

Karl Kottenhoff

Inst. för Infrastruktur och Samhällsplanering
Trafik- och Transportplanering
KTH, Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm
Tel. +468-790 7917, Fax. +468-21 28 99
Mail: kotten@ce.kth.se

Effektiva och attraktiva persontåg

Influerad av andra bedömare tror jag att järnvägen står inför en skiljeväg; att utvecklas gynnsamt eller att fortsätta förlora marknad. Om inte tågen utvecklas attraktivitets- och kostnadmässigt så blir de utkonkurrerade för många resbehov. Flyget är ofta snabbare och bensin till bilen är ofta billigare än tåget.

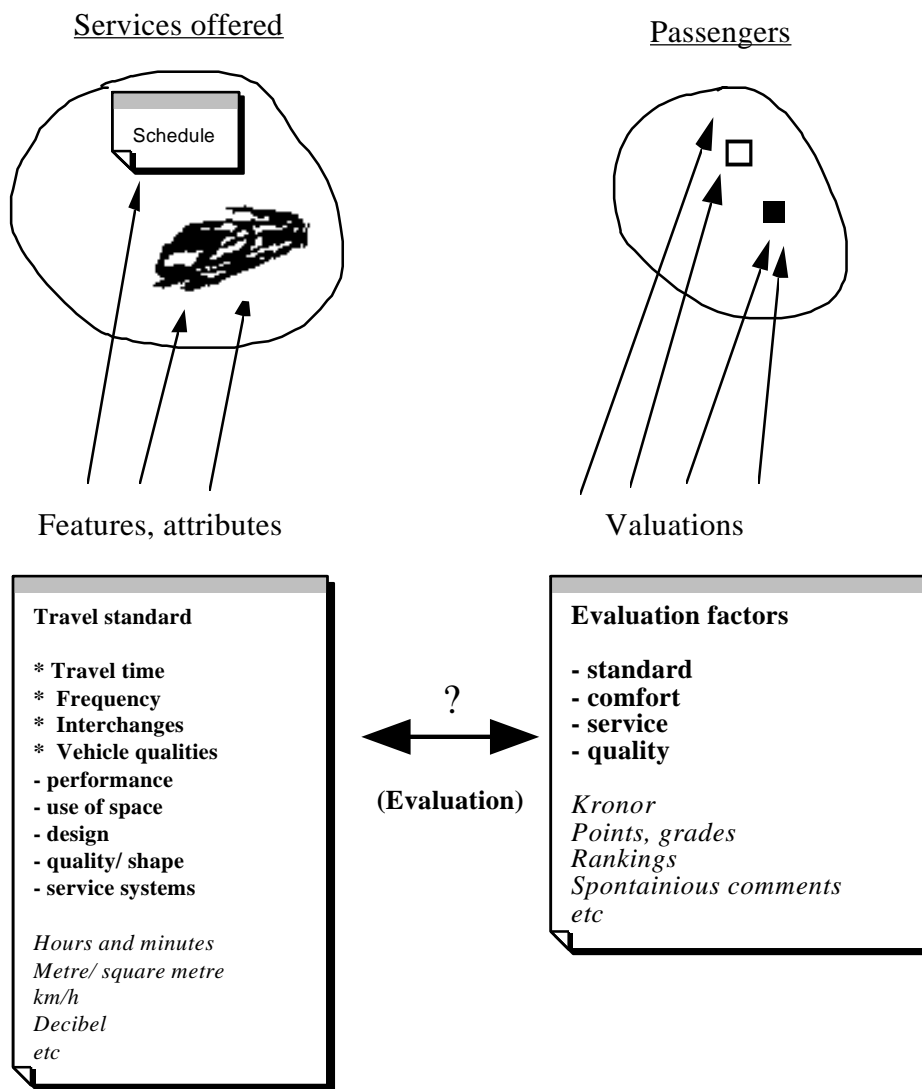


Fig.1 Samband mellan faktiskt utbud och resenärernas värderingar av utbudet.

För att undersöka vilka möjligheter som finns börjar vi med att fokusera utbudet och resenärerna, till vänster resepektive höger i figur 1. Utbudet kan delas in och kvantifieras på ett sätt och resenärernas situation och värderingar beskrivs på ett annat sätt. Hur kan dessa sidor jämföras och utvärderas i förhållande till varandra?

En form av utvärdering görs genom att jämföra nytta och kostnad av olika förändringar.

Trafikanternas standardfaktorer

Trafikanternas standardfaktorer har strukturerats. Vad som ingår i detta projekts användning av begreppen standard, komfort, service och kvalitetsuppfyllelse antyds av nedanstående tabell:

<u>Faktorer</u>	<u>Begrepp, typ av standard</u>
restid, turtäthet, gångavstånd:	TILLGÄNGLIGHET
buller (hörselintryck), vibrationer (känselintryck)	KOMFORT
vänlig personal, kaffeservering, information:	SERVICE
förseningar, städning, säkerhet:	KVALITET

Projektets komfortbegrepp omfattar de *intryck som har sin grund i fysikaliskt beskrivbara källor eller orsaker* dvs ofta i tågets konstruktion. I detta sammanhang är service sådana *anordningar och tjänster som inte i varje läge behöver erbjudas resenärerna men som trafikföretaget väljer att ge eller sälja*. Kvalitet är i detta projekt ett mått på *i vilken grad man får den produkt eller tjänst man rimligen kan förvänta sig*.

