

CPlek Åke Lundberg

Trafikverkets modell för beräkning av linjekapacitet

Inledning

Detta dokument beskriver Trafikverkets modell för beräkning av linjekapacitet.

Modellen tillämpas för olika ändamål, däribland årlig beräkning av kapacitetsutnyttjande som rapporteras till årsredovisningen.

Modellen har sitt ursprung i den internationella handboken UIC 406R. Modellen är anpassad och kalibrerad för svenska förhållanden sedan nittioalet.

Modellen ses över vid behov, i syfte att öka kvalitet och automatiseringsgrad av beräkningarna. Årsredovisning ställer krav på analys och jämförbarhet av resultat över tid (för tre eller fem år).

Indelning av nätet i linjedelar

Konsumerad kapacitet beräknas per linjedel. Indelning av hela Sveriges järnvägsnät i linjedelar är gjord utifrån nedanstående definition:

En linjedel är den del av järnvägsnätet där både trafikens blandning och/eller antalet tåg samt infrastrukturen inklusive signalsystem är oförändrad eller i stort sett oförändrad.

Gällande banor med ingen eller ringtrafik, med spärrfärd, beaktas, som tidigare, endast dem som har tillräcklig längd för att kunna åskådliggöras på GIS-Sverigekartan.

Trafik

Vid uppföljning av utförd trafik används data från LUPP. Utifrån dessa data beräknas för varje linjedel och tågsort:

- Antal tåg per vardagsmedeldygn genom att ta medelvärdet av trafiken under vardagar exkl. veckorna 1-23 och 34-41.
- Antal tåg per den två-timmarsperiod då linjedelen i genomsnitt är som mest trafikerad.

Vid kapacitetsberäkningar i prognoser används trafiken i prognosen. Denna trafik finns endast tillgänglig på dygnsnivå.

Tågtyper

Antalet tåg redovisas uppdelat på tågtyperna Snabbtåg, övriga persontåg, Lokaltåg, Godståg och Malmtåg. Regionaltåg, Fjärrtåg som inte är snabbtåg och Nattåg räknas som övriga persontåg.

Tabell 1 innehåller ytterligare riktlinjer för uppdelningen i tågtyper.

Tågtyp	Tågets hastighet [km/h]	Avstånd resandeutbyte [km]
Snabbtåg	200	20 - 150
Övriga persontåg	160 – 180	10 - 100
Lokaltåg	130 – 140	1 - 10
Godståg	70 – 160	-
Malmtåg	50 - 70	-

Tabell 1. Riktlinjer för uppdelning av tåg utifrån tågets hastighet och avstånd för resandeutbyte.

Beräkning av belagd tid

Beräkning av belagd tid görs olika för dubbelspår och enkelspår.

Dubbelspår

För beräkning av belagd tid (T_{bel}) på dubbelspår gäller formeln:

$$T_{bel} = \sum_{k=1}^{k=n} (T_{tåg} + T_{konf})_k + \sum_{j=1}^{j=m} (T_{kors})_j$$

Där:
n: antal tåg som under tidsperiod för beräkning trafikerar ett spår k, j är tågets ordningstal.
m: antal tåg som kör på korsande tågvägar under tidsperiod för beräkning
 $T_{tåg}$: utrymme i tidtabellen för tåg
 $T_{kors} = 4$ min, tidstillägg vid korsande tågväg för 50 % av de korsande tågen

T_{kors} , Då de flesta av Sveriges dubbelspår har hetrogen trafik påverkar inte alltid korsande tåg linjekapaciteten då de korsande rörelserna sker i det utrymme som räknas i T_{konf} därför antas 50 % av tågen inte ge upphov till någon extra beläggning av linjens kapacitet. I kapacitetsberäkningsarken multipliceras oftast samtliga korsande tåg med 2 minuter istället för 4 för att uppnå samma effekt. Om linjedelen har en avvikande trafikering t.ex att alla tåg håller samma hastighet eller att korsning enbart sker på natten kan antalet korsande vägar som räknas med justeras baserat på erfarenhet.

Konflikttiden (T_{konf}) motsvarar den totala gångtidsavvikelsen som uppstår vid eventuella hastighetsavvikelser mellan två efterföljande tåg. Den totala gångtidsavvikelsen är summan av varje tågslags sammanlagda avvikelser mot medelgångtiden för alla tåg på linjedelen.

Konflikttiden uppskattas på följande sätt:

T_{konf} : tidstillägg om ett tåg följs av ett tåg med annorlunda gångtid

$$T_{konf} = |T_k - T_{medel}|$$

T_k är den tidtabellslagda tiden för tåg k

T_{medel} genomsnittlig tidtabellslagd tid för alla tåg på linjedelen.

Konflikttid p.g.a. korsande tågväg beräknas för korsande tågväg på linjedelen.

Utrymme i tidtabellen ($T_{\text{tåg}}$) för tåg beror på signalsystemets utformning och inhämtas från Riktlinjer täthet mellan tåg för det aktuella året. För persontåg används normalt sett headway mellan två efterföljande tåg. För godståg används normalt sett headway vid förbigång. Om ett persontågssystem slutar i ena änden av en linjedel och stationen är utformad för att tågen ska köra in och vända på speciella spår kan headway för tåg till dessa spår användas.

Vid prognosberäkning ska även framtida förändringar i infrastrukturen tas i beaktande om de påverkar headway. Saknas helt uppgifter om framtida headway kan värdena i tabell 2 användas som schablonvärden.

