Myndigheten för samhällsskydd och beredskap

vti

Kostnader för störningar i infrastrukturen

Metodik och fallstudier på väg och järnväg

MSB:s kontaktpersoner:
Linda Ryen, 010-240 56 64

Publikationsnummer MSB907 – augusti 2015
ISBN 978-91-7383-596-1

Förord

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) har uppdraget att ge en samlad bild och bedömning av utvecklingen av olyckor, kriser och säkerhetsarbete i Sverige. Studier av samhällets kostnader inom dessa områden är en del i redovisningen och belyser vilken belastning i form av förlorade eller förbrukade resurser som dessa kriser och allvarliga händelser av olika slag samt förebyggande verksamhet innebär för samhället.

VTI har på uppdrag av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) genomfört en studie avseende metodik för skattning av samhällskostnader för större störningar i infrastrukturen på väg och järnväg. Störningar i kontinuiteten i både väg- och järnvägstrafik kan uppstå av flera skäl, exempelvis olyckor eller väderrelaterade händelser. Ur ett samhällsekonomiskt perspektiv innebär sådana störningar kostnader till följd av förseningar, utebliven produktion och kostnader för omledningar m.m.

Detta är den slutrapport som skrivits av Joakim Ahlberg vid VTI. Synpunkter på tidigare versioner har inkommit från Jan-Eric Nilsson (VTI) och Roger Pyddoke (VTI). Anna Johansson (VTI) har också varit behjälplig med viss informationsinhämtning. Vidare har Trafikverket och Trafik Stockholm varit hjälpsamma med både data och kunskap speciellt Otto Åstrand, Anders F. Nilsson och Jenny Holm. Granskningsseminarium genomfördes 20 maj 2015 där Peter Kronborg (Movea Trafikkonsult) var lektör. Joakim Ahlberg har genomfört justeringar av slutligt rapportmanus.

De slutsatser och rekommendationer som uttrycks är författarens egna och speglar inte nödvändigtvis myndigheterna VTI:s eller MSB:s uppfattningar.

Innehållsförteckning

Förord **3**
Sammanfattning **5**
Summary **8**
1. Bakgrund **9**
1.1 Uppdrag och syfte 9
1.2 Avgränsningar 10
1.3 Fallstudier 10
1.4 Disposition 11
2. Inledning **12**
3. Metodik för att värdera störningar **15**
3.1 Störningskostnader för vägtrafiken 18
3.1.1 Förseningstimmar 18
3.1.2 Förseningsvärdering 22
3.1.3 Fordonsinformation 24
3.1.4 Ärendefördelning och beläggningsgrad 26
3.1.5 Genomsnittlig resa 27
3.1.6 Sammanfattning om vägtrafik 27
3.1.7 Åtgärder 28
3.1.8 Räkneexempel 29
3.1.9 Slutsats, väg 34
3.2 Störningskostnader järnväg 34
3.2.1 Förseningstimmar 35
3.2.2 Förseningsvärdering 37
3.2.3 Fordonsinformation 39
3.2.4 Ärendefördelning och beläggningsgrad 39
3.2.5 Samfattning om tåg 40
3.2.6 Åtgärder 40
3.2.7 Räkneexempel 41
3.2.8 Slutsats, järnväg 44
4. Slutsatser och diskussion **45**
Referenser **47**

Sammanfattning

Avsikten med denna studie är att belysa metodiken som kan användas vid beräkningar av samhällets kostnader vid störningar i samhällets infrastruktur i allmänhet och avseende väg- och järnvägstrafik i synnerhet. Utgångspunkten för beräkningen av kostnaderna har varit genom den samhällsekonomiska kalkylen, med de tillgängliga kalkylvärdena från ASEK; såsom åktidsvärden, förseningstidsvärden samt trängseltidsvärden. Den värdering av tid som görs i transportsektorns samhällsekonomiska kalkyler avser det marginella värdet av en inbesparad timme tid; restid, väntetid eller bytestid för personresor och transporttid för gods.

