



SJ Höghastighetståg 250 km/h

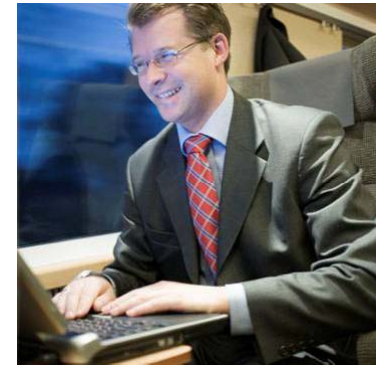
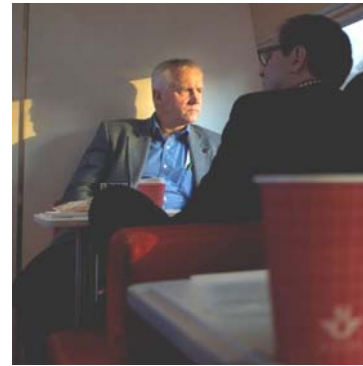
KTH 2011-01-20

Björn Westerberg



Agenda

- SJ Introduktion
- Höghastighetståg 250 Km/h



Vår vision:
Alla vill ta tåget





Vår affärsidé:

Effektivt och miljövänligt resande





SJs uppdrag

Att bedriva persontrafik i egen regi, i samarbete och i konkurrens med andra

Att vara ett lönsamt företag och följa de allmänna villkoren för statligt företagande



SJs mål - modernt, lönsamt och kundnära

4 500 medarbetare

100 000 resenärer varje dag

230 stationer trafikeras varje dag av SJ

400-700 avgångar per dag

11 000 besöker dagligen SJs resebutiker

60 000 besöker sj.se dagligen

10 000 ringer till SJ varje dag



Strategi

Att skapa lönsam tillväxt på befintliga och nya marknader genom att...

- alltid hålla en hög kundupplevd kvalitet
- på ett engagerat sätt möta kunders krav och förväntningar
- erbjuda nya produkter och tjänster
- hålla en konkurrenskraftig kostnadsnivå
- tydligt och konsekvent visa vad SJs varumärke står för





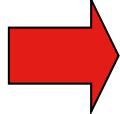
Vi vill uppfattas som...

- Pålitligt
- Säkert
- Enkelt
- Miljöanpassat



Agenda

- SJ Introduktion

-  ■ Höghastighetståg



Projektets målbild

■ Förändra sättet att resa!

- Nytt koncept som driver resandet
- Jämför introduktionen av X2000

■ Ingångsvärden

- 20 fordon med leverans Q4 2013
- Fordon på befintlig infrastruktur
- Standardfordon, 250 km/h och korglutning
- Sverige, Norge, Danmark och Tyskland
- Affärsmässig investering

