

PUNKTLIGHET

BIRRE NYSTRÖM



Järnvägstekniskt centrum
Luleå tekniska universitet
Regnbågsallén, Porsön, Luleå
Postadress: S-971 87 Luleå
Telefon: 0920 - 49 10 00
Telefax: 0920 - 49 19 35
Hemsida: <http://www.jvtc.luth.se>



2005:11 • ISSN:1402-1528
ISRN: LTU - FR -- 05/11 -- SE

BANVERKET

Abstract

An important goal for railway traffic is for the trains to be punctual. Here, punctuality and its relation to maintenance are discussed. The report introduces and is a part of the project “Improved punctuality by effective maintenance”.

Punctuality is defined as the extent to which an event takes place when agreed. Some different ways of defining punctuality are discussed in regard to trains, aeroplanes and brewing. The ways different countries define punctuality and related terms are shown. The literature on national economic benefit is summarised.

A model for the impact of maintenance on punctuality is put forward.

Within the northern region zone of the railway infrastructure manager Banverket, the indicators of maintenance measured the result of the entire maintenance process. However, in order to permit better control of the maintenance process, the performance of each sub process requires to be measured.

Keywords: punctuality, maintenance, railway infrastructure, Banverket, national economy

Sammanfattning

Ett viktigt mål för järnvägstrafiken är att den ska vara punktlig. I den här rapporten redogörs för vad punktlighet är och dess samband med underhåll. Rapporten presenterar och är en del i projektet ”Bättre punktlighet genom effektivt underhåll”.

Punktlighet definieras som i vilken utsträckning händelser äger rum när överenskommet. Några olika sätt att definiera punktlighet diskuteras beträffande tåg, flyg och bryggeri. Olika länders sätt att definiera punktlighet och besläktade begrepp redovisas kort. Litteratur inom samhällsekonomisk nytta av punktlighet refereras.

En modell för hur underhåll påverkar punktlighet föreslås.

I Banverkets norra banregion visade det sig att indikatorerna för underhåll mätte resultaten av hela underhållsprocessen, snarare än varje delprocess prestation, vilket de bör göra bla för att man ska kunna styra processerna effektivt.

Nyckelord: punktlighet, underhåll, järnvägens infrastruktur, Banverket, samhällsekonomi

Innehåll

1	Inledning och bakgrund.....	1
2	Mål, syfte och avgränsning	1
2.1	Mål och syfte	1
2.2	Avgränsningar	1
2.2.1	Opunktlighetskostnad.....	2
3	Metod	6
4	Punktlighet och relaterade begrepp	6
4.1	Definitioner av punktlighet	6
4.1.1	Några tankar om tid.....	7
4.1.2	Punktlighet för individ	7
4.1.3	Punktlighet för resenär	7
4.1.4	Punktlighet för godskunder	8
4.1.5	Punktlighet för produkt	8
4.1.6	Punktlighet i gruppen	8
4.1.7	Punktlighet för organisationer som transporterar.....	9
4.2	Några olika sätt att ange punktlighet.....	9
4.2.1	Flyg i Sverige och Europa.....	10
4.2.2	Bryggeri.....	12
4.2.3	Primär och sekundär försening.....	14
4.2.4	Järnväg i Sverige	14
4.2.5	Järnväg i Norge	14
4.2.6	Järnväg i Danmark	15
4.2.7	Järnväg i Frankrike.....	15
4.2.8	Järnväg i Storbritannien	15
4.2.9	Järnväg i Japan	16
4.2.10	BEST/BOB – Jämförelser av punktlighet	16
4.3	Värdering av punktlighet.....	17
4.3.1	Samhällsekonomiska kostnader för res- och transporttid	17
4.4	Principer för att ange punktlighet.....	20
4.4.1	Systemgränser	20
4.4.2	Mätning och presentation	20
4.4.3	Punktlighetsindex.....	23
4.5	Preliminärt förslag på hur punktlighet inom järnväg bör mätas.....	24
5	Underhåll påverkar punktlighet.....	25
5.1	Underhåll – Punktlighets-samband	25
5.2	Så påverkar underhåll punktlighet.....	27
5.3	Så påverkar underhåll punktlighet i Norra banregionen	28
5.3.1	Underhållsprocessen.....	28
5.3.2	Underhållsprocessen i Norra banregionen	29
6	Punktlighet och underhåll kvantifierade	37
6.1	Spårssystem och fel	37
6.2	Den operationsanalytiska skolan.....	38
7	Slutsatser	39
8	Fortsatt forskning	39
	Referenser.....	40
	Bilaga A: Dimensioner hos punktlighet	43

1 Inledning och bakgrund

Ett viktigt mål för järnvägstrafiken är att den ska vara punktlig. Underhållsåtgärderna är viktiga för att nå hög punktlighet. Här behandlas punktligheten för järnvägstrafik, dvs endimensionellt styrd trafik med fordon som har metallbelagda hjul på metallbelagt spår. Endast trafik med fordon som trafikerar en banvall, avsedd endast för dessa, räknas här som järnväg, dvs spårvagnar ingår inte. I den här rapporten redogörs för vad punktlighet är och hur den skulle kunna förbättras.

2 Mål, syfte och avgränsning

Här redogör vi för mål, syfte och avgränsning.

2.1 Mål och syfte

Syftet med detta projekt är att öka punktligheten genom att bland annat

- Finna de viktigaste bakomliggande orsakerna till bristande punktlighet samt ge förslag på hur de kan åtgärdas.
- Skapa en modell för hur man kan kostnads- och nyttobedöma underhållsåtgärder ur ett punktlighetsperspektiv.

2.2 Avgränsningar

Här redogör vi för motiveringar till avgränsningar i projektet ”Bättre punktlighet genom effektivt underhåll”.

De transportpolitiska målen med järnvägen ryms under nedanstående rubriker (proposition 1997/98:56, vår egen numrering).

1. Säkerhet.
2. Hög kvalitet. I detta ingår punktlighet.
3. Miljö.
4. Tillgänglighet. Bla ska funktionshindrade kunna använda järnvägen.
5. Regionalpolitik.
6. Jämställdhet.

I det här arbetet begränsar vi oss till en kvalitetsaspekt¹ av järnvägstrafik, nämligen punktlighet. Dessutom behandlar vi järnvägens resurseffektivitet på underhållsområdet, alltså hur mycket resurser (pengar) som krävs för underhållet. Det innebär att även miljömålet berörs indirekt, eftersom mindre resursbehov för en given tågtrafik kan innebära lägre miljöbelastning. Vidare kan lägre kostnader för järnvägstransporter, relativt lastbilstransporter, leda till att en del av godstransporterna flyttas över till järnväg, vilket i sig innebär lägre miljöbelastning, bla genom lägre koldioxidutsläpp. Denna aspekt kommer inte att beröras vidare, dvs vi behandlar inte de miljökostnader som uppstår (tex buller, intrång av järnväg). Inte heller bristande säkerhet, vilken leder till olyckskostnader, behandlar vi. Studien kommer att inriktas på opunktlighetskostnaden, dvs de kostnader som uppstår till följd av bristande punktlighet. (Till att börja med låter vi läsaren nöja sig med sin intuitiva

¹ Jensen (1987) anger godstransporters kvalitetsdimensioner som innefattande även: turtäthet, transporttid, godskomfort, transportsäkerhet (skydd mot stöld), kontrollerbarhet (möjlighet att följa transportförloppet), flexibilitet (att klara förändringar i godsflödet, lastbärare o dyl), frikopplingsförmåga (att avsändarens eller mottagarens insats av hanteringsresurser inte behöver ske samtidigt som avgång och ankomst) och expansionsförmåga (transportsystemets förmåga att ta över logistiska funktioner från avsändare eller mottagare).

föreställning av vad punktlighet är – den är tillräcklig för att förstå resonemangen som följer. Se Bilaga A: Dimensioner hos punktlighet för formella definitioner.)

2.2.1 Opunktlighetskostnad

Här diskuterar vi vad opunktlighetskostnad är, vad som påverkar opunktlighetskostnaden och våra avgränsningar. Med opunktlighetskostnad menar vi de kostnader som uppstår pga opunktlighet. De kan delas in i yttre och inre opunktlighetskostnad. Yttre opunktlighetskostnader drabbar personer utanför järnvägssektorn; passagerare och godskunder, men även speditörsföretag mfl. Inre opunktlighetskostnader är de kostnader som drabbar järnvägssektorn: tågtrafikoperatörer, trafikledning, banunderhållare m fl. Dessa kostnader kan exempelvis orsakas av försenade tåg som hindrar underhållsarbeten från att bli utförda när de planerats. I Figur 1 ses opunktlighetskostnaden som en funktion av underhållet.

Med *underhåll* menas, enligt standarden SS-EN 13306, kombinationen av alla tekniska, administrativa och ledningens åtgärder under en enhets² livstid avsedda att vidmakthålla den i, eller återställa den till, ett sådant tillstånd att den kan utföra krävd funktion. ■

Relaterade definitioner:

Med *fel* menas, enligt SS-EN 13306, upphörandet av en enhets förmåga att utföra krävd funktion.

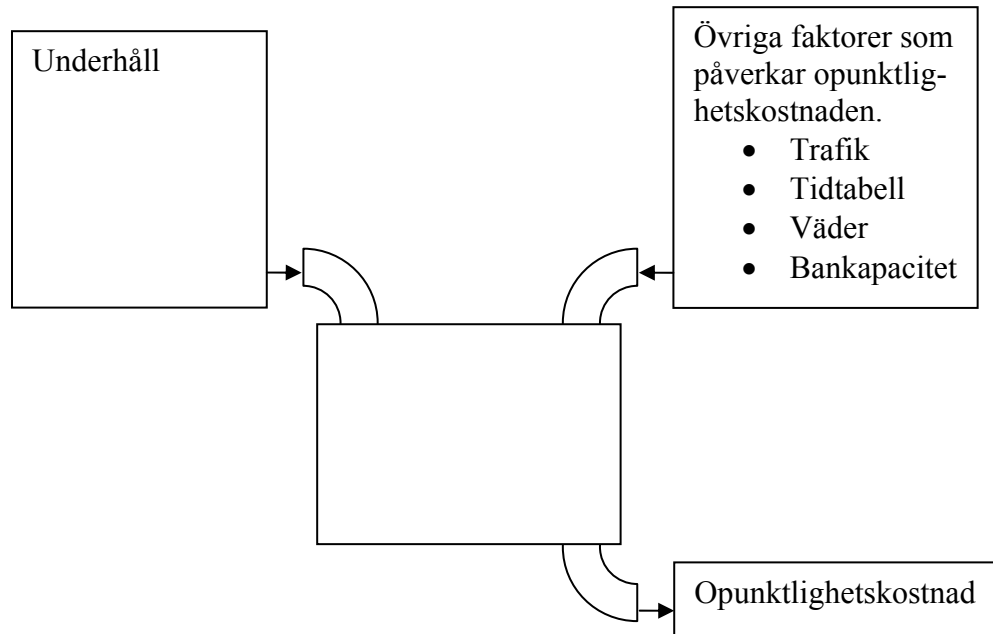
Not 1: Efter fel har enheten funktionsfel, helt eller delvis.

Not 2: Fel är en händelse som skiljer sig från funktionsfel som är ett tillstånd. ■

Med *funktionsfel* menas, enligt SS-EN 13306, tillstånd hos en enhet karakteriserat av oförmåga att utföra en krävd funktion, exkluderat en oförmåga som kan uppstå vid förebyggande underhåll eller annan planerad verksamhet eller brist på stödfunktioner. ■

Vi ser underhåll som en metod att styra tillförligheten och kvaliteten på systemet.

² Enhet är ett mycket generellt begrepp för varje detalj, komponent, utrustning, delsystem, funktionell del, anläggning eller system som kan betraktas för sig (SS-EN 13306).



Figur 1. Opunktlig-hetskostnaden är en funktion dels av underhållet, dels av andra faktorer.

Vilka opunktlig-hetskostnader är underhållsrelaterade? Vi anger dessa från påverkbar på kort sikt till påverkbar med åtgärder som tar lång tid att genomföra.

1. Underhållsåtgärder skadar en enhet. Detta orsakar kostnader för ersättande av enheten och om det är fel som stör trafiken så uppstår även opunktlig-hetskostnader.
2. För mycket underhållsåtgärder utförs. Ineffektiva (verkningslösa) åtgärder eller åtgärder som hade kunnat göras på annat sätt på kortare tid, t ex genom att enhetens underhållsmässighet varit bättre.
3. Inte åtgärda fel som orsakar opunktlig-het.
4. Inte åtgärda inspektionsanmärkningar (besiktning-anmärkning) i tid.
5. Fel uppstår pga att man inte utfört förebyggande underhåll.
6. Trafikledningen kan höja punktligheten, t ex genom att dirigera om trafik vid fel. De kan också sänka den, t ex genom att ange fel plats för underhållspersonalen.
7. Tidtabellen (tågplanen) utgör förutsättningen för trafikledningens arbete. Tidtabellen visar hur tågen går och när man kan utföra sådant underhåll som kräver tågfritt spår.
8. Design av banan.

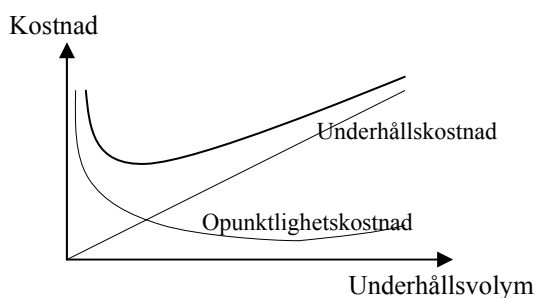
Vi kommer att undersöka punkterna 1, 3, 4 och 5 samt beröra punkt 7. Punkt 2 kan innebära minskning av banans kapacitet. För att kunna beräkna opunktlig-heten till följd av en sådan, skulle det krävas tågtrafiksimulering och dessutom en efterfrågemodell, dvs hur trafikutövarna reagerar på ett förändrat utbud av tid på banan: ställer trafikutövarna in tågen eller går de med på att flytta dem till annan tidpunkt? Dessa komplikationer gör att en kvantifiering av opunktlig-heten till följd av detta utesluts ur arbetet. Däremot undersöker vi hur man kan jämföra underhållsvolymer mellan olika banor för att kunna jämföra olika sätt att arbeta. Punkt 6 och 8 kommer inte att behandlas.

2.2.1.1 Opunktlig-hetskostnad och total kostnad

Den totala kostnaden för järnvägen (eller vilken som helst av dess komponenter) över hela dess livscykel är

$$\text{Total kostnad} = \text{Investeringskostnad} + \text{Underhållskostnad} + \text{Driftskostnad} + \text{Opunktlighetskostnad} + \text{Riskkostnad} + \text{Kvittblivningskostnad}^3$$

Att minimera opunktlighetskostnaden innebär inte nödvändigtvis att den totala kostnaden minimeras. Vi illustrerar detta med ett exempel. Anta att vi vet att en del resenärer går vilse på pga att trafikantinformationssystemet är sönder, vilket leder till att de missar sina anslutningar och blir opunktliga. Vi kan minska denna opunktlighetskostnad genom att ha assistenter vid varje fordon som anländer och som ledsagar varje resenär till rätt avgångsplats. En sådan ordning minskar opunktlighetskostnaden men ökar driftskostnaden och kostar därför antagligen totalt sett mer. Att öka underhållskostnaden så att systemet fungerar torde vara ett billigare alternativ. Ett annat exempel är driftsäkerheten⁴ för spårväxlar, där man kan ha underhållspersonal stationerad vid varje spårväxel för att säkerställa att den fungerar. För att få lägsta möjliga totala kostnad gäller allmänt att man måste ta med alla kostnader och hur de påverkar varandra. En åtgärd inom t ex underhåll för att öka driftsäkerheten på en enhet måste alltså motiveras med att åtgärden sänker någon annan kostnad. Det kan vara t ex opunktlighetskostnaden. Figur 2 visar totalkostnaden som funktion av volymen underhåll (här har vi bara tagit med underhållskostnad och opunktlighetskostnad, men man kan även ta med övriga kostnader). Genom att först beräkna de olika kostnaderna kan man ange totalkostnaden som funktion av underhållsvolymen. Sedan väljer man den underhållsvolym som minimerar totalkostnaden.



Figur 2. Kostnaden som funktion av volymen underhåll. När man höjer underhållsvolymen (underhållskostnaden) så minskar opunktlighetskostnaden tills man når en viss underhållsvolym (om man förutsätter att ökad underhållsvolym innebär längre arbetstid i spåret). Ytterligare ökning gör att underhållet kommer att störa trafiken i större utsträckning och opunktlighetskostnaden ökar. Den översta grafen visar den sammanlagda kostnaden som ska minimeras.

I Figur 2 gör vi förenklingen att endast ta hänsyn till opunktlighetskostnad och underhållsvolym. I en verklig optimering måste man även ta hänsyn till att en stor underhållsvolym minskar tillgänglig tid på banan för trafik, dvs trafikutbudet.

³ Terminologin är inte helt etablerad. För att tydliggöra opunktlighetskostnaden har vi separerat opunktlighetskostnad, riskkostnad (olyckor) och övriga driftskostnader (som något oegentligt kallas driftskostnader i ekvationen). Kostnaden för avveckling kallas kvittblivningskostnad (disposal cost) i linje med standard IEC 300-3-3 (1996). SS-EN 13306 (2001) använder termen skrotning, men kvittblivning täcker även in möjligheten att komponenter återvinns.

⁴ Med driftsäkerhet menas förmågan hos en enhet att kunna utföra krävd funktion under angivna betingelser vid ett givet tillfälle eller under ett angivet tidsintervall, förutsatt att erforderliga stödfunktioner finns tillgängliga (SS-EN 13306).

2.2.1.2 Total kostnad och resultat

Det finns en del invändningar mot optimeringstankegångarna ovan. Till att börja med är det inte säkert att minimal total kostnad ger maximalt företagsekonomiskt resultat dvs

$$\text{Resultat} = \text{Intäkter} - \text{Kostnader.}$$

Detta eftersom intäkterna kommer ju att påverkas t ex av vilket trafikutbud som finns. Frågan om hur efterfrågan skulle påverkas om punktligheten ändras är komplicerad och behandlas inte här. Däremot kommer den samhällsekonomiska betydelsen av ändrad punktlighet att diskuteras.