Givet ett trafikslag skiljer sig kalkylvärdena från ASEK mellan långa och korta resor, liksom det för korta resor skiljer sig på ärendefördelning, det vill säga om det är pendelresor, övriga privata resor eller tjänsteresor. På samma sätt beror godsvärdena på vilken typ av gods som transporteras. I studien har dock noterats och diskuterats problem att kunna använda dessa, såsom brist på nödvändig data och att godstidsvärden troligtvis är *för* låga i förhållande till åktidsvärden för privat- och tjänsteresor, mer forskning har betonats inom detta område.

De olika ASEK-värdena ställer krav på informationen, eller datat som behövs för att kunna använda värdena på ett korrekt sätt. Detta har varit huvudsyftet med studien, tillsammans med några räkneexempel på både väg och järnvägssidan. Vissa åtgärder har även diskuterats ytligt.

Vägtrafiken
Vad gäller vägtrafiken så måste först antalet förseningstimmar uppskattas. Detta kan göras på flera sätt. Ett sätt är genom flödesmätningar. Både Trafikverket och Trafik Stockholm har olika sorters trafikmätningssystem som mäter medelhastigheter och trafikflöden. Ett annat sätt att uppskatta antalet förseningstimmar är via köteori. Givet vissa antaganden om vägnätet, fordonens hastigheter, ankomstflödet samt maxkapaciteten på vägen går det att få fram antalet drabbade fordon samt antal förseningstimmar med denna modell.

Vilka fordon som trafikerar vägarna är också en viktig fråga då kalkylvärdena varierar emellan dem. Med hjälp av VTI:s modell över trafikarbetet i Sverige, kan andelen trafikarbete skattas för de vanligaste transportslagen på svenska vägar. Dessvärre är det ett aggregerat över hela Sverige. Ett annat hjälpmedel är den Nationella Vägdatabasen, NVDB, hos Trafikverket. Där samlas information både från korttidsmätningar (cirka 23 000 olika mätpunkter) och helårsmätningar (cirka 1 000 olika mätpunkter) över vilka trafikslag som trafikerar vägarna. Från dessa mätningar simuleras sedan årsdygnsmedeltrafik över det statliga vägnätet.

Beläggningsgraden och ärendefördelningen fås från Resvaneundersökningen. Även om den kan ge svar på många frågor så är deltagargraden sjunkande över tiden vilket kan skapa problem med tolkningen av siffrorna från den.

Oavsett brister i dataunderlaget görs ändå två räkneexempel på störningar i studien. Det är ett stopp på Essingeleden i Stockholm samt ett stopp på E4:an utanför Mjölby. Givet samma antaganden som stoppet i Stockholm diskuteras väldigt kort två andra händelser i Stockholm också. De samhällsekonomiska kostnaderna för de fyra händelserna spänner mellan tre och femtio miljoner kronor.

När det kommer till åtgärder pekas VägAssistans ut som direkt avgörande när det kommer till störningar i de större städerna; ju mindre tid till insats desto mindre blir störningspåverkan på vägnätet. Trafik Stockholm vill se en mer direkt styrning av VägAssistans. De menar att Trafikledningen bör ha ett större ansvar genom sin kunskap om var incidenter ofta händer och hur en specifik händelse påverkar framkomligheten vid en given plats. VägAssistans måste alltså inte bara vara på rätt plats utan Trafikledningen måste också agera så snabbt som möjligt på indikationer av stillastående fordon eller olyckor. Då det ofta är tunga fordon som orsakar de största störningarna så skulle även en tungbärgare vara ett verktyg i storstadsregionerna.

Information till trafikanterna är också viktigt för att minska konsekvenserna av en störning. I storstäderna är användningen av variabla meddelandeskyltar, VMS, viktigt liksom trafikmeddelanden i radio och andra medier. VMS är dock mer ett storstadsfenomen, i resten av landet är radio och andra medier mer användbart. Trafikledning generellt är ett område som potentiellt kan förbättras, till exempel att få till mer trovärdiga bedömningar av trafikledningsåtgärder.

Järnväg

Trafikverket har väldigt mycket information om vad som sker på dess infrastruktur. Men ofta är denna information disparat mellan datatyperna. När det gäller förseningstimmar, till exempel, så är det omöjligt att koppla inställda och omledda tåg till en viss händelse, eller störning, om inte någon tjänsteman går in och synar datat tåg för tåg, vilket är en mycket tidskrävande uppgift. Därför kan bara direkta förseningstimmar tillskrivas en störning på ett bra sätt för närvarande.