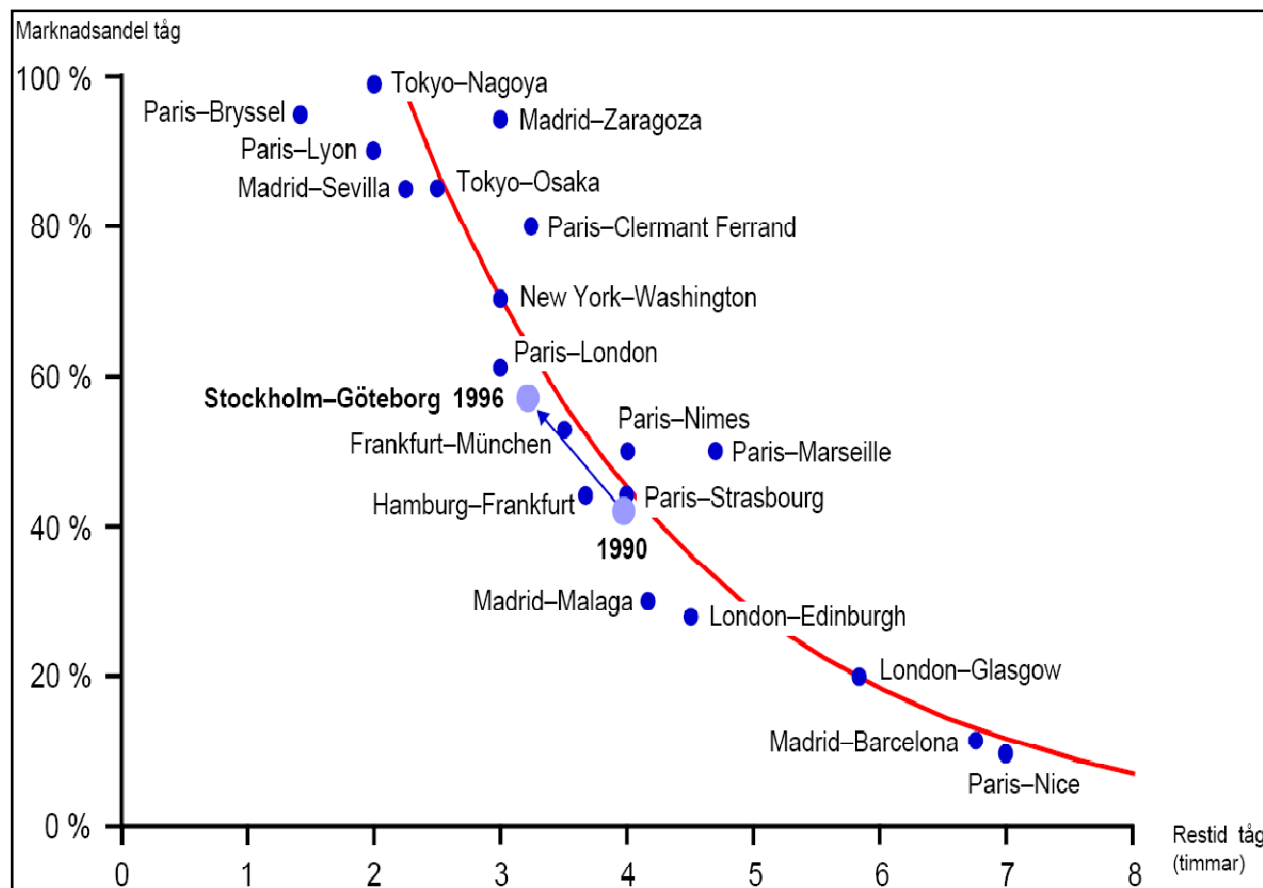


Vad vill kunder ha?

- Korta och attraktiva restider - Tillgänglighet
 - Hög turtäthet samt direkttåg
- Pålitlighet
- Låga biljettpriser
- God komfort och service



Marknadsförändringar tåg/flyg

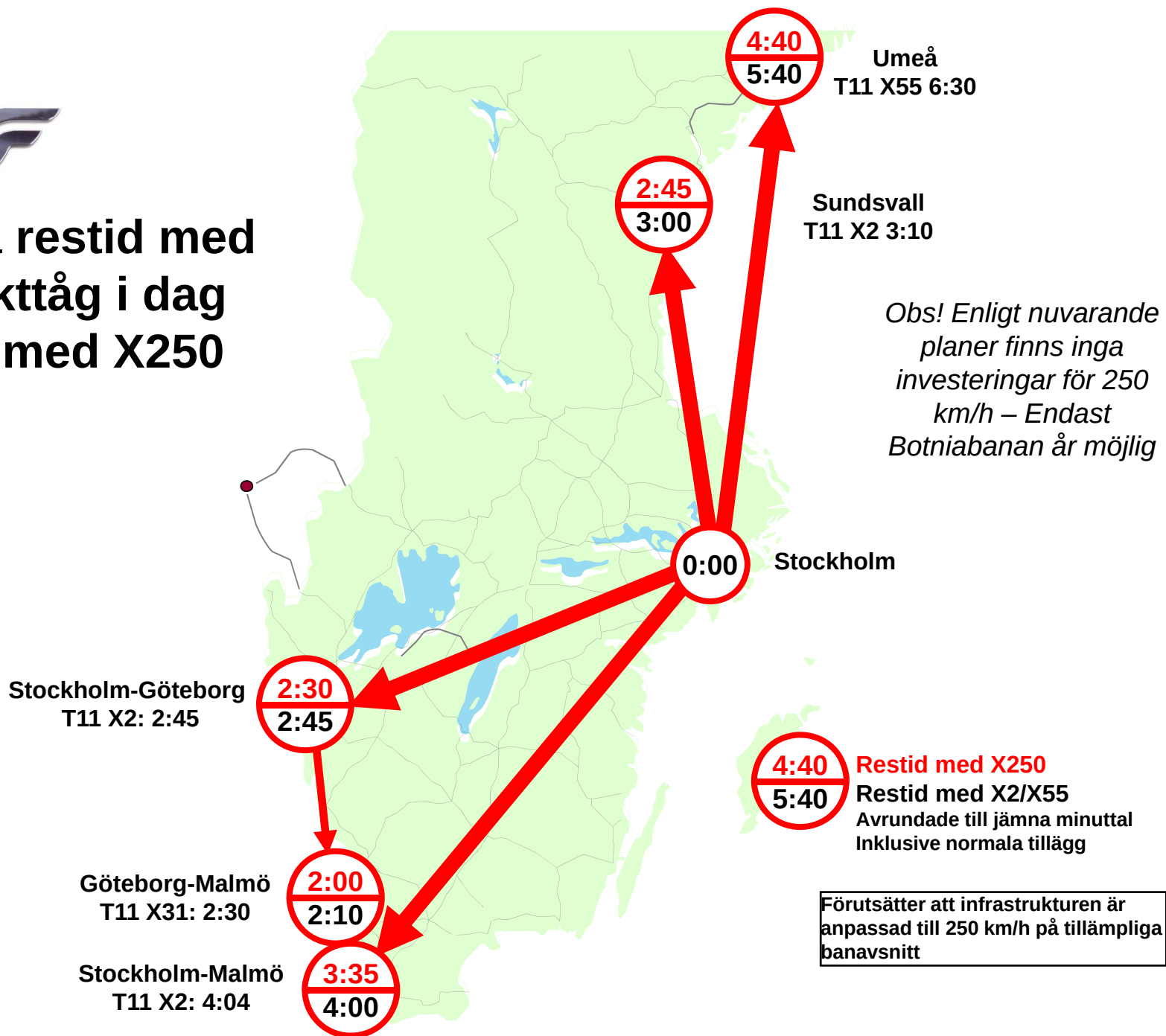


3 tim

Källa: KTH Järnvägsgruppen, Centrum för forskning och utbildning i järnvägsteknik



Bästa restid med direkttåg i dag och med X250





Utmaningar

Vad krävs av infrastrukturen för 250 km/h?



