



Järnvägsgruppen



Svenska Järnvägsklubben

X 2000

Enklare än flyget. Snabbare än tåget.

1968–1990–2012

Evert Andersson
Prof em järnvägsteknik

KTH & SJK
21 november 2012



Järnvägsgruppen



Svenska Järnvägsklubben

Förändring genom åren

- **SJ (affärsverket) Persontrafik** => **SJ AB** (2000)
- **SJ (affärsverket) Banavdelning** => **Banverket** (1988)
- **SJ (affärsverket) Teknikdivision** => **SJ AB/Fordon +Euromaint +Interfleet** (2000)
- **Banverket** => **Trafikverket** (2010)
- **ASEA Trafikmedelsavdelning** => **ASEA Traction** (1986)
- **ASEA Traction** => **ABB Traction (1988)**
- **ABB Traction** => **Adtranz** (1996)
- **Adtranz** => **Bombardier Transportation (2001)**
- **Kalmar Verkstad AB (KVAB)** => **ABB Traction** (1990-94)
- **S200** => **X2** (tåget) => **X 2000** (tåg + service m m) => **SJ 2000** (2011)

X 2000 Enklare än flyget. Snabbare än tåget.



Järnvägsgruppen



Svenska Järnvägsklubben

Viktiga årtal

- 1968–1969** SJ första snabbtågsutredning i samarbete med industrin
- 1970** Prov med **X1 3015**
- 1975–82** Prov **X15-1 => X15-3**
- 1979–80** SJ andra snabbtågsutredning
- 1981** SJ får regeringens tillstånd att anskaffa 3 prototyper för snabbtåg
- 1982–84** SJ begär in två **anbud** på snabbtåg, som förkastas.
- 1985** SJ begär in ett tredje anbud, som uppfyller SJ:s krav
- 1986** **SJ beställer 20 snabbtåg** av ASEA (med regeringens tillstånd)
- 1990** **Kommersiell trafik** inleds i september (Sto-Gbg)
- 1996** Kraftig expansion av trafiken – även ekonomiklass i tågen
- 2000** *X 2000* till Köpenhamn
- 2004–07** Komfortupprustning
- 1996–2011** Ekonomisk och resandemässig **succé för SJ**
- 2011** Varumärket *X 2000* byts mot *SJ 2000*

X 2000 Enklare än flyget. Snabbare än tåget.



Järnvägsgruppen



Svenska Järnvägsklubben

Varför tog utvecklingen 22 år?

- X2 var ett mycket **stort utvecklingssteg**
 - Mycket snabbare på "befintligt spår" (130 => 200 km/h, 0.65 => 1,6 m/s²)
 - **Teknisk nyutveckling**: korglutning, mjuka boggier, drivsystem (asynkronmotorer, strömriktare), datoriserat styrsystem, vinteranpassning
 - Oväntade tekniska **problem** och **utmaningar** tillstötte (fast egentligen inte så oväntat vid stora utvecklingssteg)
- Utvecklingsarbetet bedrevs tidvis med **små resurser** och **beslutsvånda**
 - Osäkerhet inom SJ:s ledning på 1970-talet
- Motsvarande **utveckling i andra länder** (alltså snabba tåg för befintlig bana) tog också lång tid, eller lades ner:
 - TurboTRAIN (USA, Kanada) kom i trafik men misslyckades tekniskt (lades ner)
 - Brittiska APT och tyskt utvecklingsprojekt lades ner och kom aldrig i trafik
 - Pendolino i Italien tog lika lång tid

X 2000 Enklare än flyget. Snabbare än tåget.

