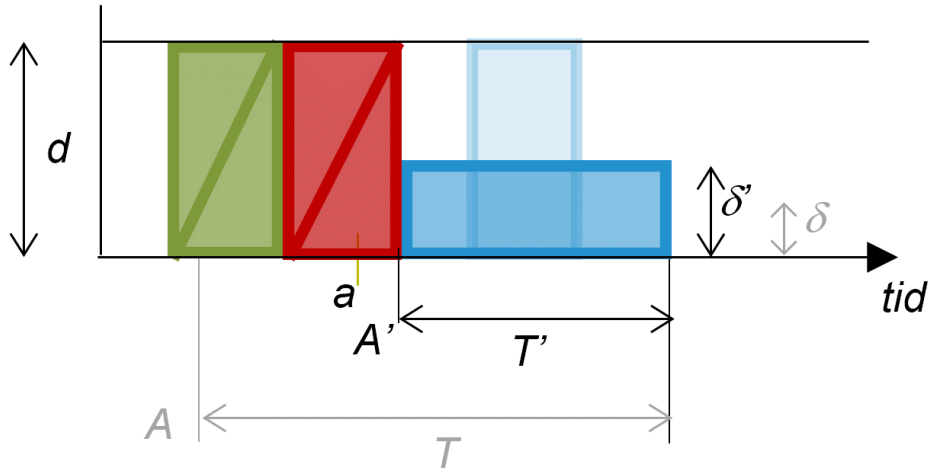
DIGITALA SYSTEM
SYSTEMS ENGINEERING



Värdering av tågtrafik i TTRs förhandsplanering

Slutrapport från projektet TOT, Tjänsteutbud Och Transportkapacitets-försörjning på järnväg

Martin Aronsson

RISE Rapport : 2023:141

Forskning bedrivet med bidrag från Trafikverkets FoI-program, diarienummer TRV TRV2020/100498, och inom ramen för branschprogrammet KAJT, Kapacitet i Järnvägstrafiken.

Värdering av tågtrafik i TTRs förhandsplanering

Slutrapport från projektet TOT, Tjänsteutbud Och Transportkapacitets-försörjning på järnväg

Martin Aronsson

© RISE Research Institutes of Sweden

Abstract

Valuation of train traffic in TTR's Advance planning

Europe's infrastructure authorities organized in RNE, Rail Net Europe, and Europe's railway undertakers organized in FTE, Forum Train Europe, have for several years been running an international development programme called "Redesign of the International Timetabling Process" (originally "TimeTable Review", abbreviated TTR) aiming at transforming the capacity allocation process on railways. The results from TTR have in turn largely influenced the European Commission's proposal for a new regulation in the area.

An important component, at least for Swedish conditions, is an increased degree of pre-planning which results in a supply/offer of pre-planned train paths. Capacity will also be reserved during the preparation of the annual timetable for later allocation which can be up to 3 years ahead. This places great demands on the infrastructure manager's ability to be able to reserve capacity, value capacity (even under uncertainty) and safeguard the capacity characteristics that have been reserved, as well as having tools to support that.

This report summarizes the work carried out within the project "Service and Transport capacity supply on rail", TOT. The goal of TOT has been to investigate the possibilities of using the already defined Priority categories, used in the conflict phase of today's process, for valuation and prioritization of train transports in the Advance planning phase of the TTR process, i.e., before railway undertakers formally apply for capacity.

To summarize TOT's results, the Swedish prioritization criteria can be used for valuation train traffic in TTR's Advance planning phase. Someone, preferably the infrastructure manager based on own experience, needs to decide which priority category different pre-planned transports should be classified as. The assessment should be made based on the society's utility that a particular transport is being performed. The Priority categories are not suited to e.g., decide in a competitive situation between equal actors which one that should be allocated a pre-planned train path. For this, a complementary method is needed to determine who should be allocated the capacity. Ideally, the Swedish Priority category also needs further development to, among other things, valuate traffic regularity as well as marginal effects when there are several similar paths planned during a limited time frame.

There is a large need for a valuation function for the infrastructure manager during the preplanning phase, to be able to prioritize among different foreseen needs. The valuation model needs to value the socio-economic utility of the intended use of the infrastructure in the coming timetable where capacity shortages can be foreseen due to conflicting demands. For this purpose, the Swedish prioritization categories can work as a basis.

Key words: Railway capacity, priority criteria, socio-economic valuation, timetable

RISE Research Institutes of Sweden AB

RISE Rapport : 2023:141
ISBN: 978-91-89896-30-7
2023/12

© RISE Research Institutes of Sweden

Innehåll

Abstract **1**
Innehåll **2**
Förord **4**
Sammanfattning **5**
1 Bakgrund **6**
1.1 Syfte 6
1.2 Mål 7
1.3 Metoder och modeller 7
2 Definitioner och terminologi **8**
3 Ett erbjudande baserat på transporttjänsteklasser **13**
3.1 Transporttjänsteklasser 13
3.2 Transportläge 14
3.3 Produktionsmål 15
3.4 Value Stream Mapping 16
4 Värdering **18**
5 Prioriteringskategorierna **18**
5.1 Arkitektur 19
5.2 Uppbyggnad 20
5.3 Transporttyper 21
5.3.1 Godståg 21
5.3.2 Regionaltåg och kommersiella resandetåg 23
5.4 Justeringsmöjligheter inom ramen för tjänstens giltighet 25
5.5 Gräns för tjänstens giltighet 26
5.6 Exemplet Falköping: Annan väg 27
5.7 Saknas i värderingen 29
5.8 Vad kan inte schabloniserad kalkyl lösa 31
5.9 Utökning av prioriteringskriterie-modellen 32
6 TTR-processen **33**
6.1 Kapacitetsstrategin 34
6.2 Kapacitetsmodellen 35
6.3 Kapacitetsutbudet 36
6.4 Rolling Planning 37
6.5 Värdering av segmenten 37
6.6 Samordning över gränserna 38
7 Resultat, sammanfattning **38**
8 Att mäta och värdera kapacitet i TTRs Advance Planning **40**
8.1 Att mäta kapacitet utan schemalagda tåglägen 40

© RISE Research Institutes of Sweden

8.1.1 Exempel på transportlägen i kapacitetsmodellen 43
8.2 Att värdera ett förplanerat tågläge 45
8.2.1 Värdeskapande 46
8.3 Exempel: Trafik på sträckan Mjölby till Linköping 46
8.3.1 Värde för trafiken Mjölby till Linköping 47
8.3.2 Kostnad för struken transport 48
8.4 Värdering av volymer av trafik över tid 50
8.4.1 Exempelberäkning av värde för volymer av tåglägen 50
8.4.2 Exempel på beräkning sträckan Mjölby - Linköping 54
9 Prioriteringskategorierna och TTRs förhandsplanering 57
9.1 Kapacitetsstrategin 58
9.2 Kapacitetsmodellen 59
9.3 Kapacitetsutbudet 60
9.3.1 Exempel på samplanering av transportläge och tågläge 61
9.4 Årlig tilldelning 62
9.4.1 Ytterligare exempel på samplanering av transportläge och tågläge 62
9.5 Rolling Planning 63
9.5.1 Fler exempel på samplanering av transportlägen och tåglägen 65
10 Slutsatser 66

© RISE Research Institutes of Sweden

Förord

Upprinnelsen till projektet Tjänsteutbud och Transportkapacitetsförsörjning på järnväg[1], förkortat TOT, är en kombination av deltagande i möten och workshops inom det svenska genomförandeprojektet TTR Sverige och dess expertgrupp samt de erfarenheter som författaren till denna rapport har efter tidigare arbete med de prioriteringskategorier som Trafikverket har i bruk för tvistlösning i dagens kapacitets-tilldelningsprocess. Med de förslag till tilldelningsprocess som TTR[2] föreslår blir reservation av kapacitet viktigt, dels framåt i tiden (Rolling Planning, löpande tilldelning med upp till 3 års framförhållning), dels mellan segment och olika typer av trafik. För att kunna avgöra vad, hur mycket och när i tiden kapacitet skall reserveras behövs en värderingsmodell och metoder för att beräkna värdet av transporter. För att kunna göra detta behövs i sin tur mått för att kunna mäta kapacitetsåtgång, värdesätta denna och lösa ut kapacitetsanvändningen i trångsektorsområden. Modeller och metoder behöver dessutom vara transparenta och beskrivna i förväg för att de skall passa i den svenska traditionen för myndighetsutövning.

I diskussionerna i det svenska genomförandeprojektet lyftes möjligheten att kunna använda de redan beskrivna prioriteringskategorierna[3]. Prioriteringskategorierna beskrivs varje år i Järnvägsnätsbeskrivningen och baseras i sin tur på ASEK, det svenska ramverket för samhällsekonomisk värdering som används bland annat vid investering för att undersöka alternativa utredningsförslag.

Tre grundläggande frågeställningar formulerades för FoI-projektet TOT att besvara. Frågeställningarna har drivit arbetet i projektet TOT framåt och resultatet och svaren på de tre grundläggande frågorna, så långt som TOT kunnat ta frågeställningarna, finns beskrivna i denna slutrapport.

Förutom det svenska genomförandeprojektet har projektgruppen kommit att presentera de svenska prioriteringskategorierna och hur dessa kan användas i TTRs process för flera aktörer utanför Sverige. Presentationer har hållits både nationellt och internationellt för aktörer såsom infrastrukturförvaltare, trafikutövare och -operatörer samt i några fall med EU-kommissionen som åhörare. EU-kommissionen har i sitt förslag till ny överstatlig förordning, publicerat juli 2023[4], lyft fram användandet av liknande värderingsmodeller för arbetet med kapacitetstilldelningen på järnväg.

[1] Tjänsteutbud Och Transportkapacitetsförsörjning på järnväg, TOT, diarienummer TRV2020/ 100498
[2] RailNetEurope, 2023, Description of the Timetabling and Capacity Redesign Process version 3.0, https://rne.eu/wp-content/uploads/2022/10/long_desc_of_the_TTR-Process-v3.0.pdf hämtad 2023-10-27
[3] Trafikverket, Järnvägsnätsbeskrivningen 2023, bilaga 4b Prioriteringskriterier, https://bransch.trafikverket.se/contentassets/a7154cd2d5ca423dacb011e0da75b673/jnb_2023_ef_am122.pdf, hämtad 2023-10-27
[4] Förslag till EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS FÖRORDNING om utnyttjande av järnvägs-infrastrukturkapacitet i det gemensamma europeiska järnvägsområdet, om ändring av direktiv 2012/34/EU och om upphävande av förordning (EU) nr 913/2010, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/ALL/?uri=CELEX%3A52023PC0443, hämtad 2023-10-27

© RISE Research Institutes of Sweden

Sammanfattning

Europas infrastrukturmyndigheter organiserade i RNE, Rail Net Europe, och Europas järnvägsföretag organiserade i FTE, Forum Train Europe, driver sedan flera år tillbaka ett internationellt förändringsprogram kallat ”Redesign of the International Timetabling Process” (ursprungligen ”TimeTable Review”, förkortat TTR) med avsikt att utveckla kapacitetstilldelningsprocessen på järnväg. Resultaten från detta förändringsprogram ligger till stora delar som grund för EU-kommissionens nya förslag till ny förordning på området.

En viktig komponent är en, åtminstone för svenska förhållanden, ökad grad av förplanering vilket skall resultera i ett utbud av förplanerade tåglägen. Kapacitet kommer även reserveras för framtida tilldelning under tågplanens genomförande och upp till 3 år framåt. Detta ställer stora krav på förmågan hos infrastrukturförvaltaren att ha verktyg för att kunna reservera kapacitet, värdera kapacitet (även under osäkerhet) samt skydda och säkra de kapacitetsegenskaper som reserverats. Behovet är stort av en värderingsmodell som behöver värdera den samhällsekonomiska nyttan av den tänkta användningen av infrastrukturen i planen, reservationer, avstängningar och omledningar mm

Denna rapport sammanfattar det arbete som bedrivits inom projektet Tjänsteutbud och Transportkapacitetsförsörjning på järnväg, TOT. Målet med TOT har varit att undersöka möjligheterna att använda de redan definierade prioritetskategorierna i de tidiga processtegen i den av TTR-projektet definierade processen. Syftet är att identifiera om en schabloniserad metod såsom prioriteringskriterierna är tillämplig i förhandsplaneringen innan järnvägsföretag och andra kapacitetsansökande formellt lämnar in sina ansökningar om kapacitet.

Det sammanfattande resultatet är att de svenska prioriteringskategorierna kan användas för prioritering i TTRs förhandsplanering. Någon, förslagsvis infrastrukturförvaltaren på basis av erfarenhet, behöver ansätta vilken kategori olika förplanerade transporter skall klassas som. Värderingen görs utifrån samhällets perspektiv, prioriteringskategorierna är inte uttryckta på ett sådant sätt att de t.ex. kan avgöra en konkurrenssituation mellan två lika aktörer som önskar boka samma förplanerade tågläge. För detta behövs en kompletterande metod för att avgöra vem som tilldelas kapaciteten. De svenska kategorierna behöver också vidareutvecklas för att bland annat ta hänsyn till system av tåglägen med inbördes regularitet.

Det finns ett stort behov av en värderingsfunktion för infrastrukturförvaltaren under TTRs förhandsplanering, för att kunna prioritera bland olika förutsedda och prognosticerade behov. Värderingsmodellen behöver värdera den samhällsekonomiska nyttan av den tänkta infrastrukturanvändningen i kommande tågplan framför allt där kapacitetsbrist kan förutses på grund av motstridiga krav. För detta ändamål kan de svenska prioriteringskategorierna ligga till grund.

© RISE Research Institutes of Sweden

1 Bakgrund

Europas infrastrukturmyndigheter organiserade i RNE (RailNetEurope) och Europas järnvägsföretag organiserade i FTE (Forum Train Europe) driver sedan flera år tillbaka ett internationellt förändringsprogram döpt till ”Redesign of the International Timetabling Process” (ursprungligen ”TimeTable Review”, TTR). Arbetet med TTR har starka band med kommissionens arbete med EU-lagstiftning inom området och sommaren 2023 kom kommissionens förslag till ny överstatlig förordning på området. Den är starkt influerad av RNE och FTEs arbete med TTR.

TTR:s föreslagna process för framtidens kapacitetstilldelningsprocess ändrar grunden för kapacitetstilldelning såsom den bedrivs idag i Sverige och övriga Europa. TTR förutsätter till exempel att en segmenterad kapacitetsmodell finns redan 18 månader innan trafikstart (X-18), dvs. 10 månader innan ansökan om kapacitet sker i dagens kapacitetstilldelningsprocess.

Segmenten skall ligga till grund för ett detaljerat kapacitetsutbud (”Capacity Supply”) i form av

1) förplanerade tåglägen och reservkapacitet i årlig tågplan,
2) kapacitetsband med ”slottar” med attraktiv kapacitet för användning under det fleråriga tågplanearbetet ”Rolling Planning” som sträcker sig upp till 3 år framåt i tiden för tilldelning av kapacitet,
3) en viss mängd kapacitet avsatt till AdHoc-behov som internationellt tolkas som akuta ändringar eller hastigt uppkomna enskilda behov i tågplanen med kort varsel, samt
4) ett segment för planerade kapacitetsrestriktioner och underhållsåtgärder.

Detta synsätt på hur kapacitetstilldelning skall genomföras är nytt och annorlunda gentemot den svenska hanteringen idag men har starka förespråkare internationellt. Det finns ett stort behov av att för svenskt vidkommande skapa underlag för beslut, hållning gentemot det internationella arbetet inom TTR samt metodutveckling för den förändrade process som växer fram inom TTR-projektet och som svar på EU-kommissionens nya förordning på området.

1.1 Syfte

För att möjliggöra segmentering och kapacitetsutbud inför ansökan om kapacitet så krävs principer för uppdelning av kapaciteten: dels krävs principer för uppdelning i grundläggande segment, dels framtagande av innehållet i kapacitetsutbudet (”Capacity supply”), dels någon form av nyttovärdering för att ställa de olika segmenten och tjänsterna mot varandra för att avgöra antal, prioritet och fördelning över tillgänglig tid och rum. Projektet TOT:s syfte är att undersöka principer för segmentering, utbud och nyttovärdering passande för svenska förhållanden.

Även i dagens process finns behov i processtegen före ansökan om kapacitet (före X-8) att arbeta med förväntad trafik, tex. undersöka påverkan och olika alternativa lösningar vid avstängningar i samband med planerade större banarbeten, PSB, och i processtegen innan detta, i TPÅ-processen (Trafikpåverkande åtgärder).

© RISE Research Institutes of Sweden

Prioriteringar, beslut och lösningar i planeringsprocessen skall vara förutsägbara och transparenta från infrastrukturförvaltaren. De skall vila på principer som leder till ett för samhället effektivt nyttjande av infrastrukturen. kapaciteten på järnvägen, och samma grundvalar bör gälla genom hela kapacitetstilldelningsprocessen. Detta eftersom oavsett vilket processteg man för tillfället befinner sig i ändå strävar mot samma mål, att med tillgänglig infrastruktur leverera en maximerad samhällsnytta och ett så stort samhällsekonomiskt värde som möjligt. Att de olika processtegen har samma slutliga syfte är också är en förtroendefråga gentemot operatörer och entreprenörer. Således är projektets mål tillämpliga också i dagens tågplaneprocess även om projektet TOT formerades från TTR-projektets behov, i synnerhet det svenska TTR-projektets behov.

1.2 Mål

De konkreta målen för projektet TOT, såsom de skrevs så projektet startade, är:

- att ha identifierat om nuvarande prioriteringskategorier kan användas för att hantera segmentering av kapaciteten i 1) ”Rolling Planning”, 2) årsvis tilldelning samt 3) TCR:s (”Temporary Capacity Restrictions”). Om de är tillämpliga (tes då projektet startade) har Trafikverket en metod och kalkyl för att skapa en kapacitetsmodell som förväntas vara i samklang med TTRs beskrivning.
- att ha undersökt hur kapacitetsutbudet (Capacity supply) kan utformas, genom att utgående från resultaten i det tidigare FoI-projekt TTJOB använda prioriteringskategorierna för prioritering och konfliktlösning av tågläges-erbjudandet.
- att ha undersökt om ensade incitament kan åstadkommas genom kapacitetstilldelnings-processen med hjälp av/utgående från prioriteringskategorierna (eller någon variant av dessa)

TOT har nått sina mål då de tre frågorna kan besvaras med ”ja” eller ”nej”.

Om de besvaras med ”ja” ska också enklare test finnas, demonstrator eller liknande, som underbygger ståndpunkten och möjlighet finns då att utveckla detta vidare (utanför/efter TOT). Om de besvaras med ”nej” så finns argumentation varför det inte är möjligt, dvs frågan besvaras konstruktivt. Alternativa ansatser kan då belysas inom ramen för TOT.

1.3 Metoder och modeller

Projektet har använt både statistiska och kvalitativa metoder för att studera möjligheterna att forma ett utbud samt segmentering av detta. Resonemang har förts förts om representation och värdering av dessa. Viktiga forskningsfrågor att svara på i det föreslagna projektet utgör

- Kan nuvarande prioriteringskategorierna användas för framtagning av ett kapacitetsutbud som speglar bästa samhällsekonomiska nytta för samtliga segment (inklusive TPÅ/TCR/ banarbeten)?
- Kan prioriteringskategorierna användas för att identifiera och lösa prioritets- och resurskonflikter redan innan kapacitetsutbudet presenteras?
- Kan den av TTR föreslagna processen uppnå ensade incitament för kapacitetstilldelning genom hela kapacitetstilldelningsprocessen? Fungerar nuvarande prioriteringskategorier som grund för detta?

© RISE Research Institutes of Sweden

Det är viktigt att här påpeka att det är *prioriteringskategorierna* som avses, dvs den schabloniserade kalkylen för värdering som finns framtagen och baseras delvis på ASEK[5], kalkylverket för samhällsekonomisk värdering vid tex. investering. Det är inte prioriteringskriterierna[6] som är en *tillämpning* av kalkylen som används i samband med tvistlösning för att prioritera mellan två eller fler oförenliga tåglägen dvs. då en knapphetssituation på infrastruktur har uppstått. Den senare tillämpningen är bunden till en viss specifik punkt i kapacitetstilldelningsprocessen för att avgöra tvister mellan sökande med motstridiga krav, medan kategorierna och kalkylverket i sig själva har möjlighet att användas som ”ombud” för värdering av transporttjänster även vid andra tillfällen i processen, givet att detta är tillämpligt i enlighet med nationell lag och europeiska legala nätverk. Kanske passar dessa kategorier faktiskt bättre i kapacitetstilldelningsprocessens skeden innan ansökan om tågläge än som tvistlösningskalkyl då kalkylen värderar hela planens (schemats) värde med alla ingående tåglägen, snarare än tågläge mot tågläge. Den schabloniserade kalkylen fungerar då som ombud för nyttovärdering i samband med framtagandet av olika trafikscenarior, till exempel i TTRs segmentering i kapacitetsmodellen och vid strategin till att undersöka olika TPÅ:ers förläggning i tiden och vilket värde de kombinationseffekter som de tillfälliga kapacitetsrestriktionerna får på trafiken.

Projektet TOT utgår från resultaten från det tidigare projektet TTJOB, transporttillgänglighet får järnvägsnät och banunderhåll[7]. TTJOB introducerade Transporttjänsteklasser (TTK), klasser av transporter med likartade egenskaper såsom transportens kommersiella aktiviteter, dess prestanda och schabloniserat värde genom tex. dess prioriteringskategori. Tanken med dessa klasser är att de skall kunna ligga till grund för skapandet av en ”produktkatalog för transporttjänster” där klasserna utgör *typtransporter* eller ”*malltåg*” som i sin tur fungerar som utgångspunkt för att skapa de förplanerade tåglägen (*instanser* av klasserna) som finns i kapacitetsutbudet och erbjudandet, där de förplanerade tåglägena har givits t.ex. avgångs- och ankomsttider. TTK:erna utgör således en mycket bra grund för att skapa kapacitetsutbudet och erbjudandet från infrastrukturförvaltaren i TTR:s kapacitetstilldelningsprocess.

2 Definitioner och terminologi

Då detta är en ny process för kapacitetstilldelning på järnväg uppstår behovet av ny terminologi och nya objekt som hanteras och överlämnas inom och mellan de olika processtegen. I denna rapport kommer vi använda följande begrepp.

- Infrastrukturförvaltare
  Infrastrukturförvaltare (Infrastructure Manager, IM) är den myndighet eller aktör som har ansvaret att ta fram tågplanen, den plan som all trafik skall följa och som skall möjliggöra ett samhällsekonomiskt effektivt nyttjande av statens spåranläggning.

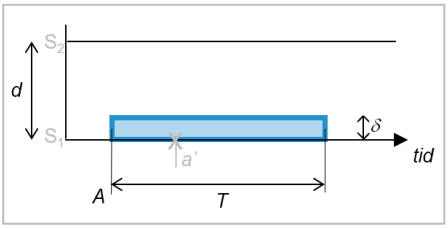
[5] Trafikverket, Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 7.1, https://bransch.trafikverket.se/contentassets/4b1c1005597d47bda386d81dd3444b24/2023/asek-7.1-hela-rapporten-2023-09-20.pdf, hämtad 2023-10-27

[6] Trafikverket, Järnvägsnätsbeskrivningen 2023, https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/jarnvag/jarnvagsnatsbeskrivningen-jnb/jarnvagsnatbeskrivning-2023/ hämtad 2023-12-19.

[7] Aronsson, M. (2019). Transporttillgänglighet och tillgänglighetsnyckeltal för järnvägsnät och banunderhåll, https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ri:diva-38326, hämtad 2023-10-27

© RISE Research Institutes of Sweden

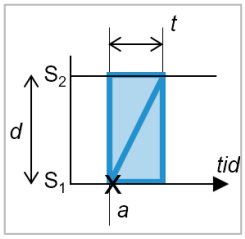
- Sökande (eng. applicant)
  Sökande kan vara ett järnvägsföretag (Railway Undertaker, RU), trafikhuvudman (RKM), underhållsentreprenörer eller trafikorganisatör och/eller deras trafikoperatör som ansöker om tåglägen för att bedriva järnvägstrafik.
- Transporttjänsteklasser (TTK)
  En transporttjänsteklass, TTK, är en beskrivning av en klass av transportlägen/tåglägen med samma grundegenskaper och (principiellt) samma väg genom transportnätet, men utan att ha angett faktiska avgångs- och ankomsttider. Grundegenskaper är utgångsstation, slutstation och eventuella viktiga via-punkter med t.ex. kommersiella aktiviteter som skall passeras längs resan och som matchas med efterfrågebehovet. Vidare matchas egenskaper som är viktiga för den angivna vägen som tåget tar, t.ex. högsta STAX, STVM, Gauge och STH. En beskrivning av kvalitetsegenskaper ingår också och anges som den prioriteringskategori som TTKn tillhör. Genom prioriterings-kategorin fås inom vilket maximalt tidsspann som dessa instanser av TTKn kan schemaläggas och fortfarande sägas ha uppfyllt kvalitetskraven i TTKn.
  Den angivna och entydigt bestämda vägen (i relevant upplösning) genom nätet utgör den *metod* som passar efterfrågad transportuppgift och producerar resultatet av tjänsten, dvs leveransen av resande/gods till angiven slutstation och i förekommande fall passerade namngivna viapunkter. Det betyder att flera TTK:er kan vara tillämpliga (t.ex. med olika vägar genom nätet eller med olika prestanda) för ett identifierat transportbehov eftersom flera TTK:er kan matcha de grundläggande egenskaperna såsom utgångs- och slutstation, via-stationer, STH, STAX, prioritetskategori etc.
- Transportläge (TL)
  Ett transportläge (i TTR kallat ”bandwidth”) är en instans av en TTK, dvs. det delar alla grundegenskaperna med den TTK som TL ”ingår” i/hör till. Utöver vad som anges i TTKn så har TL precis en tidsatt *förankringspunkt* i tid och plats (*a*), oftast avgångstiden från utgångs-stationen. Genom den kvalitetsparameter som fås från TTKn kan ett tidsfönster inom vilket denna TL är möjlig att schemalägga fås. Inom detta tidsspann anses ett TL ha levererats med korrekt kvalitet, utanför tidsfönstret har inte kvalitetskraven på TL hållits. Ett TL karakteriseras således av att det kommer schemaläggas som ett tågläge någon gång inom sitt tidsfönster. Notera att beläggningsareorna för transportläget och tågläget är samma, för alla schemalaggda infrastrukturbeläggningar, och att transformationen från transportläge till tågläge kan göras genom en gradvis omforming av areans form (informellt: tidsfönstret *T* minskas till dess att gångtiden *t* erhålls varvid arean ”täcker” avståndet *d*, avståndet mellan linjedelens två omgivande driftplatser).



  a är förankringspunkten som prognosen pekat ut som mest attraktiv för det framtida tågläget. Värderingen av transportläget kan ha godtycklig form över *T* beroende på t.ex. hur säker infrastrukturförvaltaren är på attraktiviteten över *T*, den kan göras beroende av *a*, t.ex. trangelformad med högsta värdet i *a* vilket motsvarar att attraktiviteten för det framtida tåglägets placering är högst i *a*. I denna rapport låter vi dock värderingen för enkelhets skull ha samma form som beläggningen.
  Transportlägen som ännu inte omvandlats till tåglägen kan ingå i utbud och/eller i segmentet Rolling planning (då som reserverat transportläge genom den årliga tilldelningsprocessen).

© RISE Research Institutes of Sweden

- Tågläge



Ett tågläge har fasta avgångs- och ankomsttider, vid successiv planering är det avtalstiderna som är fasta och produktionstiderna mellan avtalstiderna tillåts justeras. Ett tågläge kan likställas med ett transportläge som har tidsfönstret satt till 0 (noll) och därmed fixerade avgångs- och ankomsttider. *t* är det tidsavstånd som måste finnas till framförvarande tågläge, *a* är avgångstiden för tågläget, S_1 och S_2 är de stationer som avgränsar länken och *d* är distansen mellan S_1 och S_2. Observera att beläggningen här ritats in som en rektangel, men över längre sträckor med flera signalblock, beroende på vald infrastrukturabstraktion, kan formen vara en romb.

Olika typer av tåglägen

  - Ett *prognosticerat tågläge* är ett tågläge som tagits fram som ett resultat av att omvandla en transportprognos till enskilda transporter. Ett prognosticerat tågläge har en osäkerhet i när en sökande ser det som attraktivt, vilket ansätts som ett tidsfönster kring den prognosticerade avgångstiden. Detta tidsfönster gör det möjligt att abstrahera det prognosticerade tågläget till ett transportläge (se transportläge) som används i Advance Planning.
  - Ett *förplanerat tågläge* ingår i det av infrastrukturförvaltarens framtagna erbjudandet.
  - Ett *tilldelat tågläge* har tilldelats till en sökande.

- Association

En *association* är en tidsatt relation mellan två transportlägen/tåglägen. Associationen har dels en värdering genom prioriteringskategorierna, dels en minsta tidsgräns som anger när associationen är bruten samt en linjärt stigande kostnad ju längre associationen vid schemaläggning blir.

- Länk (i TTR ”line section”)

En *länk* går mellan noder i ett transportnät. Länkar har gränsdragande funktionella egenskaper såsom STAX, STVM, STH, Gauge. Tåglängd (dvs mötesstationers förmåga att härbärgera långa tåg) kan också tänkas ingå. För den planeringsnivå som är aktuellt i Advance Planning så är länkar i huvudsak definierade som sträckor mellan två driftplatser där ingen förgrening sker och ingen trafik uppstår eller avslutas.

