



TransportForsk

Uppdragsrapport 1/2012

Godsövergångar

En studie för Trafikanalys



Mattias Skoglund

Peter Bark

Bild framsida: TFK



TFK – TransportForsK AB
Telefon: 08 – 652 41 30
Epost: info@tfk.se
Besöksadress: Warfvinges väg 29
Postadress: 112 51 STOCKHOLM
Internet: www.tfk.se

Förord

Föreliggande rapport utgör en redovisning av ett uppdrag som TFK – TransportForsK AB utfört för Trafikanalys.

Projektledare samt huvudansvarig för uppdragets genomförande och denna rapport har varit tekn. lic. Mattias Skoglund, TFK. Dessutom har tekn. dr. Peter Bark medverkat.

TFK vill med detta rikta ett tack till uppdragsgivaren samt personal vid olika företag och institutioner vilka välvilligt medverkat i intervjuer och andra delar av de studier som ingått som en väsentlig del i detta projekts genomförande.

Stockholm i april 2012

Peter Bark, VD

Sammanfattning

Det huvudsakliga syftet med denna redovisning är att svara på frågeställningen om hur väl övergångar mellan trafikslagen fungerar för gods i Sverige. De transportslag som analyseras inom ramen för detta arbete är väg, järnväg, sjöfart samt flyg. Arbetet har främst inriktats på intermodala övergångar med ett antal belysta exempel på multimodala transporter vilka ej utgör en delmängd av det intermodala segmentet.

Ett välfungerande transportsystem med bärkraftiga godstransporter är en grundförutsättning för svenskt näringsliv. För godstransporter föreligger olika behov beroende på varuslag, förädlingsgrad och tillkommande krav på transporten i form av exempelvis flexibilitet, ledtid, kvalitet, pris och miljö. Ett ökande segment inom godstransportsektorn är att kombinera olika transportslag för att i en transportkedja kunna utnyttja fördelarna av olika transportslag. Detta förutsätter en tillförlitlig och välfungerande övergång mellan transportslagen samt att de använda transportslagen samverkar på ett tillförlitligt sätt. Övergångar mellan transportslag är en förutsättning för vissa transportkedjor medan de för andra transportkedjor ger ett mervärde och valmöjlighet att kunna byta transportslag för att exempelvis sänka undervägskostnaderna, minska miljöpåverkan eller korta ledtiden.

Från energisynpunkt är transportsektorn en av de största energianvändarna. Inom flera sektorer har energianvändningen över tid minskat medan transportsektorns energianvändning snarast ökat samtidigt som beroendet av fossila bränslen är fortsatt stort. Järnväg och sjöfart bedöms ha stora möjligheter att bidra till en sänkt energiförbrukning inom transportsektorn. Den främsta egenskapen hos dessa transportslag är att kunna sammanföra stora mängder gods på litet utrymme med god säkerhet. Nackdelarna bedöms emellertid överväga fördelarna för många transportköpare utifrån dagens logistiska krav.

Exempel på randvillkor för övergångar är att de är praktiskt och tekniskt genomförbara samt att totalkostnaden för ett transportuppdrag inte ökar nämnvärt. Övriga aspekter såsom ledtid, servicegrad och miljöpåverkan inverkar också på konkurrenskraften för multimodala transporter och påverkar således definitionsbildningen avseende huruvida en godsövergång skall anses vara fungerande eller ej.

Definitionsmissigt kan fungerande respektive icke fungerande övergång sammanfattas som att i en fungerande övergång kan transportuppdrag fortgå och transportslag kan bytas utan att övergången inverkar negativt på den aktuella transportkedjan. En icke fungerande övergång är ett område som sannolikt både innefattar transportkedjor där en icke fungerande, eller ej möjlig, övergång föranlett att en övergång aldrig kommit till stånd. När övergångar inte fungerar i befintliga multimodala transportkedjor finns ofta brister i övergången, till exempel kapacitetsbrister, vilka helt eller delvis föranleder en förändring av transportkedjan till att innefatta andra/annat transportslag alternativt andra slag av övergångar.

Inom en viss övergång mellan godsslag finns ett antal direkta och indirekta faktorer som kan påverka valet av transportslag och därmed också i viss mån vad som "fungerar". Några av dessa är kostnaden för övergången och dess inverkan på transportkedjans totalkostnad samt tidsåtgången för själva övergången samt den totala påverkan på ledtiden som övergången innebär. Vidare vägs även kvalitets- och miljöaspekter relaterade till övergången in.

I studien har ett antal exempel på multimodala transportupplägg studerats: rundvirke, flis, petrokemisk industri, fordonsindustri samt dagligvarubranschen. Dessa visar på vitt skilda förutsättningar för övergångar.

Andelen intermodala transporter är utifrån transportmarknaden som helhet relativt begränsad. Detta begränsar i sin tur erbjudandet avseende relationer, frekvens och flexibilitet/tillgänglighet till terminaler. En försvårande omständighet avseende konkurrenskraften är vidare en längre ledtid för intermodala lösningar. Terminalernas del i intermodala transportkedjor är både tidskrävande, kostnadsdrivande och står för en långt ifrån försumbar del av hela transportkedjans energiförbrukning och miljöpåverkan.

Det är ofta svårt att bedöma huruvida olika randvillkor avseende godsövergångar är uppfyllda och att en konkurrensneutralitet råder mellan trafikslagen. Olika trafikslag och kombinationer av dessa har rent principiellt olika grundläggande prestanda avseende de olika parametrar som är mätbara. Vanligen handlar det om vad som värdesätts och kvantifieras på olika sätt. Transportkostnaden är dock det som i regel främst pekas ut som den starkast bidragande faktorn till varför en viss transportkedja väljs.

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Godstransporter i Sverige och svensk handel	2
1.3	Syfte och avgränsning	5
1.4	Inriktning	5
1.5	Metod och genomförande	6
1.5.1	Litteraturstudier	6
1.6	Definitioner	6
2	Transportslag	9
2.1	Vägtransport – lastbil	11
2.2	Järnväg	14
2.3	Sjöfart	17
2.4	Flyg	19
3	Multimodala exempel	23
3.1	Rundvirke	23
3.1.1	Hantering av rundvirke	23
3.2	Flis	28
3.3	Petroleum	30
3.4	Fordonsindustri (ej bussar)	31
3.4.1	Volvo Logistics "Åttan"	32
3.5	Dagligvaror	33
3.5.1	Kundpiloten "Dalkullan"	34
3.5.2	Järnvägspendel mellan Borlänge och Östersund för ICA	35
3.5.3	Coop-tåget	36
3.5.4	Arctic Rail Express	37
3.5.5	Dagabs intermodala transporter mellan Göteborg och Stockholm (Jordbro)	37
3.6	Flyggods	38
3.6.1	SAS Cargos försök	38
4	Överföringspunkter	39
5	Intermodala transportsystem	43
5.1	Lastbärare och hanteringsutrustning i intermodala transportsystem	44
5.1.1	ISO-containrar	45
5.1.2	Övriga containrar	45
5.1.3	Växelflak	46
5.1.4	Semitrailer	47
6	Överföringstekniker och hanteringsutrustning i intermodala system	49
6.1	Obunden utrustning	49
6.1.1	Motviktstruckar	49
6.1.2	Grensletruck	51
6.1.3	Terminaltruck (dragtruck)	52
6.2	Ytbunden utrustning – portalkran	53
6.3	Jämförelse av prestanda hos hanteringsutrustning	54
6.4	Jämförelse av kostnader för hanteringsutrustning	54
7	Analys	55
7.1	Inverkande faktorer	56
7.2	Multimodala övergångar	56
7.3	Intermodala övergångar	58
7.4	Avsaknad av statistik	59
7.5	Slutsatser	59
8	Referenser	61

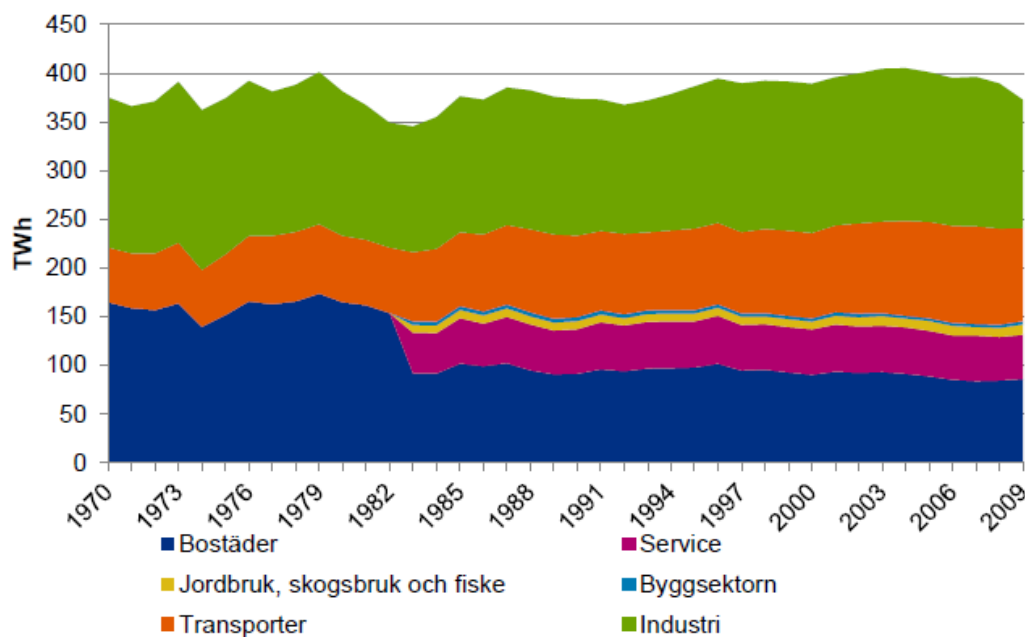
1 Inledning

1.1 Bakgrund

Godstransporter utgör en grundförutsättning för svenskt näringsliv. En viktig aspekt i sammanhanget är vidare den svenska industrins avståndshandikapp i förhållande till konkurrenter i övriga europeiska länder vilket innebär att godstransporter inom Sverige generellt sett utförs över längre avstånd än vad som är fallet för motsvarande inrikestransporter i olika länder på den europeiska kontinenten. Vidare är många av Sveriges viktigaste handelspartners belägna på den europeiska kontinenten.

Ett välfungerande transportsystem är en förutsättning för samhället i stort. Inom godstransportsegmentet föreligger olika behov beroende på varuslag, förädlingsgrad/varuvärde och tillkommande krav på transporten i form av flexibilitet, ledtid, kvalitet, pris och miljö för att nämna några. Ett ökande segment inom godstransportsektorn är att kombinera olika transportslag för att i en transportkedja kunna utnyttja fördelarna av olika transportslag. Detta förutsätter en tillförlitlig och välfungerande övergång, eller omlastning, mellan transportslagen samt att de använda transportslagen samverkar på ett tillförlitligt sätt. Vanliga argument för att byta transportslag är kostnads-, hållbarhets-, och trängselrelaterade. En ytterligare fördel är att vägslitaget minskar (Bergqvist et al, 2007).

Ur energisynpunkt är transportsektorn en av de största energianvändarna. Flertalet sektorer/energianvändare har över tid minskat energianvändningen medan transportsektorn snarast ökat sitt. Vidare är beroendet av fossila bränslen stort inom transportsektorn. Över samtliga sektorer har dock användningen av fossila bränslen minskat. Industrins minskade energianvändning kan dels förklaras med energieffektiviseringar samt även ökad specialisering vilken dock genererar ett ökat transportbehov mellan anläggningar.



Figur 1.1 Energianvändning per sektor 1970-2009((Energiindikatorer 2011, Energimyndigheten)

1.2 Godstransporter i Sverige och svensk handel

Det svenska näringslivet är beroende av tillförlitliga och fungerande transporter. Stora delar av svensk industri är vidare beroende av utrikestransporter, i synnerhet till övriga Europa vilket speglas av dess andel av varuvärdet i export och import. Av det totala varuvärdet till och från Sverige står övriga Europa för 71 % av exporten och 85 % av importen (SCB, 2012).

Ett fysiskt godstransportbehov, frånsett interna transportbehov, uppstår inom näringslivet antingen då ett behov av råvaror eller halvfabrikat finns för att färdigställa dessa till färdigvaror på en annan geografisk plats alternativt när färdigvaror efterfrågas på en geografisk plats och därför skall förflyttas och distribueras till sin marknad (Storhagen, 2011). Denna förflyttning skapar en värdeökning samtidigt som den är kostsam och förbrukar resurser. Ytterligare krav på transporten innefattar tidsmässiga aspekter samt hur den utförs, dess flexibilitet, kostnad och miljöpåverkan. De fyra transportslagen väg, järnväg, sjöfart och flyg har olika fördelar som delvis överlappar varandra. För vissa transportbehov föreligger konkurrens samtidigt som många transporter endast är praktiskt möjliga att utföra med något eller några av dessa transportslag. Därtill är det även möjligt eller nödvändigt att kombinera olika transportslag.

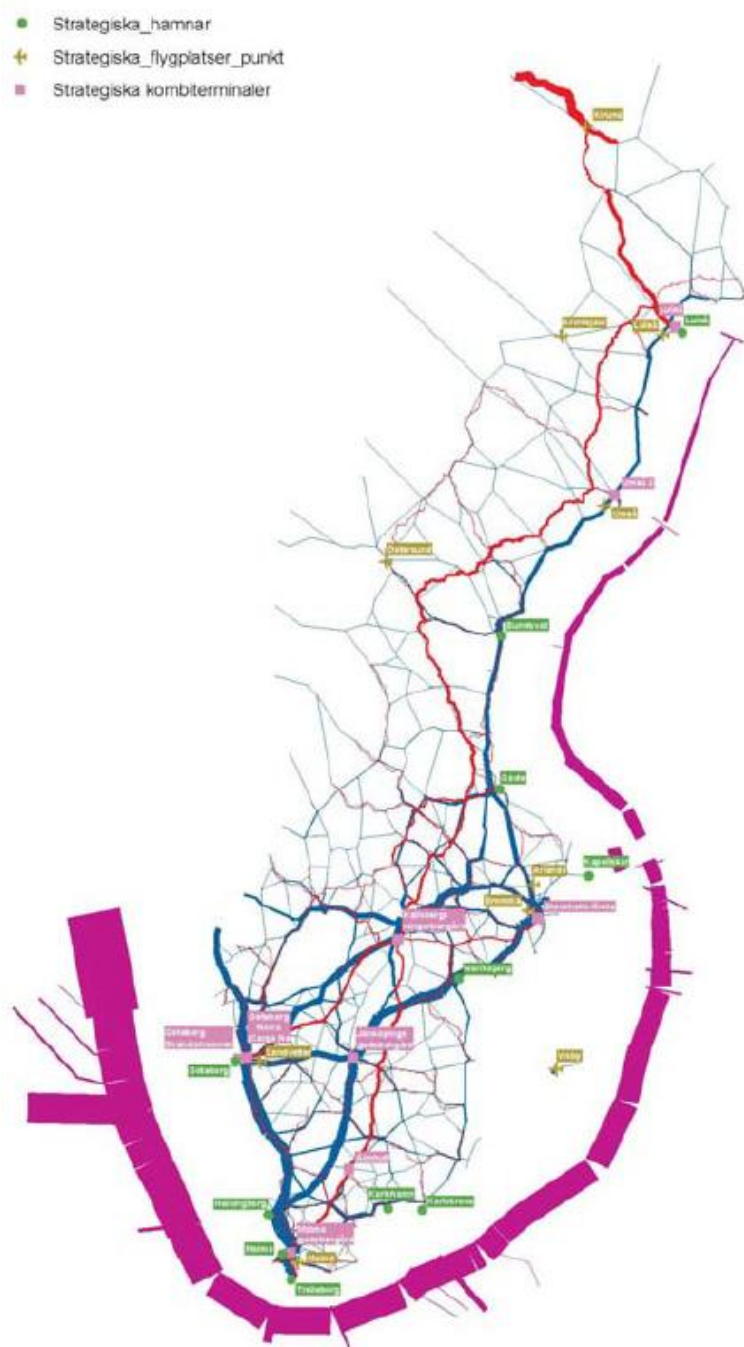
Det främsta kommersiella skälet att byta transportslag är i regel sänkta undervägs kostnader genom användande av transportslag som är mer energieffektiva, eller har stordriftsfördelar. Exempelvis utförs långväga landtransporter i många fall på järnväg och transporter till fjärran östern sker med fartyg. Från politiskt håll är anledningar till övergångar krav på energieffektiviseringar och att en rörlig transportmarknad skapas.

För att förstå hur valet av transportslag sker finns det ett antal underliggande faktorer avseende transportavstånd, förädlingsgrad/varuvärde, vikt, volym, känslighet samt krav på ledtider inklusive eventuella begränsningar i varors hållbarhet. Med detta ställs därmed transportkostnaden i relation till varuvärde, leveranssäkerhet, transportkvalitet och tidskrav vilka är olika för olika varuslag och förädlingsgrader. Miljö upplevs ofta vara ett mervärde som ger marginella, men ibland viktiga, fördelar i upphandlingar.

Ovan nämnda parametrar ger många gånger ett naturligt urval av möjliga transportslag vilket utgör randvillkor för den konkurrens som föreligger för ett visst transportbehov.

Inom tillverkningsindustrin är det många gånger så att vissa transportslag är mer lämpade än andra för att utföra transporter längs förädlingskedjan beroende på om det är råvara, halvfabrikat eller färdigvara som transporteras.

De största godsflödena i Sverige 2006 kan ses i figur 1.2 nedan där de blå strecken motsvarar vägtransporter, röda avser järnväg och lila/rosa visar sjöfart. Tjockleken är större desto större godsflödet är. Markeringar "runt" Sverige avser sjöfart och i figuren åskådliggörs kustsjöfartens betydelse.

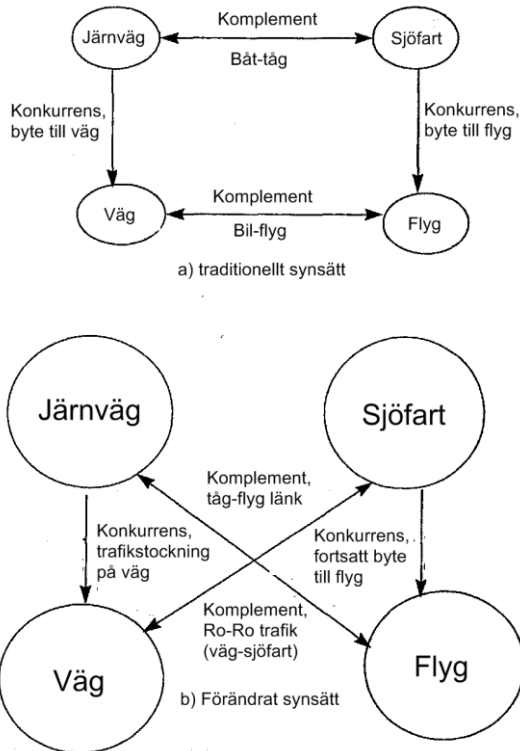


Figur 1.2 Transporterade godsvolymer 2006 (Nationell Godsanalys 2008)

Samverkan mellan järnvägs- och flygtransporter (utdrag ur Jonsson et al, 2011)

Traditionellt har samverkan och övergångar mellan transportslag kunnat beskrivas enligt nedan (se figur 1.3). Av figuren framgår även att väg- och järnvägstransporter konkurrerar med varandra. Vidare konkurrerar flyg- och sjötransporter, främst för transporter på längre avstånd. Däremot har järnvägs- och sjötransporter länge varit samverkande, till stor del beroende på att flertalet hamnar har spåranslutning. Vidare har väg- och flygtransporter traditionellt varit komplement till varandra.

Med utvecklingen av främst RoRo-trafik har synsättet på samverkan mellan trafikslagen kommit att förändras (se figur 1.3). Sjöfarten har alltmer övergått till samverkan med vägtransporter. Vidare växer en ny form av interaktion mellan flyg- och järnvägstransporter fram. Detta grundas på en ökad miljömedvetenhet samt en överbelastning av trafik och trängsel kring flygplatser. (Stubbs et al, 1998)



Figur 1.3 Förändring i synsätt på samverkan mellan transportslag (Stubbs et al, 1998)

Allteftersom flygtransportsektorn växer förväntas järnvägstrafiken länkas samman alltmer med flygtrafiken. Utvecklingen av höghastighetståg samt en växande miljömedvetenhet bidrar till att järnväg ses som ett alltmer attraktivt färdssätt i kombination med eller i anslutning till flygtransporter. En växande storlek på flygplatser medför att efterfrågan på anslutande landtransporter ökar i sådan omfattning att järnvägstransporter blir attraktiva. Såsom flygtransportsystemet är uppbyggt, med hub-and-spoke trafik, bedöms järnvägen kunna utgöra en väl fungerande ersättning för kortare flygtransporter mellan hubbarna, om den har möjlighet att konkurrera tidsmässigt med flyget. Vidare anses att ett system där flyg och järnväg är mer integrerade skulle kunna gynna både flyg- och järnvägssektorn eftersom flyget på detta sätt förses med snabba länkar mellan exempelvis flygplatser och städer och eftersom tåget kan uppnå ökad efterfrågan och fyllnadsgrad. (Givoni et al, 2007)

Järnvägens potential att fungera som ett hub-and-spoke system har studerats (Bookbinder et al, 2007). Detta har bestått i kartläggning av rutter, frekvens på avgångar, tåglängder samt volymer som transporterats på järnväg i Europa för att se om systemet har potential att fungera för transporter i en hub-and-spoke struktur. Slutsatsen är att ett sådant system kan fungera om det existerar koncentrerade flöden för ett antal länkar i transportsystemet. Användandet av en eller flera hubbar anses minska transportkostnaderna och städer i Frankrike och Tyskland är viktiga hubbar i det studerade systemet. (Bookbinder et al, 2007)

Ökad trängsel på marken, vilken även medför kapacitetsbegränsningar på större flygplatser i Europa, bidrar i ökad utsträckning till ett behov av ökat intermodalt tänkande i samband med flygtransporter. Rutter som är mindre lönsamma måste utgå från eller ankomma till mindre belastade flygplatser, alternativt måste ett byte av transportslag ske.

