RAPPORT

Beräkning av godstrafikeffekter vid järnvägsåtgärder

Metodbeskrivning

2015-12-03

Analys & Strategi

Konsulter inom samhällsutveckling

WSP Analys & Strategi är en konsultverksamhet inom samhällsutveckling. Vi arbetar på uppdrag av myndigheter, företag och organisationer för att bidra till ett samhälle anpassat för samtiden såväl som framtiden. Vi förstår de utmaningar som våra uppdragsgivare ställs inför, och bistår med kunskap som hjälper dem hantera det komplexa förhållandet mellan människor, natur och byggd miljö.

Titel: Beräkning av godstrafikeffekter vid järnvägsåtgärder - Metodbeskrivning
Redaktör: Moa Berglund och Fredrik Bärthel
WSP Sverige AB
Arenavägen 7
121 88 Stockholm-Globen
Tel: 010-722 50 00
E-post: info@wspgroup.se
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
www.wspgroup.se/analys

Innehåll

1 INLEDNING 5
1.1 Bakgrund 5
1.2 Syfte 5
1.3 Organisation 6

3 KONSTRUKTION AV JA UTIFRÅN TRAFIKVERKETS BASPROGNOS 12
3.1 Trafikverkets basprognos för gods på järnväg 12
3.2 Ruttning av tåg från flöden till transportupplägg – matchning av tågnummer och tågupplägg 16
3.3 Begränsningar – när kan detta steg genomföras? 30

4 KONSTRUKTION AV UA UTIFRÅN JA 32
4.1 Begränsningar – när kan detta steg genomföras? 36

5 ARBETSPROCESSEN TÅGLÄGGNING 37
5.1 Begränsningar – när kan detta steg genomföras? 42

6 BERÄKNINGAR AV LOGISTIK- OCH TRANSPORTKOSTNADER 43
6.1 Tid- och sträckberoende operativa kostnader 45
6.2 Godstidsvärde 49
6.3 Kapacitetsutnyttjande 50
6.4 Begränsningar – när kan detta steg genomföras? 55

7 BERÄKNING AV ÖVERFLYTTAT GODS 56
7.1 Beräkning med hjälp av elasticitetstal 57
7.2 Varifrån kommer godset? 57
7.3 Begränsningar – när kan detta steg genomföras? 60

8 RESULTAT OCH BERÄKNING SAMHÄLLSEKONOMI 61

9 DISKUSSION 62
9.1 Generalisering andra stråk 62
9.2 Generalisering användningsområden 63
9.3 Modellens repeterbarhet och validering 66

10 SLUTSATSER 67

REFERENSER 68

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Under november 2014 till november 2015 genomfördes trafikprognoser och en samhällsekonomisk kalkyl för Norrbotniabanan av WSP Analys & Strategi på uppdrag av Trafikverket.

Effekterna av Norrbotniabanan för godstransporterna 2030 skulle kunna beräknas med hjälp av Samgodsmodellen[1], men då resurser inte fanns för detta efterfrågade Trafikverket beräkningar med en alternativ, ”enkel” modell. En sådan utvecklades specifikt för uppdraget, baserat på utdrag från Trafikverkets Bangods-data.

Då beräkningsmetodiken visade sig fungera bra för Norrbotniabaneanalysen väcktes frågan om samma metodik även skulle kunna användas för andra utrednings- och kalkylobjekt, dels sett till andra geografiska områden och dels sett till andra typer av åtgärder än just nybyggnation av järnväg. Metoden skulle i så fall kunna utgöra ett komplement till Samgodsmodellen när denna inte är tillämpbar eller när resurser att köra modellen saknas. En annan fördel med metodiken är att enskilda logistikupplägg kan urskiljas ur datamängden och därmed kan resultaten på ett enkelt sätt kommuniceras mellan Trafikverket och enskilda företag eller intresseorganisationer.

Denna rapport beskriver beräkningsmetodiken som användes för att beräkna effekterna för godstrafiken. Jämfört med den dokumentation som redan finns för själva Norrbotniabaneanalysen[2], utgår denna rapport från ett generellt perspektiv istället för objektet Norrbotniabanan.

1.2 Syfte

Om metoden i framtiden ska kunna tillämpas på fler (och andra typer av) objekt, finns behov av att:

1. Mer utförligt beskriva ingående underlagsmaterial, delsteg i metoden, parametervärden, etc.
2. Undersöka om metoden är lika lämplig att använda på andra järnvägsstråk och typer av åtgärder och i så fall generalisera metodbeskrivningen

Syftet med den här rapporten är att svara på dessa frågeställningar.

---

[1] På grund av för långa körtider

[2] Trafikverket (2015) Samhällsekonomisk analys för Norrbotniabanan, Bilaga 14 Arbets-PM Enkla modeller.

1.3 Organisation

Uppdraget har utförts av Moa Berglund och Fredrik Bärthel, WSP Analys & Strategi. Trafikverkets organisation: Petter Wikström (beställare), Pär Ström och Lena Wieweg.

2 Övergripande processbeskrivning samt disposition

I Figur 1 på nästa sida illustreras arbetsprocessen som utgör metodiken för att utvärdera effekterna för godstrafik på järnväg. Här beskrivs varje delsteg övergripande och i de påföljande kapitlen fokuserar vi på vart och ett av stegen och ger en utförlig beskrivning av beräkningar, antaganden och underlag.

Steg 0: Fastställande av basscenario (jämförelsealternativ, JA) och utredningsscenarier (utredningsalternativ, UA) utgående från syfte, omfattning och målsättning med föreliggande analys.

Steg 1: Underlag från Trafikverket erhålls i form av utdrag ur Trafikverkets basprognos för 2030 (aktuellt prognosår i skrivande stund) för gods på järnväg: Bangods.

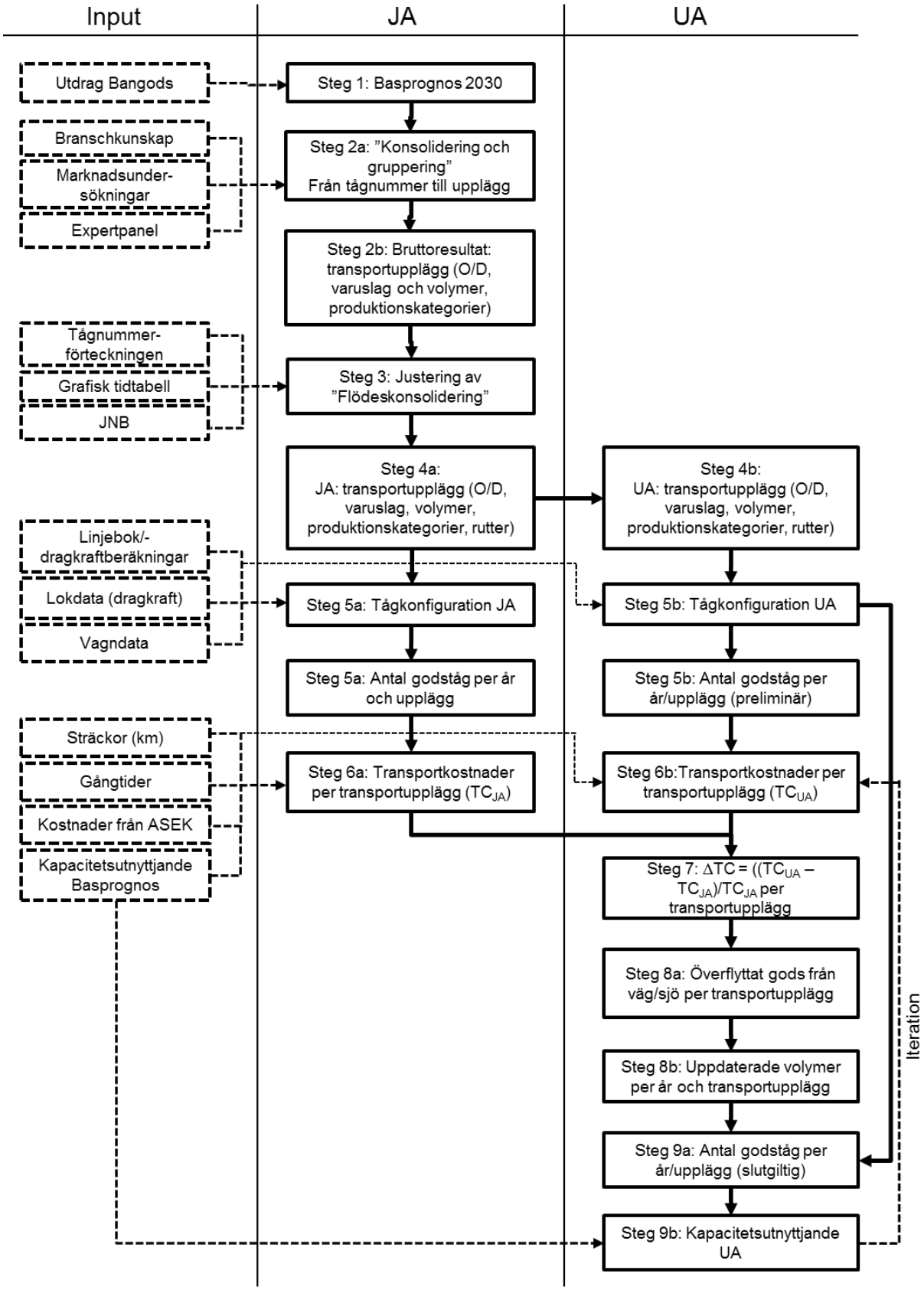
Steg 2: Konsolidering och gruppering. Utdraget ur Bangods bearbetas från att omfatta uppgifter om flöden, riktning, varuslag, produktionsslag, antal godståg och i vissa fall kunder till att beskriva transportupplägg från avsändnings- till mottagningspunkt inom det nätverk som analyseras.

Bearbetningen ställer krav rörande branschkunskap och tillgång till underlag från föreliggande marknadsundersökningar, vilket kan valideras via en expertpanel.

Resultatet av steg 2 är en bruttoförteckning som beskriver logistik- och transportupplägg utgående från basprognosen 2030. Förteckningen omfattar även rutt för varje upplägg.

Steg 3: Justering av bruttoförteckningen: Bruttoförteckningen från steg 2 omfattar transport- och logistikupplägg inom definierat nätverk. Bruttoförteckningen är troligen i behov av justeringar för att bli konsistent med näringslivets logistik- och transportlägg. Det genomförs genom att justera:

- Avsändnings- och mottagningsort för att beakta hela transportkedjan och inte enbart inom det definierade nätverket (ur Bangods framgår endast var aktuella tågnummer startar och slutar, inte godsets hela resa).
- Logistikupplägg – gruppering av olika transport- och logistikupplägg (exempelvis flöden i olika riktningar – returlaster) för att förteckningens olika upplägg i möjligaste mån skall avspela näringslivets transport- och logistikupplägg.
- Varuslag – justering av vissa dataposter enligt basprognosen för enskilda flöden, till rätt varugrupp eller transportupplägg eller för att varuslagsbeteckningen skall vara entydlig längs hela logistikupplägget. Steget kan även innehålla mindre



Figur 1 Övergripande processbeskrivning: delsteg i JA och UA samt input

justeringar av transportvolymer, så att även dessa inte förändras under transportens väg.

Underlagsmaterial för att genomföra dessa justeringar utgörs av bland annat (1) tågnummerförteckningen, (2) den grafiska tidtabellen och (3) Järnvägsnätsbeskrivningen.

Resultatet av steg 3 är en nettoförteckning (grunden till ett JA) med logistik- och transportupplägg som (i möjligaste mån) motsvarar näringslivets logistik- och transportupplägg.

Steg 1-3 beskrivs detaljerat i kapitel *3 Konstruktion av JA utifrån Trafikverkets basprognos*.

Steg 4: Nettoförteckningen (steg 3) omfattar en beskrivning (JA) med logistik- och transportupplägg inkluderande

- avsändnings- och bestämmelsepunkt
- ruttning mellan avsändnings- och bestämmelsepunkt
- varuslag
- produktionsform
- godsvolym (ton/år)

Utgående från den grundläggande förteckningen (JA) och syftet med analysen kan ett eller flera utredningsscenarier skapas genom att förteckningen (JA) kopieras och sedan modifieras för att motsvara utredningsalternativen (i fallet med Norrbotniabanan, där UA motsvarade tillkomsten av ett nytt stråk, innebar detta att ruttningen av en delmängd av tågupplägen förändrades i UA).

Resultatet av steg 4 omfattar således minst två olika förteckningar där den ena motsvarar jämförelsealternativet (JA) och de andra utredningsalternativen (UA).

Steg 4 beskrivs detaljerat i kapitel *4 Konstruktion av UA utifrån JA.*

Steg 5: Detaljerad beräkning av antal godståg per år och logistik-/transportupplägg för såväl JA som UA, utgående från underlag om rutten för respektive transport-/logistikupplägg:

- Linjesträckning/bansträckningar (tillåtna tågvikter, tåglängder, största tillåtna axeltryck och linjernas bärighet).
- Val av tågkonfiguration (val av lok (dragkraft) och vagnar) för respektive logistikupplägg.

Transporterad godsmängd per tåg och transport/logistikupplägg beräknas utgående från val av dragkraft och vagnkoncept inom ramen för de begränsningar som karaktäristiken på respektive stråk utgör. Begränsningen utgår från identifiering av minsta gemensamma nämnare för respektive stråk.

Utgående från flödesmässigt dimensionerande riktning per transportupplägg kan antalet godståg per år beräknas för respektive upplägg.

Steg 5 genomförs för både JA och UA.

Steg 5 beskrivs detaljerat i kapitel *5 Arbetsprocessen tågläggning.*

Steg 6: Beräkning av årlig transportkostnad för varje upplägg i JA såväl som UA. Underag för det är sträcka (km) och transporttider för varje linjedel som ingår i respektive uppläggs rutt, samt tids- och sträckbaserade schablonkostnader från ASEK för olika tåg och vagnar. Beräkning av transporttider för respektive linjedel görs bland annat utgående från det prognoserade kapaictetsutyttjandet för linjedelen. Eftersom antalet godståg per linjedel, och därmed även det prognoserade kapacitetsutnyttjandet, förändras i UA i ett senare steg i processen, är detta för UA en iterativ process. I den första iterationen utgår vi från ett kapacitetsutnyttjande baserat på samma antal godståg per linjedel i UA som i JA (antalet persontåg kan dock variera beroende på tillgängligt underlag från Trafikverket).

Steg 6 beskrivs detaljerat i kapitel *6 Beräkningar av logistik- och transportkostnader*.

Steg 7: Utgående från beräknade operativa transportkostnader (steg 6) för JA (TC_{JA}) och UA (TC_{UA}) per transportupplägg, beräknas den relativa transportkostnadsförändringen per upplägg mellan JA och UA.

Steg 8: Uppskattning av överflyttade godsvolymer från vägtransport och sjötransport till järnväg genom elasticitetsberäkningar baserat på transportkostnadsförändringarna (från steg 7). Elasticiteterna erhålls eller bestäms i samverkan med beställaren.

Transportkostnadsförändringen medför en uppskattad överflyttad godsvolym i utredningsalterntativet (UA), vilket medför att nettoförtekningen med tågupplägg i UA uppdateras med nya

godsvolymer (ton/år). Det innebär i sin tur att antalet tåg per år och transportupplägg behöver justeras.

Steg 9: Uppdatering av antalet tåg per år och transportupplägg i UA. Detta påverkar i sin tur det prognoserade kapacitetsutnyttjandet som användes som input i steg 6.

Steg 7-9 beskrivs detaljerat i kapitel *7 Beräkning av överflyttat gods*.

Resultaten från ovanstående steg kan exempelvis användas i en samhällsekonomisk kalkyl av den åtgärd som analyseras. Till kalkylen används då de beräknade årliga transportkostnaderna för JA och UA i steg 6, samt mängden gods som bedöms flytta mellan trafikslagen (steg 8).

Resultaten kan även användas för att bedöma effekterna för persontrafiken i systemet. Relevanta delresultat är då antal godståg per år och upplägg (vilket med hjälp av uppgifter om rutt kan aggregeras till totalt antal godståg per linjedel) i JA (steg 6) samt UA (steg 9). Årligt antal godståg kan räknas om till antal godståg per dygn med antagande om antal trafikeringsdagar per år för olika sorters godståg. Antal godståg per dygn och linjedel påverkar det totala kapacitetsutnyttjandet och därmed persontrafikens tidtabellstider.

