

Järnvägsbranschen behöver forskning och utbildning

Det satsas stort på utbygganden av de svenska järnvägarna och äntligen verkar det som om branschen insett att den inte kan fungera väl utan forskning och utbildning. Forskning och utbildning som ökar kunskapen om hur vi bygger och utnyttjar järnvägen på bästa sätt.

Efter några år då fokus har varit på allt annat än utveckling så tar järnvägen nya tag och ett bra exempel på detta är projektet Gröna Tåget där många svenska järnvägsforskare i samver-

kan med industrin arbetar med förutsättningarna för nästa generation snabbtåg i Sverige.

Det här numret av Järnvägsgruppens nyhetsbrev är dubbelt så tjockt som det brukar vara. Vi vill i samband med Nordic Rail passa på att berätta lite mer om några av de projekt som bedrivs på KTH.

Du kan bla läsa om beräkningar av slitage på hjul och räl och om hur vi systematiskt arbetar för att förstå hur ett tåg borde vara utformat för

att minska riskerna vid tex urspårningar. Det finns också ett referat från vårt seminarium i våras om framtidens spårfordon.

Vårt nyhetsbrev kommer ut tre gånger per år och om du inte redan får det så kan du skicka mig ett e-mail så ser jag till att du får det i fortsättningen.

Stefan Östlund, professor
föreståndare KTH Järnvägsgruppen
stefan@ets.kth.se

Forskning om:

Att förutsäga slitage

En stor kostnad i järnvägstrafik utgörs av förebyggande underhåll av spår och hjul, liksom åtgärder som följd av slitage. Det är viktigt att förstå de mekanismer som leder till slitage.

En uppfattning är att detta blir allt viktigare mot bakgrund av att moderna tåg är tyngre och snabbare än äldre.

Ökad betydelse av underhåll och livscykelkostnader (LCC) för fordon och infrastruktur, liksom utveckling av allt kraftfullare datorer, gör att intresset ökar för att kunna förutsäga nötning och slitage av hjul och spår. Syftet är att både kunna etablera en relevant underhållsplanering och att kunna optimera fordon, spår och service avseende dessa frågor. Vid skolan

för teknikvetenskap, avd för järnvägsteknik, studerar Roger Enblom dessa ämnen.

Det övergripande målet är att utveckla datormodeller för att kunna simulera och förutsäga hjul- och rälsnitning vid olika typer av tågtrafik, på olika typer av bansträckningar, hastigheter, väderleksförhållanden, smörjning m m.

Läran om ytor i mekanisk kontakt och fenomen som friktion, nötning och smörjning, således tribologi, är en av hörnstenarna i arbetet som också innefattar gångdynamiska simuleringar av systemet fordon-bana. I forskningsarbetet ingår även att utföra mätningar och ta materialprover för att kunna kvantifiera nötningen.

Den fordonstyp som använts som referens vid uppbyggnad av datormodellen är pendeltåget X10 med 10–15 tons axellast och 140 km/h som högsta hastighet.

– Ett av målen för arbetet är att kunna tillämpa datormodellen för utveckling av nya hjul- och rälsprofiler som fungerar bra såväl i nytt som i slitet skick, säger Roger Enblom.

Han tillägger att inte enbart själva hjulet är föremål för studier, utan även dess funktion som en del av fordonet.

Här kommer frågor in avseende exempelvis hur hjulen är upphängda, varvid den viktigaste egenskapen är hjulparens styrförmåga.

Också frågor om banutformning ingår: är det många och snäva kurvor eller är det mest rakspår? Hur ser rälsprofilen ut, hur slitet är den och vilken lutning har den? Internationellt varierar räslutningen mellan 1:20 och 1:40. Sverige har valt medelvärdet 1:30.

– Det finns ett visst motsatsförhållande mellan önskemålet om självstyrande boggiar och goda gångegenskaper. Sinusgång är inte önskvärd,



– Ett av målen är att kunna tillämpa datormodellen för utveckling av nya hjul- och rälsprofiler som fungerar bra såväl i nytt som i slitet skick. Inte enbart själva hjulet studeras, utan även dess funktion som en del av fordonet, säger Roger Enblom.

däremot god stabilitet. Ett slitet hjul med urgröpnig i rullbanan kan tex ge ökad risk för sinusgång, förklarar Roger Enblom.

Konkret utvecklas i detta forskningsarbete ett datorbaserat verktyg som ska kunna kvantifiera slitaget i termer av förändrad profilgeometri.

Därvid kombineras fordonsdynamiska, kontaktmekaniska och tribologiska modeller.

Sedan länge har fordonsdynamiska modeller varit tillgängliga för beräkning av fordonets

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





Den fordonstyp som använts som referens vid uppbyggnad av datormodellen är pendeltåget X10 med 10–15 tons axellast och 140 km/h som högsta hastighet.

rörelser och kraftspelet mellan hjul och räl. Vanligen används därvid en förenklad kontaktmodell.

För att kunna beräkna slitaget förfinas den kontaktmekaniska modellen med beräkning av spänningsfördelningar samt glidhastigheter och glidsträckor för de små relativrörelser som uppstår lokalt i kontaktytan.

Tillsammans med den tribologiska modellens materialrelaterade parametrar, hårdhet och nöt-

ningskoefficient, blir det då möjligt att förutsäga graden av nötning och var på hjulet den kommer att ske.

Den tribologiska modellen med samhörande materialparametrar tas fram i samarbete med avd för maskinelement.

Den beräknade profilförändringen svarar mot en viss körsträcka.

För att uppnå önskad körsträcka upprepas proceduren åtskilliga gånger med mellanliggande uppdatering av profilen.

I den kompletta datormodellen används ett stort antal teoretiska driftsfall avseende kurvor, hastigheter och väderlek för att representera önskad linjesträckning.