Viss utbyggnad av infrastrukturen men fortsatt kapacitetsbrist

Infrastrukturförändringar t o m 2021 - Enligt nuvarande planer

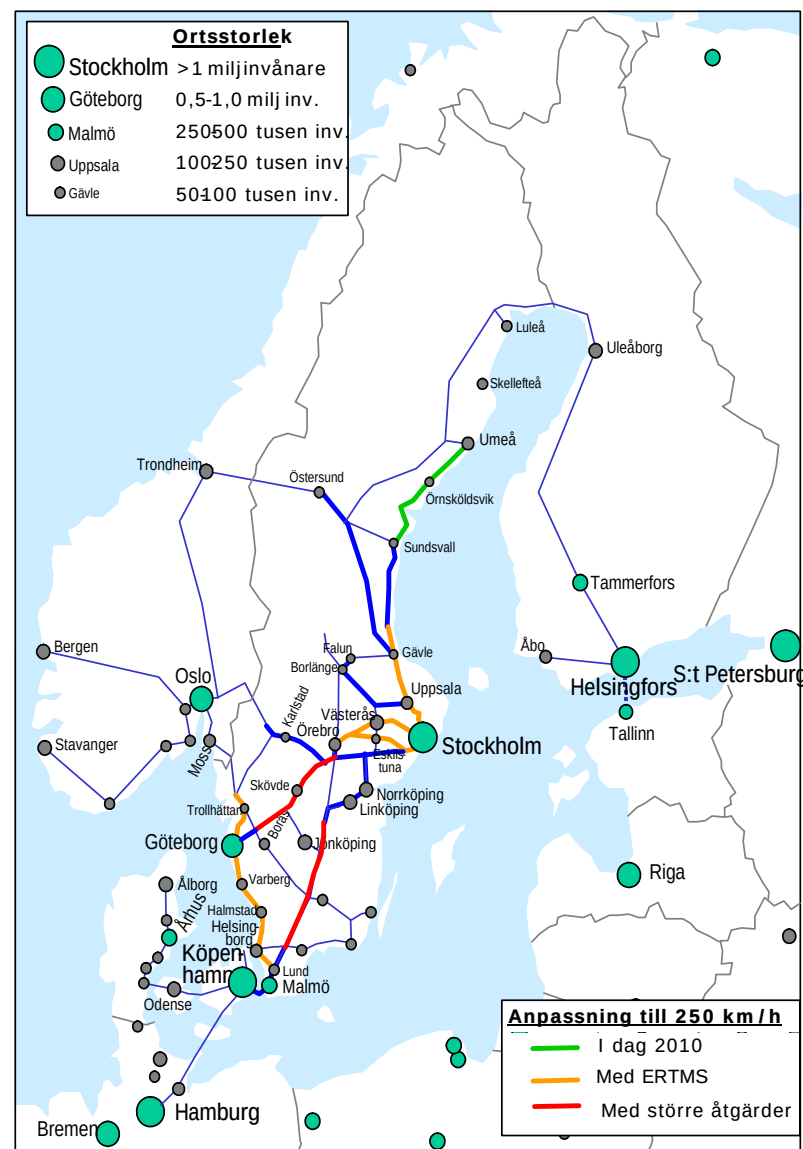
■ Större nybyggnader

- 2010 Citytunneln i Malmö
- 2012 Hela Botniabanan klar
- 2012 Göteborg-Trollhättan-Öxnered klar
- 2015 Tunnel genom Hallandsås
- Dubbelspår hela Västkustbanan?
- 2017 Citybanan i Stockholm
- 2020 Bro över Fehmarn bält, elektrifiering Hamburg – Köpenhamn
- Västlänken i Göteborg 2020?

