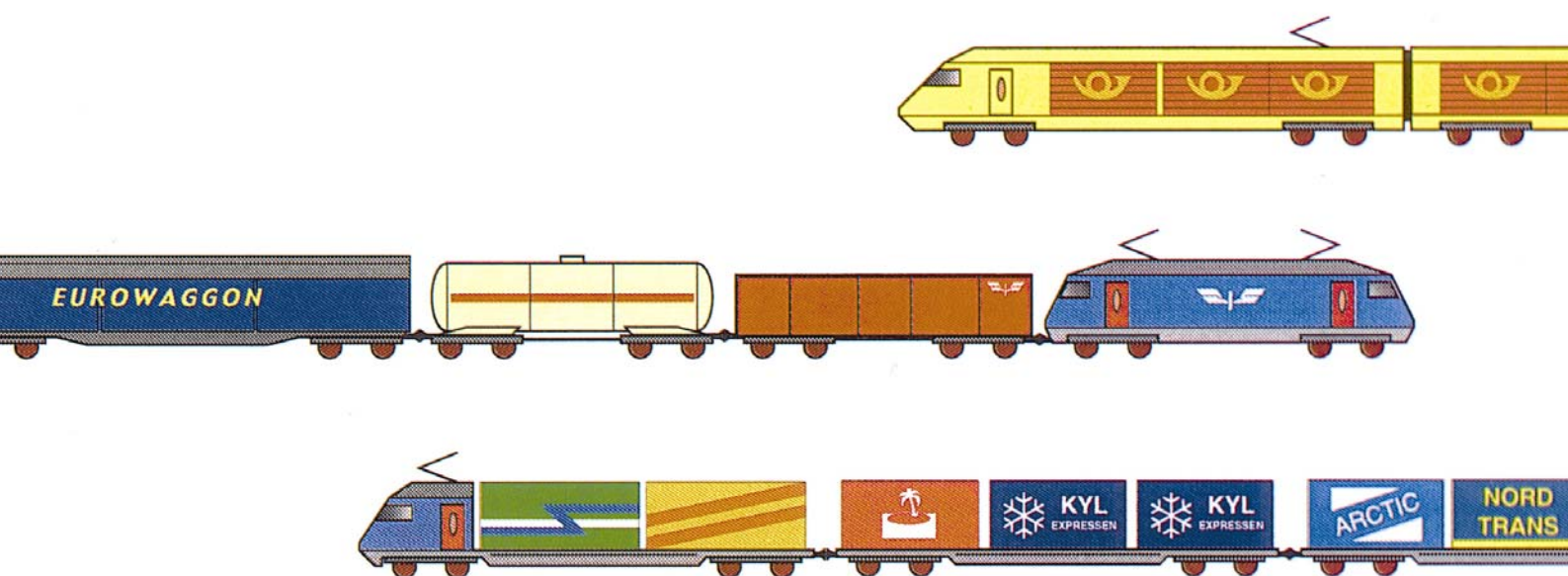




Järnvägsgruppen

Effektiva tågssystem för godstransporter

Sammanfattning



Bakgrund och syfte

Järnvägen i Europa har förlorat marknadsandelar på en expanderande marknad – nästan all ökning har tagits om hand av lastbilen. Det gäller såväl högvärdigt gods som lågvärdigt gods. Järnvägens ställning är särskilt svag på internationella transporter trots långa avstånd och stora volymer. Det beror på byråkrati och höga banavgifter som gör det svårt att kontrollera hela transportkedjan och garantera kunderna en tillräckligt bra kvalitet till ett konkurrenskraftigt pris.

EU har föreslagit ett antal åtgärder för att avreglera järnvägsmarknaden men dessa har hittills bara genomförts i begränsad utsträckning. 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. Det vik-

tigaste på kort sikt är att avregleringen verkligen genomförs. Det är i första hand frågan om politik och organisation och inte om teknik.

När detta är genomfört måste även järnvägen utveckla produkter, trafiksystem och teknik som medger högre kvalitet och lägre transportkostnader och därmed högre marknadsandel.

Syftet med detta projekt har varit att ta fram utvecklingsmöjligheter i ett långsiktigt perspektiv. Utgångspunkten har varit kundkraven på olika delmarknader å ena sidan och utvecklingsmöjligheterna av utbudet för järnvägen själv och i kombination med andra transportmedel å andra sidan.

Prognoser för järnvägstrafiken i Sverige visar att om inget sker, så kommer järnvägens marknadsandel fortsätta att minska. Med utrikestrafiken

avreglerad fullt ut och med utveckling av nya effektiva tågssystem enligt denna studie kan järnvägens marknadsandel öka från dagens nivå på 24 % till 35 % år 2020. Samtidigt minskar näringslivets transportkostnader genom den ökade effektiviteten i järnvägens transportsystem förbättras miljön och bättre förutsättningar skapas för en långsiktigt hållbar utveckling.

Det är viktigt att få till stånd långsiktiga utvecklingsprojekt. Operatörerna kan inte förväntas själva ha råd att driva sådana utan här krävs gemensamma insatser inom EU.

Demonstrationsprojekt behöver komma till stånd för att utveckla nya produkter. Ett prioriterat europeiskt godsnet måste etableras. I första hand organisatoriskt genom fritt tillträde och rimliga banavgifter och därefter tekniskt genom hög kapacitet och interoperabilitet.



Första upplagan 2005

Text och figurer: Bo-Lennart Nelldal

Layout: Maria Thulin

Foto: Jan Lindahl (sid 15), Kalmar Industries (sid 17), K-industrier (sid 18), TFK (sid 20), Gerhard Troche (övriga)

2 Tryck: Intellecta docusys

Järnvägens utveckling på transportmarknaden

Järnvägens marknadsandel för gods-transporter i Europa har halverats de senaste 25 åren, samtidigt som den totala godstransportmarknaden vuxit med nästan 75 %. Det innebär att järnvägen inte ens kunnat bibehålla transportvolymen i absoluta tal. Lastbilstrafiken har tagit hand om hela ökningen och tagit marknadsandelar från både järnväg och sjöfart.

Järnvägen i Sverige har en marknadsandel som är dubbelt så hög som järnvägarna i Europa. Sverige hade den mest effektiva järnvägen i Europa räknat i produktivitet men samtidigt också de största lastbilarna. Järnvägens marknadsandel för utrikes-transporter är dock endast hälften så stor som för inrikestransporter trots långa avstånd och stora volymer.

Väsentligt högre marknadsandel än i Europa och Sverige har järnvägarna i USA. Där har också marknadsandelen varit stabil. USA skiljer sig från Europa genom att de har en stor gemensam marknad utan nationsgränser och järnvägarna är inte nationella eller delstatliga.

I USA är järnvägarna privata och lönsamma. De kombinerar storskalighet med småskalighet och har tekniska prestanda som ligger långt över Europa. Vagnslasttrafiken är stark och har en vittförgrenad infrastruktur med många industrispår, samtidigt som persontrafiken är marginell.

Omstruktureringen av järnvägarna i Europa har hittills inte inneburit några förbättringar för transportkunderna i Sverige i den internationella trafiken. Problemet är att man ofta har svårt att garantera transporttiderna och att konkurrera med lastbil. Operatörerna har svårt att samarbeta och vågar inte konkurrera. Avregleringen av lastbilstrafiken har däremot inneburit lägre priser, vilket inneburit att järnvägen också ofta har svårt att priskonkurrera.

Alla de beslut som tagits i EU har syftat till att öppna järnvägsmarknaden för nya operatörer och därigenom också sätta press på de gamla operatörerna. Hittills har inte dessa förslag fått tillräckligt genomslag. Uppenbarligen finns fortfarande i prak-

tiken hinder, bla byråkrati och höga banavgifter i vissa länder. Även om man kan skönja vissa positiva tecken med nya transportupplägg och operatörer, återstår det mesta av intentionerna att genomföras i praktiken. Detta är således i första hand en fråga om organisation och politik, och inte en fråga om teknik.

Kundkrav och produkter

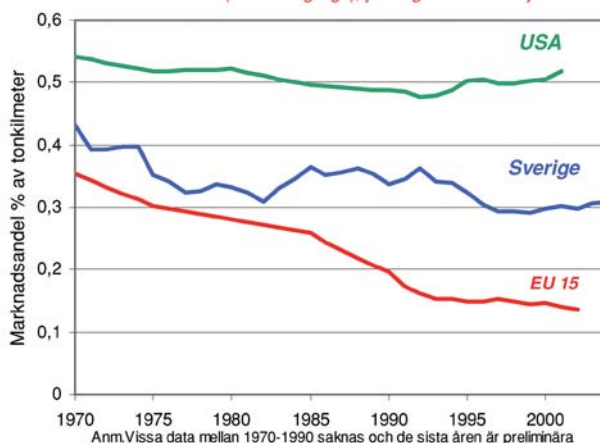
Transportkundernas viktigaste krav är *kostnad* och *kvalitet*. Miljön blir också ett allt viktigare krav. Något förenklat kan man säga att kunderna ställer vissa grundläggande krav på kvalitet när det gäller leveranssäkerhet, frekvens och transporttid. När väl dessa krav är uppfylla gäller det att konkurrera om lägsta pris.

Den största mängden transporter är relativt enkla men många transporter ingår också i mer komplicerade

logistiksystem där kunden investerar i terminaler och lastbärare. Lagg här till att man ofta är bunden i långsiktiga avtal med transportörer så innebär det att godstransportmarknaden är mer trögriklig än persontransportmarknaden. Det innebär att för järnvägstransporter är det av strategiskt intresse att vara tillgänglig för kunden genom industrispår eller terminaler och matartrafik – annars är det inget reellt alternativ.

Kundkraven varierar mycket beroende på marknaden. En grov indelning på delmarknader kan göras i *massgods*, *basgods*, *produktgods* och *servicegods*. Järnvägen har starkast ställning på basmarknaden, lastbilen på produktmarknaden, sjöfarten på marknaden för massgods och flyget på marknaden för servicegods. Något förenklat kan man säga att prisnivåerna ligger därefter.

Godstransporter i Sverige, EU och USA
- järnvägens marknadsandel
av total lastbil (i USA långväga), järnväg och inrikes sjöfart



Utveckling av järnvägens marknadsandel 1970-2004 i Sverige, Europa (-2003) och USA (-2002). Källa: Statistik från EU och AAR.

	Sverige	Tyskland	USA
Medeltåglastvikt (nettoton)	490	332	2624
Medeltransportavstånd (km)	343	235	1355
Medelintäkt (kr/tonkm)	0,19	0,42	0,13
Max axellast (ton)	22,5	22,5	35
Max bruttovikt lastbil (ton)	60	40	36

Godstrafikens förutsättningar i Sverige, Tyskland och USA 1996. Källa: Statistik från SJ inkl malmbanan, DB och AAR.

Delmarknad	Totalmarknad miljarder tonkilometer	Typisk sändnings- storlek	Typiskt varuvärde kr/ton c:a	Typisk prisnivå kr/tonkm c:a	Dominerande transportmedel
Massgods	24	400 ton	200	0,10	sjöfart
Basgods	34	40 ton	2000	0,20	järnväg
Produktgods	22	10 ton	20 000	0,60	lastbil
Servicegods	0,3	10 kg	200 000	30	flyg

Grov indelning av godset på delmarknader med vissa karaktäristika.

För massgods dvs råvaror till processindustrin är ofta kravet på kontinuerliga avgångar viktigare än kravet på en viss transporttid. Det gäller systemtransporter av stora volymer, vilket innebär att kraven på kapacitet är höga och priserna låga. Samtidigt är kraven på precision stora eftersom järnvägen ofta fungerar som ett rullande lager.

För basgods, tex leveranser av råvaror och halvfabrikat mellan olika industrier och lager, gäller att de i regel produceras på dagen och transporteras övernatt helst med dagliga avgångar. I utrikestrafik är dock dygnsrytmen annorlunda. Priset måste i regel vara lågt, eftersom det ofta rör sig om varor som inte är högt förädlade. Det innebär att det ställs stora krav på kapacitet i vikt eller volym. Kvalitetskraven varierar.

Produktgods består av halvfabrikat och färdigvaror till lager eller direkt till konsumtion. De har samma transporttidskrav som basprodukterna men kravet på övernattningstransport är mer precist och gäller oftast tiden mellan kl 17.00 – 07.00. De kräver också en högre kvalitet med avseende på t.ex. hantering, lastsäkring, temperatur, etc. och har en mer spridd struktur. Den högre servicenivån gör att prisnivån är högre än för basmarknaden.

Servicegods omfattar post, paket och reservdelar och kraven sammanfaller med persontrafikens, dvs hög genomsnittshastighet, turtäthet och tillgänglighet under större delen av dygnet och stor geografisk täckning. Prisnivån på denna marknad är i förhållande till övriga godstransporter relativt hög.

Järnvägens produkter

Järnvägens transportsystem kan delas in i produkter som täcker olika marknadssegment och skiljer sig åt när det gäller produktionssystem och fordon, vilket gör att de har olika kostnadsstruktur och kvalitetsegenskaper.