Liknande problem finns om fordonsinformationen behövs. I princip vet Trafikverket alltid vilka fordon som finns var och när, de finns i Tågplanen och LUPP. Men det är problem med länkningen till en specifik händelse och trafikeringen. Här kan dock tidtabellerna rådfrågas, även om det i vissa fall kan bli en utdragen process. Ärendefördelningen och beläggningsgraden har som redovisats ovan också en del brister. Vad gäller beläggningsgraden på tågen är det i högsta grad en affärshemlighet och lämnas därför ogärna ut.
Givet alla brister har ett räkneexempel grundligt gåtts igenom, med hjälp av data och kunskap av Trafikverket. Det var en störning mellan Märsta och Uppsala som varade i drygt två veckor och drabbade flera olika typer av tåg. På

grund av längden på störningen uppskattas kostnaden till drygt 32 miljoner kronor.

Det hårda kapacitetsnyttjandet på infrastrukturen skapar hög sårbarhet och gör att små fel lätt propagerar till stora fel på de mest utnyttjade spåren. En åtgärd, förutom att förbättra underhållet som det hårda nyttjandet kräver, är att inte lägga in för många tåg i Tågplanen. Det behövs utrymme för oförutsedda händelser i systemet. Trafikledningen kan också förbättras, genom mindre manuellt styrande av tågklarerare och mer nationell fjärrstyrning.

Gemensamt
Räkneexemplen ska tolkas med försiktighet, hela denna övning var snarare att identifiera den ofullständiga datasituationen. Det är svårt använda kalkylvärdena som finns då det inte finns kvalitetssäkrad data som matchar värdena.

Summary

Costs of disruption in the infrastructure - Methodology and case studies on road and railway

The purpose of this study is to illustrate the methodology that can be used in calculations of the cost to society when disruptions in the infrastructure occur, specifically for traffic on road and rail.

The principles and values that are recommended to be used in social cost-benefit analyses (CBA) in the Swedish transport sector are proposed by the ASEK-group (a working-group addressing issues on the application of CBA in the transport sector), and decided by the Swedish Transport Administration. They will be taken as given on the cost side of the CBA in this study, there will not be a benefit side since the interest for this study lies expressively on the cost side. This study is thus not a normative analysis, the aim is instead to study and apply methodologies for valuing (in monetary terms) the consequences of already occurred disturbances.

The various ASEK-values require information about several aspects of the trips when calculating the value of travel time and transport time, as well as when calculating the delays and the value of travel time savings in congestion. Even though the ASEK-values are recommended by the Swedish Transport Administration, they are also questioned, especially for freight transport. This is also addressed in the report.

In the study the above data requirements are discussed, and then elicited for use in some estimates for disturbances in the flow of both road and rail traffic. For the road, there are four cases, where two of the estimates are reported extensively. One is a stop on Essingeleden in Stockholm, the other is a stop on the E4 outside Mjölby. The two events are using some different types of data, therefore are both shown separately. The socio economic costs of the four events is estimated to range between three and fifty million kronor.
For the railway, only one case is estimated. It was a disturbance between Märsta and Uppsala, which lasted just over two weeks and several different types of trains were involved. Partly because of the length of the disturbance, the estimated cost for the event run over 32 million kronor. Last, the report discusses some abatement measures for both road and rail traffic.

Review seminar was carried out on20 May 2015 where Peter Kronborg (Movea Trafikkonsult) reviewed and commented on the report. Joakim Ahlberg has made alterations to the final manuscript of the report. The conclusions and recommendations expressed are the author's and do not necessarily reflect VTI's opinion as an authority.

1. Bakgrund

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) har i uppdrag att ge en samlad bild och bedömning av olyckor, kriser och säkerhetsarbete i Sverige. Uppgiften består av att belysa olycks-, kris- och skadeutvecklingen i Sverige samt utvecklingen av räddnings- och säkerhetsarbete. Studier av samhällets kostnader för störningar i samhällets infrastruktur är en del i redovisningen.

