

## Bygg gärna, men bygg rätt!

Välkommen till årets första nyhetsbrev från Järnvägsgruppen KTH. Järnvägs trafikens utformning i Stockholms- och Mälardalsområdet var temat för vårseminariet 2004 som vi refererar kortfattat.

Inom bla detta ämnesområde pågår forskning vid Avd för trafik och logistik. En av frågorna gäller hur tågtrafikens flöden

påverkas av hur infrastrukturen byggs ut, av hur tidtabeller läggs upp och av hur trafikanttillströmning ökar.

Det är gott och väl att bygga nya järnvägar, eller modernisera befintliga. Men det gäller, förenklat uttryckt, att dimensionera rätt.

Varken för småskaligt så att bananläggningen är "urvuxen" efter kort tid, eller för

storslaget så att kostnaderna blir så höga att kanske hela projektet riskerar att gå om intet.

Forskning inom detta ämnesområde vid Järnvägsgruppen KTH leder infrastrukturplanerarna bokstavligen på rätt spår!

Thomas Johansson  
Redaktör

### Forskning om:

## Tågtrafik på järnvägar som ännu inte finns!

Ett problem med järnvägens infrastruktur är paradoxalt nog att den har mycket lång livslängd; många konstruktioner står sig hundra år eller längre. Att planera ny infrastruktur – eller bygga om befintlig – med dagens trafik som måttstock visar sig ibland alltför kortsiktigt.

Inom Järnvägsgruppen KTH genomför en forskargrupp under ledning av professor Bo-Lennart Nelldal vid Institutionen för infrastruktur, Avdelningen för trafik och logistik, datorsimuleringar av järnvägstrafik, inte sällan även på banor som ännu inte är byggda.

Forskningen finansieras av Banverket där Magnus Wahlborg är kontaktperson.

Frågeställningarna är bland annat hur tågtrafiken påverkas av att fler tåg sätts i trafik, om snabbare tåg används eller om tidtabellerna ändras?

Vilken blir effekten för tågmöten på enkelspåriga banor om tågen måste avgå vid icke optimala tider?

Ett aktuellt exempel är Svealandsbanan som byggdes för timmestrafik med fasta avgångstider från Stockholm respektive Eskilstuna och för tåg med 200 km/h som högsta hastighet. Ungefär på halva sträckan finns ett mycket långt mötesspår där möten sker. I övrigt är banan till stor del enkelspårig, några ytterligare mötesmöjligheter finns dock.

– När banan projekterades trodde man helt enkelt inte att det skulle bli så stor tillströmning av passagerare som det faktiskt blev, kommenterar Bo-Lennart Nelldal, som tillägger att när trafiken flyter som planerat, då fungerar det mycket bra.

Trafiksystemet är dock synnerligen sårbart och tål inte stora förändringar innan störningar uppträder. Till bilden hör också att det är mycket trångt på spåren närmast Stockholm. Getingmidjans trängsel påverkar tågtrafiken i hela Mälardalen, och ibland även längre bort.

– Det är lätt att vara efterklok och tycka att man genomgående skulle ha byggt Svealandsbanan dubbelspårig, men då hade kanske ingen bana alls blivit byggd.

Är det lämpligast att förlänga de befintliga mötesspåren, eller ska man försöka bygga helt nya, och ska dessa i så fall vara korta eller långa, och var ska de placeras? Det är några av frågorna som Olov Lindfeldt analyserar på Svealandsbanan.

Sveriges järnvägar har stor andel enkelspår med blandad gods- och persontrafik så dessa frågor har stor generell aktualitet.

Det gäller inte minst för Botniabanan mellan Sundsvall och Umeå som byggs enkelspårig med mötesspår. Den är visserligen

alltjämt under byggnad, men trafiken körs redan i simuleringsprogram. Med detta arbetar Anders Lindahl, med syftet att dels testa datorprogrammet Railsys och dels testa var gränserna går för kapaciteten med olika trafikupplägg.

