Forskningsprogrammet

Gröna Tåget



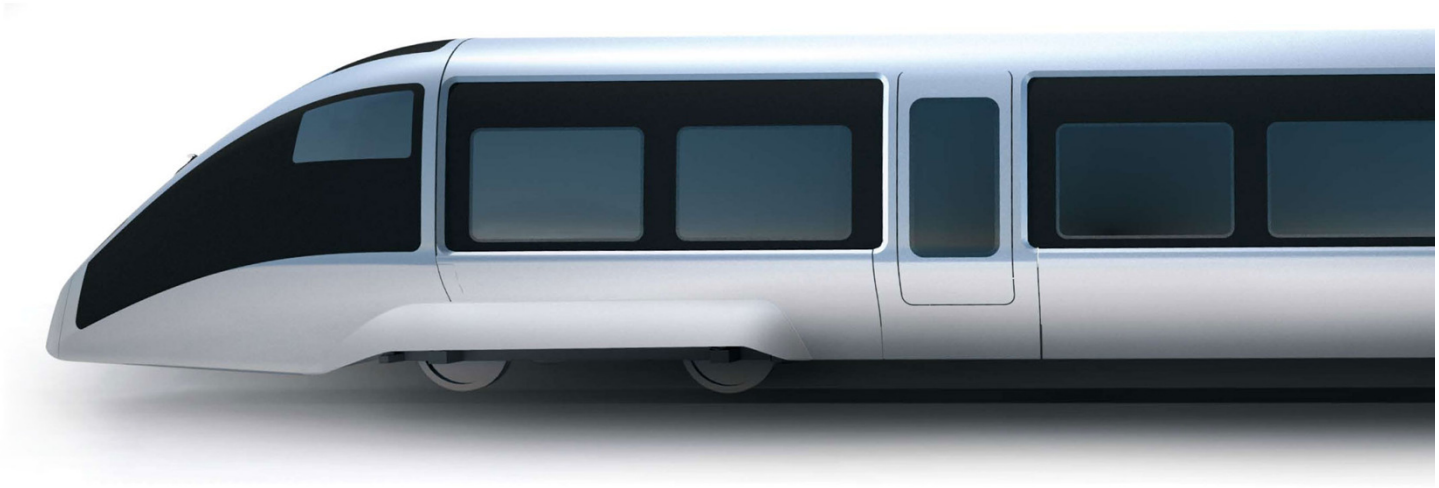
Tohmmy Bustad
Trafikverket i Borlänge
2011-03-21 Föreläsning på VBIK

TRAFIKVERKET

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.



Bakgrund till forskningsprogrammet *Gröna Tåget*.

Under 90-talet och framåt har järnvägsområdet förändrats väsentligt, bl.a. kan nämnas :

- **Övergång mot ”Europeisk kravställning” i form av direktiv och TSD – er**
- **Globalisering/centralisering av tillverkningsindustrin**
- **Uppdelning av järnvägsföretag från ”det vertikalt integrerade” till egna självständiga företag ofta med specifika uppgifter.**

Bakgrund forts:

Framtidsplanen

2004-2015

Planerat höghastighetsnät 2030 enligt Framtidsplanen



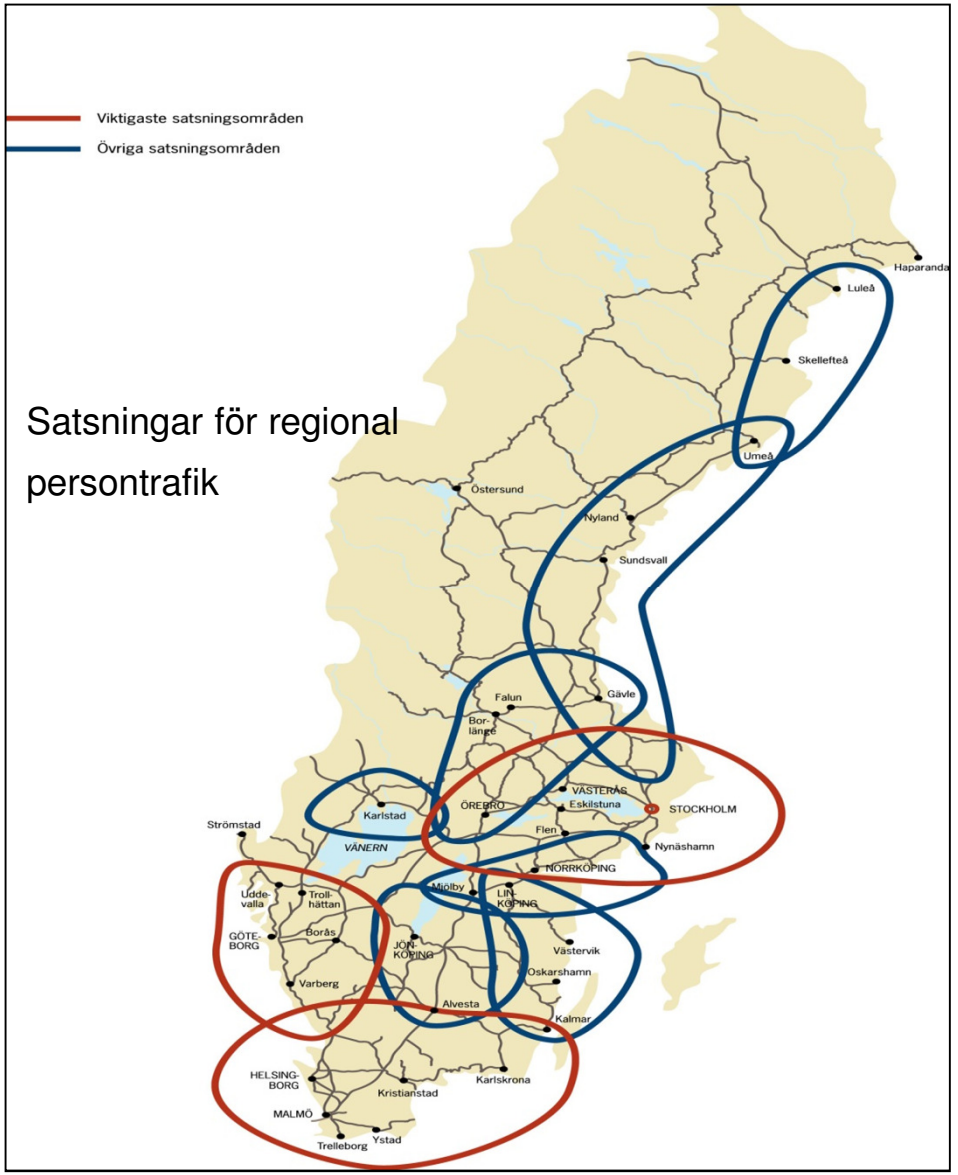
TRAFIKVERKET

Bakgrund forts :

Framtidsplanen

2004-2015

Framtida persontrafik är inte bara frågan om ”rena” interregionala höghastighetståg



TRAFIKVERKET

Exempel på motiv som ligger till grund för forskningsprogrammet *Gröna Tåget*

Motiv	Konstaterande		
Lång tid innan vi får ett utbyggt separat sammanhängande höghastighetsnät	**Blandad trafik på merparten av våra banor**	Persontrafik	Interregional trafik
			Regional trafik
		Godstrafik	Tung godstrafik både ifråga om tågvikt och axellast
			Framtida ”snabb” godstrafik, låga tågvikter och axellaster
Leva med gamla banor lång tid framåt	**- Kurvrika spår - Plankorsningar - Banunderbyggnad inte alltid den bästa - Enkelspårtrafik**		
Vinterrelaterade krav			
Vidmakthålla kompetensen nationellt	**Uppdelningen av järnvägsföretag har medfört problem att vidmakthålla kompetensen nationellt**		

Forskningsprogrammet Gröna Tåget

Syftet med *Gröna Tåget*

- Att stärka kompetensen att utveckla och upphandla **nästa generation snabbtåg för svenska (nordiska) krav**.

- Att stärka möjligheterna att påverka det sameuropeiska arbetet inom **forskning** och **standardisering.**

Detta åstadkommes genom

- **Trafikverket** tillsammans med,

  tågoperatörer

  industrin

  högskolor, **forskningsinstitut**

  utvalda konsulter

Bedriver forskning och utveckling avseende nästa generation snabbtåg

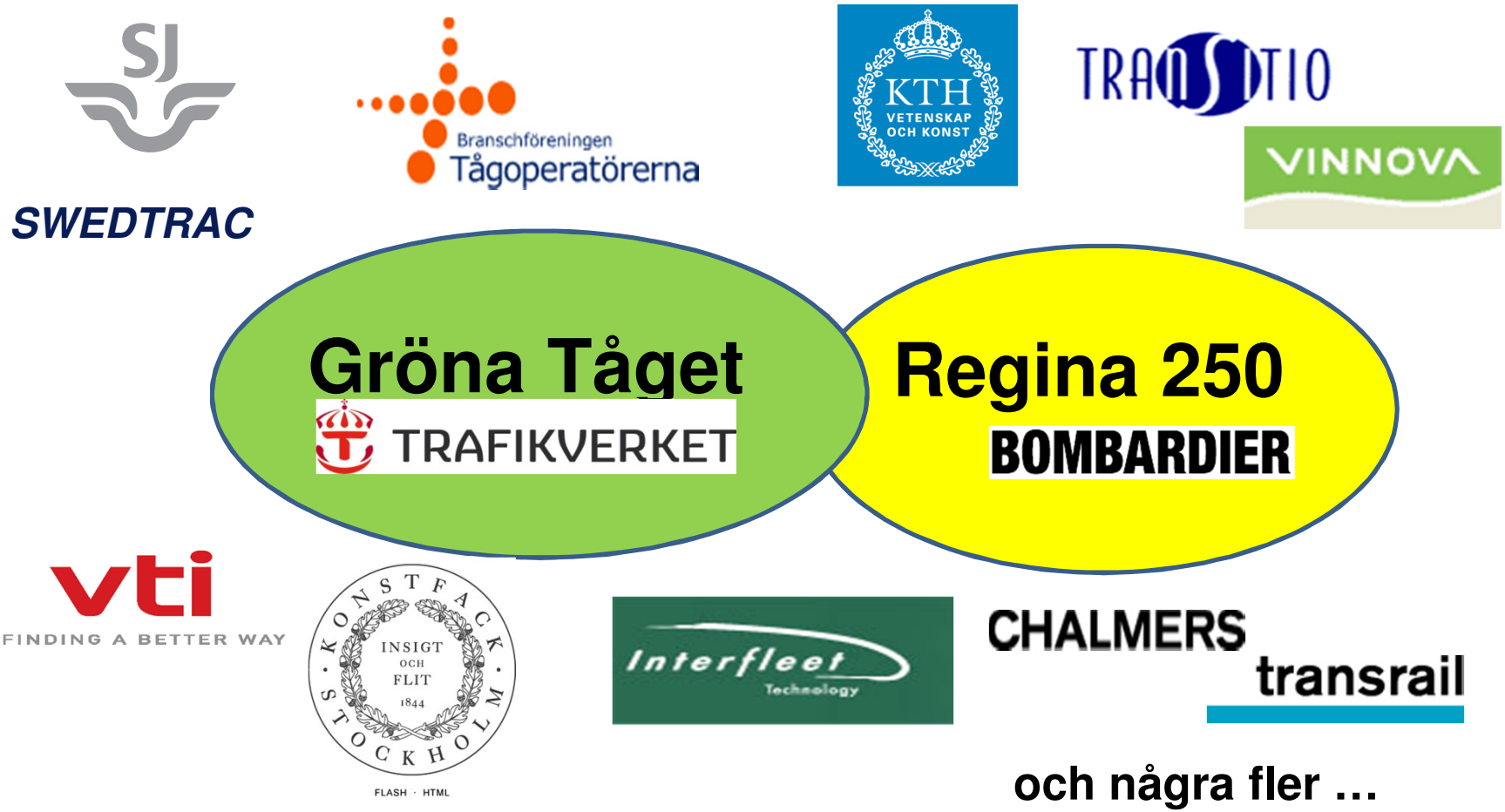
Trafikverket och partnernas bidrag till *Gröna Tåget*

Trafikverket har för avsikt att ge anslag till programmet med totalt 50 milj. kr under perioden 2006 -2011.

