

# TÅGET TILL FRAMTIDEN

– JÄRNVÄGEN 200 ÅR 2056

OSKAR FRÖIDH OCH BO-LENNART NELLDAL

Avd för trafik och logistik  
KTH  
100 44 Stockholm  
Tel: 08-790 60 00  
[www.infra.kth.se/jvg](http://www.infra.kth.se/jvg)

Tåget till framtiden – järnvägen 200 år 2056  
Oskar Fröidh, Bo-Lennart Nelldal

Andra upplagan

© 2006, 2008 Oskar Fröidh och Bo-Lennart Nelldal  
GRAFISK FORM: Kate Meurling, Qwack Text&Bild HB  
TRYCK: Intellecta Docusys AB, Solna 2008

TRITA-TEC-RR 06-004

ISSN 1653-4484

ISBN 13: 978-91-85539-10-9

ISBN 10: 91-85539-10-4



# Tåget till framtiden

– järnvägen 200 år 2056

OSKAR FRÖIDH OCH BO-LENNART NELLDAL



## För 50 år sedan, idag, om 50 år

Framtiden är inte lika klar som historien men precis som med historien kan man välja att titta på olika delar. Hur man sedan bedömer det man ser beror på tidsandan och ens egna värderingar och föreställningar. En sak är säker – om 50 år kommer det inte att vara exakt som vi tror nu.

För 50 år sedan, när järnvägen i Sverige fyllde 100 år, hade två skinande blanka Rapidlok just levererats. De var ett fysiskt bevis på att det trots bilismens och flygets utveckling faktiskt skedde en teknisk utveckling även på järnvägssidan. 150 km/h stod det på hastighetsmätaren. Samtidigt provkörde fransmännen tåg i mer än dubbla hastigheten, 331 km/h. Då var det en utopi att det skulle finnas reguljär tågtrafik i dessa hastigheter men i dag är det en realitet.

En viktig förutsättning i våra framtidsscenarioer är att efterfrågan på snabbare och effektivare transporter kommer att fortsätta att öka. Järnvägstransporter är relativt energisnåla och miljövänliga. Vi antar därför att till exempel miljöproblem och höjda energipriser kommer att påverka andra transportmedel i högre grad än tåg. Konkret innebär det att om det blir dyra-

re och svårare att flyga eller köra bil, kommer det totala resandet visserligen att minska men tågets marknadsandel kommer i gengäld att öka.

En annan förutsättning är att järnvägen kan fortsätta att utvecklas till att bli ett ännu attraktivare och effektivare transportmedel. Tåget har förutsättningar att bli det bästa transportmedlet för många resor och godstransporter, i sig själv eller i kombination med andra transportmedel. De andra transportmedlen kommer givetvis också att utvecklas, men vi tror att utvecklingspotentialen är störst för tåget. Syftet med denna skrift är att i första hand peka på långsiktiga utvecklingsmöjligheter för spårtrafiken.

Men kan utvecklingen fortsätta hur långt som helst? Det som vi har svårt att ta till oss och hantera är sådant som vi inte vill se i dag men som vi sannolikt kommer att få uppleva i framtiden. Vad naturen och människan tål av resursuttag, utsläpp och föroreningar är sådant som därför kan komma att begränsa den transportberoende utvecklingen i framtiden.

Samhället förändras hela tiden. Ibland tar utvecklingen stora språng, men oftast är det många små förändringar som gradvis förändrar

*Nytt idag: Berlin Hbf med halvgammalt ICE-tåg.*

*Nytt för 50 år sedan: Rapidloket.*





Även flyget utvecklas.

vardagen. Och summan av alla förändringar blir framtiden. Vi på KTH Järnvägsgruppen vill här försöka förmedla det vi vet och tror om järnvägens framtid. När järnvägen i Sverige firar 200 års-jubileet år 2056 kan vi se hur nära vi kom.

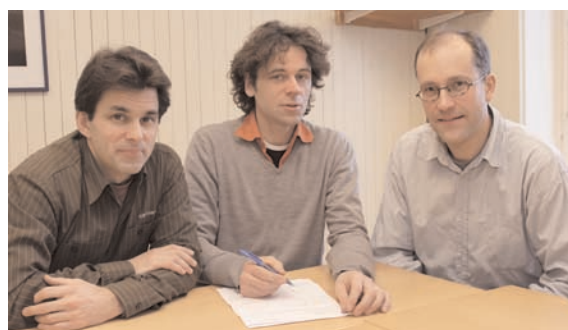
### Forskare med framtidssyn

Det går inte att göra tvärsäkra prognoser om framtiden men det går att bygga upp en systematisk kunskap om många viktiga framtidsfrågor. Vid Centrum för miljöstrategisk forskning (fms) på KTH försöker man främst hitta möjliga utvecklingsstrategier som är långsiktigt hållbara ur miljösynpunkt. Forskarna Mattias Höjer, Greger Henriksson och Jonas Åkerman ger här sin syn på transporterna i framtiden.

– Spårtrafik är bra om den tar över resande och godstransporter som annars skulle ha skett med bil eller flyg, säger Mattias.

– Det gäller att finna de marknader där spårtrafiken är bäst och passar i samhället, tillägger Jonas.

De framtida energipriserna och tillgången till olja eller alternativa bränslen är en nyckelfråga i transportsektorn.



Mattias Höjer, Greger Henriksson och Jonas Åkerman forskar vid centrum för miljöstrategisk forskning på KTH.

– Eldrivna tåg har en fördel i och med att energin kan överföras via kontaktledningen, och det finns därför flera alternativa energikällor att tillgå samtidigt som energiförlusterna blir relativt små, säger Jonas. Han fortsätter:

– För flyget behövs nya bränslen ur miljösynpunkt och den dagen oljan blir för dyr av för liten tillgång. Syntetiskt flygbränsle och vätgas är två alternativ. En trend idag är också ökade skatter på flyg, som har varit befriad från till exempel bränsleskatt.

Det verkar följaktligen som att vi får räkna med högre priser för flygbiljetterna på längre sikt. Det blir också dyrare att köra bil när energi och naturresurser blir dyrare.

Men hur kommer vi att välja färdmedel i framtiden?

– Några trender i vår del av världen just nu är fokusering på kropp och hälsa, en hemcentrerad och sökandet av upplevelser, säger Greger. Han fortsätter:

– En undersökning visar att både människor som har bråttom eller ont om pengar skulle öka sitt fritidsresande om de fick mera tid eller pengar, säger Mattias.

Arbetsrelaterat resande, arbetspendling och tjänsteresor, är ju en stor del av resandet. Hur kommer det att utvecklas i framtiden?

– I arbetslivet kan man se att vissa företag ersätter resande till möten med hjälp av modern informationsteknik, säger Mattias.

– Många tjänsteresenärer vill undvika övernattningsbort och istället vara hemma med familjen. Som kompensation för långa resor vill många arbeta hemma vissa dagar. Det gäller speciellt högutbildade idag, säger Greger.

Så det kommer även i framtiden att finnas en efterfrågan för snabba resor över dagen?

– Ja, och då är det bra med möjlighet att utnyttja restiden för arbete, säger Jonas.

När det gäller godstrafik är utvecklingen beroende av näringslivets och konsumtionsmönstrens utveckling. Idag sker en överflyttning

av tillverkning från västvärlden till bland annat Asien, som möjliggörs av låga transportkostnader. Processen drivs av skillnaden i lönenivåer. Istället för tillverkning inom landet blir det import av varor.

– Vi räknar med att lastbilstransporterna måste minska för att uppfylla målen för en långsiktigt hållbar miljö. Men med ökad samverkan mellan järnväg och sjöfart och lastbil tror vi att godsflödena kan klaras av även i framtiden, avslutar Jonas.

### Omvärlden och järnvägens marknad

Det finns två tydliga faktorer som avgör hur det ska bli med tågtrafiken i framtiden: hastigheten och effektiviteten. Hastigheten för persontrafiken och effektiviteten för godstransporter. I ett historiskt perspektiv har långsammare färdmedel alltid ersatts av snabbare. Och effektivare transportmedel har ersatt dyrare. Ofta går dessutom hastighet och effektivitet hand i hand.

Ett grundläggande faktum är att det transportsystemet producerar, är tillgänglighet. Vi använder alltså fartyg, bilar, tåg och flyg för att nå dit vi vill åka eller transportera gods. En viktig tillväxtfaktor i ekonomin är att vi ökar tillgängligheten till jobb, kunder och stora marknader.

Det som nu sker i vår del av världen är att näringslivet omstruktureras till det postindustriella samhället där tjänstesektorn ökar och produktionen delvis flyttas till andra länder. Behovet av transporter ökar i takt med den ekonomiska tillväxten. Även behovet av arbetspendling och tjänsteresor ökar. Snabba och effektiva transporter är med andra ord en viktig faktor för tillväxten i ekonomin. I princip råder sambandet att ju bättre tillgänglighet, som ökar med högre hastigheter, desto högre inkomster. I takt med att inkomsterna ökar är vi också beredda att betala mer för snabbare resor.

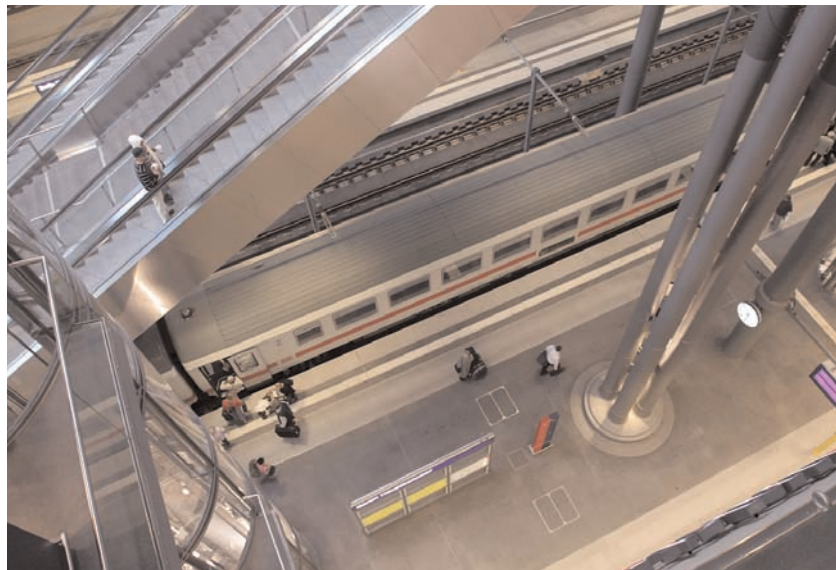
För näringslivet gäller att man köper stor-

driftsfördelar genom att transportera godset mellan fabriker, lager och till kunder. Ju lättare det är att transportera, desto större blir marknaden och desto mer kan man också specialisera sig på det man är bäst på. Allt fler marknader omfattar hela världen: Energi, metaller och textilier är några tidigt globaliserade branscher.

