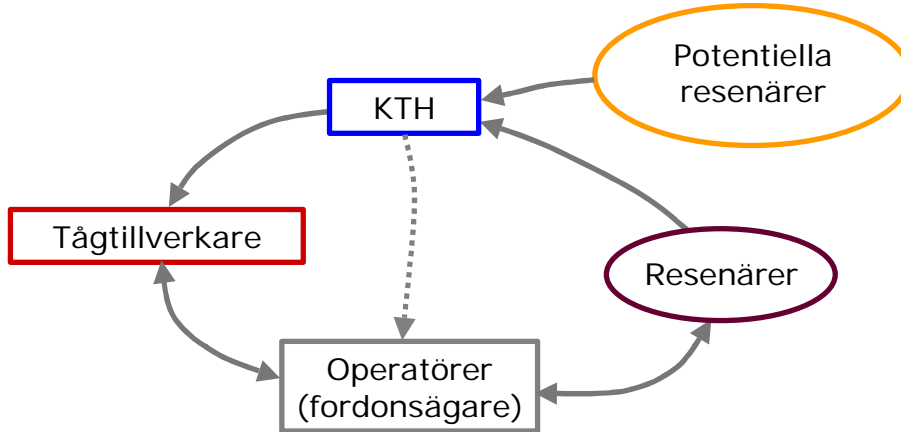


Oskar Fröidh oskar@infra.kth.se

# Gröna Tåget

## – forskningsfrågor inom marknad och trafik

Informationsflöden mellan parterna



Det är tågverkarens ansvar att utforma nya (kommersiellt gångbara) tågtyper. KTH kan bli en direkt länk mot resemarknaden, dvs potentiella och nuvarande tågresenärer, och bidra med information om bl.a. kundvärderingar.

## Inledning

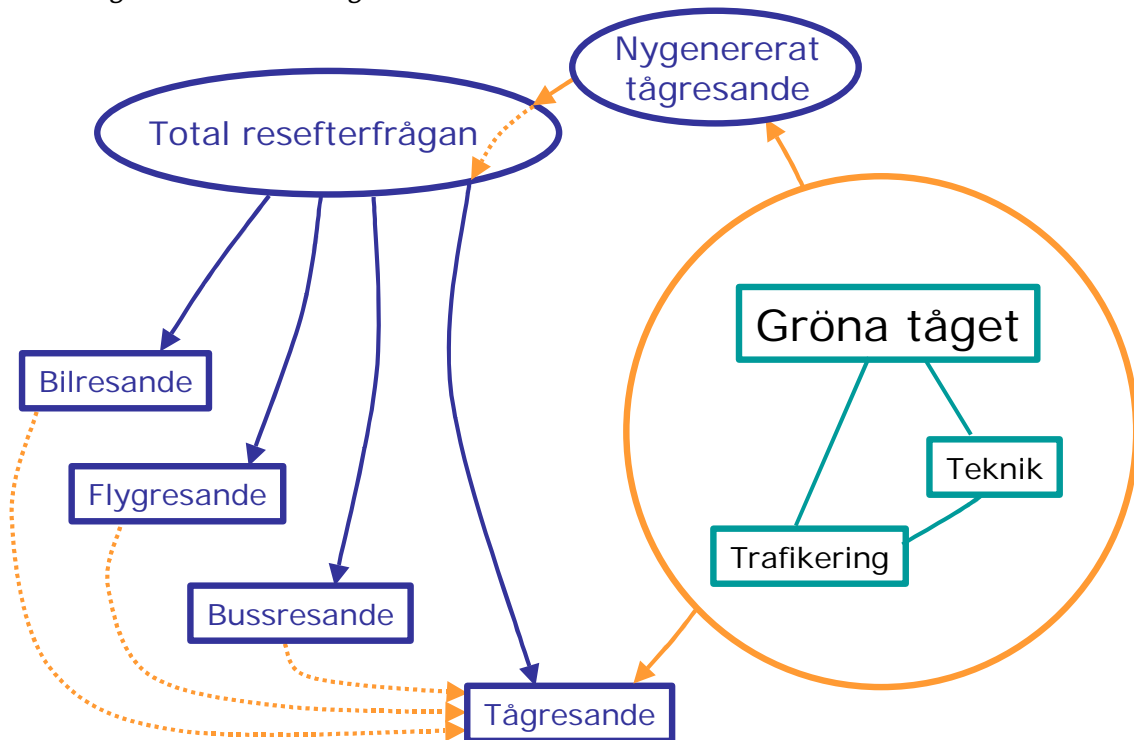
Forskningsprojektet om Gröna Tåget handlar om att studera en ny generations snabba tåg i Sverige i ett systemperspektiv. Systemperspektivet omfattar såväl teknik som marknad och ekonomi, säkerhet och miljö, och att beakta sambanden mellan fordon och infrastruktur, trafikering och kapacitetsutnyttjande. Genom innovativa lösningar går det att förbättra ekonomi och prestanda t.ex. genom att utveckla "low-cost high-speed", och förbättra samhällsekonomin för tågtrafiken i ett helhetsperspektiv.