- Nod

En *nod* är en driftplats (station) i ett transportnät. För den planeringsnivå som är aktuell i detta sammanhang är noder förgreningar i nätet (dvs har mer än två länkar kopplad till sig) samt de noder som har trafik som startar eller slutar i noden (stationen). Således är inte alla driftplatser noder i den valda infrastrukturabstraktionen.

- Ben

Ett *ben* är en uppgift i en kedja av uppgifter för ett transportläge/tågläge som behöver genomföras i ordning för att transportläget/tågläget skall bli genomfört. Ett ben har en gnomförandetid, startpunkt och slutpunkt och matchar det nät av länkar som definierar transportnätet. Ett ben kan jämförs med en uppgift, aktivitet, i t.ex. ett projekt.

- Väg (Metod)

En *metod* eller tillverkningsinstruktion beskriver ett systematiserat tillverkningssätt av

© RISE Research Institutes of Sweden

en tjänst eller produkt. För kapacitetstilldelningsprocessen utgör en metod vilken väg (rutt) som en TTK tar. Denna väg är bestämd[8].

- Prognosticerat tågläge
  Ett *prognosticerat tågläge* är ett tågläge som tagits fram från en prognos av framtida trafik på järnväg.
- Förplanerat tågläge
  Ett *förplanerat tågläge* är ett tågläge som ingår i ett erbjudande i kapacitetsutbudet till marknaden att boka/söka.
- Utbud
  Termen *utbud* används i denna rapport för den produktkatalog av TTK:er som är giltig vid ett visst tillfälle i tiden. Jämför med en produktförsäljande bransch, t.ex. bilförsäljning, där utbudet är vilka bilmodeller som finns tillgängliga att beställa.
- Erbjudande
  Erbjudande är de transportlägen som ingår i ”Capacity Supply”. Jämför med produktförsäljande branscher, t.ex. bilförsäljning, där erbjudandet är en viss bil (individ) med ett registreringsnummer ABC123. Denna individ är baserad på ett utbud av bilmodeller som finns.
- Produktionsmål
  Ett *produktionsmål* är den trafik som infrastrukturförvaltaren avser producera under en tågplaneperiod. Produktionsmålet är styrande för vilken trafik och förplanerade tåglägen som skall tas fram. Under den period, flera år, som förhandsplaneringen (TTR: Advance planning) genomförs kan flera sannolika produktionsmål behöva undersökas eftersom inte alla fakta är kända i tidigare skeden, bl.a. har ingen ansökan om tågläge ännu skett vilket betyder att all planering sker under större eller mindre osäkerhet.
- Värdeskapande tid
  Värdeskapande tid är när ett tåg förflyttar sig mot sin destination. I tågplanen planeras detta genom att ett tågläge skapas som en sekvens av förflyttningar längs en väg bestående av länkar. Värdeskapande tid är också planerade uppehåll på stationer där kommersiella aktiviteter sker (av/påstigande, av/påkoppling av godsvagnar).
- Ej värdeskapande tid
  Ej värdeskapande tid är sådan tid som inte adderar värde för kund. Dit hör personalbyte, byte av lok etc som inte är värdeskapande då detta inte adderar värde för kunden, men är ”nödvändigt ont” dvs det måste förekomma annars kan inte transporten genomföras. Ej värdeskapande transporttid är även att hålla planerat lägre hastighet än möjligt på länkar samt väntetid för möten och förbigångar. Ej värdeskapande tid är även ytor i rumstiden i planeringen av länkar som inte längre kan skapa värde. Se vidare under ställtid och spilltid nedan.
- Ställtid
  Ställtid uppstår då två efterföljande tåglägen (transportlägen) på samma länk inte håller samma hastighet och/eller inte har samma riktning på ett enkelspår. Ställtid är den minsta tid som finns mellan de två tåglägena då de inte håller samma hastighet elelr inte har samma riktning. Jämför med andra industribranscher där ställtid är den

[8] Inom området *hierarkisk planering* så kan ett överordnat mål brytas upp i delmål med hjälp av en ”grövre” metod. De olika delmålen kan därefter adresseras med mer anpassade eller detaljerade metoder för att få nya mer specifika delmål igen, etc. *Metod* är således ett generellt begrepp som används för att bryta ned ett överordnat mål till delmål som kan adresseras med aktiviteter som kan anses atomära och lösbara ”som de står”. Vad som är atomärt avgörs ofta av hur långt från genomförande som planeringen just då befinner sig.

© RISE Research Institutes of Sweden

tid som åtgår för att ändra inställningar på maskinen för att producera en annan produkt eller genomföra en annan åtgärd (t.ex. ändra valsarnas inställning i ett valsverk för att valsa tunnare plåt). I järnvägssammanhang utgör ställtid att ”ändra” länken för att köra ett tåg med andra hastighetsegenskaper och/eller riktning.

- Spilltid
  Spilltid är ej värdeskapande tid som inte är ställtid, dvs tid i tågplanen som inte längre kan allokeras till ett tågläge på grund av de omgivande tåglägenas tilldelning och/eller omgivande länkars och noders schemaläggning. Den uppstår som en konsekvens av att olika länkar har olika tidsegenskaper och/eller som en konsekvens av att nätet förgrenar sig och trafikflödena sammanslås respektive delas upp på efterföljande länkar. Spilltid kan också uppstå som en konsekvens av stationers utformning, det är inte möjligt att ”takta” ut tåg i samma frekvens som efterföljande länk har kapacitet till. Till spilltid räknas även planerad stilleståndstid för möte och förbigångar.
- Grundgångtid
  Grundgångtid är gångtid som tågläget skulle haft om det varit självt på järnvägsnätet (dvs utan tidspåslag för trängsel) och använt den mest fördelaktiga transporttjänsteklassens vägbeskrivning (metoden). Dock ingår kvalitetspåslag.
- Grundvärdering
  Grundvärdering är det värde som tågläget skulle haft om det varit självt på järnvägsnätet (dvs utan påslag, annat än kvalitetspåslag, och utan omledning). Ett schema (tågplan) är optimalt då den värderingen av planen ligger så nära summan av grundvärderingen hos samtliga ingående tåglägen.
- Nyttogräns
  Nyttogräns är den gräns för värdet för ett tågläge där det anses ha tappat sina kvalitetskrav. Uttrycks som ett påslag på grundvärderingen i form av en procentsats. Denna kan översättas i förlängd sträcka, förlängd gångtid (i praktiken väntan på stationer och/eller lägre hastighet) samt förskjutning gentemot önskad avgångstid (eller förskjutning av avgångstid/ankomsttid gentemot en förankringspunkt längs vägen).
- Påslagskostnad
  Påslagskostnad fås genom att subtrahera ett transportläges/tågläges grundvärderingen från transportlägets/tåglägets värdering i (nuvarande) plan. Den maximala påslagskostnaden, gräns för påslagskostnaden, fås då grundvärderingen subtraheras från nyttogränsen för transportläget/tågläget. Påslagskostnaden är således den kostnad som ges av den extra gångtid, extra sträcka samt förskjutning som tågläget får på grund av trängsel (schemaläggning tillsamman med andra tåglägen).
- Beläggningsplanering
  Beläggningsplanering är den planering som utförs i olika processteg för att säkerställa att planerad produktion och/eller leverans kan ske med de resurser och tillgänglighet som finns tillgänglig. För olika processteg kan olika metoder och modeller användas, men syftet är att planera resursernas beläggning.

© RISE Research Institutes of Sweden

3 Ett erbjudande baserat på transporttjänsteklasser

En transporttjänsteklass, TTK, förenklar och sammanför liknande tåglägen till typtåglägen, en ”tåglägesmall” eller ett ”recept” som kan fyllas i för att skapa ett transportläge eller ett förplanerat tågläge. En TTK motsvarar en standardprodukt i industrin och är något som produktleverantör eller tjänsteleverantören betraktar som en basprodukt, bastjänst eller plattform till vilken det kan adderas olika tillägg, samt en tillverkningsinstruktion (metod) för att tillverka produkten. Vid komplexa produkter i vissa branscher såsom husbyggnad kan tillverkningen delas upp i olika etapper[9].

Metod-begreppet från industrin motsvarar i kapacitetstilldelningen på järnväg väsentligen de möjliga vägar som transporten kan ta och som uppfyller de grundläggande kraven på transporten. Kvalitetskraven är huvudsakligen genomförandetid samt kalendertid, men även t.ex. STAX (största axeltryck) och liknande begränsningar kan vara viktiga kvaliteter.

Antag att det finns en efterfrågan på en transporttjänst mellan två stationer i nätet, med visst krav på STAX och genomförandetid, då söker vi genom utbudet av TTK:er för att hitta en lämpligt matchande TTK. När en sådan hittats kan en instans göras, vilket vi här kallar transportläge (TL), med ytterligare bestämning t.ex. prognosticerad (önskad) avgångs- och ankomsttid samt ett tidsfönster baserat på de kvalitetskrav som TTKn har. Detta transportläge ingår då i ett erbjudande till branschen i t.ex. kapacitetsutbudet (TTR: Capacity supply).

3.1 Transporttjänsteklasser

Transporttjänsteklasser, TTK, utgör klasser av typtransporter varmed en (planerad) tjänst kan skapas. Med en katalog av transporttjänsteklasser som utgör utbudet av typtransporter så är avsikten att transporttjänsteklasserna skall täcka större delen av behovet av den trafik som kan komma att bedrivas på järnväg. Varje TTK är en standardtjänst där de viktiga egenskaperna finns angivna[10] och matchas med sökandes behov. De egenskaper som är aktuella att ta med i en TTK är:

- Tjänstens utgångsstation
- Tjänstens slutstation
- Eventuella krav på via-stationer med t.ex. kommersiella aktiviteter

[9] Etapper delar upp ett överordnat mål i delmål av samma typ, t.ex. en större byggnad kan delas upp i huskropp A, B och C vilka därefter planeras mer individuellt (dock oftast med sammanhängande resursplanering). Vid kapacitetsplanering av tåglägen så har inte begreppet etapp en tydlig motsvarighet, man kan tänka sig att regularitet i olika former innehållande tåglägen av samma typ mellan samma orter är en form av etappindelning, liksom systemtåg i samma affärsupplägg.

[10] Matematiskt kan en TTK betraktas som (en högre ordningens) funktion som avbildar en efterfråge-beskrivning till ett transportläge, *f*(*efterfråge-beskrivning*) → *transportläge*. Flera TTK:er kan matcha en transportefterfrågan vilket motsvarar olika realiseringar av efterfrågan, till exempel kan omledningslägen uttryckas som alternativa TTK:er till den nominella, mest önskvärda TTKn.

© RISE Research Institutes of Sweden

- STAX, STVM, STH, Gauge (plus eventuellt andra produktionsrestriktioner). Dessa fyra har sina motsvarigheter i de funktionella kraven som tagits fram hos infrastruktur-förvaltaren Trafikverket[11]
- Gångtidsmall (begrepp i systemet TrainPlan) eller prestanda-avgörande parametrar (i Trafikverkets nya planeringssystem TPS). Detta är viktigt för att de transportlägen som skapas från TTKn i vald nät-abstraktion skall kunna schemaläggas och därmed värderas
- Prioriteringskategori (grundläggande ”ombud” för kvalitetskraven och schabloniserad värdering av typtransporten)
- Eventuellt den period på dygnet då typtransporten finns i utbudet
  Detta kan t.ex. vara knutet till prioriteringskategori (tåglägen ingående i system av pendel- och regionaltåg ändrar kategori beroende på när på dygnet de går eftersom resenärsunderlaget ändrar sig)
- Inom vilka ramar som typtransporten kan anses ha levererats med god kvalitet. Prioriteringskategorin ger de grundläggande egenskaperna från kolumnerna ”exkluderat tågläge” vilket kan användas för att räkna fram det tidsspann som utgör gränsen för tjänstens giltighet. Det kan dock, av olika skäl, finnas anledning till justering av dessa då ett transportläge skapas med TTKn som utgångspunkt.
- Produktionssätt, dvs vägen genom det definierade nätet.

Ett av processtegen i TTRs förplanering (Advance planning), kapacitetsstrategin, redovisar inte transporterna i sig, eller påverkan på dem, utan istället resurs-användningen i termer av segment. Kapacitetsmodell koncentreras till hur en viss länk används till olika definierade huvudsegment, inte egentligen vilka framtida tåglägen som planeras använda infrastrukturen. Modellen anger för diskreta tidsperioder hur mycket kapacitet som planeras avsättas för olika segment och trafikupplägg. Infrastruktur-förvaltaren behöver dock en eller flera produktionsmål för användningen av infrastrukturen, varianter av prognosticerad trafik som visar var och när olika transporter beräknas ske. För att skapa dessa alternativ prognosticerade produktionsmål skapar infrastrukturförvaltaren olika uppsättningar av transportlägen från transport-tjänsteklasserna.

3.2 Transportläge

Transportläget (TL) är en instans av en TTK, där en prognosticerad avgångstid, eller en förankringstidpunkt vid någon plats längs vägen, är angiven. Det är utgående från denna som förskjutning och fördröjning kalkyleras och avgör om transportläget kan levereras med den kvalitet som finns angiven i TTKn. Ett transportläge har ett tidsfönster inom vilket ett tågläge kan planeras. Om ett tågläge, förplanerat eller tilldelat, kan schemaläggas tillsammans med andra tåglägen (som likaså kan planeras inom sina respektive tidsfönster) så har den tjänst som specificerades i transportläget planerats in med tillräcklig kvalitet, dvs leverans i enlighet med kvalitetskraven har så långt vad gäller planeringen säkerställts.

Tanken är att detta utgör grunden för förplanerade tåglägen i erbjudandet i kapacitetsutbudet. Kapacitetsutbudet innehåller en blandning av transportlägen (ännu ej schemalagda transporter men där kapacitet ändå är avsatt till dessa transporter) och

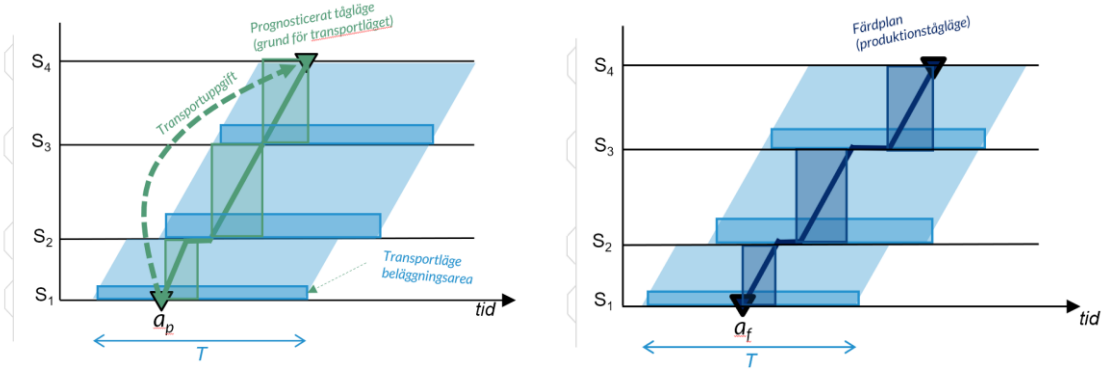
[11] Y. Lindström, S. Nordahl, Å. Selander, J. Brandt, Funktionella krav järnväg, Trafikverket, TRV-2016/110322

© RISE Research Institutes of Sweden

förplanerade tåglägen där schemaläggning redan delvis gjorts dvs. det är för förplanerade tåglägen klarlagt vilken avtalstiderna skall vara samt viss produktionsplanering av de förplanerade tåglägena har redan genomförts. Det erbjudna trafikeringsavtalet för de förplanerade tåglägena omfattar dessa punkter men inte produktionstidtabellen (vilket det i Sverige finns stöd för i det nya tidtabellsystemet MPK/TPS och Successiv tilldelning/planering). Notera att transportläget har en väg beskrivet, men att det är avtalstiderna som fixeras i avtalet och kommuniceras med den sökande vid transformeringen från transportläge till förplanerat tågläge samt vid tilldelning. Detta möjliggör viss ändring i TTK om akuta åtgärder behöver genomföras utan att ändra avtalstiderna.

Infrastrukturförvaltaren har således en varierande detaljplanering för genomförande där transportläget och det förplanerade tågläget håller olika detaljeringsgrad och det är leveransen, avtalstiderna, som avtalas.

Ett transportläge innehåller de avtalspunkter och avtalstider som de kapacitetsökande förutses önskas matcha. I Figur 1 visas övergången från transportuppgift (prognosticerad förflyttning samt volym) via bedömt tidsfönster genom t.ex. prioritetskategori till transportläge. Till höger ses sedan omvandlingen från transportläge till produktionstågläge och senare färdplan.



Figur 1 Från prognosticerad transportuppgift via transportläge till tågläge och färdplan

De stående trianglarna i figurerna utgör de kommersiella uppehållen, Notera att produktionstågläget/färdplanen har fått ett extra stopp på station S_3 samt förskjuten starttid a_t i S_1 exemplifierande att tågläget fått väntetid vid schemaläggningen tillsammans med andra tåglägen vilket (ej synligt i bilden).

3.3 Produktionsmål

En samling transportlägen och (förplanerade) tåglägen bildar ett produktionsmål. Om produktionsmålet realiserar den prognosticerade efterfrågan säger vi att produktionsmålet *täcker* efterfrågan. Efterfrågan i de långsiktiga prognoserna uttrycks ofta som ett transportarbete under ett helt år, och detta måste översättas till en uppsättning efterfrågade tågtransporter för att kunna matchas mot transporttjänsteklasserna och därmed skapa transportlägen, oftast flera och eventuellt med en repetition (t.ex. dagligt transportläge på morgonen mellan ort X och ort Y).

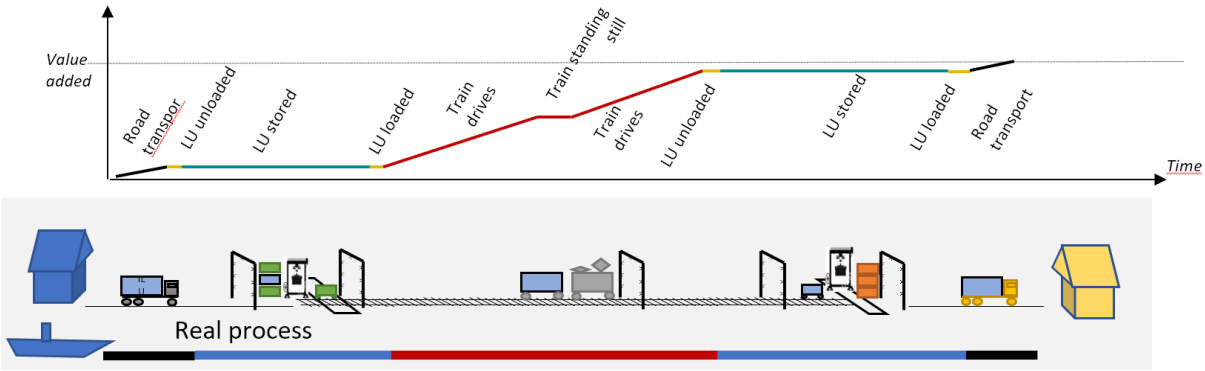
Om inte produktionsmålet täcker efterfrågan helt behöver en värderad prioritering göras av vad som inte kan realiseras. Detta kan göras med prioriteringskategorierna, och då

© RISE Research Institutes of Sweden

med grundgångtid och maximalt påslag (dvs en viss efterfrågan kan inte lösas även om hela påslagsutrymmet tas i anspråk).

3.4 Value Stream Mapping

För ett transportläge kan en så kallad Value Stream Mapping, VSM[12], göras. En VSM visar på hur värde adderas till produkten vartefter produkten tillverkas, värdet ”byggs gradvis in” i produkten eller tjänsten. Detta används t.ex. i byggnadsindustrin både för att stämma av om projektet följer plan eller inte men också för att få delbetalningar vid passerade färdigtidpunkter (t.ex. att bärande stomme är rest).



Figur 2 Value Stream Mapping, VSM, for a freight transport from a harbour to a customer

Transporten anses levererad då den nått sin slutdestination. För transporter adderas värde då ”lasten” (gods eller person) transporteras närmare slutdestinationen, och värdet av själva tågtransporten är summan av all ingående last.

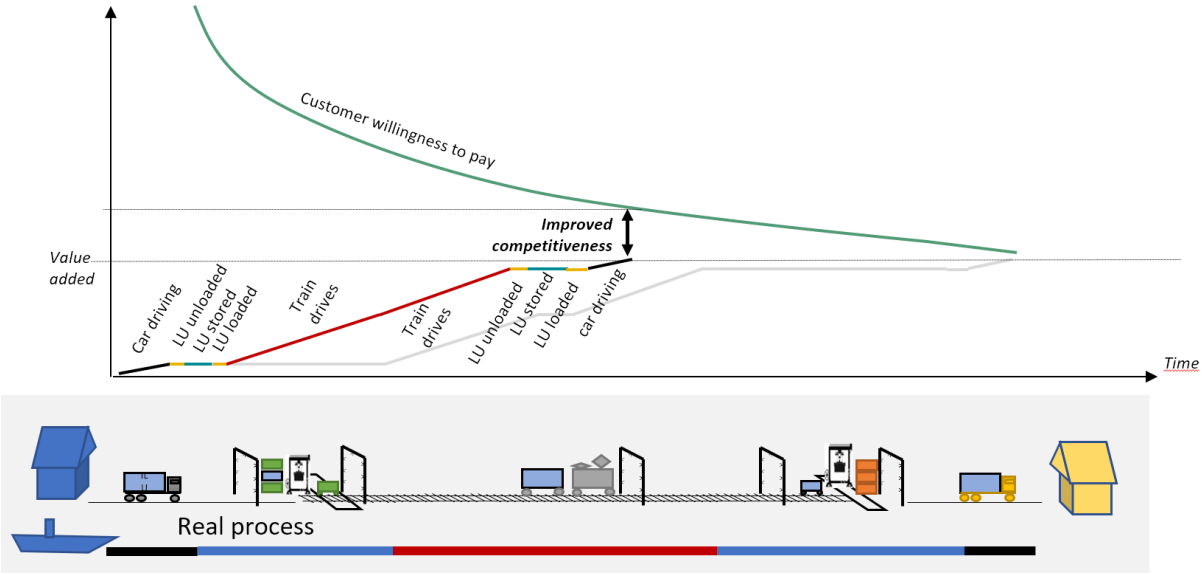
Kunden värderar nyttan utifrån flera faktorer såsom snabbhet, risk att bli försenad (dvs sannolikt säker leveranstidpunkt inklusive osäkerheter), risk för skador under transporten, etc. För resandetransporter värderar kunden även t.ex. faktorer som komfort, trängsel (pendeltrafik), turtäthet infotainment etc.. Sammantaget leder detta till en betalningsvilja hos kunden. Det är denna betalningsvilja som kalkylverk såsom ASEK[13] försöker identifiera olika parametrar för samt sätta värden på dessa parametrar.

Järnvägsföretagen (sökanden) försöker optimera sin vinst, dvs principiellt betalnings-viljan hos deras kunder minus deras tillverkningskostnad. För en viss produkt med en viss kvalitet (i denna bransch väsentligen transporttid samt punktlighet) fås då följande principiella grafer.

[12] B. Villarreal, The transportation value stream map (TVSM), European Journal of Industrial Engineering, Vol 6 no 2, feb. 2012

[13] Trafikverket, Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 7.1, https://bransch.trafikverket.se/contentassets/4b1c1005597d47bda386d81dd3444b24/2023/asek-7.1-hela-rapporten-2023-09-20.pdf , hämtad 2023-10-27

© RISE Research Institutes of Sweden



Figur 3 Value stream mapping with customer willingness to pay added

Om punktligheten är låg så kommer kunden att räkna med en verklig ankomsttid som ligger efter den planerade, den punkten ligger längre till höger i bild dvs. kunden tar höjd för förseningar. Detta leder till kvalitetsbristkostnader som påverkar priset negativt, ”willingness to pay” sjunker med för kunden upplevd pålitlighet och effektivitet[14]. Det finns dock ingen värdering av robusthet hos planen i nuvarande prioriteringskriterier.

Varje länk bidrar med en viss värdetillväxt hos transporttjänsten, men då tåget står stilla på ett förbigångsspår, en mötesstation eller korsande tågväg och väntar så sker ingen värdetillväxt. Detta betraktas som spilltid, i branschen ofta refererad till som skogstid. Då dessa värden ökar förlängs transporttjänstens tid och då minskar generellt sett betalningsviljan hos kunden. Detta värderas i prioriteringskategorierna genom att den totala transporttiden värderas och gentemot den nominellt snabbaste tiden transporten kan ha så läggs en påslagstid och -kostnad till.

Om en VSM bryts, t.ex. genom att en viss del av metoden inte kan genomföras (transporten kan inte genomföras på en del av den planerade infrastrukturen pga. trängsel eller TCR) så uppstår en transportförlust. I TTRs förhandsplanering händer detta om ett prognosticerat tågläge i planeringsfasen inte kan erbjudas, det uppstår en ”erbjudande-förlust” (om produkten inte alls kan erbjudas) eller ett minskat erbjudande (om färre enheter kan erbjudas än efterfrågan). Värdet av denna är hela den produkten/tjänsten som inte kan erbjudas.

Om en produkt/tjänst med lägre kvalitet kan erbjudas istället, t.ex. ett omledningsläge med längre gångtid eller avsevärt förskjuten avgångstid gentemot önskat, så blir resultatet skillnaden mellan de två (borttag av den mer högkvalitativa produkten samt tillägg av den lägra kvalitativa produkten). Detta givet att det nya erbjudandet fortfarande är attraktivt. Således är det inte värdetillskottet som just denna länk/nod

[14] Denna osäkerhet kan ofta i slutändan kosta leverantören mer än ett för opportunistiskt planerad leverans höjer attraktiviteten. Om produktens ankomsttid satts något senare men med betydligt högre tillförlitlighet upplever kunden en högre pålitlighet i leveransen. Att ha dålig pålitlighet ”kostar mer” än att i plan erbjuda en något sämre produkt. Detta eftersom kunden inte själv med säkerhet kan bedöma sannolikheten för förseningens storlek utan kommer ”ta i” i förhållande till sämsta utfall (”worst case”).

© RISE Research Institutes of Sweden

(denna ”maskin”) inte kan producera av sin del i den sammansatta produkten som skall ses som förlorad, utan hela produkten/tjänstens leverans påverkas.

4 Värdering

För att olika transportlägen och förplanerade tåglägen skall kunna läggas in i en tentativ beläggningsplanering måste de avsteg som görs från respektive prognosticerade tider kunna värderas. Utan värdering kan inte prioritering av kapacitetens användning göras. Värderingens syfte är att kunna avgöra *vilka* transporter som skall realiseras och vilka kompromissande avsteg för dessa som skall göras. Medan en värderingskalkyl för helheten syftar till att globalt sett ge en så samhällsekonomiskt effektiv plan som möjligt[15] så kan enkla prioriteringsregler såsom värdera tågläge mot tågläge i en konfliktsituation ge suboptimerade resultat. Även om varje tåg har en värdering samspelar t.ex. system av tåg såsom styva tidtabeller också till värderingen. Det är summan av alla enskilda värderingar som är styrande för vilket erbjudande av transportlägen/tåglägen och erbjudna associationer som skall föreslås. Ett högvärderat tågläge kan t.ex. få stå tillbaka om det gagnar många lågvärderade tåglägen istället.

Projektet TOT undersöker om prioriteringskategorierna kan användas som värderingskalkyl i TTRs olika faser kapacitetstrategi, kapacitetsmodell, kapacitetsutbud samt med arbete med temporära kapacitetsrestriktioner i de olika faserna ovan.

5 Prioriteringskategorierna

I svensk kapacitetstilldelning idag, enligt svensk järnvägslag, förekommer ett sista steg, tvistlösning, som tillämpas då samråd och kompromiss inte tidigare har kunnat lösa en resurskonflikt rörande spårtillgång (linje eller driftplats). För att avgöra tvisten används *prioriteringskriterier* med vilka olika förslag till lösning värderas. Det betyder att om de sökande inte kan enas kommer infrastrukturförvaltaren att fälla avgörande med hjälp av dessa prioriteringskriterier. Prioriteringskriterierna är publicerade i Järnvägsnäts-beskrivningen[16] innan ansökan om kapacitet. Det betyder att i viss mån kan man säga att dessa prioriteringskriterier ”slänger en skugga” över kapacitetstilldelningsprocessen eftersom alla parter är medvetna om att det är dessa som kommer tillämpas om inte de olika samråden löser konflikten.

Prioriteringskriterierna vilar på en kalkyl för värdering av en (del av) tågplanen, prioriteringskategorierna. Kalkylen bygger på att använda schablonkostnader för varje tåg då avsteg görs gentemot vad den sökande angett i sin ansökan. Den sökande är skyldig att ange vilken prioriteringskategori som det sökta tågläget skall ingå i samt i förekommande fall vilken kategori som sökta associationer mellan två tåglägen beräknas ha. Noterbart är att ingen relation med värdering finns att ange till yttre beroenden gentemot järnvägssystemet, dvs där järnvägstransporten ”kopplar” till händelser utanför

[15] Notera att samhällsekonomin innefattar både de kostnader och vinster som företag gör plus den upplevda vinst (consumer surplus) som transportköparen har

[16] Trafikverket, Järnvägsnätsbeskrivningen 2023, https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/jarnvag/jarnvagsnatsbeskrivningen-jnb/jarnvagsnatbeskrivning-2023/ hämtad 2023-12-19.

