaliserad i Dresdens innerstad. (DVB, 2012).

"Transparent Factory" är lokaliserad i den historiska stadskärnan, med begränsade kapacitet för lager och lastningsområden. Tack vare den befintliga spårvägsinfrastrukturen intill båda ställena behövdes ingen stor infrastrukturinvestering, samtidigt som spårvägssystemet erbjöd ett transportsystem med hög nyttjandegrad och liten miljöpåverkan. (Oelmann, 2007).



Figur 96. CarGoTram, Dresden, Tyskland (Källa: Volkswagen)

CarGo Tram-projektet är en del av Dresden Transportstrategi som belönades 2005 som ett unikt fall i Tyskland inom hållbarhet för transportsområdet (CIVITAS, 2005). Varje CarGo-spårvagnsresa motsvarar tre lastbilar, vilket resulterat i en betydande minskning av koldioxidutsläpp och trängsel på vägarna, med 200 000 lastbilskilometer per år (DVB, 2012).

GüterBim, Wien

I Wien var "GüterBim"-projektet en urban logistiklösning för godsdistribution inom det befintliga innerstadsnätet för spårvagn. Bland de potentiella tillämpningarna som beaktades återfanns sjukhus, butiksleveranser och avfallshantering (Fochler, 2005).

Huvudintressenterna i projektet var operatören Wiener Lokalbahnen (WLB) och två konsultföretag, TINA Wien Transport Strategies och Vienna Consult (Fochler, 2005). De utförde olika tester för att hitta de mest kostnadseffektiva lösningarna, optimala rutter och tekniker för snabb hantering (Brown et. al, 2014).

Projektet startade 2004 och demonstrationerna genomfördes 2005. Efter tre års utveckling och testfasen, var de erhållna resultaten mindre positiva. Pilotprojektet hade kostat totalt 1,4 miljoner euro, varav 0,6 miljoner euro bestod av statligt stöd. Projektet blev ett misslyckande och avslutades på grund av för låg efterfrågan. Tillräckligt många eller stora kunder saknades för att bära systemets driftkostnad. För en positiv utveckling av projektet hade fler privata godskunder behövts.



Figur 97. GüterBim-projektet i Wien, Österrike. (Källa: Urban Transit)

Amsterdam

Detta projekt var de mest ambitiösa och största bland de studerade spårvagnssystemen. På grund av stadsstrukturen i Amsterdam med smala gator och kanaler, var avsikten att överföra transporter från väg till det redan existerande spårvagnsnätet.

Under 2008 påbörjades pilotprojektet med att distribuera till olika butiker och restauranger i staden. Projektet beräknades medföra 2500 färre lastbilsrörelser per år och 15 % mindre partikelföroreningar. Efterfrågan visades dock vara låg, små godskunder hade för små volymer för att ha tillräckligt stor nytta av systemet och stora godskunder hämmades av systemets kapacitetsbegränsningar.

Amsterdamprojektet togs i beaktande av flera andra städer som ett exempel på hur man kan utveckla city-distribution, men företaget som ansvarade för projektet visade sig ha svårt att uppnå lönsamhet.

Många liknande projekt är initialt inte lönsamma, men företaget avkrävdes bankgarantier från Amsterdam stad, vilket de inte kunde leverera och därmed var företaget tvunget att gå i konkurs. Med en uppskattad kostnad för projektet på 70 miljoner euro, var den största orsaken till misslyckandet svårigheten att hitta investeringar, olika politiska intressen och oenighet bland de berörda företagen och myndigheterna (Brown et. al, 2014). Med andra ord berodde misslyckandet till stor del på avsaknaden av en väl fungerande affärsmodell som sätter ramarna för en överenskommelse mellan de berörda parterna om hur de tillsammans ska generera en vinstdrivande verksamhet.

6.2.4 Sammanfattning

Sammanfattningsvis kan man dra slutsatsen att de mer lovande fallen, som de i Paris och Dresden, distribuerade endast en specifik godsgrupp, vilket skulle kunna betraktas som ett pilotsteg för att senare addera ytterligare godsgrupper och kunder. Med andra ord fanns det en stabil bas gällande efterfrågan för systemet, vilket verksamheten kunde bygga vidare på.

Under de senaste åren efter vagnslastrafikens nedgång, har Tomteboda varit begränsad till ett litet antal godskunder med en stor närvaro, Posten och Coop (se kapitel 3.2.4). Detta skapade en beroendeställning för Tomteboda och när dessa kunder bestämde sig för att sluta med sin verksamhet förlorade Tomteboda nästan hela sin verksamhet. Därför bör ett större antal kunder och grupper övervägas i framtiden vid sidan av eventuella stora kunder för att på så vis stimulera kontinuerliga godsflöden.

Från de studerade fallen noteras att offentliga bidrag är nödvändiga för att säkerställa projektets lönsamhet initialt. I varken Paris, Rom, Amsterdam eller Wien var projekten i sin inledande fas lönsamma, vilket kan förklaras av att vinstdrivande företag som tillämpar en ren ekonomisk logik föredrar att behålla det befintliga systemet med vägtransport.

Den offentliga förvaltningen bör emellertid också ta sociala och miljömässiga frågor i beaktande och ge incitament för att lösa hållbarhetsfrågor. Ur miljösynpunkt erbjuder spårbundna distributionssystem en minskning av utsläpp och partiklar vilket därmed gynnar bl.a. en högre luftkvalitet och minskning av sjukdomar kopplade till dem. I ett kapacitetsperspektiv kan det nämnas att ett godståg motsvarar 30-40 lastbilar. Rätt utnyttjat kan ett intermodalt system minska trängseln på vägarna och leda till högre trafiksäkerhet för fotgängare, cyklister och privatbilister.

Sammanfattningsvis finns det en rad åtgärder som kan vidtas för att de spårburna distributionssystemen ska vara framgångsrika. Några projekt har också misslyckats. Skillnaden mellan framgång och misslyckande har vid många tillfällen varit beroende av en väl fungerande affärsmodell som sätter ramarna för en överenskommelse mellan de berörda aktörerna så att lösningarna inte blir ett nollsummespel utan ger fördelar för alla.

7 Utvecklingsscenarion

7.1 Förutsättningar för ett järnvägsbaserat transportsystem

Förutsättningarna för ett transportsystem med järnvägen som bas kan utvärderas ur olika aspekter:

- Interregional tillgänglighet: Varifrån kommer godset på järnväg?
- Regional tillgänglighet: Vart ska godset med lastbil?
- Närhet till lager och stora godsnoder
- Tillgång till utrymme och utrustning för omlastning
- Ägandeförhållanden och organisatoriska förutsättningar

I denna rapport har huvudsyftet varit att analysera möjligheterna att bygga upp en citylogistik med Tomtebodas bas. Årsta/Västberga kan vara ett alternativ för vissa funktioner. Årsta/Västberga tas därför upp här men endast översiktligt som en jämförelse.

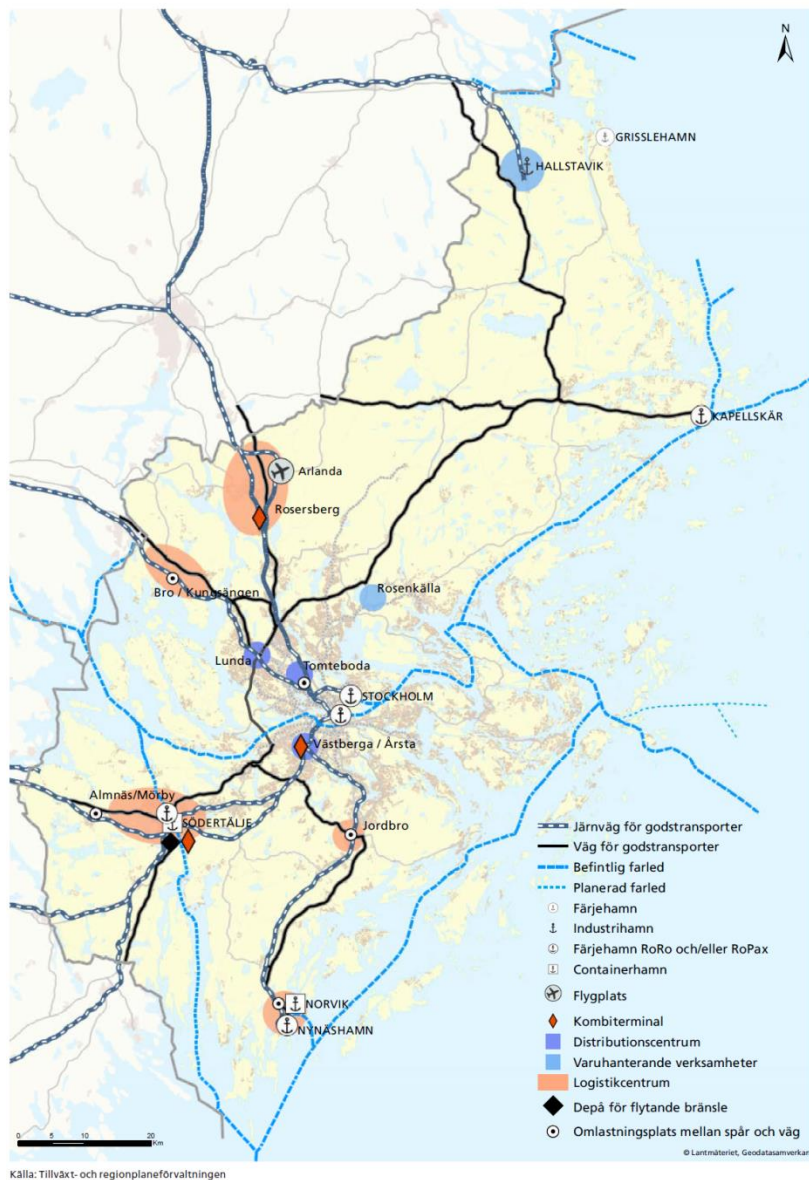
En viktig förutsättning är att det finns stöd för att behålla och utveckla lämpliga områden för godstransporter och terminaler i de kommunala och regionala planerna. Annars kan godstrafikens behov riskera att trängas ut av kortsiktiga exploateringsintressen. I detta avsnitt börjar vi därför med att helt kort beskriva den senaste regionala utvecklingsplanen i detta avseende.

7.1 Regionala utvecklingsplaner

I den regionala utvecklingsplanen RUF2010 identifierades den övergripande infrastrukturen för godstransporter i Stockholmsregionen inklusive kombiterminaler, större transportgenererande verksamheter, logistik- och distributionscentrum etc. Arbetet med att ta fram godsstrategin för RUF2050 pågår för närvarande och utställningsförslaget gällande den regionala infrastrukturen för godstransporter illustreras av Figur 98. (SLL, 2017)

Kartan visar ett tidsperspektiv fram till år 2050 för de angivna infrastrukturanläggningarna. Noterbart är att Årsta, Lunda/Spånga och Tomteboda pekas ut som möjliga distributionscentrum i Stockholm.

Andra områden med potential för utveckling av storskalig varuhantering samt terminaler med stora omland benämns som logistikcentrum och avser områden kring Arlanda/Rosersberg, Bro med omnejd, Södertälje med omnejd samt Norvik/Nynäshamn. Andra områden med stora varuhanterande verksamheter är Rosenkälla och Hallstavik.



Figur 98. Utställningsförslag inom RUF2050 för infrastrukturen för godstransporter i Stockholmsregionen år 2050 (SLL, 2017)

7.2 Tomteboda

Tomteboda har bra interregional tillgänglighet med järnväg. Tomteboda är tillgängligt söderifrån via Stockholm Central där det finns god kapacitet sedan pendeltågen flyttats till citybanan. Det går även att komma till Tomteboda västerifrån via Mälärbanan som i flera utredningar t.ex. Stockholms Central 2050 (Nelldal et. al. 2010) beräknas ha mest ledig kapacitet sedan fyrsparat byggts ut Tomteboda-Kallhäll. Det går också att komma norrifrån via Ostkustbanan, se Figur 99.

God regional tillgänglighet till Tomtebodan finns till Stockholms, Solna, Sundbybergs och Lidingö kommuner. Essingeleden och Norra länken ansluter till Tomtebodan och därifrån kan man ta sig vidare i vägnätet i olika riktningar.

Flera av livsmedelsindustrins lager ligger väster eller norr om Tomtebodan: ICA i Västerås, Coop i Bro och Lidl i Rosersberg. Den tunga godstrafiken till Värtan kommer att flyttas till Norvik och med det följer den kvarvarande vagnslasttrafiken. Samtidigt har ny trafik tillkommit då Fortum kör flera heltåg varje dag med flis till värmeverket.

Det finns en stor omlastningsterminal med spårhall som tidigare har använts av posten. Den skulle vara idealisk för citylogistik. Vidare finns områden där det bedrivits kombiterminal med hantering med reach-stacker. Det är viktigt att säkerställa att dessa områden reserveras för framtida järnvägsbaserade transportsystem.

Lastning och lossning av vagnslaster bedrivs i dag på Tomtebodan, främst tunga byggelement. Denna verksamhet är viktig då det inte finns några alternativa platser i Stockholmsregionen där detta kan göras på ett effektivt och säkert sätt. För sådana tunga transporter är det viktigt med så kort avstånd som möjligt och en förtätning pågår i Stockholm för att möta den snabba befolkningstillväxten på ett miljöanpassat sätt.

Tomtebodan bangård ägs av Trafikverket som därmed bestämmer över marken. Green Cargo opererar på bangården tillsammans med några andra operatörer. Postens f.d. terminal har numera privata ägare som letar fler hyresgäster.

7.3 Västberga/Årsta

Västberga/Årsta, fortsättningsvis kallat Årsta, ligger bra till i järnvägsnätet med direkt koppling söderifrån via Grödingebanan och gamla linjen till Södertälje och västerut finns koppling till västra stambanan. Norrut finns en koppling till norra stambanan och Mälärbanan via Stockholm Central där det finns god kapacitet sedan pendeltågen flyttats till citybanan. Lokalt finns koppling till Nynäsbanan och därmed till Norvik samt till Västberga.

