



Tidtabellsmodell järnvägstrafik

Inledning

En excelbaserad modell används för hantering av samband mellan trafikmängd, kapacitetsberäkning och tidtabellstider. Modellen skapar indata till Sampers i form av prognostidtabeller och till Samgods i form av kapacitetsutnyttjande. Via tidtabellsmodellen skapas interaktion mellan person- och godstågsprognoserna.

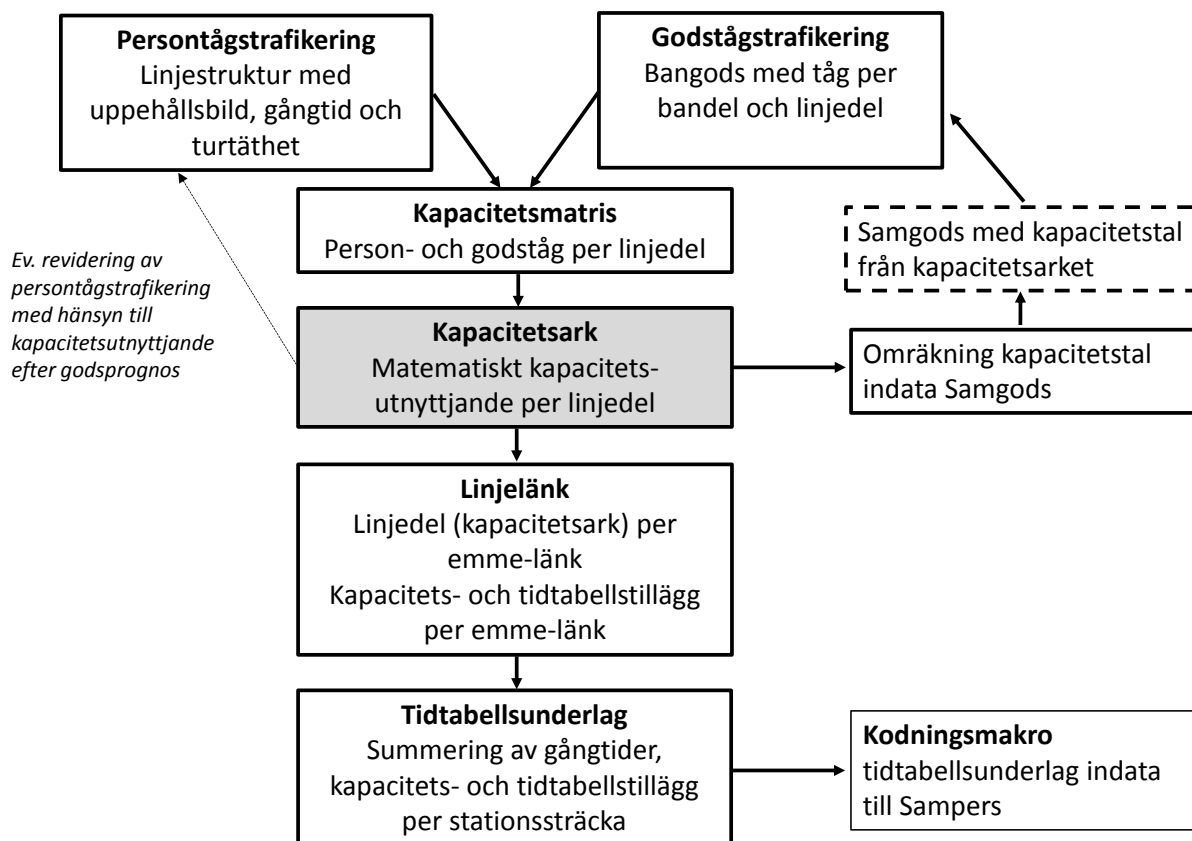
I modellen används indata i form av trafikering (tåglinjer med angiven uppehållsbild och antal avgångar), godstrafik presenterad i form av Bangods, gångtider för persontågen, matematiska kapacitetsberäkningar enligt kapacitetsarket samt linjekodning av persontrafik i emme. Det krävs således ett samarbete mellan trafikanalytiker, kapacitetsanalytiker samt trafikeringsexperter för att modellen ska fungera och resultera i tidtabeller för persontågen som indata till Sampers.

Modellen finns i två varianter med två olika syften. Den första varianten används då tidtabeller i ett utredningsalternativ skapas. Det är denna variant som presenteras nedan. Den andra varianten används för att finjustera utbudet med hjälp av beräkning av samhällsekonomiska effekter vid förändrat turintervall för persontågen alternativt förändrat antal godståg och de förändrade tidtabellstider som följer av detta. Beräkningen görs för både person- och godstrafik. Denna variant utgår från ett färdigt prognosscenario och förutsätter en prognostidtabell och resultat från Sampers/Samkalk (linjeanalys och linjelänk (antal resor per länk samt avstigande per nod)) samt en godsprognos presenterad i form av Bangods.