En konsekvens är att billiga och snabba transporter genererar mycket ny trafik på allt längre avstånd, vilket blir negativt om inte transporterna sker på ett långsiktigt hållbart sätt. Även om järnvägen är det miljövänligaste transportmedlet så är det inget självändamål att resa eller transportera. Om priset på energi sätts på ett långsiktigt hållbart sätt så borde detta inte vara något problem men så är det inte i dag.

Eftersom hastigheten och effektiviteten är viktiga för att resenärer och transportkunder skall välja järnvägen som transportmedel skall vi först studera utvecklingen av dessa för att sedan gå vidare med andra faktorer.

Marknad och teknik hänger också ihop. En ny teknik ger möjligheter att nå nya marknader. Järnvägen var en förutsättning för industrialiseringen. Sedan kom bilen och urbaniseringen, därefter flyget och internationaliseringen där





**STÅLHJUL MOT STÅLRÄLS**

Genom att tåget har stålhjul som går på stålräls är gångmotståndet mycket lågt. Anligningsytan mellan hjul och räl är inte större än en 50-öring. Även om det vilar 10 ton på varje hjul så krävs det bara lite energi för att dra ett helt tåg. Jämför med en bil med gummihjul som går mycket trögare eftersom däcken är mjuka för att fjädra och få grepp i vägbanan. Ett flygplan måste övervinna luftmotståndet och måste ta god fart så att det kan lyfta, stiga 10 000 meter upp och därefter hålla sig i luften. När du åker med ett X2000-tåg i 200 km/h vilar varje vagn tryggt på åtta hjul med en kontaktyta stor som åtta 50-öringar, och hjulen roterar med mer än 20 varv i sekunden.

också sjöfarten tidigt var en förutsättning. Ett nytt eller förbättrat transportmedel ger också förutsättningar för en ny marknad och ökad efterfrågan på det transportmedlet.

Flera samverkande drivkrafter bidrar till järnvägens utveckling. De kan delas in i tre grupper:

- Omvärld och marknad
- Teknisk utveckling
- Organisation och management

**Hur fort kan ett tåg köra?**

Ett tåg måste övervinna ett visst gångmotstånd när det kör. Med ökande hastighet ökar luftmotståndet kraftigt och blir den största delen av gångmotståndet. Ju snabbare tågen är desto mer viktigt är det att tågen är strömlinjeformade. Det finns en gräns för vad som är ekonomiskt möjlig hastighet som i dag går mellan 300 och 350 km/h. Med teknisk utveckling kommer den gränsen att flyttas uppåt, som den hela tiden har gjort under den tid det funnits tåg i världen. Tåghastigheterna har i princip fördubblats vart 60:e år. I Frankrike har ett nytt tåkoncept som ska kunna köra 360 km/h i reguljär trafik presenterats. Även i andra länder utvecklas nya tåg för 350 km/h. Antar vi att utvecklingen följer de

hittillsvarande trenderna kan det om 50 år att finnas höghastighetståg i världen som kör resenärer i över 500 km/h. Tekniskt sett är högre hastigheter möjliga redan idag och ett franskt TGV-tåg slog 2007 det gällande hastighetsrekordet 575 km/h.

Kanske når stålhjulet på stålrälsen så småningom en gräns där det inte är praktiskt och ekonomiskt möjligt att öka hastigheten mer. Det finns andra tekniker som håller på att utvecklas: Magnetståg och vakuumbåg. Med magnetståg som svävar över banan tar man bort en stor del av gångmotståndet, men inte luftmotståndet. Med vakuumbåg tar man också bort luftmotståndet. I båda fallen krävs dock energi för att åstadkomma detta. I dag är dessa tekniker mycket dyra och i många fall ännu inte utprovade. Även om de säkert kommer att utvecklas och bli billigare så är det största problemet att de kräver en helt ny infrastruktur och att det ofta är svårt att komma in i städerna med nya banor. På sikt kan den tekniska utvecklingen och efterfrågan på snabba transporter göra det möjligt att bygga banor med helt ny teknik. Men fortfarande är den konventionella järnvägstekniken mer ekonomisk.



*Det finns en linje i världen med magnetståg i kommersiell trafik: 30 km mellan flygplatsen och en station i Shanghai.*

**MAGNETTÅG**

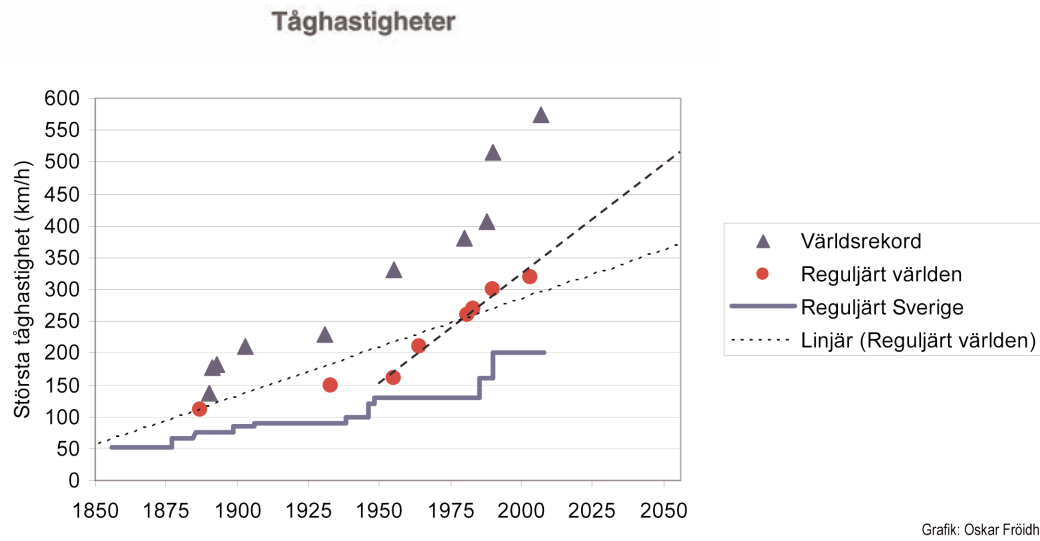
Ett magnetståg svävar en bit ovanför banan genom att elektromagneter lyfter tåget och styr tågen längs banan. Framdrivningen sker med linjärmotor som skapar ett magnetfält mellan banan och tåget och driver det framåt. Banan består av en lång brokonstruktion försedd med elektromagneter. Luftmotståndet är egentligen den enda faktor som begränsar hastigheten. Hittills är hastigheten i normal drift omkring 350 km/h, men vid en provkörning år 2003 nåddes 581 km/h.

Den främsta nackdelen är att det måste byggas en helt ny bana. Det blir dyrt, särskilt om man ska in till centrum i staden. Det finns en bana i kommersiell drift till flygplatsen i Shanghai, men den slutar en bit utanför centrum i staden. Vanliga höghastighetståg kan köra på befintliga banor och därmed komma ända in i städerna.

**STORA HASTIGHETSREKORD**

Hastighet	Årtal	Land	Tågtyp
210 km/h	1903	Tyskland	AEG motorvagn
230 km/h	1931	Tyskland	Spårzeppelinare
331 km/h	1955	Frankrike	Ellok och vagnar
380 km/h	1981	Frankrike	TGV
407 km/h	1988	Tyskland	ICE
515 km/h	1990	Frankrike	TGV-A
575 km/h	2007	Frankrike	TGV V150

Det svenska rekordet (från 2007) är 282 km/h med ett modifierat Reginatåg.



*Tåghastigheter i persontrafik 1850-2056. Om den linjära trendlinjen från 1850 för största tåghastigheter för resandetåg skulle uppfyllas kommer vi om 50 år att se höghastighetståg som går drygt 360 km/h. Men sådana tåg utvecklas redan idag. Räknat från 1950, när världskrigens negativa verkningar började avklinga, har utvecklingen varit snabbare och trendlinjen pekar på att det år 2056 kommer att gå tåg i 500 km/h någonstans i världen.*





*I USA kör man ofta långa, tunga godståg...*

### Hur långt kan ett tåg bli?

Faktum är att ingen vet hur långt och tungt ett tåg kan bli. Framför allt i Australien och Sydafrika kör man långa malmtåg, och det längsta tåget som körts var 7,3 km långt och hade nästan 700 vagnar. Det tyngsta tåget vägde 70 000 ton och lastade lika mycket som 1400 lastbilar.

Effektivitet i godstransporter kan uppnås på olika sätt. En grundläggande faktor är axellasten som bestämmer hur mycket man kan lasta på en vagn. Andra faktorer är lastvikten per meter, lastprofilen, tågvikten och tåglängden. Axellasten och vagnvikten per meter bestäms av banans standard där både spåret och bärigheten på banvallen och broar har betydelse. Tågvikten bestäms av lokens dragkraft, kopplen och kraftförsörjningen. För kunden har givetvis också kvaliteten betydelse, det vill säga godset ska levereras i oskadat skick i utlovad tid.

Den största tillåtna axellasten är dock ett bra mått om man skall följa utvecklingen. På 1800-talet var det vanligt med 10–15 tons axellast. På senare tid har 22,5 tons axellast varit standard i Europa. Med en axellast på 22,5 ton kan totalvikten på en tvåaxlig vagn vara  $2 \times 22,5$  ton, lika med 45 ton. Om vagnen väger 15 ton kan man lasta 30 ton. I USA förekommer redan i dag axellaster på 35,7 ton. Det innebär att man kan lasta ca 55 ton på en tvåaxlig vagn och på en boggivagn med fyra axlar ca 120 ton.

Eftersom kostnaden för en vagn och för att dra ett tåg ökar endast marginellt med högre axellast och vikt blir transportkostnaden lägre desto mer man kan lasta på vagnen. Det gäller gods där vikten är dimensionerande – för volymgods kan lastprofilen vara dimensionerande, det vill säga vagnens maximala yttermått och form. Därför bör järnvägen alltid sträva efter både »mer gods i vagnen och fler vagnar i tåget«.

Genom att spåret förbättras och att banorna byggs stabilare och genom att lok och vagnar utvecklats hela tiden har det varit möjligt att



successivt höja axellasten – ibland utan att man gjort något speciellt mer än att hela systemet förnyats över tiden.

**Teknisk utveckling ger nya möjligheter**

Lägre kostnader och mer attraktiva produkter är nödvändiga i en omvärld som ständigt förändras. De konkurrerande färdmedlen utvecklas ju också. Järnvägen måste snabbare ta tillvara de nya möjligheter som teknisk utveckling ger. En speciell egenskap för spårtrafik är den starka kopplingen mellan de olika delarna i systemet. Fordon och bana hänger intimt ihop och verksamheten måste planeras mycket noggrant.

För omgivningen är det viktigt att utveckla tekniken i både bana och fordon för att minska tågbullret. Där bebyggelsen är nära spåret kan buller- och vibrationsproblemen med godståg vara stora. Med ökande hastigheter bullrar också persontåg, men med en god aerodynamisk utformning minskar såväl buller som energiförbrukning avsevärt.