Under motsvarande period bidrar partnerna som medverkar i programmet i form av eget arbete, tjänster etc., till ett värde av ca 100 – 150 milj. kr

Den största partnern är Bombardier som via sitt parallella projekt ”Regina 250” möjliggör i hög grad möjliggör att teori kan verifieras praktiskt. Även Tågoperatörerna och Transitio bidrar

Gröna Tåget Partners, för närvarande…..



och några fler …

Krav på *Gröna Tåget* ?

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 Europanormer (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

Gröna Tåget: Baskrav

För nästa generation snabbtåg:

- Kortare **restider.** 250 km/h, kanske högre.
- Bra **acceleration**, troligen **lutning** i kurvor (som *X 2000*).
- Förbättrad komfort och **passagerarmiljö.**
- **Lågt slitage på spåret** samt förmåga att köra på **icke perfekt spår** (godståg och tjäle!)
- **Flexibelt** – ska kunna användas både i fjärr- och regionaltrafik, i långa tåg och korta tåg.
- Förbättrade **miljöprestanda** (buller och energiförbrukning).

Gröna Tåget, Baskrav

Vidare:

- Nästa generation snabbtåg måste så långt möjligt ansluta till **europeisk standard**.
  Men vi bör och måste ibland gå längre än minimikraven!

Och inte minst:

- Bra **tillförlitlighet** (även i nordiskt **vinterklimat**!).
  En förutsättning för punktliga tåg!

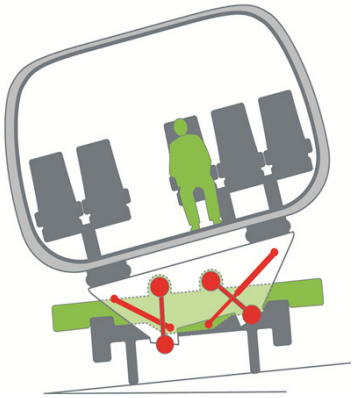
- **Kraftigt sänkta kostnader per platskilometer**
  (jämfört *X 2000* och äldre lokdragna tåg)
  inkl kapital, underhåll, tågpersonal, energi, banavgifter.

Gröna Tåget:
Höjd prestanda på alla fronter

- **Snabbare**
- **Mera komfortabelt**
- **Tystare**
- **Lägre energiförbrukning**
- **Spårvänligt**
- **Tillförlitligt (även på vintern)**
- **Flexibelt**
- **Hänsyn till funktionshindrade**
- **Billigare att använda**

Kräver långsiktig avancerad teknisk forskning & utveckling !

Teknik i *Gröna Tåget*

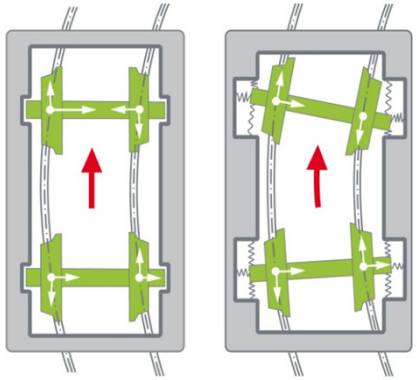


Korglutning
Högre hastig-
heter i kurvor

**Permanent-
magnet
(PM)-motor**
Mer effektiv
elmotor



Aktiv sidofjädring (ALS)
Ökad komfort, bredare vagnskorg



Mjuk boggi
Minskat spår-
slitage i kurvor



Anpassad för vinter
Ökad driftsäkerhet

Gröna tåget:

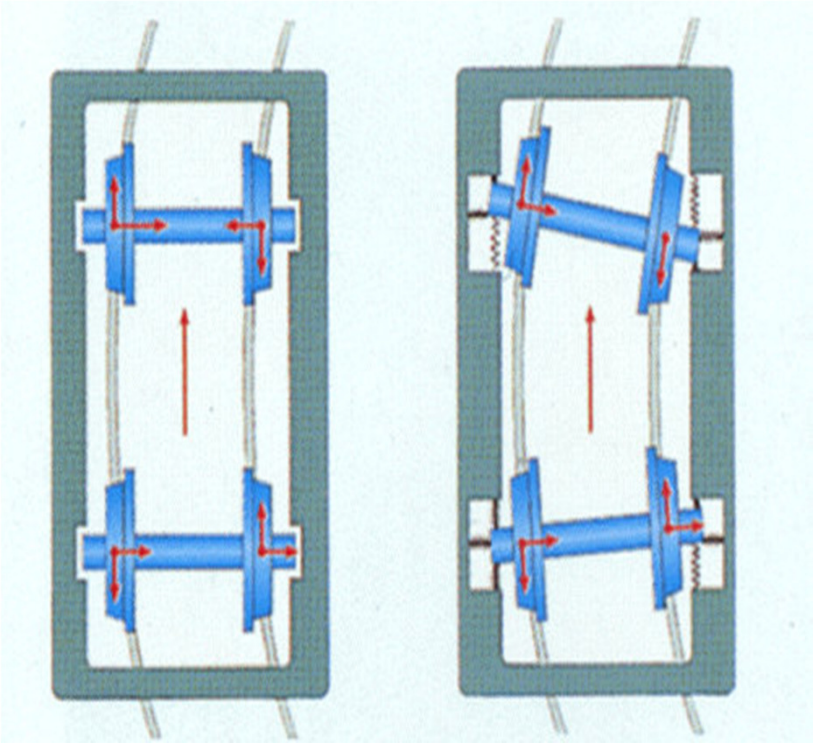
Boggier – Gångegenskaper – Spår och hjulslitage
ALS = Aktiv lateral styrning av korg

Radialstyrda spårvänliga boggier

- för låga krafter och lågt slitage på spåret

- för hög säkerhet mot urspårning.

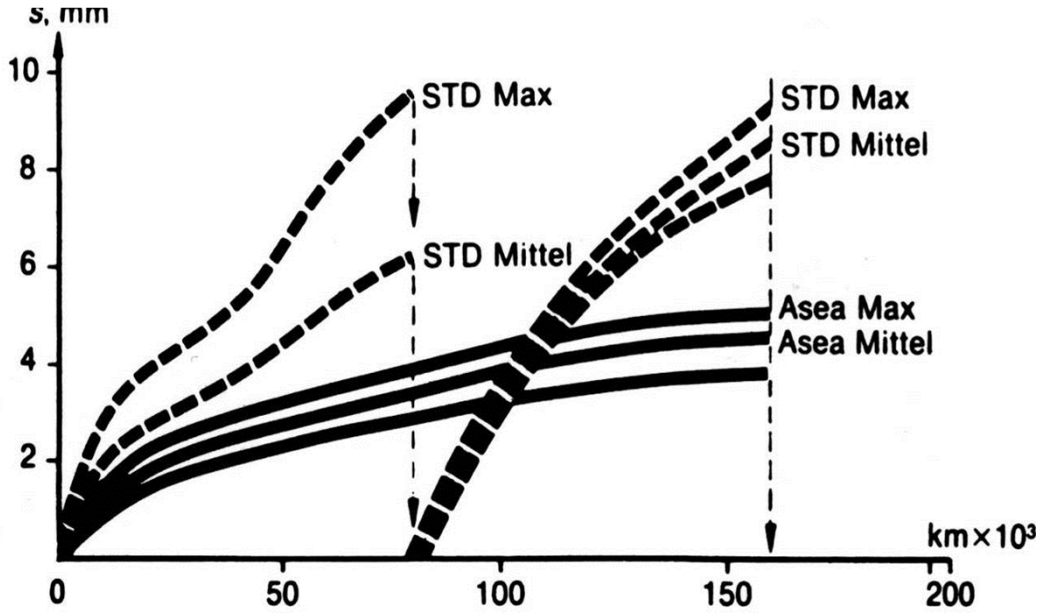
Studerat både **passivt** och **aktivt** styrande boggier



Gröna tåget: Boggier – Gångegenskaper – Spår o hjulslitage

Exempel på hjulslitage mellan ”styv” och radialstyrande boggier

Wheel flange wear for two types of bogies (April-Sep)
STD = standard “stiff” bogies
Asea = radial steering bogies, as tested by SJ



Gröna tåget

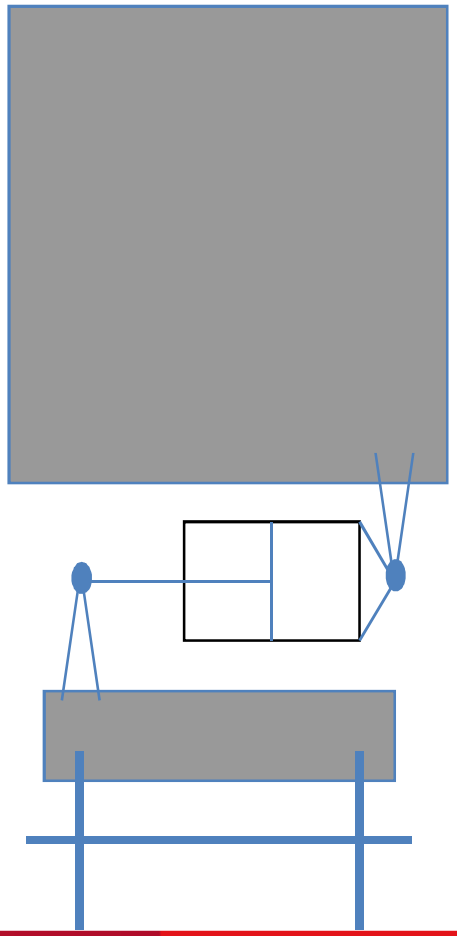
Aktiv sidofjädring (ALS)

Aktiv sidofjädring

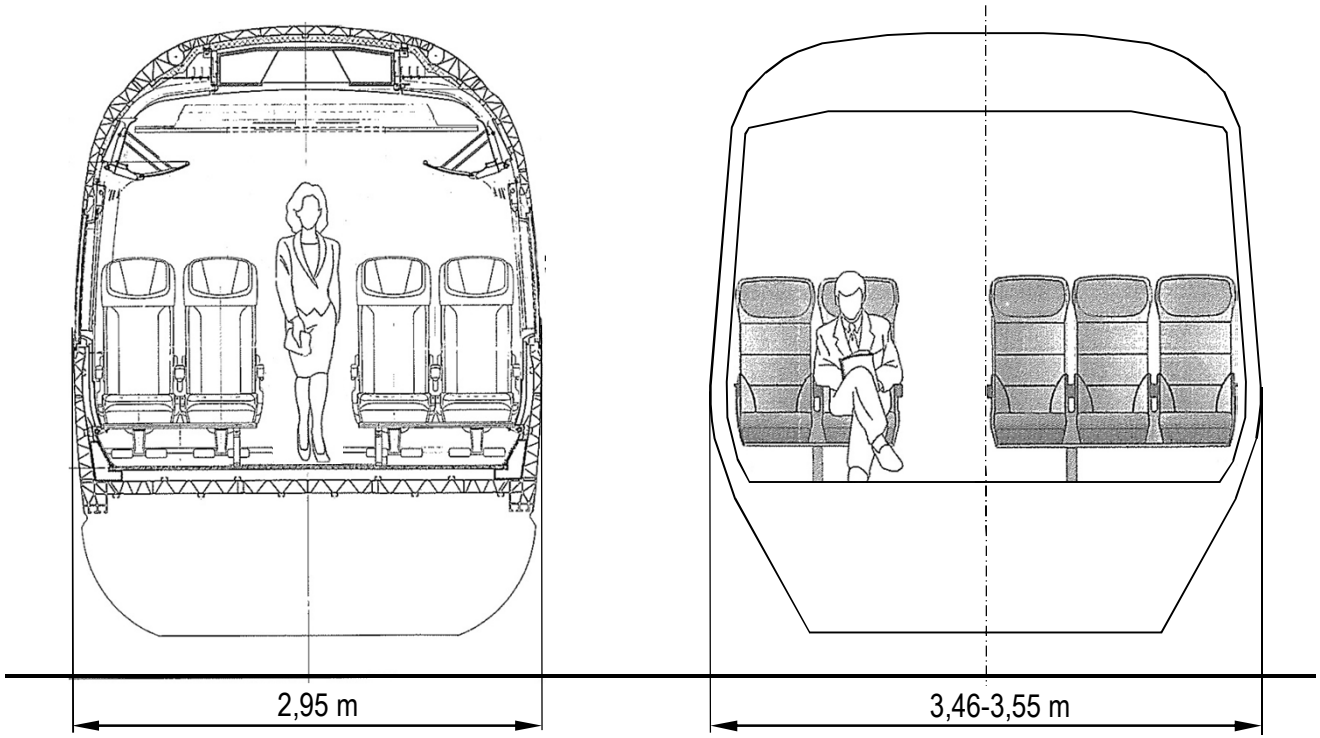
När man kör "hårt" i kurvorna driver korgen iväg mot sidostopp.

