



Godstrafik på järnväg

– åtgärder för ökad kapacitet på lång sikt

Underlagsrapport till statens offentliga utredning om fossilfri fordonstrafik

Oskar Fröidh

TRITA-TSC-RR 13-003

ISBN 978-91-87353-08-6

KTH Arkitektur och samhällsbyggnad
Avd för Trafik och Logistik
100 44 Stockholm

www.kth.se/abe

Förord

Utredningen om fossilfri fordonstrafik (populärt kallad FFF-utredningen, N 2012-05) är en statlig utredning (SOU) med syfte att presentera möjliga åtgärder för att få transportsektorn oberoende av fossila bränslen till år 2030. Tanken är att Sverige år 2050 ska ha en hållbar och resurseffektiv energiförsörjning utan nettoutsläpp av växthusgaser i atmosfären. Det är ambitiösa mål som måste konkretiseras i åtgärder och en färdplan även för järnvägsnätet som en betydelsefull del i transportsystemet.

KTH Järnvägsgruppen har tidigare arbetat med forskning och utveckling av effektiva tågssystem för godstransporter. Tidigare forskning och utredningar pekar på att systemfrågorna har en väsentlig roll för att få attraktiva, kostnadseffektiva och miljömässigt bra lösningar för ökad kapacitet och därmed möjlighet att transportera mer gods på järnväg.

Den statliga utredningen om fossilfri fordonstrafik har därför gett KTH Järnvägsgruppen i uppdrag att framställa en underlagsrapport om kapacitet för ökade godstransporter på järnväg. Kontaktperson på utredningskansliet är Jonas Westin. Synpunkter på innehållet i utkast under arbetets gång har förutom från Jonas Westin också bibringats från regeringens särskilde utredare Lars B. Johansson och huvudsekreterare Per Kågeson vid utredningskansliet.

Vid KTH Järnvägsgruppen har framför allt Bo-Lennart Nelldal, Hans Boysen, Anders Lindfeldt och Jennifer Warg vid avdelningen för trafik och logistik, samt Olov Lindfeldt, tidigare vid avdelningen trafik och logistik men numera Vectura, bidragit med värdefullt material om godstrafik och kapacitet i detta uppdrag.

För rapportens innehåll svarar författaren.

Stockholm i juni 2013

Oskar Fröidh

Innehåll

Förord	3
Innehåll	4
Sammanfattning	7
1. Bakgrund	11
1.1 Utredningen om fossilfri fordonstrafik	11
1.2 Avgränsning	11
1.3 Syfte	11
1.4 Fossilfri järnvägstrafik	12
2. Tidigare utredningar om kapacitet	13
2.1 Trafikverkets kapacitetsutredning 2012	13
2.2 Åtgärdsplaneringen och Nationell Transportplan 2014-2025	14
2.3 Kapacitetsanalys av järnvägsnätet i Sverige	14
2.4 Godsflöden på järnväg	16
2.5 Danmark och Tyskland	17
2.6 Godskorridorer	19
3. Planering av åtgärder	21
3.1 Måluppfyllelse	21
3.2 Åtgärdsplanering enligt fyrstegsmodellen	21
3.3 Banavgifter och andra styrmedel	22
3.4 Beläggningsgrad	22
4. Ökad kapacitet på järnvägen	23
4.1 Kapacitetens dimensioner	23
4.2 Kapacitet på enkelspår	24
4.3 Kapacitet på dubbelspår och fyrspår	28
4.4 Kraftförsörjning och energiförbrukning	34
5. Järnvägens infrastruktur	35
5.1 Godskorridorer	35
5.2 Standardfaktorernas betydelse	36
5.3 Godsvagnar och bromsegenskaper	37
5.4 Axellast och bärighet	38
5.5 Lastprofil (referensprofil)	40
5.6 Tåghastighet	41
5.7 Längre och tyngre godståg	45
5.8 Signalsystem och trafikledning	50
5.9 Enkelriktning och tidtabellsplanering	52
5.10 Robusthet och sårbarhet	55
6. Kapacitetsökning av olika åtgärder	61
6.1 Generella kapacitetseffekter	61
6.2 Transportkapacitet med åtgärder enligt NTP 2010-2021	62
6.3 Förslag till åtgärder för ökad kapacitet 2030	68

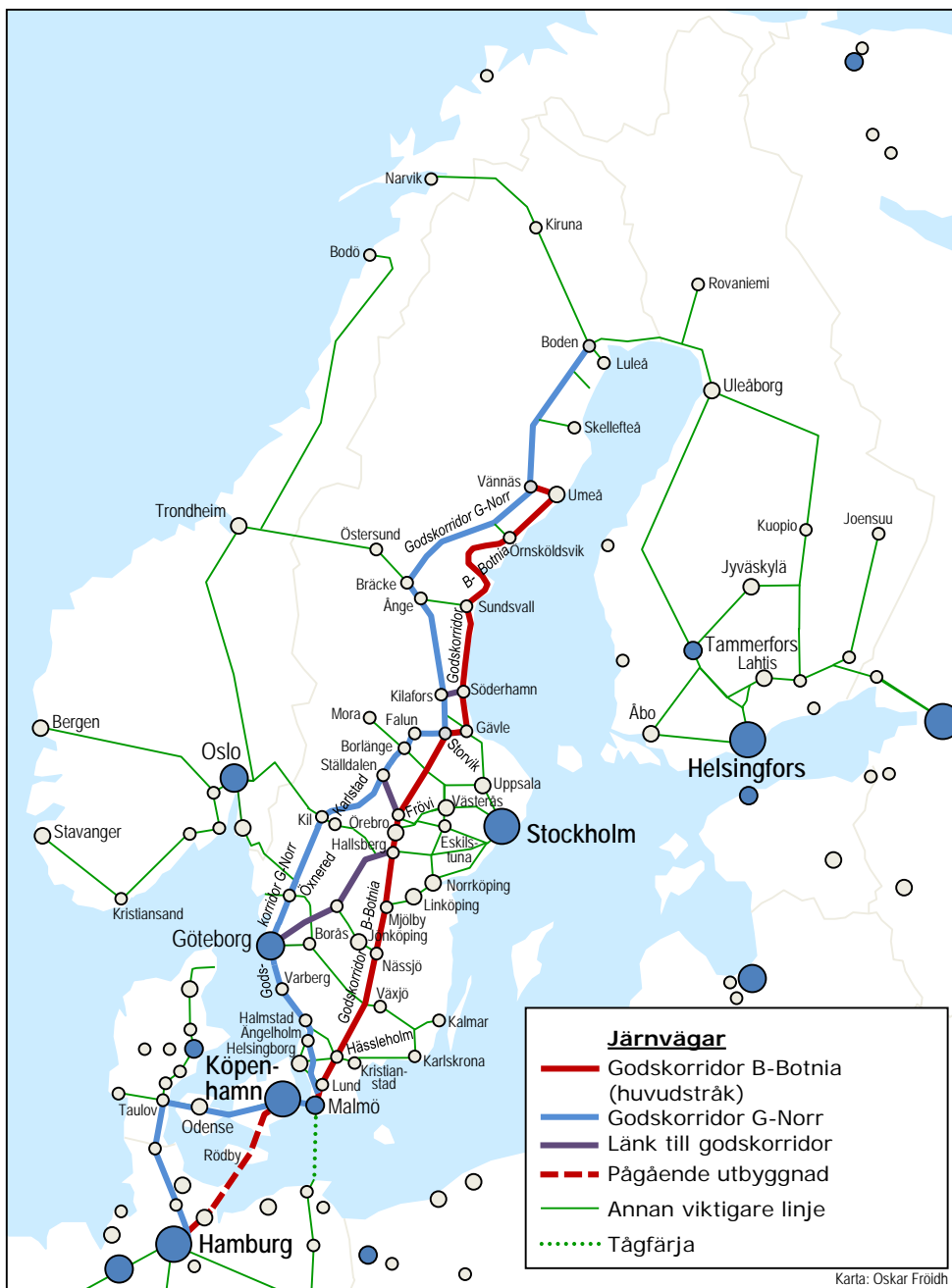
6.4 Förslag till åtgärder för ökad kapacitet 2050	71
6.5 Sammanfattning av åtgärderna	72
7. Ekonomi i åtgärderna.....	75
7.1 Investeringar för längre godståg	75
7.2 Jämförelse av strategier	78
7.3 Genomförande och intressenter.....	81
7.4 Strategisk nybyggnad	82
8. Diskussion och slutsatser	83
9. Referenser och litteraturförteckning	86
Bilaga 1. Persontåg i godskorridorerna	88
Bilaga 2. Transportkapacitet 2010	89
Bilaga 3. Transportkapacitet 2030 med åtgärder enligt NTP	90
Bilaga 4. Transportkapacitet 2030 med ytterligare åtgärder	91
Bilaga 5. Transportkapacitet 2050	93
Bilaga 6. Mötes- och förbigångsstationer för godstrafik 2013	95

Sammanfattning

Mera godstrafik möjlig

Analysen av kapacitet för godstrafiken visar att det går att transportera betydligt mer gods på järnväg än vad som sker i dag och vad som beräknas i Trafikverkets basprognos (det vill säga med nu pågående eller budgeterade infrastrukturprojekt klara) för 2030 och 2050.

Godstrafiken kommer dock att få minskat utrymme på spåren genom att persontrafiken expanderar. Det finns olika åtgärder som kan övervägas för att klara godstrafiken enligt basprognosen i framtiden, och ytterligare tänkbara åtgärder för att den ska kunna öka i godskorridorerna med 50 % respektive 100 % utöver basprognosen.



Figur 1. Godskorridorerna B–Botnia (huvudstråk) och G–Norr i analysen, med några sammanbindande länkar. Många andra banor har också stor betydelse för godstrafiken men ingår inte i analysen i detta skede, bland annat Malmbanan, förbindelser till Stockholmsområdet och till Norge.

Det är värdefullt för godsmarknaden att ha flexibilitet att ändra i avgångs- och ankomsttider och logistikupplägg med kort varsel. Flexibiliteten minskar dock kraftigt vid högt kapacitetsutnyttjande, samtidigt som kvaliteten och punktligheten sjunker och störningarna ökar. Det innebär att planeringsmålet måste vara att planera för en viss teoretisk överkapacitet i syfte att få godstrafiken på järnväg mer attraktiv för transportköparna.

Åtgärder för ökad godstrafik

I de viktiga nord-sydliga godskorridorerna finns det utrymme för ökad transportkapacitet. Målet bör vara att transportkostnaderna ska minska samtidigt med kapacitetsåtgärderna eftersom många transporter är priskänsliga. De åtgärder som föreslås är dels en teknisk harmonisering med grannländerna för den utrikes godstrafiken, dels ökad transportkapacitet med åtgärder såväl i planeringen av trafiken (tidtabellen), förbättrade lok och vagnar samt i investeringar i infrastrukturen. Åtgärderna genomförs på olika lång tidshorisonter fram till mållåren 2030 respektive 2050. I vissa fall handlar det om att välja en högre teknisk standard vid reinvesteringar och nyinvesteringar, i andra fall om tillkommande åtgärder för att få ett bättre godstrafiknät.

De åtgärder som föreslås ("steg" syftar på Trafikverkets fyrstegsprincip för planering) är bland annat:

- Förändrade bromsregler för längre godståg och högre hastigheter (steg 2)
- Enkelriktning av godstrafiken Storvik–Vännäs vissa tider (steg 2)
- Högre hastigheter för godståg på banor med hög persontrafikbelastning (steg 2)
- Längre och tyngre godståg inklusive förlängda mötes- och förbigångsstationer och bangårdar (steg 2 och 3)
- Ökad axellast och bärighet (meterlast) (steg 3)
- Större lastprofil (steg 3)
- Trafikstyrningssystemet ERTMS (ETCS) nivå 3 med flytande block utvecklas och ersätter nu aktuella nivå 2 före år 2040 (steg 3)
- Nya mötesstationer och dubbelspårutbyggnad (steg 4)

Även kraftförsörjningen är viktig men antas ingå i samtliga alternativ upp till en nivå att den inte utgör någon begränsning. För att uppnå en högre flexibilitet och bättre punktlighet behöver också antalet fel på bana och tåg reduceras genom bättre förebyggande underhåll. Effekterna av åtgärderna är högre transportkapacitet och lägre transportkostnader med godståg.

Längre och tyngre godståg

Den mest effektiva åtgärden för att radikalt öka kapaciteten för godstransporter och som dessutom ger lägre transportkostnader är att öka tåglängderna. Idag är upp till 630 m långa godståg vanligt i godskorridorerna som en äldre standard, men sedan 1990-talet har mötes- och förbigångsspår och bangårdar anpassats för 750 m långa godståg vid om- och nybyggnad. Från 2012 medges 835 m långa godståg mellan Köpenhamn och Hamburg, medan både Öresundsförbindelsen och Fehmarn Bält (öppnas 2021) dimensioneras för 1000 m långa godståg. Den svenska standarden är följaktligen redan omsprungen och behöver därmed omprövas av kostnads- och kapacitetsskäl.

Det finns tekniska möjligheter att öka tåglängderna genom ändringar i bromsreglerna och i signalsystemet. En lämplig standard kan därför vara 1000 m som överensstämmer med korridoren genom Danmark till Tyskland. Genom att koppla ihop två godståg (2x1000 m) vinner man ytterligare kapacitet och kan använda samma längdmodul. En successiv ombyggnad av mötesstationerna till långa stationer för godstrafiken ökar kapaciteten radikalt. Med längre godståg och vissa dubbelspårutbyggnader som framför allt behövs för persontrafiken kan godstrafiken på järnväg expandera trots att persontrafiken tar allt mer kapacitet.

Tillkommande infrastrukturinvesteringar

För att åtgärda dagens och framtida kapacitetsbrister med infrastrukturåtgärder krävs stora investeringar redan i basscenariet (se tabell 1). Om godskorridorerna ska kunna klara 50 % respektive 100 % mer gods utöver Trafikverkets basprognos till år 2030 och 2050 krävs ytterligare infrastrukturinvesteringar. I analysen föreslås förlängning av godstågen upp till 1000 m vid 50 % ökning och 2x1000 m vid 100 % ökning av transportkapaciteten. Merkostnaden för detta utöver basscenariet bedöms till totalt 46 miljarder respektive 54 miljarder kr under perioden 2015-2050. Resultatet visar att marginalkostnaden för en ökning från 50 % till 100 % mer gods utöver basprognosen följaktligen blir relativt liten, 8 miljarder kr. Det beror på att långa tåg på 2x1000 m är en mer kostnadseffektiv lösning än kortare tåglängd (1000 m) för att säkra kapacitet för godstrafiken i godskorridorerna. Det går också att välja den längre tåglängden vid mindre kapacitetsökningar än 100 % vilket då skulle kunna ersätta vissa nya mötesstationer och dubbelspårsetapper i förslaget. Någon analys utöver denna indikation har inte gjorts men med ett systemperspektiv är sannolikt dagens standard på 750 m kortare än ekonomiskt optimal godståglängd.

De viktigaste slutsatserna av analysen

- Persontrafiken på järnväg bedöms öka så mycket till 2030 och 2050 att godstrafiken i framtiden får färre tåglägen, särskilt dagtid
- De största investeringarna ligger i att med infrastrukturåtgärder minska dagens och framtida tillkommande kapacitetsproblem
- Standardfaktorer, som högre axellaster och större bärighet (meterlast), större lastprofil och längre och tyngre godståg är väsentliga för att öka effektiviteten och minska energiförbrukning och transportkostnaderna
- För att klara ytterligare godstrafik utöver basprognosen (+50 % respektive +100 %) krävs tillkommande investeringar som bedöms till 46-54 miljarder kr under perioden 2015-2050
- De tillkommande investeringarna (för +50 % respektive +100 % ökad godstrafik) omfattar främst förlängda mötes- och förbigångsspår och bangårdar för 1000 m respektive 2x1000 m tåglängd samt vissa dubbelspårsetapper
- Bedömningarna visar att de extra långa godstågen (2x1000 m) ger mest kapacitet per investerad krona och att det vid fullständig utbyggnad skulle finnas kapacitet för mer än 100 % ökning av transportkapaciteten
- Dagens svenska standard med upp till 750 m tåglängd är sannolikt kortare än optimal godståglängd och skulle behöva omprövas till förmån för längre godståg.

Tabell 1. Infrastrukturåtgärder för ökad transportkapacitet

År	Enligt prognoser	Åtgärder för radikalt utökad transportkapacitet	
	Bas+0	Bas+50 % (utöver Bas+0)	Bas+100 % (utöver Bas+0)
2020	<p>Generella åtgärder ERTMS (ETCS) nivå 2 klart Malmö–Hallsberg 750 m tåglängd på dagen, 835 m på natten Malmö–Göteborg och Malmö–Hallsberg Snabbare godståg Malmö–Hallsberg och Hallsberg–Göteborg Enkelriktad godstrafik Storvik–Vännäs i båda godskorridorerna vissa tider 25 tons axellast och 8,3 ton/m i godskorridorerna Referensprofil SEc i godskorridorerna</p> <p>Vissa nya mötesstationer Frövi–Storvik Mellerud–Kil</p> <p>Dubbelspår Ockelbo-Kilafors (två återstående etapper)</p>	<p>Vissa nya mötesstationer Ängelholm–Malmö</p> <p>Dubbelspår Frövi–Storvik (etapp 1) Degerön–Hallsberg (obrutet; återstående etapp)</p>	<p>Vissa nya mötesstationer Ängelholm–Malmö</p> <p>Dubbelspår Gävle–Sundsvall (etapp 1) Frövi–Storvik (etapp 1) Degerön–Hallsberg (obrutet; återstående etapp)</p>
2030	<p>Generella åtgärder ERTMS (ETCS) nivå 2 klart i godskorridorerna 750 m tåglängd Hallsberg–Umeå och Hallsberg–Göteborg</p> <p>Vissa nya mötesstationer Umeå–Vännäs Sundsvall–Härnösand–Västeråsby Borlänge–Ställdalen</p> <p>Dubbelspår Gävle–Sundsvall (etapp 1) Frövi–Storvik (etapp 1) Öxnered–Skålebol Degerön–Hallsberg (obrutet; återstående etapp) Lund–Malmö (obrutet; återstående etapp)</p>	<p>Generella åtgärder 1000 m tåglängd i hela godskorridorerna</p> <p>Vissa nya mötesstationer Storvik–Ramsjö(-Ånge) Mellerud–Kil (ytterligare)</p> <p>Dubbelspår Sundsvall–Härnösand (etapp 1 som också reducerar maxlutningar) Gävle–Storvik (etapp 1) Frövi–Storvik (etapp 2)</p>	<p>Generella åtgärder 2x1000 m tåglängd i hela godskorridorerna (etapp 1/2)</p> <p>Vissa förlängda mötesstationer utöver 1/2 Storvik–Ramsjö(-Ånge)</p> <p>Dubbelspår Vännäs–Umeå (etapp 1) Sundsvall–Härnösand (etapp 1 som också reducerar maxlutningar) Gävle–Sundsvall (etapp 2) Gävle–Storvik (etapp 1) Frövi–Storvik (etapp 2 och 3)</p>
2040	<p>Generella åtgärder ERTMS (ETCS) nivå 3 klart i godskorridorerna 30 tons axellast och 10 ton/m i vissa stråk</p> <p>Dubbelspår Hässleholm–Helsingborg Ny fast förbindelse Helsingborg–Helsingör och godsbanan "Ring 5" på Själland</p>	<p>Vissa nya mötesstationer Vännäs–Boden</p> <p>Dubbelspår Gävle–Sundsvall (etapp 2)</p>	<p>Generella åtgärder 2x1000 m tåglängd även genom Danmark och Tyskland</p> <p>Vissa förlängda mötesstationer utöver 1/2 Vännäs–Boden</p>
2050	<p>Generella åtgärder 750 m tåglängd i godskorridorerna 30 tons axellast och 10 ton/m generellt</p>	<p>Dubbelspår Gävle–Storvik (obrutet; återstående etapp) Borlänge–Storvik (etapp 1)</p>	<p>Dubbelspår Gävle–Storvik (obrutet; återstående etapp) Borlänge–Storvik (etapp 1)</p>

1. Bakgrund

1.1 Utredningen om fossilfri fordonstrafik

Den statliga offentliga utredningen (SOU) om fossilfri fordonstrafik (N 2012-05) arbetar åren 2012-2013 under regeringens särskilde utredare Lars B. Johansson. Utredningen ska identifiera åtgärder som reducerar transportsektorns beroende av fossila bränslen i linje med visionen om klimatneutrala transporter år 2050. Åtgärderna ska kunna genomföras successivt och i sådan takt att viktiga steg tas mot en fossiloberoende fordonsflotta 2030 samt uppfyllande av visionen för 2050. I första hand behandlas vägtrafik, men även de andra transportmedlen och överflyttning av resande och godstransporter berörs. Avsikten är att presentera en rad konkreta förslag till åtgärder och styrmedel samt etappmål för till exempel 2020, 2030, 2040 och 2050.

I Trafikverkets kapacitetsutredning som blev klar 2012 analyseras transportsystemets behov av kapacitetshöjande åtgärder. De största identifierade bristerna återfinns inom järnvägen. Utgående från fyrstegsprincipen föreslår kapacitetsutredningen ett antal paketlösningar för att möta behoven där bristerna är som störst. För godstrafiken prioriteras åtgärder inom ett strategiskt nät med utpekade vägar, järnvägar, hamnar, flygplatser och kombiterminaler. Kapacitetsutredningen bedömer att klimatmålen för transportsektorn kan nås med hjälp av teknikutveckling, styrmedel och fysisk planering mot ett mer transportsnålt samhälle, men utredningen pekar samtidigt på att även investeringar, främst i järnvägsnätet, krävs för att uppnå målen.

1.2 Avgränsning

Detta uppdrag fokuserar på åtgärder för ökad transportkapacitet för godstrafik på järnväg i ett par utpekade godskorridorer genom Sverige, med förlängning genom Danmark till Hamburg som en viktig knutpunkt för internationell godstrafik. Det finns ytterligare banor som är viktiga för godstrafiken i Sverige, som Malmbanan Luleå–Kiruna–Narvik, förbindelser norr och söder om Mälaren till Stockholm och flera banor till Norge och till Finland vid Haparanda. Analysen har dock genomförts enbart i godskorridorerna som är stammen i den nationella och internationella godstrafiken. I ett senare skede skulle de andra viktiga länkarna kunna analyseras.

Tidsperspektivet är på lång sikt fram till 2050. Studien bör ses som ett fristående komplement till Trafikverkets kapacitetsutredning 2012 och pågående åtgärdsplaneringen i den nationella transportplanen (NTP 2014-2025). De åtgärder som föreslås kan därmed skilja sig från de officiella planer som Trafikverket företräder.

Studien är inriktad på järnvägssystemets transportkapacitet och vad som är möjligt att uppnå med dagens förutsättningar och kunskap. De enskilda åtgärderna är dock enbart översiktligt analyserade eller bygger på idéer som behöver utredas vidare. Det är därför troligt att förslagen med tiden kan och bör revideras.

1.3 Syfte

Syftet med uppdraget är att mer utförligt undersöka alternativa lösningar för att öka transportkapaciteten och nyttjandegraden av järnvägsnätet för godstrafik. Den centrala frågan

är hur man med relativt måttliga medel kan öka järnvägssystemets kapacitet. Åtgärderna utgår från den planeringsprincip, fyrstegsprincipen, som används i infrastrukturplanering i Sverige.

1.4 Fossilfri järnvägstrafik

Det finns flera möjliga åtgärder som ger lägre utsläpp av växthusgaser från tågtrafiken. Förutom att energiförbrukningen för godstrafik på järnväg i ett europaperspektiv kan minska med 40-50 % fram till år 2050 (Andersson et al., 2011; se avsnitt 4.4) finns det flera andra åtgärder som kan bidra till minskade antropogena emissioner:

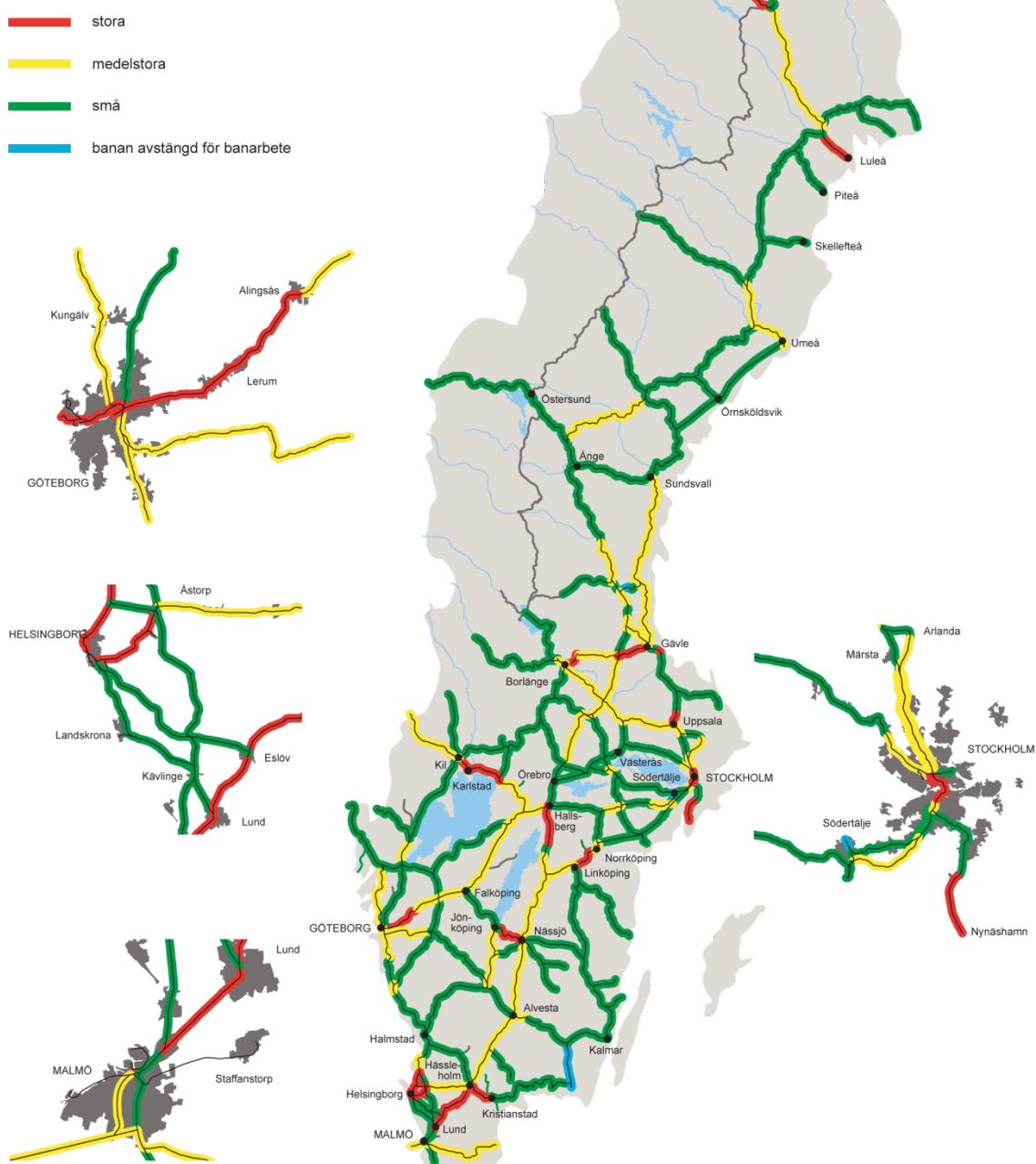
- Högre beläggingsgrad/lastfaktor i godstågen
- Duolok eller hybriddrift med eldrift och annat drivmedel
- Biobränslen istället för fossila bränslen
- Elektrifiering av idag oelektrifierade banor (marginell potential i Sverige men viktigare på kontinenten) eller andra stora nyinvesteringar i järnväg för en överflyttning från andra färdmedel (Andersson och Nelldal, 2012).

I Sverige är huvuddelen av tågtrafiken eldriven och elkraften genereras med låga eller inga koldioxidutsläpp, men med en gemensam elmarknad måste kraftförsörjningen ses i ett nordiskt eller ett europeiskt perspektiv. Låga nettoutsläpp av växthusgaser från generering av elkraft i Europa är därmed en viktig åtgärd för järnvägstrafiken.

2. Tidigare utredningar om kapacitet

2.1 Trafikverkets kapacitetsutredning 2012

Kapacitetsbegränsningar hösten 2012



Figur 2. Kapacitetsbegränsningar på järnvägsnätet 2012. Kartan ger dock ingen information om vilka åtgärder som krävs för att sänka belastningen på enskilda bandelar. Karta från Trafikverket (Trafikverket 2013d).

Trafikverket genomförde under 2011 och 2012 en kapacitetsutredning på regeringens uppdrag. Kapacitetsutredningen pekade på att de största kapacitetsproblemen inom landets trafiknät finns inom järnvägen. En analys av medelsbehov för underhåll och reinvesteringar liksom åtgärder för att åtgärda de mest besvärande bristerna till 2025 ingår, med utblick mot

2050. En viktig slutsats är att man inte kan bygga bort bristerna utan att det också krävs effektivisering av användandet och styrmedel för att uppnå målen. Kapacitetsutredningen utgör i praktiken ett underlag i arbetet med åtgärdsplaneringen som en del i att ta fram en nationell transportplan, där nästa utgåva kommer att avse åren 2014-2025.

Kapacitetsutredningen behandlar brister kopplade till kapaciteten, med utgångspunkt från dagens situation och en rimlighetsbedömning av trafikens omfattning. Därmed föreslås enbart åtgärder för att öka kapaciteten i det befintliga systemet och inte åtgärder för exempelvis utveckling av trafiksystemet eller ökad trafiksäkerhet. Aspekten strategisk utveckling av järnvägsnätet i takt med marknadsutvecklingen på längre sikt är dock bristfällig i kapacitetsutredningen, och policyförändringar som till exempel väsentligt större andel järnvägstransporter av miljöskäl ingår inte.

2.2 Åtgärdsplaneringen och Nationell Transportplan 2014-2025

Åtgärdsplaneringen är det steg som konkretiserar åtgärder och där man prioriterar mellan åtgärder i den process som ska leda fram till att regeringen kan besluta om en ny nationell plan för Sveriges transportsystem 2014-2025. Den nationella transportplanen fastställdes förra gången 2010 för perioden 2010-2021. Den nya transportplanen är en uppdatering med bland annat Trafikverkets kapacitetutredning 2012 som underlag. Regeringens proposition "Investeringar för ett starkt och hållbart transportsystem" (2012/13:25) innehåller förslag om ekonomisk ram för den statliga transportinfrastrukturen för perioden 2014-2025. För järnvägsnätet har man allokerat 7 miljarder kr årligen för drift och underhåll. 281 miljarder kr avsätts för nyinvesteringar under planperiodens 12 år i väg- och järnvägsnäten. Till de utpekade satsningarna i järnvägsnätet ingår de första delsträckorna i en ny stambana för snabbtåg, Ostlänken mellan Järna och Linköping.

2.3 Kapacitetsanalys av järnvägsnätet i Sverige

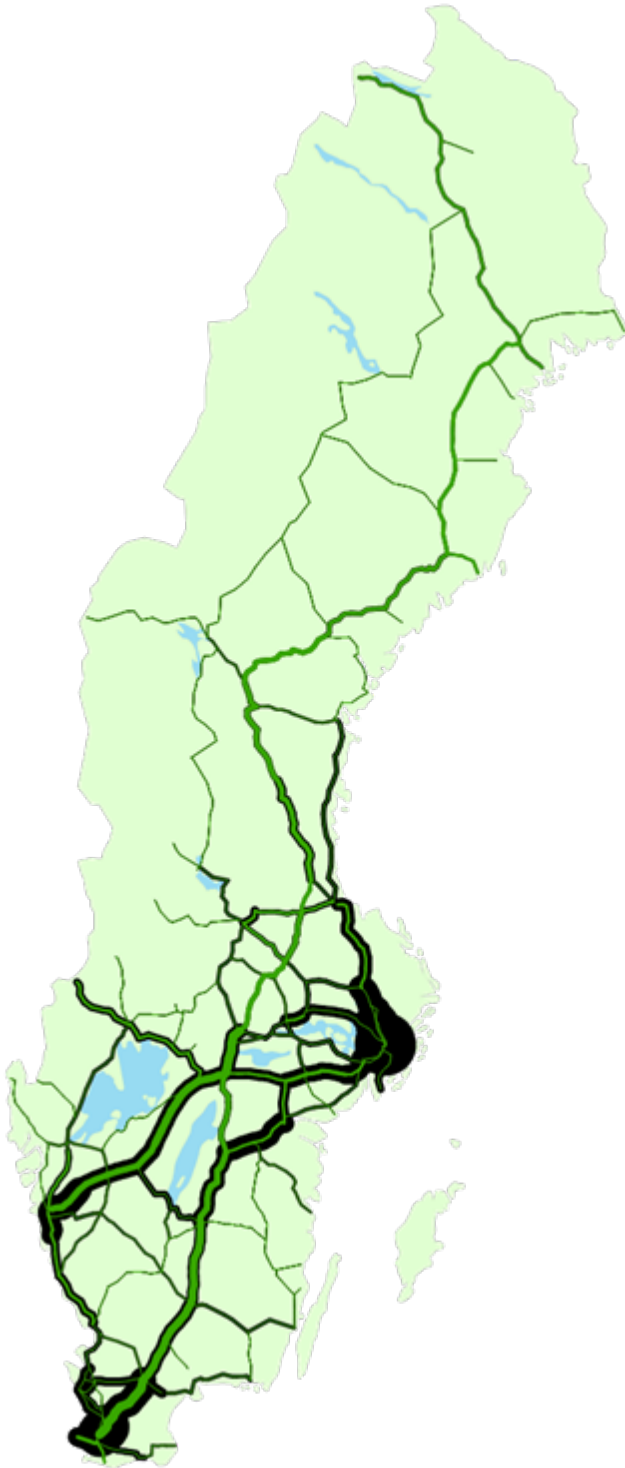
KTH genomförde under 2008-2009 en kapacitetsanalys för järnvägsnätet i Sverige på uppdrag av dåvarande Banverket. Uppdraget redovisades i tre delrapporter under samlingsrubriken "Kapacitetsanalys av järnvägsnätet i Sverige":

- Delrapport 1: Hur många tåg kan man köra? En analys av teoretisk och praktisk kapacitet (Nelldal, Lindfeldt och Lindfeldt, 2009)
- Delrapport 2: Bearbetning av databas över infrastruktur, trafik, tidtabell och förseningar (Lindfeldt, 2009)
- Delrapport 3: Förslag till åtgärder för att öka kapaciteten på kort sikt (Nelldal, 2009).

Bland de slutsatser som kunnat dras genom att analysera nyckeltalen är (Lindfeldt, 2009):

- Det finns sträckor där en betydande andel av godstågen är för långa för spåren på stationerna.
- Det finns sträckor där maxtimmen infaller samtidigt för person- och godstrafik.
- Andelen merförsenade tåg på många sträckor är mycket hög. En andel på mer än 60 % är inte ovanligt.
- Andelen merförsenade godståg är ungefär lika stor som för persontågen. Däremot är medianförseningen per 100 km mycket högre för godståg än för persontåg.
- Det finns större områden i landet där väldigt få stationer medger samtidig infart. Exempel på detta är norr om Göteborg och i norra Norrland.

- Blandning av tåg med olika hastigheter är störst på dubbelspår med hög belastning och där trafiken utgörs av både mycket godstrafik och persontrafik, som till exempel de södra delarna av Södra stambanan.



Figur 3. Belastning på järnvägsnätet (2008). Svart: Totalt; grönt: Godståg. Tjockleken på linjerna är proportionell mot antalet tåg per dag. Karta ur Lindfeldt (2009)

Ska kapaciteten ökas på kort sikt utan stora investeringar måste man se järnvägen som ett system där inte bara antalet tåg per sträcka har betydelse utan också tidtabellens utformning och tågens kapacitet och utnyttjandegrad har stor betydelse. Exempel på åtgärder som kan genomföras på kort och medellång sikt, 3-5 år är (Nelldal, 2009):

- Förbättrat underhåll av infrastruktur och fordon
- Smärre investeringar i signalsystem, mötesplatser och förbigångsspår
- Trafikplaneringsåtgärder för bättre utnyttjande av tåglägen
- Bättre kapacitetsutnyttjande i tågen och tåg med högre kapacitet
- Stimulera effektivare utnyttjande genom differentierade banavgifter.

De resultat som kapacitetsanalysen gav ligger till grund för förslagen till åtgärder som ger ökad kapacitet för godstransporter i detta uppdrag.

2.4 Godsflöden på järnväg

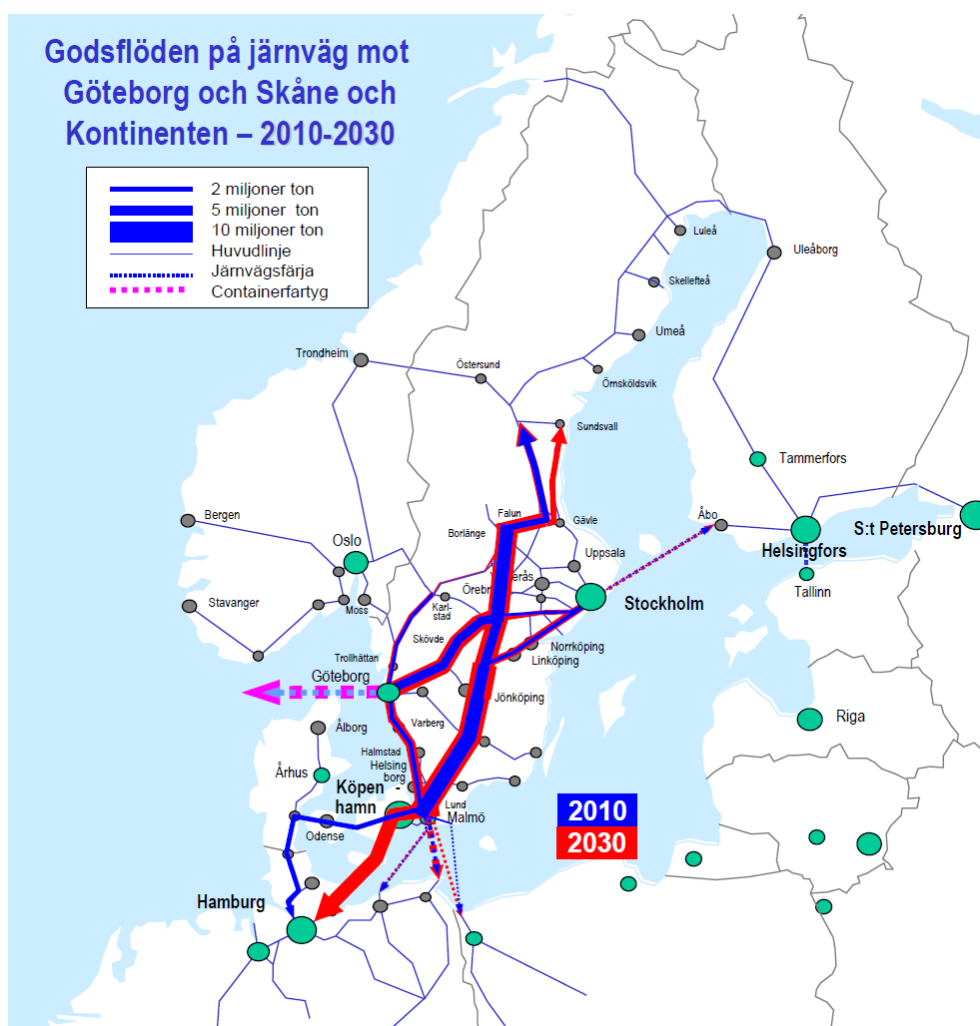


Figur 4. Godsflöden på järnvägsnätet mot Göteborg och Skåne-kontinenten 2010. Karta: Nelldal och Wajzman (2012).