Nytan, dvs. betalningsviljan, har undersökts genom stated preference intervjuer i svenska tåg. I följande diagram sammanfattas en del av de värderingar som redovisats i % av biljettpriset (figur 2).

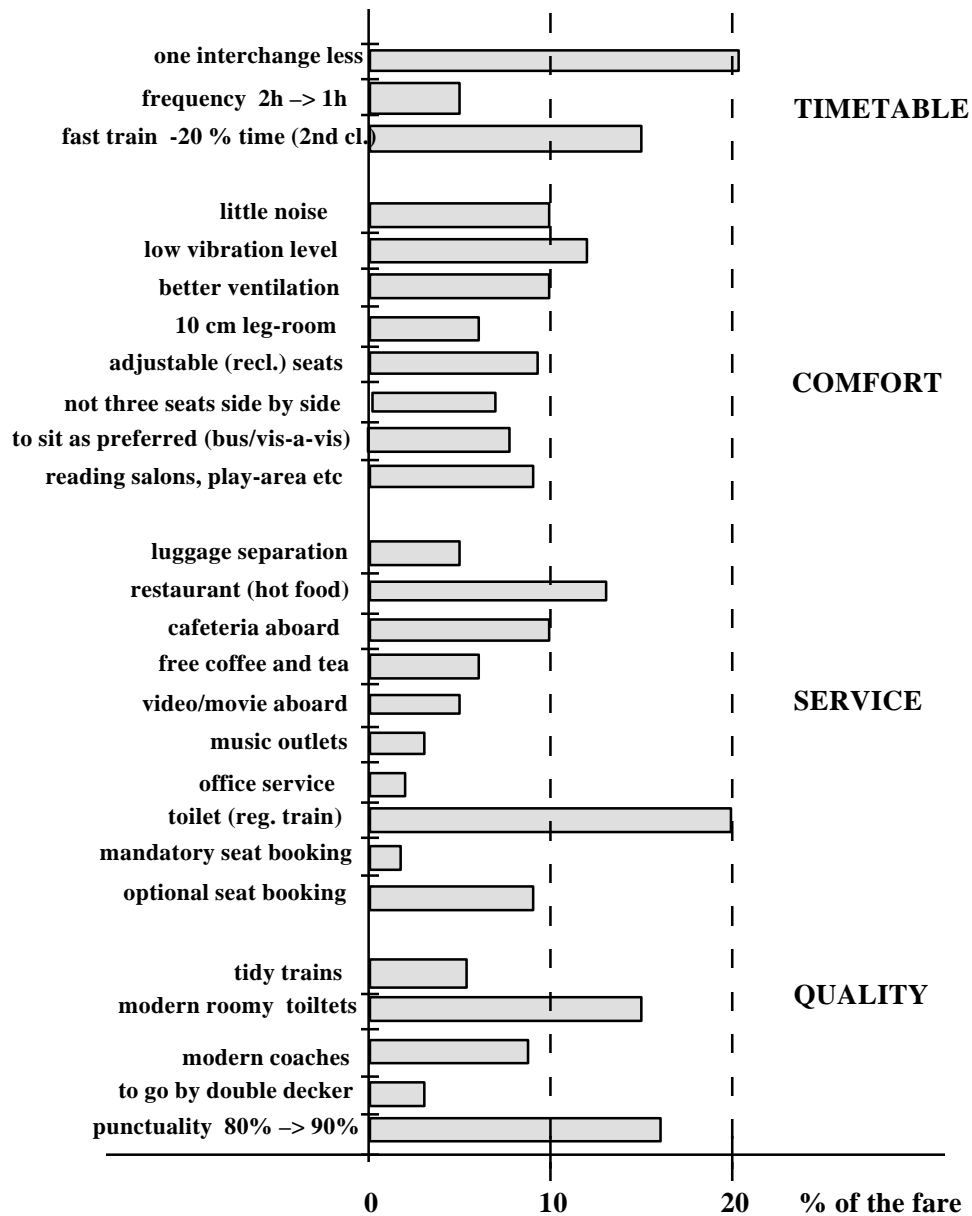


Fig. 2 Sammanställning av resenärernas värderingar av olika resstandardfaktorer i % av biljettpriset.

Med hjälp av en ekonomisk modell "Tåganalys" har framtagits *kostnadselasticiteter* eller *influenstal* för olika parametrar hos utbudet. Det kan gälla till exempel tågets inköpskostnad eller antalet sittplatser. Elasticitetstalen visar hur mycket tågtrafikkostnaderna varierar i förhållande till den studerade parameterns variation.

Kostnadsbilden: Vilka fordonsparametrar är viktigast?

Med hjälp av den ekonomiska modellen Tåganalys har beräknats ett antal kostnadselasticiteter. Dessa visar känsligheten för förändringar av olika indata till den

ekonomiska modellen. Kostnadsberäkningarna har gjorts utgående från InterCitytåg för 160 km/h (sth) med linjelängd 500 km och stationsavstånd 50 km.