Vagnlasttrafiken omfattar transport av hela vagnar som lastas och lossas av kunderna vid industrispår eller frilastkajer. Det kan vara enstaka vagnslaster eller grupper av vagnar. Vagnarna rangeras oftast två eller flera gånger under transporten.

Systemtåg är hela tåg som körs åt en viss kund med särskilt avdelade vagnar och efter egen tidtabell. Huvudsakligen används samma teknik som i vagnlasttrafiken.

Kombitrafiken omfattar transport av lösa lastbärare, främst containrar, växelflak och trailrar på speciella vagnar i separata tåg direkt mellan kombiterminalerna eller som vagngrupper i vagnlasttågen. Matartrafiken sker med lastbil. Transporter av sjöcontainrar till hamnar och trailrar till färjelägen är betydande.

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. Ofta används modifierad persontågsmateriel.

Expressgods utgörs av mindre sändningar som kan transporteras i persontågen. Transporterna sker under dagen med dagtåg eller övernatt med natttåg. Detta system har lagts ned i Sverige, men byggs ut i andra länder.

Vagnlasttrafiken svarar för 40 % av järnvägstransporterna mätt i tonkilometer. Systemtågen svarar för 28 % och kombitrafiken lastbil-järnväg för 12 %. Malmbanan, kör också systemtåg och svarar för 20 %.

Hur mycket är kombinerade transporter?

Av den totalt transporterade godsmängden i Sverige exkl malm och olja sker 36 % med omlastning, sk intermodala transporter. Högst andel intermodala transporter har sjöfarten med 82 %, medan lastbilen har lägst andel med 12 %. Av järnvägens transporter är 45 % intermodala. Skillnaderna beror framförallt på de olika transportmedlens geografiska tillgänglighet.

Av järnvägstransporterna exkl. malm gick år 2000 ca 55 % till/från industrispår och ytterligare 15 % till/från hamn, sammantaget således 70 %. Med forsling till terminal eller frilast gick 15 % och med kombitrafik gick ytterligare 15 %. Sammantaget 30 % av järnvägstransporterna var således en kombination av lastbil och järnväg, se tabell.

Tillgänglighet till järnväg

Den svenska industrin är fortfarande i hög utsträckning lokaliserad till orter med järnväg. Även om transportererna går från eller till orter vid järnvägsnätet, finns inte alltid industrispår eller lokala terminaler med godstågsförbindelser.

En undersökning av företag med över 100 anställda visade att 72 % av godskunderna hade industrispår eller järnväg på orten, ytterligare 22 % ha-

de järnväg inom 50 km avstånd och endast 5 % låg mer än 50 km från järnväg. Däremot var det nästan bara de företag som hade industrispår, 35 %, som utnyttjade järnväg i någon större utsträckning, medan nästan alla utnyttjade lastbil, se tabell.

Det som redovisats ovan visar dels att industrin och dess transporter fortfarande i förvånansvärt hög grad är lokaliserade i närheten av järnvägsnätet, dels att det finns en betydande potential för järnvägen om man kan tillgodose dessa transportbehov. Många transporter har en gång gått på järnväg, men sedan har trafiken upphört, varefter den lokala infrastrukturen i form av industrispår försvunnit. I Sverige har antalet industrispår halverats under 1990-talet från ca 1200 år 1992 till ca 600 år 2001.

Vagnslasttrafikens problem

Vagnslastsystemet kännetecknas av höga fasta kostnader för matartransporter och växling. För att

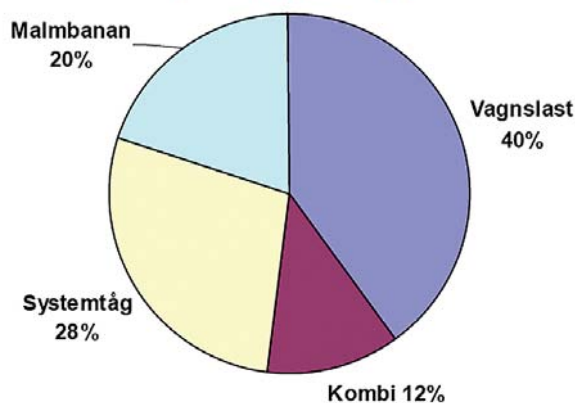
förbättra lönsamheten försöker operatörerna ofta dra in matartrafik till de orter som har lägst volymer. Förutom att transporter minskar på de orter som läggs ner kan även andra företag välja bort järnvägen genom att täckningsgraden blir för liten. Intäkterna försvinner med en gång medan kostnaderna är mer trögrörliga. Det innebär att det är svårt att snabbt förbättra resultatet.

Processen leder i förlängningen till att det bara blir de stora kunderna

kvar med regelbundna transporter i vissa relationer. Dessa kunder har också större möjligheter att pressa priserna, varför lönsamheten ofta blir fortsatt svag trots rationaliseringarna. En följd av den dåliga lönsamheten blir också att operatörerna har svårt att finansiera förnyelse av rullande materiel och att utvecklingen av nya produkter är begränsad. Om man skall köpa nya lok och vagnar så innebär det att man ytterligare måste koncentrera systemet till bara de flöden som kan bära investeringen. På så sätt drivs systemet mot allt större storskalighet och mindre täckningsgrad i relationer utanför de allra största flödena.

Avregleringen av järnvägen har drivit på rationaliseringsprocessen hos de stora statliga operatörerna. Samtidigt har mindre privata operatörer bildats. De nya operatörerna har i första hand konkurrerat om systemtransporter med de nationella bolagen. I de flesta fallen rör det sig om lågpris-koncept med begagnad materiel och effektivare personalutnyttjande, även om också några nya system har etablerats.

Godstransporter på järnväg -struktur



Lastnings/lossningsplats	Andel
Vagnslast via industrispår	55%
Vagnslast via hamn	15%
Vagnslast med lastbilsforsling	15%
Kombitrafik	15%
Totalt	100%

Transporterad godsmängd i ton exkl. malm efter lastnings/lossningsplats. Ungefärliga värden för år 2000. Källa: Jakob Wajzman, Green Cargo

	Andel av godskunderna	Tillgång till järnväg	Andel som utnyttjar järnväg	Andel som utnyttjar lastbil
Industrispår	35%	72%=nära spår	43%	92%
Järnväg på orten	37%		11%	95%
Järnväg inom 50 km	22%	28%=långt från spår	7%	96%
Mer än 50 km till järnväg	5%		0%	100%
Summa	100%	100%	21%	94%

Tillgång till järnväg och järnvägens marknadsandel. Källa: Banverket 1999: "Profilerings av järnväg 1999", undersökning av företag med mer än 100 anställda.

Medan de stora operatörerna sparar kostnader på att sluta trafikera industrispår ser de mindre operatörerna ofta möjligheten att öka intäkterna genom att bibehålla och öppna nya industrispår. De har en mer flexibel produktion som kan anpassas till den lokala marknadens behov. Något förenklat kan man säga att de stora operatörerna är bättre på att hantera de stora kundernas transporter effektivt medan de små operatörerna är bättre på att hantera de mindre kunderna.

Varför vagnslasttrafik?

En fråga som kan ställas är om man inte helt kan slopa vagnslasttrafiken och ersätta den med kombitrafik och systemtåg. Så har tex skett i Norge och utvecklingstendenser åt detta håll finns även i andra länder. Utvecklingen är emellertid inte entydig. I USA är vagnslasttrafiken oerhört stark och är den som järnvägsföretagen tjänar mest pengar på. Nya operatörer i Sverige satsar oftast på vagnslast- och systemtåg. I Sverige är vagnslasttrafiken den dominerande transportformen med 40 % av det totala transportarbetet, och kombitrafiken har inte gjort några större inbrytningar de senaste 20 åren.

Den grundläggande orsaken till att vagnslasttrafiken är konkurrenskraftig är transportekonomin. En container eller ett växelflaks dimensioner begränsas av lastbilarnas längd, bredd och höjd samt tillåtna axellaster och bruttovikter. I Sverige får en lastbil vara 25,25 m lång, 4,5 m hög och väga 60 ton vilket i praktiken innebär en lasthöjd på ca 3,5 m, en nyttolast på ca 40 ton och en volym på ca 160 m³.

Skall godset fraktas i containrar begränsas volymen till ca 100 m³ eftersom höjden normalt är 2,5 m. På en lastbil eller en boggivagn ryms tre 20 fots-containerar som är ca 6 m långa. Visserligen kan nyttolasten per container uppgå till ca 20 ton så man kan lasta ca 60 ton på järnvägsvagnen men det går bara att lasta 40 ton på en lastbil.

För gods som är tungt eller volymkrävande så kan man i allmänhet få med mycket mer i en konventionell järnvägsvagn än i containrar eller växelflak, vilket tydligt framgår



Jämförelse mellan en svensk 24 m-lastbil med 60 tons bruttovikt, en vagnslast med 22,5 tons axellast och normal lastprofil och en kombi-transport med tre 20-fotscontainerar på en boggivagn.

av figur. Skillnaden blir ännu större om man ökar axellasten över 22,5 ton och utökar lastprofilen, åtgärder som håller på att genomföras i Sverige. Det finns många transportupplägg där det finns logistiska fördelar med kombitransporter, men om man generellt skulle lägga ned vagnslasttrafiken i Sverige skulle näringslivets transportkostnader öka kraftigt och järnvägstransporternas marknadsandel minska. Eftersom ett kombitåg rymmer väsentligt mindre nyttolast än ett vagnslasttåg skulle det för att frakta samma volym krävas väsentligt fler kombitåg och kapacitetsproblemen skulle uppstå.

Av grundläggande transportekonomiska skäl så bör således vagnslasttrafiken utvecklas i stället för att avvecklas. Det är ett av huvudsyftena med detta projekt samtidigt som vi även har analyserat hur kombitrafiken kan utvecklas för att öka järnvägens lönsamhet och totala marknadsandel.

Linjetåg i stället för knutpunktssystem

I stället för ett konventionellt knutpunktssystem föreslås ett trafiksystem med linjetåg där tågen går i en hu-

vudrelation med till- och avkoppling av vagnar på stationerna under vägen. I många fall kan man undvika matartåg och det faktum att man både behöver rangera på en bangård och köra vagnarna fram- och tillbaka en längre väg. Linjetågssystemet kombineras med ett knutpunktssystem dels genom att tågen kan byta vagnar med varandra på lämpliga ställen, dels genom att man på en central bangård, tex Hallsberg i Sverige, kan täcka upp många udda relationer.

I den övre figuren på nästa sida visas en principmodell av ett konventionellt vagnslastsystem, bestående av 30 terminalpunkter varav två utgörs av rangerbangårdar medan två är sekundära noder. För att sammanbinda systemets terminaler fordras i princip minst ett dubbelriktat fjärrtåg per dygn mellan rangerbangårdarna, samt 26 dubbelriktade matartåg. Sammantaget krävs 56 tågrörelser, per dygn. Förutom linjelok krävs terminallok i flertalet terminalpunkter.

I den nedre figuren visas ett linjetågssystem där tågen kopplar till och av vagnar under vägen. Det består av 5 slingor varav 4 möts i en central bangård, medan en slinga möter en annan i en lokal knutpunkt. Detta

system fodrar endast 10 dubbelrik-tade tågrörelser per dygn för täcka samma terminaler som knutpunktssystemet.

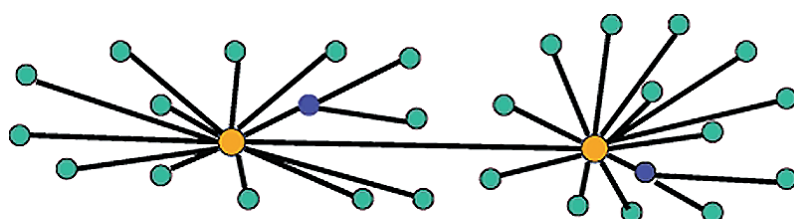
Ett exempel på effekten av att byta från knutpunktssystem till slingtåg-system blir att transportkostnaden minskar med 17 % i ett räkningsexempel, vagnslasstrafik mellan Helsingborg och Sundsvall. Om duolok används kan transportkostnaden minska med ytterligare 5 %.

Duolok dygnet runt i stället för diesellok på dagen och ellok på natten

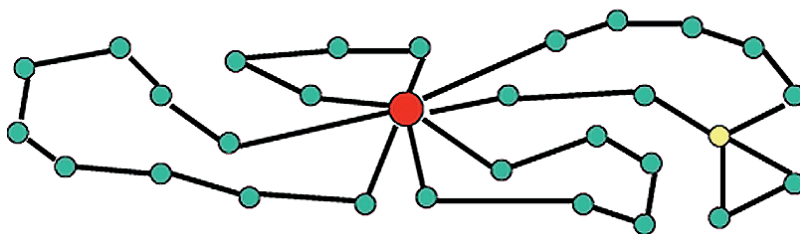
I godstrafiken används i många länder tunga ellok för fjärrdragnin på natten och lätta och tunga diesellok för växling, matartrafik och för tåg på vissa sidolinjer under dagen. Anledningen till detta är bla att många sidospår och sidolinjer inte är elektrifierade. Det innebär att man i princip måste ha en dubbel lokpark. Med ett duolok – ett kombinerat el- och diesellok – skulle samma lok kunna användas för matartrafik på dagen och fjärrdragnin på natten.