– Modellens resultat jämförs sedan med verkliga utfall. Arbetet började faktiskt med att ta fram ett slags facit. Vi har använt pendeltågs-trafiken med X10 som referens i några år. Det finns god överensstämmelse mellan modellens utfall och verklighetens, förklarar Roger Enblom.

Som resultat erhålls bland annat ett diagram som visar slitagehjul på olika ställen på hjulet.

I ett examensarbete har även motsvarande undersökning genomförts för X2000. Metoden har även börjat tillämpas i Storbritannien.

Roger Enblom berättar att hittills har endast hjul studerats, men nu undersöks även spår på motsvarande sätt.

Detta bedöms vara mer komplicerat och kräver förfinade metoder till följd av bland annat andra materialdata och svårare geometri i farkanten.

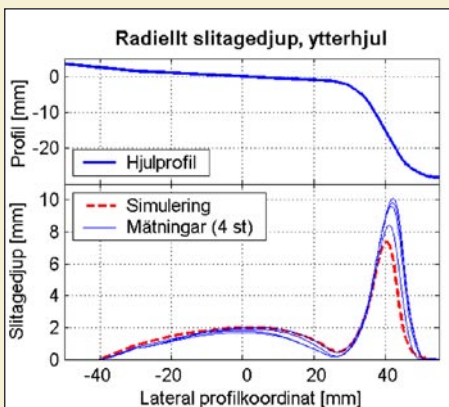
Det krävs stor datorkraft för att kunna genomföra dessa beräkningar som omfattar flera tusen simuleringar. Nu är ett datorkluster om 12 maskiner tillgängligt vilket minskar beräkningstiden väsentligt.

Roger Enblom inledde dessa studier som doktorand hösten 2001 vilket ledde till licentiatavhandling i juni 2004. Forskningsarbetet ska leda till en doktorsavhandling som beräknas kunna presenteras i slutet av 2006. Huvudhandledare är professor Mats Berg.

Förutom forskningsuppgifterna är Roger Enblom verksam hos Bombardier Transportation på halvtid.

Därmed kan man förvänta att kommersialisering av resultaten kan ske snabbt.

En gedigen industriell bakgrund med 15 år hos ABB Corporate Research och sju år vid Adtranz och Bombardier med fordonsdynamik som specialitet är särskilt värt att notera. □



Simulerat och uppmätt slitage för pendelvagn X10 B vid 200 000 km körsträcka.

Så får järnvägen konkurrenskraft

Att färdas i tåg är ett miljövänligt sätt att resa. Det gäller dock för järnvägen att ständigt upprätthålla och förstärka konkurrenskraften gentemot andra trafikslag.

Detta kan ske genom att erbjuda bättre komfort och anpassning till resenärernas önskemål, minskade restider, god tillförlitlighet även i vinterklimat samt väsentligt minskade kostnader per platskilometer.

I detta innefattas kapitalkostnader, kostnader för underhåll, personal, energi och banavgifter.

Dessutom bör miljöbelastningen i form av exempelvis buller och energiförbrukning minska ytterligare; extra viktigt eftersom högsta tillåtna hastighet hos framtida tåg kommer att vara högre än hos dagens.

Den största miljövinsten är att tåget blir så attraktivt att resenärerna i ökad utsträckning väljer tåg istället för bil eller flyg.

Sedan 1997 har den svenska spårtrafiksektorn förnyat beståndet av moderna fordon för persontrafik. Denna förnyelse pågår alltjämt.

Nästa stora förnyelse blir sannolikt efterföljaren till X2000 som måste börja ersättas inom sex till åtta år. Det blir en ny generation snabbtåg för medel- och långdistans trafik som sannolikt får en topphastighet av minst 250 km/h. I bilden finns också att stora infrastruktursatsningar kommer att göras fram till år 2015.

Därför projekt Gröna tåget

Mot denna bakgrund har det nya forskningsprojektet Gröna tåget initierats, med syfte att stärka kompetensen att utveckla och upphandla nästa generation snabbtåg för svenskt klimat och för svenska krav i övrigt, liksom att stärka möjligheterna att påverka europeisk forskning och standardisering.

Detta ska ske genom att högskolor, forskningsinstitut och utvalda konsulter arbetar tillsammans med Banverket, svenska tågoperatörer och svensk industri. I Gröna tåget deltar KTH, Banverket, Bombardier och tågoperatörerna, samt Interfleet, VTI, CTH, Transrail, tågoperatörer och andra deltagare vid behov.

Gröna tåget är ett FUD-program där resultaten direkt ska kunna tillämpas.

Gröna tåget har sitt centrum vid Järnvägsgruppen KTH där professor Evert Andersson är projektledare. Från Järnvägsgruppen KTH deltar ingår också professor Stefan Östlund i styrgruppen. Vid Banverket är Tohmy Bustad projektansvarig och styrgruppens ordförande. Från Banverket ingår även Björn Paulsson i styrgruppen, medan Henrik Tengstrand och Johan Palm representerar Bombardier. Tågoperatörerna deltar genom dess VD Peder Wadman.

Programmet uppdelas i två delprojekt. I ett första delprojekt 2005–2008 förutses utveckling och demonstration av teknik för spårvänliga boggier för hastigheter på minst 250 km/h.



– Den största miljövinsten görs när järnvägen blir så attraktiv att resenärerna väljer tåg istället för bil eller flyg, säger professor Evert Andersson, projektledare för forskningsprojektet Gröna tåget

– Med högre hastigheter kommer spårvänliga boggier att öka i betydelse framöver. Banavgifter kommer att på sikt kopplas till hur tågen sliter spåret, förutspår Evert Andersson.