Den aktiva fjädringen

- begränsar sidorörelsen kraftigt (ca ±30 mm mot ±70 mm)
- tillåter ca 80 mm bredare vagnskorg (komfort)
- ger en mjuk & behaglig fjädring (komfort)
- ger möjlighet att köra "hårt" i kurvorna upp till minst 250 km/h



Bred korg för gott utrymmesutnyttjande



ICE3

Normal (kontinental) korg

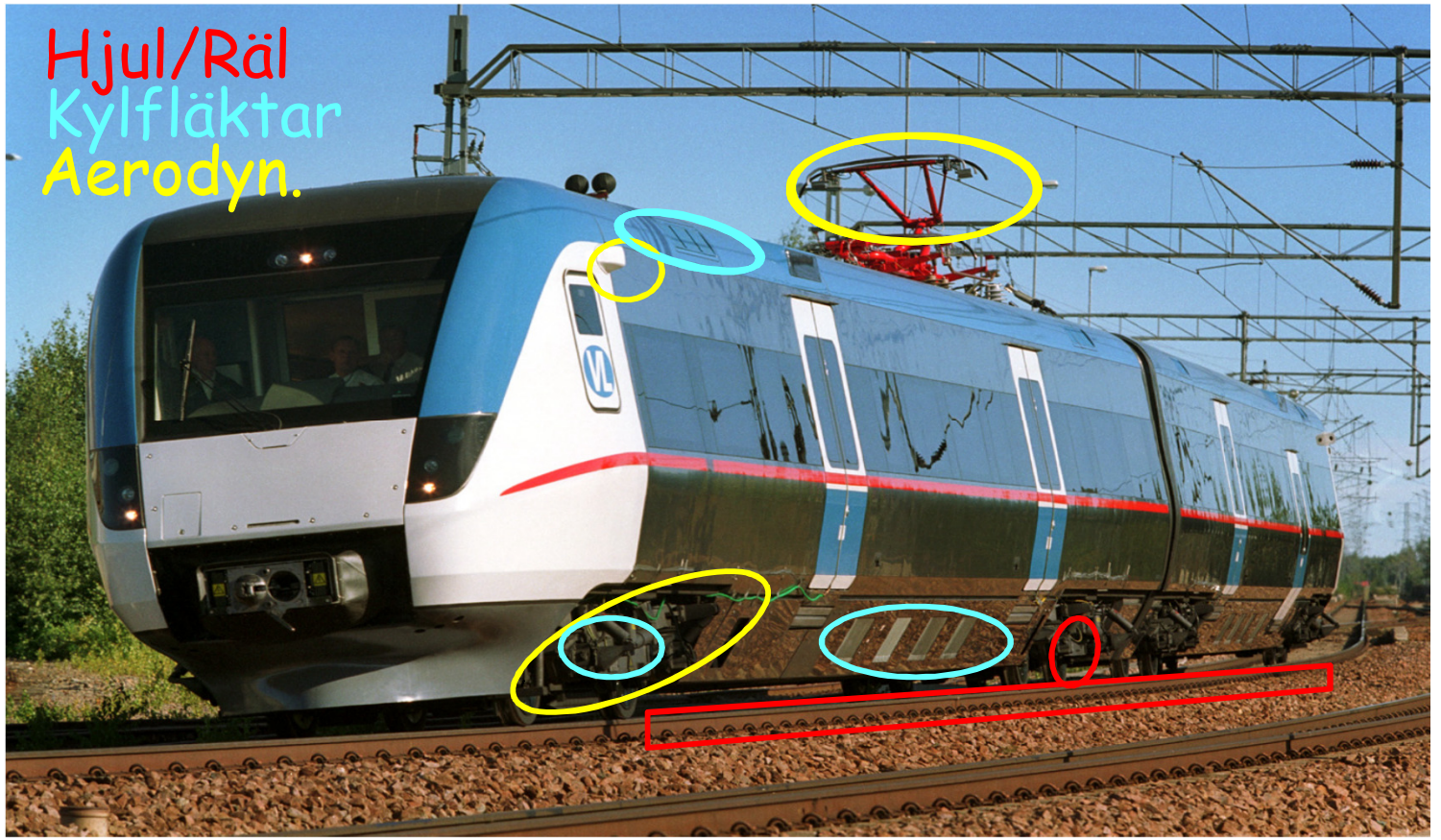
Gröna Tåget

Bred korg

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

TRAFIKVERKET

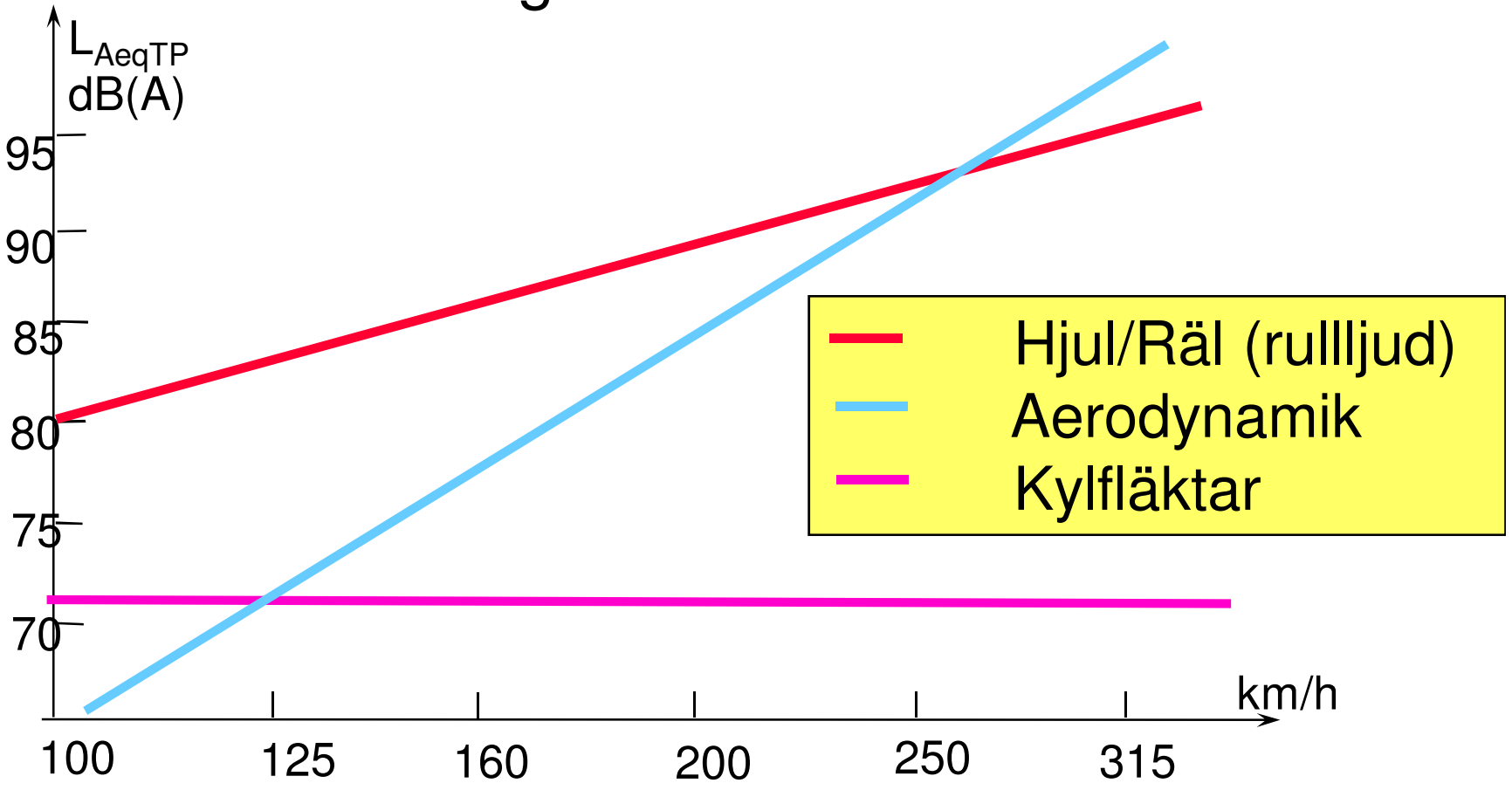
Gröna Tåget: Extern buller



TRAFIKVERKET

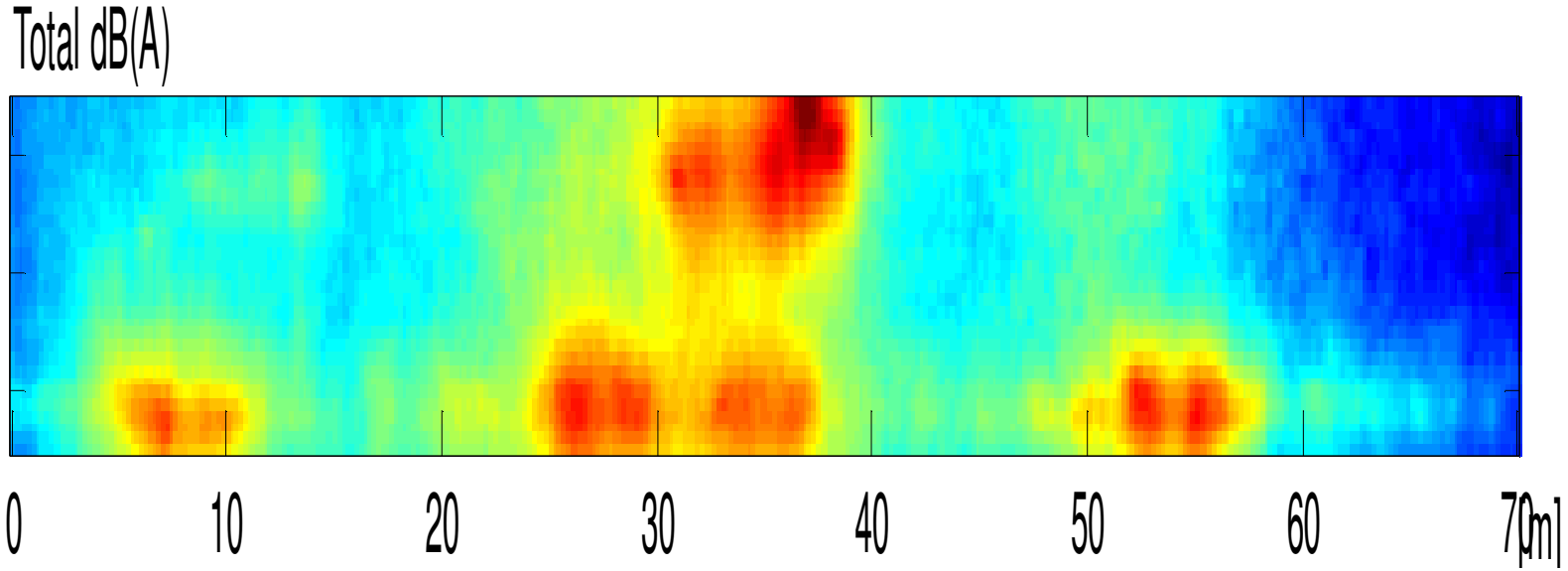
Gröna Tåget: Extern buller

Olika källors hastighetsberoende



TRAFIKVERKET

Gröna Tåget: Extern buller



Typiska ljudkällor vid 200 km/h (mätning med akustisk kamera)

Gröna Tåget: Extern buller
Räldämpare (2-4 dB(A))