■ 200 km/h max - undantag 250 km/h Botniabanan

- Tekniska hinder för 250 km/h på befintligt bannät
- ERTMS kan ge möjligheter efter 2017
- Kapacitetsproblem med sth 250

■ Fortsatt kapacitetsbrist och hög förseningsrisk





Historik

- När stambanorna byggdes var största hastighet < 100 km/h
- Banorna följde till största delen naturens höjdkurvor (max lutning ca 1%)
- Horisontalkurvor var mindre problem än vertikala lutningar
- Topografin gjorde att Sverige fick kurvrika banor
 - Centraleruropa har oftast rakare banor
 - Schweiz och Norge har kurvrika banor
- Maximal hastighet var länge 130 km/h
- 1968 gjordes snabbtågsutredningen som lade grunden till X2000
- Hastigheter över 200km/h på befintliga spår är sällsynt i Europa





Nuläge

- Uppgradering till 160 km/h i början av 1980-talet
- Ökning av kurvhastigheter utan korglutning ca i början av 1990-talet (från 0,65 till 0,98 m/s²)
- X2000 med max 200 km/h och korglutning startade kommersiellt 4 sept 1990
- Nuvarande kriterier för trafik i Sverige
 - Max 200 km/h
 - Rälsförhöjning (lutning av spår i kurvor) max 150 mm
 - Sidoacceleration max 1,6 m/s² i spårplanet - kräver korglutning för passagerarkomforten
 - Sidoacceleration utan korglutning max 0,98 m/s²
 - I andra länder finns såväl högre som lägre värden
- Relativt nya banor i Sverige byggda för att uppgraderas till 250km/h
 - Grödingebanan, nya delar av Väst kustbanan, etc
- Botniabanan byggd och godkänd för 250km/h





Infrastruktur

Tekniska frågor inför 250 km/h

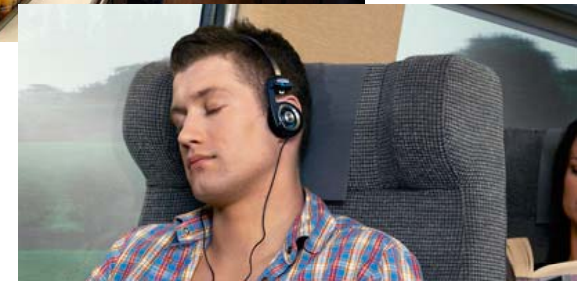
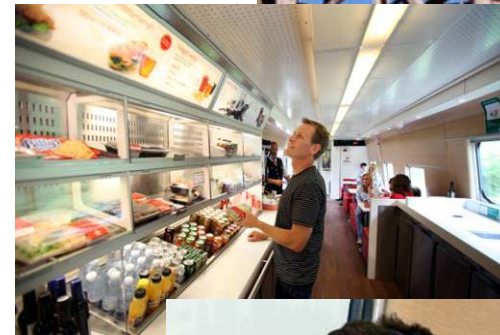
- Banteknik
 - Rälsförhöjning
 - Räls, växlar, spårkrafter
 - Bärighet i banvall
 - Spårgeometri, linjeoptimering
 - Spårläge
 - Linjeomläggning
 - Broar
 - Kontaktledning
 - Plankorsningar
 - Signalsystem
 - Förbigångsspår
- Trafikeringsfrågor
 - Korglutning
 - Stationspassager
 - Buller
 - Tågmöten
 - Vinteregenskaper
 - Kapacitet





Begränsningar eller hur fort får man köra?

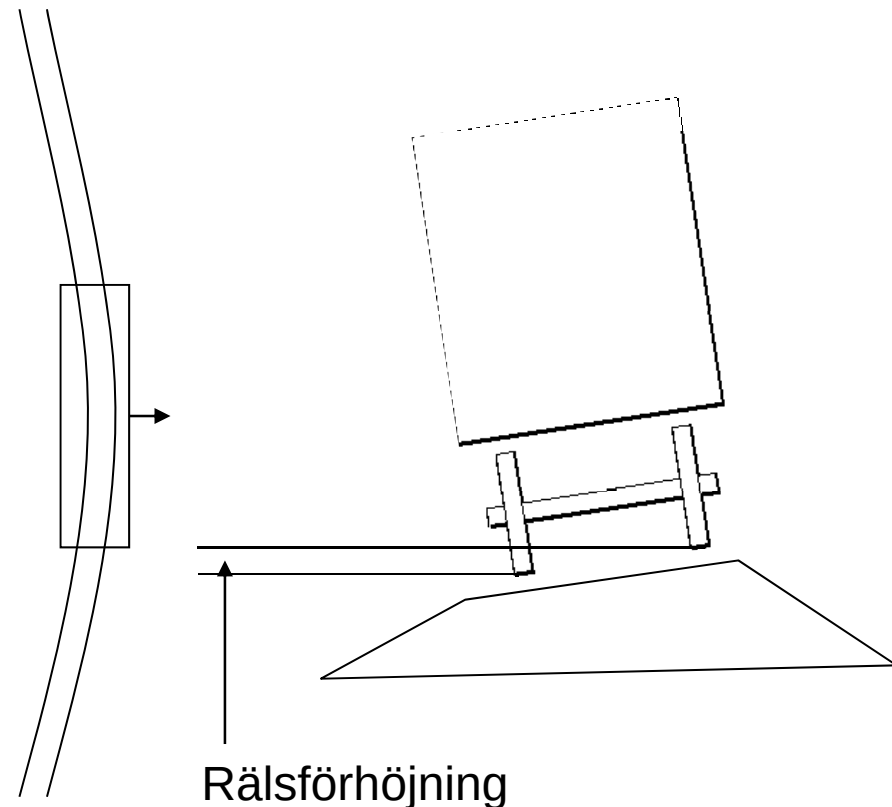
- Hastigheten på en given bana begränsas av:
 - Kurvor och spårläge (ojämnheter i spåret)
 - Komfort (obehag eller åksjuka)
 - Att kunna stå och röra sig i tåget (risken att ramla)
 - Servering
 - Bromssträckor
 - Vad fordonet och banan byggts för
- Maximal hastighet övervakas och begränsas av signalsystemet (ATC eller ERTMS)
 - Fordonets och banans max tillåtna hastighet
 - Kurvhastigheter
 - Möjlighet att stanna vid signaler