I detta första delprogram ingår utveckling av radialstyrda boggier för höga hastigheter, både boggier med passiv styrning (mjuk boggi) och sådana med sk mekatronisk styrning (aktiv styrning).

Vidare ingår aktiv sidofjädring för att ge god komfort vid hård kurvkörning på icke perfekt spår. Denna teknik kan också utnyttjas för att maximera korgens bredd inom tillåtet utrymme, genom att tågets fjädringsrörelser minskar.

Detta ansluter i stora delar till ett förslag från Bombardier att utveckla ett nytt snabbtåg för minst 250 km/h, med Reginatåget som provbänk.

Bullerreducering viktig punkt

En annan viktig programpunkt är bullerreducerande åtgärder, främst externt buller. Detta kan ske i form av bullerskärmar på tåget och ljuddämpning i spåret.

– Högre hastigheter ökar kraven på god bullerdämpning, särskilt på inte helt perfekta spår, i kurvor och i växlar, kommenterar Evert Andersson.

Viktigt är att utveckling av alla system och komponenter ger god funktion och tillförlitlighet i svenskt vinterklimat.

Prov planeras mellan sommaren 2006 och våren 2008, inklusive två långtidsprov och ett höghastighetsprov i vinterklimat.

I Gröna tågets andra delprojekt studeras trafik- och marknadsfrågor, avseende exempelvis kritiska restider för viktiga sträckor i Sverige,

efterfrågan vid olika restider, körtider, jämte hastighet och övriga prestanda.

Speciellt behöver möjligheterna för tågtrafiken som en följd av förbättrade prestanda undersökas. En viktig fråga är analys av nya marknader som ligger på gränsen till god tillgänglighet med dagens tågtrafik, men som kan förväntas utvecklas kraftigt med kortare restider. Kan man förvänta sig en tröskeeffekt?

Vidare studeras resandemiljö i vid bemärkelse, kostnader relativt kundvärde, rese- och intäktsprognoser för olika tågegenskaper, prestanda och möjliga tågkoncept som en förberedelse för kommande utveckling.

I det andra delprojektet ingår också ytterligare framtida tekniska fordonfrågor, såsom hjulskador och rälskador, korglutning, vinterproblematik och europastandard.

Trafik- och marknadsfrågorna ska resultera i en rapport som kommer att bli en utgångspunkt i utformningen av fortsättningen av Gröna tåget. Avsikten är att resultaten ska presenteras i form av en kravspecifikation.

Till skillnad från kontinentens länder, där oftast särskilda höghastighetsbanor byggs, fastslås i presentationen av Gröna tåget att man i Sverige bör fortsätta att utnyttja möjligheten att driva både tung trafik och snabb trafik på samma spår. Detta utesluter dock inte att det kan komma att byggas även rena höghastighetsbanor i vissa fall.

Hårda vinterpåfrestningar

Banorna utsätts dessutom för frost och tjäle och andra påfrestningar. Det blir därigenom en utmaning att vidmakthålla ett perfekt spår för höga hastigheter. Vidare är trafikunderlaget i Sverige begränsat, med stora trafikvariationer i tid och rum. Ganska korta tågsätt som kan köras i multipel kan därvid vara en lösning. Till detta kommer möjligheten att utnyttja bred och hög fordonsprofil.

Kraven omfattar därmed god samverkan mellan rullande materiel och infrastrukturen avseende skakningar, slitage och spårkrafter och strömavtagning.

Nästa generations snabbtåg måste dessutom så långt möjligt ansluta till den europeiska standarden, inte minst av kostnadsskäl. Ett nytt snabbtåg för Sverige måste troligen vara en del av kravspecifikationen för ett tåg som är gemensamt för flera europeiska länder, där anpassningen till svenska krav åtminstone delvis kan ske genom modularisering.

Förutom inrikes trafik kan det sannolikt också bli aktuellt med utlandstrafik till främst Norge och Danmark.

I preliminär budget för Gröna tåget maj 2005–september 2008 ingår ca 19 milj kr som Banverket beviljat, samtidigt som näringslivet (Bombardier och i viss mån Tågoperatörerna) står för ungefär dubbelt så höga kostnader. □

Forskning om:

Vad händer i kontaktytan?



Kontaktytan mellan ett järnvägsfordons hjul och spåret det rullar på är liten men har mycket stor betydelse för hur fordonet uppträder och för järnvägstrafikens säkerhet.

Substanser av olika slag i kontaktytan mellan hjul och spår påverkar friktionskoefficienten. Om substansen snabbt sköljs bort blir påverkan ringa, men om den effektivt vidhäftar kan den få en dramatisk effekt på friktionen.

Friktionen mellan hjul och spår spelar i sin tur en avgörande roll för exempelvis adhesion, nötning, kontaktyteutmattnings och generering av buller.

Bilden compliceras av att järnväghjul normalt både rullar och glider vid drivning, bromsning och kurvkörning. Dessutom finns en önskan att generellt kunna höja axellaster, vilket kommer att ställa ännu högre krav på kontaktytorna framöver.

Ökad kunskap om vad som händer just i kontaktytan är således mycket värdefull. Vid KTH:s institution för maskinkonstruktion, avd för maskinelement, studeras ytor i mekanisk kontakt och fenomen som friktion, nötning



och smörjning, således läran som benämns triologi.

Kontaktytan mellan järnväghjul och spår finns i en långt mer komplicerad miljö än motsvarande ytor i exempelvis förbränningsmotorer, där lager är väl skyddade och smörjs på ett kontrollerat sätt.

Vid järnvägen är ytorna däremot öppna och därmed utsatta för bland annat vädrets påverkan. Ytorna utsätts för smuts och partiklar, naturlig smörjning i form av hög luftfuktighet, regn och löv. Allt detta kan allvarligt påverka kontaktförhållandena och därmed de krafter som ska överföras via kontaktytan.