Att arbeta med underhållsoptimering (illustrerat i Figur 2) kontra att arbeta med målstyrning, dvs att skapa indikatorer och formulera mål med dessa, har sina respektive fördelar och nackdelar, vilket illustreras i Tabell 1. Till att börja med konstaterar vi att målstyrning kan ske mot *resultatmål* (t ex att en viss grad av punktlighet ska uppnås) och/eller *processmål* (t ex att alla lok ska vara rena och snygga i hytten så att lokföraren hittar papper med tidtabeller etc). Resultatmålet är alltså ett mål i sig, medan processmålen visar vägen dit. Vi förstår att sambanden mellan processmålen och resultatmålen inte är självklara. Alltför noggrann rengöring av hytten kan tvärtom bidra till att loket blir sent ut från städningen och punktligheten sjunker. Kaplan & Norton (1996) skriver att *strategin* ger oss hypoteser om samband mellan orsak och verkan, dvs mellan processmål och resultatmål.

Tabell 1. Fördelar och nackdelar med optimering respektive målstyrning.

Underhållsoptimering	Målstyrning
+Totala kostnader styr	-Målen är inte nödvändigtvis optimala
-Abstrakt	+Lättförståelig
-Kräver omfattande kostnadskartläggning	+Enkelt att mäta
	-Frestande att mäta det som är lätt att mäta
- Minimipunkten flyttar sig pga förändringar i teknik, organisation och metoder samt värdering av trafikutbud och punktlighet	+Avvikelsen från målet är lätt att se
+ Minimat är eventuellt ganska flackt	
	+Analyser för att hitta orsaker till dålig prestation kan lätt göras
+Kan se framåt i tiden och förutse ändringars effekt vid t ex ändrad underhållsvolym	-Ser bakåt
-Optimering av flera underhållsåtgärder samtidigt kräver omfattande beräkningar	
	+Kvantifiering av vanligen kvalitativa data gör att dessa används som beslutsunderlag

(Delvis efter Hollund, 2003).

3 Metod

Genom att beskriva och förklara dels hur närliggande (flyg) och väsensskilda branscher (bryggeri) hanterar punktlighetsfrågor dras slutsatser om hur punktlighet kan beskrivas i princip. Alltså används en idealtypisk metod, där enskilda exempel används för att betona det typiska i olika alternativ, dragna till sin spets (Webers begrepp idealtyp diskuteras av Hughes et al, 2003). Därefter diskuteras hur punktlighet för järnväg kan definieras och ett preliminärt förslag på punktlighetsdefinition ges.

Metoder i denna rapport är litteraturstudier, intervjuer med berörda aktörer och analyser av databaser.

I kapitel 5.3 ”Så påverkar underhåll punktlighet i Norra banregionen” utförs en litteraturstudie av dokument hos infrastrukturförvaltaren som beskriver underhållsprocessen. Vi använder alltså inte information från övriga tänkbara källor, t ex utförare av underhåll, underhållspersonal, leverantörer av utrustning etc. Muntliga källor används i liten utsträckning och endast för att komplettera dokumenten.

4 Punktlighet och relaterade begrepp

Med *punktlig* (punctual) menar man den eller det ”som håller tiden”. Ytterst kommer ordet av latinets punctum, perfekt particip neutrum av pungere – sticka. Dvs träffa rätt på spetsen, dvs punkten. Det är en punkt i tiden vi talar om, därför inleds det här kapitlet med en beskrivning av hur man kan uppfatta tid. Därefter diskuteras vad man kan mena med punktlighet och hur man kan ange den i olika branscher. Slutligen ger vi ett preliminärt förslag på hur punktlighet för järnväg bör mätas.

4.1 Definitioner av punktlighet

Vi diskuterar här hur tid och punktlighet kan uppfattas av olika individer, t ex resenärer, och kollektiv.

4.1.1 Några tankar om tid

Några tankar om tid ger läsaren en bakgrund till kommande resonemang om punktlighet.

Tidens väsen har uppfattats olika i skilda kulturer. En linjär tidsuppfattning, med tiden som ett jämnt strömmande vattendrag, är vanlig i västvärlden. En cirkulär tidsuppfattning, å andra sidan, grundas i årstidernas växlingar. I det gamla Egypten var Nilens årliga översvämningar, som gödslade åkrarna, det cykliska fenomen som återfödde åkrarna och utgjorde förutsättningen för den egyptiska civilisationen. Denna periodicitet gjorde att egyptierna föreställde sig tiden som en upprepning av det som hänt (Whitrow, 1988; Whitrow, 1988, citerar Frankfort et al, 1949). Tidens yttersta natur är ett aktivt forskningsområde för dagens fysiker; t ex undersöker de om tiden lunkar på kontinuerligt i en rät linje eller om den tar små hopp från tidpunkt till tidpunkt (Hawking, 1978). Tidens fysikaliska innebörd kommer inte att diskuteras vidare här, eftersom människans tid inte nödvändigtvis är samma som den fysiska världens. T ex betraktar vi sinnesintryck som samtidigt även om de inte äger rum samtidigt, exempelvis ljud som ligger efter bilden i en dubbad film. Människans tid-”punkter” har alltså en viss utsträckning i tiden (refereras av Durgin & Sternberg, 2002). Vår uppskattning av tidsperioders längd påverkas av många faktorer, bla humör, kroppstemperatur och vakenhetsgrad samt om vi bedömer tidslängden av händelser som ägt rum eller händelser som tänks äga rum i framtiden (studier som refereras av Kuriyama et al, 2003; Glicksohn, 2001). Vi ser alltså att många faktorer förutom den faktiska klocktiden påverkar hur personer bedömer tidslängder. Detta måste man vara medveten om när man t ex frågar folk hur de upplever en tidsrymd, t ex då man gör enkäter om punktlighet.

4.1.2 Punktlighet för individ

Den enskilde individens punktlighet har undersökts i många beteendevetenskapliga arbeten. Att vara punktlig eller inte, anses vara ett personlighetsdrag som kan mätas och t ex korreleras med andra personlighetsdrag. Så refererar Richard & Slane (1990) studier som visar att personer som ofta är försenade, i större utsträckning än genomsnittsindividerna är deprimerade, medan individer som uppvisar en överdriven strävan efter punktlighet oftare lider av tvångshandlingar. Andra arbeten betraktar försenad ankomst till tex arbetet som ett symptom på lågt engagemang eller att det visar på skäl som tex dåligt väder på vägen till arbetet (Dishon-Berkovits & Koslowsky, 2002). Ekonomer betraktar ofta förseningar som resultatet av individens rationella val. Vilket punktlighetsbeteende individen väljer (sannolikheten att komma för sent) beror av vilken nytta individen har av vara närvarande och kostnaden för att avbryta sin alternativa aktivitet. Basu & Weibull (2002) observerar att det är lönt för en individ att vara punktlig om andra är det och att det därför finns två, lika rationella, jämviktspunkter – punktlig eller mycket opunktlig. Det skulle kunna vara förklaringen till de vitt skilda inställningarna till punktlighet i olika kulturer (se t ex Shaw, 2001).

4.1.3 Punktlighet för resenär

Med *punktlig* (punctual) menar vi att resenären startar resan och anländer vid de tidpunkter han förväntar sig att han ska göra det. Dess antonym kallar vi härefter *opunktlig*.

Med *lägglig* (timely) menar vi att resan sker vid en lämplig tidpunkt för resenären. Här spelar alltså även trafikutbudet in.

Passagerare tenderar att uppskatta punktligheten som sämre än vad den är pga att de bättre kommer ihåg de gånger då tåget varit opunktligt än då det varit punktligt (Harris, 1992). Vi nämnde tidigare trafikantinformationens betydelse. Förseningar som inträffar för olika trafikslag under en resenärs resa påverkar hur resenären bör fortsätta sin resa för att

undvika/minska sin opunktlighet. Hur och när resenären bör informeras om detta diskuteras av McLay (2000). Genom att få bra information kan kunden undvika kostnader, tex att ha en lastbil väntande på ett försenat godståg.

4.1.4 Punktlighet för godskunder

Nyström & Kumar (2003) undersökte svenska malmtågs punktlighet och argumenterade för att fördelningen av gångtid, snarare än opunktlighet (sedd som avvikelse från tidtabell), är relevant. Det är nämligen så att malmlagren i utskenningshamnen oftast fyller sin funktion som buffert vid leveransvariationer. En stor variation i gångtid (mätt tex som 90-percentilen av transporttiden dividerad med genomsnittstiden) gör att trafikutövaren måste skaffa fler lok och vagnar än denne annars behövt. Malmtågen går när de har lastats eller lossats, väl före eller efter tidtabell, så tidpunkten i sig saknar betydelse.

Godskunden har svårare än passageraren att veta om transporten är punktlig eller inte. En rad EU-projekt söker förbättra den information som järnvägens godskunder får om utbud (tex tillgängliga vagnar) och positionsangivelser (tex förseningar). (Se tex Gustafsson et al, 2002; FIRE-projektet <http://www.cordis.lu/transport/src/fire.htm> (03-12-17).)

4.1.5 Punktlighet för produkt

Med punktlighet menar vi en inneboende egenskap hos det som levereras till kunden, dvs en kvalitetsaspekt på produkten. Med en produkts kvalitet menar man hur väl den uppfyller kundens behov eller förväntningar (ISO 9000:2000). Dessa förväntningar kan tex styras av uttryckligt avtal, produktens utseende eller hur liknande produkter presterar. Punktlighet måste alltså diskuteras ur ett kundperspektiv.

4.1.6 Punktlighet i gruppen

När man diskuterar punktlighet hos en organisation kan man mena att

- personerna i organisationen är punktliga – de kommer i tid till möten etc, eller
- organisationen levererar punktliga produkter.

Även om det första ofta är en förutsättning för det andra, så menar vi här organisationens förmåga att leverera punktliga produkter. Detta kallar vi *leveransprecision*.

4.1.6.1 En egen tid

Olika kulturer har sin specifika uppfattning om tid och punktlighet. I en del kulturer styrs tidsanvändningen av de händelser som sker (event time), t ex i Sydamerika. Andra kulturer, framförallt USA och Västeuropa, omfattar klocktid. Där är det klockan som styr när folk utför olika aktiviteter, t ex går på möten (Brislin & Kim, 2003, refererar Levine & Norenzayan, 1999).

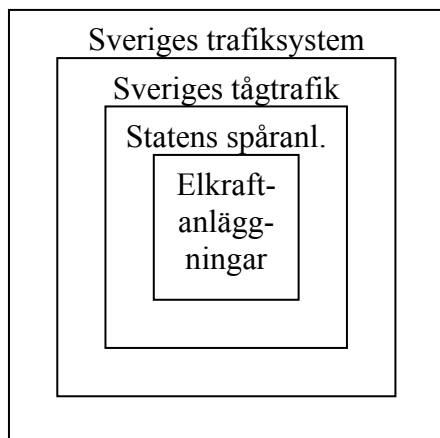
För en västerlänning kan det tyckas självklart att klocktiden är den ”verkliga” tiden, men uppfattningen har inte alltid varit sådan. Dygns- och årstidsväxlingarna orsakas ju av solens gång. När sommartid infördes i Storbritannien 1916 genom att man flyttade fram klockan en timme i början av sommaren så protesterade många mot att störa vad som kallades ”Guds egen tid” (Whitrow, 1988). I Sverige kämpade anhängarna av Göteborgstid mot anhängarna av Stockholmstid tills nationell standardtid infördes 1879 som en följd av järnvägens intåg. Det skiljer endast 24 minuter i klocktid mellan städerna, så skillnaden mellan verklig tid (soltid) och klocktid var liten, och den praktiska betydelsen för människorna marginell (Eriksen, 2000). Detta är alltså exempel på motstånd mot förändring av tidmätningen, eller, som denna och andra förändringar har uppfattats av en del, av tiden i sig. Kanske spelade

tideräkningen även rollen av markör för gemenskapen i en grupp. Ett nutida exempel på detta kommer från halvön Krim, där många känner stark samhörighet med Ryssland (Wolczuk, 2001). På Krim har man drivit frågan att ha Moskvatid istället för samma tid som övriga Ukraina (Radio Free Europe / Radio Liberty, 1997). Av dessa exempel ser vi att tideräkningens symbolvärde kan vara stort och att frågor om hur man ska ange tiden inte handlar om vilken som är den enda ”rätta” tiden, utan att det viktigaste är hur man i en gemenskap av människor betraktar sig själva och sin relation till tiden.

4.1.7 Punktlighet för organisationer som transporterar

Vad eller vem är punktligt? För att besvara denna fråga måste vi först göra klart vilken systemgräns man betraktar, se Figur 3. De två yttersta skalorna i figuren innefattar trafik, så de kan sägas ha egenskapen att vara punktliga om passagerarna/godset som transporteras där är punktliga. Vi måste också göra klart vilken punktlighet som mäts: fordons eller passagerares/gods'. Mäter vi tex passagerares punktlighet i Sveriges trafiksystem, har varje persons hela resa, tex med cykel + tåg + buss, egenskapen att vara punktlig eller ej. Även en liten försening av tåget kan leda till att passageraren missar bussen och alltså inte alls blir punktlig. Sett ur perspektivet Sveriges tågtrafik så är resan dock ganska punktlig, eftersom tåget var det. Analogt, för lastbilstransporter, definierar SCB (Statistiska Centralbyrån, <http://www.scb.se>, dokument TK1006, 04-06-07) *sändningar*, dvs gods som delas ut under en *körning*. Varje körning kan bestå av flera sändningar och man förstår att varje sändning har egenskapen att vara punktlig eller ej.

De innersta skalorna kan vi inte säga har egenskapen att kunna vara punktliga i sig, utan de fyller funktioner vars driftsäkerhet är förutsättningar för att uppnå punktlighet. Det är driftsäkerheten, dvs funktionen hos t ex elkraftanläggningar som är intressant, inte t ex antalet fel. Det kan vara så att fel uppstår i elkraftanläggningarna men att reservsystem gör att felen inte får några konsekvenser för de yttre skalorna i Figur 3.



Figur 3. Sveriges trafiksystem, där vi zoomar oss in i delsystemen. Här har vi valt att visa elkraftanläggningarna i statens spåranläggningar.

4.2 Några olika sätt att ange punktlighet

Vi redogör här för några olika sätt att mäta, redovisa och implicit/explicit värdera punktlighet. Vi berättar om några olika branschers syn på punktlighet och relaterade begrepp och hur punktlighet för järnvägen definieras i några olika länder.

4.2.1 Flyg i Sverige och Europa

Vi diskuterar här vad punktlighet är för flyget. Vi behandlar endast passagerarflyg, inte fraktflyg. Flygtrafiken består av olika delsystem; luftrummet, flygplanen samt flygplatserna.

4.2.1.1 Marknad

Flygtrafiken har ökat kraftigt sedan sjuttioalet och i Europa väntas en fördubbling från 1995 till 2015. (<http://www.eurocontrol.be> (04-01-29)).

Flygplanen ägs av flygbolag och flygplatserna i Sverige ägs av luftfartsverket eller kommuner eller privata intressen. (<http://www.lfv.se> (04-01-29)). Luftfartsverkets verksamhet baseras på intäkter och dess avgifter sätts på marknadsekonomiska grunder.

4.2.1.2 Teknik och organisation

4.2.1.2.1 Flygplats

På flygplatsen sköts planeringen av vilka flygplan som ska till vilken gate, väntsalar, bagagehantering, kontroll av flygplan och fordon på marken samt ledning av de flygplan som närmar sig eller avgår från flygplatsen.

Tillgängligheten till en flygplats påverkas av vädret; t ex säger reglerna att en viss sikt krävs för att flygplanen ska få starta och landa. Förutom kunderna, är flygbolagen, militären och luftfartsverkets egen underhållspersonal samt entreprenörer berörda av det flygplatsunderhåll som sker. Flygplatsunderhållet utgörs av bla asfaltarbeten, utbyte av lampor på banan och radarunderhåll. Sådant arbete kan ske under trafikfri tid, t ex kl 23-07.

Lillrank & Kostama (2001) undersökte Helsingfors flygplats och fann att flera företagskulturer existerar parallellt. En framstående företrädare för punktlighetskulturen är ramp controllern. Ramp controllern är den som sköter schemalagningen av gater och leder flygplanens start- och markrörelser. Han/hon ska samordna alla som behövs för att flygplanen i så stor utsträckning som möjligt ska komma iväg i tid. Säkerhetskulturen, å andra sidan, vars främste kulturbärare är flygtrafikledaren, har kravet noll fel. Vidare identifierades en industrikultur, med krav på resurseffektivitet, och en servicekultur.

4.2.1.2.2 Luftrum

Utnyttjandet av tillgänglig luftrumskapacitet styrs av flygtrafikledarna. De sköter bla avvägningen mellan kapacitetsutnyttjande för avgående och ankommande flygplan på flygplatsen, så att störningar på en flygplats i så liten utsträckning som möjligt sprider sig till andra flygplatser (Wu & Caves, 2002).

För att öka effektiviteten har EU-länderna beslutat att istället för att varje land leder all trafik som passerar över det egna landet så ska ett gemensamt europeiskt luftrum etableras, ”Single Sky” (http://europa.eu.int/comm/transport/air/single_sky (04-01-29)). Detta syftar till att öka kapaciteten och därmed minska de förseningar som uppstår pga kapacitetsbrist.

4.2.1.2.3 Flygbolag

Nationella flygbolag (national carriers) utmanas alltmer av nya flygbolag. De gamla flygbolagen har hittills prioriterats beträffande start- och landningstider.

4.2.1.3 Punktlighet

Punktlighet för resenären anser vi är att hans flygresa börjar och slutar vid de tidpunkter som han och flygbolaget kommit överens om, dvs de tider som står på biljetten.

Enligt Luftfartsverket (2000:2) anses en flygning påbörjad när flygplanet börjar röra sig från sin parkeringsplats (off block-tid). När det de facto kommer upp i luften spelar alltså ingen roll för avgångstiden. En flygning anses avslutad när flygplanet står stilla på sin parkeringsplats (on block-tid). Om passagerarna inte kommer ut ur planet t ex pga att dörrarna inte går att öppna så spelar det alltså ingen roll för ankomsttiden.

Vi ser också att det finns en viss skillnad mellan vår definition ovan av punktlighet och luftfartsverkets definition av punktlighet. Luftfartsverkets definition stämmer bra sett ur flygplats-gatens synvinkel, men inte ur passagerarens. Dessutom finns en asymmetri mellan hur avgångs- och ankomsttider påverkar punktligheten som den definieras av luftfartsverket, eftersom förseningar i t ex passkontrollen som leder till att flygplanet inväntar passagerare betraktas som en försening, medan motsvarande vid ankomst inte gör det.