Att länka samman flyg och järnväg blir därmed en strategisk möjlighet ur miljö- och kostnadssynpunkt för transport av både passagerare och gods.

Striktare miljökrav på godstransporter, både vid väg- och flygtransport, aktualiserar behovet av att sammanlänka godstransporter med flyg och järnväg. Det är av stort intresse att överföra gods som fraktas på kortare distanser med flyg, såsom post, till järnväg. Nattetid skulle detta kunna optimera flygtrafiken och fördelningen av slottider väsentligt (Bory, 1999).

1.3 Syfte och avgränsning

Huvudsyftet med uppdraget är att svara på frågeställningen om hur väl övergångar mellan olika trafikslag fungerar för gods i Sverige. De transportslag som analyseras inom ramen för detta arbete är:

- Väg
- Järnväg
- Sjöfart
- Flyg

De övergångar som analyseras är främst intermodala övergångar vilket i huvudsak är:

- Väg ↔ järnväg
- Väg ↔ sjöfart
- Järnväg ↔ sjöfart

Därtill belyses ett antal exempel på multimodala transporter vilka inte utgör en delmängd av det intermodala segmentet. Dessa övergångar och varuslag är:

- Rundvirke
- Flis
- Petroleum
- Fordon
- Dagligvaror
- Flyggods

1.4 Inriktning

Svaren på frågan huruvida en övergång mellan olika godsslag "fungerar", eller ej, lämnas öppen i denna studie. Istället har detta arbete inriktats på att belysa, kartlägga och diskutera övergångar. Detta utifrån förekomst, utformning, för- och nackdelar samt möjligheter att genomföra övergångar. Slutligen har barriärer mot övergångar identifierats. Vidare avses utvecklingsmöjligheterna, huruvida en godsövergång kan bli möjlig genom förändringar, av exempelvis strukturell eller teknisk karaktär att studeras.

Ingående parametrar som avses bli belysta i detta arbete är därför sådant som påverkar förekomsten och utvecklingspotentialen, det är faktorer såsom transportkvalitet, ledtider och miljöpåverkan. Därtill ges en översikt till de olika transportslagens särdrag.

1.5 Metod och genomförande

1.5.1 Litteraturstudier

Studien inleddes med en översikt av tidigare utredningar och rapporter som rör inter- och multimodala transporter i allmänhet och övergångar i synnerhet. I de fall det bedömts vara nödvändigt har detta kompletterats med intervjuer.

1.6 Definitioner

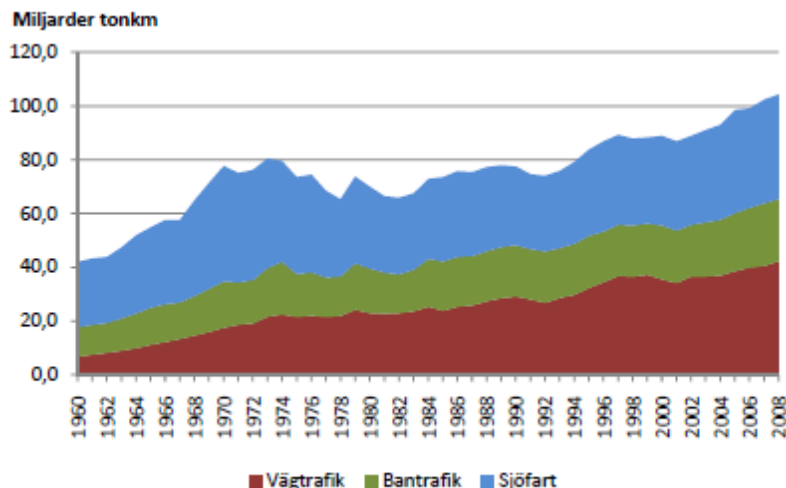
Bellyfrakt	Bellyfrakt är det gods som transporteras med passagerarflygplan. Godset ryms i det utrymme som finns under golvet på passageraravdelningen Belly är benämningen på lastutrymmet under passagerarutrymmet.
Container	En container (se avsnitt 4.1) är en lös lastbärare av varaktigt slag och med en inre volym av 1 m ³ eller mer, särskilt konstruerad för att vara lätt att fylla och tömma och för att underlätta godsbefordran med flera transportmedel utan omlastning av godset (Bark et al, 2002). I regel avses ISO-containers, det vill säga sådana som omfattas av ISO-standard och ursprungligen utformats för sjötransporter.
Dolly	En dolly är en släpkärra vars användningsområde är att verka som styraxel för en påhängsvagn. För ändamålet är denna därför utrustad med vändskiva.
Flygcontainer	Flygcontainrar byggs av speciella profiler formade så att de ska passa innerformen av ett flygplans lastutrymme. Till skillnad från vanliga containrar saknar de lyftanordning utan opereras istället via hjul i golvet på flygplanet, så kallad roller-bed.
Fraktflygplan	Flygplan som enbart används till transport av gods och saknar därmed utrymme för passagerare.
Hub-and-spoke	Hubstrukturen är vanlig inom flygfrakt. Schematiskt påminner det om ett cykelhjul med ett nav (hub) och flera ekrar (spoke). Allt gods går via ekrarna genom hubben och flera hubbar kan knytas samman genom ekrarna.
Intermodal eller kombinerad transport	Transportkedja där olika transportmedel ingår (Bark et al, 2002). Med kombitransport avses vanligen planmässiga transporter i kombinationen landsväg – järnväg. Dessa avser obrutna enhetslaster vilka i regel utgörs av standardiserade lastbärare såsom ISO-containrar, växelflak och påhängsvagnar.

Last	Massa som belastar ett fordon, transportanordning eller dylikt (Bark et al., 2002).
Lastbärare	Anordning som bär och sammanhåller lasten och som är speciellt utformad för att underlätta hantering av denna (Bark et al, 2002). Lastbärare är vanligen standardiserade (till exempel lastpall, container samt växelflak) och kalls då enhetslastbärare.
Lastpall	Lastbärare med vanligen rektangulär, standardiserad lastyta avsedd för hantering med gaffelförsedd lyftutrustning (Bark et al., 2002).
Multimodala transporter	En multimodal transport är en transport där minst två trafikslag används. Således är detta en vid definition som innefattar exempelvis transport av styckegods, rundvirke och massgods (vilka inte är intermodala). En intermodal transport är därför en delmängd av en multimodal transport.
Obunden hanteringsutrustning	Utrustning för hantering som varken är linje-, plats- eller ytbunden (Bark et al, 2002). Ett exempel är en lyfttruck.
Påhängsvagn, semitrailer, trailer	En påhängsvagn, även kallad semitrailer eller trailer, är ett efterfordon vars framdel saknar axlar och därför kopplas till en dragbil. Kopplingen sker via en dragtapp, benämnd "King-pin", till en dragskiva som är anbringad på dragbilens chassi. Via kopplingsanordningen överförs även en betydande del av efterfordonets massa, därav benämningen påhängsvagn. I Sverige har även den ursprungliga brittiska benämningen semitrailer använts och i dagligt tal har fordonstypen i kortform kommit att benämnas trailer. Påhängsvagn upp till 13,6 meters längd är godkänd för användning inom hela EU.
Roller-bed	Roller-bed kallas den typ av golv som finns i fraktflygplan och i bellyfrakt på passagerarplan. Det består av höj- och sänkbara rullar för att förflytta flygcontainrar. När ett flygplan lastas/lossas är rullarna i sitt övre läge varvid containern enkelt kan rullas till avsedd position. När allt är stuvat sänks rullarna och containern står still. Roller-bed återfinns även i påhängsvagnar avsedda för flyggods samt på utrustning som på flygplatser används för att hantera, lyfta och förflytta flygcontainrar.
Transportarbete	Transportarbete är ett mått på godsförflyttning som framräknas genom att multiplicera tonnage med sträcka. En tonkilometer är således ett ton gods som transporterats en kilometer.
Truck	En truck är ett lastbärande, dragande eller skjutande motor-drivet fordon för internttransport och hantering (Bark et al, 2002). Truckar kan utifrån arbetssätt indelas i lyfttruckar, drag-

	och skjuttruckar samt flaktruckar.
Växelflak	Ett växelflak (se avsnitt 4.1.3) är en lös lastbärare utformad som ett avställbart flak med stödben och speciellt avsett att kunna överföras mellan fordon via ett avställningsläge där det vilar på stödbenen i nivå med fordonet (SIS, 1992). Överbyggnaden är utformad på samma sätt som lastbilers påbyggnader vilket innebär att lastytan är uppbyggd på ett ramverk och att lasten vanligen skyddas av någon form av väderskydd eller inneslutning, ofta i form av en skåppåbyggnad. Noterbart är att det inte finns något krav på att ett växelflak skall vara utrustat med stödben.
Ytbunden hanteringsutrustning	Med ytbunden utrustning för hantering, menas att utrustningen, främst på mekanisk väg, är bunden till en specifik yta. Exempel ytbunden utrustning är traverser och/eller portal-kranar.
Axellast	Mått på lasten i ton fördelad över en enskild axel.
Dragfordon	Vid godstransport avses lok, vilka kan vara el- eller diesel-drivna.
Kontinentaleuropa	Här definieras Kontinentaleuropa som de länder i Europa vilka inte tillhör Norden. Även Balkan samt de forna Sovjetrepubli- kerna exkluderas från benämningen.
Lastprofil	Ett fordon's yttre mått sett i skärning i längdled.
Metervikt	Ett mått på banans bärighet (utbredd last), mäts i ton per meter.
Rangerbangård	Plats där sortering av järnvägsvagnar (gods) sker.
Reachstacker	Lyftbomtruck.
Tåglängd	Avståndet från främre delen på loket till bakre delen på sista vagnen.
Tågvikt	Den totala vikten för tåget inklusive lok (mäts vanligtvis i ton).
Vagnvikt	De dragna vagnarnas sammanlagda vikt (mäts vanligtvis i ton).

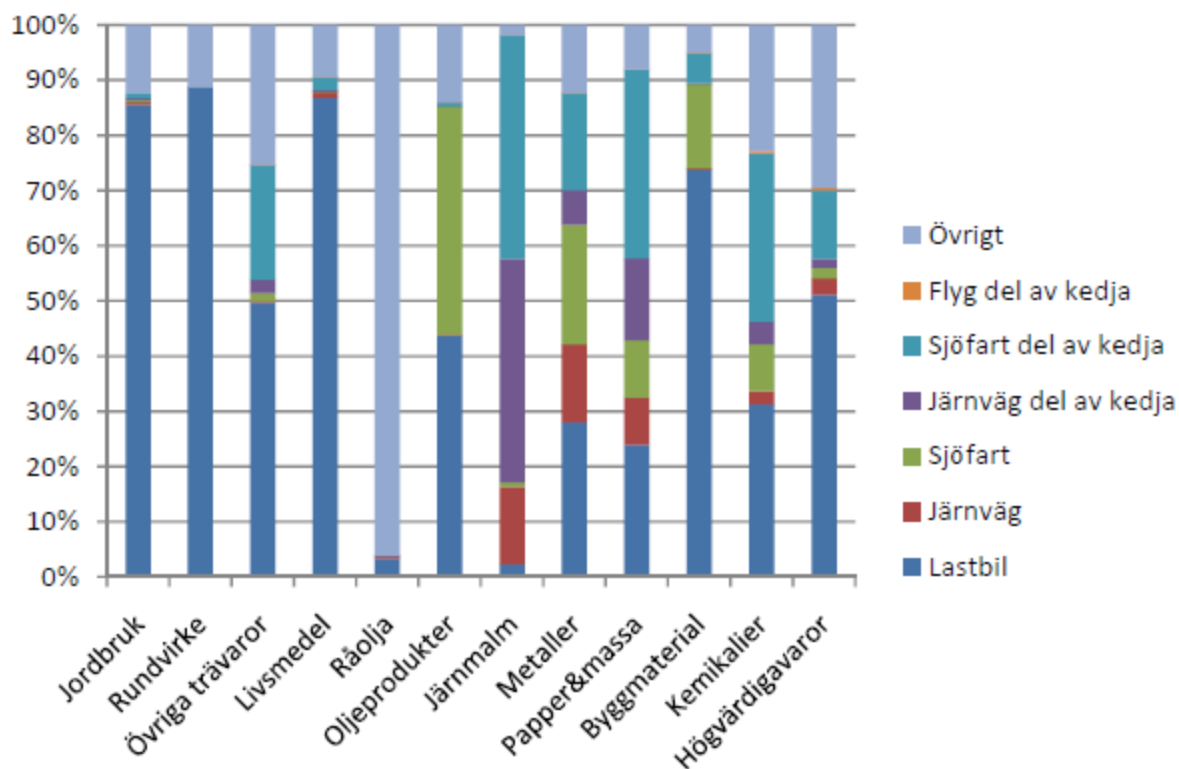
2 Transportslag

De fyra huvudsakliga transportslagen, väg, järnväg, sjöfart och flyg, står för majoriteten av världens godstransporter. Sett till transportarbete är det vägtrafiken som stått för den största ökningen under de senaste 50 åren, se figur 2.1.



Figur 2.1 Godstransportarbetet i Sverige 1960-2008 (SIKA)

Som tidigare nämnts är valet av transportslag beroende på tillgång och det specifika transportbehovets karaktär och krav i fråga om exempelvis ledtid, pris, kvalitet, transportavstånd, miljöpåverkan, godsets densitet och typisk sändningsstorlek. Detta återspeglas i olika varuslags benägenhet att använda olika transportslag vilket, generaliserat, kan ses i figur 2.2.



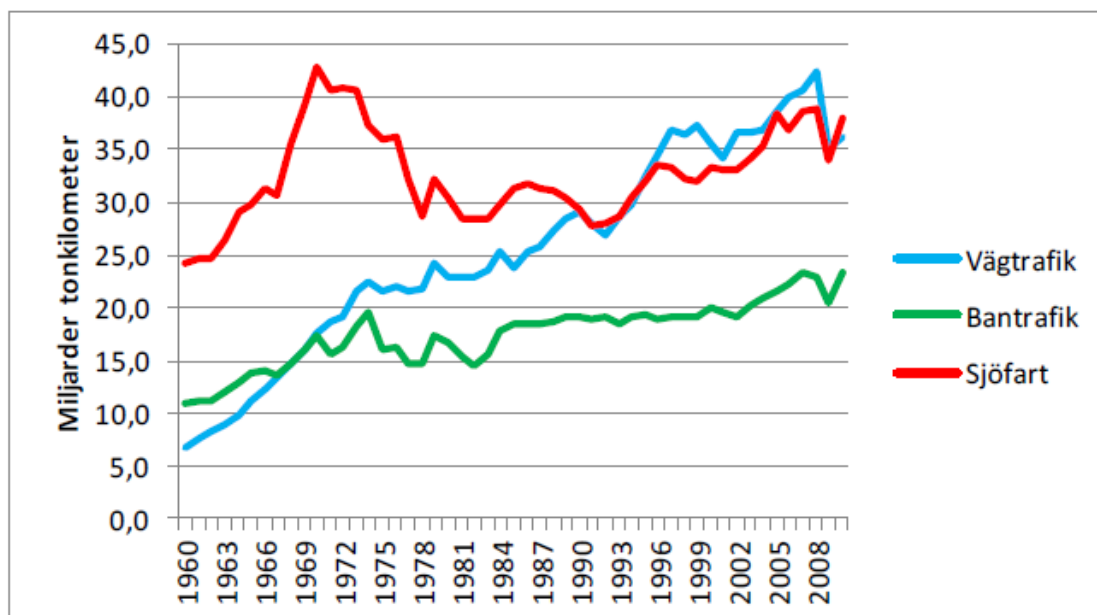
Figur 2.2 Varugrupperns fördelning mellan transportkedjor (SIKA Statistik 2006:12)

Respektive transportslag har olika egenskaper. Transportslagens för- och nackdelar har sammanställts i en tabell (se tabell 2.1). I en kombinerad transportkedja kan dock bilden av respektive transportslag av olika anledningar skifta. Övergångar för gods som sker endast i avsikt att byta transportslag, eller omlastning för att exempelvis i samband med någon form av förädling eller mellanlagring, förekommer likaså.

	Lastbil	Järnväg	Luftfart	Sjöfart
Fördelar	Flexibilitet och geografisk tillgänglighet	Kapacitet	Hastighet	Kapacitet
	Flexibilitet och tillgänglighet i tiden	Låg miljöbelastning	Trafiksäkerhet	Sällan trängsel (hamnar/kanaler kan begränsa)
	Snabbhet/anpassningsbarhet	Tekniska och ekonomiska skalfördelar	Låg skade- och stöldrisk	Tekniska och ekonomiska skalfördelar
	Låga eller obefintliga omlastningskostnader	Låg miljöbelastning Transport-/trafik-säkerhet		Måttlig miljöbelastning
	Låg godsskaderisk			Transport-/trafik-säkerhet
Nackdelar	Miljöbelastning	Bristande flexibilitet	Hög miljöbelastning	Låg hastighet
	Trafiksäkerhet	Omlastningskostnader	Kostnad	Terminalkostnader (anläggning)
	Höga kostnader vid långa transportavstånd	Bristande tillgänglighet till spåranläggningar		Hanteringskostnader
	Trafikinfaller			

Tabell 2.1 Generella för- och nackdelar med olika transportslag (Nationell godsanalys 2008, delvis bearbetad)

Övergångar påverkar konkurrenskraften då kostnaden för övergången/övergångarna kräver täckning från andra mervärden såsom i första hand sänkt undervägs kostnad, förbättrad kvalitet, kortad ledtid eller förbättrad miljöprestanda etc.



Figur 2.3 Trafikarbetets utveckling för olika transportslag (Trafikverket)

Avseende energieffektivitet, vilket även tabell 2.1 indikerade, finns en stor skillnad mellan transportslagen vilket indikeras i figur 2.4 nedan.

Transportslag	Energiintensitet (kWh/tonkm)	CO2 (g/tonkm)
Lastbil med släp, fjärrtrafik	0,2	53
Lastbil, distribution	0,64	169
Järnväg, eldrift		
10 vagnar, 40 % beläggning	0,11	3,6
10 vagnar, 80 % beläggning	0,08	2,4
52 vagnar, 40 % beläggning	0,08	2,6
52 vagnar, 80 % beläggning	0,06	2,0
Kombitrafik (10 % lastbil +)		
Järnväg, 40 % beläggning	0,11	7,2
Järnväg, 80 % beläggning	0,08	6,4
Sjöfart	0,05	13
Flyg (lastfaktor = 1)		
B747 (600 mil)	1,5	396
F28 (30 mil)	8,0	2114

Figur 2.4 Energiintensitet för olika transportslag (Sveriges hamnar, 2011)

2.1 Vägtransport – lastbil

En lastbil består av en lastbärare som antingen är fastbyggd eller löstagbar (som är fallet i lastbilar för intermodala transporter) samt fordonets grundstruktur som i huvudsak är dess ramverk, axlar, drivlina och hytt. Därtill ingår det i ett lastbilsekipage, främst vid fjärrtrafik, vanligen någon form av efterfordon såsom släpkärra, släpvagn eller semitrailer med dolly.

En dragbil har liksom en lastbil en grundstruktur som består av ramverk, drivlina och hytt. Istället för att bära en lastbärare är den istället, på lastutrymmets eller lastbärarens plats försedd med draganordning för påhängsvagn, benämnd vändskiva.

Skillnaden mellan de olika typerna av släp är att släpvagnen är försedd med minst två axlar, varav den främre och eventuellt ytterligare en axel, om vagnen har fler än två axlar är styrbar genom den dragstång som är kopplad till lastbilen. En ytterligare egenskap är att släpvagnen till skillnad från kärnan inte behöver stötts upp med stödben eller liknande när den kopplas av från lastbilen. Släpvagnens kopplingsanordning är endast avsedd att ta upp drag- och tryckkrafter samt att i sidled styra vagnens främre axel eller axlar. Släpkärnan är utformad så att en mindre del av dess egenvikt överförs till dragfordonet. Den fordrar därför en kraftig dragstång som kan bära vertikala laster samt kräver stödben när den kopplas loss från en lastbil. Båda typerna av efterfordon kan utrustas med samma typer av påbyggnader som en lastbil. Generellt gäller att släpvagnen är att föredra för tunga laster medan kärnan är att föredra när en stor lastvolym efterfrågas.