- Kommersiella typer finns tex Corus som testats under Gröna Tåget projektet

Corus damper



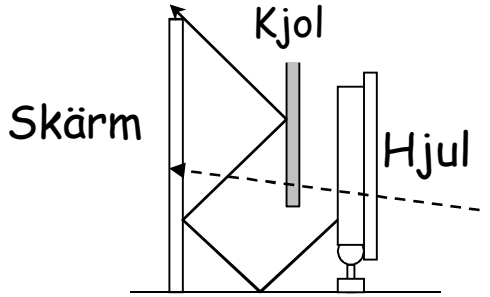
- KTH har även utvecklat en ny typ under Gröna Tåget projektet är lika effektiv som Corus dämparen men enklare att montera

KTH prototyp



Gröna Tåget: Extern buller
Perrong eller spårnära skärmar

- Skärmar nära hjul/räl kan ge ökad dämpning pga av ljudet stängs in (“kanaleffekt”)



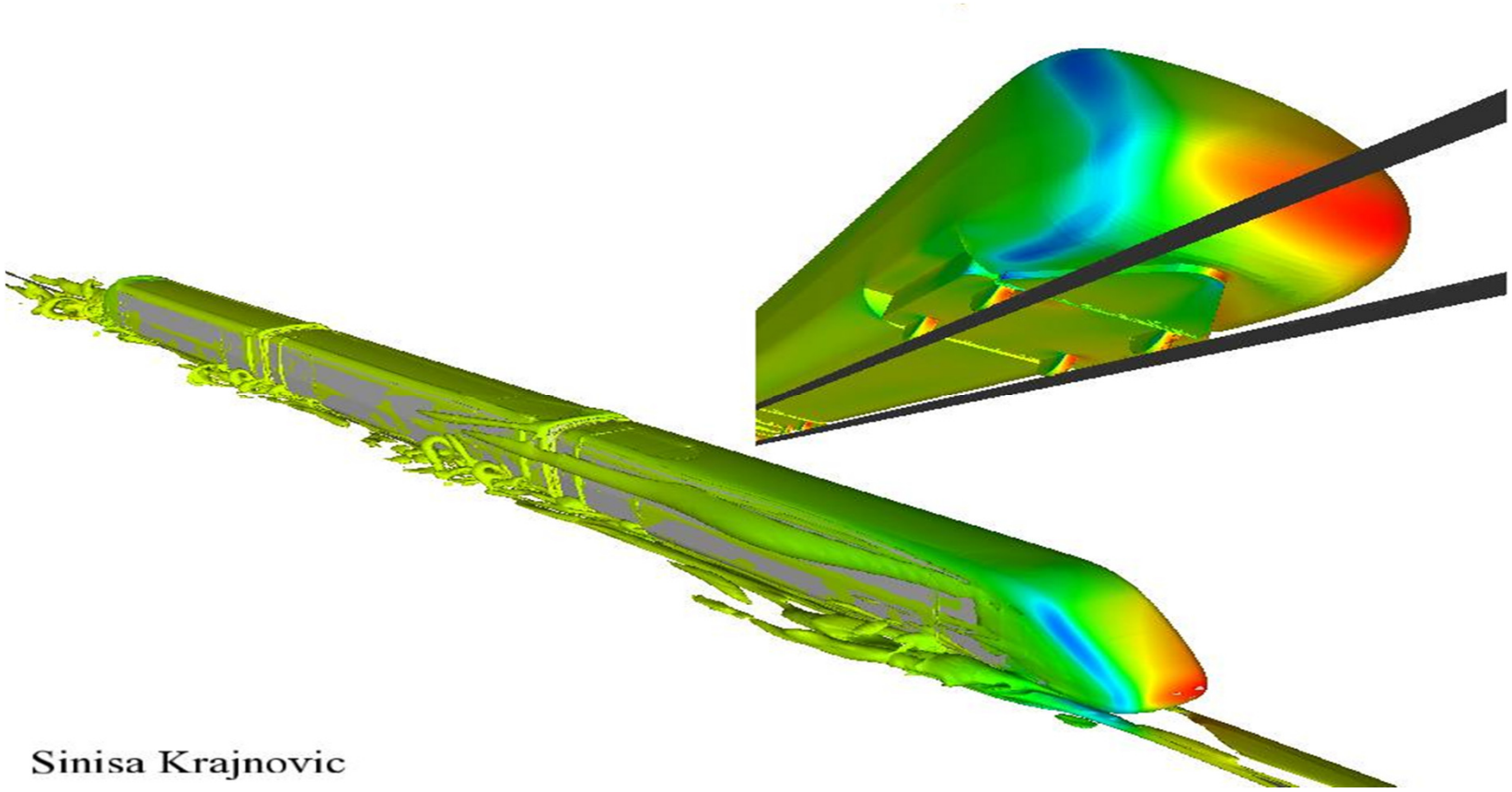
- I kombination med boggiekjolar kan sådana arrangemang ge mycket bra dämpning (10-15 dB(A))

- Sådana “mini”- skärmar kan utformas med höjder kring en 1 m och blir avsevärt billigare än konventionella höga skärmar

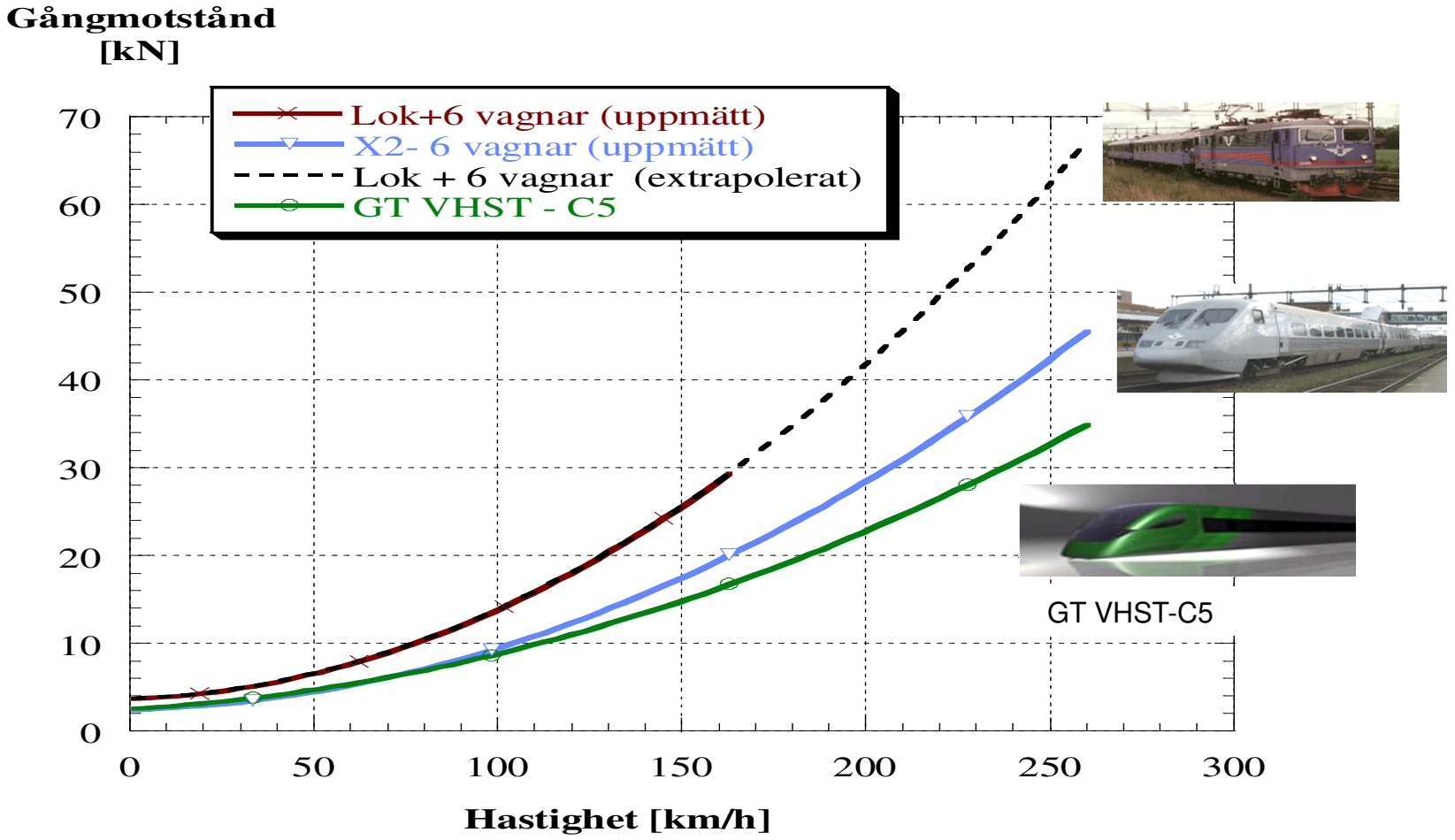


TRAFIKVERKET

Gröna Tåget: Aerodynamik



Gröna Tåget: Energi



TRAFIKVERKET

Gröna Tåget: **Energi**
Exempel

- På Västra Stambanan kan den specifika energiförbrukningen bli ca 30% lägre med GT-250 i STH 250 än med X2-6v i STH 200.

- Minimering av mekanisk broms kan sänka förbrukningen ytterliggare (upp till 20% jämfört med mintidskörning vid många stopp).

- Återmatningsgraden kan bli hög (15 – 40%). Höga krav bör ställas på bl a infrastrukturen så att energin kan tas om hand.