– Vi kan se hur tågen kör på dataskärmen och kan störa den med slumpvisa förseningar, både från utgångsstationen och vid uppehållen på mellanstationerna. Genom att köra alla tåg under 100 dagar i datorn kan vi räkna ut hur stora de sekundära förseningarna blir till slutstationerna.

– I bästa fall lyckas man minska utgångsförseningarna. Då anses tidtabellen vara stabil och banans återställningsförmåga vara god.



Torleif Jansson, Bo-Lennart Nelldal och Anders Lindahl är några av forskarna vid Avd för trafik och logistik som genomför trafiksimuleringar.

JÄRNVÄGSGRUPPEN KTH  
Kungl Tekniska högskolan  
100 44 Stockholm

Ansvarig utgivare  
Professor Stefan Östlund  
Tel 08-790 77 45  
Fax 08-20 52 68  
e-post stefan@ekc.kth.se

Redaktör  
Thomas Johansson  
TJ Kommunikation  
Tel 070-727 49 51  
Fax 08-81 57 72  
e-post tjkomm@bahnhof.se

JÄRNVÄGSGRUPPEN KTH  
Centrum för forskning och utbildning  
i järnvägsteknik



För persontrafiken på Botniabanen kan slutsatsen dras att trafik med ett tåg varje timme är stabil, men om man kör ett tåg varje halvtimme hela dagen så blir trafiken mer störningskänslig.

Godstrafiken fungerar bra om man enkelriktar trafiken så att de lättare norrgående tågen går på norra stambanan och de tyngre södergående tågen på Botniabanen. Med nya lok kan också tyngre och längre tåg köras och kapaciteten ökas ytterligare. En annan tydlig effekt är att kapaciteten sjunker om man blandar tåg med olika hastighet.

Simuleringsprogrammet RailSys har utvecklats IVE vid universitetet i Hannover (Institut für Verkehrswesen, Eisenbahnbau und -betrieb). Det är ett kommersiellt program som bygger på många års forskning och används i många länder över hela världen. Det används för analys, planering och optimering av spårtrafiksystem och för verifiering av tidtabeller.

Datorprogrammet tar hänsyn till alla relevanta uppgifter om de banor vars trafik simuleras, bland annat höjd- och kurvprofiler och signalsystemets utformning.

Man kan definiera olika typer av tåg som kan ges olika egenskaper, även framtida tåg som inte finns i dag.

Så har tex ett framtida kombinerat el- och diesellok för godstrafik, ett duolok, i olika utföranden testats på Botniabanen.

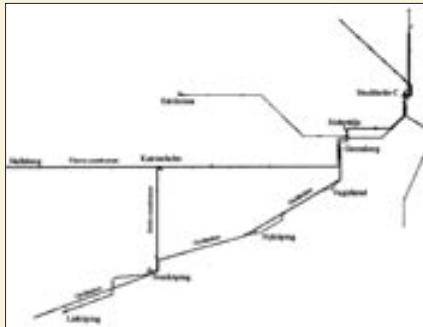
Vid den korta demonstrationen ges intrycket att simuleringsprogrammet är mycket kraftfullt och uppenbarligen kan anpassas till de flesta förutsättningar.

I järnvägsgruppens arbete ingår att testa och anpassa programmet för svenska förhållanden.

– Det går att identifiera känsliga avsnitt på de banor som simuleras. Programmet kan användas både för enkelspår och dubbelspår och för komplexa stationer, säger Anders Lindahl.

– Om man vill kan man lägga in hela järnvägsnätet i Sverige och simulera det på en gång.

Torleif Jansson arbetar med ett motsvarande projekt för Ostlänken, den planerade



Infrastrukturen för Ostlänkensystemet och angränsande banor uppbyggd i datorprogrammet RailSys.

nya järnvägen (Stockholm–) Järna–Nyköping–Norrköping–Linköping. Ostlänken skulle kunna bli den första banan i Sverige för mycket höga hastigheter.

Projektet görs på uppdrag av Banverkets östra region.

Här finns två huvudalternativ: ett med dragning utanför och ett genom tätorterna. Sträckningen utanför följer i princip motorvägens sträckning. Vid Nyköping finns olika förslag till hur flygplatsen Skavsta ska anslutas.