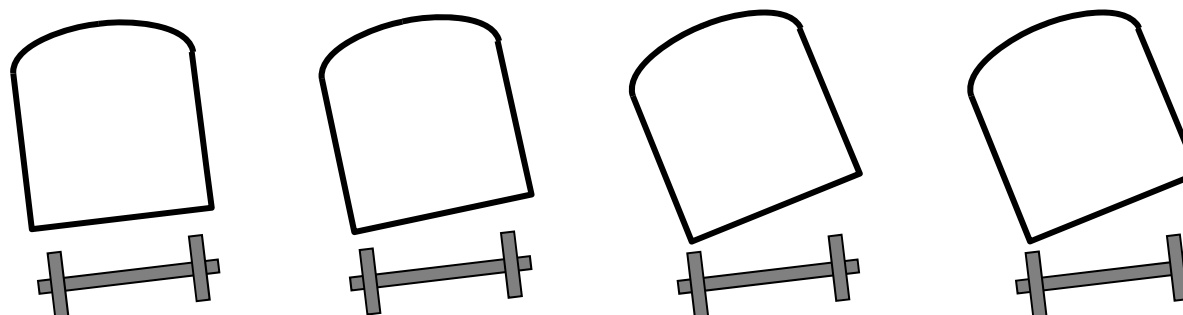
Rälsförhöjning

- Lutning av spåret i kurvorna
 - Medger ökad kurvhastighet för tåg både med och utan korglutning
 - I Sverige f n max 150 mm
 - Teknik och normer medger max ca 165 mm – ökar maximal kurvhastighet för passagerartrafik
 - Ökning ger konflikt med komfort i icke lutande tåg och risk för vältning/lastförskjutning i godståg
- Kan optimeras
 - Små förändringar i banan < 0,3m
 - Ny projektering av signalsystemet krävs för hastighetsökning





Flera system för korglutning



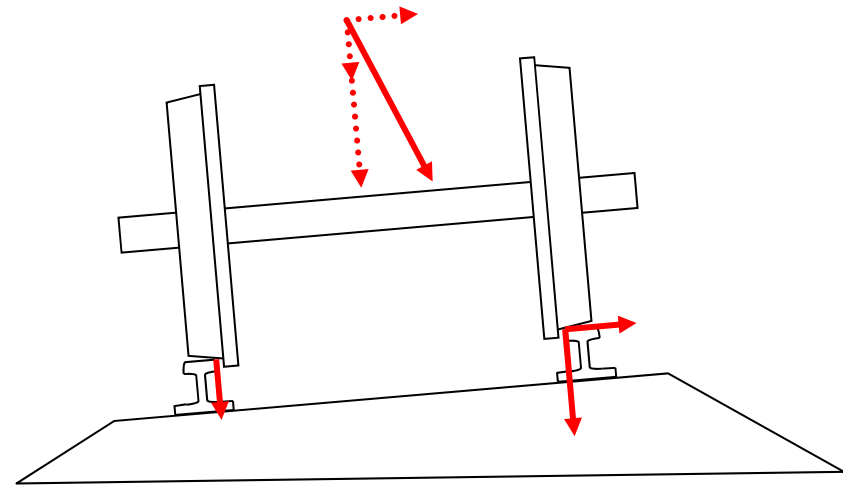
Sidoacc, spårplan (m/s ²)	0,98	1,2	1,6	1,8 - 2,0
Upplevd sidoacc	~ 0,98	0,8 - 1,1	~ 0,8	~ 0,65
Max hastighet (km/h) Kurvradie 1200 m	175	185	200	215
Max hastighet (km/h) Kurvradie 1800 m	215	225	245	255
Fordon	Utan korglutning, Lok & vagn, Regina, X40, mfl	Talgo	X2	Pendolino ICE-T

- Olika kurv hastigheter och restider beroende på valt system
- Passagerarkomforten och risk för åksjuka skiljer mellan systemen
- Övergångskurvor begränsar möjligheterna, dvs tid behövs för att hinna vrida vagnkorg och att vända rälsförhöjning mellan höger- och vänsterkurva