En ny tågtyp för trafik på större linjer i Sverige kommer att behövas inom några år. I konceptutformningen av den nya tågtypen är det viktigt att ta tillvara forskningsresultat för att lyckas marknadsmässigt. Speciellt behöver möjligheterna med nya marknader för tågtrafiken till följd av förbättrade prestanda undersökas.

Förutom ny trafik som blir möjlig av nya infrastrukturinvesteringar kan också ett ökat resande till följd av kortare restider och lägre priser (alternativt större vinstmarginal för operatören) förutses med en modern tågprodukt. Det är därför angeläget att utveckla nästa generations snabbtåg efter X2, och att även ersätta andra äldre fordon som står i tur att slopas, som SJ:s 1980-talsvagnar. En ny stor fordonsinvestering kan motiveras med dels ökade intäkter, dels förbättrad produktivitet och lägre kostnader, vilket gör det möjligt att skaffa kapital för inköpet.

Den nya tågtypen kommer att behövas främst för fjärrtrafik och bör bli en ny kommersiellt lyckad "spetsprodukt" efter X 2000. Förutom inrikes trafik kan det kanske också bli aktuellt med utrikes trafik till främst Norge och Danmark. Tågtypen eller väsentliga komponenter bör kunna tillverkas i stora serier för lägre kostnader, vilket i sin tur förutsätter en standardprodukt eller standardkomponenter som kan anpassas för flera länders järnvägsnät. Det är också av största vikt att den nya tågtypens utformning medger olika trafikuppgifter inom landet, såväl ren fjärrtrafik som mer regionalt betonad trafik, för att nå en flexibilitet i användningen med minimerade reserver. Det bidrar liksom till lägre tillverkningskostnader och minskade produktionskostnader.

## Efterfrågan och Gröna Tåget



*En bra tågprodukt ger ökat tågresande, dels överflyttat från andra färdmedel, dels nygenererat. Dessutom ökar värdet av tågresan för befintliga resenärer.*

## Syfte

Syftet med detta projekt är att redovisa problem och möjligheter som kan ligga till grund för utvecklingen av ett innovativt fordonskoncept för högre hastigheter på nya och gamla banor. En viktig uppgift är att finna en plattform för en internationellt gångbar kunskapsbas för utveckling av tågkoncept. Delen om marknad och trafikering syftar till att skaffa underlag för en ny tågtyp med högt värde för resenärerna, identifiera nya marknadssegment och beräkna målnivåer beträffande tågtypens prestanda och utformning med hänsyn till kundvärderingar och efterfrågan.

- Att identifiera marknaderna för ett framtida tågsystem
- Att formulera mål för utbud och produktionskostnader med hänsyn till marknadens krav
- Att välja lämpliga prestanda för Gröna Tåget
- Att bedöma effektiviteten för infrastrukturåtgärder relativt tågprestanda för att få goda systemprestanda
- Att ge förslag till ändringar av normer i TSD för att förbättra systemprestanda
- Att ta fram förslag till nivåer på komfort och service
- Att ta fram en kravspecifikation för Gröna Tågets utformning

Marknads- och trafikfrågorna ska resultera i en rapport, som kommer att bli en utgångspunkt i utformningen av Gröna Tåget. Avsikten är att resultaten ska presenteras i form av en kravspecifikation. Frågor som behöver fortsatt forskning och utveckling inom utbud och efterfrågan i höghastighetstrafik, liksom kundvärderingar av komfort och service, kommer att belysas.