Banverket vill utvärdera de båda alternativen med olika trafikupplägg och infrastrukturutformning liksom hur olika maximala hastigheter påverkar trafiken.

Slutresultatet kan mycket väl bli kombinationer av de lösningar som föreslagits och vars trafikfunktion man redan idag tack vare datorsimuleringar kan bilda sig en god uppfattning om.

– Med datorsimuleringar finner vi samband mellan störningskänslighet, antal tåg, hastigheter, uppehållsmönster och spårutformningar, sammanfattar Bo-Lennart Nelldal.

– Det gäller generellt att hitta så flexibla lösningar som möjligt som håller för olika trafikupplägg. Investeringarna i infrastruktur är långsiktiga och är svåra att förändra när de väl är byggda. Syftet är att öka kunskapen och att vidga perspektivet. □

## Ny systemstudie:

# Effektiva tågssystem för godstransporter

Järnvägens marknadsandelar för godstransporter i Europa har halverats de senaste 25 åren samtidigt som godstransportmarknaden vuxit med nästan 75 procent.

Det konstateras i en ny systemstudie från Järnvägsgruppen KTH, Avd för trafik och logistik. Projektledare har varit adj professor *Bo-Lennart Nelldal*, med delprojektledare från åtskilliga avdelningar som utgör Järnvägsgruppen KTH.

Järnvägen har inte kunnat bibehålla transportvolymen i absoluta tal. Lastbilstrafiken står för hela ökningen och har tagit marknadsandelar från både järnväg och sjöfart.

Väsentligt högre marknadsandel har järnvägarna i USA, tack vare stor gemensam marknad utan nationsgränser – och lönsamma privatjärnvägar istället för förlustbringande nationella eller delstatliga.

Transportkundernas viktigaste krav avser kostnad och kvalitet, men miljöfrågorna ökar i betydelse.

Delmarknader och transportslag indelar studien förenklat i massgods (sjöfart), basgods (järnväg), produktgods (lastbil) och servicegods (flyg).

Vidare redogörs ingående för järnvägens transportsystem som indelas i vagnslasttrafik, systemtåg, kombitrafik och snabbgods-

tåg. Tidigare fanns i Sverige även expressgodsbefordran i persontåg.

Vagnslasttrafiken föreslås utvecklas och utföras i form av linjetågssystem med av- och tillkoppling av vagnar under vägen, istället för knutpunktsystem som idag.

Vinsten är väsentligt färre tågrörelser och färre lok.

Ett förslag är användning av sk duolok, kombinerat el- och diesellok.

Vidare föreslås högre axellaster (27,5 ton mot dagens 22,5 ton), större lastprofil varvid lastvolym för en given tvåaxlig vagn skulle kunna öka från dagens 101 m<sup>3</sup> till 149 m<sup>3</sup>.

Lättare vagnar med lättare konstruktionsmaterial diskuteras, liksom löpverk för högre axellast och hastighet, ävensom teknik för mindre buller och vibrationer.

För kombitrafik diskuteras möjligheten att inrätta ett linjelagt lättkombisystem med terminal i sidotågväg där lastning och lossning sker under kontaktledning med hjälp av gaffeltruck som kan medfölja tåget och kan framföras av lokföraren.

Avsnittet om snabbgodståg beskriver möjligheten att återta marknadsandelar från flyg och lastbil för post- och expressgodsmarknaden, med hastigheter över 200 km/h.

Det mest kända höghastighetsgodståget är

idag de franska TGV-posttågen som har 270 km/h som maxhastighet och vars konstruktion baseras på TGV-persontåg. En idéskiss till ett godsmotorvagnståg för höga hastigheter har utarbetats.

Vidare behandlas vilka infrastrukturåtgärder som krävs för högre konkurrenskraft avseende godstransporter, t ex banor för högre axellaster, signalsystem anpassat för godstrafikens behov, möjlighet att köra längre tåg.

Elektroniskt styrda bromsar, intelligenta vagnar och tåg, fjärrstyrda lok i långa godståg, automatkoppel och automatisk överföring av enhetslast är andra tekniska utvecklingvägar.