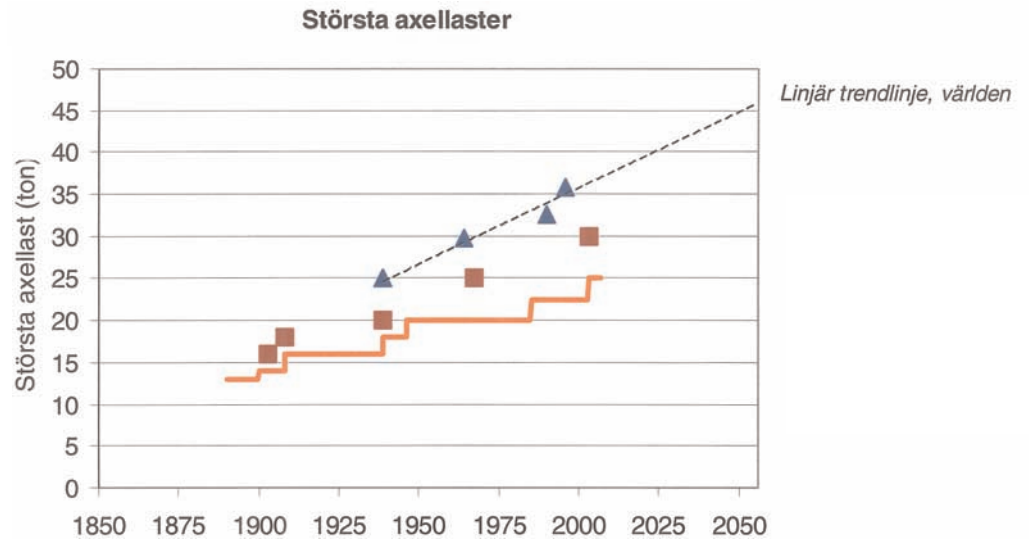
Det går ofta att förklara de förändringar vi kan observera. Låt oss ta ett exempel – varför det blir fler och fler motorvagnståg på spåren, medan antalet loktåg minskar.

Den tekniska utvecklingen har fått till följd att drivutrustningen blir effektivare och relativt sett billigare än att tillverka vagnskorg och boggi. Det gör att det blir billigare att sprida ut drivutrustningen i ett motorvagnståg hellre än att skaffa lok och vagnar – loket i sig kan ju inte ta någon nyttolast.

Värderingsförändringar medför att restid och turtäthet värderas högre än förut. Mindre, snabbare tåg får tillsammans fler resenärer än stora, långsammare – vilket av ekonomiska skäl talar för motorvagnståg. Dessutom värderas god design relativt högt. Ett genomarbetat motorvagnskoncept får därmed fler resenärer än den vanliga blandningen av nytt och halvgammalt i ett loktåg.



... såväl som containertåg med två våningar containrar på vagnarna (double-stack).



Största tillåtna axellaster på järnvägarna i världen respektive i Sverige (flera värden är ungefärliga).

- ▲ Störst i världen
- Malmбанan, Sverige
- Andra linjer i Sverige



*Shinkansentågen i Japan är breda och lätta motorvagnståg och därmed energieffektiva trots att de går i upp till 300 km/h.*

I och med att persontrafik och godstrafik separerades i olika företag minskade fördelen med lok som kan dra både resandetåg och godståg drastiskt. Det gynnar istället en specialisering inom respektive verksamhet.

Sammantaget medför det att nya motorvagnståg i de allra flesta fall ger bättre ekonomi i trafiken än nya loktåg i persontrafik.

### **Banan**

Kan man tänka sig att järnvägsspåret kommer att se annorlunda ut i framtiden? Även om spårvidden är densamma pågår det en utveckling som drivs av högre krav på prestanda och minskade underhållskostnader. Allt eftersom tågen blir tyngre och trafiken ökar så mycket att det knappt finns tid att underhålla spåret utvecklas nya konstruktioner.

På höghastighetsbanor byggs ofta så kallade ballastlösa spår. Det innebär att ballasten, vanligen makadam, ersätts med en betongbädd där sliprarna eller rälerna fästs. Det finns också nya rälsprofiler som kan läggas direkt i en betongbädd. Spåret får ett perfekt läge från början och behöver inte justeras som ett konventionellt järnvägsspår. Ballastlösa spår är ännu så länge dyrare att bygga än konventionella spår men ger i gengäld lägre underhållskostnader.

Genom utveckling av mätmetoder och modeller kan man följa hur »banan mår« och beräkna den optimala tidpunkten för underhåll och ersättning av gammal materiel. Järnvägsgruppen vid KTH gör till exempel kontinuerligt mätningar både på den gamla och nya Årstabron. På så sätt kan man räkna ut om en bro tål högre hastighet och också hela tiden kontrollera vad som händer.



## Signalsystem och trafikledning

Signalsystemen har utvecklats till att ge mycket hög säkerhet i tågtrafiken. Tyvärr har det inneburit att systemen samtidigt blivit dyra och komplicerade och känsliga för störningar.

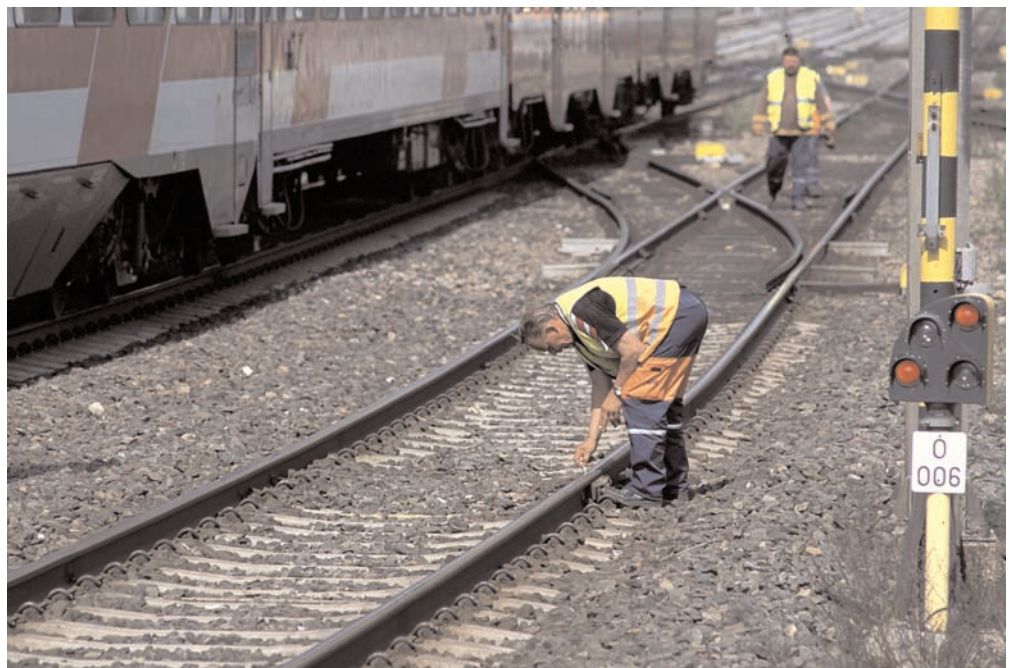
Nya system har utvecklats där man istället använder modern säkerhetsteknik i tågen och i trafikledningscentralen. Fasta blocksträckor, ljussignaler och ställverk kan ersättas med system för positionsbestämning av tågen, rörliga blocksträckor och central tågstyrning genom radiosignaler. Det finns numera europeiska standardiserade system för detta: signalsystemet ETCS (European Train Control System) och trafikledningssystemet ERTMS (European Rail Traffic Management System). Genom att ta bort så mycket som möjligt av signalutrustningen från banan blir det billigare att bygga och underhålla järnvägen, och driftstörningarna borde minska.

Trafikledningen har ansvar för att tågen framförs enligt tidtabell och att växlarna ställs så att tågen åker till rätt destination. Man har idag stöd av automatik och personalen på trafikledningscentralen kan koncentrera sig på avvikelser från det normala. Ett problem är dock att tågledarna inte hinner ta sig an alla tåg så snabbt som skulle behövas vid större störningar och tågförseningar. Det skulle följaktligen behövas beslutsstöd i den operativa driften.

Det finns redan olika system på marknaden, men det gäller att använda dem och vidareutveckla dem. En utvecklad trafikledningslogik med operativ simulering av olika alternativ hjälper för att dirigera tågen smidigare även vid störningar och minska de sammanlagda förseningarna. Den intelligenta trafikledningen ska också kunna informera snabbare än idag och göra bättre prognoser om förseningar, ändrade avgångs- och ankomsttider och anslutningar. En intelligent trafikledning kan med fördel kombineras även med ett utvecklat signalsystem och automatisk tågdrift.



*Signalsystemet är känsligt för störningar. Här får en så kallad isolerskarv underhåll.*





### Automatisk tågdrift

Tunnelbanor med automatisk tågdrift finns runt om i världen. Köpenhamn, Nürnberg och Paris är några exempel. Tågen körs automatiskt och övervakas av trafikledningscentralen och det behövs inga tågförare. På perrongerna finns en glasvägg med dörrar mot spåret som öppnas när tåget stannat. Det höjer säkerheten och minskar buller och drag på stationerna. Den största vinsten är att det blir ekonomiskt möjligt att köra med hög turtäthet även i lågtrafik.

För järnvägstrafiken är det praktiska problem med automatisk tågdrift som måste lösas. Det finns dock inget som tyder på att det skulle vara omöjligt. I Tyskland har man till exempel provkört ett automatiskt godståg mellan två industrier. Fördelarna med automatisk tågdrift är just att det blir ekonomiskt att köra med mindre tåg, vilket passar både resenärer som vill ha hög turtäthet och industrin med krav på »just-in-time«.

Även om man har automatisk tågdrift bör personal finnas med på persontågen men de kan ägna sig åt att ge service till resenärerna istället för att köra. Rent tekniskt kan den automatiska tågdriften integreras med ett utvecklat signal-system, där utrustningen främst finns ombord på tågen och i trafikledningscentralen. Ett system som känner av banan framför tåget och bromsar tåget vid behov är också önskvärt.



Trafikledningscentral i Tokyo.

### Energin

Energi för framdrivning kan man antingen generera utanför järnvägen och sedan överföra den till tågen vid eldrift, eller ta med sig energiförrådet ombord i form av till exempel dieselolja. Eldrift har bättre prestanda och är en både billigare och mer miljövänlig driftform än dieseldrift. Nackdelen är att man måste investera i matningssystem och kontaktledning eller strömskena. Dessutom svarar fel i elmatningen och nedrivna kontaktledningar för en märkbar del av tågförseningarna.

Det vore därför bra om nya framdrivningsformer kunde användas. Olika former av hybriddrift, det vill säga kombinationer mellan olika framdrivning håller på att utvecklas både för bilar och för tåg. Det kanske mest intressanta är dock bränsleceller som har varit ett framtidsprojekt i många decennier. Nu håller ett bränslecellsdrivet prototyplok på att byggas i USA och en motorvagn ska utvecklas i Japan.