Många diesellok är dieselelektriska, dvs de har en dieselmotor som driver en generator som ger kraft åt elmotorer som sitter i boggierna. Ett ellok har i stället en transformator med reglerutrustning som ger kraft åt motorerna. Det är således tekniskt möjligt att konstruera ett kombinerat el- och diesellok. En ökad standardisering av komponenter och större serier är avgörande för att få ner priset. En möjlighet är att använda sig av komponenter från moderna motorvagnar i kombination med moderna industri- eller lastbilsdieselmotorer för att få ett billigt och driftsäkert duolok.

Ett duolok skulle bli ungefär lika starkt som ett Rc-lok när det används som ellok och som en T44 när det kör som diesellok. Det är således något mindre än de största moderna el- och dieselloken. Idén med detta är att man skulle kunna ha många små lok i stället för få stora lok. Då kan man köra mindre tåg ekonomiskt när det behövs t ex i matartrafik och större tåg än i dag när det behövs genom att multipelkoppla två eller tre duolok.



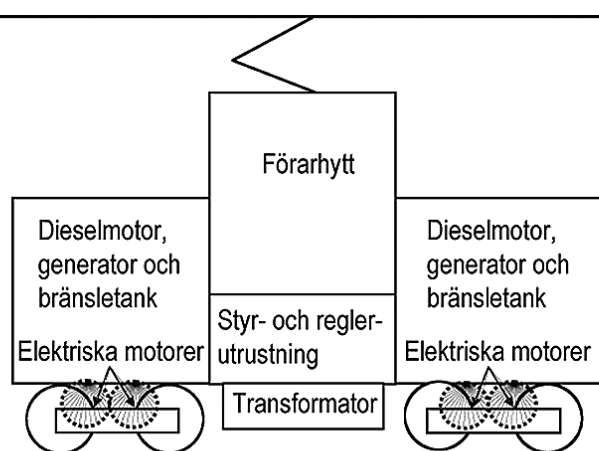
Knutpunktssystem (i dag)



Linjetågssystem (framtid)

	År	Effekt MW	Axel-Last ton	Tåg-vikt ton	Vid hast km/h	Max hast km/h	Kostnad ca (beg) Mkr
Rc	1967	3,6	19,5	1 600	100	135	(5)
T44	1968	1,2	19,0	900	100	100	(3)
Duo-elldrift	2010	3,6	22,5	1 600	100	120	25
Duo-dieseldrift		1,0	22,5	900	70	80	
T66	2000	2,6	21,0	2 000	100	120	20
DB 152	2000	6,4	22,0	1 800	140	140	25
EG 3100	2000	6,5	22,8	2 800	120	140	35

Jämförelse mellan gamla och nya lok samt idéskiss till Duo-lok.



Idéskiss till duolok.

De lok som idag används för fjärrtåg i Sverige, Rc-loken, klarar en tågviikt på 1 600 ton vid 10 % stigning och kan även multipelkopplas. Eftersom det finns 220 Rc-lok i godstrafik som har en medelålder på 30 år måste det på lång sikt ske en generationsväxling och nyanskaffning.

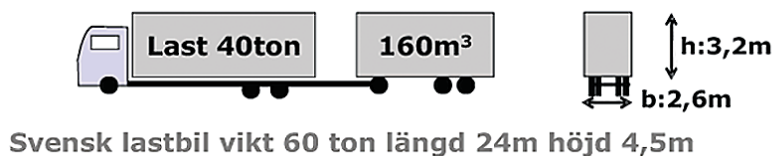
Ett alternativ vid nyanskaffning av konventionella lok skulle kunna vara moderna 4-axliga lok, tex Railion typ 152 eller 185. En något tyngre variant med högre axellast skulle kunna dra tåg på 2 000 ton. Om större dragkraft erfordras, kan ett alternativ vara att istället anskaffa 6-axliga lok. De lok som används för trafik över Öresundsbron, DSB EG 3100, är avsedda för tågvikter på 2 800 ton vid en axellast av 22,8 ton.

Ett alternativ till 6-axliga lok, är att använda två 4-axliga duolok som multipelkopplas. På detta sätt skapas tillräcklig dragkraft för att hantera tågvikter upp till 3 000 ton, som är gränsen för normala skruvkoppel.

Om nya 4-axliga eller 6-axliga ellok anskaffas kommer de att kunna dra tyngre tåg varför det kommer att behövas färre linjelok, medan antalet terminallok inte påverkas direkt. När nya terminallok anskaffas är de sannolikt effektivare än de gamla varför man kan räkna med en viss reduktion. Om duolok anskaffas kommer det att behövas ungefär lika många som Rc-loken men de kommer även att ersätta ett stort antal av diesel- och terminalloken.

Den totala kostnaden för återanskaffning av såväl linjelok som terminallok har beräknats för olika alternativ, där Green Cargos lokpark fått utgöra räkneexempel. Den totala kostnaden för återanskaffning av hela lokparken uppgår till ca 7 miljarder för alternativet med nya 4-axliga linjelok och moderna diesellok. Med 6-axliga lok går det åt färre lok men kostnaden blir ca 10 % högre. Med duolok blir den totala kostnaden ca 15 % lägre framförallt beroende på att det behövs färre diesellok.

I projektet har ett stort antal beräkningar gjorts först av hur stora tåg olika loktyper kan dra och sedan av hur tunga tågen kan bli med olika utgångspunkter beträffande axellaster, lastprofiler, tåglängder och typer



Jämförelse mellan en vagn med 25 tons axellast och en vagn med 27,5 tons axellast och en svensk lastbil.

av tåg och vagnar. Även en översiktlig beräkning har gjorts av driftkostnaderna. Även här framstår duoloken som mest effektiva. Resultaten visar att enkla 4-axliga lok kan användas för de lättare tågen och dubbla 4-axliga lok för de tyngsta tågen. 6-axliga lok är bäst för främst medeltunga systemtåg som sannolikt inte kan bli så vanliga. Detta indikerar att det inte är ekonomiskt att anskaffa 6-axliga lok för framtida vagnslast- och systemtåg.

Slutsatsen är att det är synnerligen intressant att utveckla nya 4-axliga duolok som kan användas i fjärrgodståg, sling- och linjetåg samt vid rangering och terminalväxling. Det minskar det totala lokbehovet radikalt och kan dessutom medverka till att täckningsgraden i systemet ökar med ökad marknadsandel som följd.

Effektiva vagnar

Samma utveckling av vagnar kan ske i ett vidareutvecklat konventionellt vagnslastsystem och i ett nytt system med linjetåg och duolok. I princip gäller att lastvikten, eller godsmängden per vagn, ökas genom att ökad axellast och metervikt tillåts och att lastprofilen utökas eller att vagnen görs lättare med bibehållen bruttovikt.

Högre axellaster

Den tillåtna axellasten uppgår idag till 22,5 ton på de flesta bandelar i Europa, men det pågår en upprustning till 25 tons axellast i Sverige för allmän vagnslasttrafik och 30 ton på Malmbanan.

Högre axellast ur marknadssynpunkt

Det är en stor fördel om järnvägs-vagnarnas lastkapacitet motsvarar ka-

Fordon	Lastvikt	Max volym	Lastvikt	Max volym	
Lastbil i Sverige	40 ton	160 m ³	40 ton	160 m ³	
Lastbil i EU	26 ton	100 m ³	26 ton	100 m ³	
Järnvägsvagnar					
Max axellast	Lastprofil	2-axliga vagnar		4-axliga vagnar	
22,5 ton	G1 (EU)	30 ton	108 m ³	64 ton	168 m ³
25,0 ton	G1 (EU)	34 ton	122 m ³	72 ton	189 m ³
27,5 ton	G1 (EU)	38 ton	135 m ³	81 ton	200 m ³
25,0 ton	C (S)	33 ton	164 m ³	71 ton	251 m ³
27,5 ton	C (S)	40 ton	204 m ³	81 ton	281 m ³
30,0 ton	C (S)	42 ton	209 m ³	88 ton	310 m ³

Kapacitet för svensk lastbil och järnvägsvagnar i olika utförande.

paciteten hos en normal lastbil. Då finns full utbytbart mellan järnväg och lastbil vilket är en fördel när företagen bygger upp sina logistiksystem. Ett 60 tons lastbils ekipage med slutna påbyggnad har en lastförmåga på knappt 40 ton, vilket är av samma storleksordning som för en tvåaxlig vagn med en axellast av 27,5 ton med normal lastprofil. Det vore således en stor fördel om en största tillåten axellast på 27,5 ton kunde tillåtas i framtiden. En lättbyggd vagn skulle då kunna lasta 40 ton. Genom att utnyttja löpverk och teknik som är skonsam mot spåret kan det finnas möjligheter att tillåta detta på banor som i dag uppgraderas för 25 tons axellast.

Transportkostnaden för tungt gods påverkas av högre axellaster. Ökningen från stax 22,5 till 25,0 ton innebär 9 % lägre transportkostnader, till 27,5 ton 17 % och till 30,0 ton 23 % lägre kostnad per ton.

Större lastprofil

Större lastprofil har stor betydelse för volymgods. En 2-axlig vagn med lastprofil G1 lastar upp till 122 m³ vilket med lastprofil C ökar till 204 m³. Transportkostnaden sjunker med 28 % i ett exempel, se figur.

Lättare vagnar med lätta konstruktionsmaterial

En lättare vagn med bibehållen brutovikt kan erhållas genom användande av lättare material i en vagn med bibehållna yttre dimensioner (längd, bredd och höjd). Exempel på lätta konstruktionsmaterial är fiberkomposit och sandwichkonstruktioner. Lättkonstruktioner har hittills mest använts i komponenter till vagnar tex i dörrar, i tank- eller kylcontainrar samt fiberkomposit i bromsblock.

Lättkonstruktioner har vunnit mark tack vare sin relativa styrka och styvhet och låga vikt. Andra fördelar är att man kan öka egenfrekvenserna i strukturen och minska buller och vibrationer. Funktioner som isolering kan integreras i konstruktionen och underhållsbehovet kan reduceras.

En lättkonstruktion kräver en större insats vid konstruktionsarbetet och kan kräva nya underhållsmetoder. Materialkostnaden är i regel högre vilket innebär att man måste ha ett livscykelperspektiv för att kunna motivera införandet av lättkonstruktionskoncept.

Effektiva vagnar vid olika axellaster
Beräkningar har även gjorts hur nytolasten förändras både per vagn och för hela tåg vid olika axellaster, lastprofiler, tåglängder samt fyllnadsgrader för typiska 2-axliga och 4-axliga vagnar. 4-axliga kortkopplade vagnar betraktas här som 2-axliga. Exempel på data för några olika vagnar framgår av tabell. Slutsatserna av jämförelserna mellan olika utvecklingsalternativ är följande:

Axellasten höjs till 25 ton: För nationell och internationell vagnslastrafik är 2-axliga vagnar med internationell lastprofil av intresse. För nationella systemtåg förordas vagnar med svensk C-profil, antingen 2-axliga eller 4-axliga boggivagnar.

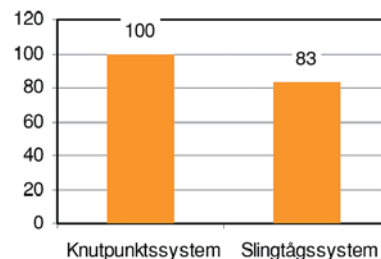
Axellasten höjs till 27,5 ton: Här är det av stort intresse att utveckla en lättbyggd 2-axlig vagn med svensk C-profil, som medger med 40 tons lastförmåga för både vagnslastrafik och systemtåg. Den medger full utbytbart mellan lastbil och järnväg i Sverige. För internationell vagnslastrafik behövs en 2-axlig vagn med internationell lastprofil.

Axellasten höjs till 30 ton: För nationell vagnslastrafik och nationella systemtåg är främst 2-axliga vagnar med svensk C-profil av intresse. För internationell vagnslastrafik är en 2-axlig vagn med internationell lastprofil av intresse.

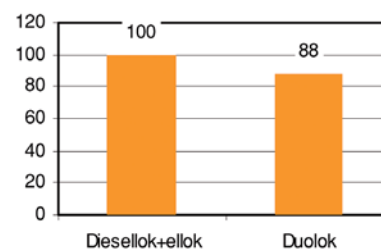
Löpverk för högre axellast och hastighet

Något förenklat kan man säga att godsvagnarnas löpverk (axlar och boggier) har sett likadana ut i 100 år, men nu har utvecklingen tagit fart bl.a. med hjälp av moderna beräkningsmetoder, och helt nya konstruktioner har kommit fram.

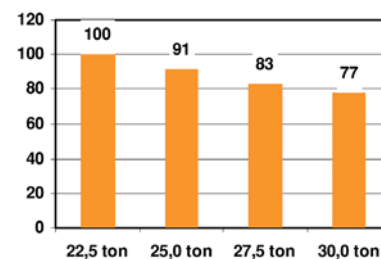
Mjuka löpverk med bra fjädring som är skonsamma mot spåret och ger låga dynamiska krafter kan vara en möjlighet att öka axellasten eller hastighet på befintliga spår utan stora investeringar i banan. Bättre mätmetoder, tex intelligenta godsvagnar som känner av överlast är också en möjlighet att kunna tillåta högre axellaster eftersom det i nuvarande normer alltid finns stora marginaler för överlast.