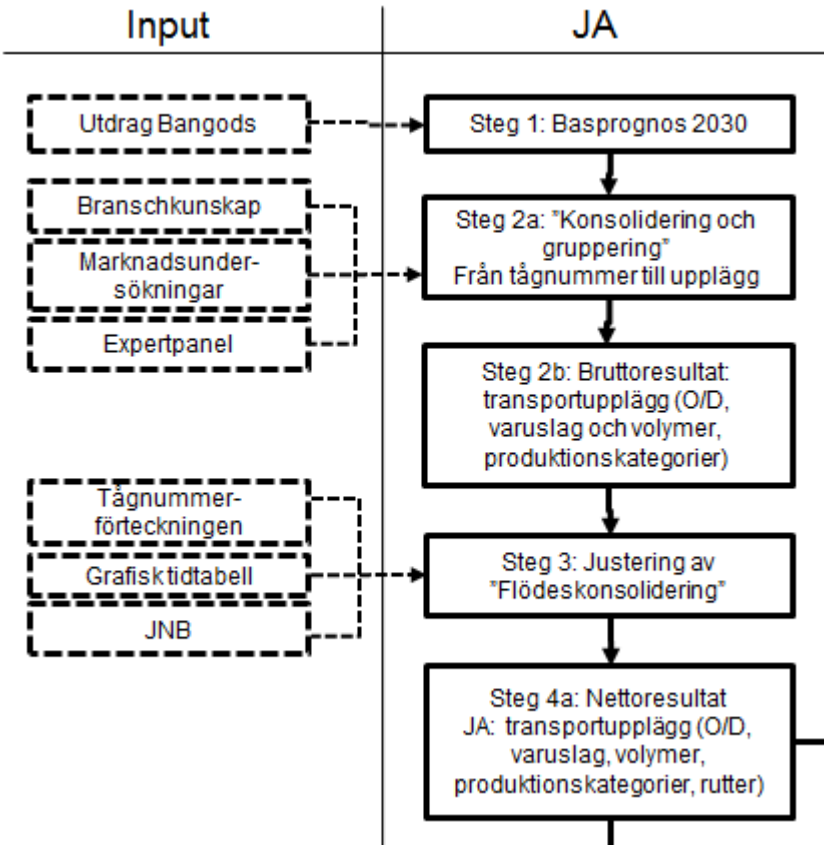
I kapitel *8 Resultat och beräkning samhällsekonomi* beskrivs vilka resultat som används till en samhällsekonomisk kalkyl och mycket översiktligt vilka nyttor som värderas då.

I det avslutande kapitlet *9 Diskussion* sammafattas metodikens generaliserbarhet och tillämpbarhet i olika sorters analyser. De aspekterna diskuteras även för varje delsteg i metodiken, i respektive kapitel.

3 Konstruktion av JA utifrån Trafikverkets basprognos

Jämförelsealternativet (JA) i metoden konstrueras utifrån Trafikverkets basprognos för 2030 för gods på järnväg. Underlaget samt bearbetningen av det beskrivs i avsnitten nedan. Resultatet av bearbetningen i detta steg är ett JA i form av en lista med alla tågupplägg som ska ingå i analysen av effekter för godstrafiken. Varje tågupplägg är efter detta steg specificerat med

- Till/från (start- respektive slutstation för tåget)
- Rutt (vilka linjedelar som trafikeras mellan start- och slutstation)
- Varugrupp för systemtåg, alternativt typ av tåg (kombi- eller vagnslasttåg)
- Godsmängd som fraktas av tågupplägget (ton/år)



Figur 2 Delar av den övergripande processbeskrivningen som beskrivs i detta kapitel

3.1 Trafikverkets basprognos för gods på järnväg

I detta avsnitt beskrivs Trafikverkets basprognos 2030 för godstrafik på järnväg, i form av utdrag ur Bangods. Dessa utdrag utgör den huvudsakliga inputen till prognosmetoden.

Vad är Bangods och hur har underlaget tagits fram?

Följande beskrivning är baserad på underlag från Trafikverkets hemsida[3] samt kommunikation med Petter Wikström, ansvarig person på Trafikverket.

Godstransportprognoser görs nationellt med Samgodsmodellen. För att kunna analysera resultat på länknivå, är Samgodsresultaten dock för osäkra och en bearbetning av dessa görs därför tillsammans med andra underlag. Närmare bestämt används Samgodsresultaten för att uppskatta utvecklingstal för godstrafiken på järnväg, från basår (här 2010) till prognosår (här 2030). Utvecklingstalen tas fram per varugrupp (samma som koder med nummer 1-12 i Tabell 1 nedan) genom att jämföra ton-km för prognosåret med ton-km för basåret enligt Samgodsmodellens resultat.

Dessa tillväxttal har sedan justerats på vissa sätt, dels mot historisk utveckling av transportarbetet inom respektive varugrupp, dels med en nedjustering av kombi- och vagnslasttågtrafiken som följd av ”den kombinerade modellberäknade effekten av en höjning av banavgifterna och införande av Svaveldirektivet för sjöfart”.

De resulterande utvecklingstalen appliceras sedan på ett nuläge (här år 2010). Nuläget utgörs av tidtabellen för basåret, kompletterad med en kartläggning[4] av godsvolymer och varugrupper. På så sätt erhålls en preliminär uppskattning av trafikeringen år 2030.

Slutligen har denna preliminära uppskattning justerats baserat på antaganden om förändrade stråk och rutter år 2030 jämfört med nuläget.

Metoden ”Bangods” består alltså av följande steg:

1. Kartläggning järnvägstrafik (tidtabell) och godsvolym 2010
2. Varugruppsspecifik utveckling för järnväg 2010-2030 enligt Samgodsmodellen (samt viss justering)
3. Antaganden om förändrad trafikstruktur (flytt av vissa tåg i tidtabellen till nya stråk, till följd av ny infrastruktur)
4. Kapacitetsavstämning

Metoden resulterar i en databas, ur vilket utdrag gjorts som används som bas för konstruktionen av ett JA.

---

[3] PM ”Disaggregering av prognos för godstransporter 2030 till Bansek, EVA, Sampers/Samkalk och TEN tec – Trafikverkets basprognos 2015”, publikationsnummer TRV 2015:052

[4] Kartläggningen fångar de största systemtågsflödena men är inte komplett. För tågnummer som inte räknats in i dessa kända flöden, har antaganden om varugrupp och genomsnittlig godsmängd för tågen gjorts.

Beskrivning av utdrag ur Bangods som används här

Basprognosen för 2030 i Bangods består alltså av en förteckning över alla godstågnummer som trafikerar svenskt järnvägsnät. För valfri station i järnvägsnätet kan ett utdrag ur Bangods göras. I utdraget finns då lika många rader, som antal godstågnummer som trafikerar just den punkten. För varje rad finns angivet:

- Tågnummer
- Station: aktuell punkt i järnvägsnätet där utdraget gjorts
- Tåg per år: antal tåg per år med aktuellt tågnummer
- Från: station där tågnumret startar
- Till: station där tågnumret slutar
- Medellastvikt: genomsnittlig godsmängd per tåg, i ton
- Volym: Tåg per år * Medellastvikt, det vill säga den totala godsmängden i ton som aktuellt tågnummer fraktar per år
- Varugrupp: Typ av vara som fraktas av tåget
- Upplägg: I vissa fall finns ett namn angivet, som till exempel ”XYZ-pendeln”, vilket anger att tågnumret ingår i ett system tillsammans med andra tågnummer och dessa utgör sammanlagt transportupplägget som används för att frakta varugrupp A från industri B i ort C till ort D. För många tågnummer finns ”Upplägg” inte angivet.

Om man summerar ”Tåg per år” för alla rader, får man alltså det sammanlagda antalet godståg som passerar (eller startar eller slutar vid) den aktuella stationen under år 2030, enligt prognosen. Likaså kan man summera ”Volym” för att få mängden gods i ton som fraktas till, från eller förbi aktuell station under år 2030.

Metoden som beskrivs i denna rapport tar sin utgångspunkt i utdrag ur Bangods för ett antal strategiskt utvalda stationer i det geografiska område eller stråk som studeras.

Tågnummer

”Från” och ”Till” anger som sagt start- och slutpunkt för varje tågnummer. Ett tågnummer är dock inte ekvivalent med en komplett transport. Om ett tåg ska frakta en last från punkt A till punkt D, kan det innebära att tåget har ett tågnummer från punkt A till punkt B, ett annat från punkt B till punkt C och ett tredje från punkt C till punkt D.

Det innebär att de stationer som finns angivna under ”Från” och ”Till” i Bangodsutdraget inte behöver vara start- och slutstaion för själva tågtransporten, utan kan vara delsträckor i en längre transport. Om det finns ett namn angivet under ”Upplägg” kan det ge information om vilka andra tågnummer som aktuellt tågnummer hör ihop med, men i övrigt finns ingen information om detta angiven.

Tågnummer tilldelas i samband med tåglägesfördelning. Det innebär att vissa tågnummerserier är förknippade med vissa godstågoperatörer, likaså är vissa tågnummerserier föknippade med olika trafikeringsprinciper (systemtåg, kombitåg, vagnslasttåg). Således kan själva tågnumret i sig ge extra information om vad för slags tågtransport det rör sig om, när information under ”Upplägg” saknas.

Slutligen innebär ett jämnt tågnummer att sträckan trafikeras i nordgående riktning och ett udda nummer innebär sydgående riktning. Bangodsutdraget kan därmed enkelt sorteras efter riktning.

Varugrupper

”Varugrupp” är en av de parametrar som anges i Bangodsutdraget. De anges som en siffra mellan 1 och 17. Som kan ses i Tabell 1 nedan står koderna 1-12 för olika varugrupper, och tågnummer med dessa varugruppskoder motsvarar då systemtåg lastat med gods av angiven varugrupp. Koden 17 står för systemtåg med okänd last. Systemtåg innebär tåg med en och samma last i alla vagnar och alla vagnarna ska från samma avsändare till samma mottagare.

Kod 15 står för kombitåg. Även dessa tåg fraktar samma last hela sträckan från avsändare till mottagare (kombiterminaler eller hamnar) utan att delas upp på vägen.

Kod 16 står för vagnslasttåg. Vagnslasttågen trafikerar sträckor till, från och mellan olika bangårdar där enskilda vagnar eller grupper av vagnar flyttas mellan olika tåg. Tågen delas alltså upp under färd och de vagnar som finns i tåget vid en given tidpunkt kan ha ursprung respektive destination hos olika avsändare/mottagare. Dessa trafikerar alltså ett nätverk snarare än enkla sträckor (fram och tillbaka från A till B).

Tabell 1 Förteckning över varugrupper respektive typ av tåg

Varugrupp/typ av tåg	Beskrivning
1	Jordbruksvaror
2	Rundvirke
3	Övriga trävaror
4	Livsmedel
5	Råolja
6	Oljeprodukter
7	Järnmalm
8	Stål
9	Papper och massa
10	Byggnadsmaterial
11	Kemikalier
12	Färdiga varor
15	Kombitåg
16	Vagnslasttåg
17	Övriga systemtåg

3.2 Ruttning av tåg från flöden till transportupplägg – matchning av tågnummer och tågupplägg

Metodiken utgår från avgränsat antal flöden inom ett geografiskt avgränsat område. I Norrbotniabaneanalysen identifierades det avgränsade området av huvudlinjer, tvärbanor och sidotågslinjer norr om knutpunkterna Ånge och Sundsvall.

Inom det avgränsade området erhålls omfattande information ur Bangods, som beskrevs i föregående avsnitt. För att transformera datan från Bangods till en beskrivning av näringslivets transporter ställer det krav på att tågumren på de olika linjerna kan konsolideras och grupperas till ett antal logistik- och transportflöden som beskriver näringslivets transporter från avsändnings- till bestämmelseort. Den processen sker i två steg:

1. Konsolidering och gruppering vilket resulterar i en bruttoförteckning över alla transport- och logistikupplägg
2. Justering av bruttoförteckningen med avseende på avsändnings- och bestämmelseort, varugrupper, etc. Denna resulterar i en nettoförteckning.

Konsolidering och gruppering: bruttoförteckning

Det första steget omfattar konsolidering och gruppering i vilken Bangodsutdraget bearbetas från att omfatta uppgifter om godsmängd, riktning, varuslag, produktionsslag och i vissa fall kunder per tågnummer, till att omfatta

transportupplägg från avsändnings- till mottagningspunkt inom det avgränsade geografiska nätverket.

Nödvändiga förutsättningar utöver utdrag ur Basprognosen

Att göra denna konsolidering ställer krav på kunskap om (som komplement till och validering av informationen som redan finns i basprognosen):

- Järnvägens produktionssystem och marknadens upplägg
  - Vagnslaster och vagnslastnätverk (noder)
  - Intermodal trafik
  - Systemtåg
- Järnvägens organisation
  - Aktörer och tågnummer
  - Produktionssystem (varuslag) och tågnummer
- Järnvägsnätsbeskrivningen
  - Linjeboken
  - Grafiska tidtabeller/tidtabellsboken

Denna kunskap kan inhämtas genom exempelvis:

- Tidigare genomförda marknadsundersökningar
- Branschkunskap
- Expertpaneler

Tillvägagångssätt

Utdraget ur Bangods sorteras, kategoriseras och därmed struktureras till konkreta logistik- och transportupplägg – som med god branschkunskap kan härledas till näringslivets logistik- och transportupplägg (baserat på kunskap som listas ovan). Kategoriseringen och struktureringen utgår från:

Steg 1: Tågnummer – vertikal konsolidering längs logistik- och transportkedjan, det vill säga uppgifterna för samma tåg med samma tågnummer läggs samman (förteckning). Konsolideringen omfattar förutom tågnummer följande underlag:

- Avsändningsort/mottagningsort (inklusive riktning)
- Ruttning av godståg enligt Bangods
- Varuslag
- Godsmängd per år (transportvolym i ton)
- Specifik benämning på upplägget

Steg 2: Tågnummer – bedömning om det tåg från steg 1 byter riktning och därmed byter tågnummer på en del av stråket mellan avsändningsort och mottagningsort. Nordgående tåg har generellt jämna nummer och sydgående tåg ojämna nummer, vilket exempelvis för ett godståg mellan Piteå – Hallsberg innebär jämnt nummer mellan Piteå – Nyfors/Älvsbyn respektive udda nummer mellan Nyfors/Älvsbyn – Hallsberg.

Steg 3: Tågnummerserier – många upplägg har ett flertal tågnummer inom en viss serie av nummer. Det innebär förutom att konsolideringen av ett tågs tågnummer så sker ett tredje steg där olika transportörers eller uppläggs kompletterande tågnummer undersöks – det sker lämpligen utifrån information från Tågnummerförteckningen för ett specifikt år.

Med hjälp av information om tågnummer och tågnummerserier kan man identifiera vilka tågnummer som hör ihop och tillsammans bildar kompletta transportupplägg. Det gäller dels tågnummer på en och samma sträcka som ska konsolideras, dels tågnummer på olika sträckor som ska kopplas ihop för att bilda en hel rutt.

Steg 4: Utöver kompletterande tågnummer används inom Tågplanerna tågnummer för godståg som ersätter ett specifikt godståg, exempelvis vid helger. Dessa ges normalt ett prefix som indikerar att detta normalt är godståg X, men nu går under speciella förutsättningar och med delvis annan tidtabell. Dessa godståg läggs slutligen till bruttoförteckningen för respektive upplägg.

Steg 5: De ovannämnda stegen (steg 1-4) motsvarar en konsolidering av enskilda tåg och en gruppering av tåg till logistik- och transportupplägg som innehåller fyra olika faser. Det är ett iterativt pussel att få ihop de olika flödena till att motsvara en realistisk bild av näringslivets transporter.

Steg 6: Bruttoförteckningen kan vid behov valideras genom:

- Arbetsgruppens branschkunskap
- Sekundära källor som marknadsundersökningar och tidigare utredningar
- Expertpanel eller workshop med berört näringsliv.

Det bör dock påpekas att den bruttoföreckning som tagits fram kan vara i behov av justeringar för att kunna betraktas som internt respektivtive externt valid.

- De interna justeringarna omfattar mindre justeringar underlaget från Bangods som används i bruttoförteckningen för att underlaget skall beskrivas på ett entydigt sätt mellan avsändningspunkt och mottagningspunkt. Det kan till exempel vara att ett upplägg (enligt Bangodsunderlaget) byter varugrupp längs stråket, vilket behöver åtgärdas.
- De externa justeringarna kan vara mer omfattande och har sin grund i utredarnas ambitioner att i förteckningen beskriva transportuppläggen så realistiskt som möjligt.

Tabell 2 Vertikal konsolidering av godståg (steg 1) – här godståg XXX04 mellan Myrheden och Björnfjell.

Tågnummer	Station	Från	Till	Medellastvikt	Volym	Varugrupp	Riktning
XXX04	BRG	MHN	BJF	612	Y	12	N
XXX04	MK	MHN	BJF	612	Z	12	N
		MHN	BJF	612	Y+Z	12	N

Tabell 3 Utvidgad veritikal konsolidering (steg 3) av godståget XXX04 med godståg XXX02 mellan Charlottenberg (CG) och Myrheden (MHN). Observera att godståget “byter varuslag” längs stråket på två ställen – mellan varugrupp 12 och varugrupp 17

Tågnummer	Station	Från	Till	Medellastvikt	Volym	Varugrupp	Riktning
XXX02	ETK	CG	MHN	612	Y1	12	N
XXX02	TVÄ	CG	MHN	612	Y2	12	N
XXX02	THM	CG	MHN	612	Y3	17	N
XXX04	BRG	MHN	BJF	612	Z1	12	N
XXX04	MK	MHN	BJF	612	Z2	12	N
		CG	BJF	612	Y1+Y2+Y3 (=Z1+Z2)	12	N

Tabell 4 Vertikal konsolidering av godståg där ett godståg byter “riktining” då det byter linje. Nedantående exempel rör ett godståg från Borlänge till Luleå som i Boden byter tidtabellsriktning från nordgående till sydgående.

