



Gröna Tåget

Ett attraktivt snabbtågskoncept



6 oktober 2011

Oskar Fröidh
oskar.froidh@abe.kth.se



Syften med Gröna tåget

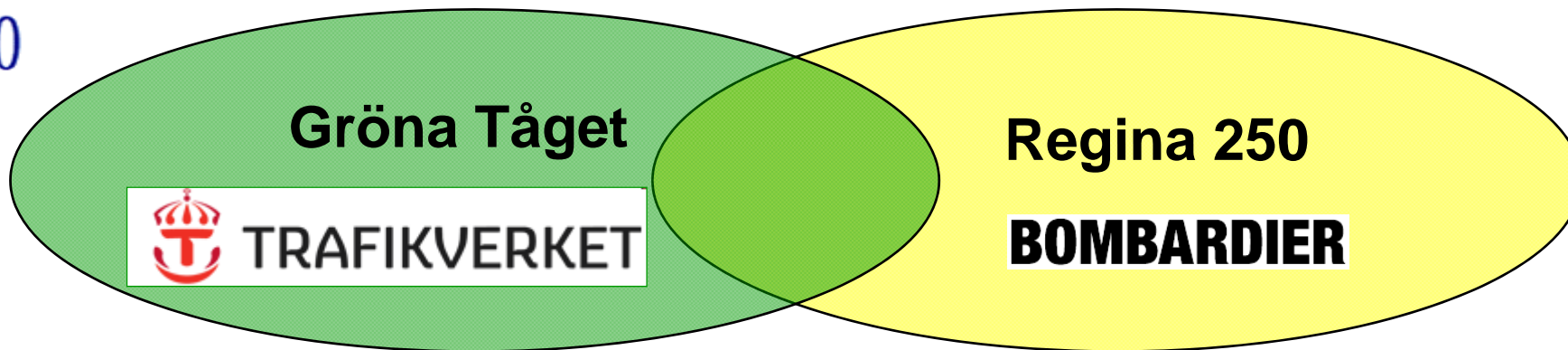
- Att utveckla tågkoncept och teknik som ger mer attraktiv, effektiv och klimatvänlig tågtrafik för medellånga och längre resor
- Att påverka utvecklingen av europeiska standarder och tågkoncept för nordiska förhållanden
- Att ytterligare stärka kompetensen för att utveckla tåg i Sverige



Parter i forskningsprogrammet Gröna Tåget



CHALMERS



SWEDTRAC



transrail

och några fler ...



Vad är Gröna Tåget?

Ett ***forskningsprogram om ett tågkoncept*** för fjärrtrafik och långväga regionaltrafik i Sverige och Norden

- Idéer och förslag till lösningar för ett ekonomiskt, attraktivt, miljövänligt och driftsäkert snabbtåg/höghastighetståg
- Tågköpare och fordonstillverkare avgör hur det utformas i praktiken.

Gröna tåget har stora krav på

- Vintertålighet (finns nästan inte alls i TSD*)
- Anpassning till funktionshindrade (högre krav än TSD*)
- Flexibilitet (kopplingsbara korta tågsätt; finns inte i TSD*)
- Spårvänlighet (högre krav än i Europainormer (EN))
- Ekonomisk effektivitet (speciellt vid mindre efterfrågan)
- Miljöprestanda (energieffektivitet, buller)

⇒ ***Skälen till att vi sysslar med särskild utveckling för svenska och nordiska behov.***

* TSD Tekniska Specifikationer för Driftskompatibilitet, gäller i EU-länderna



Teknik i Gröna Tåget

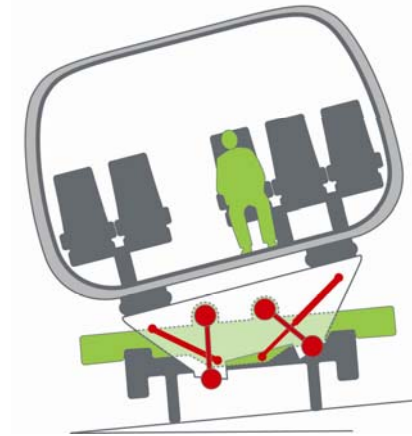
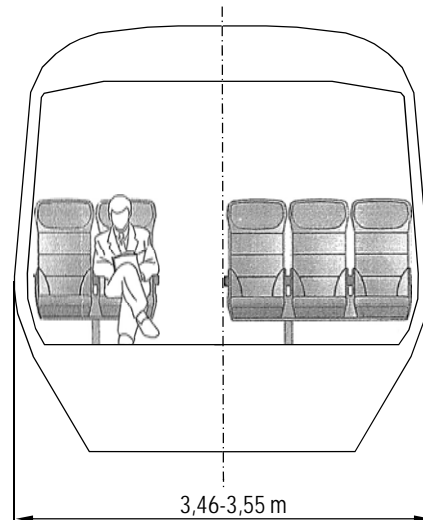
Ny teknik och förbättrade prestanda

Permanentmagnet (PM)-motor
Mer effektiv elmotor

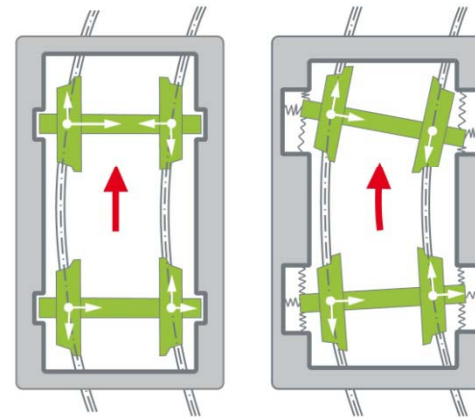


The Permanent Magnet Motor tested in Gröna Tåget saves energy and helps to achieve sustainable mobility.