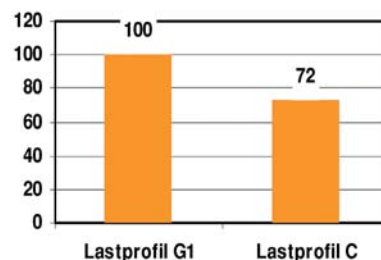
Transportkostnadsindex för knutpunktsystem och linjetågssystem. Två täckta boggivagnar mellan Helsingborg och Sundsvall.



Transportkostnadsindex för trafik med diesellok för matartransport och ellok för fjärrtransport och duolok belä vagnen.



Transportkostnadsindex för olika axellaster med tungt gods. Två fullt utlastade täckta boggivagnar mellan Helsingborg och Sundsvall.



Transportkostnadsindex med lastprofil G1 och lastprofil C för volymgods. Två fullt utlastade täckta 2-axliga vagnar mellan Helsingborg och Sundsvall med 101 resp 149 m³.

Teknik för mindre buller och vibrationer

Buller och vibrationer påverkar omgivningen och är ett miljöproblem för järnvägen. Bullerskärmar är en lösning, men är relativt kostsamma. Bäst är att reducera bullret vid källan. Skivbromsar är tysta och dyra men bromsblock av kompositmaterial ger lägre buller än gjutjärnblock. Nya godsvagnskonstruktioner kan ge både lägre buller och vibrationer.

Ett antal olika tekniker att vibrationsisolera omgivningen från spårområdet har utvecklats som bygger på principen att bryta av utbredningen genom att införa ett elastiskt element längs utbredningsvägen.

En bra godskomfort kan åstadkommas genom att isolera godset från de skadliga vibrationerna och stöarna genom moderna löpverk med bra avfjädring. Ett annat sätt att säkerställa en bra kvalitet är använda IT-system som kan övervaka godsets position, temperatur och vibrationer.

Systemtåg

Idag fordras det ofta diesellok, som växlar vagnssätten in och ut från lastnings- och lossningsplatserna. Orsaken till detta är att lastnings- och lossningsanordningar oftast utgör ett hinder för montering av kontaktledningarna ovanför spåren. Ett annat problem är att många terminaler endast sänder iväg ett lastat tåg per dygn. Detta medför att dieselloken måste kunna merutnyttjas för andra uppgifter än systemtågen för att inte belasta dessa med för höga kapitalkostnader.

Med duolok kan samma lok förflytta systemtågen hela vägen från lastningsplats till lossningsplats. Några särskilda terminallok behövs därför inte heller. Detta innebär en stor rationaliseringspotential. En beräkning har gjorts av vinsten av att använda ett duolok i ett systemtåg mellan Mora och Gävle. Jämfört med dagens system minskar den totala kostnaden med 14 % per tåg.

Dagens Rc-lok har för liten dragkraft att som ensamma lok användas i systemtåg med full längd och höga axellaster. Däremot har två Rc-lok eller två duolok en dragkraft som är tillräcklig för alla tåg som kan bli aktuella.

För systemtåg med tex rundvirke eller malm uppgår fyllnadsgraden vanligen till 100 % i lastriktningen medan de nästan alltid går helt tomma tillbaka. Det gods som transporteras har ofta en högre densitet än det gods som transporteras i vagnslastsystemet varför hög axellast är viktig, ibland i kombination med större lastprofil.

När godsets vikt är dimensionerande är boggivagnar effektivast med dagens teknik eftersom taravikten blir mindre i förhållande till lastvikten. Genom att öka axellasten från 22,5 till 30 ton, lastprofilen till C och tåglängden från 650 till 750 meter går det att öka nyttolasten från 1620 ton till 2370 ton eller med 46 % med boggivagnar.

Kombitrafik

Ofta har stora förhoppningar ställts till att kombitrafiken skall kunna överta trafik från landsvägarna inte minst från politiskt håll. Utvecklingen har dock varit långsam. Järnvägsföretagen har ibland använt kombitrafiken för att rationalisera vagnslasttrafiken. Man har då försökt att få kunderna att använda kombitrafik i stället för vagnslasttrafik. I slutändan har detta ofta medfört att volymerna går på lastbil hela vägen och försvunnit helt från järnvägen.

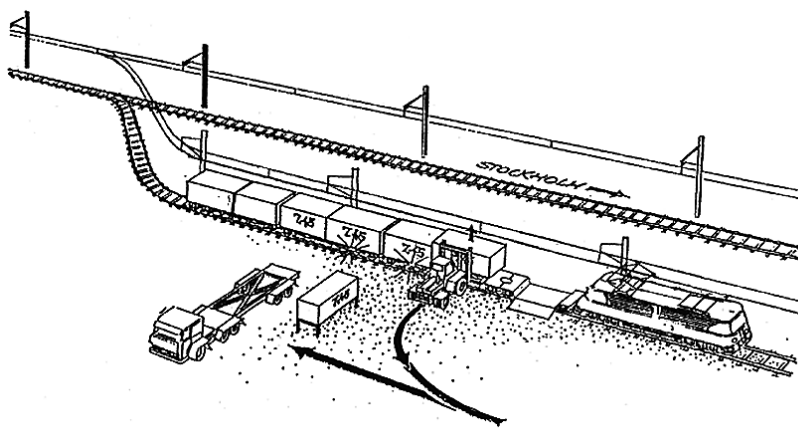
Kombitrafiken är huvudsakligen inrikestrafik. I den mån utrikesgodset går i kombitrafiken lastas den ofta om vid en hamn eller färjeterminal. En trafik som utvecklats mycket positivt är hamnkombitrafiken till Gö-

teborgs hamn. Här har också hamnen varit pådrivande och organiserat skyttlar till olika orter – torrhamnar – med olika operatörer. I detta fall är kombitrafiken effektiv eftersom matartransport endast behöver ske i en ände och containrar kan stuvas både ovanpå varandra och bredvid varandra på båtarna.

Ofta har man försökt att förbättra kombitrafiken genom organisatoriska åtgärder. Man kan dock konstatera, att man har provat många olika organisationsmodeller, men att kombitrafiksystemet och tekniken i grunden är detsamma, även om komponenterna har utvecklats. Därför har vi i detta projekt försökt hitta nya transportsystemlösningar och tekniker. Det behövs givetvis också bra organisation och management i kombitrafiken.

En viktig orsak till att den konventionella kombitrafiken inte har utvecklats mer positivt är de relativt höga kostnaderna i förhållande till transportkapaciteten. Kombitrafiken har ärvt containern från sjöfarten och trailern från lastbilen. För kombitrafik lastbil-järnväg har växelflaket utvecklats. Det medför att det finns en mängd olika lastbärare som måste kunna hanteras med varierande vikt, mått och standard på lyftanordningar.

För kombitransporter lastbil-järnväg är det trailern som ofta dimensionerar systemet och ställer krav på terminalutrustning och vagnar som innebär höga kostnader. Lätta containrar och växelflak kan fraktas på relativt enkla vagnar och kan hante-



I ett lättkombisystem ligger många små terminaler i sidotågsväg och tåget stannar till under vägen 15-30 minuter för att lasta och lossa containers eller växelflak, med en maxvikt på ca 20 ton.

ras med relativt enkel terminalteknik. Det är således trailrar och tunga containrar som är kostnadsdrivande och kräver storskaliga terminaler för att kunna hanteras effektivt.

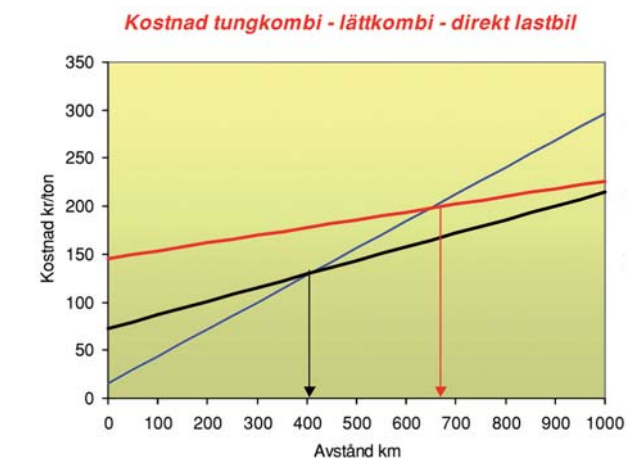
Storskaliga system är väl utvecklade i USA med tex långa tåg och Double-Stack (två våningar containrar). De är bra för långa avstånd och stora volymer och fungerar ungefär som ett containerfartyg på land. Kombitrafikens problem i Sverige och Europa är framförallt att den har svårt att konkurrera på kortare avstånd och i spridda flöden där de största marknaderna finns. För Sverige och stora delar av Europa är det därför intressant att utveckla ett system som i samverkan med lastbilen kan fungera på kortare avstånd och i fler relationer.

Trafiksystem

Konventionell kombitrafik, tungkombi, som hanterar både trailrar, containrar och växelflak kräver stora terminaler som är dyra i anläggning och drift. Det innebär att man måste ha få stora terminaler och att matartransportavstånden tenderar att bli långa. För att få tågdriften effektiv krävs re-latitv stora tåg som går direkt mellan två terminaler. Marknaden blir begränsad till ett antal ändpunktsrelationer på relativt långa avstånd.

I tungkombisystemet ligger de största kostnaderna i terminalhanteringen och matartransporterna. Nya lösningar måste därför i första hand sökas i terminaltekniken och matartransporterna. För att vidga marknaden och minska kostnaderna är principen att ha ett linjetågssystem med många små enkla terminaler nära kunderna. Om systemet begränsas till containrar och växelflak med en maxvikt på 25 ton och trailrar inte hanteras i systemet kan terminaler och hanteringsutrustning göras betydligt enklare. Därav namnet Lättkombi.

Med linjetrafik som innebär att tåget går längs en linje och stannar på flera ställen under vägen kan en större marknad täckas in. Det kräver enkla terminaler som ligger i sidotågväg så att tåget inte behöver växlas in. Om tåget stannar var 10 mil (givetvis beroende på var marknaden finns), innebär det att det ofta finns en ter-



Kostnad i kr/ton för olika typer av kombitransport och lastbil beroende på avstånd. Matartransport avstånd 6 mil för tungkombi 3 mil för lättkombi i varje ände, nyttolast för kombi 33 ton och för direkt lastbil 40 ton.

minal närmare kunden än i ett tungkombisystem. Matartransporten blir kortare, och kan oftare ske i rätt riktning.

Lättkombisystemet dimensioneras för växelflak om max 11 m längd och normalstora 20-fot-containrar båda med en maxvikt på 25 ton. Härigenom kan vanliga industrigaffeltruckar användas vilket inte ställer samma krav på terminalalytorna som tungkombi. Sådana truckar finns ofta tillgängliga vid industriområden. De sammanlagda kostnaderna för terminaler och lyft blir väsentligt lägre. Om en typisk lyftkostnad för tungkombi är ca 300 kr/lyft, blir den för lättkombi ungefär hälften, ca 150 kr/lyft.

I lättkombisystemet blir terminal- och matartransportkostnaden lägre. Tågen är mindre och därmed inte så effektiva som tungkombitågen men de totala kostnaderna blir ändå lägre utom på långa avstånd och i de största relationerna. Lättkombi kan vara konkurrenskraftigt på avstånd på 30-40 mil, medan den konventionella kombitrafiken ofta kräver dubbelt så långa avstånd, se figur. Genom att etablera lättkombisystem kan den konventionella kombitrafiken, tungkombi, koncentreras till de stora terminalerna.

Kostnaden för en kombitransport av två växelflak mellan Helsingborg och Trollhättan har beräknats. I detta fall är tungkombiterminalerna belägna i Malmö och Göteborg och lättkombi-

terminalerna i Helsingborg och Trollhättan. Kalkylen visar att den totala transportkostnaden blir 25 % lägre med lättkombisystemet på grund av kortare matartransportavstånd och billigare terminalhantering.

Terminaler

För tungkombi behövs ett fåtal stora terminaler "Freight Services Centers" som helst skall ligga i direkt anslutning till både väg, järnväg och hamn och där man kan optimera logistikflödet. Där bör också finns utrymme för lager och viss industriverksamhet som har koppling till terminalen. Om möjligt bör i så stor utsträckning som möjligt hamnarna användas som tungkombiterminaler.

För lättkombi behövs ett större antal mindre terminaler eller "hållplatser" där man kan byta transportmedel för att optimera transportkedjan. Terminalerna bör ligga i sidotågväg och ett tåg med en maxlängd på 400 m beräknas bestå av högst 20 st 2-axliga vagnar. Bredvid spåret finns en hårdgjord yta där containrar och växelflak kan hanteras med en gaffeltruck. I framtiden kan gaffeltrucken bytas ut mot en anordning för automatisk lastning och lossning.