© RISE Research Institutes of Sweden

järnvägssystemet, såsom färjeförbindelser, bussar, terminalers öppettider mm. Sådana beroende får idag anges explicit som kommentarer mm till tåglägesansökan.

5.1 Arkitektur

Prioritetskategorierna är en modell vars syfte är att ge underlag till att prioritera ett schema över ett annat dvs. en urvalsfunktion. Kalkylen utförs så att ett antal parametrar (egenskaper) i ett schema värderas och summan av all värdering räknas ut. Det schema vars summa är lägst är den föredragna lösningen eftersom hela kalkylen baseras på ett resonemang om den generaliserade kostnaden[17] för planen.

För att räkna ut termerna i summan värdesätts varje tågläge i tre olika egenskaper enligt beskrivningen i Järnvägsnätsbeskrivningen varje år: Sträckan tågläget traverserar, tiden det tar att traversera sträckan samt förskjutningen gentemot en önskad tidpunkt från en vald förankringspunkt (oftast i avgångsstationen). Om påslagen gentemot den nominella gångtiden, vald sträcka och förskjutning blir för stor, angivet som en procentsats av grundgångtiden, så anses tjänsten ha förlorat sitt kommersiella läge.

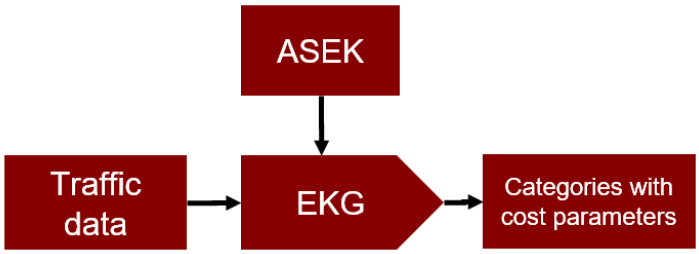
För att skapa de kostnadsschabloner för tåglägenas tre egenskaperna har följande beräkningsarkitektur byggts, se Figur 4. Den samhällsekonomiska förankringen i prioriteringskriterierna ligger i ASEK, ett kalkylverk som förvaltas av Trafikverket tillsammans med ett antal parter[18] och används bl.a. i investeringskalkyl vid åtgärdsvalsstudier. Denna innehåller både värdering av vad resande/godstransport-köpare värderar en transporterad kilometer och minut till samt vilka (schabloniserade) kostnader som operatören har.

”Trafikdata” i Figur 4 är en sammanställning och klassificering av alla fordonstyper och trafikslag (där trafikslaget inkluderar transportuppgift, tågfyllnad samt mix av last/resande) som alla järnvägsföretag bedriver på svensk järnväg. Genom EKG skapas, för varje trafikslag, generaliserade kostnader för de tre viktigaste egenskaperna vid planeringen av tågtrafiken: Sträcka för tågläget, gångtid för tågläget, uppdelat på grundgångtid och fördröjning på grund av trängsel, samt förskjutning av på grund av trängsel. Genom detta uppstår två komponenter, en grundgångtid som tågläget har om det vore ensamt på banan samt påslag (kostnader) då det schemaläggs med annan samtidig trafik och förändringar gentemot det ursprungligen önskade måste göras.

[17] Nordlöf, P. (2021). Transportekonomi – termer förklarade på ett enklare sätt : Med engelsk-svensk ordlista, https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:trafikverket:diva-5199 , Trafikverket, hämtas 2023-10-27

[18] Trafikverket, Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 7.1, https://bransch.trafikverket.se/contentassets/4b1c1005597d47bda386d81dd3444b24/2023/asek-7.1-hela-rapporten-2023-09-20.pdf, hämtad 2023-10-27

© RISE Research Institutes of Sweden



Figur 4 Arkitektur för EKG

I EKG har för närvarande samtliga tåglägestjänster som kan erbjudas på svensk infrastruktur klassificerats i 18 kategorier där varje kategori har minst en underkategori. Genom EKG kommer all trafik som kan gå på svensk järnväg det året att klassas i de kategorier som återfinns i järnvägsnätsbeskrivningen.

Det finns tre huvudkategorier: Godståg, kommersiella resandetåg samt regionaltåg. Strukturen inom respektive kategori för att ta fram de tre schablonkostnaderna ser olika ut eftersom huvudkategoriernas ingående transporter har olika struktur: för regionaltrafik är både avgångstid och gångtid viktiga egenskaper (ett regionaltåg som förskjuts en timme tappar en stor del av sin transportuppgift) medan både kommersiella resandetåg och godståg totalt sett är dyrare att stryka ur tågplanen då de ofta går längre sträckor och därmed också har längre gångtid.

En viktig egenskap är att antalet resenärer samt tågfyllnad och typ av gods spelar roll då operatörerna klassificerar sina tåglägen i kapacitetsansökan i de kategorier som EKG definierar. Genom volym-egenskapen får olika klasser och de tåglägen som klassificeras inom dem olika ”tyngd” i kalkylen. Utan denna klassificering skulle t.ex. två tåg med samma relativt fördelade resenärstyper men med olika beläggning få samma värdering. Antalet (uppskattade) resenärer samt deras genomsnittliga profil (affärsresenärer, pendlare, etc) i resande tåg samt transporterade varuslag i godståg spelar stor roll för värderingen.

Underkategorierna används internt inom EKG och även av den sökande för att noggrannare klassificera och fördela relativ tyngd samt koppla underkategoriernas egenskaper med olika indata från ASEK. I t.ex. GS (Gods Snabb) ingår både posttåg och kombitåg. Relativt annan godstågstrafik så är dessa tågklasser snabba godståg men inom kategorin GS skiljer sig dessa ganska mycket åt. Varför det är just 18 kategorier som slutresultat är något oklart (de skulle ha kunnat vara både färre och fler) men troligtvis är det för att skapa en hanterbar mängd kategorier.

Prioriteringskategorierna användning finns utförligt beskrivna i Järnvägsnäts-beskrivningen, vilket gör att vi inte beskriver dessa närmare här utan koncentrerar oss på hur EKG är konstruerad.

5.2 Uppbyggnad

I EKG finns tabeller på samtliga fordonstyper som trafikerar svensk järnväg. För lokdragna tåg finns ett antal typtåg (malltåg). Dessa ligger till grund för de sammanvägda tågtyper som hanteras i EKG. Från ASEK hämtas operativa kostnader vilket via tågtyperna och prioritetskategorierna räknas om till driftkostnader per prioriterings-kategori.

© RISE Research Institutes of Sweden

Från ASEK hämtas tidsvärden för tågtransporter för resande: Åktid, bytestid, förseningstid för olika resandekategorier. Omräkning sker via tabeller för de olika fordonstyperna inom respektive prioriteringskategoris underkategorier (där de olika större ”affärsområdena” för transporterna finns).

För godståg sker en analog hantering, men med andra parametrar. Från ASEK hämtas operativa kostnader för godstågstrafik. Via underkategorier till prioriteringskategorierna för gods räknas driftkostnader ut vilka därefter summeras ihop per prioriteringskategori. Från ASEK hämtas varugrupper samt deras tidsvärden. Dessa används som underlag per underkategori att skapa rimliga blandningar av varugrupper. Här sker också en fördelning av varugrupper på tre olika grundklasser för varugrupperna: kort transporttid (t.ex. livsmedel), tidskritisk (i t.ex. utbudskedjor och varuflöden) och övriga varutyper. En viktning för tidskänslighet: låg, medel eller hög ansätts baserat på detta.

Resultatet är en per godstågstyp schabloniserad varutidskostnad dvs. den för kategorin mer eller mindre blandade lasten i termer av varugrupper och värderad i enlighet med godstågstypen deklarerade egenskaper, vilka finns publicerad i järnvägsnäts-beskrivningen. Sökande skall genom tabellerna i järnvägsnätsbeskrivningen klassificera sitt tåg i en klass i enlighet med de olika tids- och varugruppsblandningen, därmed erhålls en värdering via den framräknade schablonen för medellasten för denna prioritetskategori.

Associationer delas upp i tre huvudkategorier: resande, gods, samt produktionstekniska (fordonsomlopp). Bytesassociationer mellan resandetåg använder samma grunddata från ASEK för restidskostnad som prioritetskategorierna för resandetåg, dvs bytet ses som restid. Kategoriseringen av associationerna i termer av antal som byter ger storleken på associationen.

För godstrafik är uträkningarna något mer komplicerade, här ingår, förutom varutidskostnaden, även vissa produktionskostnader då vagnen som godset är lastat i ingår i associationskostnaden. Detta eftersom vagnen ingår/överförs/är uppbunden i associationen (till skillnad mot den resande som förflyttar sig själv mellan tågen) och vagnen har en underhålls- och avskrivningskostnad för operatören.

Fordonskostnader baseras på en schabloniserad avskrivningskalkyl, baserad på 20 års avskrivning och en räntesats på 5%. Kalkylen omfattar även uträkningar för nyttjande (antal dagar/år), fordonskonfigurationer (både motorvagnståg men även godstågs-vagnar av olika typ mm) samt reinvesteringsbehov under nyttjandetiden.

5.3 Transporttyper

Det finns fyra olika transporttyper: Persontransporter, godstransporter, tomfordons-transporter samt övriga transporter. Inom varje transporttyp finns huvudkategorier med i förekommande fall underkategorier.

5.3.1 Godståg

Godståg kategoriseras enligt Figur 5, med respektive underkategori och fördelningen dem emellan.

© RISE Research Institutes of Sweden

			Fördelningsnyckel för underkategori					
Kategorinamn	KOD	TOT	1	2	3	4	5	Kommentarer och ytterligare info
Gods Snabb	GS	100%	34%	33%	33%			
Gods Övernatt	GT	100%	25%	25%	25%	25%		
Gods Regularitet	GR	100%	50%	50%				
Gods Nätverk	GN	100%	100%					
Gods Flexibilitet	GF	100%	40%	17%	17%	26%		
		0%						
		0%						
		0%						
		0%						
		0%						
		0%						

Figur 5 Godstågstyper samt fördelning på deras undertyper

Underkategorierna skapas dels med utgångspunkt från ASEK och deras klassificering av tåg (systemtåg, vagnslast etc.), dels av vilken last som underkategorierna i genomsnitt förväntas ha. I ASEK klassas godståg enligt tabellen i Figur 6.

Trafikeringskostnader tåg - Godstrafik

	Kostnader per ton			
Godstågskonfiguration	Eldrift	Diesel-drift	Eldrift	Diesel-drift
	[kr/ton·km]	[kr/ton·km]	[kr/ton·tim]	[kr/ton·tim]
Vagnslast fjärr	0,149	0,159	6,508	6,508
Vagnslast lokal	0,22	0,24	11,28	11,28
Vagnslast genomsnitt	0,176	0,19	7,955	7,955
System	0,11	0,119	5,13	5,13
System Stax 25	0,097	0,103	4,481	4,481
Malm Stax 25	0,069		2,279	
Malm Stax 30	0,061		1,999	
Kombi	0,136	0,148	6,377	6,377

Avståndsberoende, kr/tågkm			Tisdsberoende, kr/tågmin	
Parameter	Eldrift	Dieseldrift	Parameter	El- och dieseldrift
Fast	30,997	35,3	Fast	45,782
a1	1,772		b1	0,218
a2	1,216		b2	0,463
a3	2,194			
a4	1,533			

Figur 6 Klassning av godstrafik på järnväg i ASEK, som underlagsdata i EKG

Transportparametrar tåg (tågtyp) - Godstrafik

	Uppgift per tåg			Andel i tåg	
Godstågskonfiguration	Bruttovikt	Nettovikt	Antal vagnar	Tom-vagnar	4-axliga vagnar
	[ton]	[ton]	[st]	[%]	[%]
Vagnslast fjärr	970	494	24	31%	44%
Vagnslast lokal	640	273	18	44%	37%
Vagnslast genomsnitt	853	400	23	37%	40%
System	1 050	614	22	36%	36%
System Stax 25	1 132	703	22	36%	36%
Malm Stax 25	2 977	1 826	51	50%	100%
Malm Stax 30	3 250	2 110	53	50%	100%
Kombi	959	506	19	17%	83%

Figur 7 Transportparametrar för godståg

Syftet med prioriteringskategorierna är att värdera trafiken i en tågplan. Det betyder att varje underkategori, i vilken den sökande skall klassa sina sökta tåglägen, behöver ta hänsyn till snabbhet samt hur tidskritisk sökt avgångs/ankomsttid är. Av det skälet fördelas de i ASEK angivna tågtypernas nettoton samt operativa kostnader i Figur 8 till underkategorier till de slutliga prioriteringskategorierna. Detta sker enligt Figur 9, där de olika varutidskostnaderna beror av en klassificering i snabb transport, tidskänslig transport samt övriga transporter. Tabellen ”Villkor…” är samma som återfinns i Järnvägsnätbeskrivningen[19] och som de sökande klassificerar sin ansökan i. I

[19] Järnvägsnätsbeskrivningen 2023, bilaga 4b Prioriteringskriterier, Trafikverket, https://bransch.trafikverket.se/contentassets/a7154cd2d5ca423dacb011e0da75b673/jnb_2023_ef_am122.pdf, hämtad 2023-10-27.

© RISE Research Institutes of Sweden

Järnvägsnätsbeskrivningen ges även en uttydning av tabellens tolkning i termer av exempel på trafik som omfattas av underkategorin.

Genom att ändra i tabellen kan klassificeringen av underkategorierna ändras, tas bort eller nya läggas till.

Driftkostnader per UNDER-kategori - Godstransporter

Gods-trans-porter	KOD	Vill-kors-ID	ASEK-kategori	ASEK Transport-parametrar: El-/diesel-drift	ASEK Transport-parametrar: Nettoton enl ASEK-schablon	ASEK Trafikerings-kostnader: Driftskostnader Kostnad per ton [kr/ton·km]	Driftskostnader Kostnad per ton [kr/ton·tim]	Driftskostnader Kostnad per tåg [kr/km]	Driftskostnader Kostnad per tåg [kr/min]
Gods övernatt	GT	GT1	System	El	614	0,11	5,13	67,54	52,50
Gods övernatt	GT	GT2	System	El	614	0,11	5,13	67,54	52,50
Gods övernatt	GT	GT3	Kombi	El	506	0,136	6,377	68,82	53,78
Gods övernatt	GT	GT4	Vagnslast genomsnitt	El	400	0,176	7,955	70,40	53,03
Gods regularitet	GR	GR1	System	El	614	0,11	5,13	67,54	52,50
Gods regularitet	GR	GR2	System Stax 25	El	703	0,097	4,481	68,19	52,50
Gods nätverk	GN	GN1	Vagnslast fjärr	El	494	0,149	6,508	73,61	53,58
Gods flexibilitet	GF	GF1	System	El	614	0,11	5,13	67,54	52,50
Gods flexibilitet	GF	GF2	System	El	614	0,11	5,13	67,54	52,50
Gods flexibilitet	GF	GF3	Vagnslast genomsnitt	El	400	0,176	7,955	70,40	53,03
Gods flexibilitet	GF	GF4	Vagnslast lokal	El	273	0,22	11,28	60,06	51,32

Figur 8 Delar av översättningen mellan underkategorier, huvudkategorier, tågvikt och driftskostnader

VaruTidskostnad godståg

Gods-trans-porter	KOD	ID-nyc-kel	Fördel-ning av antal tåg i under-kate-gorier	nettoton enl ASEK-schablon	Villkor (kolumn E-K) för Prio-kategori-klassning**: Transportuppgiften medför krav på: Kort transporttid p.g.a.: Snabb* Trans-port-plan	Tids-kritisk logistik	Avtalat löfte till Gods-kund	Extra kvalité i: Leve-rans-preci-sion	Flexi-bilitet	Krav ställs på godsets: Mängd (vikt)	Förädl-ings-grad	Tåg-lägets Stan-dard-kon-cept	Styrka (hög, medel, låg): Snabb	I Tid (Precission)	Övrigt	Kalkylvärde TK-grupp: Snabb	I Tid (Precission)	Övrigt	Medel	Varu-värde	Association: Mar-kering av val	Viktat medelvärde [kr/ton·tim]	Motsva-rande tågvikt [Nettoton]
																kr/ton·tim	kr/ton·tim	kr/ton·tim	kr/ton·tim	kr/tåg·min		11,8	
GodsSnabb	GS	GS:1	33%	506	4	5	-	5	-	3	5	PriGT	Hög	Hög		49,40879	9,11251		29,3	246,8			
GodsSnabb	GS	GS:2	33%	506	4	-	5	5	-	3	-	PostT	Hög	Hög		49,40879	9,11251		29,3	246,8			
GodsSnabb	GS	GS:3	33%	506	4	-	5	4	-	3	-	KombT	Hög	Medel		49,40879	6,834383		28,1	237,2			
Gods Övernatt	GT	GT:1	25%	614	2	5	-	4	-	3	4	SystT	Medel	Medel		37,0566	6,834383		21,9	224,6			
Gods Övernatt	GT	GT:2	25%	614	2	4	4	4	-	3	4	SystT	Hög	Medel		49,40879	6,834383		28,1	287,8			
Gods Övernatt	GT	GT:3	25%	506	2	-	4	-	-	3	-	KombT	Medel		Medel	37,0566		4,47942	20,8	175,1			
Gods Övernatt	GT	GT:4	25%	400	-	-	5	-	-	3	-	VLastT	Medel		Medel	37,0566		4,47942	20,8	138,5	x	20,8	400
Gods Regularitet	GR	GR:1	50%	614	-	4	-	4	-	3	4	SystT	Låg	Medel		24,7044	6,834383		15,8	161,4			
Gods Regularitet	GR	GR:2	50%	703	-	4	-	4	-	4	-	SystT	Låg	Medel		24,7044	6,834383		15,8	184,8			
Gods Nätverk	GN	GN:1	100%	494	-	-	4	-	-	3	-	VLastT	Låg		Medel	24,7044		4,47942	14,6	120,1	x	14,6	494
Gods Flexibilitet	GF	GF:1	40%	614	-	-	-	-	4	3	-	SystT		Medel	Medel		6,834383	4,47942	5,7	57,9			
Gods Flexibilitet	GF	GF:2	17%	614	-	-	-	-	-	3	-	SystT		Låg	Medel		4,556255	4,47942	4,5	46,2			
Gods Flexibilitet	GF	GF:3	17%	400	-	-	-	-	-	3	-	SystT		Låg	Medel		4,556255	4,47942	4,5	30,1	x	4,5	400
Gods Flexibilitet	GF	GF:4	26%	273	-	-	-	-	-	3	-	VLastT		Låg	Medel		4,556255	4,47942	4,5	20,6	x	4,5	273
														Låg	Medel		4,556255	4,47942	4,5	0,0			

Figur 9 Fördelning av varutidskostnader för godstågstrafik på under- och huvudkategorier samt viktning för snabbhet och precision i tid

Prio-riterings-kategori: Namn	Kod	Identi-fier-ings-nyckel	Identifieringsvillkor: Trafik koncept: *Snabb** framfart	Tids-kritisk logi-stik	Kund-avtal snabb transport	Krav på lever-anspre-cision	Krav på flexi-bilitet	Gods-mängd (vikt)	Förädl-ings-grad	Tåg-konfi-gura-tion	Typ av trafik, beskrivning: **OBS!** *Texten i dessa två kolumner syftar endast till att ge en* ***ungefärlig*** *uppfattning om vad resp. kategori har för innebörd.*	Exempel
Gods–snabb	GS	GS1	❹	❺	-	❺	-	❸	❺	-	Mycket tidskänsliga transporter av industriprodukter med just-in-time-gods där mycket kort transporttid efterfrågas.	Just-in-time-godståg
		GS2	❹	-	❺	❺	-	❸		-	Mycket tidskänsliga transporter av post, paket och styckegods där mycket kort transporttid efterfrågas.	Posttåg
		GS3	❹	-	❺	❹	-	❸	-	Kombi-tåg	Mycket tidskänsliga intermodala trans-porter där mycket kort transporttid efterfrågas.	Kombitåg högprioriterat
Gods–över-natt	GT	GT1	❷	❺	-	❹	-	❸	❹	System tåg	Tidskänsliga transporter av industri-produkter med snäva logistikkedjor där kort transporttid efterfrågas.	Systemtåg högpriori-terat
		GT2	❷	❹	❹	❹	-	❸	❹	System tåg	Tidskänsliga transporter av högvärdigt gods där kort transporttid efterfrågas.	Systemtåg högprioriterat
		GT3	❷	-	❹	-	-	❸	-	Kombi-	Intermodala transporter där kort	Kombitåg

Figur 10 Del av presenterad tabell i Järnvägsnätsbeskrivningen som motsvarar tabellen i Figur 9

Underkategorierna sammanställs sedan till huvudkategorier, vilka är de som sedan används både i ansökan om tågläge och i prioriterings-kalkylen.

5.3.2 Regionaltåg och kommersiella resandetåg

Regionaltåg och kommersiella resandetåg med sina underkategorier visas i Figur 11.

© RISE Research Institutes of Sweden

			Fördelningsnyckel för underkategori					
Kategorinamn	KOD	TOT	1	2	3	4	5	Kommentarer och ytterligare info
Storpendel	SP	100%	100%					
Regiopendel	RP	100%	80%	20%				
Regio Max	RX	100%	80%	20%				
Regio Standard	RS	100%	95%	5%				
Regio Låg	RL	100%	6%	47%	47%			
Regio Mini	RI	100%	100%					
Fjärr Express	FX	100%	100%					
Fjärr Standard	FS	100%	100%					
Fjärr Låg	FL	100%	70%	30%				
Fjärr Mini	FI	100%	92%	8%				
Person-trp Ospec.	PO	100%	100%					
		0%						
		0%						
		0%						
		0%						

Figur 11 Fördelningsnyckel för summering av underkategorier till huvudkategorier

Varje underkategori består av en mix av olika tågtyper, ofta baserat på kända affärssegment och operatörers fordonstyper, t.ex. består RX1 av ett antal regionaltåg som drivs av olika regionala kollektivtrafikmyndigheter (RKM). Dessa har lite olika konfigureringar av fordon vilket avspeglas i matrisen i Figur 12 nedan. Den procentuella andelen som varje RKM bidrar med till underkategorin anges som en procentsats och baseras på mängden trafik de bedriver.

Underlag för fordonsspecifikationer Persontransporter

Färgförklaringar

Rutor för INmatning (gul/blå) → Ange indata (olåst) | Ange % (olåst)

INGEN inmatning (låst cell) → Härledd data (låst) | Rättat | Kolla!

→ INGEN indata (låst)

Visa låsta celler (sätt ett X) → ☐ → Rubriktext (låst)

OBS! Se ändrings-uppgifter till höger

Trafiksystem	S:a Nivå 2 Kod	Tot %	Platser	Nivå 3 Delvikt	Kod	Nivå 2	Andel %	ASEK Tågtyp	Antal Platser	Fordonssätt X2-6	X3	X10	X11	X12	X14	X31	X32	X40	X41	X50-2	X51-2	X52-2	X52-3	X53-3	X54-2	X55	X60	X61	X62	X74	Y2	Y31	Y32	Rc6-9	Rc6-6	Rc6-4
Antal sittplatser										327	228	176	168	122	143	194	194	143	233	166	135	148	250	267	130	245	374	214	211	300	142	86	142	600	400	250
Antal fällsittplatser													10			35	35	8	12	28	19	23	27	27	20			20	29			14	18			
Antal ståplatser																																			
Tot antal platser										327	228	176	178	122	143	229	229	151	245	194	154	171	277	294	150	245	374	234	240	300	142	100	160	600	400	250
STORPENDEL	SP1	100%	748					PeSto																											
SL pendeltåg (max)				748	SP1-A	SP1	100%		748																			2								
Eventuell men ej aktuell					SP1-B	SP1	0%		704			4																								
REGIOPENDEL (variant 1)	RP1	100%	748					PeSto																											
SL pendeltåg				748	RP1-A	RP1	100%		748																			2								
Eventuell men ej aktuell					RP1-B	RP1	0%																													
REGIOPENDEL (variant 2)	RP2	100%	735					PeSto																											
Regionaltåg Mälardalen (max)				735	RP2-A	RP2	100%		735										3																	
Eventuell men ej aktuell					RP2-B	RP2	0%																													
REGIO-MAX (variant 1)	RX1	100%	675					PeSto																											
Regionaltåg Mälardalen				184	RX1-A	RX1	25%		735										3																	
Skånetrafiken Regionaltåg				176	RX1-B	RX1	25%		702																				3							
Öresundstågen				137	RX1-C	RX1	20%		687							3																				
Västtrafik Pendeltåg				140	RX1-D	RX1	20%		702																				3							
Upptåget Gä-U				19	RX1-E	RX1	5%		388												2															
SL Gnestapendeln				19	RX1-F	RX1	5%		374																		1									
REGIO-MAX (variant 2)	RX2	100%	228					Snabb																											
Arlanda express				228	RX2-A	RX2	100%		228		1																									
Eventuell men ej aktuell					RX2-B	RX2																													
REGIO-STANDARD (variant 1)	RS1	100%	261					Pend																											

Figur 12 Relation mellan underkategori och huvudkategori för olika affärssegment för regionaltrafik. Tabellen är avklippt i underkant.

Genom kolumnen ”Nivå 3 delvikt” räknas den relativa mängd säten i ett ”relativt vägt tåg” för RX1 fram, 675 sittplatser. På motsvarande sätt fås övriga underkategorier för RX fram.

Tidsvärden för respektive resenär hämtas från ASEK, se Figur 13 nedan.

© RISE Research Institutes of Sweden

Förutsättningar för angivna ASEK-värden

Parametervärden	Uppgift
ASEK-rapport	ASEK 7
Basår - prisnivå	2017

Parametervärde tåg - Persontrafik

Parametervärden	Värde
Bytestidsfaktor	2,5
Förseningstidsfaktor	3,5

Tidsvärde tåg - Persontrafik

Kalkylvärden (kortsiktiga)	Regionala resor			Nationella resor	
	Privatresor		Tjänsteresor	Privatresor	Tjänsteresor
	Arbete	Övrigt			
B	E	F	G	H	I
Åktid (kr/tim)	80	62	288	85	288
Bytestid (kr/tim)	200	155	339	213	339
Förseningstid (kr/tim)	280	217	1 008	298	1 008

Figur 13 ASEK-värden för resenärer av olika typ

Dessa utgör grunden för de värderingar som görs för respektive kategori. Genom att använda fördelningsnycklar för hur många resenärer som förväntas i respektive kategori samt vilken blandning av privata resenärer, affärsresenärer etc. som är förväntat i medeltal så fås ett typiskt tåg ur varje kategori. Denna blandning ligger som grund för värderingen.

Exempel på fördelningsnyckel ges i Figur 14 där mixen av olika resenärstyper framgår för respektive huvudkategori. Denna används sedan med data från tidigare figurer för att få schablonerna för restid och sträcka.

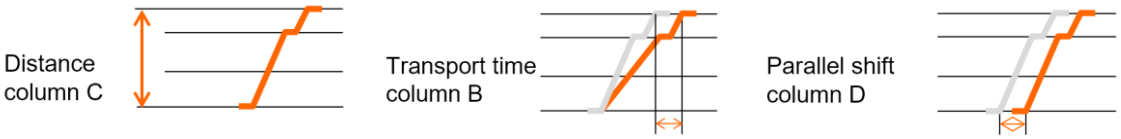
Priori-terings-kategori	Samt-liga	TPM resandegrupper (7 st)							TPM resandegrupper (7 st)						
		Tjänste Regional	Tjänste Långväga	Privat Regional Arbete	Privat Regional Fritid Tidskänslig	Privat Regional Fritid Otidskänsl.	Privat Långväga Otidskänsl.	Privat Långväga Tidskänslig	Tjänste Regional	Tjänste Långväga	Privat Regional Arbete	Privat Regional Fritid Tidskänslig	Privat Regional Fritid Otidskänsl.	Privat Långväga Otidskänsl.	Privat Långväga Tidskänslig
Huvud-kateg	Antal resande	Tidskänslig	Tidskänslig	Tidskänslig	Tidskänslig			Tidskänslig							
		ANDEL resande per TPM resandegrupper (7 st) inom respektive KATEGORI							Antal resande PER TÅG uppdelat på respektive TPM resandegrupper (7 st)						
[KOD]	[st]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[st]	[st]	[st]	[st]	[st]	[st]	[st]
SP	823	4,5 %	0,5 %	72,7 %		12,8 %	9,5 %		37	4	598		106	78	
RP	498	4,5 %	0,5 %	72,7 %		12,8 %	9,5 %		22	2	362		64	47	
RX	220	4,3 %	0,8 %	72,7 %	7,3 %	0,8 %	14,3 %		9	2	160	16	2	31	
RS	133	7,5 %	2,5 %	13,5 %	43,2 %	10,8 %	13,5 %	9,0 %	10	3	18	58	14	18	12
RL	91	9,0 %	1,0 %	64,8 %		16,2 %	9,0 %		8	1	59		15	8	
RI	13	4,5 %	0,5 %			85,5 %	9,5 %		1	0			11	1	
FX	263	8,8 %	26,3 %			16,3 %	4,9 %	43,9 %	23	69			43	13	115
FS	200		25,0 %				75,0 %			50				150	
FL	86		25,0 %				75,0 %			21				64	
FI	31		5,0 %				95,0 %			2				29	
PO	0														

Figur 14 Andelar resenärer av respektive typ, per huvudkategori

5.4 Justeringsmöjligheter inom ramen för tjänstens giltighet

Prioriteringskategoriernas schablonvärden är uttryckta i de faktorer som tåglägena i en tågplan byggs upp av och som ligger till grund för att lösa ut resurskonflikter. De faktorer som värderas, se Figur 15, är sträckan som tågläget har, totaltiden för genomförande som tågläget har (bestående av en grundtid och en påslagskomponent) samt den förskjutning från önskad tid i förankringspunkten (utgångsstationen) som tågläget kan få vid schemaläggningen tillsammans med andra tåglägen (konfliktlösningen).