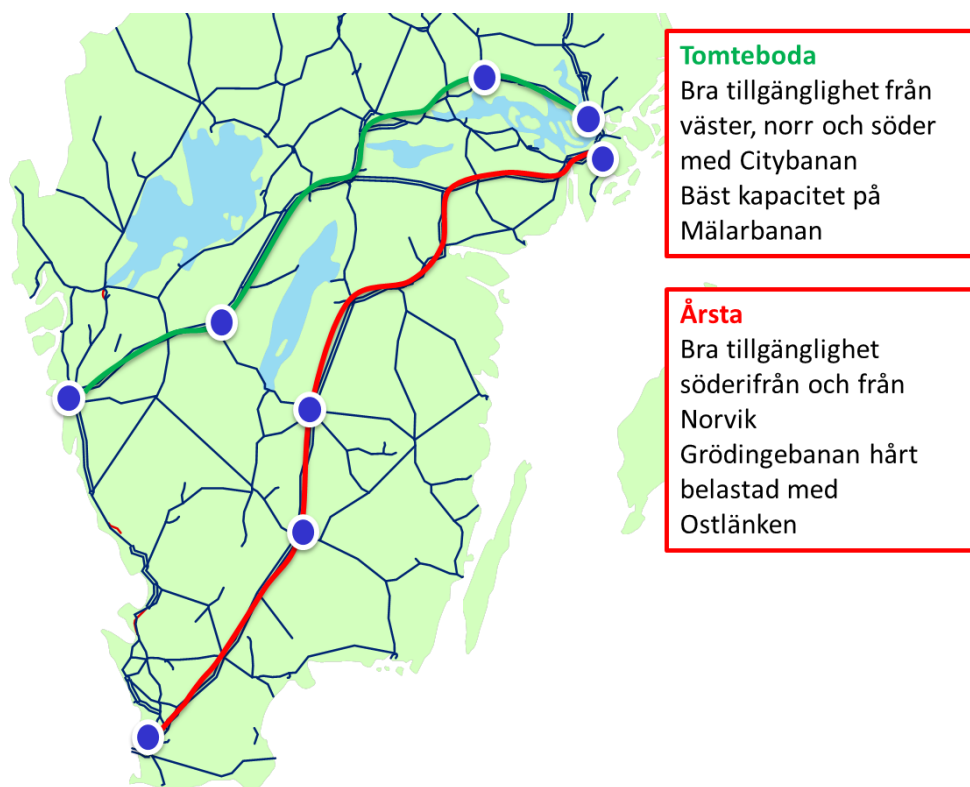
Grödingebanan är relativt högt utnyttjad i dag och kommer att bli ännu mer utnyttjad när Ostlänken och höghastighetsbanorna byggs ut. Även den gamla linjen till Södertälje kommer att vara högt utnyttjad i högtrafik när kapaciteten ökar med Citybanan. Det kan redan i dag vara svårt att få tåglägen för godståg i högtrafik söderut. Det är inte omöjligt men kräver att godståg prioriteras och på lång sikt krävs kapacitetshöjande åtgärder på Grödingebanan.

Årsta har god regional tillgänglighet till Stockholm, Haninge, Huddinge och Nacka kommuner. Via Essingeleden och södra länken kan man ta sig ut i vägnätet i olika riktningar.

Partihallarna ligger i anslutning till Årsta kombiterminal och Älvsjö bangård, men har delvis flyttat till Botkyrka där det inte finns järnvägsanslutning. Det finns en cross-dockningsanläggning vid Årsta kombiterminal som dock huvudsakligen används av lastbilar. En del av

detaljhandelns lager ligger väster om Årsta, i Nykvarn, Strängnäs och Eskilstuna. Det finns också industrispår till Västberga och Liljeholmen som dock används alltmer sparsamt. De stora bilspeditionsfirmorna har sina terminaler i Västberga, men använder numera nästan inte alls järnväg.

Organisatoriskt äger Trafikverket bangården, Jernhusen kombiterminalen och Stockholms kommun en del industrispår.



Figur 99: Interregional tillgänglighet till Tomtebodavägen och Årsta.



Figur 100: Regional tillgänglighet till Tomtebodavägen och Årsta.

7.4 Förslag: Tomtebodas multimodala terminal för citylogistik

Mot bakgrund av de analyser som gjorts av dagens och framtida behov av godstransporter i Stockholmsregionen och tillgängliga platser för att långsiktigt bedriva terminalverksamhet föreslås att Tomteboda utvecklas till en multi-modal terminal med järnvägen som bas. Det innebär att följande funktioner prioriteras:

- Lossning och lastning av vagnslasttrafik för tunga transporter lokalt i Stockholmsregionen
- Lastning och lossning av främst lätta containers eller växelflak för direkt distribution till kunder i Stockholm
- Logistikverksamhet i den f.d. spårhallen för distribution i Stockholm

Dessutom bör bangården utnyttjas som delnings- och tågbildningspunkt med planväxling av godståg. Med rätt planering och utformning bör också bangården kunna användas för vändning, furnering och uppställning av persontåg.

Ett terminalbolag bör bildas med Stockholms kommun som huvudägare som lägger ut terminalhantering och distribution med miljövänliga lastbilar – helst elbilar – på entreprenad. Dessa tjänster tillhandahålls konkurrensneutralt till alla kunder. Kommunen bör överväga att inrikta trängselavgifterna för lastbilar så att miljövänliga lösningar prioriteras. Trafikverket bör överväga att inrikta banavgifter och kapacitetstilldelning så att godståg till centrala terminaler prioriteras.

Årsta/Västberga kan fungera parallellt med Tomteboda med nuvarande funktioner, främst kombiterminalen för tung kombitrafik och cross-docking av enhetslaster. Årsta/Västberga kan också vara en distributionsterminal för containers från Norvik i Stockholmsregionen. Om citylogistik-konceptet blir framgångsrikt och regionen fortsätter att expandera kan det finnas behov av två noder och då är Årsta det lämpligaste alternativet till Tomteboda.

En skyttel etableras från Norvik till Tomteboda via Årsta. På sikt etableras Mälarslingan runt Mälaren med småskaliga helautomatiska terminaler på flera ställen i Mälardalen. Då etableras ett system med:

- Eldrivna godståg
- Eldrivna distributionsbilar
- Eldrivna terminaler
- Minimal energiförbrukning
- 0-utsläpp

Därmed är grunden lagd till ett långsiktigt hållbart transportsystem.

Tomteboda som Multi Modal terminal för citylogistik



Figur 101: Tomteboda som multi modal terminal för citylogistik.

7.5 Transportsystem

Det transportsystem som föreslås med Tomtebodan som bas bygger på följande principer:

- Godset transporteras så långt in i staden som möjligt med eldrivna tåg
- Godset omlastas med terminalutrustning som ger så låga utsläpp som möjligt, på sikt helt eldriven
- Godset distribueras med hybridlastbilar, på sikt med ellastbilar
- Godset distribueras i staden med omnejd mot rusningsriktningen i slingor efter kortaste vägvstånd. Till områden med små volymer tillämpas samlastning
- En affärsmodell utvecklas för ett terminalbolag som driver verksamheten

Syftet med transportupplägget är att minimera energiförbrukning, utsläpp och trängsel i Stockholms tätort samtidigt som transportkostnaden minimeras på lång sikt. Det kan, men behöver inte, innebära en ökad transportkostnad i ett uppbyggnadsskede jämfört med lägsta möjliga kostnad i dag. Därför behövs en affärsmodell där samhället går in och stödjer verksamheten i ett uppbyggnadsskede. Kommunerna kan också vara delägare då de också har omfattande transportbehov.

Det gods som kan transporteras till Tomtebodan kan vara av olika karaktär:

- Enhetslastat gods som är förberett för distribution i containers eller växelflak
- Gods i form av pallstat gods eller paket som kan sorteras i spårhallen och sedan distribueras. Det kan komma i containers eller vagnslaster.
- Vagnslaster med tungt gods, t.ex. byggmaterial och andra tunga transporter som ska till eller från Stockholms tätort

Någon cross-dockanläggning föreslås inte i Tomtebodan, inte heller något stort utrymme för lagring, däremot utrymme för tillfällig uppställning i väntan på distribution. En cross-dockanläggning finns i Årsta som kan utnyttjas för dessa behov. Tomtebodan är tänkt som ett komplement till Årsta och inte som en ersättning.

När det gäller de inkommande järnvägstransporterna finns det flera olika möjligheter:

- Regional kombitrafik från livsmedelshandelns lager i t.ex. Bro och Västerås
- Hamnskyttel från Norvik via Årsta och Tomtebodan till Rosersberg
- Interregional kombitrafik från t.ex. Skåne/kontinenten eller Göteborg som är förberett för distribution samt kombitrafik till/från Norrland
- Vagnslasttrafik från/till hela landet

Ett regionalt kombitrafikupplägg för livsmedel framgår av Figur 103. Tåget är tänkt att köra in gods som är förberett för distribution från ICAs och lager i Västerås och Coops lager i Bro vilket bör ske tidigt på morgonen. På kvällen körs containers tillbaka, de kan då vara lastade med tompallar och burar och eventuellt förpackningsmaterial som ska återvinnas. Syftet är att minimera antalet lastbilsrörelser i staden och utnyttja lastbehållarna så effektivt som

möjligt. Det finns möjlighet att köra upp till fyra dubbelturer per dag om ett tågsätt dedicerats för denna trafik.

Hur en regional hamnskyttel från Norvik skulle kunna utformas framgår av Figur 103. Den går från Norvik först till Årsta under förutsättning att det går att anordna en småskalig kombiterminal där, alternativt att av- och tillkoppling av vagnar sker i Årsta. Den fortsätter sedan till Tomtebodas småskaliga kombiterminal och därefter till Rosersberg.

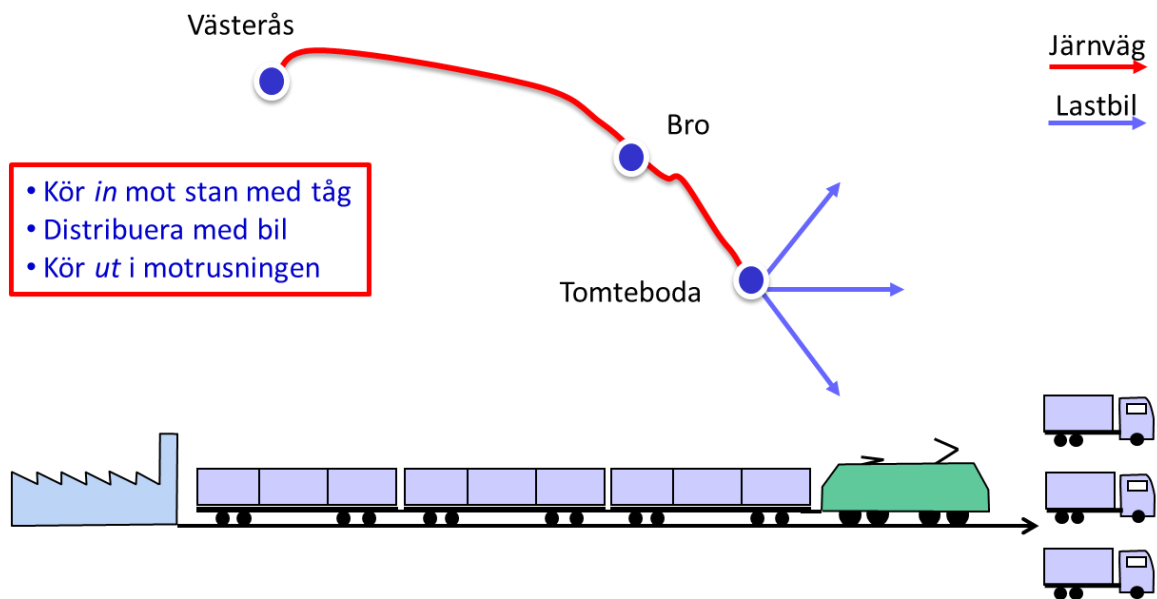
Ett interregionalt upplägg för livsmedelsindustrin framgår av Figur 104. Gods som importeras till livsmedelslagren i Skåne och eventuellt andra platser körs direkt till Tomteboda. Det måste då vara förberett för distribution, vilket kräver en förändring av nuvarande logistikupplägg. Man kan även tänka sig att gods från t.ex. Falkenberg (vin- och spritcentralen) och Göteborg går direkt till Tomteboda om det är förberett för distribution. Alternativet är att de går till nuvarande lager i Västerås och Bro och förbereds för distribution där och sedan med den regionala pendeln till Tomteboda.

Detta upplägg med två linjer från Skåne, en via Göteborg och en via Alvesta, kan också ingå i ett mer generellt kombitrafiksystem för många olika varugrupper. Jensen et al. (2011) har visat att det finns stora godsvolymer i dessa relationer och även i CTH-rapporten "Faster Cargo" visar på fördelar med ett linjetågssystem från Göteborg via Örebro-Västerås till Stockholm.

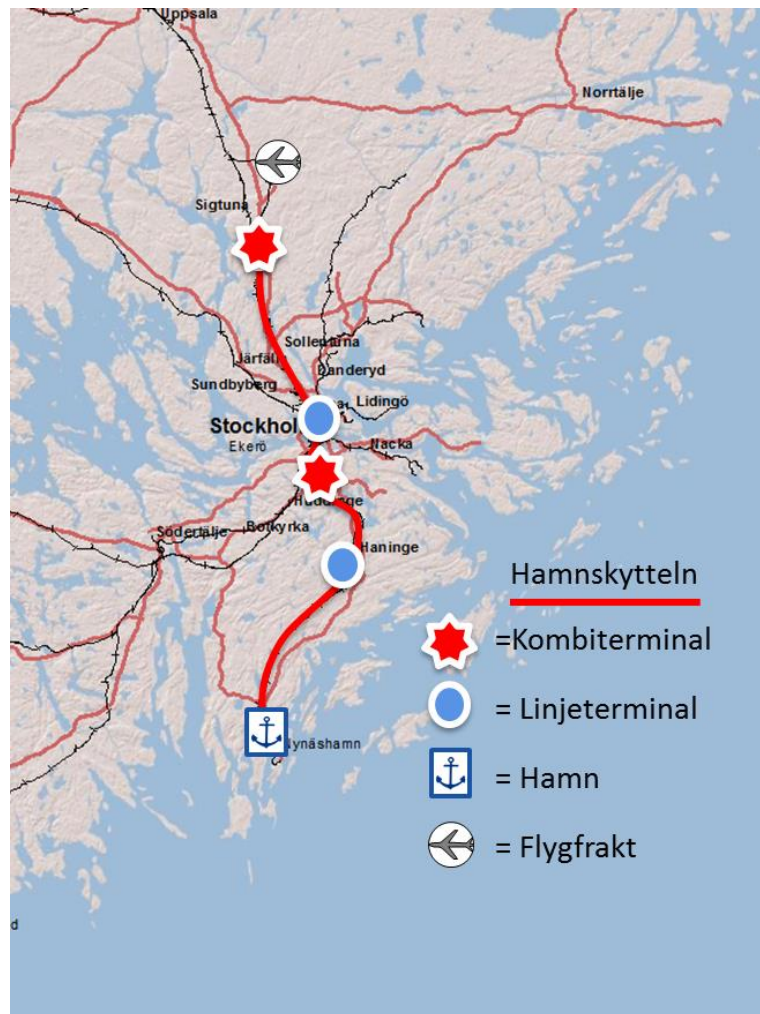
Vagnslasttrafik kan köras från/till hela landet och även Europa i Green Cargos vagnslastnät. Deras huvudbangård är Hallsberg och därifrån finns många förbindelser. Hallsberg är kopplat till Tomteboda med matartåg som kan gå via Västerås eller Katrineholm. I dag transporteras t.ex. Älvsbyhus färdiga husmodeller i vagnslasttrafik till Tomteboda.