Enligt internationell standard är en flygning som är mer än två minuter efter tidtabell att betrakta som försenad. Försenade flygningar redovisas i tidsintervallen

1. 3-15 minuter
2. 16-30 minuter
3. 31-60 minuter
4. mer än 60 minuter

(Luftfartsverket, 2000:2)

Eurocontrol i Bryssel är den centrala flygtrafikledningsfunktionen inom Europasamarbetet. AEA, Association of European Airlines, redovisar sina medlemmars statistik på <http://www.aea.be>. Deras statistik skiljer sig från Eurocontrols, eftersom AEA börjar räkna förseningar vid 3 minuter men Eurocontrols CFMU (Central Flow Management Unit) börjar räkna förseningar först vid 5 minuter. (I USA räknas ett plan som avgår eller ankommer mer än 15 minuter efter tidtabell som försenat (<http://www.bts.gov> (04-01-31).)

4.2.1.3.1 Bagage

Ska punktligheten även omfatta bagagehanteringen? Ja, svarar naturligtvis den som har bagage med sig. Hur ska då ett mått på ankomstpunktlighet se ut? Hur ska det inkludera bagagets punktlighet? Men bagagets ankomsttidpunkt är inte självklar. Lillrank & Kostama (2001) diskuterar två olika tänkbara tidpunkter, nämligen

- Passagerarna får första väskan (servicekulturens perspektiv; passagerarna slipper vara oroliga)
- Sista väskan läggs på bandet (industrikulturens perspektiv; bagagelastarnas arbetsuppgift är utförd)

Numera används mått som tar med bägge dessa tidpunkter, i vart fall på Helsingfors flygplats. Ska man kanske istället ta med när varje passagerare tar sin väska? Det kan verka stämma bäst överens med verkligheten, men saknar praktisk betydelse för de passagerare som får sitt bagage först, men måste vänta på det sista bagaget, t ex för att deras resällskap får denna väska eller för att flygbussen inte avgår förrän alla fått sitt bagage. (Dessutom är det är praktiskt svårt att beräkna.) Man kan eftersträva att få resenärerna att uppleva väntetiden som kort, genom att göra den trevlig. Det kan ske genom att lägga bagagehanteringen en bit bort, så passagerarna får gå en del av väntetiden, eller genom att spela musik etc.

4.2.1.3.2 Punktlighetsstatistik

Flygbolagen följer upp framförallt avgångstiderna, eftersom det är händelserna före start som bolaget kan påverka, såsom incheckning, ombordstigning, lastning, städning, planering av flygningen mm. Dessutom så får en flygning som försenas av låg luftrumskapacitet stanna och vänta på avgångsflygplatsen; förseningsorsaken kan alltså ligga varsomhelst längs den planerade rutten (Luftfartsverket, 2000:2; SIKÅ, 2002:1).

Hos Eurocontrol finns CODA (Central Office for Delay Analysis) som bla för statistik över avgångspunktlighet. De redovisar antal flygningar, genomsnittlig försening per flygning och andel flygningar som blivit försenade. Förseningar som är längre än 15 respektive 60 minuter redovisas särskilt. Dessutom redovisas hur relationer mellan stadspår drabbats av förseningar; den största andelen försenade flygningar under år 2001 hade Madrid/Barajas – Frankfurt med 65.1%. Den genomsnittliga förseningen för de försenade flygningarna på denna relation var 21.4 minuter, vilket dock var lägre än för flera andra relationer.

27% av alla flygningar och 48% av alla passagerare på Arlanda är försenade (avgång eller ankomst). Antalet passagerare per flygning är högre när förseningen är lång. Inställda flygningar bokförs inte i LFVs system (DARSA). Charterflyg är oftare försenade än reguljära flyg därför att de sällan ställs in, ens vid långa förseningar. (Luftfartsverket, 2000:1)

SAS använder ordet *regularitet* för att beteckna andelen genomförda flygningar av det totala antalet tidtabellagda flygningar exklusive de som ställs in av kommersiella skäl (den var 98.5% enligt SAS, 2003).

4.2.1.3.3 Strategier för ökad punktlighet

Vi redogör här för några av de metoder som kan användas för att öka punktligheten inom flyget.

Man kan öka den restid som finns angiven i tidtabellen, så att man har utrymme för störningar, utan att det räknas som försening. Restiden (i vart fall den som resenären räknar med) blir då längre, eftersom denna slacktid införts. Man kan även ha redundans, exempelvis reservflygplan, ifall det skulle uppstå fel på något flygplan. Man kan även planera rutterna så att det vid störningar blir enkelt att ha avvikelser från det planerade omloppet (Al-Haimi, 1991). I det första alternativet ser vi att restiden blir längre, men även att kapitalbindningen för flygbolaget blir högre, eftersom de tvingas ha fler flygplan för att hålla samma kapacitet. Även redundans leder till högre kapitalkostnader. Man kan göra det enkelt att avvika från planerat omlopp genom att uppgradera små flygplatser så att de kan ta emot stora flygplan vid problem på de stora flygplatserna. Även detta innebär kostnader.

Vi ser alltså att osäkerhet i restid, eller mer precist uttryckt, dålig leveransprecision för flygplanen, innebär längre restid för passageraren och/eller högre kapitalbindning.

4.2.2 Bryggeri

I bryggerier tillverkas öl och läsk.

4.2.2.1 Marknad

Variationen i produktionsvolym från ett år till ett annat kan vara några procent ända upp till ungefär 10%, medan enskilda varumärken kan variera ännu mer. Väder, konkurrenter och trender påverkar efterfrågan (Spendrups, 1998; Spendrups, 2002).

Efterfrågan är starkt säsongsb beroende. Den varierar över året för olika slags drycker men även med typen av förpackning; glasflaskor säljer bra till midsommar, medan konsumenterna föredrar burk till hösten.

4.2.2.2 Teknik och organisation

Dryckerna levereras från bryggeriet till konsumenten via mellanhänder enligt:

Bryggeri → Distributör → Grossist → Återförsäljare → Kund

Eftersom de olika leden bakom återförsäljaren bara ser sin egen orderstock och inte vad kunderna faktiskt vill ha, kan grossist och distributör inte leverera direkt och svängningarna blir stora när beställningarna så småningom når bryggeriet. (Se Simchi-Levi et al (1999) för närmare redogörelse och en interaktiv simulering.) Naturligtvis kan man genom att ha stora lager undvika att få leveranssvårigheter, men butiker, mellanhänder och bryggerier har begränsat med lagerutrymme. Spendrups (2000) gjorde distributionsfordonen lättare att manövrera i städer så att fler leveranser kunde utföras direkt från bryggeri till återförsäljare och kortade därmed vägen.

4.2.2.3 Punktlighet

Punktlig het för kunden är att han kan köpa den dryck han vill när han vill. Punktlighet ser vi som leveransprecision, alltså att butiken kan leverera varan till kunden. Det ställer krav på att butiken vet vilka varor kunden kommer att vilja ha. Eftersom butikspersonalen endast ser de varor som inte blir sålda så är en möjlig strategi att ta in mycket av vissa varor för att testa hur bra de säljer. Att ha mycket varor på lager ger hög leveransprecision men även kapitalkostnader (kapitalbindning och lageryta). Att ha lite varor på lager leder till att man tvingas sänka leveransprecisionen eller beställa varor oftare, dvs öka logistikkostnaderna (bla transportkostnader) (Lumsden, 1998).

Butikens avvägning mellan leveransprecision, kapitalbindning och logistikkostnader är samma dilemma som bryggeriet har. Naturligtvis kan de olika aktörerna i kedjan försöka flytta över kostnaderna på varandra (t ex genom sämre leveransprecision från bryggeriets sida vilket ger fler halvtomma lastbilar, dvs distributören får ökade logistikkostnader), men kostnaderna försvinner inte. (Samma resonemang gäller förstås bryggeriets underleverantörer, men dem berör vi inte vidare.)

En strategi för att minska fluktuationerna längs distributionskedjan (dvs öka leveransprecisionen till kunden eller sänka kostnaderna) är att bryggeriet snabbare får veta vad kunden vill köpa. Dessa prognoser kan baseras på information direkt från butikskassan om vad kunderna köpt eller på vädret, lokala evenemang etc. Vidare måste bryggeriet kunna ställa om sin produktion snabbt. Det finns flera strategier för detta. En är att ha maskiner som klarar många uppgifter och kan ställas om snabbt mellan dessa, t ex att buteljeringmaskinerna klarar alla flaskstorlekar. En annan strategi är att ha många specialiserade maskiner och flytta mångkunnig personal mellan dessa, t ex mellan beredning av öl och läsk. Man måste också ta hänsyn till att man behöver längre förberedelse tid för tillverkning av en viss ölsort än för tillverkning av en viss läsksort.

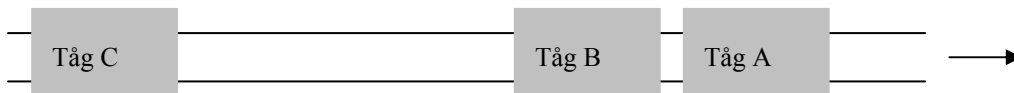
Produkten är punktlig om den finns i butiken när kunden vill ha den. Graden av punktlighet kan ses som hur ofta detta är fallet. En komplikation är hur närliggande produkter ska betraktas, dvs att kunden köper en annan produkt än den han egentligen vill ha.

4.2.3 Primär och sekundär försening

Innan vi redogör för punktlighet för järnvägen så definierar vi två relaterade begrepp. Dessa är centrala för förseningar som drabbar tåg, men är även tillämpbara på t ex flygtrafik.

Med *primär försening* menas en försening som direkt drabbar tåget. Med *sekundär försening* menas en försening som uppstår till följd av en primär försening. Termen *följdförsening* (*knock-on delay*) används även.

Vi illustrerar i Figur 4 att det inte är uppenbart hur man ska fördela skulden för en sekundär försening på primära förseningar. Tågen ska fara åt höger i Figur 4 när tåg A drabbas av en försening på 5 minuter pga att föraren saknas, samtidigt som tåg B drabbas av en 20 minuters försening pga vagnfel. Hur ska den försening som C drabbas av fördelas på tåg A och B? Det kan verka rimligt att lägga skulden på B, eftersom tåg C drabbats av 20 minuters försening oavsett om A varit försenat eller ej. Å andra sidan orsakade B egentligen endast 15 minuters försening, eftersom C försenats 5 minuter oavsett om tåg B blivit försenat eller ej. Vi lämnar frågan om allokering (skuldfördelning på A och B) öppen.



Figur 4. Tåg A är 5 minuter försenat på grund av att förare saknas, samtidigt som Tåg B är 20 minuter försenat på grund av vagnfel. På vilken av dessa incidenter ska man lägga skulden att Tåg C blir försenat?

4.2.4 Järnväg i Sverige

- Definitioner
 - ”Punktlighet” betyder andel godkända avgångar, dvs från en minut före tidtabell till 3 min efter (SL, Storstockholm Lokaltrafik), ”Försenat” 5 (Banverket). Man mäter antalet minuter.
 - ”Inställt”: svenska tåg som blir mycket försenade, ställs in idag och får ett nytt tågnummer (blir ”nyutrustade”) innan de fortsätter sin färd.
 - Mätning vid punkter/avfärd/ankomst
 - Presentation
 - % försenade tåg till bla slutstation
- (BEST (2002), <http://www.sl.se> (04-04-01)).

4.2.5 Järnväg i Norge

- Definitioner
 - ”Försenat” 3 min (NSB lokal och IC), 5 (NSB lång-distans) Oftast också mäta antal minuter
 - ”Inställt”
 - Mätning vid punkter/avfärd/ankomst
- Presentation
 - % försenade tåg till slutstation, bl a

NSB härleder inte sekundära förseningar till primära förseningars orsak. Det finns ingen länk mellan punktlighetssystem och felregistreringssystem. (BEST, 2002)

4.2.6 Järnväg i Danmark

I Danmark använder sig Banestyrelsen av begreppet kanalregularitet. Kanalregularitet är Banestyrelsens bidrag till rättidighet på tåg på utvalda/viktiga stationer (Banestyrelsen, juni 2000).

- Definitioner
 - ”Försenat” 2 min (DSB pendel) Oftast också mäta
 - ”Inställt”
 - Mätning vid punkter/avfärd/ankomst
 - Presentation
 - % försenade tåg
- (BEST)

4.2.7 Järnväg i Frankrike

I Frankrike skiljer man mellan ponctualité och régularité. Med regularitet menar man hur väl tåget klarar att hålla körtiderna i landet, medan punktlighet även tar hänsyn till om tåget anländer för sent in i Frankrike (Doute, hösten 2003).

- Definitioner
 - ”Försenat” definieras som 5 min (enligt RFF, Réseau Ferré de France – Frankrikes banverk) vid slutstation, även ”irregularity” 15 min och 30 min mäts. Avgångar mer än 5 min sena mäts också.
 - ”Inställt”
 - Mätning kontinuerligt/vid punkter/avfärd/ankomst
 - Presentation
 - % försenade tåg
- (Doute, hösten 2003)

4.2.8 Järnväg i Storbritannien

Storbritanniens Strategic Rail Authority (SRA) använder Public Performance Measure (PPM). PPM mäter tågs prestation jämfört med deras planerade tidtabell. PPM kombinerar punktlighet (punctuality) och tillförlitlighet (reliability) till ett mått. Om ett tåg kör mindre än hälften av sin planerade sträcka, så räknas det som inställt. Om det kör mer än halva, men inte hela, sträckan, så räknas det som ”20 minuter eller mer” försenat. Detsamma gäller om tåget inte stannar vid alla stationer som planerats. Det är ankomsttiden till slutstation som räknas.

Den planerade tidtabellen är inte nödvändigtvis samma som den publicerade tidtabellen. De operatörer som ändrar tidtabellen från den tryckta versionen straffas med böter genom Timetable Change Incentive Payment (TCIP) (<http://www.sra.gov.uk> (04-01-31)).

- Definitioner
 - ”Försenat” 5 (GB regionalt mfl), 10 (GB), 15. Oftast också mäta.
 - ”Inställt”
 - Mätning kontinuerligt/vid punkter/avfärd/ankomst
 - Presentation
 - % försenade tåg
- (BEST, 2002)

4.2.9 Järnväg i Japan

Genomsnittsförseningen är 0.6 minuter för järnvägen mellan Tokyo och Osaka (Hatch, 2000). Bl a detta gör det intressant att studera den japanska järnvägen.

- Definitioner
 - ”Försenat” 1 min (JRK),
 - ”Inställt”
 - Mätning kontinuerligt/vid punkter/avfärd/ankomst
 - Presentation
 - Genomsnittsförsening per tåg (JR)
- (BEST, 2002)

4.2.10 BEST/BOB – Jämförelser av punktlighet

BEST (Benchmarking European Sustainable Transport) och dess systerprojekt BOB (Benchmarking of Benchmarking) var ett EU-projekt med deltagande av europeiska länder och Japan. Dess järnvägsforskningsgrupp jämförde bl a punktlighet och relationen mellan myndigheter och operatörer. (www.besttransport.org (03-05-03)). Den eftersträvade jämförbara data om punktlighet, och vi ger här deras lista på svårigheter i att åstadkomma det.

- Geografiska olikheter mellan järnvägar resulterar i olika servicemönster, t ex andelen lokala och långdistanståg.
- Skillnader i rapportering och mätning, t ex att ange procenten av antalet försenade tåg eller förseningens medellängd såsom den Japanska järnvägen Kyushi gör.
- Olikheter i definitioner, t ex behandling av inställda tåg.
- Olikheter i definitionen av sen (1, 3, 4, 5, 10 och 15 minuter används alla)
- Olikheter i slack i tidtabellen
- Obenägenhet eller oförmåga hos vissa järnvägar att lämna detaljerad information

Man fann att de flesta av de åtta järnvägar som svarade på undersökningen mäter punktlighet på fem-minuters basis. Alla järnvägar mäter inställda tåg, men data var tillgängliga för forskarna endast från fyra. De flesta järnvägarna mäter punktlighet som förseningar, fyra mäter förbindelser (Donald Hatch, NS Business Development, 2-3/10 2001).

Uppgifter som lämnats in till gruppen visar att punktligheten varierar en hel del mellan operatörer och över tid (data för åren 1995-2001 presenteras), i det att punktlighet på fem-minuters-nivå varierar från 82 % till 98 %. Några operatörer tillskriver alla förseningar den primära orsaken (t ex Scotrail), andra gör inte det, utan skyller på bristfälliga data och resursbrist. Data om orsaker skiljer sig mycket mellan operatörer, vilket gör det svårt att göra jämförelser. Så tillskriver en operatör infrastrukturen ungefär 45% av förseningarna, medan en annan tillskriver infrastrukturen endast 5% (Lars Haagenrud, NSB, juni 2002). Notera även att vissa tågtyper (t. ex. godstrafik) kan ha en punktlighetsnivå långt från det presenterade genomsnittet.

Resultaten av järnvägsstudien är inte helt offentliga på det sättet att vi inte vet vilka data som hör till vilken järnväg. Vi eftersträvar inte att rangordna järnvägarna efter deras punktlighet, vi vill här endast beskriva hur data ser ut, med andra ord ange metadata. Intressant är att de flesta av järnvägarna har punktlighetsmål, medan inte lika många järnvägar mäter antalet inställda tåg eller tågförbindelser (connections).

Alla operatörer utom JRK mäter % sent till slutstation. De flesta kan inte ange försening på minuten, utan anger i intervall.

Angivandet av orsaker till bristande punktlighet utmärks av

- Ej enhetlig kodning
- Primärt/Sekundärt är svårt att skilja på

Andelen förseningar som orsakas av infrastrukturen varierar alltså för de olika studerade järnvägarna mellan 5% och 45% (BEST, 2002). (Det framgår inte klart av texten huruvida antalet förseningar eller den totala längden av förseningar angetts). Den stora skillnaden tyder på att rapporteringssystemen, snarare än infrastrukturens tillförlitlighet, skiljer sig mellan länderna.

BOB (2003), systerprojekt till BEST, observerar att 5 minuter sent till slutstation är en vanlig definition av sent tåg och omvandlar därför andra mått (t ex 3 minuter sent till slutstation respektive JRKs genomsnittsförsening) till detta mått. Detta sker genom att anta att fördelningen av förseningarnas längd är samma som för NS, Nederlandsche Spoorwegen, för vilken man har data (Hilferink, 04-02-16). Den på detta sätt beräknade punktligheten varierar mellan 84.5% och 98.3% för de studerade järnvägarna. (BOB, 2003).

4.3 Värdering av punktlighet

Vi diskuterar här punktlighet ur ett samhällsekonomiskt perspektiv. Vi behandlar alltså inte företagsekonomiska aspekter, t ex konsekvenserna för tågoperatörerna.