Spårkrafter

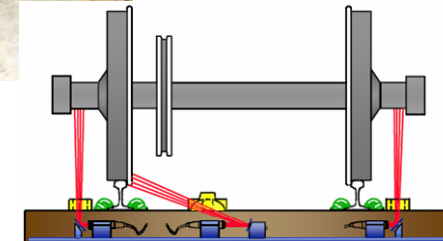
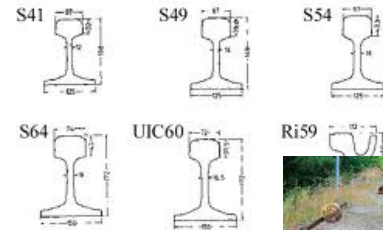
- Ökade hastigheter ger ökade krafter mellan hjul och räl
- I kurvor belastas ytterrälen med vertikal- och lateralkrafter
- Statisk hjullast beroende på fordonsvikt
- Dynamiska krafter
 - Proportionella mot kvadraten på hastigheten
 - Beror av boggikonstruktion, ofjädrad massa, spårläge, mm
 - Räls och ballast har olika elasticitet och förmåga att dämpa krafterna





Spårteknik

- Rälarna måste vara UIC 60, minst 53 kg/m
- Växlar måste tillåta 250 km/h
- Spårbefästningar måste klara högre krafter
- Utbyte av tjuvbroms- och varmgångsdetektorer
- Redan klart på vissa delar
- Utbyte måste ske på många sträckor
 - T ex 40% av Gripeberg - Nässjö





Punktvisa förstärkningar av banvallen

- På vissa sträckningar är banvallen inte tillräckligt stabil
 - Banor byggda över mossar
 - Leder till rörelser i spåret och risk för förskjuten banvall
 - 1 - 3 km lång sträckor
 - Punktvisa hastighetsnedsättningar finns redan i dag
- Förstärkningar måste göras
 - Exempel Södra stambanan Lammhults mosse, begränsad till 160 km/h
- Studie för Gripenberg – Lund finns hos Trafikverket





Förstärkning av broar

- Högre hastigheter ökar belastningarna på broar
 - Svängningar i brobanan
 - Instabil ballast
- Ofta korta broar över åar, vägar, etc
- Inventering visar på 160 broar på 29 mil Gripenberg – Lund
 - Ca 50 - 60 st behöver åtgärdas





Bättre spårläge

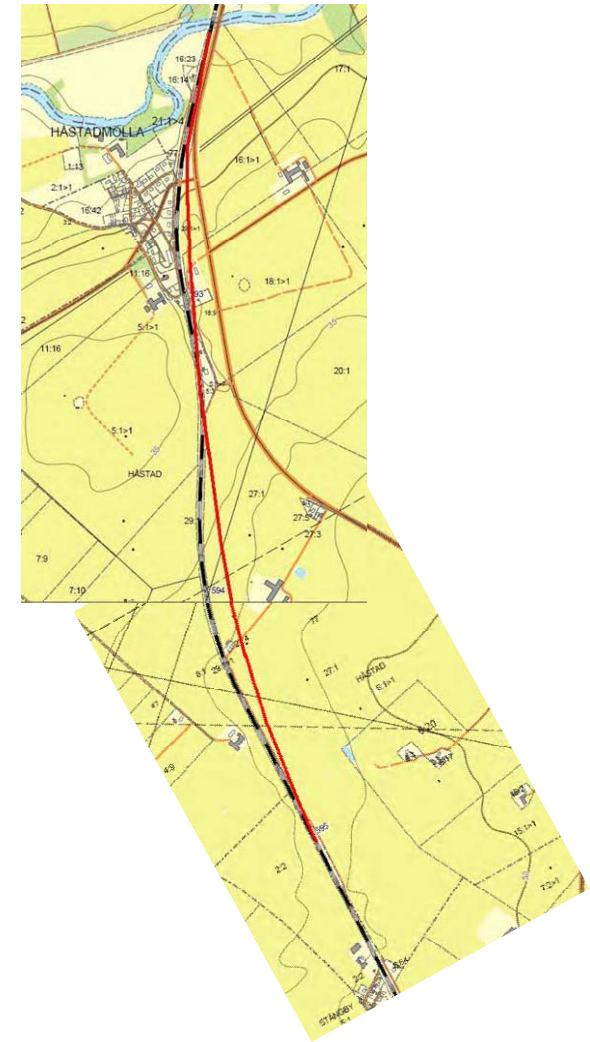
- Högre hastigheter kräver bättre spårläge för bibehållen komfort
- Risk för att tunga godståg stör spårläget
 - Frågan inte utredd
 - Troligtvis störst risk vid tjällossning
 - Godstrafiken önskar generell ökning från 22,5 till 25 tons axellast
 - Första erfarenheterna kommer från Botniabanan våren 2011
- Lösning
 - Mätning av spårläge
 - Mer frekvent spårunderhåll
 - Justering med spårriktningsmaskin
 - Kräver underhållstid på banan