En långsiktig vision är att etablera "Mälarslingan" enligt Kordnejad (2016), se Figur 105. Det är en kombislinga runt Mälardalen från Tomteboda via Västerås-Örebro till Hallsberg och tillbaka via Katrineholm-Eskilstuna-Södertälje till Tomteboda. En förutsättning för att en sådan slinga skall etableras och bli konkurrenskraftig är att det finns helautomatiska terminaler med horisontell överföring enligt AMCCT-konceptet eller liknande. Denna slinga kan då täcka en mycket stor marknad. Av Figur 106 framgår att den kan täcka 132 relationer vilket kan jämföras med ett konventionellt hub and spoke-system med tre linjer som täcker tre relationer med samma linjelängd, ca 450 km.

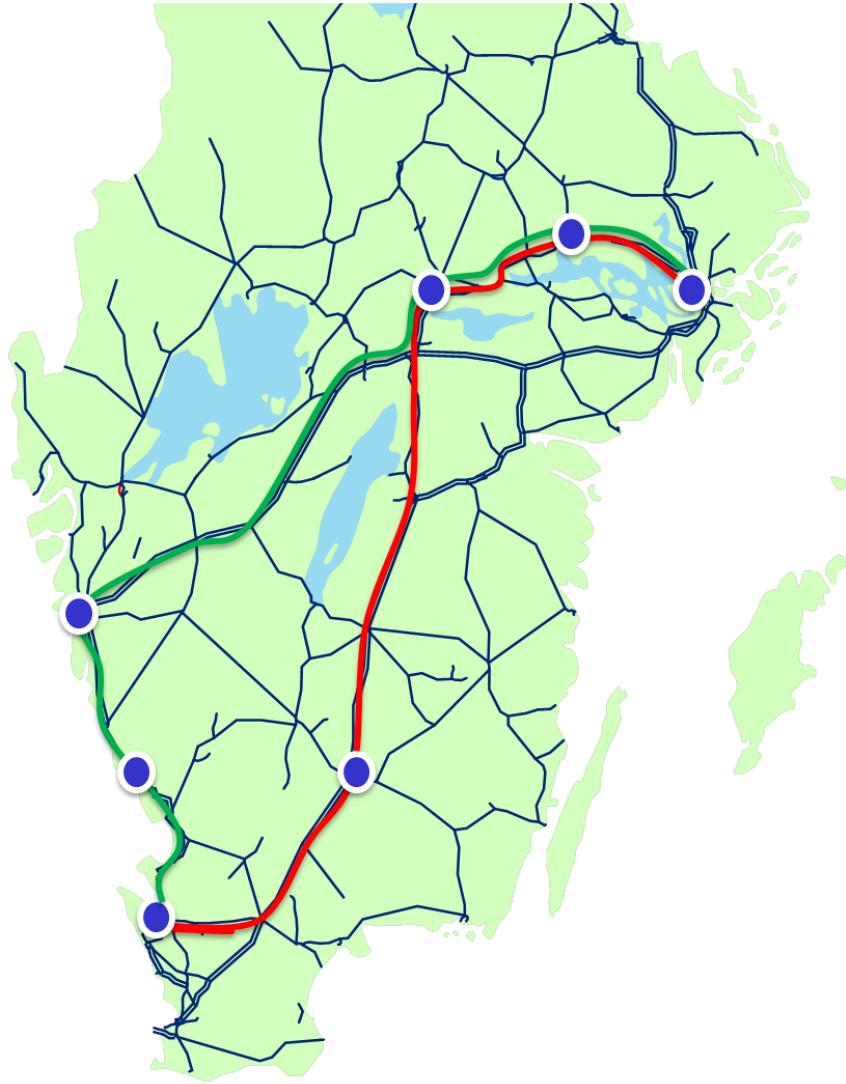
En sådan slinga kan trafikeras med ett tågsätt som på ett dygn hinner med ett omlopp per riktning. Två tågsätt kan trafikera två motriktade slingor som skulle kunna ge en mycket hög servicegrad. Mälarslingan kan också kombineras med hamnskytteln och antingen byta containers eller vagnar med den i Årsta. Hamnskytteln kan också dras ut till Arlanda och transportera flygfrakt.



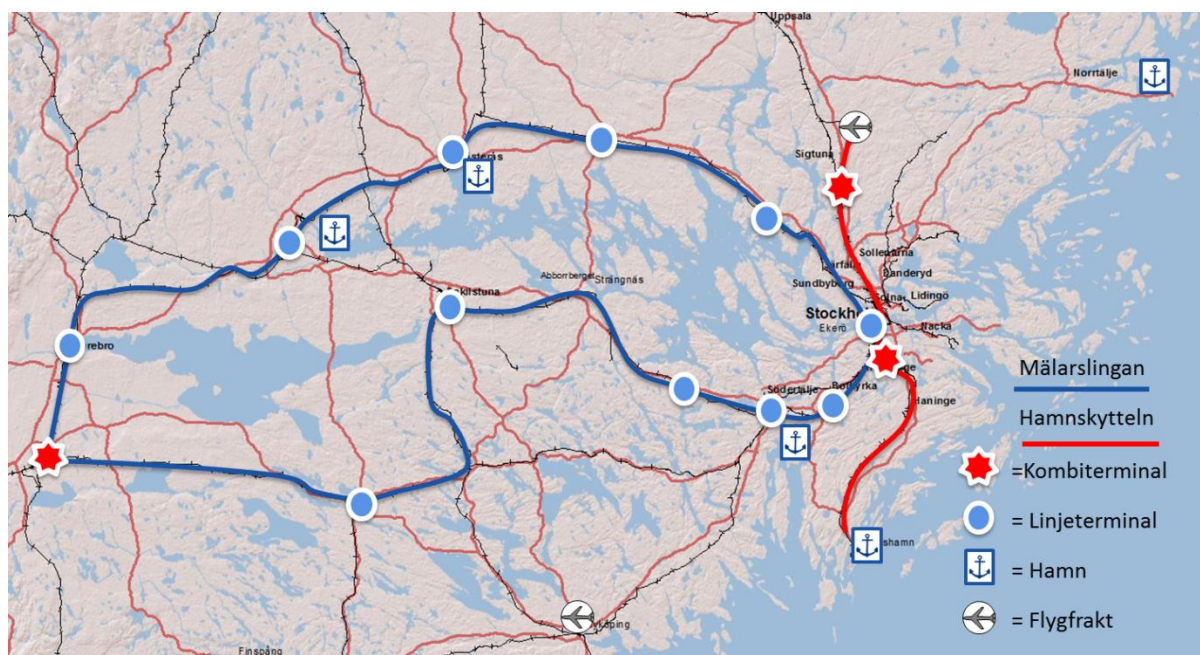
Figur 102: Transportsystem för distribution av livsmedel från lager i Mälardalen och returgoods.



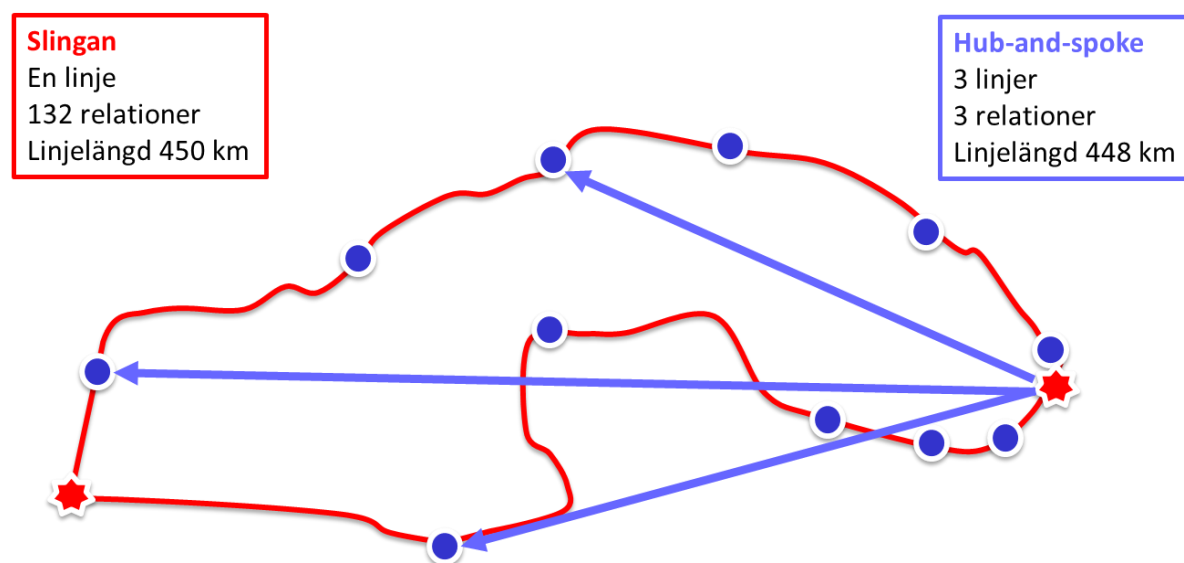
Figur 103. Transportsystem för distribution av containers från Norviks hamn.



Figur 104. Exempel på interregional kombitrafik för transport till/från Stockholm.



Figur 105: Vision om ett framtida regionalt kombitrafiksystem runt Mälaren i kombination med hamnskytteln.



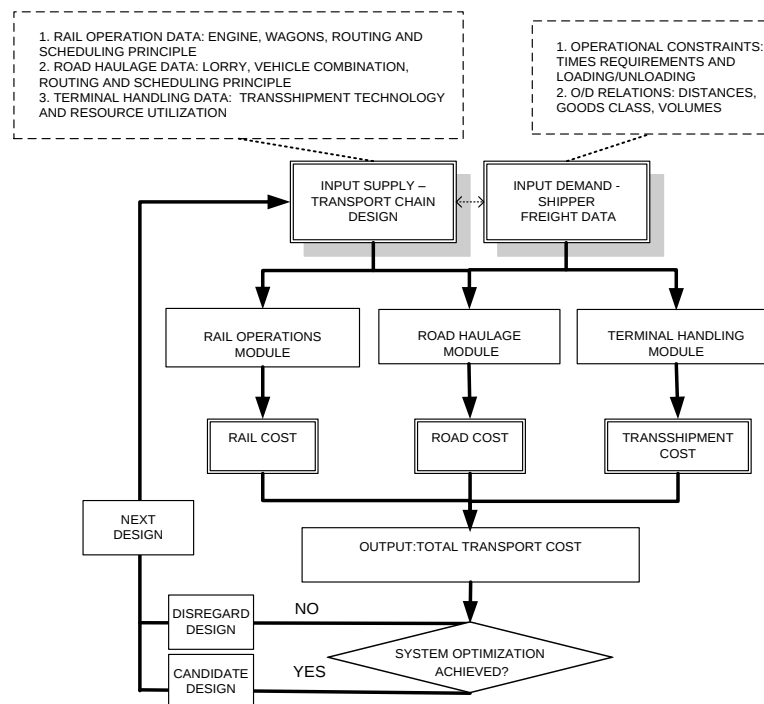
Figur 106: Ett slingsystem runt Mälaren kan täcka många jämfört med ett hub and spoke-system.

8 Utvärdering

8.1 Metod

Kvantitativ utvärdering inom denna studie utförs genom att jämföra kostnad, energiförbrukning och utsläpp mellan alternativen; citydistribution enbart med vägtransport samt intermodal distribution med de olika typfall av omlastningstekniker som presenterats i kapitel 5.2. Transportkedjan som undersöks är mellan kombiterminalen Rosersberg och Tomtebodas bangård. Valet baseras framför allt på den regionala strukturen för godsflöden samt infrastrukturen som presenterats i kapitel 4 och är ett exempel på en regional kombitrafik med mycket kort avstånd som kan vara intressant att analysera.

Uppgifter för energiförbrukning och kostnad för respektive del i transportkedjan har hämtats från "Intermodal Transport Cost Model (ITCM)", utvecklad på KTH. Figur 107 illustrerar den konceptuella utformningen av kostnad- och energiberäkningsmodellen. För en fullständig beskrivning av kostnad- och energimodellen se Kordnejad (2016).



Figur 107. Konceptuell utformning av kostnad- och energiberäkningsmodellen 'Intermodal Transport Cost Model' (ITCM)

Tågdragnin

Ett referenståg utformades för fallstudien utifrån ansatsen att kunna erbjuda så flexibla operationer som möjligt utan att maximera tåglängden (Kordnejad, 2016). Tåglängden är i Sverige maximerad till ca 630 m, men diskussioner pågår om att öka denna, i ett första steg till 750 m i vissa stråk. Även en tåglängd på 1 050 m diskuteras. Den valda tåglängden, på knappt 400 m, är en kompromiss mellan en tåglängd som maximerats för att uppnå stordriftfördelar och kostnadseffektivitet samt en strävan efter en hög avgångsfrekvens.

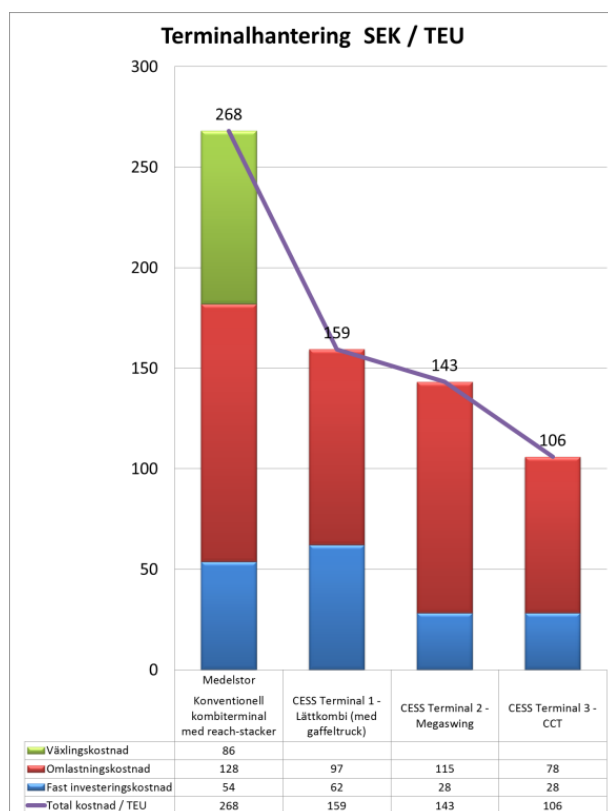
Referenståget för containrar består av ett lok och 14 intermodala vagnar av typen Sggrss 80'. Tågets bruttovikt blir 1 014 ton och dess längd 393 m. Referenståget för trailers består av ett lok samt 11 Megaswing DUO-vagnar, vilka endast är avsedda för trailers. Tågets bruttovikt blir 1 254 ton och längden 393 m. Belägningsgraden relaterad till andel lastade lastbärare antas vara 80 % för båda typerna av referenståg. Indata framgår av Tabell 24.