Ett annat mål är att ansöka om medel för fortsatt forskning på europeisk nivå med anslag från EU.

# Metoder och genomförande

## Förslag till arbetsgång i punktform

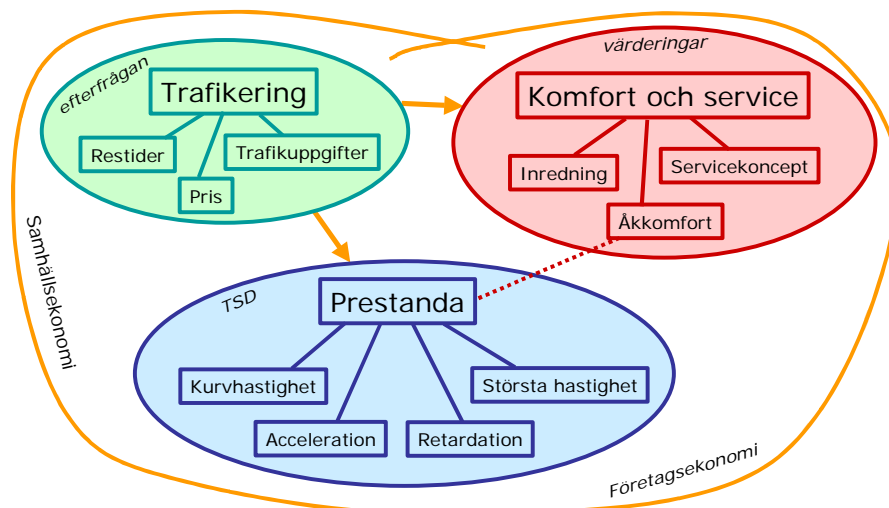
### Efterfrågan och trafikering – etapp 1

1. En litteraturstudie om höghastighetstrafik i andra länder, med avseende på utbud, efterfrågan och marknadsdynamik. Speciell uppmärksamhet riktas mot konkurrensförhållanden med bil, buss och flygtrafik, samt nya marknadssegment
2. En studie av långsiktigt möjliga biljettpreiser med hänsyn till konkurrensförhållanden med bil, buss och flygtrafik inkl lågprisflyg, samt förslag till hållbar taknivå för operatörens produktionskostnader med Gröna Tåget
3. En studie av tekniskt möjliga tågprestanda och parametrar i bangeometrin som påverkar hastigheterna, med hänsyn till passagerarkomfort och underhåll. En preliminär bedömning av ekonomiskt rimliga nivåer och om de föreslagna parametrarna i så fall kommer i konflikt med gällande normer (TSD)
4. Identifiera några marknadsmässigt intressanta sträckor, eller typlinjer, för beräkningar av utbud och efterfrågan i forskningsprojektet Gröna Tåget
5. Beräkning av restider med simuleringsprogrammet RailSys på ett urval typlinjer med olika kombinationer av tågprestanda och infrastrukturinvesteringar, dvs systemprestanda. I restiderna ska också hänsyn tas till energibesparande körning, och energigtången ska beräknas
6. Analys av resefterfrågan på urvalet av typiska linjer som funktion av restiderna med hjälp av en elasticitetsmodell och/eller prognosmodellen SamVips. Identifiera marknadssegment med hög elasticitet ("tröskeeffekt") och bestäm mål för restiderna. Både nygenererat resande och omfördelat resande ingår
7. Identifiera de sträckor där effekter på omloppen är påtagliga med snabbare fordon (dvs inbesparade fordon vid en given turtäthet, alternativt möjlig turtäthet med samma antal fordon; frågeställningen delvis gemensam med efterfrågestudierna)
8. En studie av trafikeringsprinciper med avseende på bankapacitet vid trafik med stora skillnader i medelhastighet vid blandad trafik, och förslag till förbättringar
9. Simulering av typlinje med RailSys (förslag: Västra stambanan) för att få underlag till en värdering av olika trafikeringsprinciper och möjliga förbättring av bankapaciteten i två scenarier (2015 och 2020GT)
10. Företagsekonomisk och samhällsekonomisk analys av olika kombinationer av systemprestanda
11. Upprättande av en kravspecifikation för tågkonceptet Gröna Tåget beträffande prestanda (hastighet, hastighetsöverskridande, accelerations- och retardationsprestanda).