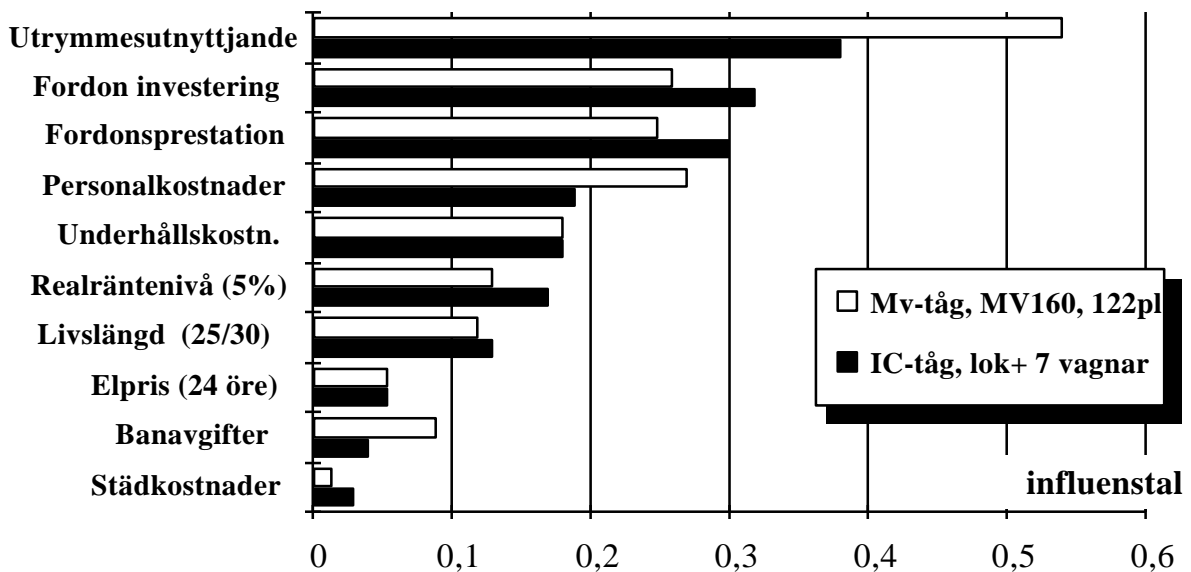


Fig. 3 Kostnadsinfluenser (elasticiteter) vid marginella förändringar i riktning sänkta kostnader. influenstal beräknade med redovisad företagsekonomisk modell.

Kostnadselasticiteten för *utrymmesutnyttjandet* är högt - högre än för de flesta av de faktorer man ofta försöker angripa. Utrymmesutnyttjandet beräknas som antalet sittplatser per personvagn (resp. motorvagnståg) vid konstant antal totalplatser och beläggning. Det innebär att ett tåg med högre utrymmesutnyttjande görs kortare för att inte öka antalet platser.

För loktåget är det näst mest angeläget att minska *investeringskostnaderna* och för motorvagnståget, mv 160, bör man hålla nere den åkande personalen.

Slutsats: Det är viktigt att använda utrymmet effektivt. Näst kommer betydelsen av låga investeringskostnader, stort km-utnyttjande och låga personalkostnader.

Indelning av fordonsegenskaper

För att få en överblickbar struktur över fordonens egenskaper har dessa indelats på ett visst sätt. Huvudindelningen är:

- Yttre tågkonfiguration; tågsammansättning, mått och vikt mm
- Inre utrymmes användning; invändiga mått, ytanvändning, möblering mm
- Prestanda; traktion, energi, fordonsrörelser, miljöprestanda mm
- Design
- Hjälpsystem; AV-system mm
- Kvalitet; ålder, skick, städbarhet etc

Yttre tågkonfiguration: tågtyper - förslag till indelningsstruktur

Traditionellt brukar persontåg delas in i loktåg och motorvagnståg men detta är otillräckligt. Nedanstående skiss är ett försök att systematisera olika persontågssystem. Godståg har tagits med därför att det förekommer s.k. *blandade tåg*, som är både gods- och persontåg.

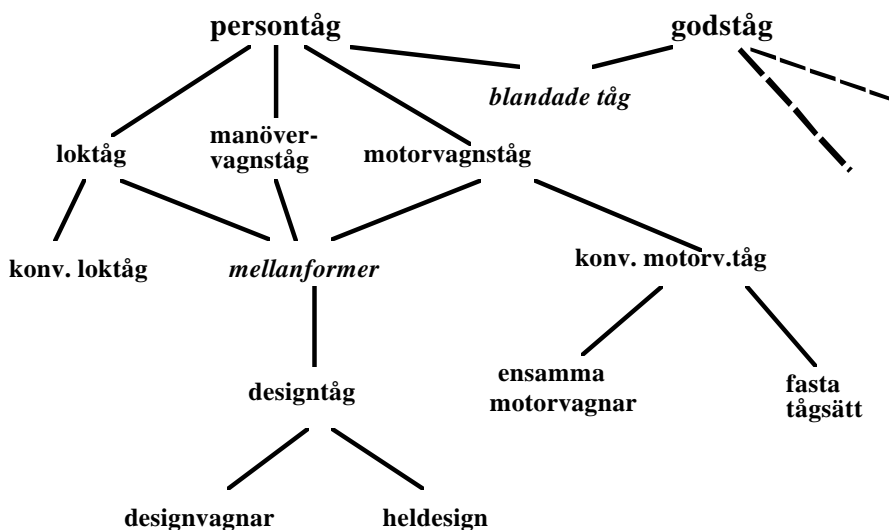


Fig. 4 Förslag till indelning av persontåg i olika former. Lok- resp. motorvagnståg är inte en tillräcklig indelning för alla de varianter av tågssystem som redan finns.