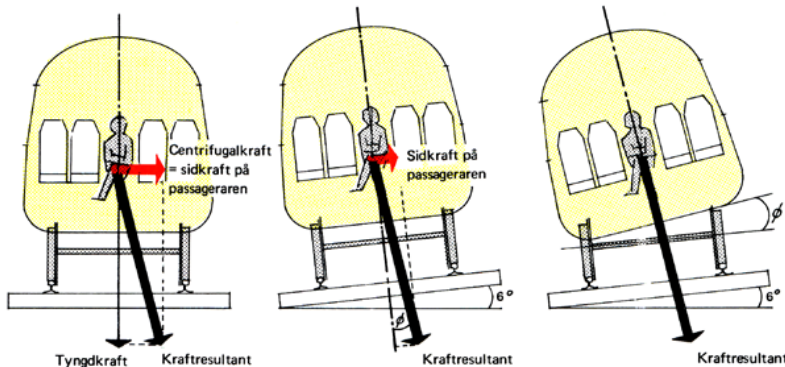


Utredning 1968-69

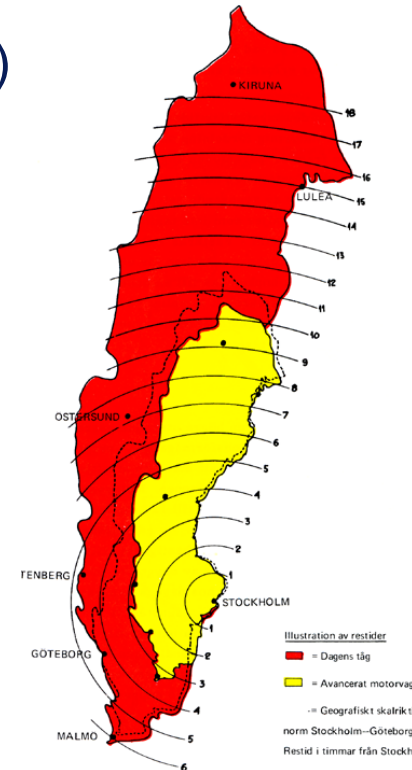
Höga hastigheter i SJ persontrafik Tekniska förutsättningar

- Nya höghastighetsbanor (som i Japan) ej ekonomiskt försvarbart
 - Svensk utvecklingslinje: satsa på **tåg för befintliga kurviga banor**
 - Högre topphastighet (220–250 km/h) (det blev 200 km/h på X2)
 - Högre kurv hastighet (50–60 %) (det blev ca 35 % på X2)
- **Optimistiska restider** (minskning 35–45 %) (det blev ca 25 %)
- **Tåg i trafik redan 1975** (det blev 1990)
- **Resultat: man tog beslut att gå vidare.**

Fig 1 Krafter vid gång i kurva



Korglutning minskar sidkrafter på passagerarna vid hög hastighet genom kurvor





Järnvägsgruppen



Svenska Järnvägsklubben

Provtågen

Fem generationer



X1 3015 (1970)

Första försök med
korglutning



X15-1 (1975)
X15-2 (1977-79)
X15-3 (1982)

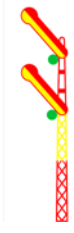
Boggier
Korglutning
Strömavtagarstyrning
Mäthjul för spårkrafter



X15-4 (1987)

Rostfri vagnkorg
Vinteranpassning
Nya boggier + korglutning
Styrssystem

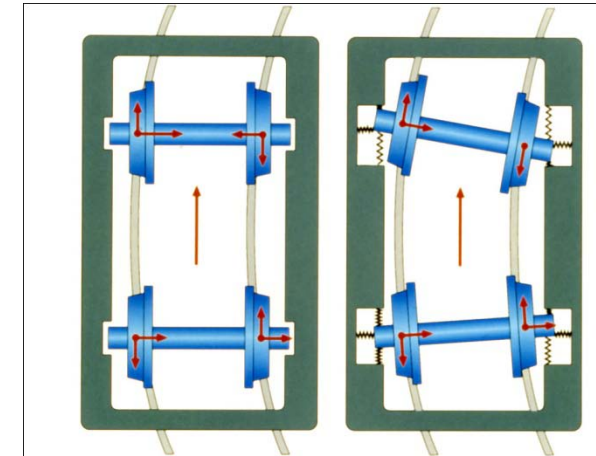
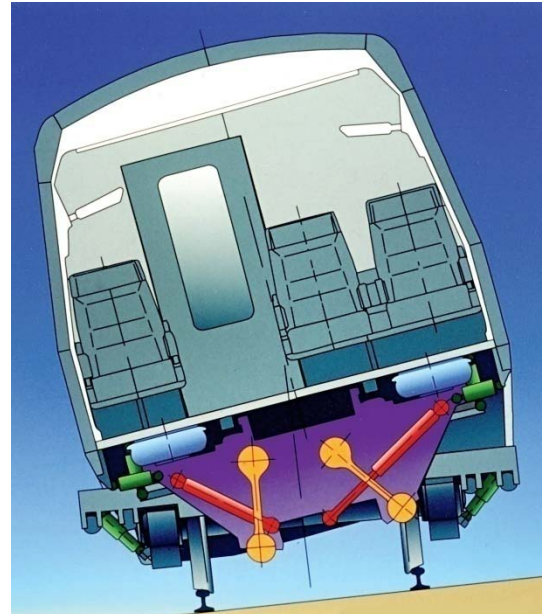
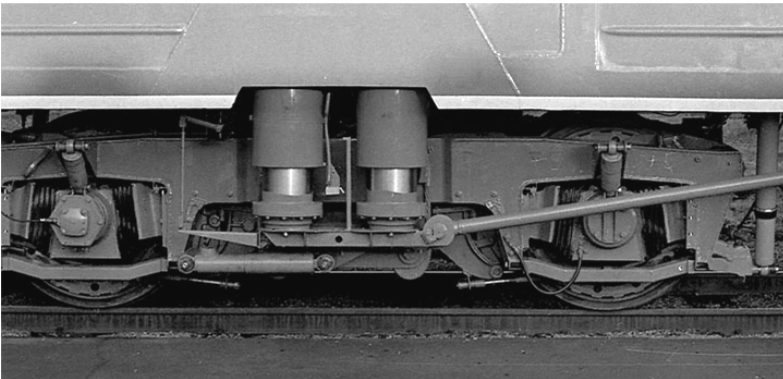
X 2000 Enklare än flyget. Snabbare än tåget.