Om inga utbudsförändringar sker så kommer järnvägens marknadsandel att minska från 24 till 22 procent från 2002 till 2020. Organisation och politisk vilja avgör, inte så mycket teknik; särskilt tydligt för internationell godstrafik i Europa.

Forskning, utveckling och demonstration (Fud) på både kort och lång sikt är mycket viktigt.

Fud-projekt måste rymma allt från att bevara industrispår, förenklade metoder för att bygga nya industrispår, till sofistikerade IT-system och automatkoppel för det intelligenta godstågets framfart i hela Europa. □

Seminarium:

# Trångt på Stockholmsspår

Järnvägsgruppens årliga seminarium hölls i början av juni 2004, med tema järnvägstrafik i Stockholmsområdet och Mälardalen.

Intensiv järnvägstrafik med framkomlighetsproblem kännetecknar regionen. Störningar här påverkar trafiken också i övriga landet.

Efter inledning av Järnvägsgruppens förestandare *Stefan Östlund*, talade *Oskar Fröidh* om hur långt tågen i Mälardalen räcker och om tågtrafikens vidgade marknad och regionala utvecklingsmöjligheter.

Befolkningsutvecklingsprognos 2000–2030 visar ökning i Stockholm län, små ökning i Uppsala och Södermanlands regionen, minskningar i Örebro och Västmanlands län.

Vidare prognostiseras fortsatt minskning av industriell verksamhet, men ökning inom tjänstesektorn. Befolkningens antal framöver är inte för litet för att motivera fortsatt utbyggnad av järnvägstrafik.

Oskar Fröidh har under lång tid ingående studerat effekterna av Svealandsbanan: bl a ökar arbetspendling på längre avstånd, exempelvis mellan Eskilstuna och Stockholm.

## Bilister tar tåget

Vidare noteras att tidigare bilresenärer ofta ändrar resmönster och blir tågpendlare. Tydligt är att höjd medelhastighet har givit järnvägen fler pendlare eftersom långt fler arbetsplatser kan nå inom rimliga restider.

För framtidens persontågstrafik skisseras tre tågslag: Snabbpendeltåg, som inte stannar vid vissa stationer och kan jämföras med Öresundstågen, därutöver InterCitytåg och snabbtåg.

Effektiv tågtrafik kräver modern infrastruktur. Det innebär att den måste moderniseras i Mälardalen så att både hög topp- och medelhastighet kan garanteras. Då blir resultatet fler resenärer och järnvägstrafiken får en god utvecklingsspiral.

*Per-Arne Kreitz* vid Banverkets östra region fastslog i sitt anförande att persontransportarbetet på järnväg ökat kraftigt i regionen sedan 1990, bl a tack vare Grödinge-, Svealands-, Mälar- och Arlandabanorna.

Behovet av fortsatt utbyggnad av infrastrukturen är stort; runt 80 miljarder beräknas för alla planerade projekt, blott 20 miljarder finns i beviljade medel under den aktuella planperioden.

Kapacitetsproblemen för persontrafiken på järnväg är stora i Stockholm, medan godstrafiken har motsvarande problem i Hallsberg.

Några viktiga infrastrukturprojekt som *Per-Arne Kreitz* nämnde: Citybanan (Mälartunneln), infart söderifrån vid Tegelbacken vid Stockholm C, södra delen av Nynäsbanan.

Under senare delen av planperioden kom-



Det är trångt på spåren runt Stockholm. Endast 20 tåg per timme och riktning klaras på den sk Getingmidjan. Med nya Årstabron, nytt signalssystem och ombyggd infart till Stockholm C söderifrån ökar detta till 28.

mer ombyggnad av Uppsala C och av Märsta och Knivsta stationer.

På ännu längre sikt är moderniseringar och kapacitetsförstärkningar av Dalabanen, Mälarkanalen på sträckan Stockholm–Kallhäll, Kolbäck, partiellt dubbelspår nära Södertälje hamn, Svealandsbanan och genomfart Uppsala aktuella.