Godsflödena från Norrland och Bergslagen samlas upp i Hallsberg. Därifrån går ett stort flöde på Västra stambanan mot Göteborgs hamn där det lastas om till fartyg och exporteras (eller omvänt). Den totala volymen beräknas uppgå till ca 5 miljoner ton år 2010. Det andra stora flödet går från Hallsberg till Mjölby och sedan ner på Södra stambanan till Skåne. En stor del av detta är utrikestrafik som ska vidare till Danmark och kontinenten. Det totala flödet är ca 8 miljoner ton varav utrikestrafiken utgör ca 6 miljoner ton. En del gods kommer också via Västkustbanan. Godset går sedan vidare antingen via Öresundsbron eller med färjor till kontinenten.

De sammanlagda godsflödena på Västra stambanan beräknas öka från 5,2 till 6,9 miljoner ton mellan 2010 och 2020. På Södra stambanan beräknas de totala volymerna öka från 8,3 till 12,8 miljoner ton, en ökning med 55 %. Den största ökningen beror på utrikestrafiken. Volymerna på Västkustbanan beräknas öka från 3 till 4 miljoner ton. I vissa fall finns alternativa vägar för godset, men det har ändå en begränsad betydelse.

Vid eventuellt fördubblade godsvolymer ökar godstrafiken på de flesta banor i Sverige beroende på att järnvägens marknadsandel ökar. Ökningen är störst i utrikestrafiken eftersom järnvägens marknadsandel är lägst där i utgångsläget.



Figur 5. Godsflöden på järnvägsnätet mot Göteborg och Skåne-kontinenten 2010 och potential 2030 för basalalternativet. Karta: Nelldal och Wajzman (2012).

Strukturen med en ökad efterfrågan på tåglägen på de banor som redan i dag har många godståg förstärks vid ökad godstrafik. Möjlighet till ytterligare omfördelning finns men kan bara i begränsad omfattning minska behovet av kapacitet på stambanorna (Nelldal och Wajzman, 2012).

2.5 Danmark och Tyskland

Tågtrafik är starkt beroende av att hela järnvägssystemet fungerar. För internationell trafik är det följaktligen viktigt att även tågtrafiken i våra grannländer har motsvarande förutsättningar som i Sverige. Mycket transitgoods från Sverige, Norge och även Finland körs genom Danmark till kontinenten. Tysklands nordligaste rangerbangård, Maschen utanför Hamburg, är därför ett

viktigt etappmål i godstrafiken på järnväg söderut men inte godsets ursprung eller slutmål. Hamburg Maschen fungerar dock som en knutpunkt där vagnslasttrafiken fördelas för vidare transport. Det finns också ett växande antal direkta kombitåg som går direkt till flera olika terminaler på kontinenten och därför inte behöver rangeras i Hamburg.

Den tekniska standarden på banorna och i tågtrafiken behöver harmoniseras korridorvis. Idag finns tekniska standarder för driftskompatibilitet (TSD) som gäller inom EU, men den anger enbart den miniminivå som krävs. Vid åtgärder för att få ett kostnadseffektivt järnvägssystem kan en högre standard väljas, vilket ofta är fallet när det gäller transportkapacitet.

En genomgång av godsstråk i Sverige, Danmark och Tyskland visar bland annat att Sverige har kortast tåglängd och lägst bärighet på banorna, medan Tyskland och Danmark har minst lastprofil och Danmark på Öresundsbron och i tunneldelen under Stora Bält har störst lutningar, 15,6 % (Nelldal och Boysen, 2012). En samordning och korridor gemensamma standarder skulle kunna öka transportkapaciteten med relativt begränsade åtgärder.

För järnvägskapaciteten är den fasta förbindelsen över Fehmarn Bält mycket viktig. Idag dras godstågen omvägen över Stora Bält och Jylland. Den genare vägen över Fehmarn Bält kommer när den står klar 2021 dels att ge betydligt högre kapacitet, dels minska sårbarheten i godstrafiken till kontinenten.



Figur 6. Godskorridoren genom Danmark mellem Sverige og Tyskland med en framtida fast förbindelse över Fehmarn Bält och Helsingborg–Helsingør. "Ring 5" är den studerade transportkorridoren nordväst om Köpenhamn mellan Helsingør och Køge. Karta från IBU3 (2010).

Genom persontrafikens utveckling och ökade järnvägstransporter enligt prognoser bedömer man att Öresundsförbindelsen Malmö–Köpenhamn kommer att bli fullt utnyttjad omkring 2030, efter att Fehmarn Bält-förbindelsen öppnats (IBU4, 2010). Det är framför allt den regionala persontrafiken som växer kraftigt. Det gör att det blir viktigt att säkra kapacitet för internationell person- och godstrafik på järnväg genom Skåne och Själland. Ett förslag är en ny fast förbindelse Helsingborg–Helsingør och en ny järnväg kallad "Ring 5" över Själland för kapacitetstillskott i godstrafiken från Sverige och Norge till Danmark och kontinenten. Det skulle medföra en strukturell förändring i järnvägsnätet och en andra godskorridor genom Danmark.

2.6 Godskorridorer

Det finns flera olika och delvis överlappande benämningar för de viktigaste godskorridorerna i Sverige som tidigare har använts för studier och planering i olika sammanhang. Ett urval av de viktigaste är:

Korridor B: EU-benämning av sträckan Neapel–Köpenhamn–Malmö–Hallsberg/Norrköping–Stockholm, bland annat för införande av ERTMS (ETCS) (Trafikverket, 2012)

Rail Net Europe (RNE) korridor 01 (RNE C01, 2013): Samordnad ansökan av tåglägen för genomgående godståg (från 2015 Rail Freight Corridor 3; Corridor 3, 2012) på sträckan Hamburg–Köpenhamn–Malmö–Hallsberg–Stockholm

Bothnian Green Logistic Corridor (BGLC): Godstrafik till och från området runt Bottenviken, Mjölby–Haparanda–Helsingfors med anslutande banor; <http://www.bothniangreen.se/about-bglc/>

Scandria, Skandinavien–Adriatiska havet; <http://www.scandriaproject.eu/> ; Scandria Railway Corridor Performance (Nelldal och Boysen, 2012)

De godskorridorer som definierats i denna rapport framgår av avsnitt 5.1.

3. Planering av åtgärder

3.1 Måluppfyllelse

Mål med ökad kapacitet för tågtransporter

Större andel tågtransporter av gods kan bidra till att klimatmålen uppnås eftersom järnvägstransport generellt sett har låg energiförbrukning. De flesta banor är elektrifierade och den övervägande delen av godstransporterna sker eldrivet på järnvägen med möjlighet till energiåtermatning av bromsenergi. Rullmotståndet är dock betydligt lägre för ett tåg än en lastbil och även dieseldragna tåg har lägre energiförbrukning per tonkm än lastbilstrafik.

Dynamisk utveckling

Många av åtgärderna som syftar till att öka kapaciteten i järnvägssystemet för att möjliggöra en överflyttning av godstransporter till tåg har också en effekt på transportkostnaderna och transporttider. Det innebär att tågtransport får lägre generella transportkostnader. Genom att järnvägen blir mer attraktiv ökar efterfrågan. Tågtrafik har tydliga stordriftsfördelar med sjunkande marginalkostnader och det bidrar till att transportkostnaderna minskar ytterligare av den ökade efterfrågan. På så sätt uppstår en dynamisk utveckling.

Traditionella godstransportprognoser har svårt att fånga dynamik i utvecklingen eftersom man gör prognoser mot ett nytt jämviktsläge utifrån dagens förhållanden eller uppskattade, osäkra framtida förändringar. Inverkan av kapacitetsbegränsningar som ökar de generella transportkostnaderna till exempel i form av köer saknas i regel. Stordriftsfördelarna finns sällan eller aldrig inbyggda i modellen, inte heller näringslivets utveckling med till exempel nyetableringar eller expansion till följd av lägre generella transportkostnader.

Godstransportprognoser är därför mer ett underlag för en planeringsinriktning. I detta uppdrag har dock ansatsen varit att utifrån dagens läge göra en bedömning om vad som skulle krävas för att kunna öka järnvägens transportkapacitet med 50 % respektive 100 % över basprognosen i Trafikverkets godstransportprognos.

3.2 Åtgärdsplanering enligt fyrstegsmodellen

Planeringen av åtgärder i transportsystemet utgår från den så kallade fyrstegsmodellen (Trafikverket, 2013c):

Steg 1. Tänk om. Kan transportbehoven minskas eller andra transportsätt användas, kan behovet av resande påverkas, kan viss trafik som i dag går på väg flyttas över till järnväg eller kan kollektivtrafiken utvecklas?

Steg 2. Optimera. Kan väg- eller järnvägsnätet utnyttjas effektivare, till exempel genom hastighetsanpassning, variabla hastigheter eller trafikreglering?

Steg 3. Bygg om. Går det att lösa problemen genom förbättringar och mindre ombyggnader, till exempel breddning, förlängning av plattformar vid stationer, rätning av kurvor eller förstärkning?

Steg 4. Bygg nytt. Krävs nyinvesteringar eller större ombyggnader, till exempel en ny trafikplats, en ny mötesstation eller en helt ny väg eller järnväg?

De förslag till åtgärder som presenteras i denna rapport hänvisar till de fyra planeringsstegen.

3.3 Banavgifter och andra styrmedel

För att hantera efterfrågan av framtida person- och godstransporter, och att styra enskilda aktörer mot ett samhällsekonomiskt mer effektivt agerande, behövs aktivt användande av olika styrmedel i syfte att öka samhällsnyttan och effektiviteten i transportsystemet. Det motsvarar steg 1 och 2 i fyrstegsmodellen.

Ekonomiska styrmedel som att införa högre kapacitetsavgifter på järnvägstransporter kan medföra minskat kapacitetsutnyttjande som en önskad effekt. Det skulle då ske en omfördelning på transportmarknaden utifrån betalningsvilja, från de transportköpare som har låg betalningsvilja och väljer tåg när det är billigare än lastbil, till de transportköpare som har högre betalningsvilja för tid och kvalitet. Den yttersta konsekvensen är ändå att tillgängligheten inte förbättras och det lägst prioriterade godset eller resenären får välja ett annat färdmedel på grund av bristande kapacitet i järnvägssystemet.

3.4 Beläggingsgrad

Mängden gods i tåget är avgörande såväl för ekonomin i transporten som dess klimatavtryck. Beläggingsgraden, även kallad lastfaktor, påverkas dels av godsets och vagnens beskaffenhet, dels av returtransporter. Ett voluminöst gods som har låg specifik massa fordrar stort utrymme för att kunna lastas effektivt. Det blir därför en förbättring av beläggingsgraden om större lastprofil införs på järnvägen som innebär att godsvagnarna kan få större tvärsnitt och därmed lastas tyngre mot banans tillåtna axellast och bärighet.

Många vagnslaster och systemtransporter sker i en riktning, företrädesvis söderut med exportgods från Sverige mot kontinenten på järnvägen, men vagnarna har inte returtransporter i samma omfattning. Det innebär att ledig kapacitet på nordgång inte utnyttjas. Marginalkostnaden för returtransporten är låg men det tycks vara ett organisatoriskt problem att leta reda på transportköpare av lämpliga godsslag som ska mot Sverige.

I landsvägstrafiken är huvuddelen av transporterna däremot riktade norrut från kontinenten mot Sverige, bland annat för att det handlar om andra godsslag. Lastbilsåkerierna är mer aktiva i att leta returtransporter i Sverige och genom den låga marginalkostnaden konkurrerar man i många fall prismässigt mot järnvägstransport även om priset per tonkm för hela omloppet är högre än för tåg.

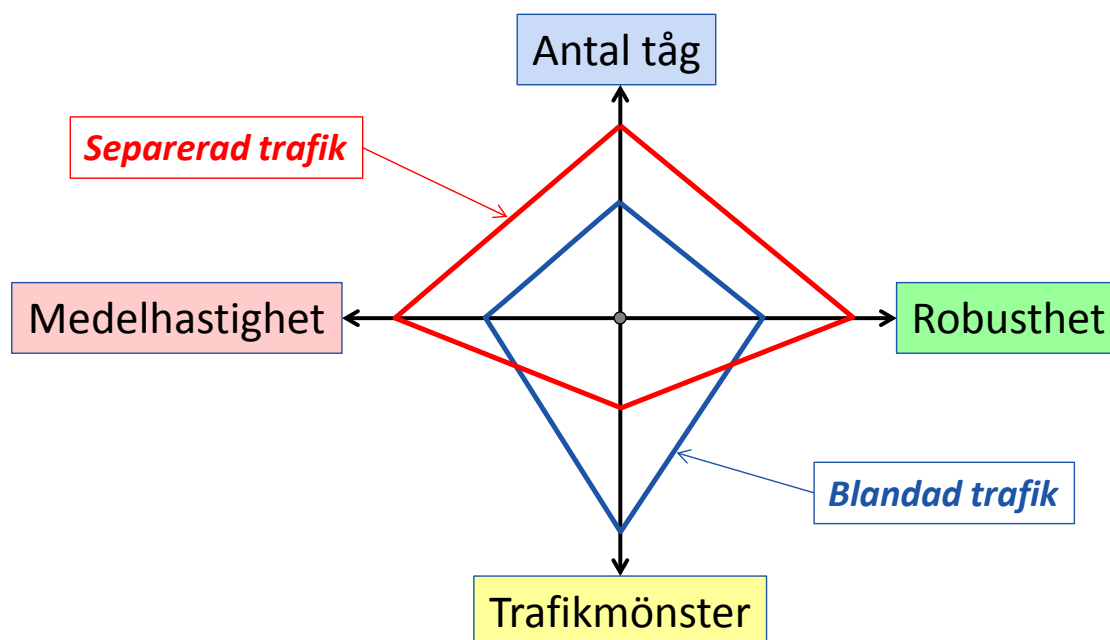
För att förbättra järnvägens beläggingsgrad fordras mer aktiva transportsäljare (speditörer) och förbättrade kontakter med industrin och terminaler på kontinenten i syfte att öka returtransporterna. En förebild är Scandifibre Logistics som arbetar aktivt med returtransporter i motriktningen till pappers- och massatransporter från Sverige till kontinenten. Skulle högre andel returtransporter kunna köras på järnvägen generellt kan det innebära att ledig kapacitet kan utnyttjas som direkt ersätter lastbilstransporter.

Beläggingsgraden hör till steg 1-åtgärder och behandlas inte vidare i rapporten eftersom det främst har en effekt i den minst belastade riktningen.

4. Ökad kapacitet på järnvägen

4.1 Kapacitetens dimensioner

Kapacitet är ett mångdimensionellt problem. Det är därmed svårt att mäta entydigt och kapacitetsproblem kan upplevas olika av olika kunder, infrastrukturhållare och operatörer.



Figur 7. Fyra dimensioner av kapacitet på järnvägen och karakteristiska egenskaper för separerad trafik (tågen har samma medelhastighet) och blandad trafik (tåg med olika medelhastighet blandas på samma bana).

Ett mått som till exempel antal tåg per timme på en viss bandel är inte ett tillräckligt kapacitetsmått. Om man enbart mäter antalet tåg per timme missar man kapacitetseffekter av längre tåg, snabbare tåg, regelbunden turtäthet eller ökad punktlighet. Kapacitetsmättet bör därmed vara ett mer generellt mått som även inkluderar dessa åtgärder och en flexibilitet för ändringar som ett led i att anpassa sig till marknadens skiftande efterfrågan.

Det är också viktigt att målen sätts utifrån marknadens behov. Kapacitet är inget mål i sig utan en förutsättning och kapacitetsbrist blir ett problem först när efterfrågan överstiger tillgången på kapacitet. Brist på kapacitet yttrar sig ofta som längre transport- och restider och dålig punktlighet vilket gör tåget till ett mindre attraktivt val och problemet kan då "lösas" genom minskad efterfrågan. Även kraftigt höjda banavgifter kan minska efterfrågan på tågtransporter eftersom även detta ökar den generella transportkostnaden. I samtliga fall innebär det dock också en dämpning av, eller en överflyttning av efterfrågan till andra färdmedel om det är en färdmedelsassymetrisk utbudsförändring som sker. Då kan kapacitetsproblemen komma att flyttas till vägnätet eller ge produktionsförändringar i industrin.

Rekommenderat kapacitetsmått

Ett kapacitetsmått för att få med de viktigaste effekterna för transportkapacitet bör vara:

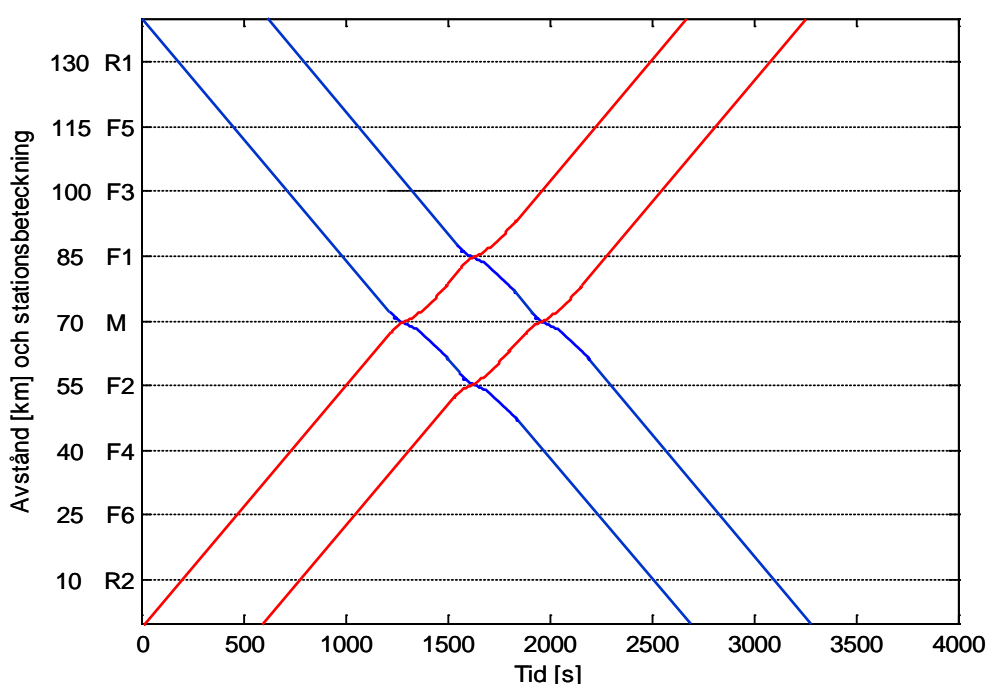
Transportvolym/vikt per tidsenhet, givet en attraktiv tidtabell (medelhastighet, turtäthet och punktlighet)

Kapacitetsmättet kan brytas ned ytterligare för att ta med olika fysiska parametrar, som tåglängd och lastförmåga, och utnyttjandegrad, som genomsnittlig tågvikt och belägningsfaktor. Boysen (2012) har beskrivit en sådan transportkapacitetsmodell för godstransporter på järnväg.

4.2 Kapacitet på enkelspår

Kapacitet beroende på avstånd mellan mötesstationer

Det minsta tidsintervallet framgår av nedanstående exempel illustrerat i en grafisk tidtabell för en bana. Tidsintervallet mellan två på varandra följande tåg är konstant. Om avståndet avläses i station M framgår tydligt att körtiden utan tågmöte måste kompletteras med mötestiden för ett nedgående och ett uppgående tåg, det vill säga ett tidstillägg som är beroende av antalet tågmöten på banan.



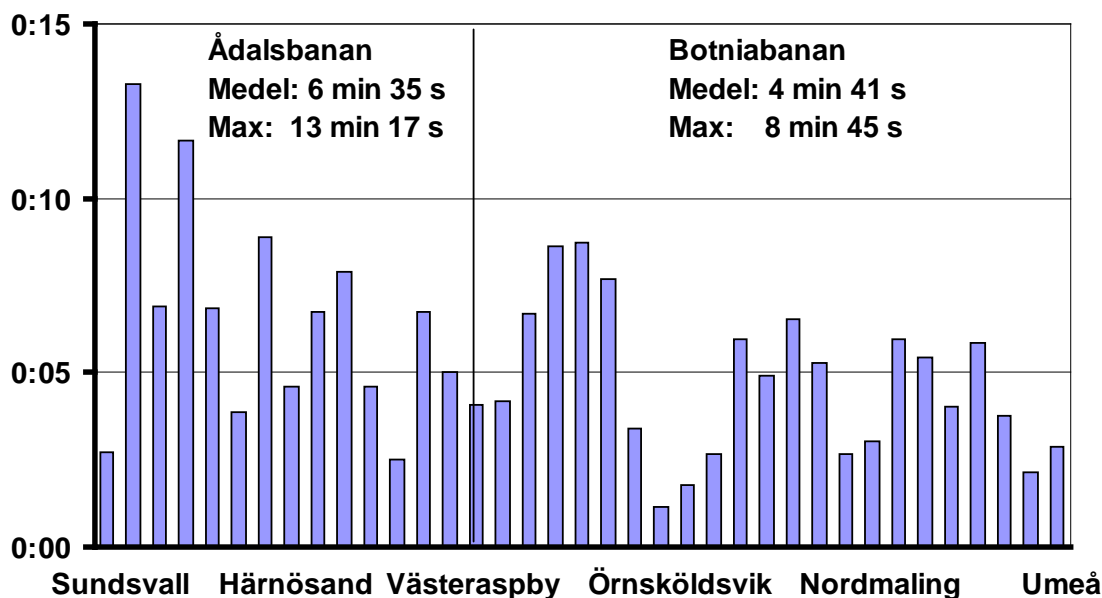
Figur 8. Exempel med grafisk tidtabell som visar minsta tidintervall mellan två tåg i vardera riktningen utan trängsel. Två tåg i samma riktning får inte ligga närmare varandra än att ett tåg i motsatt körriktning kan möta dem på olika stationer.

Om banan är asymmetrisk med till exempel uppehåll eller ojämna stationsavstånd, blir det tidsmässigt längsta stationsavståndet dimensionerande för den teoretiska kapaciteten. Tiderna kan avläsas som det längsta tidsavståndet mellan mötesstationerna. Av figur framgår tidsavstånden mellan mötesstationer på Ådalsbanan och Botniabanen med ett tungt godståg.

Av figuren framgår att Ådalsbanan blir dimensionerande med en maximal gångtid på 13 minuter och 17 s, här avrundat till 14 minuter, mellan de mötesstationer som det tar längst tid att köra mellan. Till gångtiden kommer tid för start och stopp och eventuellt teknisk tid för separat, ej samtidig infart och avsaknad av fjärrblockering. På Ådalsbanan går det således att köra $60/(14+5+2+0)/2=1,4$ godståg per timme och riktning. På Botniabanen är den längsta tiden 9 minuter. Där går det således att köra $60/(9+5+2+0)/2=1,9$ godståg per timme och riktning med hänsyn till tågmöten. I exemplet har vi dock inte tagit hänsyn till persontrafiken

som tillkommer. Genom att bygga två nya mötesstationer på Ådalsbanan så att de två längsta tidsavstånden (två höga staplar till vänster i figuren) halveras skulle Ådalsbanan kunna få samma kapacitet som Botniabanan och den samlade kapaciteten i stråket ökar med 0,5 godståg per timme och riktning eller drygt 30 %.

Gångtider stationsvis 1 200 ton godståg (söderut)



Figur 9. Tidsavstånd för godståg mellan mötesstationer på Ådalsbanan och Botniabanan. Start- och stopptillägg ingår.

Kapacitet beroende på hastighet och signalsystem

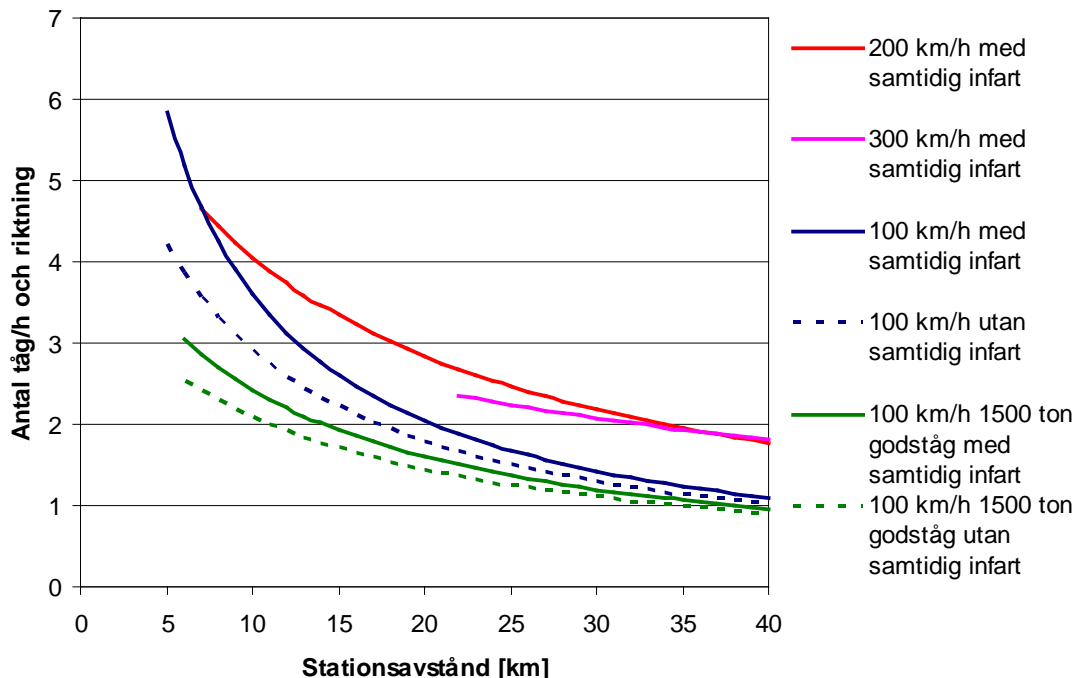
Den teoretiska kapaciteten hos enkelspåriga järnvägar är starkt beroende av körtiden mellan banans mötesstationer. Körtiden beror i sin tur på faktorer såsom:

- Avståndet mellan mötesstationerna
- Fordonsegenskaper, främst accelerations- och retardationsvärden
- Största tillåtna hastighet för banan
- Största tillåtna hastighet för fordonen
- Signalsystemets utformning på mötesstationerna

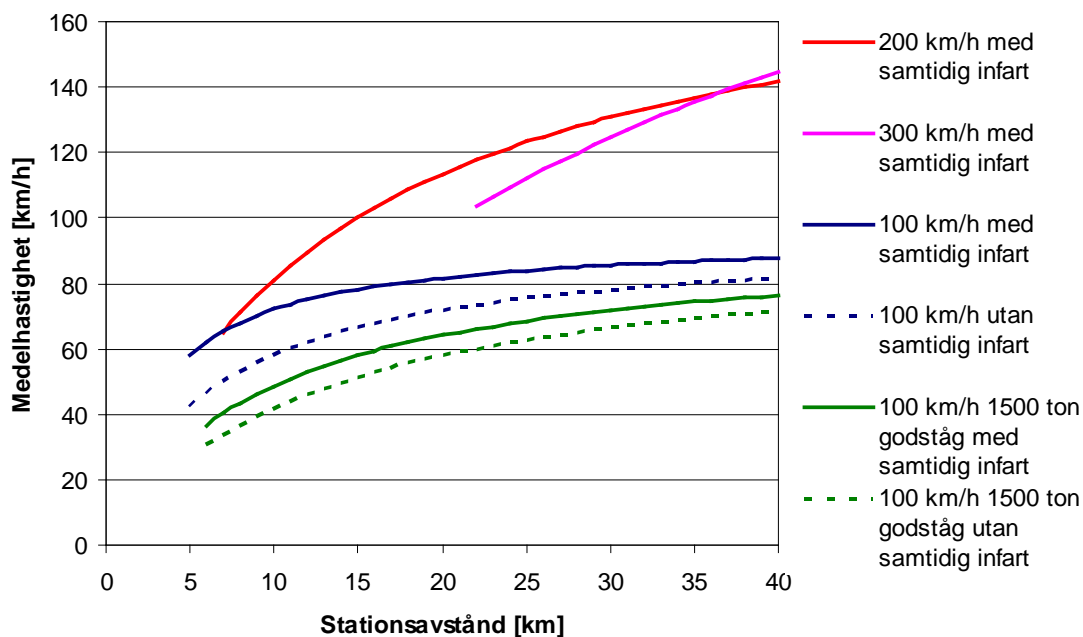
Grundprincipen för järnvägens signalsystem är att det av säkerhetsskäl alltid ska finnas ett avstånd framför tåget som är längre än sträckan det tar att stanna tåget innan det kommer nära något hinder, som ett annat tåg. Det gör dels att tågtrafik är mycket säker och lokföraren kan köra på signalbesked, dels att kapaciteten mätt i antalet tåg per tidsenhet blir begränsad av bromssträckan framför tåget. Signalsystemets uppbyggnad med blocksträckor i banan där bara ett tåg åt gången kan befinna sig gör dock att avståndet oftast är längre än tågets bromssträcka. Tidsintervallet mellan tågen, på engelska *headway*, anger det teoretiskt eller det praktiskt tillämpbara kortaste avståndet mellan två tåg i samma körriktning.

En skattning av en enkelspårig banas maximala kapacitet kan göras utifrån följande antaganden: Maximalt kapacitetsutnyttjande det vill säga att det alltid ska finnas ett tåg på den längsta stationssträckan, alla tåg framförs med samma fordon, trafikeringen sker strikt växelvis, inga uppehåll för resandeutbyten.

Medelhastigheten påverkas också av det längsta stationsavståndet. Ett större stationsavstånd, och därmed en lägre mötestäthet (mer sällan tågmöte), möjliggör en högre medelhastighet. Kurvorna börjar vid olika stationsavstånd beroende på att fordonets sammanlagda accelerations- och bromssträcka sätter en undre gräns där stationsavståndet är tillräckligt för att kunna utnyttja den största tillåtna hastigheten.



Figur 10. Samband mellan kapacitet i antal tåg per timme och riktning och stationsavstånd på en enkelspårig linje.



Figur 11. Samband mellan medelhastighet (km/h) och stationsavstånd på en enkelspårig linje.

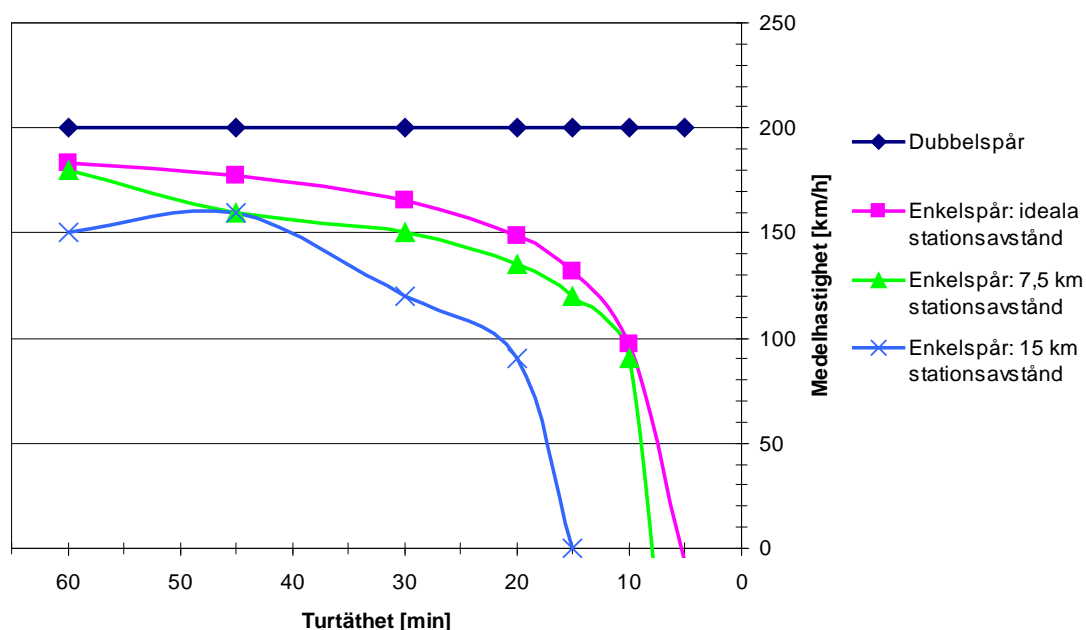
Effekt av partiella dubbelspår

Kortare dubbelspår mellan omgivande enkelspåriga sträckor brukar kallas partiella dubbelspår. Om tågen kan mötas på den dubbelspåriga sträckan sparar man tid och energi eftersom de inte behöver stanna för tågmötet och återigen starta. En nackdel med partiella dubbelspår är att för att de ska ge någon effekt på kapaciteten förutsätter de att både tidtabell och tågtyp ligger fast under banans livslängd så att tågen möts på det partiella dubbelspåret. En liten försening kan också innebära att tågmötet förskjutas utanför dubbelspårssträckan. Om det då är långt till nästa mötesstation kan förseningarna bli betydande.

Partiella dubbelspår har liten effekt på antalet tåg som kan framföras eftersom det i praktiken är de omgivande enkelspårssträckorna som bestämmer kapaciteten. För persontrafik där tidtabellen kan planeras utifrån banan på ett annat sätt än för godstrafiken blir vinsten kortare restider som kan uppnås med "flygande" tågmöten en betydande ingrediens. Partiella dubbelspår lämpar sig därför bättre för persontrafik med höga restidsvärden i regelbunden (styv) tidtabell än för godstrafik med oregelbundna tider och varierande punktlighet.

Jämförelse mellan enkelspår och dubbelspår

Tidsförlusterna i samband med tågmöte ger en lägre medelhastighet. Med en ökad turtäthet ökar också mötestätheten, vilket gör att medelhastigheten på en enkelspårig bana minskar med ökad turtäthet. I nedanstående figur visas hur medelhastigheten varierar med turtätheten.



Figur 12. Teoretisk medelhastighet för trafik på dubbelspår respektive enkelspår med olika stationsavstånd som funktion av turtätheten. I figuren illustreras persontrafik med topphastighet 200 km/h, men principerna stämmer även med godstrafik i lägre hastigheter.

Den översta kurvan (linjen) motsvarar dubbelspår. Där är medelhastigheten (i princip) oberoende av mötestätheten. Ingen teknisk tid förekommer, ingen förseningsöverföring och infrastrukturen är inte begränsande. Under denna referenslinje visas hur den möjliga medelhastigheten varierar för tre olika utformningar av enkelspår. Kurvorna är framräknade

för en bana med enbart vanliga mötesstationer och persontrafik där tågen inte har uppehåll för resandeutbyte, men som princip gäller de även för godstrafik med lägre medelhastigheter.

Enkelspår med ideala stationsavstånd innebär att mötesstationerna ligger på det avstånd som krävs för den aktuella turtätheten (däremellan finns reservstationer som kan användas vid störningar). Kurvan för ideala stationsavstånd faller allt snabbare i takt med att turtätheten och mötestätheten ökar. Eftersom stationsavstånden anpassas efter turtätheten blir kurvan jämn.

Figuren visar att tågmötena påverkar körtiden (medelhastigheten). Därför är det intressant att undersöka olika åtgärder för att minska tidsåtgången för tågmöte. Figuren visar också tydligt att det finns en övre turtäthetsgräns för enkelspåriga banor. Vid någorlunda korta stationsavstånd (≤ 10 km) ligger denna gräns vid 20-30-minuterstrafik.

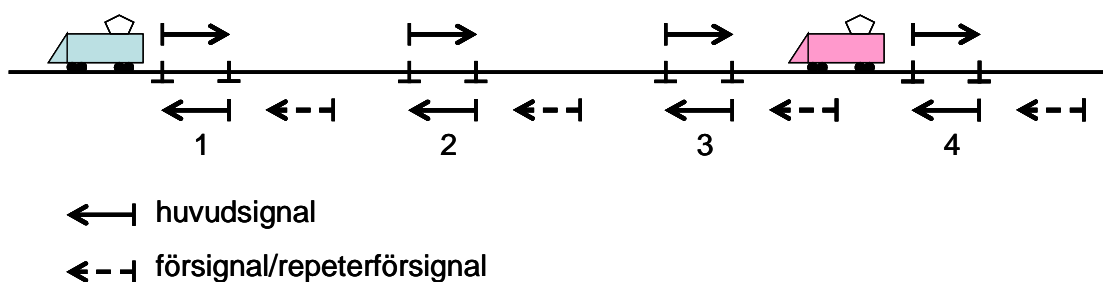
4.3 Kapacitet på dubbelspår och fyrspår

Kapacitet beroende på signalsystem och hastighet

Kapaciteten på en dubbelspårig linje beror på tågens hastighet, bromsprestanda och signalsystemets utformning.

Den teoretiska kapaciteten har beräknats som det minsta möjliga inbördes avstånd, i sekunder, som två tåg med samma hastighet kan ha, utan att föraren i det efterföljande tåget märker av det framförvarande och inte behöver sakta in på grund av restriktivt signalbesked.

Situationen som har studerats, och som är kritisk när två tåg med samma hastighet följer varandra på linjen, är ögonblicket som uppstår när det första tåget precis har lämnat en blocksträcka, men signalsystemet inte hunnit detektera detta och ställa om signalen in på den nu fria blocksträckan till kör, blockpost 2 i figuren nedan. Vid denna situation är kravet på avståndet mellan tågen som störst eftersom det efterföljande tåget då fortfarande har blockpost 2 som slutpunkt.