X15 prov 1975–82

- För att köra snabbare i kurvorna: **Boggier för lägre spårkrafter + korglutning**
- ASEA:s datorsimuleringar hade visat 30-40 % lägre spårkrafter i sidled med radialstyrda s k **mjuka boggier**
- **Mäthjul** (SJ) visade att detta var möjligt.
- Flera system för **korglutning** provades (luft, hydrostatlager, pendlar & hydraulik)

Korglutning med luftfjädring



Mäthjul



Järnvägsgruppen



Svenska Järnvägsklubben

SJ utredning 1979–80



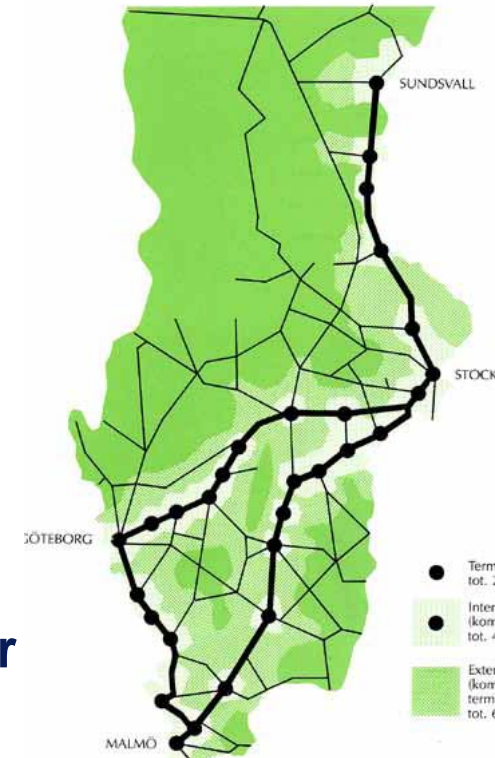
- SJ var övertygade om att det var tekniskt möjligt att på befintligt spår köra med STH upp till 200 km/h, och minst 35 % överhastighet i kurvor
- Tågen måste få konkurrenskraftiga **restider**, bl.a.

- Sto-Gbg: 2h 59 min
- Sto-Malmö: 3h 59 min

Detta krävde korglutning och mjuka boggier.

- Tågen borde upphandlas med garantier för **tillförlitlighet och livstidskostnader (LCC)**
- Vissa tekniska förändringar i infrastrukturen, flera av dem önskvärda eller genomförda även för STH 130:
 - **Plankorsningar**: eliminering eller förstärkt skydd
 - Förstärkt **kontaktledning** (högre dragspänning m m)
 - **Utflyttning av försignaler**
 - Mindre ändringar av **spårgeometrin**, skydd vid **plattformar**

Upptagningsområde
för snabbtågsnätet



X 2000 Enklare än flyget. Snabbare än tåget.