Vanliga fordonskombinationer i svensk fjärrtrafik är lastbil enligt maximala svenska dimensioner vilket för lastbil med släpvagn är 24 meter respektive 25,25 meter för lastbil med godkänd kombination av moduler från det europeiska modulsystemet, EMS. Dessa kombinationer ger en lastförmåga om ca. 40 ton vid en bruttovikt om 60 ton. Därtill förekommer i fjärrtrafik europeiska lastbilar med släpvagn/släpkärna som generellt tillåts vara 18,75 meter, detta ger en lastförmåga om ca. 26 tons vid maximal bruttovikt 40 ton. För lastbil med påhängsvagn är den maximala längden generellt 16,5 meter i Europa och den maximala bruttovikten 40 ton.

Påhängsvagnen kan i de utföranden som anpassats för intermodala transporter lyftas med kran eller truck från marken till en järnvägsvagn eller omvänt. Påhängsvagnen är vidare väl lämpad för färjetransport eftersom den enkelt kan köra på en färja, eller ett RoRo-fartyg, vanligen med hjälp av en för ändamålet utformad dragtruck.

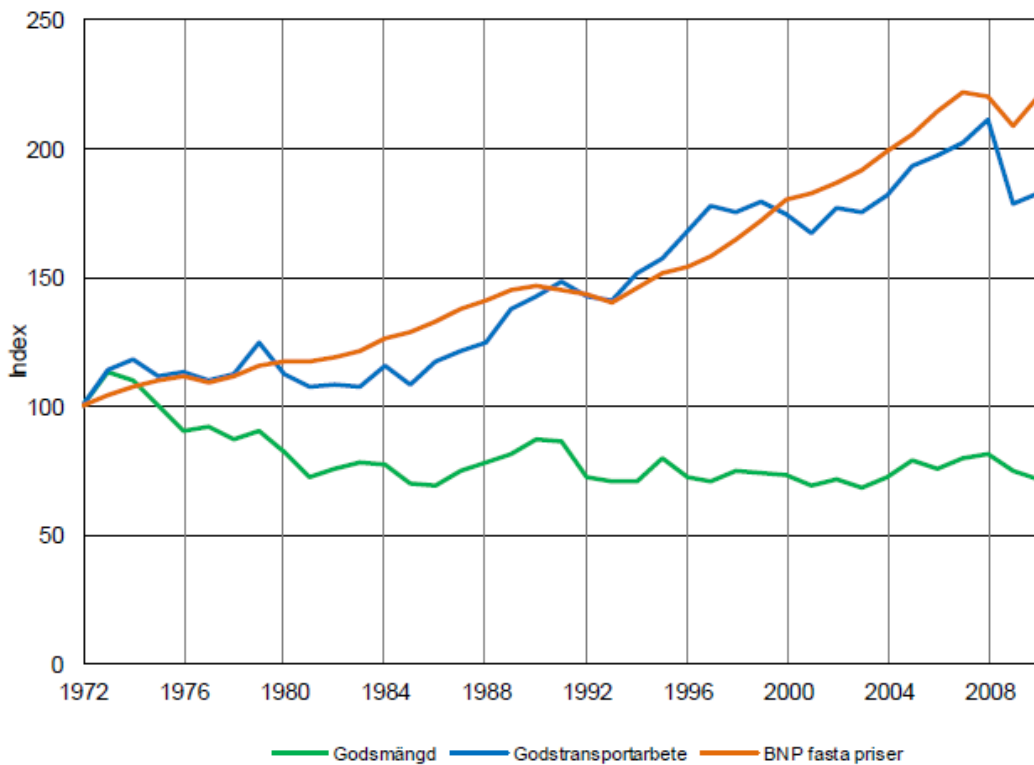


Figur 2.5 Dragbil med påhängsvagn (TFK)

Flexibiliteten och en för många lämplig lastförmåga gör lastbilen mycket attraktiv (Lumsden). Utvecklingen mot rullande lager, just-in-time, lean och agile är synsätt och krav som lastbilstransporter passar mycket bra för vilket också speglas i utvecklingen.

I förhållande till järnväg och sjöfart är kapaciteten per farkost (lastbil) liten vilket ger hög personalkostnad i förhållande till godsmängden. Ytterligare nackdelar är miljöpåverkan samt trängsel. Här har dock myndigheter på exempelvis Europainivå skärpt kraven avseende utsläppsnivåer och avgasrening. Avseende koldioxidutsläpp finns dock inga regleringar.

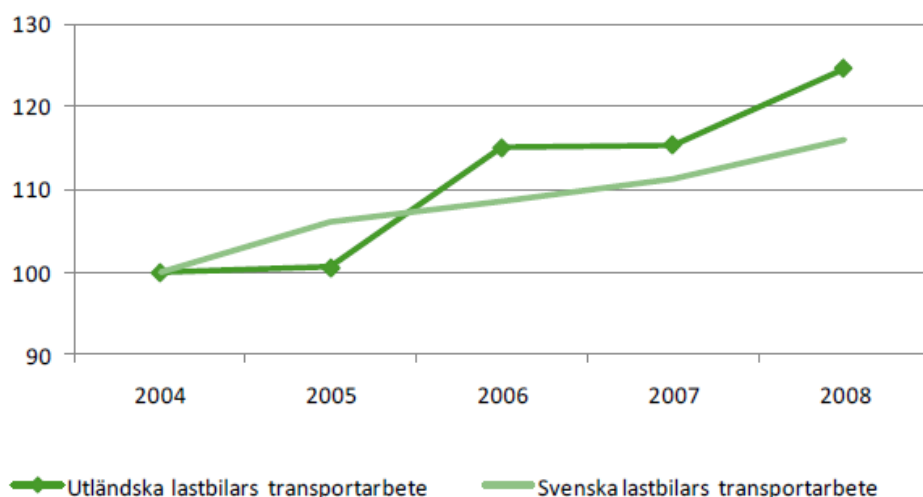
Under de senaste 40 åren har godstransportarbetet på väg (inrikes) mer än fördubblats (se figur 2.6). Den transporterade godsmängden har dock under samma period minskat något varför samma godsmängd förflyttas mer än dubbla sträckan jämfört med för 40 år sedan. Detta kan delvis förklaras med ökad specialisering inom industrin och minskade lager med minskade sändningsstorlekar som följd. Vidare har volymgodset ökat i betydelse (Trafikverket, 2012). De största transportföretagen som verkar på väg i Sverige är DB Schenker, DHL, DSV, Bring och Posten.



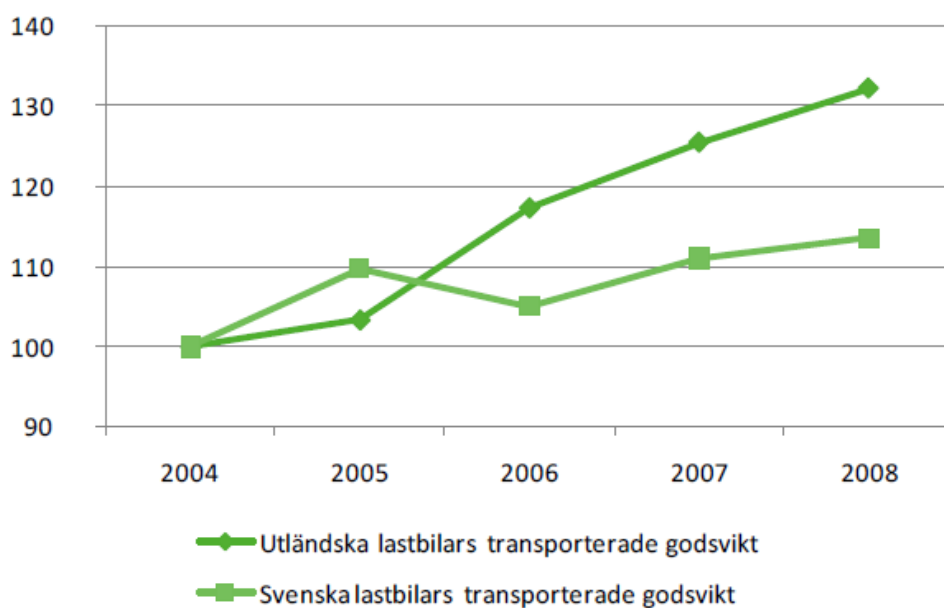
Figur 2.6 Indexerad godsmängd och godstransportarbete med svenskregistrerade lastbilar 1972-2010 (Trafikanalys Lastbilstrafik 2010)

Utvecklingen har flera orsaker vilka också sammanfaller med lastbilens fördelar. Eftersom övriga transportslag i hög utsträckning är bundna till speciell infrastruktur är lastbilen mer flexibel då infrastrukturen för vägfordon är mer finmaskig. Vidare finns det en stor variation i storlek och utformning på lastbilar beroende på godsmängd och transportstruktur. För ett stort antal transportuppdrag/behov är lastbilen det enda av transportslagen som kan erbjuda en transport dörr till dörr då den kan nå de flesta platser vilket ger en konkurrensfördel. Ansvarsfrågan kring transporten är en annan där ett fordon, eller ekipage, när så krävs är knutet till en förare, vilken även ansvarar för godset. Vid högvärdigt gods och/eller gods med exempelvis temperaturkontroll är detta en viktig konkurrensfördel. Över tid har konkurrenskraften för lastbilen ökat vartefter bruttovikten har höjts, sedan slutet av 1960-talet har längden begränsats till 24 meter, efter 1996 tilläts 25,25 meter för modulfordon. Maximal bruttovikt höjdes 1993 till 60 ton för dessa ekipage.

Med svenska lastbilar transporterades 322 miljoner ton respektive 36 miljarder tonkilometer under 2010 (Trafikanalys, 2011b).



Figur 2.7 Utländska och svenskregistrerade lastbilers transportarbete i Sverige 2004-2008 (Trafikanalys Lastbilstrafik 2010e)



Figur 2.8 Utländska och svenskregistrerade lastbilers transporterade godsmängd i Sverige 2004-2008 (Trafikanalys Lastbilstrafik 2010e)

2.2 Järnväg

Järnvägen var vid sidan av sjöfarten det dominerande transportslaget för person- och gods-transporter fram till bilismens kraftiga uppsving på 1950-talet. Inom godstrafiken körs tåg genom att ett lok (dragfordon) drar ett antal godsvagnar som medför lasten/godset.

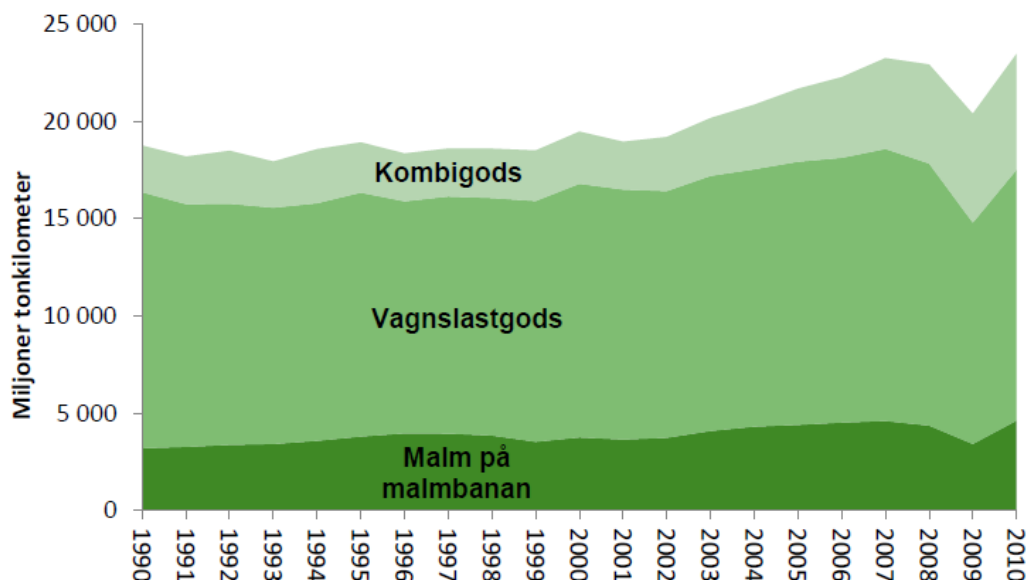
Det har tidigare konstaterats att godstransportarbetet på väg mer än fördubblats under de senaste 40 åren. Samtidigt ökade godstransportarbetet på järnväg med drygt 35 %, varav ökningen de senaste åtta åren varit drygt 20 %.

Järnvägens stora fördel utgörs av den låga energiförbrukningen som följer av en låg friktion mellan hjul och räl samt ett lågt luftmotstånd tack vare tågbildningen dvs. många vagnar tätt efter varandra. Dessutom körs tågen i Sverige i hög utsträckning med el vilket ger en hög verkningsgrad och låg miljöpåverkan, där icke-fossil energi kan användas. Själva tågföringen kan ske med liten personalstyrka då en lokförare ensam kan framföra stora mängder gods, med stöd av endast en tågledning vilken delas med flera tåg. Nya lok har vidare möjlighet att återmata delar av bromsenergin vilket ytterligare bidrar till att göra järnvägen till det mest energieffektiva transportslaget på land (Andersson et al, 2003).

Trots den låga friktionen som ger bromssträckor på flera hundra meter för godståg kan trafikeringen ske i förhållandevis hög hastighet, för svenska godståg vanligen 90-100 km/h. Detta tack vare att trafiken styrs av ett signalsystem som bidrar till hög säkerhet.

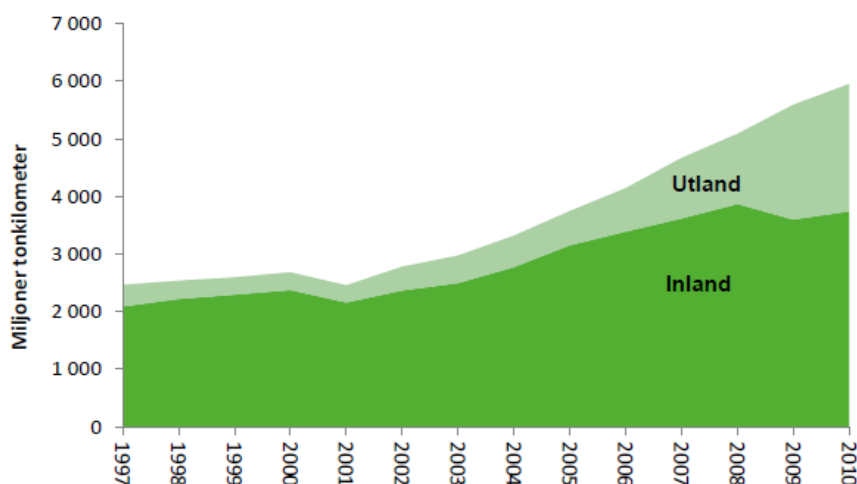
Järnvägstransporters stora nackdel är bundenheten till den avskilda och speciella infrastruktur som spåren utgör. Transportuppdrag blir därmed avhängiga huruvida det finns omlastningspunkter eller ej. Systemets yttäckning blir därmed begränsad. Hela infrastrukturen i form av spår, underbyggnad, signalsystem, stationer och terminaler ger vidare förhållandevis höga fasta kostnader. Spårbundenheten ger även dålig flexibilitet då all trafik sker enligt en på förhand bestämd plan.

Trafikeringsmässigt görs inom godstrafiken vanligen en praktisk och definitionsmässig särskilning mellan vagnslaster, systemtåg och intermodal trafik/kombitåg. Malmång på Malmbanan särredovisas i svensk statistik då dessa utför trafik på egna villkor där många av förutsättningarna skiljer sig gentemot övrig godstrafik på järnväg. Emellertid kan exempelvis vagnslaster som består av enstaka vagnar i samma tåg sammankopplas med vagngrupper eller systemtågsolymer. Detta blir då något som kan definieras som blocktåg. Omfattningen och fördelningen av godstrafiken kan ses i figur 2.9. Systemtåg ingår i statistiken som en delmängd av både vagnslast och intermodala tåg.



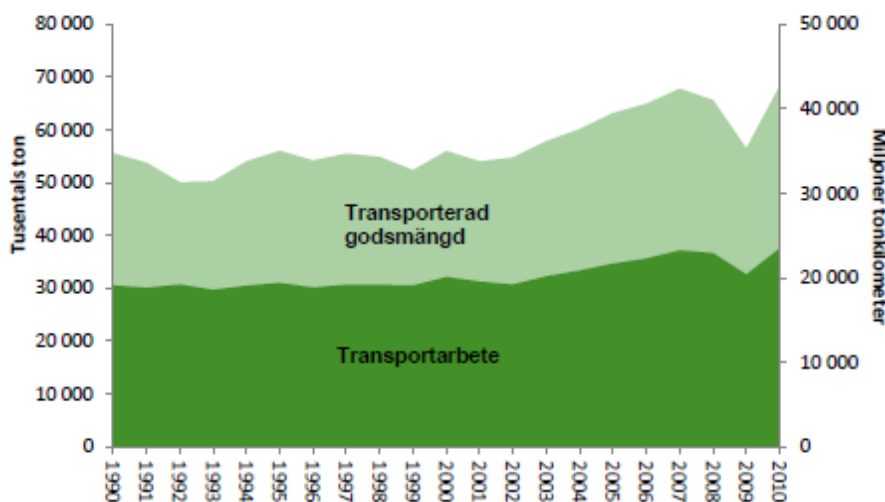
Figur 2.9 Fördelning mellan godstrafik på järnväg (Trafikanalys, 2011a)

Den intermodala trafiken ökade under perioden 2001-2010 med 230 % sett till tonnaget och 242 % utifrån transportarbetet, se figur 2.10. Totalt sett under samma period har tonnaget respektive transportarbetet ökat med 18,3 och 18,5 % om malmtrafiken borträknas (Trafikanalys, 2011a, SIKa, 2003). Således har en stor del av ökningen i den intermodala trafiken skett på bekostnad av annan järnvägstrafik. En stor del i ökningen kan förklaras av etableringen av hamnpendlar från Göteborgs Hamn där antalet pendelförbindelser på järnväg idag uppgår till 26 vilka trafikerar 23 terminaler (Göteborgs hamn, 2012) och under perioden 2002-2010 ökade antalet TEU som fraktades i dessa hamnpendlar med knappt 230 000 TEU till 370 720 TEU (Thorén, S.-G., 2012). Schablonmässigt kan lastvikten per TEU sägas motsvara ca. 10 ton vilket gör att Göteborgs hamns hamnpendlar svarat för ca. 40 % av den totala ökningen av intermodal järnvägstrafik under perioden.



Figur 4.3: Kombitransporter med järnväg 1997-2010.

Figur 2.10 Kombitransporter med järnväg (Trafikanalys, 2011a)



Figur 2.11 Transporterad godsmängd och transportarbete på järnväg 1990-2010 (Trafikanalys, 2011a)

2.3 Sjöfart

Sjöfarten i Sverige företas med många godsslag, trafiken består främst av massgods/bulk, containerar och RoRo-trafik. För långväga godstransporter till och från utomeuropeiska destinationer är sjöfart det dominerande transportslaget. I Sverige finns 52 hamnar med kommersiell trafik¹. De fem största hamnarna stod 2010 för mer än 50 % av godshanteringen och de tio största för 66 % (Sjöfartsverket, 2011). En utmärkande del av tonnaget är också transporter av olja respektive raffinerade petroleumprodukter till och från Göteborg respektive Brofjorden vilka utgjorde 24 % av tonnaget (Transportgruppen, 2012, Sjöfartsverket, 2011).

Infrastrukturen bjuder på fördelar i form av stor frihet då vattenvägar är fria att använda förutsatt att vissa krav uppfylls. Således är den tillgängliga kapaciteten god. Kapacitetsbrister kan istället bestå i hamnars kapacitet, vissa inseglingar till dessa samt kanaler där bredd och djup begränsar fartygens storlek. Hamnarnas placering längs kusten och dess upptagningsområde innebär tillgång till en stor mängd av Sveriges befolkning då ca. 40 % bor inom fem kilometer från kusten (Boverket, 2006).

Användningen av sjöfart är i hög utsträckning beroende av andra trafikslag för att klara ett visst transportbehov vilket exempelvis den relativt höga andelen järnvägsanslutna hamnar visar. Undervägskostnaden för sjöfarten är förhållandevis låg tack vare stor lastförmåga på fartygen och låg energiförbrukning.

Miljömässigt är sjöfarten generellt sett energieffektiv vilket återspeglas i låga utsläpp av koldioxid per ton transporterat gods medan utsläpp av kväve- och svaveldioxider är förhållandevis stora vilket beror på den avgasrening och det bränsle, benämnt bunker, som används. Denna består i regel av tjockolja och i viss mån av tunnare eldningsoljor samt diesel.

Totalt hanterades, lastades och lossades 180 miljoner ton gods i svenska hamnar under 2010 (in- och utrikes) varav 86 % procent avsåg utrikestrafik. Transportarbetet inrikes och utrikes var 7,8 respektive 30 miljarder tonkilometer, dvs. 79 % av godstransportarbetet på svenskt vatten avsåg utrikestrafik.

Kraven på anslutande infrastruktur vid hamnar skiljer sig för olika typer av hamnar, en uppdelning efter de godstyper som hanteras kan göras enligt nedan (Statens offentliga utredningar, 2007):

- **Brohamnar för gods**

Godstransporternas slutmål ligger vanligen långt från hamnen. Godsflöden till och från dessa hamnar utgörs till stor del av semitrailrar som transporteras vidare på väg. Således krävs erforderlig kapacitet på anslutningsvägar.