Tågnummer	Station	Från	Till	Medellastvikt	Volym	Varugrupp	Riktning
XXX6	BRG	BLG	BDN	0	0	8	N
XXX8	BRG	BLG	BDN	0	0	8	N
XX20	BRG	BLG	BDN	0	0	8	N
XX22	BRG	BLG	BDN	0	0	8	N
XX24	BRG	BLG	BDN	0	0	8	N
XX26	BRG	BLG	BDN	0	0	8	N
XX28	BRG	BLG	BDN	0	0	8	N
XX36	BRG	BLG	BDN	0	0	8	N
XXX7	GST	BDN	LE	0	0	8	S
XXX9	GST	BDN	LE	0	0	8	S
XX21	GST	BDN	LE	0	0	8	S
XX23	GST	BDN	LE	0	0	8	S
XX25	GST	BDN	LE	0	0	8	S
XX27	GST	BDN	LE	0	0	8	S
XX29	GST	BDN	LE	0	0	8	S
XX37	GST	BDN	LE	0	0	8	S
		BLG	LE	0	0	8	

Extern justering av bruttoförteckning till nettoförteckning

Det andra steget omfattar en bearbetning av bruttoflödeskonsolideringen i vilken förteckningen justeras för att i ökande omfattning efterlikna näringslivets transportupplägg från avsändnings- till mottagningspunkt inom ett utökat nätverk. Detta innebär i praktiken

- Utökning av transportuppläggen till faktisk avsändnings- och bestämmelseort (i de fall dessa ligger utanför studerat system)
- Justering av eventuella inkonsistenser i bruttoförteckningen

I nedanstående text finns ett antal exempel beskrivna utgående från arbetet med Norrbotniabaneanalysen för att tydliggöra hur arbetet genomförts och för att

beskriva de kompletterande justeringar (handpåläggning) som behövdes för att övergå från en bruttolista till en nettolista med logistik- och transportupplägg.

Systemtåg

I det enklaste exemplet går ett systemtåg mellan en avsändingsort och en bestämmelseort för att direkt därefter gå åter till utgångspunkten. I den kommande texten skall dock förklaras att i vissa fall är verkligheten mer komplex.

- Gruppering av flera ”systemtåg” till ett systemtågsupplägg
- Justering av flöden där delar av upplägg kategoriseras som vagnslastupplägg och vissa delar som systemtågsupplägg
- Utvidgning av den geografiska sträckningen
- Borttagande av godståg till följd av förändringar i tågplanen

Konsolidering av systemtåg till ett systemtågsflöde

Ett systemtåg skall enligt definitionen gå mellan en startpunkt och slutpunkt med en viss vagnssammansättning utan undervägsväxling. Det förekommer dock, som visas i Norrbotniabaneanalysen, att det förekommer ett stort antal systemtågsupplägg som är uppbyggda baserade på ett par delupplägg. För att konsolidera ihop dessa ställer det krav på utredaren att ha kunskap om uppläggens struktur. I nedanstående tabell visas i ett exempel samtliga tåg som skall konsolideras till ett och samma upplägg för ett systemtågsupplägg för en kund (på en specifik linjesträckning). Det omfattar såväl systemtågsupplägg (varugrupperna 8 och 17) som vagnslaster (varugrupp 16).

Tabell 5 Bangodsutdrag rörande systemtågsflöde mellan Borlänge och Boden

Tågnummer	Station	Från	Till	Medellastvikt	Volym	Varugrupp	Upplägg
XX46	THM	BLG	BDN	492	Y1	16	-
X150	THM	BLG	BDN	492	Y2	16	-
XXX6	THM	BLG	BDN	0	0	8	X
XXX8	THM	BLG	BDN	0	0	8	X
XX20	THM	BLG	BDN	0	0	8	X
XX22	THM	BLG	BDN	0	0	8	X
XX24	THM	BLG	BDN	0	0	8	X
XX26	THM	BLG	BDN	0	0	8	X
XX28	THM	BLG	BDN	0	0	8	X
XX36	THM	BLG	BDN	0	0	8	X
XX84	THM	BLG	BDN	612	Z1	17	-
XX86	THM	BLG	BDN	612	Z2	17	-
XX88	THM	BLG	BDN	612	Z3	17	-
XXX16	THM	BLG	BDN	612	Z4	17	-
XXX22	THM	BLG	BDN	612	Z5	17	-
XXX84	THM	BLG	BDN	612	Z6	17	-
		BLG	BDN	0	Y+Z	8	X

Konsolidering av systemtåg till ett systemtågsupplägg

Systemtåget kan gå mellan två orter, men inkluderar flera olika flöden. Än mer komplexa systemtågsupplägg baserade på vagngrupper som kopplas till systemtågen finns. I nedanstående exempel visas ett kombinerat systemtåg som består av sydgående flöden och nordgående flöden. Godståget har med sig last söderut från Bastuträsk (observera att justering behöver göras rörande varuslagen i sydgående riktning), och på nordgång ett flöde bestående av två andra varugrupper. Upplägget består således av flöden mellan tre olika destinationspar med olika varuslag som skall konsolideras samman till ett upplägg. I kombination med returflöden av vagnar innebär det ett komplext systemtågsupplägg med flera ben, inklusive tomtransporter. Komplexa systemupplägg som detta behöver inkluderas i nettoförteckningen.

Effekten av dessa systemtågsupplägg indikeras i primärt i tågkonfigurationskapitlet (se kapitel 5) där flera systemtågsupplägg kommer utnyttja samma dragkraft – både för tur- och retursflödet.

Tabell 6 Exempel på nord- och sydgående flöden som ställer krav på konsolidering av systemtåg till ett systemtågsupplägg

Tågnummer	Station	Från	Till	Medellastvikt	Volym	Varugrupp	Upplägg	Riktning
XXx10	TVÄ	SL	BST	221	Y1	10	Y ’	N
XXX28	TVÄ	SL	BST	1443	Y2	10	Y ’	N
XX110	TVÄ	SL	BST	492	Y3	16	-	N
XX128	TVÄ	SL	BST	492	Y4	16	-	N
		SL	BST	-	Y1+Y2+ +Y3+Y4	10	Y ’	N
XXX07	TVÄ	BST	HBGB	692	Z1	8	Y ”	S
XXX13	TVÄ	BST	HBGB	692	Z2	8	Y ”	S
XXX19	TVÄ	BST	N	0	0	8	Y ”	S
XXX23	TVÄ	BST	KBÄ	692	Z3	8	Y ”	S
XXX31	TVÄ	BST	HBGB	0	0	7	Y ”	S
XXX33	TVÄ	BST	HBGB	0	0	7	Y ”	S
XXX35	TVÄ	BST	HBGB	0	0	7	Y ”	S
XXX37	TVÄ	BST	HBGB	0	0	7	Y ”	S
XXX39	TVÄ	BST	HBGB	0	0	7	Y ”	S
XXX41	TVÄ	BST	HM	0	0	7	Y ”	S
XXX43	TVÄ	BST	SL	0	0	7	Y ”	S
XXX45	TVÄ	BST	HM	0	0	7	Y ”	S
XXX47	TVÄ	BST	ÅP	0	0	7	Y ”	S
XXX49	TVÄ	BST	HM	0	0	7	Y ”	S
XXX51	TVÄ	BST	ÅP	0	0	7	Y ”	S
XXX53	TVÄ	BST	ET	0	0	7	Y ”	S
XXX55	TVÄ	BST	HM	0	0	7	Y ”	S
XX119	TVÄ	BST	N	492	Z4	8	Y ”	S
		BST	HBGB	-	Z1+Z2+ +Z3+Z4	8	Y ”	S

Flöden som förändras eller uppkommer under vägen

En annan justering som kan behöva genomföras i bruttoförteckningen, och som visas i nedanstående tabell, är komplettering av flöden som kan ha felkodats. I nedanstående exempel förevisas att det nordgående systemflödet till synes uppstår (ur intet) i Boden: En större volym fraktas från Haparanda till Boden, för att sedan (uppdelat på två tågnummer) fraktas vidare söderut med slutstation Avesta-Kylbo (det ena tågnumret byts dock ut i Ånge). I norrgående riktning finns dock endast tåg från Boden till Haparanda. Orsaken är att tomvagnarna dras med vagnslasttågen upp till Boden, men att de tidigare varit egna heltåg då volymerna var större.

Tabell 7 Exempel på flöden som förändras eller uppkommer under vägen

Tågnummer	Station	Från	Till	Medellastvikt	Volym	Varugrupp	Riktning
XXX0	MJV	BDN	HP	492	Y1	8	N
XXX1	MJV	HP	BDN	211	Z1+Z2	8	S
XXX11	BRG	BDN	AVKY	1423	Z1	8	N
XXX33	BRG	BDN	ÅG	722	Z2	8	N
		BDN	AVKY	-	Z1+Z2	8	N

Det innebär att volymen som avgår från Boden till Haparanda antingen ingår i vagnslastvolymerna till Boden, vilket innebär behov av justering av vagnslastvolymerna söder om Boden för att undvika dubbelräkning, eller att systemtågsflödena kompletteras med sträckningen Avesta Krylbo-Boden. Detta kan alltså hanteras på två sätt:

- Inläggande av nytt systemtåg mellan på den sträcka som saknas med anslutning till systemtåget och därmed med justering av vagnslastflödena söder om Boden.
- Överflyttning av systemtågsupplägget till vagnslasttrafiken i nordgående riktning.

Konsolidering av flöden och utvidgning av den geografiska sträckningen

Ett flöde omfattar en konsolidering av flödena längs den sträckning (flera linjesträckningar) som utredningen berör. Godstransporter utsträcks i flertalet fall utanför det avgränsade området. Det exemplifieras i nedanstpående tabell av flöden från Oslo till Narvik.

I utdraget ur Bangods 2030 kan det identifieras två flöden (dubbelriktat flöde);

1. Flöde från Charlottenberg/Kristinehamn till Myrheden/Ånge
2. Flöde Ånge/Myrheden – Boden/Björnfjell

Det kan konstateras att det rör sig om varugrupp 12 från Oslo till Narvik, men att:

- flödet för det första är uppdelat på två delsträckor
- dels att transporterna inom Norge inte är inkluderade samt att
- flödena byter varuslag mellan varugrupp 12 Färdiga varor och varugrupp 17 mellan Ekträsk och Brännberg.

Beaktar vi dessutom punkten Murjek för samma tågnummer kan vi identifiera att vissa flöden fallit ur mellan Brännberg och Murjek.

Den första punkten behandlades i föregående steg (konsolidering och gruppering) då dessa flöden kopplades ihop till ett upplägg. I det andra steget (justering) utökas rutten till att inkludera sträckorna Charlottenberg-Oslo samt Björnfjell-Narvik. Dessutom kodas alla volymer som varugrupp 12.

Tabell 8 Utdrag ur Bangods som beskriver konsolidering av flöden och utvidgning av den geografiska sträckningen.

Tågnummer	Från	Till	Medellastvikt	Volym	Varugrupp	Riktning
XXX59	BJF	ÅG	612	Y1	12	S
XXX60	MHN	BJF	612	Z1	12	N
XX204	MHN	BJF	612	Z2	12	N
XX205	BJF	ÅG	612	Y2	12	S
XX211	BDN	ÅG	612	Y3	17	S
XX214	MHN	BJF	612	Z3	12	N
XX305	BJF	ÅG	612	Y4	12	S
XX360	MHN	BJF	612	Z4	12	N
XX975	BDN	ÅG	612	Y5	17	S
XXX58	KHN	MHN	612	Z5	12	N
XX202	CG	MHN	612	Z6	12	N
	Narvik	Oslo	612	summa(Y)	12	S
	Oslo	Narvik	612	Z1+Z2+Z3+Z4	12	N

Borttagande av anslutande godståg till följd av förändringar i tågplanen

I Bangodsutdraget för 2030 anges vilken rutt vissa godståg tar genom nätverket och dessa ruttningar har i vissa fall förändrats jämfört med hur godstågen gick under basåret 2010. Det kan få konsekvensen att ett omruttat godstågs anslutande godståg/spärrfärd som skall dra ett antal vagnar, en vagngrupp eller hela godståg mellan en växlingsnod och bestämmelseorten kan bli överflödig.

Ett sådant exempel som identifierades i samband med arbetet med Norrbotniabanan är omdragningen av kombitågen från Stambanan genom Övre Norrland till Botniabanan och därefter tvärbanan Umeå – Vännäs för vidare transport till Luleå. I upplägget för år 2010 går ankommer två godståg från Göteborg och Nässjö/Helsingborg till Vännäs där respektive godstågs Umeå-grupp växlas loss.

De två vagngrupperna till Umeå dras till Umeå Kombiterminal med två godståg/spärrfärder med separata tågnummer. I samband med omruttningen till Botniabanan kommer dessa två godståg försvinna och därmed behöver de tas bort ur förteckningen.

Förändringen av logistik- och transportruttningar får följdeffekter likt denna och bruttoförteckningen behöver justeras genom att dessa godståg tas bort.

Tabell 9 Utdrag ur Bangods för sträckan Vännäs – Umeå (riktning Umeå). Kombitågen har ruttats om via Botniabanan, men fortfarande ligger godstågen med Umeås vagngrupper kvar i utdraget. Detta rör de gråmarkerade godstågen som klassats som vagnslaster i underlaget. Godstågen som inte borde vara med i prognosen motsvarar 10 % av godsmängden och 14 % av antalet godståg på sträckan. Antalet godståg kan således minskas med 14 % på berörd sträcka i Basprognosen. Motsvarande godsmängd tas inte med varken i JA eller UA.

Tågnummer	Från	Till	Volym	Varugrupp	Riktning
XXXXX	VNS	UÅ	Y1	16	S
XXXXX	VNS	UÅ	Y2	16	S
XXXXX	VNS	UÅ	Y3	16	S
XXXXX	VNS	UÅ	Y4	16	S
XXXXX	VNS	UÅ	Y5	16	S
XXXXX	VNS	UÅ	Y6	16	S
XXXXX	VNS	UÅ	Y7	16	S
XXXXX	VNS	UÅ	Y8	17	S
XXXXX	VNS	UÅ	Y9	17	S
XXXXX	VNS	UÅ	Y10	17	S
XXXXX	VNS	UÅ	Y11	15	S
XXXXX	VNS	UÅ	Y12	15	S
XXXXX	VNS	UÅ	Y13	15	S
XXXXX	VNS	UÅ	Y14	2	S
XX901	VNS	UÅ	Y15	16	S
XX917	VNS	UÅ	Y16	16	S
XX989	VNS	UÅ	Y17	16	S
XX993	VNS	UÅ	Y18	16	S
XX997	VNS	UÅ	Y19	16	S
XXXXX	VNS	UÅ	Y20	9	S
XXXXX	VNS	UÅ	Y21	15	S
XXXXX	VNS	UÅ	Y22	15	S

Vagnslaster

Vagnslasterna, eller varugrupp 16, är den mest utmanande varugruppen att konsolidera samman till ett hanterbart antal upplägg och dessutom ett hanterbart antal upplägg som överensstämmer med näringslivets transportupplägg.

För det första styrs inte vagnslasterna av godsmängden per år utan är en regelbunden service som skall erbjudas med en viss frekvens. I föregående sammanställning av systemtåg är oftast den dimensionerande faktorn godsmängden medan det för vagnslasttrafiken ofta är antalet trafikdagar som erbjuds och att flödena är dubbelriktade med samma frekvens.

För det andra är det inte möjligt att med bas i underlaget från Bangods att sortera ut enskilda varugrupper. Det till följd av att varuslaget är schematiskt indelat (se Tabell 10) och därmed inte möjligt att strukturera baserat på samma grund (tågnummer, varuslag, produktionsupplägg etc.) som för övriga upplägg, utan ställer krav på kunskap om vagnslastsystemet uppbyggnad i form av noder (växlingsbangårdar och rangerbangårdar) och anslutande tåg (linjetåg (direkttåg) och regionala förbindelser (spärrfärder, regionala godståg)).

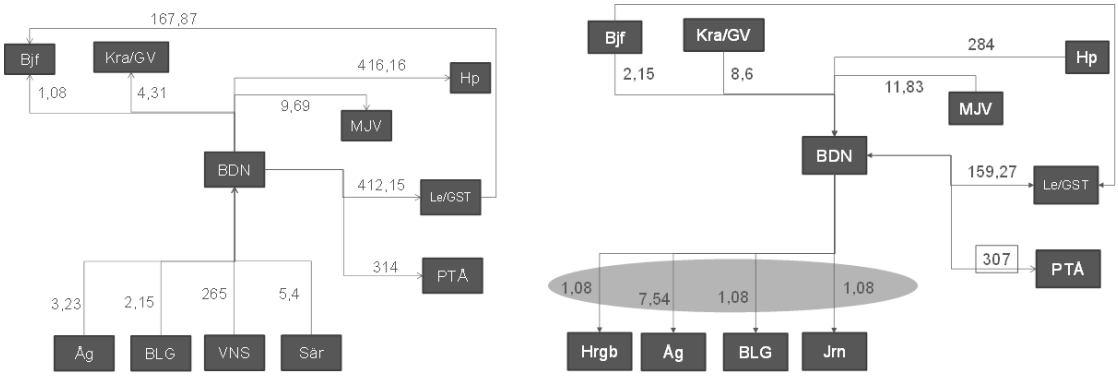
Tabell 10 Sammansättning av varuslagen i vagnslaster (varugrupp 16)

Varugrupp	Beskrivning	Andel (ton-km)
1	Jordbruksprodukter	1 %
2	Rundvirke	12 %
3	Övriga trävaror	10 %
4	Livsmedel	4 %
5	Råolja	0 %
6	Oljeprodukter	1 %
7	Järnmalm	10 %
8	Stål	18 %
9	Papper och massa	21 %
10	Byggnadsmaterial	2 %
11	Kemikalier	7 %
12	Färdiga varor	13 %

Det innebär att strukturen för vagnslasterna (bruttoförteckningen) behöver byggas upp utgående från det vagnslastsystem som (primärt) Green Cargo trafikerar. Resultatet är en större mängd enkelriktade flöden till och från ett större antal

trafikplatser (Green Cargos taxepunkter) via ett antal i definierade noder (exempelvis Hallsberg, Ånge, Vännäs och Boden). Att godsflödena är enkelriktade innebär, i enlighet med tidigare resonemang, inte att resursflöden är enkeltriktat. Resursflöden är i flertalet fall (med vissa undantag) dubbelriktat med samma frekvens eftersom lok och vagnresurser behöver tillbaka till närmaste tågbildningspunkt. I ett tidigare nämnt exempel bör utredaren till exempel beakta att returgående vagnar mellan Avesta-Krylbo och Boden ingår i vagnslastsystemet medan de mellan Boden-Haparanda utgörs av ett separat systemtåg.