### Tågkoncept – etapp 2

1. En sammanställning av "state of the art" när det gäller produktutveckling och kundvärderingar inom komfort och service
2. Utformning och värdering av ett eller flera förslag till tågkoncept, med avseende på enheternas storlek (antal sittplatser, längd, bredd, enkel- eller dubbeldäckare) som funktion av efterfrågan vid olika marknadssituationer samt prestanda från etapp 1
3. Utformning och värdering av komfort- och servicenivåer i den mån det påverkar utformningen av tågkonceptet, bland annat effektiv utformning för funktionshindrade resenärer. Eventuellt kompletterande SP-undersökningar
4. Företagsekonomisk analys av olika tågkoncept, komfortnivåer och servicekoncept
5. Upprättande av en kravspecifikation för utformning av Gröna Tåget beträffande enheternas storlek (antal sittplatser, längd, bredd, enkel- eller dubbeldäckare) och inre utformning.

## Marknaden som ram



Marknaden och ekonomin som ram. Efterfrågan bestämmer trafikeringen, vilket i sin tur leder till komfort och service, med kundvärderingar som ram, respektive prestanda för Gröna Tåget, med TSD som ram.

Området med marknad och trafik för Gröna Tåget rymmer många olika aspekter, från prestanda hos tekniska system till ekonomi och beteendevetenskap. I dagens regelverk är transportverksamheten uppdelade på många olika aktörer, såväl operatörer, tillverkare, myndigheter med antingen producentroll eller myndighetsutövning, samt även aktörer med andra intressen. Resenärer och godskunder har ofta konkurrerande utbud att välja mellan. Utvecklingen av Gröna Tåget har dock som målsättning att försöka jämkna intressena mellan producenter och konsumenter genom analys av de ekonomiska förutsättningarna för olika systemlösningar.

## Prestanda för Gröna Tåget

Gröna Tåget kan utformas på olika sätt. När det gäller faktorer som påverkar restiderna bör flera olika utformningar studeras, t.ex. beträffande största tillåten hastighet (sth) och andra dynamiska prestanda, samt banans utformning.

I nedanstående tabell presenteras tre alternativ: XBT, XCT och XST. De olika tågkoncepten har olika tillåten hastighet i horisontalkurvor beroende av skillnader i teknisk utrustning som ger möjlighet att öka rälsförhöjningsbristen. XCT motsvarar ett tåg med enkel korglutningsutrustning och något högre tillåten rälsförhöjningsbrist än resandetåg kategori B (XBT), ca 15% hastighetsöverskridande i kurvor jämfört med ca 10% för kategori B. XST motsvarar full korglutningsutrustning som dagens snabbtåg, dvs ca 25% hastighetsöverskridande. Därutöver är det möjligt att prova ännu större hastighetsöverskridande i kurvor för snabbtåg om det går att genomföra av signaltekniska skäl och ur komfortsynpunkt. En målnivå skulle kunna vara 30-35% hastighetsöverskridande i kurvor. Här kallas ett sådant tåg för XS+T, och ungefärliga hastigheter vid olika kurvradii har beräknats (se tabell).

### Sammanställning av dimensionerande kurvradii

Kurvradie	Exempel på bana	Kat A (0%) (referens)	Kat B (+10%) XBT	Kat C (+15%) XCT	Kat S (+25%) XST	Kat S+ (+35%) XS+T
1000 m	Västra stambanan	140 km/h	150 km/h	160 km/h	180 km/h	195 km/h
1210 m	(Järna)	160 km/h	175 km/h	180 km/h	200 km/h	215 km/h
2000 m	Grödingebanan	200 km/h	220 km/h	230 km/h	250 km/h	270 km/h
2500 m	Västkustbanan	230 km/h	250 km/h	265 km/h	285 km/h	310 km/h

Hastigheterna gäller vid rälsförhöjning 150 mm. För XCT och XS+T har värden beräknats (se texten)