© RISE Research Institutes of Sweden



Figur 15 De tre faktorerna som värderas av prioriteringskategorierna. Observera att hela transporttiden mäts, det som markerats i figuren är fördröjningen gentemot bastiden.

5.5 Gräns för tjänstens giltighet

Den sista posten, förskjutning, kan betraktas som en brist i förmåga att leverera den tjänst som sökanden ursprungligen vill ha. Om detta tågläge hade varit ensamt på banan skulle ingen förskjutning behöva göras gentemot sökt tågläge, och denna post skulle då alltid vara noll för samtliga tåglägen. Förskjutning uppkommer enbart som en konsekvens av schemaläggning tillsammans med andra tåglägen där spårresurserna inte är tillräckliga för att få precis det som sökts.

De andra två komponenterna består av två delar, dels en komponent som mäter den generaliserade kostnaden för att tåget körs (tjänsten utförs), men också en påslagstid (extra tid) för möten och förbigångar som inte ingick i sökandens ursprungliga önskemål samt eventuella längre transportväg än den som sökanden ursprungligen sökte. Dessa extra påslag är också en konsekvens av konfliktlösning.

Däremot är grundgångtiden, dvs utan påslag och längs den sökta vägen, det värde som grundtågläget har och som kan sägas utgöra det nominella värdet på transporten, utan påslag.

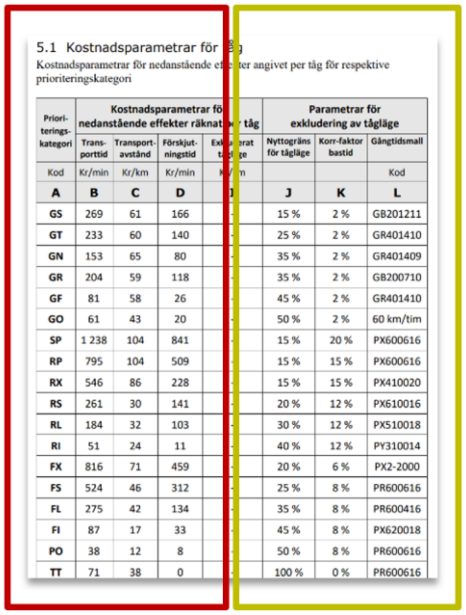
I Figur 16 ges schablonvärden som varje huvudkategori har tilldelats samt hur den generaliserade kostnaden räknas ut. Röd ram anger de värden som värderar kostnaderna för respektive planeringsparameter (sträcka, gångtid och förskjutning) för varje huvudkategori medan grön ram anger de procentsatser som används för att räkna ut gränsen för tjänstens giltighet. Till höger i bilden finns beskrivningen av hur värderingen räknas ut.

Således finns det flera typer eller fall av värderingar:

- Bastid och baskostnad, den (generella) kostnad som det sökta tågläget får om det skulle vara ensamt på banan. Leder till grundvärdering för tågläget
- Påslagskostnader, de kostnaders som uppstår på grund av trängsel och konfliktreglering.
- Gräns nyttokostnad, nyttogräns för tågläget, den gräns där tågläget inte längre kan anses vara kommersiellt lönsamt att genomföra. Detta sätter en gräns för storleken på påslagskostnaden.

Gränsen för nyttokostnad kan betraktas antingen som att tjänsten skall strykas, den kan ju inte levereras, men gränsen kan också betraktas som att en annan tjänst ändå kan levereras, dock med sämre/annan kvalitet genom att sänka kvalitetskraven och byta prioriteringskategori. Detta beror mycket på tidskänsligheten hos tjänsten: en mycket tidskänslig tjänst kommer inte ha något värde utanför den tid där den är relevant, t.ex. regionaltrafik. Att erbjuda ett regionaltåg förskjutet 45 minuter betyder att i stort sett hela trafikuppgiften går förlorad för tjänsten.

© RISE Research Institutes of Sweden



5.1 Kostnadsparametrar för tåg

Kostnadsparametrar för nedanstående effekter angivet per tåg för respektive prioriteringskategori

Priori-terings-kategori	Kostnadsparametrar för nedanstående effekter räknat per tåg				Parametrar för exkludering av tågläge		
	Trans-porttid	Transport-avstånd	Förskjut-ningstid	Exkl. tåg	Nyttogräns för tågläge	Korr-faktor bastid	Gångtidsmall
Kod	Kr/min	Kr/km	Kr/min	Kr/min			Kod
A	B	C	D	J	J	K	L
GS	269	61	166		15 %	2 %	GB201211
GT	233	60	140		25 %	2 %	GR401410
GN	153	65	80		35 %	2 %	GR401409
GR	204	59	118		35 %	2 %	GB200710
GF	81	58	26		45 %	2 %	GR401410
GO	61	43	20		50 %	2 %	60 km/tim
SP	1 238	104	841		15 %	20 %	PX600616
RP	795	104	509		15 %	15 %	PX600616
RX	546	86	228		15 %	15 %	PX410020
RS	261	30	141		20 %	12 %	PX610016
RL	184	32	103		30 %	12 %	PX510018
RI	51	24	11		40 %	12 %	PY310014
FX	816	71	459		20 %	6 %	PX2-2000
FS	524	46	312		25 %	8 %	PR600616
FL	275	42	134		35 %	8 %	PR600416
FI	87	17	33		45 %	8 %	PX620018
PO	38	12	8		50 %	8 %	PR600616
TT	71	38	0		100 %	0 %	PR600616

Effect cost(calculation item)	Description of calculation (bold letter, see below)
Trains cost for transport distance	= Transport distance {km} x **C** {SEK/km}
Trains transport time cost	= Total transport time {min} x **B** {SEK/min}
Displaced path time cost	= Displaced path time {min} x **D** {SEK/min}
Cost for "Excluded train path"	= (Transport time {exclusion} x **B**) + (Transport distance x **C**) Where Transport time {exclusion} = Basic running time {direct}* x (100+**K**) x (100+**J**)
Cost for "freight train without time limit"	= Cost for "Excluded train path"
Cost for an association's duration	= Duration {min} x **L** {SEK/min}
Cost for a broken association	= **M** {SEK/association}
Production cost for engineering works	= Engineering works' current production cost (only the share of man and machine costs)
Total cost	= Summary of all calculation items above for all detailed plan days:

Bold letter = Letter in column heading in tables 5.1 and 5.2

Figur 16 Prioriteringskategorierna och dess kalkyl. Röd ram anger grundvärden för kostnadsberäkning medan grön ram anger schablonvärden för bastid och grundvärdering av tågläget

Detta avspeglas i schablonvärdena för regionaltrafik, där den totala kostnaden varierar med vilken kategori tjänsten har, medan mängden möjlig förskjutning och fördröjning är i princip lika för alla kategorierna. Således är finns det inte så stora möjligheter att förskjuta/fördröja regionaltåg, vilket ju stämmer med den huvudsakliga transport-uppgiften för dessa tåglägen, att transportera pendlare dagligen till och från arbets-platser. För regionaltåglägen blir "Verktyget" för planeraren gentemot det önskade är istället att ta bort tåglägen (t.ex. "tunna ut" gentemot önskat, minska från 15-minuterstrafik till 20-minuterstrafik) i händelse av trängsel och att det är regionaltåg som skall justeras.

Det är tvärtom för godstågen, kostnaden att stryka tågläget är ungefär lika för alla godståg medan olika kategorier har olika mycket möjligt påslag och förskjutning. Till exempel har ett icke-tidskänsligt godståg större möjlighet att förskjutas i tid. För ett resandetåg kan tågläget kortas och delvis ersättas med buss under en TCR medan ett godståg oftast inte kan ersättas lika enkelt med landsvägstransport.

Skillnaden mellan baskostnad och gräns nyttokostnad kan anses vara den schabloniserade vinst som sökande får om tågläget fastställs utan påslagskostnader. Påslagskostnaderna uppstår då tågläget skall samsas med andra tåglägen på samma infrastruktur.

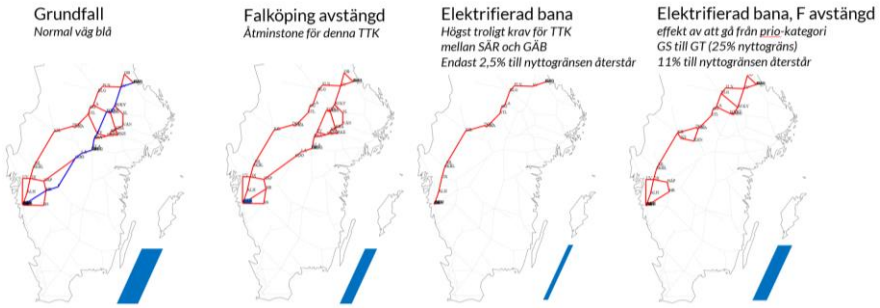
5.6 Exemplet Falköping: Annan väg

Följande utgör ett exempel på hur prioriteringskategorierna kan användas i de tidiga faserna av kapacitetstilldelningen, t.ex. i TPÅ-processen eller i en framtida förhandsplanering under TTR-processen, för att värdera olika lösningar då en TPÅ behöver genomföras i Falköping.

Den normala vägen för ett godståg från Göteborg till Gävle i tjänstekategori GS ("Gods Snabb") är den genaste vägen som går över Falköping. På grund av ett TPÅ (TCR) kan

© RISE Research Institutes of Sweden

inte detta tågläge över Falköping erbjudas under en period, antingen för att det fysiskt är omöjligt, eller för att den sammantagna mängden tåglägen genom Falköping är för stor för att alla skall få plats. För att lösa problemet undersöks olika alternativ där denna transport ingår i ett av undersökningsalternativen. I Figur 17 visas arbetsgången schematiskt, från vänster till höger. I figuren representerar den blå romben i undre högra hörnet av varje steg det tillgängliga utrymmet för (kvarvarande) förskjutning som återstår efter att ändringar prövats för transportläget.



Figur 17 Exempel på prioriteringskategoriernas användning vid framtagande av erbjudande av godståg i klassen GS då Falköping är avstängd

Det finns några olika alternativa vägar att undersöka, dels en icke-elektrifierad bana som minimerar den extra sträcka som tågläget behöver köra (kartbild 2 från vänster). Mängden tillgänglig påslagstid för konfliktlösning med andra tåg minskar med avräkning av den redan förbrukade extra sträckan.

Dock är det sannolikt så att denna icke-elektrifierade bana inte är ett alternativ för en tjänst med GS (Gods snabb) som kategori, bl.a. så sjunker hastigheten för tågläget med dieseldraget tåg på denna bana. Det blir de funktionella kraven för banan avgör om detta är ett alternativ eller inte, via den TTK som definierar ett transportläge denna väg.

Det finns en annan omledning, elektrifierad, nordväst om den ursprungliga, som skulle kunna vara ett alternativ, se kartbild 3 i Figur 17. Dock är denna så pass mycket längre så gentemot det ursprungliga transportläget så återstår det enbart en liten fraktion av möjlig förskjutnings- och påslagstid för reglering med andra tåglägen representerat av den lilla smala blå romben i kartbild 3. Det är sannolikt svårt att lösa ut alla konflikter med annan trafik med denna lilla påslagstid som återstår efter omledningen.

Kvar återstår för infrastrukturförvaltaren att konstatera att man sannolikt inte kan erbjuda ett GS sträckan Göteborg till Gävle under den tid som TPÅn pågår. Ett möjligt alternativ kan vara att ändra kvalitetsegenskaperna och ersätta det ursprungliga planerade transportläget med GS över Falköping med ett annat transportläge med annan prioriteringskategori, t.ex. GT, vilket har andra tidsmässiga kvalitetsegenskaper, se kartbild 4 Figur 17. Om detta är ett alternativ beror av hur attraktivt ett GT är som ersättare för ett GS, dvs hur mycket av transportuppgiften som går förlorad i samband med att kvalitetsegenskaperna för transportläget klassas som GT istället för GS. GT ger större möjlighet till förskjutning/fördröjning av tågläget än GS gav, men transportläget har inte samma kvalitetsegenskaper längre, framför allt har snabb framfart fått överges. Det är en sorts ”samhällsekonomiskt affärsmässigt” beslut om detta GT-transportläge är attraktivt nog för att finnas med i erbjudandet eller inte, då det ursprungliga GS-transportläget antas ha varit vad branschen egentligen sett som mest attraktivt. Det kan

© RISE Research Institutes of Sweden

ju vara så att inte alla delar av den ursprungliga transportuppgiften egentligen var av ”GS-typ” utan hade större tidsmässiga marginaler.

Slutsatsen blir dels att ett GS-läge inte kan erbjudas branschen under det att TPÅn (TCR) pågår, gångtiden för omledningen gentemot ordinarie gångtid är för lång för detta, dels ett ”affärsmässigt” avgörande om ett alternativt tågläge med andra kvalitetsegenskaper än GS skall erbjudas eller inte. Ytterligare alternativ är att undersöka om TPÅn (TCR) kan genomföras på ett sådant sätt att detta tågläge (tillsammans med andra liknande tåglägen med samma problematik) båda kan genomföras utan omledning.

På motsvarande sätt kan de andra transportlägen och (förplanerade) tåglägen som passerar Falköping undersökas. Om det till exempel finns ett godståg på samma sträcka Göteborg – Gävle med klass GT är det ett bättre alternativ att leda om då det har större möjligheter redan från början.

Så här arbetar naturligtvis de flesta konstruktörerna redan, de tåglägen som är snabbtåg är inte de första som kommer ledas om vid kapacitetsbrist. Men prioriterings-kategorierna tillsammans med transporttjänsteklasser och annan formalisering gör att detta arbete kan systematiseras och verktyg utvecklas som stöttar arbetet. Specifikt är prioriteringskategoriernas utformning och kalkyl formulerade som linjära ekvationer, vilket möjliggör att utveckla optimerande beslutsstödsystem. Det ingår inte att konfliktreglera varje alternativ i TTRs förhandsplanering men det ingår att bedöma hur sannolikt det är att kunna skapa en lösning på det efterföljande schemaläggnings-problemet.

Notera också att då detta görs som en del av TTRs förhandsplanering så är det infrastrukturförvaltarens prognosticerade trafikefterfrågan som är grunden, inte redan avgivna ansökningar. Infrastrukturförvaltaren kan stödja sig på erfarenhet, statistiskt material från tidigare tågplaner, samt CNA, Capacity Needs Announcement, som är en del av TTR-processens processteg kapacitetsmodell.

Det betyder också att transportuppgiften är en prognosticerad transportuppgift inom vilken det finns ett visst ”svängrum”, en viss osäkerhet. Kritiskt för att detta skall fungera är att klassificeringen av det planerade erbjudna transportläget eller förplanerade tågläget är korrekt prognosticerat. Någon måste här ansätta en trolig klassificering av tågläget, givetvis med stöd från undersökningar, tidigare tågplaner (statistik) etc. Det ligger nära till hands att det är infrastrukturförvaltaren som har den uppgiften och denne behöver i så fall känna marknaden väl.

5.7 Saknas i värderingen

Dagens prioriteringskategorier[20] värderar varje tågläge för sig. Det finns ingen värdering av system av tåglägen, vare sig volymer av tåglägen över en period (regularitet) eller värdet av styv tidtabell, framför allt för regionaltrafiken. Sannolikt har det första tågläget (eller förbindelsen) mellan två orter ett högre värde än det 20:e av samma typ, dvs. det är marginalkostnaden som egentligen skall användas då ytterligare ett tåg läggs till

[20] Trafikverket, Järnvägsnätsbeskrivningen 2023, bilaga 4b Prioriteringskriterier, https://bransch.trafikverket.se/contentassets/a7154cd2d5ca423dacb011e0da75b673/jnb_2023_ef_am122.pdf, hämtad 2023-10-27

© RISE Research Institutes of Sweden

planen på samma sträcka. I dagens prioriteringskategorier finns ingen sådan avtagande värdekurva som funktion av antalet förbindelser mellan två orter.

Genom att värdering görs för varje individuellt tågläge finns inte heller någon värdering av transportflöden, dvs den ”last” (resande eller gods) som tar sig mellan utgångsstation och slutstation via en sekvens av tåglägen med omstigning/vagnsövergång. Till exempel finns ingen värdering i dagens kalkyl för att ett tågläge gör kommersiellt uppehåll på mellanliggande stationer för att möjliggöra avstigning/påstigning utan det är tåglägets hela sträcka och transporttid som huvudsakligen utgör mått på tåglägets värde (generaliserade kostnad). Associationer mellan två tåglägen på t.ex. mellanliggande station har ett värde, dvs om associationen bryts får detta en kostnad (belastning) i kalkylen, men det är den enda kalkylposten som kan uppstå på mellanliggande station, det kommersiella uppehållet i sig har inget värde i kalkylen. Kalkylen mäter således inte förbindelser för resande mellan stationer (transportflöden) eller möjligt tillträde för resande och godstransportkunder till transporter i järnvägsnätet[21]. Men med sådant data om transportflöden är det full möjligt att också värdera transportflödena med en i allt väsentligt liknande kalkyl, det som saknas är en relation för det identifierade transportflödets start och slut i de platser som har kommersiella stopp.

Transportflödesdata finns inte idag på Trafikverket annat än i långsiktiga prognoser och används inte i prioritetskalkylen. Tidigare ansökningar som innehåller en klassificering i prioriteringskategori ger dock en (kanske trubbig) information från tidigare år för liknande trafik, genom den klassificeringen och självdeklarationen som sökande gjorde då.

Robusthet hos tågplanen har inte någon värdering, det som mäts i efterhand är punktlighet. Det finns således ingen värdering av den återställningsförmåga eller robusthet som läggs in i tågplanen för att hantera mindre störningar i trafiken. Då robusthet således inte ges något värde i tågplanen så medan däremot t.ex. mer trafik är värdesatt så kan detta leda till att alltför många tåglägen planeras in med många beroenden mellan olika tåglägen (tät trafik, många möten, förbigångar, associationer) som gör att en liten störning leder till stora effekter vid genomförandet. Sådana förseningar får dock stora samhällsekonomiska konsekvenser, och robusthet borde av det skälet ges ett samhällsekonomiskt värde i planeringen. Inte minst i den av TTR föreslagna kapacitetsmodellen, vilken redovisar hur infrastrukturförvaltaren har planerat att använda infrastrukturen i en framtida tågplan. Ju mer trafik som prognosticeras gå på banan, desto mer robusthet mot mindre störningar bör ”byggas in” i tågplanen. En tumregel som ofta används i andra sammanhang är att en försening motsvarar 3,5 gånger det restidsvärde som förseningen omfattar.

Det är inte bara tåglägena som behöver ha s.k. nodtillägg för att hantera förseningar, även högt belastade infrastrukturdelar behöver viss tid för att ”hinna ikapp” produktionen, annars blir de känsliga flaskhalsar i systemet.

Det har ett tydligt värde samhällsekonomiskt att skapa incitament och värdering av robusthet som leder till punktlighet i tågplanen. Trafikverket har utvecklat

[21] Förslag till EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS FÖRORDNING om utnyttjande av järnvägs-infrastrukturkapacitet i det gemensamma europeiska järnvägsområdet, om ändring av direktiv 2012/34/EU och om upphävande av förordning (EU) nr 913/2010, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/ALL/?uri=CELEX%3A52023PC0443, hämtat 2023-10-27

© RISE Research Institutes of Sweden

konstruktionsregler[22] som bättre tar hänsyn till robusthetsfaktorer, men de har ingen koppling till värdering av samhällsnytta.

5.8 Vad kan inte schabloniserad kalkyl lösa

Prioriteringskategorierna är en schabloniserad kalkyl, som bygger på ASEK[23]. De schabloner som räknats fram i ASEK tar hänsyn till de generella värderingar som fåtts från intervjuer, generella värden om operativa kostnader för personal och fordon mm. Det betyder att ASEK värderar vad det är värt för samhället att en viss trafik genomförs och genom EKG sätts ett värde på det tågläge som planeras, tilldelas och genomförs. Kalkylen har till exempel inget värde på att konkurrens kan vara fördelaktigt på längre sikt, den ”kraft” som skall utveckla nya produkter och tjänster på marknaden och som på sikt höjer attraktiviteten hos transporterbjudandet till slutkund och sänker transportpriser.

Om två operatörer önskar köra samma tågläge uppstår konkurrens om detta tågläge. Till detta kan inte en schabloniserad kalkyl enbart baserad på tidsvärden användas för att slita tvisten[24]. Således kan prioriteringskategorierna användas för att ta fram ett utbud av transporter samt värdera, i förenklad och schabloniserad form, vad det är värt *för samhället* att genomföra trafiken, baserat på de intervjuer mm som ligger bakom ASEKs värdering. Den schabloniserade kalkylen värderar inte att i konkurrens tilldela utförare till transporterna, det finns ingen värdering av t.ex. vad det är värt att det finns internet ombord, att säten är sköna att sitta i, möjlighet till servering av mat och dryck, etc. Konkurrens måste lösas på annat sätt, t.ex. genom auktioner på attraktiva förplanerade tåglägen[25], värderad koncessionstilldelning av linjer med takpris för resenärer eller liknande förfaringssätt. Icke desto mindre är en schabloniserad samhällsekonomisk kalkyl ett viktigt instrument i de tidiga faserna av kapacitetstilldelningen, då infrastrukturförvaltaren skall bedöma och ställa olika transporterbjudanden mot varandra och då segment ställs mot varandra för att avgöra hur infrastrukturen bäst skall användas.

Motsvarande processer som de i TTRs förhandsplanering återfinns i princip i alla industriföretag, då framtida marknader värderas och hur ens egna erbjudanden och egna marknadsandelar kan te sig samt vilken kundkategori som skall attraheras av det egna utbudet som företaget erbjuder marknaden.

---

[22] Trafikverket, 2017, Uppföljning av nya konstruktionsregler på Värmlandsbanan, https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:trafikverket:diva-2071, hämtad 2023-10-27

[23] Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 7.1, Trafikverket, https://bransch.trafikverket.se/contentassets/4b1c1005597d47bda386d81dd3444b24/2023/asek-7.1-hela-rapporten-2023-09-20.pdf , hämtad 2023-10-27

[24] För att kunna göra det så behövs en ”schablon” för vad konkurrens är värt för samhället och en sådan ”schablon” finns inte framtagen och är säkerligen svår att skapa.

[25] Broman E., Eliasson J., Aronsson M., Efficient capacity allocation on deregulated railway markets, Journal of Rail Transport Planning & Management, Volume 21, 2022, 100294, ISSN 2210-9706, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210970621000597

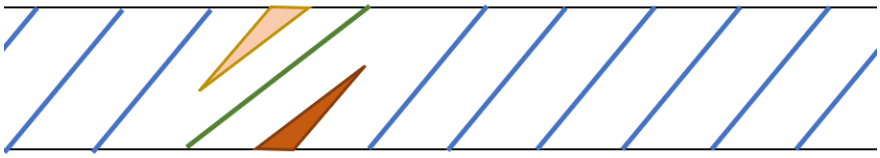
© RISE Research Institutes of Sweden

5.9 Utökning av prioriteringskriterie-modellen

Förutom ovan nämnda möjlighet att utöka modellen till volymer av tåg (regularitet, styv tidtabell) och till transportflöden är det möjligt att göra andra utvidgningar. En sådan är att värdesätta ställtider i samband med heterogen trafik. Betrakta den stiliserade trafiken i Figur 18.

Om en bana företrädesvis trafikeras av en viss sorts trafik (snabba resandetåg eller mycket godstågstrafik) så har banan i praktiken en nominell hastighet, den som är vanligast förekommande. Ett (förplanerat) tågläge som då bryter mot detta mönster skapar heterogenitet i trafiken. I Figur 18 finns ett grönt långsammare tågläge inlagt i en i övrigt homogen trafik med blå tåglägen. Mellan grönt och blått tågläge syns ”trianglar” (som planerarna kallar dem), tid som uppstår mellan tåglägena och som inte kan användas till produktion av tåg. Denna typ av extra tidsåtgång kallas i tillverknings-industrin för ställtid.

Även transportlägen som ännu inte har en fast förankrad avgångstid och därmed inget schema kan förutses få ställtider om det bryter mot det vanligaste förekommande mönstret (hastighet och riktning).



Figur 18 Exempel på ställtid på en länk med flera signalblock då ett tågläge har avvikande hastighet gentemot den i övrigt homogena trafiken

Summan av de två trianglarna är den ställtidskostnad som uppstår för att ändra hasighet två gånger. Notera att det efter det inritade gröna tågläget kunde ha kommit fler gröna tåglägen utan extra ställtidskostnad. Det är då hastigheten ändras som ställtids-kostnaden uppstår. Notera också att samma effekt hade uppstått om det varit ett blått snabbt tågläge som lagts in bland många gröna tåglägen.

Då ett avvikande tågläge läggs in i en i övrigt homogen trafik kan det finnas anledning att attribuera denna kostnad till den avvikande transporten. Detta är enklast att exemplifiera med ett avvikande snabbt tåg som kan sänka farten till de omgivande gröna tågen. I samband med det uppstår en fördröjningskostnad som kan mätas och som attribueras det tåget som fått sänka hastigheten för att följa det homogena mönstret. Men motsvarande borde gälla även för ett avvikande långsammare tågläge i en i övrigt homogen grupp av snabba tåglägen.

Dessa ställtider är kapacitetkonsumtion som inte kan användas till värdeskapande kapacitet. De är nödvändiga för att göra plats för det planerade tågläget med den avvikande hastigheten. Således, i ett förenklat resonemang, kan man tänka sig att då trängsel har uppkommit och ett avvikande tågläge gentemot omgivande homogen trafik önskar kapacitet så ”kostar” detta ”brott” mot homogeniteten ställtid som kan värdesättas som en samhällsekonomisk kostnad. Värdet av ställtidskostnaden som uppstår bör då belasta kostnaden för det avvikande tågläget. Detta för att antingen

© RISE Research Institutes of Sweden

motivera en sänkning av det avvikande transportlägets hastighet till den nominella hastigheten (om det är höghastighetståget som är avvikande) eller undersöka om något (annat) tågläge skall förskjutas eller i värsta fall ej skall beredas plats vid denna tidpunkt och bandel.

Notera att denna ställtid inte är samma sak som att tåglägen väntar på mötes- eller förbigångsspår. Ställtid är kapacitet (tid) som åtgår då för att ändra tjänst, då två tåglägen inte har samma prestanda och det uppstår ”hål” i grafen. Ställtid är ytor som inte kan nås längre av något (annat) tågläge och därmed inte användas till nyttoskapande produktion, även om arean egentligen inte är allokerad till ett tågläge. Väntetid för tåglägen i samband med möten och förbigångar är spill som drabbar tågläget då det står på ett ”lager” i väntan på att få köra ut på nästa länk och värde återigen adderas till transporten. Spill ”drabbar” inte produktiviteten hos länken[26], däremot den station som tåget kommer stå och vänta på mötet/förbigången.

Med TTR och det i TTR föreslagna segmentet Rolling planning, med bandbredder (transportlägen) som förslag för reservering av kapacitet, behövs en värdering av konsumerad kapacitet inkluderande ställtider och spilltid (dvs sådana ”areor” som inte längre är användbara för vare sig tåglägen eller banarbeten). Detta för att planeringen i tidiga skeden skall värdesätta kvarvarande tid i tågplanen som kan användas till antingen tåglägen eller underhåll. Framtida möjligheter till ytterligare tågproduktion har ett samhällsekonomiskt värde och spilltid (tid som inte är ställtid och inte kan användas till värdeskapande transportproduktion) som uppstått som en konsekvens av dålig planering blir inte nåbar igen i fastställd tågplan. Av det skälet förordas Successiv planering[27] där enbart de kommersiella avtalstiderna är fixerade medan produktionstiderna kan optimeras för att dels kunna anpassas till kommande trafik, dels kunna förändras för att göra tågplanen mer robust mot förseningar varje dag. Med Successiv planering kan ytor i tids-rums-grafen göras åtkomliga som annars varit spilltid, genom att produktionstiderna i Successiv planering mellan avtalstiderna kan förändras kontinuerligt under tågplanen konstruktion och genomförande så länge som avtalstiderna hålls.

6 TTR-processen

Då denna rapport skrivs har inte alla delar av TTR-processen[28] definierats ännu. TTR-processen bygger på att infrastrukturförvaltaren tar ett större ansvar för kapacitetsanvändningen redan innan ansökan om kapacitet. De processteg som ingår i TTRs förhandsplanering utgör kapacitetsstrategin, kapacitetsmodellen samt kapacitetsutbudet. Efter dessa tre processteg sker ansökan om kapacitet och förhandsplaneringen (Advance planning) slutar. Det betyder inte att TTR-processen slutar, utan därefter sker AdHoc-planering samt tilldelning av kapacitet i därför avsatt segment, i det som kallas

[26] Detta gäller för länkar utan mellanliggande station. Om det finns mellanliggande stationer i ett abstraherat när så beror det på om tid avsätts till väntan på möte eller ej i den totala traverseringstiden för den abstraherade länken.