Aktiv sidofjädring (ALS)
Ökad komfort,
bredare vagnskorg



Korglutning
Högre hastigheter i kurvor



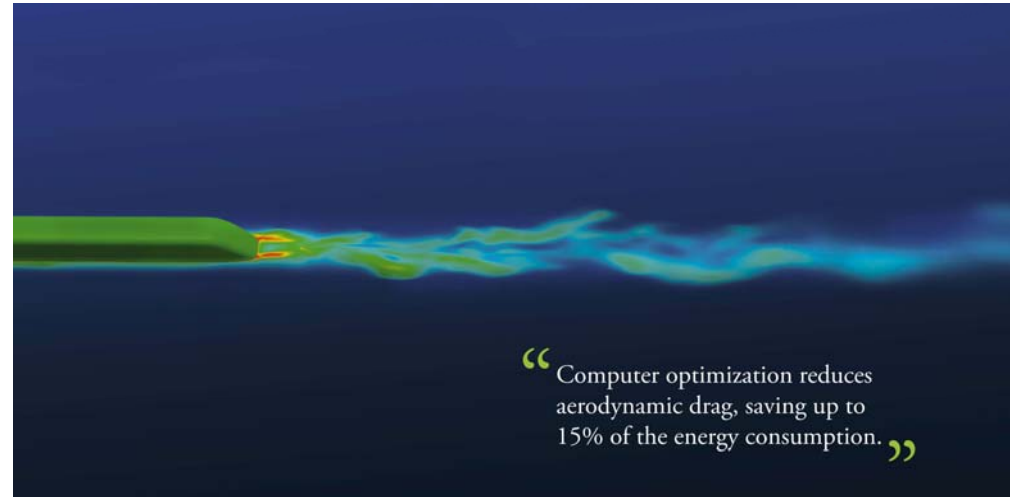
Mjuk boggi
Minskat spårslitage i kurvor



Anpassad för vinter
Ökad driftsäkerhet

Mer forskning och teknikutveckling i Gröna Tåget

- Aerodynamik – minskat buller och energiförbrukning
- Buller, externt och internt
- Återmatande broms – minskat bromsunderhåll och lägre energiförbrukning
- Strömavtagning vid höga hastigheter
- Boggiteknik för icke-perfekt spår
- Aktiv fjädring (ALS och mechatronisk boggi, ARS)

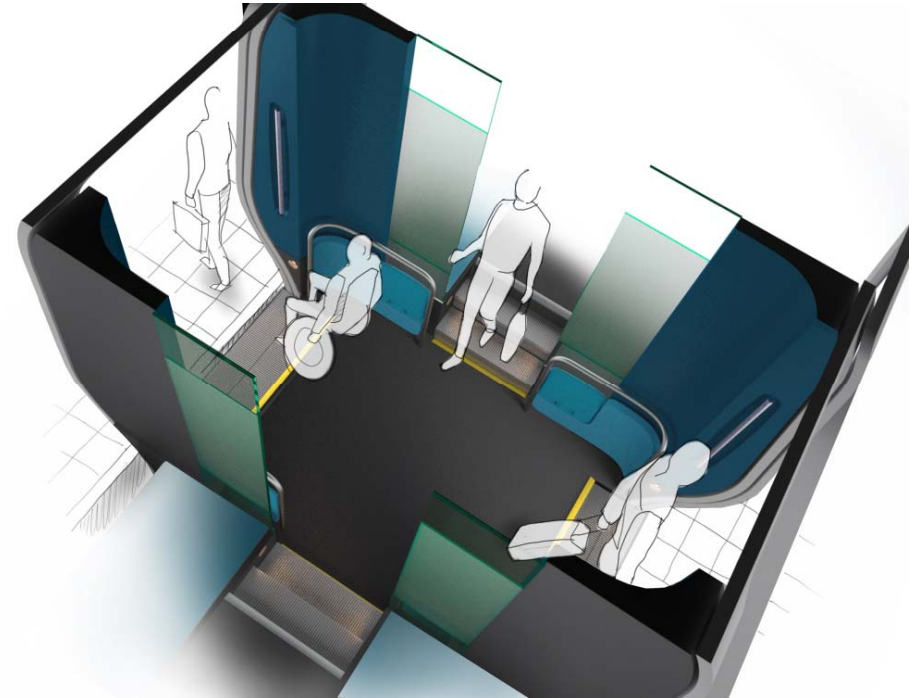


samt ytterligare några projekt som ...

... Attraktiv passagerarmiljö



Illustrationer från Konstfack, Stockholm University College of Arts Crafts and Design



Tågdrift
(tekniskt och personal)

Nödvändigt för resan

Vila

Arbete eller studier

Egen sysselsättning

Relationer

Äta och dricka

Hygien

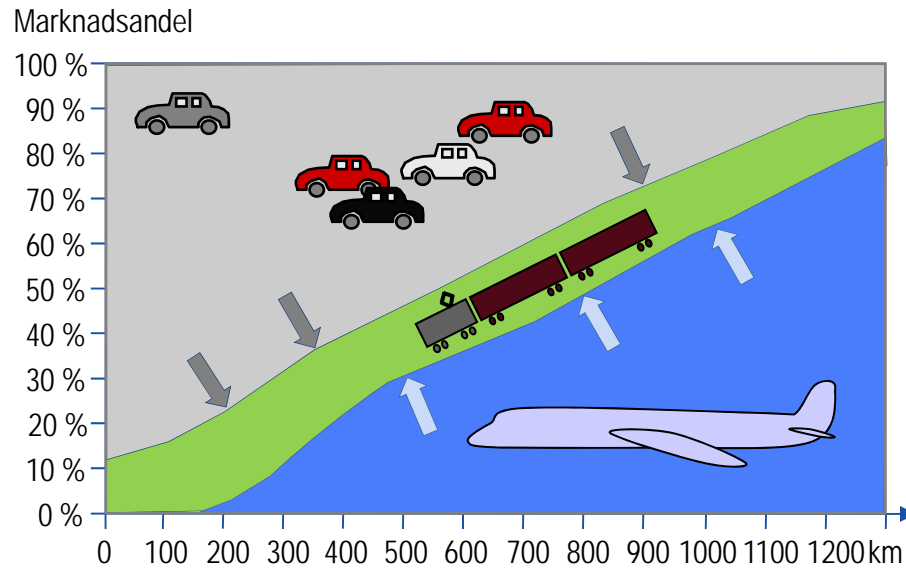


To the left: Design sketch of the entrance. To the right: Design sketch of the bar.