SJ beslutade satsa på snabbtåg ASEA var positivt



SJ:s GD Bengt Furbäck med en modell av det föreslagna snabbtåget.

- Några i SJ:s ledning tyckte snabbtåg var ett "ekonomiskt vågspel" som man inte kunde räkna hem ekonomiskt
- GD Bengt Furbäck var starkt **för** en satsning
 - Tågen måste möta förväntade krav i framtiden
 - Dagens problem måste lösas, men vi måste ha framförhållning också
- GD:s uppfattning blev också SJ:s beslut
- ASEA:s ledning var som tidigare positiv till att bidra



Järnvägsgruppen



Svenska Järnvägsklubben

Offerter och upphandling

- Budgetoffert inför utredningen 1980 (för att få en ungefärlig uppfattning).
- I kraven ingick att offerera ett totalåtagande med omfattande garantier för **livstidskostnader (LCC), driftsäkerhet** m m. Ovant för leverantörerna.
- Första skarpa offerten 1983 förkastades: "För tungt", "för dyrt", "för långa körtider", "för dåligt LCC-underlag" bland annat.
- Andra skarpa offerten 1984 förkastades också.
 - ASEA offererade nu flera alternativ, men hade bl a svårt att möta kraven på körtider (bl a 3 tim 59 min Sto-Malmö)
- Tredje skarpa offerten 1985 antogs av SJ. **Kontraktet** skrev i **augusti 1986**.
 - Genom asynkronmotorer m m kunde högre effekt installeras och körtidskraven tillgodoses. En drivenhet + fyra mellanvagnar + en manövervagn.
 - ASEA kunde ge tillfredsställande garantier och data för LCC och driftsäkerhet
 - 20 tågsätt med drivenhet+5 vagnar. Kontraktsbelopp ca 2000 milj kr

X 2000 Enklare än flyget. Snabbare än tåget.

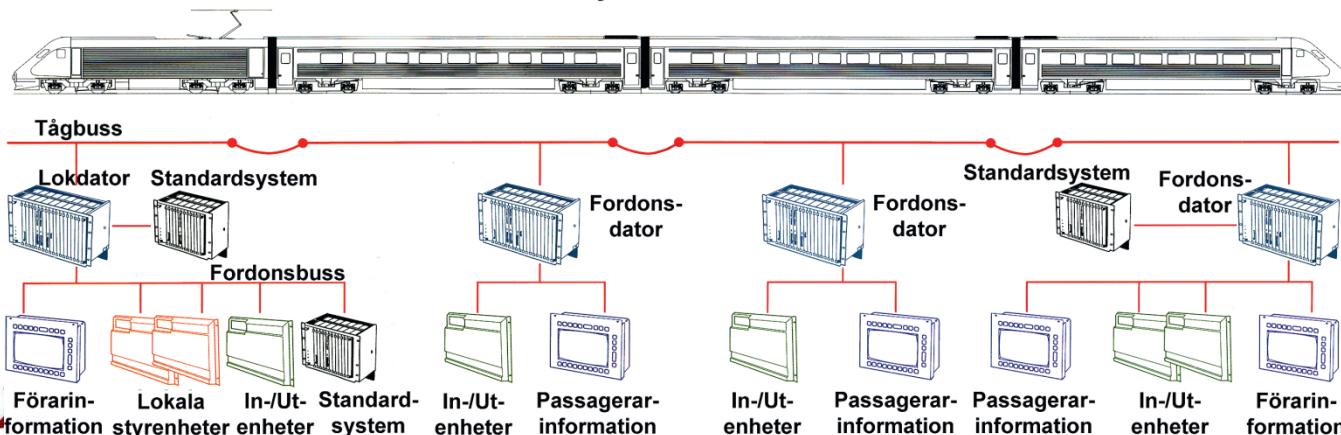


En andra omgång teknikutveckling 1984-87

- Elektriska drivsystem för **växelströmsmatade asynkronmotorer**
 - Högre effekt (räddade hem SJ:s önskvärda körtider)
 - Mindre underhåll
- **Tvångskommuterade nätströmriktare** med PWM-teknik
 - Drar inte mera ström än absolut nödvändigt (vilket tidigare teknik gjort)
- Teknik för svenskt **vinterklimat**
- **Vagnkorg i rostfritt stål** (underhållsfritt, hög styvhet)
- Nytt **datoriserat system för styrning** och övervakning