Beskrivning av modellstruktur

Centralt i konstruktionen av tidtabeller är kapacitetsarket. Detta är uppbyggt på linjedelar som består av geografiska sträckor av järnvägsnätet. Indelningen av järnvägsnätet i linjedelar följer trafikens och infrastrukturens egenskaper.

I figuren nedan redovisas översiktligt de delar som ingår i modellen och pilarna visar kopplingen mellan dessa.



Figur 1: Tidtabellsmodellen

Arbetsprocess för att ta fram ett konsistent prognosscenario

Ett prognosscenario som är konsistent innebär att både persontåg och godståg beaktas och inverkar på varandra. Arbetsprocessen ser i normalfallet ut enligt följande:

Persontågstrafikering

Persontågstrafikeringen utgör grunden för konstruktion av prognostidtabeller. Arbetet med att ta fram persontågstrafikeringen förutsätter stor branschkunskap och kontakter med trafikutövare och regionala trafikhuvudmän. Dessutom krävs detaljerad kunskap om järnvägsinfrastrukturen vid prognosåret. Det är väsentligt att lyfta fram vikten av detta arbete eftersom det påverkar alla prognoser som görs av Trafikverket samt utfallet av samhällsekonomiska analyser som baseras på dessa prognoser.

I detta första skede anges, för varje persontågslinje, vilken sträcka som trafikeras, stationer med uppehåll samt antal avgångar per dygn och i högtrafik. I figuren nedan visas den exakta formen på redovisning av persontågstrafikeringen.

Linjenr	Linjesträckning	Stn med uppehåll	Gångtid; tim:mn:sek	Uppehålls- tid minuter	dbt	ht	nodnr
10401	Kristianstad-MalmöHyllie	Kristianstads central	00:00:00	00:00:00	20	2	3400
10401	Kristianstad-MalmöHyllie	Önnestad	00:05:30	00:00:00	20	2	3409
10401	Kristianstad-MalmöHyllie	Vinslöv	00:04:30	00:01:00	20	2	3504
10401	Kristianstad-MalmöHyllie	Hässleholm	00:08:40	00:02:00	20	2	3500
10401	Kristianstad-MalmöHyllie	Sösådal	00:07:24	00:00:00	20	2	3508
10401	Kristianstad-MalmöHyllie	Tjörnarps	00:03:07	00:00:00	20	2	3509
10401	Kristianstad-MalmöHyllie	Höör	00:04:39	00:01:00	20	2	4001
10401	Kristianstad-MalmöHyllie	Lund C	00:15:00	00:02:00	20	2	3801
10401	Kristianstad-MalmöHyllie	Klostergården	00:02:00	00:00:00	20	2	3804
10401	Kristianstad-MalmöHyllie	Hjärup	00:03:22	00:00:00	20	2	3821
10401	Kristianstad-MalmöHyllie	Åkarps norra	00:02:01	00:01:00	20	2	3812
10401	Kristianstad-MalmöHyllie	Burlöv	00:01:58	00:00:00	20	2	3853
10401	Kristianstad-MalmöHyllie	Malmö central	00:04:06	00:02:00	20	2	3800
10401	Kristianstad-MalmöHyllie	Triangeln	00:02:07	00:01:00	20	2	9037
10401	Kristianstad-MalmöHyllie	Hyllie	00:02:36	00:00:00	20	2	9038

Nodnummer hämtas via en nyckel som ingår i modellen och behöver därför itne anges.

Ansvarig trafikering: PLnpp

Ansvarig gångtider: PLek

Linjesammanställning persontågstrafikering

Utifrån punkt 1 ovan görs en linjesammanställning enligt följande

Linjenr	Linjesträckning	Veh.type	Kap.typ	Mode	dbt./d	ht
3001	Kiruna-Riksgränsen	1	Ö	j	1	1
3002	Kiruna-Luleå	1	Ö	j	5	1
3003	Kiruna-Umeå	1	Ö	j	1	-
4001	Holmsund-Vännäs	1	L	j	10	2
4101	Sthlm-Sundsvall-Umeå	2	S	k	4	1
4103	Stockholm-Sundsvall	2	S	k	8	1

Den information som anges på linjenivå är Vehicle type och Kapacitetstågstyp. Den senare består i att klassificera tåglinje som S=Snabbtåg, Ö=Övriga persontåg eller L=Lokaltåg. Övrig information hämtas automatiskt från andra flikar i modellen.