Banverket förutser visst lokalt engagemang från berörda kommuner, så att byggstarten kan tidigareläggas.

Intressanta framtidsidéer skisserades i form

av flygpendeltrafik söder om Stockholm, utbyggnad av pendeltågstrafik till Arninge samt projekt med duospårvägar i regionen. En ny kombiterminal efterfrågas i den norra regionen.

Professor *Jonas Holmgren* vid KTH Bygghuset berättade om hur Stockholms spårinfrastruktur mår. Banverkets östra regions broar och tunnlar omfattar 314 mil spår, 58 tunnlar och 873 broar, med ett återanskaffningsvärde på 16 miljarder kronor.

I SL-trafiken finns 335 broar och ca 100 km tunnlar.

Spårsystemet är sårbart eftersom det finns så få passager i nord-sydlig riktning. Många av broarna är byggda i betong under 1940-talet när kunskapen om hur man bygger beständiga konstruktioner var sämre än idag.

Lämpligt vore att avsätta ca en procent av nyanskaffningsvärdet till underhållsåtgärder per år. Istället för önskvärda 160 miljoner kronor avsätts två till fyra miljoner.

## Betongskador

Skador i pelarfundament, korrosion på uppslagsanordningar, vittrande kantbalkar som leder till rostande armering som i sin tur spränger betongen är vanliga problem.

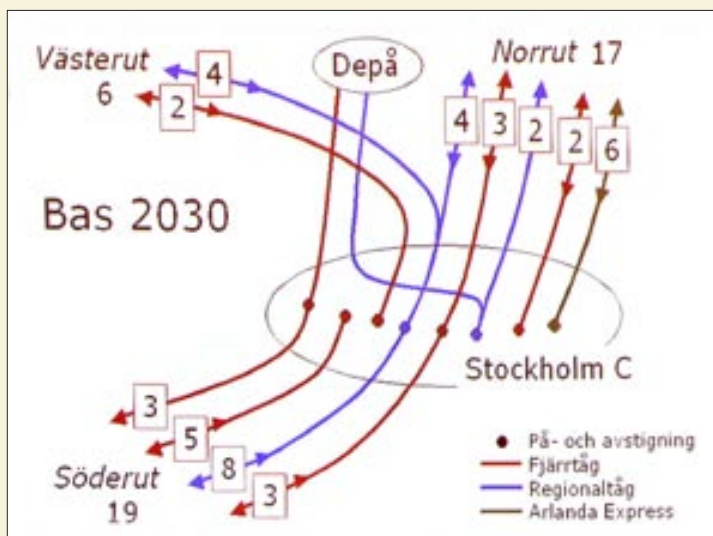
För tunnlar gäller i stort samma problem med sönderfrusen oarmerad sprutbetong, frostsprängning, karbonatisering av betong samt armeringskorrosion.

Nya Årstabron liksom de två spårvägsbroarna som drabbades av sprickbildning för några år sedan studeras ingående vid avdelningen för bygghuset.

*Tomas Ahlberg* från strategisk planering vid SL berättade om framtidens pendeltågstra-



Per-Arne Kreitz från Banverkets östra region berättade om alla moderniserings- och utbyggnadsplaner i regionen.



År 2030 beräknas belastningen av trafik- och tjänstetåg på Stockholm C se ut på detta sätt.

fik. Under leverans är nu 55 nya pendeltåg litt X60 från Alstom/LHB som med tiden ska ersätta de äldsta pendeltågen litt X1.

Ett 107 m långt X60-tåg rymmer sammanlagt 1 840 passagerare och medger plant insteg från plattform med 73 cm höjd. Slutleverans sker 2007. Varje enhet kostar 67,3 miljoner kronor.

Pendeltågstrafik på en ny järnväg till Arninge är på idéstadiet. Den skulle kunna ersätta Roslagsbanans Åkersbergagren. Snabbspårväg till Kårsta, samt en ny järnvägsförbindelse Åkersberga–Norrträlje studeras också. Idag finns bussförbindelser i tminuterstrafik till Norrträlje.