TRACS systemstruktur





Yttre design Förslag och slutligt

- Många olika förslag och utföranden



1976



1980



1986



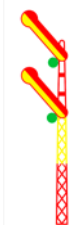
Ny SJ-ledning 1988



Leverans 1990-98



2004-07



Inredningsdesign & komfort (1988-90)

- 1. klass: Ombonad lyxkänsla, mjuka mattor, blått tyg på stolar
- 2. klass: Plastmatta, rött stolstyg
- Integrerade reglage för belysning, musik
- Dämpad allmänbelysning + riktade läslampor
- Låg ljudnivå
- **Luftkonditionering** i båda klasserna (nytt i Sverige)



Attrapp 2. klass

X 2000 Enklare än flyget. Snabbare än tåget.



Järnvägsgruppen



Svenska Järnvägsklubben

Service i tågen

Ett helt nytt koncept

- Hög service i 1. klass (X 2000-klass): mat vid sittplatsen, hörlurar m m
- Speciellt designade uniformer
- Välkomnande vid ingången, etc, etc

X 2000 = X2-tåget + service

Utvecklades 1988-90



X 2000 Enklare än flyget. Snabbare än tåget.

Marknadsföring under introduktionen

- Skicklig marknadsföring – ”ett nytt sätt att resa” – ”ett nytt färdmedel”
- Konkurrenskraftigt mot flyget
- Publika aktiviteter, broshyrer
- Topparna i näringsliv, förvaltning och akademi bjöds in till provresa



Invigning 1996



X 2000 som luftballong



X 2000 Enklare än flyget. Snabbare än tåget.



Järnvägsgruppen



Svenska Järnvägsklubben

Leveranser och trafik



Vintertester 1989-90

1989 första X2-tåget spårsätts.
Prov och modifieringar till augusti 1990

1990 september

- Kommersiell trafik Stockholm-Göteborg (en enkeltur per dag)

1990-1995

- Successivt nya linjer
- Mest 1. klass inredning
- "X 2000 klass" (hög service) under högtrafik
- "Budget-klass" (lägre service) övrig tid

Expansion 1996

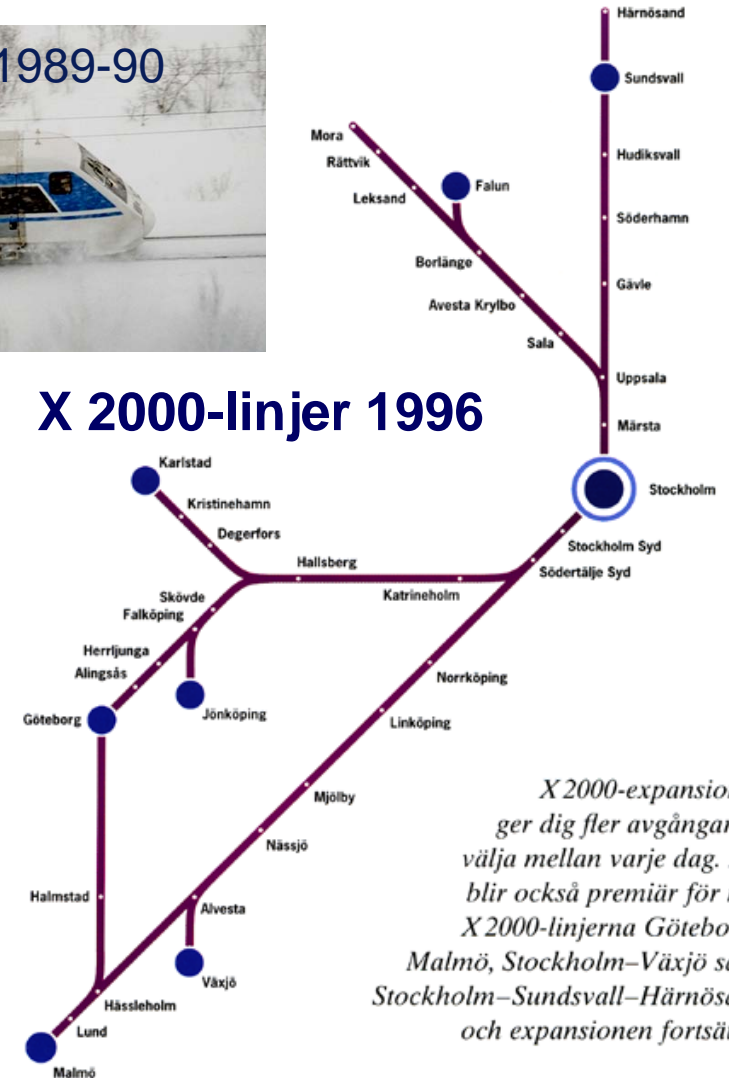
- Flera avgångar, även 2. klass inredning