För järnvägsanslutning till och från dessa hamnar krävs omlastningsmöjligheter för att kunna hantera semitrailrar. Sjöinfrastrukturen kräver för denna typ av trafik (företrädesvis färjor) inte så stort djupgående, hamnen behöver dock ha ramper för att kunna rulla på och av semitrailrar.

1 Sveriges Hamnar – Branschpresentation (www.transportgruppen.se)

2 Citat ur: Jonsson et al, Pendeltrafik med flyggods på järnväg – En systemansats med

- **Hamnar för industrivaror**

Gods till och från denna typ av hamnar transporteras i regel längre sträckor, både till sjöss och på land. Vidare är transporterna i regel tunga vilket ställer krav på anslutande infrastruktur. Större industrier är oftast lokaliserade i anslutning till hamnen.

- **Containerhamnar**

För denna typ av hamn ökar betydelsen av att kunna ta emot allt större fartyg vilket återspeglas i kraven på farlederna samt i utvecklingen och utbytet av hamnarnas hanteringsutrustning. Vidare är ett krav att kunna vidarebefordra och ta emot containerar på ett effektivt sätt.

- **Fordonshamnar**

Många av dessa hamnar har i regel inte så stora krav på den omkringliggande infrastrukturen. Dock är fungerande infrastruktur, inklusive järnvägsanslutning, fördelaktigt för fordonshamnar med större importflöden. För de fordonshamnar som är nära integrerade med industrin är hamnen en viktig del i distributionskedjan. Fordonshantering i hamn är överlag en mycket utrymmeskrävande verksamhet.

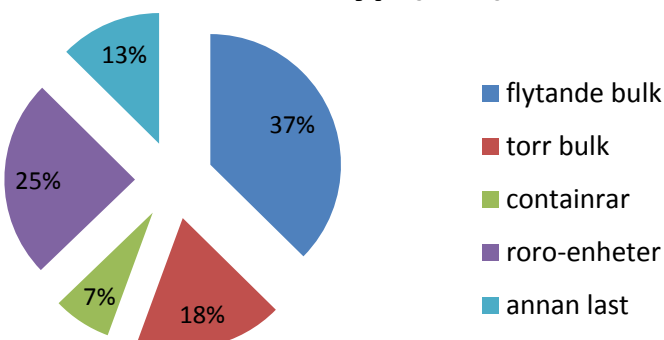
- **Energihamnar**

Till främst Göteborg och Brofjorden transporteras stora mängder råolja för raffinering. Uttransporter av färdiga produkter sker i regel på väg. Önskemål finns från industrin att öka andelen järnvägstransporter, dock har bristande kapacitet hindrat en sådan utveckling. I princip allt inflöde till dessa hamnar sker sjövägen och uttransporterna sker med både fartyg och lastbil. Sjövägen distribuerar längs den svenska kusten samt i Mälaren vilket gör att lastbilen (tankbil) främst används på kortare avstånd för distribution till slutkund. Järnvägstransporter för denna godstyp är ovanligt. Säkerheten är en mycket viktig fråga för denna typ av transporter med anledning av godskaraktären då det i regel rör sig om farligt gods.

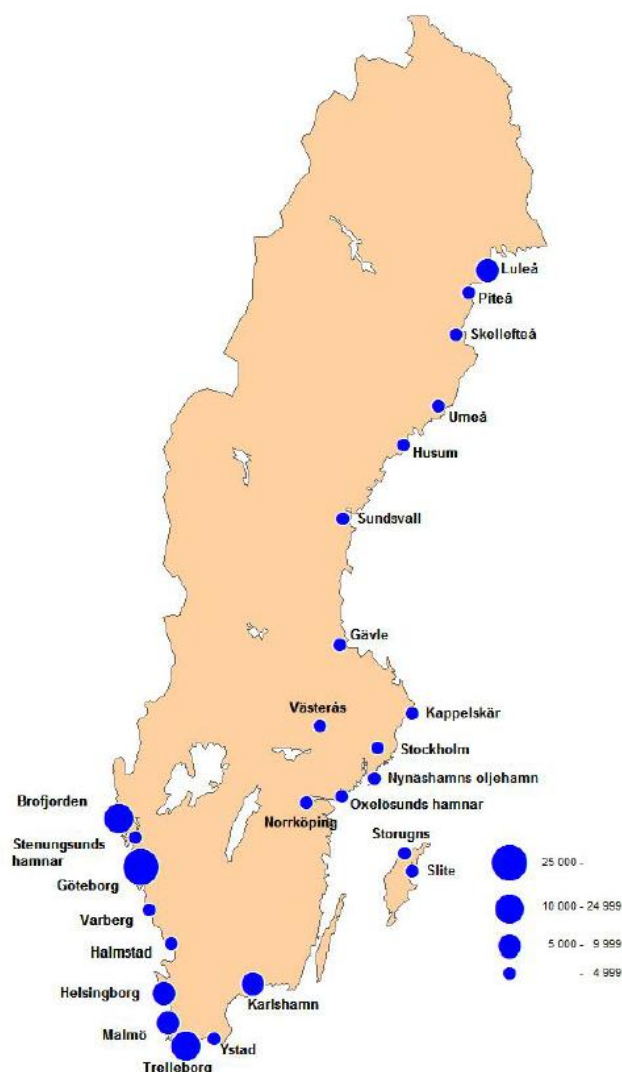
- **Insjöhamnar**

Utvecklingen rör sig mot ökad fartygsstorlek. För anlöp i Mälaren respektive Vänern krävs därför förbättrade slussar och större djupgående.

Hanterade godsvolymer i svenska hamnar efter lasttyp (ton)



Figur 2.12 Fördelning mellan hanterade godsvolymer i svenska hamnar (Trafikanalys, 2010d)



Figur 2.13 De största hamnarna efter hanterad godsmängd 2010 (Trafikanalys, 2010d)

2.4 Flyg

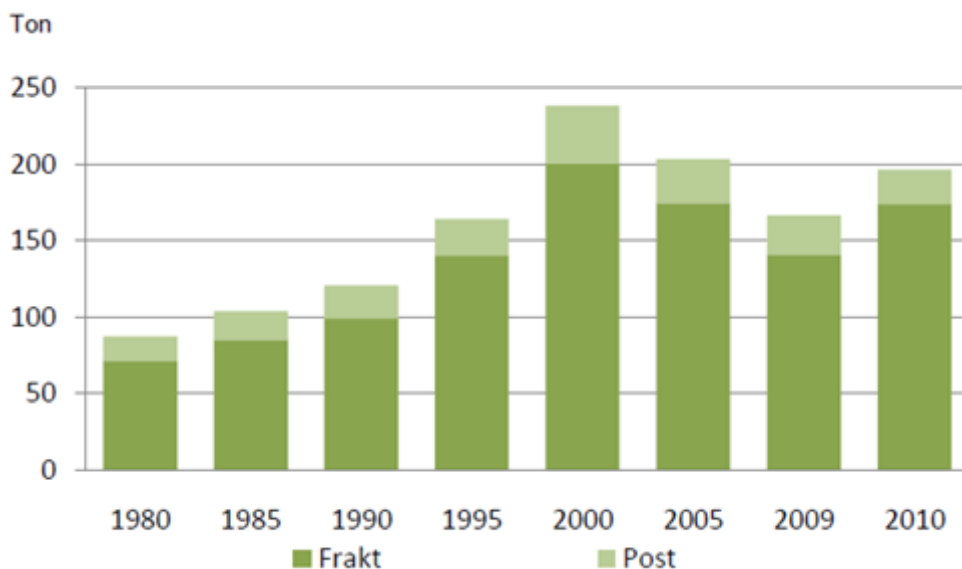
Flyggods är som namnet antyder gods som medförs i flygplan. Men i sammanhanget är det viktigt att särskilja flygfrakt som handelsnamn och flygfrakt som transportslag. Det gods som medförs i flygplan lastas främst i vanliga passagerarplan på reguljära flygningar som sk. bellyfrakt i lastutrymmet under kabinen samt i dedikerade fraktflygplan. Flyggods kan lastas i för uppgiften dedikerade container som anpassats efter flygplanskroppen (se figur 2.14). Alternativt kan godset löslastas dvs. lastas opaketerat men säkrat med exempelvis nät.



Figur 2.14 Lastbärare för bellyfrakt (TFK)

Behovet av kritisk massa i fråga om flygfrakter gör att dessa konsolideras till de större flygplatserna i Sverige. För många transportuppdrag med hårda ledtidskrav är därför vägtransport det snabbaste. Även från de största flygplatserna i Sverige skickas större delen med lastbil till ännu större flygplatser i Köpenhamn, Frankfurt, Amsterdam och London. Från Stockholm avgår ca. 60 % av godset vidare på väg och från Malmö nästan allt på väg (Forsén, 2011).

Sveriges tre största flygplatser (Arlanda i Stockholm, Landvetter i Göteborg och Sturup i Malmö) står tillsammans för över 90 % av tonnaget som flygs. Utrikesvolymerna står i sammanhanget för 98 % och Arlanda står ensamt för 47 % av allt flygfraktstonnage. Det totala tonnaget uppgick 2010 till drygt 170 000 ton vilket är 0,03 % av det totala tonnaget med de fyra transportslagen. Tonnagets utveckling kan ses i figur 2.15.



Figur 2.15 Ankommande och avgående frakt och post på svenska flygplatser 1980-2010 (Trafikanalys, 2011c)

En nackdel med koncentrationen gentemot de största flygplatserna är att yttäckningen blir sämre, främst i norra Sverige, då strävan efter att skapa ekonomi i transportuppläggen föranlett denna koncentration. Flygfrakter är liksom järnvägen hårt styrda av avgångstider och förseningar kan därmed orsaka stora problem. Anslutande transporter kan således inte förmå flygtransporten att vänta.

Flyggods är i regel högvärdigt gods alternativt gods där en hög transportkostnad är motiverad med anledning av hårda krav på exempelvis ledtid, temperatur och säkerhet. Snabb ledtid kan motiveras med exempelvis minskad kapitalbindning. Godstransporter med flyg är förknippat med höga kostnader vilket gör att det är speciella krav som föranleder en sådan transport. Prisbilden för denna typ av transporter medför även höga krav på punktlighet, säkerhet och kvalitet från transport-köparen. Av flyggodset är ca. 20 % temperaturkontrollerat gods och 20 % är högvärdigt expressgods (Jonsson et al, 2011).

Flygdelen av en transportkedja är i sig snabb vilket ger mycket stora effekter när avstånden ökar och naturliga hinder i form av hav förändrar konkurrensen transportslagen emellan. För expressgods är det i de flesta fall omöjligt att hålla de angivna tidsramarna med andra transportslag.

Den överlägset viktigaste aspekten är tidsaspekten, dvs. att kunna nå större marknader snabbare, att slippa lagerbindning för högvärdigt gods vilket är särskilt viktigt för varor med kort livstid på marknaden eller gods med lågt varuvärde som riskerar inkuranser såsom livsmedel och blommor. De sistnämnda tappar hela sitt värde om de inte kommer ut till marknaden inom den säljbara perioden. Vanliga varuslag är därför elektronik, livsmedel, blommor, läkemedel samt även reservdelar som flygfraktas när kostsamma stilleståndstider skall förkortas.

En uppdelning av flyggods i tre kategorier som var för sig ger olika förutsättningar och arbetssätt (Jonsson et al, 2011).

- Post – Posten använder sig av dedikerade fraktflyplan.
- Expressgods – Skall levereras inom 6 timmar i Sverige, transporteras som bellygods.
- "Övrigt" flyggods – Skall i regel vara framme inom 24-72 timmar, transporteras i regel med lastbil.

Av dessa tre är Posten så gott som den enda som använder dedikerade flygplan för inrikes-transporter, i detta fall post som läggs på lådan timmarna innan sista tömning.

Flyggods har högst miljöpåverkan per mängd godsmängd, men då de totala volymerna är små i sammanhanget är flygbranschens totala bidrag till CO₂-utsläppen små, vilket flygbranschen själva gärna framhåller.

3 Multimodala exempel

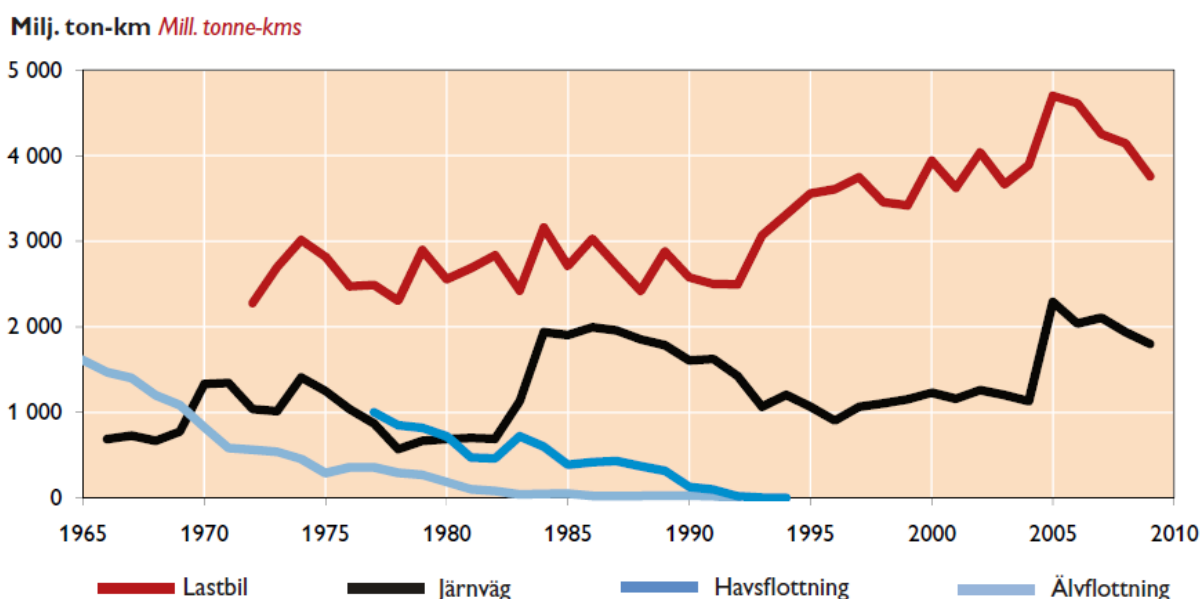
I följande kapitel ges ett antal exempel på multimodala transporter som ej ryms inom det intermodala begreppet, dess särart och vilka typer av omlastning som förekommer.

3.1 Rundvirke

Rundvirke är ett samlingsbegrepp för trädstammar som kvistats, längdkapats och eventuellt även barkats. Rundvirke fungerar som råvara till all typ av skogsindustri såsom sågverk och massaindustrier. Transport av rundvirke är således betydande för skogsindustrierna.

Under 2009 transporterades 43 miljoner ton rundvirke med lastbil, 7,1 miljoner ton på järnväg och 0,7 miljoner ton i fartygstrafik (inrikes och export). Importen sjöledes uppgick samma år till 3,7 miljoner ton. Transportarbetet var 3,7 miljarder ton-km med svenska lastbilar, 1,8 miljarder ton-km med järnväg. Medelavståndet på land blir således 90 km på väg och 250 km på järnväg. Järnvägstransporter med rundvirke har en handfull upplägg om ca. 100 km där stordriftsfördelarna, enklare planering och förhöjd säkerhet vägt över till järnvägens fördel. Ett exempel är SCAs Töva-system där järnvägssträckan är drygt 100 km och varje tåg lastar upp till 2 000 ton (Svensk Åkeritidning, 2010). Totalt sett utgjorde skogs- och skogsindustriprodukter ca 25 % av allt transportarbete på land (Skogsstyrelsen, 2011).

Utvecklingen över tid mellan olika transportslag i inrikestransporter av rundvirke kan ses i figuren nedan:



Figur 3.1 Transportarbete vid inrikes rundvirkestransporter (Skogsstyrelsen, 2011)

3.1.1 Hantering av rundvirke

Hantering och transport av rundvirke från vältor vid skogsväg till sågverk och massabruk sker genom att rundvirkesbilar med eller utan egen kran hämtar upp rundvirket. Egen kran på rundvirkesbilen sänker lastförmågan varför det i större flöden används separatlastare vilket är ett vägfordon med en för ändamålet påbyggd rundvirkeskran, denna är snabbare och effektivare än de kranar som sitter på rundvirkesbilar.

För omlastning mellan lastbil och terminal/massaindustri används vedtruckar, höglyftare och hjullastare med rundvirkesgrip (vilken kan vara höglyftande). I stora drag kan sägas att vedtruckar används av de flesta massa- och pappersindustrier samt stora sågverk (se figur 3.2). Dessa är snabba i hanteringen, stabila och höglyftande vilket ger hög kapacitet.



Figur 3.2 Vedtruck i rundvirkeshantering (Svetruck)

Nackdelen är att de är dyra varför större volymer krävs och att drivning sker endast på två hjul vilket kräver någorlunda jämna och rena körytor. Vedtruckar har lyftkapacitet i regel i storleksordningen 10-30 ton. Egenvikten är i storleksordningen 50-74 ton.

Hjullastare är i jämförelse mer flexibla där samma maskin kan användas för rundvirkeshantering (rundvirkesgrip), flishantering (skopa) och snöröjning (snöblad/skopa) (se figur 3.3). De är fyrhjulsdrivna vilket är positivt för framkomligheten, men stabiliteten är sämre jämfört med vedtruckar vid tung hantering. Hjullastare är vanliga på mindre och vissa medelstora sågverk.



Figur 3.3 Hjullastare med rundvirkesgrip Volvo (Volvo CE)

Hjullastare finns i spann från 4-25 tons lyftkapacitet och egenvikten varierar med ungefär 10-60 ton. Det finns även höglyftande hjullastare. Höglyftande hjullastare är försedda med en roterande rund virkesgrip av samma utförande som på vedtruckar (se figur 3.4). Dessa förekommer på sågverk samt omlastningsterminaler för rundvirke.

Höglyftare är en hanteringsmaskin som i sitt utförande påminner om en grävmaskin med mer eller mindre högbyggd konstruktion som används där det finns behov av att lagra större volymer rundvirke tätare då dessa kan stapla högre och längre dvs. räckvidden sträcker sig över fler vältor bortom maskinen (se figur 3.5). Kapaciteten är lägre i ton räknat jämfört med vedtruckar och större lastmaskiner. Dessa maskiner är snabba i hanteringen stillastående men långsammare i förflyttning jämfört med övriga. Vissa kräver även nedfälda stödben för hanteringen.



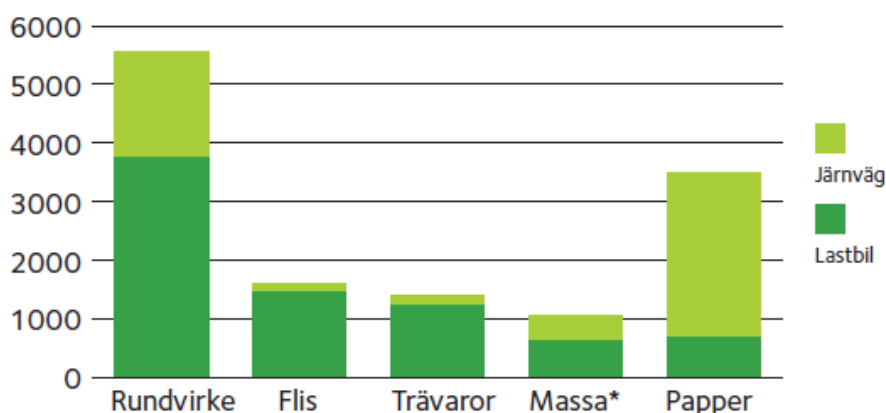
Figur 3.4 Lastmaskin med höglyftande rundvirkesgrip (Volvo CE)



Figur 3.5 Höglyftare för rundvirkeshantering (Sennebogen)

Rundvirkestransporterna på land fördelades 2009 enligt figur 3.6 nedan.