Bränsleceller genererar el med vätgas som bränsle, och »avgaserna« är vattenånga. Det hittills olösta problemet är att framställa vätgas på ett billigt och miljövänligt sätt. Kan tekniken utvecklas så mycket att det till exempel blir ekonomiskt att framställa vätgas av solenergi skulle även elfordon kunna förses med bränsleceller och en vätgastank, och kontaktledningen behövs inte längre.

Kan man ta bort kontaktledningen skulle man också vinna en annan fördel: Utrymmet där ledningen och skyddsavståndet runt den är idag skulle kunna användas för att utöka lastprofilen. Tågen kan bli högre och lasta mer. Man skulle till exempel kunna lasta två containrar ovanpå varandra som i USA. Det finns därmed ekonomiska incitament för många parter: Lägre kostnader för banan både i byggande och underhåll, färre driftstörningar och effektivare transporter.

## Spårtaxi

Jämfört med en direkt bilresa tar ofta anslutningsresorna till järnvägsstationerna opropor­tionellt mycket tid. Kan resenären gå eller cykla till stationen är benägenheten att ta tåget betydligt större. Därför är snabba och bekväma anslutningsresor viktiga för att vidga järnvägens marknad i framtiden. Kollektivtrafiken som matar till järnvägsstationerna har varierande standard med ibland låg turtäthet och långa res­tider i jämförelse med bilen. Många människor tar bilen istället och sitter man väl i bilen kör man ofta hela vägen istället för att parkera vid stationen.

Ett färdmedel som radikalt skulle kunna för­bättra kollektivtrafiken i städerna är spårtaxi, eller spårbil. Det är små vagnar, inte större än en personbil, som går automatiskt i ett bannät direkt från start till mål. Varje resenär eller res­ällskap åker i en egen vagn. Spårtaxi förenar därmed det bästa från personbilen (snabbhet, direkt resa, avskildhet) med det bästa från kollektivtrafiken (behöver inte skaffa eget färdme­del eller köra själv, miljövänligt). Nackdelen är att man behöver investera i ny infrastruktur.

Spårtaxi skulle kunna lösa problemet med matarresor till tåget i städerna. Utanför städerna kommer bilen även i fortsättningen att vara det bästa transportmedlet. Därför är det viktigt att det finns bekväma infartsparkeringar vid alla stationer. I kombination med riktigt snabba tåg lönar det sig oftast att parkera bilen och ta tåget.

Det finns i dag inget kommersiellt spårtaxi-system som kan köpas på marknaden, däremot ett antal olika prototyper och provbanor. Kanske skulle det behövas ett internationellt utvecklings­projekt för att utveckla ett standardiserat system med spårtaxi. Vinsterna är att det skulle kunna minska bilberoendet radikalt och därmed bidra till en bättre stadsmiljö med mindre buller och utsläpp.



## Informationsteknologi

De begränsningar som finns idag är främst tek­niken för att presentera och ta emot information till och från människor. Tangentbord och datorskärm är relativt stora, dyra och tunga komponenter vilket gör att en multifunktionell bärbar dator inte kan bli tillräckligt liten.

Vad vi kan förutse idag är att tekniken kom­mer att utvecklas så att alla människor kommer att ha möjlighet att skaffa en elektronisk läsplat­ta eller en dator med en stor böjlig skärm som kan rullas ihop, i storlek och vikt ungefär som en tidning. Som idag kan den användas för både nytta och nöje, men det kommer att finnas flera tjänster att tillgå. Överföring av information trådlöst har kraftigt ökad kapacitet. All bokning och information om tidtabeller och förseningar kan skötas via datorn. Det gäller både i gods- och persontrafik. För den tidtabellsbundna tra­fiken kommer det att innebära bättre informa­tion och lägre omkostnader och därmed lägre priser.

*Kontaktledningen över spåret över­för elenergi till loket.*

### Organisation och management

EU har föreslagit ett antal åtgärder som är under genomförande för att avreglera järnvägsmarknaden. De viktigaste är åtskillnad mellan infrastruktur och drift, banavgifter som sätts på samhällsekonomisk grund och att alla operatörer skall kunna konkurrera på lika villkor i alla länder utan byråkratiska hinder. Genom att nya operatörer skall kunna komma in på marknaden får kunderna alternativ och det sätter också press på de gamla operatörerna så att de blir mer kundinriktade. Målsättningen är att utveckla produkter, trafiksystem och teknik som medger högre kvalitet och lägre transportkostnader och därmed ger järnvägen en högre marknadsandel.

I Sverige skildes Banverket från SJ redan 1988 och investeringar i järnvägar började bedömas på samhällsekonomisk grund precis som för vägar. Konkurrensen har ökat successivt, först genom att olönsam persontrafik kunde upphandlas från flera operatörer och därefter genom att godstrafiken avreglerats helt. Därmed har nya operatörer kommit in på den svenska marknaden vid sidan av SJ som delats upp i flera bolag.

Idag finns i Sverige en stor nationell persontrafikoperatör, SJ AB (före detta affärsverket SJ),

samt några mindre som Tågkompaniet, Stockholmståg och Arlanda Express. Det finns en stor nationell godstrafikoperatör, Green Cargo AB (före detta SJ Gods), några medelstora som Malmtrafik AB och Hector Rail och några mindre regionala bolag som Tågakeriet i Bergslagen. Det finns också ett par europeiska storföretag som kör i Sverige: DB (Deutsche Bahn) som tillsammans med Green Cargo äger Railion Scandinavia, och Veolia som är ett franskt företag.

För godstrafiken råder i dag fri konkurrens inom Sverige. För utrikestransporter är det i princip avreglerat men mycket återstår att göra i praktiken. Inom persontrafiken har SJ AB fortfarande monopol på de lönsamma linjerna. En avreglering av all persontrafik har diskuterats och förslag finns inom EU om att successivt genomföra en total avreglering av hela järnvägsmarknaden. Järnvägen är förknippad med särskilda problem när det gäller till exempel kapacitetstilldelning, planering och ekonomiska risker som gör att den inte är lika lätt att avreglera som flyg- och vägtrafikmarknaden.

Det finns i dag ingen fungerande totalt avreglerad marknad för järnvägar någonstans i världen, men det finns olika grad av konkurrens och privatisering inom både drift och infrastruktur. Ett viktigt område i framtiden är också att få de nya banverken och myndigheterna effektivare och mer marknadsorienterade. Uppdelningen på flera parter ställer ibland större krav på samverkan.

Kvalitet blir allt viktigare – med ökande tidsvärderingar och stark konkurrens accepterar varken resenärer eller godskunder förseningar och kvalitetsbrister. Det krävs att alla parter har en effektiv planering och ett förebyggande underhåll samt tar tillvara förbättringsmöjligheterna i vardagen och stimulerar medarbetarnas kreativitet och kompetens för att säkerställa kvaliteten.





## Snabbare och tätare – framtida persontrafik

### Marknaden för persontrafik

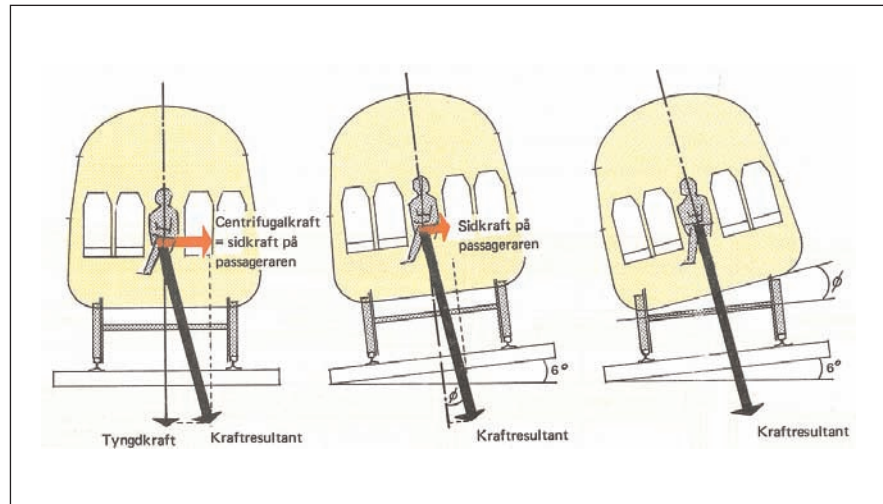
I persontrafiken dominerar bilen som färdmedel. Det beror främst på att man kan åka när man vill direkt mellan start och mål. Det är också lätt att ta med sig bagage. För att konkurrera med bilen måste tåget både vara snabbt, komfortabelt, prisvärt och tillgängligt.

Busstrafik kan utnyttja hela vägnätet och till låg kostnad eftersom de fasta kostnaderna är relativt små. Däremot är restiderna nästan alltid längre än med både bil och tåg. Bussen konkurrerar främst med priset.

På längre avstånd har flyget en stark position eftersom det är överlägset snabbast. Flyget är det dyraste transportmedlet men en stark priskonkurrens och utvecklingen av lågprisflyg har gjort att fler har råd att flyga oftare och längre, särskilt till andra länder.

Tågtrafiken konkurrerar med både bil, buss och flyg. I de fall där tågen går långsamt är utbudet inte attraktivt, och marknadsandelarna sjunker. Men det finns exempel på att tågtrafiken blivit mycket attraktiv genom kortare restider. Det gäller till exempel X2000 mellan Stockholm och Göteborg som med 3 timmars restid från city till city är lika snabbt som flyget. Svealandsbanan med en restid på en timme mellan Eskilstuna och Stockholm möjliggör daglig pendling med tåg där det är för långt för att pendla med bil.

Det färdmedel som har högst marknadsandelar runt om i världen är höghastighetståg som är snabbare än både bilen och flyget. När tåget är både snabbt, frekvent och billigt kan det bli verkligt konkurrenskraftigt.



*Korglutning medger högre hastigheter i kurvor med bibehållen komfort. I praktiken bör man dock inte kompensera sidkraften fullt ut som illustrationen längst till höger från SJ 1969 visar, eftersom det tenderar att ge åksjuka.*

### SNABBTÅG MED KORGLUTNING ELLER HÖGHASTIGHETSTÅG PÅ RAKA SPÅR?

Höghastighetståg behöver banor med stora kurvradier för att kunna köra med full hastighet (250–360 km/h) – men de kan givetvis även köra som vanliga tåg på gamla banor. Snabbtåg med korglutning, som det svenska X2000 (200 km/h) och italienska Pendolino (250 km/h), kan köra fortare i kurvor tack vare korglutning och mjuka boggier. Korglutningen ger högre komfort eftersom tåget lutar inåt i kurvan för att kompensera sidkrafter, precis som en motorcykel. En mjuk boggi minskar spårslitaget jämfört med en vanlig, styv boggi, genom att hjulaxlarna ställer in sig radiellt i kurvorna.