2000: Trafik till Köpenhamn

Under 1990-98 levererades **43 drivenheter + 224 vagnar** till SJ.

Ett tåg levererades dessutom till Kina.

X 2000-linjer 1996



X 2000-expansionen ger dig fler avgångar att välja mellan varje dag. Det blir också premiär för nya X 2000-linjerna Göteborg-Malmö, Stockholm-Växjö samt Stockholm-Sundsvall-Härnösand och expansionen fortsätter.



Järnvägsgruppen



Svenska Järnvägsklubben

Snabbtågens betydelse för samhälle och tågresande

Intervjuer 2011

"Idag är det en väl förankrad uppfattning att järnvägstrafik är ett måste för samhällsutvecklingen. X 2000 har haft och har betydelse för detta"

Jan Brandborn

"X2 var inte enbart ett tekniskt mycket avancerat tåg; det blev också en symbol för en ny tids-epok inom svensk järnväg"

Jan Brandborn

F d GD Banverket

"X 2000 innebar en helt ny syn på tågtrafik ..."
Stig Larsson

F d GD SJ

"X 2000 har varit med och kraftfullt bidragit till att ta järnvägstrafiken in i framtiden ..."

Jan Forsberg

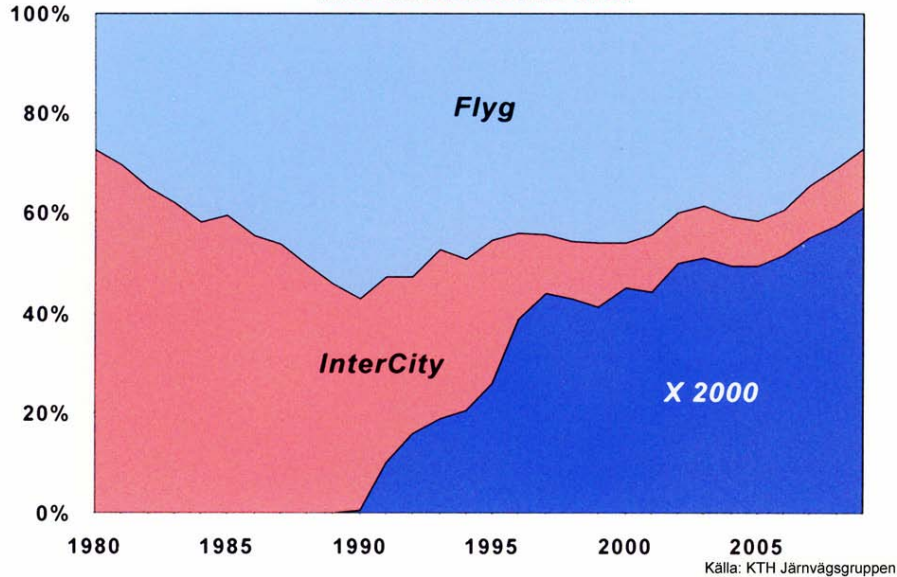
VD SJ AB (till våren 2012)

X 2000 Enklare än flyget. Snabbare än tåget.