Störningar i kontinuiteten i både väg- och järnvägstrafik kan uppstå av flera skäl, exempelvis/till följd av olyckor eller väderrelaterade händelser. Ur ett samhällsekonomiskt perspektiv innebär sådana störningar kostnader till följd av förseningar, utebliven produktion och kostnader för omledningar med mera. Det är av vikt att beskriva vilken belastning i form av förlorade eller förbrukade resurser som dessa störningar av olika slag innebär för samhället.

1.1 Uppdrag och syfte

Syftet med studien är att öka kunskapen om vilken metodik som är tillämplig vid skattning av samhällets kostnader för störningar i samhällets infrastruktur i allmänhet och avseende väg- och järnvägstrafik i synnerhet samt att få exempel på tillämpningar av denna metodik.

Uppdraget omfattar två delar. Den första delen innebär ett förslag till metodik för värdering av samhällskostnader i samband med störningar i väg- och järnvägstrafik. Här omfattas en diskussion av vad som är möjligt att värdera utifrån tillgänglig data och metodik och vad som i dagsläget inte är möjligt att fånga in.

Den andra delen omfattar exempel där ovan nämnda metodik tillämpas i studier av inträffade eller hypotetiska händelser. Beslut om vilka fallstudier som ska genomföras tas gemensamt av VTI och MSB under genomförandet. Fallstudierna ska innehålla följande tre steg:

- *Identifiering* av konsekvenser till följd den händelse som studeras. Samtliga konsekvenser ska inkluderas oavsett vem/vilken aktör i Sverige som drabbats av dem.

- *Kvantifiering* av konsekvenser och vidtagna åtgärder.

- *Värdering* av direkta och indirekta kostnader för inträffade konsekvenser. Värderingen ska ske utifrån alternativkostnadsprincipen. Kostnaderna ska redovisas fördelade på olika kostnadsbärare.

1.2 Avgränsningar

Denna studie handlar enkom om konsekvenserna av en störning, inte om sannolikheten för densamma, eller åtgärder för att begränsa den. Vidare undersöks i första hand kostnaderna som uppstår efter att störningen inträffat, inte kostnaderna som uppstår av själva störningen. Det vill säga, om till exempel ett tåg spårar ur, så beräknas inte kostnaderna för bärgning och eventuella personskador, bara kostnaderna för övriga trafikanter.

1.3 Fallstudier

Studien använder sig av två fallstudier på väg, en från Stockholm och en från Östergötland. Sedan diskuteras ytligt två andra fall i Stockholm, men där antas enbart att samma förutsättningar gäller i dessa som i fallstudien. Anledningen till flera fall från Stockholm är för att Trafik Stockholm har bra material om störningar i Stockholmsområdet, huvudstaden har även mycket trafik och är därför extra känslig för störningar.

Även om olika störningar på olika platser i landet inte riktigt går att jämföra så kan det vara intressant att beakta skillnaderna mellan platserna. Utifrån fallstudierna så problematiseras vad som behövs för att kunna göra en samhällsekonomisk bedömning. Vad för sorts data behövs? Vilka ansatser är lämpliga för att mildra framtida störningar? Det senare är intressant ur ett åtgärdsperspektiv då kostnaderna för en eventuell åtgärd som kan minska framtida störningar måste stå i proportion mot de samhällsekonomiska kostnaderna för den eventuella störningen, som åtgärderna ska motverka.

Fallstudier:

Vägtrafik

- Felmålning av körfält på Essingeleden
- Lastbilsstopp under rusningstrafiken på E4S strax före Eugeniatunneln i Stockholm
- Vält lastbil med krossmassor i påfarten från Norrtull/Karolinska upp på E4 vid Haga södra i Stockholm.
- Lastbilsbrand den 7 oktober 2013 på E4:an strax söder om Mjölby.

Järnväg

- Misstag i samband med reparationsarbete av trasig kontaktledning orsakade en brand i Myrbacken den 27 maj 2014

1.4 Disposition

I kapitel 1 ges en kort inledning till störningar samt några ord om hur stora störningar kan ses. I kapitel 2 diskuteras metodiken som används för att räkna ut de samhällsekonomiska kostnaderna för en störning, samt själva kostnaderna för först vägtrafiken i 3.1 sen för järnvägstrafiken i 3.2. I detta kapitel avhandlas kort även några tänkbara åtgärder samt räkneexempel för respektive trafikslag. Kapitel 4 innehåller slutsatser och diskussion.