Både snabbtåg och höghastighetståg ger kortare restider än vanliga tåg. Vilket alternativ man väljer beror på nyttorna och kostnaderna. Att bygga en ny bana kostar mycket men den kan å andra sidan ge stora restidsvinster, fler resenärer och mer plats på de gamla spåren för godståg och regionalståg. Med snabbtåg är det tvärtom; en relativt billig lösning, men godstågen måste hålla undan. Går det redan så många tåg på banan att man måste bygga flera spår är det därför ofta en god affär att bygga de nya spåren för höga hastigheter.



*Breda tåg med 2+3 säten i bredd är effektiva och ger lägre biljettpriser.*

### Persontrafiksystemet

För persontrafiken är de viktigaste utvecklingslinjerna:

- Kortare restider genom moderna tåg och nya banor för höga hastigheter
- Högre turtäthet och bättre punktlighet
- Lägre biljettpriser genom lägre kostnader och flexiblere prissättning
- Bättre anslutningsresor, informations- och biljettsystem

För tjänsteresor och arbetspendling är det viktigt att kunna erbjuda kort restid, hög turtäthet och punktliga tåg. Problem uppstår främst i storstadsområdena när det blir brist på kapacitet. Om tågtrafiken inte uppfyller kraven kommer resenärerna att välja bil istället, vilket ökar biltrafiken som i sin tur kräver mer vägar. Därför måste man se till att banutbyggnaderna sker i tid innan problemen uppstår.

För fritidsresor har priset och tillgängligheten också stor betydelse. De flesta som har bil jämför med bensinpriset och är man då flera personer i bilen så bli kostnaden per person ganska låg. Med låga kostnader och flexibel prissättning, eller yield management, kan tåget konkurrera.

### EFFEKTIVA TÅG

Det finns två sätt att få ned kostnaden per resenär för att åka tåg: Breda tåg och tvåvåningståg. Både breda tåg och tvåvåningståg innebär att man får 20–30 procent fler platser per vagn än i en normalbred envåningsvagn och kostnaden per resenär minskar med 10–20 procent.

I breda tåg ökas vagnens bredd så att man i stället för det normala 2+2 kan sitta 3+2 i bredd (plustecknet representerar mittgången) på ett komfortabelt sätt om lastprofilen tillåter detta. Det är möjligt i till exempel Sverige, Norge, Finland, Ryssland och Kina. Reginatåget som utvecklats i Sverige är ett exempel på ett sådant tåg och de japanska höghastighetstågen ett annat.

Tvåvåningståg finns i många länder och innebär att man sitter 2+2 i två våningar. En del utrymme inne i tåget går åt till trappor och utrustning som inte får plats under golvet. Exempel är det franska TGV Duplex-tåget och SJ:s dubbeldäckare X40.

### Ökad kapacitet och kortare restider

Efter att investeringarna i järnvägar började värderas ur samhällsekonomisk synvinkel precis som för vägarna och Banverket bildats började järnvägarna byggas ut i Sverige under 1990-talet. Snabbtågen X2000, som kan köra 200 km/h även på gamla kurviga banor genom att de har korglutning och mjuka boggiar, introducerades. Ett antal nya banor byggdes också bland annat för snabb regionaltrafik. Snabba regionaltåg som bidrar till regional integration har introducerats inte bara i storstadsområdena med till exempel Svealandsbanan och Öresundståg utan även i Norrland och Bergslagen.

I Banverkets investeringsplan fram till 2015 ingår en hel del kapacitetsinvesteringar såsom Citytunneln i Malmö, Nordlänken norr om Göteborg och Citybanan i Stockholm, att bygga klart dubbelspår på Västkustbanan, och den nya Botniabanen till Umeå. De nya banorna byggs för axellaster på 25 ton och hastigheter på upp till 250 km/h. I dag finns inga tåg i Sverige som går så fort. »Gröna tåget« är ett forsknings- och utvecklingsprojekt som syftar till att få fram ett snabbt tåg som är anpassat till den nordiska marknaden men som också ska vara standardiserat och kunna användas i andra länder.

Nästa steg i utvecklingen av järnvägen i

Sverige är således att öka hastigheten till 250 km/h eller kanske mer. Det är möjligt med nya tåg och mindre anpassningar av banan. Det förutsätter att det finns tillräcklig kapacitet på banan så att det går att öka hastigheten och samtidigt upprätthålla en god kvalitet. Tågen får inte fastna i flaskhalsar. Systemsynen är viktig och järnvägsnätet måste kontinuerligt anpassas till förändrade behov.

Det pågår också en planering för flera helt nya järnvägar. Ostlänken mellan Stockholm och Linköping och sträckan Göteborg–Borås planeras för snabb persontrafik och frigör därmed kapacitet för tunga godståg och regionaltåg på de befintliga banorna. Länkarna utgör också en del av den planerade Götalandsbanan Stockholm–Jönköping–Göteborg. De kan därmed bli de första länkarna i ett svenskt höghastighetsnät för hastigheter över 300 km/h.

### Ett höghastighetsnät i Sverige?

Europakorridoren är en idé om en helt ny järnväg Stockholm–Norrköping–Linköping–Jönköping där den delar sig dels till Borås–Göteborg (Götalandsbanan) dels till Värnamo–Helsingborg (Europabanan). Därifrån är det tänkt att den skall fortsätta i en tunnel under Öresund till Helsingör och Köpenhamn för att så småningom nå Hamburg via en fast förbindelse vid Fehmarn Bält.

Götalandsbanan och Europabanan är höghastighetsjärnvägar för hastigheter på 300–350 km/h och medger därmed mycket korta restider. Genom att höghastighetsbanan har anslutningar till det befintliga järnvägsnätet kan tågen köra mycket snabbt på den nybyggda banan och sedan fortsätta till orter på det konventionella nätet. Stora och medelstora orter såväl längs höghastighetsbanan som längs befintliga järnvägar kan därmed få snabba förbindelser, ofta utan byte. Tillgängligheten ökar därmed kraftigt i hela södra och östra Sverige med goda förbin-

delse till Stockholm likaväl som Göteborg, Skåne och Köpenhamn. Tågen kan även angöra flygplatserna Arlanda, Skavsta, Landvetter och Köpenhamn (Kastrup) för smidiga och snabba anslutningsresor till utrikesflyget.

Europakorridoren binder således samman många orter i södra Sverige och ger nya pendlingsmöjligheter i större samverkande regioner samtidigt som den knyter ihop Sverige med Danmark och kontinenten. Vid alla stationer anordnas parkeringsplatser, bussterminaler och cykelställ för att få god kontakt med orterna.

Både Götalandsbanan och Europabanan frigör samtidigt kapacitet på Södra och Västra stambanan för godstrafik och snabba regionaltåg. I dag finns här konflikter mellan framförallt snabbtågen å ena sidan och de tunga godstågen samt regionaltågen å andra sidan.

I Europa finns i dag drygt 300 mil höghastighetsbana, nätet byggs ut successivt och det går allt snabbare att åka tåg. Resandet har ökat i takt med att nätet byggs ut och tåget har tagit marknadsandelar från flyg och bil samt skapat nya

*Höghastighetstågen kan köra snabbt på nya banor, men kan också fortsätta på gamla banor så att man får bra tillgänglighet till många orter. Här ett exempel från Spanien.*





resmöjligheter. I Frankrike kör man 320 km/h och avverkar nu sträckan Paris–Marseille på 3 timmar. I Tyskland, England, Belgien, Holland, Italien och Spanien byggs nya banor som också kopplas ihop med Frankrikes nät. Ett europeiskt höghastighetsnät håller på att växa fram.

#### RESTIDER IDAG OCH I FRAMTIDEN

Kortaste restid till Stockholm	I dag som bäst	Med Europa-korridoren	Restidsvinst
Norrköping	1:15	0:45	0:30 (40 %)
Linköping	1:40	1:00	0:40 (40 %)
Jönköping	3:10*	1:25	1:45 (55 %)
Borås	3:20*	2:00	1:20 (40 %)
Göteborg	2:45	2:00	0:45 (27 %)
Värnamo	4:10*	1:45	2:25 (58 %)
Växjö	3:25*	2:30*	0:55 (27 %)
Karlskrona	4:50*	3:40*	1:10 (31 %)
Helsingborg	4:55*	2:15	2:40 (54 %)
Malmö	4:10	2:50	1:20 (32 %)
Köpenhamn	5:15*	2:40	2:35 (49 %)
Hamburg	10:00*	4:30	5:30 (55 %)

\* Tågbyte i alla eller i de flesta förbindelserna

Genom att bygga höghastighetsbanor för den snabba persontrafiken kan flera godståg och flera regional-tåg trafikera de befintliga stambanorna. I trafikupplägget för Europa-banan ingår även direkta förbindelser till Stockholm från bland annat Karlskrona, Malmö och Lund.



## Tyngre eller snabbare – framtida godstrafik

### Marknaden för godstrafik

Godstransportmarknaden ökar hela tiden i takt med den ekonomiska utvecklingen. Hittills har lastbilen successivt tagit marknadsandelar, men utvecklingen har bromsats upp både i Sverige och i Europa. Järnvägen har blivit effektivare och mer kundanpassad. Avregleringen har bidragit till detta. Inom Sverige finns en fungerande marknad men i den internationella trafiken finns fortfarande stora problem. Det är främst höga banavgifter och en omfattande byråkrati som utgör hinder i Europa. Därför kan inte järnvägen erbjuda tillräcklig kvalitet och konkurrenskraftiga priser.

Kundernas krav är ofta relativt enkla: Transportera över natten, hålla vad man lovar och ett konkurrenskraftigt pris. Om man kan uppfylla kundens kvalitetskrav blir det en hård konkurrens om priset. Ibland får miljön vara med på ett hörn men det får inte kosta för mycket. Därför är det viktigt att varje transportslag får betala sina miljökostnader direkt. Transporten måste också passa in i kundens logistiksystem och där kan det vara svårt att ändra om man väl valt bort järnvägen.

Det viktigaste på kort sikt är att få en fungerande marknad för internationella tågtransporter där det är lika enkelt både för kunden och för operatören att köra tåg som att köra lastbil. Det är snarare en fråga om politik än teknik. När väl detta fungerar finns det en mycket stor potential att utveckla tågsystemet.

Utvecklingen av utrikeshandeln och den gemensamma marknaden i Europa kommer att ha mycket stor betydelse för godstransporterna. Järnvägen kan här komma att spela en mycket viktig roll eftersom det innebär att stora volymer transporteras över långa avstånd. Inom Sverige

innebär de fasta förbindelserna mot kontinenten en tyngdpunktsförskjutning söderut medan en ökad östhandel kan ge balans till västkustens och framför allt Göteborgs hamn för export och import.