Konkurrenstryck på långväga resemarknaden

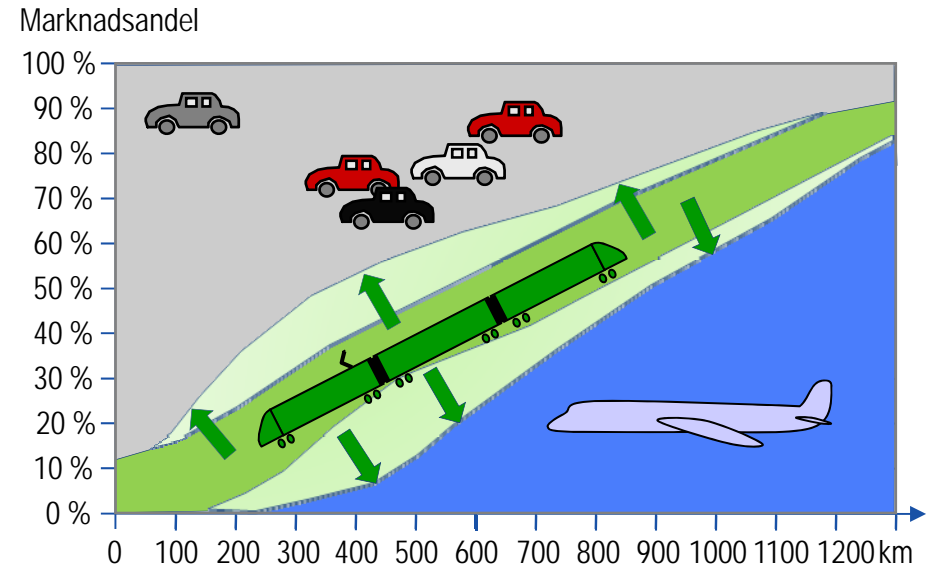
Klassiskt tåg

Medelhastighet < 100 km/h



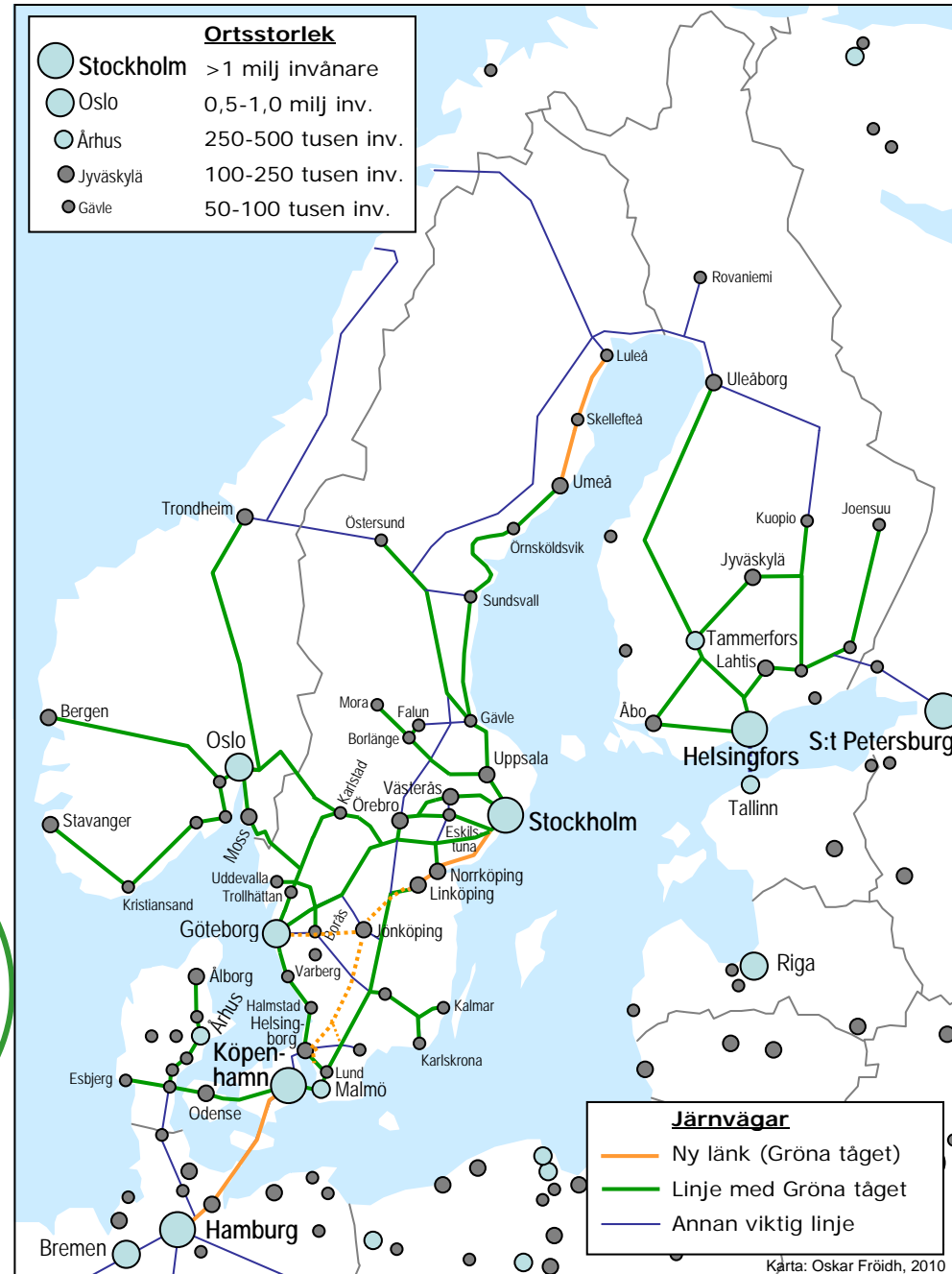
Höghastighetståg

Medelhastighet > 200 km/h



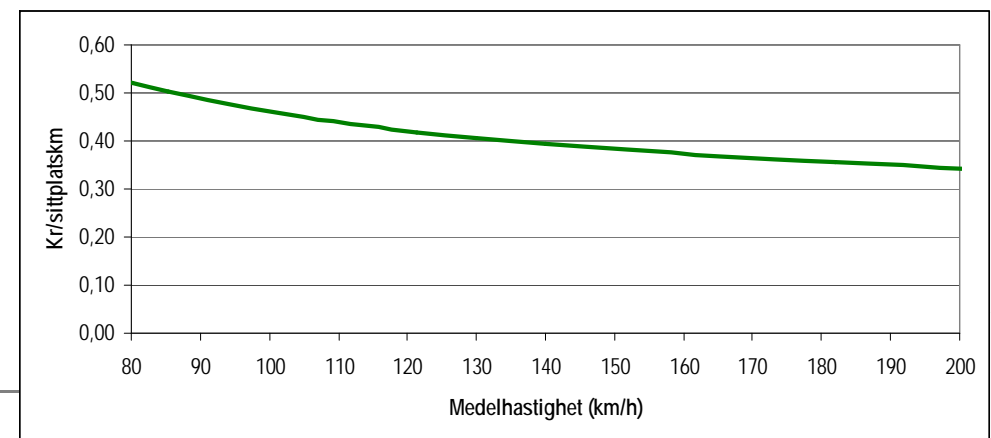