2. Inledning

Det är inte helt självklart hur en stor störning skall definieras. Är det att många trafikanter blir berörda, ett viktigt stråk blir obrukbart för person- och/eller godstrafiken eller är en stor störning en (samhällsekonomisk) kostnadsdefinition? En sak är i alla fall klar, det skiljs på dagliga köer och oväntade köer.

Framkomlighetsgruppen under ledning av Trafikverket använder ordet trafikinfarkt om stora delar av Stockholms trafiksystem är utslaget under en rusningsperiod. Till exempel benämns det stora snöovädret den 5/12 2012 i Stockholm som en mycket omfattande trafikinfarkt, även kallad megainfarkt, då nästan all trafik var utslaget under ett dygn (Trafikverket 2012). Då lamslogs inte bara biltrafiken, utan även järnvägstrafiken och flygtrafiken i Stockholmsområdet. Sådana händelser inträffar var femte år enligt Framkomlighetsgruppen, jämför pontonkranen Lodbroks påsegling av Essingebron 2005.

När det gäller totalstopp i vägtrafiken delar Trafikverket upp den totala störningstiden på faktisk stopptid, då trafiken står stilla, och omledningstid, då trafiken leds förbi stopplatsen vilket leder till förlängd restid. Begreppet *kännbarhet* används som ett approximativt mått för omfattningen av totalstoppet. Totala antalet fordonstimmar beräknas genom att vikta antalet förseningstimmar beroende på om dessa är låg, mellan och högtrafik, samt att kötiden förväntas vara halva stoppets varaktighet. Dessutom har ett tak satts för antalet stopptimmar; 4 för storstadsvägnätet och 12 timmar på det övriga. Efter denna tid antas att en lämplig omledningsväg har anvisats. Med detta menas att efter detta tak så upphör störningen att vara en störning
Lind, Kronborg et al. (2013) på MOVEA menar att de totala förseningstimmarna kan delas upp i tre delar:

1. Förseningstid under själva totalstoppet, som omfattar tiden ända tills platsen för störningen är röjd och utrymd och kapaciteten åter är normal. Denna tid avser väntetid pga. stopp i trafiken.

2. Extra fördröjning, som uppstår genom att alla fordon inte omedelbart kan passera platsen med normal hastighet pga. framförvarande köer. Denna tid kan kallas köavvecklingstid.

3. Ökad eller minskad tid vid spontan eller trafikledd omledning. Om omgivande vägnät kan ta emot den ökade trafiken uppstår tidsvinster, som minskar den totala fördröjningen. Om omgivande vägnät är överbelastat uppstår ytterligare tidsförluster genom att stillastående köer drabbar fler trafikanter på alternativvägarna.

För att uppnå de tre delarna ovan föreslår de ett antal steg för att förbättra Trafikverkets modell, där bland annat en bättre hänsyn när på dygnet störningen sker, belastningsgraden (det vill säga ankomstflödet dividerat med den maximala kapaciteten på sträckan) samt hänsyn till omlednings-möjligheter tas i beaktande. Vid mycket stora störningar, speciellt i storstadsmiljö med överbelastat vägnät med omledning till många vägar, anses även att en simuleringsmodell behövs användas.

En förenklad metod har utvecklats av MOVEA för skattning av större störningar i Stockholmsregionen. Den är mer detaljerad än Trafikverkets kännbarhetsbegrepp, men, då den förutsätter att omgivande vägnät är överbelastat, tillämpbar endast i hårt trafikerade områden, såsom rusningstrafiken i Stockholm.

I en rapport om större trafikavbrott i Sverige mellan 2000–2013 för järnvägens godstrafik, (Nelldal 2014), analyseras avbrott på mer än 24 timmar. Där kommer författaren fram till att de stora avbrotten har ökat något under perioden. Det beror på framförallt på ett ökat antal urspårningar och ökad frekvens på extremt väder eller naturkatastrofer. Urspårningarna sägs ökat som en följd av ökad trafik och därmed ökat slitage och eftersatt underhåll, medan det extrema vädret har ökat som en följd av klimatkrisen.