Ansvarig: PLet (Kapacitetstågstyp från PLek)

Preliminär godstågstrafikering

Godstågstrafikering preliminär utgörs av ett befintligt prognosscenario som "liknar" det som ska analyseras. Oftast rör det sig om gällande Basprognos. Denna redovisas i form av Bangods, det vill säga en sammanställning av antal tåg och transporterad volym per bandel. Syftet med att lägga in denna godstågstrafikering är att se till att den tänkta persontågstrafikeringen enligt ovan inte är för omfattande i förhållande till godstågstrafiken. Detta framgår då person- och godstågen ställs samman i kapacitetsarket.

Ansvarig: PLet

Nätutläggning persontrafik exkl. restider (linjelänk)

Utifrån trafikeringen enligt punkt 1 görs en första nätutläggning som presenteras i form av en så kallad linjelänk. Denna används för tre olika ändamål; 1) kontrollera att tågen går rätt väg i de fall det finns flera möjliga vägar mellan stationerna, 2) underlag för punkt 5 nedan, fördelning av tågen per linjedel i kapacitetsmatrisen samt 3) bas för beräkning av kapacitetspåslag och tidtabellstillägg.

Ansvarig: PLet

Kapacitetsmatris

För beräkning av kapacitetsutnyttjandet behövs en sammanställning av antal tåg per linjedel så som järnvägsnätet är klassificerat i enligt kapacitetsarket. Här ska tågen vara indelade i S=Snabbtåg, Ö=Övriga persontåg, L=Lokaltåg samt Godståg. Här används således den information som anges enligt punkt 2 ovan. Kapacitetsmatrisen är en hjälp för att fördela persontågen på kapacitetsarkets linjedelar. Till kapacitetsmatrisen hämtas uppgifter om kapacitetstågtyp samt antal dubbelturer per dygn för persontåg från linjesammanställningen. För godstågstrafiken sker överföringen från Bangods där varje bangodssträcka har tilldelats ett linjedelsnummer. Godstågen redovisas här i form av enkelturer per dygn.

Rent konkret innebär kapacitetsmatrisen en matris med kapacitetsarkets linjedelar på raderna och persontågslinjerna i kolumnerna. De linjedelar som trafikeras av en persontågslinje markeras med "1". Här kan nätutläggningen enligt punkt 4 ovan vara till hjälp.

Ansvarig: Alla

Kapacitetsark

Från kapacitetsmatrisen hämtas person- och godståg per linjedel till kapacitetsarket där antal spår (dubbel- respektive enkelspår) beaktas. På linjedelar med dubbelspår ska trafiken anges som dubbelturer och på enkelspår som enkelturer. I modellen ligger en omräkning av antalet tåg från kapacitetsmatrisen med hänsyn till detta. I kapacitetsarket beräknas matematiskt kapacitetsutnyttjande per linjedel för den föreslagna persontågstrafikeringen och den preliminära godstågstrafikeringen. I det här skedet finns en möjlighet att justera persontågstrafikeringen.

Ansvarig: PLeK

Indata till Samgods

Kapacitetsutnyttjandet från steg 6 ovan används som grund för att skapa indata till Samgods. I kapacitetsindata till Samgods beaktas den kapacitet som "finns kvar" till godstrafik baserat på den tänkta persontågstrafikeringen.

Ansvarig: PLet

Slutlig godstågstrafikering

Samgodsprognosen bryts ned till en bangodstabell som läggs in i tidtabellsmodellen som slutlig godstrafikering. Härmed erhålls nya godstågsantal per linjedel i kapacitetsarket.

Ansvarig: PLet

Slutligt kapacitetsark

I detta skede krävs en översyn av kapacitetsberäkningarna, i synnerhet om den slutliga godstågstrafikeringen innebär omfattande förändringar. I samtliga fall ska dock en verifiering av kapacitetsberäkningarna göras.

I detta skede görs vid behov justeringar av persontrafikutbudet med hänsyn till det beräknade matematiska kapacitetsutnyttjandet som den prognosticerade godstågstrafikeringen resulterar i. Om detta föranleder stora förändringar av persontågstrafikeringen bör det övervägas om en reviderad godsprognos bör göras.

Ansvarig: PLek och Plet

Beräkning av tidspåslag

Prognostidtabeller för persontågen består av gångtid per stationssträcka och trafikeringlinje (punkt 1 ovan) samt tidspåslag utöver gångtiden. Tidspåslagen består dels av ett kapacitetstillägg som är en funktion av avstånd och det beräknade kapacitetsutnyttjandet enligt punkt 9 ovan samt om det är enkel- eller dubbelspår på sträckan, dels av ett helt avståndsberoende tidtabellstillägg. De parametervärden för tidspåslag som används redovisas i tabell 1 nedan.