4.3.1 Samhällsekonomiska kostnader för res- och transporttid

Alla transporter, både av passagerare och av varor, orsakar kostnader. Kostnaden för t ex risken att råka ut för en olycka kommer inte att inte behandlas här, men vi ämnar diskutera kostnaden för själva tiden. Passageraren kan föredra att vara på arbetet och producera något eller njuta av sin fritid. Vi ser hur människor värderar sin tid när de väljer ett snabbare och dyrare resätt framför ett långsammare och billigare. Detsamma är sant för varor. Extrema exempel på att varors värde sjunker med tiden är färsk frukt och tidningar.

Konsekvensen av att vara sen varierar naturligtvis från kund till kund. Det är svårt att ange ett exakt värde av en minuts försening, speciellt för frakt, där språngeffekter är vanliga (Östlund 2001). Med språngeffekt menas att skadan av att vara sen ökar mycket snabbt över en viss försening. Ett exempel på detta är tåg som ska lasta av till ett fartyg, som avgår vid en viss tid. Anländer tåget efter en viss tidpunkt så kostar overtiden för den personal som ska lasta fartyget. Anländer tåget efter en viss annan, senare, tidpunkt så hinner man inte lasta innan fartyget avgår. Detta medför kostnader, t ex för att färskvaror blir gamla.

I samhällsekonomiska kalkyler ges en resminut enligt tidtabell och en minuts försening olika kostnader, så genom att tillåta mera slack i tidtabellen, kan punktligheten förbättras och den samhällsekonomiska kostnaden för resan i en del fall anses lägre (Östlund 2001). Notera att detta sätt att resonera beräkna inte beaktar kostnaden för de resor (transporter) som inte utförts pga att kunden förväntat sig en, i dennes tycke, alltför låg punktlighet eller lång restid. Vi har inte hittat några studier som behandlar denna aspekt. Slagmolen (1980) studerade passagerares faktiska val mellan tåg. Han skiljer på två olika typer av passagerare: de som är orienterade mot avgångstid och de som främst beaktar ankomsttid.

När Federal Railroad Administration i USA undersöker kostnader och nytta för eventuella nya snabbtågslinjer, räknar de in värdet av att man får mindre förseningsvolym i flyget då folk

åker tåg istället (<http://www.fra.dot.gov> (05-05-17)). Vi har inte hittat svenska samhällsekonomiska studier som gjort jämförelser mellan vägtransport, tåg och flyg, för att största nytta av investerings- eller underhållsmedel ska kunna uppnås.

4.3.1.1 Passagerartrafik

I sin översikt över samhällsekonomiska metoder och beräkningsvärden på transportområdet, redogör SIKAs (Statens Institut för kommunikationsanalys) för kostnader som orsakats av resor och transporter (SIKA, 2002:2). I rapportens kap 4 diskuterar Joakim Johansson tid och kvalitet i passagerartrafik. I samhällsekonomiska beräkningar av restid varierar tiden, beroende på transportmedel. Dessutom värderas kostnaden för restid olika beroende på syftet:

- Tjänsteresor
- Privat
 - Arbetsresor
 - Fritidsresor

Vidare skiljer sig värderingen av olika sorts tid, under resan eller i samband med den:

- Åktid
- Bytestid
- Förseningstid
- Turintervall, dvs hur lång tid det är mellan olika tågturer
- Trängseltid

Trängsel innebär även att järnvägens återställningsförmåga efter störning minskas, för vilket Johansson redogör i Eliasson (2002). Vi påpekar att trängseln kan mätas som antalet passagerare per kvadratmeter vagn.

SIKA-rapporten redogör för den uppskattning som gjorts av Algers m fl (1995) av en persons restid med tåg för arbetsresor till 110 SEK/tim (resa med lokaltåg) respektive 140 SEK/tim (fjärrtåg/långa avstånd), där både värdet av förlorad tid på arbetet och värdet av ledig tid inräknas. Restid för regional pendling uppskattas till 35 SEK/tim, för regionala fritidsresor till 26 SEK/tim och för långdistansresor till 70 SEK/tim (på 1997 års prisnivå). Bytestid uppskattas till omkring två gånger så mycket som restid. Den nuvarande uppskattningen av tågens förseningstid är knappt dubbla värdet av restid. Det är värt att diskutera om det borde vara högre, enligt Johansson. Kostnaderna för trängseltid består dels av ökad variation av restid (som den resande kan beakta genom att ta ett tidigare tåg), dels av oväntad försening (som den resande inte kan beakta i sin resplan), dels en obehagligare resa, för vilken det är svårt att beräkna extrakostnaden. En holländsk kollektivtrafikundersökning av Rietveld mfl (2001) av kostnaden för sannolikheten att bli försenad tyder på att 50% sannolikhet att bli 2 minuter försenad värderas som värre än 100% sannolikhet att bli 1 minut försenad, dvs passagerarna är riskundvikande.

För att bedöma värdet av en förseningsminut mindre, kan man beakta varje passagerare individuellt eller, såsom Ackermann (1998), ange kostnader för varje minuts försening, genom att använda medelantalet passagerare på den speciella tågtypen (ICE, IC/EC, IR eller D_{dagtid}). De av Ackermann angivna kostnaderna (till exempel 16.10 DM / (tim · passagerare) för ICE) tar med högre driftskostnad och värdet av passagerartid, olika för olika passagerarkategorier. Värdena erhöles genom stated-preference-undersökningar. Stated-preference innebär att man uppmanar den intervjuade att studera hypotetiska alternativ där flera parametrar varierar och välja den, i dennes tycke, bästa kombinationen av parametrar.

König & Axhausen (2002) tror att deras studie är det första kvantifierande värdet av tillförlitligheten i tågtidtabellen i Schweiz. Liksom Ackermann använder de

passagerarperspektivet genom att använda stated preference-undersökningar. Parametrarna som varierades i denna undersökning var restid, sannolikhet för försening (angiven i antal dagar per vecka), förseningens längd och resans pris. Kostnaden befanns vara icke-linjär; förseningskostnaden ökar snabbt upp till ca tio minuter, för att sedan utvecklas långsammare. (Kostnaden för en oförutsedd försening på 60 minuter vid pendeltrafik var ca 200 SEK). Vid studiet av schweiziska persontåg bedömer de kostnaden för en genomsnittlig försening till omkring 1.5 gång så mycket som en restidsförlängning av samma längd, en något lägre faktor än SIKA-rapporten. Om vi vill beräkna den samhällsekonomiska nyttan av minskade restider, råkar vi på svårigheter, eftersom kostnaden för en försening med viss längd varierar med omkring en faktor fem, beroende på resans syfte. Andelen av olika passagerarkategorier kan vara svår att uppskatta, så vi får vara nöjda med grova uppskattningar av kostnaderna, säg 60 SEK/tim i genomsnitt.

Den samhällsekonomiska nyttan av minskade förseningar anses alltså vara ungefär dubbelt så stor som nyttan av lika mycket kortad restid. Känner man till sannolikheten för att ett givet tåg kommer för sent (täthetsfunktionen för förseningen) som en funktion av tidtabellsenlig restid, kan man alltså maximera den samhällsekonomiska nyttan. Observera dock, vilket Eliasson (2002) för ett intressant resonemang om, att det finns få undersökningar av hur en oväntad försening värderas. Kanske borde en sådan försening ha en mycket högre kostnad? Fröidh et al (2000) värderar att bli försenad till två SEK/min och risken att bli försenad till 14 SEK/min, dvs sju gånger dyrare.

Vi påpekar att kostnaden för en försening av en given längd torde variera med resans längd. Man bör alltså inte endast redovisa hur långa förseningarna är, utan också hur lång resan är.

4.3.1.2 Godstrafik

I kapitel 5 i SIKA-rapporten behandlar Inge Vierth tid och kvalitet i godstrafik. Banverkets värdering av transporttiden för gods (här refereras BVH 706 (Banverket, 2000)) varierar beroende på vilken varugrupp som transporteras; exempelvis värderas "Lätta konsumtionsvaror med högt värde" till 18.60 kr/(ton-timme) och "Flytande och skrymmande bulk" till 0.20 kr/(ton-timme) (för år 2010, 1999 års priser). Om en kortare transporttid ger förutsättningar för att kunna lasta till ett fartyg som avgår tidigare, uppstår en språngeffekt, dvs ytterligare tidsvinst, som inte syns i ovanstående samhällsekonomiska kalkyl (fö tar inte något av de svenska trafikverkens kalkylsystem hänsyn till detta).

Banverket räknar med kostnaden för förseningsrisk såsom produkten av en konstant, specifik för den produktgrupp godset klassificeras som, och sannolikheten för försening. Denna sannolikhet beräknas ur en antagen förseningsrisk per km och förseningsrisk per gränspassage. Vidare beror den av antalet omlastningar. Vierth (som refererar till "Verksgruppen") säger att detta förfarande i stort saknar empiriskt underlag. Vidare påpekar han att en modell saknas för hur olika investeringar (t ex dubbelspår) påverkar den enskilda länkens tillskott till försenings sannolikheten. För att kunna uppskatta nyttan av en investering behövs alltså en modell för hur mycket punktligheten ändras. Vi anmärker också att en modell saknas även för hur olika underhållsplaner påverkar sannolikheten att bli opunktlig.

Bedömningen av förseningsrisker och förseningstider pekas ut som det mest angelägna forskningsområdet på kort sikt i SIKA-rapporten.

Om vi vill beräkna den samhällsekonomiska nyttan av att minska godstiderna i allmänhet, stöter vi på svårigheter, eftersom kostnaden – enligt ovan – varierar ungefär en faktor 100,

beroende på typ av gods. Å andra sidan torde typen av gods vara välkänd i specifika fall, men inte i allmänhet.

4.3.1.3 Slutsatser angående samhällsekonomisk nytta

Av ovanstående drar vi slutsatsen, att den samhällsekonomiska nyttan av minskad förseningsrisk och förseningslängd är svår att kvantifiera, även om varje tågs eller till och med varje passagerares exakta ankomst- och avgångstid är känd.

Dessutom, speciellt i längden, kan passagerar- och fraktflöden ändras. Detta gör nyttan av investering i nya spår mer osäker än nyttan av underhållsinvesteringar, eftersom vi tror att den senare inte har samma sannolikhet beträffande förändring av rese- och transportmönster på ett lika drastiskt sätt som den förra.

4.4 Principer för att ange punktlighet

Med ledning av de olika sätt att definiera punktlighet som vi redogjort för diskuterar vi här olika typer av punktlighetsklassificeringar. Vi undersöker vad var och en av dem innebär. Vi diskuterar punktlighet för resenärer, men resonemangen är analoga för gods. Punktlighet för trafikutövare och infrastrukturinnehavare diskuteras också.

I bilagan, Dimensioner hos punktlighet, finns principer för att ange och värdera punktlighet.

4.4.1 Systemgränser

Vi har sett att punktlighetsdefinitionen beror av vilka systemgränser man väljer. Vi kan ange punktlighet som

1. Passagerarens/godsets punktlighet. Detta inkluderar
 - a. Marknadsföringens och kundinformationssystemens effekt på huruvida resenärerna är punktliga eller ej.
2. Fordonens punktlighet för en viss rutt (relation), som kan inkludera byten mellan olika trafikslag
3. Ett visst trafiksystems punktlighet, t ex tågtrafik.
4. Ett visst tågs punktlighet.
5. Ett visst delsystems driftsäkerhet, t ex järnvägens elkraftanläggningars, är inte punktlighet. Däremot är hög driftsäkerhet nödvändig för att nå hög punktlighet.

4.4.2 Mätning och presentation

Här redogör vi för hur punktlighet kan mätas och presenteras i princip.

Att mäta punktlighet görs på olika sätt beroende på vilket system man väljer att mäta. Vi börjar med hur man kan mäta ett visst tågs punktlighet.

4.4.2.1 Att mäta punktlighet

4.4.2.1.1 Att mäta ett visst tågs punktlighet

Ett visst tågs punktlighet kan mätas:

- Automatiskt eller manuellt
- Avrundning till hela minuter eller ej
- Mätning längs vägen, vid punkter längs vägen (t ex stationer) eller vid ankomst- eller avgångsstation

- Med mätning längs hela vägen menar vi att man mäter tågets position kontinuerligt så att man kan jämföra med den planerade i tidtabellen.

4.4.2.2 Att presentera punktlighet

Naturligtvis begränsas vilka punktlighetsdata man kan presentera av vilka mätningar som görs. Presentationen kan ske på många sätt, en del anges nedan. Nedan kan man naturligtvis byta ut ”tåg” mot ”passagerare” eller ”gods”.

- Genomsnittsförsening per tåg
- Genomsnittsförsening per försenat tåg
- % försenade tåg från startstationer
- % försenade tåg till slutstationer
- % försenade tåg till stationer
- % försenade tåg kontinuerligt
- sannolikheten att ett tåg inte får en försening större än en given tillåten försening.

Vi använde ordet försening ovan. Ett generellare begrepp är opunktlighet, som ju även kan beskriva att tåget ligger före tidtabellstid. Man kan tänka sig att med skillnad från planerad tid menas något av

- Globalt: Skillnad mot tidtabell (tågplan). Mäts i t ex minuter. Man kan ange avvikelse från planerad tid noggrant eller approximera genom att anta t ex att tågen går med konstant hastighet. Principen är densamma. T ex ett tåg som skulle passera en viss plats (inte nödvändigtvis stanna där) klockan 14:37 enligt tågplanen, passerar 14:38:07. Då är skillnaden 1 minut och 7 sekunder från tågplanen.
- Lokalt: Skillnad från planerad hastighet. Mäts i t ex km/h. Man kan ange avvikelse från planerad hastighet noggrant eller approximera t ex med hur stor avvikelsen är över en viss sträcka. Ska en sträcka på 10 km köras i 100 km/h enligt tågplanen, men körs i 80 km/h, blir avvikelsen från planerad hastighet 20 km/h. (I tid blir den ju $10 / 80 - 10 / 100 = 0.025 \text{ h} = 1 \text{ m } 36 \text{ s.}$)

Vi undviker ordet avvikelse eftersom det kan betyda fel eller skillnad i största allmänhet.

4.4.2.3 Absoluta opunktlighetsmått

Hur punktlighet definieras varierar, men det är oftast ett absolut mått (det vill säga måttet har inget samband med resans längd). Några exempel på definitioner av försenat är

- ”Försenat” 1 min (JRK), 2 min (DSB pendel), 3 min (NS, ÖBB⁵, SL, NSB, USA pendel, Australien lokalt), 5 (NSB, VR⁶, SBB⁷, GB regionalt mfl), 10 (GB), 15, 30 (Australien frakt), 10/15/20/25/30 (Amtrak, beroende av resans längd) (BEST, www.bts.gov (04-09-27)).

4.4.2.4 Relativa opunktlighetsmått

De flesta av de mått vi redogjort för är absoluta, dvs de mäter opunktlighet (tex som förseningsminuter) utan att relatera det till produktionen. Det är som att tala om ett företags resultat utan att relatera det till omsättningen. Vad är då ett relevant mått på produktionen för ändamålet att relatera punktlighet till det?

Man kan ange den faktiska produktionen (personkm eller tonkm) eller utbudet av person- och godstransporter (personkm eller tonkm). Man kan även tänka sig att mäta på annat sätt t ex

⁵ Österrike

⁶ Finland

⁷ Schweiz

restid eller antalet stopp vid stationer. Nackdelen med att ta hänsyn till utbudet är att inställda tåg och borttagna vagnar i så fall påverkar det relativa måttet på punktligheten. Dvs punktligheten kan förbättras genom att man tar bort vagnar. Punktlighet måste alltså relateras till det faktiska transportarbetet, inte utbudet. (Skillnaden är stor, tänk på överfulla pendeltåg och jämför med glesare belagda tåg. SJ anger genomsnittsbeläggningen till omkring 50% enligt www.sika-institute.se (2003-12-17)).

4.4.2.4.1 Resans längd

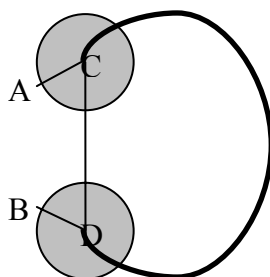
Vi har sett att man kan se resans längd som restid, dvs hur lång resan är i klocktid och/eller hur den upplevs av passagerarna, eller som ressträcka, dvs hur lång resan är i km. Den restid som vi räknar med kan alltså vara

1. Restid i timmar och/eller
2. Upplevd restid (som kan räknas i timmar eller i pengar (Generalized cost))

Den ressträcka som vi räknar med kan vara

1. Sträckan som fordonet kör
2. Nyttig ressträcka för resenären.

Skillnaden mellan dessa illustreras av Figur 5. Resenären vill ta sig från A till B. För att ta sig dit måste han först ta sig till C, för att sedan åka till D. Det kan han göra antingen med motorvägen CD (tunna linjen), som är kortare än järnvägen (tjocka linjen). Så när vi vill ange sträcka så har vi minst tre olika att välja på. Dessa är fågelvägen AB (inga transporter går denna väg), sträckan CD på motorvägen samt sträckan CD på järnvägen. Det är inte självklart vilken man ska välja. Om man väljer motorvägen som den sträcka som man räknar med så innebär det att ett avståndsmått för resan (med järnväg eller annorledes) ändras om motorvägen ändras (t ex rätas ut). Då blir det svårt att följa punktlighetsutvecklingen över tid. Om man väljer fågelvägen A-B som sträcka så ändras inte den med tiden. Däremot ändras ett sådant sträckmått med var resenärerna startar och slutar sin hela resa A-B. Det skulle alltså kunna ingå i ett mått på punktlighet för passagerarna, men ej som ett mått på järnvägens punktlighet.



Figur 5. Järnvägen (visad som tjock linje) går mellan två stationer, C och D. Platserna A och B ligger i utkanten av respektive järnvägsstations omland. De tunna linjerna är andra transportvägar än järnväg.

Vi har sett att punktlighet är att passageraren avgår och ankommer då han förväntar sig att han ska göra det. Denna förväntan kan styras av tidtabellen och/eller hur lång tid resan brukar ta. Om vi bortser från variationer i hur lång resan upplevs att vara (t ex pga varierande komfort i vagnarna och andra faktorer som diskuterats tidigare) så innebär detta att vi kan ange opunktlighet som

1. avvikelse från tidtabell och/eller
 - a. I detta alternativ behöver vi veta resenärens planeringshorisont, dvs hur länge i förväg resenären behöver veta tidtabellen för att säga att hans förväntningar

styrts av den. Detta spelar roll vid ändringar och inskränkningar av trafiken, t ex vid dåligt väder.

2. variation i restid

Vi har sett att värderingen av punktlighet skiljer sig mellan olika resenärer och olika slags gods. För resenärer kan man

1. Betrakta alla resenärer lika
2. Skilja mellan resenärerna på grundval av bla
 - a. Syfte med resan: tjänsteresa, pendling eller fritidsresa
 - b. Erlagt biljettpris
3. Räkna med schablonantal passagerare per tåg av en viss typ. T ex att pendeltåg på morgnarna förutsätts innehålla 100% pendlare.