Strömavtagning på befintlig kontaktledning

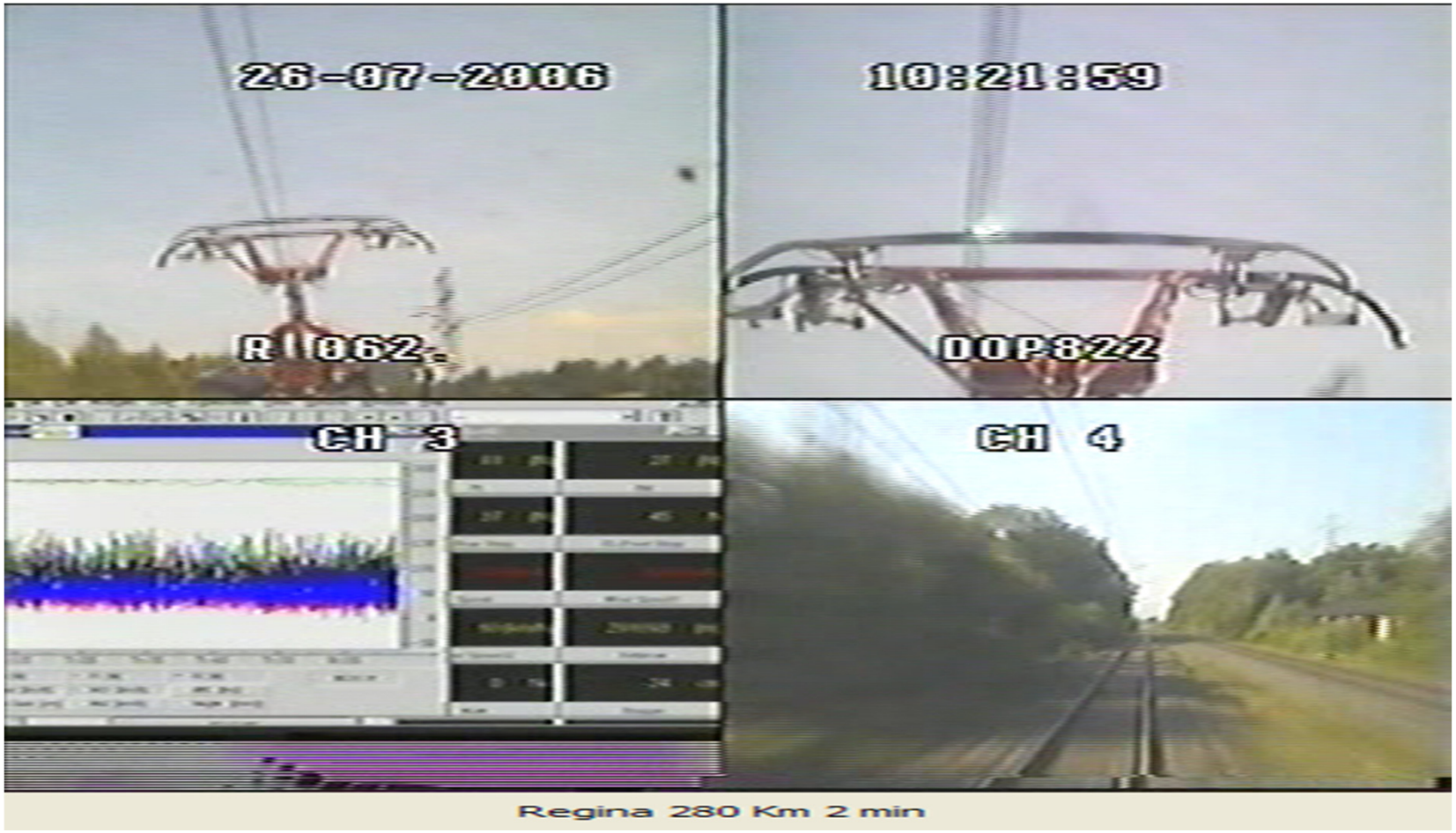
Regina 250- Gröna Tåget, sommaren 2006



Schunks nya höghastighets strömavtagartopp



Lite bilder från proven

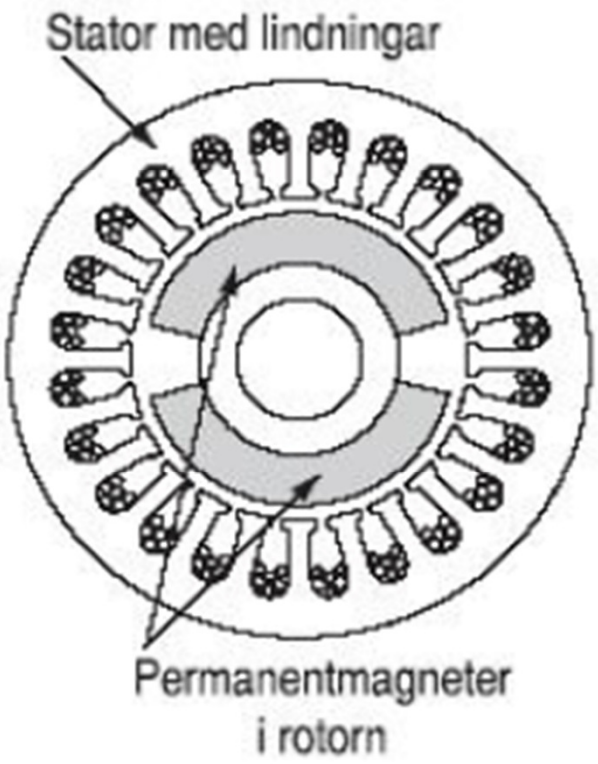


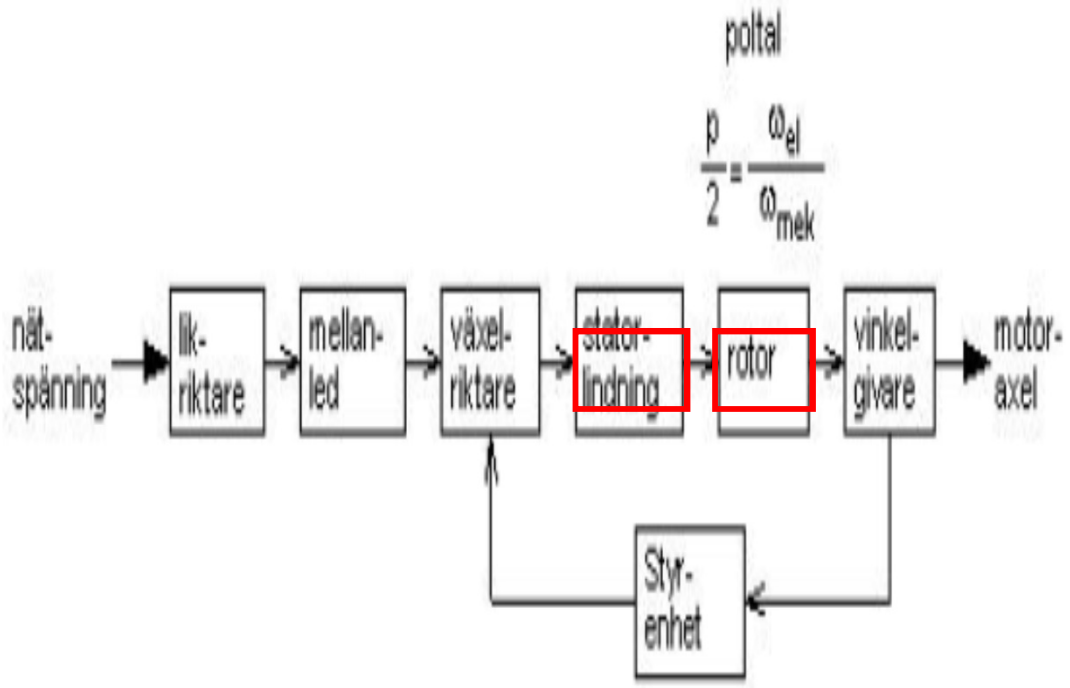
Permanent Magnetiserade Synkronmotor (PMSM)

”Systemanalys av permanentmagnetiserade drivsystem för traktion” KTH (2006-2008)

- *Avsikten med projektet är*
  - *Principdimensionering av motor, växel och omriktare*
  - *Studier om mekanisk robusthet, hantering av felfall, t ex kortslutning*
  - *Prov av drivsystem med PMSM på provtåget (Regina) 2008*
  - *Utvärdering*

Permanent Magnetiserade Synkronmotor (PMSM)





Blockschema över PMSM-motor med matningsdon.

Permanent Magnetiserade Synkronmotor (PMSM)

Nackdelar

- Komplicerad konstruktion, framför allt styrningen
- Högre inköpspris än dagens asynkronmotorer
- Inte parallell kopplas till en motoromriktare,

Permanent Magnetiserade Synkronmotor

Fördelar med PMSM

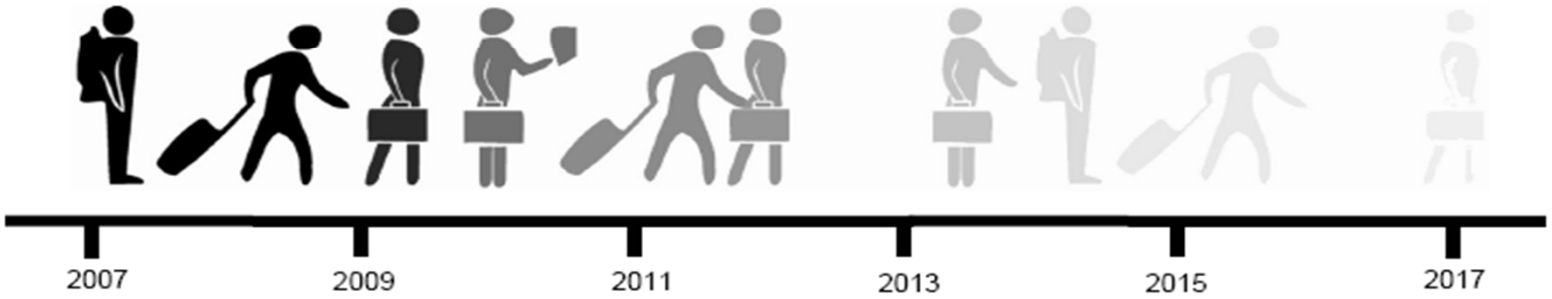
- Hög effekttäthet (1 kW/kg) jmf med 0,8 kW/kg för ”vanliga”
- Ingen rotorström => lägre förluster
- Sammanfattningsvis => Högre verkningsgrad
- Robust konstruktion

Specifikt för tåg

- *Kan göras kompaktare*
- *Mindre krav på hjälputrustning*
- *Mindre antal drivna axlar* ⟷ *Samma antal, ökad effekt*
- *Sänkt totalvikt (30-35 %)*
  (kanske högre om man gör den långsamtgående => lägre krav på utväxling)