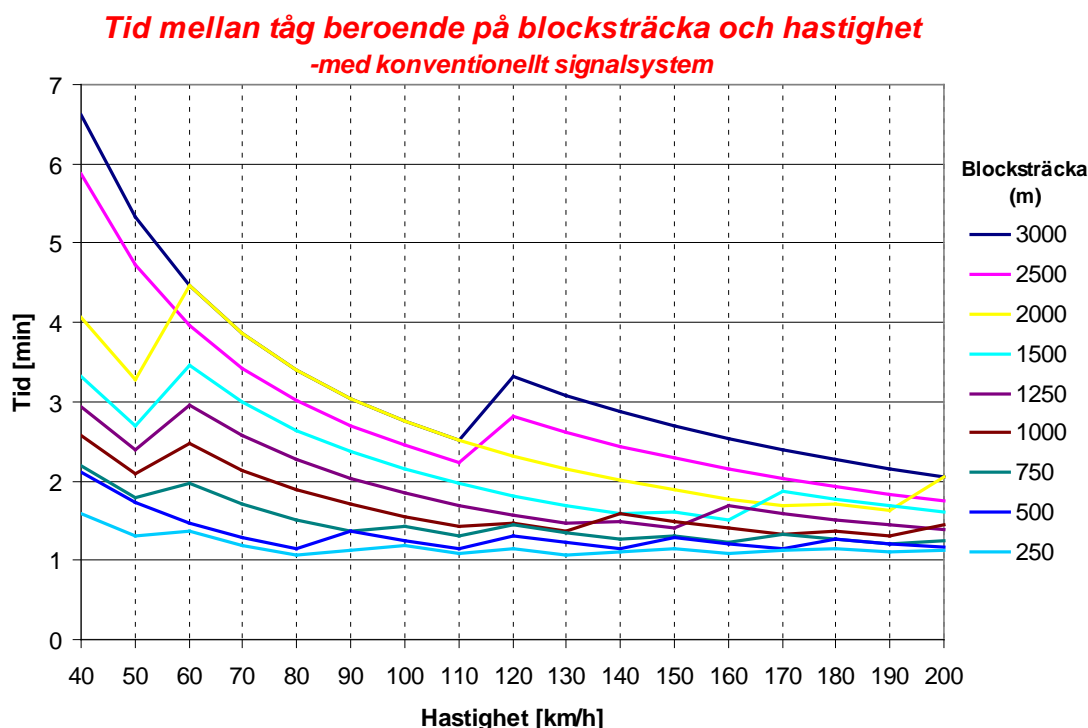


Figur 13. Avstånd mellan tåg beroende på blocksträckor och försignalavstånd.

För linjer med största tillåtna hastighet lägre eller lika med 200 km/h visas i figuren överst på nästa sida den teoretiska kapaciteten för tåg med goda prestanda (bromsansättningstid 3 s och retardationsförmågan 1 m/s^2). Av figuren framgår att vid långa blocksträckor på 3 km och låga hastigheter på 50 km/h blir kapaciteten ett tåg var 6:e minut per riktning. Vid blocksträckor på 1,5 km, som är vanligt i Sverige, och hastigheten 100 km/h blir kapaciteten ett tåg varannan minut. Kapaciteten ökar också med ökande hastighet men är ganska konstant över 120 km/h.

Med extremt korta blocksträckor ner mot 250 m, som på "getingmidjan" i Stockholm, kan man komma upp i en praktisk kapacitet på omkring ett tåg varannan minut. Man närmar sig då

kapaciteten för ERTMS (ETCS) nivå 2, det vill säga korta blocksträckor med kontinuerlig uppdatering av var framförvarande tåg befinner sig. Kapaciteten för en ERTMS (ETCS) nivå 2-utrustad linje kan därmed göras högre på de flesta sträckor än med dagens signalsystem, men den huvudsakliga effekten beror av kortare blocksträckor som även dagens signalsystem kan uppgraderas med.



Figur 14. Tid mellan tåg beroende på blocksträckans längd och hastighet.

Kapacitet på ett dubbelspår beroende på trafikstruktur

För att belysa hur kapaciteten kan utnyttjas beroende på tågens blandning och hastigheter redovisas i detta avsnitt ett antal enkla grafiska tidtabeller. I en grafisk tidtabell visas tiden på den ena axeln (X-axeln) och sträckan på den andra axeln (Y-axeln). Det är det vanligaste hjälpmedlet för att planera tågtrafik.

I följande exempel visas en bana som är 167 km lång. Linjen förutsätts vara dubbelspårig men här visas bara ena riktningen. Om trafiken är symmetrisk kan lika många tåg köras i andra riktningen. De röda persontågen kör sträckan på 50 minuter och de gröna godstågen på 100 minuter. Det motsvarar ett snabbtåg som kör i 200 km/h och ett godståg som kör i 100 km/h. I verkligheten tillkommer start- och stopptillägg på några minuter men vi bortser från det här för att förenkla exemplet.

Blandad trafik

Det första exemplet visar en situation där man kör tågen efter varandra och där tågen inte kan köra förbi varandra någonstans längs linjen så kallad förbigång. I detta exempel kan man då köra ett persontåg och ett godståg varje timme, se den översta figuren.

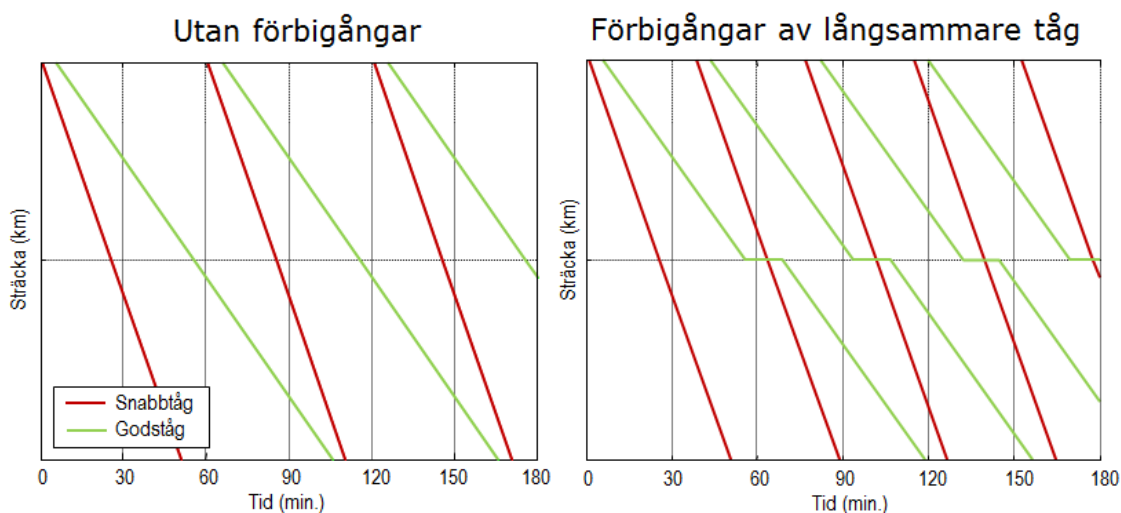
Om station B, på halva sträckan, kan användas som förbigångsstation finns två olika sätt att utnyttja den skapade kapaciteten: För att köra fler persontåg eller för att köra fler godståg.

Den nedre figuren visar när förbigångsstationen används för att köra fler persontåg. Då ökar kapaciteten från 1,0 persontåg/timme till 1,58 persontåg/timme (38-minuterstrafik) och 1,58 godståg per timme. Att det inte går att köra 2,0 tåg/timme beror på att förbigången kostar kapacitet då godståget måste bromsa och accelerera. Man får räkna med att det går åt ca 5 minuter extra före förbigången och fem minuter efter förbigången för att tågen inte ska komma i vägen för varandra och för att det ska finnas en viss marginal. Det innebär också att godståget får 10 minuters längre gångtid och att tågen blir beroende av varandra.

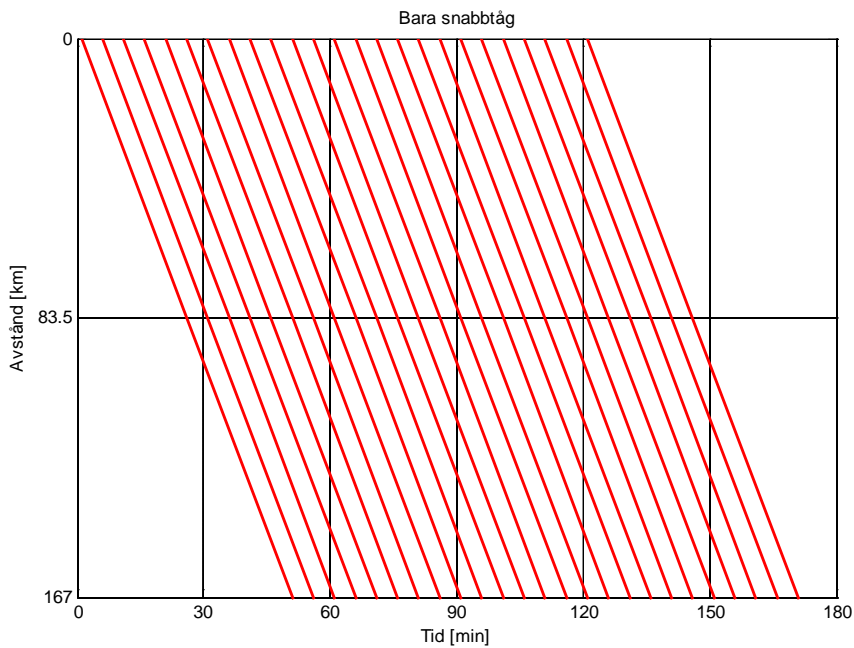
Homogen trafik

Om man bara kör snabbtåg eller godståg blir kapaciteten mycket högre. Med ett användbart tidsintervall mellan tågen på fem minuter så ryms antingen 12 persontåg eller 12 godståg varje timme. Det är den situationen om man kör på en höghastighetsbana med enbart snabba tåg eller en konventionell bana med enbart godståg eller regionaltåg, se figurerna på nästföljande sida.

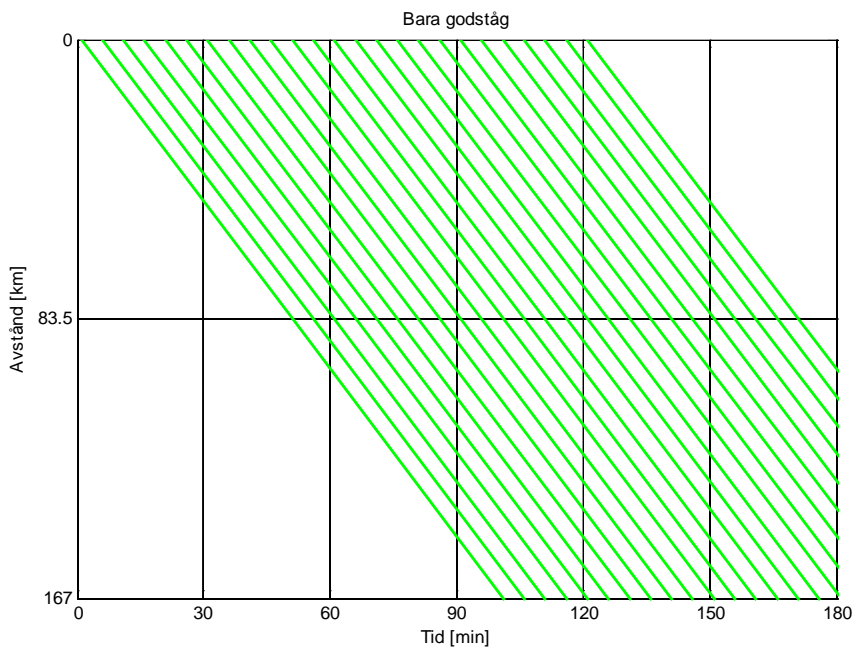
Om hastigheten är lägre och trafiken är helt homogen kan kapaciteten bli ännu högre som till exempel i tunnelbane- och pendeltågssystem eller kortare sträckor där alla tåg kör lika fort som "getingmidjan" i Stockholm. System som planeras och byggs enbart för homogen trafik kan i större utsträckning anpassas tekniskt för en högre kapacitet genom åtgärder i signalsystem med mera. Knutpunkter, stationer, terminaler och uppehåll för resandeutbyte blir ofta det som i praktiken dimensionerar kapaciteten när trafiken är homogen.



Figur 15. Grafisk tidtabell som visar kapacitet på en linje med blandad trafik med snabba persontåg (röda linjer) och godståg (gröna linjer) utan och med förbigångar. Tidsluckan mellan avgångarna, det vill säga periodiciteten eller turtätheten, är i exemplet 60 minuter utan förbigångar men 38 minuter med förbigångar av de långsammare godstågen.



Figur 16. Kapacitet på en linje med separerad trafik och enbart snabbtåg (röda linjer). Turtätheten är i exemplet 5 minuter.



Figur 17. Kapacitet på en linje med enbart godståg (gröna linjer). Turtätheten är i exemplet 5 minuter.

Kapaciteten på stambanorna med och utan omfattande snabbtågstrafik

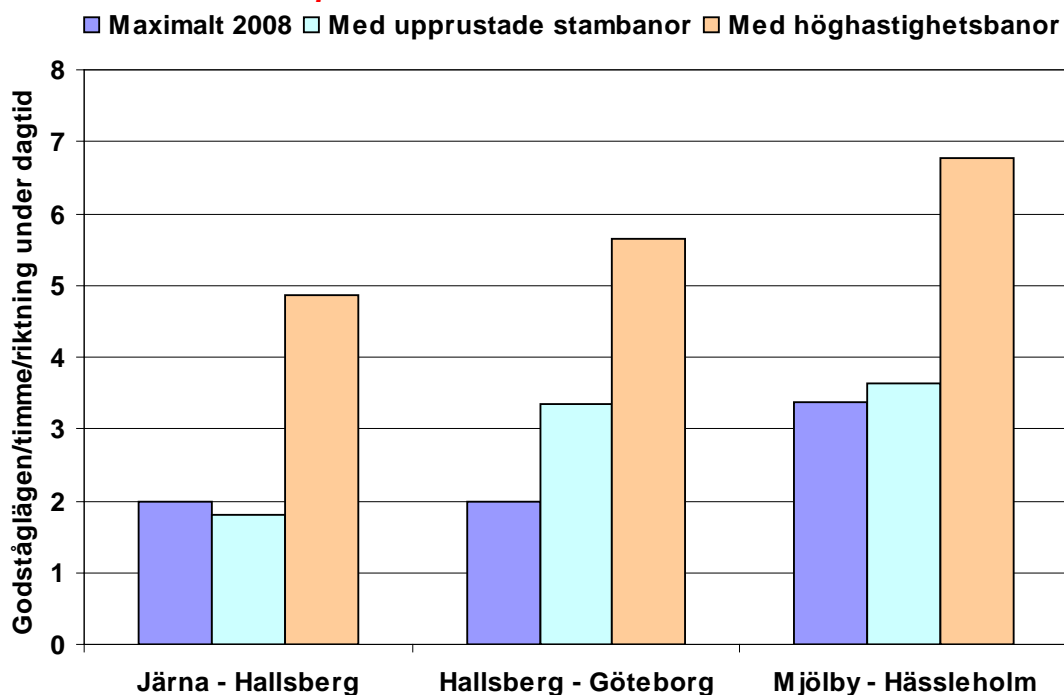
Som framgått av ovan är kapaciteten på ett dubbelspår starkt beroende av trafikstrukturen och blandningen av tåg med olika medelhastigheter. En separering av snabba och långsamma tåg kan därför ge stora kapacitetsvinster. Separering kan man uppnå dels genom skilda tider för olika tågslag, att trafiken separeras mellan parallella banor, genom att bygga ut enkel- eller dubbelspåriga banor till fyra spår (fyrspår), eller att bygga särskilda godsbanor eller höghastighetsbanor för persontrafik.

Nedan redovisas en analys av möjliga tåglägen på Södra stambanan med och utan höghastighetsbanan Europakorridoren. En möjlig tidtabell redovisas för 2008 med dagens struktur utan höghastighetsbanan och ett möjligt scenario för 2020 med höghastighetsbanan. I detta fall har möjligheten att köra fler godståg analyserats när de flesta snabbtågen läggs på höghastighetsbanan för normaltrafik mitt på dagen.

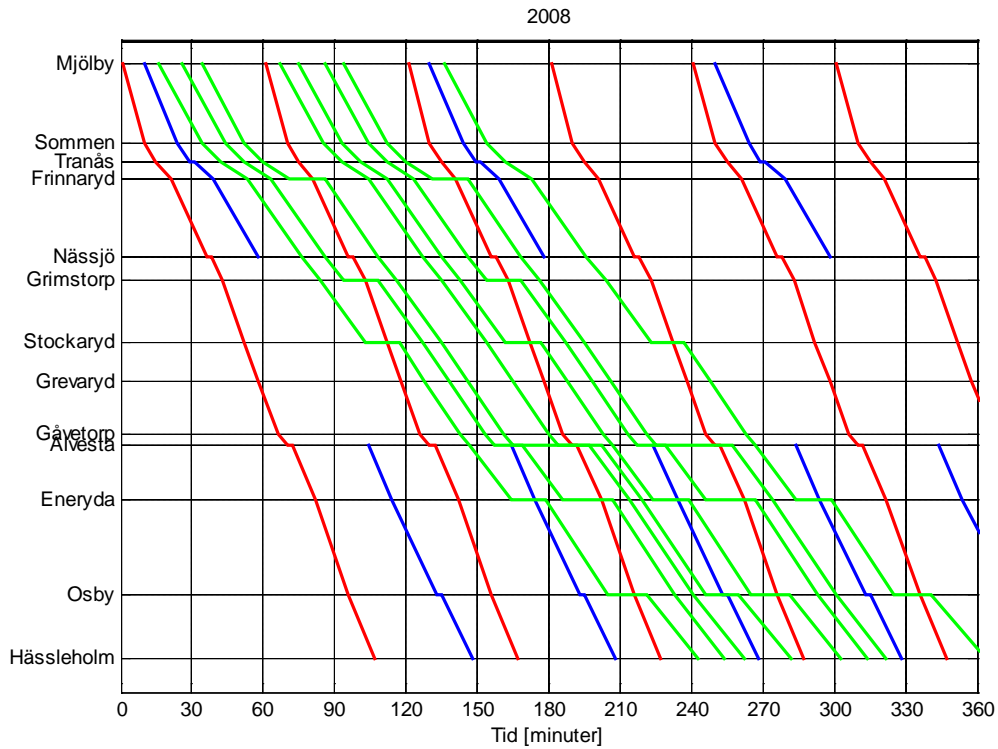
Nedanstående figur visar hur medelvärdet för antalet godstågslägen ändras. Väljer man dessutom att anpassa persontrafikens tidtabell ryms ytterligare drygt ett godståg/timme. Även detta är ett viktigt resultat, eftersom skillnaden mellan en "bra" och en "dålig" tidtabellsvariant visade sig vara så stor som 1,5-3 godstågslägen/timme för en given sträcka och persontrafiksintensitet. Den praktiska kapaciteten är dock lägre än den här beräknade teoretiskt optimala men de relativa skillnaderna är ändå desamma.

Slutsatsen är att antalet tåglägen som kan tidtabellsläggas utan en omfattande snabbtågstrafik är 2-3 gånger fler än om hela persontrafiken ska gå kvar på stambanorna. De nya tidtabellerna innebär också färre förbigångar av godståg varför transporttiderna kommer att bli kortare samtidigt som produktiviteten och kvaliteten blir högre.

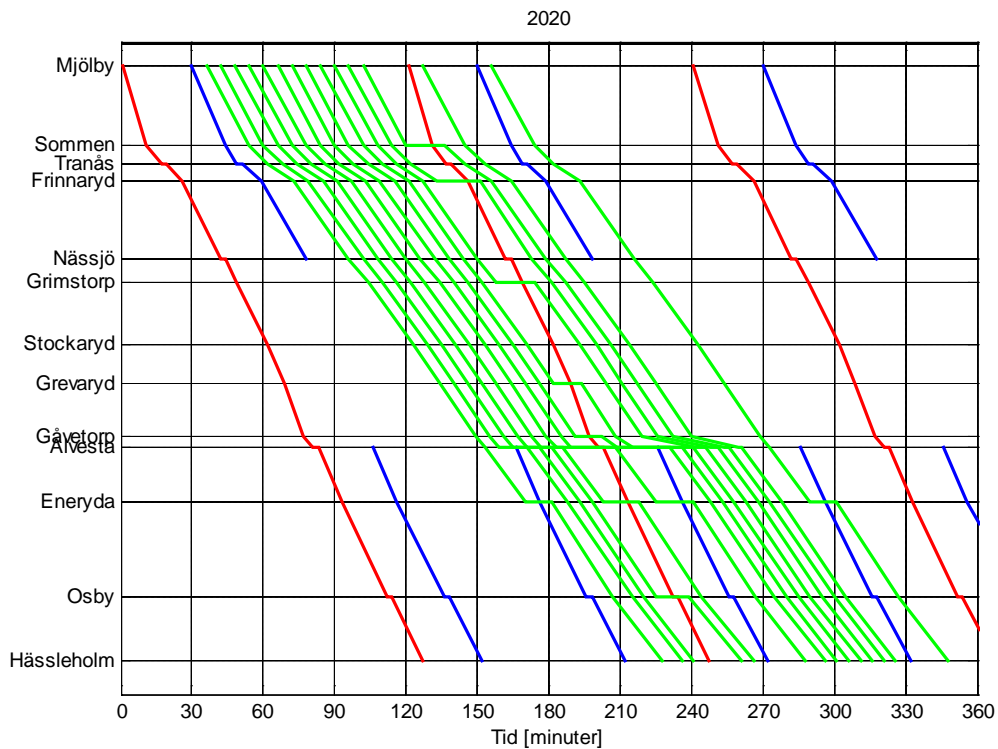
Kapacitet för godståg med olika banutbyggnader på västra och södra stambanan



Figur 18. Antal möjliga godstågslägen som kan tidtabellsläggas 2008 och 2020 med och utan omfattande snabbtågstrafik.



Figur 19. visar ett exempel på tidtabell med 2008 års persontrafikintensitet. Röda streck är snabbtåg Stockholm–Malmö, blåa interregio- och regionaltåg och gröna streck godståg. I detta exempel ryms 7 godståg på två timmar, det vill säga 3,5 godståg/timme.



Figur 20. Exempel på tidtabell med 2020 års persontrafikintensitet. Röda streck är snabbtåg Stockholm–Malmö, blåa interregio- och regionaltåg, och gröna streck är godståg. I detta exempel ryms 13 godståg på två timmar, det vill säga 6,5 godståg/timme.

4.4 Kraftförsörjning och energiförbrukning

Kraftförsörjning

Elkraftförsörjningen måste förstärkas till högre effekt för att kunna köra flera, tyngre eller snabbare tåg. Idag finns det många bandelar där bristande kraftförsörjning begränsar transportkapaciteten genom restriktioner i tågvikt, antal tåg samtidigt på banan eller acceleration. Kraftförsörjningssystemet ska också medge återmatning av tågens bromsenergi till nätet vilket ställer särskilda krav på det tekniska utförandet.

Ingen analys av effektbehovet har gjorts i detta uppdrag utan förstärkt elkraftförsörjning förutsätts ingå i kapacitetsåtgärderna till den grad att det inte är en begränsande faktor för kapaciteten.

Energiförbrukning

Järnvägens fördel ur energisynpunkt är det låga gångmotståndet som gör att det går att förflytta stora laster med liten energiförbrukning. Större delen av järnvägsnätet är också elektrifierat och tågen kan därmed drivas dels av en stor mängd möjliga alternativa energikällor, dels återmata energi från inbromsningar och i nedförslut.

En studie av färdmedlens energiförbrukning i Europa, TOSCA, pekar mot en minskad energiförbrukning för godstransporter på järnväg med 40-50 % från 2009 till 2050 (Andersson et al., 2011). Viktiga åtgärder för att minska energiförbrukningen är:

- Tyngre godståg (hög lastförmåga per tåglängd såväl som längre tåg)
- Eco-driving och smart trafikstyrning
- Energiåtermatning
- Effektiva komponenter och delsystem i lok och kraftförsörjning
- Lågt luftmotstånd
- Inkrementella förbättringar, särskilt reducerad tomvikt (tara) för godsvagnar.

Minskningen på 40-50 % inkluderar i genomsnitt högre hastigheter för godstågen än idag. Den första punkten har också stora positiva effekter för transportkapaciteten på järnväg.

5. Järnvägens infrastruktur

5.1 Godskorridorer

Två godskorridorer med några kompletterande länkar har definierats för att analysera åtgärder för högre kapacitet. Vardera godskorridoren innehåller helt eller delvis flera olika stråk.

Huvudkorridoren för godstrafiken genom Sverige är (Hamburg–) Malmö–Hallsberg–Storvik–Sundsvall–Umeå (via Ostkustbanan och Botniabanan), här kallad "korridor B–Botnia". Det finns också en parallell korridor kallad "korridor G–Norr" Malmö–Göteborg–Kil–Borlänge–Storvik–Ånge–Vännäs–Boden (se karta).



Figur 21. Godskorridorerna B–Botnia (huvudstråk) och G–Norr i analysen.

Utöver godskorridorerna finns det många andra banor som är viktiga för godstrafiken i Sverige, som Malmbanan Luleå–Kiruna–Narvik, förbindelser norr och söder om Mälaren till Stockholm

och flera banor till Norge. Analysen har dock genomförts enbart i godskorridorerna som är stammen i den nationella och internationella godstrafiken.

Tabell 2. Järnvägsavstånd i godskorridorerna

Avstånd (km)	Godskorridor		
	G-Norr	Via länkar	B-Botnia
Vännäs–Boden	284		
Storvik–Vännäs	632		601
Storvik–Umeå gbg	660	572	573
Borlänge–Storvik	78		
Sävenäs rbg (Göteborg)–Borlänge	453		
Hallsberg rbg–Borlänge		198	
Hallsberg rbg–Storvik			219
Hallsberg rbg–Sävenäs rbg (Göteborg)		250	
Malmö gbg–Hallsberg rbg		540	448
Malmö gbg–Sävenäs rbg (Göteborg)	290		
Malmö gbg–Boden	1737		1552
Malmö gbg–Umeå gbg	1481		1240
Malmö gbg–Borlänge	743		646
Sävenäs rbg (Göteborg)–Boden	1447		1354
Sävenäs rbg (Göteborg)–Umeå gbg	1191		1042
Sävenäs rbg (Göteborg)–Borlänge	453	448	

gbg: godsbangård; rbg: rangerbangård

Uppgifter från www.tydal.nu

Trafikverket använder i sin planering begreppet stråk, som avser en avgränsad bana, till exempel ”Södra stambanan” eller ”godsstråket genom Bergslagen”. I bilagorna framgår vilka stråk som berörs av godskorridor B-Botnia och G-Norr.

Korridorerna har idag varierande standard och trafik. Huvudkorridoren B–Botnia har betydligt mer genomgående godstrafik än G-Norr. En standardfaktor som har stor betydelse för tågvikter och vägval är banans maximala lutningar. Med få undantag är lutningsförhållandet 10 ‰ (räknat som genomsnitt över en 1 km lång sträcka; BVS 1586.41) i B–Botnia mellan Malmö och Umeå, och i G–Norr mellan Malmö och Kil. Ett undantag är Ådalsbanan mellan Sundsvall och Härnösand som har lutningar på upp till 14 ‰ och därmed dimensionerar tågvikterna på hela sträckan mellan Sundsvall och Umeå.

På flera banor i Bergslagen och i Norrland är 17 ‰ den största lutningen. På Öresundsförbindelsen är 15,6 ‰ största lutning. Jämfört med 10 ‰ lutning innebär det att ett lika tungt godståg behöver högre dragkraft, i form av starkare lok eller ytterligare ett lok, eller att tågvikterna måste reduceras. Större lutningar innebär följaktligen generellt högre transportkostnader i godstrafiken.

5.2 Standardfaktorernas betydelse

Inom godstrafik på järnväg kan teknisk utveckling medföra lägre driftkostnader som kommer transportkunderna tillgodo. En viktig förutsättning för signifikanta kostnadssänkningar är att godstågens lok och vagnmateriel utvecklas i samklang med infrastrukturen. Syftet är att öka transportkapaciteten och därigenom minska kostnaderna för transporten. De standardparametrar Trafikverket använder vid upprustning och nybyggnad bör därför ses över. Det gäller möjlig tåglängd med hänsyn till bangårds- och terminalspår och mötesspårs längd, referensprofil speciellt för kombitrafik, banans bärighet i form av meterlast och tillåten

axellast, samt banans lutningar. De standardparametrar KTH föreslår är anpassade dels till den internationella godstrafiken och gällande normer, dels tillvaratar de en effektiviseringspotential i den nationella godstrafiken och höjer transportkapaciteten.

Tabell 3. Viktiga standardparametrar för ökad transportkapacitet

Parameter	Vanligt förekommande idag	Mål vid upprustning och nybyggnad idag	Förslag för upprustning och nybyggnad i godskorridorer
Tåglängd m.h.t. mötesspår	650 m (630 m)	750 m	1000 m ^{1,2} till 2x1000 m ³
Referensprofil (lastprofil allmänt)	SEa (3,40 m × 4,65 m avfasad i övre hörn)	SEc (3,60 m × 4,83 m rektangulär form)	SEc (3,60 m × 4,83 m rektangulär form)
Kombiprofil ⁴ (lastprofil i kombitrafik)	P/C 410 (2,60 m × 4,43 m) för 4,1 m höga trailrar	Vid SEa: P/C 410 (2,60 m × 4,43 m) för 4,1 m höga trailrar P/C 422 (2,60 m × 4,55 m) för 4,2 m höga trailrar	Om SEc inte är infört: P/C 450 (2,60 m × 4,83 m) för 4,5 m höga trailrar
Bärighet, meterlast (stvm)	6,4 ton/m; 8,0 ton/m Malmbanan 12,0 ton/m	8,0 ton/m Malmbanan 12,0 ton/m	8,3 ton/m ⁵ (25 tons axellast) 10 ton/m (30 tons axellast) Malmbanan: 12-16 ton/m
Axellast (stax)	22,5 ton; 25 ton, Malmbanan: 30 ton	25 ton Malmbanan: 30 ton	25 ton eller 30 ton Malmbanan: 30-40 ton
Lutning (över 500 m)	≤10 ‰ alt. ≤17 ‰	≤10 ‰ i godsstråk	≤10 ‰ i godsstråk

¹ 835 m är idag tillåtet genom Danmark och till Maschen i Tyskland men bör utsträckas i godsstråk i Sverige. 880 m tåglängd eller längre bör övervägas för kombitrafik, malm, skogsprodukter och till/från tågfarjor i Sverige för optimal driftekonomi med nuvarande bromsregler

² Planeringsmål i Danmark och till Maschen i Tyskland är 1000 m tåglängd

³ Två sammankopplade godståg

⁴ Redovisas inte i Järnvägsnätsbeskrivningen (JNB)

⁵ För transport av stålplåt är 8,3 ton/m effektivt

Källa: Boysen (2012a)

Kostnaderna för förbättrad standard varierar beroende på nuvarande standard och vilka övriga investeringar som behövs. Längre bangårds- och terminalspår och mötesspår kräver investeringar i infrastrukturen, men nyttorna är förutom lägre transportkostnader också att (partiella) dubbelspår inte behövs för godstrafikens del i vissa stråk och att kapacitet frigörs för mer godstrafik och persontrafik. De övriga åtgärderna handlar oftast om punktvisa insatser för att förbättra banan. Det är i sammanhanget också viktigt att elmatningen dimensioneras för ökad kapacitet och hög återmatningskapacitet på elektrifierade banor.

Genom att förbättra standarden kan tågtrafiken bli mer effektiv. Det innebär inte att alla tåg kommer att hålla maximal längd eller att utnyttja maximal bärighet, men i genomsnitt sker en successiv effektivisering som kommer transportköparna tillgodo.

5.3 Godsvagnar och bromsegenskaper

Godsvagnsutveckling

Godsvagnarna bör utvecklas i paritet med infrastrukturen som en del i att öka transportkapaciteten. Många godsvagnar cirkulerar i en stor del av Europa, medan andra är bundna till särskilda transportuppdrag i ett land. Det behövs därför både en generell utveckling

av minimistandarden som blir krav genom europeiska normer (EN) och Tekniska specifikationer för driftskompatibilitet (TSD), liksom en kostnadseffektiv optimering genom forskning och utveckling.

Nya vagnar bör konstrueras för att optimera lastförmågan per längdmeter. Kortare vagnar ger lägre tomvikt och ett kompaktare tåg som minskar energiförbrukningen men förutsätter att banan har högre bärighet för att kunna ta samma mängd eller mera last. Höga bromsprestanda ökar kapaciteten, och någon form av elektronisk bromskontroll och statusövervakning har diskuterats. Även automatkoppel som är standard i nästan hela världen utom i Europa kan om och när det ersätter dagens skruvkoppel och buffertar medge högre tågvikter och för personalen säkrare rangering av godsvagnar. För att minska buller från godstågen är det effektivt att ersätta den vanliga blockbromsen med skivbromsar som också medger högre tåghastigheter. Mer om godsvagnsutveckling finns bland annat dokumenterat i Effektiva gröna godståg (2013) och Effektiva tågssystem för godstransporter (2005).

Bromsprestanda

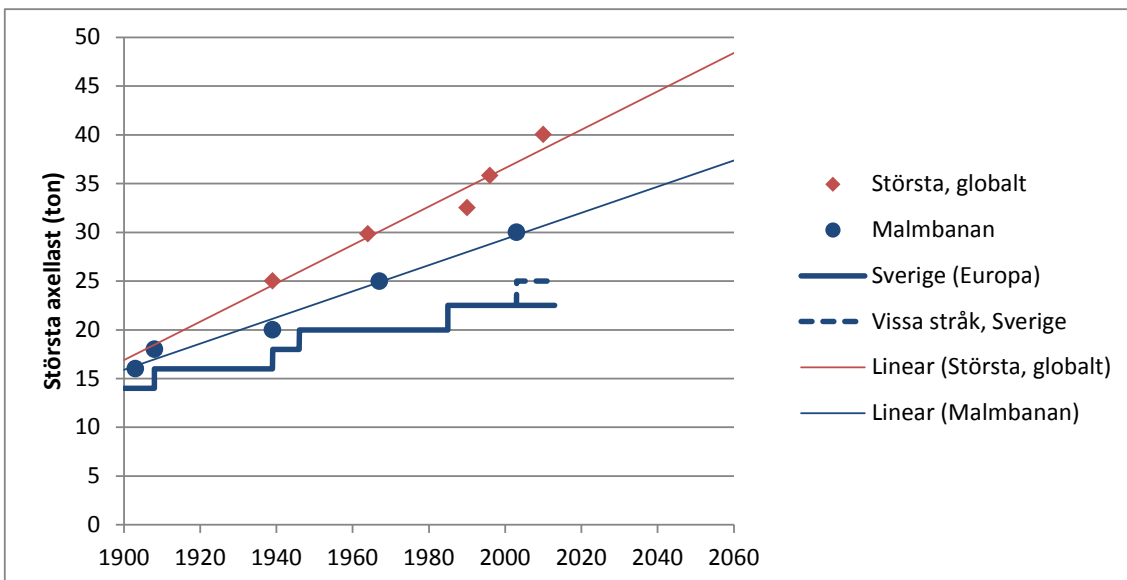
En viktig åtgärd (steg 2) som kan ge högre kapacitet är förbättrad bromsprestanda för godstågen. I första hand bör dagens regler för bromsens egenskaper och de bromstabeller som används ses över och anpassas bättre till de förutsättningar som redan finns, som försignalavstånd och lutningar på olika banor. Bromsreglerna tillåter i Sverige för närvarande upp till 730 m långa godståg i bromsgrupp P och 880 m långa godståg i bromsgrupp G. Det finns möjlighet att enkla regeländringar kan medge högre tågvikter och längre tåg eller högre hastigheter.

Även nya tekniska lösningar för bromssystemet behövs för att förbättra prestandan. Förbättrad bromsförmåga och kortare tillsättningstider kan man uppnå med en radiostyrd bromsventil (*End of Train device, EOT*) på sista vagnen, men det är bromsens lossningstider som är svårast att säkerställa. Vinterproblematik med bland annat ökat läckage i bromsledningen vid låga temperaturer gör att det behövs viss teknisk utveckling, och nya bromsregler, för att nå 1000 m tåglängd. Sannolikt är det dock relativt små åtgärder som behövs, och under förutsättning att dragkraften är dimensionerad för erforderliga tågvikter skulle godstågen i godskorridorerna kunna bli 1000 m långa. Två sammankopplade godståg (2x1000 m) kan ur bromssynpunkt betraktas som enkla godståg eftersom det i princip är avståndet från sista vagnen till lok som dimensionerar bromsens lossningstid. En elektrisk styrning (EP-broms) kan eliminera det problemet men om samkörbarhet med andra godsvagnar i Europa ska bibehållas blir det en omfattande systemfråga.

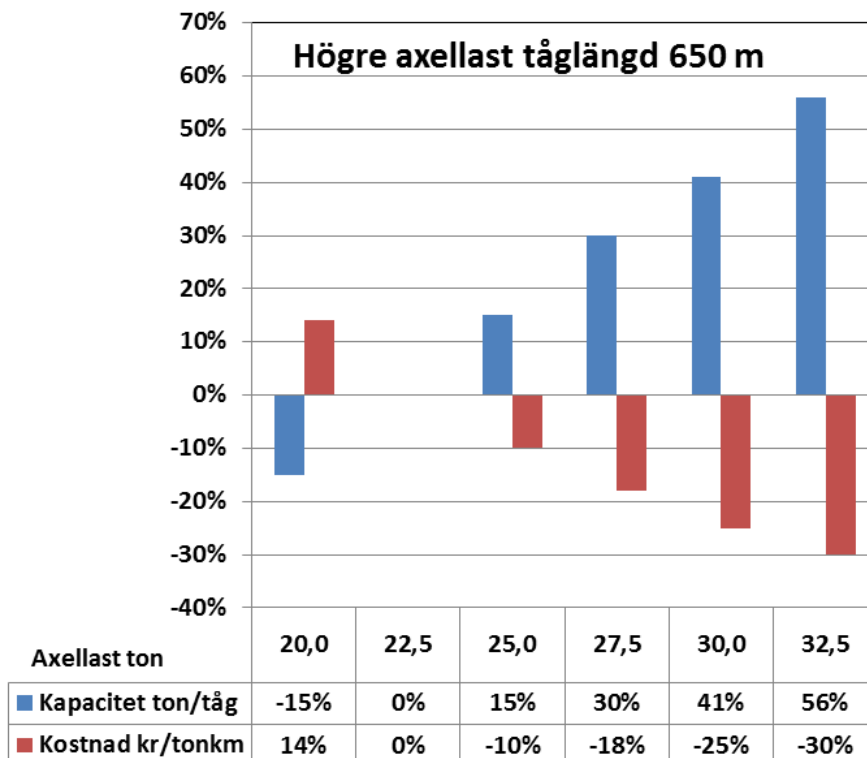
5.4 Axellast och bärighet

Största tillåtna axellast (stax) har betydelse för hur mycket man kan lasta på vagnen. Transportkostnaderna sjunker med högre axellaster. Axellasten har betydelse främst för dimensionering och slitage av spåret, men även vissa delar av banunderbyggnaden som trummor.

