



Samlad effektbedömning av förslag till nationell plan och länsplaner för transportsystemet 2018–2029

PM Förändrad förseningstid persontåg Åtgärdsplan 2018-2029

Förändrad förseningstid persontåg Åtgärdsplan 2018-2029

1. Inledning

De infrastrukturinvesteringar som ingår i förslaget till nationell plan 2018-2029, och som därmed utgör systemanalysens utredningsalternativ, innebär ett tillskott av kapacitet till järnvägsnätet. De tågförseningar som beror av begränsad kapacitet kan därför komma att minska. Effektsamband för förseningar i form av enklare korrelationssamband har tagits fram under 2016. Från och med 1 april 2018 är dessa effektsamband godkända för regelmässig användning i samhällsekonomiska analyser. För närvarande kan dock dessa enbart användas i form av känslighetsanalyser.

I bilaga 1 beskrivs den modell som skattats för beräkning av förseningar. Hur modellen tillämpas i analyser beskrivs i bilaga 2. I avsnitt 2 nedan redovisas beräknade effekter av förändrade förseningar för persontågstrafiken till följd av de åtgärder som ingår i förslaget till nationell plan. I avsnitt 3 redovisas beräknade nuvärden av förändrad förseningstid samt hur detta påverkar den totala systemkalkylen.

2. Beräkningar av förändrade förseningar för persontrafik i Systemkalkyl Åtgärdsplan 2018-2029

Ett tåg kan vara mer eller mindre försenat längs sin sträckning. Som framgår av bilaga 1 och 2 beräknas förväntad förseningstid vid varje station längs varje tåglinjes sträckning. För resenären beräknas och värderas förseningstiden vid den station där resenären stiger av. Även fordonskostnaden för tågdrift påverkas om tåget är försenat. Här är det dock förseningen vid ändpunktsstationen som är relevant.

I tabell 1 och 2 redovisas antal avstigande per tågtyp i JA och UA. I tabell 9 och 10 redovisas genomsnittlig förseningstid per resärende och tågtyp. Den genomsnittliga förseningstiden beräknas genom en summering över samtliga noder per tågtyp och resärende.

Tabell 1: Antal avstigande, 1000-tal per år, JA

Tågtyp	Långväga tjänsteresor	Långväga privatresor	Regionala tjänsteresor	Regionala privatresor	Regionala arbetsresor	Totalt
Interregiotåg	9 176	31 466	5 247	57 707	48 621	152 217
Snabbtåg	1 091	3 768	0	0	0	4 859
Snabbtåg stambanor	2 848	10 888	0	0	0	13 737
Pendel/regionaltåg	984	5 347	2 012	34 084	19 455	61 882
Natttåg	95	571	13	156	170	1 005
Dieseltåg	535	2 346	95	1 736	536	5 248
Pendeltåg storstäder	0	0	3 873	53 502	60 944	118 320
Höghastighetståg	0	0	0	0	0	0
Snabba regionaltåg	0	0	0	0	0	0
SUMMA	14 729	54 387	11 241	147 185	129 726	357 268

Tabell 2: Antal avstigande, 1000-tal per år, UA

Tågtyp	Långväga tjänsteresor	Långväga privatresor	Regionala tjänsteresor	Regionala privatresor	Regionala arbetsresor	Totalt
Interregiotåg	9 338	32 246	5 391	59 178	50 006	156 159
Snabbtåg	1 318	4 197	0	0	0	5 515
Snabbtåg stambanor	3 525	13 926	0	0	0	17 450
Pendel/regionaltåg	1 486	6 024	2 122	36 757	20 647	67 036
Natttåg	80	514	15	162	213	984
Dieseltåg	617	2 683	102	1 890	571	5 864
Pendeltåg storstäder	0	0	3 826	53 467	60 129	117 422
Höghastighetståg	0	0	0	0	0	0
Snabba regionaltåg	0	0	0	0	0	0
SUMMA	16 364	59 588	11 457	151 455	131 566	370 429

Totala förseningar i respektive scenario beräknas genom att antal avstigande per tåglinje på varje station där tåget gör uppehåll multiplicerat med förväntat antal förseningsminuter med aktuell tåglinje på samma station. Dessa beräknade förseningar summeras därefter över tågtyper samt över hela trafikeringen. Genomsnittlig försening

per avstigande beräknas därefter som totala antalet beräknade förseningsminuter dividerat med totala antalet avstigande per tågtyp och ärende.