Ett exempel på sammanställning av vagnslastflödena (antal godståg) kring driftsplatsen Boden anges i nedanstående figur (från Norrbotniabaneanalysen).



Figur 3 Resultatet av konsolidering/gruppering av vagnslastflödena i nordgående (schematisk figur vänster) och sydgående (schematisk figur höger) för vagnslastnoden Boden

I likhet med övriga flöden förekommer i Bangodsutdraget flöden som ”byter varugrupp” längs vägen eller är flöden som är specificerade som specifik varugrupp men som i verkligheten transporteras som vagnslaster. Det bör dock poängteras att de i analyserna bör behållas som enskilda flöden.

3.3 Begränsningar – när kan detta steg genomföras?

Bangodsutdraget, som utgör grunden för ansatsen, utgår från tidtabellen för ett basår (här 2010) och medellaster för olika standardtåg som trafikerade järnvägsnätet under år 2010. Dessa har räknats upp med prognoserade medelutvecklingen fram till prognosåret (här 2030).

Att använda Bangods som underlag för såväl brutto- som nettoförteckning över tågupplägg i analysen innebär i sig ett första antagande och det ställer därmed krav på att underlaget stämmer väl överens med verkligt utfall. Fördelen med föreliggande metodik är att den erbjuder möjlighet att stämma av Bangodsutdraget med marknadsundersökningar eller andra prognoser – där justeringssteget innebär goda möjligheter till justeringar för att beakta potentiella språngeffekter, om så önskas.

Att arbeta med Bangods och genomföra såväl konsoliderings- och grupperingssteget där Bangodsunderlaget bearbetas till en bruttoförteckning, och via justeringar till en nettoförteckning ställer krav på att utredarna besitter branschkunskap rörande såväl näringslivets logistiksystem som järnvägens transportsystem.

Underlaget från Bangods är omfattande och för att metodiken skall kunna genomföras ställer det krav på att det analyserade systemet är avgränsat till ett eller ett par transportstråk. Underlaget kan annars bli för omfattande för det ”manuella logistikpusslet” som bearbetningen av Bangodsutdraget innebär. Två slutsatser kopplade till järnvägens produktionssystem är:

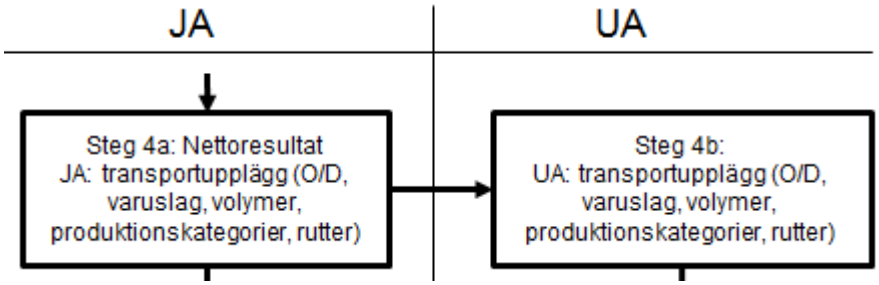
- För systemflöden eller vagngruppsflöden finns det stor möjlighet att avbilda verkligheten, med god precision och med överensstämmelse mellan näringslivets transporter och nettoförteckningen.
- För vagnslastflöden är det svårare att avbilda verkligheten. Det beror för det första på att det krävs kunskap om vagnslaststrukturen och dels för att Bangodsunderlaget bygger på schablontal rörande vagnslastflödena.

4 Konstruktion av UA utifrån JA

I detta skede av metoden, har vi ett JA i form av en lista med godstågupplägg som är de som ska ingå i analysen av åtgärdens effekter. Vart och ett av tågupplägen är specificerade med

- Till/från (start- respektive slutstation för tåget)
- Rutt (vilka linjedelar som trafikeras mellan start- och slutstation)
- Varugrupp för systemtåg, alternativt typ av tåg (kombi- eller vagnslasttåg)
- Godsmängd som fraktas av tågupplägget (ton/år)

Ett exempel på hur detta kan se ut ges i Tabell 11 nedan. I detta steg skapas ett UA med motsvarande uppsättning information.



Figur 4 Delar av den övergripande processbeskrivningen som beskrivs i detta kapitel

Tabell 11 Exempel på JA: (mycket kort) lista med tågupplägg med tillhörande parametrar

Tågupplägg	Ton per år	Varugrupp/ tågtyp	Från	Till	Bandel1	Bandel2	Bandel3	Bandel4	Bandel5	Bandel6	Bandel7	Bandel8	Bandel9
Systemtåg X sydgående	500 000	2	Ort1	Ort2				x	x				
Systemtåg X norrgående	400 000	2	Ort2	Ort1				x	x				
Systemtåg Y last	75 000	9	Ort3	Ort4	x	x	x						
Systemtåg Y retur	0	9	Ort4	Ort3	x	x	x						
Systemtåg Z	100 000	11	Ort5	Ort6			x	x		x			
Kombitåg A --> B	150 000	15	A	B		x	x			x	x		
Kombitåg C --> D	200 000	15	C	D			x					x	x
Vagnslasttåg X	10 000	16	Ort1	Bangård1						x			
Vagnslasttåg Y	40 000	16	Bangård1	Bangård2	x	x	x						

Beroende på vilket åtgärd som ska studeras, kommer en eller flera av dessa parameterar, för ett eller flera av tågupplägen, förändras mellan JA och UA. Några exempel kan vara:

A. Åtgärden innebär byggnation av en helt ny bana vilket leder till att vissa tågupplägg får ny rutt
B. Åtgärden innebär separering av exempelvis gods- och persontrafik, eller av tågtrafik i olika riktningar, vilket också leder till att vissa tågupplägg får ny rutt
C. Nedläggning av infrastruktur kan innebära att vissa tågupplägg försvinner
D. Man kanske vill studera en åtgärd som antas innebära att nya tågupplägg tillkommer
E. En åtgärd kan innebära att godsvolymerna som transporteras i berörda tågupplägg antas öka eller minska (exogent antagande – ökade/minskade transportvolymer som följdeffekt av förändrade transportkostnader på grund av åtgärden hanteras i senare steg)

Man kan också tänka sig att den åtgärd som ska studeras inte föranleder några exogena antaganden om förändring mellan JA och UA av just dessa parametrar. Ett exempel är analys av förändrade banavgifter. I en sådan analys vill man antagligen studera effekten av banavgiftsförändringen på den totala transportkostnaden, och först därefter uppskatta vilken effekten blir på exempelvis transporterad godsmängd. Eftersom transportkostnaderna beräknas först i ett senare steg i metoden, görs i detta fall ingen skillnad mellan JA och UA i detta steg utan de båda scenarierna blir här identiska.

Ett annat exempel är ifall åtgärden bedöms ha direkt påverkan på framförallt tågkonfigurationerna (det vill säga tågens längd och vikt). Även dessa beräknas i ett senare steg och förändringen mellan JA och UA införs därför först då.

I detta steg skapas alltså grunden till UA. UA konstrueras först som en kopia av JA, det vill säga en lista med samma tågupplägg med samma tillhörande information som i JA. Därefter görs de antagna förändringarna som åtgärden bedöms leda till. Frågor som måste besvaras är:

1. Vilken delmängd av listan med tågupplägg kommer förändras till följd av åtgärden?
2. Hur tar den förändringen sig uttryck i de angivna parametrarna?

För exempel A ovan (ny bana) innebär det att de tågupplägg som bedöms utnyttja den nya banan får en ny rutt i UA jämfört med JA. Likaså för exempel B (separering av trafik) innebär åtgärden nya rutter i UA för berörda tågupplägg. För exempel C (nedläggning av infrastruktur) innebär det att vissa tågupplägg raderas i UA och eventuellt ersätts med andra trafikslag. För exempel D (tillkommande trafik)

innebär det att de nya tågupplägen läggs till i UA och specificeras med angivna parametrar (rutt, varugrupp, godsmängd per år). För exempel E (förändrade volymer) ändras endast parametern godsmängd/år för berörda tågupplägg.

Eftersom listan med tågupplägg kan vara lång, görs lämpligen bedömningen av fråga 1 och 2 ovan enligt ett antal på förhand bestämda principer och logiska resonemang. Exempel kan vara, för vart och ett av typåtgärderna ovan:

A. Ny bana ska utnyttjas av tågupplägg med tidskänsligt gods (vissa varugrupper/tågtyper) och/eller behov av ökad tågvikt jämfört med befintliga banor, samt tågupplägg med start- eller slutstation längs den nya banan
B. All norr- eller sydgående trafik, eller alla godstågupplägg som i JA trafikerar en bana som i UA ska vara reserverad för persontrafik, får ny rutt
C. Alla tågupplägg som kan trafikera en rimlig alternativ rutt flyttas till dessa, övriga tas bort/ersätts med andra trafikslag
D. Tillkommande tågupplägg i UA motsvarar en viss andel av kända flöden med andra trafikslag i JA
E. Godsmängderna i tågupplägg med vissa varugrupper ökas eller minskas med en viss procentandel

Hanteringen av exemplen A-E sammanfattas i Tabell 12 nedan.

För tydlighetens skull vill vi betona att även tågupplägg som *inte* förändras i UA jämfört med JA i detta steg, kan komma att påverkas av åtgärden indirekt i senare steg. Som exempel kan tas den nya banan i fall A ovan. I detta steg förändras parametrarna i UA endast för de tågupplägg som får en förändrad rutt. Omledningen av dessa tåg kan dock leda till att kapacitet frigörs på den befintliga infrastrukturen, vilket leder till förändrade förutsättningar (till exempel kortare transporttid) även för tågupplägg som blir kvar på sin befintliga rutt. Dessa indirekta förändringar beräknas i senare steg. I det här steget görs endast exogena antaganden om vilka tågupplägg som finns med i JA och UA, dess rutter och last (godsmängd och varugrupp).

Tabell 12 Sammanfattning av exempel på hantering av fallen A-E.

Exempel åtgärd		**Exogent antagande om förändring JA --> UA**	**Exempel, princip för vilka tågupplägg som ska förändras**	**Parametrar som påverkas för berörda tågupplägg**			
				Vilka tågupplägg som finns med i UA jämfört med JA	**Rutt**	**Varugrupp**	**Godsmängd**
A	Ny bana	Vissa tågupplägg får ny rutt	Tågupplägg med tidskänsligt gods		x		
B	Separering trafik	Vissa tågupplägg får ny rutt	Godstågupplägg som i JA trafikerar bana som ska reserveras för persontrafik		x		
C	Nedlagd infrastruktur	Vissa tågupplägg tas bort, andra får ny rutt	Ny rutt där det går, andra tågupplägg raderas	x	x		
D	Tillkommande tågupplägg	Tågupplägg tillkommer	Andel av kända flöden med andra trafikslag	x	x	x	x
E	Förändrade godsvolymer	Ökning/minskning av godsmängd i vissa tågupplägg	Alla tågupplägg med varugrupp X				x

4.1 Begränsningar – när kan detta steg genomföras?

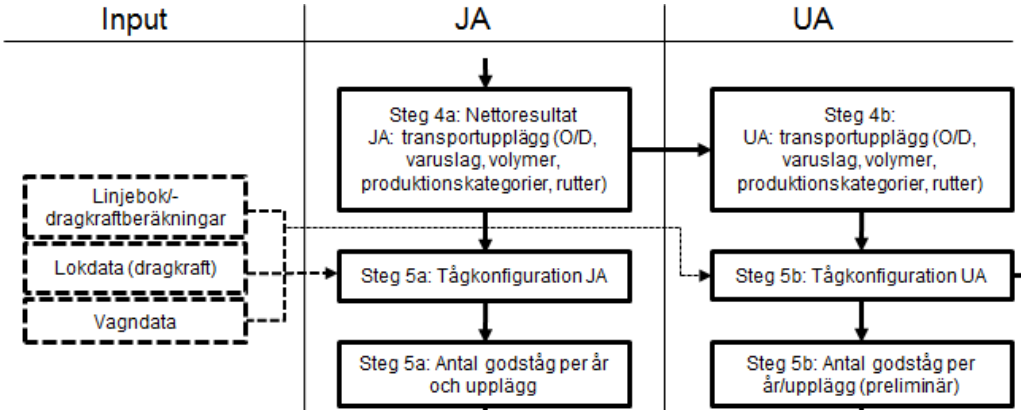
Detta steg genomförs, som beskrevs ovan, endast när man gör ett exogent antagande om att angivna parametrar (vilka tågupplägg som finns med i JA och UA, dess rutter och last (godsmängd och varugrupp)) förändras mellan JA och UA. I andra fall blir UA i detta steg en exakt kopia av JA.

För att kunna göra antaganden om förändrade rutter, måste analysen gälla ett geografiskt begränsat system, och man måste ha kännedom om tågupplägggens rutter vid gränserna av det systemet. Om exempelvis åtgärden bedöms förändra rutterna genom Norrland men inte utanför Norrland, behöver vi känna till rutterna ut från och in till Norrland för de tågupplägg som sträcker sig utanför stystemets (Norrlands) gränser. Detta för att kunna göra trovärdiga bedömningar av vilka tåg som får nya rutter och hur de nya rutterna ska se ut – ett slags randvillkor till analysen. Detta innebär i praktiken att Bangodsutdrag, eller motsvarande information, måste finnas för ett större geografiskt område än det studerade systemet (utanför vilket inga förändringar mellan JA och UA antas).

Eftersom rutterna (det vill säga vilka linjedelar som trafikeras i varje tågupplägg) i nuvarande version av metoden läggs in manuellt, finns precis som i föregående steg en övre gräns för hur många tågupplägg som kan studeras om åtgärden innebär nya rutter för en stor delmängd av tågupplägggen. Likaså kan problem uppstå om åtgärden innebär att extremt många tågupplägg måste läggas till i UA. Om de exogena antagandena däremot endast innebär förändrad godsmängd för vissa varugrupper, bör inte antalet studerade tågupplägg vara ett hinder i detta steg.

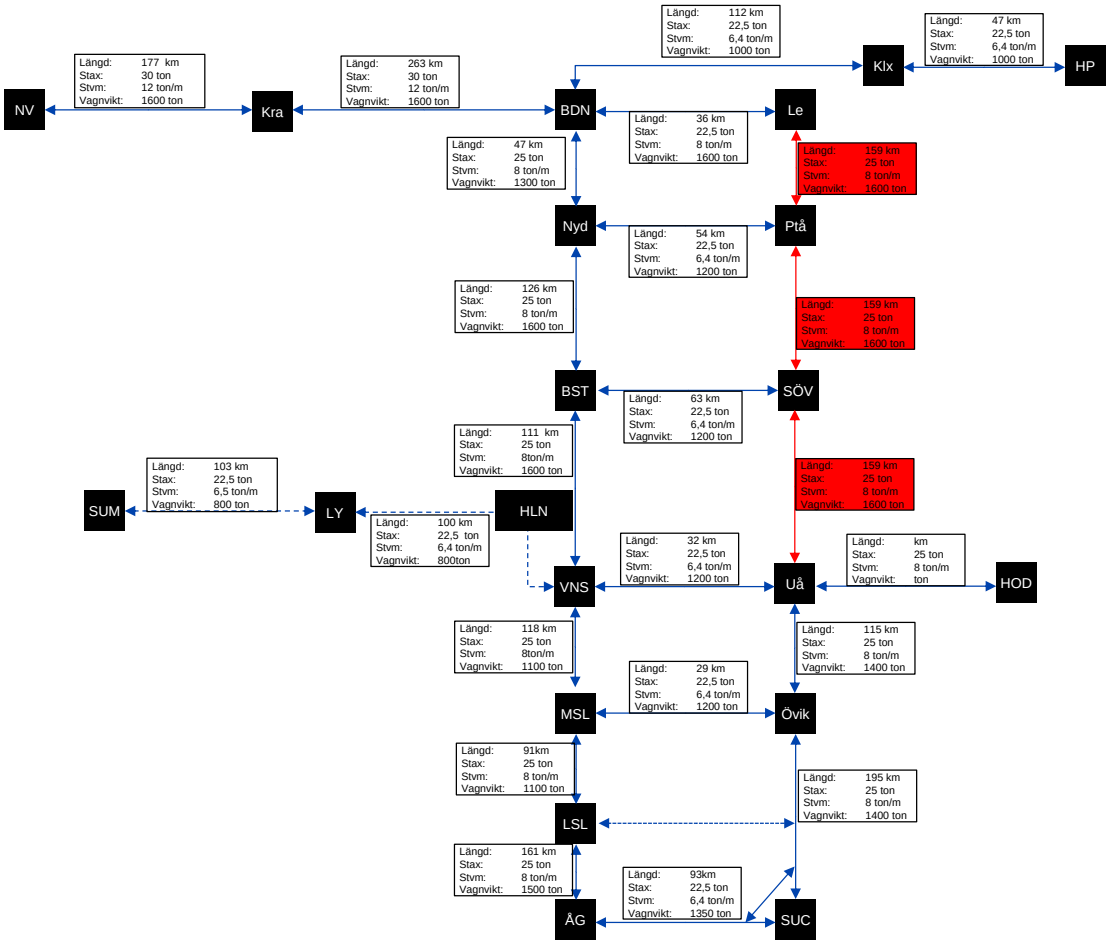
5 Arbetsprocessen tågläggning

I de tidigare stegen av metodiken har beskrivits hur Bangodsutdraget bearbetats och konsoliderats till förteckningar med logistik- och transportkedjor, en för JA och en eller flera för UA. Dessa beskrivs utgående från varuslag, avsändnings- och bestämmelseort, årsvolym (ton gods) och produktionstyp. För att kunna beräkna de tids- och sträckberoende operatörskostnaderna används en detaljerad beräkningsgång där årsvolymer översätts till godståg per år per transportupplägg (för såväl JA som UA).