Modulsystem och kopplingsbarhet

Med överskriften modulsystem menas här *ett system av fordonsenheter som lätt går att koppla ihop till olika stora persontåg och tåg för olika trafikuppgifter*. Naturligtvis är den redan behandlade faktorn kopplingsbarhet viktig, men det finns fler viktiga faktorer t.ex. kompatibla prestanda och tillräckligt enhetlig design. En illustration av fordonstyper som skulle kunna ingå i ett modulsystem ges nedan.

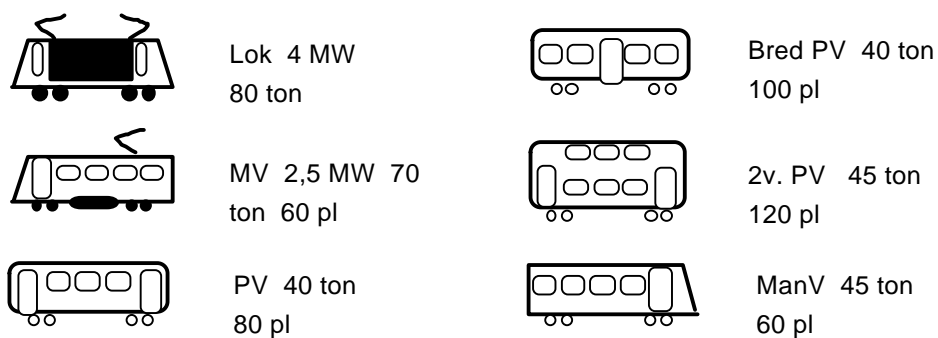


Fig. 5 Exempel på modulsystem.

Av de olika modulerna (fordonsenheterna) kan man sätta ihop korta och långa tågsätt med varierande kapacitet. Idealt borde man ha vagnar vars inredning snabbt och billigt kunde ändras för att passa aktuell marknad, t.ex.: Liggvagn på natten – sittplatser på dagen.

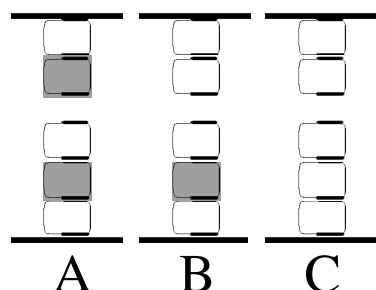


Fig. 6 Omställbar inredning 3,4 eller 5 stolar i bredd för A, B eller C-klass..

En idé från detta projekt är att ha omställbar inredning med 3,4 eller 5 stolar i bredd. Då kan samma vagn användas för A, B eller C-klass. Vagnar med sådan inredning blir mångsidigt användbara.

Tågkonfigurationens betydelse för kostnaden

Lok- och motorvagnståg är effektiva i olika kapacitetsområden, åtminstone så länge man gör en enkel jämförelse av investeringskostnader. En hypotes är att mellanformer kan kombinera fördelarna och bli effektiva i ett stort kapacitetsområde.

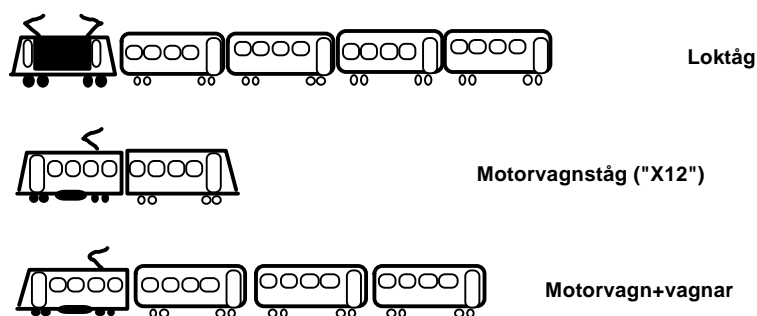


Fig. 7 Loktåg, konventionellt motorvagnståg och motorvagn som drar personvagnar. Dessa tågstorlekar används i jämförelsen nedan.

En första ansats är att jämföra investeringskostnaden mellan lok- och motorvagnståg för olika kapacitetsnivåer. Av nästa fig framgår som väntat att motorvagnståg är billigare än loktåg vid mindre tågstorlekar - lägre kapacitet.

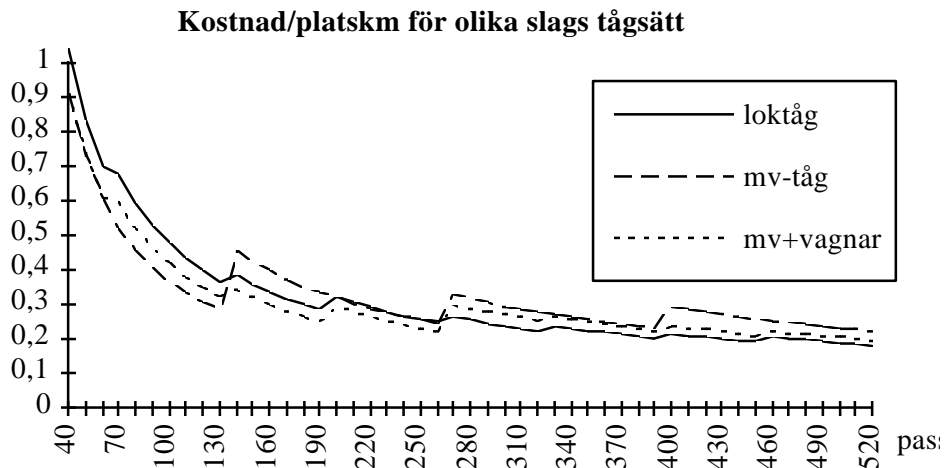


Fig. 8 Tågtrafikkostnader; kr per kapacitetsnivå då man använder minsta möjliga antal vagnar som får med alla passagerare. Loktåg, motorvagnståg och mellanform.