4.4.2.4.2 Inställda tåg

Hur ska inställda tåg som kunnat köra en del av den planerade sträckan hanteras? Det naturliga här är att tillgängligheten anges som den andel av transportuppgiften som faktiskt blev utförd. För persontåg blir det då andelen personkilometer av de planerade som faktiskt utfördes. Om man inte vet var passagerarna stiger av och på, t ex i pendeltågstrafik, kan man approximera detta med andelen av sträckan som tåget hunnit köra eller andelen av planerade uppehåll vid stationer som faktiskt utfördes. Man kan göra likadant för godståg om man anser att den utförda transporten har det värdet, t ex om återstående gods hämtas med lastbil.

Som vi sett beror vilket/vilka mått man bör välja på om man vill värdera punktligheten och i så fall hur.

4.4.3 Punktlighetsindex

När vi vill få en helhetsbild av punktlighet, vill vi med någon eller några siffror beskriva situationen enkelt, fullständigt och korrekt. Man kan t ex beräkna

- *Förseningstid / Planerad restid*
Eftersom höghastighetståg har kortare planerad restid än vanliga tåg så ger denna kvot dem skenbart sämre punktlighet än vanliga tåg som har lika lång försening i minuter. Ett alternativ för att undvika detta är:
- *Förseningstid / Den tillryggalagda sträckan*
Lika långa förseningar på samma sträcka som drabbar ett höghastighetståg och ett långsamgående pendeltåg (pga de många uppehållen) värderas här lika. Eftersom kunden valt höghastighetståget istället för pendeltåget just för minuterna är dyrbarare för honom, talar mot denna beskrivning. Allmänt beaktar detta mått inte att tågtrafikplaneraren kan ha lagt in extra mycket slacktid. Inställda tåg bör också bedömas; kanske genom att anta att alla passagerare tar nästa tåg (om vi instämmer med Ackermans räkning av varje passagerare). Ett annat synsätt är att använda bussens ankomsttid, när tåg sätts in i stället för bussar.
- *(Slacktid + k · Förseningstid) / Den tillryggalagda sträckan*
Detta är ytterligare ett sätt att ange opunktligheten. Här är k en konstant som anger hur mycket värre man anser att en försening är än förlängd restid (slacktid).
- *Medelförsening*

Beräkning av antalet förseningsminuter säger ingenting om hur punktliga tågen är. Medelförseningen (t ex Shinkansens tåg har en medelförsening på 0.3 minuter per tåg (Ishizu, 2001)) ger ett bättre passagerarperspektiv, medan fabrikantens perspektiv kan vara förseningsminuter jämförda med utförd produktion (resmängd eller utförd lasttransport) eller resursutnyttjande (procent av t ex använd spårkapacitet). Mer än 80% kapacitetsutnyttjande av spåret kan orsaka besvär när man vill återfå punktligheten efter störningar, enligt Lindahl (2002). När man därvid bedömer punktlighetsinsatser, bör spårutnyttjande beaktas. Vilket mått på produktionsvolym man bör använda är inte självklart. Eklund (1996) diskuterar den sovjetiska sporren att belöna antalet utförda tågkilometer, vilket resulterade i att tågen tog omvägar. (Detta är inte möjligt på norra Sveriges glesa järnvägsnät, men omdirigering används i södra Sverige för att komma runt spår som underhålls.)

- *Andelen opunktliga tåg till station*
Kvoten Antalet opunktliga tågankomster / Totala antalet tågankomster är ett enkelt och jämförbart mått (alltid 0–1), men säger ingenting om hur opunktliga tågen är. För de järnvägslinjer där ungefär lika många passagerare stiger av och på varje station ger det en bra uppfattning om hur många passagerare som drabbas av opunktlighet.
- *Andelen tåg som är punktliga till de flesta stationer*
Kvoten Andel punktliga tåg / Totala antalet tåg. Här kan man definiera ett punktligt tåg som ett tåg som är punktligt till minst t ex 50% av stationerna (Skagestad, 2004).

4.5 Preliminärt förslag på hur punktlighet inom järnväg bör mätas

Med ledning av det som hittills behandlats diskuterar vi hur redovisning av punktlighet kan ske. Efter att opunktlighetskostnad och underhåll behandlats återkommer vi till detta i kapitel 6.

Vi måste först fråga oss vad vi ska ha mått på punktlighet till. Några användningsområden är

- Att undersöka sina godstransporter/resor
- Att undersöka transportrelationers punktlighet, t ex som potentiell kund
- Att jämföra sin järnväg (operatör, del av järnvägsnät etc) med andras
- Att jämföra sin järnvägs utveckling över tiden
- Att jämföra sin järnväg med andra transportslag

Kund (resenär eller godskund), operatör (den organisation som kör tågen) och infrastrukturinnehavare (den som ansvarar för infrastrukturen) kan alla ha olika uppfattning om punktlighet och relaterade begrepp. De begrepp som vi funnit användbara är

1. *Läglighet*. Beskriver hur väl resenären kan resa (få gods transporterat) vid den tidpunkt denne önskar. Kan kvantifieras som tidsförlusten för resenärerna. Praktiskt så kan detta utföras på redan existerande rutter där passagerarna byter transportmedel och man vet antalet passagerare. Om man antar att varje delresa (/transport) är sker enligt tidtabellen får man ett mått på hur mycket tid som förloras pga att olika tidtabellers tider inte stämmer med varandra. För en beräkning av de verkliga konsekvenserna måste man ta med effekterna av att tågen avviker från tidtabellen. I fallet att resan/transporten utgörs av endast en transport så uppstår kostnader pga av tidtabellen inte överensstämmer med den tid kunden vill åka. Läglighet är alltså ett vidare begrepp än punktlighet.

2. *Punktlighet*. Beskriver hur väl den överenskomna tiden (dvs den som står i tidtabellen) stämmer med den verkliga. Analogt med oläglighet är opunktlighet tidsförlusten orsakad av skillnaden mellan planerad tid och verklig tid.
3. *Kapabilitet*. Beskriver hur lite restiden varierar. Kapabiliteten inverkar alltså främst på lägligheten, inte punktligheten, eftersom kapabiliteten inte har med tidtabellen eller den planerade restiden att göra.

Punktlighet (och läglighet) bör mätas relativt det utförda transportarbetet. Mät antalet passagerare på olika sträckor, deras tidtabellsenliga restid och hur mycket efter tidtabell de anländer. Olika passagerarkategorier kan särredovisas.

Punktlighet bör värderas för att få lättförståeliga mått (en förenkling är ofta en outtalad värdering). Olika undersökningar angående värdet av punktlighet skiljer sig åt avsevärt. Likafullt kan en konsekvent värdering bidra till att åtgärder för ökad punktlighet sker där de gör mest nytta. Man bör sträva efter att värdera konsekvenserna av hela resan/transporten. Ibland måste konsekvenserna approximeras. Detta är fallet t ex vid avgång före tidtabellsenlig tid om man inte vet hur många resenärer som missar tåget pga detta.

Trafikant- och godsinformation ingår i inte i punktlighetsbegreppet, men påverkar hur stor punktligheten blir, t ex genom att underlätta omplanering för resenärer och godskunder.

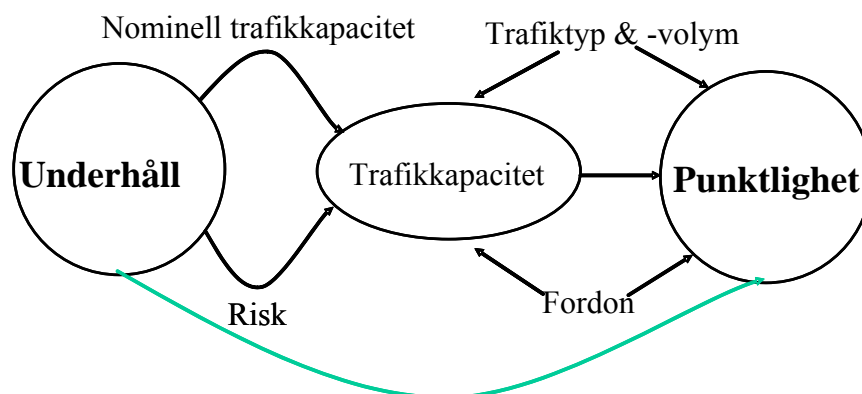
5 Underhåll påverkar punktlighet

Här berättar vi varför vi väljer att undersöka just underhåll.

5.1 Underhåll – Punktlighets-samband

Innan vi diskuterar sambandet mellan underhåll och punktlighet så påminner vi om att underhåll, enligt definitionen i kapitel 2.2.1, avser att upprätthålla en enhets förmåga att utföra sin funktion, inte att förbättra den.

Vi beskriver sambanden mellan Underhåll, Trafikkapacitet på banan och Punktlighet i Figur 6.



Figur 6. Ram för underhåll – punktighetssamband. Effekterna från Trafikvolym och fordon (typ, skick) på punktlighet är uteslutna från denna studie.

Underhållet påverkar två aspekter av banans trafikkapacitet, se Figur 6. Med Nominell trafikkapacitet menar vi den trafikkapacitet som banan är konstruerad för; denna kan beskrivas med antalet tåg per dygn och antalet ton per dygn. Med risk menas här risken att

trafikkapaciteten sänks. Detta kan inträffa på grund av att man utför underhåll som blockerar banan, genom att man utför underhåll felaktigt t ex gräver av en kabel, eller genom att man utför ineffektivt eller för lite underhåll så att banan degraderas så att sannolikheten för fel ökar. Idag bestämmer den nominella trafikkapaciteten (banklassen) mål för infrastrukturorsakade förseningar. Eftersom ett högt kapacitetsutnyttjande medför att små störningar fortplantar sig lättare så påverkar även trafikvolymen punktligheten. Trafikkapaciteten påverkas av vilken typ av trafik som går på banan, eftersom en blandning av tåg med olika hastigheter och acceleration sänker trafikkapaciteten.

Effekterna från Trafikvolym och Rullande materiel på punktlighet är uteslutna från denna studie. Vi studerar endast punktlighetens inflytande på spårets Trafikkapacitet.

Det finns få offentligtgjorda studier om sambandet mellan underhåll och punktlighet, fastän järnvägsunderhåll beskrivits med avseende på många aspekter, liksom trafikkapacitet (om fungerande järnvägsnät) och statistik beträffande punktlighet.

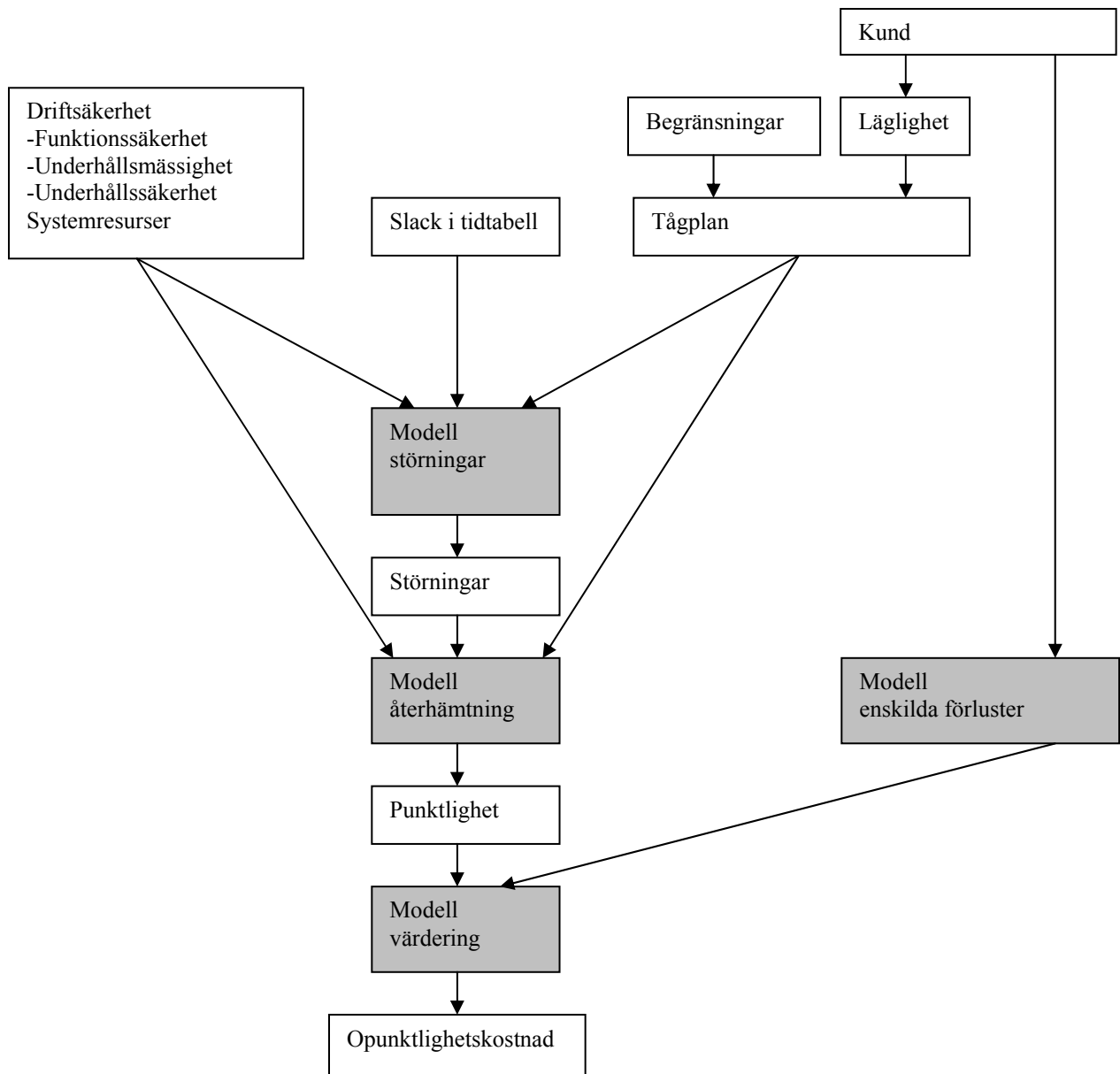
Sambanden mellan orsak och verkan i kedjan

Underhåll → Banans skick (dvs Trafikkapacitet) → Konsekvens

är utgångspunkten när Vatn (2001) konstruerar "inflytandediagram". Dessa liknar i mycket diagram i RCM (reliability centered maintenance) men ämnar också visa inverkan av beslut. Inflytandediagrammen visar samband mellan beslut (t ex beträffande underhåll), stokastiska storheter (t ex förseningar) och värden (t ex kostnader för förseningar). När samband kvantifierats kan de användas för att prioritera mellan underhållsåtgärder, t ex för att undersöka värdet av en given underhållsberedskap.

5.2 Så påverkar underhåll punktlighet

Underhållsrelaterade orsaker ger upphov till en stor del av opunktlighetskostnaden. För infrastrukturrelaterade fel handlar det om mellan 1/3 och 2/3 (erhålls genom att räkna förseningsminuter i Ofelia-databasen för år 2002. I Ofelia registrerar tågtrafikledningen orsak till och längden av de förseningar som beror på fel i infrastrukturen.).



Figur 7. Modell för hur bland annat järnvägsunderhållet (rutan längst upp till vänster) påverkar opunktlighetskostnaden. Gråa rutor är modeller, vita rutor är data. (Inspirerad av Al-Haimi, 1991.)

Figur 7 visar en modell för hur underhållet påverkar punktligheten (inspirerad av Al-Haimi, 1991, som undersökte passagerarflyg i Saudi-Arabien). Några punkter behöver förklaras.

I rutan längst upp till vänster finns driftsäkerheten och dess beståndsdelar: funktionssäkerhet, underhållsmässighet och underhållssäkerhet. Med *funktionssäkerhet* menas förmåga hos en enhet att utföra krävd funktion under givna förhållanden under ett angivet tidsintervall. Med

underhållsmässighet menas förmågan hos en enhet, som används enligt givna betingelser, att vidmakthållas i, eller återställas till ett sådant tillstånd att den kan utföra krävd funktion, när underhållet utförs under angivna betingelser och under användning av fastställda arbetsätt och resurser. Med *underhållssäkerhet* menas förmågan hos underhållsorganisationen att tillhandahålla de rätta underhållsåtgärderna på erforderlig plats (SS-EN 13306).

Funktionssäkerhet och underhållsmässighet är alltså egenskaper hos enheterna (anläggningen), medan underhållssäkerhet är en egenskap hos organisationen. Vidare i rutan längst upp till vänster finns systemresurser, eftersom stora redundanser (t ex lok i reserv eller dubbelspår när det bara behövs enkelspår) gör att opunktlighet inte sprids så lätt och att återhämtning blir lättare.

Slack, dvs tillägg till den teoretiska gångtiden för tåget längs en sträcka eller till uppehållstiden vid planerade stopp, har samma effekt som systemresurser. Modellen för de enskilda förlusterna beskriver punktligheten hos individer (passagerare, godskunder), vilket inte är helt enkelt, eftersom t ex en liten försening kan få till följd att t ex passageraren missar sin anslutning till buss. Värderingsmodellen värderar dessa konsekvenser.

Bristande punktlighet, pga brister i faktorerna som diskuterats i anslutning till Figur 7, syns tydligt. Kostnaderna för dessa faktorer är dock inte lika tydliga. Hög driftsäkerhet kan ha uppnåtts genom att lägga stora resurser på underhållssäkerheten, t ex genom att ha stora lager för felavhjälpning. Mycket eftersläpande underhållsarbete pga låg driftsäkerhet syns ganska tydligt (i stor backlog), medan lite arbete inte syns (arbetet uppfyller all tillgänglig tid). Systemresurserna kan vara stora, exempelvis kan man ha alternativa vägar i spårnätet, vilka tillåter tågen att gå andra vägar när fel blockerar banan. Större slack, dvs längre tidtabellslagd restid, medför även det ökade kostnader. Passagerarnas (godskundens) kostnader för tiden ökar, likaså järnvägens personalkostnader och banans utnyttjandegrad sjunker (fler kunder hade kunnat nyttja banan om tågen gått fortare). Konstruerar man tidtabellen i syfte att minska effekterna av låg punktlighet kan sämre läglighet, en osynlig och svåruppskattad kostnad, bli följden.