Transportmedel via landtransporter i Sverige 2009 (tonkm)



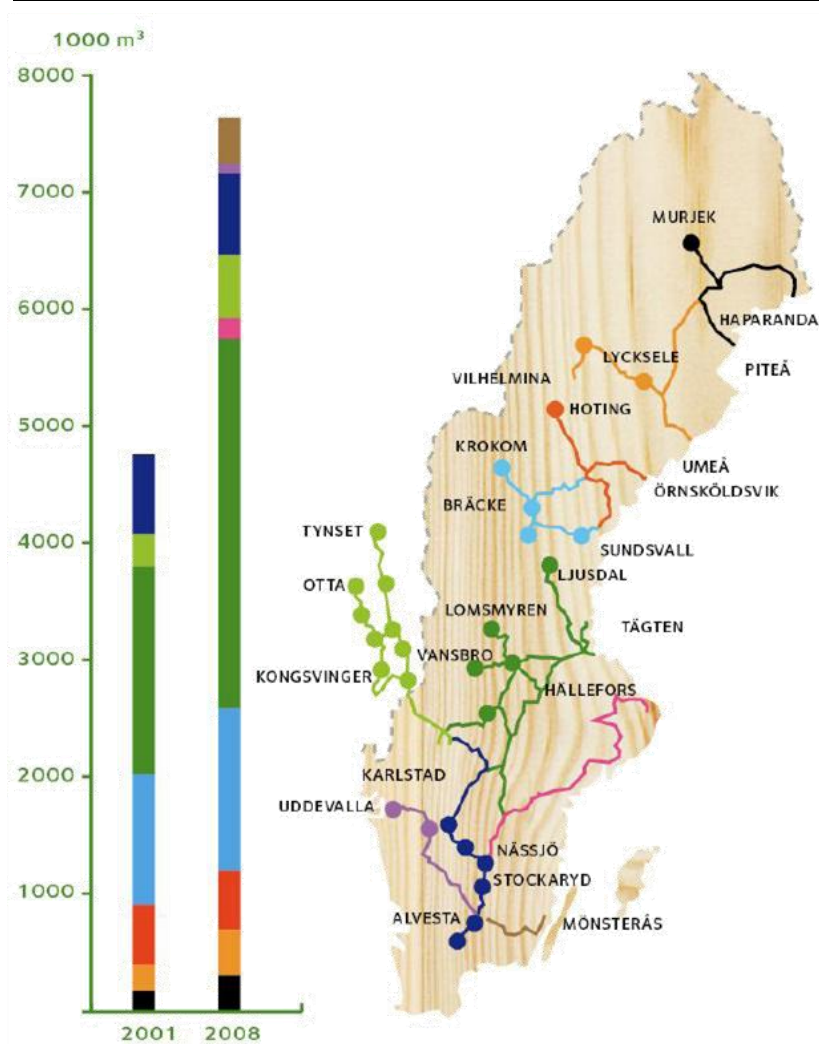
Figur 3.6 Fördelning mellan järnväg och lastbil för olika varuslag inom skogsindustrin (Skogsindustrierna)

Järnvägsvagn

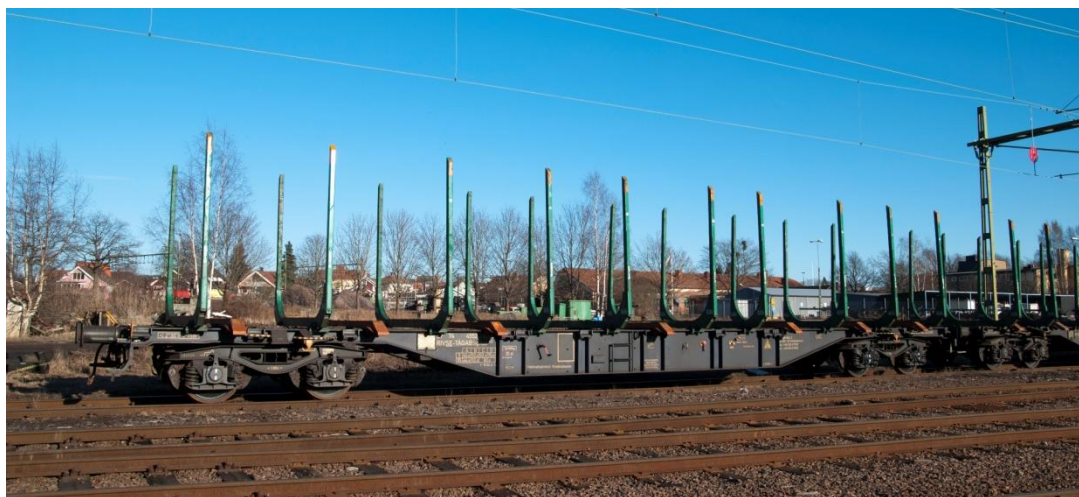
Rundvirkestransporter på järnväg har under de senaste tio åren ökat markant både sett till antalet upplägg och volym vilket figur 3.7 visar. De tio upplägg som trafikerades 2008 kan även det ses i figur 3.7.

Vanligt förekommande vagnar i rundvirkestransporter på järnväg är dels rundvirkesvagnar Lnps och Laaps vilka vid 22,5 tons axellast lastar ca. 30-35 ton. Laaps-vagnen är kortkopplad dvs. två tvåaxliga vagnar utgör en vagnenhet och denna enhet lastar ca. 65 ton vid samma förhållanden, dessa vagnar är dock dimensionerade för 25 och 30 tons axellast, dock har uppgradering av infrastrukturen endast skett på vissa linjer upp till 25 ton (frånsett Malmбанan). Många av de mindre och medelstora tågoperatörerna har istället valt att utrusta 4-axliga boggivagnar av typ Sgnss, vilka konstruerats för intermodal trafik, med timmerbankar och dessa lastar 66-67 ton, se figur 3.8.

En fördel med järnvägssystem för rundvirke är att säkerheten på de industriområden där virke förbrukas blir högre då färre fordon (lastbilar) angör industrierna.



Figur 3.7 Rundvirkestransporter på järnväg 2008 (Skogsindustrierna)



Figur 3.8 Containervagn typ Sgnss med timmerbankar (TFK)

Rundvirkesbil

En lastbil för rundvirke körs i regel som ett ekipage bestående av bil och släp. Vid maximal bruttovikt 60 ton medför det en last om 38-42 ton eller 55-60 m³t (kubikmeter travat) vilket normalt fördelas på tre travar se figur 3.9. Massaved kapas vanligen i standardlängd 3 meter i södra Sverige och i fallande längder om ca. 3,5-5,5 meter i norra Sverige (skogssverige.se 2012).



Figur 3.9 Rundvirkesbil (Volvo Lastvagnar)

I ett pågående projekt, ETT-projektet (en trave till) provas att öka kapaciteten på rundvirkesbilar genom att medföra fyra travar istället för normala tre. Dessa fordonskombinationer får då en bruttovikt på 90 ton istället för det normala 60 ton. Lastvikten blir därmed 65 ton.

3.2 Flis

Flis är trä/ved som fördelats sönder till en lämplig storlek (5-50 mm) för avsett ändamål vilket vanligen är tillverkning av pappersmassa, fiberskivor eller förbränning. Vidare finns mer detaljerade beskrivningar såsom bränsleflis, skogsflis och sågverksflis (Skogforsk, 2012).

Flis från sågverk, benämnd sågverksflis, utgör en viktig biprodukt som främst levereras till massaindustri och värmeverk. Denna typ av flistransport är kanske det mest samlade flödet av flis dvs. från sågverk till massafabriker. Det är också i dessa flöden som järnvägstransporter av flis förekommer. Som figur 3.6 visar transporteras merparten av flisvolymerna på väg medan järnväg endast förekommer i ett fåtal upplägg. Överlag är flis ett varuslag där transporterna sällan är multimodala, dvs. omlastning mellan transportslagen är ovanligt. Överlag har järnvägstransporter till och från sågverk varit relativt sett ovanligt. Många sågverk saknar dessutom spårsanslutning.

Vid vägtransport används främst fasta påbyggnader för flis där hydraulik öppnar sidan och på så sätt tömmer flislasten (se figur 3.10). I returtransport kan dessa lastbilar användas för transport av sågade trävaror och massa vilket då ökar konkurrenskraften för denna fordonstyp. Vidare används i stor omfattning lösa lastväxlarflak av sk. rullflakstyp.

Bland fordonen förekommer både självlastande och ej självlastande. Likt rundvirkesbilar förekommer flisbilar med lastkran som är självlastande. Därtill finns containerbilar för flis. Självlastande flisbilar har skopa istället för timmergrip, för- och nackdelarna avseende egenvikt och lastförmåga blir desamma som för rundvirkesbilar.



Figur 3.10 Flisekipage (Kilafors)

Järnvägstransporter med flis utförs med olika lösa lastbärare i form av containerar som lossas med truck, exempel på fliscontainerar för järnväg kan ses i figur 3.11.



Figur 3.11 Vagnssätt med fliscontainerar (TFK)

Ett exempel på användare av flis som transporteras på järnväg är Korsnäs i Gävle som tar emot fem heltåg i veckan från tre sågverk i Dalarna, totalt 300 000 ton per år. De sågverk som levererar flis via järnväg är Rågsvedens Sågverk, Siljanssågen i Mora och Wedde Såg i Blyberg (Green Cargo, 2012). På två av dessa sågverk sker lastningen automatiskt med ett spel som flyttar vagnarna och flisen faller via transportband direkt i vagnarna, ett av sågverken direktlastar flisen med lastmaskin. På Korsnäs används gaffeltruck med vridbart gaffelstativ för att tömma burkarna genom att vrida lastbäraren upp och ner.

Ett multimodalt exempel är Igelsta kraftvärmeverk i Södertälje som till stor del försörjs med flis via en flisterminal i Nykvarn vilket är ca. 15 km från kraftvärmeverket (se figur 3.12). Ändpunktstransporten från Nykvarn till Igelsta sker med lastbil. Lossning av fliscontainerar på flisterminalen sker med gaffeltruck med roterbart lyftstativ. Lastning till lastbil sker med lastmaskin.



Figur 3.12 Flishantering vid flisterminalen i Nykvarn (Peter Steen/Söderenergi)

3.3 Petroleum

Ungefär en tredjedel av Sveriges totala energianvändning utgörs av fossila bränslen. Transport av dessa bränslen samt förnyelsebara drivmedel till/från och inom Sverige innefattar en betydande mängd av det totala transportarbetet i Sverige.

Sjöledes uppgick råoljeimporten 2010 till 19,8 miljoner ton (större delen från EU, Norge och Ryssland), import/export av raffinerade petroleumprodukter uppgick till 14,1 respektive 18,7 miljoner ton. Utrikestrafiken med övriga transportslag är försumbar i sammanhanget.

Inrikes är sjöfart och vägtransporter de dominerande transportslagen där sjöfarten 2010 stod för 5,7 miljoner ton (varav 85 % lastats i Göteborgs- och Lysekilsområdet) med ett genomsnittligt transportavstånd om 678 km. Vägledes transporterades 15,1 miljoner ton med ett genomsnittligt transportavstånd om drygt 80 km. På järnväg transporterades samma år 1,4 miljoner ton stenkols- och raffinerade petroleumprodukter på ett medelavstånd om 260 km (Transportanalys 2011d). Under 2011 transporterades 0,55 miljoner ton i flygbränsleflödet mellan Gävle hamn och Brista i närheten av Arlanda där flygbränslet pumpas till Arlanda flygplats via pipeline (Westman, 2012). Således utgörs en stor del av petroleumtransporterna på järnväg av detta upplägg. Av den totala inrikessjöfartens tonnage utgör raffinerade petroleumprodukter 44 % (Trafikverket, 2012)

Petroleumlogistiken består till övervägande del av sjöfart och vägtransporter där inflödet av råolja respektive raffinerade petroleumprodukter sker med sjöfart. Distribution sker företrädesvis med sjöfart och vägtransport till oljehamnar, oljedepåer och kundanläggningar. Från oljedepåerna sker den slutliga distributionen med vägtransport. Antalet oljehamnar uppgår i Sverige till 30 medan antalet oljedepåer är ca. 40 vilket är en delmängd av oljehamnarna (SPBI, 2012). Sett till distributionen av motorbränslen såsom bensin, diesel, E85 och fordonsgas har antalet försäljningsställen för konsumenter och transportörer avsevärt minskat under de senaste tio åren från drygt 4 000 till att idag vara knappt 2900 (SPBI, 2011).

Omlastning sker, då det är flytande och gasformig bulk, med pumpar och rör mellan tankar och cisterner. Järnväg anses vara mindre intressant med anledning av de koncentrerade

volymerna längs kusten i vars närhet större delen av Sveriges befolkning är koncentrerad. Inom fem kilometer från kusten återfinns ca. 3,5 av Sveriges 9 miljoner invånare, motsvarande 39 % av befolkningen, vilket i detta sammanhang ger förhållandevis korta medelavstånd på väg (Boverket, 2006). Vidare är lagringskapaciteten i hamnarna väl utbyggd. Inom branschen uppges det dock finnas ett önskemål om att i högre utsträckning använda järnväg vilket dock kapacitetsproblematik hitintills hindrat (SOU 2007:58, 2007).

Sett till transportslag och volym kan det vara av intresse att beakta att en tankbil med släp har en lastkapacitet på ca. 55 m³. Ett flygbränsletåg tar ca. 1 400 m³ (1 120 ton). Inom sjöfarten är de råoljefartyg som anlöper svenska raffinaderier av Aframax-storlek, vilket betyder att spannet uppgår till 80-120 000 dödviktston (lastförmåga i ton). För distribution av färdiga petroleumprodukter i kustsjöfarten är storleken vanligtvis 10-20 000 dödviktston (Svensk Sjöfartstidning, 2012, SPBI, 2012).

3.4 Fordonsindustri (ej bussar)

Omsättningen för de tre största tillverkande bolagens personbils- och lastbilsgrenar inom den svenska fordonsindustrin var under 2010 ca. 330 miljarder kronor. Dessa utgörs i storleksordning av Volvo Lastvagnar inom AB Volvo, Volvo Personvagnar samt Scania. Totalt omsatte dessa tre bolag ca. 460 miljarder kronor.

Transport av vägfordon innefattar i huvudsak tre olika transportupplägg (om transporter av fordonskomponenter och reservdelar frånses):

- Distribution av fordon från svenska fordonstillverkare inom Sverige till återförsäljare
- Distribution av importerade fordon från hamn till återförsäljare i Sverige
- Transport av fordon från svenska fordonstillverkare till exporthamn

Importen av fordon till Sverige sker främst med sjöfart till hamnar vilka är specialiserade på fordon. Dessa hamnar har kapacitet för att lagerhålla ett stort antal fordon i väntan på export eller distribution i Sverige. Vidare finns det i dessa hamnar verksamhet för eventuell kontroll, identifikation, skadekontroll och eventuell anpassning av fordonen till svenska förhållanden sk. PDI (Pre Delivery Inspection). Fördelen blir då ett samlat flöde varifrån distribution kan ske. De fem största hamnarna för fordon är Göteborg, Wallhamn, Malmö, Södertälje och Halmstad varav de två sistnämnda främst används för lossning av fordon dvs. få fordon avgår från dessa hamnar. I viss omfattning transporteras också fordon vidare från en fordonshamn till en annan fordonshamn.

Slutmontering av bilar och lastbilar i Sverige sker i Göteborg (Volvo Lastvagnar respektive Volvo Cars) respektive Södertälje (Scania). Därtill sker i Sverige tillverkning av färdiga delsystem/halvfabrikat för Volvos del i Olofström (bilarosser) och Umeå (lastbilshytter). Scania har tillverkning i Oskarshamn (hytter) och Luleå (chassiartiklar och axlar). Volvos interna transporter mellan Olofström, Umeå, Göteborg och belgiska Gent transporteras i ett slutet järnvägsflöde vilket kan ses i avsnitt 3.4.1. Lastbilshytterna från Umeå körs en kort sträcka med lastbil innan omlastningen till järnvägsvagn vilket gör att dessa per definition är multimodala. Resterande delsystem som tillverkas på annan ort transporteras med vägtransport. Scantias flöden från Luleå och Oskarshamn till Södertälje går på väg.

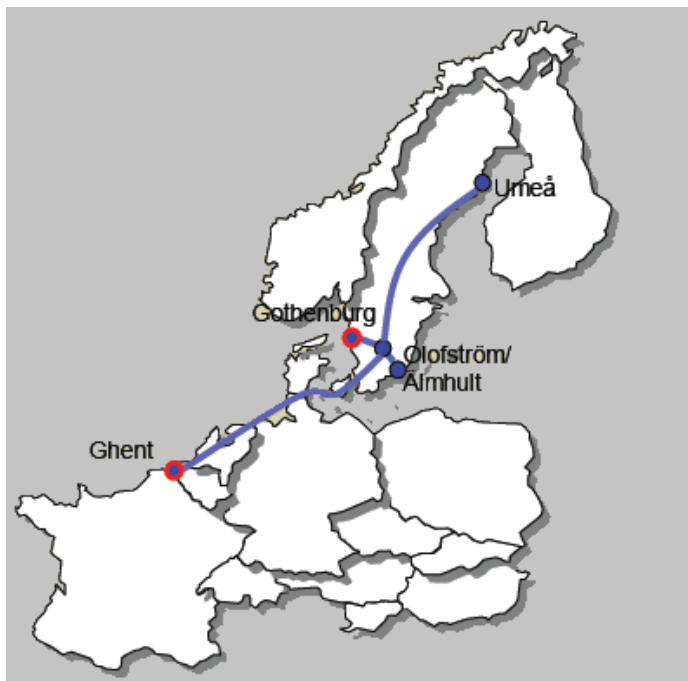
Järnvägstransporter med färdiga fordon företas företrädesvis med personbilar och då från hamnar i södra och västra Sverige till mellersta och norra Sverige för vidare distribution. Ett exempel är Scandinavian Motortransport som transporterar bilar i järnvägsvagn från

hamnarna i Halmstad, Göteborg och Malmö till terminaler i Södertälje, Sundsvall, Umeå och Luleå (Svensk Åkeritidning, 2012).

Export från Volvo i Göteborg sker företrädesvis via Göteborgs Hamn, distribution inom Sverige sker både på väg och järnväg. Scantias export sker till Göteborgs Hamn på väg (semitrailer) och i viss mån på järnväg. Transporterna handhas dock inte av Scania själva. För Östeuropamarknaden används hamnarna i Stockholm och Nynäshamn. Scania exporterar även halvfabricerade lastbilar "byggsatser" vilka lastas i container. Dessa lastas i Södertälje hamn.

3.4.1 Volvo Logistics "Åttan"

Sveriges största fordonstillverkare, Volvo Personvagnar, använder järnvägstransporter i sina interna flöden för karosskomponenter mellan karossfabriken i Olofström och bilfabrikerna i Torslanda (Göteborg) respektive Gent (Belgien). Volvo Lastvagnar transporterar lastbilshytter från Umeå till lastbilsfabrikerna i Torslanda och Gent, vilka är integrerade i kedjan (sammanlänkning sker i Älmhult). Detta transportupplägg brukar benämnas "Åttan" se figur 3.14 nedan. En förutsättning för transportupplägget är en stabil volym vilket skapar incitament för systemtågsupplägg vilket gör att vallrangering undviks. Något som anses inverka negativt på främst ledtid men i viss mån även i form av godsskador.



Figur 3.14 Modell av Volvos transportupplägg med järnväg (Volvo Logistics)

I transportupplägget används Volvos egen lastbärare för karossdelen från Olofström vilken är en stapelbar 6 m lång container med profilmått liknande en ISO-container (Bark et al, 2009). För lastbilshytterna från Umeå används kortkopplade järnvägsvagnar (Volvo, 2010).

Hantering sker dock med gaffeltruck. Inne i lastbäraren placeras rack med karossdetaljer. Dessa lastbärare lastas tre och tre på boggivagnar litt. Sgnss (se figur 3.15).



Figur 3.15 Sgnss-vagn med tre av Volvos containrar (TFK)

3.5 Dagligvaror

Den totala försäljningen av dagligvaror i Sverige uppgick under 2009 till drygt 270 miljarder kronor (HUI, 2010). Av denna försäljning svarade under 2009 de tre största aktörerna ICA, Coop och Axfood för 167 miljarder kronor. Transporter av dagligvaror har flera logistiska dimensioner och innefattar ej tempererade varor (kolonialvaror), kylda varor och frysta varor. En stor del av dessa varor har begränsad hållbarhet vilket ställer stora krav på logistiken.

ICA, Coop och Axfood hanterade under perioden 2008 - 2009 en genomsnittlig årlig varumängd på 2,9 miljoner ton i sina terminal- och distributionsanläggningar (Jensen et al, 2011). Det totala tonnaget som hanterades var dock hela 6,5 miljoner ton om både transporter till, mellan och från dessa anläggningar sammanräknas. Av det utgående tonnaget distribuerades 60 % på avstånd under 150 km, 25 % på avstånd i intervallet 150-300 km, 15 % på avstånd över 300 km. Det går i sammanhanget att identifiera följande sex aggregerade flöden som tillsammans står för ca. 2,4 miljoner ton (Bark et al, 2011):

- Skåne – Mälardalen
- Mälardalen – Göteborgsområdet
- Skåne – Dalarna – övre Norrland
- Skåne – Göteborgsområdet
- Mälardalen – övre Norrland
- Dalarna - Mälardalen

Större delen av de importerade dagligvarorna ankommer till Sverige genom Skåne och Västsverige med transport på väg respektive sjöfart. Därifrån transporteras de till dagligvaruföretagens respektive specialiserade grossisters lager. Lagerstrukturen för de tre största dagligvaruföretagen är i stora drag koncentrerad till västra Skåne, Göteborgsområdet samt Mälardalen. Vidare finns ett antal brytpunkter i Norrland och Småland.

Inleveranserna till de olika terminalerna sker i regel med vägtransport/lastbil, ett fåtal undantag förekommer såsom Wasabröd och Hellefors Bryggeri vilka delvis levererar gods på järnvägsvagn genom vagnslastsystemet förutsatt att mottagaren har spår. Distribution från lager sker även den i regel vägledes. Coop kör idag en del in- och utleveranser till sina lager med intermodala transporter i det sk. Cooptåget (se 3.5.3)

Tidigare försök har även gjorts av Dagab (Axfood) och ICA. Ett exempel på en viktig hamn och omlastningspunkt är Helsingborg där hamnen är en stor mottagare av tempererade

containerar samtidigt har ICA ett stort distributionslager på orten. Helsingborg är även utgångspunkt för Coops intermodala tåg till Bro.