Tabell 24: Data för godståg, trailers och containrar som använts i beräkningarna.

Referenståg för:	trailers	containrar
Loktyp	BR 185 (DB) / Re (GC) / (Bombardier TRAXX)	
Drivmedel/energiförsörjning	eldrift	
Effekt (kW)	5 600	
Axlar/lok (axelföljd)	4 (Bo'Bo')	
Vikt (ton)	82	
Axellast (ton)	20,5	
Längd över buffertar (m)	18,9	
Vagnar (vagntyp/littera)	Megaswing DUO	Sggrss 80'
Antal vagnar per tåg	11	14
Axlar/vagn	6	6
Max bruttovikt/vagn (ton)	135	135
Taravikt/vagn (ton)	38	28
Nyttolast (ton)	97	107
Antal lastbärare (LB) per vagn	2 (trailers)	4 (TEU)
Lastlängd (fot)	90 (2 x 13,6 m)	80
Lastlängd (m)	27,59	24,52
Total längd (m)	34,03	26,7
Energiförbrukning (kWh/bruttoton-km)	0,016	0,0152'
Lastbärare – LB (typ)	Trailer (påhängsvagn)	Container (20 fot)
Taravikt/LB (ton)	15,9	2,3
Lastvikt/LB (ton)	26,0	9,8
Bruttovikt per lastbärare (ton)	41,9	12,0
Kostnad (LB-km)	4,38	1,62
Tåg		
Taravikt (ton)	500	474
Tåglängd (m)	393,2	392,7
Kapacitet (antal lastbärare/LB)	22	56
Genomsnittlig belägningsgrad (LB)	80 %	80 %
Lastbärare/antal tågsätt (LB)	18	45
Tågets nyttolast	468	439
Tågets bruttovikt	1 254	1 014
Axlar per tåg	70	88

Terminalteknik

Kostnadsstruktur för de utvärderade omlastningsteknikerna presenteras i Figur 108. Ur figuren framgår att skillnaden mellan de små (CESS) kombiterminalerna och en medelstor konventionell kombiterminal till stor del härrör från kostnaden för växling.

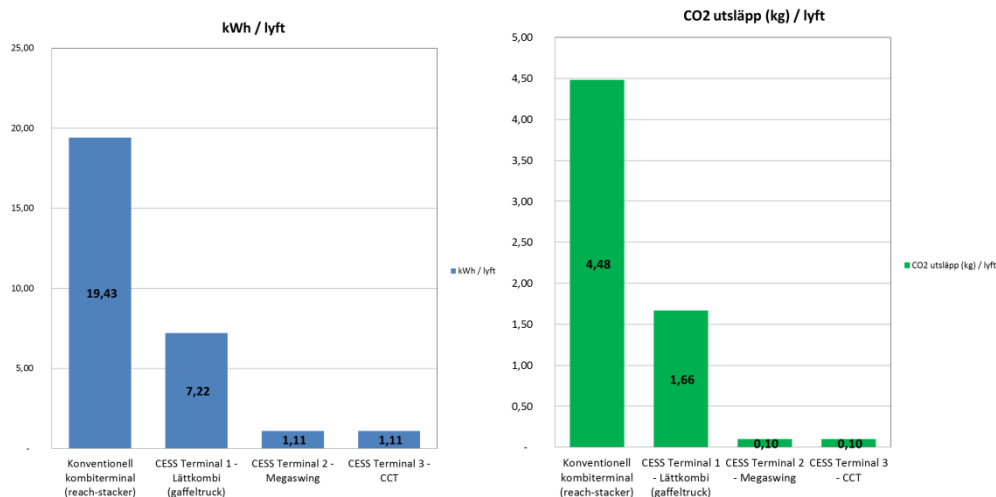


Figur 108. Kostnadsstruktur för de utvärderade omlastningsteknikerna.

Resultat för estimering av utsläpp och energiförbrukning för de utvärderade omlastningsteknikerna presenteras i Tabell 25 och Figur 109.

Tabell 25. Indata och resultat från terminalhanteringsmodulen i ITCM.

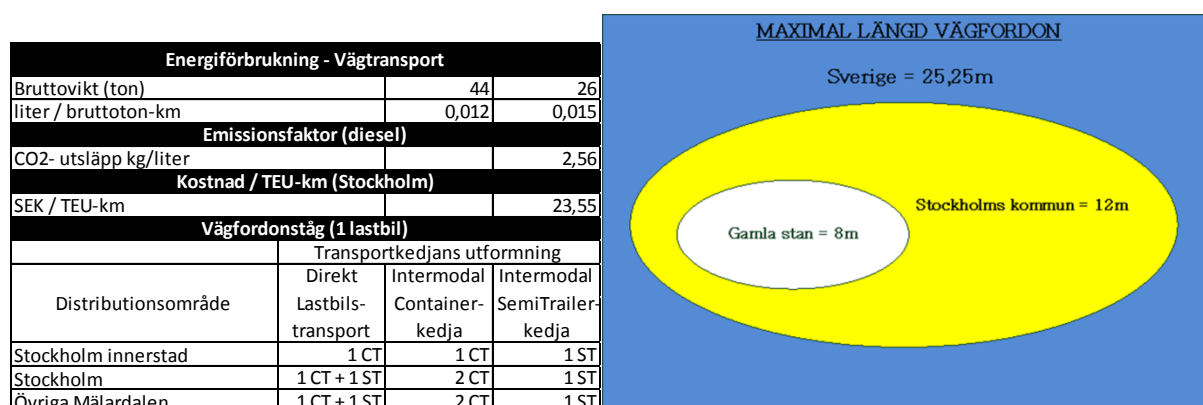
Omlastningsteknik	SEK / lyft	CO2 utsläpp (kg) / liter	Liter / lyft	Minuter / lyft	Liter / h	CO2 utsläpp (kg) / lyft	kWh / lyft
Konventionell kombiterminal (reach-stacker)	268	2,56	1,75	0:05:00	21	4,48	19,43
CESS Terminal 1 - Lättkombi (gaffeltruck)	159	2,56	0,65	0:03:00	13	1,66	7,22
CESS Terminal 2 - Megaswing	143	-	0	0:10:00	-	0,10	1,11
CESS Terminal 3 - CCT	106	-	0	0:05:00	-	0,10	1,11



Figur 109. Estimering av energiåtgång och CO₂-utsläpp för de utvärderade omlastningsteknikerna.

Distributionsbilar

I Stockholms kommun får vägfordon längre än 12 meter enbart köras på dedikerade vägar som tillåter tung trafik och i Gamla stans inre område får endast fordon köra som är under 8 meter långa, vilket framgår av Figur 110. Detta innebär att fjärrtransporter med lastbil till kommunen kräver omlastning till mindre distributionsbilar (cross-dock), alternativt måste köras med en begränsad vägfordonskonfiguration från startpunkten.



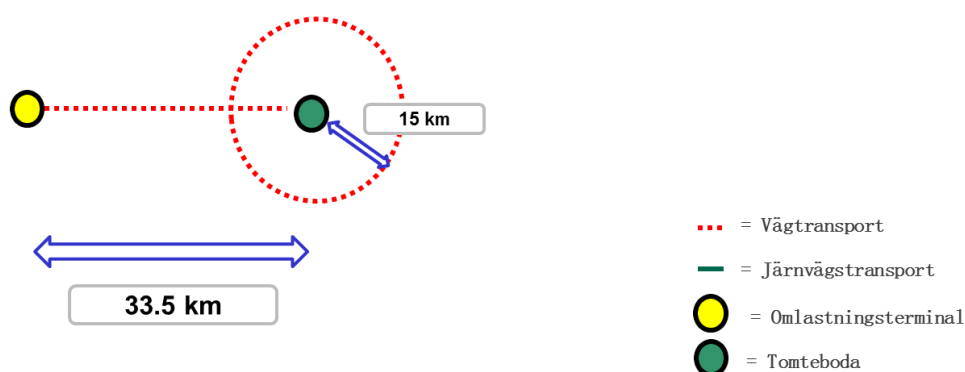
Figur 110. Vägfordonskonfiguration i regionen samt indata till simuleringarna i ITCM.

8.2 Jämförelsealternativ

Scenario 1

Figur 111 visar konceptuell utformning för jämförelsealternativet i scenario 1. I detta alternativ kör en lastbilstransport med en kapacitet på 1 TEU (20' container). Vägavståndet mellan Rosersberg och målpunkten antas vara lika långt som mellan Rosersberg och Tomtebodas (då Tomtebodas är mycket centralt beläget i Stockholm) och är därmed satt till 33.5 km. Från denna punkt antas ett genomsnittligt distributionsavstånd på 15 km.

1. Citydistribution – Vägtransport: Rosersberg - Tomtebodas

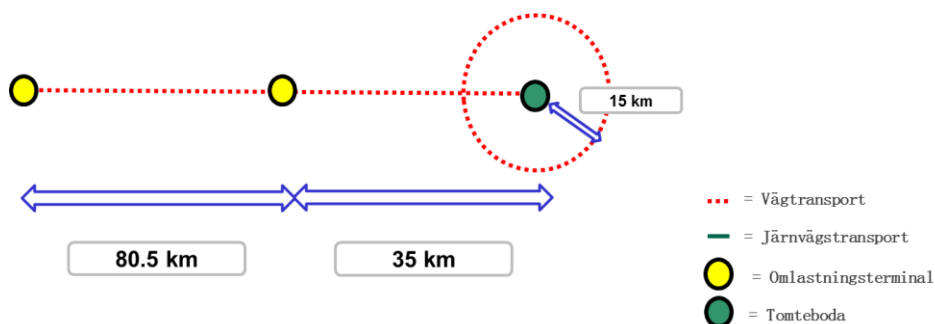


Figur 111. Konceptuell utformning av jämförelsealternativet i scenario 1.

Scenario 2

Figur 112 visar konceptuell utformning för jämförelsealternativet i scenario 2. I detta alternativ används en lastbilstransport med en kapacitet på 2 TEU. Valet baseras på en kompromiss mellan alternativen att antingen att kör med ett vägfordonståg med maximal längd (25,25m) och lasta om till en mindre distributionsbil (8m eller 12 m) i Stockholm eller att köra med en mindre distributionsbil från startpunkten i Västerås. Vägavståndet mellan Jernhusens kombiterminal i Västerås (ej i drift för närvarande) och COOPs terminal i Bro är 80,5 km och mellan Bro och Tomtebodas 35 km, vilket antas också vara avståndet till målpunkten (då Tomtebodas är mycket centralt beläget i Stockholm).

1. Citydistribution – Vägtransport: Västerås- Bro-Tomtebodas (2TEU)

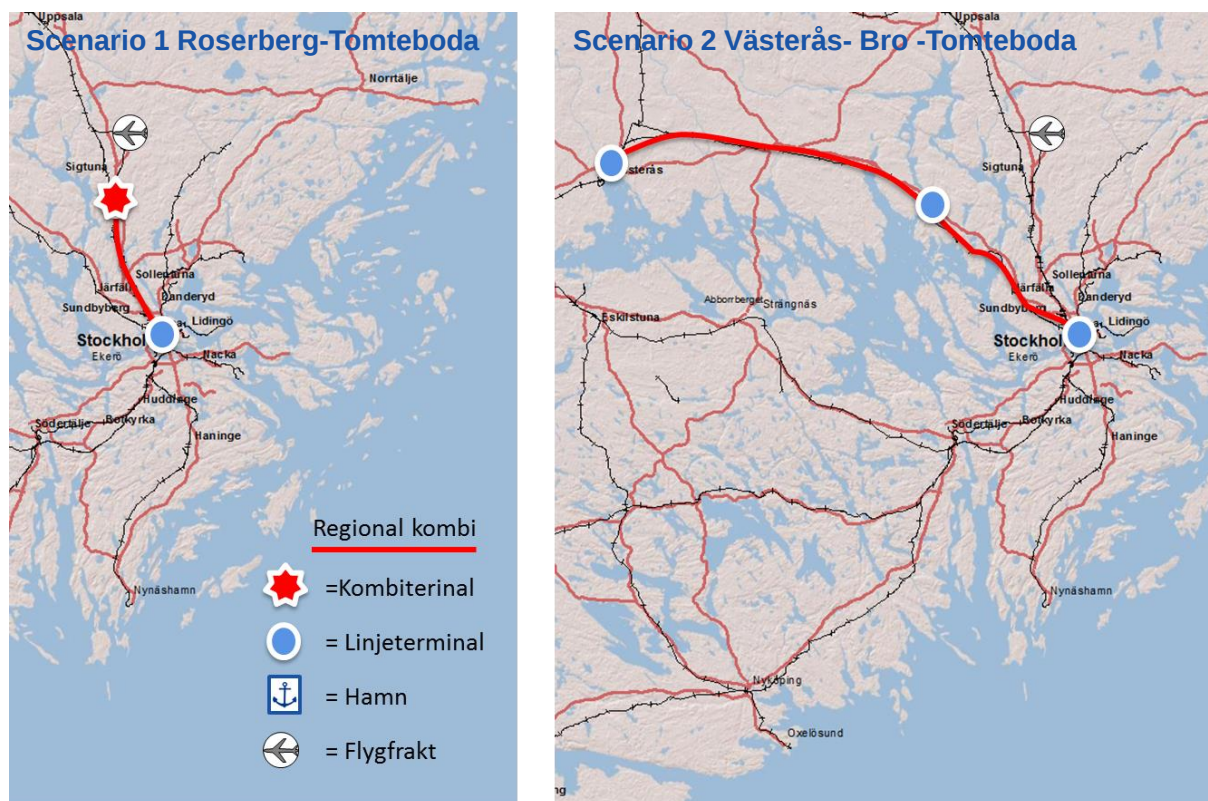


Figur 112. Konceptuell utformning av jämförelsealternativet i scenario 2.

8.3 Utredningsalternativ

Två scenarier för citylogistik

Två scenarier för citylogistik har utvärderats: Roserberg-Tomtebodan och Västerås-Tomtebodan, se Figur 113. I Stockholm får inte lastbilar som är mer än 12 meter långa köra i staden och därför måste godset normalt lastas om från större lastbilar till mindre, antingen vid ett lager eller vid en cross-dock-anläggning någonstans i Stockholmsområdet.