En lättkombiterminal beräknas kosta 3-7 Mkr, vilket kan jämföras med kostnaden för en konventionell tungkombiterminal som brukar uppgå till 50-100 Mkr per terminal. Denna är givetvis dimensionerad för större volymer, men skillnaden beror också

på att den måste dimensioneras för lyft av både trailrar och tunga 40-foot-containerar. Det ställer mycket högre krav både på anläggning av terminalens körytor och på de kranar som måste anskaffas.

Lastbärare

De viktigaste lastbärarna för kombi-transporter är containerar, växelflak och trailrar. Containerar är utformade utifrån sjöfartens krav vilket innebär att den är staplingsbar upp till 6 fullastade enheter i höjd samt kan topplyftas i så kallade hörnlådor.

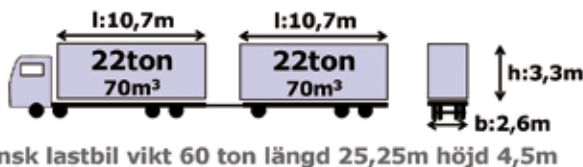
Ett växelflak är konstruerat som ett lastbilsflak och kan lyftas av eller ställas av på stödben. Det är i regel inte staplingsbara men har ofta gaffeltunnlar. Växelflak är främst kopplade till standarder som beror på lastbilarnas mått i olika länder.

En trailer, även kallad semitrailer eller påhängsvagn, består vanligen av ett ramverk, en påbyggnad samt ett hjulställ. De påhängsvagnar som skall kunna användas vid kombi-transporter utrustas med särskilda lyftbeslag.

I kombi-transport med lastbil-järnväg är växelflaket effektivast beroende på att det bäst kan utnyttja både lastbilens och järnvägsvagnens kapacitet och är flexibelt med hänsyn till olika hanteringsutrustning och logistikupplägg. Nuvarande växelflak är oftast 7,45-7,82 m långa och anpassade till internationell trafik med 18 m-bilar för två växelflak och med en total lastvikt på 27 ton.

I Sverige får lastbilarna vara 25,25 m långa och kan ha en lastlängd på 21,9 m och lastvikt på ca 40 ton. Transporter med två växelflak som är 7,45-7,82 m långa, med upp till 15,4 m sammanlagd invändig lastlängd och en lastvikt på 27 ton kommer att vara synnerligen ineffektiva i jämförelse med att lasta direkt i en svensk lastbil.

En 25,25 m-lastbil måste av framkomlighetsskäl bestå av minst två enheter. En möjlig lösning är att ha två lika stora växelflak som då kan vara 10,7 m långa. De bör ha gaffeltunnlar och hörnlådor enligt standard för 20 fots containerar. En ny typ av kombilastbärare, kallad växelflak klass C+ eller superväxelflak, skulle kunna erhållas:



Växelflak anpassat för svensk lastbils- och järnvägstrafik: Längd 10,7 m, bredd 2,6 m och höjd 3,3 m. Med en maxvikt på 22 ton kan den lastas med enkla industrigaffeltruckar på enkla terminaler.

- Utvändig längd: 10,7 m
- Bruttovikt: 22-24 ton
- Hantering: Gaffelfickor för hantering med gaffeltruck
- Lyftbeslag för griparmslyft

En stor fördel med denna typ av lastbärare är att lastbil och släpvagn transporterar lika långa lastbärare och att dessa, om de förses med stödben, enkelt kan skiftas mellan lastbil och släpvagn. Att använda enhetliga och lika långa växelflak som är optimerade med hänsyn till svenska lastbilar, är inte bara effektivt ur transportsynpunkt, utan har också stora fördelar ur logistiksynpunkt. Enhetliga logistiksystem kan byggas upp från produktions- till konsumtionsledet.

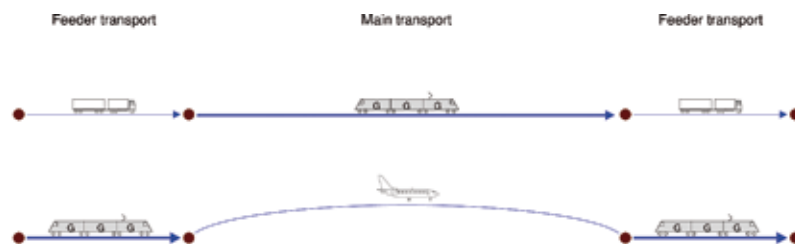
Snabbgodståg – snabbare än lastbilen billigare än flyget

Järnvägen har tidigare haft en stark ställning på post- och expressgodsmarknaden men har i allt större utsträckning blivit utkonkurrerad av flyget och lastbilen. I och med introduktionen av snabbtåg och höghastighetståg har nu järnvägen i vissa länder åter börjat expandera på post-

och expressgodsmarknaden. De system som överlevt börjar också vidareutvecklas. Kännetecknande för *hög-hastighetsgodstrafiken*, dvs godstrafik i hastigheter >200 km/h, är att fordonen är modifierade persontågsfordon och inte vidareutvecklade godsvagnskonstruktioner. I *snabbgodstrafiken* förekommer däremot såväl fordon baserade på konventionella godsvagnar, men tekniskt anpassade för högre hastigheter, som fordon baserade på tågkoncept för persontrafik.

Det mest kända höghastighetsgodståget är idag de franska TGV posttågsätten som kör post på de franska högfartslinjerna. Maxhastigheten är 270 km/h och fordonets konstruktion baseras på TGV-persontågsversionen. I Sverige finns speciella posttåg som körs i 160 km/h som bygger på modifierade godsvagnskonstruktioner. Därtill kommer expressgodstrafiken i persontrafiken som dock nu lagts ned. Här finns redan idag möjligheter till en högsta hastighet på 200 km/h i Sverige.

Marknaden för snabb- och höghastighetsgodståg är volymmässigt liten, men expansiv och erbjuder på grund av de höga varuvärdena en betydan-



Snabbgodståg kan både ersätta flyget på medellånga avstånd och mata till flyget på kortare avstånd.

de intäktpotential. Liksom på andra marknader råder även i detta marknadssegment hård konkurrens och prispress, även om prisnivåerna ligger väsentligt högre än för järnvägs-transporter i övrigt.

En stor del av godset transporteras som post, express-, kurir- eller styckegods. Många transporter genomförs idag med lastbil och delvis även med flyg. När det gäller flygfrakten är det dock huvudsakligen det interkontinentala godset som fraktas med flyg, medan matartransporterna och transporter inom Europa till stor del sker med lastbil. Flygfrakt är just det marknadssegment där järnvägen under senare år har gjort vissa inbrytningar och det är i första hand lastbilsburna matar- och inomeuropeiska transporter som har ersatts med tåg.

Snabbgodstågen kan samverka med både lastbilen och flyget och fungera både som huvud- eller matartransportmedel i en transportkedja.

För att kunna integrera höghastighetsgodståg i en intermodal transportkedja är det viktigt att det finns effektiva och lämpligt belägna terminaler. Under de senaste 10–15 åren har visserligen många flygplatser i Europa fått en järnvägsanslutning, dock enbart för persontrafik. Integrationen av flygplatserna med snabbgodstågstrafik är en viktig möjlighet i framtiden.

I snabbgodstrafiken spelar maxhastigheten en större roll än i den konventionella godstrafiken, där fordonens maxhastighet ofta är underordnad andra krav. Kraven på en hög maxhastighet medför särskilda krav på fordonens tekniska utformning och utrustning.

Vidareutvecklade godsvagnskonstruktioner förekommer framförallt för hastigheter upp till ca 160–200 km/h. De ändringar som krävs för att kunna framföras i dessa hastigheter avser framförallt bromssystemet och löpverken och i vissa fall även lastsäkerhetsutrustningen.

Vid hastigheter över 200 km/h används uteslutande *persontågskonstruktioner*. Exempel är de franska TGV-poststågen och användningen av motorvagnar istället för lokdragna tåg.



Det franska TGV-postståget är världens snabbaste godståg och går i 270 km/h.

Idéskiss till motorvagnståg

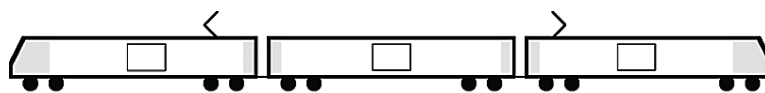
En idéskiss till motorvagnståg för gods har utarbetats. Grundprincipen är att bygga på ett befintligt motorvagnskoncept och anpassa det för snabbgodstransporter. Fönster, inredning och komfortutrustning såsom luftkonditionering behövs inte, däremot behövs stora dörrar för snabb lastning och lossning. Väggarna kan vara raka mellan golv och tak för att öka volymutnyttjandet och förenkla konstruktionen.

Om tåget skall användas vid konventionella terminaler som posten gör i dag skulle en konstruktion med normal golvhöjd kunna användas. Lasten skulle bestå av rullburar som rullas in i tåget. På lång sikt bör ett helautomatiskt system kunna utvecklas. En fyraxlig boggi evagn skulle rymma ca 150 m³ (ungefär som en lastbil) och kunna lasta ca 30 ton vilket motsvarar två 2-axliga postvagnar.

nar. Ett tåg med tre vagnar skulle ersätta ett posttåg med ett lok och sex 2-axliga vagnar. Vid större volymer kan tågen köras i multipel.

För att få bättre ekonomi kan man också försöka utnyttja tågen på dagen. Marknaden är begränsad, men skulle kunna ökas genom prisdifferentiering. Om man kör längre sträckor ner till Europa kan det också bli ett större behov av att köra på dagen. Då är det en fördel att ha ett tåg som har samma prestanda som persontågen.

När det gäller snabbgodståg har kostnaden beräknats för ett helt snabbgodståg med tex post med lok och vagnar jämfört med ett motorvagnståg, med fulla kapitalkostnader. Transportkostnaden i kr/ton blir ca 30 % lägre med motorvagnståget. Det beror dels på att det inte behövs något lok, dels på att produktiviteten blir högre med tåg även på dagen och den högre hastigheten.



Längd	~ 80 m
Maxhastighet	200 - 250 km/h
Lastvikt	~ 80 t
Lastyta	~ 200 m ²
Lastvolym	~ 480 m ³

Idéskiss för motorvagnståg för snabbgodstrafik.

Effektivare infrastruktur

Det som tagits upp om vagnar och tåg för vagnslast och systemtåg ovan hänger intimt ihop med utvecklingen av infrastrukturen. Här följer en sammanfattning av de viktigaste åtgärderna.

Banor för högre axellaster

Högre axellast är av avgörande betydelse för att minska näringslivets transportkostnader och öka järnvägens marknadsandel för tungt gods. Det är i regel förknippat med högre kostnader och mer komplicerat att genomföra eftersom såväl banöverbyggnad som banunderbyggnad och broar och trummor kan vara dimensionerande. Å andra sida så kan också bättre löpverk och bättre kontroll och beräkningsmetoder innebära att man kan tillåta högre axellaster på befintlig bana, eventuellt med vissa hastighetsrestriktioner.

Vagnar med längre axelavstånd – tex dubbelkopplade 2-axliga vagnar i stället för boggivagnar – kan ibland vara att föredra för att få ner metervikten och minska de geotekniska påkänningarna.

Det faktum att det är de dynamiska påkänningarna som är dimensionerande, och dessa kan minskas med moderna vagnar, samt att riskerna kan minskas med moderna kontroll- och mätmetoder, innebär att det kan vara enklare att höja axellasterna i Europa än att vidga lastprofilen. Historiskt sett har axellasterna höjts successivt i Europa för godstrafiken liksom hastigheterna för persontrafiken, som följd av bättre standard på rullande materiel och bana.

Broar för högre axellaster

Broarna kan vara en kritisk länk vid uppgradering till högre axellaster. Ofta är dock gamla broar överdimensionerade. Genom att göra mätningar på gamla broar och använda moderna beräkningsmetoder kan man fastställa mer exakt vilken last de tål. Bronormernas trafiklast är konservativa och ökade kunskaper om de verkliga trafiklasterna kan användas vid uppgradering av broar.

Resultat från mätningar tyder på att överlast av godsvagnar förekommer. Detta ger en osäkerhet i storleken

av de dimensionerande trafiklasterna som skulle kunna minskas med tex vägning av godsvagnar.

Större lastprofil

Större lastprofil är minst lika viktigt som ökad axellast och kombinationen ger ofta störst effekt. I Sverige håller vi redan på att införa en mycket generös lastprofil (C) på större delen av nätet. Det har visat sig att det på många banor går att utvidga lastprofilen med relativt enkla medel. Även om det i vissa fall krävs mer komplicerade åtgärder tex i tunnlar så är den totala kostnaden ändå inte så stor.

Vi har redan från början en vidare lastprofil i Sverige än i Europa. Det finns emellertid planer på större lastprofiler också i Europa bla i Tyskland. Ibland finns det givetvis fysiska hinder som omöjliggör en större lastprofil på vissa banor, men ibland kan det även här vara frågan om byråkratiska hinder snarare än fysiska. Bättre beräknings- och mätmetoder kan ibland vara en lösning.