Figur 5 Delar av den övergripande processbeskrivningen som beskrivs i detta kapitel

Metodiken utgår från de begränsningar som infrastrukturen sätter, för att kalkylera mängden gods som transporteras med olika godståg och därmed hur många godståg det innebär per logistik- och transportupplägg per år och sträckning.



Figur 6 Schematisk bild över det analyserade linjenätverket i Norrbotniabaneanalysen, med begränsningar i infrastrukturen för varje ingående stråk.

I första steget kartläggs det eller de linjestråk som nettoförteckningarnas godståg går på. I det andra steget kartläggs de infrastrukturella begränsningarna på respektive stråk (linjeföring/tågvikter, sidospårens längd/tåglängder, linjernas bärighet och största tillåtna axeltryck på respektive linje, se Figur 6 för ett exempel). Viktigt underlagsmaterial är linjeböcker, tidtabellsböcker och dragkraftsberäkningar.

Baserat på detta kan rutten för varje transport- och logistikupplägg i JA och UA klassificeras utgående från den eller de parametrar och delstråk utmed vägen som har det dimensionerande värdet.

Ett av underlagen för att genomföra analysen är en databas om lok (dragkraft) och vagnar[5]. I steg tre beräknas maximal nettolastvikt på respektive godståg och

[5] Databasen för lok och lokens dragkraft är en egenutvecklad databas som har grund i (1) Trafikverkets Linjeböcker, (2) Green Cargo vagnviktstabell och (3) egna dragkraftsberäkningar i enlighet med UIC–standard.

riktning (under förutsättning om en viss frekvens (för vissa tåg) respektive lastutnyttjande):

Tabell 13 Utdrag ur lokdatabasen rörande maximala vagnvikter på olika stråk

Sydgående										
	Rc	Rd	Re	Rm	Rc2	Rd2	Re2	Rm2SP	Rm3	Re2SP
Loklängd (m)	16	16	19	16	31	31	38	31	47	47
från/till										
Björnfjell-Boden	1400	1400	1800	1600	2400	2400	2700			
Haparanda-Boden	1000	1000	1300		2000	2000	2300			
Boden-Luleå	1600	1600	1800	2000	2600	2600	2900	3200	3200	3200
Boden-Långsele	1100	1100	1300	1400	2400	2400	2700	2400	3200	3200
Långsele-Ånge	1500	1500	1700	1600	2400	2400	2700	2400	3200	3200
Basruträsk-Skelleftehamn	1200	1200	1400	1400	2200	2200	2500			
Nyfors-Piteå	1200	1200	1400	1400	2400	2400	2700			
Mellansel-Övik	1200	1200	1400	1400	2200	2200	2500			
Umeå-Vännäs	1600	1600	1800	2000	2600	2600	2900			
Sundsvall-Umeå	1400	1400	1800	1600	2400	2400	2700	2400	3200	3200
Ånge-Sundsvall	1350	1350	1550	1600	2400	2400	2700	2400	3200	3200
Luleå-NBB-Umeå	1600	1600	1800	2000	2600	2600	2900	3200	3200	3200

Tabell 14 Utdrag ur vagndatabasen[5] omfattar en beskrivning av de vagnar som används för olika systemupplägg samt ett godståg för vagnslasttrafiken. Kolumn 1 anger ”namn” på systemupplägg, kolumn 2 (namn) anger litterat på vagnarna, kolumn 3 anger vagnens längd över buffertarna, kolumn 4 vagnvikten anger vagnens tara-vikt, kolumn 5 anger maximal lastvikt (godsmängd), kolumn 6 anger taravikten på eventuell extern lastbärare (t.ex. container). Därefter anges max bruttovikt, antal axlar och max axeltryck för respektive vagn (under de förutsättningar som råder på specifikt stråk). Alla enheter i meter eller ton.

	Namn	**LÖB**	**Vagnvikt**	**Lastvikt**	**Lastbärare TARA vikt**	**Bruttovikt**	**Axlar**	**Axeltryck**
X1	Smmnps013	13,9	20,7	79,3	0	100	4	25
X2	Taimn091	12,5	30	70	0	100	4	25
X3	Hbins-u	13,86	15,5	29,5	0	45	2	22,5
X4	Lnps	14,3	11,5	33,5	0	45	2	22,5
X5	Sgnss60T	19,64	20	67	0	90	4	22,5
X6	Tankvagn	13	23	61	0	84	4	21
X7	Sgmmns-w	13,9	18,2	66,8	5	90	4	22,5
X8	Sgnss60	15	26	50	4	80	4	20
X9	Sgnss60	19,64	20	55	5	80	4	20
X10	Habbins-8	27	30	60	0	90	4	22,5
X11	Sdgmns	18,34	20,5	21,5	7	49	4	20
X12		20	20	48	0	68	4	22,5

För respektive logistik- och transportupplägg väljs en tågkonfiguration (dragkraft (lok) och vagnsystem). Utgående från den analyserade linjekaraktäristiken görs därefter en beräkning rörande maximal lastvikt per tåg för såväl JA som UA, se exempel från Norrbotniabaneanalysen i Tabell 15.

Utgående från varje transportupplägg i nettoförteckningen anges nuvarande transportresurser (det vill säga vilka transportresurser (lok och vagnar) som används i nuvarande transportupplägg, vilket som är det normala resursutnyttjandet). Kartläggningen av transportresurserna och resursutnyttjandet utgör grunden för att beräkna antalet godståg per år för ett specifikt upplägg. Val av lok- och transportresurser kan förändras efter önskemål och behov utgående från det fall som skall analyseras. Utrvalet gör enligt följande procedur – se även Tabell 15.

1. Identifiering av transportupplägg (inklusive beskrivning av nuvarande transportupplägg)
2. Val av lokresurs (grunden utgörs av dagens lokresurs/-er). Val kan göras mellan enkellok, multipelkopplade lok eller trippelkopplade lok. Flera lokresurser (speciellt 3 lok) innebär att avstämning med Trafikverkets experter för kraftförsörjning (på grund av begränsad kraftförsörjning per sträcka).
3. Lägg in maximal tåglängd (anges av linjeboken).
4. Ange start/slutstation anger startpunkt/ slutpunkt för godståget
5. Ange ruttningsväg (i Tabell 15 anges fyra olika delsträckor vilket lämpligt för analysen kring Norrbotniabanan) genom att ange vilka delsträckor godståget färdas på (sträcka 1-4).
6. Max vagnvikt hämtas från lokdatabasen under de förutsättningar som anges ovan. Minsta gemensamma nämnare anges som dimensionerande för vagnvikten
7. Beräkning av dimensionering via tåglängd eller tågvikt. Minsta gemensamma nämnare anges som dimensionerande för max antal godsvagnar.
8. Godsvikten beräknas genom antalet godsvagnar multipliceras med max lastvikt per vagn (se tabell 9). Lastvikten hämtas ur vagndatabasen.

Det bör poängteras att det, i likhet med kapitel 3, förekommer en hel del upplägg som inte enbart går mellan avsändningsort och bestämmelseort, utan att det kan förekomma systemupplägg som baseras på ett flertal olika flöden för samma kund. Ett exempel kan vara ett systemtåg som transporterar färdigvara från en industri till en större bangård för vidare transport till utlandet. På returen kan man då ha med sig returgods från till exempel ett storstadsområde som passeras på vägen. Returgodset växlas sedan på ett annat systemtåg för vidare transport och dessa vagnar återkommer sedemera tomma. Kalkylerna behöver anpassas till kunskapen om dessa upplägg.

När lastvikten per tåg och transportupplägg beräknats kan de läggas in i nettoförteckningen med transportupplägg i JA och UA för att beräkna antalet godståg per transportuppdrag och linje per år.

Tabell 15 Beräkningsmodellen för beräkning av maximal lastvikt på ett tågsätt. Här: Ett systemtåg med olika rutt (ingående linjedelar/sträckor) i JA respektive UA – observera de olika rutterna söder om Boden. Systemtåget dras av lok littera Rc och jämförelsen rör lastmängden vid dragning via Stambanan genom Övre Norrland respektive via Norrbottniabanan och Luleå.

	Systemtåg X, JA	**Systemtåg X, UA**
Lok	Rc	Rc
Max tåglängd	630 m	630 m
Lastandel	95 %	95 %
Startstation	Kiruna	Kiruna
Slutstation	Skelleftehamn	Skelleftehamn
Sträcka 1	Björnfjell-Boden	Björnfjell-Boden
Sträcka 2	Boden-Långsele	Luleå-NBB-Umeå
Sträcka 3	Bastuträsk-Skelleftehamn	-
Sträcka 4	-	-
Max vagnvikt sträcka 1	1400 ton	1400 ton
Max vagnvikt sträcka 2	1100 ton	1600 ton
Max vagnvikt sträcka 3	1200 ton	-
Max vagnvikt sträcka 4	-	-
Max vagnvikt – dim	1100 ton	1400 ton
Max vagnantal – vagnvikt	11 st	14 st
Max vagnantal – tåglängd	49 st	49 st
Dim vagnantal	11 st	14
Godsvikt	732 ton	931 ton

5.1 Begränsningar – när kan detta steg genomföras?

Den begränsande faktorn i detta steg är att utföraren av beräkningarna behöver ha god kunskap om hur olika faktorer hos banan påverkar vilka typer av godståg som är möjliga att köra på den, samt vilka tågkonfigurationer som är lämpliga för olika typer av godstågstrafik. Dessutom måste det finnas underlag om de olika bandelarnas specifikationer.

Om utföraren har tillgång till både rätt kunskap och underlag, går steget alltid att utföra, såvida förteckningarna i JA och UA innehåller den information som beskrivits i tidgare steg.

6 Beräkningar av logistik- och transportkostnader

Sedan föregående steg har vi ett JA såväl som ett UA, bestående av var sin förteckning av tågupplägg specificerade med

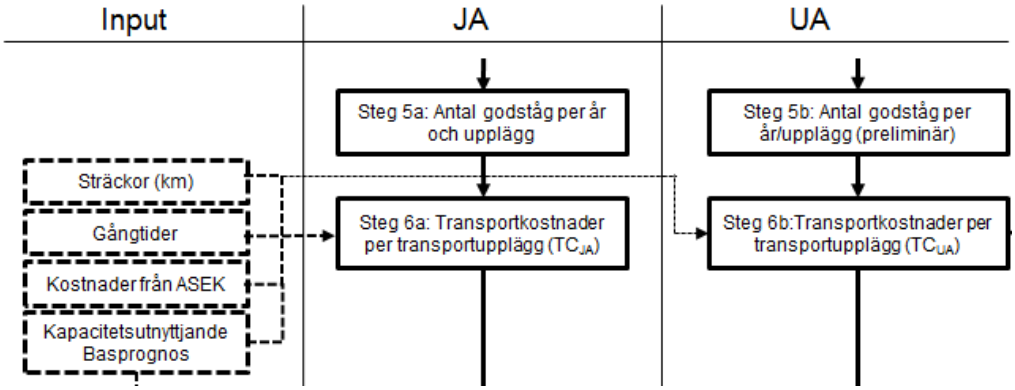
- Till/från (start- respektive slutstation för tåget)
- Rutt (vilka bandelar som trafikeras mellan start- och slutstation)
- Varugrupp för systemtåg, alternativt typ av tåg (kombi- eller vagnslasttåg)
- Godsmängd som fraktas av tågupplägget (ton/år)
- Antal tåg per år
- Nettolast per tåg (ton gods, i genomsnitt)
- Antal vagnar i tåget
    - Tvåaxliga, med last
    - Tvåaxliga, utan last
    - Fyraxliga, med last
    - Fyraxliga, utan last

Ett exempel på hur ett scenario kan se ut ges i Tabell 16 nedan. Det är samma JA som visades i Tabell 11 men utökat med resultatet av beräkningarna i föregående steg.

Nästa steg i metoden består i att beräkna varje uppläggs transport- och logistikkostnader i JA respektive UA. Transportkostnaderna består av tre poster, enligt ASEK:

1. Tidsberoende operativa kostnader
2. Sträckberoende operativa kostnader
3. Godstidsvärde

Punkt 1 och 2 behandlas i följande avsnitt (6.1) och punkt 3 i avsnittet därefter (6.2).



Figur 7 Delar av den övergripande processbeskrivningen som beskrivs i detta kapitel

Tabell 16 Exempel på JA kompletterat med information om tågkonfiguration, godsmängd per tåg och antal tåg per år (jämför med Tabell 11)

Tågupplägg	Ton per år	Varugrupp/ tågtyp	Från	Till	Antal tåg per år	Ton gods per tåg	Antal 2-axliga vagnar med last	Antal 2-axliga vagnar utan last	Antal 4-axliga vagnar med last	Antal 4-axliga vagnar utan last	Bandel1	Bandel2	Bandel3	Bandel4	Bandel5	Bandel6	Bandel7	Bandel8	Bandel9
Systemtåg X sydgående	500 000	2	Ort1	Ort2	622	804	24	0	0	0				x	x				
Systemtåg X norrgående	400 000	2	Ort2	Ort1	622	643	19	5	0	0				x	x				
Systemtåg Y last	75 000	9	Ort3	Ort4	106	708	0	0	24	0	x	x	x						
Systemtåg Y retur	0	9	Ort4	Ort3	106	0	0	0	0	24	x	x	x						
Systemtåg Z	100 000	11	Ort5	Ort6	134	720	0	0	12	0			x	x		x			
Kombitåg A --> B	150 000	15	A	B	317	473	0	0	22	0		x	x			x	x		
Kombitåg C --> D	100 000	15	C	D	211	473	0	0	22	0			x					x	x
Vagnslasttåg X	10 000	16	Ort1	Bangård1	17	585	0	0	10	5						x			
Vagnslasttåg Y	40 000	16	Bangård1	Bangård2	68	585	0	0	10	5	x	x	x						

6.1 Tid- och sträckberoende operativa kostnader

För tid- och sträckberoende kostnader ger ASEK 5.2, kapitel 14.2, instruktioner för hur beräkningar ska ske[6]:

$$Kr\ per\ tågkm = Fast + a1 \cdot antal\ lastade\ 2\text{-}axliga\ vagnar + a2 \cdot antal\ tomma\ 2\text{-}axliga\ vagnar + a3 \cdot antal\ lastade\ 4\text{-}axliga\ vagnar + a4 \cdot antal\ tomma\ 4\text{-}axliga\ vagnar$$

$$Kr\ per\ tågminut = Fast + b1 \cdot antal\ 2\text{-}axliga\ vagnar + b2 \cdot antal\ 4\text{-}axliga\ vagnar$$

med parametervärden enligt tabell nedan (inklippt från samma ASEK-dokument).

Tabell 17 ASEK 5.2:s tabell 14.5 med parametervärden för transportkostnadsberäkning.

Tabell 14.5. Parametervärden avståndsberoende och tidsberoende gods. Kr/tågkm respektive kr/tågminut, i 2010-års penningvärde. Kostnaderna realt oförändrade till 2030 och 2050.

Avståndsberoende kostnad			Tidsberoende kostnad	
Parameter	**Eldrift**	**Dieseldrift**	**Parameter**	**El- och dieseldrift**
Fast	24,320	27,696	Fast	35,920
a1	1,390		b1	0,171
a2	0,954		b2	0,363
a3	1,721			
a4	1,203			

Kombinerat med information om tågkonfigurationerna från föregående steg kan *kostnader per tågkilometer och tågminut* beräknas för varje tågupplägg. För att få de *totala tids- och sträckberoende operativa kostnaderna per år* för varje tågupplägg, behöver vi först uppskatta

- Transportsträcka i kilometer per tågupplägg, uppdelat på el- och dieseldrift
- Transporttid i minuter per tågupplägg

Mulitplikation ger sedan för varje tågupplägg:

$$[kr\ per\ tågkm\ (el) \cdot km\ (el) + kr\ per\ tågkm\ (diesel) \cdot km(diesel)] \cdot antal\ tåg\ per\ år = sträckberoende\ kostnader\ per\ år$$

$$kr\ per\ tågminut \cdot minuter \cdot antal\ tåg\ per\ år = tidsberoende\ kostnader\ per\ år$$

---

[6] Trafikverket (2015) ”Samhällsekonomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 5.2, kapitel 14 Operativa trafikeringskostnader för godstransporter”, version 2015-04-01

Nedan beskrivs hur sträcka och transporttid för varje tågupplägg beräknas.

Transportsträcka

Sedan tidigare har rutten för varje tågupplägg i JA och UA specificerats. Rutten är angiven genom att de linjedelar som tågupplägget trafikerar har markerats. Den totala transportsträckan erhålls genom summering av alla ingående linjedelars längd. Linjedelarnas längd kan hämtas från exempelvis Trafikverkets datasystem BIS – Baninformation.

Vidare anges för varje linjedel huruvida den är elektrifierad eller ej. Informationen kan hämtas exempelvis ur Järnvägsnätsbeskrivningen som finns tillgänglig på Trafikverkets hemsida. Transportsträckan för varje tågupplägg kan på så sätt delas upp mellan el- och dieseldrift.