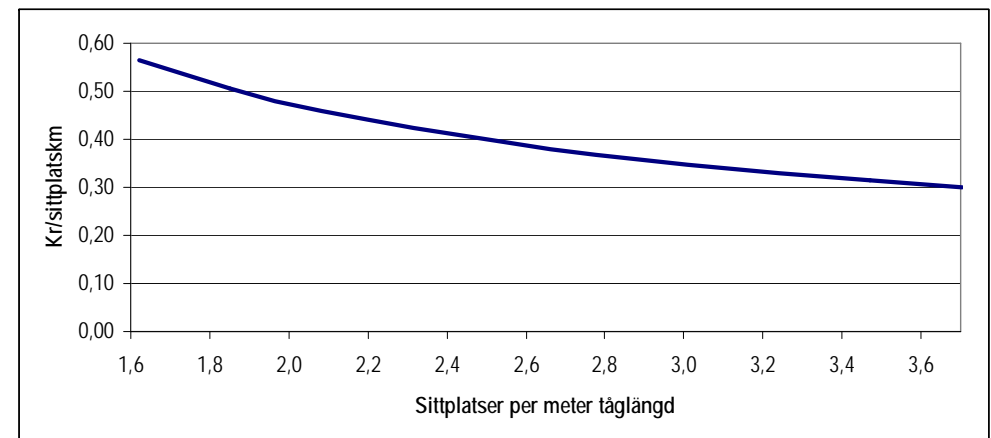
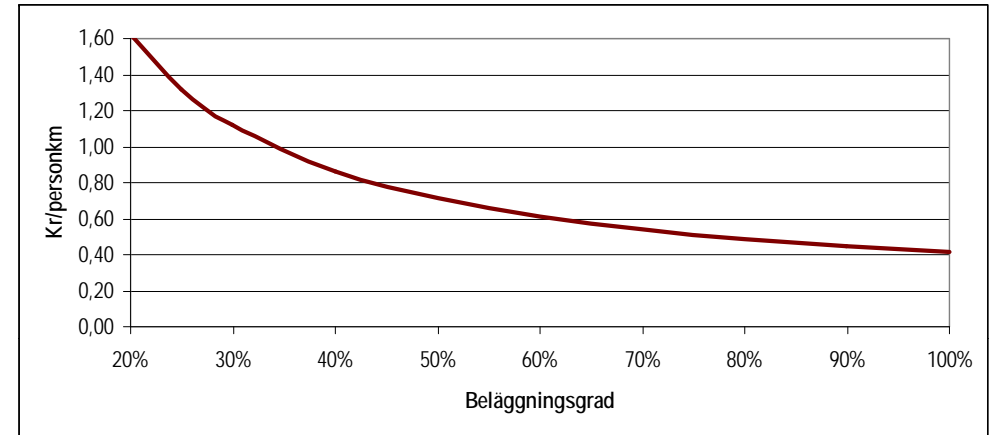
Möjliga linjer för trafik med Gröna Tåget *Norden*

- Kortare restider på befintligt järnvägsnät
- Viktiga förbindelser som delvis använder nya banor