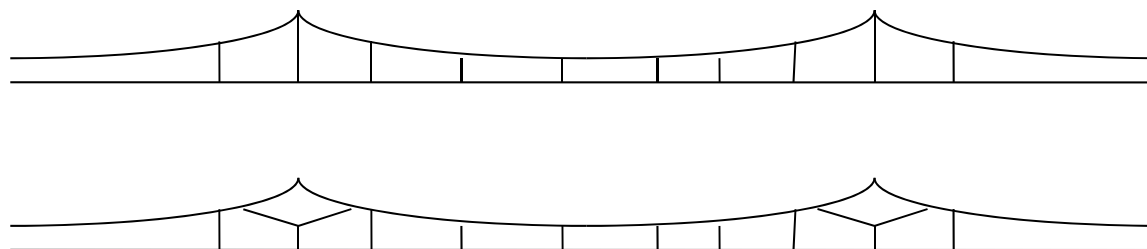
Linjeomläggningar

- På vissa ställen behöver kurvor rätas för att medge hastighetsökningar
 - Ofta 1 – 4 km
- Studie Gripenberg – Lund
 - 18 st föreslagna på sträckan
 - Varierande lönsamhet och alla behöver inte göras
 - Anläggningsarbeten måste göras nära trafikerade spår
- En helt ny sträcka planeras Gripenberg - Nässjö
 - 30 km ny järnväg med standard för 320km/h
 - Det gamla spåret behålls för godstrafik





Kontaktledningen måste anpassas



- Högre hastigheter kräver
 - Jämn elasticitet i kontaktledningen (typ SYT 15/15)
 - Högre mekanisk spänning i kontaktledningen
 - Annars kan inte fordonets strömvtagare få god kontakt i höga hastigheter
- Byte av kontaktledning till SYT, enbart delvis utbyggt i dag
 - Byte behövs t ex på större delen av sträckan Nässjö - Lund



Signalsystem

- På lång sikt kommer nuvarande ATC att bytas till ERTMS
- ATC dimensionerat för 270 km/h
- I dag används ATC till max 200 km/h
- Möjligheter till 250 km/h med ATC kan utredas
 - Oklarheter avseende teknik och regelverk
 - Om det är möjligt ger det kort ledtid jämfört med installation av ERTMS
 - Låg kostnad för högre hastigheter jmf med ERTMS
- Fordon kan utrustas med ombordsystem för ERTMS och STM redan från start
 - Klarar både ERTMS och ATC i banan





Signalsystem

- ERTMS är kommande standard
- Utvecklas för +250 km/h
- Införandeplan osäker - men möjlig att påverka
 - Nuvarande plan godskorridor B, Öresund – Stockholm, 2019
 - Västra stambanan, Väst kustbanan, Ost kustbanan 2020 - 2025
 - Dansk och svensk översättningsmodul (STM) måste finnas
 - Försenat pga av dansk STM och driftsäkerhetsproblem
 - Ombyggnad av samtliga fordon som trafikerar linjerna, klart ca 3 år efter att STM finns tillgänglig
 - Trolig byggstart på Södra stambanan 2015
 - Kostnad för Södra stambanan ca 3,6 MdrSEK

Ref: Samlad effektbedömning OBJEKT BVNa_001 ERTMS Korridor B, 2009-12-01. Upprättad: Magnus Toresson, kvalitetsgranskad: Pär Ström, godkänd av: Sten Hammarlund
ERTMS Swedish Deployment Plan 27 sept 2007

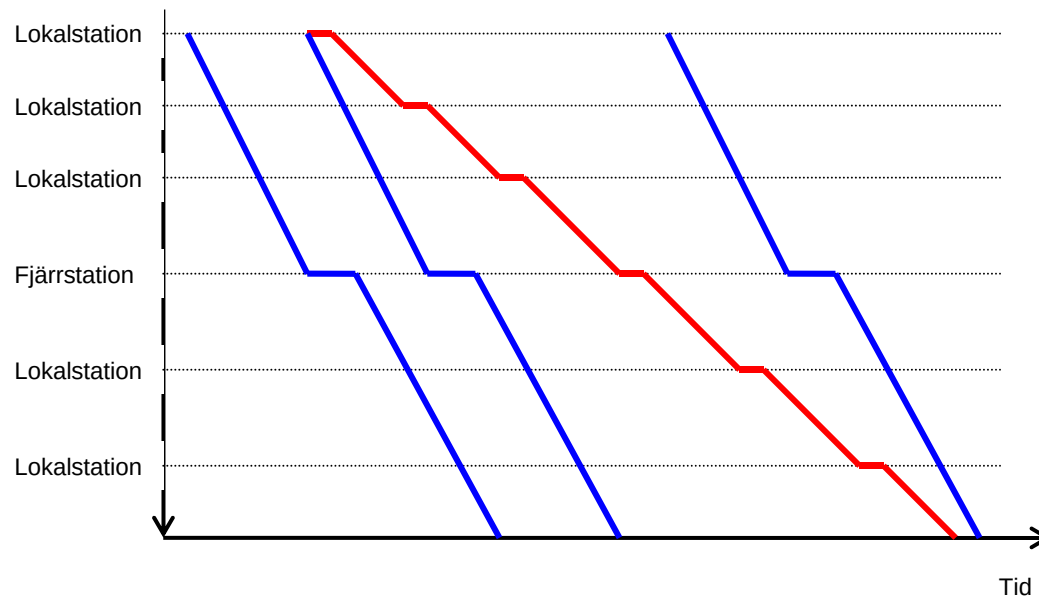
ERTMS deployment plan

- 2026-2030 —
- 2020-2025 —
- 2016-2019 —
- 2008-2015 —





Blandad trafik begränsar kapaciteten



- Ökade hastighetsskillnader mellan tåg ger lägre linjekapacitet
 - ERTMS leder **inte** till högre linjekapacitet
- Snabbtåg hinner i fatt långsammare tåg
 - Regionaltåg med frekventa uppehåll
 - Godståg
- Högt kapacitetsutnyttjande ökar störningskänsligheten
 - Enstaka stopp leder till köbildning som tar lång tid att lösa upp