[27] Aronsson, M., Forsgren, M., & Gestrelius, S. (2017). Uncovered capacity in Incremental Allocation. https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ri:diva-28256 Hämtad 2023-10-27

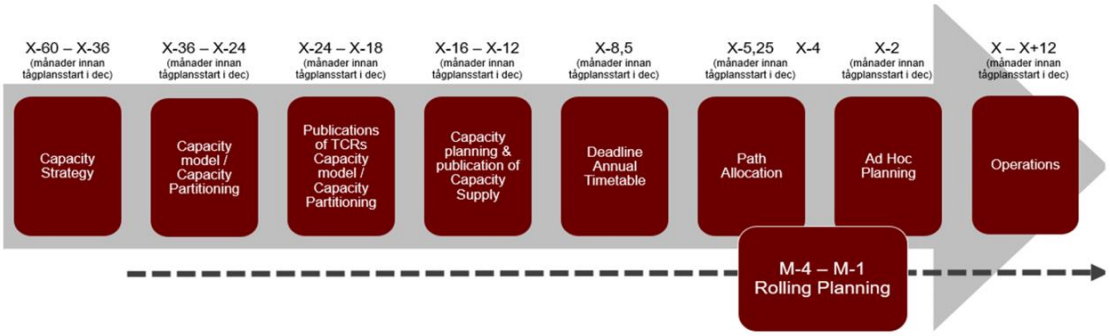
[28] RailNetEurope, 2023, Description of the Timetabling and Capacity Redesign Process version 3.0, https://rne.eu/wp-content/uploads/2022/10/long_desc_of_the_TTR-Process-v3.0.pdf, hämtad 2023-10-27

© RISE Research Institutes of Sweden

Rolling Planning, ett tilldelningsförfarande som sker rullande och med upp till tre års framförhållning.

Reservering av kapacitet till Rolling Planning sker under förhandsplaneringen. Om detta inte görs är risken stor att det inte finns (rest)kapacitet efter årlig tilldelning, så Rolling Planning måste även det hanteras inom processtegen i förhandsplaneringen. Rolling Planning har stora likheter med dagens krav på reservkapacitet. Men där reservkapacitet enbart kan reserveras och tilldelas under innevarande tågplan så kan Rolling Planning tilldelas med upp till tre års giltighet, vilket ställer krav på reservation och hantering av redan tilldelad kapacitet i kommande tågplaner.

Nedan visas ett principiellt processflöde för TTR-processen. För en mer detaljerad beskrivning av TTRs process hänvisas till RNEs dokumentation[29], här summerar vi de viktigaste egenskaperna.



Figur 19 TTR-processens huvudsteg

6.1 Kapacitetsstrategin

I kapacitetsstrategin hanteras framför allt kapacitetsanvändningen ur ett strategiskt perspektiv. Mycket stora kapacitetsinskränkningar (TCR) kan komma att påverka den strategiska användningen av infrastrukturen som t.ex. ändrade huvudflöden, förstärkning, enkelspårsdrift under längre perioder av tågplanen samt kolonn-körning. Detta skall beskrivas i kapacitetsstrategin. Med SERA-direktivet 2012/34 bilaga 7[30] kom krav på ökad redovisning av hur stora arbeten påverkar användningen av infrastrukturen och i Sverige implementerades detta i den s.k. TPÅ-processen vilken liknar hur TTR beskriver hur kapacitetsstrategin skall bedrivas. Skillnaden är att TTR-processen går längre vad gäller infrastrukturförvaltarens möjligheter att strategiskt försöka påverka och styra användningen av infrastrukturen. Där TPÅ-processen snarare redovisade vilken påverkan olika TPÅ:er kan (kommer) få, så skall IM redan i kapacitetsstrategin vidta mått och steg för att maximera användningen av infrastrukturen, t.ex. blir det redan här i TTRs process möjligt att deklarera huvudsaklig användning av viss infrastruktur.

[29] Komplett hemsida för all dokumentation finns på RNEs hemsida, under adressen https://rne.eu/downloads/#downloads_capacity_ttr_process

[30] Directive 2012/34/EU of the European Parliament and of the Council of 21 November 2012 establishing a single European railway area, EUR-lex 2019-01-01, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX:02012L0034-20190101

© RISE Research Institutes of Sweden

Sammanfattningsvis beskriver kapacitetsstrategin hur ”maskinerna” (infrastrukturens delar) är tänkta att användas för att nå maximal nytta. För detta krävs en nytto-kalkyl som kan värdera strategin och ställa den tänkta strategiska infrastrukturanvändningen mot andra förslag på användning, inklusive förändringar i de planerade stora arbetena.

6.2 Kapacitetsmodellen

Kapacitetsmodellen är för svensk kapacitetstilldelning ett nytt processteg. I industrin i allmänhet återfinns dock ofta ett liknande processteg. Syftet med kapacitetsmodellen är att beskriva hur tillgänglig kapacitet huvudsakligen skall användas för produktion av olika tåglägestjänster. Resultatet av kapacitetsmodellen är en segmentering av volymer av tåglägen i huvudgrupper av tåglägen. I handboken för kapacitetsmodellen[31] beskrivs segmenten som resandetrafik, godstågstrafik samt TCRs. Minimum-kravet för trafik-delen av kapacitetsmodellen är att detta görs för ett standarddygn som inte är påverkat av någon TCR. Detta kan kallas för en ”nominell trafik” dvs. från denna trafik kommer avsteg att göras vid TCR, men då inga störningar finns så beräknas detta vara produktionskapaciteten för länken (”maskinen”), i TTR kallat ”line section”.

Utöver detta kan uppdelningen göras i ytterligare grupper, t.ex.

- Årlig tågplan för både resande och gods
- Volymer av Rolling Planning lägen
- AdHoc volymer (kapacitet)
- Oplanerad kapacitet (fritt användbar i senare skeden till samtliga grupper).

I handboken för kapacitetsmodellen anges detta som ”can” vilket betyder att andra alternativ för uppdelning kan förekomma.

Syftet med kapacitetsmodellen är att klargöra vilka möjligheter för tåglägesproduktion som finns och hur tillgänglig kapacitet delas upp på olika segment eller tjänstegrupper. Tanken är inte att i kapacitetsmodellen publicera mer detaljerade tjänster, såsom faktiska tåglägen, utan att deklarera tänkt huvudanvändning uppdelat i timblock. Det betyder att infrastrukturförvaltaren har möjligheten att på olika banor och olika perioder över dygnet söka påverka användningen för att tex. homogenisera trafiken syftandes till att effektivisera användningen av infrastrukturen som helhet.

Det finns ingen värdering av nyttan av att tillåta en viss tågtyp att bli producerad genom att titta enbart lokalt på länken. Att dela upp kapaciteten i segment på respektive länk måste baseras på vilken tänkt trafik som skall produceras på denna länk, se produktionsmål i stycke 3.3.

För att kunna avgöra vilka tåglägesprodukter som planeras få tillträde till banan vid olika tidpunkter behövs en värdering av nyttan av infrastrukturanvändningen. Denna kan inte göras med mer än att det finns en bakomliggande trafik som värderas. Detta eftersom nyttan uppstår vid genomförande av trafik, inte vid (godtycklig) användningen av infrastrukturen i sig. Således behövs en bakomliggande efterfrågan på trafik och dess (tentativa) användning av infrastrukturen som kapacitetsmodellen grundas på. Den bakomliggande användningen skall vara beskriven i kapacitetsstrategin.

[31] RailNetEurope, 2021, Procedures for Capacity Model version 3.0, https://rne.eu/wp-content/uploads/2022/12/HB_Capacity_Model_3.0.pdf , hämtad 2023-10-27

© RISE Research Institutes of Sweden

Den trafik som matchar prognosticerad efterfrågan är även den en prognos och t.ex. avgångstider kan komma att skilja sig från vad som prognosticeras. Genom att planera med transportlägen och deras tidsfönster (där arean är samma som det framtida tågläget upptar) kan en ackumulerad kapacitetsanvändning för länken skapas[32]. Denna läggs till grund för hur segmenten utformas över tid på länken.

6.3 Kapacitetsutbudet

Då Kapacitetsmodellen slutförts inklusive processteget CNA (Capacity Needs Announcement) finns ramarna för kapacitetsanvändningen på järnväg, per länk. I processteget Kapacitetsutbudet tas slutligen förplanerade tåglägena fram baserat på de tidigare identifierade transportlägena. Alla transportlägen omvandlas dock troligen inte och viss oplanerad kapacitet som kan sökas ”fritt” av sökanden skall också finnas kvar.

Under detta steg reserveras och bevakas (”safe-guard”) den för AdHoc och Rolling planning avsatta kapaciteten så att den kan återfinnas och användas senare. Detta är viktigt inte minst för kapaciteten i Rolling Planning så att dess attraktivitet kvarstår till den tidpunkt då den kan sökas och allokeras under innevarande tågplan. Ett av syftena med TTR är att sökanden skall söka tågläge och få kapacitet tilldelad först då behovet är säkerställt (t.ex. efter undertecknande av transportkontrakt) och skall sökanden våga vänta med att söka tågläge så behöver tåglägena i Rolling Planning vara attraktiva. Hänsyn skall också tas till TCRs.

De förplanerade tåglägena skall dels konfliktregleras[33], dels schemaläggas så att den reserverade kapaciteten för Rolling Planning samt oplanerade/”fria” kapaciteten blir användbar för framtida attraktiva tåglägen[34].

För de förplanerade tåglägena passar prioritetskategorierna bra, de förplanerade tåglägena har samma egenskaper som värderas i prioriteringskategorierna (sträcka, gångtid samt förskjutning från önskad avgångstid). Skillnaden är att det är infrastrukturförvaltaren som skapar dem och har ett ansvar att de blir attraktiva, det finns inte en bakomliggande sökande bakom det förplanerade tågläget (även om behovet kan ha hämtats från tidigare CNA under processteget för kapacitetsmodellen). Således är det infrastrukturförvaltaren som behöver, som en del av processteget kapacitets-utbudet, ansätta prioritetskategori på det förplanerade tågläget. Ju mer information som finns i CNA, ju mer underlag finns för infrastrukturförvaltaren att basera beslut om prioriteringskategori för de erbjudna transport- och tåglägena, till exempel skulle sökanden kunna ange vilken prioriteringskategori som de ser framför sig är önskvärda att återfinna i det framtida utbudet/erbjudandet.

[32] M. Aronsson, 2022, En not om att mäta kapacitet på järnväg, https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1722644&dswid=465 , hämtad 2023-10-27

[33] Konfliktreglering kan vara något annat än den som traditionellt avses vid kapacitetstilldelning av tåglägen. Det är avhängigt av den nätbeskrivning samt noggrannhet som används vid planerandet av erbjudandet.

[34] Detta blir mycket enklare med Successiv planering, då produktionstider tillåts förändras efter fastställande av avtalstiderna. Det rörelseutrymme som möjliggörs genom Successiv planering gör det enklare att skapa attraktiva tåglägen senare i processen: årlig ansökan på fri kapacitet. Rolling Planning och/eller Ad hoc.

© RISE Research Institutes of Sweden

6.4 Rolling Planning

Rolling Planning är något nytt i kapacitetstilldelningsprocessen. Syftet är att framför allt godstrafiken men även vissa omledningar i samband med temporära kapacitets-restriktioner (banarbeten) skall sökas då bättre kunskap och säkrare fakta om deras egenskaper är kända och inte i den årlig tågplanen på ”spekulation”. Tåglägen skall kunna sökas med 3 års längd vilket betyder att tilldelade tåglägen över flera år måste reserveras i kommande tågplaner. Denna reservation är en rättighet till kapacitets-nyttjande med ett visst mått av justeringar och inte en helt ”minut-låst” tidtabell som är likadan alla år som tilldelningen är gjord.

Då årlig kapacitetstilldelning genomförs måste således kapacitet som avsatts till Rolling Planning respekteras, den skall ha den attraktivitet som beslutats i tidigare skeden. Tanken är att detta skall göras genom att kapacitet för Rolling Planning reserveras som ett antal ännu ej schemalagda transportlägen (i TTR-dokumenten kallade ”bandbredd”), en definierad period mellan två klockslag. Hur detta praktiskt skall gå till har inte redovisats ännu (2023).

Vi kan konstatera att successiv planering är en metod som fungerar mycket bra för detta. Successiv planering möjliggör att redan tilldelade tåglägen kan justeras under förutsättning att avtalstiderna hålls (tider på platser med t.ex. kommersiella aktiviteter).

6.5 Värdering av segmenten

Ett av huvudresultaten från TTRs processteg Kapacitetsmodell är en uppdelning i olika klasser, totalt sett i fem dimensioner eller ”layers” enligt TTRs terminologi. Den första dimensionen är resandetåg, godståg, annan trafik (t.ex. tjänstetåg) samt TCRs och den andra är om trafiken är nationell eller internationell. De tre andra dimensionerna är frivilliga, dimension 3 är en finare uppdelning av resande- och godstågstrafiken, den fjärde olika prestandauppgifter för tågen[35], samt den femte dimensionen som är kapacitetsprodukterna (ansökan till årlig tågplan, ansökan till Rolling Planning, Ad Hoc volymer samt oplanerad kapacitet).

Värderingen av de olika dimensionerna i kapacitetsmodellen baseras dock i samtliga fall på de ingående transportlägena samt prognosticerade/förplanerade/redan RP-tilldelade tåglägena. För TCRs är det planerat produktionsbortfall som värderas, en negativ post.

Det finns ingen ”konfliktreglering” eller liknande begrepp för värderingen av segmenten. Den trafik och den plan som skapar mest värde som är att föredra, enligt den värderingskalkyl som satts upp.

Svårigheten ligger i värderingen av den mindre kända och helt okända trafiken i framför allt Rolling Planning och Ad Hoc. I Ad Hoc-segmentet skall hantera lokala störningar i genomförandet av planen, och som sådant är det väsentligen värdet av att trafiken kan upprätthållas som planerat som har ett värde, inte att värdera ny, tillkommande trafik. Det betyder att Ad Hoc i sig inte tillför ett värde utan undviker att tappa värde då störningar uppstår.

[35] Det står ”trains” i kapacitetshandboken version 3, men frågan är om det inte borde stå ”train paths” då det är detta objekt som används i planeringen.

© RISE Research Institutes of Sweden

Dimension (layer) 4 är udda, den beskriver prestanda, stoppmönster m.fl. parametrar som inte kan betraktas som indelningsgrund: parametrarna är inte ömsesidigt uteslutande som är fallet med de övriga dimensionerna. För t.ex. dimension 1 så kan kapacitetsanvändningen för en specifik area i ”grafen” klassas som hörande till resandetåg, godståg, annan trafik, TCR eller outnyttjad. Men dimension 4 kan inte utgöra en grund för (unik) klassificering.

Värderingen av ingående klassificering i respektive dimension fyller inget egentligt värde i sig. Däremot är segmenteringen i respektive dimension en funktion av den värderings-kalkyl som används för att avgöra vilken del av kapaciteten som används till vilken trafik (där all trafik kan klassas/delas i samtliga dimensioner). Således fyller värderingen en stor roll för att avgöra vilken trafik som skall beredas produktionsmöjlighet, dels geografiskt och dels när i tiden.

6.6 Samordning över gränserna

Ytterligare en dimension utgör tåglägen som tilldelas internationellt och därmed hanteras av fler än en infrastrukturförvaltare. Detta rör både förplanerade tåglägen, oplanerad kapacitet som måste ”sitta ihop” över gränsen samt Rolling Planning där kapacitetsbanden behöver synkroniseras vad gäller möjligheten att få sammanhängande lägen inom segmentet Rolling Planning över gränsen. Viktigt är också att synkronisera TCRs över gränserna så att inte trafik onödigtvis stoppar tåglägen över gränsen. Det finns ett flertal svårigheter med detta då varje infrastrukturförvaltare planerar för sin egen infrastruktur och hur flera infrastrukturförvaltare skall komma överens om hur kombinationseffekter av TCRs och trängselsituationer som påverkar planeringen ”över gränsen”. En IM är kanske inte intresserad av att ”hålla fram” ett internationellt tågläge på bekostnad av egen nationell trafik, även om det vore en bättre lösning för den internationella produktiviteten och effektiviteten.

7 Resultat, sammanfattning

Resultaten bygger på tidigare utvecklat kapacitetsmått[36], i stycke 8.1 i denna rapport ges en sammanfattning av detta. I kapitel 9 tas de tre frågeställningarna som sattes upp för projektet TOT upp för varje steg i TTRs förhandsplanering. För processen efter ansökan om kapacitet och tilldelning på fri oplanerad kapacitet är det redan klarlagt att prioriteringskriterierna kan användas för prioritering i samband med konfliktlösning då de redan idag används där. För fallet med reservering av kapacitet och AdHoc-tilldelning har detta redan principiellt studerats i tidigare projekt[37] där slutsatsen är att det är svårt att identifiera vilken kapacitet som skall reserveras för ännu ej kända behov, och skall det göras skall dessa transportlägen/förplanerade tåglägen reserveras så de passar den absoluta majoriteten av möjlig trafik som kan komma ifråga.

[36] M. Aronsson, 2022, En not om att mäta kapacitet på järnväg, https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1722644&dswid=465, hämtad 2023-10-27

[37] M. Aronsson, M. Kjellin, 2022, Reservkapacitet i tilldelningsprocessen (RIT) – slutrapport, https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1711629&dswid=-9074, hämtad 2023-10-27

© RISE Research Institutes of Sweden

Tabell 1 Sammanfattande svar på de frågeställningar som studerats i TOT-projektet

	Sammanfattande svar
Fråga 1: Kan kategorierna värdera ett kapacitets-erbjudande som speglar bästa samhälls-ekonomiska nytta	***Ja***, för förplanerade tåglägen och transportlägen. ***Oklart*** för ”fri oplanerad kapacitet” under förhandsplaneringen. *Svårigheten ligger inte i värderingen utan i hur behovet av sådan kapacitet skall identifieras, se tidigare forskningsresultat[38].*
Fråga 2: Kan kategorierna segmentera utbudet i kapacitetsmodellen	I huvudsak ***Ja***, genom att summera ingående förplanerade tåglägen och transportlägen i respektive segment. Detta givet ett produktionsmål. ***Svårigheter*** med ”fri oplanerad kapacitet” i respektive segment då behovet av dessa under förhandsplaneringen är svår att förutse *Kunde de förutses så borde de redan finnas som förplanerade tåglägen och transportlägen. Möjligen kan en generalisering av transportlägen användas (fördelning av kapacitet över stort tidsfönster) utan att ha ett prognosticerat tågläge, men vilken prioriteringskategori som skall ansättas är dock fortfarande osäker eftersom transportuppgiften kan vara mer eller mindre oklar.*
Fråga 3: Kan kategorierna ge ensade incitament genom hela processen	***Ja***, för beläggningsplanering i kapacitetsmodellen samt och schemaläggning av förplanerade tåglägen och transportlägen. ***Nej***, principiellt inte, för att avgöra, i händelse av flera sökande till ett förplanerat tågläge eller transportläge, vem som skall tilldelas produkten. Kategorierna värderar vad det är värt för samhället att utföra transporten, inte konkurrens i sig och heller inte något annat än de tre egenskaperna sträcka, gångtid och förskjutning

I följande kapitel ges fördjupande resonemang och slutsatser som underbygger den kortfattade sammanfattningen i Tabell 1.

[38] M. Aronsson, M. Kjellin, 2022, Reservkapacitet i tilldelningsprocessen (RIT) – slutrapport, https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1711629&dswid=-9074, hämtad 2023-10-27

© RISE Research Institutes of Sweden

8 Att mäta och värdera kapacitet i TTRs Advance Planning

Det första stycket nedan sammanfattar ett tidigare resultat rörande ett förslag till kapacitetsmått på järnväg[39].

Då ännu inga (förplanerade) tåglägen finns är det viktigt att kapacitetsmåttet och modellerna inte tar fasta på schemaläggning av konkreta tåglägen, då kännedomen om dessa ännu är svag och därmed också ordningen de körs i på länkarna. Vi har i dessa tidigare arbeten förespråkat ett mått som bygger på arean ett tågläge upptar i en rums-tids-graf, den s.k. grafen eller mer formellt en Marey-graf. Denna area utgör ett bra mått på konsumerad kapacitet då det är enkelt att förstå för branschen vad kapacitetsmåttet mäter, det är har en tydlig översättning till kommande (förplanerade) tåglägen samt det går att planera för kapacitetskonsumtion i samband med heterogen trafik.

8.1 Att mäta kapacitet utan schemalagda tåglägen

Kapacitet är en förmåga som kan användas till att producera något. Då detta ”något” produceras så används kapacitet (allokeras i planering eller konsumeras över tid under produktion). Kapaciteten hos en produktionsresurs är normalt sett begränsad och mäts i någon form av enhet som kan ”användas” till att producera produkter och/eller tjänster.

Kapacitet i järnvägssammanhang är en kraftigt överbelastad term. Begreppet kapacitet blandas ibland även ihop med begreppet produktivitet. Men där kapacitet berättar något om *förmågan* hos resursen att producera något så talar produktivitet om hur pass väl denna kapacitet kan eller har *använts* för att producera tjänster eller produkter. Till exempel kan en maskin ha en (nominell) kapacitet att producera 30 enheter av en viss produkt per timme (kapacitet) medan under en viss timme produceras 20 stycken enheter (produktivitet). Man kan säga att kapacitet åtgår för att producera en produkt eller tjänst, medan produktivitet mäter antalet produkter eller tjänster, i förekommande fall även produktmix. Kapacitet kan också sägas vara en ”insatsvara” medan resultatet av ”insatsen” mäts i produktivitet.

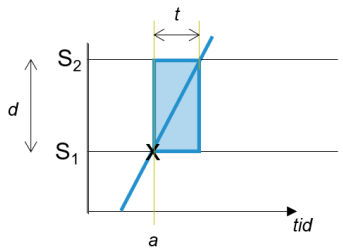
För att kunna uttrycka att kapacitet åtgår för att producera en produkt eller tjänst är det nödvändigt med ett mått, ”kapacitetsenheter”, som avspeglar konsumtionen av kapacitet, ”kapacitetskonsumtionen”, under tillverkningen av produkten eller tjänsten. Detta mått skall avspegla insatsen som behöver göras för i förekommande fall olika produkter eller tjänster. För att genomföra ett visst antal (olika) tjänster eller producera en viss mängd (olika) produkter behöves en ”kapacitetsbudget” som svarar på om detta kan vara möjligt eller inte.

Utgångspunkten för resonemanget och definitionen av kapacitet har vi valt som den area tågläget tar i en s.k. Marey-graf, vanligen kallad tidtabellgraf eller bara grafen. Ett tågläge

[39] M. Aronsson, 2022, En not om att mäta kapacitet på järnväg, https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1722644&dswid=465, hämtad 2023-10-27

© RISE Research Institutes of Sweden

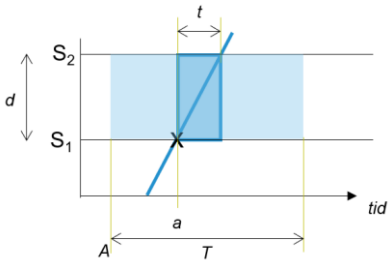
rör sig i rumstiden (det diagonala strecket visar var tåget är i över tid) och belägger då en area i grafen (den kvadratiska beläggningen, som motsvarar en stapel i ett Gantt-schema för resurser). Vi definierar kapacitet som denna area, inklusive eventuell headway som är nödvändig kring tågläget av säkerhetsskäl (vid t.ex. genomsignalering), således den tid som kan attribueras helt till produktion av tågläget. För det enklast linjeobjektet, sträckan mellan två signaler på linjen, fås då följande bild i Figur 20 på kapacitetskonsumtionen.



Figur 20 Ett tågläge i en Marey-graf med resursbeläggning

Sträckan är (som brukligt i Sverige) längs Y-axeln medan tiden löper längs X-axeln (axlarna är ofta omkastade i många länder i Europa).

I processtegen under förhandsplaneringen (Kapacitetsstrategi, Kapacitetsmodell och Kapacitetsutbud) är avgångstiden behäftad med osäkerhet, tidpunkten *a* är inte avgjord ännu. För att hantera denna osäkerhet ansätts ett tidsfönster *T* inom vilket avgångstiden *a* och genomförandet *t* skall fixeras, se Figur 21, för att kvalitetskraven på tågläget skall anses vara uppfyllda.

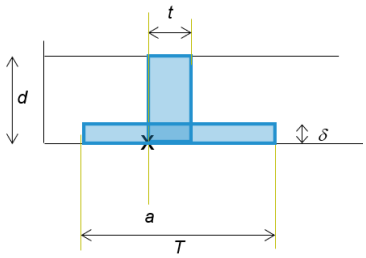


Figur 21 Ett transportläge med tidsfönster inom vilket ett tågläge kan schemaläggas

Vi gör ett förenklat antagande att det framtida tågläget, beskrivet med *a* och *t*, har en placering som är lika sannolik längs med hela *T*[40]. Därefter fördelar vi hela arean från Figur 20 utefter tidsfönstret, se Figur 22.

[40] Detta är ett förenklat antagande. Vid god prognostisering och om infrastrukturförvaltaren känner marknaden väl är troligen denna sannolikhetsfördelning snarare triangulär med en topp där *a* är sannolikast, eller topp-formad på något sätt.

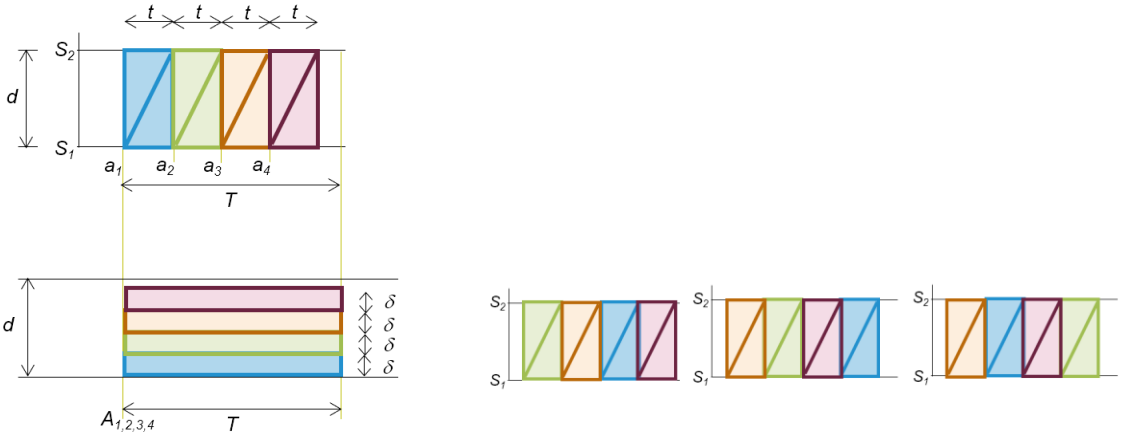
© RISE Research Institutes of Sweden



Figur 22 Ett transportläge format ur ett prognosticerat tågläge med tidsfönster som representerar gränserna för när denna tjänst kan sägas ha tilldelats med rimlig träffsäkerhet

Den viktiga iakttagelsen, och skälet till att vi definierar kapacitet som den area som tågläget tar upp i en tids-rums-graf, är att *kunna fördela* den kända kapacitets-konsumtionen, beläggningen, *över* tidsfönstrets utsträckning. För ett (prognosticerat) transportläge så är vårt antagande att tågläget senare i processen kommer sökas och schemaläggas någonstans inom tidsfönstret, som en sammanhållen tidsåtgång vars kapacitetsåtgång utryckt som distans-tids-area är känd. Men det bästa som kan göras under förhandsplaneringen, baserat på prognosticerade tåglägen, är att *fördela* kapacitetsåtgången över tidsfönstret. IM har helt enkelt inte mer kännedom om tåglägets (önskade) placering i tiden. Detta görs genom att utsträcka beläggningstiden till tidsfönstrets längd och samtidigt sänka höjden på arean så att kapacitetskonsumtionen hålls konstant. Givetvis motsvarar inte längre arean en faktisk rörelse längs med linjen, men höjden (ursprungligen distansen mellan stationerna) bibehålls som ett mått på den andel av kapaciteten som har bokats upp av transportläget över tidsfönstrets längd.

Observera att fördelningen av kapacitetsåtgång inte betyder att resursen S_1-S_2 kan komma att överbeläggas med fler tåg än vad som ryms. Följande exempel, se Figur 23, visar hur fyra tåglägen (vertikala rektanglar i olika färger) och deras motsvarande transportlägen (aggregerade liggande rektanglar med samma area som motsvarande stående rektangel) konsumerar kapacitet.