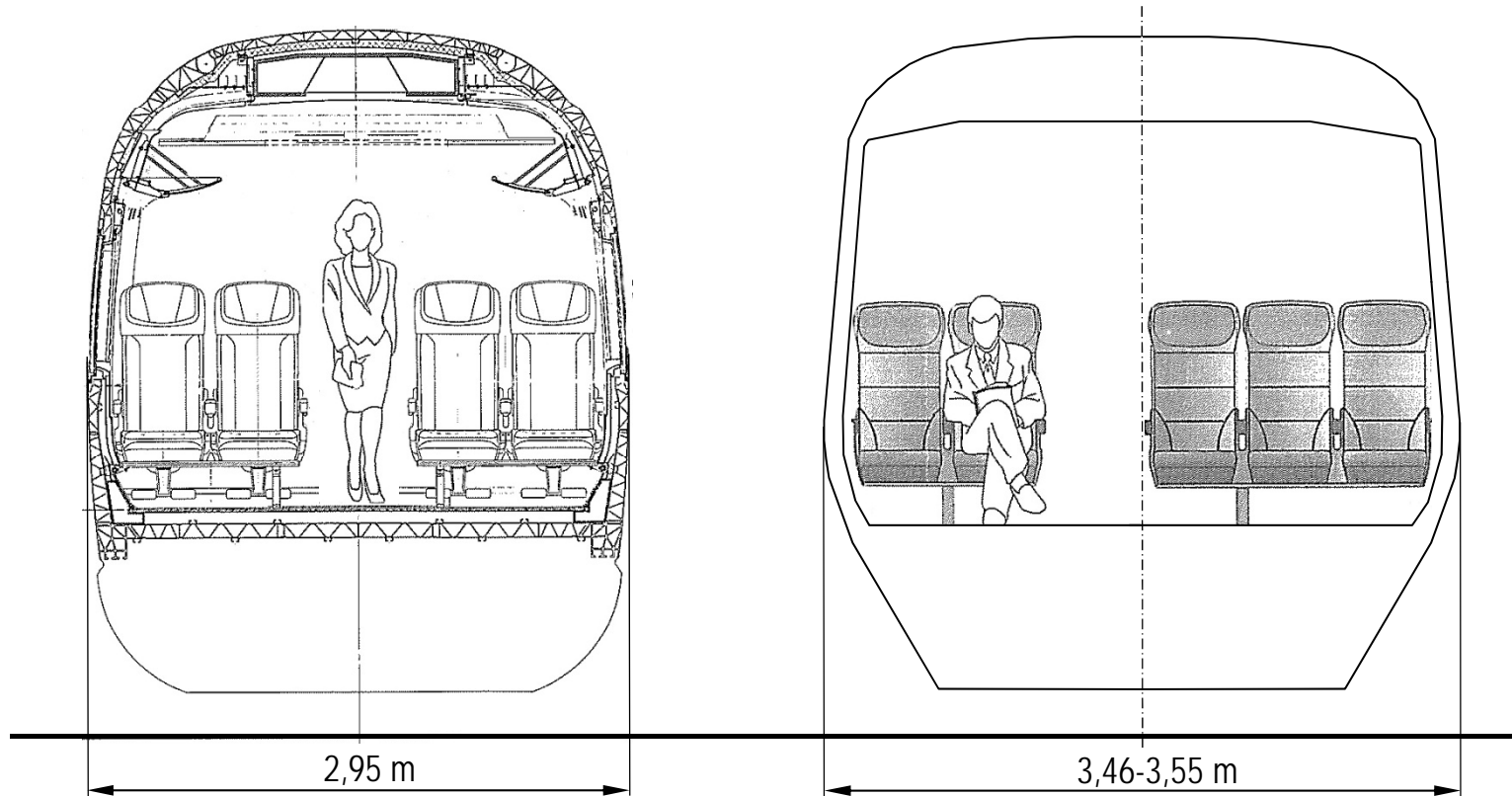


Viktigaste faktorer för ekonomisk tågtrafik

- **Beläggningsgrad**
 - korta tågenheter
 - till- och fränkoppling (anp.utbudet)
 - anpassa efterfrågan (intäktsstyrning, *yield management*)
- **Utrymmesutnyttjande**
 - komfortabla och effektiva stolar (tunnare dynor)
 - breda tåg
 - dubbeldäckade tåg (ej korglutning)
- **Medelhastighet**
 - korglutning
 - topphastighet
 - uppehållstider



Bred korg för gott utrymmesutnyttjande



ICE3

Normal (kontinental) korg

Gröna Tåget

Bred korg

Inkluderar 10 cm ökad vagnsbredd som är möjlig med *Active Lateral Suspension (ALS)*

Attraktiv passagerarmiljö

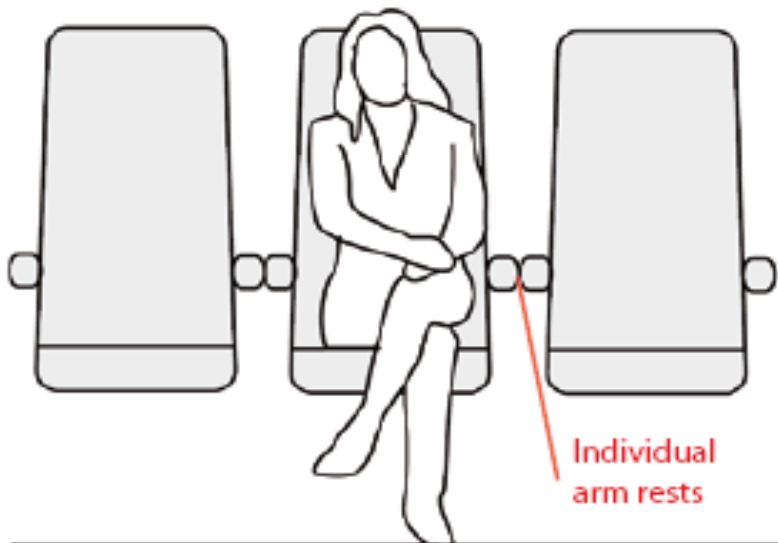
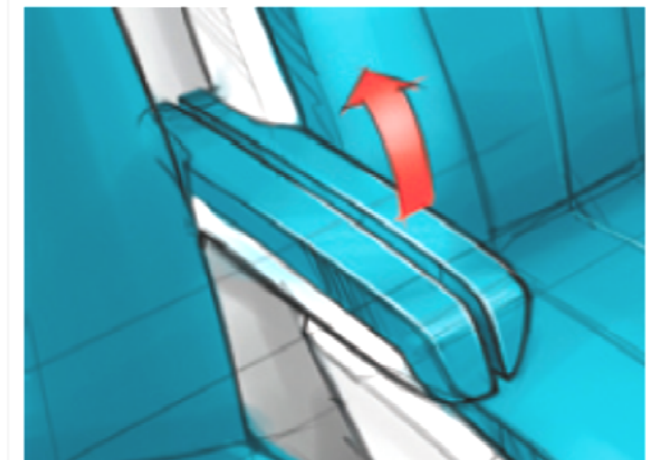
KTH, Konstfack

Bekväma, funktionella och utrymmessnåla sittplatser (2)



Hur bör sittgrupper med 3 i bredd utformas för att bli mycket komfortabla ?

- Individuella armstöd!
- Ev något större benutrymme (3-5 cm)



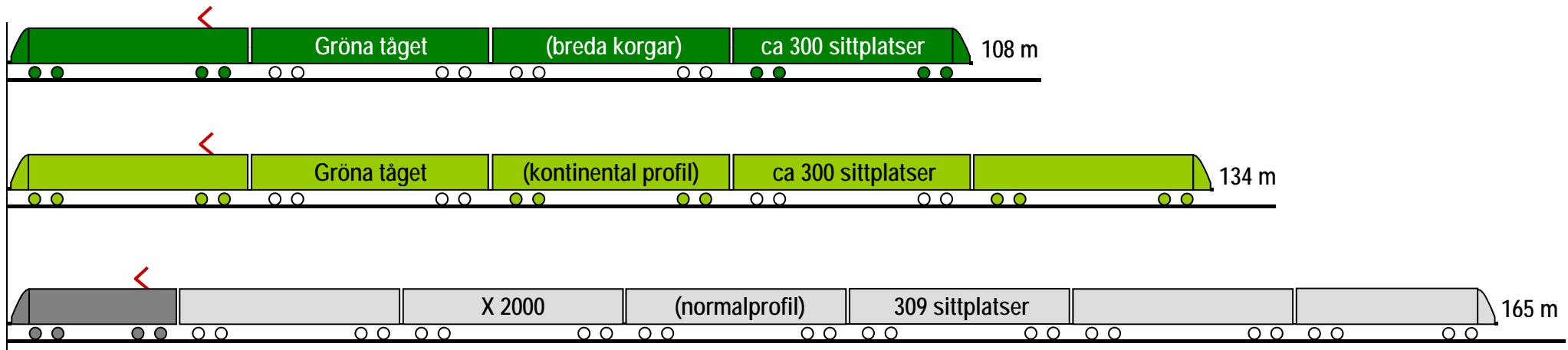
Flera undersökningar har visat

2+3 i bredd (utan individuella armstöd) värderas i medeltal nästan lika högt som 2+2.