### Godstransportsystemen

För godstrafiken är de viktigaste utvecklingslinjerna:

- Avreglering och borttagande av organisatoriska hinder inom Europa
- Effektivisering av basindustrins transporter och utveckling av nya transporttjänster för högvärdigt gods
- Utveckling av kombinerade transporter järnväg-lastbil och järnväg-sjöfart
- Anpassning av priserna på transporter så att alla transportmedel får betala för miljö, olyckor och trängsel – internalisering av externa effekter.

### Ökad kapacitet och högre axellaster

Godstrafiken är beroende av att det finns tillräcklig kapacitet inte bara för att kunna uppfylla kundkraven på tidhållning utan också för att ha en hög produktivitet i systemet. Många av de nya banorna som Väst kustbanan och Botnia-banan har stor betydelse för godstransporterna. Det är också viktigt att kunna köra med höga axellaster och tunga och långa tåg på stora delar av nätet. I Sverige är det vanligt med 1600 ton tunga godståg som är upp till 750 m långa.

Banverket håller på att höja axellasten från 22,5 ton till 25 ton för systemtransporter och också att utvidga lastprofilen. Samtidigt pågår en intressant utveckling av hjulsystem och boggiar som är skonsammare mot spåret och kan innebära att man kan höja axellasten på befintliga banor utan att göra några större investeringar. En ökning av axellasten från 22,5 till 27,5 eller 30 ton innebär att transportkostnaden för en nor-



mal vagnslast kan minskas med 15–25 procent.

Det är viktigt att infrastrukturen anpassas för godstrafikens behov. Det gäller bland annat signalsystemet så att det medger tyngre och snabbare tåg. Punktligheten är viktig för godstågen – kunderna måste kunna lita på att transporterna kommer fram i tid. Det behövs därför prioriterade stråk eller tider för godstågen både i Sverige och i hela Europa.

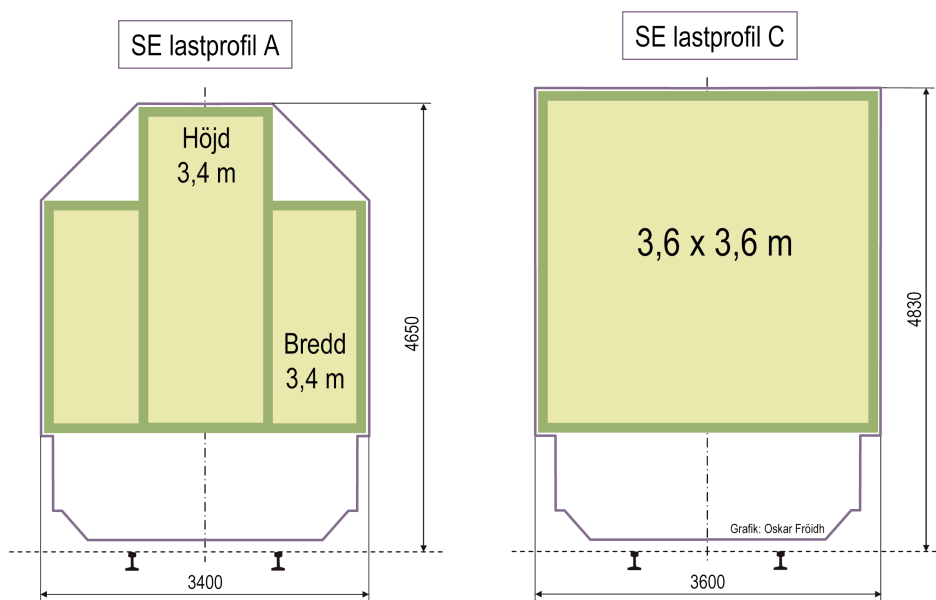
### Vagnslast- och systemtåg för massgods och basgods

Vagnslasttrafiken är transport av en eller flera vagnar som lastas och lossas av kunderna själva oftast vid ett industrispår. Vagnarna körs med matartåg till en bangård där de rangeras för att sedan gå med ett fjärrgodståg oftast på natten till



*Intermodala transporter, det vill säga gods som transporteras med flera olika transportmedel, blir vanligare och ställer krav på omlastning i hamnar och godsterminaler.*





Den i Sverige normala lastprofilen A, samt en för godstrafiken marknadsanpassad lastprofil C som rymmer en 3,6 m bred och 3,6 m hög last. Ett järnvägsfordons (inklusive last) bredd och höjd måste hålla sig innanför begränsningslinjerna. Modifierade lastprofiler är på gång eftersom strävan här liksom i många andra länder är att öka storleken på lastprofilen för att få effektivare transporter.

en annan bangård för att därefter växlas ut till mottagaren.

Systemtåg är hela tåg som körs direkt mellan två orter efter avtal med en särskild kund.

Oftast används ellok för fjärrtåg på natten och diesellok för växling, matartrafik och för tåg på vissa sidolinjer under dagen eftersom många sidospår och sidolinjer inte är elektrifierade. Det

innebär att man i princip får ha en dubbel lokpark. Med ett duolok – ett kombinerat el- och diesellok – kan samma lok användas för både matartrafik på dagen och fjärrdragning på natten. Det innebär också möjligheter till effektivare trafikupplägg och att man kan trafikera fler platser, samt lägre utsläpp då man kan undvika dieslavgaser på elektrifierade sträckor.

En möjlighet är att köra linjetåg där tågen går i en huvudrelation med till- och avkoppling av vagnar på stationerna under vägen. I många fall kan man då undvika matartåg. Linjetågssystemet kan kombineras med ett knutpunktssystem dels genom att tågen kan byta vagnar med varandra på lämpliga ställen, dels genom att man på en central rangerbangård, i Sverige Hallsberg, kan täcka upp många udda relationer. Ett linjetågssystem blir ännu mer effektivt om man inför automatkoppel. Det har länge funnits i större delen av världen, men inte i Europa.

Automatkoppel innebär större automatiseringsmöjligheter och lägre personalkostnader samt mindre risker för växlingspersonalen och möjliggör nya produktionsmetoder i vagnlasttrafiken. Det innebär att längre tåg kan köras



Hector Rail har transportuppdrag för basindustrin.

och därmed kan kapaciteten ökas med endast mindre investeringar i infrastrukturen.

Med modern informationsteknologi skapas det intelligenta tåget där många kontroll- och manöverfunktioner som i dag sker manuellt eller mekaniskt i stället skulle ske elektroniskt. Elektropneumatiska bromsar möjliggör kortare bromssträckor och jämnare bromsförlopp. Kan detta kombineras med en intelligent tågledning där hela trafiksituationen kan överblickas kan infrastrukturen utnyttjas bättre och driftkostnaderna minskas.

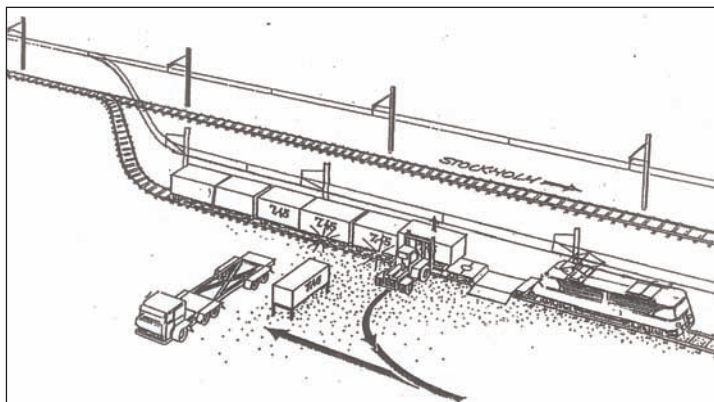
Direkta transporter ger bättre ekonomi än transporter med omlastning. Industrispår är därför viktiga för konkurrenskraften. I dag avvecklas ofta industrispår eftersom industrin får bekosta dem själva. Det behövs följaktligen ett samhällsekonomiskt synsätt, analogt med att kommunen bekostar gator i industriområden. Kombitrafik kan vara ett alternativ men är oftast bäst för mindre sändningar där man inte fyller en hel vagn eller lastbil.

### Kombitrafik för produktgods

Kombitrafiken omfattar transport av lösa lastbärare, främst containrar, växelflak och trailrar på speciella vagnar i separata tåg direkt mellan kombiterminalerna. Matartrafiken sker med lastbil.

Den konventionella kombitrafiken – tungkombi – kan kompletteras med ett lättkombisystem. Genom att begränsa sig till växelflak och containrar med en vikt på 25 ton och en längd på ca 10 m kan en vanlig industrigaffeltruck användas för lastning och lossning. Med linjetåg och terminaler i sidotågväg kan man stanna på flera mindre terminaler under vägen och täcka en större marknad.

Tungkombitrafiken kan koncentreras till färre och större terminaler. Då kan man också satsa på längre och tyngre tåg, och färre tåg gör det lättare att få prioriterade tåglägen.



*I lättkombisystemet ligger terminalerna delvis i sidotågvägen. Lastning och lossning sker under kontaktledning med hjälp av gaffeltruck.*

### Snabbgodståg för servicegods

Snabbgodståg transporterar i regel post- och paket övernatt med sen avgång och tidig ankomst så att insamling och sortering kan ske på terminalerna före avgång och sortering och distribution kan ske efter ankomst. Snabbgodstågen kan samverka med både lastbilen och flyget och fungera både som huvud- eller matartransportmedel i en transportkedja.

*Industrispår är viktiga för att möjliggöra direkta järnvägstransporter.*





I snabbgodstrafiken används ofta persontågs- teknik. En möjlighet är att utveckla motorvagns- tåg för snabbgodståg. Framväxten av ett europe- iskt höghastighetsnät öppnar nya möjligheter för järnvägen att skapa nya transportmöjlig-

heter: Snabbare än lastbilen – billigare än flyget. Europa- och Götalandsbanan skapar möjlighet att knyta ihop tre internationella storflygplatser, Arlanda, Landvetter och Kastrup samt också Skavsta, som idag är en relativt stor fraktflygplats.

*Tungskombi tar tyngre lastbärare som växelflak och lastbilstrailrar och går mellan stora terminaler.*



*TGV Post – snabbaste godstågen.*



## Vision 2056: Järnvägen – ett nytt transportmedel för framtida behov

### Förutsättningar: Uthållighet och intermodalitet

En grundläggande förutsättning är en långsiktig hållbar utveckling av transportsektorn till vad naturen tål samtidigt som transportbehoven skall tillgodoses. Det innebär att man successivt gått över till mer miljövänliga och resurssnåla transportsystem. I Europa förbrukar vi nu bara 10 procent så mycket energi per personkilometer eller tonkilometer som år 2006 och med bara 1 procent så mycket skadliga föroreningar. För att uppnå detta har man:

- Utvecklat järnvägen till ett nytt intermodalt transportmedel
- Successivt anpassat priserna på transporter genom internalisering av externa effekter
- Utvecklat och tillvaratagit informationsteknologins möjligheter till att bli ett effektivt styrmedel av transporter.