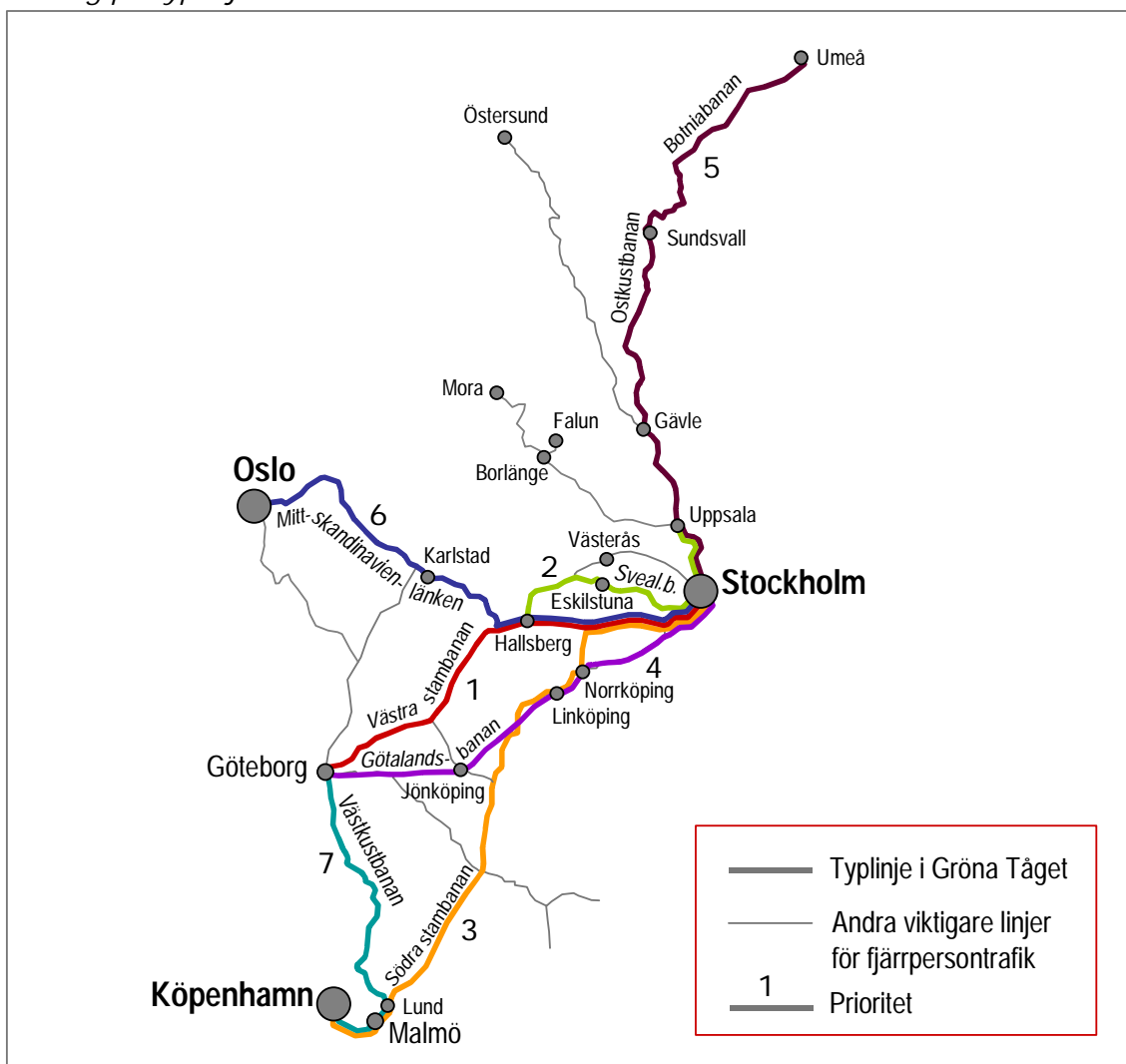
I de ovanstående exemplen antas att maximal anordnad rälsförhöjning i kurvor är 150 mm. En ökning till 160 mm eller mer skulle ge möjlighet att köra lite fortare givet samma korglutning. Det är dock ännu inte klarlagt vilka värden för rälsförhöjningsbrist som bör användas i framtiden.

Gröna Tågets största tillåtna hastighet sätts lämpligen i intervallet 250-300 km/h för att ge korta restider. Det finns redan idag flera nya och moderniserade bättre banor som med större eller mindre anpassningar skulle klara dessa hastigheter. För Götalandsbanan kan förmodligen ännu högre hastigheter komma ifråga, och Banverket har simulerat trafik i upp till 320 km/h. Det finns följaktligen skäl att hålla flera möjligheter öppna för framtida utveckling i den mån det är ekonomiskt försvarbart.