Idag tillåts i regel 22,5 ton axellast i Europa och i Sverige som en gemensam standard. Vissa banor i Sverige tillåter 25 ton, och Malmbanan mellan Luleå och Narvik i Norge 30 ton. Utomlands finner man generellt högre axellaster framför allt i Nordamerika (32-36 metriska ton) och på malmbanor i Australien där den senast byggda malmbanan tillåter 40 ton men planer finns på ökning av axellasten till 42 ton.



Figur 22. Största axellaster (ton) i världen, på Malmbanan respektive allmänt i Sverige (och i Europa)¹ samt vissa stråk i Sverige under perioden 1900-2013. Trendlinjer för "Största, globalt" och för Malmbanan visar på hittillsvarande utveckling om den skulle fortgå fram till 2060.



Figur 23. Effekten av högre axellast än 22,5 ton vid konstant tåglängd mätt i transportkostnad och transportkapacitet. Källa: Effektiva gröna godståg (2013).

Banans bärighet är ett mått på tillåten belastning per längdmeter och dimensionerar banunderbyggnaden, bland annat broar och bankar. Det är viktigt särskilt för gods med hög densitet att bärigheten dimensioneras i paritet med axellasten för effektiva transportupplägg.

¹ Den historiska utvecklingen skiljer dock genom att de flesta banor i Sverige ursprungligen byggdes för lägre axellaster än banor på kontinenten vid samma tidpunkt.

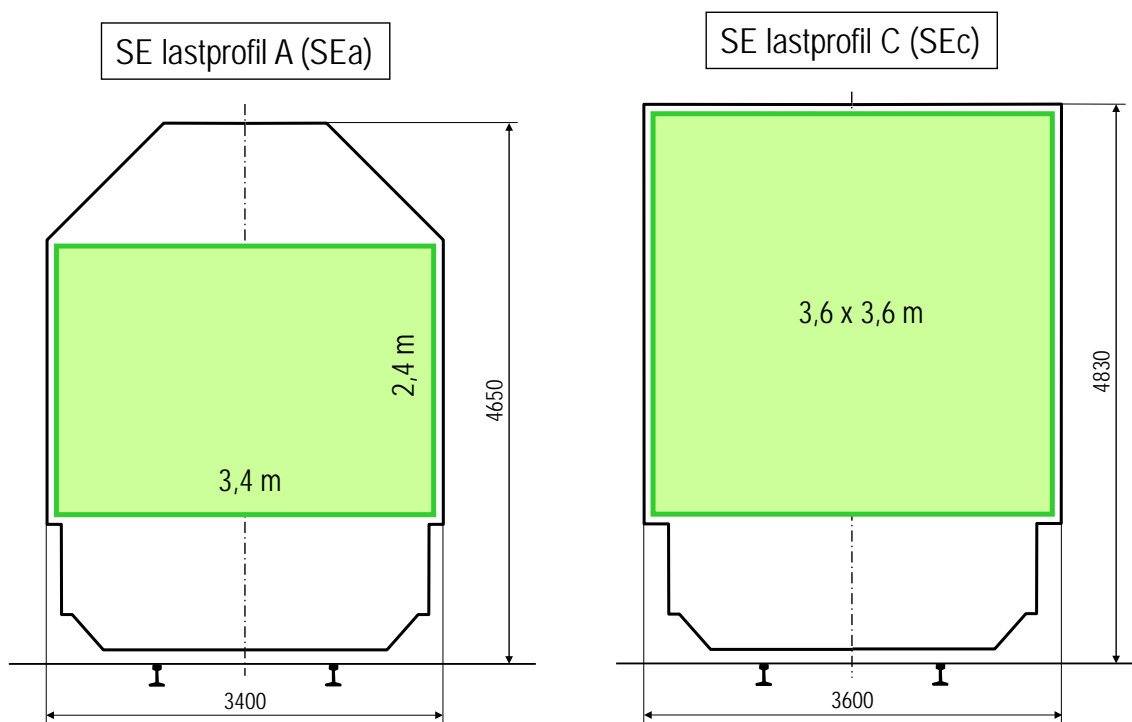
Vanliga värden för bärighet (meterlast) i Sverige är 6,4 ton/m, vissa banor 8,0 ton/m medan Malmbanan medger 12 ton/m. I Europa tillåts på huvudlinjerna i många fall 8,0 ton/m. En höjning till mer allmänt 8,3 ton/m i Sverige skulle medföra att en 12 m lång boggigodsvagn kan lastas fullt till 25 tons axellast. Dessutom ger 8 ton/m en gemensam internationell standard med Danmark och Tyskland i godskorridorerna.

På sikt behöver högre axellaster och bärighet än 25 ton och 8 ton/m införas, även om många banor ännu inte har rustats upp till dagens nybyggnadsstandard. Nästa steg kan vara 30 tons axellast och 10,0 ton/m vilket skulle öka kapaciteten och sänka transportkostnaderna ytterligare. En högre standard kan införas först i systemtågsupplägg, liksom 25 tons axellast införts i Sverige, och därefter i hela godskorridorerna och anslutande linjer.

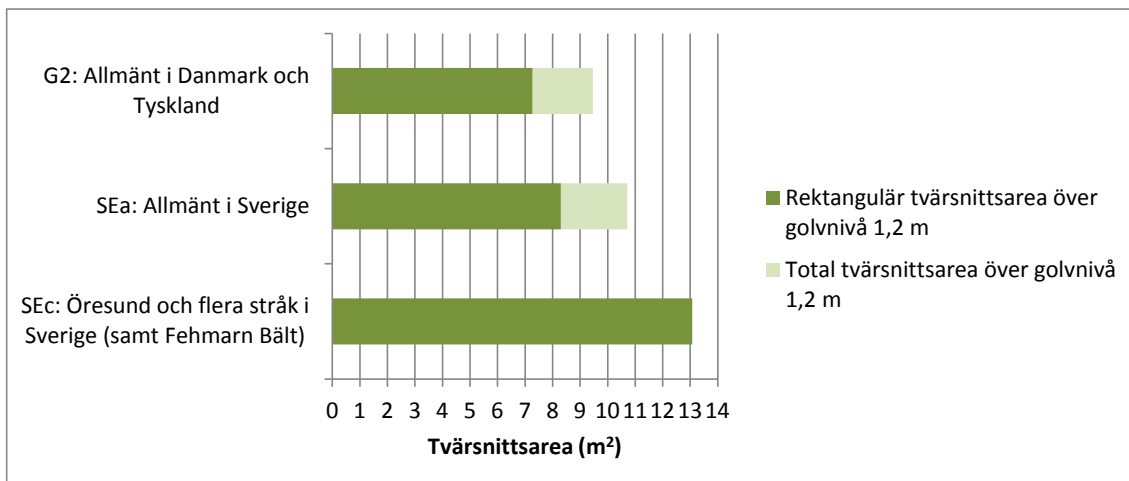
5.5 Lastprofil (referensprofil)

Lastprofilen är ett statistiskt mått på hur stort tvärsnitt av last på en godsvagn som kan rymmas på banan utan att riskera att komma i beröring med andra tåg eller fasta konstruktioner. Referensprofilen motsvarar lastprofilen men är ett mått som är definierat i europeiska normer för konstruktion av fordon och bana, och som medger optimering för fordonets rörelser under gång.

Lastprofilen har stor betydelse för volymgod. En tvåaxlig godsvagn med den gemensamma europeiska lastprofilen G1 lastar 84 m³ upp till överkant av sidoväggen (med rektangulär tvärsnittsarea), vilket med den svenska lastprofilen C (SEc) kan öka upp till 175 m³ med en optimal vagnkonstruktion. Det innebär att transportkostnaden sjunker. I Danmark och Tyskland är dock den som G1 lika smala men något högre lastprofilen G2 allmän, 3,15 m bred och 4,65 m hög med avfasad övre del (Effektiva gröna godståg, 2013).



Figur 24. Statiska mått på lastprofil och möjlig rektangulär laststorlek på en standardgodsvagn med 1,2 m golvhöjd över rälsöverkant.



Figur 25. Tvärsnittsarea (m²) över vagnens golvnivå 1,2 m över rälsöverkant för lastprofilerna G2 och de svenska A (SEa) respektive C (SEc).

I Sverige medger alla banor med något undantag referensprofil A (SEa) men kostnaderna att öka till SEc är i många fall blygsamma eftersom banornas fria rum sedan länge byggts för att medge större lastprofiler. Där det finns hinder som tar tid att undanröja, till exempel en vägbro som inte medger det fria rum som erfordras, kan ett första steg vara en något mindre lastprofil för kombitransporter. En på höjden något utvidgad profil SEa, kallad P/C 450, ge möjlighet att transportera 4,50 m höga lastbilstrailrar på tåg som ett första steg mot en senare generell övergång till SEc.

På kontinenten är det framför allt det mindre avståndet mellan parallella spår som begränsar fordonsbredden jämfört med i Skandinavien. De viktiga länkarna Öresundsförbindelsen har byggts, och den fasta förbindelsen över Fehmarn Bält byggs, för den svenska referensprofilen SEc vilket är en förutsättning för anpassning av banorna till norra Tyskland för större profil.

Steget till SEc medför att väsentligt större volym gods kan köras i vagnarna, särskilt för gods som kan utnyttja hela höjden och bredden utan att begränsas av de avskurna övre hörnen som i G2 och SEa. Ett typexempel är pappersrullar. Större lastprofil medför högre kapacitet och lägre transportkostnader.

5.6 Tåghastighet

Efterfrågan på högre godståghastigheter

Snabbare godståg är oftast inte av primärt intresse för godskunderna. Ett vanligt logistikupplägg är att varorna produceras på dagen och transporteras på natten i ett tidsfönster mellan klockan 17.00 och 07.00 inklusive rangering, matartransporter och distribution. Inom Sverige är transporttiden ofta kortare än så med dagens godståg, med undantag av transporter mellan Norrland och södra Sverige.

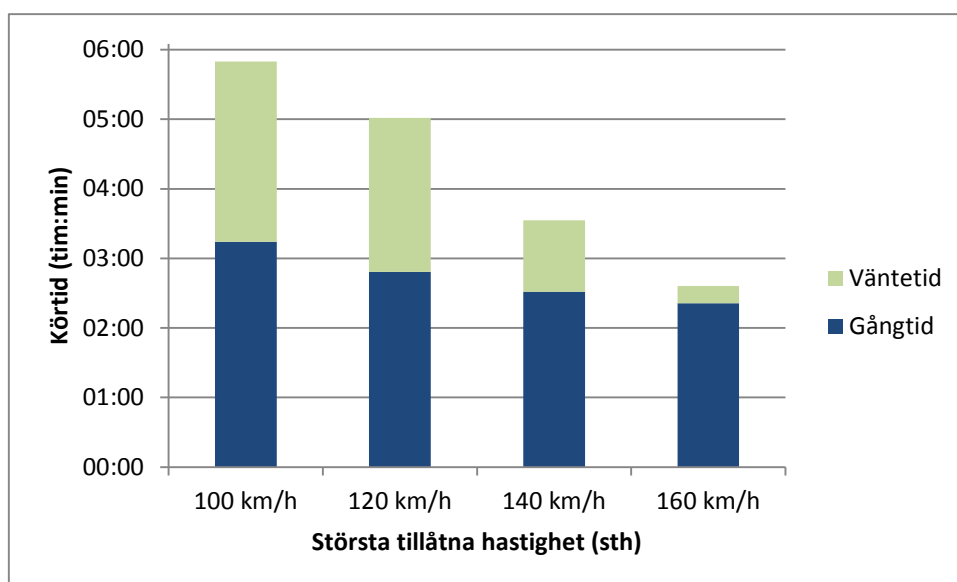
Det finns dock lägen då snabbare godståg ändå kan vara intressanta för godskunderna. Det gäller till exempel om man kan vidga marknaden för transporter över natten så att företagen kan nå fler kunder. Det kan i sin tur innebära att produktion och lager kan koncentreras till färre platser. Det kan också gälla utrikestransporter där dygnsrytmen kan vara annorlunda eftersom en transport över natten på kontinenten kan komma på dagen i Sverige.

Det finns ytterligare anledningar som gör att snabbare godståg kan vara intressanta som hittills inte har uppmärksammats så mycket. Det är dels att det kan innebära att man kan öka produktiviteten och hinna med fler omlopp per dygn, dels att det kan möjliggöra fler godstågslägen särskilt på dagtid när persontrafiken är dominerande.

Kapacitetsaspekter på högre godstågshastigheter

Högre godstågshastigheter har betydelse för kapaciteten på banor med blandad person- och godstrafik, och särskilt på de stambanor som har stort kapacitetsutnyttjande och snabbtågstrafik under dagtid.

Med ökad hastighet för godstågen ökar antalet möjliga godstågslägen. Antalet teoretiska tidtabeller som rymmer fler godstågslägen ökar, vilket visar att tidtabellen blir mer flexibel. Färre förbigångar där snabbare persontåg kör om godståget innebär lägre störningskänslighet. Den tidtabellslagda körtiden minskar betydligt på grund av färre och ofta kortare uppehåll för förbigångar för godstågen, men också genom kortare gångtider för godstågen.

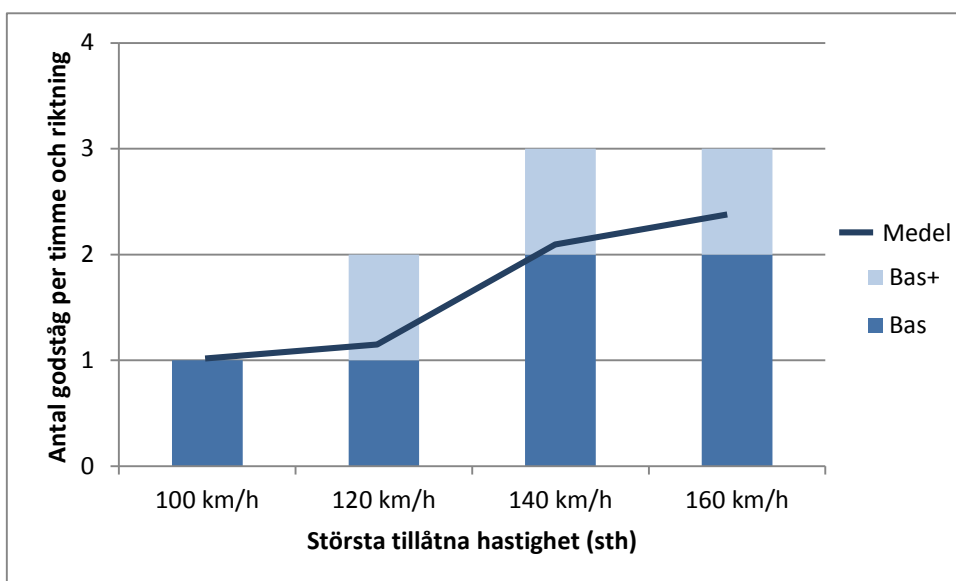


Figur 26. Körtider för ett godståg på sträckan Mjölby–Hässleholm med persontrafik dagtid. Väntetid är uppehåll för förbigångar, även kallad "skogstid", och gångtid den tiden som tåget rullar (utan uppehåll).

Tidtabellsanalysen visar att flera godstågslägen kan rymmas på banor med blandad person- och godstrafik genom att höja godstågens största tillåtna hastighet. Det medför att hastighetsskillnaderna mellan gods- och persontåg minskar och kapaciteten kan därmed utnyttjas bättre, samtidigt som körtiderna för godstågen minskar betydligt genom att de inte behöver köra åt sidan för förbigångar i samma utsträckning som vid lägre hastigheter.

Jämfört med dagens situation på Södra stambanan mellan Mjölby och Hässleholm där de flesta godståg kör i 100 km/h ger särskilt en hastighetshöjning till 140 km/h en markerad effekt i kapacitet. Det beror på att banan norr om Nässjö är kurvig att högre hastigheter än 140 km/h inte kan utnyttjas, medan stambanan den söder om Nässjö har bättre geometri och där kan 160 km/h vara mer intressant. Antalet godstågslägen vid 140 km/h mer än dubblas och körtiderna inklusive uppehåll minskar med 39 % (ett godståg per timme) respektive 32 % (två godståg per timme) jämfört med ett godståg per timme i 100 km/h. Dessutom ökar

flexibiliteten i tidtabellen vilket ger möjligheter att lättare göra tidtabellsändringar och anpassningar till ändrade förutsättningar och nya trafikupplägg.



Figur 27. Antal godstågslägen i tidtabellen per timme och riktning mellan Mjölby och Hässleholm med persontrafik dagtid. "Medel" avser viktade värden av "bas" (normalt antal godstågslägen) och "bas+" (större antal godstågslägen) med avseende på antal möjliga tidtabeller.

Åtgärder för högre godstågshastigheter

"Standardgodståg" har idag topphastigheten 100 km/h, men undantag finns. Nästan alla lok och de flesta nyare vagnar är dock konstruerade för minst 120 km/h även om högre hastigheter kan medföra en begränsning i lastförmågan och tågvikt. Om man ska höja den generella topphastigheten (sth) för godstågen behöver olika tekniska åtgärder i bana och fordon genomföras. I tabellen motsvarar grön färgmarkering dagens situation (möjligt utan åtgärd), gult som är möjligt med vissa eller enklare åtgärder, och rött med relativt stora eller genomgripande åtgärder. Åtgärder för att möjliggöra högre godstågshastighet vid gult/rött anges också i text.

Vissa av åtgärderna kan genomföras lokalt bana för bana, till exempel bullerskydd och markstabilisering, medan andra åtgärder fordrar åtgärder i större skala. Ändrade vagn typer förutsätter att alla vagnar som går i snabbare godståg till exempel har bättre löpverk och skivbroms, vilket minskar samkörbarheten med den del av Europas godsvagnspark som inte får dessa förbättringar.

Tabell 4. Åtgärder för snabbare godståg

	Önskad största tillåten hastighet (sth)				
	Godståg idag	100 km/h	120 km/h	140 km/h	160 km/h
Infrastruktur					
Signalsystem		Genomsignalering	Genomsignalering	Genomsignalering	Genomsignalering
Spår			Spårkrafter	Spårkrafter	Spårkrafter
Banunderbyggnad			Spårkrafter	Spårkrafter	Spårkrafter
Buller och vibrationer		Bullerskydd och/eller markstabilisering	Bullerskydd och/eller markstabilisering	Bullerskydd och/eller markstabilisering	Bullerskydd och/eller markstabilisering
Rullande materiel					
Lok				Avfjädrade drivsystem	Avfjädrade drivsystem
Aerodynamik			Vagnkonstruktion Lastning	Vagnkonstruktion Lastning	Vagnkonstruktion Lastning
Vagnarnas löpverk			Spårvänliga boggi Gångdynamik	Spårvänliga boggi Gångdynamik	Spårvänliga boggi Gångdynamik
Broms		Effektiv blockbroms (SS) eller skivbroms Bromsregler	Skivbroms (ljudnivåer) EP broms Bromsregler	Skivbroms (ljudnivåer) EP broms Bromsregler	Skivbroms (ljudnivåer) EP broms Bromsregler

En analys av förutsättningarna för operatörerna visar att en hastighetshöjning från 100 km/h till 120 km/h går att genomföra med inga (de vagnar som har så kallad SS-broms) eller relativt små ändringar av vagnarnas bromssystem. För 140 km/h kan krav på skivbroms och EP-broms eller utspridda lok för snabbare bromsreglering tillkomma. Även spårvänliga boggi som kostar mer vid nyanskaffning och nya vagnskonstruktioner kan eventuellt bli nödvändigt. Vid 160 km/h skärps kraven på godsvagnarna ytterligare och det tillkommer också krav på avfjädrade drivsystem på loken vilket finns som standard på persontågslok (Rc6-lok och till exempel TRAXX P160) men kostar något mer.

Godståg och höghastighetsbanor

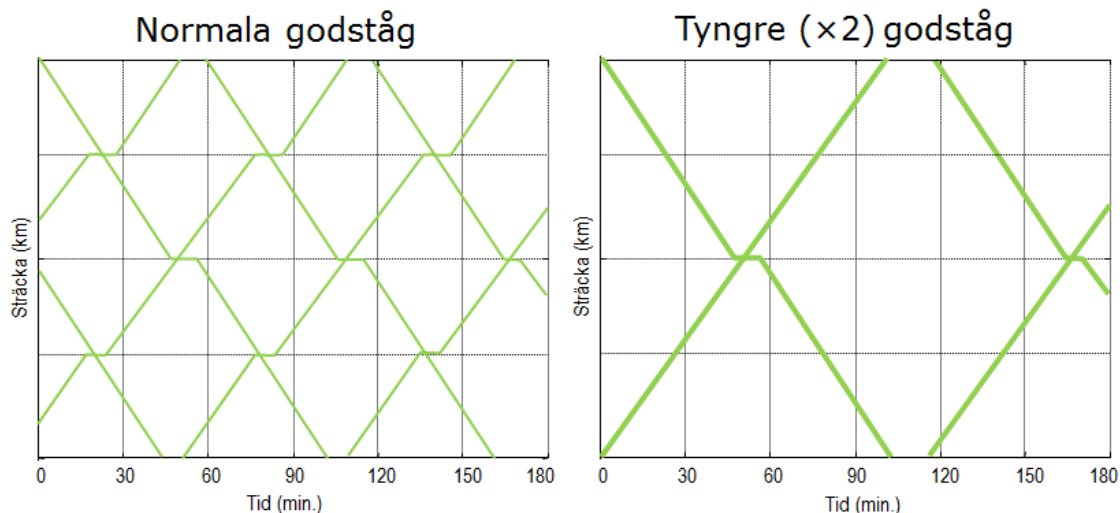
Om nya stambanor främst för snabb persontrafik byggs är det i första hand kapaciteten som begränsar möjligheterna att köra godståg på dessa. Snabbare godståg som har en medelhastighet nära persontrafikens har större möjligheter att rymmas på banan än långsammare godståg. Det måste också finnas tid till banunderhåll på natten.

Det finns bangeometriska skillnader mellan en höghastighetsbana och en konventionell bana för blandad person- och godstrafik. Den främsta skillnaden är lutningarna där man i regel tillåter upp till 35 % på höghastighetsbanor för persontrafik för att minska längden av och antalet broar och tunnlar. Våra stambanor i södra Sverige, och Botniabanen, är byggda med 10 % lutningar. Större lutningar ställer krav på högre dragkraft, det vill säga flera eller kraftigare lok i tåget, och längre bromssträckor eller sänkt hastighet vilket påverkar såväl ekonomin i godstransporterna som kapaciteten på sträckan negativt.

5.7 Längre och tyngre godståg

Längre och tyngre godståg är åtgärder som ökar transportkapaciteten påtagligt genom att antalet godståg kan minska vid ett givet godsflöde. Färre tåg medför lägre kapacitetsutnyttjande på banan som ger kortare res- och transporttider och bättre punktlighet. Dessutom medför färre tåg att produktionskostnaderna minskar för godsoperatörerna och utrymmet för banarbeten ökar.

Längre och tyngre tåg förutsätter dock i regel investeringar i banan. Några exempel på åtgärder är längre mötes- och förbigångsspår och längre bangårdar. Det kan också vara fördelaktigt att kombinera längre och tyngre tåg med högre axellaster och ökad bärighet.



Figur 28. Exempel med grafisk tidtabell som visar effekten på antalet tåg på banan med dubbelt så tunga tåg vid ett givet godsflöde. Den frigjorda kapaciteten kan användas att köra flera tåg och därmed kan transportkapaciteten öka.

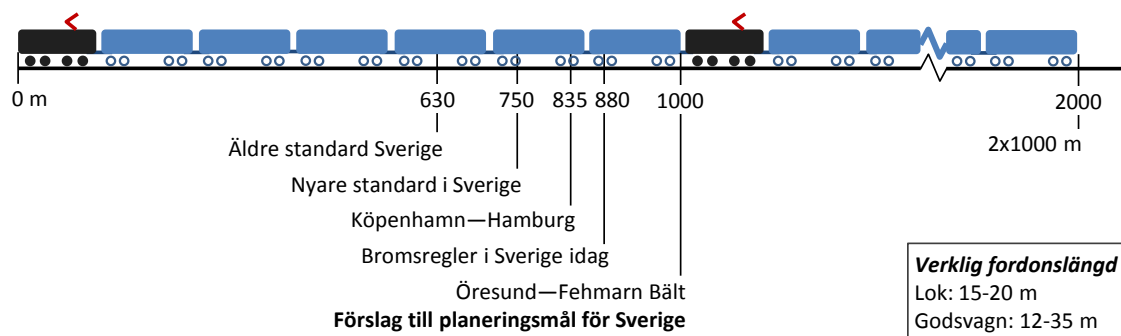
En vanlig viktbegränsning på banorna är 1600 ton tågvikt i södra Sverige, vilket främst beror på kraftförsörjningen. I norra och mellersta Sverige kör man systemtåg med stålämnen på 3200 ton mellan Luleå och Borlänge, och på Malmbanan malmtåg på 8500 ton inklusive lok. För att kunna köra tyngre tåg har banans lutningar betydelse. Dragkraften i tåget går att öka genom starkare eller flera lok i multipelkörning, och skruvkoppel av den högsta hållfasthetsklassen klarar högre dragkraft och tyngre tåg än vad som används idag. Vid mycket tunga tåg krävs dock andra koppel, och det vanligaste är olika typer av automatiska centralkoppel som till exempel de som används i malmtågen på Malmbanan. Nyare lok och förstärkt kraftförsörjning i kombination med längre tåg skulle kunna möjliggöra tågvikter på upp till 5000 ton i södra Sverige (Effektiva gröna godståg, 2013).

Normala godståg är ofta upp till 630 m långa i godskorridorerna i Sverige (RNE C01, 2013) av historiska orsaker främst beroende på mötes- och förbigångsspårens längd. Ibland kan man tillåta 750 m långa tåg då en del nyare stationer byggts och byggts om för denna tåglängd.

Inom EU kommer man att ha ett minimikrav på att 740 m långa godståg, vilket är en vanlig standard i tyska godskorridorer, ska kunna framföras i TEN-T-nätet. Det är inget som hindrar att banan medger längre godståg än så när det medför fördelar för kapaciteten eller ekonomin.

Öresundsförbindelsen är, och den nya banan Köpenhamn–Ringsted och Fehmarn Bält-förbindelsen kommer att byggas för 1000 m långa godståg. Samma planeringsmål skulle kunna införas även i Sverige för ökad kapacitet och en gemensam korridorstandard mellan Sverige och Danmark. Mellan Danmark (Köpenhamn) och Tyskland (Hamburg Maschen) kör man redan 835 m långa godståg. Det skulle vara mycket effektivt om dessa långa tåg kunde fortsätta ända till och från Hallsberg, eller i en senare etapp genom hela Sverige.

För att nå 1000 m tåglängd krävs nya bromsregler. Sannolikt är det dock relativt små åtgärder som behövs, och under förutsättning att dragkraften är dimensionerad för högre tågvikter skulle godstågen i godskorridorerna kunna bli 1000 m långa.

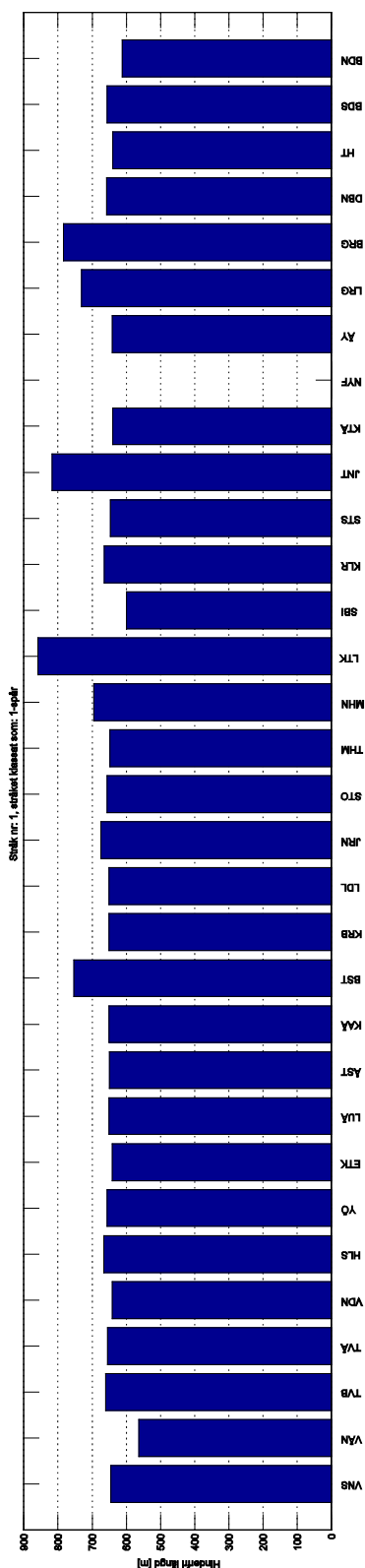


Figur 29. Möjliga godståglängder i Sverige och Köpenhamn–Hamburg.

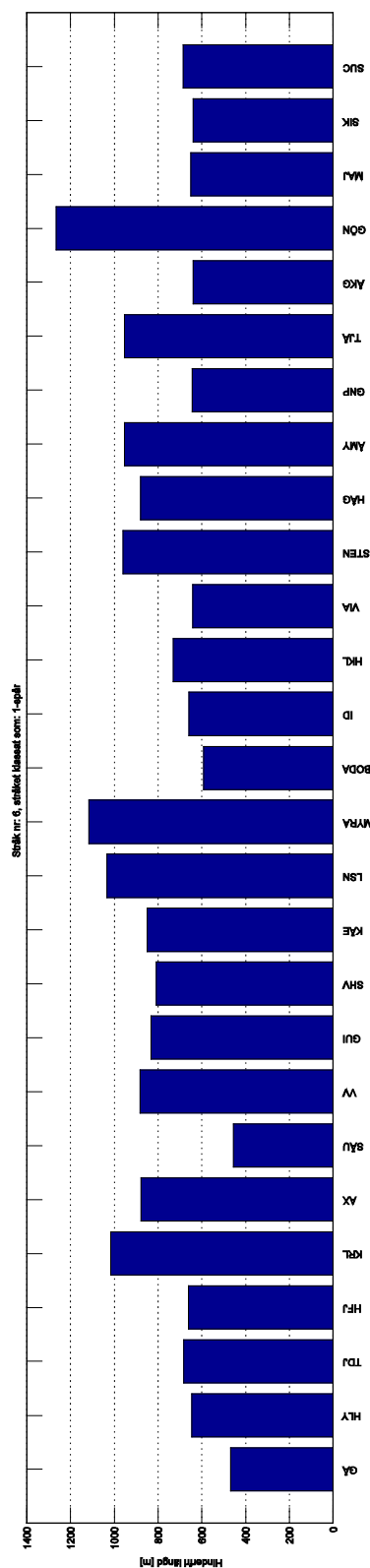
Genom att koppla ihop två långa godståg får man ett långt tåg med ett lok främst och ett lok i mitten av tåget. Det har under 1990-talet gjorts prov i Sverige med 1500 m långa godståg genom att koppla ihop två tåg och radiostyra det andra loket mitt i tåget från det första loket. Det bygger på att tågen är 750 m långa och kan kopplas ihop och isär på strategiska ställen. Motsvarande princip skulle kunna användas även med längre godståg på 1000 m. I godskorridorerna kan två sammankopplade godståg (2x1000 m) ge en stor kapacitetsvinst. Det kräver nya regler för tåglängd med avseende på bromsens egenskaper. Dessutom krävs ofta förstärkt kraftförsörjning. Ytterligare en begränsning är givetvis spårlängder på stationer och bangårdar.

Spårlängder på stationer och bangårdar

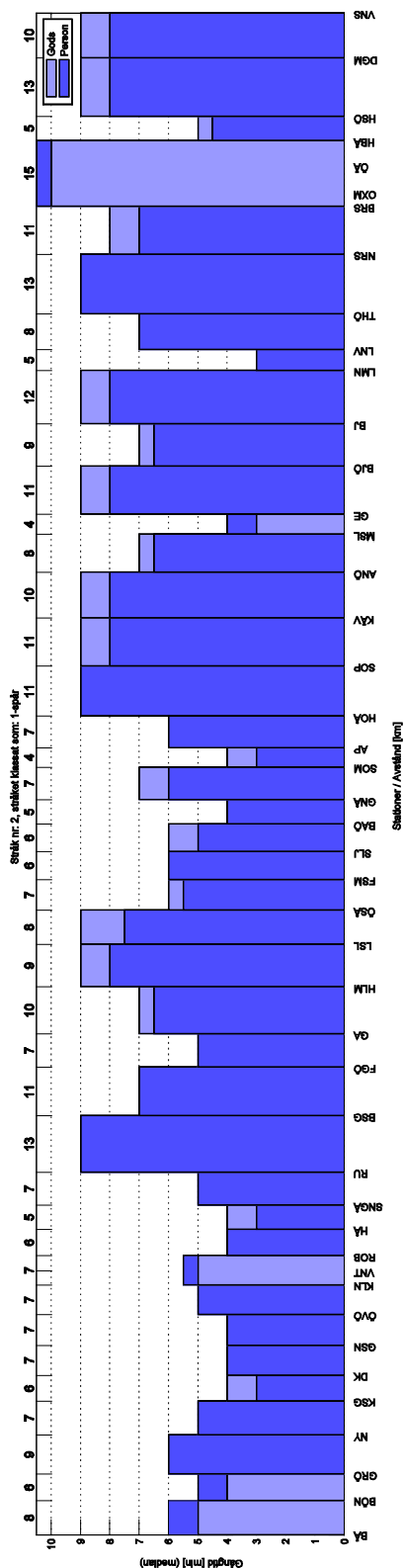
En inventering av hinderfria spårlängder, det vill säga den maximala längd ett tåg kan ha för att ett tågmöte eller annan tågrörelse ska kunna ske på stationen, har gjorts utifrån data i Trafikverkets baninformationssystem (BIS) (se bilaga 6). Avståndet mellan mötesstationerna i km och i körtid (median) för gods- respektive persontåg har också sammanställts.



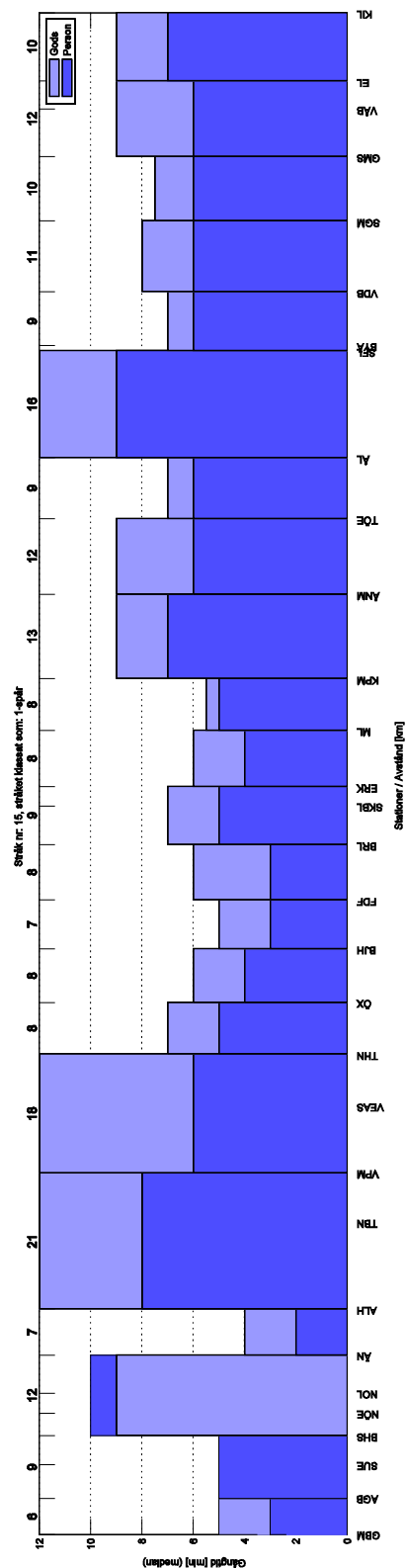
Figur 29. Exempel på hinderfria spårlängder (m) på (längsta) sidospår på mötesstationerna och bangårdarna på sträckan Vännäs (Vns)–Boden (Bdn). Den hinderfria spårlängden är 630 m med få undantag. Data från BIS.



Figur 30. Exempel på hinderfria spårlängder (m) på Ostkustbanan sträckan Gävle (Gä)–Sundsvall (Suc). Det är en stor variation mellan äldre standard på 630 m och nyare som medger 750 m eller längre efter om- och nybyggnad av mötesstationer under senare decennier. Data från BIS.