Genom dessa åtgärder har spårtrafiken ökat sin andel av transportarbetet från 15 procent till 50 procent på den långväga marknaden (över 10 mil) och till 40 procent av det totala transportarbetet. Samtidigt har en gemensam europeisk marknad skapats genom att tillgängligheten ökat med kortare transporttider och lägre transportkostnader för både personer och gods.

### Godstransporter

Ett internationellt tungtrafiknät har etablerats i Europa. Detta har skett genom att kapacitet har frigjorts på de konventionella banorna genom byggandet av ett sammanhängande höghastighetsnät för persontrafik. Tungtrafiknätet tillåter 30 tons axellast och en största hastighet på 120 km/h. Vissa banor med enbart godstrafik har 35 tons axellast men lägre hastigheter. Lastprofilen

är större än idag, ungefär som den svenska lastprofil C. Järnvägen är konkurrenskraftig från 10 mil vid stora volymer.

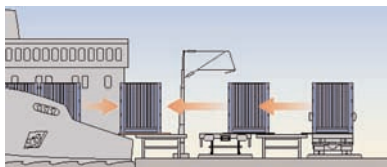
Vagnarna har tysta och spårvänliga boggier och automatkoppel. Automatkopplet är ett »intelligent koppel«, det vill säga det kan både koppla och koppla isär automatiskt genom fjärrstyrning från loket eller annan plats, till exempel från ett rangertorn. Godsvagnarna har också fastbromsningsskydd och även andra elektroniska övervakningsskydd som vikt- och lastförskjutningsindikator, »den intelligenta godsvagnen«.

För färdigvaror och halvfabrikat i mindre sändningar och till kunder utan spåranslutning finns kombitrafiken som består av två system: tungkombi och Autokombi.

*Distribution med lastbil av en container som kommit med tåg.*







Det svenska CarContrain (CCT) är ett exempel på ett horisontellt överföringssystem. Systemet kan överföra containrar och växelflak med olika bredd och längd mellan transportmedel och till/från lagerplatser. Systemet kan göras helautomatiskt.

Tungkombi är den konventionella kombitrafiken av stora containrar och trailrar på långa avstånd. Tungkombin erbjuder transport över en natt inom Norden och inom tre nätter i hela Europa med en genomsnittshastighet på 70 km/h och är konkurrenskraftig från omkring 50 mil. Tungkombitågen går mellan omkring 10 terminaler och hamnar i Norden som också är Freight Services Centres med logistikfunktioner och distribution med lastbil.

Tungkombi kan hantera upp till 53 fots containrar med en vikt på 40 ton (lastbilarna begränsar vikten), eller 25 m lastbilsekipage med en vikt på 60 ton på en lågbyggd flakvagn. Detta möjliggörs genom att tungkombin utnyttjar tungtrafiknätet.

En helt ny typ av kombitrafik har introducerats: Autokombi. Med Autokombi sker lastning och lossning automatiskt genom horisontell överföring med hjälp av en lastrobot. Detta sker vid terminaler belägna vid sidotågväg eller, vid lågtrafikerade linjer, i huvudtågvägen. Lasten överförs till en »mjölkpall« där den lagras i vän-

*Tungtrafiknät för godståg.*



tan på att den ska hämtas av distributionsbilen eller med matartåg.

Enheter som ska lossas skjuts av tåget samtidigt som enheter som ska lastas skjuts på tåget. Autokombi hanterar växelflak på upp till 15 m och containrar upp till 40 fot som är 2,5 till 3,6 m breda. En liten container, 3,6 m bred och 2,6 m lång, kan stå på tvären på en järnvägsvagn men på längden på en lastbil. Två sådana blir 7,2 m och kan ställas på ett växelflak. En noggrann och systematisk lastplanering och uppföljning sker med hjälp av ett databokningssystem som även »tågchefen« har tillgång till.

Autokombi samverkar med tungkombi och angör också Freight Services Centres. Där finns ett automatlager där lastenheterna lagras kortvarigt i väntan på omlastning mellan olika transportmedel. I direkt anslutning till dessa finns även industri- och distributionslager. Transportföretagen kan då också sköta såväl lagring som distribution åt industrin.

I storstadsområdena utnyttjas järnvägen för en viss distributionstrafik med hjälp av automatlossning vid ett antal mindre terminaler inom regionen i stället för en stor koncentrerad terminal. Genom horisontell överföringsteknik i vissa knutpunkter utnyttjas också tunnelbanor och spårvägar för distribution inom städerna.

Samma system utnyttjas också för lastning i tungkombisystemet och lossning av storcontainrar i hamnar och inom lager och industrin. Systemet kan i princip hantera alla typer av containrar från 1 m till 25 m långa (3 till 80 fot) och 2,5 till 3,6 m breda. Automatlossningssystem för systemtåg där ett helt tåg kan lossas på en gång ger också helt nya möjligheter. I vagnslasttrafiken utnyttjar man delvis systemet för att rangera lastbärarna i stället för vagnarna samt för breda storcontainrar som går direkt till industrin och inte transporteras vidare med lastbil.

Snabbgodstågen transporterar tidskänsliga färdigvaror, reservdelar, paket och post med en största hastighet på 300 km/h och en medelhas-

## VISION FUTURE TRAIN SYSTEM

**VERY HIGH SPEED TRAIN**  
500 km/h  
500 seats



**HIGH SPEED TRAIN**  
350 km/h  
1000 seats/500 beds



**INTERCITY/INTERREGIO**  
300 km/h  
250-500 seats



**LIGHT COMBI**  
200 km/h 1000 ton  
Axle load 22,5 ton



**HEAVY HAUL TRAIN**  
160 km/h 5000 ton  
Axle load 30 ton



**UNIT TRAIN**  
120 km/h 15 000 ton  
Axle load 35 ton



**LOCAL TRAIN-TRAM**  
120 km/h  
100-500 seats



**URBAN DISTRIBUTOR TRAM**  
100 km/h 100 ton  
Axle load 12 ton



tighet på upp till 225 km/h. Snabbgodstågen kan transportera gods övernatt ned till Mellan-europa och går direkt in i de centrala delarna i städerna samt till särskilda post- och paket-terminaler för vidare distribution med bil. Snabbgodstågen samverkar också med flyget och angör också vissa flygplatser.

Som snabbgodståg används breda tvåvånings motorvagnståg som utnyttjar lastprofilen maximalt. De kan hantera sändningar från ett brev på 20 g till en pall eller rullhäck på 5 ton. Motorvagnstågen består i regel av två vagnar som kopplas ihop och isär i knutpunkter men de kan också gå som självständiga tåg hela vägen.



## Annual Average Delay



*I Japan har man bevisat att man kan köra tåg både fort, med hög frekvens och tillförlitligt. Höghastighetståget Shinkansen mellan Tokyo och Osaka med 11 tåg per timme och riktning och många förbigångar hade 2005 en medelförse- ning på endast 42 sekunder inklusive tyfoner och snöstormar!*

*Ett Shinkansentåg anländer till Tokyo station. Städpersonalen gör sig beredd att snabbt städa tåget så att det kan återvända.*



## Persontrafik

Marknaden är naturligt uppdelad så att cykeln dominerar för lokala resor upp till 3 km, bilen upp till 30 km, tåget mellan 30 och 1000 km och flyget därutöver. Detta åstadkoms genom att de olika transportmedlen är integrerade genom gemensamma terminaler där det är lätt att byta transportmedel.

Förutom en successiv utveckling mot högre hastigheter och lägre kostnader utvecklas persontrafiksystemet mot större flexibilitet. Tågsystemen har utvecklats åt två håll: Dels mot stora enheter med hög servicenivå, »lyxkrussare på räls«, och dels mot mindre enheter, »självgående moduler«. Dessa båda kan också kombineras. En större integration har också skett mellan spårvägs- och bussystem och järnvägssystem.

Tågsystemet består av ett internationellt höghastighetsnät med en topphastighet på upp till 500 km/h och en räckvidd på 100 mil över dagen och 300 mil över natten. För att köra for- tare på befintliga höghastighetsbanor utnyttjas aktivt lutningssystem. Profilen är utvidgad, och därigenom kan man utnyttja breda tvåvå- ningståg med fem stolar i bredd och god kom-



*Terminaler för byte mellan färdmedlen är viktiga i ett dörr-till-dörr-perspektiv.*

fort. De största tvåvåningstågen kan ta upp till 2000 passagerare och är försedda med hytter av varierande storlek för passagerarna som kan användas både dag och natt, salonger, restaurang, butik och bio.

De minsta enheterna som används i nationell och regional trafik är motorvagnsmoduler för 100 personer och 300 km/h som kan kopplas av- och till varandra och som kan docka även under gång. I kombination med en infrastruktur som medger kontinuerlig tågdrift ger det en mycket konkurrenskraftig kombination. Det innebar att man både kan erbjuda en hög turtäthet i de stora relationerna och direkta resor i mer udda rela- tioner.

Tågen på matarlinjer kan integreras med tågen på huvudlinjerna och likaså kan regional-

tåg längs en huvudlinje kopplas ihop med fjärrtågen vid en station eller i farten. På så sätt kan direkta resor göras mellan ett stort antal orter.

Nya former för att kombinera och integrera väg- och järnvägssystemet utvecklas också. Ett exempel är ett tåg-bil-system med tvåvånings kombitåg, där små elbilar kan parkeras på bottenvåningen och passagerarutrymme på övervåningen. Ett annat exempel är ett tåg-buss-system där bussen har en passagerarkabin som kan överföras till ett järnvägsschassi.

Terminalerna består dels av stora resecentrum integrerade med affärs- och kontorscentrum med en central placering i de större tätorterna, dels av enkla hållplatser för byte mellan transportmedlen. Vid dessa bytespunkter behöver aldrig resenärerna stå utomhus utan vid byte mellan transportmedel »dockas« fordonen, eller så byter man vagnskorg.

### Infrastruktur och trafikering

Förutom en traditionell teknikutveckling mot högre hastigheter, kapacitet och tillförlitlighet har helt nya former att bygga järnvägar och köra tåg utvecklats. Ett exempel på ett sådant är kontinuerlig tågdrift. Kontinuerlig tågdrift syftar till att öka järnvägens marknad genom att ge möjligheter att täcka fler stationer och relationer. I sin mest utvecklade form innebär det att:

Alla stationer ligger i sidotågsväg med sidoplattformer. Det innebär att snabbare tåg lätt kan passera långsammare på naturliga ställen. Sidotågsvägen är ca 1500 m lång så att ett tåg kan bromsa från 200 km/h på sidospåret och så att ett långt godståg får plats.

Det finns ett automatiskt lastnings- och lossningssystem så att godståg snabbt kan lasta och lossa enhetslaster på en godsterminal som också ligger vid sidospåret.

Det finns ett kontinuerligt signalsystem, det vill säga nuvarande fasta blocksystem har ersatts med rörliga block som följer tåget där block-

sträckan är lika med bromssträckan. Tågen kan köras helt automatiskt och känner av andra tåg eller föremål på spåret inom bromssträckan.