Tabell 1: Kapacitetstillägg och tidtabellstillägg

Tågtyp	Vehicle type Sampers	Tidtabells- tillägg	Dubbelspår		Enkelspår		Nodtillägg
		γ	α	β	α	β	
Intercity	1	0,30	4,30	2,00	2,15	0,60	
Snabbtåg	2	0,30	4,00	2,00	2,00	0,60	
Snabbtåg stambanor	2	0,10	3,20	2,00	1,60	0,60	
Regionaltåg	15	0,30	4,00	2,00	2,00	0,60	
Natttåg	16	0,30	4,00	2,00	2,00	0,60	00:05:00
Dieseltåg	17	0,30	4,00	2,00	2,00	0,60	
Pendeltåg storstäder	18	0,30	4,00	2,00	2,00	0,60	00:00:15
Höghastighetståg	3	0,10	3,20	2,00	1,60	0,60	
Snabba regionaltåg	4	0,10	4,00	2,00	2,00	0,60	
Godståg			4,00	2,00	2,58	0,28	

$Kapacitetsstillägg, \text{minuter} = (\text{konsumerad kapacitet} \cdot \alpha_i - \beta_i) \cdot \text{avstånd mil}$

$i = \text{enkelspår, dubbelspår}$

$Tidtabellstillägg, \text{minuter} = \gamma \cdot \text{avstånd mil}$

Eftersom tidstilläggen inte kan vara negativa finns det en minsta konsumerad kapacitet för respektive spårtyp som tidspåslagen beräknas för. Dessa beräknas helt enkelt som $\alpha i / \beta i$. Då den konsumerade kapaciteten är mindre än "Min.kap" är således kapacitetstilläggen lika med noll.

Utöver tidspåslag för begränsad kapacitet krävs också ett tidstillägg som enbart är proportionellt mot körd sträcka, det vill säga oberoende av banans kapacitet. Tidstillägget för körd sträcka motsvarar dels ett tillägg på grund av att gångtiden beräknas med ideal tågförare, dels ett kvalitetstillägg.

I tabellen ovan redovisas också ett nodtillägg för nattåg och pendeltåg i storstäder. Syftet med nodtilläggen är att åstadkomma en överensstämmelse mellan modellberäknade och verkliga tidtabellstider för basåret utan att göra modellen för känslig för förändringar i kapacitetsutnyttjandet.

Med hjälp av en nyckel mellan emme-länkar (linjelänk) och linjedelar (kapacitetsarket) hämtas det beräknade kapacitetsutnyttjandet från kapacitetsarket (punkt 9 ovan) samt uppgifter om enkel- eller dubbelspår till den utlagda tågtrafiken enligt Linjelänk. Baserat på denna information och med hjälp av avstånd i Linjelänk beräknas de båda tidspåslagen för varje linje och länk.

Tidtabellsunderlag

I detta näst sista steg summeras gångtider och de båda tidspåslagen per linje och stationssträcka. Denna information förs tillbaka till linjesammanställningen ovan.

Kodningsmakro

Ett kodningsmakro körs där tidtabellsunderlaget enligt ovan kodas till emme-format för inläsning i Sampers.

Resursåtgång

I de fall samtliga steg ska genomföras är processen långt utdragen i tiden eftersom de flesta steg bygger på att det föregående är genomfört. Som tumregel kan 6-8 veckor användas som riktmärke vid tidsplanering. Detta gäller fram till punkt 12 ovan, det vill säga då indata till Sampers i form av en kodningsbar tidtabell skapas.

Optimering av trafikutbud

Som beskrivs ovan finns ytterligare en variant av modellen där finjusteringar av prognostrafikeringen kan analyseras. Detta bygger på att ett prognosscenario tagits fram enligt metoden ovan samt har körts med Sampers/Samkalk. I denna modellvariant beräknas samhällsekonomiska effekter, i form av konsument- och producentöverskott, av turtäthetsförändringar för persontågen alternativt trafikförändringar av godstrafiken som innebär förändrat kapacitetsutnyttjande och därmed förändrade tidtabellstider respektive ändrade tidtabellspåslag för samtliga tåg. På detta sätt är det möjligt att hitta förändringar av prognostrafikeringen som ger en större samhällsekonomisk eller företagsekonomisk nytta jämfört med den ursprungliga. Det bör dock poängteras att de formler för kapacitetsberäkning som används endast gäller inom ett relativt smalt



intervall för trafikförändringar. Om analysen med denna modellvariant visar att ändringar av trafikutbudet ger positiva samhällsekonomiska effekter ska Kapacitetscenter tillfrågas innan den slutliga nya tidtabellen kan fastställas. Vid konstruktion av denna nya tidtabell återgår man till den första modellvarianten.