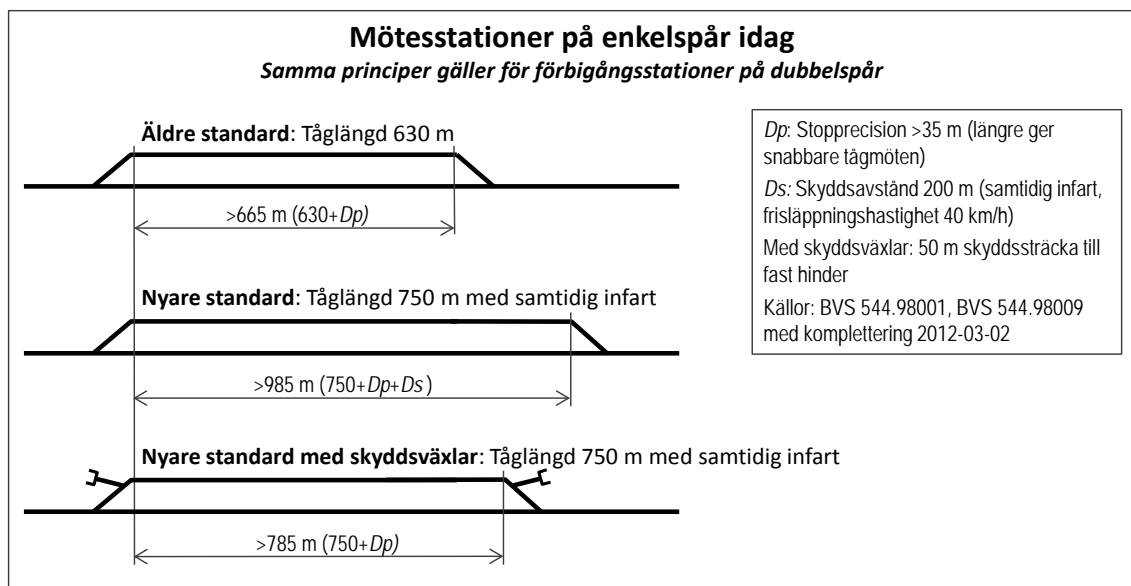
Figur 31. Exempel på avstånd (km) och körtider (minuter) mellan stationerna, median för gods- respektive persontåg oavsett upphåll, på sträckan Bräcke (Bä)–Vännäs (Vns). Stationerna ligger särskilt tätt mellan Bräcke och Ragunda (Ru; till vänster i bilden) av historiska orsaker, men kapaciteten bestäms mer av längsta körtid i stråket. Data från tidtabell T13.



Figur 32. Sträckan Göteborg–Kil. Mellan Göteborg och Öxnared är det dubbelspår. På enkelspårssdelen Öxnared–Kil finns det ett extra långt avstånd (Åmål–Säffle) där en ny mötesstation skulle ge en väsentlig effekt för kapaciteten. Data från tidtabell T13.

Utformning av mötesstationer

Tågmöten på enkelspår och förbigångar på enkelspår och dubbelspår kräver spår på stationerna som motsvarar tågens längd. Vid en förbigång, det vill säga två tåg i samma körriktning, måste spåret vara lika långt eller längre än det längsta tåget. Vid ett möte, två tåg i motsatt körriktning, räcker det med att det ena av två mötande tåg ryms på mötesspåret, medan det andra tåget kan vara längre under förutsättning att det inte behöver stanna på stationen. Med ett långt godståg som möter ett kort persontåg skulle det dock innebära att persontåget får stanna och vänta på mötet, vilket är den omvända principen mot vad som gäller idag.



Figur 34. Dagens principer för utformning av mötesstationer på enkelspår och förbigångsstationer på dubbelspår. Om tåghastigheten är över 160 km/h på huvudspåret krävs skyddsväxlar.

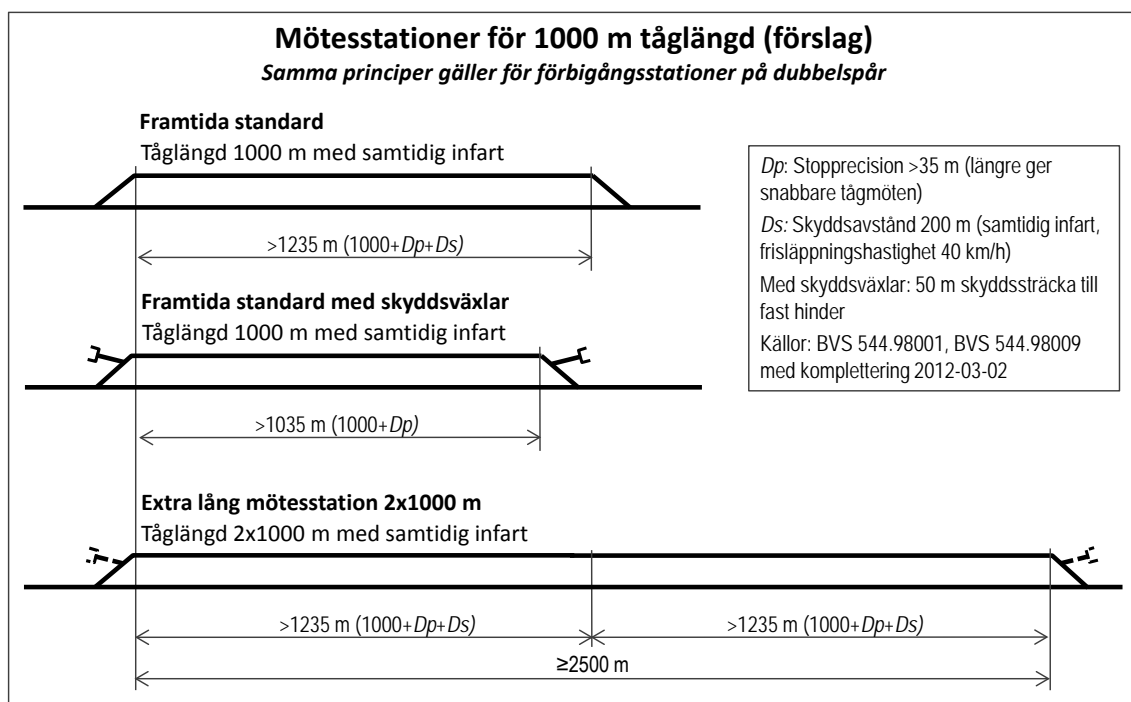
En äldre standard är mötesstationer för 630 m långa tåg, utan samtidig infart som innebär att tågmöten tar längre tid om de mötande tågen kommer samtidigt till stationen. De flesta mötesstationerna i godskorridorerna har fortfarande denna längd (se bilaga 6).

Mötesstationens längd bestäms också av tågen stoppprecision (*D_p* i figuren) som brukar vara minst 35 m men där en längre sträcka än 35 m gör att sista vagnen i tåget snabbare rullar in hinderfritt på mötesspåret, något som är speciellt värdefullt vid förbigångar. 100 m extra längd på förbigångsspåret sparar 26 sekunder (Banverket, 2008, s. 47).

Nyare standard sedan 1990-talet är att bygga mötesspår för 750 m långa tåg och att lägga till ett skyddsavstånd, *D_s* i figuren, på 200 m för samtidig infart vilket ger snabbare tågmöten och därmed högre kapacitet. Skyddsväxlar är ett krav om största tillåtna hastighet på huvudspåret överstiger 160 km/h och skyddsavståndet ersätts då av krav på skyddssträcka till fast hinder på minst 50 m.

Ett förslag är att bygga extra långa mötesstationer i godsstråken. Extra långa mötesstationer möjliggör tågmöten mellan två långa (upp till 1000 m) godståg i vardera körriktningen, eller förbigång av två godståg samtidigt, och ger därmed möjlighet till konvojtrafikering (trafikering i tät följd) som ger väsentligt högre kapacitet än kortare mötesstationer. När tillräckligt många

stationer byggts om kan man övergå till att köra sammankopplade godståg 2x1000 m. Med extra långa mötesstationer får man därmed både ett väsentligt kapacitetstillskott och större flexibilitet i trafikeringen.



Figur 35. Förslag till långa mötesstationer för 1000 m tåglängd. En extra lång mötesstation för långa godståg på 2x1000 m eller två 1000 m långa tåg ger väsentligt högre kapacitet och kan jämföras med en så kallad trespårsstation.

Stambanan genom övre Norrland är mellan Bräcke och Vännäs dimensionerad för tätare godstrafik än vad som kommer att efterfrågas när ERTMS (ETCS) har installerats på loken och Botniabanan därmed blir en genare väg med mindre lutningar. Det innebär att vissa mötesstationer som finns idag egentligen inte behövs i framtiden, särskilt om enkelriktning kan praktiseras under vissa tider. Även på en del andra sträckor behövs inte alla mötesstationer för godstrafikens behov, men kanske för persontrafikens. Det är därför möjligt att förlänga mötesstationerna i omgångar allteftersom kapacitetsbehovet för godstrafiken ökar. Helst ska dock den på sikt önskade spårlängden byggas med en gång för att slippa dubbla etableringskostnader, provisorier och upprepade trafikstörningar för varje station vid en eventuell successiv förlängning till först 1000 m och senare 2x1000 m tåglängd.

5.8 Signalsystem och trafikledning

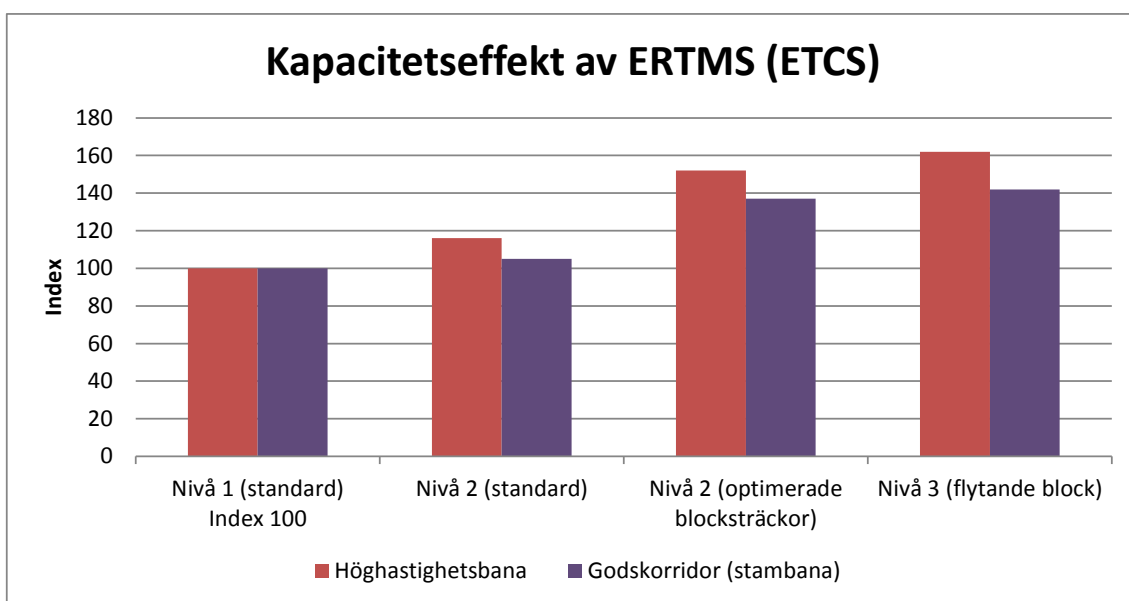
Ett signalsystem mer anpassat för godstrafiken är angeläget för att öka kapaciteten och minska driftskostnaderna. Bättre försignalering eller försignalering på längre avstånd, så kallad genomsignalering, är en effektiv metod för att få mjukare inbromsning än vid idag vanliga försignalavstånd som är 800 m eller 1000 m. De relativt korta bromssträckorna för godståg ger begränsningar i godstågens hastigheter och tåglängder, och större påkänningar på bromsar och hjul vid kraftigare inbromsningar. Om lokföraren genom ett tidigt signalbesked får information om att bromsa redan en blocksträcka i förväg kan man tillåta tyngre och snabbare tåg, alternativt bromsa mjukare med dagens tåg som skulle ge vinster både i kapacitet och driftsäkerhet. Dessa åtgärder skulle kunna genomföras snabbare och till lägre marginalkostnad

vid ett införande av det gemensamma Europeiska signalsystemet ERTMS (ETCS) som också har samma fördelar.

Införande av det paneuropeiska tågstyrningssystemet ERTMS (ETCS) som ersätter olika nationella signal- och säkerhetssystem, i Sverige fjärrblockering och ATC, planeras generellt på järnvägarna i Europa inom några decennier. Trafikverket reviderar för närvarande sin införandeplan men en möjlighet är att alla banor har ERTMS (ETCS) senast 2031, med första större stråk, korridor B, (Neapel–)Malmö–Hallsberg/Norrköping–Stockholm, klart år 2020 (Trafikverket, 2013b). I Danmark utrustas hela järnvägsnätet med ERTMS (ETCS) till 2021, och godskorridorer i Europa är prioriterade av EU för snabbt införande inom det kommande decenniet för att nå teknisk samkörbarhet, interoperabilitet, mellan Europas länder.

ERTMS (ETCS) nivå 2 blir standard i Sverige, men nivå 1 ska av tekniska orsaker installeras på större bangårdar. Genom att välja ETCS nivå 2 behövs inga ljussignaler längs banan och lokföraren får alla signalbesked presenterade i förarhytten. Det minskar kostnaderna för att förkorta eller öka antalet blocksträckor, vilket är en signifikant kapacitetsbegränsning på många banor idag. De kortare blocksträckorna medger tätare tågtrafik särskilt med enkelriktad tågtrafik med gemensam medelhastighet, det vill säga främst på dubbelspår med få eller inga möten eller förbigångar.

I framtiden kan ERTMS(ETCS) nivå 3 ge en större kapacitetsvinst genom att tågets bromssträcka följer framför tåget, så kallat flytande block, och inte är beroende av blocksträckor i banan. Nivå 3² finns dock ännu bara i konceptform och utveckling av systemet kommer att ta många år.



Figur 36. Kapacitetseffekt av ERTMS (ETCS) nivå 1, nivå 2 och det framtida nivå 3. Nivå 1 är en standardapplikation som motsvarar dagens svenska system med fjärrblockering och ATC. Källa: Wendler (2009).

Banans kapacitet är beroende av signalsystemets utformning. Dagens svenska system med fjärrblockering och ATC har ganska goda prestanda, och en standardapplikation motsvarar ERTMS (ETCS) nivå 1 i kapacitet. Genom att förkorta blocksträckorna kan kapaciteten ökas upp

² Nivå 3 ska skiljas från ERTMS *Regional*, "3R", för banor med mindre trafik

till en nivå som ungefär motsvarar ERTMS (ETCS) nivå 2 med optimerade blocksträckor (se figur), vilket av ekonomiska skäl enbart har gjorts på vissa kortare sträckor med hög belastning till exempel den så kallade "getingmidjan" i Stockholm. Nivå 2 som standardapplikation ger dock enbart 5 % mer kapacitet än nivå 1 på en stambana med blandad trafik. ERTMS (ETCS) nivå 3 med flytande block kan ge 40-60 % mer kapacitet än ERTMS (ETCS) nivå 1 mätt i antalet tåg per tidsenhet på en dubbelspårig bana, men utfallet beror på blandningen av olika tågslag (medelhastigheter) och teknisk standard i utgångsläget (Magnarini, 2010; Wendler, 2009).

I detta arbete har antagits att ERTMS (ETCS) nivå 2 generellt ger möjlighet att köra 5 % flera tåg på dubbelspåriga banor, men ingen kapacitetsvinst på enkelspåriga banor där kapaciteten mer beror på möjligheterna till tågmöten. ERTMS (ETCS) nivå 3 med flytande block antas vara utvecklat och installerat på hela bannätet 2040. Det ger då möjlighet att köra 40 % flera tåg på dubbelspåriga banor och omkring 10 % flera tåg på enkelspåriga banor, där vinsten främst uppstår för tåg i samma körriktning, jämfört med dagens fjärrblockering och ATC.

5.9 Enkelriktning och tidtabellsplanering

Enkelriktning vissa tider

Genom att enkelrikta godstrafiken på enkelspåriga banor ökar kapaciteten för godstransporter genom landet. Dessutom blir det möjligt att köra godståg som är längre än mötesspårerna om de långa godstågen inte möter andra godståg som också är längre än mötesspårerna.

Transportkapaciteten, medelhastigheten och robustheten stiger därigenom genom enkelriktad godstrafik i godsstråken.

Det är dock i regel inte möjligt att genomföra en enkelriktning fullt ut. Dels finns det ofta godstrafik som genereras lokalt och som i så fall skulle få orimligt långa transportsträckor, som sträckan Borlänge–Gävle. Dels måste persontrafik köras i båda körriktningarna. När det finns godsstråk utan persontrafik ökar vinsterna av en enkelriktning. En enkelriktning kan också genomföras under vissa tider av dygnet, framför allt på natten när ingen persontrafik körs.

I Sverige är förutsättningarna bäst, och behovet av enkelriktning störst, i Mellannorrland. Botniabanan, Ådalsbanan och Ostkustbanan Umeå–Sundsvall–Gävle blir högt belastade av både gods- och persontrafik men är enkelspåriga och behöver därmed avlastning. En tanke är att köra södergående godståg via Ostkustbanan men norrgående godståg via Ånge och stambanan genom övre Norrland. Korridorerna är dock inte likvärdiga vad gäller längd och lutningsförhållanden. Godskorridoren B–Botnia är mer attraktiv med kortare körsträckor Storvik–Vännäs och den har också mindre maximala lutningar (i regel 10 ‰ men dock upp till 14 ‰ på Ådalsbanan) än G–Norr (flera sträckor 17 ‰) och medger därför högre tågvikter. Godstågen söderut med produkter från basindustrin som papper och stål är i allmänhet tyngre än de norrgående godstågen vilket motiverar att Ostkustbanan och Botniabanan bör prioriteras för södergående trafik under tider när det råder kapacitetsbrist. En enkelriktning bör därför bara genomföras på de banor och vid de tider på dygnet när det ger en nettovinst för järnvägstrafiken.



Figur 37. Del av godskorridorerna genom Sverige där enkelriktning av godstrafiken vissa tider skulle ge stora kapacitetsvinster.

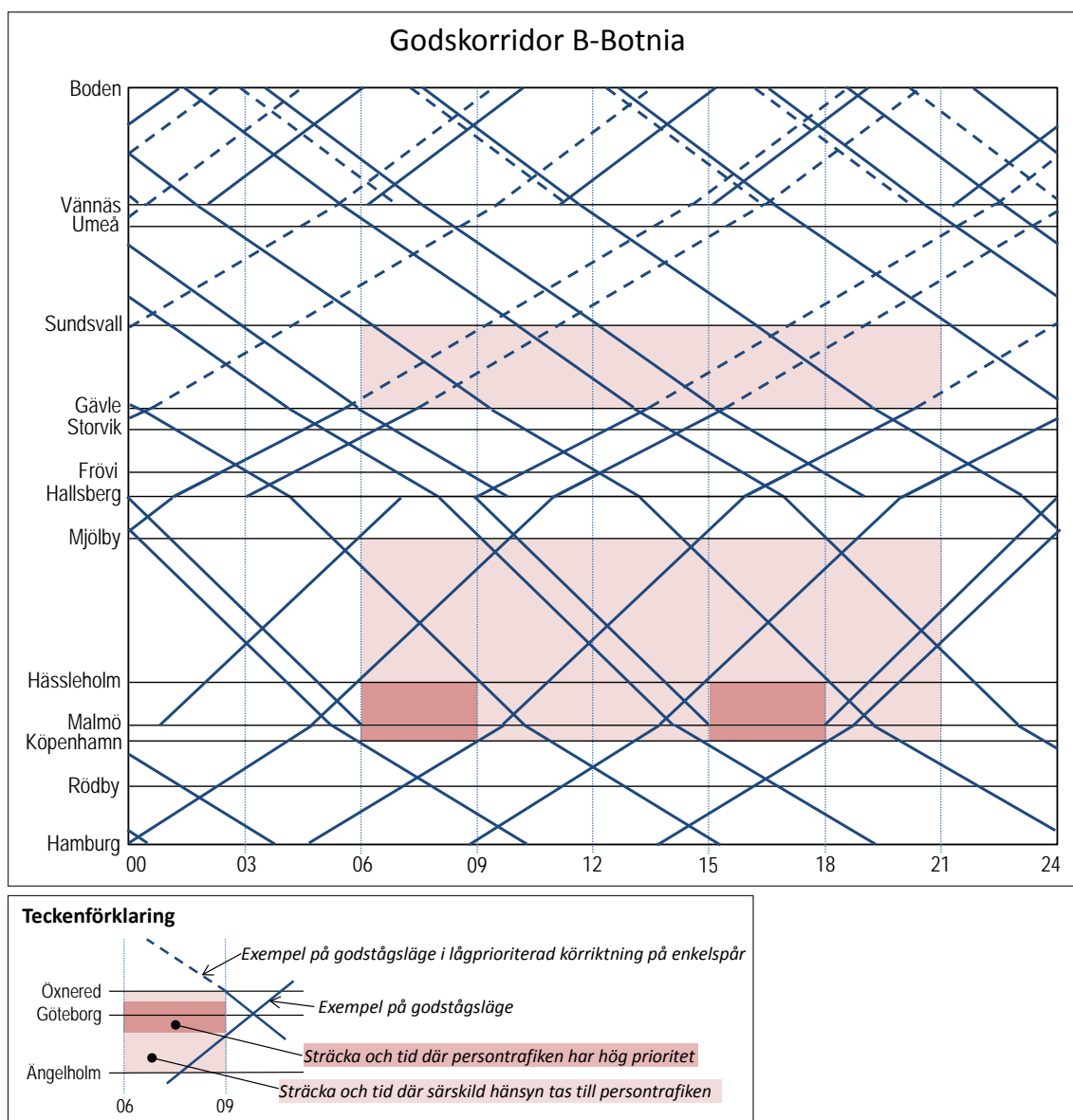
Konvojtrafik

Konvojtrafik förutsätter att blocksträckorna på banan är relativt korta så att två eller flera på varandra följande tåg kan ha relativt kort tidsintervall. Det ställer också krav på att det finns flera spår på mötesstationerna (till exempel en extra lång mötesstation för 2x1000 m eller en trespårsstation) och bangårdarna för att ta emot och skicka iväg två eller flera tåg efter varandra. Många banor har idag begränsningar i både kraftförsörjning, signalsystemet och bangårdarnas spårkapacitet som gör att konvojtrafik bara kan köras i begränsad utsträckning. Det är dock en effektiv trafikeringsåtgärd för att utnyttja linjens kapacitet maximalt.

Tidtabellsplanering i godskorridorerna

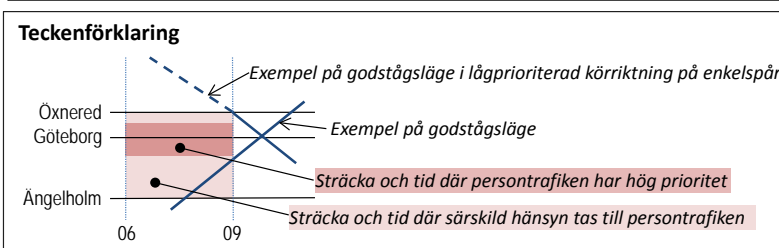
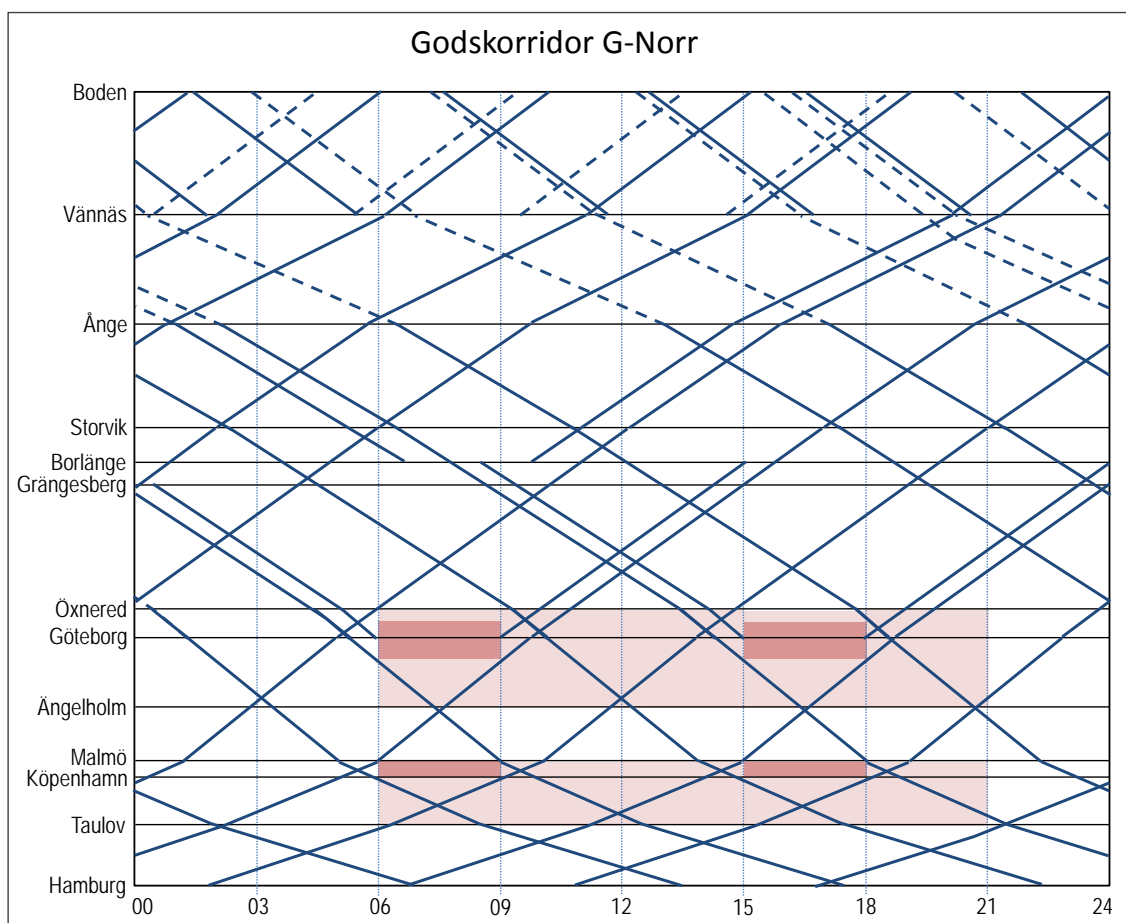
Det finns också kapacitetsproblem som uppstår genom att det finns begränsningar i vilka tider som godstrafiken kan köras på olika sträckor. På sträckor med omfattande persontrafik

uppstår det ofta kapacitetsproblem under dagtid, och särskilt under persontrafikens högtrafikperioder i morgonrusningen och eftermiddagsrusningen. Med eventuell prioritet för persontrafiken dessa tider innebär det att huvuddelen av godstrafiken främst hänvisas till kvällar och nätter.



Figur 38. Exempel på tåglägen på godskorridor B–Botnia med prioritet för södergående godstrafik norr om Gävle vid kapacitetsbrist, och särskilt dagtid.

Tidtabellsexemplen i godskorridorerna visar att blandningen av gods- och persontrafik och stor andel persontrafik i storstadsområdena och på Södra stambanan begränsar de tider som godstrafiken kan utökas. Samma förhållande som gäller för Södra stambanan Mjölby–Malmö gäller även för Västra stambanan Hallsberg–Göteborg. Till persontrafiken ska läggas behovet av banunderhåll med minst tre men ibland flera timmars sammanhängande tid med helt avstängd bana vissa perioder. När det är en stor mängd persontrafik utförs banunderhållet med fördel nattetid. Persontrafiken i storstadsområdena runt Göteborg och Malmö, och på Södra stambanan och Västra stambanan söder om Hallsberg, har därmed en stor påverkan på vid vilka tider godstrafiken kan utökas.



Figur 39. Exempel på tåglägen på godskorridoren G–Norr med prioritet för norrgående godstrafik norr om Änge vid kapacitetsbrist.

Sammantaget visar tidtabellsanalysen att det framför allt är antalet godståg som avgår eller anländer till Malmö på kvällar och nätter som kan utökas – men delvis i konflikt med behovet av banunderhåll. De godstågen som är i Skåne på kvällen eller natten är dock på Ostkustbanan på dagen vilket ger en konflikt med persontrafiken norr om Gävle. Även mitt på dagen mellan persontrafikens högtrafikperioder i Skåne skulle några flera godståg kunna köras men man riskerar då utökade konflikter med persontrafiken längs Södra stambanan och i Göteborgsområdet vilket riskerar att ge förlängda körtider för förbigångar och sämre punktlighet.

5.10 Robusthet och sårbarhet

Kvalitet en förutsättning

En viktig aspekt för järnvägstrafikens attraktivitet är att den är robust och pålitlig, det vill säga att kvaliteten bibehålls även vid allvarliga störningar i så hög grad som möjligt. Det förutsätter att det finns alternativa körvägar med motsvarande teknisk standard och kapacitet i händelse av trafikstopp. Järnvägsnätet är ett glesare nät än vägnätet och en totalavstängning av en bana

till följd av olyckor, urspårningar, allvarliga banfel eller naturkatastrofer medför betydande problem med punktligheten och högre transportkostnader för godskunderna. Vid upprepade störningar blir effekten att kunderna väljer andra färdmedel som kan erbjuda en mer pålitlig transport. Eftersom många järnvägstransporter är så pass långväga innebär det dessutom att även om sannolikheten för en enskild händelse är låg, så är sannolikheten för att en transport ska drabbas någonstans under vägen (särskilt under en längre tidsperiod, till exempel under kundens avtalsperiod) betydligt större.

Ett exempel på en händelse som nyligen visade på följderna av sårbarheten i järnvägsnätet är tågurspårningen i november 2012 vid Farris på Jylland i Danmark. Vid urspårningen förstördes sju kilometer bana innan lokföraren uppmärksammade den och stannade tåget. Reparationerna fordrade totalavstängning i mer än två veckor.

Andra händelser som haft genomgripande konsekvenser för godstrafikens robusthet med långvariga trafikavstängningar är bland annat en tågurspårning med farligt gods på stambanan genom övre Norrland i Kälarne 1997, och på Västkustbanan i Ledsgård 2005. Stormen Gudrun i januari 2005 medförde omfattande och långvariga avstängningar i södra Sverige på de sträckor där träd blåste omkull och förstörde kontaktledningarna. Även totalavstängningen av Hallsbergs rangerbangård i 13 dygn vintern 2009/2010 ledde till stora störningar och att godskunder gick över från tågtransport till andra färdmedel. I maj 2013 medförde två på varandra följande urspårningar mellan Jörn och Älvsbyn att stambanan genom övre Norrland var stängd för bärgning och reparationer i sammanlagt en vecka.

Nedrivna kontaktledningar och olika banfel, särskilt vid extremt låga eller höga temperaturer eller stora nederbördsmängder, förekommer oftare än svåra urspårningar och brukar leda till stora störningar för all tågtrafik på banan. De kan i allmänhet repareras inom några timmar till ett dygn.

Åtgärder för att minska risken för och konsekvenserna av totalavstängning

De viktigaste åtgärderna för att få god kvalitet utan allvarliga störningar är:

- Förebyggande underhåll av bana och fordon
- Val av utrustning och material i bana och fordon med hänsyn till korta skadereparationstider
- Detektering (automatisk övervakning) av status och kondition hos bana och fordon
- Jourberedskap och lättillgängliga reservdelslager för skadereparationer av bana och fordon
- Reservkapacitet, tåglägen såväl som en trafikreserv av fordon
- Alternativa körvägar med motsvarande teknisk standard och tillräcklig kapacitet (även till exempel triangelspår i flera knutpunkter, dubbelspår).

Underhåll och detektorer

Förebyggande underhåll av bana och tåg minskar risken för tekniska fel som kan leda till allvarliga urspårningar. Inspektion, vegetationsröjning och rensning av trummor leder till färre störningar av stormfällade träd eller översvämningar från vattendrag i närheten av banan.

Detektorer för lagerfel som kan ge varmgång och hjulplattor kan larma om fel på hjul och bromssystem. Detektorer för fel på strömavtagare kan larma och förhindra nedrivna kontaktledningar. Detektorer finns för närvarande enbart på särskilt strategiska platser och

kan inte larma om allvarliga fel som uppstår på tåget var som helst, även om antalet detektorer kan ökas. Utökad övervakning av lok och vagnar med ombordutrustning skulle kunna ge värdefull information men kräver stora investeringar i fordonsparken och utökat underhåll, och harmonisering av utrustningen i en stor del av Europas godsvagnspark.

Något som har införts på flera ellok och motorvagnar är så kallad *autodrop*. Det är en automatisk nödfällning av strömvagnen när den blir skadad för att förhindra att den trasiga strömvagnen river ned kontaktledningen. Det bör införas på alla elfordon.

Materialval i sliprar

Betongsliprar har många goda egenskaper men motståndskraften mot urspårningar är mycket dålig. Betongsliprar kan lätt spräckas eller slås sönder vid urspårningar och fordrar då utbyte. Val av andra slipersmaterial eller betongsliprar med större motståndskraft skulle kunna minska avstängningstiden. De alternativa material som finns tillgängliga är främst träsliprar, men även plastsliprar.

Alternativa körvägar

Det finns alternativa körvägar till flera sträckor på godsstråken. Ofta kräver dock de alternativa körvägarna att tåget byter riktning i vissa knutpunkter för att nå målet. Det innebär att loket kopplas loss och kör till tågets andra ände, kopplas till och att föraren gör ett nytt bromsprov av tåget (så kallad rundgång). Proceduren tar upp till 30 minuter och fordrar spårkapacitet på stationen.

Ett alternativ är att bygga triangelspår i vissa knutpunkter, det vill säga en direkt förbindelse mellan två banor så att tågen inte behöver göra rundgång på stationen. Några stationer där nya triangelspår kan övervägas är bland annat Falköping och Alvesta. Det minskar godstågens körtid och gör att kapaciteten med ökad godstrafik kan utnyttjas bättre.

De sträckor som saknar alternativa körvägar och därmed är särskilt sårbara framgår av följande avsnitt.

Stambanan genom övre Norrland Vännäs–Boden

Transporter

Stambanan har en stor del godstransporter för basindustrin, som massaved, papper och stål. Även kombitrafik och andra långväga transporter sker, bland annat godståg mellan Nordnorge och Sörnorge.

Alternativa transportvägar i händelse av trafikavstängning

Lastbil eller sjöfart, direkt eller till lämplig omlastningspunkt på järnväg.

Godstrafiken mellan Nordnorge och Sörnorge kan köras per fartyg eller lastbil till Bodö eller Fauske och lastas om till tåg genom Norge istället för Sverige.

Inlandsbanan Mora–Östersund–Gällivare har låg bärighet, glest mellan mötesstationerna, tillåter endast begränsade tågvikter och är inte elektrifierad. Vissa transporter kan köras Inlandsbanan istället för stambanan, men merparten kan inte köras denna väg.

Strategisk utbyggnad (steg 4)

Norrbottenbanan Umeå–Luleå skulle ge en alternativ körväg och minska sårbarheten.



Figur 40. Godskorridorer på järnväg i och från Sverige, och sträckor där dessa saknar alternativ bana med motsvarande teknisk standard och tillräcklig kapacitet i händelse av trafikstopp i godskorridoren.

Storvik

Transporter

Två stora godstråk som också är alternativa körvägar för varandra korsas i Storvik. Transporterna är såväl tunga transporter för basindustrin (massaved, papper och stål) såväl som stora volymer andra godsslag.

Alternativa transportvägar i händelse av trafikavstängning

Gävle–Uppsala–Stockholm och vidare på Västra och Södra stambanan, men det finns inte tillräcklig kapacitet under persontrafikens rusningstid och fordrar under den perioden omprioriteringar som får stora konsekvenser för persontrafiken i hela södra Sverige.

Strategisk utbyggnad (steg 4)

En ombyggnad av Storviks station så att godsstråken går på störningsfritt avstånd och korsar varandra planskilt ökar sannolikheten att åtminstone det ena stråket kan hållas öppet i händelse av trafikavstängning i Storvik.

Göteborg

Transporter

Stora godsflöden till och från Göteborgs hamn av varierande godsslag, både kombi och andra laster, går på järnväg över Marieholmsbron och Göteborgs hamnbana längs Hisingens södra sida.

Alternativa transportvägar i händelse av trafikavstängning

Direkt lastbilstransport eller omlastning vid lämplig järnvägsstation, eller omlastning till feederfartyg till annan hamn.

Strategisk utbyggnad (steg 4)

En ny dubblerande Marieholmsbro börjar byggas 2013. Det skulle dock vara mer värdefullt ur sårbarhetssynpunkt med en alternativ förbindelse till Göteborgs hamn som inte går över Marieholmsbron. Ett förslag är att hamnbanan förlängs norrut och ansluts till Bohusbanan i närheten av Säve. Utbyggnad av kapaciteten med längre och några fler mötesstationer behövs på sträckan Säve–Uddevalla–Öxnered och ett triangelspår söder om Uddevalla för att möjliggöra direkt körning utan rundgång.

Malmö

Transporter

Stora godsflöden av varierande godsslag med tyngdpunkt på export.

Alternativa transportvägar i händelse av trafikavstängning

För godstrafiken genom Malmö saknas alternativ körväg på den dubbelspåriga sträckan Arlov–Fosieby via Malmö godsbangård eftersom Citytunneln är högt utnyttjad av persontrafik. I händelse av långvarig trafikavstängning är alternativen direkt lastbilstransport eller omlastning till tåg vid lämplig järnvägsstation.

Strategisk utbyggnad (steg 4)

Utbyggnad av en fast förbindelse Helsingborg–Helsingör och bana över Själland (Ring 5) skulle ge redundans genom en alternativ körväg.

Öresundsförbindelsen Malmö–Köpenhamn

Transporter

Stora godsflöden av varierande godsslag med tyngdpunkt på export.

Alternativa transportvägar i händelse av trafikavstängning

I händelse av långvarig trafikavstängning är alternativen direkt lastbilstransport eller omlastning till tåg vid lämplig järnvägsstation, eller tågfärja. Det finns färjeförbindelse Trelleborg–Sassnitz-Mukran och Trelleborg–Rostock, men de har begränsad kapacitet och kan inte ta mer än en begränsad del av godsflödet på järnväg. Lastbilsfärjorna på olika leder har större kapacitet.

Strategisk utbyggnad (steg 4)

Utbyggnad av en fast förbindelse Helsingborg–Helsingör och bana över Själland (Ring 5) skulle ge en alternativ körväg.

Danmark–Tyskland

Transporter

Stora godsflöden av varierande godsslag från Sverige och Norge med tyngdpunkt på export.

Alternativa transportvägar i händelse av trafikavstängning

Tågurspårningen i november 2012 på södra Jylland som förstörde sju kilometer bana och fordrade totalavstängning i mer än två veckor för reparation ledde till att en tredjedel av godstågen kunde framföras en omväg via en regional bana med låg kapacitet (Tönder–Neibüll), en tredjedel av järnvägsgodset på lastbil och den återstående tredjedelen med godståg via tågfärja direkt mellan Sverige och Tyskland.

Strategisk utbyggnad (steg 4)

Utbyggnad av en fast förbindelse över Fehmarn Bält inklusive anslutande banor i Danmark och Tyskland ger en alternativ körväg från och med den planerade trafikstarten 2021.

6. Kapacitetsökning av olika åtgärder

6.1 Generella kapacitetseffekter

Att värdera olika åtgärder för ökad kapacitet i godskorridorerna kan göras generellt med empirisk kunskap. En ansats presenteras i tabellen. I nästa avsnitt anpassas åtgärderna till förhållandena i de olika stråken och bandelarna.