Exempelvis ger en torr sommar större nötning än en regnig. Spåret är faktiskt halast just när det slutat regna, för då ligger små vattendroppar kvar länge. Löv kan ge lika god smörjning som det bästa smörjmedel.

– Vi studerar dessa fenomen teoretiskt och praktiskt och simulerar bland annat nötning och friktion i datormodeller som vi utvecklar, sammanfattar docent Ulf Olofsson.

I modellerna ingår data om gångdynamiska effekter med aktuella krafter och hjulens uppförande vid kontaktytan. Vidare ingår uppgifter om trafikering och hur olika tåg uppträder.

Däriigenom blir det möjligt att simulera nötningmekanismer och granska övergångar från acceptabel via måttlig till katastrofal nötning. Man kan utarbeta så kallade nötningsskattor som beskriver vilka driftförhållanden som ger olika nötningsskattor.

Ulf Olofsson förklarar att vid den första nötningsskattan påverkas endast oxider på ytan, vid den andra graden påverkas en begränsad mängd material genom sprickbildning och vid den tredje och sista, den katastrofala graden, försvinner stora mängder material helt. En teori är att höga temperaturer vid kontaktstället påverkar

nötningsskattan.

Vid avdelningen finns två unika provningsutrustningar för att studera förlopp i ytor mellan två provkroppar. Den ena utrustningen står i en klimatkammare så att olika systemmiljöer kan simuleras.

– Vi kan prova i fukt, värme och kyla, och kan tillföra smörjmedel och exempelvis löv, kommenterar Ulf Olofsson.

Vid avdelningen studerar nu doktorand Jon Sundh just övergångarna mellan dessa olika nötningsskattor. Det som påverkar övergång från exempelvis kraftig till katastrofal nötning ska identifieras. Arbetet ska utmynna i en doktorsavhandling om ca fyra år.

Arbetet inleds med praktiska experiment i provningsutrustningarna. Data härifrån används därefter för konstruktion av datormodeller.

Också förlopp vid skärning kan studeras, vilket innebär att hög temperatur utvecklas i kontaktytan varvid materialens ytskikt, toppar, slits loss så att en våldsamt avverkning blir följden. Material 'kladdar över' mellan de båda provkropparna.

Med datormodellerna ska det vara möjligt att utveckla exempelvis ett system för korrekt smörjning av spår så att nötning och sprickbildning förebyggs. Det gäller att smörja rätt, både avseende intervall och på korrekt ställe på rälerarna.

Idag måste miljövänliga smörjmedel användas. Emellertid är exempelvis rapolja svårare att använda än klassiska mineralolja. Här finns nu möjlighet att prova olika medels smörjförmåga och att studera olika tillsatsämnen funktion.

Det gäller således att generellt öka kunskaperna om nötningmekanismer i kontaktytan mellan hjul och spår. Vidare undersöks vad som händer i stålhjul, särskilt vid höga laster och vid slirning. Dessa kunskaper kommer till god nytta när nya och mer hållbara hjul ska utvecklas för att klara skarpare krav avseende hjulslitage.

Data från studier av graden av slirning och kontaktkrafter vid olika hjul- och spårkombinationer kan användas för att bestämma hur effektivare underhåll ska organiseras, hur bästa smörjning kan arrangeras och för att förbättra ingående data inför simuleringar i samband med utveckling av exempelvis nya hjulprofiler.

Verksamheten finansieras av AB Storstockholms Lokaltrafik, SL, och av Banverket genom Järnvägsgruppen KTH. Forskningsresultaten sprids bland annat genom seminarier och i dialoger med uppdragsgivarna. Dessutom hålls kurser för personal vid Banverket.

Forskning om:

Hur minimera konsekvenser av urspårning?

Järnvägen är ett säkert transportsystem med J gynnsam olycksstatistik. Följderna av exempelvis en urspårning kan dock under olyckliga omständigheter bli katastrofala. Särskilt olyckligt är om fordonen lämnar bansträckningen och rör sig ut i omgivningen, där de riskerar att kollidera med fasta föremål eller andra tåg, eller att välta. Vid vältningsrisken är risken extra stor att passagerare kommer till skada, särskilt om de faller ut genom krossade vagnsfönster.

Vid Institutionen för farkost och flyg vid KTH studerar Dan Brabie systematiskt det som kan minimera konsekvenserna vid en urspårning. Arbetet initierades ursprungligen av fd SJ Teknik, nu Interfleet Technology.

Dan Brabie har i sin licentiatavhandling från juni 2005 systematiskt sammanställt en stor mängd data om sammanlagt 33 järnvägsolyckor i världen avseende orsak och verkan.

Endast olyckor och incidenter i hastigheter över 70 km/h studeras.

Den vanligaste urspårningshastigheten är 120 km/h, med 293 km/h som rekord. Fem olycksorsaker är aktuella i forskningsarbetet: axelbrott utanför hjulskivan, axelbrott mellan hjulen, rälsbrott, hjulbrott eller annan liknande orsak som kan leda till urspårning. Tågolyckor som följd av exempelvis signalfel, eller plankorsningsolyckor, ingår således inte i detta arbete.

En tredjedel av fallen kommer från Sverige, de övriga från främst USA, Storbritannien, Frankrike, Tyskland och Kanada.

– Jag har ett mycket bra samarbete med SJ och med Järnvägsstyrelsen. Från utländska incidenter och olyckor finns mycket information i rapportform att hämta bl a via Internet, men den är i regel inte lika detaljerad och värdefull som den svenska, med något undantag, berättar Dan Brabie och tillägger att det finns en del hemlighetsmakeri i utlandet.

– Inom exempelvis flygsäkerhetsforskning är i princip all information tillgänglig för forskare.