Tågresandet utvecklas

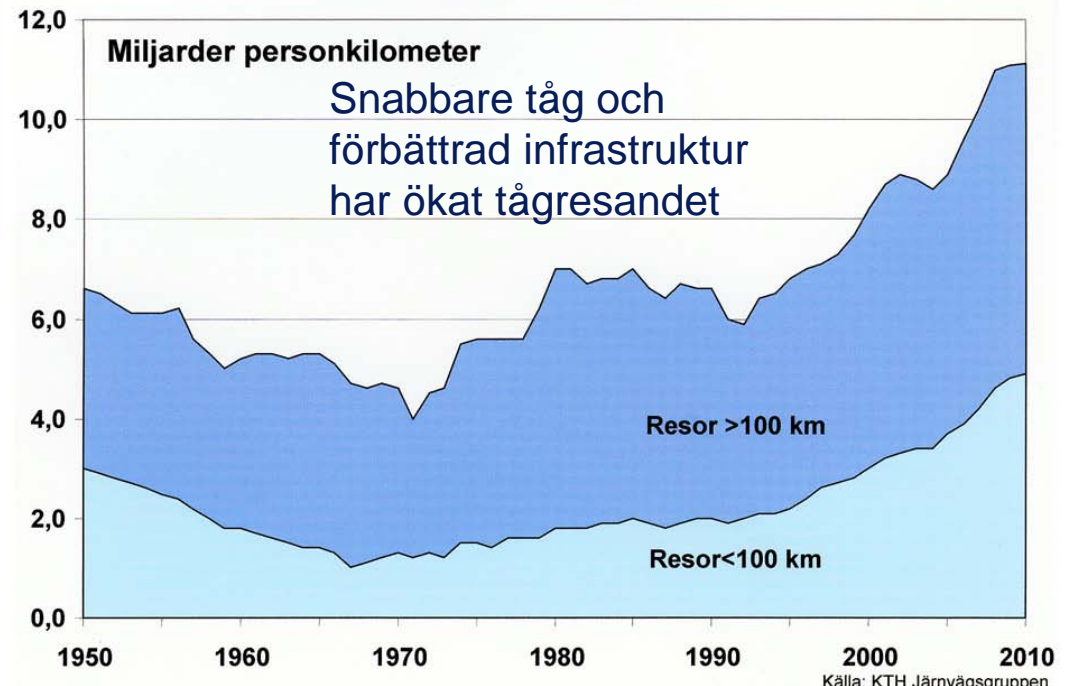
Tron på järnvägen återvänder

**Utveckling av tåg-flyg Stockholm-Göteborg
- Marknadsandelar**



Snabbtågen har förstärkt tron på järnvägen som transportmedel. Detta motiverade investeringar i järnvägens infrastruktur.

Persontrafik på järnväg 1950-2010

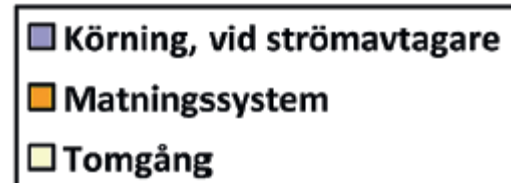
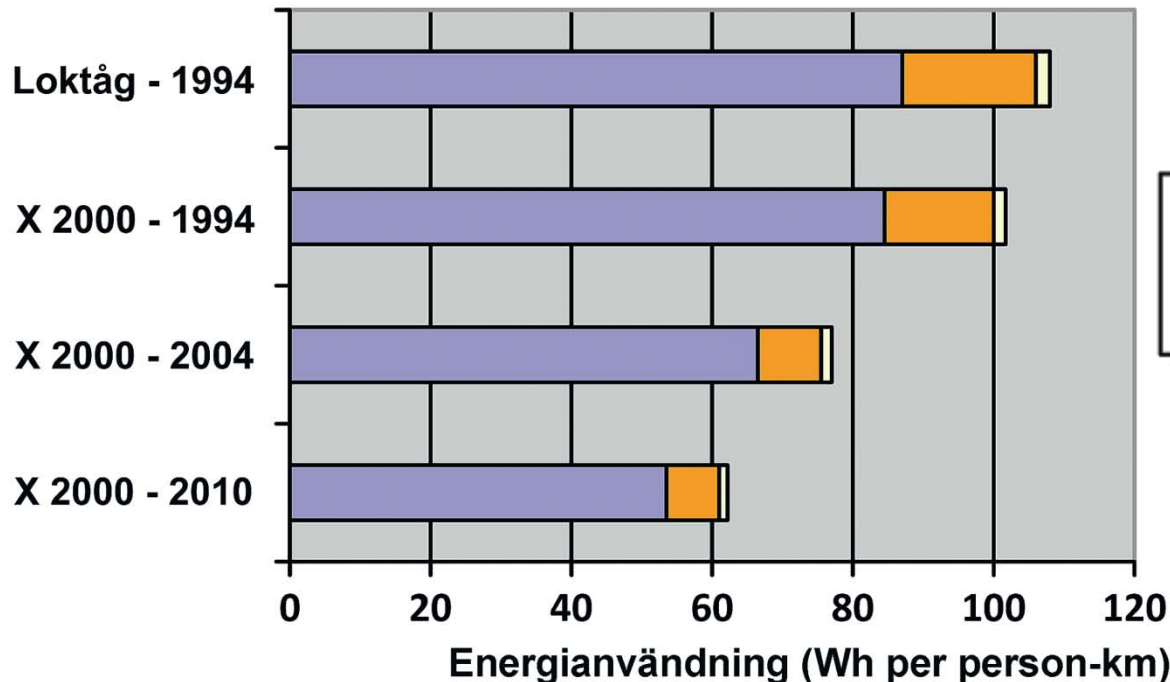