Tabell 3: Genomsnittlig förseningstid JA, minuter per avstigande

Tågtyp	Långväga tjänsteresor	Långväga privatresor	Regionala tjänsteresor	Regionala privatresor	Regionala arbetsresor	Totalt
Interregiotåg	2,56	2,79	2,07	2,08	2,06	2,25
Snabbtåg	5,11	5,51				5,42
Snabbtåg stambanor	5,04	5,18				5,15
Pendel/regionaltåg	1,75	1,80	1,68	1,66	1,63	1,66
Nattåg	10,12	11,59	7,95	8,14	8,22	10,30
Dieseltåg	2,19	2,34	2,16	2,14	2,16	2,24
Pendeltåg storstäder			1,22	1,21	1,21	1,21
Höghastighetståg						
Snabba regionaltåg						
SUMMA	3,21	3,43	1,71	1,67	1,60	1,98

Tabell 4: Genomsnittlig förseningstid UA, minuter per avstigande

Tågtyp	Långväga tjänsteresor	Långväga privatresor	Regionala tjänsteresor	Regionala privatresor	Regionala arbetsresor	Totalt
Interregiotåg	2,59	2,79	2,17	2,20	2,15	2,33
Snabbtåg	4,96	5,46	0,00	0,00	0,00	5,34
Snabbtåg stambanor	4,57	4,41	0,00	0,00	0,00	4,44
Pendel/regionaltåg	1,59	1,75	1,70	1,68	1,66	1,68
Nattåg	9,80	11,39	9,78	9,10	10,38	10,64
Dieseltåg	2,20	2,34	2,18	2,15	2,18	2,25
Pendeltåg storstäder	0,00	0,00	1,21	1,20	1,20	1,20
Höghastighetståg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Snabba regionaltåg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SUMMA	3,14	3,31	1,77	1,73	1,65	2,02

Tabell 5: Skillnad genomsnittlig förseningstid UA-JA, minuter per avstigande

Tågtyp	Långväga tjänsteresor	Långväga privatresor	Regionala tjänsteresor	Regionala privatresor	Regionala arbetsresor	Totalt
Interregiotåg	0,02	0,01	0,10	0,12	0,09	0,08
Snabbtåg	-0,16	-0,05				-0,08
Snabbtåg stambanor	-0,47	-0,77				-0,71
Pendel/regionaltåg	-0,16	-0,04	0,02	0,01	0,03	0,01
Natttåg	-0,32	-0,20	1,83	0,96	2,16	0,34
Dieseltåg	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01
Pendeltåg storstäder			-0,01	0,00	-0,01	-0,01
Höghastighetståg						
Snabba regionaltåg						
SUMMA	-0,08	-0,12	0,06	0,05	0,05	0,04

I tabell 6 visas förändrat antal förseningstimmar och i tabell 7 redovisas den samhällsekonomiska värderingen av de förändrade förseningstimmarna. I tabell 8 redovisas förseningstidsvärden, kronor per timme, enligt ASEK 6.