Tabell 5. Generella kapacitetseffekter av olika åtgärder för godstrafiken

Åtgärd		Kapacitets- ökning	Transportkostnad	Anm
Dubbelspårsutbyggnad	Enkelspår till obrutet dubbelspår	300-600 %	Minskar	1
	Enkelspår till 20 % partiellt dubbelspår	5-50 %	Oförändrad	
Nya mötesstationer	1 ny per 6 befintliga	5-30 %	Oförändrad	2
	6 nya per 6 befintliga	25-75 %	Ökar	2
Längre godståg	Från 630 m till 750 m	20 %	Minskar	3
	Från 630 m till 835-880 m	30-40 %	Minskar	3
	Från 630 m till 1000 m	55 %	Minskar	3
	Från 630 m till 2x1000 m	215 %	Minskar	3
Högre axellast och bärighet, större referensprofil	Från 22,5 ton och 6,4 ton/m till 25 ton och 8,3 ton/m, från SEa till SEc	5-30 %	Minskar	
	Från 22,5 ton och 6,4 ton/m till 30 ton och 10 ton/m, från SEa till SEc	10-50 %	Minskar	
Högre största tillåten hastighet	Från 100 till 120-140 km/h	5-10 %	Oförändrad	4
ERTMS (ETCS)	Nivå 2. Fjärrblockering och ATC ersätts av ERTMS (ETCS) nivå 2 och ev. tätare blocksträckor	5 % på dubbelspår	Oförändrad	5
	Nivå 3. Fjärrblockering och ATC ersätts av ERTMS (ETCS) nivå 3 med flytande block	40 % på dubbelspår 10 % på enkelspår	Oförändrad	6
Enkelriktning	Godståg i motriktning körs annan väg vissa tider	20-100 %	Oförändrad	

¹ Kortare körtid

² Här antas att mötesstationerna placeras där de gör störst nytta och att standardavvikelsen av medelavståndet inte är onormalt stor i utgångsläget, och att flera tåg trafikerar banan efter åtgärd vilket leder till flera tågmöten och längre körtider

³ Lika många men längre godståg. Transportkostnaden minskar även vid oförändrad transportkapacitet men färre godståg genom färre tågmöten och kortare körtider

⁴ Dygnsmedelvärde på stambana med blandad gods- och persontrafik. Under persontrafikens högtrafikperiod kan antalet godstågslägen öka med 100-200 %. Transportkostnaden minskar i delen för lok och personal men ökar för vagnar och energi

⁵ Dock en engångskostnad för installation av ERTMS (ETCS) i bana och lok

⁶ Vinsten på enkelspår uppkommer främst för tåg i samma köriktning

Den enskilt största effekten för att höja kapaciteten i ett stråk är att bygga ut från enkelspår till obrutet dubbelspår. Det bedöms ge 300-600 % högre kapacitet som kan användas att köra flera tåg, men också till ökad marknadsdifferentiering i gods- och persontrafik med nya trafikupplägg. Etappvis utbyggnad, eller partiellt dubbelspår, ger dock betydligt mindre effekt (5-50 %) tills hela stråket är dubbelspårigt.

Den näst största effekten av en enskild åtgärd är att förlänga godstågen från 630 m till 2x1000 m maximal tåglängd. Det ger mer än 200 % högre kapacitet räknat på lika många men längre godståg, men det ger också lägre transportkostnader och om inte hela kapacitetstillskottet utnyttjas kortare körtider genom att antalet tåg på banan kan minskas. Förlängning från 630 m till 1000 m ger 55 % och till 835-880 m ger 30-40 % högre kapacitet. Om 835 m långa godståg som körs mellan Danmark och Tyskland skulle kunna fortsätta i Sverige ökar transportkapaciteten följaktligen med över 30 % jämfört med 630 m tåglängd.

Även enkelriktning av vissa enkelspåriga godsstråk under vissa tider kan ge stora ökning av transportkapaciteten och är ett effektivt medel. Alla banor har dock inte förutsättningar men framför allt nattetid när persontrafiken inte går kan det vara ett bra alternativ.

Övriga åtgärder ger var för sig mindre kapacitetstillskott. I praktiken får man den största nyttan genom att genomföra en kombination av åtgärder som passar olika stråk.

6.2 Transportkapacitet med åtgärder enligt NTP 2010-2021

Metod

Transportkapaciteten för godstrafik i de analyserade godskorridorerna beror dels på persontrafikens omfattning, dels på infrastrukturens utformning och dels på godstrafikens planering i tid och organisation.

De åtgärdspaket som analyseras tas fram efter behovet av och möjligheterna för mera kapacitet för godstrafik. Analysen sker i flera steg:

1. Praktiskt användbar kapacitet i antal tåg/dygn för banan
2. Andel av den praktiskt användbara kapaciteten som används för persontåg
3. Återstående kapacitet för godståg om alla lediga tåglägen utnyttjas
4. Transporterat gods, nettoton/år.

Praktiskt användbar kapacitet

Den praktiskt användbara kapaciteten varierar mellan olika bandelar. Ett representativt enkelspår med mötesstationer på ett medelavstånd av 10 km klarar omkring 60 tåg/dygn (totalt för båda körriktningarna) inräknat persontrafik och några timmars avstängning för banarbete. Det innebär i genomsnitt 3 tåg/timme under 20 timmar varje dygn. På enkelspårssträckor som är begränsade i längd kan något flera tåg än så köras, vilket här antas inrymma de gods- och persontåg som går enbart på en del av sträckan.

På några enkelspåriga bandelar finns det möjlighet att köra flera tåg främst genom tätare avstånd mellan mötesstationerna och partiella dubbelspår samt att trafikoperatörerna får minskad flexibilitet vid tidtabellsläggningen som till exempel längre körtider eller ur marknadssynpunkt sämre ankomst- och avgångstider. Här antas att maxkapaciteten ligger på 80 tåg/dygn vilket motsvarar 4 tåg/timme under 20 av dygnets timmar. En sådan sträcka är

Ostkustbanan Söderhamn–Sundsvall när det nu pågående projektet att bygga flera mötesstationer är genomfört. Några relativt korta sträckor som också måste få den högre kapaciteten är Gävle–Storvik och Umeå–Vännäs år 2030 (se bilaga 3).

På vissa bandelar i godskorridorerna har dock betydligt längre avstånd mellan mötesstationerna vilket sänker kapaciteten. Hit räknas Ställdalen–Kil, Halmstad–Hässleholm och Ängelholm–Åstorp–Arlöv(–Malmö godsbangård) i utgångsläget 2010 (se bilaga 2).

En dubbelspårig bana med snabbtågstrafik kan antas ha en praktisk kapacitet på 240 tåg/dygn vilket motsvarar 12 tåg/timme under 20 timmar. Med mindre hastighetsskillnader mellan tågen ökar kapaciteten. Sträckan Hallsberg–Frövi och Öresundsförbindelsen antas följaktligen kunna rymma 300 tåg/dygn. Tidtabellstillägg i form av längre körtider för snabbtåg minskar nyttorna av fjärrtrafiken men gör att flera andra tåg kan rymmas bland annat på dubbelspåret mellan Hässleholm och Malmö från 2030 (se bilaga 3).

Persontrafik

Persontrafiken är av stor omfattning särskilt i storstadsregionerna och på stambanorna. Den bedöms dessutom öka fram till 2030 och 2050 enligt Trafikverkets prognos (Trafikverket, 2013a). Antalet persontåg framgår av bilaga 1.

Vissa bandelar har betydligt mer persontrafik på någon delsträcka än räknat på en representativ sträcka. Det gäller till exempel Borlänge–Falun på Bergslagsbanan, Göteborg–Kungsbacka på Västkustbanan, Hallsberg–Laxå och Alingsås–Göteborg på Västra stambanan och Lund–Malmö på Södra stambanan vilket inte framgår av bilaga 1. Här antas att eftersom det gäller en kortare delsträcka går det att köra flera tåg än på hela sträckan genom infrastrukturåtgärder som bättre prestanda i signalsystemet, fyrspårsutbyggnad (Lund–Malmö) eller tidtabellsåtgärder som till exempel körtidstillägg så att hastighetsskillnaderna mellan tågen minskar.

Sträckan Vännäs–Umeå bedöms i basprognosen få 56 persontåg per dygn år 2030 vilket är väsentligt flera än i dagsläget (Trafikverket, 2013a). Det medför att kapaciteten blir hårt ansträngd och utrymmet för godstrafik begränsas om inga åtgärder för ökad kapacitet eller omfördelad kapacitet mellan gods- och persontrafik görs.

Återstående kapacitet för godståg

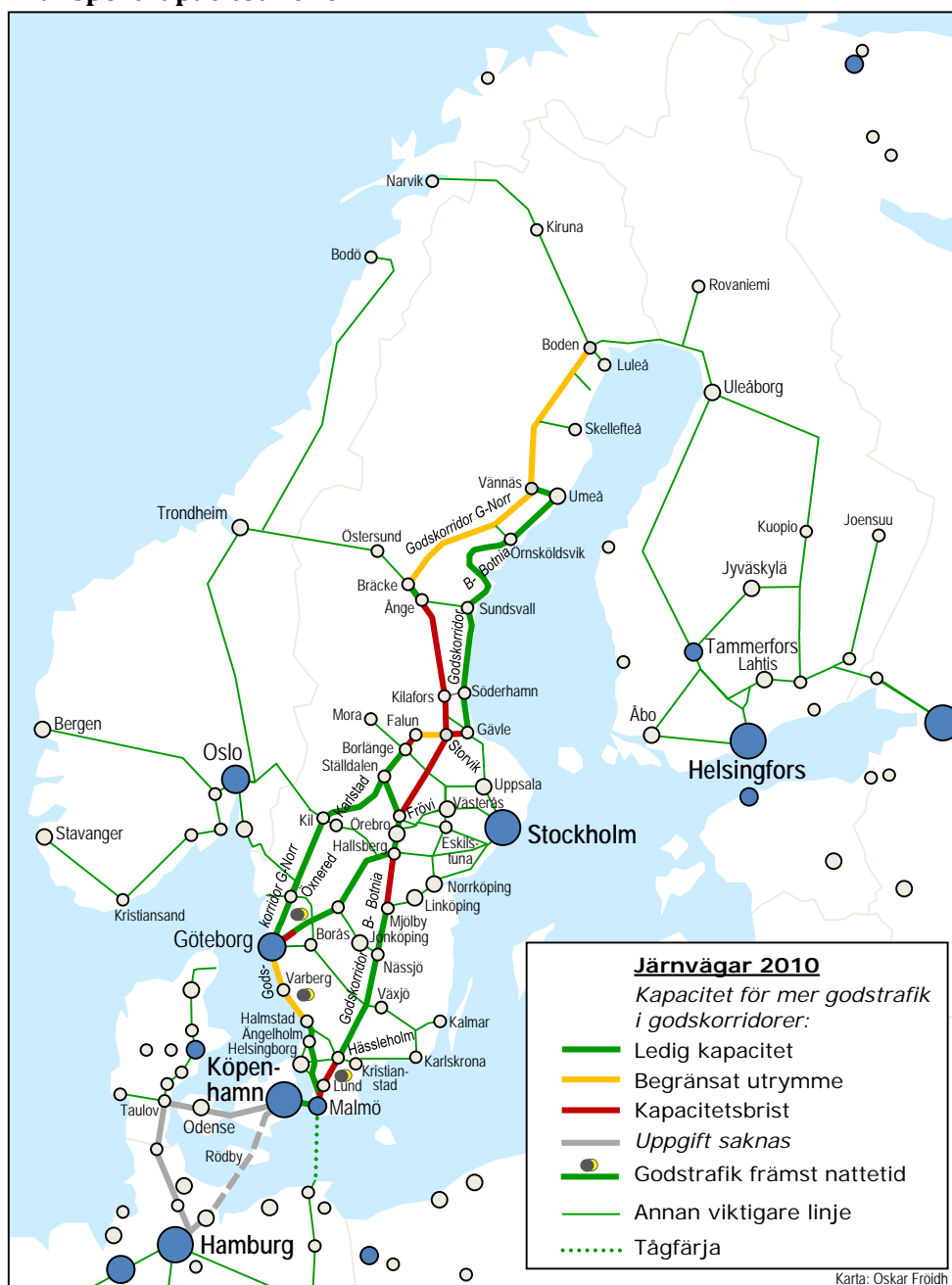
Den återstående kapaciteten för godståg beräknas som praktiskt användbar kapacitet subtraherat med antal persontåg per vardagsdygn. Hänsyn tas till persontrafikens variation över dygnet vilket gör att ledig kapacitet främst finns under kvällar och nätter på banor med mycket persontrafik.

Utgångspunkten är att persontrafiken i Trafikverkets basprognos ska rymmas i första hand och godstrafiken får ta den kapacitet i anspråk som blir över. Något stöd för att det är en samhällsekonomiskt optimal strategi presenteras dock inte här. I teorin kan man också tänka sig att godstrafiken får mer kapacitet på persontrafikens bekostnad, vilket kan ske genom olika styrmedel. En empirisk slutsats är att avvägningen sannolikt beror på godstrafikens respektive persontrafikens omfattning och ekonomiska betydelse som varierar beroende på stråk.

Transporterat gods

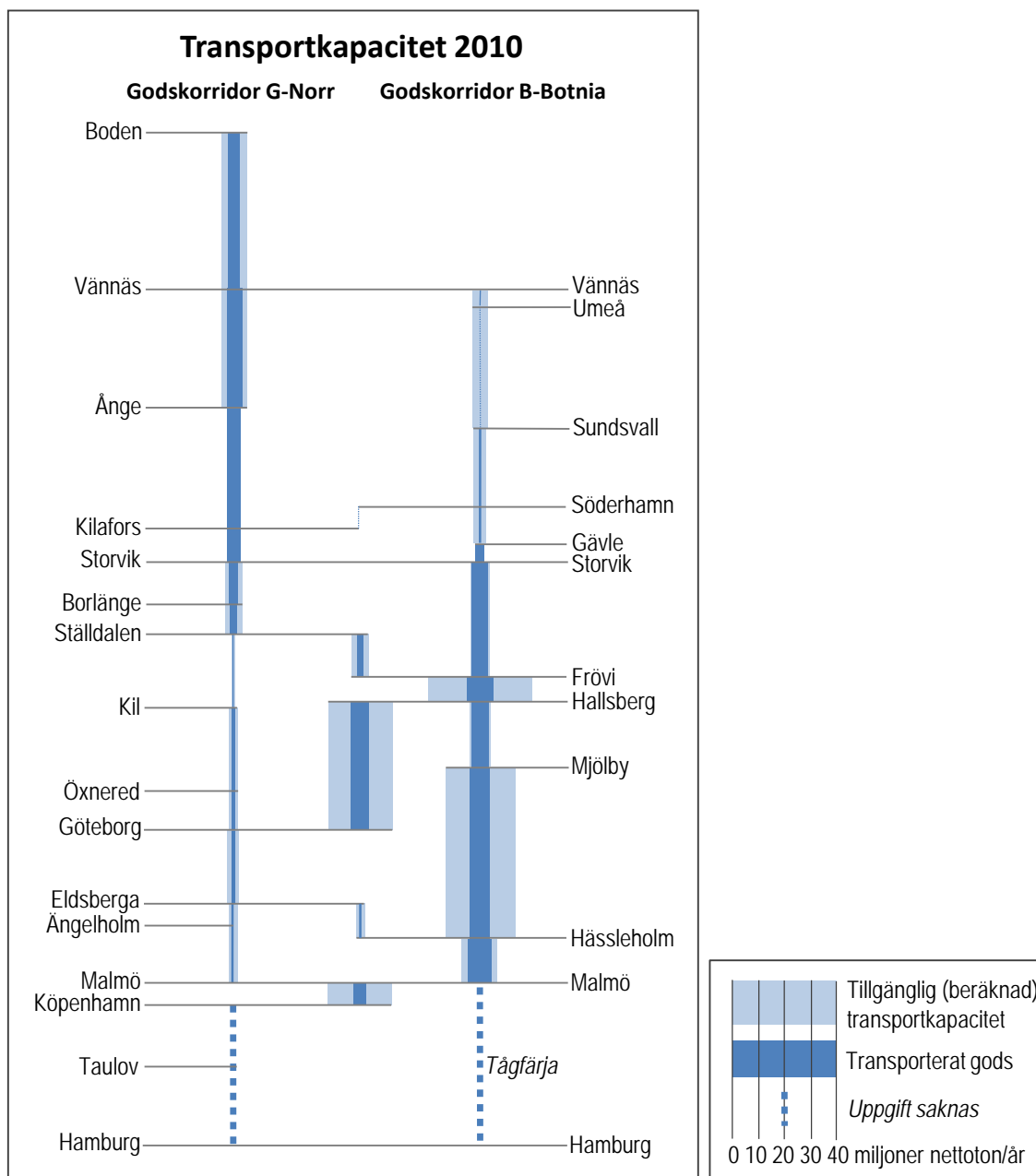
I det sista steget beräknas massan (ton) transporterat gods i stråket. Uppgifterna baseras på antalet i verkligheten körda godståg en vardag i oktober 2008. I verkligheten körda tåg skiljer sig från antalet tåglägen i tidtabellen, där vissa tåglägen finns som strategisk reserv för operatörerna och sällan utnyttjas. Antalet tåg multipliceras med medelvikt (ton) av godstågen (Lindfeldt, 2009). Transporterad godsmängd i oktober 2008 motsvarar en period med relativ högkonjunktur, och här har den antagits vara likvärdig med år 2010 och matchas med persontrafiken det senare året.

Transportkapacitet 2010



Figur 41. Kapacitet för mer godstrafik i godskorridorer 2010 baserat på analysen i denna rapport.

Transportkapaciteten är potentialen för att transporterade en mängd gods på en sträcka. För 2010, eller dagsläget, är det möjligt att öka antalet godståg som den enklaste åtgärden att öka transportkapaciteten.



Figur 42. Tillgänglig transportkapacitet och transporterat gods (nettoton) år 2010.

Transportkapacitet 2030

Enligt prognoser för persontrafik år 2030 (Trafikverket, 2013a) och godstrafik år 2030 (Trafikverket, 2012b) kommer tågtrafiken att öka både inom person- och godstrafik på järnväg (se bilaga 3). Det medför också att belastningen på järnvägsnätet kommer att öka.

I prognosförutsättningarna för basprognosen år 2030 ingår att genomföra de åtgärder som pågår och de som ska påbörjas enligt den gällande nationella transportplanen (NTP) 2010-2021 (Regeringen, 2010). För godskorridorerna framgår de större projekten som år 2013 ännu inte är färdigställda men ingår i basalternativet av tabell.

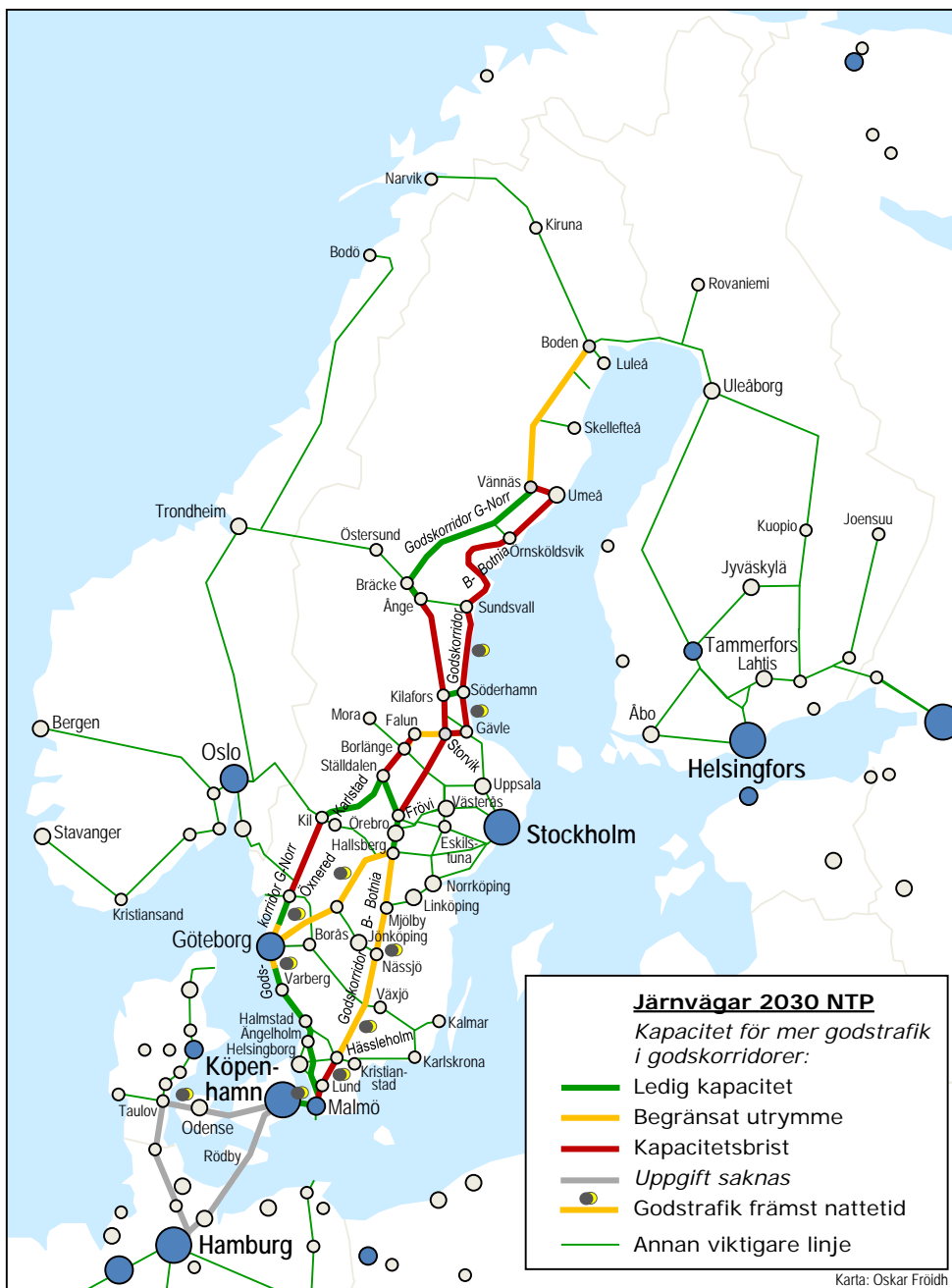
Tabell 6. Större infrastrukturåtgärder till 2030 i basalternativet i godskorridorerna

Stråk	Objekt	Effekt
Norra stambanan	Kapacitetsåtgärder Kilafors–Holmsveden	Ökad kapacitet Kilafors–Storvik
Kilafors–Söderhamn	Upprustning	Omledning av godståg Söderhamn–Storvik via Kilafors istället för via Gävle avlastar Ostkustbanan och Bergslagsbanan
Ostkustbanan	Mötesstationer Rogsta, Idenor, Stockvik (utöver nu pågående byggande av nya mötesstationer)	Ökad kapacitet Söderhamn–Sundsvall
Bergslagsbanan	Mötesstationer Ställdalen–Kil	Ökad kapacitet. Omledning av godståg väster om Väneren i stället för via Hallsberg
Godsstråket genom Bergslagen	Dubbelspår Hallsberg–Degerön. <i>Enbart delvis finansierat</i>	Ökad kapacitet Hallsberg–Mjölby
Västra stambanan	Kapacitetsåtgärder (bl.a. förbigångsspår) Skövde–Göteborg	Ökad kapacitet
Göteborg	Västlänken, Marieholmsbron och dubbelspår på Hamnbanan	Ökad kapacitet
Västkustbanan	Dubbelspår Varberg–Hamra	Ökad kapacitet Göteborg–Halmstad
	Dubbelspår i tunnel genom Hallandsås	Ökad kapacitet Halmstad–Ängelholm. Omledning av godståg Halmstad–Malmö en kortare väg via Ängelholm i stället för via Hässleholm
Godsstråket genom Skåne	Ny mötesstation och fjärrblockering Åstorp–Teckomatorp <i>Enbart delvis finansierat</i>	Ökad kapacitet. Omledning av godståg Halmstad–Malmö en kortare väg via Ängelholm i stället för via Hässleholm
Södra stambanan	Fyrspår Flackarp–Arlöv	Ökad kapacitet Lund–Malmö (Lund–Flackarp återstående flaskhals)

Förbindelselänken Söderhamn–Kilafors var stängd för trafik 2010 för upprustning men kommer när den öppnas att ge möjlighet att leda godstågen från Ostkustbanan till Storvik utan att passera Gävle. Trafikverket bedömer att det år 2030 kommer att utnyttjas av omkring 10 godståg/dygn och att det ger en viss avlastande effekt på sträckorna Söderhamn–Gävle och Storvik–Gävle (Trafikverket 2012b). En annan planerad strukturell förändring är att godstrafik mellan Göteborg och Skåne när tunneln genom Hallandsås öppnas 2015 från Halmstad leds den kortare vägen via godsstråket genom Skåne Ängelholm–Åstorp–Kävlinge–Malmö istället för via Hässleholm. Anledningarna är att Södra stambanan söder om Hässleholm är hårt belastad och banan (Eldsberga–) Markaryd–Hässleholm får Pågatågstrafik som tar större delen av banans kapacitet i anspråk.

Persontrafikens expansion gör att det kommer att finnas mindre utrymme att köra godstrafik. Basprognosen för persontrafiken år 2030 har som förutsättning att antalet tåg ökar på många sträckor, framför allt där kollektivtrafikmyndigheterna satsar på regionaltrafiken. De områden

som berör godskorridorerna är i första hand Södra stambanan i Skåne och banorna runt Göteborg, men även andra sträckor som Umeå–Vännäs, Ostkustbanan och Västra och Södra stambanorna. Även efterfrågan på långväga resande med tåg beräknas öka. Mycket av den kapacitet som var ledig 2010 kommer att tas i anspråk. Utrymmet för godstrafiken minskar, i vissa fall kraftigt, på flera bandelar fram till 2030 (se bilaga 3).



Figur 43. Transportkapacitet 2030 med åtgärder enbart enligt NTP 2010-2021 och trafik enligt Trafikverkets basprognos.

De åtgärder som ska genomföras enligt NTP 2010-2021 är otillräckliga i relation till den ökade efterfrågan i godskorridorerna till år 2030 och förutom många sträckor där det kvarstår kapacitetsbrist tillkommer det kapacitetsproblem på stora delar av godskorridorerna.

Högt utnyttjad kapacitet på banan ger också längre väntetider (transporttider) med flera tågmöten och förbigångar, problem med sämre kvalitet och ökade förseningar, ökade

konflikter med banarbeten som medför tidvis avstängning och att godstrafiken hänvisas till tider när persontrafiken inte behöver kapaciteten, främst nattetid. Det ger ökade generella transportkostnader som minskar attraktiviteten för godstransport på järnväg jämfört med dagsläget. Efterfrågan dämpas följaktligen vid kapacitetsbrist.

En slutsats av resande- och godsprognoserna i förhållande till bankapaciteten är att det behövs radikala åtgärder för att öka kapaciteten i järnvägssystemet för att möta efterfrågan på person- och godstrafik till 2030. Kapacitetsproblem som ger bristande kvalitet och flexibilitet i trafiken kvarstår på flera sträckor såvida inte ytterligare åtgärder genomförs. Många åtgärder kommer sannolikt att genomföras med fortsatta satsningar enligt nästa nationella transportplan som nu är under arbete (NTP 2014-2025).

Transportkapacitet 2050

För år 2050 har en framskrivning av efterfrågan på personresor gjorts med 2030 som bas. Trafikverket bedömer att personresandet med långväga tåg kommer att öka med totalt 15 %, och regionalt med tåg med 26 %, under perioden 2030-2050 (Trafikverket, 2013a). Eftersom de flesta banor har en blandning av långväga och regionalt resande har antalet persontåg år 2050 för enkelhets skull skattats till i genomsnitt 20 % flera än år 2030.

För godstrafik saknas motsvarande prognos. Här antas att det blir en generell efterfrågeökning på 15 % mellan 2030 och 2050. Motsvarande ökning i perioden 2006-2030 för transporterat järnvägsgods exklusive malmtransporter beräknades till 19 % med höjda banavgifter som förutsättning (Trafikverket, 2012b). Prognosen för den framtida utvecklingen är dock osäker, och när det gäller så långsiktiga planeringsfrågor som kapacitet på järnväg är risken att ökningen underskattas.

Den fortsatta ökningen av tågtrafik enligt prognoserna kräver utökad bankapacitet år 2050. Eftersom scenariot 2050 bygger på åtgärder till 2030 presenteras ett basscenario i nästa avsnitt.

6.3 Förslag till åtgärder för ökad kapacitet 2030

Trafikverkets basprognos 2030 och åtgärder enligt NTP 2010-2021 är utgångsläget för efterfrågan och utbud av kapacitet. Utifrån detta föreslås dels ett scenario med kapacitet och efterfrågan i balans (bas+0), dels två scenarier för att öka kapaciteten för godstrafiken radikalt; 50 % respektive 100 % större transportkapacitet i godskorridorerna. Det finns ofta alternativa åtgärder men de föreslagna paketen av åtgärder baseras på analysen i denna rapport och målsättningen är i första hand att få kostnadseffektiva lösningar för godstrafiken. I bilaga 4 framgår åtgärderna och effekten för kapaciteten stråk för stråk i godskorridorerna.

Scenarierna innebär minimalalternativ och är i första hand inriktade på att lösa godstrafikens efterfrågan på kapacitet. Det medför att när persontrafikens efterfrågan vägs in bör stråk med stor persontrafik egentligen prioriteras högre när åtgärderna ger restidsvinster eller möjlighet till högre turtäthet än i basprognosen. Det gäller framför allt Ostkustbanan, Ådalsbanan och Botniabanan och Södra stambanan men även Västra stambanan och några andra sträckor.

Kraftförsörjningen måste också förstärkas men här antas att den ingår upp till en nivå att den inte är en begränsande faktor för transportkapaciteten.

Scenario 2030 Bas+0

I scenario Bas+0 har den ansträngda kapaciteten i godskorridorerna åtgärdats med ett antal generella åtgärder, samt i vissa fall med mötesstationer och partiellt dubbelspår. Åtgärderna kan betraktas som ett minimalalternativ för att uppnå en rimlig kapacitetssituation utöver åtgärder i NTP 2010-2021.

Trafikeringsåtgärder (steg 2)

- Enkelriktad trafik del av dygnet i godskorridorerna mellan Storvik och Vännäs
- Snabbare godståg Hallsberg–Göteborg och Hallsberg–Malmö–Danmark under dagtid; 120-160 km/h (utan ombyggnader)
- Längre tåg; 750 m under dagen och 835 m under natten Hallsberg–Malmö–Köpenhamn(–Hamburg) och Göteborg–Malmö utan eller med vissa ombyggnader
- Längre tåg; 750 m Hallsberg–Umeå och Hallsberg–Göteborg.

Bygga om (steg 3)

- ERTMS (ETCS) nivå 2 generellt i godskorridorerna (finns 2013 Sundsvall–Umeå och blir färdigt Hallsberg–Malmö år 2020)
- Generellt 25 tons axellast, bärighet 8,3 ton/m och referensprofil C (SEc) (finns 2013 delvis i godskorridorerna; på flera sträckor ofullständigt utbyggt och trafik som specialtransport)
- De mötes- och förbigångsstationer och bangårdar som inte redan medger 750 m tåglängd förlängs på sträckorna Frövi–Storvik, Storvik–Ockelbo, Gävle–Storvik och Ostkustbanan Gävle–Sundsvall, samt Hallsberg–Göteborg och Malmö–Hallsberg.

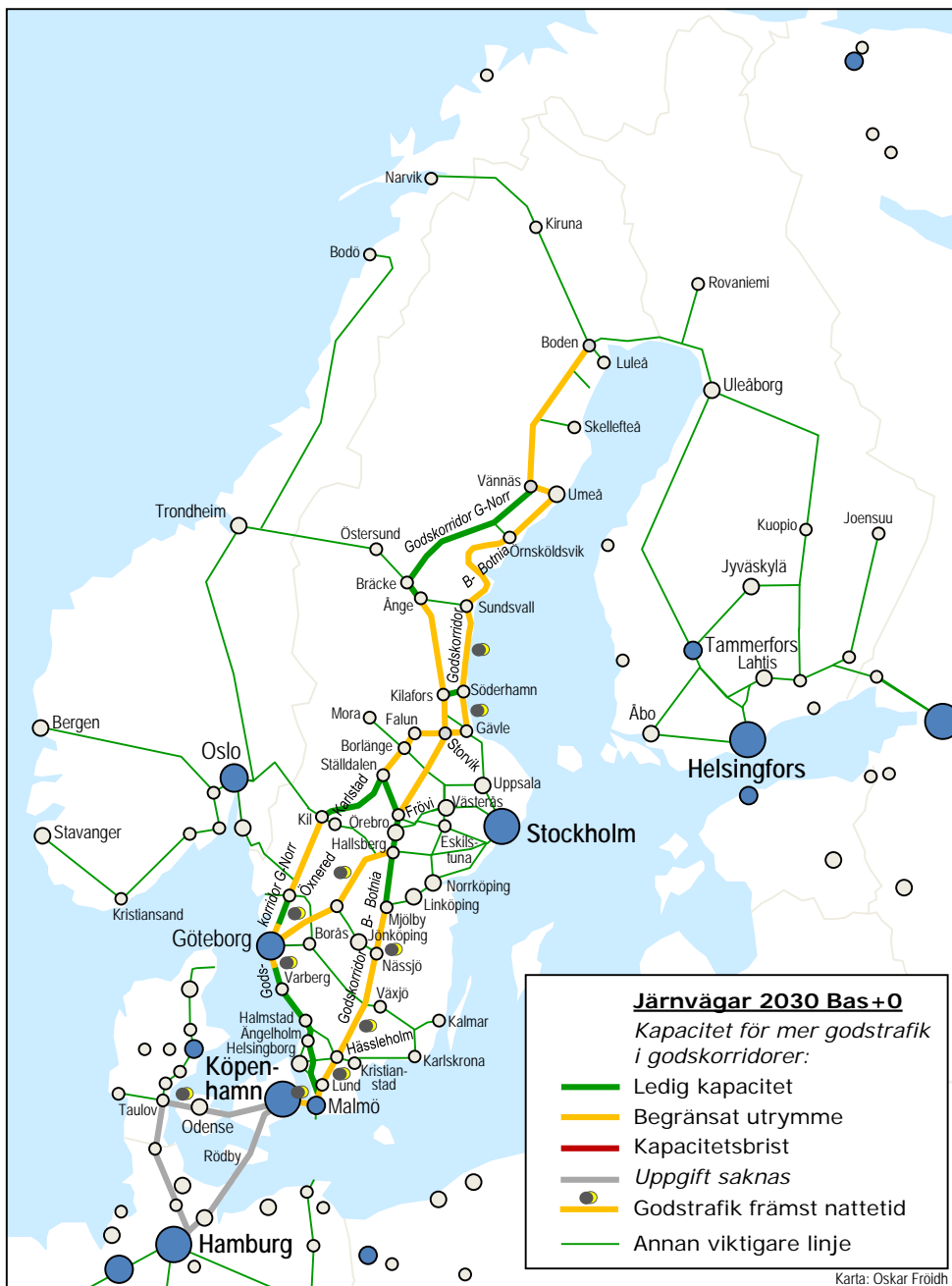
Bygga nytt (steg 4)

Vissa **nya mötesstationer** behöver byggas på de stationssträckor där det idag är längre avstånd mellan mötesstationerna än genomsnittligt för att kunna öka trafiken. Det gäller stråken:

- Umeå–Vännäs (Stambanan genom övre Norrland)
- Sundsvall–Härnösand–Västeråsby (Ådalsbanan)
- Borlänge–Ställdalen (Bergslagsbanan)
- Frövi–Storvik (Godsstråket genom Bergslagen). I kombination med partiellt dubbelspår
- Mellerud–Kil (Norge/Vänerbanan).

Dubbelspår behövs för att lösa kapacitetsproblemen på sträckorna:

- Gävle–Sundsvall (Ostkustbanan). Första etapperna av partiellt dubbelspår
- Ockelbo–Kilafors (Norra stambanan). Två återstående etapper till obrutet dubbelspår
- Frövi–Storvik (Godsstråket genom Bergslagen). Första etapperna av partiellt dubbelspår i kombination med flera mötesstationer
- Öxnered–Skälebol (Norge/Vänerbanan). Dubbelspår för större trafik till och från Norge
- Degerön–Hallsberg (Godsstråket genom Bergslagen). Återstående etapp till obrutet dubbelspår Mjölby–Hallsberg
- Lund–Malmö (Södra stambanan). Återstående etapp Lund–Flackarp till obrutet dubbelspår (förutsätter att Arlov–Flackarp byggs enligt plan).



Figur 44. Kapacitetsutnyttjande med åtgärder enligt scenario 2030 Bas+0.

Scenario 2030 Bas+50 %

För att kunna öka godstransporterna på järnväg i godskorridorerna med 50 % år 2030 jämfört med basprognosen krävs flera åtgärder utöver Bas+0. En strategi har varit att där så är möjligt undvika stora utbyggnader av dubbelspår och istället satsa på längre godståg.

Trafikeringsåtgärder (steg 2)

- Längre godståg; 1000 m generellt i godskorridorerna.

Bygga om (steg 3)

- Mötes- och förbigångsspår och bangårdar förlängs för 1000 m långa godståg i godskorridorerna.

Bygga nytt (steg 4)

Vissa nya mötesstationer:

- Storvik–Ramsjö(-Ånge) (Norra stambanan)
- Mellerud–Kil (ytterligare) (Norge/Vänerbanan)
- Ängelholm–Åstorp–Malmö (Godsstråket genom Skåne).

Dubbelspår:

- Frövi–Storvik (Godsstråket genom Bergslagen). Etapp 1 tidigareläggs jämfört bas+0 och följs av en etapp 2 med partiellt dubbelspår
- Degerön–Hallsberg (Godsstråket genom Bergslagen). Återstående etapp till obrutet dubbelspår Mjölby–Hallsberg tidigareläggs jämfört bas+0
- Sundsvall–Härnösand (Ådalsbanan). Delvis dubbelspår för att reducera de maximala lutningarna till 10 ‰ vilket möjliggör större tågvikter
- Gävle–Storvik (Bergslagsbanan). Första etapp med partiellt dubbelspår.

Scenario 2030 Bas+100 %

För att kunna dubbla godstransporterna på järnväg i godskorridorerna år 2030 jämfört med basprognosen krävs samma åtgärder som i Bas+0 och Bas+50 % men med några skillnader och tillägg.