Dan Brabie berättar att den bästa och mest omfattande informationen finns om de mer spektakulära olyckorna, med många döda och skadade. De mindre olyckorna, eller de som endast var tillbud, är ibland inte så väldokumenterade.

– Det är synd, för man kan lära sig mycket också av ett tillbud som inte utvecklades till olycka.

Dan Brabie arbetar med att identifiera fordonsegenskaper som kan påverka utgången av tex ett axelbrott på ett gynnsamt sätt. En viktig egenskap är exempelvis hur pass lågbyggd en boggi är. En lågbyggd ram ger större sannolikhet för att boggi och därmed vagnskorg förblir kvar ovanpå spåret också om hjulens flänsar av någon anledning (tex axelbrott) förlorat den styrande förmågan.

Exempelvis har X 2000 och X 10 i detta avseende en gynnsam boggi-konstruktion och tillbud



Dan Brabie arbetar med att identifiera fordonsegenskaper som kan påverka utgången av tex ett axelbrott på ett gynnsamt sätt.

med dessa tåg har slutat förhållandevis lyckligt eftersom boggierna och vagnskorgarna förblivit kvar på spåret efter en urspårning, också i höga hastigheter.

En annan egenskap är hjulens eller axelns vertikala mekaniska begränsning gentemot boggi och vagnskorg. Vid axelbrott kanske hjulet då förblir nära sin ursprungliga plats i boggin, i stället för att lyftas upp och spåra ur.

En tredje egenskap är bromsskivans storlek och placering. I gynnsamma fall kan skivan utöva en viss form av styrning mot rälen även om hjulen spårat ur.

En fjärde egenskap är den mekaniska styrkan hos de komponenter som kan komma att utöva en styrande funktion vid en urspårning. Detta är särskilt kritiskt i samband med ett urspårat järnvägsfordons passage av växlar och korsningar.

Också effekten av skyddsräler studeras.

Nu utvecklar Dan Brabie en datormodell (Multi Body System Simulation) som kan simulera förlopp vid urspårning. Detta kombineras med ytterligare en datormodell (Finite Element Analysis) som simulerar hur ett urspårat hjul rullar eller studsar på betongsliprar.

På detta sätt ska riktlinjer för konstruktion av en urspårnings-säker boggi kunna utarbetas. Ett problem är att kunna jämföra de datorberäknade konstruktionernas funktion med ett verkligt förlopp; att göra fullskaleprov är av förståeliga skäl inte aktuellt.

Dan Brabie kan därför sägas göra tvärtom, han datorberäknar olycksförlopp med utgångspunkt från kända parametrar och jämför datorsimuleringen med verklighetens utfall. På så

sätt kontrolleras datormodellerna och kan således vid behov justeras. Därmed kan tex beräknas hur en bromsskiva ska utformas och installeras för att ge styrfunktion vid en urspårning.

Forskningsarbetet syftar således i första hand till att ta fram riktlinjer för konstruktioner som ska minimera konsekvenserna vid en urspårning, och delvis också att direkt förebygga urspårningar.

Dan Brabie fortsätter nu detta forskningsarbete fram till hösten 2007 då han räknar med att kunna presentera sin doktorsavhandling. Handledare är professor Evert Andersson, finansiar är Banverket och Järnvägsgruppen KTH, vilka även finansierade arbetet fram till licentiatsavhandlingen, då också tillsammans med Vinnova.

– Det gäller att finna mer kostnadseffektiva lösningar för urspårningssäkra järnvägsfordon för dessa kan inte tillåtas att bli dyrare. Passagerarna är troligen inte beredda att betala mer för denna säkerhet, säger Dan Brabie.

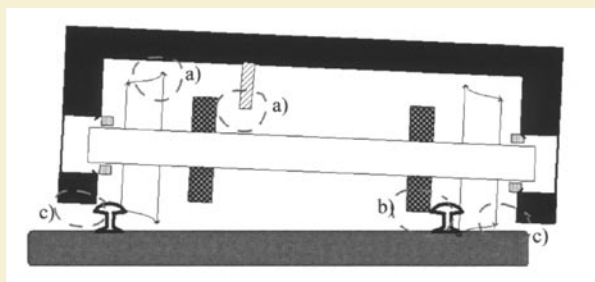
Han berättar att förvånansvärt lite forskning och utveckling hittills har ägnats detta ämnesområde. Säkerhetsfrågor har mest rört vagnskorgs kompressionshållfasthet.

Andra viktiga frågor som förhoppningsvis ska kunna belysas i detta forskningsarbete rör utformningen av fjädringssystem, boggiernas rörelsemöjligheter gentemot vagnskorg, kopplingen mellan vagnar samt tyngdpunktens höjd. Det senare kan vara särskilt kritiskt vid dubbeldeckade fordon.

Ytterligare en intressant fråga avser gäller tåg med sk Jakobsboggi (boggierna är placerade i leden under två vagnsändar som i exempelvis franska TGV-tåg).

TGV-tågen har erfarenhetsmässigt en god förmåga att förbli kvar på bansträckningen efter en urspårning, jämfört med ett konventionellt tåg med två boggierna per vagn. Det är ännu oklart huruvida detta beror på Jakobsboggierna i sig, eller på andra egenskaper hos tågen, tex tyngdpunkthöjden.

Svenska X 2000 har ju visat ungefär samma gynnsamma urspårningsegenskaper fastän det har en konventionell boggiplacering. □



Graden av styrning av urspårad boggi kan vara beroende av:
a) hjulparets begränsning i rörelsefrihet gentemot ram och vagnskorg
b) bromsskivans storlek och placering
c) hur pass lågbyggd boggi-ramen är.

Nya fordon – behövs de?