Tabell 6: Förändrad förseningstid, persontimmar per år, avstigande i UA

Tågtyp	Långväga tjänsteresor	Långväga privatresor	Regionala tjänsteresor	Regionala privatresor	Regionala arbetsresor	Totalt
Interregiotåg	3 671	4 132	9 290	117 856	74 226	208 105
Snabbtåg	-3 438	-3 745	0	0	0	-7 716
Snabbtåg stambanor	-27 753	-179 240	0	0	0	-206 782
Pendel/regionaltåg	-3 843	-4 405	655	8 962	11 942	14 656
Natttåg	-430	-1 733	468	2 592	7 645	5 581
Dieseltåg	141	-95	22	271	157	705
Pendeltåg storstäder	0	0	-491	-4 286	-6 897	-11 672
Höghastighetståg	0	0	0	0	0	0
Snabba regionaltåg	0	0	0	0	0	0
SUMMA	-31 652	-185 086	9 944	125 394	87 073	2 878

Tabell 7: Värdering förändrade förseningar, miljoner kronor per år, prognosår 2040

Tågtyp	Långväga tjänsteresor	Långväga privatresor	Regionala tjänsteresor	Regionala privatresor	Regionala arbetsresor	Totalt
Interregiotåg	5,0	1,7	12,7	34,5	28,2	82,0
Snabbtåg	-4,7	-1,5	0,0	0,0	0,0	-6,2
Snabbtåg stambanor	-37,8	-72,1	0,0	0,0	0,0	-110,0
Pendel/regionaltåg	-5,2	-1,8	0,9	2,6	4,5	1,0
Natttåg	-0,6	-0,7	0,6	0,8	2,9	3,0
Dieseltåg	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,3
Pendeltåg storstäder	0,0	0,0	-0,7	-1,3	-2,6	-4,5
Höghastighetståg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Snabba regionaltåg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SUMMA	-43,1	-74,5	13,6	36,7	33,1	-34,3

Tabell 8: Värdering förseningstid, kronor per timme prognosår 2040

	Långväga tjänsteresor	Långväga privatresor	Regionala tjänsteresor	Regionala privatresor	Regionala arbetsresor	Totalt
Kronor per timme	1363	402	1363	292	380	

Även fordonskostnaderna påverkas av förseningstiden. Denna beräknas totalt för JA och UA. I tabell 9 nedan sammanfattas beräknade förseningar per tåg i JA och UA. Observera att för beräkning av fordonskostnader är det försening vid slutstation som är relevant.

Tabell 9: Genomsnittlig försening per tåg vid slutstation samt fordonskostnader pga. förseningstid

Tågtyp	Minuter per tåg JA	Minuter per tåg UA	FOKO, MSEK JA	FOKO, MSEK UA
Interregiotåg	5,43	5,74	77	77
Snabbtåg	11,90	11,55	12	15
Snabbtåg stambanor	10,28	9,19	35	36
Pendel/regionaltåg	3,55	3,87	16	16
Nattåg	28,57	28,48	3	3
Dieseltåg	4,53	4,67	5	5
Pendeltåg storstäder	2,87	2,84	14	14
Höghastighetståg	0,00	0,00	0	0
Snabba regionaltåg	0,00	0,00	0	0
SUMMA	4,89	5,12	162	165

3. Nuvärdeberäkning och rätt kalkyltecken

Nedan redovisas värdet av de förändrade förseningarna i form av nuvärden över kalkylperioden med rätt kalkyltecken, det vill säga en minskad försening, vilket redovisas med ett negativt tecken i tabellerna ovan, är en positiv effekt och vice versa.

Tabell 10: Samhällsekonomiska effekter av förändrade förseningar UA-JA

	MSEK år 2040	Nuvärde, MSEK
Förändrad förseningstid resande	34	873
Förändrad fordonskostnad persontåg	-3	-74
SUMMA	31	798

Som beskrivs inledningsvis hanteras beräkningar av förändrade förseningar som en känslighetsanalys. Värdet av förändrade förseningar utgör därvid ett tillägg till systemkalkylen.

4. Diskussion

Som framgår av effektredovisningen ovan påverkas förväntade förseningar för persontågen och resenärerna endast i mycket liten omfattning, trots relativt omfattande kapacitetsförstärkande åtgärder ingår i Åtgärdsplanen. För vissa tågtyper ökar förväntade förseningar och för andra minskar de något. Den viktigaste förklaringen är att både person- och godstågstrafiken ökar i UA varför kapacitetsutnyttjandet inte minskar i någon större omfattning, på vissa sträckor sker till och med en ökning.