Transporttid

På samma sätt som ovan, beräknas den totala transporttiden för ett tågupplägg genom summering av transporttiden för varje ingående linjedel. Transporttiden för en given linjedel beräknas som summan av tre termer:

1. Gångtid. Den tid det tar för ett genomsnittligt godståg att köra sträckan med fri fart och utan några möten.
2. Tidtabellstillägg. Tillägg för att inkludera marignaler som lagts in i tidtabellen.
3. Kapacitetstidstillägg. Tillägg som beror av kapacitetsutnyttjandet på sträckan – ju högre kapacitetsutnyttjande, desto större tillägg. Speglar extra tid som går åt till tågmöten, inväntning av omkörningar, anpassad hastighet, med mera. Beror även på om sträckan är ett enkel- eller dubbelspår.

Beräkning av var och en av posterna beskrivs nedan.

Gångtid

Gångtiderna tas fram av Trafikverkets Kapacitetscenter[7]. För att kunna ta fram en specifik gångtid för en sträcka behöver antaganden om ett för sträckan typiskt godståg göras – den totala vikten bakom loket, lokets dragkraft (typ av lok) och största tillåtna hastighet. För de flesta sträckor som ingick i Norrbotniabaneanalysen innebar detta antaganden om 1100 tons vagnvikt, ett RC4-lok och största tillåtna hasighet 100 km/h. Detta bör vara ett rimligt antagande även för många andra sträckor i det svenska järnvägsnätet.

[7] Med Trafikverkets gångtidsprogram PcGTP eller från Trainplan eller Railsys (Kristina Eriskson, Trafikverket, 2015-10-20).

Tidtabellstillägg

Tidtabellstillägget beräkans schablonmässigt som 0,1 minut per mil.

Kapacitetstidstillägg

Kapacitetstidstillägget beror på det totala kapacitetsutnyttjandet på sträckan (det vill säga av all trafik – godståg, persontåg och tjänstetåg). I beskrivningen nedan antas att kapacitetsutnyttjandet är givet. Uppskattningen av kapacitetsutnyttjandet per sträcka beskrivs sedan i ett separat avsnitt (6.3).

Kapacitetstidstillägget beräknas med ett linjärt samband, där konstanterna beror på om sträckan är ett enkelspår eller ett dubbelspår:

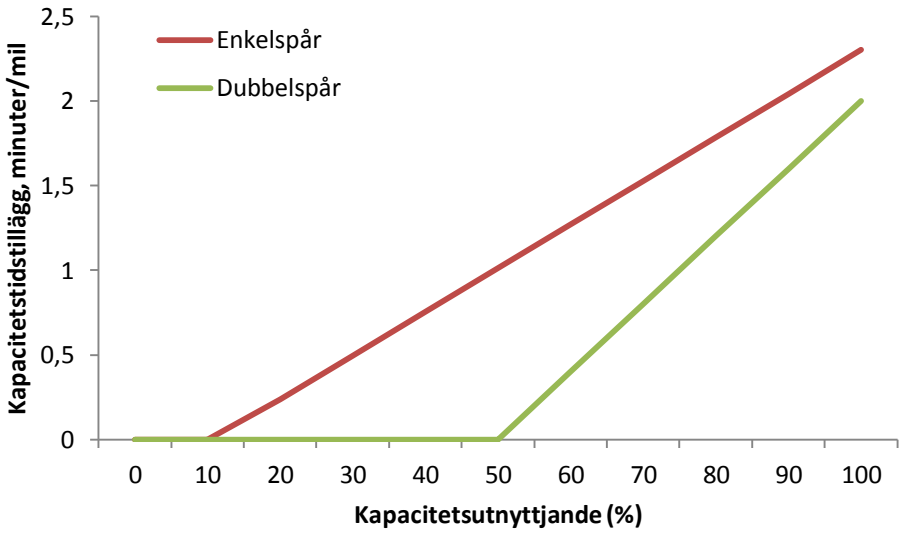
$$KT = \max(0, s \cdot (a \cdot KU - b))$$

där *KT* är kapacitetstidstillägget i minuter, *s* är sträckan i mil, *KU* är kapacitetsutnyttjandet som en andel mellan 0 och 1 och *a* och *b* är konstanter:

$$a = \begin{cases} 2{,}58, & enkelspår \\ 4, & dubbelspår \end{cases}$$

$$b = \begin{cases} 0{,}28, & enkelspår \\ 2, & dubbelspår \end{cases}$$

Sambanden illustreras i Figur 8 nedan.



Figur 8 Samband för kapacitetstillägg i minuter per mil som en funktion av sträckans kapacitetsutnyttjande, för enkel- och dubbelspår

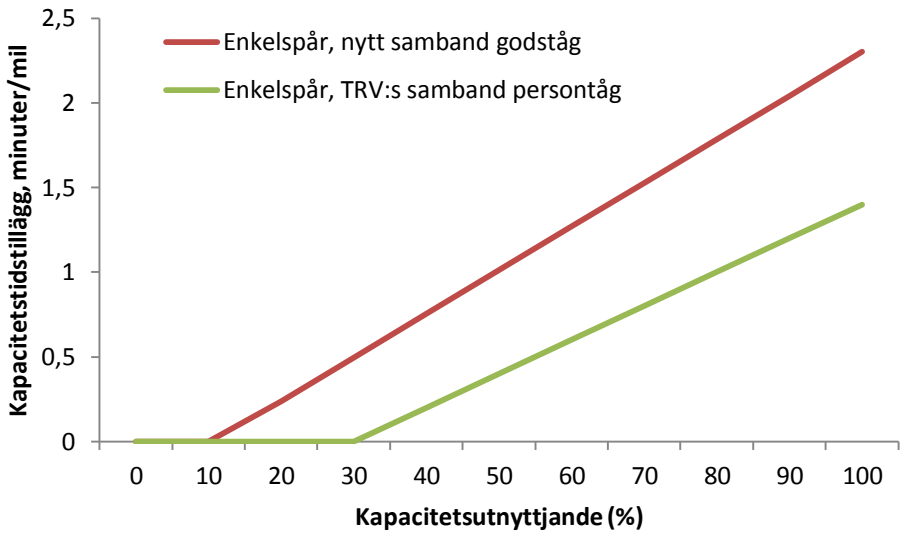
Formeln för dubbelspår ovan är det inom Trafikverket vedertagna sambandet. Det finns även en motsvarande, vedertagen enkelspårsformel. Den är emellertid framtagen för persontrafik men har, i brist på annat, fram tills Norrbotniabanekalkylen kommit att användas även för godstrafik. Då godstågen behandlas väldigt annorlunda än persontågen när trängseln på spåren blir allt

större ansågs det inom Norrbotniabanekalkylen motiverat att ta fram ett alternativt samband för godståg på enkelspår och det är det som redovisas ovan.

Det nya sambandet för enkelspår togs fram genom att göra en tidtabellsanalys (grafisk tidtabell) på Stambanan genom övre Norrland. Resultatet kan ses som ett effektsamband som gäller för en enkelspårig bana med stora inslag av godstrafik, som Stambanan genom övre Norrland är ett typexempel på. Funktionen är med största sannolikhet icke-linjär (snarare exponentiell), men har i brist på bättre underlag gjorts linjär tills vidare. Även godståg som trafikerar andra enkelspårsbanor belastas med kapacitetstidspåslag som baserar sig på det effektsamband som räknades fram för Stambanan genom övre Norrland. Detta eftersom det nya sambandet, trots att det är framtaget endast med trafik på Stambanan genom övre Norrland som underlag, bedöms vara en bättre uppskattning för kapacitetstidstillägget för godståg än ett samband framtaget endast baserat på persontågstrafik.

De båda sambanden för enkelspår jämförs i Figur 9 nedan. För en mer detaljerad beskrivning av framtagandet av det nya sambandet hänvisas till dokumentationen för Norrbotniabanekalkylen[8]. Konsekvensen av att använda det nya sambandet istället för det gamla, blir ett större påslag på transporttiden per sträcka vid ett givet kapacitetsutnyttjandetal. Eftersom lutningen på den nya funktionen är brantare än för den gamla, så innebär en sänkning av kapacitetsutnyttjandet på till exempel 5 % en större minskning av transporttiden.

[8] Trafikverket (2015) Samhällsekonomisk analys för Norrbotniabanan, Bilaga 14 Arbets-PM Enkla modeller



Figur 9 Jämförelse mellan nytt samband för godståg och tidigare samband för persontåg

6.2 Godstidsvärde

Förutom de operativa transportkostnaderna, tar man i den samhällsekonomiska kalkylen även hänsyn till andra kostnader för godset under transport. Detta benämns godstidsvärdet och ASEK ger beräkningsinstruktioner för det i Kapitel 7 (Värdering av kortare restid och transporttid)[9], med följande beskrivning:

"Godstidsvärden beräknas (...) så att varuvärden multipliceras med faktorn 0,00011. Tre underliggande faktorer används för att beräkna denna faktor, som används för att korrigera den renodlade kapitalvärdesberäkningen. Företagens kalkylränta för kapitalbindning i rörelsekapital antas vara 20 procent. Logistiksystemet antas vara 3 600 timmar tillgängliga i stället för alla årets 8 760 timmar. Logistikfaktorn 2 används som en indikation på storleken på logistikvinster som kan uppnås i varuhanteringssystemet till följd av kortare transporttider (...)."

I ASEK-dokumentet finns angivet godstidsvärden per varugrupp för bas- och prognosår, med enhet kronor per tontimme. Dessa multipliceras med total transporttid och godsmängd i ton per år för varje tågupplägg med varugruppskod 1-12 (systemtåg som antas frakta ett enda varuslag).

För tågupplägg kodade med kod 15-17 behöver ytterligare antaganden göras:

---

[9] Trafikverket (2015) "Samhällsekonomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 5.2, kapitel 7 Värdering av kortare restid och transporttid", version 2015-04-01

- Kombitåg (kod 15) skall enligt Trafikverket antas frakta 100 % varugrupp 12[10], det vill säga färdigprodukter.
- Vagnslasttågen (kod 16) ska enligt Trafikverket[10] antas innehålla olika varugrupper, med fördelning enligt Tabell 18.
- För övriga systemtåg (systemtåg med okänd last, kod 17) antas, i brist på annan information, samma varugruppssammansättning som för vagnslasttåg (Tabell 18).

På så sätt erhålls även godstidsvärden i kronor per tontimme för dessa tågtyper och totalt godstidsvärde per år och tågupplägg kan beräknas på motsvarande sätt som för övriga tågupplägg.

Tabell 18 Fördelning av olika varugrupper i vagnslasttåg

Varugrupp	**Andel (ton-km)**
1 Jordbruksprodukter	0,01
2 Rundvirke	0,12
3 Övriga trävaror	0,10
4 Livsmedel	0,04
5 Råolja	0,00
6 Oljeprodukter	0,01
7 Järnmalm	0,10
8 Stål	0,18
9 Papper och massa	0,21
10 Byggnadsmaterial	0,02
11 Kemikalier	0,07
12 Färdiga varor	0,13

6.3 Kapacitetsutnyttjande

Som beskrivits ovan, grundar sig beräkningen av transporttid per tågupplägg, och därmed även transportkostnad per tågupplägg, delvis på information om kapacitetsutnyttjande per linjedel.

[10] Rekommendation i mail från Henry Degerman, Trafikverket Region Nord, 2014-11-12

Trafikverket konstruerar så kallade Kapacitetsark där kapacitetsutnyttjandet per linjedel beräknas utifrån trafikeringen, uppdelat på olika sorters tåg (snabbtåg, övriga persontåg, lokaltåg och godståg), och flera övriga parametrar som har med banan att göra.[11]

Trafikverkets Kapacitetsark för basprognosen kan användas för att ge information om kapacitetsutnyttjande per länk i JA (förutsatt att utredningens JA motsvarar basprognosen i rimlig grad).

Om utredningens UA innebär förändrad trafikering för godstågen och/eller persontågen, kommer kapacitetsutnyttjandet för en eller flera linjedelar skilja sig mellan JA och UA. Uppskattningar av kapacitetsutnyttjandet per bandel i UA kan göras genom att manipulera antalet tåg av olika typer per bandel i Kapacitetsarket för att motsvara utredningens UA. Det rekommenderas att Kapacitetscenter ser över kapacitetsberäkningen i de fall antalet tåg förändras eftersom det beräknade kapacitetsutnyttjandet bland annat är beroende av fördelningen mellan olika tågtyper. Exempelvis kan i samverkan med Kapacitetscenter en rutin tas fram för när översyn behöver göras (om antalet tåg elelr kapacitetsutnyttjandet förändras med mer än X %).

Det är inte säkert att godstågstrafikeringen i JA exakt motsvarar den som finns angiven i Kapacitetsarket för basprognosen[12]. Kanske har exempelvis vissa godståg exkluderats ur analysen i JA eftersom de inte berörs av utredningen. Dock finns de fortfarande med i basprognosen och tar upp plats på spåren – och bör därför finnas med i Kapacitetsarket. Om bara JA är konstruerat för att efterlikna basprognosen, bör därför kapacitetsutnyttjandet enligt basprognosens Kapacitetsark användas.

När kapacitetsutnyttjandet i UA ska beräknas, är det därför inte säkert att det mest lämpliga är att ersätta antalet godståg per bandel enligt basprognosen med det nya antalet godståg enligt den trafikering man antar i UA. Istället kan det vara mer lämpligt att applicera den framräknade differensen mellan UA och JA på det antal som finns angivet i basprognosen, se exempel i Tabell 19 nedan.

---

[11] Utföraren rekommenderas i sin analys använda samma indelning i linjedelar i det studerade nätverket, som används i Kapacitetsarket. Detta underlättar överföringen av information mellan de två datamängderna.

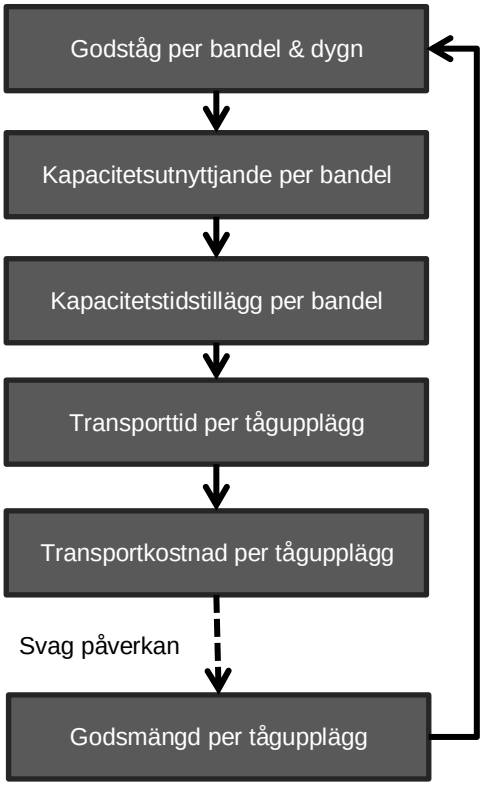
[12] Skillnaden mellan basprognosen (och därmed Kapacitetsarket) och utredningens JA beskrivs i kapitel 3.

Tabell 19 Exempel, förändring av godstågstrafik till Kapacitetsark för beräkning av kapacitetsutnyttjande i UA

	Antal gods-tåg/dygn, Kapacitetsark basprognos	**Antal godståg/ dygn, JA**	**Antal godståg/ dygn, UA**	**Diffe-rens UA-JA**	**Antal godståg/dygn, Kapacitetsark UA**
Linjedel 1	39	35	25	-10	39-10=29
Linjedel 2	17	10	12	+2	17+2=19

Som man kan se i exemplet i Tabell 19 är Kapacitetsarket baserat på antal tåg *per dygn*, medan JA och UA än så länge är uppbyggda kring antal godståg *per år*. Omräkning mellan dessa görs schablonmässigt genom att alla godståg utom malmtåg (systemtåg med varugruppskod 7) antas köra 250 dagar per år (motsvarande 5 dagar per vecka) medan malmtågen antas köra 350 dagar per år (motsvarande alla veckans dagar).

Som vi ska se i nästa steg, är beräkningens UA ännu inte färdigt. Då transportkostnaderna per tågupplägg skiljer mellan JA och UA, antas detta påverka hur mycket gods som fraktas på järnvägen – vid ökande transportkostnader i UA, antas gods flyttas till andra trafikslag, och vice versa. Det innebär att efter nästa steg i metoden kan godsmängden per år i UA komma att öka eller minska. Detta i sin tur innebär att antal tåg per år, och därmed antal godståg per dag och bandel, i UA kan öka eller minska. Det påverkar slutligen återigen kapacitetsutnyttjandet.



Figur 10 Beräkning av transportkostnader i UA som en iterativ process

Beräkningen av transportkostnaderna är således en iterativ process. Återkopplingen är dock svag, vilket innebär att mer än en iteration endast ger en försumbar förändring av resultaten.

Ett exempel på hur JA kan se ut efter detta steg ges i Tabell 20 på nästa sida. Det är samma scenario som visades i Tabell 16 men utökat med resultatet av beräkningarna i detta steg. Motsvarande tabell konstrueras för UA enligt ovan.

Tabell 20 Exempel på JA kompletterat med information om transportsträcka (uppdelat på el- och dieseldrift), transporttid, operativa transportkostnader och godstidsvärde per år, för varje tågupplägg (jämför med Tabell 16). Den nya informationen är beräknad baserat på uppgifter för varje bandel (också ny jämfört med Tabell 16) samt ASEK:s kalkylvärden.