Trafikeringsåtgärder (steg 2)

- Längre godståg; 2x1000 m generellt i godskorridorerna.

Bygga om (steg 3)

- Extra långa mötesstationer för 2x1000 m tåglängd, etapp (1/2) med varannan mötesstation extra lång, flertalet förbigångsstationer och bangårdar.

Bygga nytt (steg 4)

Dubbelspår:

- Umeå–Vännäs (Stambanan genom övre Norrland). Partiellt dubbelspår på någon delsträcka
- Gävle–Sundsvall (Ostkustbanan). Första etapp av partiellt dubbelspår tidigareläggs och följs direkt av en andra etapp med längre dubbelspårssträckor
- Frövi–Storvik (Godsstråket genom Bergslagen). Tredje etapp

6.4 Förslag till åtgärder för ökad kapacitet 2050

År 2050 beräknas efterfrågan på person- och godstrafik ha ökat med i genomsnitt 20 % respektive 15 % i utgångsläget (basprognosen) jämfört med 2030. Tendensen från tidigare håller i sig med ökande persontrafik vilket gör att utrymmet för godstrafik minskar ytterligare. De scenarier som presenteras bygger på åtgärderna som genomförts till 2030. I bilaga 5 framgår åtgärderna och effekten för kapaciteten stråk för stråk i godskorridorerna.

Scenario 2050 Bas+0

För att kunna köra godstransporterna på järnväg i godskorridorerna enligt basscenariet år 2050 krävs flera åtgärder.

Trafikeringsåtgärder (steg 2)

- Längre godståg; 750 m generellt i godskorridorerna

Bygga om (steg 3)

- ERTMS (ETCS) nivå 3 i godskorridorerna
- Generellt 30 tons axellast, bärighet 10 ton/m
- Mötes- och förbigångsspår och bangårdar förlängs för 750 m långa godståg generellt i godskorridorerna där så inte redan har gjorts.

Bygga nytt (steg 4)

Öresundsförbindelsen bedöms bli högt belastad med persontrafik och kapacitetsbrist uppstår. Om inte godstrafiken kan få tillräckligt utrymme mellan Malmö och Köpenhamn behövs en alternativ väg med ny fast förbindelse över Öresund för att kunna köra godstrafik från Sverige och Norge mot kontinenten enligt efterfrågan (se avsnitt 2.5). Om godstrafiken å andra sidan skulle kunna få tillräcklig kapacitet mellan Malmö och Köpenhamn bör istället fyrspar mellan Lund och Hässleholm ingå, men det är inte närmare studerat i denna analys.

Dubbelspar:

- Dubbelspar Hässleholm–Helsingborg för godståg mot HH-förbindelsen (Skånebanan)
- Fast förbindelse Helsingborg–Helsingör och godsbanan "Ring 5" på Själland

Scenario 2050 Bas+50 %

Tillkommande åtgärder utöver 2030 och scenario 2050 Bas+0:

Bygga nytt (steg 4)

Vissa **nya mötesstationer:**

- Vännäs–Boden (Stambanan genom övre Norrland; kan utgå om Norrbotniabanan byggs)

Dubbelspar:

- Gävle–Sundsvall (Ostkustbanan). En andra etapp med längre dubbelsparssträckor liksom i scenario 2030 Bas+100 %
- Gävle–Storvik (Bergslagsbanan). Återstående etapp till obrutet dubbelspar
- Borlänge–Storvik (Bergslagsbanan). Första etapp med partiellt dubbelspar

Scenario 2050 Bas+100 %

Tillkommande åtgärder utöver 2050 Bas+50 %.

Trafikeringsåtgärder (steg 2)

- Längre godståg; 2x1000 m generellt i godskorridorerna och även till Danmark och Tyskland

Bygga om (steg 3)

Extra långa mötesstationer för 2x1000 m tåglängd, etapp (1/2) med varannan mötesstation extra lång, flertalet förbigångsstationer och bangårdar föreslås redan i scenario 2030 Bas+100 %. Kapacitetsanalysen visar att det inte är nödvändigt att bygga om resterande mötesstationer enligt etapp 2/2 under förutsättning att de identifierade flaskhalsarna får högre kapacitet genom nya mötesstationer och dubbelspar enligt ovan.

6.5 Sammanfattning av åtgärderna

De ovan beskrivna åtgärderna sammanfattas i tabell (se nästa sida).

Tabell 7. Infrastrukturåtgärder för ökad transportkapacitet

År	Enligt prognoser	Åtgärder för radikalt utökad transportkapacitet	
	Bas+0	Bas+50 % (utöver Bas+0)	Bas+100 % (utöver Bas+0)
2020	<p>Generella åtgärder ERTMS (ETCS) nivå 2 klart Malmö–Hallsberg 750 m tåglängd på dagen, 835 m på natten Malmö–Göteborg och Malmö–Hallsberg Snabbare godståg Malmö–Hallsberg och Hallsberg–Göteborg Enkelriktad godstrafik Storvik–Vännäs i båda godskorridorerna vissa tider 25 tons axellast och 8,3 ton/m i godskorridorerna Referensprofil SEc i godskorridorerna</p> <p>Vissa nya mötesstationer Frövi–Storvik Mellerud–Kil</p> <p>Dubbelspår Ockelbo-Kilafors (två återstående etapper)</p>	<p>Vissa nya mötesstationer Ängelholm–Malmö</p> <p>Dubbelspår Frövi–Storvik (etapp 1) Degerön–Hallsberg (obrutet; återstående etapp)</p>	<p>Vissa nya mötesstationer Ängelholm–Malmö</p> <p>Dubbelspår Gävle–Sundsvall (etapp 1) Frövi–Storvik (etapp 1) Degerön–Hallsberg (obrutet; återstående etapp)</p>
2030	<p>Generella åtgärder ERTMS (ETCS) nivå 2 klart i godskorridorerna 750 m tåglängd Hallsberg–Umeå och Hallsberg–Göteborg</p> <p>Vissa nya mötesstationer Umeå–Vännäs Sundsvall–Härnösand–Västeråsby Borlänge–Ställdalen</p> <p>Dubbelspår Gävle–Sundsvall (etapp 1) Frövi–Storvik (etapp 1) Öxnered–Skålebol Degerön–Hallsberg (obrutet; återstående etapp) Lund–Malmö (obrutet; återstående etapp)</p>	<p>Generella åtgärder 1000 m tåglängd i hela godskorridorerna</p> <p>Vissa nya mötesstationer Storvik–Ramsjö(-Ånge) Mellerud–Kil (ytterligare)</p> <p>Dubbelspår Sundsvall–Härnösand (etapp 1 som också reducerar maxlutningar) Gävle–Storvik (etapp 1) Frövi–Storvik (etapp 2)</p>	<p>Generella åtgärder 2x1000 m tåglängd i hela godskorridorerna (etapp 1/2)</p> <p>Vissa förlängda mötesstationer utöver 1/2 Storvik–Ramsjö(-Ånge)</p> <p>Dubbelspår Vännäs–Umeå (etapp 1) Sundsvall–Härnösand (etapp 1 som också reducerar maxlutningar) Gävle–Sundsvall (etapp 2) Gävle–Storvik (etapp 1) Frövi–Storvik (etapp 2 och 3)</p>
2040	<p>Generella åtgärder ERTMS (ETCS) nivå 3 klart i godskorridorerna 30 tons axellast och 10 ton/m i vissa stråk</p> <p>Dubbelspår Hässleholm–Helsingborg Ny fast förbindelse Helsingborg–Helsingör och godsbanan "Ring 5" på Själland</p>	<p>Vissa nya mötesstationer Vännäs–Boden</p> <p>Dubbelspår Gävle–Sundsvall (etapp 2)</p>	<p>Generella åtgärder 2x1000 m tåglängd även genom Danmark och Tyskland</p> <p>Vissa förlängda mötesstationer utöver 1/2 Vännäs–Boden</p>
2050	<p>Generella åtgärder 750 m tåglängd i godskorridorerna 30 tons axellast och 10 ton/m generellt</p>	<p>Dubbelspår Gävle–Storvik (obrutet; återstående etapp) Borlänge–Storvik (etapp 1)</p>	<p>Dubbelspår Gävle–Storvik (obrutet; återstående etapp) Borlänge–Storvik (etapp 1)</p>

7. Ekonomi i åtgärderna

7.1 Investeringar för längre godståg

Mötes- och förbigångsspår

Kostnaderna att bygga om infrastrukturen, banan, för ökad kapacitet har schablonberäknats. Längre godståg fordrar längre mötesspår (på enkelspåriga sträckor) respektive längre förbigångsspår (på dubbelspåriga sträckor). Dessutom behöver andra (större) stationer och bangårdar få spår förlängda. Ofta räcker det med att förlänga vissa spår på större stationer för att kunna ta emot, dela på tåget och rangera, och i motsatt riktning att koppla ihop flera vagngrupper till fullånga godståg.

Kostnadsbedömningen baseras på schablonkostnader för att förlänga sidospåret på mötes- och förbigångsstationer. En motsvarighet till en extra lång mötesstation för 2x1000 m tåglängd som nu byggs är Jakobshyttans mötesstation mellan Hallsberg och Motala. Den är dock 3,5 km lång och innebär också en linjeomläggning för totalt 260 mnkr (prisnivå 2010; Jakobshyttan, 2010). I normalfallet borde det gå att bygga ut mötesspåret parallellt med huvudspåret. En förutsättning är också att det går att finna en sträcka med endast liten lutning för att kunna starta med de tyngsta godstågen även under perioder med begränsad adhesion, det vill säga halt spår. I annat fall kan det bli fråga om ännu längre mötesspår eller flyttade mötesstationer vilket måste avgöras från fall till fall.

Tabell 8. Schablonkostnader att förlänga mötes- och förbigångsspår

Åtgärd ¹	Kostnad (inom -50 %, +100 %), prisnivå 2010	Anmärkning
Ny mötesstation, 1000 m tåglängd	110 (55-220) mnkr	
Ny extra lång mötesstation, 2x1000 m tåglängd	185 (95-370) mnkr	
Ombyggd från 630 m till 1000 m tåglängd	70 (35-140) mnkr	
Ombyggd från 630 m till extra lång 2x1000 m tåglängd	150 (75-300) mnkr	
Ombyggd från 750 m till 1000 m tåglängd	55 (25-100) mnkr	Ev. skyddsväxlar vid sth >160 km/h tillkommer (+10 mnkr)
Ombyggd från 750 m till extra lång 2x1000 m tåglängd	130 (65-260) mnkr	Ev. skyddsväxlar och extra spårlängd vid sth >160 km/h tillkommer (+20 mnkr)
Bangårdar och större stationer	100-1000 mnkr	Flera spår förlängs, varierande förhållanden

¹ I kostnadsbedömningen antas stationer för 630 m tåglängd sakna samtidig infart. 750 m-stationer antas ha samtidig infart, och alla nya och ombyggda mötesstationer byggs för samtidig infart.

En inventering av mötes- och förbigångsstationerna i godskorridorerna har också gjorts, se bilaga 6.

Tabell 9. Bedömda kostnader att förlänga mötes- och förbigångsspår

mnkr (2010 års priser)	Kostnad (troligaste; noggrannhet -50 %, +100 %)		
	1000 m Full kapacitet	2x1000 m Första etapp (1/2)	Full kapacitet (2/2)
Generell kapacitetsökning	+50 %	+100 %	+200 %
Godskorridor B–Botnia			
Gävle–Sundsvall–Umeå	3500	4700	9400
Hallsberg–Storvik–Gävle	1800	1900	3800
Malmö–Hallsberg	2700	4000 ¹	5600
Godskorridor G–Norr			
Umeå–Vännäs–Boden	2400	2600	5200
Storvik–Ånge–Vännäs	4200	4700	9100
Göteborg–Kil–Storvik	2600	3000	6000
Malmö–Göteborg	1000	2000 ¹	2300
Övriga sträckor (länkar)			
Frövi–Ställdalen	400	400	700
Hallsberg–Göteborg	2000	3000 ¹	3800
Totalt godskorridorer	20 500	26 300	45 900
<i>varav norr om Storvik</i>	<i>10 200</i>	<i>12 000</i>	<i>23 700</i>
<i>varav söder om Storvik</i>	<i>10 300</i>	<i>14 300</i>	<i>22 200</i>

¹ Helt eller till största delen dubbelspår där de flesta nuvarande förbigångsstationer och bangårdar behöver förlängas.

Kostnaden blir omkring 21 miljarder kr (trolig kostnad inom intervallet 11-42 miljarder kr) att förlänga alla mötes- och förbigångsspår samt bangårdar för 1000 m godstågslängd på alla sträckor i godskorridorerna vilket ger en generell kapacitetsökning på omkring 50 % i godskorridorerna. Fördelningen är ungefär hälften norr om Storvik och hälften söder om Storvik inklusive Gävle och Dalarna. För 2x1000 m långa godståg bedöms förlängning av alla mötes- och förbigångsspår samt bangårdar kosta omkring 46 (23-92) miljarder kronor, vilket ger en generell kapacitetsökning på mer än 200 % jämfört med idag. En första etapp där hälften av mötesstationerna men de flesta förbigångsspår och bangårdar förlängs till 2x1000 m kostar omkring 26 (13-52) miljarder kr och ger en generell kapacitetsökning på 100 %.

Om man antar att utbyggnad av enkelspår till dubbelspår kostar i genomsnitt 100 mnkr/km motsvarar 21 miljarder kr 210 km dubbelspår, men i besvärlig terräng som fordrar många tunnlar och broar är kostnaden per km dubbelspår högre. Det ger dock ingen kapacitetsförstärkning på andra sträckor än den som blir dubbelspårig. För att få en kostnadseffektiv utbyggnad behöver dubbelspår kombineras med åtgärder för högre kapacitet på återstående enkelspåriga sträckor.

Vid tyngre tåg (eller tätare trafik) behöver också kraftförsörjningen förstärkas, men det ingår inte i kostnadsbedömningen. Det är också rationellt att förlänga godstågens längd på banor utanför godskorridorerna för att kunna köra genomgående långa godståg till vissa industrier,

terminaler och hamnar, men det ingår inte i denna studie. Den tillkommande kostnaden kan dock antas vara relativt liten när grundinvesteringen i godskorridorerna är gjord.

Andra åtgärder för ökad kapacitet

I scenario Bas+0, det vill säga med gods- och persontrafik enligt Trafikverkets basprognos, ingår åtgärder för att införa högre axellaster, ökad bärighet, större referensprofil och att förlänga mötes- och förbigångsspår och bangårdar för 750 m tåglängd bana för bana. Dessutom trafikstyrningssystemet ERTMS (ETCS) som är gemensamt med persontrafiken. Som nämnts tidigare ingår inte kostnader för förstärkt kraftförsörjning. Dessa kostnader antas behövas under alla omständigheter och ingår inte i bedömningen som enbart omfattar merkostnader för radikalt ökade godstransporter utöver basprognosen.

Sammanställning

En grov kostnadsbedömning av samtliga åtgärder som här föreslås utöver scenario Bas+0 för att få ökad kapacitet för godstrafik presenteras i tabell (nedan). Scenariot Bas+0 innehåller flera stora investeringar som syftar till att få tillräcklig kapacitet för godstrafik men även persontrafik, där en del också avser att åtgärda eftersläpande kapacitetsproblem från tidigare trafikökningar än i den studerade perioden 2015-2050.

Tabell 10. Investeringskostnad för Bas+50 % och Bas+100 % utöver Bas+0

År	Bas+50 %		Bas+100 %	
	Åtgärd	Kostnad (mnkr)	Åtgärd	Kostnad (mnkr)
2020	Ny mötesstation Ängelholm-Arlöv 1000 m (1 ny)	100	Ny mötesstation Ängelholm-Arlöv 2x1000 m (1 ny)	200
	Dubbelspår Frövi-Storvik, etapp 1 (ca 30 km)	3 000	Dubbelspår Frövi-Storvik, etapp 1 (ca 30 km)	3 000
	Dubbelspår Degerön-Hallsberg, återst. (ca 16 km)	1 600	Dubbelspår Degerön-Hallsberg, återst. (ca 16 km)	1 600
			Dubbelspår Gävle-Sundsvall, etapp 1 (ca 50 km)	7 000
	Summa 2015-2020:	4 700	Summa 2015-2020:	11 800
2030	Alla mötes- och förbigångsspår 1000 m	20 500	Mötes- och förbigångsspår 2x1000 m (etapp 1/2)	26 300
	Nya mötesstationer Storvik-Ramsjö 1000 m (3 nya)	350	Mötesstn 2x1000 m Storvik-Ramsjö utöver etapp 1/2	400
	Nya mötesstationer Mellerud-Kil 1000 m (2 nya)	250	Mötesstn 2x1000 m Mellerud-Kil utöver etapp 1/2	300
	Dubbelspår Sundsvall-Härnösand, etapp 1 (ca 30 km)	5 000	Dubbelspår Vännäs-Umeå, etapp 1 (ca 10 km)	1 000
	Dubbelspår Gävle-Storvik, etapp 1 (ca 10 km)	1 000	Dubbelspår Sundsvall-Härnösand, etapp 1 (ca 30 km)	5 000
	Dubbelspår Frövi-Storvik, etapp 2 (ca 30 km)	3 000	Dubbelspår Gävle-Sundsvall, etapp 2 (ca 70 km)	10 000
			Dubbelspår Gävle-Storvik, etapp 1 (ca 10 km)	1 000
			Dubbelspår Frövi-Storvik, etapp 2 (ca 30 km)	3 000
	<i>Avgår: Dubbelspår Frövi-Storvik, etapp 1 i Bas+0</i>	<i>-3 000</i>	<i>Avgår: Dubbelspår Frövi-Storvik, etapp 1 i Bas+0</i>	<i>-3 000</i>
	<i>Avgår: Dubbelspår Degerön-Hallsberg, återst. i Bas+0</i>	<i>-1 600</i>	<i>Avgår: Dubbelspår Degerön-Hallsberg, återst. i Bas+0</i>	<i>-1 600</i>
		<i>Avgår: Dubbelspår Gävle-Sundsvall, etapp 1 i Bas+0</i>	<i>-7 000</i>	
	Summa 2021-2030:	25 500	Summa 2021-2030:	35 400
2040	Nya mötesstationer Vännäs-Boden 1000 m (8 nya)	900	Mötesstn 2x1000 m Vännäs-Boden utöver etapp 1/2	1 200
	Dubbelspår Gävle-Sundsvall, etapp 2 (ca 70 km)	10 000		
	Summa 2031-2040:	10 900	Summa 2031-2040:	1 200
2050	Dubbelspår Gävle-Storvik, återst. (ca 22 km)	2 200	Dubbelspår Gävle-Storvik, återst. (ca 22 km)	2 200
	Dubbelspår Borlänge-Storvik, etapp 1 (ca 25 km)	3 000	Dubbelspår Borlänge-Storvik, etapp 1 (ca 25 km)	3 000
	Summa 2041-2050:	5 200	Summa 2041-2050:	5 200
	Summa 2015-2030	30 200	Summa 2015-2030	47 200
	Summa 2031-2050	16 100	Summa 2031-2050	6 400
	Totalt 2015-2050	46 300	Totalt 2015-2050	53 600

Kostnadsbedömningen avser ungefärlig investeringskostnad i prisnivå 2010 (noggrannhet -50 %, +100 %)

Kostnadsbedömningen ger resultatet totalt 46 miljarder kr (trolig kostnad inom intervallet 23-92 miljarder kr) för att öka transportkapaciteten med 50 % utöver basprognosen i godskorridorerna med 1000 m tåglängd, och 54 (27-108) miljarder kr med 100 % ökning av

transportkapaciteten med 2x1000 m tåglängd fram till år 2050. Huvuddelen av investeringarna behöver göras i början av perioden fram till 2030, vilket är en följd av språngeffekten med 50 % respektive 100 % mer gods på järnväg. För åren 2015-2030 motsvarar den årliga tillkommande investeringskostnaden utöver Bas+0 för Bas+50 % 1,9 miljarder kr, och för Bas+100 % 3,0 miljarder kr per år, för att efter 2030 bli betydligt mindre.

7.2 Jämförelse av strategier

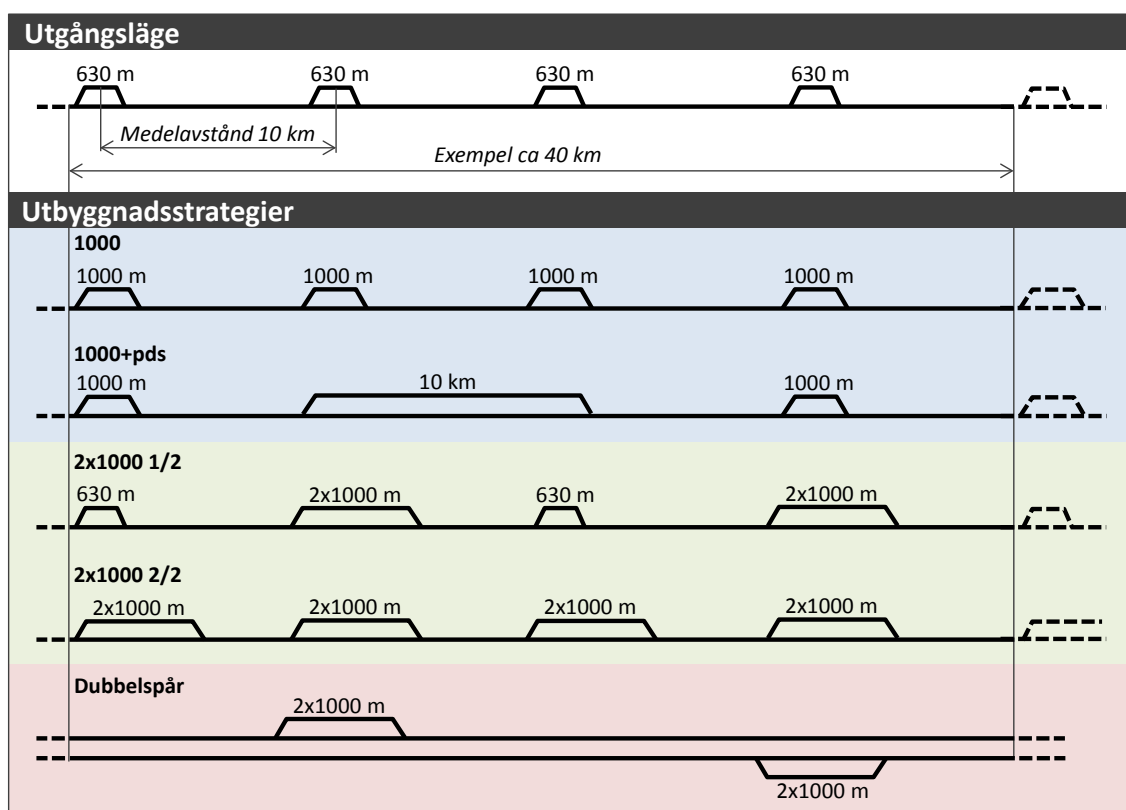
Stora öknings av kapacitet för godstrafiken förutsätter en genomtänkt strategi för att kunna genomföras med bästa samhällsekonomiska utfall. En strategi är att hantera förändringar i godstrafiken på järnväg med marginella och stegvisa åtgärder, till exempel med investering i en avgränsad bandel. En annan strategi är att ändra standardparametrarna som tyngre, längre och snabbare godståg för att på så sätt få önskade effekter med en mindre investering.

Ett systemtänkande i hela godskorridorer är att föredra för att nå önskade effekter vid generellt stora kapacitetsökningar. Enstaka eller utspridda (partiella) dubbelspårsetapper ger en effekt men det är först sammanhängande, obrutet dubbelspår som ger en stor kapacitetsökning både i gods- och persontrafiken. Fördelningen av nyttor mellan person- och godstrafiken skiljer sig också åt mellan olika strategier, där godstrafiken får en stor kapacitetsökning med längre tåg men även med dubbelspår, medan marknaden för persontrafik framför allt efterfrågar kortare restider och högre turtäthet där dubbelspår är den överlägset bästa lösningen.

Som ett räkneexempel på kostnader och nyttor av olika utbyggnadsstrategier har här valts en 40 km lång enkelspårig sträcka med fyra mötesstationer som medger upp till 630 m långa tåg på mötesspåret. De olika strategierna är (se figur):

- Förlänga mötesspår till 1000 m tåglängd på alla stationer
- 1000 m tåglängd i kombination med ett 10 km långt partiellt dubbelspår
- 2x1000 m tåglängd på varannan mötesstation (medelavstånd 20 km) medan de kvarvarande behålls främst för persontrafiken men förses med samtidig infart
- Förlänga mötesspår till 2x1000 m tåglängd på alla stationer
- Dubbelspår (obrutet) med förbigångsstationer 2x1000 m var 20 km (växelvis på upp- och nedspårssidan).

Utvärderingen av kostnader och nyttor av utbyggnadsstrategierna visar att längre godståg är en kostnadseffektiv åtgärd för ökad transportkapacitet. En utbyggnad för längre godståg kan genomföras etappvis per del av godskorridor och alla mötes- eller förbigångsstationer behöver inte förlängas med en gång. För persontrafiken är dubbelspår den enskilt mest effektiva åtgärden, och den får även godstrafiken stor nytta av. Där efterfrågan på persontrafik inte motsvarar kostnaderna av partiellt eller obrutet dubbelspår måste investeringen begränsas. Samtidig infart förkortar tiden för tågmöten på enkelspåriga sträckor.



Figur 45. Utgångsläget medger 630 m långa godståg på en enkelspårig bana med mötesstationer på medelavstånd var tionde km. I de studerade utbyggnadsstrategierna kan 1000 m eller 2x1000 m långa godståg trafikera banan, men kapaciteten skiljer mellan alternativen.

Tabell 11. Kapacitet och kostnader för utbyggnadsstrategier

	Studerade alternativ				
	1000	1000+pds ¹	2x1000 1/2	2x1000 2/2	Dubbelspår
Transportkapacitet jämfört utgångsläge (630 m)	+50 %	+60-100 %	+100 %	+200 %	+300-600 %
Fördelning av nyttor					
Godstrafik	++	++	++	+++	+++
Persontrafik	+ ²	++ ^{2,3}	+ ²	+ ²	+++
Kostnad för 40 km sträcka (inom -50 %, +100 %)	260 (130-520) mnkr	1100 (550-2200) mnkr	300 (150-600) mnkr	600 (300-1200) mnkr	4000 (2000-8000) mnkr
Kostnad per ban-km	6,5 mnkr/km	27,5 mnkr/km	7,5 mnkr/km	15 mnkr/km	100 mnkr/km

¹ Pds: Partiellt dubbelspår

² Nyttor av samtidig infart

³ Nyttorna av partiellt dubbelspår är tidtabellsberoende och mest positiva när persontågsmötena sker på dubbelspåret.

Tabell 12. Alternativa strategier för ökad kapacitet i godsstråk

<i>Strategi</i>	<i>Flera godståg med bibehållen längd</i>	<i>Tyngre, längre och snabbare godståg</i>
Standardparametrar	Max. tåglängd 750 m (630 m) Minst 100 km/h	Max. tåglängd 1000 m och 2x1000 m 120-160 km/h på snabbtågsbanor dagtid, i övrigt minst 100 km/h
Åtgärder		
Regelverk och styrmedel (steg 2)	Enkelriktade flöden i godskorridorer	Bromsregler Banavgifter premierar lägre spårkrafter, lägre buller och längre tåg Enkelriktade flöden i godskorridorer Snabbare godståg dagtid på snabbtågsbanor
Ombyggnad (steg 3)	Större lastprofil (SEC) Förstärkt kraftförsörjning ERTMS (ETCS)	Längre mötesstationer Högre axellaster och bärighet Större lastprofil (SEC) Förstärkt kraftförsörjning ERTMS (ETCS)
Bygga nytt (steg 4)	Flera mötesstationer Dubbelspår (etappvis)	
Effekter		
Godsoperatörer	Flera möjliga tåglägen, nya transportuppdrag möjliga. Längre körtider på snabbtågsbanor av flera förbigångar och alla återstående enkelspårssträckor av flera tågmöten	Lägre trafikeringskostnader. Ökad flexibilitet i tidtabellen för ändrade förutsättningar och nya transportuppdrag.
Persontrafikoperatörer	Kortare restider på nya dubbelspårssträckor, längre restider på återstående enkelspårssträckor av flera tågmöten	Färre godståg ger färre tågmöten och kortare restider. Tågmöten på godsstråk med godståg längre än mötesspåret dock längre väntetid.
Infrastrukturhållare	Flera spårkilometer och mötesstationer att underhålla. Incitament att förbättra godstågens prestanda svaga. Svårare att få tider för banunderhåll.	Längre men i regel färre mötesstationer och mindre nytt dubbelspår ger oförändrad eller något högre banunderhållskostnad. Högre axellaster och bärighet ger högre banunderhållskostnader men kan begränsas genom låga dynamiska spårkrafter. Flera tider för banunderhåll.
Samhällsekonomi		
	Stora successiva nyinvesteringar med kortare restider för persontrafik på dubbelspår i godsstråken men ökade kapacitetsproblem på enkelspårssträckor. Tveksamt om det ger positivt netto för godstrafiken.	Ändrade standardparametrar i hela godsstråk ger kapacitetsökning och lägre kostnader för godstrafiken. Producentöverskottet påtagligt. Sannolikt positivt netto.

7.3 Genomförande och intressenter

Det är olika parter, intressenter, som ska engageras för att genomföra olika åtgärder. Intressenterna kommer att ha olika och delvis motstridiga intressen eftersom kostnader och nyttor fördelas olika.

Tabell 13. Generella kapacitetseffekter av olika åtgärder

<i>Åtgärd</i>	<i>Intressenter</i>	<i>Incitament för genomförande</i>	<i>Styrmedel för måluppfyllelse</i>
Dubbelspårsutbyggnad	Trafikverket Tågoperatörerna (transportköpare)	Samhällsekonomiskt lönsamt	
Nya mötesstationer	Trafikverket Tågoperatörerna (transportköpare)	Samhällsekonomiskt lönsamt	
Längre godståg (förlängda mötesspår)	Trafikverket Tågoperatörerna (transportköpare)	Samhällsekonomiskt lönsamt Företagsekonomiskt lönsamt	Banavgifter (tågläge)
Högre axellast och bärighet, större referensprofil	Trafikverket Tågoperatörerna (transportköpare) Vagnägare	Samhällsekonomiskt lönsamt Företagsekonomiskt lönsamt	Banavgifter (tågläge)
Högre godstågshastighet	Trafikverket Tågoperatörerna (transportköpare) Vagnägare	Samhällsekonomiskt lönsamt Företagsekonomiskt lönsamt	Banavgifter (tågläge, spårnedbrytning, buller) Trångsektorsplan
ERTMS (ETCS)	Trafikverket Tågoperatörerna (transportköpare)	Samhällsekonomiskt lönsamt Teknisk samkörbarhet (marknadsöppning)	Omfördelning/bidrag från Trafikverket till tågoperatörerna
Konvojtrafikering/enkelriktning	Trafikverket Tågoperatörerna (transportköpare)	Samhällsekonomiskt lönsamt	Banavgifter (tågläge) Trångsektorsplan

7.4 Strategisk nybyggnad

Vissa större kapacitetsproblem i godskorridorerna kommer även efter genomförandet av de åtgärder som föreslås här för godstrafiken att återstå. En strategisk utbyggnad av dubbelspår eller nya länkar kan övervägas för att möjliggöra ökad gods- och persontrafik och minska sårbarheten. De objekt som nämns i tabellen är de viktigaste för godstrafiken, men det finns många andra objekt som är viktiga för att kunna utveckla gods- och persontrafiken där persontrafiken dominerar.

Tabell 14. Strategisk nybyggnad i godsstråken

<i>Problem</i>	<i>Förslag till åtgärder</i>	<i>Effekter</i>
Väsentliga flaskhalsar för godstrafiken		
Malmö–Köpenhamn (–Ringsted)	Fast förbindelse Helsingborg–Helsingör och ny gods bana "Ring 5" över Själland. <i>Kan bli nödvändig i perioden 2030-2050</i>	Flera tåglägen för gods- och persontrafik genom Skåne och Hovedstadsområdet mot kontinenten
Göteborg	Planskild anslutning till Sävenäs rangerbangård. Nordlig anslutning av hamnbanan till Säve mot Öxnered	Flera tåglägen och mindre störningar mellan gods- och persontrafik
Begränsade utvecklingsmöjligheter på snabbtågsbanor		
Ostkustbanan	Dubbelspår Gävle–Sundsvall	Kortare transporttider och flera tåglägen
Västra stambanan	Götalandsbanan, ny stambana Linköping–Jönköping–Göteborg	Öppnar nya marknader för persontrafik och avlastar snabbtågen på hela sträckan Södertälje–Göteborg, ger utrymme för flera regionaltåg och godståg, särskilt dagtid
Södra stambanan	Ostlänken, ny stambana Järna–Linköping. Europabanan, ny stambana Jönköping–Skåne	Öppnar nya marknader för persontrafik och avlastar Södra stambanan snabbtåg och ger utrymme för flera regionaltåg och godståg, särskilt dagtid
Sårbarhet (alternativa körvägar med fullgod kapacitet saknas)		
Storvik	Separera godsstråken planskilt	Alternativ körväg ger minskad sårbarhet
Göteborgs hamnbana	Nordlig anslutning till Säve och kapacitetsökning Säve–Uddevalla–Öxnered	Alternativ körväg ger minskad sårbarhet och ökad kapacitet
Malmö	Fast förbindelse Helsingborg–Helsingör och ny gods bana "Ring 5" över Själland. <i>Kan bli nödvändig i perioden 2030-2050</i>	Alternativ körväg ger minskad sårbarhet och ökad kapacitet
Stambanan genom övre Norrland Vännäs–Boden	Norrbottenbanan Umeå–Luleå	Alternativ körväg ger minskad sårbarhet och ökad kapacitet för godstrafik samt nya marknader för persontrafik längs kusten

8. Diskussion och slutsatser

Mera godstrafik möjlig

Analysen av kapacitet för godstrafiken visar att det går att transportera betydligt mer gods på järnväg än vad som sker i dag och vad som beräknas i Trafikverkets basprognos (det vill säga med nu pågående eller budgeterade infrastrukturprojekt klara) för 2030 och 2050.

Godstrafiken kommer dock att få minskat utrymme på spåren genom att persontrafiken expanderar. Det finns olika åtgärder som kan övervägas för att klara godstrafiken enligt basprognosen i framtiden, och ytterligare tänkbara åtgärder för att den ska kunna öka i godskorridorerna med 50 % respektive 100 % utöver basprognosen.

Bakgrunden till de kapacitetsproblem som finns i järnvägsnätet idag är främst att persontrafiken har ökat kraftigt och fördubblats sedan 1990. Godstrafiken på järnväg har i Sverige haft en långsam men över tid ändå en ökning på längre transportavstånd, även om marknadsandelarna har sjunkit och framför allt mer långväga gods går med lastbil nu än någonsin tidigare. Det finns i väsentliga stråk brist på bankapacitet vissa tider på dygnet i förhållande till efterfrågan.

Skilda förutsättningar för gods- och persontrafik

Persontrafik vinner i allmänhet mycket på att bygga dubbelspår för att öka kapaciteten eftersom det ger kortare körtider utan tågmöten, ofta i genare sträckning och med högre tillåten hastighet än på ett enkelspår av sämre standard, och dessutom med möjlighet att öka turtätheten väsentligt. Även för godstrafiken är det viktigt med dubbelspår men transportkapaciteten går att säkra på andra sätt eftersom hög turtäthet inte är viktigt vid långa transporter. Däremot är det värdefullt för godsmarknaden att ha flexibilitet att ändra i avgångs- och ankomsttider och logistikupplägg med kort varsel. Flexibiliteten minskar dock kraftigt vid högt kapacitetsutnyttjande, samtidigt som kvaliteten och punktligheten sjunker och störningarna ökar. Det innebär att planeringsmålet måste vara att planera för en viss teoretisk överkapacitet i syfte att få godstrafiken på järnväg mer attraktiv för transportköparna.

Åtgärder för bättre systemprestanda

Målet bör vara att transportkostnaderna ska minska samtidigt med kapacitetsåtgärderna eftersom många transporter är priskänsliga. Det finns flera effektiva åtgärder som inbegriper systemfrågor och som kan bidra till lägre transportkostnader och högre kapacitet. Exempel är enkelriktad trafik, högre axellaster och större bärighet (meterlast), större lastprofil och längre och tyngre godståg. Att införa det nya trafikstyrningssystemet ERTMS (ETCS) kan ge ett litet bidrag till kapaciteten främst på dubbelspåriga sträckor genom att blocksträckorna kan göras kortare, men en mer avancerad version som ännu så länge bara finns som koncept, nivå 3 med flytande block, skulle ge väsentligt större kapacitetseffekter. Även kraftförsörjningen är viktig men antas ingå i samtliga alternativ upp till en nivå att den inte utgör någon begränsning. För att uppnå en högre flexibilitet och bättre punktlighet behöver också antalet fel på bana och tåg reduceras genom bättre förebyggande underhåll.

Längre och tyngre godståg

Den mest effektiva åtgärden för att radikalt öka kapaciteten för godstransporter och som dessutom ger lägre transportkostnader är att öka tåglängderna. Idag är upp till 630 m långa godståg vanligt i godskorridorerna som en äldre standard, men sedan 1990-talet har mötes- och förbigångsspår och bangårdar anpassats för 750 m långa godståg vid om- och nybyggnad.

Från 2012 medges 835 m långa godståg mellan Köpenhamn och Hamburg, medan både Öresundsförbindelsen och Fehmarn Bält (öppnas 2021) dimensioneras för 1000 m långa godståg. Den svenska standarden är följaktligen redan omsprungen och behöver därmed omprövas av kostnads- och kapacitetsskäl.

Det finns tekniska möjligheter att öka tåglängderna genom ändringar i bromsreglerna och i signalsystemet. En lämplig standard kan därför vara 1000 m som överensstämmer med korridoren genom Danmark till Tyskland. Genom att koppla ihop två godståg (2x1000 m) vinner man ytterligare kapacitet och kan använda samma längdmodul. En successiv ombyggnad av mötesstationerna till långa stationer för godstrafiken ökar kapaciteten radikalt. Med längre godståg och vissa dubbelspårutbyggnader som framför allt behövs för persontrafiken kan godstrafiken på järnväg expandera trots att persontrafiken tar allt mer kapacitet.