Industrispår

Tillgången till industrispår är av avgörande betydelse för att vagnslasttrafik på järnväg skall vara ett reellt alternativ för många transportkunder. Industrispåren läggs ned i snabb takt. Den svenska industrin är fortfarande i hög utsträckning lokaliserad till orter med järnväg. Därför bör inte industrispår avvecklas utan snarare utvecklas. Det finns industrispår som inte längre behövs som följd av industrins omstrukturering men det behöver också byggas nya industrispår.

Administration och planering av industrispåren måste förenklas och här kan Banverket med sitt utökade ansvar spela en mycket större roll. Banverket har fått ett större ansvar för finansiering av industrispår men ibland uppstår gränsdragningsproblem. Även avgifter för investeringar och underhåll av anslutningsväxlar har betydelse, de bör ske med enhetskostnader och sättas efter samhällsekonomisk genomsnittskostnad. På lång sikt måste byggandet av industrispår förenklas och göras kostnadseffektivare.

Signalsystem anpassat för godstrafikens behov

Ett signalsystem mer anpassat för godstrafiken är angeläget för att öka kapaciteten och minska driftskostnaderna. Bättre försignalering, så kallad genomsignalering, är en effektiv metod för att få mjukare inbromsning med dagens godståg. I Sverige har vi relativt korta bromsträckor för godståg vilket ger stora påkänningar på bromsar, hjul och räler. 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.

I kombination med någon form av elektropneumatisk broms skulle verkligt stora vinster kunna göras både i kapacitet och driftsäkerhet. Dessa åtgärder skulle sannolikt kunna genomföras snabbare och till lägre kostnad än ett införande av det gemensamma Europeiska signalsystemet ERTMS/ETCS som också har samma fördelar.

Längre tåg

Normal tåglängd i Sverige är 650 m, men på vissa banor går det att köra 750 m långa tåg. Banverket planerar för att utöka nätet för 750 m-tåg, varför de flesta nya banor och mötesplatser planeras för detta. Det har gjorts prov i Sverige med dubbelt så långa tåg, 1500 m, genom att koppla ihop två tåg och radiostyra det andra loket från det första. Detta skulle kunna utnyttjas på de mest belastade banorna och öka kapaciteten radikalt. Det innebär dock att vissa spår på bangårdar och förbigångsspår måste förlängas. Ett sådant system är lättare att införa om det finns elektronisk styrd broms, som även kan användas till att fjärrstyra loket, och automatkoppel.

Elektroniskt styrda bromssystem

Den konventionella tryckluftbromsen fungerar så att luftledningen genom tåget används både för att ladda bromssystemet och för att styra bromsen. Vid bromsning nås tågets främre del först av signalen och börjar bromsa före den bakre delen. Vid



Godstågen i USA kan vara 2-3 km långa med en bruttovikt på 10 000–15 000 ton, har automatkoppel och oftast flera lok.

långa tåg leder det till stora tryckkrafter inom tåget som kan leda till skador på fordonen. Efter att tåget stannat tar det lång tid att ladda bromsen.

Med elektroniskt styrda bromsar sker samtidigt reglering av bromsen i hela tåget oavsett tåglängd och luftledning. Bromsningen kan också hela tiden användas för att ladda bromsen. Bromsinställningen blir jämnare och bromssträckan blir kortare eller så kan hastigheten höjas samtidigt som underhållskostnaderna minskar.

Denna teknik finns i praktisk drift i USA främst i långa systemtåg. I Europa är systemet angeläget inte i första hand för att köra längre tåg utan för att få kortare bromssträckor och lägre underhållskostnader.

Intelligenta godståg

Det datorstyrda bromssystemet utgör grunden för det intelligenta godståget. Dator- och kommunikationssystemet har stor överkapacitet som kan användas för andra styr- och övervakningsuppgifter inom tåget.

Intelligenta godsvagnar har utrustning på vagnen för kommunikation och positionsbestämning samt ett datorsystem för övervakning av vagnen och dess last. Det kan tex kontrollera bromsarna, varmgång, hjulskador, gångegenskaper och godskomfort och automatiskt slå larm om något är onormalt. Begränsade system finns i drift i USA och Europa och det kräver i sig inte att alla vagnar är utrustade med systemet.

I det intelligenta godståget utnyttjas informationen både från alla vagnarna och tåget. I kombination med modern IT-teknologi skulle man då kunna skapa det intelligenta tåget där många kontroll- och manöverfunktioner som i dag sker manuellt eller mekaniskt i stället skulle ske elektroniskt. Kan detta kombineras med en intelligent tågledning där hela trafiksituationen kan överblickas kan infrastrukturen utnyttjas bättre. På lång sikt kan systemen bli satellitbaserade och integreras med det nya säkerhets- och trafikledningssystemet ERTMS/ETCS.

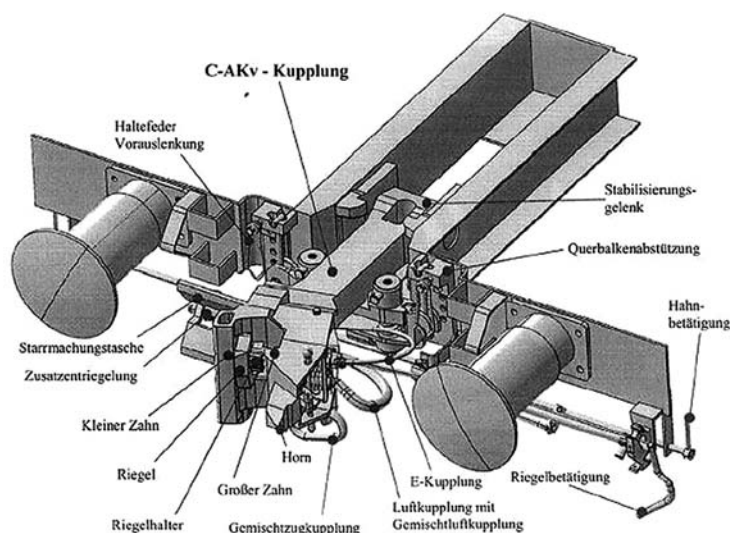
Fjärrstyrda lok

Fjärrstyrda lok används i USA för långa och tunga tåg. Lok kan placeras både främst, i mitten och längst bak på 3 000 m långa tåg. Två modifierade amerikanska system finns i drift i Schweiz och Tyskland. I Europa är inte den främsta användningen av radiostyrda lok i extremt långa tåg men de kan ändå bidra till förbättringar, särskilt vid banor med stora stigningar, vid lövhalka osv.

Automatkoppel

Manuella skruvkoppel och sidobufferkar användes fortfarande i godstrafiken i Europa. De viktigaste nackdelarna är att koppel kräver mycket manuellt arbete som är kostnadskrävande och riskfyllt och som dessutom tar tid. Det begränsar också tågvikten och omöjliggör automatisk koppling av el-, signal- och luftledningar.

Automatkoppel ger stora fördelar genom enklare och snabbare växling, mindre risker och möjlighet till tyngre och längre tåg. Ett modernt automatkoppel måste kunna ta både



Automatkopplet SAB-WABCO C-Akv inbyggt i godsvagn. Bufferterna behövs bara under en övergångsperiod.

tryck- och dragkrafter och också automatiskt kunna koppla både tryckluft och elektronisk utrustning samt vara möjligt att fjärrstyra. Tekniskt finns detta koppel i dag, men praktiskt är naturligtvis svårigheterna att fatta ett beslut om införandet av ett automatkopplet i Europa svåra. Järnvägarna i USA, fd Sovjetunionen, Japan och många andra länder har för länge sedan bytt till automatiska centralkoppel.

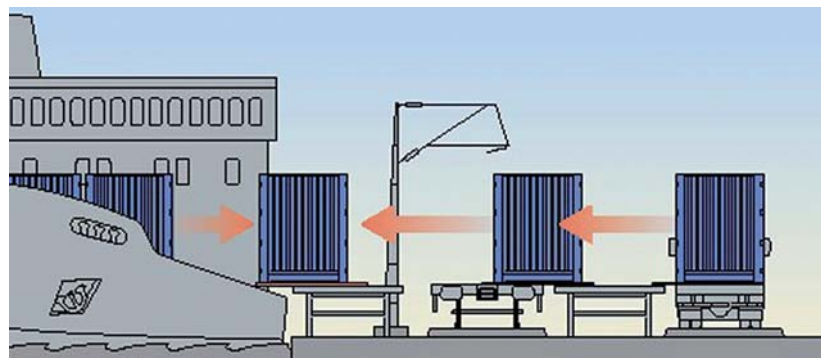
Frågan om införande av ett automatkopplet bör inte skjutas på framtiden. Tidpunkten för att införa ett automatkopplet i Europa är egentligen lämplig nu när järnvägens marknadsandel är relativt låg och behovet av vagnar är förhållandevis lågt. En stor del av vagnparken är föråldrad och behöver bytas ut. I systemtåg som går i slutna system skulle man kunna byta till automatkopplet först så att man kan få praktiska erfarenheter.

Ett beslut om införande av automatkopplet måste givetvis tas på Europainivå. Om man väl bestämmer sig för det så krävs naturligtvis en noggrann planering och omfattande förberedelser. Om de ekonomiska frågorna kan lösas skulle ett införande av automatkopplet kunna ske så snart som möjligt och ge betydande positiva effekter på godstrafiken. Utredningar som har gjorts visar på en pay-off-tid på 5–10 år men detta måste studeras noggrannare där man också tar hänsyn till marknadsaspekterna.

Automatisk överföring av enhetslaster

För att ytterligare effektivisera terminalhanteringen behöver ett system för automatisk horisontell överföring utvecklas. Ett exempel på ett sådant system är det svenska CCT-systemet (CarConTrain) som testats i en prototyp men aldrig kommit i kommersiell produktion. Systemet består av en vagn som är försedd med armar för horisontell överföring och går parallellt med spåret.

Systemet kan överföra enhetslaster med hörnlådor av valfri bredd och längd, det kan således t ex vara 2,5 eller 3,6 m breda och 3 eller 1000 m långa, vilket innebär att man skulle kunna lossa ett helt tåg med containrar på 90 sekunder. Eftersom det kan göras helautomatiskt skulle det



Exempel på ett horisontellt överföringssystem, det svenska CarContrain (CCT). Systemet kan överföra containrar och växelflak med olika bredd och längd mellan transportmedel och till/från lagerplaster. Systemet kan göras helautomatiskt

kunna användas i obemannade terminaler, lager och hamnar. Detta system kallas här autokombi. Detta ger mycket stora möjligheter att skapa effektiva logistiska flöden i framtiden.

Prognoser för effektiva tågsystem

I samband med Järnvägsutredningen (SOU 2003:104) gjorde Järnvägsgruppen KTH i samarbete med Banverket prognoser för att spegla olika organisationsmodeller för år 2010 och teknisk utveckling enligt effektiva tågsystem för år 2020.

Till att börja med kan konstateras, att om inga utbudsförändringar sker, så kommer järnvägens marknadsandel att långsamt minska från 24 % 2002 till 22 % 2020. Det beror på den ekonomiska utvecklingen där branscher med mer högfördälat gods ökar snabbare än lågfördälat gods och att utrikestransporterna ökar snabbare än inrikestransporterna.

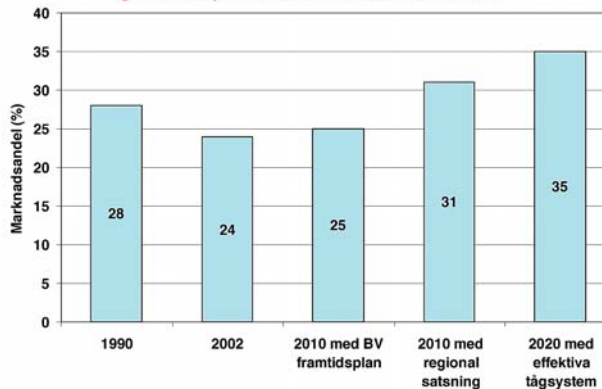
I prognosen för 2010 med Banverkets framtidsplan genomförd ökar den till 25 % främst som följd av ökad axellast till 25 ton och lastprofil C för vagnslast- och systemtåg samt i något högre kvalitet i utrikestrafiken som följd av en fortsatt avreglering. I alternativet regional satsning för 2010 där organisatoriska åtgärder används för att så långt möjligt stimulera järnvägstransporter, dock utan att för den skull försämra lastbilstransporterna, ökar järnvägens marknadsandel till 31%, vilket innebär att den blir högre än 1990.

I detta alternativ förutsätts att utrikestrafiken är avreglerad fullt ut med god kvalitet och att det finns regionala operatörer som kan erbjuda bra service till kunderna. Axellasten är höjd till 30 ton och lastprofil C gäller i Sverige. Industrispårarna har byggts ut i stället för att läggas ned, och det finns lika många industrispår som 1990 (dock inte på samma ställen eftersom näringslivets omstrukturerats). Ett lättkombisystem har etablerats.

Denna struktur förutsätts också ligga till grund för effektiva tågssystem år 2020. Det har därutöver skett en teknisk utveckling av duolok och godsvagnar samt terminalteknik för kombitransporter och nya transportupplägg samt utvecklad IT-teknik för kontroll och styrning har introducerats. Det ger väsentligt bättre ekonomi för vagnslast, systemtåg och kombitransporter. Utrikestransporterna förutsätts fungera lika bra som inrikestransporterna vilket betyder mycket eftersom utgångsläget är så dåligt och volymerna ökar.