I Trafikverkets vinterutredning (Trafikverket 2010) angående den svåra vintern 2009/2010 pekas på flera orsaker varför det uppstod så många förseningar på järnvägsnätet, där flertalet hade kunnat undvikas och de negativa effekterna minskas. Ungefär hälften av förseningarna sägs vara av en karaktär som Trafikverket hade kunnat påverka, medan den andra hälften föll under tågoperatörernas kontroll. De uppkomna bristerna kan klassificeras i fyra områden; infrastruktur, gränssnitt med och förmåga hos entreprenören, interna ledning och processer samt information till passagerare, operatörer och samhälle.

Slutsatsen av vinterutredningen är att det först och främst handlar om att fortsätta att göra allt som är samhällsekonomiskt lönsamt för att hålla infrastruktur och ledningsprocesser redo för svåra väderförhållanden. Därefter att hantera reducerad kapacitet vid störningar på ett så optimalt sätt som möjligt, och slutligen om att informera allmänhet och tredje part på ett så snabbt och korrekt sätt om de störningar som inte kan undvikas.
Det finns många olika typer av störningar. Både vad gäller väg- och järnvägstrafik så kan störningen orsaka totalstopp. Då måste de fordon som skulle passerat där antingen vänta tills totalstoppet hävs, eller ledas om en annan väg. Även mindre störningar än totala blockader av vägen kan orsaka stora problem. Till exempelvis om en eller två körfält på högt trafikerade vägavsnitt, till exempel Essingeleden i Stockholm under rusningstrafik, blir avstängda av någon anledning så orsakas stora förseningar.

Även mindre händelser i järnvägstrafiken som viltpåkörning kan skapa större störningar om det sker på högt trafikerade sträckor. Trafikverkets viltrapport (Trafikverket 2015) ger exempel på att en älgpåkörning kan kosta uppemot 1 till

1,5 miljoner om det vill sig olyckligt. En händelse i sig kan knappast betecknas som stor störning, men samma utredning pekar på att de samlade kostnaderna kan vara så höga som 1 till 1,5 miljarder. Detta är dock ett område där mer forskning behövs.

Många störningar, exempelvis viltpåkörning här ovan, får större konsekvenser i järnvägsnätet på grund av de färre möjligheterna som finns till omledning. Infrastrukturen vad gäller järnvägen är mer rigid. Vägnätet har större möjligheter för omledning. Det sista är ett generellt problem för järnvägen, det vill säga dess störningskänslighet. Ett enda trasigt lok/tåg kan blockera en hel bana och slås trafikledningen ut helt eller delvis, stannar järnvägen helt eller delvis.

3. Metodik för att värdera störningar

Då olika sorters analyser av transportsystemet görs kommer tanken direkt till den samhällsekonomiska analysen. Det är vid förändringar, eller åtgärder inom transportsystemet som den samhällsekonomiska analysen dyker upp som ett verktygsförslag. Den dyker upp eftersom transportpolitikens övergripande mål[1] från regeringen nämner att transportförsörjningen ska vara samhällsekonomisk effektiv, vilket är något som den samhällsekonomiska analysen säkerhetsställer.

En förutsättning för att resultat från analyser av olika åtgärder för trafikslag ska bli jämförbara är att analyserna baseras på samma principer och kalkylvärden. Här kommer ASEK[2]-gruppen in, vars uppgift bland annat är att rekommendera vilka kalkylvärden som ska användas för samhällsekonomiska analyser.

Då ASEK-värdena utgår från allmänt etablerad kunskap, baserad på vetenskap, beprövad erfarenhet och praxis, inom transportområdet är dessa det självklara valet i denna studie. ASEK-värdena är dock inte utan kritik, nedan diskuteras godsvärden specifikt och även om inte alla är överens om precisionen på kalkylvärdena generellt är dessa allmänt accepterade. Inom transportsektorn har de även använts en lång tid och de uppdateras varje år om ny kunskap har kommit som berör dem. Därför används de i denna studie.

Denna studie är dock inte någon normativ, samhällsekonomisk analys av det framåtblickande slag där en åtgärd eller utredningsalternativ studeras och ställs mot ett jämförelsealternativ, och från det ger en bedömning om åtgärden är kostnadseffektiv. Syftet är istället att studera och tillämpa metodik för att värdera (i monetära termer) konsekvenserna av redan inträffade störningar.