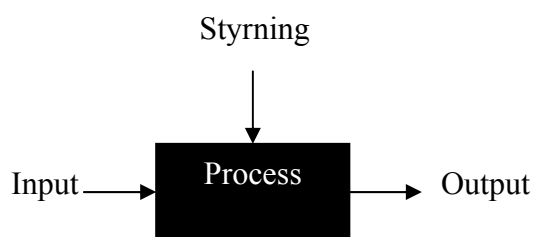
Vi ser att underhåll och tågplan spelar roll både för uppkomsten av störningar och för återhämtningen från dem. Vi ser också att mått på punktlighet måste kompletteras med mått på kostnader för faktorerna som påverkar punktligheten.

5.3 Så påverkar underhåll punktlighet i Norra banregionen

Här undersöker vi hur och i vilken utsträckning underhållsprocessen hos banförvaltaren Banverkets norra banregion (BRN) främjar punktlighet. Vi anknyter till tidigare diskussioner i detta dokument. Detta syftar till att belysa underhållsprocessen ur ett punktlighetsperspektiv. Vi begränsar oss till hur infrastrukturen påverkar punktlighet. Frågan är alltså: I vilken utsträckning främjar underhållsprocessen hos Banverket punktlighet? Vi börjar med en kort beskrivning av underhållsprocesser allmänt för att därefter beskriva och diskutera underhållsprocesser i BRN.

5.3.1 Underhållsprocessen

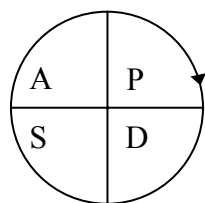
I en *process* omvandlas input till output av en eller flera aktiviteter (SS-EN ISO 9001:2000). I Figur 8 ses processen som en svart låda och styrs av styrsignaler. Som alla modeller är detta en förenkling för att kunna undersöka det vi är intresserade av att undersöka, i detta fall underhåll och punktlighet.



Figur 8. En process kan ses som en svart låda i vilken det finns aktiviteter som omvandlar input till output.

I underhållsprocessens fall är input bla reservdelar och output är de åtgärder som syftar till att enheterna kan utföra krävd funktion. En process kan utföras i en eller flera funktionella enheter i en organisation eller till och med i flera organisationer. Input, output och styrning är inte nödvändigtvis oberoende av varandra, utan styrningen tar ofta hänsyn till uppmätta samband mellan output och input. I underhållsprocessen är det t ex att man tar hänsyn till effekten av en underhållsåtgärd när man styr hur ofta den ska utföras. Styrningen kan ske på grundval av nuvarande, tidigare eller (prognostiserad) framtida input och output.

Vi är inte endast intresserade av hur bra underhållsprocessen är ur ett statistiskt perspektiv, utan även dess förmåga att styra underhållet så att det anpassar sig till en föränderlig verklighet. Detta kan vara ändringar i input eller output (t ex pga att underhållspersonalen blir duktigare med tiden och output därmed ökar). Demingcirkeln, Figur 9, visar hur man planerar, utför, utvärderar och sedan korrigerar på grundval av utvärderingen för att sedan börja planerandet på nytt. En process bör vara så utformad att den underlättar detta arbets sätt. Detta kan ske bla genom att man mäter just de indikatorer som är viktiga för att kunna styra processen på ett bra sätt.



Figur 9. Demingcirkelns Planera – Utför – Utvärdera – Korrigera (Plan – Do – Study – Act) är en allmängiltig metod att bli bättre.

Varje individ kan lära sig av sitt eget arbete och korrigerar sig för att bli bättre. Järnvägen är ett stort system, där ny teknik införs nationellt eller internationellt, men ofta vid olika tidpunkter på olika platser. Detta ger utrymme att lära sig av andras erfarenheter.

5.3.2 Underhållsprocessen i Norra banregionen

Här beskriver vi, delprocess för delprocess, hur underhållsrelaterat arbete utförs. Vi studerar vad Norra banregionens handbok BRNH 001.6 säger om drift- och underhållsprocesser. Dokumenten i BRNH 001.6 har rubriken ”Så arbetar vi” och rubriceras rutiner⁸.

Drift- och underhållsprocesser samt närliggande processer visas i Figur 10, sidan 30. I figuren ses processernas namn, eventuellt aktiviteter i processen, hur processens prestation mäts, indata och utdata. Figuren illustrerar det viktigaste och gör ej anspråk på att vara komplett.

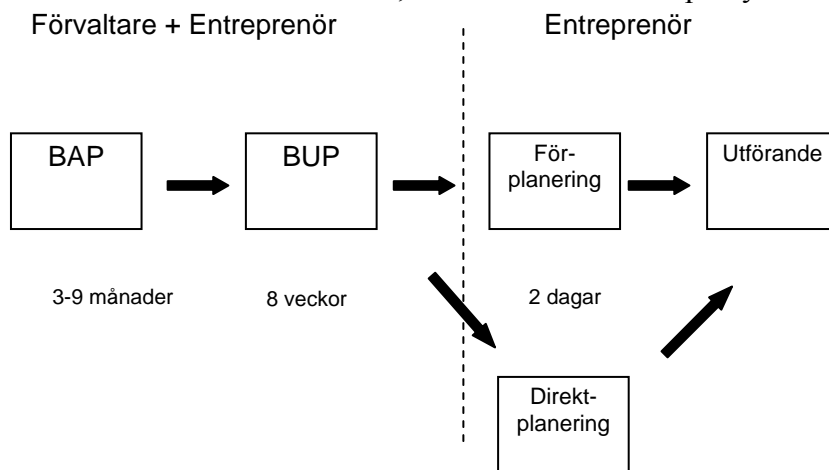
⁸ Beteckning enligt standard ISO 9000:2000 är *procedur*; ett specificerat sätt att utföra en aktivitet eller process.

5.3.2.1 Planering

Innan vi går in på dokumenten som beskriver underhållsprocessen så visar vi en översiktsbild över hur banarbetsplanering går till i Banverket idag, se Figur 11 från Ahlm (2004). Enligt EU-regler sker tågtidtabellsändringar varje halvår, medan tillfälliga ändringar pga banarbeten kan ske på kortare basis. Banarbeten kan utgöras av driftåtgärder (snöröjning, rengöring från löv etc), avhjälpande underhåll, förebyggande underhåll, utbyte, uppgradering (terminologi enligt BVF 826). Banarbetsplanen (BAP) omfattar ett halvår, medan banupplåtelseplanen (BUP) omfattar åtta veckor. Det finns inget tvång att planera driftåtgärder i BAP eller BUP (Espling, 2004).

Ahlm (2004) redogör för planering och berättar bla att direktplanering är att underhållspersonal ringer upp tågtrafikledaren och begär tillträde till spåret och att detta kan leda till telefonköer, dvs det tar längre tid innan man kan påbörja arbetena.

Enligt vad vi känner till så finns data över direktplanerade arbeten endast i pappersform. Detsamma gäller arbeten planerade på blanketten ”Avvikelse från BUP”, där man hittar en del arbeten som inte hindrar trafiken, t ex förberedelse av spårbyten.



Figur 11. Underhållsplanering i Banverket (från Ahlm, 2004).

Tabell 2 förtecknar för- och nackdelar med förplanering respektive direktplanering. Dessa ska inte ses som ömsesidigt uteslutande utan kompletterar varandra, men som synes är nackdelarna många med att i stor utsträckning använda direktplanering.

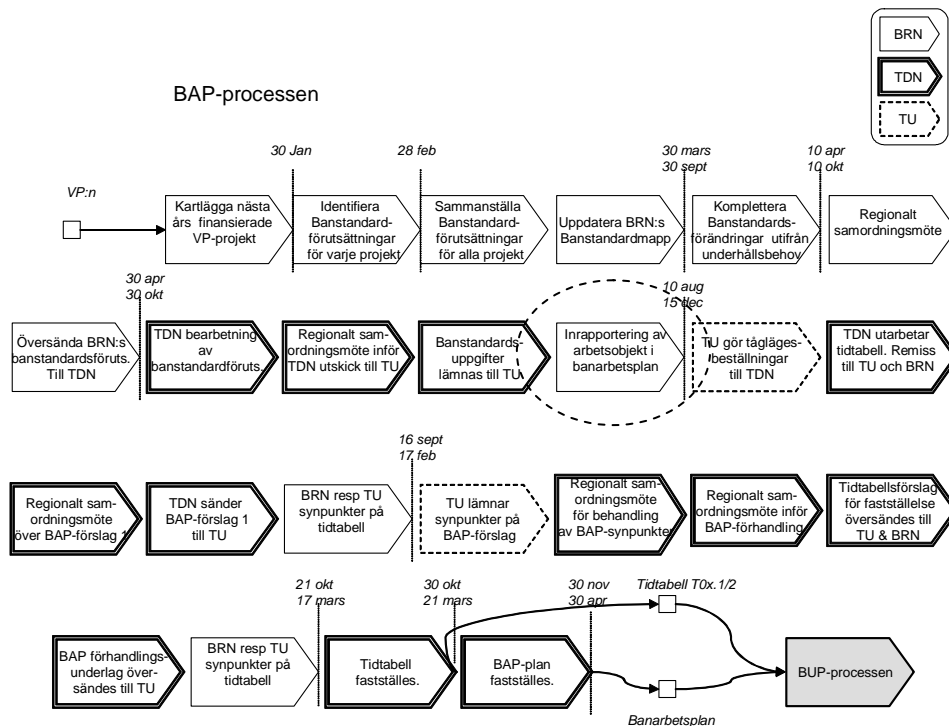
Tabell 2. Fördelar (+) och nackdelar (-) med förplanering respektive direktplanering.

Förplanering	Direktplanering
+Tågtrafikledningen är mentalt förberedd och vet var och när problem kan väntas. Detta kan leda till effektivare störningshantering och högre punktlighet.	+Om underhållspersonal är på plats för ett arbete och blir klara tidigt (eller tåg blir ändrat) så kan de direktplanera och utföra ett annat banarbete i närheten och därmed öka sin produktivitet. Detta kräver dock att de vet vilka arbeten som skulle vara lämpliga och tågläget inklusive planerade tåg.
-Om arbetena ofta tar längre eller kortare tid än beräknat så har förplaneringsarbetet varit onödigt	-Underhållsresurser används ineffektivt; underhållspersonal begär tid i spår men om det går tåg så tvingas de vänta.
+Underhållspersonalen blir mer motiverad att förbereda sig med utrustning och mentalt.	+Om tågtiderna är osäkra (mycket förseningar eller operatören kör tåg med kort varsel) så måste man direktplanera. Detta var fallet i USA innan reformerna på 1980-talet. Efter reformerna följde tågen tidtabell i större utsträckning och därför steg underhållspersonalens produktivitet (Pachl & White, 2003).
-Outnyttjade banarbetstider, som bokats ”utifall att”, kan leda till att tågledaren inte kan leda trafiken på effektivaste sätt och att punktligheten blir sämre. Även lokförare måste känna till vilka banarbeten som planeras.	-Telefonkö till tågtrafikledningen ger längre tid innan underhållsarbetet beviljas och kan påbörjas. Detta kan undvikas genom att automatisera tillståndprocessen med hjälp av bärbara datorer, vilket gjorts i delar av Frankrike.

Ett sätt att öka planeringsgraden är att undersöka hur lång tid i förväg andra områden planerar en viss typ av arbeten. Lämpligt måttetal kan vara andelen av totala antalet planerade trafikstörande timmar som planerats en viss tid i förväg och faktiskt genomförts. Antalet arbeten är inte lämpligt, eftersom det kan ändras genom att flera arbeten slås ihop till ett under planeringens gång.

5.3.2.2 Banarbetsplan (BAP)

I dokumentet som beskriver processen Banarbetsplan (BAP) uppges indata till processen vara banarbetstider och tåglägesbeställningar. BAP görs varje halvår enligt Figur 12 (tagen ur BRNH 001.6).



Figur 12. BAP-processen (BRNH 001.6); verksamhetsplanen är indata till första steget. Tidtabell och banarbetsplan är utdata från processen. (Förkortningar: BRN= Norra banregionen, TDN = Norra trafikdistriktet, TU = Trafikutövare/Järnvägsföretag).

Uppföljningen uppges bestå i antalet förändringar i banarbetsplanen och skillnaden mellan BUP och BAP samt mätning enligt TFÖR (datasystemet med TågFÖRseningar). Vi har inte funnit någon uppföljning av förändringar i planerna. Vidare påpekar vi med Ahlm (2004) att uppföljningen även bör gälla hur BAP och BUP förhåller sig till vilket underhåll som verkligen utfördes. Data för genomförda banarbetens faktiska längd finns i Sverige endast på pappersform i tågledargraferna, men i t ex Frankrike använder man sig av datorbaserade grafer och vet sålunda hur lång tid på spåret ett visst arbete tagit. Om man jämför sig med andra på det här sättet måste man dock vara medveten om att skilda förutsättningar och arbetssätt i olika områden kommer att upptäckas, något som gör att en sådan undersökning bör vara del av en större studie.

Som tidigare framgått så är det mycket annat än banarbetsplanen som bestämmer punktligheten. Att utvärdera banarbetsplanen kan dels ske genom att se hur mycket banarbetena försenar tågen genom att de tagit längre tid än beräknat (finns i TFÖR), dels genom att se hur lång tid de tagit i verkligheten jämfört med planerad tid. Detta ger ett mått på planeringens förmåga att se hur lång tid arbetena tar. Skillnaden mellan i vart fall BAP och verkligt arbetad tid är ofta stor, eftersom BAP kan säga att arbete kommer att ske t ex 22.30-05.30 sex nätter i veckan hela halvåret, något som sedan inte sker i verkligheten.

Hur trafiken verkligen gått är viktigt att känna till. Säg att sista tåget är tidtabellslagt till att passera en plats klockan 3 på natten, men regelmässigt passerar vid 2. Detta innebär att man förlorar en timmes möjlig banarbetstid av den värdefulla, sammanhängande, tiden i gryningen. I sådana här fall bör man fråga operatören om han kan tänka sig att flytta sitt tågläge till den tid han i stor utsträckning faktiskt nyttjar. Vi har inte gjort någon undersökning av hur vanligt detta är.

Värt att notera är att tåglägen (en möjlighet att köra tåg enligt tidtabell) inte är avgiftsbelagda idag. Detta kan leda till att underhåll (och andra tåg) inte kan planeras in när det passar bäst. Med passar bäst menar vi att störningar (dvs tågförseningar och att underhåll tar längre tid än beräknat) ger så liten opunktlighet som möjligt samt att lägligheten (dvs att operatören får köra tåg när han vill) för andra operatörer försämras så lite som möjligt. Man skulle kunna avgiftsbelägga eller kräva en lägsta utnyttjandegrad av tåglägena för att få behålla dem.

5.3.2.3 Banutnyttjandeplanering (BUP)

Dokumentet Banutnyttjandeplanering berättar att banutnyttjandeplanering (BUP) sker enligt en rullande åttaveckorsplanering, där de fyra första veckorna är fastställda och de fyra sista preliminära.

Alla arbeten som kräver avstängt spår ska planeras in i BUP, förutom felavhjälpning, åtgärdande av akuta besiktningsanmärkningar och snöröjning (<http://knuten> 04-09-10).

En gemensam databas för BUP används av samtliga Banverkets regioner utom den östra. Att inte alla kan se övriga regioners planerade arbeten torde försvåra samplanering, information till trafikutövare som korsar regiongränser samt uppföljning av banarbeten. Situationen är liknande för trafikledningarna, där de olika trafikledningscentralerna i Sverige inte kan se varandras tåg och pågående banarbeten (Rönnlund visade 2002 på ett gemensamt sätt att visualisera banarbeten). Genom omledning/omprioritering av trafik, vilket kan orsaka lokala förseningar, kan man undvika längre förseningar totalt för tågen.

Tågförseningsminuter talar om var och på vilken utrustning (t ex spårväxlar) man har problem. Punktlighet till slutstation talar om vilka trafikutövare som drabbas.

5.3.2.4 Taktisk styrning

Dokumentet Taktisk styrning anger att processen mottar data om avvikelser från gällande plan. Men det är oklart för oss varifrån dessa data kommer. I Figur 10 skulle en sådan rapportering av avvikelser från t ex BAP, komma som en pil från BAP-processen.

5.3.2.5 Tillståndsbedömning

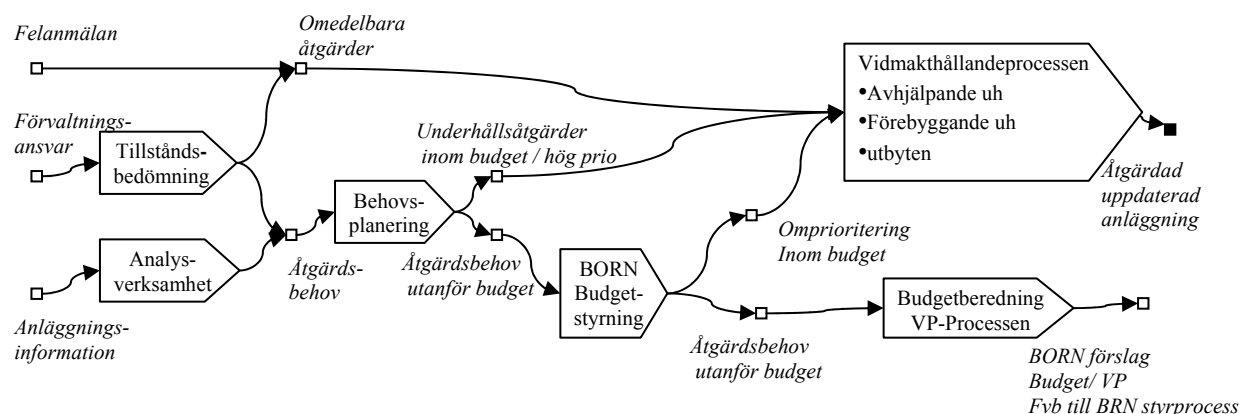
Dokumentet Tillståndsbedömning handlar om mätning av banans tillstånd med mättåg eller manuellt av besiktningsman (automatisk tillståndskontroll berörs inte). Besiktningsmannen inspekterar anläggningen och anger en längsta tillåten tid till åtgärd som en av A, V, M Å, Ö (Akut, Vecka, Månad, År, Övrigt).

Effektivitet för processen anges som förmågan att undvika fel, brister och behov i tid, vilket mäts som antalet akuta fel som ger trafikstörning. Detta mått tar dock med effekten av de åtgärder som utförs, inte endast tillståndsbedömningen i sig. Man kan ju tänka sig att besiktningsmannen ger för många och allvarliga besiktningsanmärkningar, vilket orsakar för många åtgärder planerade på kort sikt. Detta kan orsaka att man inte planerar in åtgärder där de är lämpligast med hänsyn till trafiken och därmed ökar sannolikheten att arbetet med åtgärdandet av en besiktningsanmärkning orsakar opunktlighet. Ett annat mått på processens prestation anges som tillståndsbedömningskostnad per A/V-anmärkning. Detta mått tar inte hänsyn till antalet utförda besiktningar och blir bättre ju sämre anläggningen är. Ett mer rättvisande mått skulle ta hänsyn till kvantiteten arbete, dvs antalet utförda besiktningar.