Figur 23 Relationen mellan flera transportlägen och tåglägen

Observera vidare att ordningen mellan transportlägena i den nedre figuren inte är avgjord (medan den är det då tåglägena schemaläggs i en tågplan vilket den övre delen visar). Detta att inte ha fixerat ordningen är önskvärt i förhandsplaneringen då planeringen i de tidiga faserna arbetar med prognosticerade tåglägen översatta till transportlägen, med osäkerheter i sig. Det är önskvärt att i de tidiga faserna arbeta med kapacitetskonsumtion och inte i onödan fatta beslut som omöjliggör frihetsgrader i

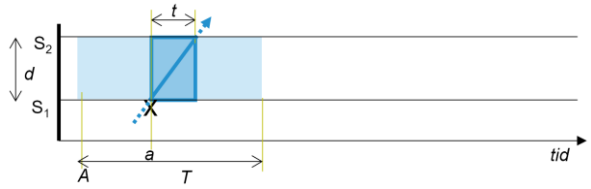
© RISE Research Institutes of Sweden

senare schemaläggning. Avgångs- och ankomsttider skall helst inte fixeras om de inte är kända ännu, ej heller vilken ordning de framtida tåglägena kommer ha på en sträcka. I Figur 23 finns det 24 möjliga ordningar för de fyra tåglägena, av vilka tre visas till höger. Samtliga dessa 24 scheman representeras av planen med transportlägen i nedre vänstra figuren. Detta är en stor styrka i planen med transportlägen, att den innefattar alla ordningar mellan framtida tåglägen samtidigt som den visar på att alla dessa scheman är realiserbara.

I rapporten En not om att mäta kapacitet på järnväg[41] utvecklas resonemanget kring transportlägen och ett mått på kapacitet. Bland annat behövs areor för att bedöma kapacitetsåtgången vid heterogen trafik då det vid hastighetsskillnader uppstår ytor som inte kan nyttjas för tågproduktion, så kallad ställtid (se stycke 5.9).

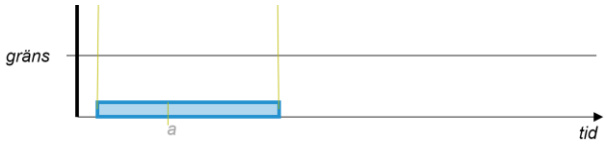
8.1.1 Exempel på transportlägen i kapacitetsmodellen

Antag att ett prognosticerat tågläge har identifierats av infrastrukturförvaltaren i enlighet med Figur 24.



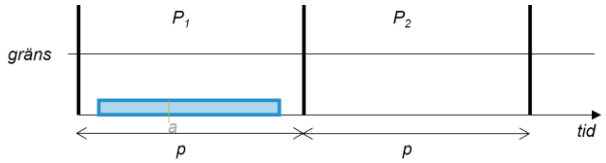
Figur 24 Ett prognosticerat tågläge identifierat någon gång under förhandsplaneringen av infrastrukturförvaltaren, med data för identifierat tidsfönster.

Motsvarande transportläge finns i Figur 25 efter konvertering. Notera att förankringspunkten finns kvar, för referens senare och eventuell påverkan på värdering då transportläget transformerats till tågläge och schemaläggs. Avståndet mellan X-axeln och ”gräns” är samma som *d* i Figur 24.



Figur 25 Transportläget från det prognosticerade tågläget i Figur 24

För att använda transportlägen till kapacitetsmodellens periodisering i fasta perioder där p = 1 timme, läggs perioderna in över transportlägena och varje del av transportlägets area hänförs till respektive period, såsom i Figur 26. I exemplet ligger hela transportläget inom kapacitetsmodellens period P_1.

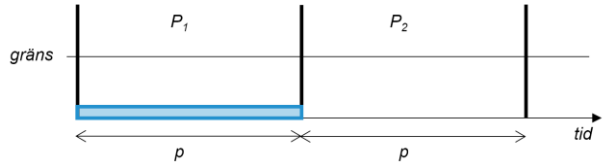


Figur 26 Ett transportläge inom periodiseringen för en kapacitetsmodell

[41] M. Aronsson, 2022, En not om att mäta kapacitet på järnväg, https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1722644&dswid=465, hämtad 2023-10-27

© RISE Research Institutes of Sweden

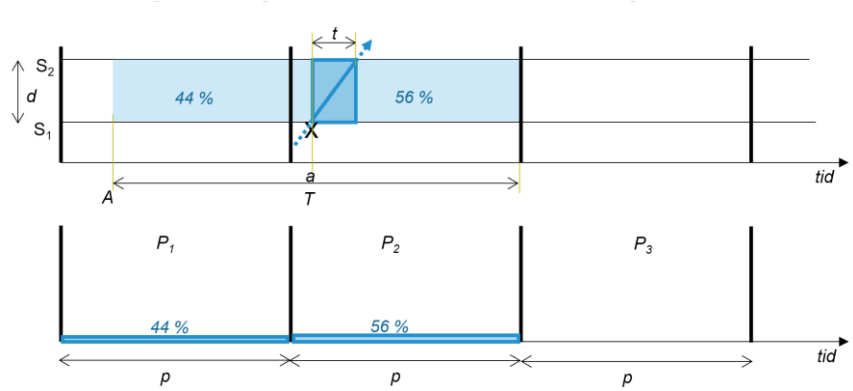
Eftersom det inte finns någon schemaläggning inom respektive period (inom respektive period anges bara volymen av respektive typ, beroende på vilken dimension/lager som anges) kommer arean för varje transportläge inom en viss period att vara den del av arean som ligger inom perioden. Figur 27 visar detta för det enskilda tågläget från Figur 24.



Figur 27 Bidraget från transportläget från Figur 26 i en kapacitetsmodell

Notera att förankringspunkten *a* inte är en del av kapacitetsmodellen, då kapacitetsmodellen väsentligen är en resursanvändningsplan dvs. hur mycket av länken som skall användas till respektive transport/tågtyp i respektive lager/dimension. Men förankringspunkten fortsätter vara en viktig del av transportlägets data, det objekt varmed infrastrukturförvaltaren fortsätter planera och i kapacitetsutbudet skapar ett utbud från, antingen ett förplanerat tågläge eller ett fortsatt transportläge för t.ex. Rolling planing.

För ett prognosticerat tågläge med ett betydligt större tidsfönster fås följande omvandling i Figur 28.



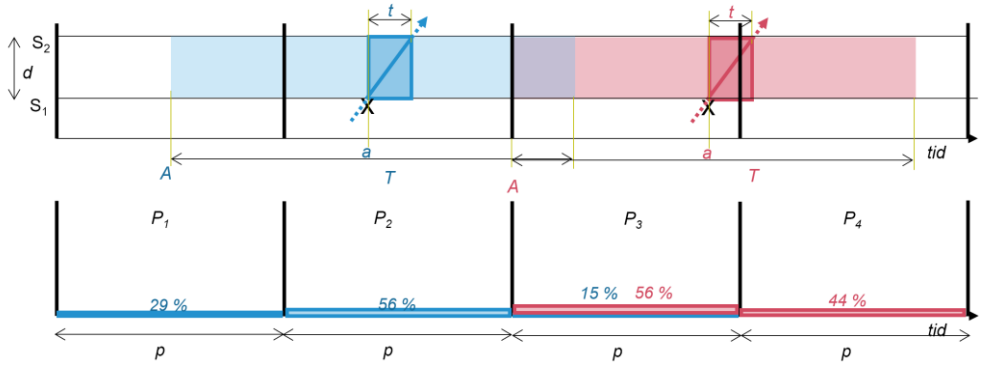
Figur 28 Ett transportläge som går över två perioder i kapacitetsmodellen

Notera att transportläget ligger över P_1 och P_2, vilket gör att det belastar både P_1 och P_2 enligt angivna andelar i procent.

Med flera transportlägen så summeras varje bidragande area inom respektive period för att få den totala kapaciteten som avsätt till respektive typ i kapacitetsmodellens dimension/lager som studeras.

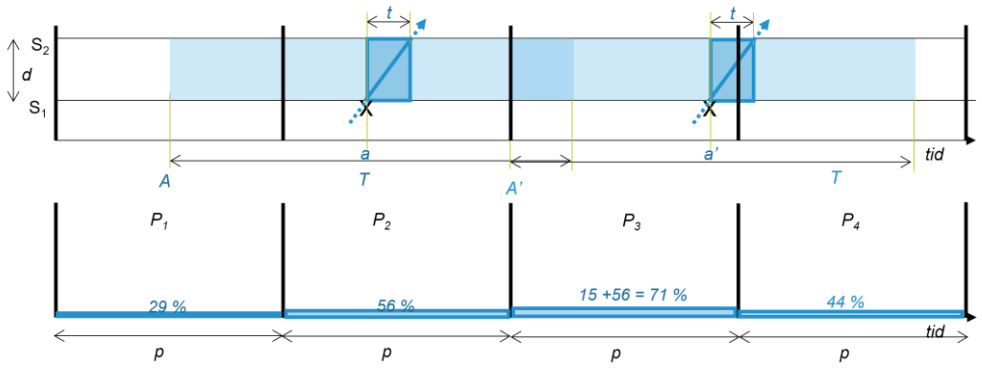
I Figur 29 finns två transportlägen med två olika tågtyper inlagda. I P_3 så kommer då båda att finnas med, men bidra till olika segment.

© RISE Research Institutes of Sweden



Figur 29 Två transportlägen av olika prognosticerad typ

Som jämförelse ges ett exempel i Figur 30 där de två transportlägena är av samma typ. I P_3 summeras då resursanvändningen till samma segment.



Figur 30 Två överlappande transportlägen av samma typ

Notera att det högra tåglägets prognosticerade placering ligger över en periodgräns. Med kalkylen för transportlägen är detta inget konstigt utan bidrag sker till båda perioderna.

8.2 Att värdera ett förplanerat tågläge

Med ovanstående kapacitetsdefinition samt metod för att mäta kapacitetsåtgång är det möjligt att värdera den kapacitet som används till olika transportlägen. Utgångspunkten är det kapacitetsmått som presenterats i stycke 8.1 och att värdet, liksom kapacitetskonsumtionen, fördelas över transportlägets tidsutsträckning som är samma som tidsfönstret.

Ett grundläggande antagande i prioriteringskategoriernas värdering är att det är de sökande som bäst vet var i tid deras tåglägen skall genomföras, en avvägning mellan kostnader och attraktivitet för transportköparna. Således är varje tågs förankringspunkt den bästa utgångspunkten för tågläget, och alla avsteg från detta åsamkar tågläget en extra kostnad, dels i operativ drift, dels i sämre attraktivitet för transportköparen.

För TTRs förhandsplanering är dock skillnaden att det inte finns några ansökningar ännu, utan infrastrukturförvaltaren skall istället ta fram ett erbjudande av förplanerade tåglägen samt reservera kapacitet för skräddarsydda tåglägen både i årlig tilldelning (i TTR Annual Timetable, ATT) och i Rolling planning. Det betyder att förankringspunkten och även prioriteringskategori behöver ansättas av en annan part. Eftersom det är infrastrukturförvaltaren som skall ta fram kapacitetsutbud, segmentering och förplanerade tåglägen så bör det också vara infrastrukturförvaltaren som ansätter

© RISE Research Institutes of Sweden

prioriteringskategori, med ledning av t.ex. information från Capacity Needs Announcement.

8.2.1 Värdeskapande

Värdeökningen då tågläget traverserar en länk är relativt prioriteringskategori konstant, dvs. det är klassningen i prioriteringskategori som ger värdet. Tre olika mått är möjliga att definiera:

1. Dels värdet för hela transporten vid leverans till slutdestination. Detta värde används i samband med borttag av hela transporten ur en plan.
2. Dels den absoluta värdeökningen för en transport då det lämnar en för planeringen atomär resurs, i detta sammanhang då tågläget traverserat hela länken. Detta värde blir en funktion av sträckan, gångtidsmallen (som ger hastigheten) samt värdedeklarationen i vald prioriteringskategori. Värdeökningen erhålles då tåget passerat hela länken. För varje sådan länk i vägbeskrivningen för vald transporttjänsteklass sker en momentan höjning av värdet hos transporten.
3. Dels tillväxten per minut, som är avhängigt hastigheten som planeras för tågläget samt konstant relativt vald prioriteringskategori. Observera att tillväxten då tåget är under rörelse ingår distanskomponenten (eftersom tåget är i rörelse), medan om tåget står still så sker en tidsbaserad kostnadstillväxt ändå, med tidskomponenten i prioriteringskategorin.

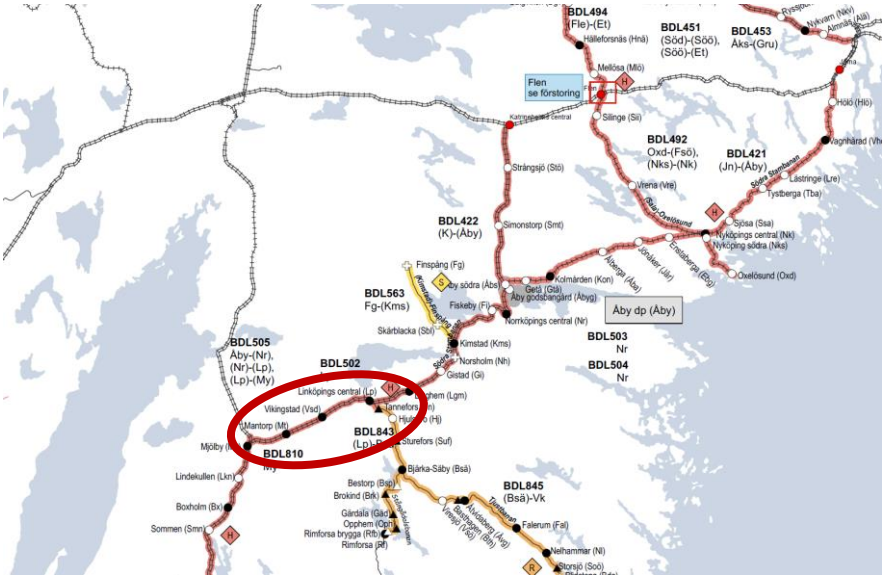
Punkten 3 ovan är intressant vid konfliktlösning i samband med Capacity Supply & Offer, eftersom det kan ge indikation vilka tåglägen som kostar mer eller mindre att fördröja. Observera dock att det är planen som har ett värde, dessa parametrar skall inte användas som en prioritering tågläge mot tågläge.

Dessa tre värden är viktiga i samband med vägval och schemaläggning av tåglägen då dessa konfliktregleras och omleds, dvs då kompromisser skapas på grund av trängsel. Den lösning som totalt ger lägst värde är den föredragna relativt prioriterings-kategorierna.

8.3 Exempel: Trafik på sträckan Mjölby till Linköping

Följande exempel illustrerar olika aspekter av värderingen för sträckan Mjölby – Linköping. Då detta är dubbelspår så har enbart riktningen Mjölby till Linköping tagits med (dvs ”uppspår”). Sträckan visas i Figur 31.

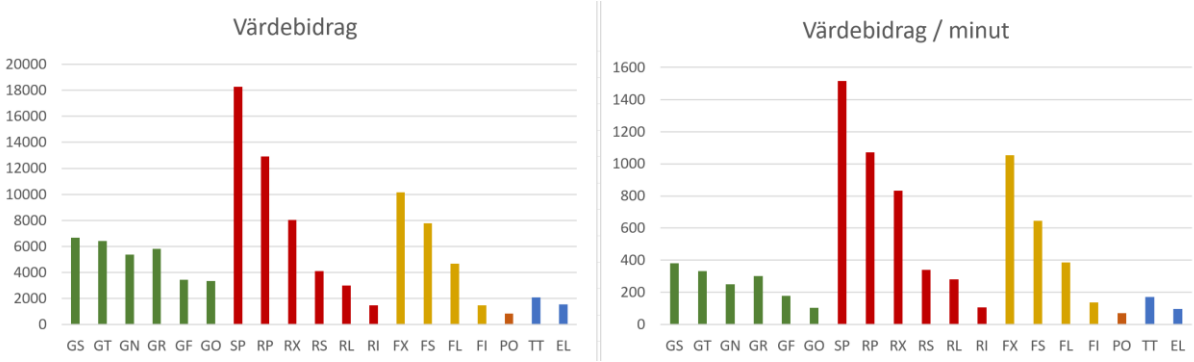
© RISE Research Institutes of Sweden



Figur 31 Exempelsträckan Mjölby - Linköping (MY-LP)

8.3.1 Värde för trafiken Mjölby till Linköping

I Figur 32 nedan ges de två måtten för värdetillväxt för samtliga prioriteringskategorier för exempelsträckan Mjölby – Linköping. Staplarna kommer ha samma relativa inbördes storleksskillnader för alla sträckor, eftersom den relativa skillnaden redan finns i utgångsmaterialet i Järnvägsnätsbeskrivningen[42].

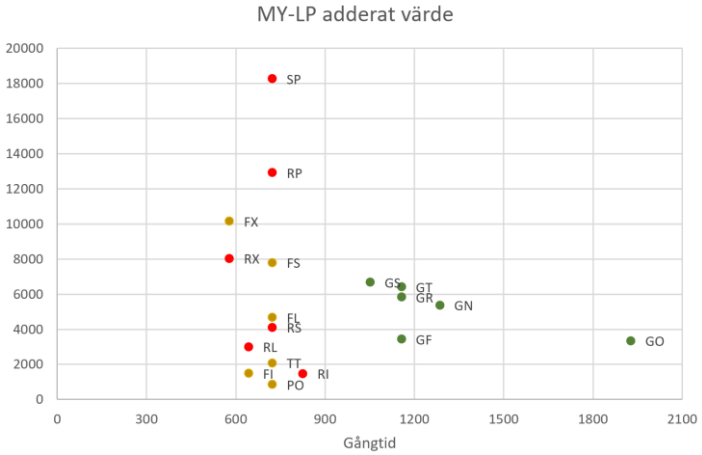


Figur 32 Värdebidrag för hela sträckan MY-LP (vänster) samt värdebidrag per kilometer, enligt nominell gångtidsmall angiven i JNB för respektive prioriteringskategori.

Ovanstående är de värden och data som används då tågplanen konfliktregleras för att skapa en kompromiss men där alla tåglägen fortfarande är inom kvalitetsgränsen för att kunna anses vara den identifierade tjänsten. Ett annat sätt illustrera detta ges i Figur 33.

[42] Trafikverket , Järnvägsnätsbeskrivningen 2023, bilaga 4b Prioriteringskriterier, https://bransch.trafikverket.se/contentassets/a7154cd2d5ca423dacb011e0da75b673/jnb_2023_ef_am122.pdf, hämtad 2023-10-27.

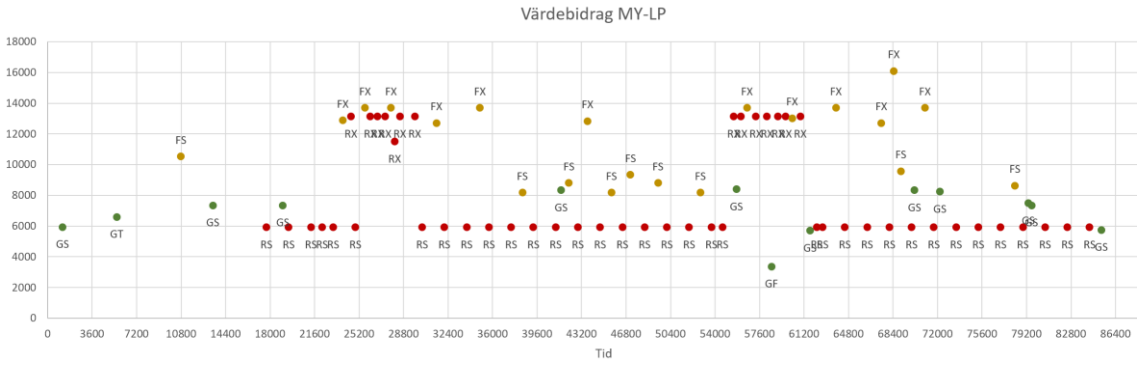
© RISE Research Institutes of Sweden



Figur 33 Värde för olika prioriteringskategorier som funktion av gångtid, sträckan Mjölby - Linköping

Vi kan se att godståg har låg värdering och hög tidsmässig förbrukning på sträckan. Lokalt är de således ”dyra” att producera. Regionaltåg och kommersiella resandetåg har inte så stora variationer i gångtid, däremot varierar värdena mycket. Notera att samtliga prioriteringskategorier har plottats i Figur 33, alla dessa finns inte normalt sett på denna sträcka (t.ex. finns det ingen av kategori SP, Storpendel, som enbart finns i storstäder med mycket stora passagerarantal).

I Figur 34 visas det värdebidrag som sträckan MY-LP ger per tågläge (sekunder på X-axeln och värde för enbart My-LP på Y-axeln). Jämför gärna denna figur med Figur 35 där hela värdet finns plottat som en funktion av avgångstid från MY.



Figur 34 Värdebidrag sträckan MY-LP, per tågsort (regionaltåg, godståg, kommersiella resandetåg)

8.3.2 Kostnad för struken transport

Om däremot inte alla tåglägen kan planeras inom sina respektive kvalitetsgränser (tidsfönster) så kan inte tjänsten med den kvaliteten levereras (jämför med stycke 5.6). Då kan antingen kvaliteten sänkas för att möjliggöra större justeringsmöjligheter för något transportläge, eller så kan något transportläge/tågläge behöva tas bort.

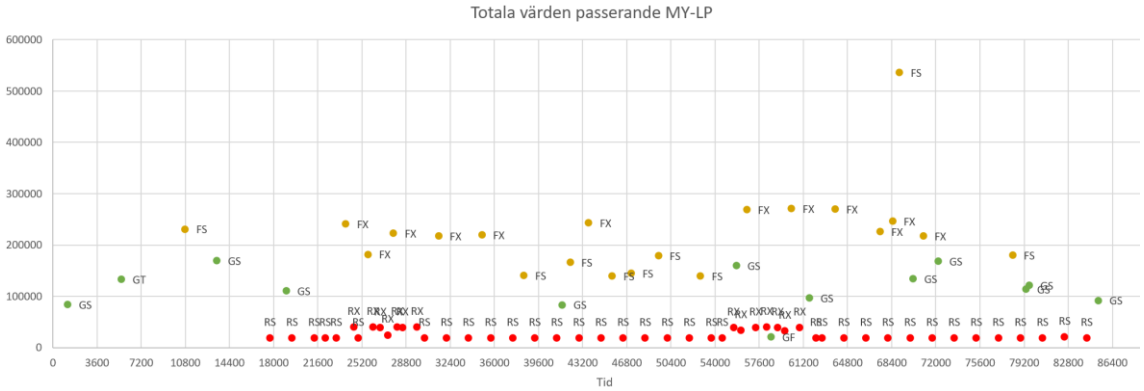
I det första fallet byts prioriteringskategori vilket leder till andra värdetillväxt-siffror. Under förhandsplaneringen hanteras prognosticerat transportarbete, prognosen är behäftad med osäkerheter. Detta kan möjliggöra större möjligheter att schemalägga detta tågläge tillsammans med övriga tåglägen, men betyder sannolikt att grundvärdet för tågläget blir lägre totalt sett då transporten generellt kommer att gå från ”högvärdig”

© RISE Research Institutes of Sweden

till en lägre värdering (vilket transportköparen sannolikt är beredd att betala mindre för). Observera således att detta betyder att det uppstår marginaleffekter som påverkar attraktiviteten för transporten, det betyder inte att transporten tappat hela sin transportuppgift.

I det andra fallet så stryks tågläget helt varvid en utbudsförlust (erbjudandeförlust) sker eftersom en identifierad transport inte kan erbjudas pga. trängsel. Den eller de tåglägen som för hela planen ger totalt sett minst förlust skall strykas.

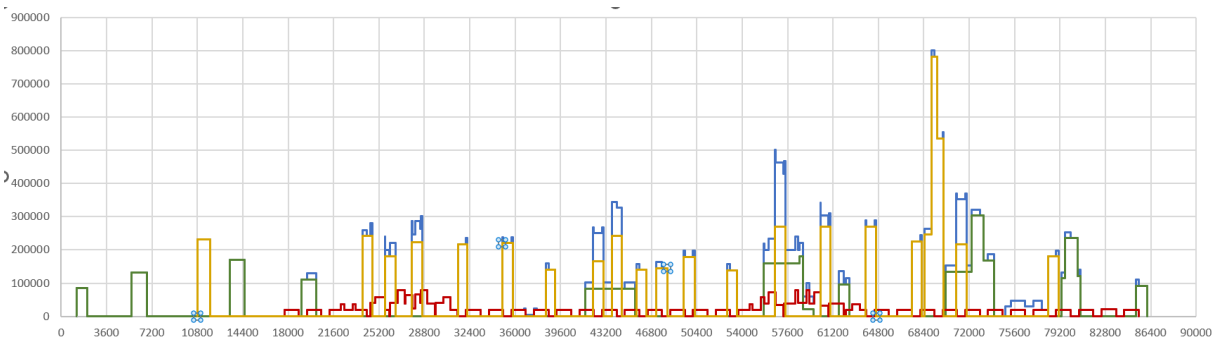
I Figur 35 ses samtliga tåglägen som passerar Mjölby – Linköping, med transportens värde längs Y-axeln och klockslag på X-axeln. Noterbart är att de regionaltåg som finns på sträckan har en relativt sett kort total transportsträcka vilket gör att samtliga regionaltåg har ett förhållandevis litet värde, medan de långväga godstågen har avsevärt större värden men något lägre värde än de kommersiella resandetågen som värderas högst.



Figur 35 Totalt transportvärde för tåglägen som passerar sträckan MY-LP dag dag 67

Jämförs Figur 34 och Figur 35 kan vi se att lokalt är regionaltågen viktiga (höga värderingar) medan för hela tåglägen så är gods- och kommersiella tåglägen mer värda. Det betyder i princip att det är ”dyrt” att flytta regionaltåg medan det är dyrt att stryka långväga tåg (vilket inte är förvånande utan snarare visar att kategorierna fångar det förväntade). Dock kan det vara så att om ett långväga resandetåg är t.ex. inblandad i många områden med trängsel så kan det vara billigare totalt sett att stryka detta än flera andra tåglägen.

En ackumulerad kurva för totala transportvärden (dvs den tid som det tar att genomföra transporten) Mjölby – Linköping visas i Figur 36.



Figur 36 Totala transportvärden fördelade över tid MY-LP

© RISE Research Institutes of Sweden

Notera också att även om godståg generellt har en lägre värdering över en hel länk så har de flesta ett högre värde än flertalet faktiska tåglägen som passerar MY — LP. De flesta regionaltåg på sträckan är klassade som RS vilka har lägre värdetillväxt än flertalet godståg Figur 36.

Ovanstående visar på hur prioriteringskategorierna kan användas för generell värdering på länkar, för olika segment. Men det framgår också i Figur 32 att värdena kan skilja sig ganska avsevärt mellan segmenten och är i allra högsta grad beroende av ”produkt-mixen” inom segmenten. För att kunna göra en någorlunda korrekt bedömning av värdena i en kapacitetsmodell behövs en ”underliggande” målbild vad gäller vilken trafik som prognosticeras att genomföras, ett produktionsmål som definierar vad som skall uppnås med den trafik som planeras och som värdesättningen skall prioritera inom. Utan ett produktionsmål så finns ju inget att uppnå.

8.4 Värdering av volymer av trafik över tid

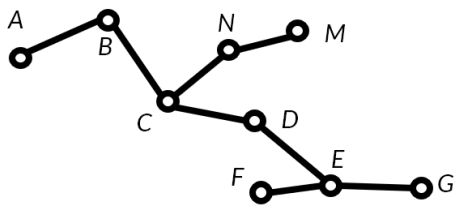
Värderingen för volymer av tåglägen, såsom i kapacitetsmodellen, görs på transportlägen och i enlighet med kapacitetsmåttet introducerat kapitel 8. ”Intäkten” sprids således ut över hela tidsfönstret vilket motsvarar beläggningens osäkerhet över tid, men formen på beläggningen kan vara en annan, t.ex. kan värderingen vara högst vid förankringspunkten vilket representerar att ett framtida tågläges placering är mest attraktivt vid den prognosticerade avgången.

På samma sätt såsom i beläggningsplaneringen så ackumuleras de olika transport-lägenas värdering ihop över tid och bildar en ackumulativ graf över den totala värderingen över tid, dels per segment, dels sammantaget. Men där det finns ett tak för hur mycket kapacitet som kan samtidigt beläggas på en länk så finns det principiellt inget tak för värderingen. Teoretiskt finns det ett gränsvärde då de mest värdefulla tåglägena packas tätt tillsamman på länken, men i praktiken är detta implicita gränsvärde av liten betydelse.

Det värde som skall ackumuleras per ”tillverkande maskin” (den uppläsning på nätet som valts) för transporten är det värde som tillförs transporten för just denna länk dvs. hela transportens värde fördelat på de länkar som den passerar. Det är således inte transportens hela värde som skall användas utan enbart den värdetillväxt som länken bidrar med. Den är i sin tur uppdelad på sträcka och gångtid i enlighet med hur prioriteringskriterierna är uppbyggda.

8.4.1 Exempelberäkning av värde för volymer av tåglägen

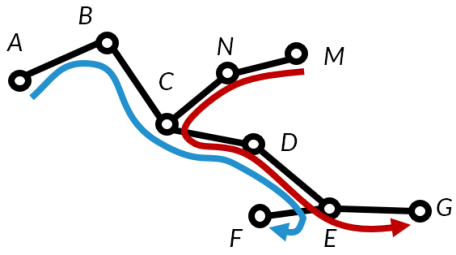
Antag ett nät enligt Figur 37 nedan.