Förutom hastighetsöverskridande i kurvor och största tillåtna hastighet är accelerations- och retardationsprestanda viktiga för restiderna. De fyra variablerna för tågets prestanda kan kombineras på olika sätt. Ett urval behöver göras för att få en hanterbar mängd alternativ.

## Avgränsning

### Förslag på typlinjer



Några av dagens viktiga persontrafiklinjer, samt Götalandsbanan som finns med i Banverkets Framtidsplan som en strategisk utbyggnad till 2030.

Under det nya tågets livslängd kommer banstandarden och trafikuppgifter att förändras. I ena scenariet antas järnvägsnätet moderniseras enligt aktuell plan till 2015. Därutöver är det möjligt att undersöka effekterna av en anpassning av aktuella linjer så att de passar Gröna Tåget och därigenom förbättrar nyttan ur ett systemperspektiv.

- 2005, referensalternativ
- 2015, med banstandard enligt Banverkets Framtidsplan 2004-2015 till huvuddelen genomförd
- 2020GT, med möjliga infrastrukturåtgärder för Gröna Tåget därefter

Studierna av trafikering måste begränsas till ett antal sträckor som kan vara troliga för trafik med Gröna Tåget. Sträckorna bör spegla skiftande trafikuppgifter och banstandarder och spridas över landet för att spegla olika förutsättningar.

Analysen av de två olika banstandardscenarierna sker med simuleringsverktyget RailSys. I RailSys kan banorna byggas upp till lagom detaljeringsnivå, och gångtider kan beräknas för olika alternativ av såväl tågprestanda som banstandard. Avsikten är också att ta hänsyn till de möjligheter som finns att införa energibesparande körmoder, och att beräkna den besparingspotential för energi jämfört dagens tågtyper som Gröna Tåget ger.

Det finns också möjlighet att simulera tågtrafiken med RailSys för att till exempel undersöka effekterna av olika trafikeringskoncept och infrastrukturåtgärder för att hantera kapacitetsfrågorna i tågtrafiken.

Här föreslås att sju olika sträckor studeras. Var och en av linjerna har valts ut som typlinje för dess karakteristika (preliminärt urval i prioritetsordning);

1. Västra stambanan Stockholm–Göteborg (jämförelse med Götalandsbanan)
2. Svealandsbanan Uppsala–Stockholm–Eskilstuna–Hallsberg (regional pendling)
3. Södra stambanan Stockholm–Katrineholm–Malmö (utan/med Ostlänken)
4. Götalandsbanan Stockholm–Jönköping–Göteborg (höghastighetsjärnväg)
5. Ostkustbanan/Botniabanen Stockholm–Sundsvall–Umeå (varierande standard)
6. Mittskandinavienlänken<sup>1</sup> Oslo–Stockholm (varierande standard, internationell trafik, dålig ekonomi med dagens tågtyper)
7. Västkustbanan Göteborg–Malmö–Köpenhamn (hög standard, internationell trafik)

## Utbud och efterfrågan

Analysen delas upp dels i en utbudsinriktad del, dels en efterfrågeinriktad del. Delarna hänger intimt samman, och därför behöver de samordnas för att nå ett nytt läge på personresemarknaden vid en introduktion av ett nytt tågsystem. I den utbudsinriktade delen studeras frågor om möjliga restider, turtätheter och effektivare produktion.

Den efterfrågeinriktade delen av marknadsanalysen kan genomföras dels med hjälp av befintliga modeller, dels bearbetning av statistik över resande och pendling, dels intervjuundersökningar.

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 – det vill säga marknader med stor elasticitet ("tröskeeffekter"). Empiriska data, en elasticitetsmodell och prognosmodellen SamVips är användbara för denna analys. Sammantaget kan marknadsanalysen ge information för en företagsekonomisk och en samhällsekonomisk kalkyl om vilka prestanda som bör sättas som mål för tågtypen och banstandard för att erhålla en bra systemlösning.