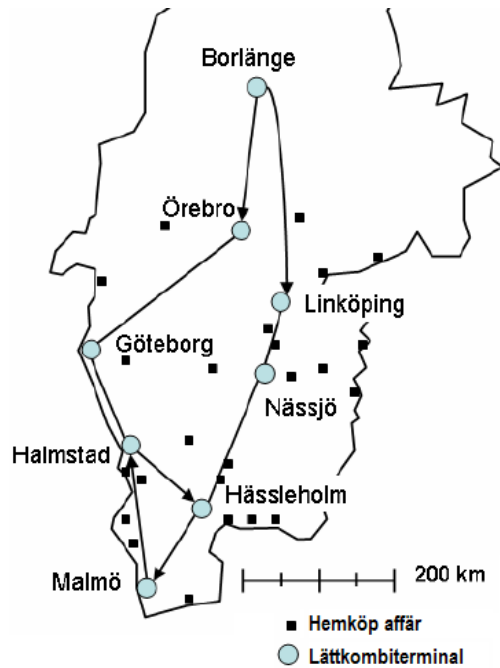
3.5.1 Kundpiloten "Dalkullan"

Under mitten av 1990-talet utvecklade SJ Gods (sedermera Green Cargo) ett intermodalt transport-system för kunden Hemköp och dess logistikpartner Dagab (samtliga tillhörande Axfoodkoncernen). Bakgrunden var ett behov av att komplettera det ordinära intermodala transportsystemet (kombitransporterna) med ett enklare alternativ, med en bra yttäckning och lättare lastbärare.

Kundpiloten drevs mellan 1998 till 2001 och benämndes "Dalkullan" (Woxenius, 2003). Vid tiden för kundpiloten organiserade Dagab ett centrallager för Hemköps distribution i det befintliga lagret i Borlänge varför tåget hade Borlänge som utgångspunkt. Tåget kördes som två slingor (se figur 3.16). Systemet innefattade 60 isolerade växelflak där de flesta var 7,45 m långa respektive 2,6 m höga (klass C). Längden på växelflaken är en standardlängd som ger kompatibilitet med de flesta lastbilar med utrustning för växelflakshantering. Flaken var vidare utrustade med gaffeltunnlar och hade en bruttovikt på 16 ton. För att erbjuda en rationell och kostnadseffektiv hantering av växelflaken valdes gaffelhantering och för ändamålet medförde tågen en gaffeltruck med 25 tons lyftkapacitet vilken betjänades av lokföraren. Trucken hade ett gaffelstativ med en låst högsta lyfthöjd för att tillåta lyft av växelflak under kontaktledning. Två tågsätt användes vilka bestod av ett ellok, åtta containervagnar där varje vagn hade plats för två växelflak samt en specialvagn för trucken.

Dalkullan försörjde 37 av Hemköps ca 100 butiker (Bärthel et al, 2003) vilka alla låg söder om Borlänge. Distributionen från de åtta terminalerna som ingick i systemet skedde med lastbil. Mellanlagring på terminalerna möjliggjordes med för ändamålet utformade ställage som möjliggjorde angöring utan att stödben behövde användas vilket spar tid (se figur 3.17). Hanteringen på respektive stopp tog därför ca. 20-30 minuter i anspråk.

Sammanlagt transporterades ca. 70 000 pallar i systemet under dess tre år i drift. Transportkvaliteten upplevdes vara bra, ett problem var dock att lastbärarna var både lägre och kortare än de distributionsbilar med fast påbyggnad som typiskt används för ändamålet. En fullt utlastad lastbil med växelflak gav vidare endast 70 % av lastlängden jämfört med motsvarande konventionellt 24 meters vägekipage. Om även lasthöjden beaktas lastade ett vägekipage med dessa växelflak endast 55 % av volymen för ett 24 meters vägekipage. Vidare var den genomsnittliga fyllnadsgraden för låg och systemet var beroende av en enda kund.



Figur 3.16 Systemupplägget i Dalkullan (Bärthel et al, 2003)



Figur 3.17 Ställage använt i kundpiloten Dalkullan (TFK)

3.5.2 Järnvägspendel mellan Borlänge och Östersund för ICA

ICA använde en multimodal transportlösning för distribution till sina butiker i Jämtland och Härjedalen mellan åren 1996 och 2003. Varorna transporterades på järnväg av SJ Gods (sedermera Green Cargo) från distributionsanläggningen i Borlänge till Östersund där omlastning skedde till lastbil. Varuflödet var i stort sett enkelriktat frånsett ett mindre returflöde av mejeriprodukter och butiksemballage. Trafiken innefattade ca. 20 järnvägs-vagnar i daglig trafik.

Ett problem med detta system var att längden på lastnings- och lossningsspår vid ICAs anläggningar i Borlänge och Östersund var begränsad vilket medförde att vagnssätten måste delas upp i grupper på några få vagnar som frekvent växldes in och ut från lastnings- eller lossningsspår (Bark et al, 2011). Detta var främst i Östersund en tidsödande hantering som även begränsade utrymmet för fler vagnar i systemet beroende på att lossningen skulle hinnas med och att tågsättet skulle växlas om och köras åter till Borlänge relativt snabbt efter ankomst.

Lastbärarna i systemet var sk. Maxi-lådor som endast möjliggjorde multimodal trafik då dessa var 3,1 meter breda, vilket är för mycket för vägtransport, samt att de endast kunde lyftas tomma. Således skedde lastning och lossning från järnvägsvagn. Längden på lastbärarna var 14,65 meter. Lastkapaciteten var 27 ton respektive 97 m³. Alla Maxi-lådor som användes av ICA var isolerade samt utrustade med tempereringsaggregat (Bark et al, 2011).



Figur 3.18 Maxi-låda med ICA-märkning placerad på containervagn (SJ Gods)

Själva transportkostnaden för järnvägstransporterna mellan Borlänge och Östersund var lägre än motsvarande vägtransporter. Emellertid var hanteringen i Östersund tidskrävande och kostsam eftersom det förutom omlastning och viss mellanlagring krävdes växling. Ytterligare nackdelar var att vid försening av tåget blev många butiker påverkade då stora volymer var samlade i tåget. Sammantaget gjorde detta att totalkostnaden blev jämförbar med direkta vägtransporter vilka bedömdes som mer fördelaktiga då även omlastning och lagret i Östersund kunde rationaliseras bort (Bark et al, 2011). Detta föranledde ICA att överge systemet 2003 till fördel för en renodlad väglösning (Bark et al, 2011).

3.5.3 Coop-tåget

Coop startade hösten 2009 en intermodal transportlösning mellan Helsingborg och Stockholmsområdet med tempererade semitrailrar. Tågdragare är Green Cargo. Till en början angjorde tåget Tomtebodan och från och med våren 2011 används Coops egna intermodala terminal i Bro vilket gör att dragning på väg till och från Bro kan undvikas. Transportflödet består av Coops egna semitrailrar som vid kombiterminalen i Helsingborgs hamn lastas med importvaror respektive varor från Sydsverige. I Bro fördelas dessa mellan terminalen i Bro, färskvarulagret i Västerås samt fryslagret i Enköping. Till de två sistnämnda sker transport på väg. I returtransporten stannar tåget i Alvesta för att lasta av gods som distribueras till butiker i Småland och Blekinge via omlastningscentralen i Växjö. Trafik sker fem dagar i veckan, maximal lastvikt är 27 ton och 33 pallplatser. Lasthöjden möjliggör dubbelställda pallar. Tåget har kapacitet för 36 semitrailrar, total nyttolastförmåga är 790 ton (Bark et al, 2011). Omlastning mellan väg och järnväg sker i regel med reachstacker utrustad med griparmslyft (se figur 3.19).



Figur 3.19 Lyft av semitrailer med reachstacker i Bro (TFK)

3.5.4 Arctic Rail Express

ARE-tåget (Arctic Rail Express) är ett tempererat tåg som opereras av Green Cargo på uppdrag av CargoNet AS och trafikerar sträckan Narvik – Oslo (ARE I) samt sträckan Narvik – Padborg (ARE II) (Storhagen et al., 2008). Sträckan Narvik – Oslo tar 27 timmar och trafikeras med 12 dubbelturer i veckan.

Tåget fraktar fisk från Narvik till Oslo och livsmedel på tillbakavägen från Oslo till Narvik. Både växelflak och påhängsvagnar med tillhörande dieselgeneratordrivna aggregat används. Tåget har möjlighet att stanna på en kontrollstation i Ånge. Där sker temperaturkontroll samt kontroll av att aggregaten fungerar korrekt.

3.5.5 Dagabs intermodala transporter mellan Göteborg och Stockholm (Jordbro)

Hösten 2010 startade Dagab transport av kolonialvaror från Backa i Göteborg till Jordbro utanför Stockholm med en intermodal transportlösning (Bark et al, 2011). Transporten består av importvaror som i regel ankommer Göteborg lastat i ISO-containers. Lastbärare i systemet är semitrailer och någon av kombiterminalerna i Göteborg respektive Årsta (Stockholm) används. Tågdragningen sköts av Green Cargo. Dagab själva kör inga returtransporter från Stockholm till Göteborg, utan flödet är enkelriktat. Transporten sker fem dagar i veckan och där varje transport omfattar ca. 50 ton gods, ytterligare fördelar uppges vara att returgods medförs vilket ger bättre balans (Green Cargo). Enligt uppgift har punktligheten i järnvägsdelen varit god och transportkostnaden mellan Göteborg och Stockholm har kunnat sänkas (Bark et al, 2011).

3.6 Flyggods

Ett exempel presenteras nedan, i övrigt hänvisas till avsnitt 2.4 ovan.

3.6.1 SAS Cargos försök²

Under hösten 2001 bedrev SAS ett två veckor långt test att transportera flyggods på järnväg. Försöket innefattade transporter mellan flygplatserna i de skandinaviska huvudstäderna. Vid transporter mellan Stockholm och Köpenhamn användes järnväg på sträckan Stockholm – Malmö och lastbil på sträckan Malmö – Köpenhamn.

I försöket deltog förutom SAS Cargo även NSB Gods (Norge), Rail Combi (Sverige) och lokala åkerier i Köpenhamn, Oslo, Malmö och Stockholm. NSB Gods och Rail Combi agerade som tågoperatörer. I försöket användes en täckt semitrailer med roller-bed och beslag för griparmslyft för att lyfta ombord trailern på järnvägsvagnen. Försöket inleddes med transport från Gardemoen till Kastrup och tillbaka. Halvvägs igenom testperioden ändrades sträckningen till Arlanda – Malmö. Sträckan Gardemoen – Arlanda testades aldrig.

Försöket innehöll en semitrailer som kördes parallellt med det övriga flödet som gick parallellt på väg. Ingen anpassning av avgångs- och ankomsttider gjordes utan semitrailern kördes med redan existerande tågavgångar.

Resultaten visade att försöket varit framgångsrikt. Järnvägen ansågs vara lika snabb eller snabbare än lastbil. Det kan noteras att järnväg av någon anledning var snabbare på transporter söderut. Tillförlitligheten och flexibilitet i att använda järnväg noterades. Bland resultaten noteras vidare att samarbetet mellan alla inblandade parter flöt friktionsfritt och att ingen extra arbetsinsats krävdes hos SAS Cargo. Förtullning visade sig även flyta smidigare vid järnvägstransporten.

Försöket visade att det är fullt möjligt att transportera flyggods på järnväg och att det även kan innebära ett par fördelar utöver den miljömässiga vinsten.

2 Citat ur: Jonsson et al, Pendeltrafik med flyggods på järnväg – En systemansats med omlastningsproblematik i fokus, TFK-rapport 2011:8

4 Överföringspunkter

Viktiga överföringspunkter mellan de olika trafikslagen är främst hamnar, kombiterminaler och flygplatser. De viktigaste av dessa beskrivs i regel ut i infrastrukturutredningar och när exempelvis det europeiska TEN-T nätverket pekades ut (se figur 4.1).



Figur 4.1 TEN-T:s förslag till utpekad järnvägsnät, hamnar och järnvägsterminaler (EU-kommissionen)

Hamnstrategiutredningen respektive Kombiterminalutredningen genomfördes under 2006. Därefter sammanfattades dessa båda i den offentliga utredningen "Strategiska godsnoder i det svenska transportsystemet" (SOU 2007:59, 2007).

I Hamnstrategiutredningen pekades följande hamnar ut:

- Göteborg
- Helsingborg
- Malmö
- Trelleborg
- Karlshamn
- Karlskrona
- Norrköping
- Stockholm (Kapellskär)
- Gävle
- Sundsvall
- Luleå

Kännetecknande för merparten av terminalerna är att de har lyft- och hanteringsutrustning som i princip kan hantera samtliga typer av intermodala lastbärare som förekommer i ett öppet intermodalt transportsystem. Detta innebär att det fordras hanteringsutrustning med kapacitet att lyfta intermodala lastbärare med en vikt upp till 40 ton. Flertalet terminaler, eller orter, erbjuder dessutom trafikrelationer med varandra. Beträffande terminalorter kan nämnas att både Stockholm och Göteborg dels har intermodala "landterminaler", dels har intermodala hamnterminaler som drivs i hamnbolagens regi. Vidare finns kombiterminaler som arbetar i ett fåtal relationer men ändå har kvalificerad hanteringsutrustning som klarar de flesta intermodala lastbärare som förekommer i öppna system. Sveriges största hamn, Göteborgs Hamn, har utvecklat ett system av regelbundna intermodala pendlar mellan Göteborg och ett antal orter i södra Sverige och Mellansverige. Terminaler av detta slag finns bland annat i Eskilstuna, Falköping, Insjön, Nässjö och Örebro (se figur 4.2).

I den trafikpolitiska propositionen från 2006 (Näringsdepartementet, 2006) gavs en officiell bild, från regeringen, av den framtida utvecklingen av intermodala transporter. Propositionen pekar på ett flertal faktorer vilka anses tala för ökad användning av intermodala godstransporter:

- Ökat och mer koncentrerat transportarbete
- Ökad miljöprofilering
- Ökad andel enhetslastat gods
- Utvecklingen inom logistikbranschen
- Större fordon och farkoster
- Politiska initiativ

I propositionen anges även att intermodala transporter (kombitransporter) lastbil – järnväg – lastbil kan bli konkurrenskraftiga på transportavstånd ända ner till 300 km. Problemen anses bestå i att de intermodala transporterna inte varit tillräckligt attraktiva på marknaden.

Ett problem som angavs var vidare att viktrelationen mellan lastbäraren och själva nyttolasten var ogynnsam och till nackdel för de intermodala transporterna. Med andra ord

efterlystes ett nytänkande när det gäller intermodala lastbärare som innebär en högre nyttolastandel per ton fordon och lastbärare sammanräknat. Detta bedömdes vara särskilt viktigt vid den del av en intermodal transportkedja som utförs på väg.

Andra hinder som ansågs ha betydelse var standardiseringsproblematik avseende intermodala lastbärare. Här antogs först och betonades sedan att den tekniska utvecklingen borde baseras på lastbärare enligt europeisk standard. Att detta avsåg gränsöverskridande transporter kan tas för givet. Huruvida det även omfattar nationella transporter är däremot en öppen fråga.

Ett problem som slutligen nämndes var att den intermodala trafiken hade svårt att hävda sig mot persontrafiken vid konkurrens om spårkapaciteten främst under dagtid.

Till den efterföljande propositionen, Prop. 2008/09:35, har de intermodala frågorna i hög utsträckning beretts i utredningen av strategiska godsnoder (SOU 2007:59, 2007) även om regeringen i propositionen väljer att inte peka ut ett strategiskt nät av terminaler då ansvaret för dessa anses ligga på det lokala och regionala näringslivet, berörda kommuner och regionala aktörer. Statens roll anses vara att tillhandahålla robust infrastruktur främst till och från de viktigaste godstransportnoderna (hamnar och övriga terminalpunkter) som återfinns i anslutning till de stora godstransportstråken.

I stora drag identifieras de främsta godstransportstråken som sju stråk mellan de tätbefolkade områdena i Väst, Syd- och Mellansverige samt genom Norrland från Luleå via Bergslagen ner till Göteborg samt från Malmfälten ner till Luleå och väster ut mot Norge och Narvik. Dessa anses bestå trots förändringar, det noteras dock att handeln med Öst- och Centraleuropa ger utslag i hamnarna i Blekinge.



Figur 4.2 Hamnpendlar till och från Göteborgs Hamn (Göteborgs Hamn)

I början av 2012 fanns 26 hamnpendlar till/från Göteborgs Hamn som ansluter till 23 orter (Göteborgs Hamn, 2012).

Vissa hamnar erbjuder dessutom, utöver lastning och lossning av containrar i fartyg, även intermodal omlastning mellan lastbil och järnvägsvagn. Ett exempel är Västerås hamn.

Många av dessa överföringspunkter är återkommande medan det även förekommer skillnader i bedömningen. Remissutgåvan av kapacitetsutredningen från Trafikverket (Trafikverket, 2012) utpekar följande nät och noder, se figur 4.3.



Figur 4.3 Utpekad nät och centrala noder (Trafikverket)

5 Intermodala transportsystem³

Intermodala transporter innebär per definition transporter av obrutna enhetslaster där transportkedjan inbegriper två eller fler transportslag, dvs. omlastning sker minst en gång. Emellertid florerar ett flertal definitioner av vad intermodala transporter respektive intermodalitet innebär. En intermodal landtransport organiseras i regel så att en enhetslastbärare enligt ovan lastas hos avsändaren varefter enheten transporteras med lastbil till en terminal där den omlastas till tåg, eventuellt sker däremellan mellanlagring. Tågtransporten är ofta block- eller heltåg efter tågtransporten vidtar ånyo en omlastning till lastbil till mottagaren varefter enhetslasten bryts. Enhetslaster som enligt dessa definitioner endast lastas och lossas vid avsändare respektive mottagare samt där överföring mellan transportslag sker minst en gång definieras som en intermodal transport (kombitransport) (Jensen, 1987).

Med intermodala transporter, även kombi eller kombitransport, avses i regel transport av lastbärare av någon av följande huvudtyper:

- ISO-container (se figur 5.1)
- Växelflak (se figur 5.4)
- Semitrailer (se figur 5.5)



Figur 5.1 Två 20-fots ISO-containrar (TFK)

I det definitionsrättiga gränslandet finns transportsystem som bör ingå i det multimodala begreppet, såsom (Transportindustriförbundet 2009):

- Flygcontainertransport väg/järnväg/flyg
- RoRo-fartyg och färjor med hela lastbilsekipage
- Transport av hela lastbilsekipage på järnväg sk. rullande landsväg

³ Utdrag ur Bark et al, Utveckling av nytt system för gaffelhantering av intermodala lastbärare, TFK-rapport 2009:4, Stockholm, 2009

- Skräddarsydda lösa lastbärare t.ex. Stora Ensos SECU-box (se figur 5.2 eller Volvos container (se figur 3.15)
- Transport av "normala" intermodala lastbärare, av någon av de tre ovan redovisade huvudtyperna, i slutna flöden mellan industrianläggningar där byte av transportslag inte sker annat än till intertransport på industrianläggningar



Figur 5.2 Tågsätt med SECU-boxar (Göteborgs Hamn)

Den intermodala trafiken på järnväg har som tidigare konstaterats (se avsnitt 2.2) haft en kraftig tillväxt. Under perioden 2000 - 2010 ökade det intermodala tonnaget respektive transportarbetet med drygt 220 %. För godstransporter på järnväg sammantaget uppgick ökningen under samma period till 20 %. Det genomsnittliga transportavståndet för intermodal trafik har under samma period varit stabilt på ca. 530 km.

Sett till lastbärarna i intermodala transportsystem är ISO-containern byggd med sjötransport som utgångspunkt medan växelflak främst utformats för ett effektivt utnyttjande av vägsystemets vikt- och dimensionsbestämmelser. Växelflaken har även utformats för kombinerade landsvägs- och järnvägstransporter och i viss mån sjötransporter på de inre vattenvägarna. För ISO-containern föreligger en världsomspännande, internationell standard, medan växelflaksstandarden främst är en europeisk företeelse. ISO-containerar är den i hela världen överlägset vanligast förekommande lastbärartypen.

5.1 Lastbärare och hanteringsutrustning i intermodala transportsystem

I takt med att den intermodala trafiken ökat har även användningen av lösa lastbärare ökat. Det finns flera fördelar med att använda lösa lastbärare, varav de främsta är (Bark et al, 2002):

- Förkortad omlastningstid
- Fordonet/fartyget kan utnyttjas mer effektivt
- Rutter kan läggas upp med samma fordon/fartyg
- Transportmedel och kombinationer av dessa kan lättare väljas med hänsyn till ekonomiska, tidsmässiga och miljömässiga konsekvenser

5.1.1 ISO-containerar

En container byggd enligt ISO-standard kallas vanligen ISO-container. I vissa fall förekommer benämningen sjöcontainer. Det är en stålcontainer av standardiserad storlek som ursprungligen måttsattes i fot och därför är de nominella längderna beskrivna i fot. Av dessa är 20- och 40-fots containrar de mest förekommande. Även 10- och 30-fots containrar förekommer men utgör endast en marginell del av alla hanterade containrar. Bredden för dessa är 8 fot (2 438 mm), höjden varierar i regel mellan 2,44 och 2,90 m (Bark et al, 2002).