Ärendenummer
TRV 2017/34205

PM

Dokumentdatum
2018-01-31
Sidor
7(12)



TRAFIKVERKET

Bilaga 1

Datamaterial och modeller för förväntade förseningar

Information för att estimeras förseningsmodellerna har hämtats från ett befintligt uttag från LUPP vilket innehåller samtliga tågrörelser i Sverige under år 2013. Indelningen i olika tågtyper är relativt grov i detta material och här använder vi uppgifter för resandetåg och godståg. Ankomstförsening mäts som skillnaden mellan planerad och uppmätt ankomsttid för varje tåg och ankomstplats. Datamaterialet från LUPP har kompletterats med uppgifter om kapacitetsutnyttjande ett genomsnittligt dygn på sträckan mellan var och en av avgångs- respektive ankomstplatserna, avstånd mellan desamma och uppgift om sträckan avser enkel- eller dubbelspår. Detta innebär att vi mellan den första avgångsplatsen och varje efterföljande ankomstplats har kunnat beräkna: (i) ett viktat genomsnitt för kapacitetsutnyttjande för den tillryggalagda sträckan, (ii) den tillryggalagda sträckans avstånd och (iii) andel enkelspår på den tillryggalagda sträckan. För varje ankomstplats använder vi även uppgift om tåget gör uppehåll eller inte. Dessa uppgifter finns tillgängliga i Trafikverkets prognosmodeller i den s.k. "linje-länktabellen" vilket gör det möjligt att använda uppgifterna för att prognosticera ett väntevärde för antalet förseningsminuter per tåg i jämförelsealternativ (JA) respektive utredningsalternativ (UA). Tabellen innehåller även uppgifter om prognosticerat antal avstigande passagerare i JA respektive UA.

Förseningssambandet för resandetåg respektive godståg består av två modeller, varav den första avser en sannolikhetsberäkning för att ett tåg är försenat och det andra avser det betingade väntevärdet för antal förseningsminuter då tåget är försenat. Det har alltså tagits fram två separata samband för person- respektive godstågstrafik som endast skiljer sig åt vad gäller estimerade parametervärden.

Tabell 1. Beskrivande statistik för resandetåg

Variabel	Medelvärde	Standardavvikelse
Försenat ($Y=1$)	0,42	0,49
Förseningsminuter	6,07	14,73
Avstånd	105,00	142,58
Enkelspårsandel	0,28	0,40
Kapacitetstal	0,59	0,18
januari	0,09	0,28
februari	0,08	0,27
mars	0,09	0,28
april	0,09	0,28
maj	0,08	0,28
juni	0,08	0,27
juli	0,08	0,27
augusti	0,08	0,28
september	0,08	0,28
oktober	0,09	0,28
november	0,08	0,28
december	0,08	0,28
Antal observationer	16 904 575	

I Tabell 1 redovisas en del beskrivande statistik för det material som använts för att estimeras förseningssambanden för resandetåg. En observation i materialet avser alltså ett tåg som framförts på en viss sträcka. Därmed innehåller tabellen dels uppgifter som har att göra med tåget (om det är försenat och hur många minuter det i så fall är försenat samt vilken månad under året som tåget framfördes på sträckan), dels uppgifter om den sträcka som tåget har framförts på (avstånd, andel enkelspår och kapacitetstal). Från tabellen ser vi att 42 procent av tågen är försenade (en minut eller mer) vid ankomst. Ett

försenat tåg är i genomsnitt 6 minuter försenat. Det genomsnittliga avståndet för observationerna som används för att estimeras modellerna är 105 km och andelen enkelspår är 28 procent. Kapacitetstalet som mäter konsumerad kapacitet på sträckan för varje observation är knappt 0,6. Variablerna januari-december indikerar månad för observationen. Medelvärdena för dessa variabler visar att observationerna är jämnt fördelade över året.