Ser vi tillståndsbedömning som ett hjälpmedel att planera underhåll så är en hög andel långa besiktninganmärkningar (M, Å) att föredra framför korta (A, V). Banverket räknar åtgärdande av A- och V-anmärkningar som avhjälpande underhåll. Ju bättre besiktningens verksamhet är, ju större andel Å och M. Detta mått inkluderar effekterna av hur bra underhållsmässighet anläggningen har och är alltså inte endast ett mått på hur skickliga besiktningarna är. Det kan sålunda ge underlag för hur man kan förändra underhållsmässighet och underhållssäkerhet till det bättre. Entreprenören har i uppgift att besiktiga anläggningen och åtgärda A- och V-anmärkningar. Detta kan leda till att andelen A- och V-anmärkningar blir en annan än vad den skulle ha blivit om någon annan gjort besiktningen.

5.3.2.6 Analysverksamhet

Syftet med Analysverksamheten anges till att förbättra i först hand punktlighet och kostnadseffektivitet. Figur 13 (tagen ur dokumentet BRNH 001.6/Analysverksamhet) visar analysverksamheten i sitt sammanhang.



Figur 13. Drift- och underhållsprocesser enligt Norra banregionens handbok BRNH 001.6.

Figur 13 ger upphov till några funderingar som följer. Vi ser att endast "Anläggningsinformation" är indata till analysverksamheten. Om man även tar hänsyn till trafiken, dvs belastningen på anläggningen, när man gör analyser, framgår alltså inte av Figur 13. Tillståndsbedömning och analysverksamhet ligger parallellt i Figur 13. Det framgår inte om analysverksamheten ger underlag för hur tillståndsbedömningen ska gå till (dvs hur ofta och om det ska ske manuellt eller automatiskt), något som en analysverksamhet bör innefatta. Vidare efterlyser vi att Analysverksamhet även ser framåt, dvs att Analysverksamhet bestämmer hur man tänkt utvärdera de åtgärder som finns på önskelistorna till Behovsplaneringen (kan symboliseras med pilar från Behovsplanering och Vidmakthållande till Analysverksamhet i Figur 10).

I dokumentet BRNH 001.6/Analysverksamhet så mäts punktlighet med prestationsmättet antal förseningsminuter. Vi anser att det är ett hyfsat bra mått för anläggningarna och att t ex en uppdelning på stråk och kunder är önskvärd bl a eftersom trafikutövare med lite trafik i området kan drabbas hårdare än vad totalsiffrorna visar. Förseningsminuterna bör sättas i relation till mängden utförd trafik. Man bör också tänka på att tåg förseningsminuter implicerar en linjär värdering av punktligheten med avseende på förseningens längd, men att

den inte tar hänsyn till bla passagerarantalet enligt tidigare diskussion. Beaktar man även det relativa kapacitetsutnyttjandet av banan så får man en bättre bild av hur duktig man varit.

Det möjliga prestationsmålet inställda tåg saknas. Det är viktigt att komplettera med detta, eftersom försenade tåg kan "försvinna" genom att man ställer in dem och inställda tåg kan förstöra omloppen för operatörerna, vilket leder till fler icke körda tåg eller till att operatören tvingas ha fler tåg i beredskap. Bland målen nämns antalet förbättringsförslag per år till 10, varav 7 ska förverkligas. Detta är tydliga mål, vilket är bra. Men hur bra är dessa förslag? Kostnadseffektiviteten skulle kunna anges som exempelvis antalet inbesparade förseningsminuter per utbetald krona. Även om detta inte låter sig göras så är en uppföljning av genomförda förslag viktig, något som inte hittats i den här undersökningen.

En studerad analysrapport (Banverket BRN Analysrapport kvartal 3, 2004) förtecknar endast besiktningsanmärkningar A och V. Dessas antal torde bero av antalet utförda besiktningar under kvartalet, vilket inte är konstant. Kontraktet med entreprenören löper inte ut vid en kvartalsgräns, vilket försvårar en sådan uppföljning.

5.3.2.7 Behovsplanering

Processen Behovsplanering syftar till att bedöma behovet av åtgärder och prioritera mellan dessa. Vi tolkar det som att man studerar och skapar förslag till åtgärder samt rangordnar dessa.

Indata till processen är förteckningar över åtgärdsbehov.

Dokumentet om Behovsplanering anger som uppföljningsparameter bla "Antalet tågstörande fel föranledda av icke åtgärdade behov". Detta mått mäter inte endast hur bra processen behovsplanering (generering av förslag och prioritering) fungerar, utan även verkan av budgetstorlek. Ett bättre mått på hur bra processen är vore Fel som undvikits tack vare en kronas åtgärd. I vart fall bör man frångå traditionen att räkna antalet fel istället för deras effekt. En del förslag om åtgärd ligger så länge att det arbete som lagts ned i dem blir inaktuellt (pga ändrade föreskrifter, miljökrav, marknad etc). Hur mycket av utarbetade förslag som faktiskt utförs vore också intressant att mäta. Idag saknar behovsplaneringen uppföljning av kostnader för det som utförts. En sådan uppföljning av kostnader skulle kunna hjälpa planerarna att bli bättre. Att utnyttja underhållskunskaper från andra branscher, t ex fastighetsförvaltning beträffande underhåll av byggnader, skulle frigöra resurser till att arbeta mer med järnvägsspecifik planering. Smärre åtgärder som planeras lokalt, exempelvis byte av enstaka sliprar, berörs inte av behovsplaneringen. Prioriteringen som utförs i processen sker utan kvantifiering av deras effekt på punktlighet och framtida kostnader; endast kostnaden för själva underhållsåtgärden ges en siffra. Underhållsåtgärden och ibland dess konsekvens beskrivs kortfattat och det är upp till planeraren att få en känsla för nyttan och därmed prioritera.

Måttet Antal behovsåtgärder samordnade med pågående verksamhetsplan (utbyten, uppgraderingar) blir högt om åtgärderna planeras så att de inte stör trafiken. Alternativt skulle man kunna redovisa konsekvensen Antalet störda tåg (eller Tågförseningsminuter).

5.3.2.8 Avhjälpan och förebyggande underhåll

Enligt dokumentet om avhjälpan och förebyggande underhåll (i BRNH 001.6) så ska avhjälpan underhåll åtgärda fel och avvikelser (från gällande BVFer etc).

Uppföljningen av processen är bla att man mäter tåg förseningstimmar orsakade av infrastrukturen och antalet direkta tåg störningstimmar orsakade av avhjälpande underhåll. Det är oklart för oss vad som menas med direkta tåg störningstimmar. Man bör även räkna med följd förseningar, dvs de förseningar som drabbar tåg som försenas av det tåg som försenats av banarbetet. Om man inte gör så, kan följderna bli att tättrafikerade sträckors underhåll inte prioriteras tillräckligt. Banarbetet är ju orsaken till följd förseningarna. Tillgänglighet mäts enligt dokumentet med tåg förseningstimmar, men påverkas ju även av inställda tåg. (Vi konstaterar att ordet tillgänglighet används även i betydelsen tillgänglighet för t ex funktionshindrade till järnvägen, som i SIKA (2000). I det studerade dokumentet skulle man därför kunna använda ordet tillförlitlighet istället.) Kvalitet på förebyggande underhåll mäts med antalet ”akuta tågtrafikstörande anmärkningar” på objekt med förebyggande underhåll. Man kan komplettera detta med mått som t ex andel avhjälpande underhåll av total underhållsvoly, underhållskostnad relativt anläggningskostnad etc.

5.3.2.9 Diskussion och slutsatser beträffande underhållsprocessen i BRN

Även andra prestationsmått än punktlighet bör beaktas (totalkostnad, kompetens, miljö etc) men vi har endast nämnt sådana i denna undersökning.

Dokumentationen av drift- och underhållsrelaterade processer saknar ibland mätetal (indikatorer) som underlättar uppföljning av den aktuella processen. De mätetal som anges mäter i stor utsträckning istället hela underhållsprocessens prestation. Dokumentationen redovisar inte alltid tydligt hur utdata från en process är indata till en annan, utan endast vilka organisatoriska enheter som är inblandade. (Därför har vi gjort en rimlighetsbedömning av vilka processer som tar emot vilka data i Figur 10.) Genom att ha relevanta mätetal har man underlag för att förbättra den enskilda processen, men också för att välja process att förbättra t ex genom att börja med de processer som har störst variation i prestation.

5.3.2.10 Utestående frågor

I denna korta dokumentbaserade undersökning saknas svaren på viktiga frågor som

- Var görs valet av underhållsmetod?
- Var görs avvägningen mellan investering och underhåll?
- Vad är slutprodukten? Både en plan och en planering produceras. Planeringen är ”osynliga” produkter som förbättringsförslag, bättre kunskap hos personal och inbyggt i avtal och processer.

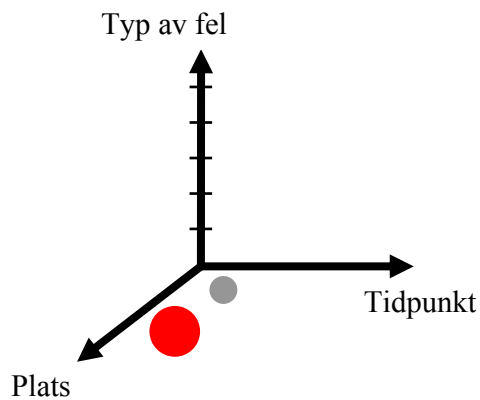
6 Punktlighet och underhåll kvantifierade

Hur hänger punktlighet och underhåll ihop? Vi diskuterar här sätt att kvantifiera en del av denna relation, nämligen sambandet mellan fel⁹ och opunktlighet.

6.1 Spårssystem och fel

Zhu (2001) beskriver händelser som påverkar punktligheten i tre dimensioner, se Figur 14. Notera att detta även återger känsligheten i tågtrafiksystemet (även inbegripet rullande materiel och gällande tidtabell).

⁹ Fel enligt definitionen (sidan 2) korrigeras med underhållsåtgärderna avhjälpande av fel eller åtgärdande av besiktning/anmärkningar A & V. Driftåtgärderna snöröjning och rengöring från löv är inte att betrakta som underhåll enligt SS-EN 13306, eftersom vi ser dessa som stödfunktioner.



Figur 14. Att beskriva punktlighetspåverkande händelser. Tidpunkt och plats är (i princip) kontinuerliga, typen av fel är diskret, t ex spårväxelfel. Förseningen som orsakas av en händelse illustreras av storlek och färg på dess sfär. (Inspirerat av Zhu, 2001.)

Med plats kan vi mena en viss punkt eller utsträckning, men plats kan även betyda typ av station eller linje.

6.2 Den operationsanalytiska skolan

Här ger vi exempel på tillämpningar av operationsanalys (operations research, OR) och simulering.

Carey & Carville (2000) ger ett exempel på huvudinriktning från disciplinerna driftsanalys och simulering, tillämpade på tågtrafikplanering. De simulerade en stor järnvägsstation, där de använde slumpvisa tågförseningar. En slutsats var att en försening för ett tåg orsakar många och korta förseningar för andra tåg genom att vara i vägen för dem, så kallade följd-förseningar (knock-on delay). Ett ytterligare resultat var att tillåta ett visst tåg att ankomma vid vilken plattform som helst, ger en stor punktlighetsförbättring.

OR-metoder, som används för planering av spårunderhåll, beskrivs av många författare (t ex Hesselfeld et al, 1996). Ferreira (1997) hävdar att sådan planering används ganska sällan trots sin potential.

Hantering av spårunderhåll till lägsta LCC (Life Cycle Cost; livscykelkostnad dvs kostnaden för produkten under hela dess livscykel från design till installation, drift och underhåll och kvittblivning, inkl kostnader i form av skador på människa och miljö) diskuteras av t ex Andersson (2002). Vi inser att om man sätter ett högt pris på opunktlighet så kan man sänka sin livscykelkostnad genom att höja driftsäkerheten.

Beslutsstödssystem som kan användas av trafikledare för att i realtid förutsäga resultatet av olika möjliga åtgärder beskrivs i Adamski & Turnau (1997). Systemen baseras på simulering.

Hansen (2001) undersökte effekterna av automatisk styrning, dvs förlösa tåg, på punktlighet. För att göra detta, insamlades trafikdata, som var exakta på sekunden, från tågtrafikledningssystem. För att veta när tåget verkligen nådde plattformen (inte bara kom in på stationens spårledning och därmed var inne på stationen) utförde han tågdynamiska beräkningar. Hansen drar slutsatsen att automatisk styrning skulle förbättra punktligheten.

Studier av hur fel påverkar spårkapaciteten, som i sin tur påverkar punktligheten, har hittats endast i några fall. Harris & Ramsey (1994) tror att deras artikel är den första som använder

nätverkssimulering för att beräkna passagerarpåverkan vid olika infrastrukturfel. Som mått använde de en GC (Generalized Cost) -modell för att beräkna generaliserad restid, inklusive kostnaden för upplevd trängsel. I denna studie av Londons tunnelbana såg de stora skillnader mellan effekter av fel. Emellertid har de inte utfört en fullständig kostnads/nyttö-analys, inte heller har de beaktat sannolikheterna för fel. Zhu (2001) använder en teknik som kallas "hybrid-Petri nät" för att modellera järnvägssystemet. Denna teknik tillåter beaktande av tågans dynamik och fel i rullande materiel och infrastruktur. Olika fel anges och mängden av förseningar beräknas genom simulering.

Higgins m fl (1995) undersöker vad som händer när det blir oförutsedda förseningar. De skiljer mellan spårrelaterade, tågrelaterade och terminal-/stationsrelaterade förseningar. Genom att utföra experiment där sannolikheterna för respektive försening ändras, får de ett stödsystem för beslut om investeringar. Vi påpekar att detta arbetssätt även kan användas för beslut om underhållsåtgärder, t ex hur hög nivå av förberedelse man ska ha beträffande en viss plats (var), teknikslag (rullande materiel, spår, elkraft,...) och tid på dygnet. Stationsrelaterade fel bör definieras som att stationens funktion som station har upphört, dvs att den inte är i stånd att tillåta möten, omkörningar eller att vagnar ställs åt sidan. För att det inte ska vara ett spårrelaterat fel, måste tåg kunna passera på huvud- eller sidotågspår.

Vi ser att OR och simulering är metoder kan användas till många olika problem, från att undersöka lämpligheten i olika strategier vid tågtrafikplanering till att undersöka konsekvenserna av en minskning av uttryckningstiderna vid felavhjälpning.

7 Slutsatser

Det finns inget allmänt erkänt sätt att ange punktlighet. En definition bör vara relativt utfört transportarbete. Man bör skilja mellan beskrivning av tågans punktlighet, konsekvenserna av opunktlighet och värdering. Man bör vara medveten om vilka värderingar man gör, t ex att räkna föreningsminuter till slutstation innebär en linjär värdering av förseningstidens längd. Terminologin för punktlighet är flytande, t ex definieras ordet regularitet olika.

Passagerarens/godsets punktlighet är det viktiga, men de flesta studier rör tågans punktlighet. Det kan bero på detta är lättare att mäta, att passagerarsiffror ofta måste bygga på uppskattningar eller att man vill hålla passagerarsiffror hemliga.

Kunder, trafikutövare och infrastrukturinnehavare behöver olika mått för att ange punktlighet. Den extra rullande materiel som behövs för att hålla igång vagn- och lokomlopp pga stor spridning i transporttid, är ett bättre mått på opunktlighetskostnader än skillnaden mellan tidtabell och verklig tid.

Vi har sett att värderingen av punktlighet, som kan skilja sig åt avsevärt mellan olika trafiksituationer och bedömare, spelar en stor roll för hur man ska prioritera mellan underhållsåtgärder och om man vill presentera punktlighet på ett enkelt sätt.

8 Fortsatt forskning

Illustrera hur olika punktlighetsdefinitioner slår på några verkliga fall.

Diskutera orsaker till bristande punktlighet, speciellt genom systematiska jämförelser av funktionssäkerhet av infrastruktur.

Referenser

- Ackermann, T. (1998): Die Bewertung der Pünktlichkeit als Qualitätsparameter im Schienenpersonenverkehr direkten Nutzenmessung. Forschungsarbeiten des Verkehrswissenschaftlichen Instituts an der Universität Stuttgart / Verkehrswissenschaftliches Institut; Bericht 21. Dissertation. Stuttgart 1998. ISBN 3-922203-21-3.
- Ahlm, N (2004): Uppföljningsmetoder inom underhållssektionen för indikering av planerad och genomförd tågtidtabell - Mätetal i planeringsprocessen. Banverket 2004.
- Algers, S. et al (1995): 1994 års tidsvärdestudie. Slutrapport, Del 1, Resultat. Transek AB, Solna.
- Al-Haimi, A. A. (1991): Airline Schedule Punctuality Management. Cranfield Institute of Technology, UK 1991.
- Andersson, M. (2002): Strategic railway track maintenance planning – state of the art. Kungl tekniska högskolan. Stockholm 2002. ISSN 1651-0216.
- Basu, K. & Weibull, J. W. (2002): Punctuality – A Cultural Trait as Equilibrium. IUI, The Research Institute of Industrial Economics. Working paper No. 582, 2002.
- BEST (2002): International Railway Benchmarking. Report of the Railway working group 5 June 2002. <http://www.besttransport.org/Conference05%5CBOB-rail-Hatch%20paper5b.PDF> (03-03-03)
- BOB (2003): FINAL REPORT. BOB RAILWAY CASE. BENCHMARKING PASSENGERTRANSPORT IN RAILWAYS. Submitted to: European Commission. Submitted by: NEA Transport research and training. Reference: R20020166/57346000/PHI/IFE. Rijswijk, The Netherlands, August 2003.
- Brislin, R. W. & Kim, E. S. (2003): Cultural diversity in people's understanding and uses of time. Applied psychology - an international review - Psychologie appliquee - revue internationale 52 (3): 363-382 Jul 2003. ISSN 0269-994X.
- BRNH 001.6: Banverket Norra Regionen. Så arbetar vi. Olika dokument daterade 2002-06-18 - 2004-05-12.
- BVF 826: Definition av begrepp inom banhållningsprocessen. Föreskrift, Banverket 2001-09-11.
- Carey, M. & Carville, S. (2000): Testing schedule performance and reliability for train stations. Journal of the operational research society.
- Dishon-Berkovits, M. & Koslowsky, M. (2002): Determinants of Employee Punctuality. Journal of Social Psychology. 142 (6): pp 723-739, dec 2002. Heldref Publications, Washington DC, USA.
- Doute, Reinhard. RFF, Frankrike. Personlig kommunikation (hösten 2003).
- Durgin, F. H. & Sternberg, S. (2002): The Time of Consciousness and Vice Versa. Consciousness and Cognition 11, 284–290 (2002).
- Eklund, K. (1996): Vår ekonomi: en introduktion till samhällsekonomin. Rabén Prisma: Tiden. Stockholm 1996.
- Eliasson, J. (2002): Förseningar, restidsosäkerhet och trängsel i samhällsekonomiska kalkyler. Transek AB, 2002.
- Eriksen, T. B. (2000): Tidens historia. Atlantis, Stockholm 2000. ISBN 91-7486-927-2.
- Espling, U. (2004): Ramverk för en drift- och underhållsstrategi ur ett regelstyrt infrastrukturperspektiv. Luleå tekniska univ., Lic.-avh. Luleå, 2004:45. Luleå 2004. ISSN 1402-1757.
- Ferreira, L. (1997): Planning Australian freight rail operations: an overview. Transportation Research, Part A: Policy and Practice, v 31, n 4, Jul, 1997, p 335-348. ISSN 0965-8564.
- Frankfort, H. et al (1949): Before Philosophy. Penguin Books, Harmondsworth 1949.
- Glicksohn, J. (2001): Temporal Cognition and the Phenomenology of Time: A Multiplicative Function for Apparent Duration. Consciousness and Cognition 10, 1-25 (2001).
- Gustafsson, I. et al (2002): Förbättrat informationsutbyte mellan Banverket och dess kunder. TFK Transportforschung GmbH, Hamburg 2002.
- Hansen, I. A. (2001): Improving railway punctuality by automatic piloting. IEEE Intelligent transportation systems conference proceedings Oakland (CA) USA August 25-29 2001.