Figur 113: Två scenarier för citylogistik: Roserberg-Tomtebodan och Västerås-Bro-Tomtebodan.

Roserberg – Tomtebodan är en kort sträcka på ca 3 mil men vid Roserberg finns bl.a. Lidl's lager och Postnords terminal och fler verksamheter kan komma lokaliseras där i framtiden. Det är också nära till Arlanda. Idén är att godset ska förberedas för distribution i Roserberg och lastas i 20-fots-containers eller växelflak och omlastas och distribueras direkt från Tomtebodan till Stockholms tätort.

Järnvägssträckan är 30 km och tar ca 25 minuter att köra med det godståg med en största tillåten hastighet (sth) på 100 km/h. Godstågen kan köra antingen på ytterspårerna eller på pendeltågsspårerna. Den korta gångtiden innebär att ett tågsätt kan hinna med många omlopp per dygn. Ett tidtabellsexempel för trafik med ett tågsätt framgår av tabell 100. Den visar 6 dubbelturer per dygn men ett tågsätt hinner med 8 dubbelturer per dygn om man även kör på natten. Det finns ca 1h minuter för lastning och lossning och vändning i varje ände

Tabell 26: Exempel på tidtabell för en regional kombipendel Rosersberg-Tomtebodå.

Kombitåg 100 km/h							
Tåg nr		1	2	3	4	5	6
Avg	Rosersberg	6:00	9:00	12:00	15:00	18:00	21:00
Ank	Tomtebodå	6:25	9:25	12:25	15:25	18:25	21:25
Avg	Tomtebodå	7:30	10:30	13:30	16:30	19:30	22:30
Ank	Rosersberg	7:55	10:55	13:55	16:55	19:55	22:55
Tidtabellstid		0:25	0:25	0:25	0:25	0:25	0:25
Uppehållstid		0:30	0:30	0:30	0:30	0:30	0:30
Vändtid		0:35	0:35	0:35	0:35	0:35	0:35

Västerås - Bro – Tomtebodå är en sträcka på ca 10 mil. I Västerås finns ICAs stora centrallager och i Bro finns Coops stora centrallager. Även Coop har ett mindre lager i Västerås. ICA kör i dag stora lastbilar till Årsta och lastar där om till mindre lastbilar i cross-dock-anläggningen där. Coop lastar i mindre lastbilar direkt i Bro och kör in dem för distribution direkt till Stockholm. Idén är att godset ska förberedas för distribution i Västerås och Bro samt lastas i 20-fots-containers eller växelflak och omlastas och distribueras direkt från Tomtebodå till Stockholms tätort.

Järnvägssträckan är 102 km och tar ca 1:52 h att köra med det godståg med en största tillåten hastighet (sth) på 100 km/h. Då ingår ett uppehåll på 30 min för lastning och lossning i Bro. Ett tidtabellsexempel för trafik med ett tågsätt framgår av tabell 100. Den visar 4 dubbelturer per dygn. Det finns ca 1h för lastning och lossning samt vändning i varje ände.

Tabell 27: Exempel på tidtabell för en regional kombipendel Västerås-Bro-Tomtebodå.

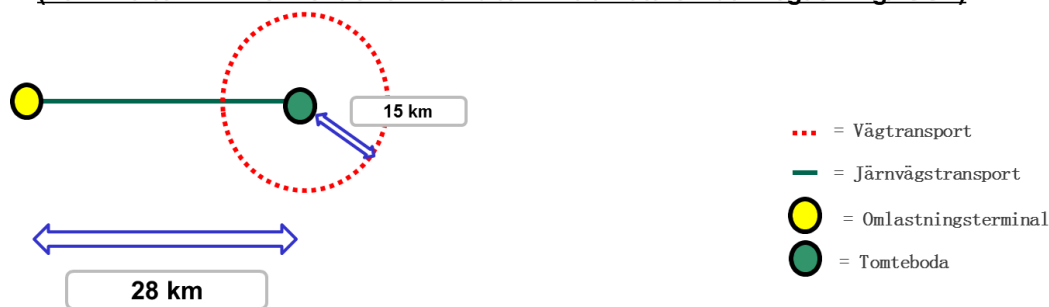
Kombitåg 100 km/h					
Tåg nr		1	2	3	4
Avg	Västerås	5:00	10:30	16:00	21:30
Avg	Bro	6:22	11:52	17:22	22:52
Ank	Tomtebodå	6:54	12:24	17:54	23:24
Avg	Tomtebodå	8:00	13:30	19:00	0:30
Ank	Bro	8:32	14:02	19:32	1:02
Ank	Västerås	9:24	14:54	20:24	1:54
Tidtabellstid		1:24	1:24	1:24	1:24
Uppehållstid		0:30	0:30	0:30	0:30
Vändtid		0:36	0:36	0:36	0:36

Scenario 1

Figur 114 visar den konceptuella utformningen av utredningsalternativet, Rosersberg-Tomteboda med intermodal distribution och med tre utvärderade tekniker för omlastning på terminal; en medelstor konventionell kombiterminal med reach-stacker och tre små (CESS) kombiterminalerna; Lättkombi med gaffeltruck, Megaswing och CCT. Avståndet mellan Rosersberg och Tomteboda är 28 km med järnväg och avståndet för vägtransporten mellan Tomteboda och målpunkten antas vara 15 km.

2. Intermodal citydistribution: Rosersberg – Tomteboda:

(Terminalteknik: Konventionell kombiterminal/ Lättkombi/ Megaswing/ CCT)



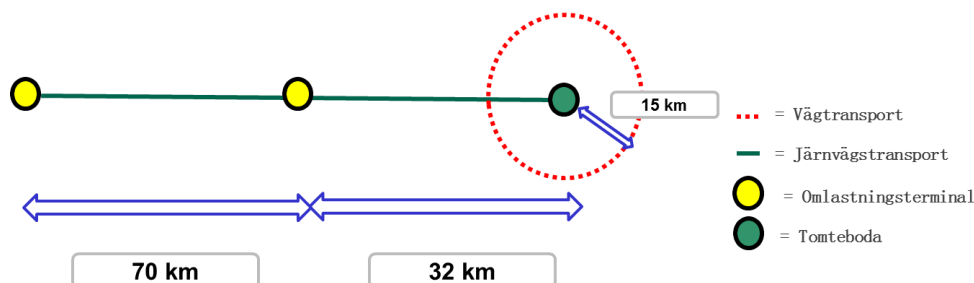
Figur 114. Konceptuell utformning av utredningsalternativen i scenario 1.

Scenario 2

Figur 115 visar konceptuell utformning för utredningsalternativet i scenario 2. I detta alternativ används intermodal distribution med tre utvärderade tekniker för omlastning på terminal; en medelstor konventionell kombiterminal med reach-stacker och tre små (CESS) kombiterminalerna. Avståndet mellan Västerås och Tomteboda är 28 km med järnväg och mellan Bro och Tomteboda. Avståndet för vägtransporten mellan Tomteboda och målpunkten antas vara 15 km och med en kapacitet på 1 TEU, motsvarande en mindre distributionsbil.

2. Intermodal citydistribution: Västerås- Bro-Tomteboda:

(Terminalteknik: Konventionell kombiterminal/ Lättkombi/ Megaswing/ CCT)



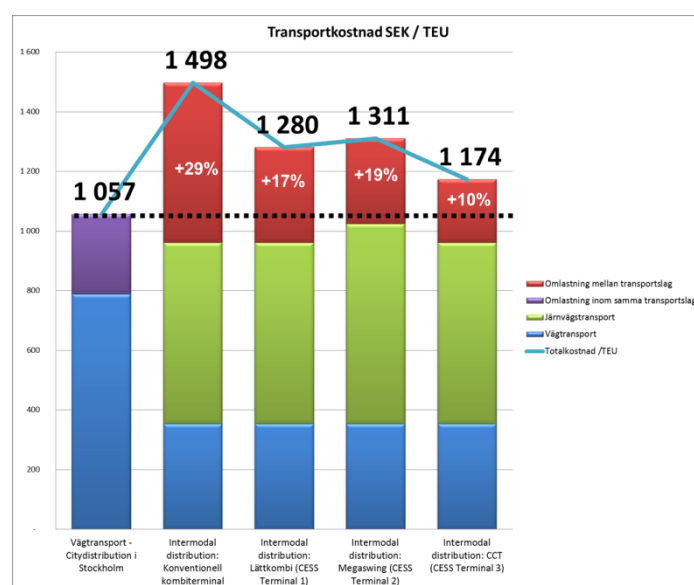
Figur 115. Konceptuell utformning av utredningsalternativen i scenario 2.

8.4 Resultat

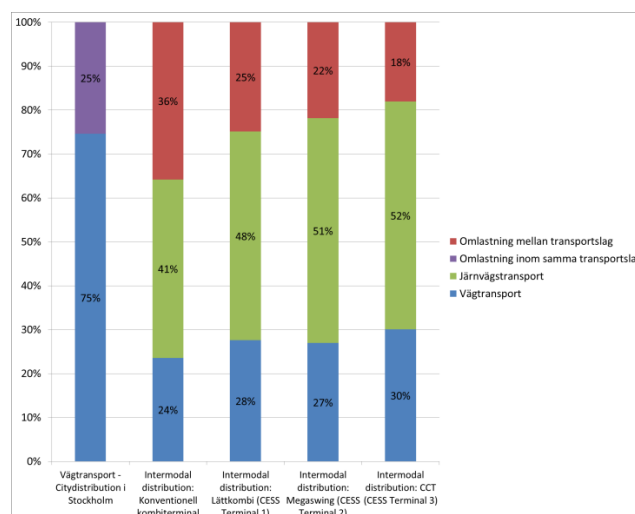
Scenario 1

Ekonomi

Figur 116 visar simuleringsresultat avseende kostnad i det scenario 1 för respektive transportkedja. Av resultaten framgår att en överflyttning till en intermodal distribution skulle innebära en kostnadsökning på 10-29 %. Konventionell kombi ger störst kostnadsökning på 29 % och CESS terminal med CCT ger minst kostnadsökning på 10 %. Lättkombi och Megaswing ger en kostnadsökning på 17-19 %, se Figur 116 och Figur 117.



Figur 116. Simuleringsresultat i scenario 1 avseende kostnad för respektive transportkedja.



Figur 117. Kostnadsstruktur i scenario 1 för respektive transportkedja.

Miljöpåverkan

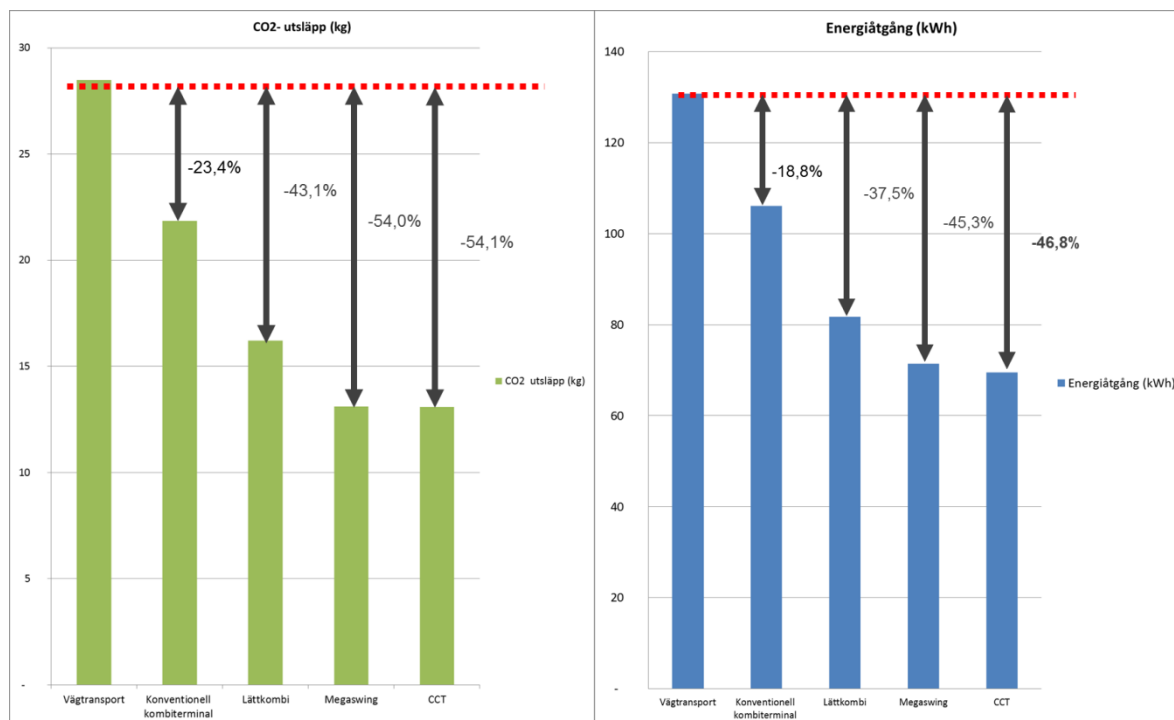
Tabell 28 visar indata till simuleringarna i ITCM avseende bränsleförbrukning och energiåtgång för scenario 1.

Tabell 28. Indata till simuleringarna i ITCM avseende bränsleförbrukning och energiåtgång för scenario 1.

Väg	Bränsleförbrukning	0,034	l / nettotonkm
	Energiåtgång	0,376	kWh / nettotonkm*
Järnväg			
- Containertåg	Energiåtgång	0,044	kWh / nettotonkm
- Trailertåg	Energiåtgång	0,051	kWh / nettotonkm
Omlastning			
- Reachstacker	Bränsleförbrukning	1,75	l / lyft
	Energiåtgång	19,4	kWh / lyft
- Lättkombi/gaffeltruck	Bränsleförbrukning	0,65	l / lyft
	Energiåtgång	7,2	kWh / lyft
- Megaswing	Bränsleförbrukning	-	
	Energiåtgång	1,1	kWh / lyft
- CCT	Bränsleförbrukning	-	
	Energiåtgång	1,1	kWh / lyft

*<http://spbi.se/blog/faktadatabas/artiklar/berakningsmodeller/>

Figur 118 visar simuleringsresultat avseende CO₂ utsläpp (kg) (svensk elmix) och energiåtgång (kWh) i scenario 1. För en detaljerad beskrivning av miljöberäkningarna se Bilaga 1.



Figur 118 visar simuleringsresultat avseende CO₂ utsläpp (kg) och energiåtgång (kWh) i scenario 1.