Tågtyp	Hastighet [km/h]	$T_{\text{tåg}}$ [min]
Persontåg	0 - 130	3
Persontåg	130 - 160	4
Persontåg	över 160	5
Godståg	70 - 160	5

Tabell 2. Utrymme i tidtabellen $T_{\text{tåg}}$, dubbelspår.

Enkelspår

För beräkning av belagd tid (T_{bel}) på enkelspår gäller formeln:

$$T_{\text{bel}} = \sum_{k=1}^{k=n} (T_{\text{tåg}} + T_{\text{möte}} + T_{\text{inf}} + T_{\text{fjb}})_k$$

där:

n: antal tåg som under tidsperiod för beräkning trafikerar spåret

k: tågets ordningstal

T_{inf} : Tidstillägg vid ej samtidig infart till stationen, 2 min

T_{fjb} : Tidstillägg vid ej fjärrblockering på banan, 1 min

$T_{\text{gång}}$: Tågets gångtid på den dimensionerande stationssträcka

Tågtyp	Tågets hastighet [km/h]	Mötestidstillägg $T_{\text{möte}}$ [min]
Snabbtåg	200	5
Interregionaltåg	160 - 180	4
Lokaltåg	130 - 140	3
Godståg	70-160	5
Malmtåg	60	5

Tabell 3. Tidstillägg orsakad av tågmöten $T_{\text{möte}}$, enkelspår

Ett antagande om blandad trafik görs, dvs. samtliga tåg har möten.

Beräkning för Malmbanan hanteras med avsteg för definition av dimensionerande sträcka där trafiken består av långa malmtåg (750m) samt godståg över 600m. För dessa tåg är dimensionerande sträcka just den sträcka mellan två långa mötesstationer som har längsta gångtid. Malmtåg läggs på malmbanan i kolumnen för snabbtåg

Beräkning av konsumerad kapacitet

Dygn

Konsumerad kapacitet [%] för dygnet beräknas:

$$KK_{\text{dygnet}} = T_{\text{bel}} / (24 - T_{\text{kvalitet}})$$

där:

T_{kvalitet} motsvarar kvalitetstid för förebyggande underhåll och felavhjälpning och antas

$$T_{\text{kvalitet}} = 6 \text{ [h]}.$$

Ett normalt trafikdygn består av 18 timmar tågtrafik och 6 timmar kvalitetstid för banunderhåll och felavhjälpning

Max 2 timme

Konsumerad kapacitet [%] för max 2 timme beräknas:

$$KK_{\text{max 2 h}} = T_{\text{bel}} / (2 - T_{\text{ban}})$$

där:

T_{ban} motsvarar tid för förebyggande underhåll, felavhjälpning och större banarbeten.

$$T_{\text{ban}} = 0.$$

Under max 2 timme antas att inga banarbeten, underhåll eller felavhjälpning sker

Konsumerad kapacitet nivåer

Vad som är optimal nivå på konsumerad kapacitet är en avvägning mellan kvantitet och kvalitet.

Tabellen nedan visar vad nivåerna innebär för dygnet och max 2 timme.

81-100 %	Hög	Linjedelen är högt utnyttjad i förhållande till sin tillgängliga kapacitet, svårt att få plats med ytterligare tåg och banarbeten
61-80 %	Medel	Systemet är störningskänsligt och en avvägning kan behöva göras mellan olika aktörers behov
≤60 %	Lågt	Det finns ledig kapacitet och möjlighet att köra fler tåg.

När kapacitetsutnyttjande (för en enskild linjedel) överskrider 80 procent, är känsligheten för störningar hög, trafiken är omfattande över hela dygnet i förhållande till banans tillgängliga kapacitet. Det innebär att ett enkelspår med mycket få mötesstationer kan få ett högt kapacitetsutnyttjande med ett förhållandevis lågt antal tåg per dygn, medan ett dubbelspår måste ha en omfattande trafikering över hela dygnet. Ett högt

kapacitetsutnyttjande innebär också att det är mycket svårt att få tider för att underhålla banan.

Kapacitetsutnyttjande inom intervallet 61–80 procent innebär att trafiken inte utnyttjar hela den tillgängliga kapaciteten som infrastrukturen medger, men det kan likväl uppstå problem att tillgodose olika aktörers önskemål om trafik och tid för att underhålla banan.

När den använda kapaciteten understiger eller är lika med 60 procent finns det utrymme för ytterligare trafik eller tid för underhåll av banan.

Även om kapacitetsutnyttjandet är under 80 procent kan det finnas kortare tidsperioder under dygnet där banans kapacitet inte kan tillgodose önskemål om trafik. Därför redovisas även den 2-timmarsperiod då kapacitetsutnyttjandet är som högst för respektive linjedel.

Metoden som använd för kapacitetsberäkningarna har begränsningar och fångar inte alla aspekter som kan ge kapacitetsbrist, till exempel en blandning av långsamma och snabba tåg som körs över flera linjedelar vilket kan medföra att kapacitetsutnyttjandet i teorin är lägre än vad det är i verkligheten. Därför görs en expertbedömning av vilka färger som ska publiceras på respektive karta.

Det är inte att rekommendera att enbart basera behovet av investeringar i infrastrukturen på det matematiskt framräknade kapacitetsutnyttjandet. För att uttala sig om behovet av investeringar krävs alltid ytterligare noggrannare analyser.