- Harris, N.G. & Ramsey, B.H. (1994): Assessing the Effects of Railway Infrastructure Failure. *Journal of Operational Research Society*, Vol 45, No 6, pp 635-640, 1994.
- Hawking, S.W. (1978): Spacetime foam, *Nuclear Physics B*. Volume 144, Issues 2-3, 13 November-20 November 1978, pp 349-362.
- Hesselfeld, M. et al (1996): Management of railway operations during maintenance by computer-aided construction of timetables. *Computers in railways*. 1996.
- Higgins, A. et al (1995): Modelling delay risks associated with train schedules. *Transportation planning and Technology*, 1995, vol 19, pp 89-108.
- Hilferink, Pieter. Personlig kommunikation (04-02-16).
- Hollund, A. E. (2003): Vedlikeholdsoptimalisering på en Oljeplattform. Examensarbete. NTNU Norges teknisk-naturvitenskaplige universitet.
- Hughes et al (2003): *Understanding classical sociology – Marx Weber Durkheim*. Second ed. SAGE, London 2003. ISBN 0-7619-5467-8.
- IEC 300-3-3 Standard. Reliability of systems, equipment and components – Part 23: Guide to life cycle costing. 1996.
- Ishizu, T. (2001): Hitachi review 2001.
- Jensen, A. (1987): *Kombinerade transporter i Sverige: system, ekonomi och strategier*. Transportforskningsberedningen Stockholm; Handelshögskolan vid Göteborgs universitet, Göteborg; Liber distribution, Stockholm 1987.
- Kaplan & Norton (1996): *The balanced scorecard: translating strategy into action*. Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts c1996. ISBN 0-87584-651-3.
- Kuriyama, K. et al (2003): Circadian fluctuation of time perception in healthy human subjects. *Neuroscience Research* 46 (2003) 23-31.
- König, A. & Axhausen, K. W. (2002): *Verlässlichkeit als Entscheidungsvariable*. Arbeitsbericht 110. Verkehrs- und Raumplanung. ETH Swiss Federal Institute of Technology. Zurich 2002.
- Levine, R. & Norenzayan, A. (1999). The pace of life in 31 countries. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 30, 178–205.
- Lillrank, P. & Kostama, H. (2001): Product/process culture and change management in complex organizations. *International Journal of Technology Management*, Vol. 22, Nos. 1/2/3, 2001, pp 73-82.
- Luftfartsverket (2000:1): Delay analysis report at Swedish airports DARSA Arlanda år 2000. <http://www.lfv.se> (04-01-28)
- Luftfartsverket (2000:2): LURT Slutrapport med DARSA årsrapport 2000. <http://www.lfv.se> (04-01-28)
- Lumsden, K. (1998): *Logistikens grunder: teknisk logistik*. Studentlitteratur, Lund 1998. ISBN 91-44-00424-9.
- McLay, G.D. (2000): *Understanding the role of information in the passenger rail industry*. University of Southampton, 2000.
- Nyström, B. & Kumar, U. (2003): Analysis of train delay information. *Proceedings of the World congress on railway research 2003*. Edinburgh 2003. pp 253-261.
- Pachl, J. & White, T. (2003): *Efficiency Through Integrated Planning and Operation*. International Heavy Haul Association 2003 Specialist Technical Session. Implementation of Heavy Haul Technology for Network Efficiency. Dallas, Texas 5-9 maj 2003.
- Radio Free Europe / Radio Liberty (1997): <http://www.infoukes.com/rfe-ukraine/1997/1027.html> (2004-02-05)
- Richard, D.R. & Slane, S. (1990): Punctuality as a Personality Characteristic: Issues of Measurement. *Journal of Psychology*. 1990 Jul; Vol 124(4): pp 397-402.
- Rietveld, P. et al (2001): Coping with unreliability in public transport chains: A case study for Netherlands. *Transportation Research Part A* 35, 2001, pp 539-559.
- Rönnlund, J. (2002): *Visualisering av banarbeten med hjälp av ArcIMS*. Examensarbete 2002:068 HIP. Luleå tekniska universitet, 2002. ISSN 1404-5494.

- SAS (2003): SAS koncernens Årsredovisning 2002 & Miljöredovisning. SAS, Stockholm 2003.
- Shaw, J. (2001): Winning Territory. In: Thrift, N. J.(ed). TimeSpace: Geographies of Temporality. Routledge, Florence, KY, USA 2001.
- SIKA (2000): Ett tillgängligt transportsystem – Underlag om mål, mått och metoder. SIKA (Statens institut för kommunikationsanalys). Rapport från arbetsgrupp inom SIKAs måluppdrag.
- SIKA (2002:1): Uppföljning av de transportpolitiska målen. SIKA (Statens institut för kommunikationsanalys) Rapport 2002:3.
- SIKA (2002:2): Översyn av samhällsekonomiska metoder och kalkylvärden på transportområdet. SIKA (Statens institut för kommunikationsanalys) Rapport 2002:4.
- Skagestad, R. (2004): Kritiske prestasjonsindikatorer i jernbanedrift. Masteroppgave. NTNU Norges teknisk-naturvitenskaplige universitet, Trondheim 2004.
- Slagmolen, M.H. (1980): Train choice: measurement of the time-table-quality of rail services based on an analysis of train choice behaviour. Rotterdam 1980.
- Spendrups (1998, 2000, 2002): Spendrups årsredovisning. <http://www.spendrups.se> (04-01-27)
- SS-EN ISO 9001. Ledningssystem för kvalitet. SS-EN ISO 9001: krav. Standardiseringen i Sverige (SIS), Stockholm 2000.
- SS-EN 13306 Svensk standard. Underhåll – Terminologi. Maintenance terminology. SIS, Swedish Standards Institute, Stockholm 2001.
- Vatn, J. (2001): Track inspection: a systematic RAMS approach to choose best value for money. SINTEF. Trondheim, 2001.
- Whitrow, G. J. (1988): Time in history: the evolution of our general awareness of time and temporal perspective. Oxford Univ. Press. Oxford 1988. ISBN 0-19-215361-7.
- Wolczuk, K. (2001): The Moulding of Ukraine: The Constitutional Politics of State Formation. Central European University Press. Budapest 2001. ISBN 9639241253.
- Zhu, P. (2001): Betriebliche Leistung von Bahnsystemen unter Störungsbedingungen. TU Braunschweig, 2001. ISBN 3-18-346212-5.

Bilaga A: Dimensioner hos punktlighet

Här definierar vi punktlighet och besläktade termer. (Engelska termer står inom parentes.)

Definition. Med *läglig* (timely) menas att resan/transporten inträffar när det är lämpligt. ■

Anmärkning: Denna definition inbegriper avgångs- såväl som ankomsttider (och följaktligen restid). Tidtabellen och avvikelser från denna påverkar lägligheten. Sådana avvikelser kan anses dåliga av kunden (t ex för sen ankomst) eller bra (t ex en väntad avvikelse från tidtabellens avgångstid ger kortare tid för byte och följaktligen kortare total restid).

Definition. Med *läglighet* (timeliness) menas i hur stor utsträckning resan/transporten sker när det är lämpligt. ■

Anmärkning 1: man ska tala om vilken intressent (stakeholder) som avses när man talar om lägligheten, t ex *läglighet för kunden*.

Anmärkning 2: motsatsen, oläglighet, är ett mått på intressentens uteblivna nytta pga att resan/transporten inte sker när det är lämpligt.

Definition. Med *punktlig* (punctual) menas att en händelse äger rum vid överenskommen tidpunkt. ■

Anmärkning: När personer kommer överens om att mötas vid en viss tid, anser vi dem punktliga om alla dyker upp i tid. Med händelse menar vi alternativt att ett överenskommet läge har nåtts – t ex att huset är färdigmålat vid den överenskomna tidpunkten, eller att tåget har nått en viss plats vid den överenskomna tidpunkten. Att definiera punktlig på detta sätt lämnar värdet av punktlig odefinierat när överenskommelsen är oklar. Punktlig är en logisk variabel; en händelse är antingen punktlig eller inte punktlig. Motsatsen är *opunktlig*.

Definition. Med *punktlighet* (punctuality) menas i hur stor utsträckning en händelse äger rum vid överenskommen tidpunkt. En händelses punktlighet beskrivs med tupletter på formen <Intressent, Plats, Händelse, Överenskommen tid för händelsen, Tid för den inträffade händelsen>, där

Intressent → Passagerare | Godskund | Operatör | Underhållare av infrastruktur | Underhållare av rullande materiel

Plats → VilkenPlatsSomHelst

Händelse → Ankomst | Avgång | Passage av Passagerare | Gods | Tåg | Fordon

TidÖverenskommenFörHändelsen → DatumOchTid

TidInträffadFörHändelsen → DatumOchTid | Inställd

■

Anmärkning 1: Endast händelser (dvs tilldragelser vid ett tillfälle), inte kontinuerliga episoder (som sträcker sig över en tidsrymd), kan tillskrivas egenskapen punktlighet. Samma händelse kan beskrivas av flera tupletter, eftersom det kan finnas t ex flera intressenter till en given händelse. En kontinuerlig rörelse, t ex ett tåg som rör sig längs spåret, kan beskrivas till en del med ett ändligt antal punktlighetstupletter. Med passage menas att tåget passerar utan att stanna. Delvis inställda tåg beskrivs som Inställda för varje plats, eftersom det är icke-händelsen av ankomst eller avresa som beskrivs, inte handlingen att ställa in ett tåg. En

nackdel med ovanstående beskrivning är att den i allmänhet inte hanterar händelser som man önskar att de inte inträffade.

Anmärkning 2: motsatsen, opunktlighet, är i hur stor utsträckning en händelse inte äger rum, dvs ett mått på intressentens uteblivna nytta pga att resan/transporten inte sker när det är överenskommet.

Exempel. Två tupletter som beskriver två händelser som inträffar samtidigt:

<Passagerare Karlsson, Stockholm C, Ankomst av Passagerare Karlsson, 2004-03-12 13.00, 2004-03-12 13.02>

<Tågoperatör SJ, Stockholm C, Ankomst av tåg 70, 2004-03-12 13.00, 2004-03-12 13.02>

Tuplet-mängden $\langle _, _ \rangle$, Stockholm C, Ankomst av Tåg 70, $_, _ \rangle$ innehåller varje ankomst av tåg 70 till Stockholm C åtminstone en gång. Det innebär en tuplet för varje intressent av varje ankomst av tåg 70 till Stockholm C.

Ett viktigt beslut när man talar om punktlighet (och läglighet) är valet av *systemgränser*. Valet står mellan alternativen

- Passagerarnas/godsets punktlighet
 - Varje persons/varje styckegods punktlighet berörs. Den kan uppskattas t ex genom att man antar ett visst antal passagerare på en viss förbindelse. Systemgränsen är likafullt densamma.
- Vagnarnas punktlighet
 - Varje vagns punktlighet är inräknad. Tåg eller vagn kan beaktas. Den kan mätas för vissa förbindelser.
- Ett visst systems tillförlitlighet. Här beaktas (o)tillförlitlighetssiffror i ett system med betydelse för (o)punktlighet, t ex antalet fel i passagerarskyltar, fel på godsvagnar eller spårväxlar.

Vi har också att välja mellan att betrakta

- Intermodala transporter, dvs flera transportslag är inblandade i transportkedjan
- Unimodala transporter, dvs angående endast ett transportsätt, t ex tågtransport.

Ett annat val är mellan *diskret* och *kontinuerlig* punktlighet. Med diskret punktlighet menas, att en person (eller gods eller tåg) betraktas som antingen punktlig eller inte (dvs punktlig och punktighet är samma sak). Däremot tillåter den kontinuerliga att punktligheten beskrivs på ett kontinuerligt sätt. En diskret definition av punktighet definierar ett tröskelvärde (fem minuter är det vanligaste i Europa). Tåg som ankommer eller avgår senare än detta tröskelvärde från tabellen betraktas som opunktliga. Ett diskret punktlighetsschema skulle t ex säga att 90 % av tågen är punktliga till sin slutstation. Många scheman är en kombination av diskret och kontinuerlig, t ex den japanska en-minutströskeln (tåg mindre än en minut efter tabellen anses som punktliga; diskret komponent) och som adderar alla ”opunktlighetsminuter” (kontinuerlig komponent). Det kan finnas flera diskreta steg. (Eftersom de flesta järnvägar trunkerar eller avrundar punktlighetsdata till hela minuter är opunktlighetsmättet formellt sett diskret, inte kontinuerligt. För praktiska ändamål kan det dock i de flesta fall anses kontinuerligt.)

Ett annat val står mellan att ge ett *absolut* eller ett *relativt* mått på punktlighet. Här är kvantiteten av (o)punktighet satt i relation till produktionsvolymen (t ex antalet passagerare multiplicerat med schemalagd restid) respektive är inte satt i relation till produktionsvolymen. Exempelvis är andelen passagerare som anländer till sin destination inom 15 minuter efter tabelltid ett relativt mått beträffande antalet passagerare men ett absolut mått beträffande

restid. Summan av deras minuter efter tabellen är ett absolut mått både beträffande antalet passagerare och beträffande schemalagd restid.

Ett annat val gäller princip för *mätpunkter*: under resans gång (kontinuerligt eller vid vissa platser, t ex stationer), vid start och/eller destination. Vi beskriver nu hur ett val här kan ha olika konsekvenser beroende på valet av systemgränser. Beakta valet punktlighet vid destinationen. För en passagerare som reser från A till B är detta punktligheten vid ankomsten till B. För tåget som trafikerar sträckan A-B-C är ankomstpunktligheten en av tågets punktligheter på vägen och ankomsttiden vid C är tågets destinationspunktlighet. Om endast tågets destinationspunktlighet registreras, är det omöjligt att ange passagerarens.

Värdering (assessment) av punktlighet. Det finns flera alternativa värderingsprinciper när det gäller (o)punktlighet. Den princip som väljs är inte alltid uttalad. Genom att t ex välja att mäta det totala antalet förseningsminuter för passagerare, görs den underförstådda värderingen att varje förseningsminut för varje passagerare är lika viktig. Valet av värderingsprincip är delvis en följd av de val som tidigare nämnts, såsom man kan se av följande exempel. Punktligheten betraktas såsom andelen passagerare som anländer inom 15 minuter efter tabellen. Detta innebär systemgräns kund, diskret punktlighet och relativ punktlighet. Beroende på valet att ha diskret punktlighet, är värderingen av tid per passagerare icke-linjär (eftersom man inte tar hänsyn till opunktlighet på mer än 15 minuter per passagerare) men linjär mot antalet passagerare (tom proportionell). Därför kan valet av värderingsfunktion klassificeras som

- Linjär mot opunktlighetstid eller
- Icke-linjär mot opunktlighetstid

och

- Linjär mot de människor (det gods) som påverkats eller
- Icke-linjär mot de människor (det gods) som påverkats.

Ett annat val av värderingsprincip är om man ska ge olika värden till

- Oförutsedd opunktlighet och
- Förutsedd opunktlighet

Ett skäl att värdera den förra högre är att sådana störningar är svårare för passagerare/godsintressenter att hantera. Ett argument mot detta är att notoriskt opunktliga operatörer klarar sig bättre från en given störning än vanligen punktliga operatörer (åtminstone i relativ bemärkelse). Det extrema i förutsedd opunktlighet är naturligtvis att

- förlänga den schemalagda restiden

för att handskas med osäkra faktorer beträffande restid.

Den totala kostnaden för restid och opunktlig tid skulle kunna minimeras när man vet deras respektive kostnader, t ex för varje timme. Emellertid kan en sådan minimering även ta med risken att bli försenad i beräkningen, eftersom det inte är självklart att en säker försening på 1 minut värderas lika som 50% sannolikhet att bli 2 minuter försenad. Därför är *risktagandeprofilen* viktig.

Ett annat val är vems kostnader man ska värdera, t ex

- Kundens
- Tågoperatörens
- Infrastrukturinnehavarens
- Samhällsekonomiska kostnader

Värderingen av *inställda* eller *delvis inställda* tåg är en svår fråga och behandlas inte här. Den är komplicerad bla pga att skadan (eller den minskade nyttan) för kunden beror av vilka transportmöjligheter som finns där han kliver av.

Vi avstår från att definiera ordet regularitet. Detta eftersom ordet har vitt skilda innebörder för olika transportintressenter och därmed kan ge upphov till missförstånd.

Många av definitionerna så långt har antagit existensen av en given tågtidtabell. Emellertid är tågtrafikprocessens kapabilitet, dvs hur litet restiderna varierar, viktiga indata för tågtrafikplanerare. Den kan också vara viktig för t ex passagerare. Vi ger endast ett enkelt exempel på mått på denna *gångtidsvariation*:
Standardavvikelse av transporttid / Transportsträcka.