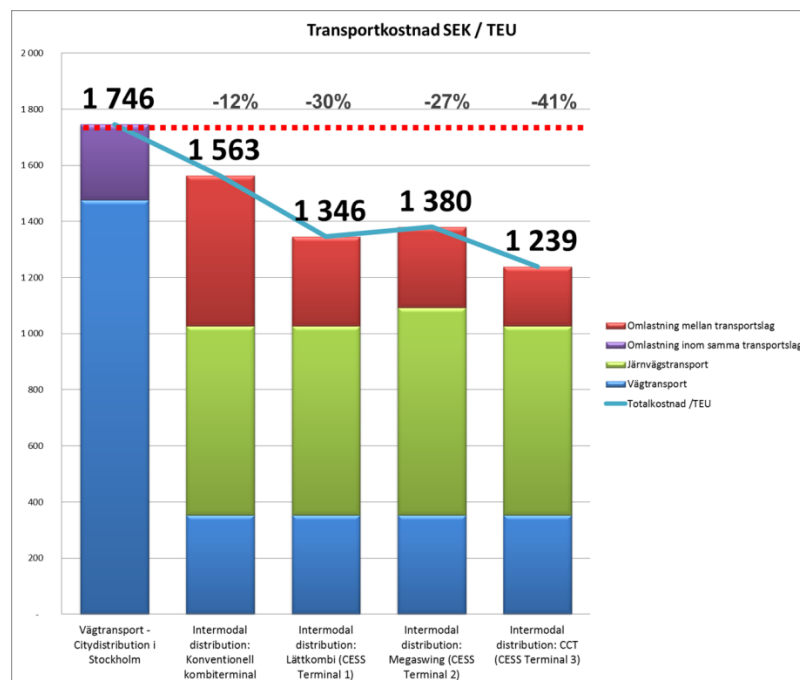
Alla alternativen med regional kombitrafik innebär lägre energiförbrukning och utsläpp än för direkt lastbilstransport. Alternativen med Megaswing och CCT ger båda ungefär hälften så hög energiförbrukning (-45 %) och utsläpp (-54 %) som direkt lastbilstransport. Lättkombi ger i storleksordningen 40 % minskning och konventionell kombi ca 20 % minskning av energiförbrukning och utsläpp.

Skillnaderna beror främst på terminalhanteringen och det faktum att det krävs ett dieseldrivet växellok i konventionell kombi. Att Megaswing och CCT har så låg energiförbrukning beror på att enhetslasten inte lyfts av utan att den rullas eller skjuts av från vagnen och till distributionsbilen. Dessutom görs detta med eldrift medan konventionell kombi lyften görs med dieseldrivna truckar i denna analys.

Scenario 2

Ekonomi

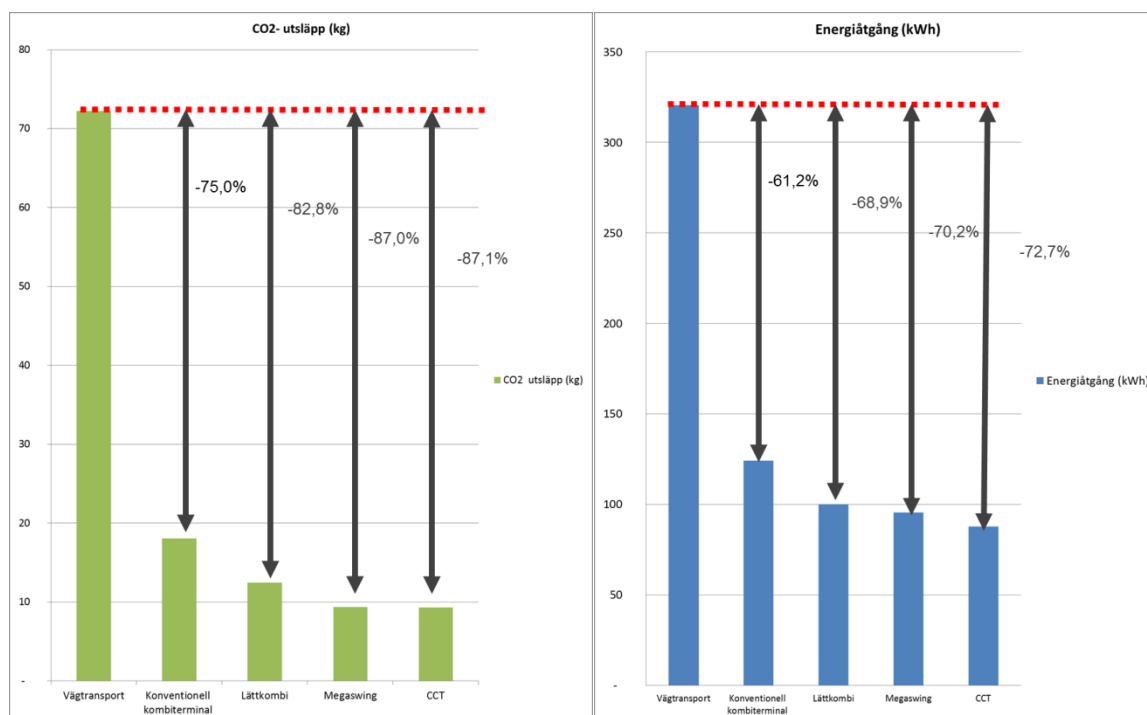
Figur 119 visar simuleringsresultat avseende kostnad i det scenario 2 för respektive transportkedja. Av resultaten framgår att en överflyttning till en intermodal distribution skulle innebära en kostnadsminskning på 12-41 %. Konventionell kombi ger minst kostnadsminskning på 12 % och CESS terminal med CCT ger mest kostnadsminskning på 41 %. Lättkombi och Megaswing ger en kostnadsminskning på 30 % respektive 27 %.



Figur 119. Simuleringsresultat i scenario 2 avseende kostnad för respektive transportkedja.

Miljöpåverkan

Figur 120 visar simuleringsresultat avseende CO₂ utsläpp (kg) (svensk elmix) och energiåtgång (kWh) i scenario 2. För en detaljerad beskrivning av miljöberäkningarna se Bilaga 1.



Figur 120 visar simuleringsresultat avseende CO₂ utsläpp (kg) och energiåtgång (kWh) i scenario 2.

8.5 Slutsatser

Resultatet i det analyserade alternativet med en regional kombitrafik järnväg-lastbil i scenario 1: Rosersberg-Tomtebodavägen, visar att den får en högre kostnad än distribution med enbart lastbil, men samtidigt lägre energiförbrukning och utsläpp. Det gäller i samtliga fall som utvärderats oavsett terminalteknik. Kostnadsökningen för det bästa alternativet med horisontell överföring av 20 fots-containers med CCT-konceptet är dock bara 10 % samtidigt som energiförbrukningen minskar med 47 % och utsläppen minskar med 54 %. Megasving, med trailers, ger nästan samma energi- och utsläppsminskning men 19 % högre kostnad. De är dock väsentligt bättre än konventionell kombitrafik som inte är så effektiv på korta avstånd.

Resultatet visar också att det finns en motsättning mellan transportkostnad och miljö. Kunderna väljer ofta lägsta transportkostnad eftersom konkurrensen är hård och de vill i allmänhet inte betala extra för en lösning som innebär en bättre miljö. Det valda exemplet,

med ett mycket kort avstånd till Stockholm, endast 3 mil, är inte särskilt gynnsamt, men ligger ändå nära break-even.

I scenario 2 har därför relationen Västerås-Bro-Tomtebodas som är ca 10 mil utvärderas med samma transportsystem. Enligt beräkningarna för denna relation ger samtliga alternativ med regional kombitrafik en lägre kostnad än direkt lastbilstransport och mycket stora vinster i energiåtgång och miljö. Konventionell kombitrafik ger 12 % lägre kostnad per enhet, lättkombi och Megaswing ger ca 30 % lägre kostnad per enhet och CCT ger 41 % lägre kostnad per enhet. Energiförbrukningen minskar med 61-73 % och utsläppen minskar med 75-87 %. Megaswing och CCT ger de lägsta värdena även här.

Slutsatsen är att regional kombitrafik med citydistribution är mer konkurrenskraftigt på längre avstånd såsom en regional pendel för livsmedel Västerås-Bro-Tomtebodas som är ca 10 mil. Det är möjligt att Rosersberg-Tomtebodas skulle kunna bli lönsam om den kombinerades med hamnskytteln Norvik - Tomtebodas – Rosersberg, som också är ca 10 mil och med ganska stort trafikunderlag.

8.6 Förslag

Mot bakgrund av utvärderingen föreslås två linjer som är omkring 10 mil: Livsmedelspendeln Västerås-Bro-Tomtebodas-Årsta och hamnskytteln Norvik-Jordbro-Årsta-Tomtebodas-Rosersberg, se figur. De kan var och en för sig få ett ganska stort trafikunderlag och kan också samverka för att få högre fyllnadsgrad och returlaster. Vi tror att de därigenom skulle vara möjliga att få lönsamma och som skulle ge en betydande minskning av energiförbrukning, utsläpp och trängsel i Stockholmsregionen och Mälardalen.

Västerås-Årsta är 112 km och tar ca 1h 45min att köra med tåg med stopp i Bro och Tomtebodas för omlastning. Med ca 1h 15 min tid för omlastning och vändning vid ändstationerna hinner ett tågsätt med tre turer per dygn.

Norvik-Rosersberg är 93 km och tar ca 1h 25min att köra med tåg med stopp i Jordbro, Årsta och Tomtebodas för omlastning. Med ca 1h tid för omlastning och vändning vid ändstationerna hinner ett tågsätt med tre turer per dygn.

Tillsammans skulle dessa två tågsätt i kombination med ett större antal eldrivna distributionsbilar i Stockholm utgöra ett mycket effektivt och långsiktigt transportsystem i Stockholmsregionen. Vi föreslår att detta transportupplägg undersöks närmare i samarbete med kunder och transportföretag med sikte på ett successivt genomförande.



Figur 121: Livsmedelspendeln Västerås-Bro-Tomtebodavägen-Årsta och hamnskytteln Norvik-Jordbro-Årsta-Tomtebodavägen-Rosersberg.

Tabell 29: Exempel på tidtabeller för livsmedelspendeln och hamnskytteln.

Kombitåg 100 km/h				
Tåg nr		1	2	3
Avg	Västerås	6:00	14:00	22:00
Avg	Bro	7:22	15:22	23:22
Ank	Tomtebodavägen	7:54	15:54	23:54
Ank	Årsta	8:44	16:44	0:44
Avg	Årsta	10:00	18:00	2:00
Avg	Tomtebodavägen	10:50	18:50	2:50
Ank	Bro	11:22	19:22	3:22
Ank	Västerås	12:44	20:44	4:44
Tidtabellstid		1:44	1:44	1:44
Uppehållstid		0:30	0:30	0:30
Vändtid		0:46	0:46	0:46

Kombitåg 100 km/h				
Tåg nr		1	2	3
Avg	Norvik	6:00	14:00	22:00
Ank	Jordbro	6:32	14:32	22:32
Ank	Årsta	7:22	15:22	23:22
Ank	Tomtebodavägen	8:07	16:07	0:07
Ank	Rosersberg	9:06	17:06	1:06
Avg	Rosersberg	10:00	18:00	2:00
Ank	Tomtebodavägen	10:29	18:29	2:29
Ank	Årsta	11:14	19:14	3:14
Ank	Jordbro	12:34	20:34	4:34
Ank	Norvik	13:06	21:06	5:06
Tidtabellstid		1:36	1:36	1:36
Uppehållstid		0:30	0:30	0:30
Vändtid		0:24	0:24	0:24

Referenser

- Alessandrini, A., Delle Site, P., Filippi, F., & Salucci, M. V. (2012). Using rail to make urban freight distribution more sustainable. European Transport \ Trasporti Europei (2012) Issue 50, Paper n° 5, ISSN 1825-3997
- Arvidsson, N. & Browne, M., (2013), A review of the success and failure of tram systems to carry urban freight: the implications for a low emission intermodal solution using electric vehicles on trams, European Transport \ Trasporti Europei (2013) Issue 54, Paper n° 5, ISSN 1825-3997
- Avfall Sverige, (2015), Svensk Avfallshantering 2015, Avfall Sverige, Malmö
- Behrends, S. Flodén, J (2010). The effect of fast transshipment technology on the potential for intermodal freight transport. Paper at 12th WCTR, Lisbon, Portugal
- Bärthel, F. (2012), Effektiva linjeterminaler, Rapportbilaga: Inventering av terminal-och hanteringstider, TFK-rapport 2012:2, TFK, Stockholm, 2012.
- Bärthel, F. & Woxenius, J., (2003), The Dalecarlian Girl – Evaluation of the implementation of the Light Combi concept, Proceedings of the Alliance for Global Sustainability annual meeting in Tokyo, Japan
- Capacity4Rail Project SP2 WP 2.3: Measurements for Intermodal Transport Chains. Report edited by Behzad Kordnejad 2015-06-15
- Capacity4Rail Project SP2 WP 2.3: Conceptual terminals' design methodology for different markets. Report edited by Behzad Kordnejad and Armando Carrillo Zanuy 2014-12-31
- Castellano Cantó, L. & Ladaria Escolano, E., (2016), Technical analysis of the transportation and management of waste system within the Stockholm-Mälaren Region, Master Thesis, TSC-MT 16-012, Department of Transport Science, KTH Railway Group, Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm
- Dablanc, L., Patier, D., Gonzalez-Feliu, J., Augereau, V., Leonardi, J., Simmeoni, T., & Cerdà, L. (2011) SUGAR - Sustainable urban goods logistics achieved by regional and local policies. City logistics best practices: A handbook for authorities.
- Davidsson P, Persson J-A. & Woxenius J, (2007) Measures for increasing the loading space utilization of intermodal line train systems, Proceedings of the 11th World Conference on Transport Research, June 24-28, 2007, University of California, Berkeley, USA
- Delaître, L. & de Barbeyrac, C. (2012). Improving an urban distribution centre, the French case of Samada Monoprix. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 39, 753-769.