Man ser att från cirka 130 till 260 platser är mellanformen billigast i detta exempel. Den är intressant också därför att den kan ingå i ett flexibelt "modulsystem" där alla fordon går att kombinera med alla andra.

Utrymmessnål stol

Genom gott designarbete kan stolar göras utrymmessnålare i längsled än dagens tågstolar. Man kan arbeta med följande parametrar: ryggstödet tjocklek, och form; skålning i höjd och bredd, ryggstödslutningens funktion samt ryggstödet höjd, form, färgsättning och materialval för att skapa utrymmeskänsla.

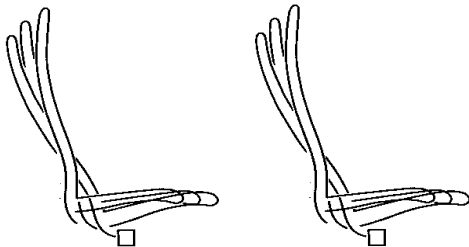
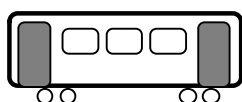


Fig. 9 En stol som tar litet utrymme i längsled kan åstadkommas genom tunna skålformade ryggar och listig stolslutningsmekanism.

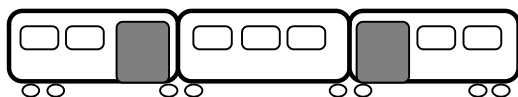
Antalet entréer och deras placering

Antalet entréer påverkar utrymmesutnyttjande och på/avstigningstider. Det danskbyggda IC/3 har endast två dörrar till tre vagnar.

Dörrplaceringar



Vanlig 26 m personvagn



Tågsätt IC/3 (Y2) 59 m långt med två breda dörrar

Fig. 10 Olika dörrplaceringar

Jag har låtit genomföra en liten studie av på- och avstigningstider i olika svenska tåg. Tidtagning skedde i Hässleholm för vanliga tåg och Y2-tåg (=IC/3). Y2 hade minst lika korta på- och avstigningstider som loktåg vid samma antal av/påstigande.

Tvåvåningsfordon

Ett av antagandena i detta projekt har hela tiden varit att dubbeldäckade fordon kan sänka tågtrafikens kostnader. Utländska uppgifter stöder denna hypotes.

Genom att dela upp fordonet i delar som kostnadsbedöms var för sig relativt envåningsfordon fås nedanstående resultat vid 50 % större möblerbar yta:

Investeringskostnader per fordon	+14 %
Investeringskostnad per plats	- 24 %
Tågtrafikkostnad vid samma platsantal/tåg	- 10%

I den senare siffran tågtrafikkostnad ingår även en motsvarande bedömning av underhållskostnaderna.

Resenärerna värderar dubbeldäckare positivt; 3-4 % av taxan enligt intervjuer i Sverige 1991? i Schweiziska tvåvåningsvagnar som lånats.

Slutsats: Dubbeldäckare bör kunna höja effektiviteten (sänka kostnaderna) med ca 10 % och samtidigt öka attraktiviteten (betalningsviljan stiger) kanske 3 %.

Fordonsegenskaper: Lönar det sig att ändra benutrymmet?

Influenstalet mellan utrymme och produktionskostnad ligger enligt tidigare beräkningar kring 0,4 - 0,5. 10% högre utnyttjande av utrymmet kräver ca 9 cm kortare benutrymme (i den svenska B7-vagnen). Detta ger (10% x (0,4 till 0,5) =) 4-5% lägre kostnad. Influenstalet skiljer dock utifrån vilket antal sittplatser ifrågasvarande fordon har från början. Vid ett litet antal sittplatser är influensen lägre. Detta tas hänsyn till i nästa diagram där resenärernas värderingar jämförs med kostnadsförändringarna.

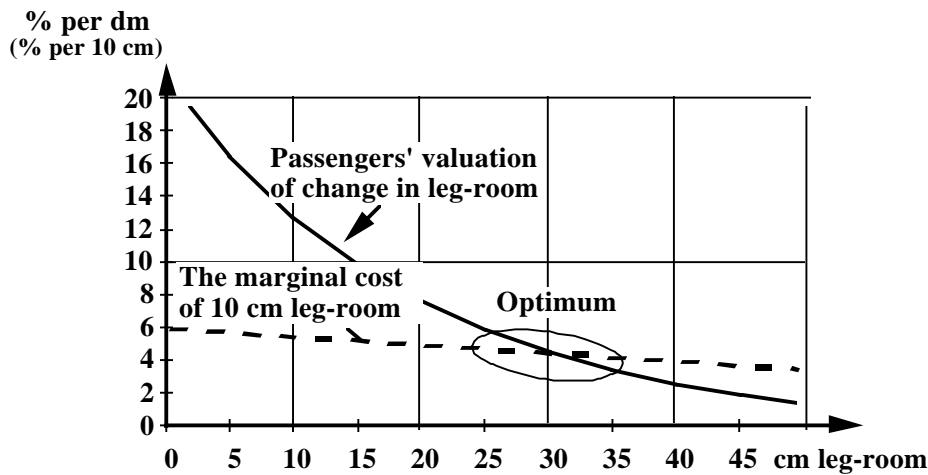


Fig. 11 Resenärernas värdering av förändrat benutrymme samt kostnaden för att ändra detta. Optimalt benutrymme blir ca 30 cm. Förutsättningar i texten.