I Tabell 2 redovisas motsvarande siffror för godstågen i materialet. Här ser vi att andelen försenade tåg är något lägre än för resandetågen samtidigt som det genomsnittliga antalet förseningsminuter för försenade tåg är avsevärt högre än för resandetågen. Vi ser också att observationerna för godstågen i genomsnitt har betydligt längre avstånd än resandetågen och att enkelspårsandelen är högre. I övrigt är de genomsnittliga värdena för godstågen ungefär desamma som för resandetågen.

Tabell 2. Beskrivande statistik för godståg

Variabel	Medelvärde	Standardavvikelse
Försenat ($Y=1$)	0,31	0,46
Förseningsminuter	54,73	100,30
Avstånd	225,27	230,16
Enkelspårsandel	0,60	0,41
Kapacitetstal	0,58	0,17
januari	0,09	0,28
februari	0,08	0,27
mars	0,09	0,28
april	0,09	0,28
maj	0,08	0,28
juni	0,08	0,27
juli	0,08	0,27
augusti	0,08	0,27
september	0,09	0,28
oktober	0,09	0,29
november	0,09	0,28
december	0,07	0,26
Antal observationer	3 742 186	

Utgångspunkten för att ta fram sannolikhetsmodellen för om ett tåg är försenat har varit att hålla modellen enkel. Detta innebär att vi estimerar en enkel logitmodell för sannolikheten att tåget är försenat. För att hålla modellen så enkel som möjligt har vi inte använt en dynamisk specifikation där vi betingar sannolikheten för att tåget är försenat vid en ankomstplats på om tåget var försenat på den föregående ankomstplatsen. För att förenkla sambandet har vi istället valt att definiera de förklarande variablerna för hela sträckan fram till var och en av ankomstplatserna. På så sätt fångar vi troligen upp en del av det som en renodlad dynamisk specifikation skulle mäta. Vi har testat ett antal olika specifikationer med olika transformationer av beroende och oberoende variabler men har landat i de som presenteras här, bl.a. för att relevanta variabler har "rätt" tecken, varit statistiskt signifikanta och för att de är enkla att använda i "linje-länktabellen".¹ Alla modeller har innehållit indikatorvariabler för månad som vi sedan räknat om till en del av interceptet utifrån resp. månads andel av 365 dagar.

¹ För undersökning av olika parametrars statistiska signifikans är alla standardfel "klusterrobusta". Här har vi för enkelhets skull använt länk som kluster men vi har ju även flera observationer på samma tåg under dess framförelse vilket skulle kunna användas för att korrigera standardfelen.

För fortsatt utveckling av försenings sambanden kan det vara värt att undersöka om en renodlad dynamisk specifikation skulle fungera bättre och använda en mer genomtänkt struktur på klustren som använts för att beräkna statistisk signifikans. Men förmodligen är det ännu viktigare att utvidga informationen i det material som används för att estimerar modellen (det utvidgade LUPP-materialet) och det material på vilket modellen är tänkt att användas ("linje-länktabellen"); t.ex. genom att ta fram en bättre indelning i olika tågtyper.

Modell för sannolikheten (P) att ett tåg är försenat (Y=1):

$$P(Y = 1) = \frac{\exp(x'\beta)}{1 + \exp(x'\beta)}$$

$$x'\beta = a_{1p,g} + a_{2p,g} \ln(\text{distsum}) + a_{3p,g} \text{espan del} + a_{4p,g} \ln(\text{kapb}) + a_{5p,g} \text{stopp}$$

$p = \text{persontåg}, g = \text{godståg}$

Tabell 3: Parametervärden för person-respektive godståg P(Y=1)

Parameter	Persontåg	Godståg
a_1	-0,7087	-1,2513
a_2	0,2019	0,0915
a_3	0,4513	0,0887
a_4	0,4724	0,0674
a_5	-0,6788	-0,0808

Förklaring variabelnamn:

distsum: ackumulerat avstånd från start- respektive slutnod

espan del: andel enkelspår ackumulerat över linjens avstånd

kapb: viktat genomsnittligt kapacitetsutnyttjande vid varje nod

stopp: nod där tåget gör uppehåll för resandeutbyte

Modell för väntevärdet av ett resandetågs antal förseningsminuter givet att tåget är försenat (Y=1)

$$m = b_{1p,g} + b_{2p,g} \text{distsum} + b_{3p,g} \text{espan del} + b_{4p,g} \text{stopp}$$