Dinwoodie, J. (2006) Rail freight and sustainable urban distribution: Potential and practice. *Journal of Transport Geography* 14, 309–320

Flodén, J. (2009) Business Models for Intermodal Transport Intermodal road-rail transport in Europe, International Business Research Conference, The University of North Florida, USA

Fochler, (2005) "Project GuterBim", TINA Vienna, Report, Available at:
http://www.eurailtelematics.com/fileadmin/eurailtelematics.com/abstracts/2_10.pdf

Gomariz, F. N., (2017), International Review of Regulations and Business Models for City Freight - Case Study Tomtebodan, Master Thesis, TSC-MT 17-004, Department of Transport Science, KTH Railway Group, Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm

Jensen J, Bark P, Storhagen NG, (2011) Hållbara intermodala transporter av dagligvaror – godsflödeskartläggning, TFK-rapport 2011:5, TFK, Stockholm

Johansson, H., (1998), Lättkombi – Inventerade terminallägen, Trafikverket, Borlänge

Kordnejad, B. (2016), 'Evaluation and Modelling of Short Haul Intermodal Transport Systems. Doctoral Thesis in Transport Science, TRITA-TSC-PHD-16-003, Stockholm

Kordnejad, B., Karlernäs, K. & Bark, P. (2016) Hållbar och energieffektiv regionallogistik i Mälardalen, TFK rapport 2016:4

Maes, J. & Vanelander, T. (2009), The use of rail transport as part of the supply chain in an urban logistics context. Conference proceedings of Metrans, Long Beach, USA

Mälardalsrådet, (2013), Godsflöden i Östra Mellansverige – gemensam rapport, Mälardalsrådet, Stockholm

Nelldal, B-L. & Wajsman. J., (2016), Järnvägens marknad och banavgifterna - Utvecklingen av järnvägssektorn och uppföljning av fordonsbestånd och kapacitetsutnyttjande. TRITA-TSC-RR 16-002

Nelldal, B-L. & Wajsman. J., (2015), Godstransporter 2014-2030-2050 – Analys av godsflöden, järnvägens produkter och rangerbangårdar. TRITA-TSC RR 15-003.

Nelldal, B-L. & Wajsman. J., (2013), Godstransporter i Östra mellansverige 2010-2030-2050 - En vision med prognoser för ett utvecklat transportsystem med järnväg. TRITA-TEC-RR 13-007.

Nelldal, B-L., Fröidh, O. & Lindfeldt, O., (2010), Stockholm Central 2050 - Prognoser över efterfrågan och kapacitetsbehov. Rapport TRITA-TEC-RR 10-006

Oelmann, (2007). CarGo Tram Dresden - ein System für alle Fälle? Workshop: Einsatzkriterien für Güterstraßenbahnen im Ruhrgebiet, Bochum: s.n.

Okumura, M., (2005), Recent endeavors for road-rail intermodal shifting in Japan, Road-Rail Intermodalism Workshop in Washington DC, Sept 22-23

Osterwalder, A. (2004) The Business Model Ontology - A Proposition in a Design Science Approach, Doctoral Thesis, Universite de Lausanne, Lausanne, Switzerland

Taniguchi, E., Diziaina, D. & Dablancc, L. (2014), Urban Logistics by Rail and Waterways in France and Japan, Procedia - Social and Behavioral Sciences 125 (2014) 159 – 170

Trafikanalys, (2015) Lastbilstrafik 2014, Statistik 2015:21

Trafikanalys, (2012) Godstransporter i Sverige – redovisning av ett regeringsuppdrag, Rapport 2012:7

Trafikverket (2015), Järnvägens kapacitet 2015, rapport, Trafikverket 2016:038.

Trafikverket (2016), Järnvägens kapacitet 2016, rapport, Trafikverket TRV 2017:062

Vasilevskaya, A., (2016), Port intermodal transportation, Port of Stockholm hinterland scenario analysis, KTH TSC-MT 16-011, Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm

WSP, (2013), Tomtebodas bangård - Framtida användning och utformning - Fördjupad idéstudie

Woxenius, J.,(1998), Intermodal Transshipment Technologies – An Overview, Detached appendix to the dissertation: Development of Small-scale Intermodal Freight Transportation in a Systems Context, Department of Transportation and Logistics, Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden

Woxenius J. (2007). “Alternative transport network designs and their implications for intermodal transshipment technologies”. European Transport 35: 27-45.

Internetkällor

Civitas, (2005) “Cleaner and better transport in cities”, EU funded initiative, Available at: http://www.civitasinitiative.org/docs1/CIVITAS_Award_2005_nondemonstration_city_Dresden.pdf

DVB (2012). CarGoTram Dresden. Available at: <http://www.dvb.de/de/Die-DVB-AG/Zahlen---Daten/CarGoTram/>

<http://www.tomtebodas.com>

http://www.wienerzeitung.at/nachrichten/wien/stadtleben/269144_Gueterbim-rolt-aufs-Abstellgleis.html

Figurförteckning

Figur 1. Spårssystem i Mälardalen.	10
Figur 2. Principen för miljöanpassad citylogistik: Köra godset in mot staden med tåg och distribuera godset med lastbil ut från staden mot rusningsriktningen.	11
Figur 3. Tomteboda ligger centralt både i väg- och järnvägsnätet och man når både Stockholm, Solna och Sundbybergs kommuner.	11
Figur 4. Utvecklingen av det totala godstransportarbetet i Sverige och BNP 1950-2014.	14
Figur 5. Utvecklingen av det totala godstransportarbetet i Sverige med fördelning på transportmedel 1950-2014.	14
Figur 6. Utveckling av godstransportarbetet med järnväg 1950-2014.	15
Figur 7. Utvecklingen av kombitrafiken lastbil-järnväg 1980-2014.	15
Figur 8. Godstransporter till/från olika områden i Östra mellansverige.	18
Figur 9. Utveckling av godstransporterna på järnväg till/från Stockholm.	18
Figur 10. Långväga lastbil och järnväg fördelning på riktningar till/från Stockholm 2010.	19
Figur 11. Sjöfart med fördelning på inrikes och utrikes transporter till/från Stockholm 2010.	19
Figur 12. Balans i trafiken till och från Stockholm med lastbil, järnväg och sjöfart 2010.	21
Figur 13. Långväga lastbil till/från Stockholm obalanser i transporterna i olika riktningar 2010.	21
Figur 14. Järnväg till/från Stockholm obalanser i transporterna i olika riktningar 2010.	22
Figur 15. Sjöfart till/från Stockholm obalanser i transporterna för inrikes och utrikes transporter 2010.	22
Figur 16. Interregionalt kombitrafiksystem till/från Mälardalen 2050: Kombiskyttel Göteborg-Hallsberg, Trelleborg-Årsta och Mälarslingan.	25
Figur 17. Regionalt kombitrafiksystem i Mälardalen 2050: Mälarslingan och hamnskytteln.	25
Figur 18. Idéskiss till snabbgodsnät på Götalands- Europabanan och södra stambanan (G. Troche, KTH).	26
Figur 19. Befolkningsutveckling i Sverige 1800-2012 med prognos till 2050 i Östra mellansverige och övriga landet med prognos 2012 alternativ HÖG. Källa: Bearbetning av statistik från SCB och SLL TMR Rapport 1:2012.	29
Figur 20. Befolkningsutveckling i Mälardalen 1800-2012 med prognos till 2050 med fördelning på län och Stockholms stad/tätort med prognos 2012t alternativ HÖG. Källa: Bearbetning av statistik från SCB och SLL TMR Rapport 1:2012.	29
Figur 21. Prognoser för utsläpp av växthusgaser från transportsektorn i Europa 2010-2050. Källa: TOSCA (2011)	32
Figur 22. Utsläpp av koldioxid i gram per tonkilometer med lastbil och järnväg 2010 och med den mest sannolika tekniska utvecklingen fram till 2050. Järnväg med genomsnittlig europeisk elmix och 2050 även med elmix med lägre utsläpp. Källa: TOSCA summary report (2011), för lastbil: Institut für Energie- und Umweltforschung (2008).	32
Figur 23. Utveckling av de totala transporterna i riktning till och från Stockholm 2010 och prognos till 2030 och 2050.	36
Figur 24. Långväga lastbil till/från Stockholm ökning i olika riktningar 2010 och för 2050 bas- resp. kapacitets- och avregleringsalternativet.	36
Figur 25. Järnväg till/från Stockholm ökning i olika riktningar 2010 och för 2050 bas- resp. kapacitets- och avregleringsalternativet.	37
Figur 26. Inrikes och utrikes sjöfart till/från Stockholm 2010 samt prognos till 2050 för bas- resp. kapacitets- och avregleringsalternativet.	37
Figur 27. Vanligt förekommande transportkedja i vagnlasttrafik. (Behzad Kordnejad, 2017)	42
Figur 28. Vanligt förekommande layout för rangerbangårdar. (Behzad Kordnejad, 2017)	43
Figur 29. Funktionsindelning i Tomteboda (WSP, 2013)	47
Figur 30. Layout för Tomteboda bangård.	47
Figur 31. Spårhall i Tomteboda (www.tomteboda.com)	49

Figur 32. Ytor i Postens gamla terminalbyggnad (www.tomteboda.com)	49
Figur 33. City logistikterminal intill spårhallen som nu används av lastbilar.	50
Figur 34. SL:s planerade bussdepå i Tomteboda. (www.tomteboda.com)	53
Figur 35. Projekt Mälarbanan. Källa: Thomas Öhrling	54
Figur 36. Principskiss järnvägsspår i Lunda industriområde och Spånga bangård (Stockholms stad, 2009)	55
Figur 37. Årsta/Västberga ligger centralt i infarten till Stockholm söderifrån och nära Essingeleden och södra länken.	56
Figur 38. Principskiss järnvägsspår i Västberga (Stockholms stad, 2009)	57
Figur 39: Stockholm Årsta kombiterminal [Källa: Jernhusen]	59
Figur 40: Plan över Stockholm Årsta kombiterminal [Källa: Jernhusen, 2015]	59
Figur 41. Totala godstransporter 2013 för respektive transportslag i Östra Mellansverige, exklusive luftfart. (Mälardalsrådet, 2013)	60
Figur 42. Totala transporter i ÖMS och import, export, transit och inom-läns-transporter med avseende på respektive län i ÖMS. Transporter visas i tusentals ton/år. (Mälardalsrådet, 2013)	61
Figur 43. Nationellt utpekade godsstråk i Östra Mellansverige (GR, 2013)	62
Figur 44. Godskorridorer i Mälardalen. (Behzad Kordnejad, 2016)	62
Figur 45. Mälarbanan (Källa: Trafikverket)	63
Figur 46. Västra stambanan (Källa: Trafikverket)	64
Figur 47. Svealandsbanan (Källa: Trafikverket)	64
Figur 48. Södra stambanan (Källa: Trafikverket)	65
Figur 49. Ostkustbanan (Källa: Trafikverket)	66
Figur 50. Nynäsbanan (Källa: Trafikverket)	67
Figur 51. Antal godståg per dag och riktning på järnvägsnätet i Mellansverige 2010 och basprognos till 2030. Källa: Nelldal-Wajsman 2016.	67
Figur 52. Lokalisering av terminaler och antal tunga lastbilar i genomsnitt per dag i Stockholm (Trafa, 2012)	68
Figur 53. De största varugrupperna som transporterades inom Stockholms län (Trafa, 2012).	69
Figur 54. Huvudsaklig terminalsstruktur i Mälardalen för den svenska dagligvaruhandeln.	70
Figur 55. Marknadsandelar för de sex största aktörerna i den svenska dagligvaruhandeln 2015 och förändring från föregående år. (Källa: Dagligvarukartan 2016, Delfi, DLF och HUI Research)	70
Figur 56. De 10 största inkommande dagligvaruflödena i Sverige till terminaler och distributionsanläggningar tillhörande Coop, Dagab och ICA. (Jensen et al, 2011)	73
Figur 57. Import och exportflöden från och till Frihamnen.	75
Figur 58. Platser med störst efterfrågan från Frihamnen år 2015 (> 500 TEU).	76
Figur 59. Import- och exportflöden från och till Norvik.	76
Figur 60. Terminalomsättning för olika scenarion, antal lastbärare (Vasilevskaya, 2016)	77
Figur 61. Kostnadsjämförelse för Frihamnen respektive Norvik-scenariot.	79
Figur 62. Jämförelse av CO ₂ utsläpp för Frihamnen respektive Norvik-scenariot.	79
Figur 63. Utveckling 1975-2014 för återvinning av avfall i Sverige. (Avfall Sverige, 2015)	80
Figur 64. Lokalisering av avfallshanteringsanläggningar inom Storstockholm. (Stockholms Stad, 2013)	81
Figur 65. Lokalisering av återvinningscentraler (rött) och förbränningsanläggningar (grönt) inom Mälardalen (Behzad Kordnejad, 2016).	82
Figur 66. Exempel på ett duolok, Bombardier Traxx last mile, ett elektriskt linjelok som även har en dieselmotor för växling på bangårdar, terminaler och industrispår utan kontaktledning.	85
Figur 67. Exempel på hybridlok, ett tungt växlingslok med diesel- och batteridrift. Shinagawa, Tokyo. 2015 (Foto: Kordnejad, 2015)	85
Figur 68. Exempel på batterilok: Teletrac RW60AEM – ett mindre växlingslok som är batteridrivet och radiostyrt (Railway Gazette, April 2017).	85
Figur 69. Griparmslyftning med en reach-stacker truck (Foto: Coop)	86
Figur 70. Topplyftning med portalkran i Årsta kombiterminal (Foto: Jernhusen)	87
Figur 71. Elektrisk motviktstruck från Toyota.	89