Den vanligast förekommande hanteringen av ISO-containerar är topplyftning i de övre hörnbeslagen som samtliga containrar av ISO-utförande enligt standard är utrustade med. Hörnbeslagen kan även användas som lastsäkringsanordning vid transport. För- och nackdelar med ISO-containern är (Woxenius et al., 1995):

Fördelar

- Globalt spridd
- Möjliggör effektiva transoceana transporter
- Robust
- Lasttålig
- Hanteringsvänlig
- Relativt billig i inköp
- Staplingsbar
- Ger utmärkt godsskydd

Nackdelar

- Svårastad avseende pallaster
- Medför hög taravikt pga. stapelbarhet
- Ofta överlastad ur landsvägssynpunkt
- Låser fordon där hanteringsutrustning saknas

Det kan noteras att de större rederierna med containertrafik (som tillhandahåller ISO-containerar) generellt tillåter en maximal bruttovikt på mellan 28-30 ton för 20-fots containrar (Bark et al, 2009).

5.1.2 Övriga containrar

Bland övriga containrar återfinns främst 45-fots enheter vilka ännu inte erhållit ISO-standard. Diskussioner om detta har emellertid förts. Ett problem är att denna container, som är 13,7 m lång inte är tillåten att transportera på väg i flertalet EU-länder som har en längdbegränsning på 13,6 m för påhängsvagnar, inom ramen för en tillåten fordonslängd av 16,5 m för kombinationen dragbil med påhängsvagn. Det finns även så kallade pallet-wide containrar där innermåttet utökats till drygt 2,40 m för att två europapallar skall kunna lastas i bredd. I Nordamerika används även 48- och 53-fotscontainrar där avståndet mellan lyftpunkterna är desamma som för 40-fotscontainrarnas så kallade hörnlådor (se figur 5.3).



Figur 5.3 En amerikansk järnvägsvagn med en 53- samt en 48-fots container staplade på varandra (sk. double-stack) (TFK)

5.1.3 Växelflak

Växelflak är en benämning för en grupp lastbärare vilka är anpassade i längd, bredd, höjd och lastkapacitet till i första hand vägfordon. Lastbäraren behöver inte utgöras av ett flak. Vanligare är någon typ av skåpliknande påbyggnad (se figur 5.4). Ett växelflak består i huvudsak av en ram med en anpassad påbyggnad. På flakets undersida finns en styrtunnel som underlättar inbackning av vägfordon. Växelflak finns med stödben, vilket inte är obligatoriskt, men möjliggör att vägfordon kan ställa av och hämta växelflak på önskad plats.



Figur 5.4 Ett växelflak klass C stående på stödben (TFK)

Det standardiserade växelflaget har förankrings- och hanteringspunkter av samma utförande och placering som motsvarande ISO-container. Växelflaksstandarden innefattar långa flak av A-klass vilka transporteras med en dragbil med påhängsvagn, vilka uppfyller EUs krav på fordonsdimensioner, samt flak av C-klass, vilka parvis kan transporteras på en fordonskombination som består av en lastbil med ett släp. Det finns tre standardiserade längder för växelflak av A-klass (12,2-13,6 m långa) och tre för C-klass (7,15-7,82 m långa), med styrtunnel. Höjden respektive bredden är generellt 2,67 respektive 2,5 m.

Fördelar

- Lägre taravikt än containern
- Relativt lasttålig
- Hanterbar med griparmar
- Avställbart med på fordonet befintlig utrustning
- Lättlastat med pallaster

Nackdelar

- Hög anskaffningskostnad relativt containern
- Bräcklig i vissa konstruktionsdetaljer
- Är i vissa utföranden instabil under lastning och lossning av gods
- Är med nuvarande (dominerande) kapellutformningar olämplig för framtida, högre, hastigheter på järnväg (>120 km/h)
- Är i standardutförande olämpligt för obeledsagad sjötransport på grund av veka stödben och omständig hantering i hamnar

5.1.4 Semitrailer

En semitrailer (påhängsvagn) kopplas till en dragbil. Lösningen är flexibel eftersom dragbilen inte är bunden till en enskild vagn. Enhetliga regelverk för fordonsdimensioner inom EU har inneburit att semitrailern kan betraktas som en standardiserad lastbärare med huvudmått: längd 13,6 m och bredd 2,55 m (2,60 m för tempererade semitrailrar).

För att kunna användas i kombinerade transporter på väg – järnväg måste semitrailrar förses med speciella lyftpunkter för griparmsök och förankringspunkter. Semitrailrar enligt denna utformning kallas huckepack. Semitrailrens påbyggnad kan utgöras av flak (med kapell), skåp, tank eller andra speciella karosserier.



Figur 5.5 Semitrailer (TFK)

6 Överföringstekniker och hanteringsutrustning i intermodala system⁴

I samband med hantering av intermodala lastbärare används i huvudsak obunden respektive ytbunden hanteringsutrustning.

6.1 Obunden utrustning

Med obunden utrustning avses utrustning som utvecklats för att framföras av en medåkande förare eller operatör (Bark et al 2002). Truckar, lyftvagnar samt övriga typer av mobila hanterings- och transportmaskiner kan i princip röra sig fritt på en godtycklig, någorlunda plan yta. De betraktas därför som obunden utrustning.

Följande typer av intermodal obunden hanteringsutrustning är vanligt förekommande:

- Motviktstruck ett lastbärande organ i form av en gaffel (gaffeltruck) eller lyftok för containerhantering och/eller hantering av växelflak och påhängsvagnar
- Grensletruck med topplyftok avsedd för hantering av containrar i främst hamnar
- Terminaltruckar avsedda att förflytta påhängsvagnar

6.1.1 Motviktstruckar

Den vanligaste typen av obunden hanteringsutrustning utgörs av motviktstruckar. En motviktstruck bär lasten utanför sin stödyta som begränsas av linjer dragna mellan truckens stödpunkter mot underlaget (Bark et al 2002). Lasten strävar efter att tippa trucken framåt vilket motverkas av truckens egenvikt. För att öka lastkapaciteten fästs vanligen en särskild motvikt längst bak på trucken, därav benämningen motviktstruck.

Till motviktstruckar finns två huvudtyper av lyftanordningar vilka benämns vertikallyftstativ respektive teleskopbom. Vertikallyftstativen utrustas vanligen med olika typer av lastbärande organ såsom gaffel eller olika typer av lyftok. Teleskopbommarna utrustas uteslutande med fripendlande och roterbara lyftok. Beroende på vilken typ av lyftanordning respektive lastbärande organ en motviktstruck är utrustad med benämns den gaffeltruck, motvikts-truck med lyftok samt teleskopbomtruck, även kallad reachstacker.

Gaffeltruck

En gaffeltruck är i regel en motviktstruck med gaffel för godshantering. Utförandet är enkelt och den tillverkas i stora serier världen över. I förhållande till egenvikten är lyftförmågan god. Intermodal hantering med gaffel föresätter att lastbäraren är utrustad med gaffelfickor vilket är genomgående tunnlar i lastbärarens underrede. En gaffel består av två, i vissa fall flera, gaffelarmar. I vissa situationer kan gaffelhantering underlättas med hjälpanordningar, vanligen hydrauliska, som möjliggör att gaffelarmarna kan förflyttas i sidled. Vidare kan det inbördes avståndet mellan gafflarna vanligen varieras med hjälp av dessa anordningar. Gaffeltruckar i intermodal hantering kan endast användas till växelflak klass C samt 20-fots containrar då dessa är de enda lastbärare inom det intermodala systemet för vilka det finns en standard för de gaffelfickor vilka är en förutsättning för

⁴ Utdrag ur Bark et al, Utveckling av nytt system för gaffelhantering av intermodala lastbärare, TFK-rapport 2009:4, Stockholm, 2009

gaffelhantering. För denna hantering fordras en lyftkapacitet på 28-30 ton, vilket medför en största axellast på 55-60 ton. En fördel gentemot reachstackers med lyftbom är att det inte behövs något dyrt och tungt lyftok. Vidare kan gaffelhantering utföras under kontaktledning om lyfthöjden begränsas genom en höjdlåsning av gaffelstativet.

Gaffeltrucken erbjuder en låg anskaffnings- och driftkostnad i förhållande till exempelvis reachstackers och portalkranar.

Fördelar

- Lätt
- Förhållandevis billig
- Flexibel

Nackdelar

- Kräver tiltning för att lasten säkert skall ligga kvar på gaffeln

Vid de allmänna intermodala terminalerna i Sverige används inte gaffeltruckar. Den främsta orsaken är att andelen lastbärare med gaffeltunnlar (20-fots containrar och växelflak) utgör en för liten andel av det totala lastbärarflödet för att det ska vara motiverat att tillhandahålla en hanteringsresurs med ett begränsat användningsområde (Bark et al, 2009).

Bruttovikten för 20 fots containrar tenderar emellertid att öka till de vikter som tidigare gällt för 40 fots containrar. En orsak till detta är att volymgods i ökad omfattning fraktas i 40-fots containrar medan tyngre gods samt bulkgoods lastas i 20-fots containrar, med en tillåten vikt på 30 ton. Den maximala bruttovikten överskrider dessutom inte alltför sällan vilket lyftförmågan måste dimensioneras för. I praktiken innebär detta att en 20-fots container kan väga upp emot 35 ton vilket i sin tur innebär att det skulle krävas en stor gaffeltruck för att lyfta denna typ av lastbärare. Emellertid är det inte tillåtet att gaffelhantera så stora laster varför 20 fots bulk- och tankcontainrar sällan är försedda med gaffeltunnlar.

Motviktstruck med vertikallyftstativ och lyftok

Vid hantering av lastbärare klass A med kombinationsok fordras däremot truckar med en dimensionerad lyftkapacitet i storleksordningen 50 ton och med axellaster på upp till 110 ton. Denna skillnad i storlek hos truckarna medför även att anskaffningskostnaderna varierar. Eftersom en större och tyngre truck dessutom genererar högre drift- och underhållskostnader medför detta att kostnaden per hanterad enhet ofta blir väsentligt högre för den större trucken.



Figur 6.18 Motviktstruck med topplyftok (SMV Konecranes)

Reachstacker

En reachstacker (på svenska teleskopbomtruck), är en motviktstruck med lyftanordning bestående av en höj- och sänkbar bom (se figur 6.2).

Teleskopbom med fripendlande lastbärande organ förekommer främst på större truckar som används för hantering av stora lastbärare i form av containrar, påhängsvagnar och växelflak samt vid rundvirkeshantering i vedgårdar och på virkesterminaler (Bark et al 2002).

I teleskopbommens ände är ett fripendlande och roterbart lastbärande organ infäst. Denna kan utgöras av ett topplyftok, om endast containerhantering är aktuell, eller ett kombinationsok som utöver containrar även kan hantera växelflak och påhängsvagnar med hjälp av fällbara griparmar. Även rena griparmsok, för växelflak och påhängsvagnar kan i vissa fall vara aktuella.



Figur 6.2 Reachstacker (TFK)

Fördelar

- Bra sikt
- Stor räckvidd
- Klarar "överlyftning"
- Medger stapling och hantering av flera filer i bredd
- Mycket stor flexibilitet

Nackdelar

- Kräver breda körgångar
- Kräver jämna hårdgjorda ytor
- Olämplig för längre förflyttningar med last

6.1.2 Grensletruck

Grensletruckar används främst inom stora (intermodala) hamnterminaler. Kännetecknande för truckens bärande delar, eller ramverk, är att de omsluter lasten (Bark et al, 2002). En framträdande egenskap är att lastens tyngdpunkt endast förflyttas i höjdlid under hanteringsproceduren och att lastens tyngdpunkt både under hantering och vid transport finns inom truckens stödyta.

Grensletruckar är vanligen utrustade med ett lastbärande organ i form av ett topplyftok som används främst för interna transporter av containrar inom hamnområden, för lastning och

lossning av containrar, samt till och från vägfordon. Grensletruckar används inte vid traditionella intermodala terminaler utan är att betrakta som ett lyft- och transport-hjälpmedel inom större hamnar.

Fördelar med grensletruckar är att de erbjuder snabba intertransporter, minimala körgångar och en hög hanteringskapacitet. Den är inte lämpad för lossning/lastning av järnvägsvagnar eftersom angöring då måste ske från tåggets kortända. Den är dessutom dyr att anskaffa.



Figur 6.3 Grensletruck (Kalmar Industries)

6.1.3 Terminaltruck (dragtruck)

En dragtruck är en truck som är avsedd för förflyttning av en med hjul försedd lastbärare eller ett efterfordon, som även kan vara avsett för förflyttning och hantering av lastbärare (Bark et al, 2002) (se figur 6.4). En terminaltruck är en dragtruck som är utförd så att den bär upp en betydande del av en lastbärares, eller efterfordons, tyngdkraft. En terminaltruck är försedd med en, vanligen hydraulisk höj- och sänkbar, vändskiva för tillkoppling av ett efterfordon med hjälp av en på efterfordonet anbringad dragtapp, kallad King-pin.



Figur 6.4 Terminaltruck (TFK)

Terminaltruckar används vid hamnar, terminalverksamhet och industrianläggningar. Inom intermodala terminaler och hamnar är en huvuduppgift att förflytta påhängsvagnar. I Sverige förekommer terminaltruckar inom samtliga intermodala hamnterminaler samt vid de största intermodala terminalerna för omlastning mellan väg- och järnvägstransport. Terminaltruckar används ofta tillsammans med ytbunden hanteringsutrustning (se nedan).

6.2 Ytbunden utrustning – portalkran

Ytbunden hanteringsutrustning kännetecknas av att den kan förflytta gods inom en yta, eller ett område, som begränsas av utrustningens rörlighet i minst två definierade riktningar.

En portalkran, som även kallas blockkran eller brokran, består av en brokonstruktion uppställd på ben. Tillsammans bildar dessa delar en portal, som vilar på hjul som är åkbara på räls eller direkt på marken. Lyft sker via en löpvagn som rör sig längs bron. En portalkran kan vara rälsburen eller utrustad med luftgummihjul.

Portalkranar används främst vid stora intermodala terminaler och för tunga lastbärare (figur 6.5). För att kostnaden per hanterad enhet skall komma ned på samma nivå som vid truckhantering krävs en stor lastbärarmängd att hantera. I Sverige har nyinvesteringar i portalkranar, under senare år, endast skett i storstadsområdena Malmö, Göteborg och Stockholm.



Figur 6.5 Rälsburen portalkran (TFK)

Fördelar

- Klarar stora vidder i kombination med stora laster och långa åksträckor
- Miljöfördelar då de kan drivas elektriskt
- Klarar att arbeta över flera intilliggande spår med stora laster
- Lägre driftskostnader än dito för truck

Nackdelar

- Dålig flexibilitet
- Dålig sikt vid transport kan medföra olycksrisker
- Blockerar kranbanan vid driftsstörning
- Stor investeringskostnad

6.3 Jämförelse av prestanda hos hanteringsutrustning

Fördelen med teleskopbomtruckar är att lyftoket, som vanligen är av kombinationstyp, är fripendlande och kan roteras. Vidare kan oket flyttas framåt och bakåt genom indragning och utskjutning av bommen (teleskopering). Dessa truckar har på de flesta intermodala terminaler ersatt motviktstruckar med lyftstativ som bärare av kombinationsok. En nackdel vid gaffelhantering utgörs av bristande flexibilitet och rörelseförmåga hos lyftstativ. En orsak är att en truck som tar eller ställer en lastbärare måste köra an med större precision om den är försedd med ett vertikallyftstativ än om den är utrustad med teleskopbom och vridbart lyftok. Detta inverkar negativt på tidsåtgången för truckarnas hanteringsoperationer.

En del av terminalers effektivitet utgörs av hanteringstiderna dvs. kapaciteten per tidsenhet och hanteringsmaskin. I tidigare TFK-studier (Bark et al., 1990) samt (Bark et al, 2009) jämfördes traditionell gaffelhantering med hantering med kombinationsok. En förenklad tidsstudie visade här att gaffelhanteringen är avsevärt mycket snabbare.

Trucktyp	Gaffel	Kombinationsok (topplyftok)	Kombinationsok (griparmsok)
Indexerad tid	100	180	200

Tabell 6.1 Indexerad hanteringstid för olika hanteringsutrustningar

På större kombiterminaler och hamnar med järnvägsanslutning har i många fall reach-stackers anskaffats med kapacitet att hantera från spår 2 dvs. spåret bakom det spår närmast trucken vid hantering. I detta fall blir hanteringstiden ännu längre.

6.4 Jämförelse av kostnader för hanteringsutrustning

I tidigare studier har olika jämförelser av kostnader för intermodal hantering med olika typer av hanteringsutrustning genomförts (Nelldal et al, 2005). En svårighet har varit att bryta ned samtliga kostnader till någon form av självkostnad per hanterad lastbärare.

En studie indikerade att kostnaderna för att hantera ett växelflak eller en container med en reachstacker var dubbelt så hög som att hantera samma lastbärare med en gaffeltruck avpassad för lastbärare med en högsta bruttovikt på 16 ton. Vidare framgick att kostnaden för att hantera ett växelflak eller en container med en gaffeltruck avpassad för lastbärare med en maximal bruttovikt på 24 ton endast var hälften så stor som för att utföra hanteringen med en portalkran. Studien ger en tydlig indikation om att stora kostnadsreduktioner kan uppnås om lättare och mindre kostsam hanteringsutrustning kan användas vid intermodala transporter.

7 Analys

Övergångar mellan transportslag i olika noder såsom hamnar, flygplatser, terminaler samt övriga omlastningspunkter är en förutsättning för att vissa slags transportkedjor över huvud taget skall kunna utföras. För andra transportkedjor ges ett mervärde och en valmöjlighet i att kunna byta transportslag för att därigenom exempelvis sänka undervägskostnaderna, minska miljöpåverkan eller korta ledtiden.

Det kan även finnas underliggande mål och strävanden efter att fler övergångar skall både möjliggöras och genomföras utifrån politiska strävanden vilka till exempel kan utläsas i EUs vitbok. Vidare finns olika nationella miljömål. En vanlig hållning i dessa dokument är att en ökning av multimodala transporter förordas med tonvikt på överflyttning från väg till järnväg respektive sjöfart för de längre sträckorna. För Sjöfartsverkets samt Trafikverkets och dess föregångares del har det vidare handlat om att peka ut och prioritera noder i och kring vilka den statliga infrastrukturen skall förstärkas för att underlätta övergångar. En väsentlig fråga är hur etablerade transportköpare skall lockas att flytta över gods till sjöfart och järnväg utan att göra avkall på de krav som i regel ställs avseende transport- och ledtider samt tillförlitlighet samt att nya transportköpare skall lockas till dessa transportslag. En utmaning i detta ligger i kommande höjningar av banavgifter på järnväg samt svaveldirektivet för sjöfarten vilka kommer att höja undervägskostnaderna för dessa trafikslag.

Järnväg och sjöfart bedöms ha stora möjligheter att bidra till en sänkt energiförbrukning inom transportsektorn. Den främsta egenskapen hos dessa transportslag är att kunna sammanföra stora mängder gods på ett litet utrymme med god säkerhet. Nackdelarna bedöms emellertid överväga fördelarna för många transportköpare. Detta utifrån dagens logistiska krav.

Exempel på randvillkor för övergångar är att de är praktiskt och tekniskt genomförbara samt att totalkostnaden för ett transportuppdrag inte ökar i nämnvärd ordning. Övriga aspekter såsom ledtid, servicegrad och miljö inverkar också på konkurrenskraften för multimodala transporter och påverkar således definitionsbildningen avseende huruvida en godsövergång skall anses vara fungerande eller ej.

Definitionsmissigt för analysen kan fungerande respektive icke fungerande övergång sammanfattas som:

Fungerande övergång

Transportuppdrag kan fortgå och transportslag kan bytas utan att övergången inverkar negativt på den aktuella transportkedjan. En förändring av en tidigare multimodal transportkedja till att den omfattar ett transportslag (i vissa sammanhang benämnd unimodal transport) behöver inte innebära att övergången i sig är orsaken till den aktuella förändringen. En tidigare övergång mellan transportslag kan dessutom bestå men förändras till att endast utgöra övergång inom ett och samma transportslag. Övergången kan därför inte anses vara en bidragande orsak till att en förändring skett.

Icke fungerande övergång

Inom detta definierade område återfinns sannolikt både transportkedjor där en icke fungerande, eller ej möjlig, övergång föranlett att en övergång aldrig kommit till stånd dvs. att något beslut inte tagits om att skapa en multimodal transportkedja. När övergångar inte fungerar i befintliga multimodala transportkedjor finns ofta brister i övergången, till exempel

kapacitetsbrister, vilka helt eller delvis föranleder en förändring av transportkedjan till att innefatta andra/annat transportslag alternativt andra slag av övergångar.

7.1 Inverkande faktorer

Inom en viss övergång mellan godsslag finns ett antal direkta och indirekta faktorer som kan påverka valet och därmed också i viss mån vad som "fungerar".