## Upplandspendel

Ett annat idéprojekt är Upplandspendeln Tierp–Örbyhus–Uppsala–Arlanda–Upplands Väsby som skulle knyta ihop Upplands lokaltrafik och SL. Avtal måste i så fall skrivas med A-Train beträffande ersättning för på- och avstigande vid Arlanda där spårplanje och differentierade avgifter måste införas. Resandeunderlaget beräknas till ca 10 000 per dag.

Professor *Bo-Lennart Nelldal* vid Järnvägsgruppen KTH talade om spårkapacitet vid Stockholms central efter att Citybanan tagits i trafik (2015) och om Europabanan kan förverkligas (2030).

Fortsatt stor ökning av järnvägsresandet förutspås, men biltrafiken kommer att fortsätta att dominera. Historien visar att alla systemskiften har givit kraftig trafikökning för järnvägen, t ex efter pendeltågstrafikens etablering 1968 och utbyggnaderna i Mälardalen 1990 (inkl X 2000-start).

Nu sätts förhoppningarna till snabbpendeltrafikens införande 2015 och till höghastighetståg 2030.

Antalet plattformsspår på Stockholm C är begränsande så det gäller att bevara dem som finns idag.

Det förutspås en viss lättnad av spårbristen när Citybanan öppnas omkring 2015, men det kommer åter att råda kapacitetsbrist runt 2030, beroende på hur trafiken med snabbpendeltåg utformas.

Citybanan kommer att medge 30 tåg/h/riktning vid fullt utbyggda fyrspårstationer.

Pendeltågstrafik till Arninge skulle minska kapaciteten på sträckan mot Märsta–Arlanda–Uppsala.

En lösning kan vara att etablera en genomgående flygpendel Arlanda–Stockholm C–söderut.

## Godstågsökning

Idag passerar 12 godståg per dag genom Stockholm C. Dessa förutspås öka till 21 till följd av beräknad ökad godsmängd på tåg under åren 2015–2030.

Ökning prognostiseras således trots att järnvägen förlorat marknadsandelar de senaste decennierna, en följd av hård konkurrens från vägtransporter och av att många nya verksamheter etableras utan spåranslutning och av att många industrispår rivs.

Avslutningsvis efterlyste Bo-Lennart Nelldal högre max-hastigheter. Varför nöja sig med 200 km/h när det bevisligen går att köra 276 km/h?

Ett nytt tydligt systemskifte efterlystes. Och så bör alla tågresenärer i regionen erbjudas sittplats i pendeltrafiken. □

## 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, TrainTech Engineering Sweden 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  
Fax 08-790 76 29  
e-post mabe@fkt.kth.se

TRAFIK OCH LOGISTIK  
Adj professor Bo Lennart Nelldal  
Tel 08-790 80 09, 08-762 30 56  
Fax 08 21 28 99; 08-762 40 27  
e-post bolle@infra.kth.se

LÄTTKONSTRUKTIONER  
Tekn Dr Per Wennhage  
Tel 070-620 64 34  
Fax 08-20 78 65  
e-post wennhage@kth.se

BYGGVETENSKAP  
Professor Håkan Sundquist  
Tel 08-790 80 30  
Fax 08-21 69 49  
e-post hsund@struct.kth.se

ELEKTRISKA MASKINER OCH  
EFFEKTELEKTRONIK  
Professor Stefan Östlund  
Tel 08-790 77 45  
Fax 08-20 52 68  
e-post stefan@ekc.kth.se

MARCUS WALLENBERGLABORARIET  
FÖR LJUD- OCH VIBRATIONSFORSKNING  
Professor Anders Nilsson  
Tel 08-790 79 41  
Fax 08-790 69 82  
e-post andersni@fkt.kth.se

MASKINELEMENT  
Tekn dr Ulf Olofsson  
Tel 08-790 63 04  
Fax 08-20 22 87  
e-post ulfo@damek.kth.se

FORDONSDYNAMIK  
Professor Annika Stensson  
Tel 08-790 76 57  
Fax 08-790 93 04  
e-post annika@fkt.kth.se