Med individuella armstöd fås en förbättring

Jämförelse av tåglängder

Ungefär samma sittplatskapacitet



Grafik: Oskar Fröidh

Breda vagnskorgar och effektivt utrymmesutnyttjande ger flera resenärer i varje vagn.

- Lägre kostnad (biljettpris) och energiförbrukning per resa

Grön trafikering

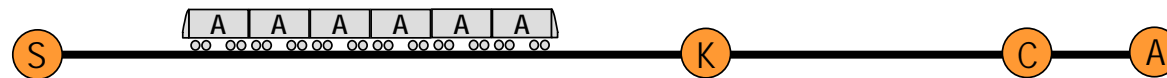
Korta tågsätt = ökad flexibilitet, högre beläggingsgrad

Kortare tågsätt ger ekonomisk möjlighet att

- öka turtätheten
- förlänga trafikdygnet (tidiga/sena "marginalturer")
- köra mindre relationer (direkttåg, meranvändning) vilket ger attraktivare utbud och flera resenärer.

Ökat resande vid mer attraktivt utbud ofta viktigare än eventuella kostnadsminskningar

Långa tågsätt och låg turtäthet hela dagen



Resultat (index)
(Intäkter-Kostnader)

$$100-100=0$$

Korta tågsätt med multipelkoppling i högtrafik och låg turtäthet



$$100-96=4$$

Korta tågsätt och hög turtäthet i högtrafik



$$115-105=10$$

Strategi för banan





Restider Stockholm–Oslo

- Idag: ca 6 tim 10 min. Långsamma tåg med många uppehåll samt tågmöten på enkelspår
- Möjligt idag med snabbtåg (X 2000): 4 tim 50 min. Korglutning i kurvorna, färre uppehåll
- Gröna Tåget ungefär snabbt som X 2000 på krokiga, enkelspåriga banor, men högre hastighet på bra banor (250 km/h eller mer)

Nya länkar och ombyggda banor för högre hastighet och kapacitet avgörande för ökad attraktivitet

Lägre biljettpriser och kortare restider ger flera resor: Stockholm–Oslo

- Total trafikeringskostnad för 1 enkelresa i 2010 års priser
- Trafikeringskostnad är dock *inte* detsamma som biljettpris (vilket inkluderar *yield management* och vinst), men en indikation

Dagens bana (570 km via Laxå, restid 4 tim 50 min)

<i>Tågtyp</i>	<i>Trafikeringskostnad¹</i>	<i>Resefterfrågan²</i>
SJ X 2000	472 kr	ref.
Gröna Tåget (GTW-4)	399 kr	+12 %

Ny + ombyggd bana (491 km via Örebro)

<i>Tågtyp</i>	<i>Trafikeringskostnad¹</i>	<i>Resefterfrågan²</i>
SJ X 2000	355 kr	ref. (ca 3 tim restid)
Gröna Tåget (GTW-4)	285 kr	+30 % (2:30)

1) *Beläggningsgrad 60 %*

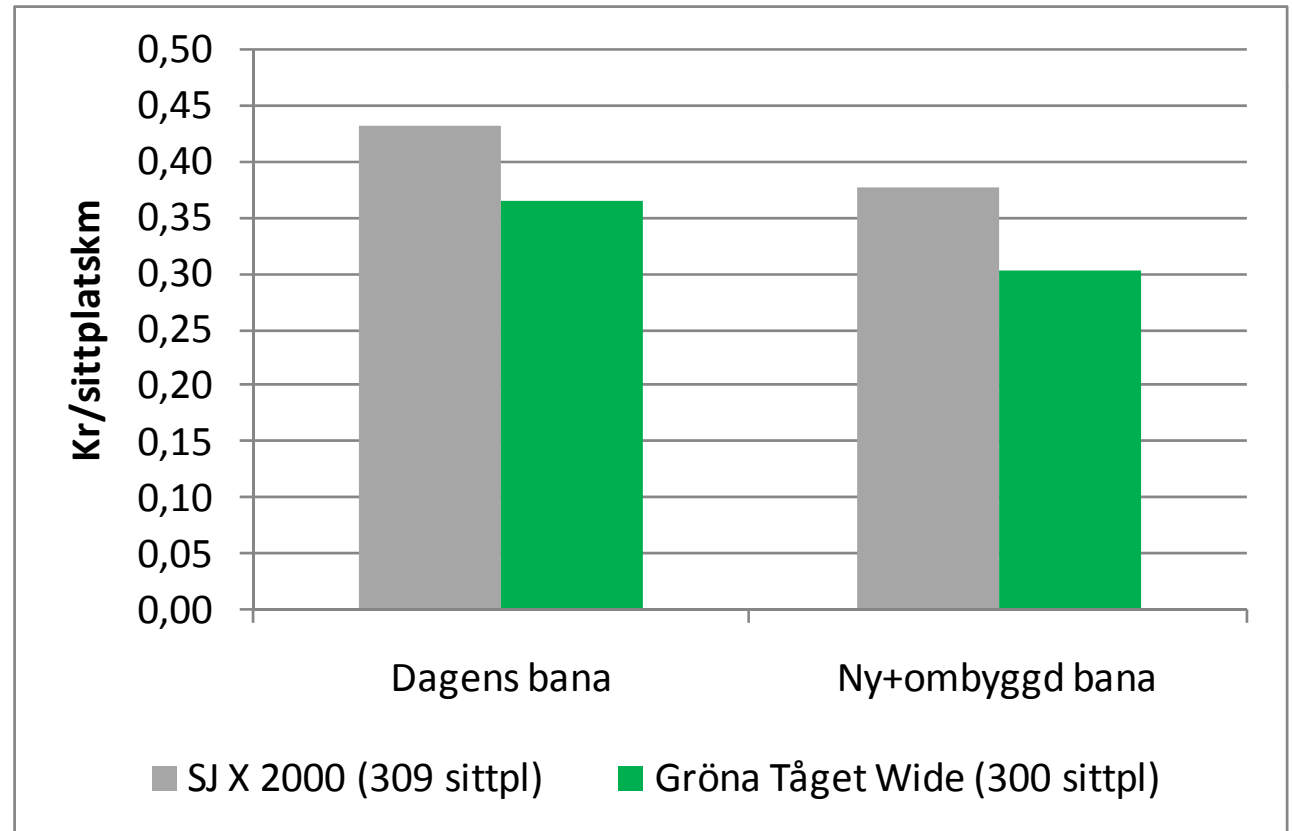
2) *Vid en biljettpriselasticitet om -0,8 och restidselasticitet om -0,9*