Järnvägsgruppen KTH anordnade den 9 juni det traditionella vårseminariet, det tionde i ordningen sedan introduktionen 1996. Temat denna gång var: Fordon på nya spår – räcker dagens fordon eller behövs nya?

Ämnet är aktuellt mot bakgrund av nyligen påbörjade leveranser av både nya tvåvåningståg för Mälardalstrafiken och av nya pendeltåg i Stockholm.

Dessutom är ersättning av dagens snabbtåg X2000 angelägen inom några år.

Seminariet inleddes dock med en betraktelse avseende spårfordon i mindre format. Thomas Lange, ÅF, redogjorde för utvecklingen inom ämnesområdet duospårvagnar, även kallat tram-train.

Trafikprincipen innebär att lättbyggda spårfordon, egentligen kraftiga spårvagnar, utrustas så att de även kan trafikera banor som definieras som järnvägar, i blandtrafik med reguljära tåg.

Slipper färdmedelsbyte

Syftet med trafikformen är att trafikanterna ska slippa färdmedelsbyte i gränssnittet mellan järnväg och spårväg, vilket oftast utgörs av en järnvägsstation. Istället övergår spårfordonet utan hinder mellan de båda banformerna.

Däriigenom kan infrastruktur merutnyttjas, och eftersom effektiv spårtrafik oftast är attraktiv för resenärer uppnås erfarenhetsmässigt kraftig ökning i passagerarantal på de sträckor där duospårvägstrafik har etablerats.

Nedlagda stationer kan återöppnas och nya etableras på duospårvägssträckor eftersom duospårvagnar har snabbare acceleration och retardation än konventionella tåg; det är nämligen möjligt att göra flera uppehåll med dessa fordon, utan att blockera spåret för annan trafik.

Idag finns i princip inga tekniska hinder för denna typ av gränsoverskridande trafik. Lösningar för skilda strömmatningssystem, skilda hjulprofiler, skilda signal- och säkerhetssystem, till och med skilda spårvidder (treskenspår!), finns. Hindren är snarare av formell art, baserade på föråldrade regelverk, i sin tur beroende på mentala blockeringar.

Pionjärarbete för trafikformen har utförts i Tyskland, med staden Karlsruhe och omland som ursprungslokalisering 1992. Därefter har Saarbrückens system etablerats 1997, liksom senare system i Zwickau, Chemnitz, Nordhausen och inom kort i Kassel.

I Frankrike finns långt gångna planer för denna typ av trafik i Mulhouse och i Parisregionen. I Nederländerna finns redan spårvagnar i trafik på järnvägsspår (1500 V DC-matning) och fler utbyggnader är aktuella, både i dessa länder och i andra.

Säkerhetsfrågor studerades ingående inför trafikstarten i Tyskland. Duospårvagnar har visserligen lägre passiv säkerhet än konventionella

tåg, men avsevärt högre aktiv säkerhet, främst i form av mycket effektiva bromssystem.

Trafiken i Tyskland begränsas till banor med 160 km/h som högsta tillåtna hastighet, och duospårvagnarna måste kunna framföras i 100 km/h. Man kan således inte få se duospårvagnar på höghastighetsbanor.

På banorna med duotraffic får inte rangering i form av skjutsning av vagnar förekomma.

Inledande studier visade att den absolut vanligaste formen av incidenter på de blivande duospårvägslinjerna runt Karlsruhe var planeringsolyckor.

Med duospårvagnar hade häften av dem aldrig ägt rum, tack vare spårvagnarnas avsevärt bättre bromsförmåga, jämfört med konventionella tåg.

Kasselvagn till Sverige

Det nya duosystemet i Kassel är intressant för svenska förhållanden eftersom en duospårvagn därifrån ska provas i Sverige under 2006, inom ramen för ett forskningsprojekt som drivs av VTI i Linköping. Projektet studerar möjligheterna att införa duospårvägstrafik i Östergötland, i regionen Norrköping-Linköping.

Duospårvagnen, som byggs av Alstom (modell Regio Citadis), kan dels framföras på konventionell spårväg med 600 V DC-matning från kontaktledning, dels i dieselelektrisk drift på icke elektrifierade järnvägar.

I detta forskningsprogram ska bland annat utarbetas ett lämpligt linjenät för duospårväg i Östergötland, varefter de dynamiska effekterna i form av exempelvis regionförstoring ska bedömas.

En förutsättning för etablering av denna trafikform i regionen är att den så kallade Ostlänken har öppnats så att dagens stambana avlastas.

Möjliga utbyggnader av det befintliga spårvägsnätet i Norrköping ska bedömas, liksom en möjlig spårvägsetablering i Linköpings tätort, där bland annat universitets- och sjukhusområden förbinds med resecentrum och centrala staden.

Redovisning av detta forskningsarbete, liksom den nämnda demonstrationstrafiken, sker under 2006.

Många nya tågresenärer

Skånetrafikens järnvägsansvarige Claes Ulvryd berättade om tågutvecklingen i den sydligaste landsändan. Främst som en följd av öppningen av Öresundsbron år 2000 kan en god tillväxt av antalet tågresenärer i Skåne redovisas.

Nya persontrafikförbindelser diskuteras på den så kallade Skånebanan Åstorp-Teckomatorp, genom den blivande Citytunneln i Malmö, på dagens godsbanan Lommabanen, liksom förlängning av Pågatåg från Höör till Hässleholm.



Järnvägsgruppens vårseminarium inleddes med en redogörelse avseende spårfordon i mindre format. Thomas Lange, ÅF, berättade om utvecklingen inom ämnesområdet duospårvagnar, även kallat tram-train.

Andra utbyggnader diskuteras till och från, men bedöms för dagen inte särskilt aktuella.