Figur 37 Ett nätverk bestående av länkar och stationer

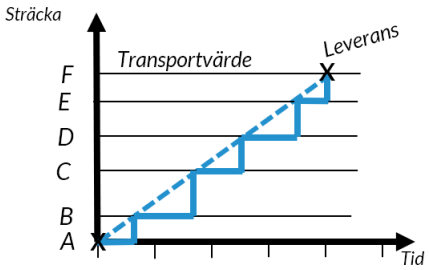
© RISE Research Institutes of Sweden

Antag vidare att en transport går från A till F, markerat med en blå båge, med samma hastighet över hela sin sträcka, och att inga kommersiella stopp görs på mellanliggande stationer, se Figur 38. Ytterligare en röd transport går från M till G



Figur 38 Två transporter, en blåmarkerad och en rödmarkerad, över exempelnätet i Figur 37.

En VSM för den blå transporten kan då ritas ut enligt Figur 39. Denna VSM är inte förankrad vid en specifik avgångstid utan avgångstiden varierar inom det tidsfönster som dess prioriteringskategori har. Vid leverans har transporten uppfyllt sin transportuppgift och värdet har förverkligats.

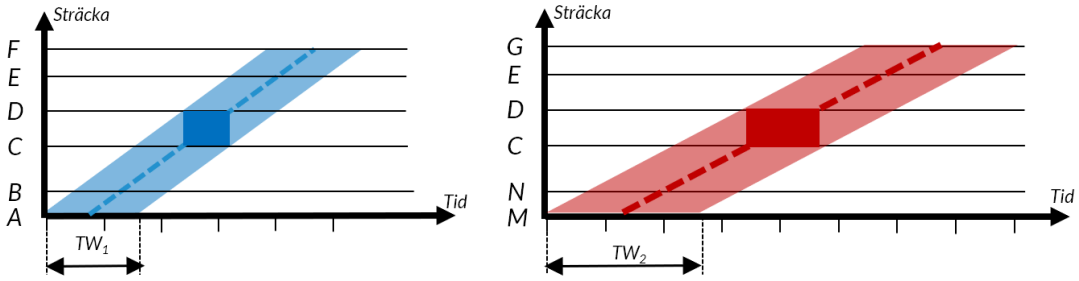


Figur 39 VSM för ett tågläge, värdet av en transport realiseras, enligt prioriteringskategorierna, då transporten når slutdestinationen (markerat med "X" i figuren). Varje länk bidrar med värdeökning till transporten beroende på avstånd och gångtid.

Trappstegskurvan visar på de diskreta värdeökningarna som varje länk bidrar med då transporten produceras.

Varje prognostiserat tågläge har en osäkerhet när det kommer att vara attraktivt, vid vilken avgångstid som sökande ser det som mest attraktivt. Denna osäkerhet varierar med typen av tågläge, t.ex. är regionaltågstrafikens tider i princip kända lång tid i förväg och attraktiviteten för dessa tåglägen förändras oftast marginellt över åren medan långväga kommersiella tåglägen och godstrafik har en större osäkerhet både geografiskt och när i tid som avgångstiden är mest attraktiv. Av det skälet avsätts ett tidsfönster kring varje tågläge. Transportläget (se stycke 3.2) visar hur beläggningen fördelas längs med hela osäkerhetsperioden (tidsfönstret). För beläggningsplaneringen får vi nedanstående principiella ytor för de två prognostiserade tåglägen i Figur 38.

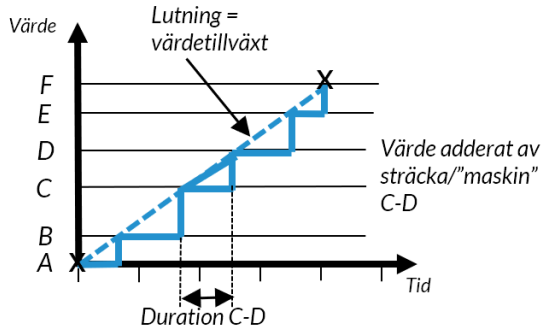
© RISE Research Institutes of Sweden



Figur 40 Transportlägen, två exempeltåg. Blått transportläge är snabbare och belägger sträckan C-D kortare tid än rött transportläge. Streckad linje är det prognosticerad mest attraktiva tågläget som ligger till grund för transportläget.

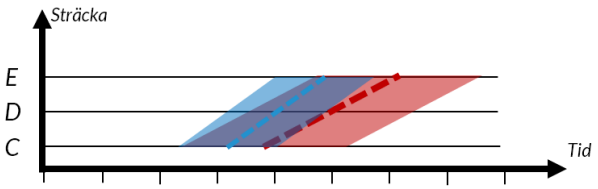
För värderingen fås följande samband. Hela transporten har ett värde, och förutsättningen för att transporten skall leverera det värdet är att det kommer fram till slutdestinationen. De svenska prioriteringskategorierna värderar transporten som en enhet dvs. som om hela värdet uppstår först då tågläget har schemalagt hela vägen till sin slutdestination. Det finns en möjlighet att dela upp transporten i delar men i praktiken delas inte tågläget upp baserat på dess nyttobidrag utan med avseende på prestanda, operativt tågturer etc. För att detta egentligen skall bli mer korrekt borde varje delsträcka mellan kommersiella stopp kategoriseras i en prioriteringskategori då tågläget kan förändras avsevärt i samband med ett kommersiellt stopp, t.ex. många av- eller påstigande, påkoppling av hela vagnsgrupper (så kallade ”block swaps”) mm.

Lutningen på kurvan Figur 41 ger den värdetillväxt som tågläget har som en funktion av tiden/hastigheten). Då sträckan som tågläget körs över delats upp efter länkarna som passeras så fås en trappstegsformad kurva med de värdeökningar som varje länk ger.



Figur 41 Värdetillväxten för ett tågläge.

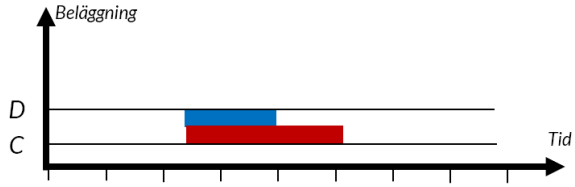
Lutningen på kurvan avgörs av prioriteringskategorin som har fasta klassificeringar av t.ex. antalet resande och mixen av dem respektive godsmängd och mixen av lasten. Lutningen visar värdetillväxten som en funktion av hastigheten på tåget.



Figur 42 Två transportlägen (två prognosticerade tåglägen med tidsfönster)

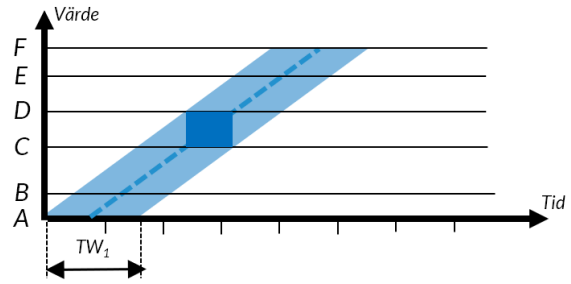
© RISE Research Institutes of Sweden

Transportlägena läggs in efter sin prognostiserade attraktivitet och med tidsfönster för osäkerheten såsom visas i Figur 42. Då fås en beläggningsplanering i form av en ackumulerad graf av transportlägena i enlighet med Figur 43.

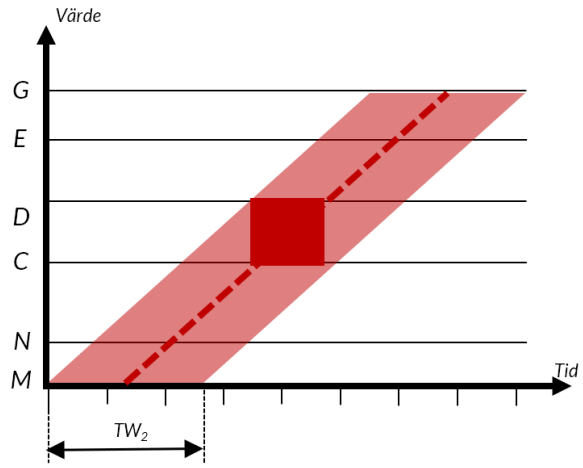


Figur 43 Beläggning för rött och blått transportläge

Motsvarande görs för värderingen, men här finns inget kapacitetstaket. Värdet adderas till transporten (i enlighet med VSM), olika prognostiserade tåglägen får olika lutning och höjd i grafen vilket representerar deras olika värdering. I Figur 44 och Figur 45 har blått tågläge en högre hastighet men lägre värdering i sin prioriteringskategori, medan rött tågläge har lägre hastighet (längre genomförande) men högre värdering.



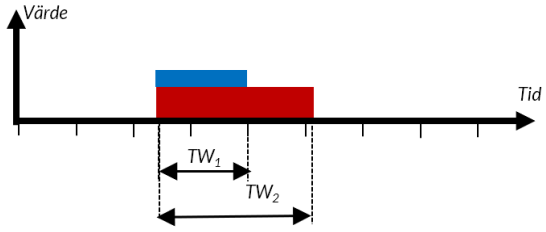
Figur 44 Värdetillväxt enligt VSM för det blå tågläget, sträckan C-D markerat



Figur 45 Värdetillväxt för det röda transportläget. Sträckan C-D markerat

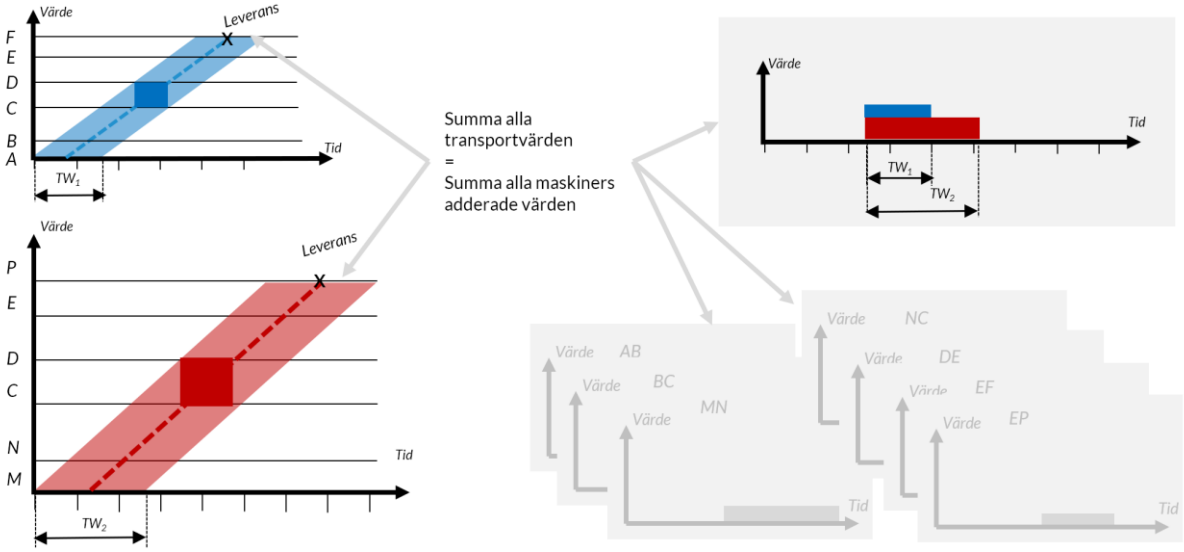
Då motsvarande fördelning görs för värdet över det definierade tidsfönster fås det ackumulerade värdet över tid från de ingående transportlägena på studerad länk, här C-D, enligt Figur 46.

© RISE Research Institutes of Sweden



Figur 46 Värde och fördelning för två transportlägen

För varje länk kan en liknande ackumulativ värdekurva skapas. I Figur 46 så har två prognosticerade tåglägen tagits fram på nätet från Figur 37. De delar på samma infrastruktur, sträckorna C-D och D-E. Antag att de kommer passera inom samma period på sträckan C-D, då fås en ackumulerad värdestapel av värde enligt det nedre stapeldiagrammet. Övriga stapeldiagram visas i en svag grå nyans till höger för att visa den kompletta bilden. Ett nödvändigt villkor är att summan av alla leveransvärden är lika med summan av alla värdeökningar som varje delsträcka producerar.



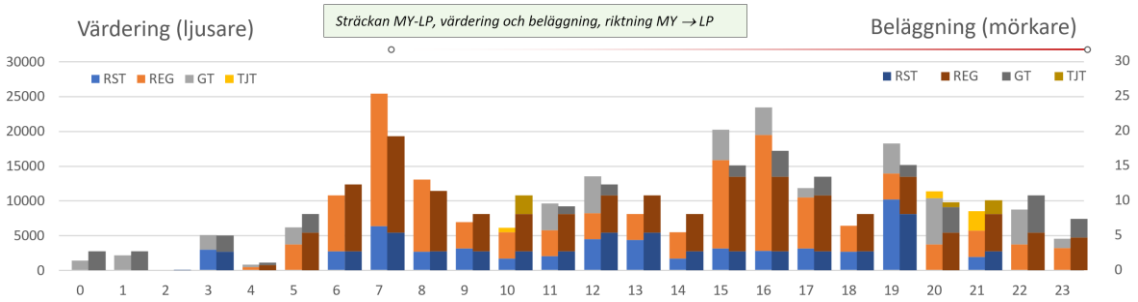
Figur 47 Sammansatt värdering för det blå och röda transportläget

Från exemplets två prognostiserade tåglägen generaliseras resonemanget till samtliga tåglägen som prognostiseras och ingår i produktionsmålet.

8.4.2 Exempel på beräkning sträckan Mjölby - Linköping

I Figur 48 ges ett exempel på både värdering och beläggning för sträckan MY-LP, riktning MY → LP, dvs. samma exempel som använts tidigare. Stapeldiagrammet visar situationen för en kapacitetsmodell baserad på tåglägen från en utförd tågplan för en typdag. Diagrammet är skapat med de metoder som presenterats i tidigare stycken.

© RISE Research Institutes of Sweden

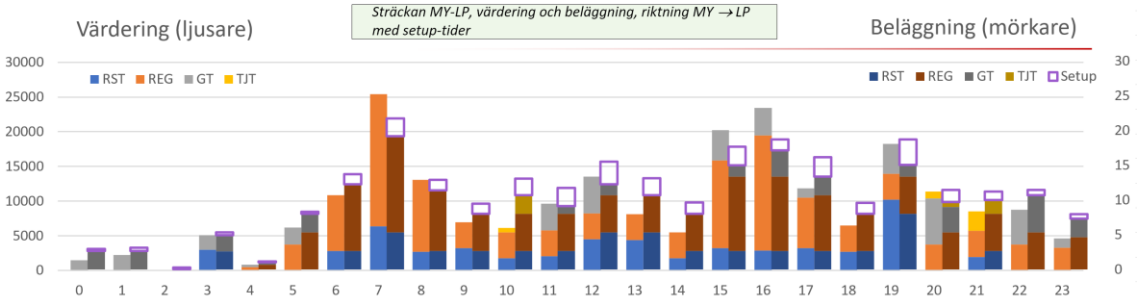


Figur 48 Beläggning och värdering för ena dubbelspåret MY-LP, riktning MY → LP, utan tidsfönster

Detta exempel visar situationen då inget transportläge har något tidsfönster, dvs. det är de ”ursprungliga” tåglägena från tågplan T20 som i detta exempel fungerar som ”ombud” (proxy) för framtida trafik. I en verklig situation skall detta vara det identifierade produktionsmålet.

Figur 48 visar både beläggning och värdering parvis, längs vänster lodrät axel är värdet för de vänstra staplarna. Staplarna till höger är förbrukad kapacitet enligt det tidigare presenterade areamåttet där höger lodrät axel anger förbrukad kapacitet. Maxvärdet för kapacitetsstaplarna är indikerat med en tonad röd linje och motsvarar distansen för sträckan (32 kilometer) och linjen är tonad för att understryka att det är kapaciteten som har ett tak, de högra staplarna i varje par, inte de vänstra värde-staplarna (värdet har inget maxvärde).

Kapacitet används också för ställtid, den förutsättning som ger möjlighet till heterogen trafik. Även denna måste läggas in i kapacitetsmodellen, annars tar inte kapacitets-modellen höjd för att kapacitet går åt då tåg med olika hastighet använder länken. Då fås Figur 49, där de ihåliga lila staplarna är sammanräkningen av nödvändig ställtid mellan tåglägen med olika hastighet (prestanda).



Figur 49 Värdering av kapacitetsmodellen enligt Figur 48, samt kapacitetsmodell som tar höjd för ställtider (lila ihåliga staplar)

Notera att det går att räkna ut ställtiden exakt i ett färdigt schema då tåglägen inte har några tidsfönster, till exempel i en fastställd tågplan vilket är fallet i de två bilderna ovan. Det är då klargjort vilka tågordningarna är, och därmed också mellan vilka två tåglägen som ställtid uppstår. Då kapacitetsmodellen skapas under förhandsplaneringen så hanteras transportlägen (prognosticerade tåglägen med tidsfönster) och olika scheman kan ge olika mängd och placering av ställtid.

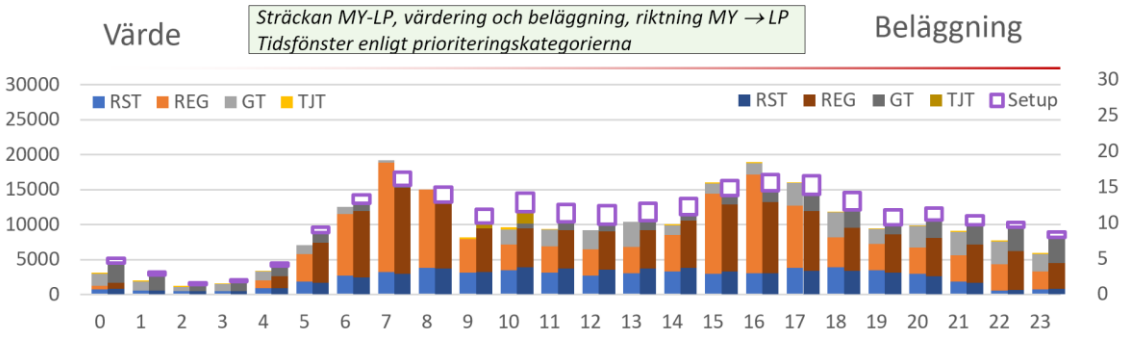
I andra industriella sammanhang försöker man skapa scheman med så lite ställtid som möjligt, då ställtid i sig inte är värdeskapande, och samtidigt lyckas leverera den mix av produkter som ingångna avtal stipulerar. Detta bör i görligaste mån arbetet med

© RISE Research Institutes of Sweden

kapacitetsmodellen också bädda för till det senare processteget, kapacitetsutbudet, då förplanerade transportlägen och tåglägen erbjuds marknaden samt kapacitet avsätts för framtida Rolling Planning. Men eftersom produktionsordningen inte är känd under förhandsplaneringen så går inte mängden ställtid att räkna ut exakt under framtagningen av kapacitetsmodellen, utan en välavvägd mängd behöver avsättas i kapacitetsmodellens resursplanering. Erfarenhet, statistik och kännedom om det planerade årets avvikelser (t.ex. major och high TCRs påverkan) påverkar mängd ställtid som behöver avsättas.

Detta är inte unikt för järnvägsbranschen, tvärtom ser situationen likadan ut för många tillverkande och tjänsteproducerande branscher. Där går utvecklingen mot enhetlighet och modularisering i produktionen. I detta sammanhang kan detta översättas med att planera med lika hastighet för de ingående tåglägena, åtminstone i omgångar över tid, för att minimera ställtid. Detta går dock bara att göra till en viss gräns eftersom transporttjänsten konsumeras samtidigt som den produceras, således kan inte transporttjänsten i sig produceras till mellanlager. Ett exempel på detta skulle vara att planera in två regionaltågslägen av samma TTK efter varandra för att de gagnar just denna länks effektivitet men detta blir inte alls lämpligt för vare sig sökande eller omgivande länkar. Detta motverkar ”batcher” av tåglägen med lika prestanda efter varandra, eftersom behovet av transporten är ”ögonblickligen”. Således är det viktigt att ta höjd för ställtid i tillräcklig omfattning så att det finns kapacitet att ändra hastighet och riktning mellan framtida tåglägen.

Med tidsfönster enligt prioriteringskategorierna (dvs gränsen för att förskjutningen gör att tågläget inte längre kan anses höra till prioriteringskategorin) fås en avsevärt utjämnad värde- och beläggningskurva enligt Figur 50.



Figur 50 beläggnings- och värdestaplar för kapacitetsmodell med tidsfönster enligt prioriteringskriterierna

Denna utjämning är naturlig då sannolikhetsfördelningen för tåglägets avgångstid inom tidsfönstret i våra exempel är likformigt fördelad liksom också värdets fördelning över tid. Stapeldiagrammet skulle få ett annat utseende om sannolikhetsfördelningen och/eller värdefördelningen inte var likformigt fördelad.

Prioriteringskategorierna ger mycket stora tidsfönster för långväga tåg. Förmodligen skall tidsfönstren inte vara linjärt beroende av sträcka- och gångtidskostnader utan omvänt exponentiellt beroende: ju längre tågläget går, desto mer avtar tillväxten på tidsfönstret.

Projektet föreslår att infrastrukturförvaltaren i kapacitetsmodellen anger mängden ställtid som avsätts för att möjliggöra heterogen trafik, över tid (dvs inom den period,

© RISE Research Institutes of Sweden

vanligtvis en timme, som kapacitetsmodellen redovisar segmenteringen). Om trafiken är mycket heterogen kan inte ställtiden attribueras till en viss trafik (tågläge) men på de ställen/länkar där det i huvudsak är homogen trafik med något avbrytande tågläge och kapacitetsuttaget är stort kan det vara lämpligt att hänföra kostnaden till den avvikande trafiken. Observera också att snabbare trafik kan ”rymmas” inom en långsammare kanal, men då till en fördröjningskostnad (se stycke 5.9). ”Brott” mot homogeniteten är således asymmetrisk: Ett långsamt-gående tågläge som bryter mot homogent snabbgående tåg kan inte höja hastigheten och skulle därför behöva belastas med den ställtid som möjliggör detta långsamtgående tågläge, medan för ett avvikande snabbtåg som sänker hastigheten kommer kostnaden att ”falla ut” på ett annat, mer direkt sätt som en fördröjning hos det snabbare tåget.

Tågplanens värde är summan av samtliga tåglägenas värdering vilket är samma värde som summan av samtliga värdetillskott för alla tåglägen som samtliga länkar producerar. Motsvarande gäller då också för transportlägen eftersom arean för dessa är samma, de är bara utlagda över den tid då de är aktuella att genomföra enligt tidsfönstret. Ett segments värde är summan av samtliga i segmentet ingående tåglägen och transportlägen.

Att stryka ett prognostiserat tågläge ger en ”utbudsförlust” på det leveransvärde som det prognostiserade tågläget har. Att behöva förskjuta ett transportläge ger en kostnad motsvarande den attraktivitetsförlust som tjänsten får i erbjudandet (utbudet) gentemot vad det skulle haft om det vore ensamt på banan.

9 Prioriteringskategorierna och TTRs förhandsplanering

Detta kapitel diskuterar både beläggningsplanering och värdering med prioriteringskategorierna i TTRs olika processteg, utifrån de tidigare kapitlen i denna rapport. Alla frågeställningar är dock inte utredda utan det finns åtskilliga frågeställningar och utmaningar kvar att arbeta vidare med och utgående från varje huvudprocessteg i TTRs förslag till process diskuteras nedan olika problem och möjligheter inom respektive processteg.

Principiellt så kan prioriteringskategorierna åtminstone användas i följande situationer och på följande sätt:

- I kapacitetsstrategin, liksom i kommande processteg, behövs ett produktionsmål med föredragna produktionssätt för trafiken. Det är från detta produktionsmål som avsteg görs i kapacitetsstrategin då påverkan från tillfälliga kapacitetsrestriktioner (TCRs) görs genom omledningar, enkelspårsdrifter och inställelser.
- I kapacitetstrategin används i huvudsak grundvärderingen, dels för den nominella vägen (vanligtvis den snabbaste) samt vid TCRs påslag för omledning och därmed längre gångtid.
- I kapacitetsmodellen, som inte redovisar någon trafik utan kapacitetsanvändningen per länk, används för transportlägena grundvärderingen samt eventuellt ett schabloniserat påslag för förskjutning och fördröjning. Notera att det är gentemot det nominella prognosticerade tågläget som påslag skall räknas gentemot.

© RISE Research Institutes of Sweden

- I kapacitetsutbudet är det en blandning av förplanerade tåglägen och transportlägen som värderingen görs. Notera att de förplanerade tåglägena i erbjudandet har påslagskostnader för förskjutning och fördröjning då de schemalagts och därmed konfliktreglerats sinsemellan samt höjd tagits för de kvarvarande transportlägena vilket kan ha påverkat avgångs- och ankomsttiderna liksom gångtiden.
- Rolling Planning värderas väsentligen med grundvärderingen då påslag i form av förskjutning och fördröjning ännu inte är kända.
- Vid årlig kapacitetstilldelning får skräddarsydda tåglägen på den kapacitet som TTR kallar ”oplanerad kapacitet” sin värdering i enlighet med dagens process, dvs påslag utifrån sökta tider. Dessa tilldelas direkt efter ansökan dvs ansökan kan likställas med det prognosticerade tågläget och transportläget utgör det utrymme som finns för att konfliktreglera det ansökta tågläget. Tågläget kan tilldelas om ett konfliktfritt tågläge kan tilldelas inom ramen för transportläget.

Notera att den generaliserade kostnaden troligtvis är lägre i processteget kapacitetsstrategi för att därefter gradvis öka. Detta är helt naturligt då mer fakta blir känt under processens gång och då behöver avsteg göras från den mest önskade nominella trafiken i produktionsmålet. Så sker även idag gentemot sökt trafik, ansökningarna är vad sökandena helst villa få sig tilldelade men eftersom de sökta tåglägena inte är samtidigt förenliga med varandra så måste tider och eventuellt vägen justeras för de sökta tåglägena. Med dessa justeringar ökar den generaliserade kostnaden då avsteg gentemot det önskade görs, och justeringarna utgör det påslag som görs gentemot grundkostnaden för ansökningarna.

Det är ett överordnat mål genom processen att minimera de slutliga påslagen och därmed få så låg generaliserad kostnad som möjligt för den plan som genomförs. Det kan således vara så att det lönar sig att i tidigare processteg ta ett högre kostnadspåslag för att senare i processen kunna klara sig med en relativt sett lägre kostnadspåslag. Till exempel kan det löna sig att ha tagit högre kostnader genom omledningar i kapacitetsstrategin för att sedan i utbudet få en schemaläggning med mindre fördröjningar i trafiken och därmed mindre påslag. Givetvis kan och bör möjligheterna för detta undersökas under kapacitetstrategin redan, poängen är att denna undersökning är just en undersökning, den redovisas inte i kapacitetsstrategin som ett färdigt schema.

9.1 Kapacitetsstrategin

Kapacitetsstrategin är det första processteget under förhandsplaneringen. Det är framför allt flöden och volymer i kombination med stora kapacitetsrestriktioner som skall hanteras och regler och riktlinjer tas fram för den fortsatta planeringen i efterföljande processteg.

I detta skede är det volymer av transportlägen (huvudsakliga flöden mellan stationer) som planeras. Värderingen fyller här rollen att avgöra samband mellan trafikflöden och kombinationer av större TCRs, vilka omledningar som är aktuella samt vilka flöden som måste minskas.

Volymerna föreslås redovisas som ackumulativa grafer över det studerade typdygnet och kan, om data finns tillgängligt, räknas ut som summor av transportlägen. Om data inte finns tillgängligt, t.ex. för segmentet Rolling planning, behöver infrastrukturförvaltaren uppskatta den ackumulerade kurvans form och höjd. Flödena summeras per studerat

© RISE Research Institutes of Sweden

stråk och en total beläggningskurva kan räknas ut och ställas mot den vid det tillfället bedömda kapacitetstaket för stråket. Genom användande av transporttjänsteklasser kan alternativa omledningar av volymer av transportlägen värderas och olika lösningar ställas mot varandra. Den lösning som har den lägsta kostnaden är att föredra.

Värderingen av förlängd sträcka samt värderingen av den därigenom förlängda gångtiden, som uppstår på grund av att annan sträckning väljs (alternativ TTK), är den viktigaste komponenten då olika scenarios ställs mot varandra. Schabloniserade förlängda gångtider vid t.ex. enkelspårdrift kan också påverka påslagens storlek. Eftersom ingen konfliktlösning på schemanivå genomförs då transportlägen används så är det oklart hur stora påslag olika individuella tåglägen kommer få vid den slutliga schemaläggningen.

Transporttjänsteklasserna har här en nyckelroll. De beskriver olika alternativa tillverkningssätt (metoder), väsentligen olika vägar genom nätet. Genom att välja (i huvudsak) från utbudet av transporttjänsteklasser för olika efterfrågade transportflöden kan grovt beläggningen uppskattas på de olika länkarna och stråken och samtidigt få en uppskattning av vad den generaliserade kostnaden kan bli.

9.2 Kapacitetsmodellen

Syftet med kapacitetsmodellen är att skapa en resursanvändningsplan. För varje resurs, länkarna i nätverket som planeringen görs för skapas en planerad användning. Underlag för detta utgör dels det produktionsmål som infrastrukturförvaltaren behöver underhålla under förhandsplaneringen och som järnvägsföretagen bidrar till genom CNA, Capacity Needs Announcement, dels länkens egenskaper som kan variera med studerad tidsperiod.