Gröna Tåget: Attraktiv passagerarmiljö

The future and beyond



grönatåget

TRAFIKVERKET

Gröna Tåget: Attraktiv passagerarmiljö

Values & personality

Det välkomnande tåget

Värme och omtanke

Hjälpande

Ser individen



Det skandinaviska tåget

Öppenhet

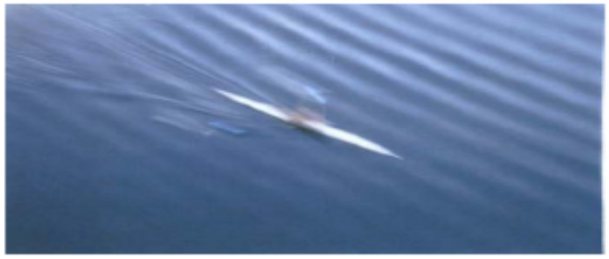
Årstider

Funktion och design



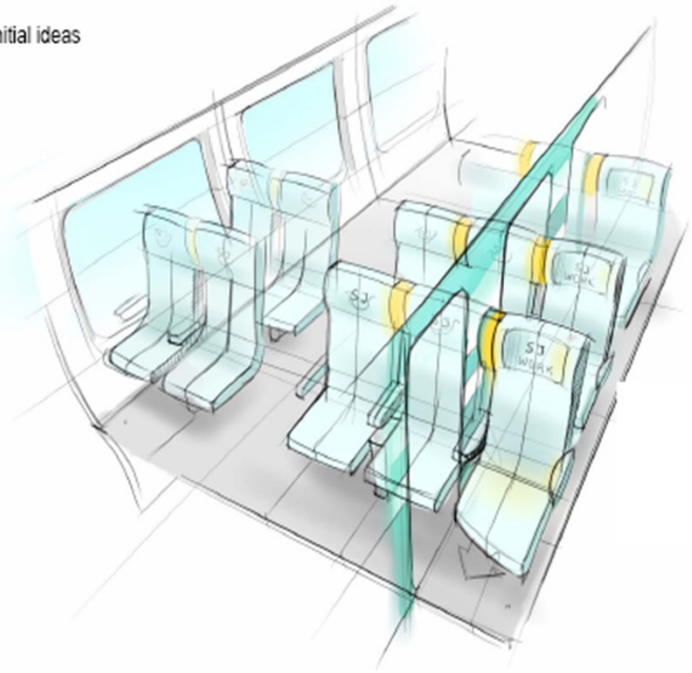
En lugn fartupplevelse

Snabbt men lugnt



Individual 3rd seat

Initial ideas



Individual 3rd seat

Sound reducing walls

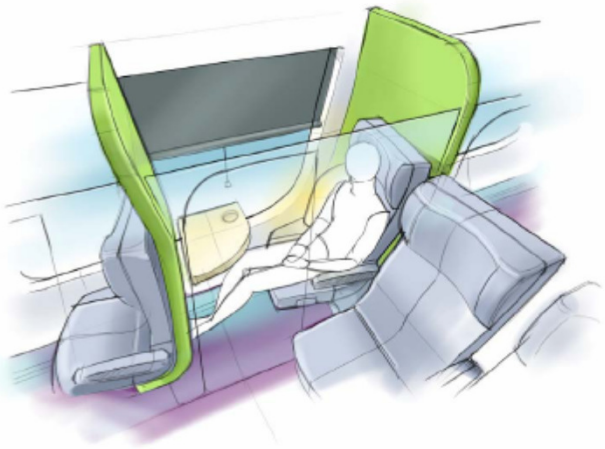
Window curtains

Adjustable lighting

SJ

Relax

Från 1295:-



Individual 3rd seat

Large foldable table

Internet / WLAN

Personal reading light

SJ

Work

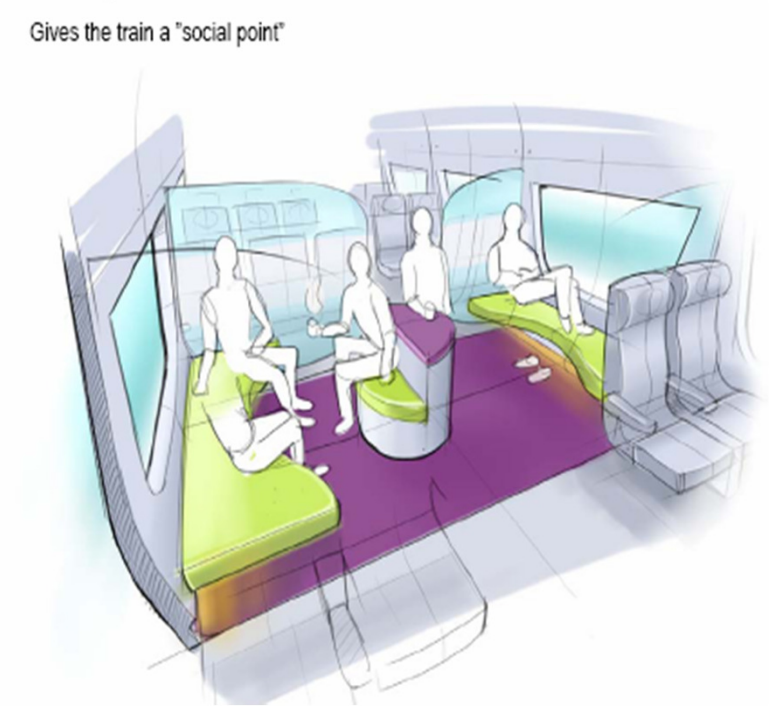
Från 1295:-



Gröna Tåget: Attraktiv passagerarmiljö

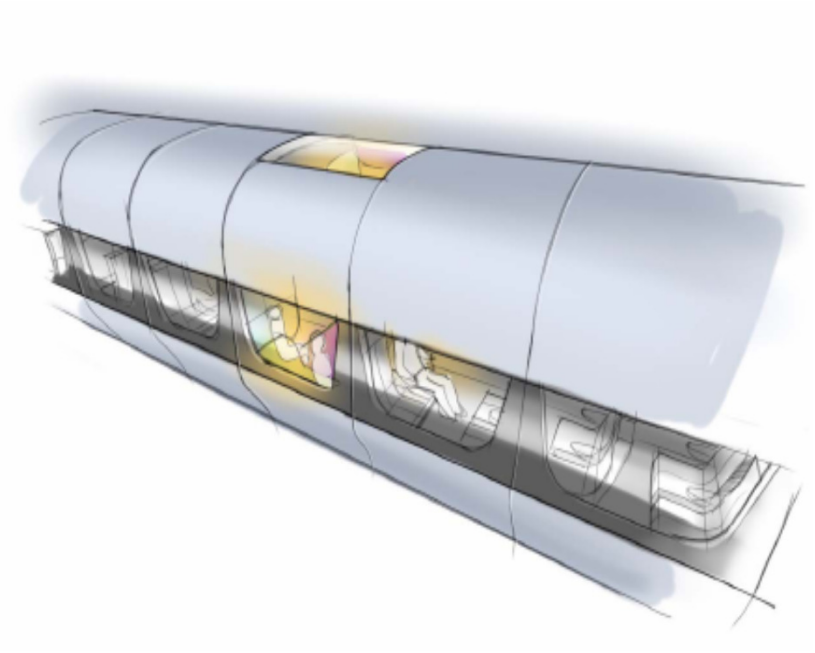
Lounge module

Gives the train a "social point"