	Bandel1	Bandel2	Bandel3	Bandel4	Bandel5	Bandel6	Bandel7	Bandel8	Bandel9
Enkel/dubbelspår	Enkel	Enkel	Enkel	Enkel	Enkel	Enkel	Enkel	Dubbel	Dubbel
El/dieseldrift	El	El	El	El	El	El	Diesel	El	El
Sträcka (mil)	17,7	10,6	8,2	8,7	11,2	4,7	10,3	19,8	15,3
Gångtid (min)	160	66	59	59	84	32	96	132	95
Tidtabellstillägg (min)	2	1	1	1	1	0	1	2	2
Kapacitetsutnyttjande	0,92	0,78	0,92	0,93	0,32	0,23	21	83	98
Kapacitetstidstillägg (min)	37	18	17	18	6	2	3	26	29
Transporttid (min)	199	86	77	78	91	34	100	160	126

Tågupplägg	**Ton per år**	**Varugrupp/ tågtyp**	**Från**	**Till**	**Antal tåg per år**	**Ton gods per tåg**	**Antal 2-axliga vagnar med last**	**Antal 2-axliga vagnar utan last**	**Antal 4-axliga vagnar med last**	**Antal 4-axliga vagnar utan last**									**Transp.-sträcka eldrift (mil)**	**Transp.-sträcka diesel-drift (mil)**	**Transp.-tid (min)**	**Tids-beroende kostnader/ år**	**Avstånds-beroende kostnader/ år**	**Gods-tidsvärde/ år**
Systemtåg X sydgående	500 000	2	Ort1	Ort2	622	804	24	0	0	0				x	x					19,9	0	169	4 207 243	7 139 515	70 417
Systemtåg X norrgående	400 000	2	Ort2	Ort1	622	643	19	5	0	0				x	x					19,9	0	169	4 207 243	6 869 679	56 333
Systemtåg Y last	75 000	9	Ort3	Ort4	106	708	0	0	24	0	x	x	x							36,5	0	362	1 712 619	2 538 993	529 425
Systemtåg Y retur	0	9	Ort4	Ort3	106	0	0	0	0	24	x	x	x							36,5	0	362	1 712 619	2 057 998	0
Systemtåg Z	100 000	11	Ort5	Ort6	134	720	0	0	12	0			x	x		x				21,6	0	189	1 020 030	1 301 670	850 500
Kombitåg A --> B	150 000	15	A	B	317	473	0	0	22	0		x	x			x	x			23,5	10,3	297	4 133 706	6 772 782	7 796 250
Kombitåg C --> D	100 000	15	C	D	211	473	0	0	22	0			x					x	x	43,3	0	363	3 362 892	5 681 134	6 352 500
Vagnslasttåg X	10 000	16	Ort1	Bangård1	17	585	0	0	10	5						x				4,7	0	34	23 909	37 988	13 635
Vagnslasttåg Y	40 000	16	Bangård1	Bangård2	68	585	0	0	10	5	x	x	x							36,5	0	362	1 018 241	1 180 067	580 696

6.4 Begränsningar – när kan detta steg genomföras?

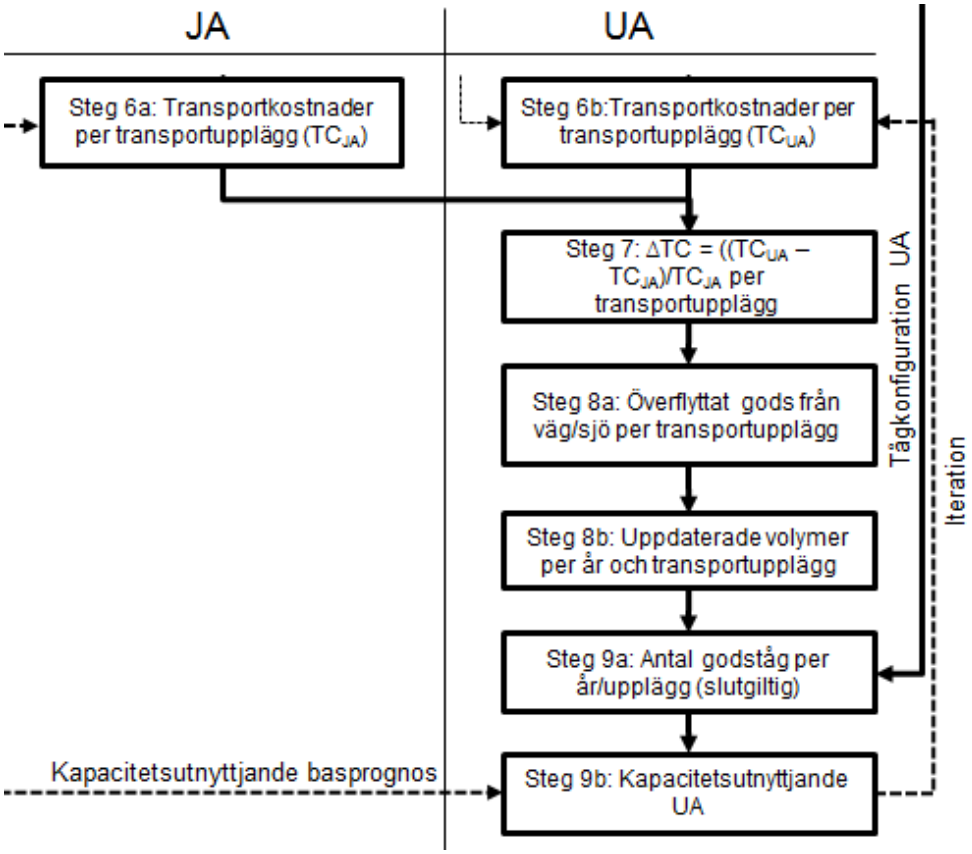
Beräkningarna av transportkostnader per tågupplägg i JA och UA kan genomföras så länge varje ingående tågupplägg är specificerat på det sätt som beskrivs i början av kapitlet. Dessutom måste det finnas relevanta uppskattningar av kapacitetsutnyttjandet i både JA och UA (dock påverkar kapacitetsutnyttjandet endast kapacitetstidstillägget, som utgör en av flera delar i den totala transporttiden, som i sin tur utgör en av flera tider i transportkostnaden – noggrannheten i uppskattningen av kapacitetsutnyttjandet är alltså inte avgörande för resultaten).

Om exempelvis information om tågkonfigurationer saknas, redovisar ASEK även alternativa, genomsnittliga kalkylvärden för den operativa transportkostnaden, och uppskattningar kan göras ändå. Dock behövs alltid uppskattningar av total transporttid och transportsträcka i JA och UA.

7 Beräkning av överflyttat gods

Oavsett vilken åtgärd eller geografisk plats som studeras, kommer troligen de årliga transportkostnaderna per tågupplägg skilja sig åt mellan JA och UA. Analysmetoden tillåter då ett antagande om att transportkostnadsförändringen påverkar mängden gods som fraktas på järnväg. Analysen görs med elasticitetstal, vilket innebär att man antar ett linjärt samband mellan transportkostnadsförändringen och mängden tillkommande/bortflyttat gods. Det vill säga: ju mer transportkostnaden minskar, desto mer gods antas flyttas över till järnvägen jämfört med övriga transportlösningar, eller ju mer transportkostnaderna ökar, desto mer gods antas flyttas bort från järnvägen till andra transportlösningar.

Om konkurrensytan mellan järnvägen och andra trafikslag bedöms vara obefintlig för ett eller flera tågupplägg, kan elasticitetstalet för dessa sättas till 0. Då påverkas inte transporterad godsmängd i dessa tågupplägg av transportkostnadsskillnaden.



Figur 11 Delar av den övergripande processbeskrivningen som beskrivs i detta kapitel

Observera att man med detta angreppssätt antar att transporterad godsmängd ökar eller minskar marginellt för samtliga tågupplägg (där elasticitetstalet inte satts till 0). Om man tror att den studerade åtgärden innebär att tågupplägg helt försvinner, att helt nya upplägg tillkommer eller att andra ”språng” i transporterad

godsmängd uppstår mellan JA och UA, måste exogena antaganden om detta göras i ett tidigare steg (se kapitel 4).

7.1 Beräkning med hjälp av elasticitetstal

För varje tågupplägg beräknas mängden överflyttat[13] gods enligt

$$V_{UA-JA} = V_{JA} \cdot \varepsilon \cdot \Delta TC$$

där V_{JA} är transporterad godsmängd i JA, ε är elasticitetstalet och $\Delta TC = \frac{TC_{UA} - TC_{JA}}{TC_{JA}}$ är den relativa transportkostnadsskillnaden mellan UA och JA. Endast de operativa transportkostnaderna (summan av tids- och avståndsberoende operativa kostnader) inkluderas i transportkostnaden – inte godstidsvärdet. Elasticitetstalen kommer från Trafikverkets analys av höjda banavgifter 2013[14] och är ursprungligen framtagna med Samgods. Olika elasticitetstal används för olika tågtyper, se Tabell 21. Ju större absolutvärde elasticitetstalet har, desto större konkurrensyta har tågtypen med andra trafikslag.

Tabell 21 Elasticitetstal

Tågtyp	Elasticitetstal
Vagnslasttåg	-0,8
Kombitåg	-0,6
Systemtåg	-0,1

7.2 Varifrån kommer godset?

Elasticitetstalen ger ingen information om varifrån godset som flyttas över till järnvägen kommer ifrån (eller tar vägen, vid motsatt förhållande). Detta har heller ingen betydelse för själva analysen av effekter av åtgärden på godstrafiken på järnväg. Däremot har det betydelse om det ska göras en samhällsekonomisk kalkyl

---

[13] Överflyttning förutsätter att transportkostnaderna sänks i UA jämfört med JA. Vid motsatt förhållande gäller samma principer, men alla storheter får omvänt tecken. I den fortsatta texten antas sänkta transportkostnader och därmed att gods tillkommer till järnvägen, det vill säga att transporterad godsmängd per tågupplägg är större i UA än i JA.

[14] Trafikverket (2013), ”Trafikslagsövergripande effekter av höjda banavgifter, bilaga 3 till rapport: Banavgifter för ökad kund- och samhällsnytta,delredovisning 2013-05-24”, ärendenummer 2013/23357, tabell 5

för effekterna (se kapitel 8), eftersom mängden gods som transporteras på järnväg respektive andra trafikslag påverkar exempelvis utsläppen i de olika scenarierna och därmed värdet/kostnaden för de externa effekterna i kalkylen.

För att kunna uppskatta detta görs för varje tågupplägg en bedömning av vilka alternativa trafikslag som är aktuella. För de flesta upplägg är alternativet troligen 100 % landsvägstransport. För vissa större flöden (främst export/import) i närheten av en hamn kan dock en andel sjöfart vara aktuell, exempelvis 80 % sjöfart och 20 % landsväg. Transportsträckan med det alternativa trafikslaget antas vara densamma som för motsvarande järnvägssträcka (en grov förenkling av verkligheten som kan göras i brist på bättre underlag).

Multiplikation av tillkommande godsmängder i ton med motsvarande transportsträcka ger en uppskattning av transportarbete (tonkilometer) som i UA sker med järnväg istället för med lastbil respektive sjöfart.

I Tabell 22 på nästa sida ges ett exempel på hur beräkningen av överflyttat gods kan göras. Exemplet baseras på samma JA som i Tabell 11, Tabell 16 och Tabell 20, med antagna operativa transportkostnader i ett motsvarande UA.

Tabell 22 Exempel på beräkning av överflyttat gods (med samma JA som i Tabell 11, Tabell 16 och Tabell 20)

Tågupplägg	Ton per år, JA	Varugrupp/ tågtyp	Från	Till	Total transport-sträcka (km)	Operativa transport-kostnader JA	Operativa transport-kostnader UA	Relativ transport-kostnads-minskning	Elasticitets-tal	Till-kommande gods-mängd, UA	Total gods-mängd, UA	Transport-arbete överflyttat gods (ton-km)	Varav från lastbil	Varav från sjöfart
Systemtåg X sydgående	500 000	2	Ort1	Ort2	199	11 346 758	9 758 212	-14%	-0,1	7 000	507 000	1 393 000	1 114 400	278 600
Systemtåg X norrgående	400 000	2	Ort2	Ort1	199	11 076 922	9 526 153	-14%	-0,1	5 600	405 600	1 114 400	891 520	222 880
Systemtåg Y last	75 000	9	Ort3	Ort4	365	4 251 612	4 039 031	-5%	-0,1	375	75 375	136 875	136 875	0
Systemtåg Y retur	0	9	Ort4	Ort3	365	3 770 618	3 582 087	-5%	-0,1	0	0	0	0	0
Systemtåg Z	100 000	11	Ort5	Ort6	216	2 321 700	2 321 700	0%	-0,1	0	100 000	0	0	0
Kombitåg A --> B	150 000	15	A	B	338	10 906 488	10 033 969	-8%	-0,6	7 200	157 200	2 433 600	2 433 600	0
Kombitåg C --> D	100 000	15	C	D	433	9 044 026	6 783 020	-25%	-0,6	15 000	115 000	6 495 000	6 495 000	0
Vagnslasttåg X	10 000	16	Ort1	Bangård1	47	61 897	61 278	-1%	-0,8	80	10 080	3 760	3 760	0
Vagnslasttåg Y	40 000	16	Bangård1	Bangård2	365	2 198 308	2 132 359	-3%	-0,8	960	40 960	350 400	350 400	0

Sedan tidigare (kapitel 4.1) har antal tåg per år i UA beräknats. I och med uppskattningen av överflyttat gods måste dock de resultaten revideras. För de tågupplägg där gods har tillkommit genom elasticitetsanalysen, läggs motsvarande antal tåg per år till (detta är en enkel beräkning då den genomsnittliga mängden gods per tåg i UA redan finns framme).

Slutgiltigt antal godståg per år kan sedan användas till att uppdatera kapacitetsutnyttjandet per bandel, på det sätt som beskrivs i avsnitt 6.3.

7.3 Begränsningar – när kan detta steg genomföras?

Beräkningen av överflyttat gods fångar, som beskrivs ovan, endast marginella förändringar av transporterad godsmängd i redan befintliga tågupplägg. Den fångar däremot inte potentiellt nya tågupplägg som kan bli aktuella efter åtgärden, inte heller att tågupplägg eventuellt försvinner helt efter åtgärden. Större stegvisa ökningar eller minskningar av godsmängder kan inte heller modelleras med hjälp av en elasticitetsanalys. Ändå är det troligtvis stegvis som förändringar skulle ske i verkligheten, åtminstone till följd av större åtgärder.

Elasticitetstalen är dessutom ganska låga, vilket gör att den överflyttade godsmängden blir liten relativt sett, även vid stora åtgärder.

För att kunna leverera input till en samhällsekonomisk kalkyl som ska inkludera externa effekter för godstrafiken, måste egna antaganden göras om varifrån överflyttad godsmängd kommer.

Utföraren bör även kunna göra en rimlighetsanalys av konkurrensytan med andra trafikslag för varje tågupplägg. Om den är obefintlig bör elasticitetsanalysen för just de tågupplägggen strykas (det vill säga, elastictetstalet sätts till 0). Likaså om bedömningen är att befintliga tågupplägg täcker hela transportbehovet som finns på en aktuell sträcka – då finns inget övrigt gods att flytta över till järnväg och elasticitetstalet bör av det skälet sättas till 0.

Om man redan i tidigare steg gjort exogena antaganden om förändringar i transporterad godsmängd i UA jämfört med JA, kan elasticitetsanalysen hoppas över för de tågupplägggen.

I övrigt kan elasticitetsanalysen genomföras bara det finns uppskattningar/ information om

- Operativ transportkostnad per upplägg i JA
- Operativ transportkostnad per upplägg i UA
- Tågtyp per upplägg
- Transporterad godsmängd i JA
- Genomsnittlig godsmängd per tåg och upplägg

8 Resultat och beräkning samhällsekonomi

Resultaten från tidigare beskrivna steg består i, för såväl JA och UA:

1. Transporterad godsmängd per tågupplägg, per år
2. Kan räknas om till transporterad godsmängd per linjedel, genom att rutten för varje upplägg är känd
3. Antal godståg per år, per tågupplägg
4. Kan räknas om till antal godståg per år per linjedel
5. Antal godståg per dag, per linjedel
6. Kapacitetsutnyttjande per linjedel
7. Transportarbete med järnväg
8. Transportarbete med övriga trafikslag (landsväg och sjöfart) – ej totalt i JA och UA, men som skillnad mellan de två scenarierna
9. Operativa transportkostnader per tågupplägg
10. Godstidsvärde per tågupplägg

Punkt 4, 5 och 6 är av intresse för exempelvis motsvarande analyser åtgärdens effekter på persontågstrafiken. Antalet godståg per linjedel påverkar kapacitetsutnyttjandet vilket i sin tur kan påverka persontågens restider.

Punkt 7-10 är de indata man behöver för att göra en samhällsekonomisk kalkyl av åtgärden. I en samhällsekonomisk kalkyl beräknas transportkostnadsbesparingarna och besparingarna i godstidsvärde per år *för befintliga godsmängder i basprognosen* som nyttor för godstrafiken. *För överflyttat gods* räknas hälften av motsvarande nyttor in i kalkylen enligt *Rule of the half*. Transportarbete med respektive trafikslag har påverkan på kalkylresultatet genom värderingen av de externa effekter, exempelvis utsläpp och slitage, som det resulterar i.

9 Diskussion

I detta kapitel diskuteras ifall metodiken är tillämpbar på andra typer av åtgärder än nybyggnation av järnväg och på andra geografiska områden, samt vilka effekter som kan fångas. Vidare diskuteras metodikens generaliserbarhet, repeterbarhet och hur väl den tros efterlikna verkligheten.