Spektakulärt projekt är exempelvis återutbyggnad av Simrishamnsbanan (Malmö-Staffanstorp)-Dalby-Veberöd-Sjöbo-(Tomelilla-Simrishamn), vilket livaktigt stöds av kommunerna i stråket.

Nu pågår utredningsarbete inför ersättning av dagens Pågatåg som är 26 till antalet, har littera X11 och är utrustade med toalett och flexutrymme. I tågen finns också tågvärd.

Kundundersökningar visar att det finns beredskap att betala för extra utrustning och för bättre bekvämlighet vid sittplats.

Till bilden hör att resorna med Pågatåg i Skåne är ganska långa, både i tid och rum. Därför behövs bland annat toalett, liksom flexutrymme för cyklar och skrymmande bagage, jämte tjänstekupé.

Tillgänglighet för alla trafikanter måste naturligtvis vara hög, men Skånetrafikens önskar en bättre lösning för exempelvis rullstolsburna än den "snurra" som finns i dagens Reginatåg.

Stolsplacering med fria benutrymmen, liksom fria gångbredder har studerats. Med 70 cm fritt i gång mellan stolar vid 2+3-sittning krävs ganska bred vagnskorg. Stolsdelning ska ökas jämfört med dagens Pågatåg. Sittplatser kan med fördel vara uppfällbara för bekvämt in- och utsteg över tomma platser.

I skisserna finns ett trevagnarståg med runt 250 sittplatser, med mellanvagn i golvhöjd som ger plant insteg till plattformshöjden 58 cm (mellanhöjd) som successivt införs i Skånes bannät.



Skånetrafikens järnvägsansvarige Claes Ulveryd sade att främst som en följd av öppningen av Öresundsbron år 2000 kan en god tillväxt av antalet tågresenärer i Skåne redovisas. Nu pågår arbete med utveckling av nästa generations Pågatåg.

Högsta hastighet i Pågatågstrafiken ska vara 180 km/h. Som kandidater för kommande Pågatåg nämndes Regina, jämte en variant av nya pendeltåget för Stockholm, Alstoms Coradia Lirex (X60), dock med 2+2-sittning. Öresundståget bedöms för avancerat för denna typ av regional trafik.

Thore Sekkenes från Bombardier Transportation gav en tågtilverkarare syn på seminariets rubrik.

Liksom bussar och flygplan måste också tåg förnyas regelbundet, annars blir de oattraktiva och förlorar i konkurrenskraft mot andra transportslag.

Det gäller att nya tåg motsvarar krav på passagerarkomfort och på kapacitet, annars är risken att de inte är lönsamma. Att skaffa aktuell kunskap om passagerarnas önskemål och förväntningar bedöms väsentligt. Det bästa är att kunna överträffa förväntningarna.

Från teknik till lönsamhet

Beträffande lönsamhet framhöll föredragshållaren att det har skett en tydlig förskjutning från frågor om teknik (gärna på detaljnivå), över funktion till just lönsamhet.

Denna förändring i synsätt bedöms mest tydlig i Sverige. I andra länder finns alljämt tyngdpunkten kvar vid teknikfrågor.

Lönsamhetsperspektivets ökade betydelse innebär att kostnader för underhåll och energiförbrukning blir alltmer kritiska.

Teknikfrågor är visserligen fortfarande viktiga, men det är frågor om funktion och prestanda som ska driva tekniken, inte tvärtom.

Beträffande prestanda bör man utgå från operatörens behov avseende ökade intäkter och minskade utgifter. Detta kan avse exempelvis tid för dörröppning och -stängning, tid för passagerarnas av- och påstigning, samt dörrplacering.

Peter Bark, VD för TFK TransportForsk AB, berättade under rubriken Duolok – nytt fordonskoncept i effektiva tågssystem för gods-transporter om behovet av ett nytt dragkraftssystem som kan kombinera eldrift från kontaktledning med drift på spår utan sådan.

Bakgrunden är att det bland från imagesynpunkt bedöms olämpligt med dieseldrivna godståg som framförs under kontaktledning.

Vidare är dagens lokpark för godstrafik onödigt stor, i princip en dieseldriven lokflotta som används för rangering dagtid och en eldriven som nyttjas i linjetrafik nattetid.

Målet för detta forskningsarbete är att utveckla ett modernt lok med två framdrivningssystem. Arbetet finansieras av Banverket och Vinnova, med forskare från TFK och Järnvägsgruppen KTH.

Två effektklasser krävs

Sannolikt behövs två olika effektklasser på den nya lokfamiljen, en mindre (ca 2,1 MW) som klarar lättare uppgifter och en större (3,2 MW) som motsvarar vad dagens Rc-lok presterar (ca 1600 tons tågvikt). Högsta hastighet skulle vara 140 km/h.

Av hittills genomförda analyser framgår att det kommer att krävas ett till två dieselgeneratoraggat, att loken bör vara fyra- till sexaxliga och att de konstrueras som ramverkslok med centralhytt.

I forskningsprojektet ingår att studera hur ett duolok skulle kunna användas i trafik. Bland annat skisseras ett trafikupplägg i form av en slinga, istället för dagens knutpunktstrafik. I slingan skulle rangering på mellanstationer kunna utföras med duoloket, också på icke elektrifierade spår. Linjetrafiken skulle kunna genomföras i elektrisk drift.

Vidare har verkningsgrader beräknats och jämförts med befintliga diesel- och ellok. Det skisserade duoloket skulle få bättre verkningsgrad än de äldre, nu använda dieselloken, men naturligtvis lägre än ellokens.

De förbränningsmotorer som skulle kunna vara aktuella bör hämtas från lastbilsvärlden, där en snabb utveckling kontinuerligt äger rum, och miljökraven är skarpa, och ökande.

Bo-Lennart Nelldal, adj professor trafik- och transportplanering, talade under temat Framtidens fordon i effektiva tågssystem, med underrubriker Regionaltrafik och Höghastighets-system.