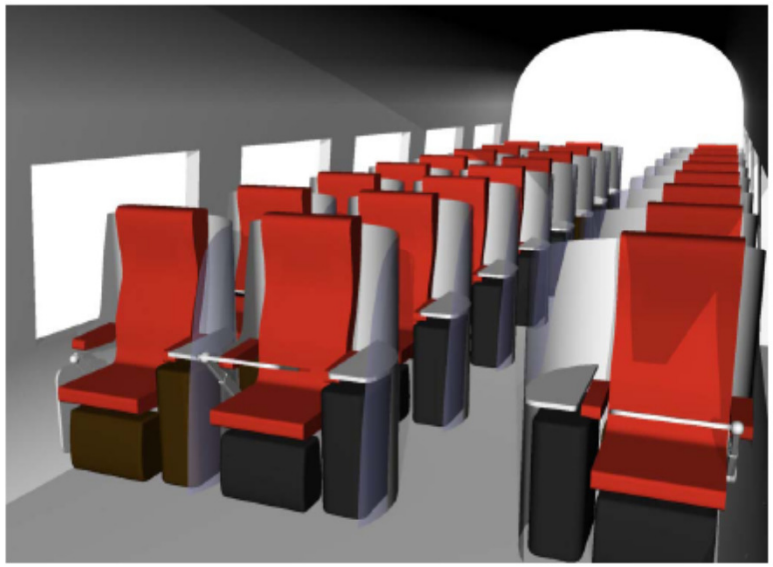
Lounge module

Upgrades the passenger environment as a whole



Gröna Tåget: Attraktiv passagerarmiljö

Optimized work environment

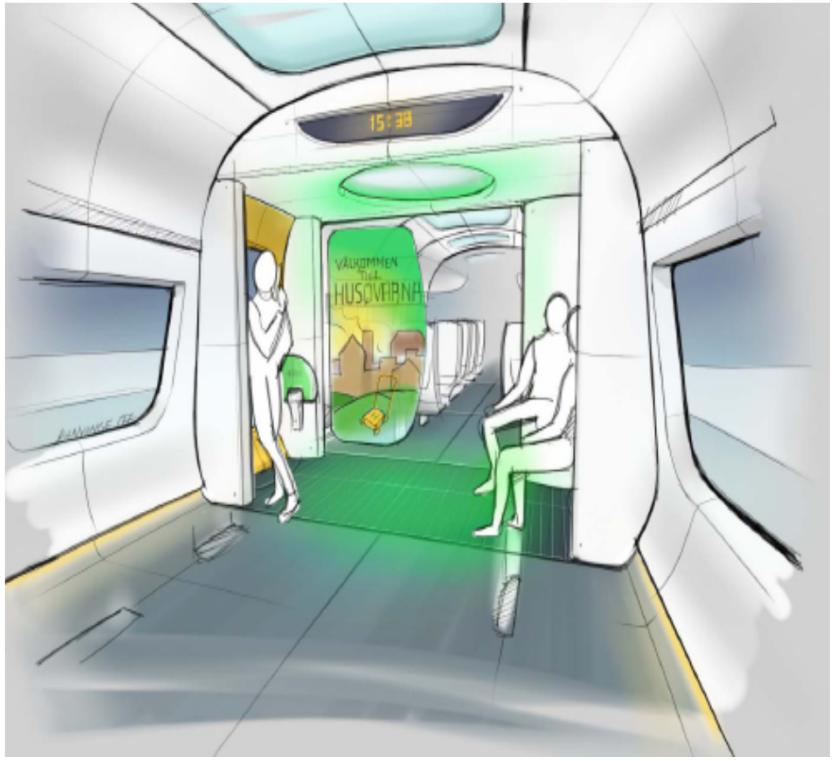


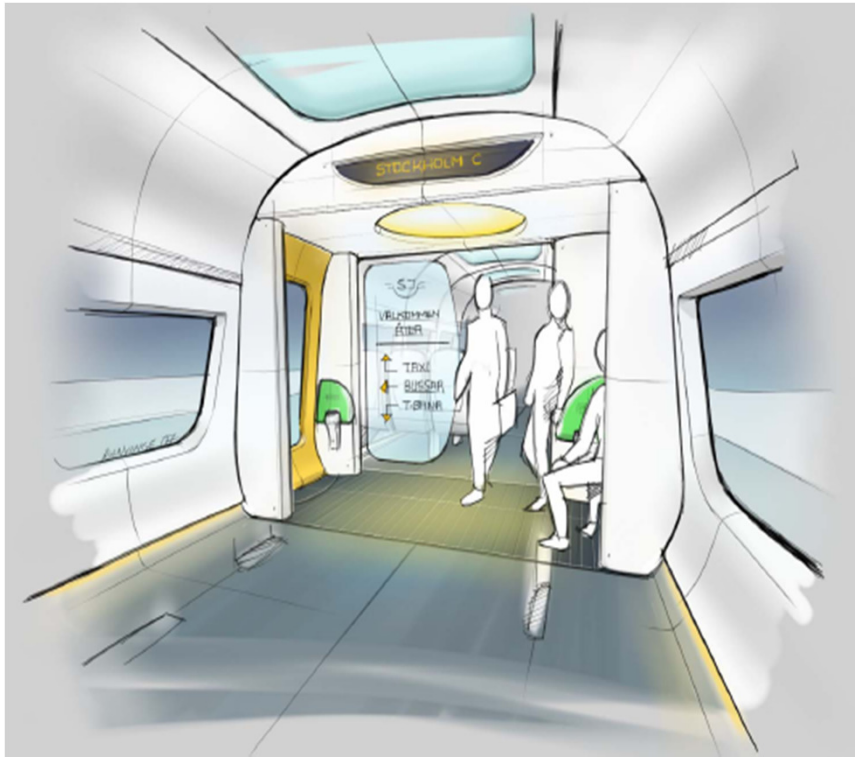
Relax and recharge

Sleeping possibilities

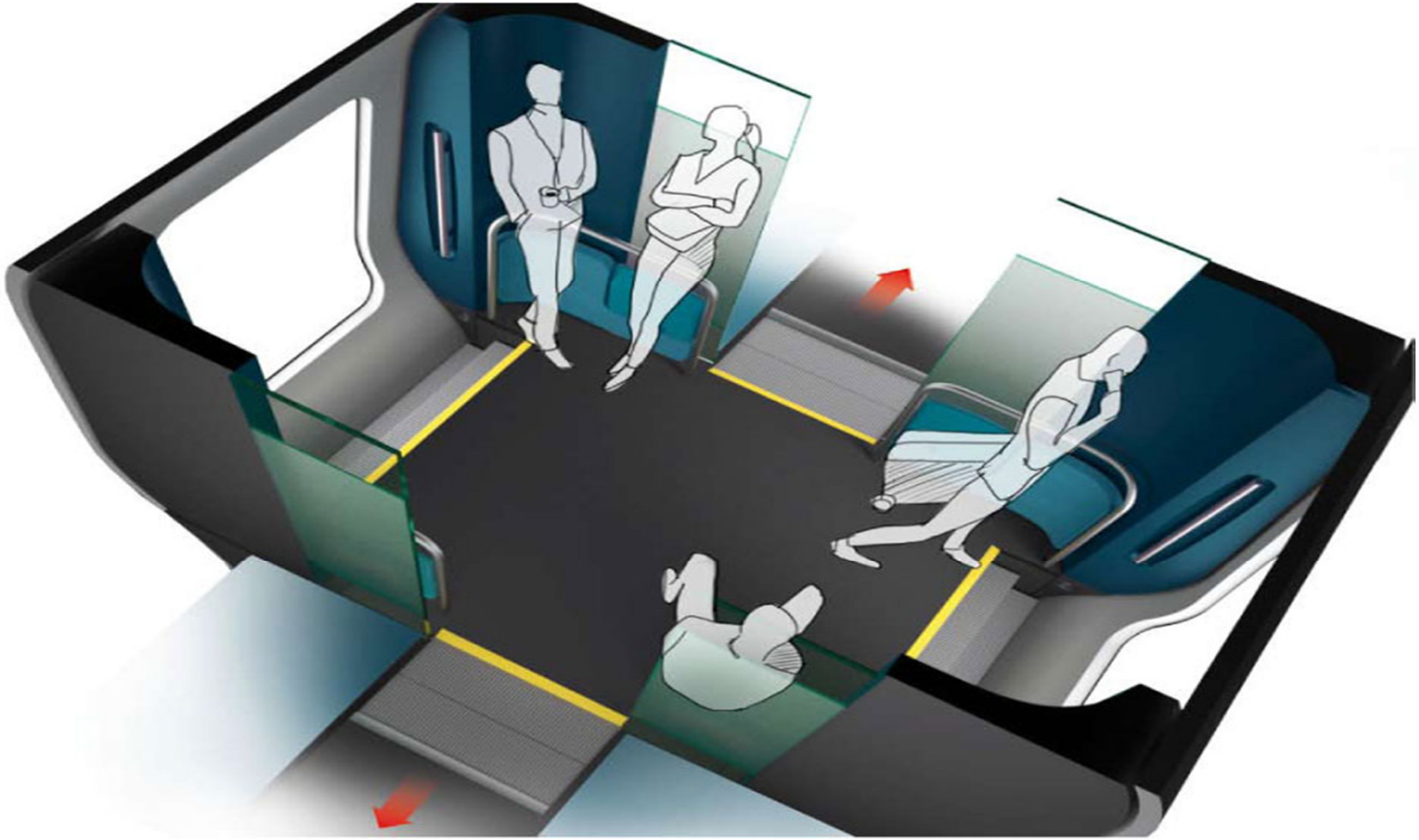


Gröna Tåget: Attraktiv passagerarmiljö





Gröna Tåget, handikappanpassad vestibul

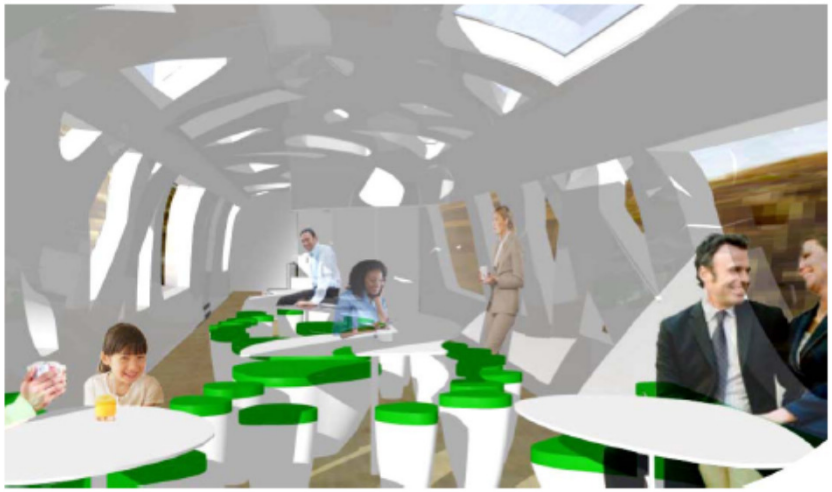


Gröna Tåget:
Attraktiv passagerarmiljö

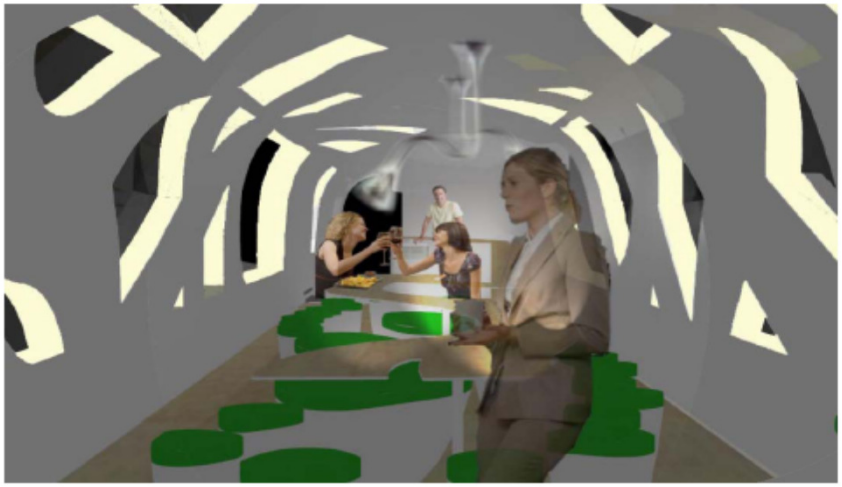
Eating on trains - External project



Eating on trains - External project



Eating on trains - External project



TRAFIKVERKET

Gröna Tåget: Marknad – trafik - tågkoncept

Varför *Gröna Tåget*?

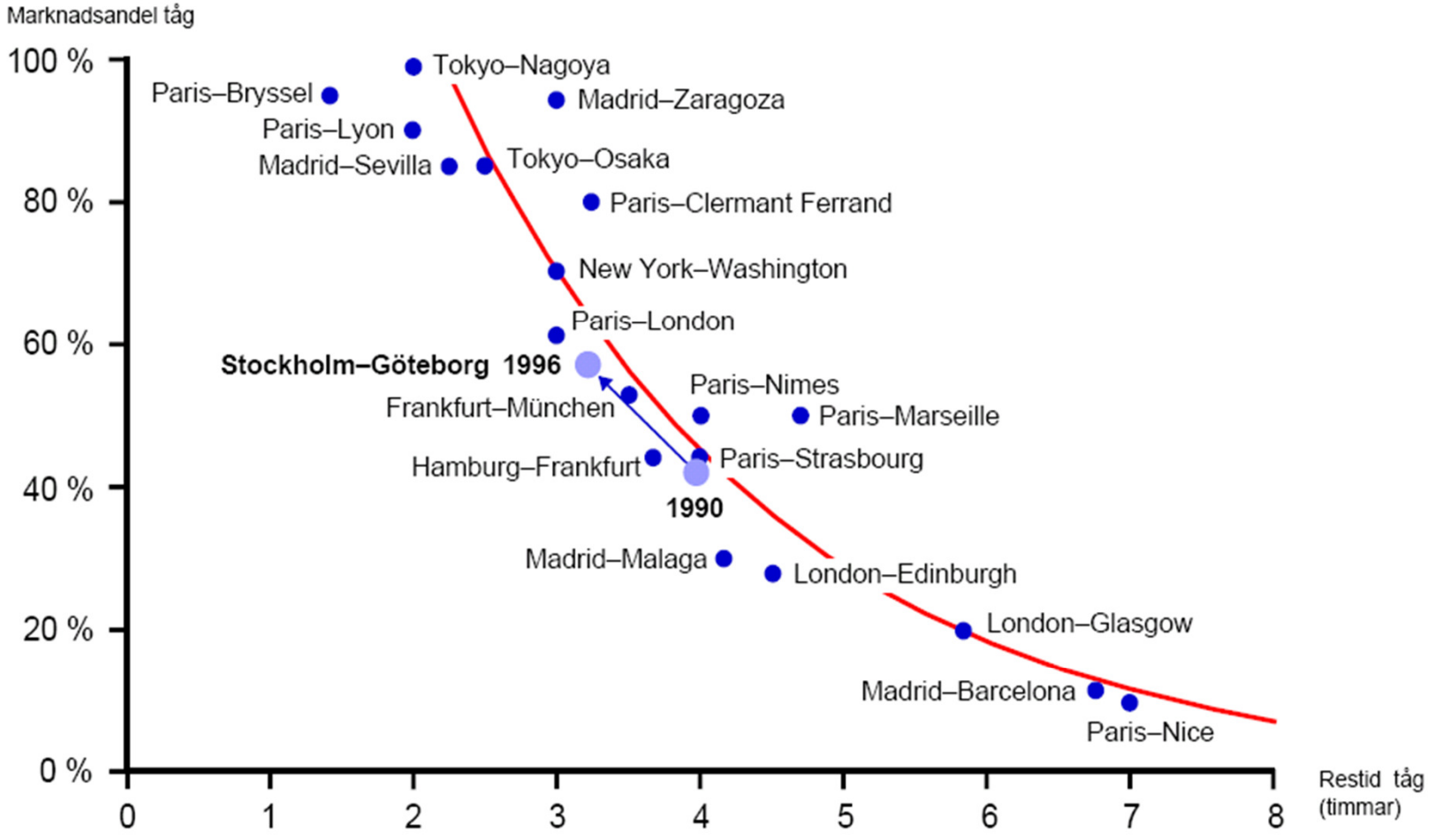
- Tågresandet ökar – nya attraktiva tåg behövs
- Kortare restider är lönsamt och ger mer tågresande
- Nya tåg med bättre ekonomi ger lägre biljettpriser och mer tågresande
- Äldre tåg har högre driftkostnader och är mindre attraktiva

Det behövs ett modernt snabbtåg!

Nyckel: Planera i god tid

Gröna Tåget-

Marknadsandel som funktion av resandetid



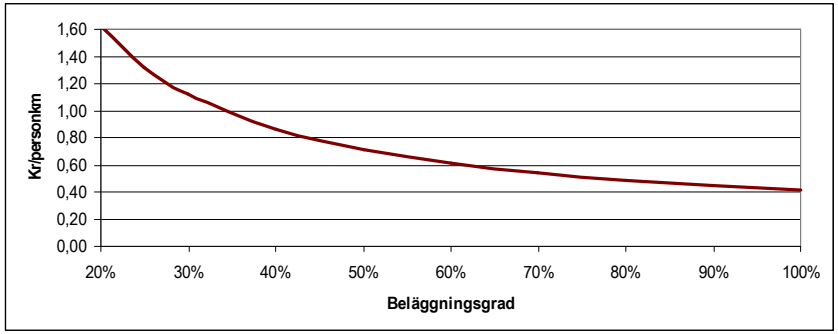
TRAFIKVERKET

Viktigaste faktorer för ekonomisk tågtrafik

- Beläggningsgrad

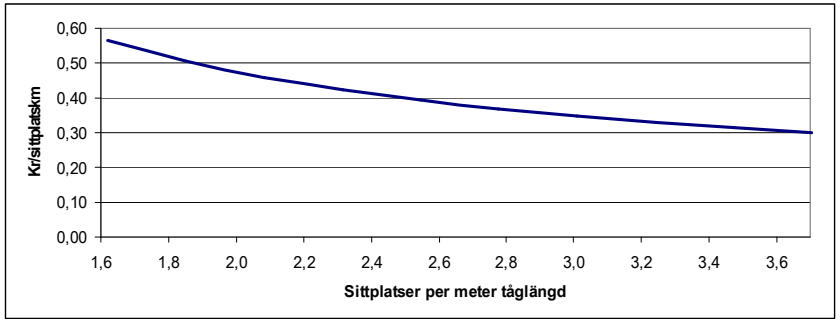
- korta tågenheter
- till- och frånkoppling (anp.utbudet)
- anpassa efterfrågan

(intäktsstyrning, *yield management*)



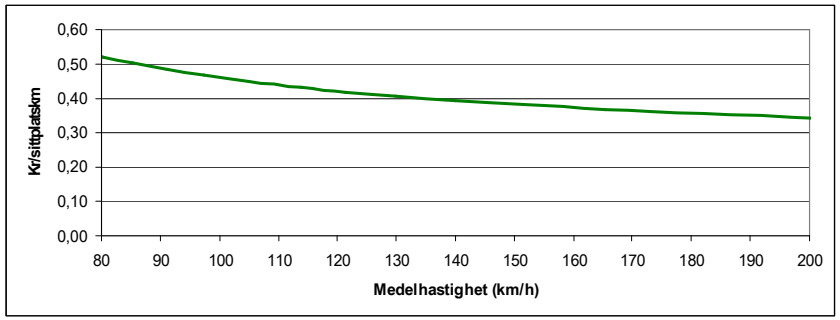
- Utrymmesutnyttjande

- komfortabla och effektiva stolar (tunnare dynor)
- breda tåg
- dubbeldäckade tåg (ej korglutning)