Resultatet av effektiva tågssystem blir att järnvägens marknadsandel ökar till 35 %. En ökning till 35 % kan tyckas vara mycket men det förutsätter också ett systemskifte. Jämför man med lastbilstrafiken så har dess marknadsandel ökat från 25 % år 1985 till 35 % år 1996 på bara 11 år som följd av att stora förändringar skett genom ökad bruttovikt och bättre vägar samt genom en avregle-

Järnvägens marknadsandel av långväga godstransportarbete 1990-2002-2010-2020



Utvecklingen av järnvägens marknadsandel 1990-2002 samt för några olika prognosalternativ med olika utbudsförändringar 2010 och 2020.

ring som kommit kunderna tillgodo. Sammantaget innebär prognosen för år 2020 att den långväga lastbilstrafiken minskar med ca 10 miljarder tonkilometer eller 23 % jämfört med om ingenting görs. Samtidigt minskar näringslivets transportkostnader genom den ökade effektiviteten i järnvägens transportsystem. För att åstadkomma detta krävs en fungerande järnvägsmarknad samt utveckling av nya produkter och användandet av ny teknik som till stor del redan finns i dag men som inte är implementerad.

Problem och tvecklingsmöjligheter

Man kan inte bortse ifrån att järnvägen är ett gammalt system som också

befunnit sig i monopolställning under en lång tid och att det finns en konservatism och tröghet i systemet som är betydande. Kanske som följd av att järnvägarna ofta har varit avvecklande i stället för utvecklande är kunderna ofta också konservativa. För det första är järnvägsoperatörernas bearbetning av nya kunder marginell i jämförelse med åkerierna och för det andra så finns inte järnvägen som ett reellt alternativ för många kunder.

En hel del utveckling har dock bedrivits av de stora operatörerna tillsammans med de stora kunderna, inte minst i Sverige där även Banverket är en aktiv part i utvecklingen. Det gäller framförallt systemtågstrafik som är så omfattande att kunderna kan



Nuvarande omlastningsteknik kräver portalkranar eller tunga truckar "reach stackers" som på bilden och innebär höga axellaster.

skräddarsy dem för sina behov och kan utveckla vagnar och lastbärare och också få med operatörer och infrastrukturhållare i processen. Det finns flera goda exempel på detta i Sverige tex Stora-Ensos base-port-system.

Det har gjorts radikala försök att göra inbrytningar i den internationella trafiken, inte minst IKEA-rail. Det är ett exempel på en kund som gjorde en mycket kraftfull satsning på att få ett internationellt trafikupplägg att fungera men som till slut ändå slutade att köra själv. Uppenbarligen är de praktiska hindren fortfarande alltför stora. Ett stort problem var att ta sig över den nybyggda Öresundsbron. Byte av ström- och säkerhetssystem sker mitt på bron vilket förutsätter tvåsystemlok och omöjliggör ett enkelt lokbyte på en bangård.

De stora operatörerna och de stora kunderna är bra på att utveckla de stora transportsystemen, men det är svårt att få till stånd utveckling av transportsystem för mindre kunder även om de tillsammans har stora flöden. De nya mindre privata operatörerna har en flexiblar organisation och produk-

tion och jobbar ofta mer på den lokala marknaden. De har inte alltid lägre kostnader än de större operatörerna men är bättre på att ta vara på de mindre kundernas behov. Det finns emellertid inte så många mindre operatörer och de finns inte i alla regioner.

Problemen finns således främst när det gäller mindre kunder och generellt i utrikestransporter. Avregleringen syftar i grunden till att göra järnvägarna mer effektiva och attraktiva så att järnvägens marknadsandel ökar. Genom att öppna marknaden för fler operatörer ges kunderna fler alternativ samtidigt som det skapar tryck på de gamla operatörerna att förbättra sin verksamhet. De internationella transporterna ökar snabbt i ett alltmer integrerat Europa. Eftersom volymerna är stora och avstånden långa är dessa tekniskt och ekonomiskt sett väl lämpade för järnväg.

Avregleringen av järnvägarna i Europa har hittills för den svenska trafiken till kontinenten inte inneburit några större förbättringar. Avregleringen av lastbilstrafiken har däremot genomgående inneburit lägre priser, vilket inneburit att järnvägen också ofta har svårt att priskonkurrera. Även om det finns po-

sitiva tecken med nya transportupplägg och operatörer, återstår det mesta av intentionerna i avregleringen av den internationella trafiken att genomföras i praktiken. *Detta är således i första hand en fråga om organisation och politik, och inte en fråga om teknik.*

Ofta ställer man hoppet till tekniska lösningar för att lösa järnvägens problem i den internationella trafiken t.ex. att man skall ha lok som går att köra i flera länder eller att man skall införa ett gemensamt europeiskt signalsystem. Dessa åtgärder är önskvärda på lång sikt och de gynnar också godstrafiken, men ur ett gods-transportperspektiv finns andra åtgärder som är minst lika viktiga.

För godstransporterna är faktorer som kapacitetstilldelning, lastprofiler, axellaster, vikt per längdmeter och tåglängder av avgörande betydelse. Om vi får ett interoperabelt järnvägsnät som tillåter att köra med ett och samma lok från tex Sverige till Spanien är det bra. För godstrafikens del är det emellertid ännu angelägnare att kunna köra effektiva godsvagnar med hög lastförmåga hela vägen. Det är vagnarna med godset som skall





Det finns en stor utvecklingspotential i den internationella trafiken i Europa om alla organisatoriska och tekniska problem kan undanröjas.

fram till mottagaren och inte loken. Att byta ett lok behöver inte ta mer än 10–15 minuter, att lasta om en godsvagn är däremot i många fall ekonomiskt omöjligt – godset kommer att fraktas med lastbil istället.

Att i framtiden fortsätta att köra med godsvagnar där axellaster, lastprofiler med mera endast uppfyller dagens minsta gemensamma nämnare är inte någon långsiktigt hållbar lösning. Här finns det således en viktig uppgift för infrastrukturhållarna att samarbeta på europeisk nivå för att anpassa infrastrukturen till den framtida godstrafikens behov.

Det som krävs är ett transeuropeiskt högkvalitetsnät för godstrafik, som utvecklas utifrån ett europeiskt perspektiv och inte bara representerar ett lapptäckte av olika nationella standarder. Det transeuropeiska godsnetet som EU har föreslagit är en riktig ansats i denna riktning, som måste följas av samordnade satsningar från infrastrukturhållarnas sida. En ökad satsning på höghastighetsnät för snabb persontrafik kan också frigöra kapacitet på det konventionella järnvägsnätet för godstrafik.

På ett sätt är det enklare att öka marknadsandelen för persontransporter på järnväg. Genom att investera i ny infrastruktur och köra snabbare

tåg så ökar tågets marknadsandel automatiskt mot bil och flyg. De korta restiderna med snabba tåg gör att tåget blir marknadsledande och potentialen är fortfarande stor.

Hastigheterna är inte lika betydelsefulla för godstransporterna utan det är kostnaden och kvaliteten som är avgörande. Investeringar i infrastruktur ger inte automatiskt högre marknadsandel för godstransporter på järnväg, utan får mer långsiktiga effekter genom att de skapar bättre förutsättningar för ökad godstrafik med högre kapacitet och kvalitet till lägre kostnad. För att få kunderna att välja godstransporter krävs också operatörer som kan tillfredsställa kundernas behov.

Godstransportmarknaden är på kort sikt mycket mer beroende av operatörerna än av infrastrukturen. Men operatörerna har svårt att få lönsamhet och därmed också svårigheter med att utveckla trafiken. Till viss del beror detta på att lastbilstransporterna är för billiga – konkurrensen mellan åkerierna driver ner priserna och de har en helt annan möjlighet att tänja på reglerna än en järnvägsoperatör.

Utländska åkerier kan agera i hela Europa på ett helt annat sätt än järnvägsoperatörerna. Det är svårt att komma tillrätta med de negativa si-

dorna av konkurrensen mellan åkerierna.

Lastbilstrafiken betalar inte sina fulla samhällsekonomiska kostnader samtidigt som banavgifterna är högre än de samhällsekonomiska kostnaderna i vissa länder. Genom att införa vägavgifter och kilometerskatter som är på gång i flera länder inom EU så kan konkurrenssituationen för järnvägarna förbättras. Godskunderna är rationella och väljer det alternativ som kan uppfylla kundkraven och ger lägst totalkostnad. Men det gäller också att godskunderna kan lita på järnvägen och möjligheten ökar om det finns flera alternativ.

Sammanfattningsvis kan sägas att de principiella politiska beslut som behövs för att utveckla godstransporter i stor utsträckning redan är fattade – men ändå inte genomförda i praktiken. Det är avregleringen av järnvägarna, ett samhällsekonomiskt synsätt med internalisering av externa effekter och investeringar i järnvägens infrastruktur, samt ett långsiktigt standardiseringsarbete som behöver genomföras mer konsekvent och i alla länder inom Europa. Därtill behöver järnvägsbranschen själv utveckla sina produkter och tekniska system för att svara upp till politikernas ambitioner och kundernas krav.

Sammanfattning och slutsatser

Vagnslasttrafik

- Utveckla industrispår i stället för att utveckla
- Tågen går efter "linjer" som anpassas efter kundernas behov
- Tågen kopplar av och till vagnar under väg
- Rangering vid behov på en eller ett fåtal rangerbangårdar
- Vagnar kan lastas och lossas när tåget gör uppehåll

Duolok - kombinerat el- och diesellok

- Enhetligt dragkraftssystem: Duolok med både el- och dieseldrift – ersätter både dagens linjelok och terminallok
- Kör fjärrtåg på stambanor med el och tåg på bibanor med diesel, växling på industrispår och bangårdar med el eller diesel
- Ungefär samma kapacitet som dagens Rc och T44
- Ett lok ekonomiskt även vid mindre och medelstora tåg – flera lok kan dra tunga tåg
- Tillverkas av standardiserade komponenter: elutrustning från motorvagnar och industrideklar

Effektivare godsvagnar

- Utveckling av effektivare vagnkoncept med större last per vagn
- Högre axellast och större lastprofil

- Mjuka löpverk med små dynamiska påkänningar på banan

- Införande av elektroniskt styrda bromssystem

- Införande av fjärrstyrt automatkoppling

Infrastruktur

- Utökad lastprofil – i Sverige till profil C
- Ökad axellast – 27,5 ton för vagnslast och 30 ton för systemtåg i Sverige
- Ökad bärighet (metervikt)
- Anpassning av signalsystem för godstransporter tex utökad försignalering
- Anpassning av bangårdar och mötesspår för längre tåg
- Prioriterat godsnät med högre axellast och större lastprofil i Europa

Kombitrafik

- Linjetågssystem med många små terminaler i sidotägväg under vägen
- Lastning och lossning av enhetslast under ett kort uppehåll
- Superväxelflak 10,7 m och 22 ton för effektiva lastbils- och järnvägs transporter

- Växelflak och lätta containrar i lättkombisystem och tunga containrar och trailrar koncentreras till få stora terminaler i ändpunktstrafik

- Utveckla automatisk lastning och lossning av containrar enligt CCT-systemet

Terminaler

- Fullserviceterminaler "Logistikscentra" – strategiskt belägna terminaler för flera transportmedel och lagerfunktioner

- Bytespunkter "hållplatser" – små enkla terminaler nära kunden eller på vägen för att optimera transportkedjan

- Utnyttja om möjligt hamnarna som fullserviceterminaler

- Lokalisera nästa generation lastbils-terminaler nära järnvägar

- Terminaler öppna för alla operatörer

Snabbgodståg

- Utnyttja snabbtågsnätet för att vidga marknaden för övernattnings transporter

- Utveckla motorvagnståg för paket-, post- och expressgodstransporter

- Samlastning mellan post-, paket- och expressgods kan vidga marknaden

- Koppla ihop tåg och flyg för fraktgods i strategiska lägen



20 En större lastprofil som också är fyrkantig utan avrundade hörn är viktig för att minska transportkostnaden för volymgods. Bilden visar en vagn med lastprofil C jämfört med den normala lastprofilen G1.

Forskning, utveckling och demonstration

Trögheten är stor när det gäller att förändra järnvägsbranschen såväl organisatoriskt som tekniskt. Trots allt pågår en hel del utveckling. Förutom investeringar i infrastruktur så har godsvagnar och löpverk utvecklats snabbt de senaste åren. Svårast är att få till stånd nya produkter och trafikupplägg både nationellt och internationellt.

Det är viktigt att det sker både forskning, utveckling och demonstration (FUD). Det krävs mer utveckling och demonstration på kortare sikt och mer forskning på längre sikt. Med kort sikt menas här de närmaste 3-5 åren och med lång sikt från 5 år och framåt. De långsiktiga projekten är mer genomgripande och behöver prövas mer i teorin innan de prövas eller genomförs i verkligheten.