Forskning gav Regina

Järnvägsgruppen KTH har varit synnerligen drivande när det gäller att utveckla kravspecifikationer för nya motorvagnståg i regionaltrafik. Flera av dessa arbeten har förverkligats helt eller delvis i de tåg som nu levereras till svenska banor, tex Regina.

Det går att åstadkomma flexibla inredningar med exempelvis sittning i kombinationerna 1+2, 2+2+ och 2+3. Noteras bör att det i undersökningar visats att också dagliga pendlare efterfrågar hög komfort, tvärtmot vad som tidigare antagits.



Peter Bark, VD för TFK TransportForsk AB, berättade om behovet av ett nytt dragkraftssystem som kan kombinera eldrift från kontaktledning med drift på spår utan sådan: sk duolok.

En intressant ekonomisk jämförelse avseende kostnad per personkilometer för olika tågtyper presenterades: generellt slutsats är att loktåg är väsentligt mer kostsamma än motorvagnståg.

Föredragshållaren poängterade att frågan om högsta tillåtna hastighet är viktigare än vad man kan få intryck av vid en ytlig betraktelse av svenska nya banor och tåg.

Slutsatsen är att snabba rese möjligheter ökar antalet passagerare. Från fem till tolv miles reslängd och däröver är tåg numera snabbare än bil.

För den interregionala trafiken krävs inom kort en efterföljare till X2000. Visserligen uppgraderas dessa tåg för närvarande, men högsta hastighet höjs inte. Några nya snabbtåg är ännu inte i sikte, och nya banor byggs för blygsamma 200–250 km/h.

Detta bedömde föredragshållaren som för lågt; hastigheten bör höjas till 350 km/h. Med högre hastigheter kan tåget ta marknadsandelar.

Gröna tåget

Avslutningsvis informerade professor Stefan Östlund, järnvägsgruppens ordförande, över- siktligt om forskningsprojektet Gröna tåget, som beskrivs något mer ingående på annan plats i detta nyhetsbrev.

Kortfattat kan nämnas att Gröna tågets syfte är att öka marknadsandelarna för järnvägen vilket kan ske genom att tåget blir mer attraktivt, bland annat som en följd av högre hastigheter, bättre komfort, lägre buller och vibrationer m.m.

Den avslutande diskussionen koncentrerades till följderna av järnvägsbranschens omorgani-



Järnvägsgruppen KTH har i flera forskningsarbeten varit drivande vid utveckling av kravspecifikationer för nya motorvagnståg. Flera av dessa arbeten har förverkligats i form av de tåg som nu levereras till svenska banor, t ex Regina.

sation (ofta kallad omreglering) under senare år i Sverige och i andra länder.

Olika uppfattningar om branschens fragmentisering, kunskapsförlust och av EU-normer påtvingade låga prestandakrav i samband med upphandlingar luftades.

Exempelvis noterades att stela löpverk nu åter introduceras i större skala på landets banor. Kraven på spårvänliga boggiar var högre förr.

Farhågor för ökat slitage och sämre komfort framfördes, liksom att de använda EU-normerna gör att kraven inte kan ställas för högt. En förhoppning yppades i form av att kommande

högre banavgifter för stela löpverk kan sättas högre än för mjuka.

Vidare framfördes farhågor för att svensk kompetens inom järnvägsbranschen nu flyttas utomlands, en följd av aktuella företagsförändringar. Dock finns aktiva europeiska forskningsnätverk som ger möjlighet för att återföra kompetens till landet.

Likaså yppades oro för järnvägsbranschens fragmentiseringen, med en mängd olika aktörer som i vissa sammanhang konkurrerar istället för samverkar för branschens bästa. Stor risk finns att helhetssynen går förlorad. □

NY LITTERATUR

FORSKNINGSRAPPORTER OCH ARBETSRAPPORTER

Effektiva tågssystem för godstransporter – en systemstudie. Huvudrapport. KTH Järnvägsgruppens rapport 0504. Redaktör: Bo-Lennart Nelldal, 2005

Underlagsrapporter i effektiva tågssystem för godstransporter

Fordon och infrastruktur för effektiva godstransporter. KTH Järnvägsgruppens rapport 0506. Östlund et al., 2005

0506A Dual system locomotives for future rail freight operation. Stefan Östlund

0506B Löpverk för högre axellast och hastighet. Per-Anders Jönsson

0506C Ökade laster med hänsyn till spårnedbrytning. Sebastian Stichel

0506D Lätta konstruktioner för ökad nyttolast. Per Wennhage

0506E Noise and vibration aspects on railway goods transportation. Ulf Carlsson

0506F Infrastruktur för effektivare godstransporter. Gerard James

0506G Industrispår – förutsättningar för utveckling. Lars Ahlstedt och Bo-Lennart Nelldal

Automatkoppel. KTH Järnvägsgruppens rapport 0507. Rune Bergstedt, 2005

Bromssystem. KTH Järnvägsgruppens rapport 0508. Rune Bergstedt, 2005

IT-teknik för effektiva tågssystem för gods. KTH Järnvägsgruppens rapport 0509. Rune Bergstedt, 2005

0509A Intelligent informationssystem

0509B Fördelad dragkraft och fjärrstyrda lok

Effektiva tågssystem för vagnslast- och systemtåg. KTH Järnvägsgruppens rapport 0510. Peter Bark, 2005

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
Fax 08-790 76 29
e-post mabe@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@ets.kth.se

MARCUS WALLENBERGLABORATORIET
FÖR LJUD- OCH VIBRATIONSFORSKNING
Tekn dr Ulf Carlsson
Tel 08-790 90 11
Fax 08-790 61 22
e-post ulfc@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