Totala trafikeringskostnader

Gröna Tågets kostnadsmodell tillämpad på Stockholm–Oslo

Ny+ombyggd bana ger 20 % lägre trafikeringskostnader än snabbtåg på konventionella banor. Effekt av ***kortare bana och körtid***

Effektivt ***utrymmesutnyttjande*** (bred korg) ger 15 % lägre trafikeringskostnader än tåg med normalbred korg





Gröna Tåget Stockholm–Oslo?

Gröna Tåget med bredare fordonsprofil medför:

- Ökad kapacitet
- Lägre trafikeringskostnader
- Ökat tågresande (lägre biljettpris)
- Kortare restider (korglutning, upp till 250 km/h*)

Samhällsnyttor uppnås genom ökad tillgänglighet, dvs kortare restider, tätare turer och lägre biljettpriser.

Successiv utveckling i stråket möjlig:

- 1) Gröna Tåget (snabbtåg) på dagens bana
- 2) Nya länkar och ombyggda banor för högre kapacitet och kortare restider

* 250 km/h (eller mer) förutsätter ny eller ombyggd bana



Exempel på restider med Gröna Tåget

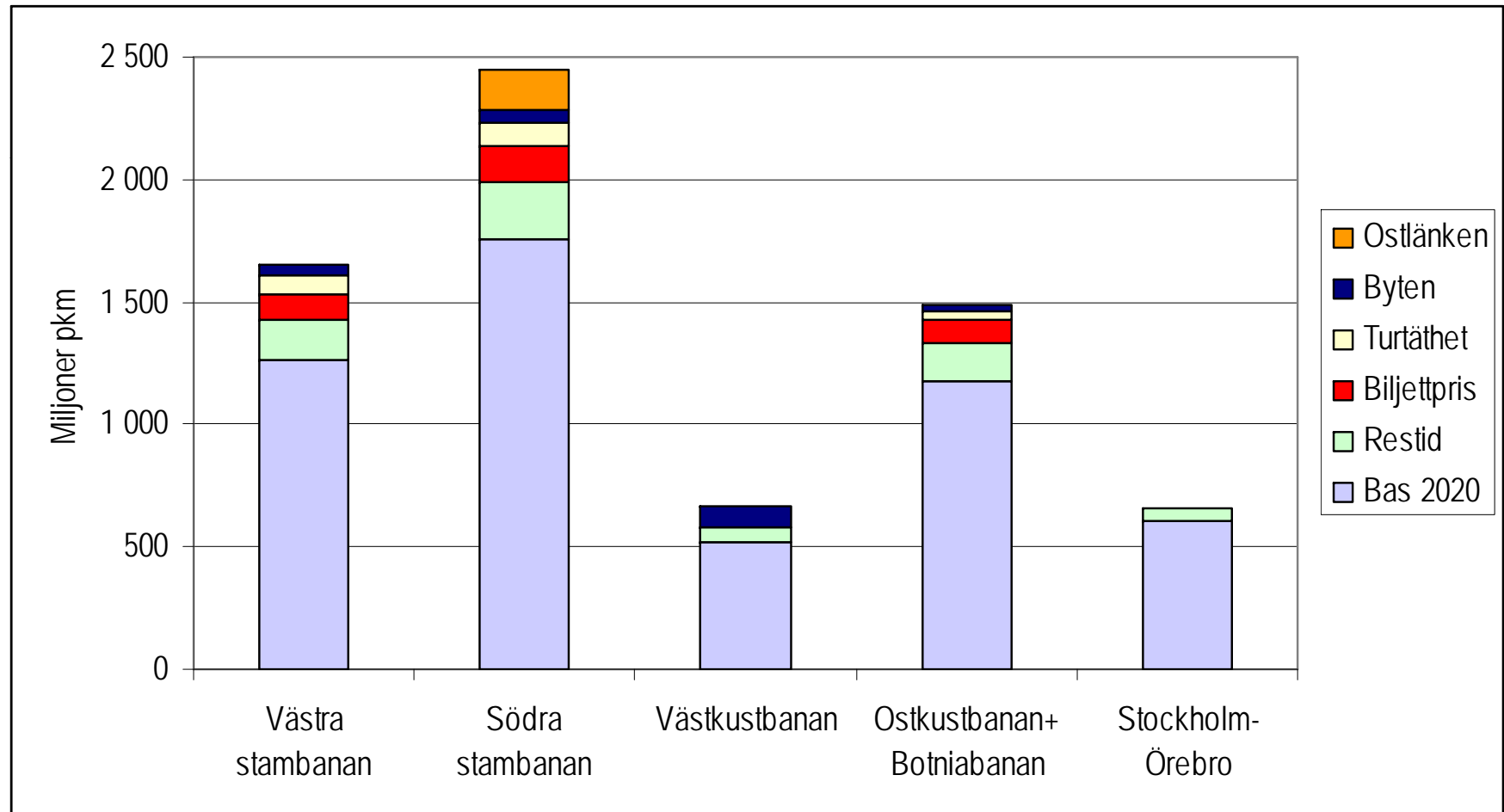
	<i>km</i>	<i>U</i>	<i>Möjligt X 2000</i>	<i>Upprustad bana</i>	<i>Med nya länkar</i>
Stockholm-Göteborg	455	0	02:45	02:30	02:20
Stockholm-Malmö	614	2	04:00	03:35	03:15
Göteborg-Malmö	305	3	02:30	02:15	01:55
Stockholm-Sundsvall	402	5	03:20	03:05	02:30
Stockholm-Umeå	737	10	05:40	05:05	04:30

U: Antal uppehåll

Upprustad bana: Anpassning för 250 km/h

Med nya länkar: Fyrspår eller dubbelspår mm

Möjliga resandeökningar med snabbtåg jämfört Basprognos 2020



OBS! "Ostlänken" avser endast nettoeffekten för långväga snabbtåg, exklusive (den relativt stora) marknaden Stockholm-Östergötland