Tabell 4: Parametervärden för person- respektive godståg för förväntat antal förseningsminuter

Parameter	Persontåg	Godståg
<i>b1</i>	3,513845	39,86823
<i>b2</i>	0,02123	0,0501
<i>b3</i>	0	2,5602
<i>b4</i>	-0,41460	1,9948

Det väntade antalet förseningsminuter per tåg vid uppehåll (stopp=1) ges alltså av:

$$P(Y = 1) \cdot m$$

Bilaga 2

Tillämpning av förseningssambanden

Den i bilaga 1 beskrivna modellspecifikation innebär att den förväntade förseningstiden beräknas för varje tåglinje² vid de stationer där tågen gör uppehåll. Den förväntade förseningstiden vid en och samma station kommer därför att skilja sig åt mellan olika tåglinjer om dessa har olika sträckningar före den aktuella stationen. För persontågstrafiken innebär detta att prognostågslinjerna kan användas i beräkningarna av förväntad förseningstid enligt den sträckning dessa har åsatts i prognostidtabellen. För varje station med resandeutbyte finns dessutom uppgifter om antal av- och påstigande enligt prognosen. För godståg däremot finns dessa enbart redovisade i form av antal tåg per delsträcka enligt Bangods. Det saknas därför information om godstrafikens linjesträckning vilket gör det omöjligt att för närvarande beräkna förseningar för dessa enligt de framtagna effektsambanden.

För persontågen beräknas förväntade förseningar dels för jämförelsealternativet (JA), dels för utredningsalternativet (UA). Såväl kapacitetsutnyttjandet som trafik- och resandemängder förändras mellan JA och UA. Det innebär att totala antalet (värderade) förseningstimmar i JA och UA samt skillnaden mellan dessa inte är ett relevant mått på förändrade förseningar. Om såväl trafik- som resandevolym ökar kan totala antalet förseningstimmar öka, trots förbättrat kapacitetsutnyttjande. Däremot kan den genomsnittliga förseningstiden per resenär minska i UA trots att den totala förseningstiden är större i UA än i JA. Samma resultat skulle erhållas om man beräknade totala antalet restidstimmar i JA och UA, vilket inte heller är relevant att göra.

Vad gäller åktid, liksom de övriga restidskomponenterna anslutningstid, bytestid och turintervall, beräknas effekten i SampersSamkalk istället genom restidsskillnaden mellan JA och UA i varje resanderelation. Här görs en uppdelning av resandet i befintliga/kvarvarande respektive tillkommande försvinnande resenärer. De senare antas tillgodogöra sig approximativt halva tidsvinsten enligt "rule-of-the-half".

När det gäller förändrade förseningar är metoden enligt ovan inte tillämpbar eftersom SampersSamkalk enbart kan hantera tidtabellslagda effekter och förseningar definitionsmässigt är en avvikelse från tidtabellen. Det finns inte heller några effektsamband mellan förseningar och efterfrågan på resor.

För att kunna beräkna förändrade förseningar mellan JA och UA måste därför någon form av genomsnittlig försening per resärende för respektive scenario användas.

Det finns några olika varianter, som alla baseras på genomsnittliga förseningar per avstigande i JA, UA och skillnaden mellan dessa. Trafikverket har valt att använda genomsnittlig förseningstid per resärende och tågtyp.

I de fall då trafikeringen är exakt densamma i JA och UA, det vill säga samma linjesträckning och turtäthet, kan beräkningen av förändrade genomsnittsförseningar göras för varje tåglinje och på varje station för resandeutbyte. Detta är det normala tillvägagångssättet i en "vanlig" objektanalys.

² Med tåglinje avses en tidtabellslagd trafiklinje från start- till ändpunkt med angiven uppehållsbild.