Slutsatsen är att resenärerna (de som intervjuats) är beredda att betala för dagens benutrymme om ca 25 cm och kanske för ytterligare några cm. När man ska öka utrymmesutnyttjandet bör detta ej ske på bekostnad av *det upplevda* benutrymmet.

Däremot borde det vara möjligt att nå nya grupper av resenärer, t.ex. de som idag föredrar långfärdsbuss, även om man erbjuder dessa mindre benutrymme än 25 cm. Differentierad sittplatsstandard kan vara intressant.

Fordonsutvärdering: Hur varierar kostnaderna med hastigheten?

Olika kostnadsfaktorer antas variera med hastigheten. Här görs vissa antaganden: *Kostnader för bananingår* ej i beräkningen. *Energikostnaderna* för traktion ökar med hastighetens kvadrat. *Kapitalkostnaderna* för fordon minskar med ökad produktivitet – relativt sett hälften så mycket som tidsvinsten. *Underhållskostnaderna* för fordon är enligt gängse beräkningssätt oberoende av tidsåtgången. *Städkostnaderna* är i princip tidsberoende. *Personalkostnaderna* för ombordpersonal är tidsberoende. *Banavgifterna* i Sverige bestäms per fordonstyp. Givet dessa antaganden kan man räkna fram nedanstående diagram:

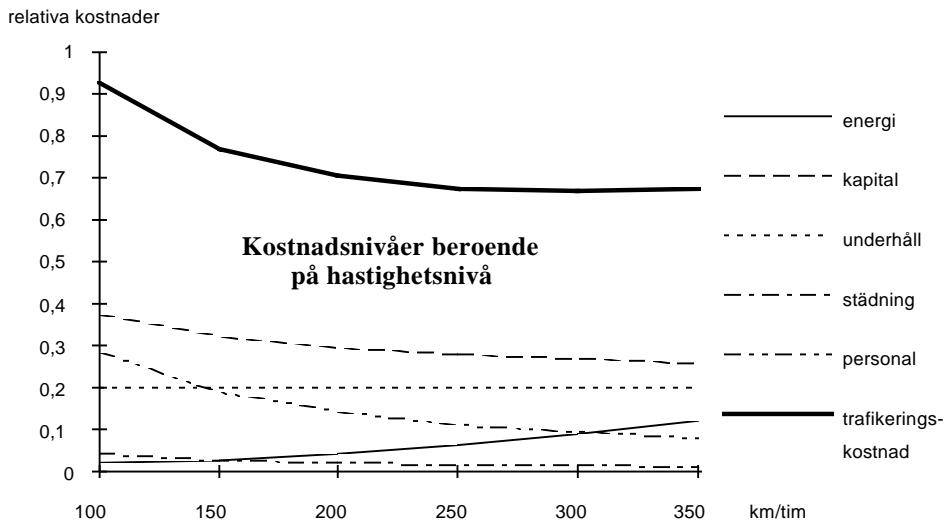


Fig. 12 Kostnaden för att köra (ett och samma) tåg vid olika hastighetsnivåer (på en bana som klarar 350 km/tim). Hur att antal kostnadsfaktorer tänkes variera vid gjorda antaganden enligt texten.

Kostnadsnivåerna i ovanstående diagram utgår från beräkningar med projektets ekonomiska modell för kostnader. Det innebär att de värden som beräknats för ett loktåg i Intercitytrafik ansatts vid hastighetsnivån 150 km/tim. Man ser att med de antaganden som gjorts har de sammanlagda produktionskostnaderna i ett flackt minimum runt 300 km/tim. Det är värt att påpeka att med högre elenergi priser, vilket torde vara fallet i de flesta andra länder, blir optimal hastighet lägre.

Resenärerna vinner tid som omräknas i pengar. Resenärens *nytta* av kortare restid medför att blir det ekonomiskt att höja hastighetsnivån till mer än 300 km/tim.

Vid beräkningar av optimal *effektnivå* för drivsystemet har olika ansatser gjorts. En (relativt självklar) slutsats är att man bör åtminstone ha så hög drivsystemeffekt att tågets STH verkligen kan uppnås (vilket inte gäller t.ex. inte befintliga Y1-motorvagnar).

Sammanställning av nytta och kostnad för olika åtgärder

Betydligt fler än de ovan beskrivna fordonsegenskaperna har utvärderats. De olika typerna av åtgärder placerar sig ungefär enligt nedan i ett diagram över marginella nyttovärden och kostnader.

Högre hastighet ligger nere till höger, dvs att kostnaderna minskar samtidigt som värdet ökar. Finesser och service lönar sig i regel, dvs kostnadsökningen är lägre än värdet. Högre utrymmesutnyttjande minskar kostnaderna och görs det rätt minskar värdet mindre än kostnaderna.