Figur 72. Lättkombi-systemet implementerat i pilotprojektet 'Dalkullan' (Foto: Axfood).	90
Figur 73. Omlastning av containrar med gaffeltruck i 'Tokyo Freight Terminal', Shinagawa, Tokyo (Foto: Behzad Kordnejad, 2015)	91
Figur 74. Utformning av terminal samt informationssystem för JR Freight's intermodala transportsystem E & S (Källa: JR Freight)	92
Figur 75. Kockums Megawing-vagn med möjlighet till överföring av påhängsvagnar. (Foto: Kockums Industrier)	93
Figur 76. AMCCT systemet, horisontell överföring för helautomatiska terminaler (Foto t.h.: Behzad Kordnejad, 2012).	93
Figur 77. Innovatrain's omlastningssystem 'ContainerMover' i Oensingen, Schweiz (Foto: Behzad Kordnejad, 2014).	94
Figur 78. Lämpliga terminallägen för små kombiterminaler.	96
Figur 79. Den regionala terminalstrukturen inklusive lägen för små kombiterminaler.	96
Figur 80. Konfiguration av lastbilar i Mälardalen.	97
Figur 81. Antalet lätta lastbilar i trafik per drivmedel; etanol, gas och el. (Trafal, 2015)	98
Figur 82. Batteridrivna lastbilar från det Holländska företaget EMOSS.	98
Figur 83. Visning i Stockholm av en 100 % eldriven lastbil tillverkad av det holländska företaget EMOSS. (Foto: Behzad Kordnejad, 2017)	99
Figur 84. Intressenter inom intermodala godstransportsystem från både den privata och offentliga sektorn är vanligtvis engagerade på fyra olika interaktionsnivåer.	100
Figur 85. Exempel på ansvarsfördelning av aktiviteter bland aktörer i en intermodal transportkedja.	101
Figur 86. Kategorisering av fyra typiska och generella affärsmodeller för intermodala transportsystem.	102
Figur 87. Strukturen för Samada-Monoprix distributionssystem. (Källa: Turblog)	104
Figur 88. Bangården och terminalområdet "Halle de Bercy", Paris (Taniguchi et al., 2014)	104
Figur 89. Naturgasdrivna lastbilar (NGV) används för distributionen till butikerna i Paris.	105
Figur 90. Resultat av projektets miljöpåverkan	105
Figur 91. Ekonomisk jämförelse av de olika transportalternativen per år.	107
Figur 92 MUDC- strukturen i Rom (Källa: Alessandrini (2012))	108
Figur 93. Utsläppsbesparing för de intermodala alternativen jämfört med referensscenariot med direkt vägtransport.	109
Figur 94. Simuleringsresultat gällande transportkostnad för de olika alternativen.	110
Figur 95. Ekonomiskt resultat inklusive monetariserad miljöpåverkan för de olika alternativen.	111
Figur 96. CarGoTram, Dresden, Tyskland (Källa: Volkswagen)	112
Figur 97. GüterBim-projektet i Wien, Österrike. (Källa: Urban Transit)	113
Figur 98. Utställningsförslag inom RUF2050 för infrastrukturen för godstransporter i Stockholmsregionen år 2050 (SLL, 2017)	116
Figur 99: Interregional tillgänglighet till Tomtebodan och Årsta.	118
Figur 100: Regional tillgänglighet till Tomtebodan och Årsta.	118
Figur 101: Tomtebodan som multi modal terminal för citylogistik.	120
Figur 102: Transportsystem för distribution av livsmedel från lager i Mälardalen och returgoods.	123
Figur 103. Transportsystem för distribution av containers från Norviks hamn.	123
Figur 104. Exempel på interregional kombitrafik för transport till/från Stockholm.	124
Figur 105: Vision om ett framtida regionalt kombitrafiksystem runt Mälaren i kombination med hamnskytteln.	125
Figur 106: Ett slingsystem runt Mälaren kan täcka många jämfört med ett hub and spoke-system.	125
Figur 107. Konceptuell utformning av kostnad- och energiberäkningsmodellen 'Intermodal Transport Cost Model' (ITCM)	126
Figur 108. Kostnadsstruktur för de utvärderade omlastningsteknikerna.	128
Figur 109. Estimering av energiåtgång och CO ₂ -utsläpp för de utvärderade omlastningsteknikerna.	129
Figur 110. Vägfordonskonfiguration i regionen samt indata till simuleringarna i ITCM.	129

Figur 111. Konceptuell utformning av jämförelsealternativet i scenario 1.	130
Figur 112. Konceptuell utformning av jämförelsealternativet i scenario 2.	130
Figur 113: Två scenarier för citylogistik: Roserberg-Tomtebodan och Västerås-Bro-Tomtebodan.	131
Figur 114. Konceptuell utformning av utredningsalternativen i scenario 1.	133
Figur 115. Konceptuell utformning av utredningsalternativen i scenario 2.	133
Figur 116. Simuleringsresultat i scenario 1 avseende kostnad för respektive transportkedja.	134
Figur 117. Kostnadsstruktur i scenario 1 för respektive transportkedja.	134
Figur 118 visar simuleringsresultat avseende CO ₂ utsläpp (kg) och energiåtgång (kWh) i scenario 1.	135
Figur 119. Simuleringsresultat i scenario 2 avseende kostnad för respektive transportkedja.	136
Figur 120 visar simuleringsresultat avseende CO ₂ utsläpp (kg) och energiåtgång (kWh) i scenario 2.	137
Figur 121: Livsmedelspendeln Västerås-Bro-Tomtebodan-Årsta och hamnpendeln Norvik-Jordbro-Årsta-Tomtebodan-Rosersberg.	139

Tabellista

Tabell 1. Indelning av Östra mellansverige i denna rapport och befolkningens storlek i de olika områdena.	16
Tabell 2. Godsvolymer i olika områden i Östra mellansverige 2010 med prognos till 2030-2050.	34
Tabell 3. Godsvolymer i Östra mellansverige 2010 med prognos till 2030-2050 för olika prognosalternativ.	34
Tabell 4: Principer för att beräkna trafikunderlag för överföring av lastbilstransporter till regionalt kombitransportsystem i Mälardalen.	40
Tabell 5: Principer för omfördelning mellan hamnar i Stockholmsregionen och överföring av matartransporter med lastbil mellan Mälardalen och hamnar i Göteborg och Skåne.	40
Tabell 6: Kombitrafik inom och till/från Mälardalen, resultat av potentialberäkningar.	40
Tabell 7: Beräkning av kapacitet och behov av tåg för Mälarslingan och kombiskytteln Göteborg-Hallsberg och Skåne-Årsta med utgångspunkt från prognos 2050.	41
Tabell 8. Godsbangårdar inom det svenska järnvägsnätet (JNB, 2018)	45
Tabell 9. Organisationsstruktur i Tomtebodan bangård	46
Tabell 10. Tillgängliga spår för uppställning i Tomtebodan. Rangeringsspåren 20-25 är inte inkluderade. (JNB 2017 Bilaga 3.A)	48
Tabell 11. Utvald data avseende huvudsaklig infrastruktur och teknisk utrustning för hantering av gods i Tomtebodan rangerbangård.	51
Tabell 12. Bandelar där Tomtebodan ingår.	52
Tabell 13. Inrikes godstransporter med svenska lastbilar. Lastade och lossade godsmängder efter län samt efter destination respektive ursprung, 2014. (Trafal, 2015)	69
Tabell 14. De 30 största inkommande dagligvaruflödena i Sverige till terminaler och distributionsanläggningar tillhörande Coop, Dagab och ICA. (Jensen et al, 2011)	72
Tabell 15. Dagligvaruflöden mellan terminaler och distributionsanläggningar tillhörande Coop, Dagab och ICA. (Jensen et al, 2011)	73
Tabell 16. De största dagligvaruflödena inom och mellan kommuner under studiens mätvecka (v. 37 2013). (Källa: Trafikanalys, 2015)	74
Tabell 17. Jämförelse av resultat för scenariot utan trafikslagsskifte.	77
Tabell 18. Totala kostnader och CO ₂ -utsläpp för Frihamnen-scenariot	78
Tabell 19. Totala kostnader och CO ₂ -utsläpp för Norvik-scenariot	79
Tabell 20. Lämpliga terminallägen för små kombiterminaler	96
Tabell 21. Ekonomiskt resultat år 1 jämfört med 100 % vägtransport. (Maes, 2010)	106
Tabell 22. Vägtransportkostnad för de olika alternativen. Alessandrini et al. (2012)	109

<i>Tabell 23. Förhållande mellan operativa och miljömässiga kostnader (Alessandrini et al. (2012))</i>	110
<i>Tabell 24: Data för godståg, trailers och containers som använts i beräkningarna.</i>	127
<i>Tabell 25. Indata och resultat från terminalhanteringsmodulen i ITCM.</i>	128
<i>Tabell 26: Exempel på tidtabell för en regional kombipendel Roserberg-Tomtebodan.</i>	132
<i>Tabell 27: Exempel på tidtabell för en regional kombipendel Västerås-Bro-Tomtebodan.</i>	132
<i>Tabell 28. Indata till simuleringarna i ITCM avseende bränsleförbrukning och energiåtgång för scenario 1.</i>	135
<i>Tabell 29: Exempel på tidtabeller för livsmedelspendeln och hamnskytteln.</i>	139

Bilaga 1

Scenario 1:

Jämförelse: Järnväg - Lastbil				
Nyttolast:	1	TEU	10	ton
Vägtransport: (Tomtebodan - Rosersberg)				
- kWh/ nettoton-km	0,38			
- CO ₂ / nettoton-km (g)	86,8			
- Medeldistans (km)	33,5			
Energiåtgång för omlastning i Rosersberg (kWh)	7			
Energiåtgång (kWh)	131			
Total CO ₂ utsläpp för omlastning i målpunkt (kg)	-			
Vägtransport: (Tomtebodan - Rosersberg)	28			
Intermodal järnvägstransport: (Tomtebodan - Rosersberg)				
- kWh/ nettoton-km (Containertåg)	0,044			
Energiåtgång för tågdragnings (kWh)	12,0			
- kWh/ nettoton-km (Trailertåg)	0,051			
Energiåtgång för tågdragnings (kWh)	14			
Elmix:	Svensk	Nordisk	Europeisk	
- CO ₂ / nettoton-km (g) (Containertåg)	0,4	4,4	20,1	
- CO ₂ / nettoton-km (g) (Trailertåg)	0,5	5,1	24,9	
- Medeldistans (km)	28,0	28,0	28,0	
CO ₂ utsläpp (kg) (Containertåg)	0,12	1,20	5,51	
CO ₂ utsläpp (kg) (Trailertåg)	0,14	1,39	6,83	
Energiåtgång (kWh) för omlastning:				
- Medelstor kombiterminal med reachstacker (MK) (kWh)	39			
- Lättkombi (LK)	14			
- Megaswing (MS)	2			
- CCT	2			
CO ₂ utsläpp (kg) för omlastning:				
- Medelstor kombiterminal med reachstacker (MK)	9			
- Lättkombi (LK)	3			
- Megaswing (MS)	0			
- CCT	0			
Energiåtgång för matartransporter på väg ~ 15 km (kWh)	55			
CO ₂ utsläpp matartransporter på väg ~ 15km (kg)	13			
Total CO ₂ utsläpp (kg):				
Vägtransport	131			
Konventionell kombiterminal	106			
Lättkombi	82			
Megaswing	71			
CCT	70			
Ändring av energiåtgång (kWh) jämfört med vägtransporter (MK)	-18,8%			
Ändring av energiåtgång (kWh) jämfört med vägtransporter (LK)	-37,5%			
Ändring av energiåtgång (kWh) jämfört med vägtransporter (MS)	-45,3%			
Ändring av energiåtgång (kWh) jämfört med vägtransporter (CCT)	-46,8%			
Total energiåtgång (kWh):				
Vägtransport	28			
Konventionell kombiterminal	21,84	22,91	27,23	
Lättkombi	16,20	17,28	21,60	
Megaswing	13,10	14,35	19,79	
CCT	13,08	14,15	18,47	
Ändring av total CO ₂ utsläpp jämfört med vägtransporter (MK)	-23,4%	-19,6%	-4,4%	
Ändring av total CO ₂ utsläpp jämfört med vägtransporter (LK)	-43,1%	-39,3%	-24,2%	
Ändring av total CO ₂ utsläpp jämfört med vägtransporter (MS)	-54,0%	-49,6%	-30,5%	
Ändring av total CO ₂ utsläpp jämfört med vägtransporter (CCT)	-54,1%	-50,3%	-35,2%	

Scenario 2:

Jämförelse: Järnväg - Lastbil				
Nyttolast:	1	TEU	10	ton
Vägtransport: (Västerås - Bro - Tomtebodå)				
- kWh/ nettoton-km	0,25			
- CO ₂ / nettoton-km (g)	58,7			
- Medeldistans (km)	125,5			
Energiåtgång för omlastning i Tomtebodå (kWh)	7			
Total Energiåtgång (kWh)	320			
Total CO ₂ utsläpp (kg)	72			
Intermodal järnvägstransport: (Västerås - Bro - Tomtebodå)				
- kWh/ nettoton-km (Containertåg)	0,044			
Energiåtgång för tågdragnin (kWh)	47,9			
- kWh/ nettoton-km (Trailertåg)	0,051			
Energiåtgång för tågdragnin (kWh)	56			
Elmix:	Svensk	Nordisk	Europeisk	
- CO ₂ / nettoton-km (g) (Containertåg)	0,4	4,4	20,1	
- CO ₂ / nettoton-km (g) (Trailertåg)	0,5	5,1	24,9	
- Medeldistans (km)	112,0	112,0	112,0	
CO ₂ utsläpp (kg) (Containertåg)	0,48	4,79	22,06	
CO ₂ utsläpp (kg) (Trailertåg)	0,56	5,57	27,34	
Energiåtgång (kWh) för omlastning:				
- Medelstor kombiterminal med reachstacker (MK) (kWh)	39			
- Lättkombi (LK)	14			
- Megaswing (MS)	2			
- CCT	2			
CO ₂ utsläpp (kg) för omlastning:				
- Medelstor kombiterminal med reachstacker (MK)	9			
- Lättkombi (LK)	3			
- Megaswing (MS)	0			
- CCT	0			
Energiåtgång för matartransporter på väg ~ 15 km (kWh)	37			
CO ₂ utsläpp matartransporter på väg ~ 15km (kg)	9			
Total energiåtgång (kWh):				
Vägtransport	320			
Konventionell kombiterminal	124			
Lättkombi	100			
Megaswing	95			
CCT	88			
Ändring av energiåtgång (kWh) jämfört med vägtransporter (MK)	-61,2%			
Ändring av energiåtgång (kWh) jämfört med vägtransporter (LK)	-68,9%			
Ändring av energiåtgång (kWh) jämfört med vägtransporter (MS)	-70,2%			
Ändring av energiåtgång (kWh) jämfört med vägtransporter (CCT)	-72,7%			
Total CO ₂ utsläpp (kg):				
Vägtransport	72	72	72	
Konventionell kombiterminal	18,07	22,39	39,65	
Lättkombi	12,44	16,76	34,02	
Megaswing	9,39	14,41	36,17	
CCT	9,31	13,63	30,89	
Ändring av total CO ₂ utsläpp jämfört med vägtransporter (MK)	-75,0%	-69,0%	-45,1%	
Ändring av total CO ₂ utsläpp jämfört med vägtransporter (LK)	-82,8%	-76,8%	-52,9%	
Ändring av total CO ₂ utsläpp jämfört med vägtransporter (MS)	-87,0%	-80,1%	-49,9%	
Ändring av total CO ₂ utsläpp jämfört med vägtransporter (CCT)	-87,1%	-81,1%	-57,2%	

KTH Järnvägsgrupp

Järnvägsgruppen vid Kungliga Tekniska Högskolan (KTH) i Stockholm bedriver tvärvetenskaplig forskning och utbildning inom järnvägsteknik och tågtrafikplanering. Syftet med forskningen är att utveckla metoder och bidra med kunskap som kan utveckla järnvägen som transportmedel och göra tåget mer attraktivt för kunderna och mer lönsamt för järnvägsföretagen och samhället. Järnvägsgruppen finansieras bland annat av Trafikverket, Bombardier Transportation, SJ och Sweco.

Alla rapporter från Järnvägsgruppen hittar Du på vår hemsida

www.kth.railwaygroup.kth.se