- Medelhastighet

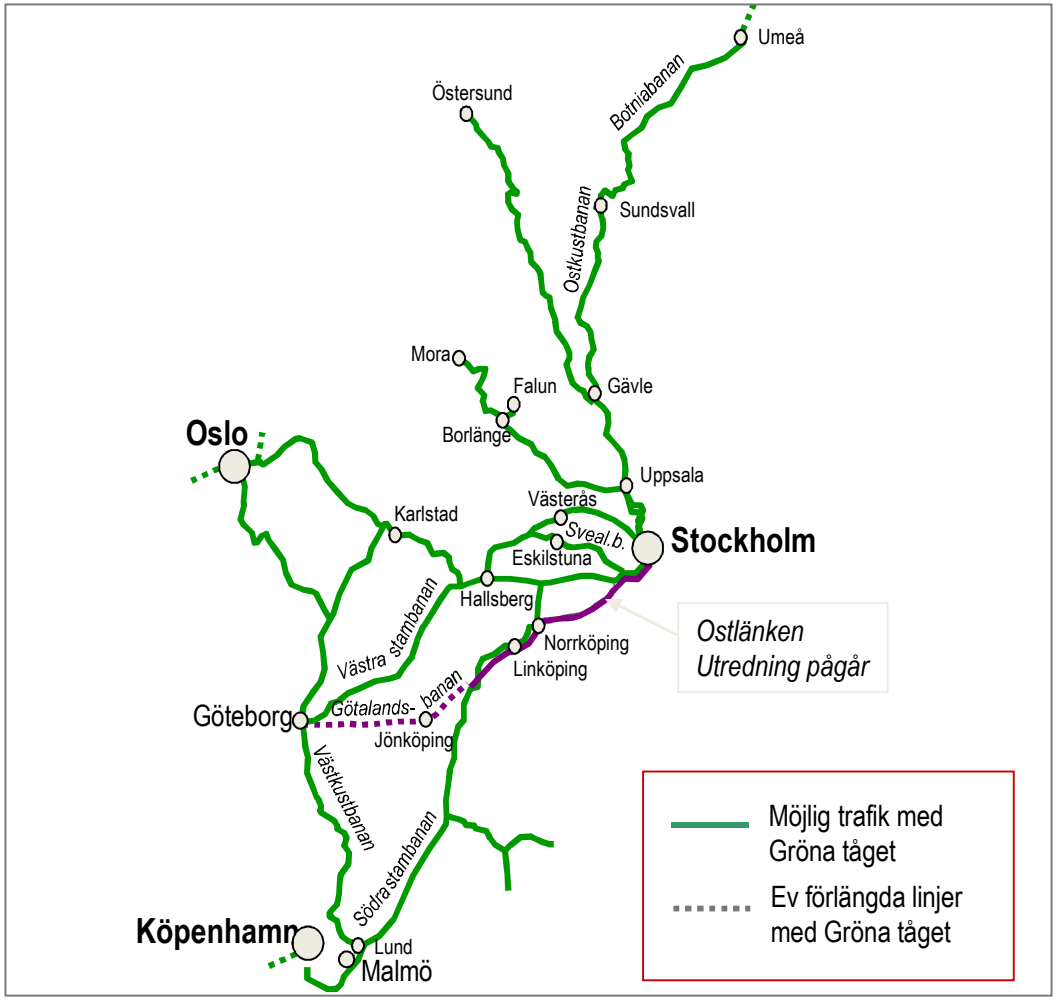
- korglutning
- topphastighet
- uppehållstider



TRAFIKVERKET

Gröna Tåget: Marknad – trafik - tågkoncept

Gröna tåget –
kortare restider på
befintligt järnvägsnät



TRAFIKVERKET

Gröna Tåget: Marknad – trafik - tågkoncept

Möjliga restider med Gröna tåget

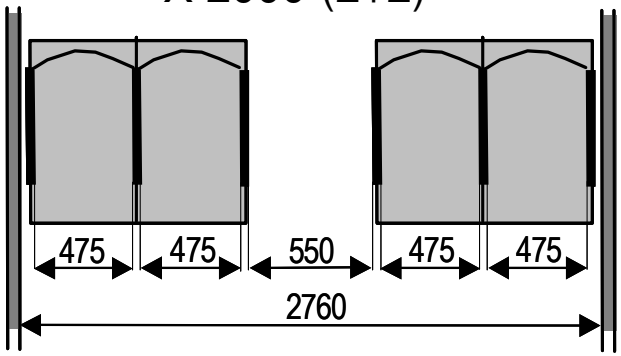
	Restider *Möjligt idag*	*Gröna tåget*	***Förutsätter baninvestering*** *förutom signalsystem*[1]	***Marknads-effekter***
Västra stambanan			Planskilda korsningar	
Stockholm-Göteborg			Ny kontaktledning	Resenärer
Non-stop (455 km)	2:45	2:30	Fler förbigångsspår	från flyg
Södra stambanan			*Ostlänken* (ny bana)[2]	
Stockholm-Malmö			Planskilda korsningar	Resenärer
3 stopp (617 km)	4:00	3:15	Ny kontaktledning	från flyg och bil
13 stopp	4:45	3:45	Fler förbigångsspår	Ökad pendling
Botniabanan				Resenärer
Stockholm-Umeå				från bil på
10 stopp (737 km)	*(2011:* 5:40)	5:05	Kapacitetsåtgärder	mellanmarknad
Svealandsbanan				
Eskilstuna-Stockholm				Ökad
5 stopp (115 km)	1:00	0:55	Kapacitetsåtgärder	pendling

1 Alla banor behöver anpassat "ATC3", eller nytt signalsystem enligt EU-standard (ERTMS), där hastigheten höjs
2 Ostlänken är en planerad ny höghastighetsjärnväg mellan Södertälje och Linköping (155 km)

Gröna Tåget: Marknad – trafik - tågkoncept

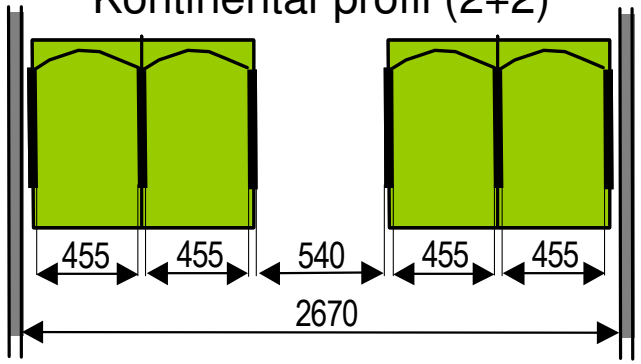
Breda tåg eller kontinental profil?

X 2000 (2+2)



Luftspalt mellan vägg och armstöd: 2 x 5 mm
Armstöd: 4 x 40 mm + 2 x 70 mm

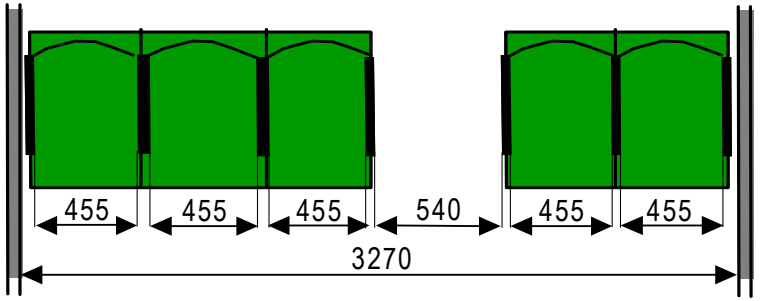
Kontinental profil (2+2)



Luftspalt mellan vägg och armstöd: 2 x 20 mm
Armstöd: 6 x 45 mm

Breda tåg kan få minst lika bra komfort och större flexibilitet med ca 20% fler sittplatser per vagn

Brett tåg med god komfort (3+2)

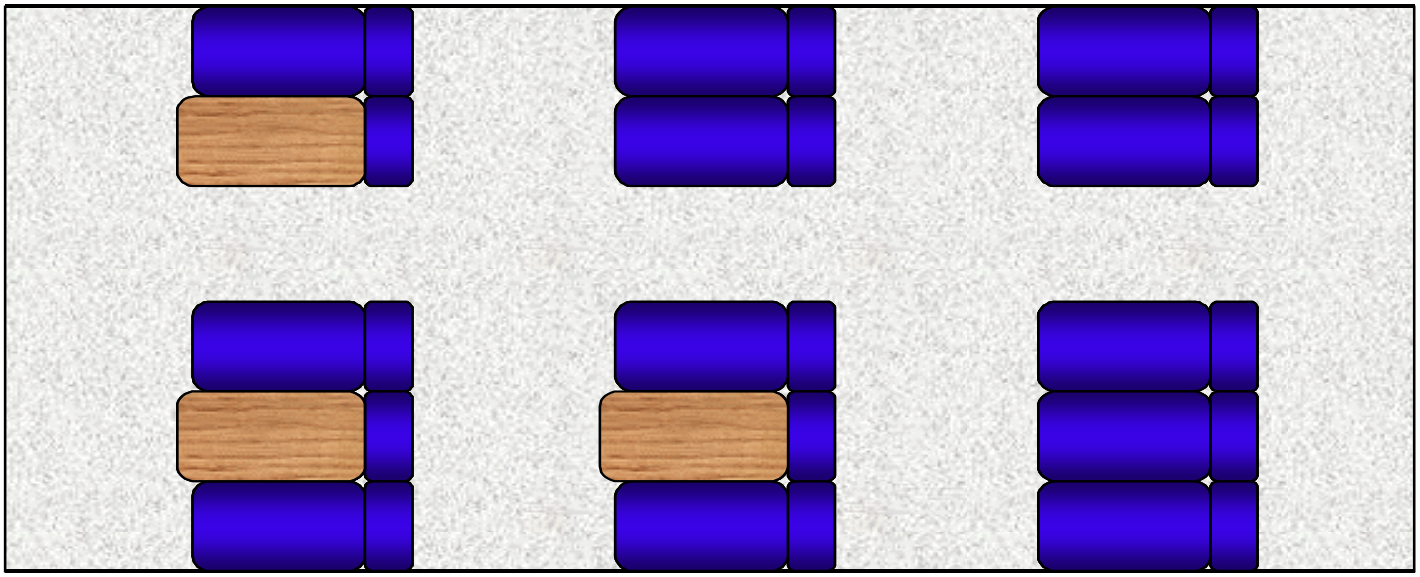


Luftspalt mellan vägg och armstöd: 2 x 20 mm
Armstöd: 5 x 45 mm + 2 x 95 mm

TRAFIKVERKET

Gröna Tåget: Marknad – trafik - tågkoncept

Flexibel inredning anpassning till efterfrågan



Skilda servicekoncept påverkar också biljettpriset

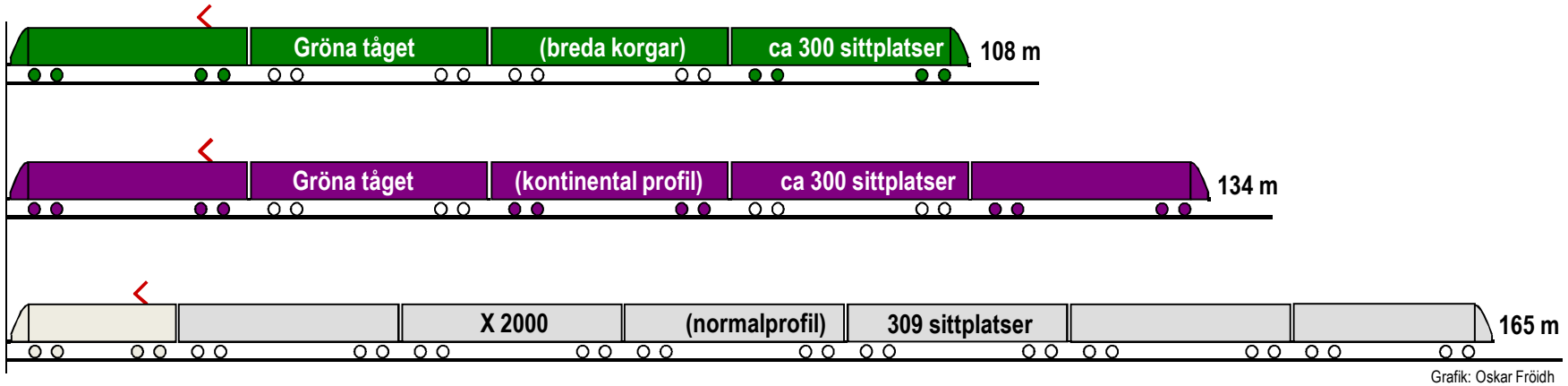
Tjänsteresa
Arbetsytor och avskildhet. 70% högre kostnad än ”ekonomi”

Utrymme
Ger extra utrymme till 25% högre kostnad än ”ekonomi”

Ekonomi
Lägre kostnader ger lägre biljettpriser. Idealiskt för ressällskap

Jämförelse av tåglängder

Ungefär samma sittplatskapacitet



Grafik: Oskar Fröidh

Gröna Tåget: Marknad – trafik - tågkoncept
Ekonomi för *Gröna Tåget*

Företagsekonomi

- Breda tåg (3+2) ger 10-20 % lägre totalkostnader än tåg med kontinental profil – konkurrensfördel.

- Gröna tåget bred korg (GTW) ger 20-35 % lägre totalkostnader än X2 (X 2000).

- Ex: Järnvägsföretag med 40 tågsätt X2 sparar 400-700 mkr/år med Gröna tåget (GTW).



Gröna Tåget

Trains for tomorrow's travellers

Tohmmy Bustad
tohmmy.bustad@trafikverket.se