- Kostnaden för övergången
- Totalkostnaden för en transportkedja och övergångens inverkan på denna
- Tidsåtgången för själva övergången samt den totala påverkan på ledtiden som övergången innebär, dvs. även tidsåtgång för att komma till och från övergången
- Anslutande infrastruktur
- Övergångens geografiska lokalisering i förhållande till anslutande infrastruktur
- Kvalitet på övergången (t.ex. flexibilitet, skadefrekvens och servicegrad)
- Miljöaspekter relaterade till övergången och dess inverkan på transportkedjan
- Övriga aspekter och mervärden
 - Uppställningsmöjligheter för järnvägsvagnar och väntande lastbilar, i anslutning till övergången
 - Säkerhet
 - Faciliteter/service
 - Underhåll av spårfordon såsom järnvägsvagnar
 - Lastbärare
 - Depåer för tomma lastbärare
 - Underhåll och inspektion
 - Strippning och stuffning
 - Informationssystem
 - Lastbilar – faciliteter för förare och fordon, t.ex. möjlighet att tanka

För övergångar till järnväg finns stora mervärden i att de har direkt närhet till elektrifierade spår och linjer alternativt att angöring med ellok kan ske utan att växling med diesellok krävs. En generell barriär avseende främst järnvägstransporter i jämförelse med lastbilstransporter kommer av järnvägens större kapacitet. Den kan bidra till en ökad förseningskostnad och ökad störningskänslighet, speciellt när en stor mängd gods för en enstaka kund som finns på ett och samma tåg drabbas. Motsvarande risk för att ett stort antal lastbilar med samma godsmängd vid samma tillfälle skall bli försenade är liten. Vidare inverkar de många stegen i en intermodal och/eller multimodal transportkedja till en ökad känslighet. Eftersom någon egentlig kapacitetsbrist inte råder i sjöfartens farleder blir samlade volymer och förseningseffekter inte lika betydande som på järnvägen.

7.2 Multimodala övergångar

De studerade multimodala exemplen visar på vitt skilda typer av transportuppdrag som bestått av olika transportslag och därmed förutsättningar för övergångar.

För skogsindustrin har rundvirkestransporterna visat hur en överflyttning kan initieras där det är motiverat, främst med anledning av de volymer som transporteras, och även utifrån de aktuella transportavstånden. Rundvirkesterminaler har tillkommit i vissa områden samtidigt som en koncentration skett inom vissa etablerade områden. Detta har skapat

möjlighet till större samlade järnvägsflöden. Pappers- och massaindustrin använder järnväg för både inflöde av rundvirke och flis respektive utleveranser av färdigvaror.

På sågverkssidan är järnvägstransporter och multimodala transportupplägg mindre vanliga än vad de är för pappers- och massaindustrin. Inleveranser av rundvirke i multimodala system förekommer främst för ett antal sågverk längs Norrlandskusten som tillsammans med pappers- och massaindustrier är anslutna till multimodala systemtågsupplägg. En begränsad del av utleveranserna av sågade trävaror sker på järnväg. Tidigare har upplägg med omlastning av sågade trävaror från mindre och medelstora sågverk, till järnväg från lastbil vid omlastningsterminaler, organiserats. Dessa upplägg har emellertid inte varit så långlivade och utgör därmed exempel på icke fungerande multimodala övergångar.

Järnvägstransporter av flis för massatillverkning, vilket är en viktig biprodukt för sågverken, förekommer på järnväg men är varken vanligt eller ingår i multimodala transportupplägg. Utvecklingen går i viss mån mot allt större sågverk vilket torde öka möjligheten att kostnadseffektivt transportera både sågade trävaror och flis på järnväg.

Övergångar relaterade till petrokemisk industri har sannolikt mindre möjligheter till ökad andel järnväg, eftersom sjöfart redan står för en stor andel. Starka skäl till den nuvarande strukturen understryks av sändningsstorlekar i inleveranserna av råolja vilket gör att endast sjöfart är av intresse. Utleveranser från raffinaderier sker i stor omfattning med sjöfart och för inrikesleveranser finns sedan lång tid god möjlighet till mellanlagring i ett stort antal svenska hamnar vilket ger goda möjligheter till stora sändningsstorlekar med fartyg. Den svenska befolkningsstrukturen med hög andel av befolkningen boende i områden nära kusten, eller stora sjöar med insjöfart, gör dessutom att distributionstrafiken kan ske på korta genomsnittliga avstånd där vägtransport är det mest flexibla och kostnadseffektiva alternativet. I hamnstrategiutredningen (SOU 2007:58, 2007) uppgavs att branschen strävar efter ökad andel järnvägstransporter. Ett exempel i sammanhanget är flygbränsle vilket utgör ett stort samlat flöde till en punkt i inlandet. Där kan järnvägen vara kostnadseffektiv. Andra utvecklingsmöjligheter för järnväg kan vara att köra järnväg direkt från raffinaderier och på så vis samla större flöden och sprida dem, exempelvis med hjälp av vagnslastsystemet, till företrädelsevis inlandet där avståndet mellan hamnar och/eller oljedepåer är förhållandevis stort. Fördelen skulle vara kortare ledtider jämfört med sjöfarten. Inledningsvis kan detta vara aktuellt för kunder som kan ta emot petrokemiska varor direkt från järnvägs-vagn eller distribuera från järnvägsvagn via pipeline/rörsystem och därför undvika omlastning till lastbil.

Fordonsindustrin använder i stort sett alla transportslag förutom flyg, de svenska tillverkarna skiljer sig dock i de interna transporterna av egentillverkade delsystem/komponenter där Volvo utmärker sig med ett eget systemtågsupplägg som egentligen inte är multimodalt annat är för lastbilshytter, vilka körs en delsträcka på väg i Umeå. Resterande hantering sker internt på industriområden. Volvos incitament att driva en järnvägsspendel är dock större med anledning av att de har en fabrik i Gent, Belgien. Import och export av färdiga fordon sker på land med både väg och järnväg och omlastningspunkterna är främst koncentrerade till de specialiserade fordonshamnarna. Vid distribution från dessa punkter, över längre avstånd, används järnväg i viss utsträckning.

Dagligvarubranschen domineras aktörmässigt av tre företag, ICA, Coop och Axfood, vilka främst transporterar på väg. Coop har dock överfört en del av sina transporter till järnväg i en intermodal lösning för flödet Skåne – Mälardalen – Småland - Skåne. Orsakerna till dagens

struktur och brist på övergångar mellan transportslag har många och inte alltid entydiga orsaker. En vanlig avropskvantitet är en helbil dvs. en 24 alternativt 25,25 meters lastbil, med en lastkapacitet av i storleksordningen 40 ton. Denna kvantitet är svår att anpassa till intermodala transporter då ett intermodalt modulfordon innebär att två olika stora lastbärare, växelflak och semitrailer, skall hanteras. Detta skapar en kulturell tröghet som även förstärks av att många inleveranser sker fritt levererade till lager och där kvantiteten ofta är helbil enligt definitionen ovan.

En del i Coops satsning på intermodala transporter för inkommande varor var därför att minska avropskvantiteterna för helbil, från motsvarande 40 ton, till en semitrailers lastförmåga, dvs. ca 25 ton. Vidare köps flertalet varor idag fritt leverantör, istället för inkluderad transport till de egna lagren.

Därtill är det i många fall önskvärt att kunna dubbelställa lastpallar och/eller rullburar på höjden vilket inte alltid är möjligt i intermodala lastbärare, enligt europeiska dimensioner. I Coops fall innebär detta att deras semitrailrar gjorts något högre än andra semitrailrar som går i intermodal trafik. Samtidigt har lastpallar som lastas gjorts något lägre än innan. Det är även svårt att på ett rationellt och effektivt sätt anpassa en intermodal transportlösning till både inleveranser och distribution. Det tidigare kundpilotsystemet Dalkullan (se avsnitt 3.5.1) var anpassat för distribution vilket försämrade den genomsnittliga fyllnadsgraden medan Coops upplägg främst är anpassat för inleveranser och därmed inte var optimerat för distribution. Ett tekniskt hinder är också att spåranslutningar i många fall slopats och vid nybyggnation inte alls installerats vilket försvårar för järnvägslösningar.

7.3 *Intermodala övergångar*

En orsak till den begränsade andelen intermodala transporter utifrån transportmarknaden som helhet är att erbjudandet betraktas som begränsat avseende relationer, frekvens och flexibilitet/tillgänglighet till terminaler, bland annat avseende öppettider (Nelldal, B.-L. & Sommar, R. , 2010). För att kunna förbättra erbjudandet i dessa avseenden anses marknaden behöva växa. Vidare pekas en längre ledtid för intermodala lösningar ut som försvårande för konkurrenskraften, en förklaring som ges är att terminaler (övergångarna) är starkt bidragande till detta faktum. Terminalerna är, förutom att de är tidskrävande i transportkedjan, även dyra i drift vilket förklaras av en sned prisbild med samma lyftkostnad för semitrailrar som för övriga lastbärare, den förstnämnda är dimensionerande och bidrar därför till högre anläggnings- och driftkostnader, men utan att "betala för sig". Ur ett europeiskt perspektiv är det dessutom endast en liten andel av dessa möjliga att lyfta på järnväg. Därmed krävs andra lösningar vilka ännu inte etablerats. Ett förslag till att vidga marknaden är att införa mer linjetrafik med undervägsstopp vilket ökar yttäckningen i uppläggen. De som använder intermodala transporter upplever dock att priserna är lägre än för renodlade vägtransporter, vidare upplevs både punktlighet och skaderisk vara låg.

En ökad etablering av fler intermodala terminaler inom samma geografiska upptagningsområde försvårar den långsiktiga konkurrenskraften. Detta ger utspridning av volymerna på fler terminaler och därmed möjligen färre anslutningar till och från den enskilda terminalen. Denna uppkomna situation är dock relativt ny varför de långtgående konsekvenserna är svåra att förutspå. Då marknaden är avreglerad är det dessutom svårt att peka ut åtgärder för att minska en ökad överetablering av terminaler. Detta försvåras ytterligare av att ägarförhållanden skiftar mellan privata, kommunala och statliga aktörer (även kombina-

tioner av dessa). I sammanhanget finns många gånger en övertro på intermodala terminaler och dess följd effekter för det lokala näringslivet.

Förutom att semitrailern är dimensionerande lastbärare för hanteringskapaciteten finns det även en lyftmässig företeelse som ytterligare fördyrar hanteringen och det är eventuella behov av att vid truckhantering kunna lyfta från "spår 2" dvs. det spår som ligger bakom det spår som är närmast hanteringsutrustningen. Detta fordrar större, dyrare och tyngre truckar samtidigt som denna typ av hantering blir betydligt mer tidskrävande, om än mer yteffektivt än att bygga större hanteringsytor.

Samtidigt som en intermodal transportkedja ofta framhålls som mer hållbar än en renodlad vägtransport är det viktigt att beakta bidraget från terminalhanteringen vid en intermodal övergång som en långt ifrån försumbar del av hela transportkedjans energiförbrukning och miljöpåverkan. Lyft på och av järnvägsvagn kan motsvara ungefär 10-15 km transport med ett fjärrekipage på väg (Bark et. al, 2008). Därtill är även anslutningstransporten en viktig faktor både avseende miljöpåverkan och kostnad.

7.4 *Avsaknad av statistik*

Ett generellt problem i en analys av detta slag är det bakomliggande statistikunderlagets upplösning, av hänsyn till uppgiftslämnarna utelämnas viktig information för att analysen skall erhålla önskad kvalitet.

7.5 *Slutsatser*

Det är ofta svårt att bedöma huruvida olika randvillkor avseende godsövergångar är uppfyllda och att en konkurrensneutralitet råder mellan trafikslagen. Olika trafikslag och kombinationer av dessa har rent principiellt olika grundläggande prestanda avseende de olika parametrar som är mätbara. Vanligen handlar det om vad som värdesätts och kvantifieras på olika sätt. Flera utredningar pekar ut transportkostnaden som en starkt bidragande faktor till varför en viss transportkedja väljs. I en kombinerad transportkedja, med övergångar, är övergången mellan transportslagen en kostnadspost som inte kan negligeras.

Anslutande kapacitetsparametrar, dvs. infrastrukturens kapacitet och egenskaper till och från olika överföringspunkter och noder har exempelvis behandlats i flertalet utredningar och analyser (Banverket, 2008, Trafikverket, 2012). Exempelvis understryks i dessa utredningar att de prioriterade hamnarna och terminalerna tappar konkurrenskraft om det anslutande vägnätet är överbelastat. De järnvägsrelaterade faktorerna som berörs är, förutom anslutande kapacitet på järnvägsnätet, att mervärden kan skapas med rundgångsmöjligheter för lok, tillgång till rangerlok alternativt elektrifierade spåranslutningar till terminalernas lastnings-/lossningsspår, uppställningsspår samt tillgång till reparationskapacitet av vagnar.

8 Referenser

Tryckta referenser

- Andersson, E., Berg, M., *Järnvägssystem och spårfordon del 1: Järnvägssystem*, Kompendium, KTH Järnvägsteknik, Stockholm, 2003
- Banverket, Vägverket, Sjöfartsverket, Luftfartsstyrelsen, *Nationell Godsanalys*, 2008
- Bark, P., Johansson M, Strandberg T, Victor O, Effektiva kombiterminaler – Tekniska lösningar för Transport och hantering av enhetslastbärare, TFK-rapport 1990:2, Stockholm, 1990
- Bark, P., *Materialhantering*, TFK-rapport 2002:8, Stockholm, 2002
- Bark, P., Jonsson, R, Nelldal, B-L, *Temastudie - Intermodala komponenter - System, utrustning, metoder och miljö*, TFK-rapport 2008:2, TFK/KTH, Stockholm, 2008
- Bark, P., Skoglund, M., Utveckling av nytt system för gaffelhantering av intermodala lastbärare, TFK-rapport 2009:4, Stockholm, 2009
- Bark, P., Troeng, U., Storhagen, N.G., *Långsiktigt hållbara transportlösningar för dagligvarusektorn*, TFK-rapport 2011:7, Stockholm, 2011
- Bergqvist, R., Falkemar, G., Woxenius, J., *Etablering av kombiterminaler*, Meddelande 124, ISSN 0283-4421, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg, 2007
- Bookbinder, J. H., Jeong, S. J., Lee, C.G., *The European freight railway system as a hub-and-spoke network*, Transportation Research part A: Policy and Practice, 41(6), Juli 2007, Sidnr. 523 – 536, 2007
- Bory, M.-P., *Air-Rail Intermodality: Optimizing Airport Capacity*, Japan Railway & Transport Review, Japan Railway & Transport Review No. 19 (sidnr. 28–29), 1999
- Boverket, Vad händer med kusten? – Erfarenheter från kommunal och regional planering samt EU-projekt i Sveriges kustområden, Karlskrona, 2006
- Bärthel, F., Woxenius, J., *The Dalecarlian Girl - Evaluation of the implementation of the Light-combi concept*, Paper presented at the AGS (Alliance for Global Sustainability) Annual Meeting, University of Tokyo, 24-27 March, 2003
- Forssén, G., *Kommunala flygplatser har betydelse*, Transport & Logistik idag, nr. 9, Lidingö, 2011
- Givoni, M., Banister, D., *Role of the Railways in the Future of Air Transport*, Transportation Planning & Technology, Volume 30, Issue 1, sidnr. 95-112, 2007
- Handelns Utredningsinstitut (HUI), *Branschfakta 2010*, ISSN 1102-1867, Stockholm, 2010
- Jensen, A., *Kombinerade transporter i Sverige: system, ekonomi och strategier*, TFB-rapport 0282-8014, ISBN 91-87246-19-8, Stockholm, 1987
- Jensen, J., Bark, P., Storhagen N., *Hållbara intermodala transporter av dagligvaror*, TFK-rapport 2011:5, Stockholm, 2011
- Jonsson, R., Ölund, A., Pendeltrafik med flyggods på järnväg – En systemansats med omlastningsproblematik i fokus, TFK-rapport 2011:8, Stockholm, 2011
- Lumsden, K., *Logistikens grunder*, Studentlitteratur, Lund, 2006

- Nelldal, B.-L., Bark, P., Wajzman, J., Troche, G., *Effektiva tågssystem för godstransporter – Underlagsrapport - Konkurrenskraftiga kombitransportsystem*, Rapport 0513, KTH Järnvägsgruppen, Stockholm, 2005
- Nelldal, B.-L., Sommar, R., *Utvärdering av intermodala transportkedjor – Sammanfattning 2010-06-01*, KTH Avdelningen för trafik och logistik, Stockholm, 2010
- Näringsdepartementet, Regeringens proposition 2005/06:160, *Moderna transporter*, Näringsdepartementet, Stockholm, 2006
- SIKA, *Bantrafik 2000-2001*, Stockholm, 2003
- SIS – Allmänna Standardiseringsgruppen Tekniska nomenklaturcentralen, *Transportordlista*, TNC 93, Stockholm, 1992
- Sjöfartsverket, *Sjöfartens utveckling 2010 – Sektorsrapport*, Norrköping, 2011
- Skogsstyrelsen, *Skogsstatistisk årsbok 2011*, Jönköping, 2011
- SPBI - Svenska Petroleum & Biodrivmedel Institutet, *SPBI Branschfakta 2011*, Stockholm, 2011
- Statens offentliga utredningar, *Hamnstrategi – strategiska hamnoder i det svenska godstransportsystemet*, SOU 2007:58, ISBN 978-91-38-22791-6, Stockholm, 2007
- Statens offentliga utredningar, *Strategiska godsnoder i det svenska transportsystemet – ett framtidsperspektiv*, SOU 2007:59, ISBN 978-91-38-22792-3, Stockholm, 2007
- Storhagen, N., Bärthel, F., Bark, P., *Intermodala transporter av dagligvaror*, TFK-rapport 2008:3, Stockholm, 2008
- Storhagen, N., *Logistik: grunder och möjligheter*, Malmö, 2011
- Stubbs, J., Jegede, F., *The integration of rail and air transport in Britain*, Journal of Transport Geography, Volume 6, Issue 1, Mars 1998, Sidnr. 53–67, Derby Storbritannien, 1998
- Trafikanalys, *Bantrafik 2010*, Statistik 2011:24, Stockholm, 2011a
- Trafikanalys, *Lastbilstrafik 2010*, Statistik 2011:7, Stockholm, 2011b
- Trafikanalys, *Luftfart 2010*, Statistik 2011:6, Stockholm, 2011c
- Trafikanalys, *Sjöfart 2010*, Statistik 2011:8, Stockholm, 2011d
- Trafikanalys, *Utländska lastbilstransporter i Sverige 2007–2008*, Stockholm, 2011e
- Trafikverket, *Bristanalys av kapacitet och effektivitet i transportsystemet – kapacitetsutredningens bristanalys till och med år 2025*, Borlänge, 2012
- Transportindustriförbundet, *Intermodala transporter 2009*, Stockholm, 2009
- Volvo Lastvagnar, *Nya godsbangården ett stort lyft*, Hytten, nr. 4 2010, Umeå, 2010
- Woxenius, J., Henriksson, A., Sjöstedt, L., *Handbok för lastbärarval*, Rapport för Rail Combi AB, Stockholm, 1995
- Woxenius, J., *Intermodala transporter och SJ/Green Cargos utvecklingsprojekt Lättkombi*, Institutionen för transportteknik, Chalmers tekniska högskola, Meddelande 117, Göteborg, 2003
- Ölund, A., *Flexibla ledtider för intermodala transportlösningar*, TFK-rapport 2011:9, Stockholm, 2011

Muntliga källor

Bengt Westman, A Flygbränslehantering AB (AFAB), 2012

Svensk Sjöfartstidning, 2012

Ej tryckta referenser

Green Cargo, Nya fliscontainrar till Korsnäs-Gävle, tillgänglig:

<http://www.greencargo.com/sv/Pressrum/Nyheter/Nyhetsarkiv/Nya-fliscontainrar-till-Korsnas-Gavle-/>, (2012-03-30)

Göteborgs Hamn, tillgänglig:

<http://www.goteborgshamn.se/Nyhetsrummet/Nyhetsartiklar/Goteborgs-Hamn-skapar-betygssystem-for-inlandsterminaler/> (2012)

SCB, Export och import av varor fördelade på länder, tillgänglig:

http://www.scb.se/Pages/TableAndChart____142265.aspx, (2012)

Skogforsk, *Skogsencyklopedin*, tillgänglig:

"<http://www.skogforsk.se/sv/KunskapDirekt/Skogsencyklopedin/>", (2012-02-14)

SPBI – Svenska Petroleum & Biodrivmedel Institutet, *Oljans värld*, tillgänglig:

<http://spbi.se/wordpress/wp-content/uploads/2010/09/Oljansvarld.pdf>, (2012-03-30)

Svensk Åkeritidning, *På spåret – med Hector Rail*, publicerad 2010-10-27, tillgänglig:

<http://www.akeri.se/svensk-akeritidning/artiklar/pa-sparet-med-hector-rail>, (2012-04-13)

Thorén, S.-G., Föredrag vid "Baltic Intermodal Session" 2011-12-01, tillgänglig:

http://www.baltic-press.com/btj.baltic.intermodal.session.2011_p.gothenburg.stig.thoren.pdf (2012-04-26)

Transportgruppen, *Hamnstatistik - Trafiken helåret 2010 jämfört med 2009*, tillgänglig:

<http://www.transportgruppen.se/templates/Page.aspx?id=49581>, (2012-03-30)



TFK – TransportForsk AB
Telefon: 08 – 652 41 30
Epost: info@tfk.se
Besöksadress: Warfvinges väg 29
Postadress: 112 51 STOCKHOLM
Internet: www.tfk.se