Förbigångsspår

- Förbigångsspår måste byggas för att bibehålla nuvarande kapacitet
- Intressekonflikt med godstrafiken
 - Stopp på förbigångsspår ökar transporttider och energiförbrukning för gods
 - Långa förbigångsspår för "flygande passage" underlättar men ökar baninvesteringarna
- Trafikhuvudmän vill utöka regionaltrafiken på stambanorna



Fig. Kritisk bankkapacitet 2008



Tågmöten i 250 km/h

- Påverkan på andra tåg vid möte i dubbelspårstunnlar
 - Passagerarkomfort ger att ett nytt fordon för 250 km/h troligtvis är trycktrögt
 - Vid tågmöte i tunnel ger 250 km/h högre tryckstöt till mötande tåg
 - Ger påverkan på mötande tåg - passagerarkomfort, kjolluckor, dörrar, mm
- I godståg kan last samt vagnar med presseningar påverkas även vid öppet spår
- Lösningar
 - Inventering av dubbelspårstunnlar av Trafikverket
 - Tester för att värdera frågan
 - Modifiering av tunnelutformning
 - Lokala hastighetsbegränsningar
 - Begränsa mötande trafik





Vinteregenskaper

- Ingen erfarenhet av hastigheter över 200km/h i svenskt klimat
 - Helsingfors – S:t Petersburg öppnade dec 2010 med 220 km/h
- Ingen enskild punkt identifierad som hindrar hastighetsökning
- Nödvändigt att följa:
 - Låga temperaturers påverkan på materialegenskaper hos hjul och räls
 - Tjäle gör spåret styvare vintertid - ökar risken för hjulskador
 - Stensprut som orsakas av att snö och is faller från fordonet på banvallen.
 - Snöpackning i boggier och underrede
 - Begränsning av hastighet vid nedisad kontaktledning (blå lågan)





Passage av stationer

- När tåg passerar plattformar upplever väntande passagerare överraskande buller och kraftigt vinddrag.
 - Risk för allvarliga olyckor
 - Tågen upplevs som skrämmande
- Max 200 km/h vid passage av station utan varningssystem
 - Eventuellt breddning av plattformar
- Max 240 km/h för passage av station med varningssystem
 - Utrop
 - Plattformsskyltar
 - Utbyggnad nödvändig
- Vid passage över 240 km/h krävs att plattformarna är tomma på människor





Myndighetsgodkännade av banor med högre hastigheter

- Oklart läge
 - TSD för delsystem infrastruktur ställer interoperabilitetskrav på uppgraderade banor
 - Stambanorna upp till Sundsvall samt Västkustbanan klassade som Trans European Network höghastighetsnät (TEN-HS)
 - Tillämpningen av TSD oklar och måste klargöras
 - Nya delsystem faller definitivt under TSD-krav, t ex signalsystem
- Utredning behöver göras samt besked om tolkning av TSD från Transportstyrelsen och ERA
- Vissa, men begränsade, möjligheter finns för EU-bidrag till TEN-banor
- Riksanalyser för ökade hastigheter kommer att behövas





Genomförande

- Genomförande infrastruktur
 - Beslut om projektutredning inkl trafikeringsaspekter
 - Genomföra projektutredning
 - Politiskt beslut om start av uppgradering
 - Projektering samt järnvägsplan för vissa delar
 - Genomförande
 - *Grödingebanan troligtvis bäst förberedd*
 - *Bygg Ostlänken! Föröva inför Höghastighetsbanor.*
- Signalsystemet är kritisk faktor för start av +200 km/h
 - Om ATC kan användas, +200 km/h på Grödingebanan 2012
 - Om ERTMS krävs, + 200 km/h start 2015 - 2017
- Största tekniska frågorna är troligtvis
 - Kapacitet
 - Trafikstörningar från banarbeten



Fortsatt arbete

- Projektutredning om konsekvenserna av hastighetshöjning
 - Prioritera banor för hastighetsökning
 - Trafikverket startar projektutredning
 - *Teknisk åtgärder*
 - *Kostnader, konsekvenser, finansiering*
 - *Påverkan under införandet (ffa banarbeten)*
 - Politiskt beslut
 - Tid för genomförande
- De frågor som identifieras kan bearbetas och lösas
- Det som inte identifierats är den största risken





TACK!

bjorn.westerberg@sj.se