Tillkommande infrastrukturinvesteringar

För att åtgärda dagens och framtida kapacitetsbrister med infrastrukturåtgärder krävs stora investeringar redan i basscenariet. Om godskorridorerna ska kunna klara 50 % respektive 100 % mer gods utöver Trafikverkets basprognos till år 2030 och 2050 krävs ytterligare infrastrukturinvesteringar. I analysen föreslås förlängning av godstågen upp till 1000 m vid 50 % ökning och 2x1000 m vid 100 % ökning av transportkapaciteten. Merkostnaden för detta utöver basscenariet bedöms till totalt 46 miljarder respektive 54 miljarder kr under perioden 2015-2050. Resultatet visar att marginalkostnaden för en ökning från 50 % till 100 % mer gods utöver basprognosen följaktligen blir relativt liten, 8 miljarder kr. Det beror på att långa tåg på 2x1000 m är en mer kostnadseffektiv lösning än kortare tåglängd (1000 m) för att säkra kapacitet för godstrafiken i godskorridorerna. Det går också att välja den längre tåglängden vid mindre kapacitetsökningar än 100 % vilket då skulle kunna ersätta vissa nya mötesstationer och dubbelspårsetapper i förslaget. Någon analys utöver denna indikation har inte gjorts men med ett systemperspektiv är sannolikt dagens standard på 750 m kortare än ekonomiskt optimal godstågslängd.

Prioritering och strategiska utbyggnader

I analysen har den växande persontrafiken fått utrymme på spåren enligt basprognosen. Det medför att godstrafiken får färre tåglägen, särskilt dagtid, med tiden. En effekt är till exempel att Öresundsförbindelsen Malmö–Köpenhamn blir så högt belastad med persontrafik efter 2030 och att det då finns efterfrågan för godstrafik på ytterligare en fast förbindelse, Helsingborg–Helsingör, med anslutningar för att kunna rymma godstrafiken från Sverige och Norge till kontinenten. Ett annat alternativ är att begränsa antalet persontåg i vissa stråk för att kunna köra flera godståg och istället styra operatörerna till effektivare persontrafik, till exempel genom flera sittplatser i varje tåg genom längre och breda eller dubbeldäckade tågsätt. Någon analys vilken trafikvolym för gods- respektive persontrafik som är samhällsekonomiskt optimal har dock inte gjorts.

Det finns också för både gods- och persontrafik på järnväg flera identifierade strategiska utbyggnadsmöjligheter i form av relativt omfattande dubbelspårutbyggnad eller nya länkar som kan öppna nya marknader eller öka robustheten och minska sårbarheten för störningar i trafiken. Förutom den tidigare nämnda fasta förbindelsen Helsingborg–Helsingör skulle till

exempel Norrbotniabanan och nya stambanor för persontrafik där Ostlänken är en första etapp bidra till dessa mål.

De viktigaste slutsatserna av analysen

- Persontrafiken på järnväg bedöms öka så mycket till 2030 och 2050 att godstrafiken i framtiden får färre tåglägen, särskilt dagtid
- De största investeringarna ligger i att med infrastrukturåtgärder minska dagens och framtida tillkommande kapacitetsproblem
- Standardfaktorer, som högre axellaster och större bärighet (meterlast), större lastprofil och längre och tyngre godståg är väsentliga för att öka effektiviteten och minska energiförbrukning och transportkostnaderna
- För att klara ytterligare godstrafik utöver basprognosen (+50 % respektive +100 %) krävs tillkommande investeringar som bedöms till 46-54 miljarder kr under perioden 2015-2050
- De tillkommande investeringarna (för +50 % respektive +100 % ökad godstrafik) omfattar främst förlängda mötes- och förbigångsspår och bangårdar för 1000 m respektive 2x1000 m tåglängd samt vissa dubbelspårsetapper
- Bedömningarna visar att de extra långa godstågen (2x1000 m) ger mest kapacitet per investerad krona och att det vid fullständig utbyggnad skulle finnas kapacitet för mer än 100 % ökning av transportkapaciteten
- Dagens svenska standard med upp till 750 m tåglängd är sannolikt kortare än optimal godståglängd och skulle behöva omprövas till förmån för längre godståg.

9. Referenser och litteraturförteckning

Andersson, E. och Nelldal, B.-L. (2012) Mode shift as a measure to reduce greenhouse gas emissions. *Procedia – Social and behavioral sciences*, 48, s. 3187-3197

Andersson, E., Berg, M., Nelldal, B.-L. och Fröidh, O. (2011) Rail freight transport. Techno-economic analysis of energy and greenhouse gas reductions. Rapport i EU FP7 "TOSCA" <<http://www.toscaproject.org/>>

Banverket (2008) Trafikerings- och kapacitetsstudie Gripenberg–Lund, 2008-12-17. Bilaga 1 till *Idestudie. Södra stambanan, högre hastighet 2009-02-20*

BGLC (2013), se < <http://www.bothniangreen.se/about-bglc/>>

Boysen, H. (2012a) More efficient freight transportation through longer trains. Presentation på Transportforum, Linköping <www.slideshare.net/transportforum>

Boysen, H.E. (2012b) General model of railway transportation capacity. Artikel presenterad på Comrail 2012, New Forest. I: *Computers in Railways XIII*. WIT Press, Southampton, Boston

BVS 1586.41 Banöverbyggnad – Spårgeometri. Krav på spårets geometri vid nybyggnad, reinvestering/upprustning, underhåll och drift. Trafikverkets standard, version 2.0, 2013-03-15

BVS 544.98001 Sidoskydd. Grundläggande signaleringskrav. Trafikverkets (Banverkets) standard, version 6.0, 2009-09-30

BVS 544.98009 Skyddsavstånd, skyddssträcka och frontskydd. Grundläggande signaleringskrav. Trafikverkets standard, version 7.0, 2010-12-10, med komplettering 2012-03-02 (F07-10527/SI10)

Corridor 3 (2012) Rail Freight Corridor 3, Trafikverket 2012-11-23 <<http://www.trafikverket.se/Om-Trafikverket/Andra-sprak/English-Engelska/Railway-and-Road/Rail-Freight-Corridor-3/>>

Effektiva gröna godståg (2013) Program för forskning, utveckling innovation och demonstration (red. Bo-Lennart Nelldal). KTH Järnvägsgruppen, 2013-04-16

Effektiva tågssystem för godstransporter (2005) – en systemstudie. Huvudrapport (Red. B.-L. Nelldal). KTH Järnvägsgruppen 0504

IBU3 (2010) Korridoren Femern–Øresund. IBU-Øresund delaktivitet 3. Region Skåne, Region Själland och Region Hovedstaden, rapport

IBU4 (2010) Trafikanalyser for Øresundsregionen. IBU-Øresund delaktivitet 4. Region Skåne, Region Själland och Region Hovedstaden, rapport

Jakobshyttan (2010) Järnvägsplan, kap 3 genomförandebeskrivning. Trafikverket 2010-04-26 (2010/29876)

Lindfeldt, A. (2009) Kapacitetsanalys av järnvägsnätet i Sverige. Delrapport 2: Bearbetning av databas över infrastruktur, trafik, tidtabell och förseningar. KTH TRITA-TEC-RR 10-003

- Magnarini, M. (2010) Evaluation of ETCS on railway capacity in congested areas. A case study within the network of Stockholm. KTH examensarbete TEC-MT 10-010
- Nelldal, B.-L. (2009) Kapacitetsanalys av järnvägsnätet i Sverige. Delrapport 3: Förslag till åtgärder för att öka kapaciteten på kort sikt. KTH TRITA-TEC-RR 10-004
- Nelldal, B.-L. och Boysen, H. (2012) Scandria Railway Corridor Performance. Baltic Sea Region Project #026. Rapport
- Nelldal, B.-L., Lindfeldt, A. och Lindfeldt, O. (2009) Kapacitetsanalys av järnvägsnätet i Sverige. Delrapport 1: Hur många tåg kan man köra? KTH TRITA-TEC-RR 10-002
- Nelldal, B.-L. och Wajzman, J. (2012) Person- och godstransporter 2010-2030 och kapacitetsanalys för järnväg. KTH rapport TRITA-TSC-RR 12-003
- Regeringen (2010) Regeringsbeslut II 1 den 29 mars 2010, underbilaga 1a och 1b (N2009/6374/TE och delvis N2008/8869/TE)
- RNE C01 (2013) Rail Net Europe corridor Stockholm/Oslo–Malmö–Padborg/Rostock–Hamburg. <http://www.rne.eu/tl_files/RNE_Upload/Corridor/C01/C01.pdf>
- Trafikverket (2011) Järnvägens behov av ökad kapacitet – förslag på lösningar för åren 2012-2021. Trafikverket publikation 2011:139
- Trafikverket (2012a) Folder, april 2012
<http://publikationswebbutik.vv.se/upload/6672/100545_ERTMS_along_corridor_b.pdf>
- Trafikverket (2012b) Nationell plan för transportsystemet 2014-2025. Prognos för godstransporter 2030. Preliminär rapport, version 0.1
- Trafikverket (2013a) Prognoser för arbetet med nationell transportplan 2014-2025. Persontransporters utveckling till 2030. Trafikverket publikation 2013:055
- Trafikverket (2013b) Stora projekt – ERTMS. Extern hearing 12 mars 2013. Presentation <http://www.trafikverket.se/PageFiles/112203/trafikverkets_presentation.pdf >
- Trafikverket (2013c) <<http://www.trafikverket.se/Privat/Vagar-och-jarnvagar/Fran-planering-till-byggande/> >, 2013-02-20
- Trafikverket (2013d) Järnvägens kapacitetsutnyttjande och kapacitetsbegränsningar 2012. <http://www.trafikverket.se/PageFiles/46897/jarnvagens_kapacitetsutnyttjande_och_kapacitetsbegransningar_2012_130211.pdf >
- Wendler, E. (2009) Influence of ETCS on the capacity of lines. I: *Winther, P. (red.). Compendium on ERTMS*. Eurailpress, Hamburg

Bilaga 1. Persontåg i godskorridorerna

Persontåg 2010, prognos 2030 och framskrivning till 2050					
Stråk	Bandel	Antal persontåg/vardagsdygn			Räkningspunkt
		2010	Prognos 2030	Skattning 2050	
Stambanan genom övre Norrland	Vännäs-Boden	6	10	12	Yttersjön
	Bräcke-Vännäs	4	6	8	Bispgården
	Vännäs-Umeå	6	56	66	Brännland
Norra Stambanan	Storvik-Bräcke	28	32	38	Järvsö
Söderhamn-Kilafors	Söderhamn-Kilafors	0	0	0	
Botniabanan och Ådalsb.	Sundsvall-Umeå	18	36	44	Nordmaling
Ostkustbanan	Gävle-Sundsvall	32	44	52	Iggesund
Godsstråket genom Bergslagen	Frövi-Storvik	12	12	14	Horndal
	Hallsberg-Frövi	76	84	100	Kumla
Bergslagsbanan	Mjölby-Hallsberg	16	16	20	Degerön
	Gävle-Storvik	36	38	46	Sandviken
	Storvik-Borlänge	24	26	32	Hofors
	Borlänge-Ställdalen	18	30	36	Grängesberg
	Ställdalen-Kil	4	4	4	Hällefors
Norge/Vänerbanan	Ställdalen-Frövi	20	26	32	Storå
	Göteborg-Kil	20	32	38	Brålanda
Västra stambanan	Hallsberg-Göteborg	94	114	136	Vårgårda
Södra stambanan	Mjölby-Hässleholm	80	106	128	Osby
	Hässleholm-Malmö gbg	174	246	296	Örtofta
Västkustbanan	Göteborg-Halmstad	70	152	182	Värö
	Halmstad-Ängelholm	40	80	96	Laholm
Markarydsbanan	Halmstad-Hässleholm	6	44	52	Bjärnum
Godsstråket genom Skåne	Ängelholm-Malmö gbg	0	0	0	Flädie
	Malmö godsbg-Fosieby	220	0	0	Fosieby
Öresundsbanan	Fosieby-(Köpenhamn)	156	236	284	Pepparholmen

Antal persontåg	Godskorridor G-Norr	2010: T10 höst
En torsdag i oktober	Godskorridor B-Botnia	Prognos 2030: Trafikverket basprognos 2030
Totalt i båda körriktningar	Övriga banor (länkar)	Skattning 2050: Prognos 2030 x 1,2 (jämnt antal)

Bilaga 2. Transportkapacitet 2010

Transportkapacitet 2010								
Stråk	Bandel	Antal tåg/dygn 2010			Möjligt nya godståg		Transportkapacitet (milj nettoton/år)	
		Totalt båda riktn.	Praktisk	Persontåg	Godståg	Antal	Ökning	Fraktat
Stambanan genom övre Norrland	Vännäs-Boden	6	27	60	27	97%	5	10
	Bräcke-Vännäs	4	34	60	22	64%	6	10
	Vännäs-Umeå	6	5	60	49	987%	1	12
Norra Stambanan	Storvik-Bräcke	28	37	60	-5	-13%	6	6
Söderhamn-Kilafors	Söderhamn-Kilafors	0	0	0				
Botniabanan och Ådalsb.	Sundsvall-Umeå	18	0	60	42		0	7
Ostkustbanan	Gävle-Sundsvall	32	8	60	20	248%	1	5
Godsstråket genom Bergslagen	Frövi-Storvik	12	36	60	12	32%	6	7
	Hallsberg-Frövi	76	64	300	160	251%	10	35
Bergslagsbanan	Mjölby-Hallsberg	16	30	60	14	48%	5	8
	Gävle-Storvik	36	22	60	2	11%	3	4
	Storvik-Borlänge	24	21	60	15	75%	4	7
	Borlänge-Ställdalen	18	18	60	24	138%	3	8
	Ställdalen-Kil	4	4	20	12	329%	1	2
Norge/Vänerbanan	Ställdalen-Frövi	20	12	60	28	248%	2	8
	Göteborg-Kil	20	13	60	27	207%	2	5
Västra stambanan	Hallsberg-Göteborg	94	46	240	100	219%	7	21
Södra stambanan	Mjölby-Hässleholm	80	43	240	117	276%	7	27
	Hässleholm-Malmö gbg	174	48	240	18	36%	8	11
Väst kustbanan	Göteborg-Halmstad	70	17	100	13	77%	2	4
	Halmstad-Ängelholm	40	5	60	15	335%	1	3
Markarydsbanan	Halmstad-Hässleholm	6	7	30	17	221%	1	3
Godsstråket genom Skåne	Ängelholm-Malmö gbg	0	10	30	20	200%	1	4
	Malmö godsbg-Fosieby	220	17	300	63	376%	3	14
Öresundsbanan	Fosieby-(Köpenhamn)	156	20	300	124	611%	4	27

Antal tåg	Godskorridor G-Norr	Antal persontåg: Tidtabell T10, torsdag under hösten 2010
Totalt i båda körriktningar	Godskorridor B-Botnia	Antal godståg: Kört antal godståg under vardag i oktober 2008
	Övriga banor (länkar)	Antalet antas motsvara 2010 (mindre avvikelser förekommer)

Bilaga 3. Transportkapacitet 2030 med åtgärder enligt NTP

Transportkapacitet 2030 med åtgärder enligt NTP 2010-2021								
Stråk	Bandel	Antal tåg/dygn 2030		Möjligt antal godståg		Transportkapacitet		
		Praktisk	Persontåg kapacitet	2030	Förändring jmf 2010	(milj nettoton/år)	Prognos	Möjligt
Stambanan genom övre Norrland	Vännäs-Boden	10	60	50	-4	7	9	30%
	Bräcke-Vännäs	6	60	54	-2	4	10	134%
	Vännäs-Umeå	56	80	24	-30	5	5	6%
Norra Stambanan	Storvik-Bräcke	32	60	28	-4	4	5	11%
Söderhamn-Kilafors	Söderhamn-Kilafors	0	60	60	60	2	10	400%
Botniabanan och Ådalsb.	Sundsvall-Umeå	36	60	24	-18	5	5	0%
Ostkustbanan	Gävle-Sundsvall	44	80	36	8	6	6	0%
Godsstråket genom Bergslagen	Frövi-Storvik	12	60	48	0	8	7	-3%
	Hallsberg-Frövi	84	300	216	-8	12	34	182%
Bergslagsbanan	Mjölby-Hallsberg	16	80	64	20	7	11	57%
	Gävle-Storvik	38	80	42	18	5	7	22%
	Storvik-Borlänge	26	60	34	-2	5	7	33%
	Borlänge-Ställdalen	30	60	30	-12	5	5	5%
	Ställdalen-Kil	4	60	56	40	3	8	202%
	Ställdalen-Frövi	26	60	34	-6	2	7	273%
Norge/Vänerbanan	Göteborg-Kil	32	60	28	-12	4	4	-2%
Västra stambanan	Hallsberg-Göteborg	114	240	126	-20	7	18	156%
Södra stambanan	Mjölby-Hässleholm	106	240	134	-26	9	23	146%
	Hässleholm-Malmö gbg	246	300	54	-12	7	9	19%
Väst kustbanan	Göteborg-Halmstad	152	240	88	58	3	12	263%
	Halmstad-Ängelholm	80	240	160	140	3	22	737%
Markarydsbanan	Halmstad-Hässleholm	44	60	16	-8	0	2	-
Godsstråket genom Skåne	Ängelholm-Malmö gbg	0	40	40	10	3	6	67%
	Malmö godsbg-Fosieby	0	300	300	220	5	53	965%
Öresundsbanan	Fosieby-(Köpenhamn)	236	300	64	-80	6	12	106%

Antal tåg	Godskorridor G-Norr
Totalt i båda köriktningar	Godskorridor B-Botnia
	Övriga banor (länkar)

Enbart åtgärder enligt NTP 2010-2021 (se texten)

Bilaga 4. Transportkapacitet 2030 med ytterligare åtgärder

Förslag till åtgärder till 2030: Godskorridorer Bas+0

Stråk	Bandel	Transportkapacitet (milj nettoton/år)		Förslag till åtgärder - kapacitetsökning						Summa	Kapacitet med åtg. (milj nettoton/år)	
		Bas+0	Möjligt	Konvoj- trafik	Snabbare godståg	Axellast Profil (ETCS)	ERTMS	Längre tåg	Mötes- stationer		Dubbel- spår	Möjligt
Stambanan genom övre Norrland	Vännäs-Boden	7	9							0%	9	30%
	Bräcke-Vännäs	4	10	20%			10%			30%	13	204%
	Vännäs-Umeå	5	5	20%			10%	20%		50%	8	59%
Norra Stambanan	Storvik-Bräcke	4	5				10%		20%	30%	6	44%
Söderhamn-Kilafors	Söderhamn-Kilafors	2	10				20%			20%	12	500%
Botniabanen och Ådalsb.	Sundsvall-Umeå	5	5	20%			20%	20%		60%	8	60%
Ostkustbanan	Gävle-Sundsvall	6	6	20%		10%	20%		10%	60%	10	60%
Godsstråket genom Bergslagen	Frövi-Storvik	8	7			10%	20%	20%	10%	60%	12	55%
	Hallsberg-Frövi	12	34			5%	5%	20%		30%	44	267%
Bergslagsbanan	Mjölby-Hallsberg	7	11			10%	5%	20%		35%	15	112%
	Gävle-Storvik	5	7			10%	10%			20%	8	46%
	Storvik-Borlänge	5	7			5%				5%	7	39%
	Borlänge-Ställaldalen	5	5			5%			40%	45%	8	52%
Norge/Vänerbanan	Ställaldalen-Kil	3	8			5%				5%	8	217%
	Ställaldalen-Frövi	2	7			10%				10%	8	310%
Västra stambanan	Göteborg-Kil	4	4			5%			20%	45%	5	42%
Södra stambanan	Hallsberg-Göteborg	7	18			5%	5%	5%	20%	35%	25	246%
	Mjölby-Hässleholm	9	23			5%	10%	5%	20%	40%	32	245%
Väst kustbanan	Hässleholm-Malmö gbg	7	9			5%	10%	5%	20%	40%	12	67%
	Göteborg-Halmstad	3	12			5%	5%	20%		30%	16	372%
Markarydsbanan	Halmstad-Ångelholm	3	22			5%	5%	20%		30%	29	988%
Godsstråket genom Skåne	Halmstad-Hässleholm	0	2							0%	2	-
Öresundsbanan	Ångelholm-Malmö gbg	3	6			10%		20%		30%	7	117%
	Malmö godsbg-Fosieby	5	53			10%	5%	20%		35%	71	1337%
	Fosieby-(Köpenhamn)	6	12			5%		5%	20%	30%	15	168%

Godskorridor G-Norr
 Godskorridor B-Botnia
 Övriga banor (länkar)

Förslag till åtgärder till 2030: Godskorridorer Bas+50 %

Stråk	Bandel	Transportkapacitet (milj nettoton/år)		Förslag till åtgärder - kapacitetsökning						Summa	Kapacitet med åtg. (milj nettoton/år)	
		50%	Möjligt	Konvoj- trafik	Snabbare godståg	Axellast Profil (ETCS)	ERTMS	Längre tåg	Mötes- stationer		Dubbel- spår	Möjligt
Stambanan genom övre Norrland	Vännäs-Boden	11	9							50%	14	30%
	Bräcke-Vännäs	6	10	20%				50%		70%	17	165%
	Vännäs-Umeå	8	5	20%				50%	20%	90%	10	34%
Norra Stambanan	Storvik-Bräcke	7	5					50%	20%	90%	9	41%
Söderhamn-Kilafors	Söderhamn-Kilafors	3	10					50%		50%	15	400%
Botniabanen och Ådalsb.	Sundsvall-Umeå	8	5	20%			50%	20%	20%	110%	11	40%
Ostkustbanan	Gävle-Sundsvall	10	6	20%		10%	50%		20%	100%	13	33%
Godsstråket genom Bergslagen	Frövi-Storvik	11	7			10%	50%	20%	40%	120%	16	42%
Bergslagsbanan	Hallsberg-Frövi	18	34			5%	5%	50%		60%	54	201%
	Mjölby-Hallsberg	11	11			10%	5%	50%		65%	19	72%
	Gävle-Storvik	8	7			10%	50%		20%	80%	12	46%
	Storvik-Borlänge	8	7			5%	50%			55%	11	37%
Norge/Vänerbanan	Borlänge-Ställaldalen	8	5			5%	50%		40%	95%	11	37%
	Ställaldalen-Kil	4	8			5%	50%			55%	12	212%
	Ställaldalen-Frövi	3	7			10%	50%			60%	11	298%
Västra stambanan	Göteborg-Kil	6	4			5%	50%	40%	20%	115%	8	41%
Södra stambanan	Hallsberg-Göteborg	11	18			5%	5%	5%	50%	65%	30	182%
	Mjölby-Hässleholm	14	23			5%	10%	5%	50%	70%	38	179%
Väst kustbanan	Hässleholm-Malmö gbg	11	9			5%	10%	5%	50%	70%	15	35%
	Göteborg-Halmstad	5	12			5%	5%	50%		60%	19	288%
Markarydsbanan	Halmstad-Ångelholm	4	22			5%	5%	50%		60%	35	793%
Godsstråket genom Skåne	Halmstad-Hässleholm	0	2							0%	2	-
Öresundsbanan	Ångelholm-Malmö gbg	5	6			10%		50%	50%	110%	12	134%
	Malmö godsbg-Fosieby	7	53			10%	5%	50%		65%	87	1071%
	Fosieby-(Köpenhamn)	9	12			5%		5%	50%	60%	19	120%

Godskorridor G-Norr
 Godskorridor B-Botnia
 Övriga banor (länkar)

Förslag till åtgärder till 2030: Godskorridorer Bas+100 %

Stråk	Bandel	Transportkapacitet (milj nettoton/år)		Förslag till åtgärder - kapacitetsökning							Kapacitet med åtg.		
		100%	Möjligt	Konvoj- trafik	Snabbare godståg	Axellast Profil (ETCS)	ERTMS (ETCS)	Längre tåg	Mötes- stationer	Dubbel- spår	Summa	Möjligt	Ledig
Stambanan genom övre Norrland	Vännäs-Boden	14	9				100%				100%	18	30%
	Bräcke-Vännäs	8	10	20%			100%				120%	22	157%
	Vännäs-Umeå	10	5	20%			100%	20%	40%		180%	15	49%
Norra Stambanan	Storvik-Bräcke	9	5				120%	0%	20%		140%	12	33%
Söderhamn-Kilafors	Söderhamn-Kilafors	4	10				100%				100%	20	400%
Botniabanen och Ådalsb.	Sundsvall-Umeå	10	5	20%			100%	20%	20%		160%	13	30%
Ostkustbanan	Gävle-Sundsvall	13	6	20%	10%		100%		40%		170%	17	35%
Godsstråket genom Bergslagen	Frövi-Storvik	15	7		10%		100%	20%	40%		170%	20	31%
	Hallsberg-Frövi	24	34		5%	5%	100%				110%	71	196%
	Mjölby-Hallsberg	15	11		10%	5%	100%				115%	25	68%
Bergslagsbanan	Gävle-Storvik	11	7		10%		100%		20%		130%	15	40%
	Storvik-Borlänge	10	7		5%		100%				105%	14	36%
	Borlänge-Ställdalen	10	5		5%		100%	50%			155%	14	34%
	Ställdalen-Kil	5	8		5%		100%				105%	16	210%
	Ställdalen-Frövi	4	7		10%		100%				110%	15	292%
Norge/Vänerbanan	Göteborg-Kil	7	4		5%		100%	40%	20%		165%	10	30%
Västra stambanan	Hallsberg-Göteborg	14	18		5%	5%	5%	100%			115%	40	176%
Södra stambanan	Mjölby-Hässleholm	18	23		5%	10%	5%	100%			120%	50	171%
	Hässleholm-Malmö gbg	15	9		5%	10%	5%	100%			120%	20	31%
Väst kustbanan	Göteborg-Halmstad	7	12		5%	5%	100%				110%	25	282%
	Halmstad-Ängelholm	5	22		5%	5%	100%				110%	46	779%
Markarydsbanan	Halmstad-Hässleholm	0	2								0%	2	-
Godsstråket genom Skåne	Ängelholm-Malmö gbg	7	6		10%		100%	50%			160%	15	117%
	Malmö godsbg-Fosieby	10	53		10%	5%	50%				65%	87	778%
Öresundsbanan	Fosieby-(Köpenhamn)	12	12		5%	5%	50%				60%	19	65%

Godskorridor G-Norr
 Godskorridor B-Botnia
 Övriga banor (länkar)

Bilaga 5. Transportkapacitet 2050

Förslag till åtgärder till 2050: Godskorridorer Bas+0

Stråk	Bandel	Transportkapacitet (milj nettoton/år)		Förslag till åtgärder - kapacitetsökning						Summa	Kapacitet med åtg.	
		Bas+0	Möjligt	Konvoj- trafik	Snabbare godståg	Axellast Profil (ETCS)	ERTMS Längre tåg	Mötes- stationer	Dubbel- spår		Möjligt	Ledig
Stambanan genom övre Norrland	Vännäs-Boden	8	9			15%	10%	20%		45%	13	58%
	Bräcke-Vännäs	5	9	20%		15%	10%	20%		65%	16	223%
	Vännäs-Umeå	6	8	20%		15%	10%	20%		65%	13	128%
Norra Stambanan	Storvik-Bräcke	5	7			15%	10%	20%		45%	10	104%
Söderhamn-Kilafors	Söderhamn-Kilafors	2	10			15%	10%	20%		45%	15	530%
Botniabanan och Ådalsb.	Sundsvall-Umeå	6	7	20%		15%	10%	20%		65%	12	101%
Ostkustbanan	Gävle-Sundsvall	7	9	20%		15%	10%	20%		65%	16	110%
Godsstråket genom Bergslagen	Frövi-Storvik	9	15			15%	10%	20%		45%	22	150%
	Hallsberg-Frövi	14	35			15%	40%	20%		75%	62	349%
Bergslagsbanan	Mjölby-Hallsberg	8	13			15%	40%	20%		75%	23	179%
	Gävle-Storvik	6	7			15%	10%	20%		45%	10	69%
	Storvik-Borlänge	6	7			15%	10%	20%		45%	9	60%
	Borlänge-Ställdalen	6	14			15%	10%	20%		45%	20	226%
Norge/Vänerbanan	Ställdalen-Kil	3	8			15%	10%	20%		45%	12	322%
	Ställdalen-Frövi	2	8			15%	10%	20%		45%	11	417%
Västra stambanan	Göteborg-Kil	4	9			15%	10%	20%		45%	13	214%
Södra stambanan	Hallsberg-Göteborg	8	18		5%	15%	40%	20%		80%	32	288%
	Mjölby-Hässleholm	11	25		5%	15%	40%	20%		80%	45	331%
Västkustbanan	Hässleholm-Malmö gbg	9	6		5%	15%	40%	20%	300%	380%	30	244%
	Göteborg-Halmstad	4	10			15%	40%	20%		75%	18	362%
Markarydsbanan	Halmstad-Ängelholm	3	23			15%	10%	20%		45%	33	981%
Godsstråket genom Skåne	Halmstad-Hässleholm	0	1			15%	10%	20%		45%	2	6420%
Öresundsbanan	Ängelholm-Malmö gbg	4	7			15%	10%	20%		45%	10	155%
	Malmö godsbg-Fosieby	6	64			15%	40%	50%		105%	131	2196%
	Fosieby-(Köpenhamn)	7	3		5%	15%	40%	50%	300%	410%	15	129%

Godskorridor G-Norr
Godskorridor B-Botnia
Övriga banor (länkar)

Dubbelspår Hässleholm-Malmö och Fosieby-Köpenhamn i tabellen avser egentligen dubbelspår Hässleholm-Helsingborg, ny öresundsförbindelse Helsingborg-Helsingör och godsbanan "Ring 5" på Själland

Förslag till åtgärder till 2050: Godskorridorer Bas+50 %

Stråk	Bandel	Transportkapacitet (milj nettoton/år)		Förslag till åtgärder - kapacitetsökning						Summa	Kapacitet med åtg.	
		Bas+50 %	Möjligt	Konvoj- trafik	Snabbare godståg	Axellast Profil (ETCS)	ERTMS Längre tåg	Mötes- stationer	Dubbel- spår		Möjligt	Ledig
Stambanan genom övre Norrland	Vännäs-Boden	12	9			15%	10%	50%	20%	95%	17	41%
	Bräcke-Vännäs	7	9	20%		15%	10%	50%		95%	18	154%
	Vännäs-Umeå	9	8	20%		15%	10%	50%		95%	16	80%
Norra Stambanan	Storvik-Bräcke	8	7			15%	10%	50%		75%	13	64%
Söderhamn-Kilafors	Söderhamn-Kilafors	3	10			15%	10%	50%		75%	18	407%
Botniabanan och Ådalsb.	Sundsvall-Umeå	9	7	20%		15%	10%	50%		95%	14	58%
Ostkustbanan	Gävle-Sundsvall	11	9	20%		15%	10%	50%		95%	18	66%
Godsstråket genom Bergslagen	Frövi-Storvik	13	15			15%	10%	50%		75%	26	101%
	Hallsberg-Frövi	21	35			15%	40%	50%		105%	72	250%
Bergslagsbanan	Mjölby-Hallsberg	13	13			15%	40%	50%		105%	27	118%
	Gävle-Storvik	9	7			15%	10%	50%	200%	275%	27	191%
	Storvik-Borlänge	9	7			15%	10%	50%	50%	125%	15	66%
	Borlänge-Ställdalen	9	14			15%	10%	50%		75%	24	163%
Norge/Vänerbanan	Ställdalen-Kil	4	8			15%	10%	50%		75%	15	239%
	Ställdalen-Frövi	3	8			15%	10%	50%		75%	14	316%
Västra stambanan	Göteborg-Kil	6	9			15%	10%	50%		75%	16	153%
Södra stambanan	Hallsberg-Göteborg	12	18		5%	15%	40%	50%		110%	37	202%
	Mjölby-Hässleholm	16	25		5%	15%	40%	50%		110%	53	235%
Västkustbanan	Hässleholm-Malmö gbg	13	6		5%	15%	40%	50%	300%	410%	31	144%
	Göteborg-Halmstad	6	10			15%	40%	50%		105%	21	261%
Markarydsbanan	Halmstad-Ängelholm	5	23			15%	10%	50%		75%	40	770%
	Halmstad-Hässleholm	0	1			15%	10%	50%		75%	2	5146%
Godsstråket genom Skåne	Ängelholm-Malmö gbg	6	7			15%	10%	50%		75%	12	105%
	Malmö godsbg-Fosieby	9	64			15%	40%	50%		105%	131	1431%
Öresundsbanan	Fosieby-(Köpenhamn)	10	3		5%	15%	40%	50%	300%	410%	15	52%

Godskorridor G-Norr
Godskorridor B-Botnia
Övriga banor (länkar)

Dubbelspår Hässleholm-Malmö och Fosieby-Köpenhamn avser i tabellen egentligen dubbelspår Hässleholm-Helsingborg, ny öresundsförbindelse Helsingborg-Helsingör och godsbanan "Ring 5" på Själland

Förslag till åtgärder till 2050: Godskorridorer Bas+100 %

Stråk	Bandel	Transportkapacitet (milj nettoton/år)		Förslag till åtgärder - kapacitetsökning						Kapacitet med åtg.			
		Bas+100 %	Möjligt	Konvoj- trafik	Snabbare godståg	Axellast Profil (ETCS)	ERTMS (ETCS)	Längre tåg	Mötes- stationer	Dubbel- spår	Summa	Möjligt	Ledig
Stambanan genom övre Norrland	Vännäs-Boden	16	9			15%	10%	100%	20%		145%	21	33%
	Bräcke-Vännäs	10	9	20%		15%	10%	100%			145%	23	140%
	Vännäs-Umeå	12	8	20%		15%	10%	100%			145%	20	70%
Norra Stambanan	Storvik-Bräcke	10	7			15%	10%	100%			125%	16	58%
Söderhamn-Kilafors	Söderhamn-Kilafors	5	10			15%	10%	100%			125%	23	389%
Botniabanen och Ådalsb.	Sundsvall-Umeå	12	7	20%		15%	10%	100%			145%	17	49%
Ostkustbanan	Gävle-Sundsvall	15	9	20%		15%	10%	100%			145%	23	56%
Godsstråket genom Bergslagen	Frövi-Storvik	17	15			15%	10%	100%			125%	34	94%
	Hallsberg-Frövi	28	35			15%	40%	100%			155%	90	227%
	Mjölby-Hallsberg	17	13			15%	40%	100%			155%	34	103%
Bergslagsbanan	Gävle-Storvik	12	7			15%	10%	100%	200%		325%	31	147%
	Storvik-Borlänge	12	7			15%	10%	100%	40%		165%	17	47%
	Borlänge-Ställdalen	12	14			15%	10%	100%			125%	30	153%
	Ställdalen-Kil	6	8			15%	10%	100%			125%	19	227%
	Ställdalen-Frövi	4	8			15%	10%	100%			125%	18	301%
Norge/Vänerbanan	Göteborg-Kil	8	9			15%	10%	100%			125%	21	143%
Västra stambanan	Hallsberg-Göteborg	17	18		5%	15%	40%	100%			160%	46	180%
Södra stambanan	Mjölby-Hässleholm	21	25		5%	15%	40%	100%			160%	66	211%
	Hässleholm-Malmö gbg	17	6		5%	15%	40%	100%	300%		460%	34	101%
Väst kustbanan	Göteborg-Halmstad	8	10			15%	40%	100%			155%	26	237%
	Halmstad-Ängelholm	6	23			15%	10%	100%			125%	51	739%
Markarydsbanan	Halmstad-Hässleholm	0	1			15%	10%	100%			125%	2	4958%
Godsstråket genom Skåne	Ängelholm-Malmö gbg	8	7			15%	10%	100%			125%	16	97%
	Malmö godsbg-Fosieby	11	64			15%	40%	100%			155%	163	1328%
Öresundsbanan	Fosieby-(Köpenhamn)	13	3		5%	15%	40%	140%	300%		500%	18	35%

Godskorridor G-Norr
Godskorridor B-Botnia
Övriga banor (länkar)

Dubbelspår Hässleholm-Malmö och Fosieby-Köpenhamn avser i tabellen egentligen dubbelspår Hässleholm-Helsingborg, ny öresundsförbindelse Helsingborg-Helsingör och godsbanan "Ring 5" på Själland

Bilaga 6. Mötes- och förbigångsstationer för godstrafik 2013

Mötes- och förbigångsstationer för godstrafik idag (2013)

Stråk	Bandel	Antal mötesstationer och förbigångsstationer					Bangårdarnas namn
		Möjlig tåglängd			Bangårdar	Totalt	
		<630 m	630-749 m	≥750 m			
Stambanan genom övre Norrland	Vännäs-Boden	3	23	4	1	31	Boden
	Bräcke-Vännäs	1	34	4	2	41	Långsele, Vännäs
	Vännäs-Umeå	1	1	1	1	4	Umeå godsbg
Norra Stambanan	Storvik-Bräcke	6	10	2	2	20	Ånge godsbg, Storvik*
Söderhamn-Kilafors	Söderhamn-Kilafors			1		1	Mötesstn Mobodarne under byggnad
Botniabanan och Ådalsb.	Sundsvall-Umeå	1	3	28	1	33	Örnsköldsvik Norra
Ostkustbanan	Gävle-Sundsvall	2	10	13	2	27	Gävle godsbg, Sundsvall godsbg
Godsstråket genom Bergslagen	Frövi-Storvik		17		1	18	Avesta Krylbo
	Hallsberg-Frövi	1			2	3	Örebro, Frövi
	Mjölby-Hallsberg		4	2		6	
Bergslagsbanan	Gävle-Storvik		4			4	
	Storvik-Borlänge	1	6	1	1	9	Borlänge
	Borlänge-Ställdalen	1	6			7	
	Ställdalen-Kil		2			2	
Norge/Vänerbanan	Ställdalen-Frövi	3	2			5	
	Göteborg-Kil	2	9	8	1	20	Kil
Västra stambanan	Hallsberg-Göteborg		11	4	3	18	Hallsberg rbg, Falköping, Sävenäs rbg
Södra stambanan	Mjölby-Hässleholm		6	9	4	19	Nässjö, Alvesta, Älmhult, Hässleholm
	Hässleholm-Malmö gbg		4	1	1	6	Malmö godsbg
Väst kustbanan	Göteborg-Halmstad		4	2	1	7	Halmstad
	Halmstad-Ängelholm		1	2		3	
Markarydsbanan	Halmstad-Hässleholm		2			2	
Godsstråket genom Skåne	Ängelholm-Malmö gbg	3		2		5	
	Malmö godsbg-Fosieby					0	
Öresundsbanan	Fosieby-(Köpenhamn)					0	

*Storvik: planskildhet

	Godskorridor G-Norr
	Godskorridor B-Botnia
	Övriga banor (länkar)