Tidsperioder som är intressanta att ta upp är dels det nominella trafikdygnet, det vill säga då inga TCRs finns, dels de dygn då trafiken på den studerade länken påverkas av TCRs, både sådana som ”drabbar” den egna länken men även sådana TCRs som påverkar omgivande infrastruktur och därmed påverkar trafiksituationen på den studerade länken genom t.ex. omledningar och tidsförskjutningar av transportlägen gentemot det nominella dygnet.

Kapacitetsmodellens resultat är en segmentering av tillgänglig kapacitet i segment. Den planerade kapacitetsanvändningen redovisas per sektion (tvärsnitt) för en länk per timme för ett typdygn, dels möjligen i grova linjebeläggningar (i verktyget ECMT, European Capacity Management Tool).

Kapacitetsmodellen innehåller 5 ”lager” eller dimensioner:

1) Uppdelning i resandetåg, godståg, annan trafik (t.ex. tjänstetåg) samt TCRs
2) Nationell och internationell trafik
3) Förfinade tågtyper gentemot lager 1, t.ex. höghastighetståg, regionaltåg, vagnslasttåg, kombitåg
4) Basegenskaper såsom hastighet, stoppmönster, tåglängd, tågvikt
5) Produkter såsom årligt tågläge, Rolling planning-tågläge, Ad hoc volymer samt oplanerad kapacitet

© RISE Research Institutes of Sweden

Av dessa är lager 4 udda då dess egenskaper inte är ömsesidigt uteslutande och därmed inte kan användas för att skapa klasser som trafiken (tågen) unikt hör till (jämför med t.ex. lager 2 där tågläget/transportläget antingen är nationellt eller internationellt vilket medför att tågläget antingen hör till den ena eller andra klassen men inte till båda).

Värderingen per länk är summan av respektive segments summor (undantaget lager 4) vilka i sin tur beräknas på de i segmentet ingående transportlägena. Svårigheten är värderingen av den oplanerade kapaciteten i respektive segment, möjligen så kan en form av transportlägen användas som inte har en förankringspunkt men det är fortfarande oklart vilken prioriteringskategori som skall ansättas för framtida ansökningar på oplanerad kapacitet. Koppling mellan planeringen av TCRs och de kombinatoriska effekterna av dessa på olika platser i nätet samt deras påverkan på den prognostiserade nominella trafiken ger olika kapacitetsmodeller (infrastruktur-användning).

Det kanske viktigaste resultatet med den värderade kapacitetsmodellen och dess segmentering är den kapacitet som *inte* kan nyttjas till värdeskapande tågproduktion utan måste avsättas till ställtid och prognosticerat spill (”waste” i Lean-metodiken). Dessa kostnader framkommer inte i kapacitetsstrategin eller kapacitetsutbudet på samma sätt, eftersom dessa fokuserar på tåglägen/transportlägen och deras väg och utformning. Om det behöver budgeteras mycket ställtid i kapacitetsmodellen så sjunker effektiviteten på sträckan, samtidigt som utrymme skapas för att kunna schemalägga de faktiska tåglägena som tas fram senare i processen. Det är speciellt viktigt att ha överblick över ställtiderna vid flaskhalsar i systemet.

Även här spelar transporttjänsteklasserna stor roll. Genom att välja olika alternativ belastas olika länkar olika mycket, samtidigt som viss kvalitetsförlust görs då inte den bästa vägen tas för en viss tjänst. Den konfiguration av valda transporttjänsteklasser som bäst motsvarar produktionsmålet och samtidigt ger förutsättningar att skapa ett konfliktfritt schema är den som är att föredra.

9.3 Kapacitetsutbudet

I kapacitetsutbudet är det första gången som infrastrukturförvaltaren redovisar förplanerade tåglägen. Dessa planeras tillsammans med transportlägen som dels representerar kvarvarande kapacitet för årlig tilldelning, dels den reserverade kapaciteten för Rolling planning (både redan tilldelad och för framtiden reserverad kapacitet), dels kapacitet för AdHoc-planeringen. Det betyder att i detta processteg påbörjas omvandlingen av transportlägen till tåglägen på ett mer konkret sätt, men alla transportlägen kommer inte omvandlas till (förplanerade) tåglägen.

Även om värderingen omfattar både transportlägen och tåglägen så är basen för de två ändock densamma: distans, gångtid och i förekommande fall förskjutning samt värdering av dessa faktorer genom ansatt prioriteringskategori. Ur värderingssynpunkt är bedömningen att det inte bör vara något problem att värdera blandningen av dessa två, däremot för beläggningsplaneringen är blandningen mer utmanande att hantera. Till exempel behöver de förplanerade tåglägena ta höjd för senare schemaläggning med kvarvarande transportlägen. Vidare får ett transportläge inte ”klyvas” av andra tilldelade tåglägen i delar som gör att ett framtida tågläge inte kan skapas. Det måste alltid, inom tidsfönstret för ett transportläge, finnas plats för en hel gångtidsutsträckning i tid inom

© RISE Research Institutes of Sweden

kvarvarande tidsfönster för att en lösning skall finnas, dessutom så att hela tåglägets samtliga traverseringar kommer i tidsmässig sekvens.

Successiv planering passar mycket bra i detta sammanhang då tåglägen kan förändras inom ramen för sina avtalstider vilket ger rum för senare justeringar då kvarvarande transportlägen schemaläggs till tåglägen.

Prioritetskategorierna svarar dock inte på frågan *vad/hur mycket* som skall vara förplanerat i utbudet och vad som skall vara fri, oplanerad kapacitet som ändå hänförs till ett segment. Detta avgörande måste vara baserat på andra faktorer t.ex. säkerhet i trafikprognoser (att viss trafik kommer köras på en bestämd väg och redan då utbudet publiceras kända tider). Som exempel på mycket säkra tåglägen att ha i ett förplanerat utbud är pendel- och regionaltåg i storstadsregionerna. Som exempel på transporter som omfattningen är ganska känd men de faktiska tåglägena inte ännu är kända kan nämnas timmertransporter.

Prioriteringskategorierna används här för värdering av konfliktlösningsalternativ. Det förplanerade schemat inkluderande de transportlägen som ingår i t.ex. Rolling planning skall vara det schema som förutses ge lägst kostnadsökning. Här skall noteras att det inte nödvändigtvis är den lösning som ger lägst kostnadsökning just vid detta tillfälle i planeringen som slutligen är den bästa utan den lösning som sannolikt leder till den slutligt lägsta kostnadsökningen då planen genomförs[43]. Ett typexempel på detta är att tåglägen i utbudet behöver ta höjd för att de senare skall schemaläggas med kvarvarande transportlägens framtida tåglägen.

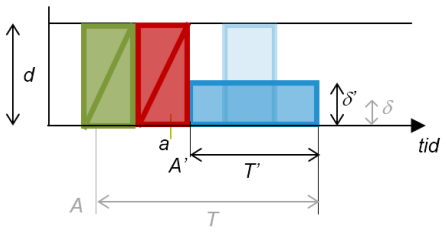
I kapacitetsutbudet väljs slutligen transporttjänsteklass för de transportlägen som skall övergå till förplanerade tåglägen. Det kan i efterhand hända att byte av transporttjänsteklass ändå sker (dvs annan väg och/eller byte av tjänstetyp/prioritetskategori) men det skall i görligaste mån vara undantag och inte regel. I praktiken skall detta jämställas med inställelse och anordning av nytt (förplanerat) tågläge, värderingen blir ju annorlunda och tidigare beslut, som tagit fasta på en viss värdering, kan därmed vara fattade på felaktiga grunder.

9.3.1 Exempel på samplanering av transportläge och tågläge

I Figur 51 finns tre tåg- och transportlägen, ett grönt, ett rött och ett grönt. Grönt och rött är förplanerade tåglägen i erbjudandet till marknaden i kapacitetsutbudet. Dessa samsas med det blå transportläget som representeras av kapacitetsåtgångens area (den liggande blå stapeln). Det ursprungliga tidsfönstret T för det blåa transportläget är nu delvis upptaget av de två förplanerade tåglägena i erbjudandet.

[43] Observera även att dagens svenska prioriteringskriterier inte värderar robusthet. Det finns således risk för att addera för många tåglägen i planen så att kvaliteten i tågföringen då planen genomförs blir lidande, med samhällsekonomiska förluster som följd.

© RISE Research Institutes of Sweden



Figur 51 tre prognosticerade tåglägen, två förplanerade tåglägen (eller tilldelade Rolling Planning-tåglägen från tidigare) samt ett transportläge. Den transparenta stående blå rektangeln visar det blå transportlägets form vid omformning till förplanerat tågläge, förlagt någonstans inom den liggande blå rektangeln.

Det betyder att transportlägets area måste få plats på en mindre ”bredd”/tidsperiod, *T*’, och höjden på den blå arean δ blir därmed i praktiken högre δ’ då det inte längre kommer kunna schemaläggas där rött och grönt tågläge har fixerats (i alla fall mer eller mindre) i erbjudandet.

För blått tågläge uppstår en förskjutningskostnad gentemot den ursprungliga förankringspunkten *a* som inte längre kan uppnås. Tidsfönstrets tyngdpunkt ligger längre till höger och ett framtida tågläge, baserat på det blå transportläget, kan inte längre få den mest attraktiva avgången *a* (den som infrastukturförvaltaren identifierat som den mest attraktiva avgången). För att denna kostnad för det blå transportläget skall tas i samband med att erbjudandet fixeras så krävs det att grönt och rött tågläge vinner mer på att schemaläggas där de nu ligger, än att blått transportläges tidsfönster *T* och förankringspunkt *a* upprätthålls, se Figur 51.

9.4 Årlig tilldelning

Vid årlig tilldelning går dels de förplanerade tåglägena över till att vara tilldelade (eller, om de inte bokas/ansöks så övergår de i oplanerad kapacitet samt Rolling Planning), dels tilldelas tåglägen som sökts på oplanerad ”fri” (ej förplanerad) kapacitet inom segmentet. På samma sätt som med värderingen i steget Kapacitetsutbud så är det en blandning av transportlägen (för bl.a. Rolling Planning) och tåglägen som värderas, vilket inte ur värderingssynpunkt bör bli något principiellt problem. Förplanerade tåglägen, vilka av infrastrukturförvaltaren åsatts en prioriteringskategori, får en värdering på samma sätt som kalkylen är formulerad idag. Transportlägen får sitt värde i förhållande till grundvärderingen med ett schabloniserat påslag för (framtida) trängselkostnaden. Hur stort detta schabloniserade påslag skall vara och hur det kan beräknas är dock en kvarvarande uppgift att utreda.

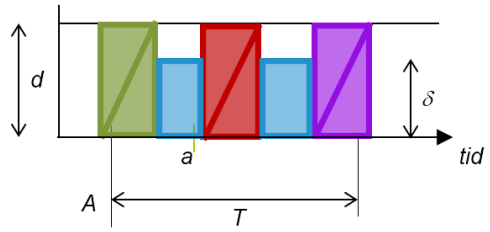
Som tidigare påpekats (se stycke 5.8) är prioriteringskriterierna inte lämpliga att lösa ut konkurrens om samma (förplanerade) tågläge. Här behövs en kompletterande metod för att nå en slutgiltigt tilldelning av det förplanerade tågläget.

9.4.1 Ytterligare exempel på samplanering av transportläge och tågläge

Kapacitet för Rolling Planning skall reserveras och bevakas (”safeguard”). Det betyder att de transportlägen i Rolling Planning-segmentet som representeras av transportlägen

© RISE Research Institutes of Sweden

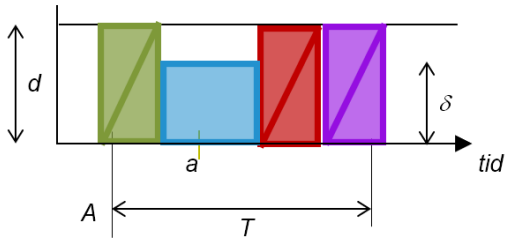
efter årlig tilldelning fortfarande måste vara möjliga att realisera. Betrakta Figur 52, där finns tre förplanerade tåglägen inlagda, ett grönt, ett rött samt ett lila.



Figur 52 Tre tåglägen samt ett blått transportläge som inte kan realiseras längre då dess area splittrats i två delar, där ingen del är stor nog för ett blått tågläge.

De är fixerade på ett sådant sätt att det blå transportläget i praktiken inte kan realiseras (kapaciteten i de två fyrkanterna som tillsammans utgör kvarvarande kapacitet för ett blått tågläge). Tillsammans möjliggör de två delarna ett blått tågläge om areorna summeras men då framför allt det röda tågläget är fixerat så kan inte ett blått tågläge få plats någonstans mellan grönt och rött tågläge eller mellan rött och lila tågläge. Det betyder att fixeringen av de tre förplanerade tåglägena inte möjliggör någon användning av mellanliggande areor, specifikt inte för blått transportläge. Utöver att blått transportläge inte kan realiseras så kan areorna sannolikt inte användas för någon annan tågproduktion heller, och det betyder att mellanliggande areor räknas som spill.

Om istället rött tågläge ligger något senare så fås Figur 53.



Figur 53 Samma exempel som i Figur 52, men här har rött tågläge förlagts något senare vilket möjliggör realisering av blått transportläge i ett förplanerat tågläge.

Här får blått tågläge plats, det kan till och med få sin prognosticerade mest attraktiva avgångstid a. Däremot är det möjligt att rött tågläge med denna lösning får en förskjutningskostnad gentemot sitt mest attraktiva läge i grafen (ej upptaget i bilden) och i så fall uppstår en förskjutningskostnad som skall vägas mot det blåa transportlägets vinst att få plats i tågplanen.

Givetvis måste detta resonemang, som utförts enbart på en länk, samspela med annan infrastrukturanvändning på omgivande länkar. Dessa exempel visar bara på principerna för planering och värdering.

9.5 Rolling Planning

Rolling Planning är ett nytt koncept i kapacitetstilldelningen, introducerat i TTRs processförslag. Det närmaste som finns idag är reservkapacitet, den kapacitet som infrastrukturförvaltaren skall avsätta i samband med årlig tågplan för framtida behov under tågplanens genomförande. Rolling Planning har också likheter med ramavtal

© RISE Research Institutes of Sweden

eftersom giltigheten på dessa kan vara upp till 36 månader och därmed finns representerade i framtida tågplaner, med viss justeringsmån i kommande tågplaner.

Transportlägen, med andra tidsfönster än de som anges i transporttjänsteklassen (som är avpassat för utbudet) är en representationsform som bör fungera reservation i framtida tågplaner. De kommer representera tilldelad kapacitet men med vissa möjligheter till justeringar inom tidsfönstret. I kapacitetsmodellen och -utbudet kommer dessa redan tilldelade transportlägen att finnas med och därmed ingå i den kapacitetsplanering som utförs där. Det är inte möjligt att justera dessa transportlägen i sig, däremot att omvandla ett tilldelat transportläge till ett tilldelat tågläge vid (nästa) årliga kapacitetstilldelning inom ramen för de frihetsgrader som transportläget medger.

På samma sätt som för kapacitetsutbudet och årlig tilldelning bör inte blandningen av tåglägen och transportlägen för beläggningsplaneringen av Rolling Planning-segmentet utgöra ett principiellt problem i sig. Däremot kan det uppstå problem med förutsägelsen av vad som kan vara attraktivt att ha representerat i Rolling Planning, dvs beläggningsplaneringen kan var svår att göra då Rolling planning är behäftat med osäkerheter kring både volym och tidsmässig placering, samt för viss efterfrågebaserad trafik med kort framförhållning även vilken prioriteringskategori som skall ansättas. Denna osäkerhet dyker redan upp i kapacitetsmodellen där segmenteringen sker och omfattningen av Rolling Planning definieras.

Denna osäkerhet har problematiserats i tidigare arbete. I projektet RIT, Reservkapacitet i tilldelningsprocessen[44], togs principer fram för värdering av reserverad kapacitet gentemot årligt sökt kapacitet. Denna princip bygger på att reserverad kapacitet genom områden med trängsel har en värderingströskel: tåglägen som söks under tågplaneperioden med åberopande av reservkapacitet måste ha ett värde som överskrider tröskelvärdet. Tröskelvärdet sätts vid årlig tilldelning, och utgör ett mått på den ”kostnad” som årligt tilldelad trafik har åsamkats för att göra plats för den reserverade kapaciteten för framtida bruk. Ett tågläge som tilldelas under innevarande år kan inte använda reserverad kapacitet med mindre än att det, om det hade sökts under årlig tilldelning, skulle ha fått plats där. Detta kan liknas vid en fördröjd tilldelning av kapacitet från årlig tilldelning.

Rolling Planning har en större volym än reservkapaciteten har i dagens kapacitets-tilldelningsprocess. Även om stora delar av transporterna i Rolling planning kan vara kända till volym så råder fortfarande osäkerhet om när i tiden dessa tåg kommer vilja gå. För att denna trafik som realiseras inom Rolling Planning skall kunna finna attraktiva lägen under tågplaneperioden behöver kapaciteten inom Rolling Planning skyddas (safe guard) under årlig tilldelning. Eftersom det råder osäkerhet var i tiden dessa är attraktiva är det dock svårt att representera kapacitet inom Rolling Planing som är attraktiv inom hela transportlägets bredd utan ”prioriterade förutsägelser” av var det är mest attraktivt kommer säkerligen att behöva göras.

Själva tilldelningen av kapacitet i Rolling Planning bör kunna ske enligt samma principer som i årlig tilldelning. Någon form av tröskelvärde för att bli tilldelad attraktiv kapacitet i trångsektorsområden bör finnas för att undvika att attraktiv kapacitet i trångsektors-

[44] M. Aronsson, M. Kjellin, 2022, Reservkapacitet i tilldelningsprocessen (RIT) – slutrapport, https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1711629&dswid=-9074, hämtad 2023-10-27

© RISE Research Institutes of Sweden

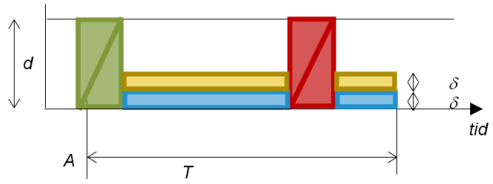
områden tilldelas till lågt värderad trafik (det var i så fall fel att undanhålla kapacitet till förmån till Rolling planning i årlig tilldelning om den senare tilldelas lågt värderad trafik). I övrigt tilldelas Rolling planning enligt kö-principen om tröskelvärdet är uppfyllt.

Transporttjänsteklasserna är viktiga för segmentet Rolling Planning. Genom dessa har infrastrukturförvaltaren tidigare i processen, då kapacitetsmodelen tagits fram, identifierat vad som ingår i segmentet Rolling Planning. Detta måste göras med ett produktionsmål som omvandlas till transportlägen vilket möjliggörs av en katalog med alternativa transporttjänsteklasser som matchar efterfrågan i produktionsmålet.

Då en sökande söker ett tågläge inom Rolling Planning-segmentet ges egenskaperna för det erbjudna transportläget av den transporttjänsteklass som transportläget hör till. Det kan dels gälla ”hårda” villkor såsom max STAX och minsta STH med också vilken prioriteringskategori som det reserverade (i TTR kallat ”safe-guard”) transportläget har kalkylerats med under årlig tilldelning. Det är troligt att (förplanerade) tåglägen i årlig tilldelning har fått ta vissa påslagskostnader för att möjliggöra Rolling Planning-tåglägen, och detta måste avspegla sig i den trafik som senare tilldelas reserverade Rolling Planning-tåglägen, se tidigare publicerat material[45] för resonemang varför detta är viktigt.

9.5.1 Fler exempel på samplanering av transportlägen och tåglägen

Figur 54 visar två kapacitetsband med tidsomfång T och där två tåglägen tilldelats (grönt och rött tågläge).

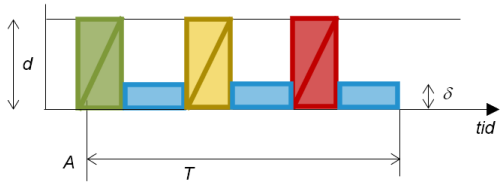


Figur 54 Ett kapacitetsband med två transportlägen och två tilldelade tåglägen

Antag nu att gult tågläge har tilldelats enligt kö-principen i Rolling Planning och enligt de värderingsprinciper som gäller, väsentligen att tröskelvärdet för att få nyttja/omvandla Rolling Planning-transportläget till ett tilldelat tågläge. Kvarvarande blå Rolling Planning-tågläges transportläge får då minskade möjligheter att realiseras men tre möjligheter finns kvar, se Figur 55.

[45] M. Aronsson, K. Kjellin, 2022, Reservkapacitet i tilldelningsprocessen (RIT) – slutrapport, https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1711629&dswid=-9074, hämtad 2023-10-27

© RISE Research Institutes of Sweden



Figur 55 Ett transportläge (gult) ut kapacitetsbandet har tilldelats, blått transportläge i kapacitetsbandet finns kvar

Gult tågläge kan schemaläggas väsentligen på fyra platser för att inte spill skall uppstå: där det nu ligger, längst till vänster dikt an mot grönt tågläge (vi bortser här från eventuella tidspåslag för robusthet etc.), eller dikt an mot rött tågläge, antingen till vänster eller till höger. Läggs gult tågläge med ”hål” till grönt eller rött tågläge kommer tids-spill att uppstå, area i schemat som inte kan användas till produktion.

10 Slutsatser

Prioriteringskategorierna kan användas för att värdera samhällets nytta av ett visst trafikupplägg. De baserar sig på ASEK, det kalkylverk som bland annat används för värderingar vid investering, och beräknas av en beräkningsmodul kallad EKG, EffektKostnadsGeneratorn. Prioriteringskategorierna värderar effekter som planeringen av tåglägena ger upphov till, såsom sträckan tågläget har och gångtiden som tågläget har. Prioriteringskategorierna värderar inte ett antal andra faktorer som transportköparen och resenärer också värderar då transport eller biljett bokas, t.ex. bekväma säten, internet ombord. För att dessa också skall värderas krävs att dessa egenskaper finns angivna och värderade. I dagens prioriteringskategorier finns inte miljökostnader och olyckskostnader med utan enbart operativa kostnader.

Prioriteringskategorierna värderar vad det är värt för samhället att en viss transport av en viss sort eller typ är värd om den genomförs, genom en schabloniserad kalkyl. Prioriteringskategorierna värderar inte ***vem*** som genomför transporten. Således värderar inte prioriteringskategorierna att det finns konkurrens om resenärerna. Om flera järnvägsföretag önskar boka samma förplanerade tågläge är prioriterings-kategorierna ”blinda” för vem av dem som skall tilldelas tågläget då prioriterings-kategorierna enbart värderar *betydelsen* att transporten genomförs. För att lösa tilldelningen av ett förplanerat tågläge som det är flera sökande till behövs en särskiljningsprincip såsom t.ex. auktion, upphandlat (högsta, tak) biljettpris för resande, värdesättning av erbjudna tjänster, eller liknande.

Prioriteringskategorierna saknar idag en del komponenter som de behöver utökas med för att bättre täcka in en värdering av hela trafiken. Det saknas en värdering av regularitet, både för återkommande godstågstrafik (t.ex. önskemålet om ett visst antal tur och returresor för malmtågen under ett dygn) och för regional/pendeltågstrafikens styva tidtabeller. Likaså behövs en avtagande värdering med fler tåglägen under ett dygn som motsvarar att marginalnyttan minskar.

I kommissionens förslag till förordning skall resande- och godsflöden värderas snarare än tåglägena i sig. Det är en brist med dagens prioriteringskategorier att mellanliggande kommersiella uppehåll, t.ex. av- och påstigande på mellanliggande station, inte har en värdering. Det medför att det istället är en nackdel att stanna för av- och påstigande då

© RISE Research Institutes of Sweden

den totala gångtiden för hela tågläget blir längre. Det behöver läggas till en (positiv) värdering av stationsanvändning för kommersiella uppehåll.

I TTRs förhandsplanering (Advance planning) behöver det finnas en värderingsfunktion för att kunna nyttovärdera den trafik som förväntas utföras och som delvis också förplaneras som ett kapacitetsutbud. Kapacitet skall reserveras till Rolling Planning och för att kunna avväga storleken, var geografisk och när i tiden som kapacitet skall reserveras samt ställa denna reservation mot utbudet i årligt tilldelad trafik behövs en värderingskalkyl. Likaså behövs en värderingskalkyl för att kunna värdera produktionsbortfall vid planering av kapacitetsrestriktioner, TCRs under kapacitetsstrategin. Det är en stor fördel om samma värderingsmodell används för hela kapacitetstilldelningsperioden, inklusive Rolling Planing.

För att värderingen skall kunna genomföras krävs att det finns en trafik att värdera. Eftersom inga ansökningar ännu har avgivits under förhandsplaneringen finns ingen av järnvägsföretagen ansökt trafik. Någon, antagligen infrastrukturförvaltaren, behöver skapa en representation av den förutspådda trafiken, ett produktionsmål. Detta produktionsmål behöver underhållas av någon, återigen sannolikt infrastrukturförvaltaren, av kompetenta resurser som förstår järnvägsföretagens behov. Denna avdelning kallas ibland i tillverkande industri för ”ställföreträdande kund” eller motsvarande med uppgiften att kravställa och kvalitetssäkra produkten internt. Infrastrukturförvaltaren behöver se över behovet av att skapa en sådan resurs.

Produktionsmålet fyller en mycket viktig funktion då det är detta som ”skapar” behovet av planering: Utan någon tänkt trafik att genomföra finns heller ingen anledning att planera något. Produktionsmålet, som det presenterats i denna rapport, innehåller prognosticerade eller förutspådda tåglägen. Dessa har en osäkerhet kring när de kan komma att sökas av branschen, dels för att det för infrastrukturförvaltaren är osäkert när de kan vara attraktiva för järnvägsföretaget, dels för att alla tåglägen skall utföras på en gemensam infrastruktur och därmed måste kompromisser med gångtid, förskjutning och kanske även antal tåglägen som får plats ske. Av det skälet föreslås ett nytt planeringsobjekt som generaliserar tågläget kallat transportläge (motsvarande objekt i TTR kallas för bandbredd). Transportläget tar fasta på att transportens grundegenskaper är ganska kända medan dess exakta placering i tid ännu inte är klarlagt men att det går att identifiera ett tidsfönster inom vilket det kan sägas vara kommersiellt attraktivt eller samhällsnyttigt att genomföra. Som mått på kapacitetskonsumtion för både tågläge och transportläge utgör ytan som tågläget tar upp i rumstiden i en graf. Genom detta blir tågläget en specialisering av transportläget, vilket passar väl in i TTRs processteg med gradvis förfining av trafikens schemaläggning under kapacitetstilldelningsprocessen.

Transportlägena värderas på samma sätt som tåglägen (de har samma area), och har därmed samma värderingsprincip. Tågläget kommer dock, genom den gradvis förfinade schemaläggningen, att få påslagskostnader då tågläget konfliktregleras med annan trafik (tåglägen och/eller transportlägen). Specifikt kommer förskjutningskostnaden att spela större roll för tågläget.

Om det uppstår en ”övermättnad” i kapacitetsmodellen måste några transportlägen ur produktionsmålet flyttas lite eller strykas. Prioriteringskategoriernas värdering ger då samma vägledning som för tåglägen i dagens process.

© RISE Research Institutes of Sweden

En stor fördel med transportlägen är att deras inbördes ordning på en linjesträcka inte behöver beslutas innan transportläget omvandlas till ett tågläge. Det betyder att de planer som innehåller transportlägen innefattar/representerar många detaljerade scheman där ordningen bestämts (tågplaner). Men istället måste kapacitet avsättas i planen för ställtid. Ställtid är då heterogen trafik, trafik med olika hastighet och/eller olika riktning, skall planeras och det uppstår tid mellan tågen (area i tidtabellsgrafen) som inte kan användas till värdeskapande tågproduktion.

Genom att synliggöra och kalkylera med ställtid så kan resurstak för antal tåg per tidsenhet identifieras. Genom att i trångsektorsområden avsätta enbart lite ställtid så måste trafiken vara i princip homogen men om mer ställtid avsätts kan trafiken vara mer heterogen (blandad). Denna ställtid ”kostar” då den inte kan användas till tågproduktion, och kan, om trafiken i övrigt är homogen, attribueras till det avvikande tågläget. Denna får då en större kostnad då detta tågläget kostar mer kapacitet än bara den beläggning som det upptar på länken, och därmed minskar produktiviteten.

© RISE Research Institutes of Sweden

Through our international collaboration programmes with academia, industry, and the public sector, we ensure the competitiveness of the Swedish business community on an international level and contribute to a sustainable society. Our 2,800 employees support and promote all manner of innovative processes, and our roughly 100 testbeds and demonstration facilities are instrumental in developing the future-proofing of products, technologies, and services. RISE Research Institutes of Sweden is fully owned by the Swedish state.

I internationell samverkan med akademi, näringsliv och offentlig sektor bidrar vi till ett konkurrenskraftigt näringsliv och ett hållbart samhälle. RISE 2 800 medarbetare driver och stöder alla typer av innovationsprocesser. Vi erbjuder ett 100-tal test- och demonstrationsmiljöer för framtidssäkra produkter, tekniker och tjänster. RISE Research Institutes of Sweden ägs av svenska staten.

RISE Research Institutes of Sweden AB
Box 857, 501 15 BORÅS
Telefon: 010-516 50 00
E-post: info@ri.se, Internet: www.ri.se

Systems Engineering
RISE Rapport : 2023:141
ISBN:978-91-89896-30-7

© RISE Research Institutes of Sweden