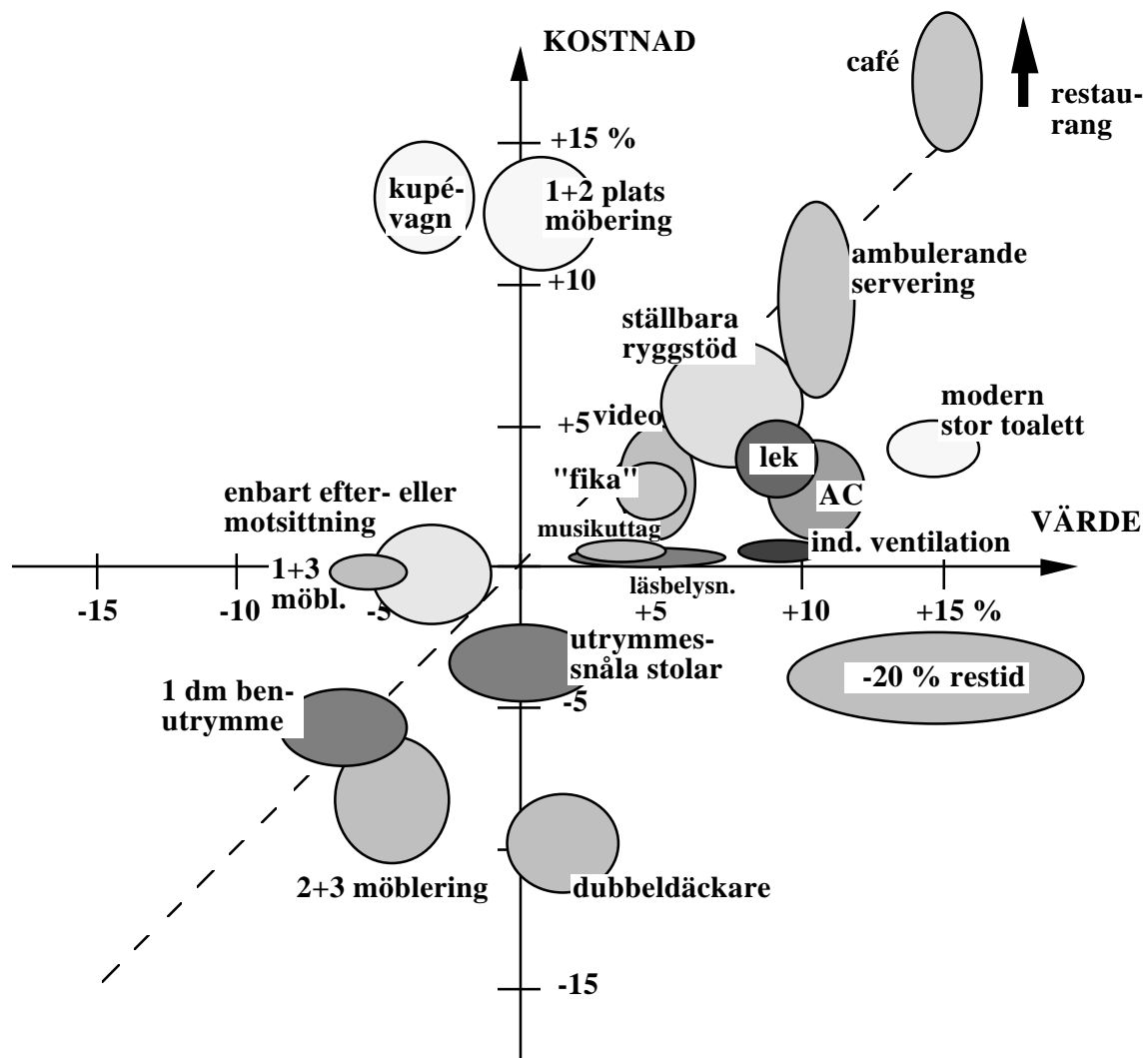


Fig. 13 Ungefärliga markeringar för värde (betalningsvilja) och påverkan på trafik kostnaden av olika faktorer eller åtgärder.

En tolkning av ovanstående figur är att man i första hand bör satsa på:

- högre hastigheter; ger lägre kostnader och högre värde
- dubbeldäckare; ger ca 10 % lägre kostnader och värderas svagt positivt
- komfortåtgärder som ventilation, dämpad belysning, musikuttag
- kvalitet, t.ex. stora moderna toaletter; värderas högre än kostnaden

En attraktiv vagninredning

Nedanstående förslag till personvagnsinredning tar utgångspunkt i kunskaper om resenärers värderingar. Vagnarna delas in i lässalonger, "prathörnor" och familjeavdelningar. För att underlätta tågsammansättning och ge variation bör varje vagn innehålla flera avdelningstyper. Rökrutor kan ersätta rökavdelningar. Ungefär hälften av sittplatserna bör vara eftersittningsplatser. I familje- resp.

pratavdelningarna prioriteras motsittning. Här kan "café-möbler" användas i någon utsträckning. Resenärernas betalningsvilja och kostnaderna för utrymme ger att det skall vara två plus två stolar i bredd.