9.1 Generalisering andra stråk

I Norrbotniabaneanalysen låg fokus på stråken mellan Boden/Luleå och Umeå/Vännäs. Anslutande banor och stråk inkluderades också, men karaktären av det geografiska fokusområdet var ändå den av en kanal i nord-sydlig riktning, genom vilken de (mestadels) långväga godstransporterna har ett fåtal alternativa rutter. Det finns ett antal punkter där nästan all trafik i JA passerar igenom, vilket underlättar identifieringen av flöden och rutter. Även i UA, där en parallell bana tillkommer, är valmöjligheterna begränsade. I ett mer komplext nätverk, där flera stråk i olika väderstreck möts och sammanlänkas på flera olika platser, blir analysen genast mycket svårare, dels vad gäller det inledande steget där tågnummer ska konsolideras och grupperas till transport- och logistikupplägg, och dels i steg 4 där ett UA ska skapas utifrån antaganden om exempelvis nya rutter.

En annan förenklande faktor i Norrbotniabaneanalysen är själva trafikens karaktär. Stråket trafikeras i stor utsträckning av relativt få, tunga och långväga transporter. Det är mycket lättare att skaffa sig överblick över dem, än om det hade rört sig om ett större antal tågupplägg men med mindre godsmängder (och därmed mer lågfrekventa avgångar). Att ett fåtal tunga flöden står för en stor andel av total mängd transporterat gods, innebär att övriga flöden, som är förknippade med större osäkerhet och därmed utgör en källa till fel, utgör en mindre andel varför det totala felet antagligen också blir mindre.

Slutligen finns det för Norrbotniabanestråket en god bas med tidigare underlag i form av marknadsanalyser, tidigare samhällsekonomiska kalkyler, etc. Sådana är till stor hjälp i alla steg där antaganden om rutter, tågkonfigurationer och gruppering av transportupplägg ska göras. I brist på sådant underlag kan dessa antaganden naturligtvis göras ändå, men med mindre säker grund.

Utdraget från Bangods, som är grunden för analysen, är omfattande och för att metodiken skall kunna genomföras måste det analyserade systemet vara avgränsat till ett eller ett par transportstråk, som för Norrbotniabanan. Underlaget kan annars bli för omfattande för det ”manuella logistikpusslet” som är bearbetningen av Bangodsunderlaget via konsolidering och gruppering till den färdiga, justerade nettoförteckningen med transport- och logistikupplägg.

Likaså måste analysen gälla ett geografiskt begränsat system för att kunna göra antaganden om förändrade rutter mellan JA och UA, och man måste ha kännedom om tågupplägggens rutter vid gränserna av det systemet. Om exempelvis åtgärden bedöms

förändra rutterna genom Norrland men inte utanför Norrland, behöver vi känna till rutterna ut från och in till Norrland för de tågupplägg som sträcker sig utanför stystemets (Norrlands) gränser. Detta för att kunna göra trovärdiga bedömningar av vilka tåg som får nya rutter och hur de nya rutterna ska se ut – ett slags randvillkor till analysen. Detta innebär i praktiken att Bangodsutdrag, eller motsvarande information, måste finnas för ett större geografiskt område än det studerade systemet (utanför vilket inga förändringar mellan JA och UA antas).

Många steg i metoden utförs i dagsläget manuellt, så till vida att antaganden och beräkningar i många fall matas in för varje transportupplägg för sig. En för stor mängd transportupplägg gör att utföraren tappar överblicken och risken för fel och inkonsistenser ökar. Med vidareutveckling av metodiken skulle flera av stegen kunna automatiseras och man skulle kunna komma ifrån problemet med för stora datamängder. Detta skulle å andra sidan ta bort den ständiga överblick och validering utföraren får och utför genom att arbeta manuellt med materialet. En av metodikens fördelar är just flexibiliteten i vilka antaganden som kan göras för olika transportupplägg, i en mix av generella antaganden och expertkunskap om näringslivets transporter i det specifika fallet.

9.2 Generalisering användningsområden

Metodiken bör kunna tillämpas på en bred skala av åtgärder, från nybyggnation av och förbättring av befintlig järnväg, till införande av olika styrmedel och åtgärder som påverkar efterfrågan på transporter – det vill säga åtgärder inom alla steg enligt Fyrstegsprincipen. Några exempel på tänkbara analyser ges i kapitel 4 (exemplen A-E) och ett antal andra idéer beskrivs nedan.

Beroende på typ av åtgärd kan vissa av delstegen i metodiken användas på olika sätt. Metodiken utgör en strukturerad arbetsprocess, snarare än en modell där val görs automatiskt beroende på olika förutsättningar eller där någon slags optimering utförs. Detta är både en styrka och en svaghet – å ena sidan ställer det högre krav på användaren och de antaganden som görs. Å andra sidan erbjuder metodiken flexibilitet vilket ofta krävs för att kunna avbilda en komplex verklighet. I jämförelse med exempelvis Samgods, som alltid väljer den transportlösning som motsvarar den minsta generaliserade kostnaden (givet vissa restriktioner), kan man med den här metodiken även väga in andra faktorer som är svåra eller omöjliga att sätta en kostnad på (givet att utföraren har kännedom om dem). Baksidan med detta diskuteras vidare under avsnittet *Modellens repeterbarhet och validering* nedan.

Beräkningssteget som uppskattar överflyttat gods till/från järnvägen som en effekt av transportkostnadsförändringar fångar endast marginella förändringar av transporterad godsmängd i redan befintliga tågupplägg. Den fångar däremot inte potentiellt nya tågupplägg som kan bli aktuella efter åtgärden, inte heller att tågupplägg eventuellt försvinner helt efter åtgärden. Större stegvisa ökningar eller minskningar av godsmängder kan inte heller modelleras med hjälp av en elasticitetsanalys. Det gör att

vid åtgärder som tros få sådana effekter, bör andra kompletterande angreppssätt för just det beräkningssteget övervägas.

Idéer till andra användningsområden

Beaktande av volymmässiga språngeffekter vid omläggning av transportintensiva företags logistiksystem

Om ett eller flera transportintensiva tillverkningsföretag förändrar sitt logistiksystem, kan det leda till volymmässiga språngeffekter på järnvägen. Enstaka företags agerande är svårt att fånga med en storskalig (nationell) modell som exempelvis Samgods[15]. Med föreliggande metodik kan sådana effekter på såväl företagsekonomi, samhällsekonomi som kapaciteten på infrastrukturen beräknas och analyseras. Det kan genomföras genom tillägg av volymer/produktionsupplägg som nya rader (transportupplägg) i nettoförteckningen. Effekterna kan därefter beräknas enligt gängse procedur – eventuellt med tillägget om en iterativ loop för att beräkna effekterna på persontrafiken inom analyserat nätverk.

Beräkning av den samhällsekonomiska nyttan med enstaka linjer eller mindre stråk – exempelvis lågtrafikerade banor

Trafikverket har utvecklat en metodik för att beräkna den samhällsekonomiska nyttan med det lågtrafikerade nätverket. Ett känt problem (se exempelvis Banverket, 2008 och Vectura, 2013) är att godsnyttorna inte beaktas fullt ut. Det är en följd av följande aspekter:

- Bristande kunskap hos utredarna om järnvägsoperatörernas transportnätverk
- Bristande underlag om kunder, transportvolymer, avsändningsort/ bestämmelseort.

Det får till följd att godsnyttorna i vissa fall inte beräknas alls (se Trafikverket, 2015a) eller att nyttan med ”godsets hela resa” inte beräknas (se ex. Trafikverket (2015b).

Föreliggande metodik, med bas i regionala marknadsundersökningar och/eller Bangods skulle kunna vara ett verktyg för att minska bristerna i de regionala analyserna genom att möjliggöra att nyttorna med godsets hela resa från avsändningsort till bestämmelseort beräknas.

Modalt val

Metodiken kan med fördel användas vid förändringar i val av transportlösning, vilket speciellt berör effekter på transportkedjor eller transportnätverk när en del av nätverket förändras eller om ett företag tvingas övergå till en intermodal lösning. Olika dellänkar kan förändras från att vara järnvägslänkar till att bli lastbilslänkar (med tillhörande omlastningspunkter mellan trafikslagen).

[15] Och det är antagligen inte heller syftet med Samgodsmodellen

Detta kan användas i samband med exempelvis användningsområde 2 ovan för att utreda (de samhällsekonomiska) effekterna vid upphörande av underhåll på en järnvägslinje eller effekter om det blir avbrott på en linje.

Ökad utyttjandegrad av befintliga banor genom mindre ombyggnationer eller regelförändringar

En stråkanalys där metodiken skulle kunna användas, är analyser där transportsystemets egenskaper förändras till följd av introduktion av ny transportteknik (som exempelvis ger ökad kapacitet) eller där utnyttjandet av infrastrukturen ökas genom optimering av kombinationen tågsystem och infrastruktursystem (exempelvis genom längre sidospår/förbigångsspår).

Några exempel är analyser av:

- Optimalt utnyttjande av lokens dragkapacitet längs linjer och om förändringar görs längs stråken för att öka/minska dragkapaciteten. Introduktionen av större och starkare lok – och därmed ökad vagnvikt per tåg – är en sådan fråga. Inom Norrbotniabaneanalysen beräknade en transportkostnadsbesparing på 5 % om vagnvikten i ett avgränsat stråk ökades från 1 400 till 1 600 ton utan att kraftigare lok behövde sättas in och under begränsningen att maximal tågländ (630 meter) hölls konstant.
- Optimalt utnyttjande av sidospårens längd – det vill säga vilka samhällsekonomiska effekter ges av att kunna utnyttja maximal tåglängd och under vilka förutsättningar? Inom Norrbotniabaneanalysen beräknades en transportkostnadsbesparing på 2 % om tåglängden ökades från 630 till 750 meter utan att kraftigare lok behövde sättas in.
- Optimalt utnyttjande av ett stråks bärighet och största tillåtna axellast, det vill säga vilka blir de samhällsekonomiska effekterna av att kunna utnyttja stråkens bärighet och axellast? Om en ökning av största tillåtna metervikt införs på befintlig bana, innebär det ibland begränsningar vid framföringen iform av sänkt hastighet. Det innebär längre framföringstider men även en ökad heterogenitet i hasigheterna av olika tåg på banan vilket har en negativ effekt på kapacitetsutnyttjandet. Med föreliggande metodik kan det ena effekten (högre transporteffektivitet på vissa tåg) vägas mot den andra (ökat kapacitetsutnyttjande).

samt kombinationer av dessa.

Styrmedel

Vid analyser av införande av generella styrmedel (som exempelvis en vägslitageavgift) kan redan Bangodsprognosen vara annorlunda mellan JA och UA. Det innebär att UA inte bör baseras på samma Bangodsutdrag som JA, och konstruktionen av UA blir något annorlunda. I själva Bangodsmetodens karaktär ligger dock att inga transportupplägg förändras mer än att volymer och antal tåg per år förändras (samt i vissa fall rutterna). ”Logistikpusslet” som utförs i steg 3 behöver alltså inte göras två gånger, utan samma

konsolidering, gruppering och justering till en nettoförteckning med transport- och logistikupplägg bör kunna användas, dock med förändrade godsmängder och eventuellt rutter. De påföljande stegen utförs sen på samma sätt som den process som beksrivits här.

9.3 Modellens repeterbarhet och validering

Som redan nämnts ovan, kräver den här metodiken att användaren gör en hel del egna antaganden och ”manuellt” arbete. Det ställer krav på användarens egen kunskap om såväl järnvägsteknik, tågproduktion samt näringslivets logistiksystem. Om användaren själv inte har expertisen, behöver kunskap inhämtas från andra studier eller underlag, och/eller från en expertpanel.

Detta faktum medför att metodikens resultat i stor utsträckning blir beroende av användaren. Antaganden och underlag behöver dokumenteras noga för att metodiken ska vara repeterbar – det vill säga ge samma resultat varje gång den tillämpas på samma objekt.

En fördel med metodiken är att dess resultat lätt kan valideras mot branschföreträdare och näringsliv. Resultaten för enskilda transportupplägg kan urskiljas och kommuniceras, till skillnad från större och mer aggregerade modeller där endast resultat på aggregerad nivå kan presenteras.

Bangodsutdraget, som utgör grunden för ansatsen, utgår från tidtabellen för ett basår (här 2010) och medellaster för olika standardtåg som trafikerade järnvägsnätet under år 2010. Dessa har räknats upp med prognoserade medelutvecklingen fram till prognosåret (här 2030). Att använda Bangods som underlag för såväl brutto- som nettoförteckning över tågupplägg i analysen innebär i sig ett första antagande och det ställer därmed krav på att underlaget stämmer väl överens med verkligt utfall. Fördelen med föreliggande metodik är att den erbjuder möjlighet att stämma av Bangodsutdraget med marknadsundersökningar eller andra prognoser – där justeringssteget innebär goda möjligheter till justeringar för att beakta potentiella språngeffekter.

Två slutsatser kopplade till järnvägens produktionssystem är:

- För systemflöden eller vagngruppsflöden finns det stor möjlighet att avbilda verkligheten, med god precision och med överensstämmelse mellan näringslivets transporter och nettoförteckningen.
- För vagnslastflöden är det svårare att avbilda verkligheten. Det beror för det första på att det krävs kunskap om vagnslaststrukturen och dels för att Bangodsunderlaget bygger på schablontal rörande vagnslastflödena.

10 Slutsatser

Sammanfattningsvis bör (i alla fall de flesta av) följande förutsättningar vara uppfyllda för att metodiken ska kunna tillämpas.

Typ av stråk/geografiskt område:

- Ett geografiskt avgränsat system
- En inte alltför hög komplexitet i nätverket inom det systemet (sett till antalet stråk och sammanlänkningarna mellan dem)
- En trafikering där det är möjligt att urskilja ett begränsat antal transportupplägg som hör ihop

Typ av analys:

- Åtgärden berör huvudsakligen järnväg eller intermodala upplägg
- Eventuella effekter för persontåg måste kunna beräknas med annat verktyg (för att ge input till godsanalysen)

Förutsättningar:

- Gärna en god kunskapsbas om befintlig, tidigare och potentiell järnvägstrafik och dess utformning i området, exempelvis i form av marknadsanalyser, systemanalyser, tidigare prognoser och kalkyler, regionala godsflödesstudier, etc.
- Ett Bangodsutdrag (eller motsvarande data) av en storlek som är möjlig att överblicka, eftersom bearbetningen av det görs manuellt
- Ett Kapacitetsark för aktuellt år med beräkning av kapacitetsutnuyttjande per linjedel
- Tillräcklig kunskap hos utföraren (se kapitel 3.2) alternativt en expertpanel att tillfråga.

Referenser

Banverket (2010) Tågnummerförteckning (Excel)

Banverket (2008) *Översyn av det lågtrafikerade järnvägsnätets framtid – avrapportering av regeringsuppdrag*, F08-4118/SA20, Borlänge.

Green Cargo (2015) *Vagnviktstabell*

Trafikverket (2013) *Trafikslagsövergripande effekter av höjda banavgifter, bilaga 3 till rapport: Banavgifter för ökad kund- och samhällsnytta, delredovisning 2013-05-24*, ärendenummer 2013/23357

Trafikverket (2015) PM *Disaggregering av prognos för godstransporter 2030 till Bansek, EVA, Sampers/Samkalk och TEN tec – Trafikverkets basprognos 2015*, TRV 2015:052

Trafikverket (2015) *Samhällsekonomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 5.2, kapitel 7 Värdering av kortare restid och transporttid*, version 2015-04-01

Trafikverket (2015) *Samhällsekonomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 5.2, kapitel 14 Operativa trafikeringskostnader för godstransporter*, version 2015-04-01

Trafikverket (2015) *Samhällsekonomisk analys för Norrbotniabanan, Bilaga 14 Arbets-PM Enkla modeller*

Trafikverket (2015) *Linjeboken Boden*

Trafikverket (2015) *Linjeboken Ånge*

Trafikverket (2015) *Linjeboken Hallsberg*

Trafikverket (2015a) *Åtgärdsvalsstudie Linköping-Kalmar och Linköping-Västervik*, preliminär rapport 2015-06.

WSP (2015b) *Demo Jönköping – föreagsekonomiska effekter på trafikupplägg vid val av infrastrukturlösning i enlighet med Trafikverket ÅVS rörande stråken Jönköping – Värnamo och Nässjö – Vaggeryd*. Rapport för Trafikverket

Vectura (2013) *Granskning av Trafikverkets underlag rörande upphörande av underhåll på bandelen 662 Mellerud – Billingsfors*, Uppdrag för Västra Götalandsregionen (Max Falk).

WSP och GENIVAR har gått samman och bildar tillsammans ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi erbjuder tjänster för hållbar samhällsutveckling inom Hus & Industri, Transport & infrastruktur och Miljö & Energi. Bredd och mångfald kännetecknar våra medarbetare, kompetensområden, kunder och typer av uppdrag. Tillsammans har vi 15 000 medarbetare på över 300 kontor i 35 länder. I Sverige har vi omkring 2 500 medarbetare.

Vår verksamhet bedrivs inom WSP Analys & Strategi, WSP Brand & Risk, WSP Byggprojektering, WSP Environmental, WSP International, WSP Management, WSP Process, WSP Samhällsbyggnad och WSP Systems.

Bredd och mångfald kännetecknar våra medarbetare, kompetensområden, kunder och typer av uppdrag. Vi är *United by our difference*.

WSP Analys & Strategi
Arenavägen 7
121 88 Stockholm-Globen
Tel: 010-722 50 00
www.wspgroup.se/analys