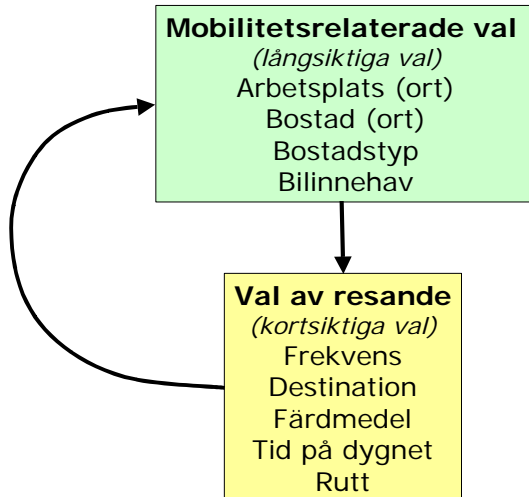
I den efterfrågeinriktade delen används antingen en elasticitetsmodell eller en prognosmodell för att bedöma resandet i de två scenarierna 2015 och 2020GT. Elasticitetsmodellen är relativt enkel att använda. Den kan nyttjas för att beräkna skillnader i resande vid olika utbud, till exempel resande beroende av de restider som kan uppnås med olika prestanda hos Gröna Tåget. I en prognosmodell å andra sidan bör även utbudsförändringar hos andra färdmedel till följd av ändrat tågutbud beaktas när efterfrågan på tågresor beräknas, dvs efterfrågan vid ett nytt jämviktsläge.

---

<sup>1</sup> Banan har egentligen provinsiella namn i både Sverige (Värmlandsbanan, historiskt Nordvästra stambanan) och Norge (Kongsvingerbanen), men eftersom det är den internationella trafiken som avses kallas den här Mittskandinavienlänken.

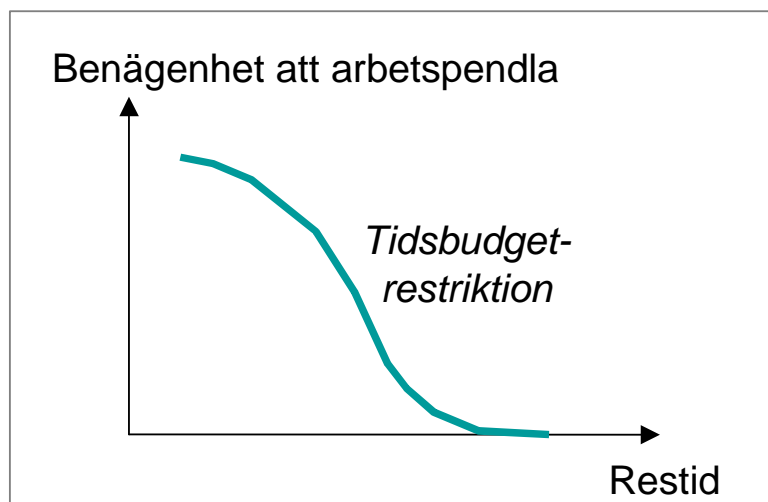
Resandet bör segmenteras på tre grupper för att närmare kunna bedöma effekterna; tjänsteresenärer, arbetspendling och övriga fritidsresor. Fritidsresor kan i sin tur segmenteras ytterligare, t.ex. resor över dagen och resor med minst en övernattning, eller med en finare indelning i resänderen eller resenärernas socioekonomi. Eventuellt kan även studiependling särskiljas för att fokusera på en särskilt resurssvag grupp.

#### Individuella val för resor



*Några faktorer som påverkar efterfrågan i tågtrafiken, beroende av utbudets attraktivitet.*

Benägenheten att resa varierar mellan olika individer och grupper. Individer med högt tidsvärde är beredda att betala mera för snabba resor än individer med lägre tidsvärden. För arbetspendling och andra resor som måste ske över dagen finns en tidsbudgetrestriktion, dvs det ska vara möjligt att resa fram och tillbaka till arbetet över dagen utan att inkräkta för mycket på familjeliv och fritidssysselsättningar.



*Tidsbudgetrestriktioner medför att möjlig restid för en enkel resa från bostadens dörr till arbetsplatsen begränsas till omkring 60-90 minuter för de flesta människor. Vid kortare restider ökar benägenheten att arbetspendla kraftigt.*

#### Företagsekonomisk bedömning

En bedömning av operatörens ekonomi görs med utbuds- och efterfrågedata för olika tågkoncept. Förutom dessa data behövs data om driftkostnader och kostnader för tågkoncepten, dvs