Det finns en intelligent tågledning (ITO, Intelligent Train Operation) som övervakar och styr trafiken för att minimera förseningar och driftkostnaderna.

Med detta system kan stora fördelar uppnås i tågdriften. Kapaciteten och rättidigheten ökar genom större möjligheter till förbigångar. Flexibiliteten ökar också genom att tågen alltid kan köra förbi varandra. Snabba och långsamma tåg blandas mer efter marknadens behov än banans kapacitet. Störningskänslighet minskar i och med att det finns många förbikörningsmöjligheter och en aktiv tågledning.

För persontrafiken innebär det att man kan

*Massavedstransport för exportindustrin.*





öka produktdifferentieringen med olika tåg för olika marknader och därmed öka marknadsandelen. För godstransporterna innebär det att man kan nå helt nya marknader, nämligen transporter på relativt korta avstånd och högvärdigt gods mellan stationerna som idag går på lastbil.

Huvudlinjerna är helt utan plankorsningar med vägsystemet och inhägnade så att tågdriften kan ske helautomatiskt och övervakas och styras från tågledningscentralerna. Tåget blir då som ett löpande band för externtransporter för industrin och kan erbjuda mycket hög säkerhet och tillförlitlighet.

### Organisation och management

Trafiken är organiserad i funktionella och lönsamma järnvägsföretag som är huvudoperatörer i en korridor eller i ett geografiskt område. Det innebär att det finns:

5–10 transeuropeiska bolag vardera för gods- respektive persontrafik på tungtrafiknätet och höghastighetsnätet.

20–40 regionala bolag med person- och gods- trafik gemensamt för trafiken på det konventionella bannätet med blandad trafik i en större region eller ett land.

200–500 matarbolag för lokal och regional gods- eller persontrafik i olika geografiskt avgränsade områden.

Bolagen både konkurrerar och samarbetar med varandra. Bolagen kan trafikera varandras banor på kommersiella villkor efter vissa fastställda kriterier.

Infrastrukturen ägs av banbolag där de nationella staterna och operatörerna är delägare. Järnvägsföretagen har det operativa ansvaret för infrastrukturen och trafikledningen inom sitt nät eller geografiska område där de är huvudoperatörer. Finansieringen av infrastrukturen sker på samhällsekonomisk grund. Banavgifterna baseras på samhällsekonomiska mar-

ginalkostnader och varierar med underhållskostnaderna, efterfrågan och miljöpåverkan.

### Professor i järnvägens idéhistoria

På KTH år 2056 finns en professor i järnvägens idéhistoria. Kanske heter hon Anno. Hur som helst, vi ställer några frågor för att få utvecklingen de senaste 50 åren belyst lagom till järnvägens 200-årsjubileum.

Hur vill du karakterisera de idéer och den framtidssyn som låg bakom de beslut som har format järnvägen de senaste 50 åren, Anno?

– För att förstå hur man tänkte då måste vi gå ett steg tillbaka, till 1900-talet. Vi historiker brukar kalla det århundradet för maskinens århundrade, inleder hon.

– Det kanske inte är så konstigt med tanke på att industrialismen hade sin höjdpunkt i mitten av århundradet och maskiner ersatte mänsklig arbetskraft såväl på arbetsplatserna, i jordbruket och i hemmen. Bilar började massproduceras. Det var primitiva maskiner utan datateknik. Det handlade snarare om kvantitet än kvalitet, vilket gjorde att människan fick anpassa sig till maskinerna, inte tvärtom som är mer naturligt. Titta till exempel på bostadsområdena från den tiden, där bilparkeringar ofta lades i bästa lägena där det skulle ha varit mycket bättre med parkmark eller lekplatser för barnen. Och all biltrafik skulle fram på breda gator och vägar såväl i städer som i kulturlandskap, säger Anno.

– För järnvägen innebar slutet av 1900-talet att man började ompröva hållningen att järnvägen var ett föråldrat system som kommer att läggas ned så småningom. Men man kunde då inte se järnvägens potential och förutse alla stora förändringar som skulle komma fram till våra dagar, säger Anno. Hon fortsätter:

– Kanske var det vanlig mänsklig oförmåga att värdera information, kanske berodde det på att järnvägen inte utvecklats tillräckligt snabbt. Vi får inte glömma att det då var skev åldersfördel-

ning i samhället, och högst upp i hierarkierna fanns nästan bara män i övre medelåldern. Och de valde att köra bil driven av bensin eller diesel. Vi har hittat många medieinslag som tog upp möjliga effekter av mänsklig miljöpåverkan som den stora användningen av fossilt bränsle hade, men det verkar inte som det hade någon större effekt på samhället vid den tiden. Vet du förresten att uttrycket »att köra petro« kommer från tiden när folk insåg att det inte var en hållbar situation?

Nu vet vi ju hur växthuseffekten har förändrat klimatet. Många nya invånare har kommit till Sverige de senaste 50 åren som miljöflyktingar. För järnvägen har det inneburit ett ökat resandeunderlag. En del ombyggnader och omläggningar har fått göras i låglänta partier för att skydda anläggningarna för höjda extrema vattennivåer, främst runt våra stora slättsjöar Mälaren, Hjälmarens och Vänern, men även havsnivån har stigit.

– Tillsammans har förändringarna gjort att man då underskattade potentialen i järnvägssystemet. Men det fanns ju strukturella problem som man inte såg någon lösning på, som att vägsystemet med billiga transporter nästan helt konkurrerade ut järnvägens godstrafik innan det vände, säger Anno.

– Det har ju också skett en förändring i synen på kollektivtrafik. Tidigare ansågs det vara nödvändigt att bygga vägar och subventionera arbetsrelaterat bilresande som det främsta instrumentet för att få tillgänglighet. Men det handlade om att andra färdmedel var långsamma också. Kollektivtrafiken var främst för dem som inte hade tillgång till bil, och sågs nästan som en ekonomisk belastning för samhället. Jag har hittat en slogan som användes i valrörelsen 2006 som lyder »vård, skola, omsorg«. I våra dagar kan vi ju tycka att det är självklart att nämna tillgång till god kollektivtrafik också, men det var det inte då, avslutar Anno 2056.



Anno.



Nya banor för framtiden.



- BO-LENNART NELLDAL (f 1946) är adjungerad professor vid KTH Järnvägsgruppen sedan 1991. Han arbetar också på SJ med trafikplanering och fordon. Tidigare har han doktorerat på hur transportkunderna väljer transportmedel för godstransporter och arbetat med trafikplanering och med att utveckla prognosmodeller. Bo-Lennart har alltid haft ett stort intresse för transporter och järnvägar, både historiskt och för framtiden.



- OSKAR FRÖIDH (f 1965) är teknologie doktor och arbetar vid KTH Järnvägsgruppen. Han doktorerade 2003 på effekterna på resemärknaden vid introduktionen av regionala snabbtåg på Svealandsbanan, och forskar nu vidare om tågets effekter på marknaden och samhället. Oskar har tidigare arbetat med strategisk planering och utredningar på Banverket. Oskar har ett stort intresse för järnvägar och är också en flitig fotograf.



Författarna svarar själva för innehållet. Vi vill dock speciellt tacka professor emeritus Evert Andersson, KTH, professor Stefan Östlund, KTH, och Ulf Nyström, Göteborgs-Posten, för värdefulla synpunkter!

## FOTOGRAFER

OMSLAGSBILD: Svealandsbanan i Eskilstuna KASPER DUDZIK

- SIDAN 1: Berlin Hbf med DB ICE-tåg, Tyskland OSKAR FRÖIDH;  
Två Rapidlok vid Hovsta OSKAR FRÖIDH
- SIDAN 2: Flygplan i Helsingfors-Vanda, Finland OSKAR FRÖIDH;  
Mattias, Greger och Jonas, KTH OSKAR FRÖIDH
- SIDAN 3: Plattform i Berlin Hbf, Tyskland OSKAR FRÖIDH
- SIDAN 4: Magnettågsstation i Shanghai, Kina TRANSRAPID INTERNATIONAL
- SIDAN 5: SJ dubbeldäckare vid Stockholms södra OSKAR FRÖIDH
- SIDAN 6: BNSF godståg i Frost, CA, USA MARTIN OSCARSSON
- SIDAN 7: UP containertåg vid Sherman Hill, WY, USA OSKAR FRÖIDH
- SIDAN 8: JR East Shinkansen E2 vid Omiya, Japan OSKAR FRÖIDH
- SIDAN 9: Signal på Årstabron OSKAR FRÖIDH;  
Arbete på isolerskarv i Helsingfors, Finland OSKAR FRÖIDH
- SIDAN 10: JR Centrals trafikledningscentral, Tokyo, Japan OSKAR FRÖIDH
- SIDAN 11: Dispoloks Tauruslok på Brennerbanan, Österrike GERHARD TROCHE
- SIDAN 12: Railion godståg utanför Berlin, Tyskland GERHARD TROCHE
- SIDAN 14: Interiör i JR Centrals Shinkansen series 300, Japan OSKAR FRÖIDH
- SIDAN 15: Renfe Euromed vid Sitges, Spanien GERHARD TROCHE
- SIDAN 17: Rotterdams hamn, Nederländerna OSKAR FRÖIDH
- SIDAN 18: Hector Rail godståg vid Långsele OSKAR FRÖIDH
- SIDAN 19: VR industriväxling i Siilinjärvi, Finland OSKAR FRÖIDH
- SIDAN 20: Green Cargo kombitåg vid Rotebro GERHARD TROCHE;  
TGV Poste i Paris, Frankrike GERHARD TROCHE
- SIDAN 21: Lastbil med container i Sundbyberg OSKAR FRÖIDH
- SIDAN 22: Malmtåg vid Gransjö MARTIN OSCARSSON
- SIDAN 24: JR Central Shinkansen series 700 i Tokyo, Japan OSKAR FRÖIDH;  
Kyoto station, Japan OSKAR FRÖIDH
- SIDAN 25: Massavedståg norr om Motala OSKAR FRÖIDH
- SIDAN 27: Anno (modellen heter Albania Nissan) OSKAR FRÖIDH;  
Igelstabron i Södertälje OSKAR FRÖIDH
- SIDAN 28: Författarfoton OSKAR FRÖIDH respektive BO-LENNART NELLDAL



## KTH JÄRNVÄGSGRUPPEN

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

Med anledning av järnvägens 150-års jubileum 2006 ansåg vi det angeläget att försöka blicka framåt. Denna skrift innehåller en genomgång om vad som redan är på gång i Sverige och internationellt och också en vision till järnvägens 200-års jubileum 2056. Den har utarbetats av Bo-Lennart Nelldal och Oskar Fröidh vid tågtrafikgruppen på avdelningen för trafik och logistik.

Andra intressanta rapporter från Järnvägsgruppen vid trafik och logistik hittar du på vår hemsida [www.infra.kth.se/jvg](http://www.infra.kth.se/jvg).



**Järnvägsgruppen**