Åtgärder för högre hastigheter

1. Nya länkar i höghastighetsstandard

- Framtidssäker bangeometri viktigt

2. Anpassa äldre banor

- Spår (rälsförhöjning/geometri, växlar, komponenter)
- Kontaktledning
- Signal/ERTMS
- Plattformsskydd
- Planskilda korsningar
- Geotekniska åtgärder

samt **kapacitet**



Samhällsekonomi för hastighetshöjning (upp till 250 km/h) med Gröna Tåget

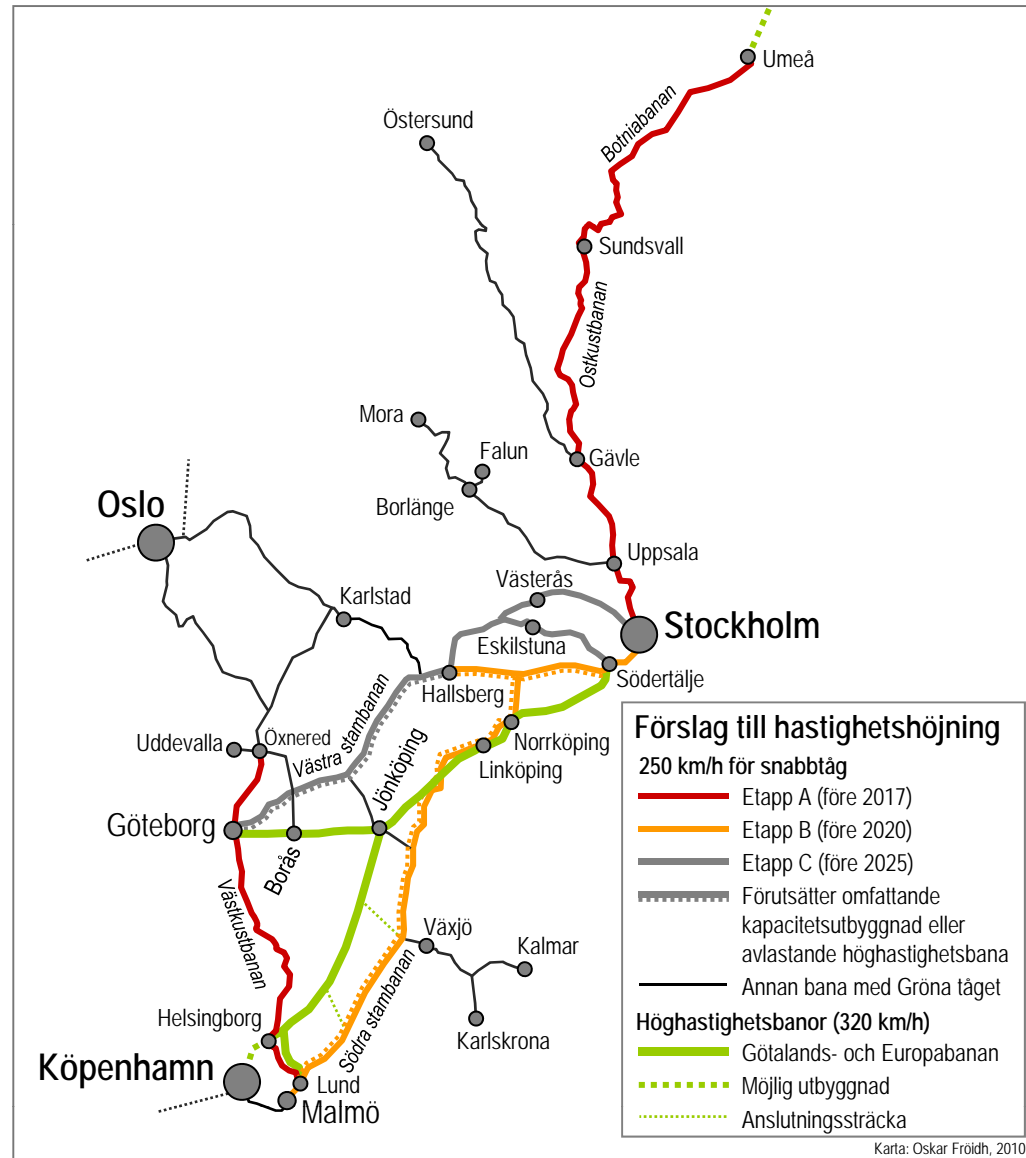
- Mycket bra och stabilt lönsamt för stråk med stor andel nybyggd bana och små kapacitetsproblem
 - Västkustbanan (nnk +3,9); före 2017
 - Ostkustbanan+Botniabanan (nnk +3,6); före 2017
 - Västra och Södra stambanorna föreslås samordnas med ERTMS-programmet, utbyggnad före 2020 resp. före 2025. Förutsätter att kapacitetsutnyttjandet blir acceptabelt
 - Svealandsbanan+Mäljarbanan (nnk +6,5) samordnas med Västra stambanan Hallsberg-Göteborg, före 2025
-

Förslag till genomförande Hastighetshöjning för snabbtåg

- Bör samordnas med fordonsanskaffning.
- Kapacitet på banan är en viktig fråga.

På kort sikt: Hastighets-
höjning upp till 250 km/h
för snabbtåg (där ban-
geometrin så medger)

Nästa steg måste bli mer
spårkapacitet för att
separera snabbtåg/
regionaltåg/godståg
(höghastighetsbanor ?)



Gröna tåget-konceptets effekter

- Högre hastighet (250 km/h eller mer)
- Korglutning
- Bred korg (3+2 sittning)
- Korta tågsätt, flexibel tåglängd

	Kortare restider	Högre turtäthet	Lägre biljettpriser	Mer miljövänligt
Högre hastighet (250 km/h eller mer)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Korglutning	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Bred korg (3+2 sittning)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Korta tågsätt, flexibel tåglängd	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

} *Bättre utbud*

Marknadseffekter

- Ökat resande
- Förbättrad ekonomi
- Samhällsekonomiska vinster med kortare restider (tillgänglighet, regional utveckling)
- Minskat flyg- och bilresande – miljövinst



Gröna Tåget

Trains for tomorrow's travellers

Oskar Fröidh
oskar.froidh@abe.kth.se