X 2000 Enklare än flyget. Snabbare



X 2000 och miljön

- X2-tåget **bullrar inte mer än andra tåg** (snarare mindre), trots högre hastighet
- X2-tåget använder **mindre energi per person-km** än konventionella tåg, trots högre hastighet och komfort
- X2-tåget ger indirekta **utsläpp av CO₂** (nordisk elproduktion) per person-km som är **en tiondel av en svensk "miljöbil"** (120 g CO₂ per fordons-km, 2 pers i bilen)



- Lägre luftmotstånd
- Energiåtermatning (el-broms)
- Högre beläggning (lastfaktor)
- Mindre förluster i matningen
- m m



Järnvägsgruppen



Svenska Järnvägsklubben

Dess betydelse för SJ, ekonomin och tågindustrin



"SJ skulle inte ha varit där vi är dag utan X 2000, och dess påverkan på ekonomin är mycket stor"

Jan Forsberg

VD SJ AB (till 2012)

"Satsningen på X 2000 var mycket kostnads-effektiv"

Bo-Lennart Nelldal

Professor Tågtrafikplanering KTH

"Projektet X 2000 har haft stor betydelse för Bombardier och för den svenska verksamheten"

Henrik Tengstrand

Utvecklingschef Bombardier

X 2000 Enklare än flyget. Snabbare än tåget.



Järnvägsgruppen



Svenska Järnvägsklubben

Efterföljare till X 2000

Betydelse för tågindustrin

- Tåget har ett stort antal efterföljare, som mycket bygger på teknik och erfarenheter från X2-tåget: Ca 800 vagnar i Skandinavien; leveransvärde ca 20 Mdr kr.



- Den svenska tågindustrin (Bombardier) har idag en stor roll i ett stort företag
 - Styrsystem, elektriska drivsystem
 - Specialister inom avancerad tågutveckling
 - Förmåga att driva avancerade komplexa projekt
 - Kompetens kring "nordiska" krav (vinter, handikappanpassning m m)
(Signalsystem, men oberoende av tågen)

X 2000 Enklare än flyget. Snabbare än tåget.



Järnvägsgruppen



Svenska Järnvägsklubben

Höghastighetståg i Kina

Det första var svenskt



- Första tåget som körde 200 km/h kommersiellt var X2 (XINSHISU = ny hastighet) (Gouangshou–Shenzhen–Hongkong, 1998–2007)
- Bara ett X2-tåg såldes. X2 hade sedan länge gått ur produktion när Kina bestämt sig. Men, tåget öppnade vägen för andra affärer.



CRH1E (Regina, 250 km/h)
i sovvagns/sittvagnsutförande.

Totalt CRH1: 1280 vagnar.
Engineering i Västerås.
Mest tillverkade i Kina.

CRH 380D (för 380 km/h)

X 2000 Enklare än flyget. Snabbare än tåget.



X1 – X15 – X2 – X 2000 – SJ 2000

- Långsiktighet och uthållighet
- Succé – för resandet, miljön, ekonomin, kompetensen



- Ekonomisk succé småningom; för SJ idag avgörande för ekonomin
- Troligen räddades det mesta av den långväga och regionala tågtrafiken i Sverige (och SJ?)
- För tågindustrin var X2-projektet tveksamt lönsamt, rent kameralt. Stort lyft för kompetensen. Troligen räddades det mesta av svensk tågindustri genom X2-projektet.

X 2000 Enklare än flyget. Snabbare än tåget.

everta@kth.se
evertan@telia.com