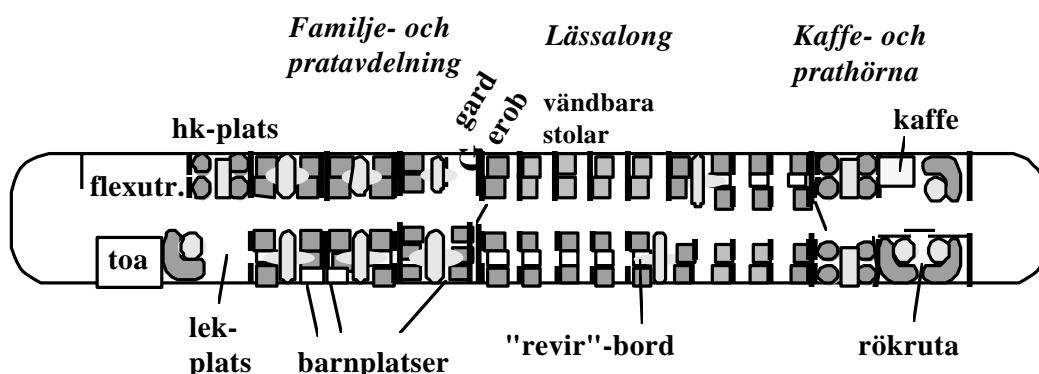


Fig. 14 En attraktiv inredning

Nedan kommenteras i punktform värdet av inredningsförslaget..

<u>Inredningslösning</u>	<u>attraktivitet/eff.</u>
Lässalonger och pratavdelning	+ 7 %
Lekhörna för barn	+ 8 %
Gratis kaffe/te att ta själv	+6 %
Rökfritt tåg (med särskilda rökrutor)	+4 %
Bättre fördelning efter/ motsittningsplatser	upp till 5 %
Benutrymme ca 5 cm större pga ny stolstyp	+3 %
Vändbara stolar (endast ett fåtal)	+
Garderob mitt i vagnen	ökar användn.

Utöver de i ritningen synliga förändringarna gentemot vanliga personvagnar bör följande lösningar införas:

Dämpad belysning och läslampor	+ 8 %
Bättre ventilation (friskluft eller luftkond.)	+ 10%
Modern färgsättning, formspråk etc	+ 2-10% ?
Musikuttag vid alla pl. och video vid några	+ 4%
(Ovanstående procentsiffror bör ej adderas aritmetiskt.)	

Hellexibelt framtida tågfordonsystem

Det vore intressant att skissera och utvärdera ett tågssystem som bygger på:

- små fordonsenheter som kan kopplas till lagom tågsätt
- självgående fordon (oberoende av lok och manövernaglar)
- fordon där el- och dieseldrift kan samköras
- tåg som kan delas snabbt för att ge direkta resor utan byten
- tågsätt där personalen kan (mer)utnyttjas i hela tåget
- tåg som kan vara enmansbetjänade vid behov

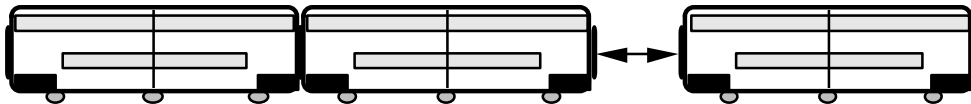


Fig. 15 Antydning om ett system med små självgående fordon (el & diesel) som lätt kan kopplas och där personalen utnyttjas effektivt.

En sådan analys har inte mäktats med ännu. Den kräver en mängd antaganden avseende landets geografi, infrastrukturen, framtida resbehov och värderingar, fordonsteknikens status med mera.

Referenser

- Banverket, *Beräkningshandledning*
- Johansson, Börje, *Komfort i kollektivtrafik* CTH, Inst. för transportteknik rapport 9, ISSN 0283-3611
- Kottenhoff, Karl, *Framtida Persontåg - fordonsegenskaper för ökad attraktivitet och effektivitet* (with summary in English) TRITA-IP FR 94-3, ISSN 1104-683X, ISRN KTH/IP/FR-94/3-SE
- Kottenhoff, Karl *Evaluation of passenger car interiors*, dec.1993 KTH trafikpl. meddelande 86, TRITA-TPL-93-11-96
- Kottenhoff, K and Lindh, Ch., *The value and effects of introducing high standard train and bus concepts in Blekinge, Sweden* Transport Policy, Vol.2 No.2, pp.235-241
- Lindh, Christer & Widlert, Staffan, *SJ-resenärers kvalitetsvärdering* KTH Trafikpl. medd. nr 71, TRITA-TPL 89-10-62, ISSN 0349-4373
- Lindh, Christer, *Kundernas krav på regional tåg* Järnvägsgruppen KTH, KTH trafikpl. medd. 76, TRITA-TPL 91-09-75, ISSN 0349-4373 (behandlar provet med dubbeldäckare 1991)
- Widlert, Staffan *Trafikantvärderingar vid regional trafik* TFB-rapport 1992:2
- Lindh, Christer *Marknadseffekter av satsning på ett nytt tågsystem "Kustpilen"* KTH meddelande nr 85 (1994) respektive KFB rapport nr 1994:4
- Rosenlind, Stina *Tågresnärers värderingar av trafikering, vagntypert och service (ostkustbanan)*, Examansarbete 94-1 KTH Trafikplanering
- Schmidt, Lotta, *Värdeminskning vid värdering av tågkoncept - Studie av komfort-, service- och tidtabellspaket med Stated Preferences metoden.* TRITA-IP AR96-44, ISRN KTH/IP/AR--96/44--SE
- Widlert, Staffan *Stated preferences A study of how attribute design affects experiment result* TRITA-TPL-93-02-91, KTH trafikplanering