Åtgärder på kort sikt

De åtgärder som kan genomföras på kort sikt är sådana där man testat i stort sett färdigutvecklad teknik i praktiken och på så sätt förbereder för ett senare genomförande i större skala. I samband med dessa demonstrationsprojekt kan man också göra mätningar samt vidareutveckla metoder och kalibrera modeller. Det finns alltså utrymme för forskning även i dessa projekt även om tyngdpunkten ligger på utveckling och demonstration. Exempel på sådana åtgärder är:

- Stopp för nedläggning av industrispår
- Demonstrationsprojekt för etablering av Lättkombisystem
- Demonstrationsprojekt för 10,7 m superväxelflak med järnväg och lastbil
- Uppgradering av befintliga godsvagnar för högre hastighet och axellast – modellberäkning och försöksverksamhet
- Mätssystem och modeller för att öka axellaster och hastighet på befintlig bana
- Försök med genomsignalering i ATC-systemet

- Försök med radiostyrda bromsventiler på sista vagnen (EOT-enhet)

Utvecklingen kan påskyndas med incitament som lägre banavgifter för vagnar som är skonsamma mot spåret och som bullrar lite och med någon form av samverkansbonus till nya transportsystem.

Åtgärder på lång sikt

Utvecklingssteg som kräver fortsatt forskning och utveckling är där tekniken inte finns i dag, eller där det behövs ytterligare arbete för att hitta en optimal lösning. Även IT-system kan behöva anpassas till tågtrafikens krav så att de blir tillräckligt robusta. Följande är exempel på kritiska utvecklingsfaktorer som har identifierats lämpliga för fortsatt forskning och utveckling:

- Duolok, teknisk vidareutveckling och byggande av prototyp
- Automatisk terminalteknik för horisontell överföring, utveckling av prototyp
- Införande av automatkoppel, utvärdering av kostnads- och marknadseffekter
- Fjärrstyrt automatkoppel, demonstrationsprojekt

- Elektroniskt styrd broms och robust teknik för det intelligenta godståg

- Utveckling av lätta material för att minska buller och vibrationer och öka nyttolasten

- Kostnadseffektivare infrastruktur alltifrån broar till industrispår.

När det gäller duolok så pågår ett forskningsprojekt på KTH som tillsammans med TFK gör en djupare studie. När detta är genomfört är det intressant att genomföra ett demonstrationsprojekt.

Hela området med IT-teknik och styrsystem för godståg bildar ett särskilt område som är synnerligen intressant. Detta område ingår i det nya kompetenscentrat "TIMM" som KTH håller på att bilda tillsammans med andra forskare.

Forskning, utveckling och demonstrationsprojekt för framtida godstrafik rymmer således allt från att bevara industrispår till och hitta förenklade metoder för att bygga nya industrispår till sofistikerade IT-system och automatkoppel för det intelligenta godstågets framfart i hela Europa.



Med ett lättkombisystem kan järnvägen konkurrera om mindre sändningar och mer högvärdigt gods på kortare avstånd. Bilden visar det svenska försökståget där en gaffeltruck, som kördes av lokföraren, lastade och lossade växelflak under kontakledningen på mindre terminaler längs linjen.

Effektiva tågssystem för godstransporter

är ett projekt som genomförts av Järnvägsgruppen KTH och som har finansierats av Banverket, KFB/Vinnova och SJ Gods/Green Cargo. Denna studie har huvudsakligen genomförts under år 2000–2004. Projektet har genomförts som ett tvärvetenskapligt projekt med forskare vid olika institutioner på KTH och i samarbete med experter även utanför KTH. Deltagarna har även författat nedanstående rapporter.

Sammanfattande rapporter

- Effektiva tågssystem för godstransporter – Sammanfattning på svenska, KTH Järnvägsgrupp 2005 nr 0502
- Efficient train systems for freight transport – Summary in English, KTH Railway Group 2005 nr 0503
- Effektiva tågssystem för godstransporter – En systemstudie (Huvudrapport) av Bo-Lennart Nelldal (red), KTH Järnvägsgrupp 2005 nr 0504
- Efficient train systems for freight transport – A system study (Principal report in English) by Bo-Lennart Nelldal (ed.), KTH Railway Group 2005 nr 0505

Underlagsrapporter

- Fordon och infrastruktur för effektiva godstransporter, KTH Järnvägsgrupp nr 0506. Innehåller delrapporterna A – G nedan:
 - A. Dual system locomotives for future rail freight operation av Stefan Östlund
 - B. Löpverk för högre axellast och hastighet av Per-Anders Jönsson
 - C. Ökade laster med hänsyn till spårnedbrytning av Sebastian Stichel
 - D. Lätta konstruktioner för högre nyttolast av Per Wennhage
 - E. Noise and vibration aspects on railway goods transportation av Ulf Carlsson
 - F. Infrastruktur för effektivare godstransporter på järnväg av Gerard James

G. Industrispår – förutsättningar för utveckling av Lars Ahlstedt och Bo-Lennart Nelldal

- Automatkoppel av Rune Bergstedt, KTH Järnvägsgrupp 2005 nr 0507
- Bromssystem av Rune Bergstedt, KTH Järnvägsgrupp 2005 nr 0508
- IT-teknik för effektiva tågssystem för gods, KTH Järnvägsgrupp 2005 nr 0509. Innehåller delrapport A och B nedan:
 - A. Intelligent informationssystem av Rune Bergstedt
 - B. Fördelad dragkraft och fjärrstyrda lok av Rune Bergstedt
- Effektiva tågssystem för vagnslast- och systemtåg av Peter Bark, KTH Järnvägsgrupp 2005 nr 0510
- Transportmarknadens struktur och järnvägens konkurrenskraft av Jakob Wajzman, KTH Järnvägsgrupp 2005 nr 0511
- High-speed rail freight av Gerhard Troche, KTH Järnvägsgrupp 2005 nr 0512
- Konkurrenskraftiga kombitransportsystem av Evert Andersson, Peter Bark, Bo-Lennart Nelldal och Jakob Wajzman KTH Järnvägsgrupp 2005 nr 0513
- Branschbeskrivningar för den svenska godstransportmarknaden, Peter Bark, Haide Backman, Hans Bolin och Magnus Olsson, TFK för KTH Järnvägsgrupp 2001 nr 0201
- Analys av marknad samt utvecklingstendenser för paket, stycke- och partigods, Peter Bark, John Landborn och Fredrik Sundberg, TFK för KTH Järnvägsgrupp 2001 nr 0202
- Effektiva tågssystem för framtida godstransporter – nuläge och framtid. OH-bilder från seminarium på KTH 30 maj 2002
- Marknadsanalys och prognoser för nya godstransportsystem på järnväg, Jakob Wajzman och Bo-Lennart Nelldal (del av Järnvägsutredningen SOU 2003:104, bilaga 1)

JÄRNVÄGSGRUPPEN KTH

Järnvägsgruppen KTH, Centrum i forskning och utbildning i järnvägsteknik bildades formellt i april 1996. Syftet är att ta vara på och utveckla den järnvägstekniska kompetens som finns vid högskolan. Järnvägsgruppen består av åtta avdelningar som var och en representerar olika järnvägstekniska discipliner. Merparten av Järnvägsgruppens finansiering regleras via avtal mellan KTH, Bombardier Transportation Sweden AB, Interfleet Technology AB, Branschföreningen Tågoperatörerna, Banverket och SL Infrateknik AB.

Järnvägsgruppens forskning ska vara inriktad mot problemställningar som

- är kritiska för järnvägssystemets effektivitet och konkurrenskraft
- avser att förbättra systemets prestanda samt öka intäkter och/eller minska kostnaderna

JÄRNVÄGSGRUPPENS AVDELNINGAR:

JÄRNVÄGSTEKNIK
Professor Mats Berg
Tel 08-790 84 76
e-post mabe@kth.se

TRAFIK OCH LOGISTIK
Adj professor Bo Lennart Nelldal
Tel 08-790 80 09, 070-762 30 56
e-post bolle@infra.kth.se

LÄTTKONSTRUKTIONER
Tekn Dr Per Wennhage
Tel 070-620 64 34
e-post wennhage@kth.se

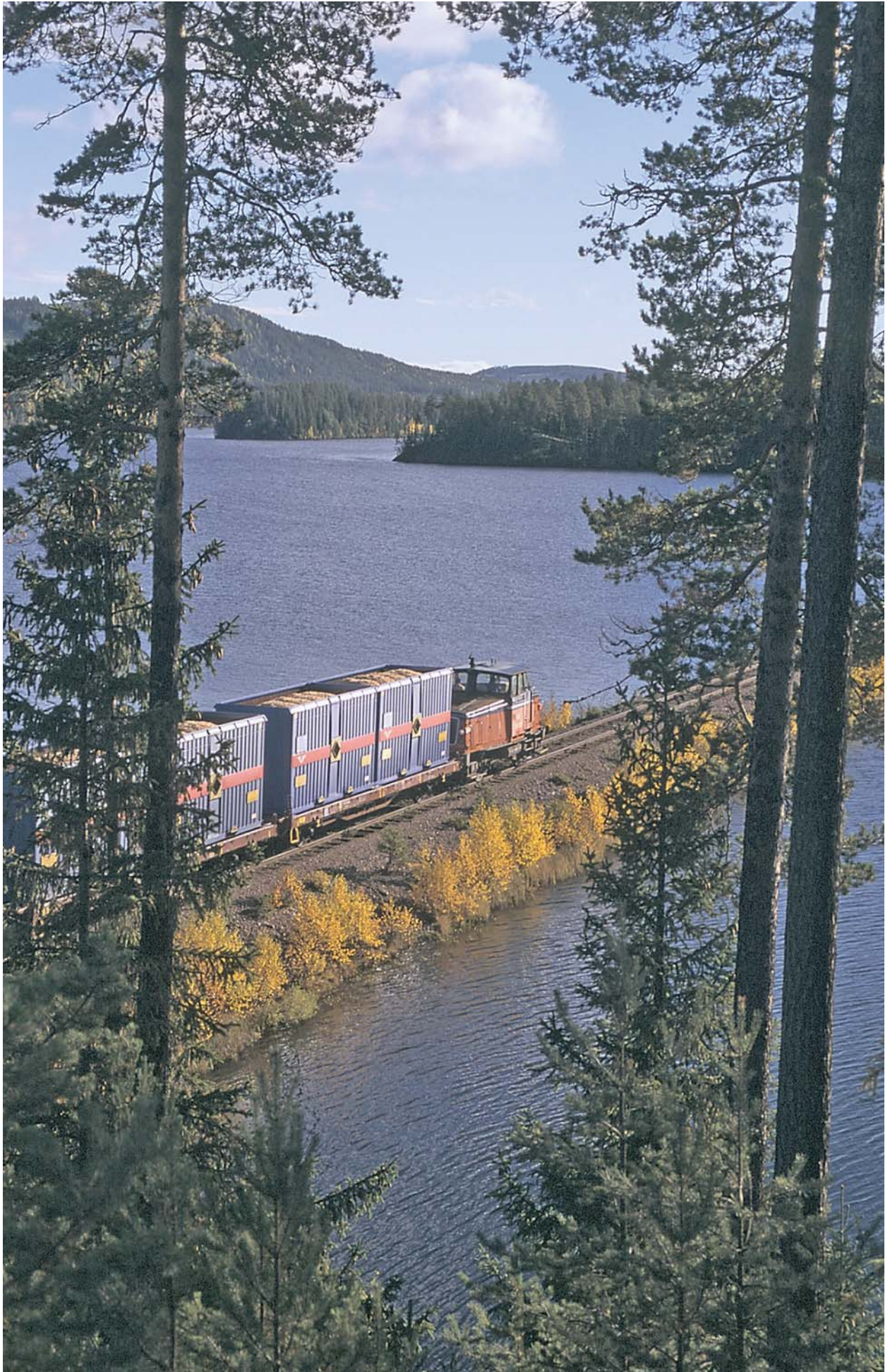
BYGGVETENSKAP
Professor Håkan Sundquist
Tel 08-790 80 30
e-post hsund@struct.kth.se

ELEKTRISKA MASKINER OCH EFFEKTELEKTRONIK
Professor Stefan Östlund
Tel 08-790 77 45
e-post stefan@ets.kth.se

MARCUS WALLENBERG-LABORATORIET FÖR LJUD- OCH VIBRATIONSFORSKNING
Tekn dr Ulf Carlsson
Tel 08-790 90 11
e-post ulfc@kth.se

MASKINELEMENT
Tekn dr Ulf Olofsson
Tel 08-790 63 04
e-post ulfo@damek.kth.se

FORDONSDYNAMIK
Professor Annika Stensson
Tel 08-790 76 57
e-post annika@fkt.kth.se



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 transportkunderna och mer lönsamt för järnvägsföretagen. Järnvägsgruppen finansieras bland annat av Banverket, SJ, Green Cargo och Bombardier.

Flera rapporter har producerats i forskningsprojektet "Effektiva tågssystem för godstransporter". Huvudrapporten, sammanställd av adj. professor Bo-Lennart Nelldal, är avsedd att presentera forskningsresultaten i projektet för forskare, operatörer, transportkunder och tågtillverkare med flera. Denna sammanfattning ger en bra översikt över resultaten och slutsatserna.