Störningskostnader
Störningar i kontinuiteten i både väg- och järnvägstrafik kan uppstå av flera skäl, exempelvis olyckor eller väderrelaterade händelser. Ur ett samhällsekonomiskt perspektiv innebär sådana störningar kostnader till följd av förseningar, utebliven produktion och materialkostnader med mera. En betydande del av dessa kostnader utgör delar av trafikanternas direkta, egna kostnader för att använda infrastrukturen. Den största direkta

---

[1] Transportpolitikens mål är att säkerställa en samhällsekonomiskt effektiv och långsiktigt hållbar transportförsörjning för medborgarna och näringslivet i hela landet.
[2] Arbetsgruppen för samhällsekonomisk analysmetod inom transportsektorn är namnet på den myndighetsgemensamma samrådsgrupp som ansvarar för att utveckla de principer för samhällsekonomisk analys och de kalkylvärden som ska tillämpas i transportsektorns samhällsekonomiska analyser.

användarkostnaden är förseningskostnaderna. För att kunna beräkna dessa behövs först antalet förseningstimmar fördelade på fordonstyperna som trafikerar sträckan som studeras, sedan tidsvärden för dessa förseningstimmar. En fråga angående förseningsvärden för godstrafiken är om ASEK-värdena korrekt avspeglar kostnaderna fullt ut för alla inblandade. Det finns nämligen en uppfattning i svensk industri och bland forskare, att tillförlitligheten i de samhällsekonomiska kalkylerna avseende godstransporter är undervärderade och behöver utvecklas, se till exempel Vierth and Nyström (2013). En sak som till exempel diskuteras är huruvida kostnaden för själva lastbilen, tåget och dess (lok)förare ska inkluderas i beräkningarna. I dagsläget görs inte detta, denna studie kommer följaktligen inte heller göra det. En annan sak som inte är med i ASEK-värdena är att om tomvagnar på järnvägen inte kommer fram i tid så kan de inte omlastas, vilket också är en kostnad.

I den ovan nämnda Vinterutredningen (Trafikverket 2010) diskuteras den låga värderingen för godset (i jämförelse med persontrafiken). Där pekas ut några viktiga trafikåtgärder som i nuläget, med den låga värderingen, inte är samhällsekonomiskt lönsamma, men skulle bli det med en högre värdering. Dessa åtgärder skulle minska sårbarheten vid stora förseningar, speciellt vintertid, och totalstopp.

I (Lundberg 2006) gjordes en undersökning av godskundernas värderingar, i den hade 9 procent av företagen en merkostnad för försening under 1 timme, ytterligare 45 % fick en merkostnad vid förseningar på 2–8 timmar och efter 1 respektive 2 dagars försening uppgav 21 respektive 20 procent av företagen att extra kostnader uppstod. För långa förseningar verkar kostnader uppstå efter ett jämt antal 24-timmarscykler.

I en fallstudie (Nelldal 2014) av ett enskilt företag (SSAB) analyserades kostnaderna för faktiska händelser/störningar och faktiska kostnader. Merkostnaderna för förseningarna och avbrotten undersöktes för tre nivåer; förseningar/avbrott i ett antal timmar; i ett dygn; i flera dygn upp till en, två veckor. Vid små förseningar, på uppemot ett par timmar, klarade företaget förseningen med buffertar och omplanering. Vid ett dygn påverkades 10 procent av volymen genom intäktsbortfall. Vid flera dygns störning påverkades 75 procent av volymen med stora kostnader som följd samt risk för kundförluster i framtiden. Totalt uppgick merkostnaderna, före både industri och operatörer, till 28 procent av transportkostnaderna.

Se även Nilsson, Björklund et al. (2015) för resonemang angående hur operatörer och industrin skulle kunna belastas, samt kompenseras, för störningar som de gett upphov till, samt drabbats av. Detta skulle på lite längre sikt kunna ge alla parter incitament att minska störningarna.

Det arbetas även parallellt med att uppskatta *värdet av transportens variation* (VTTV – Value of Transport Time Variability) för att förbättra de samhällsekonomiska kalkylerna, i en rapport av (WSP (2013)) så utvecklas detta begrepp mer och en modell tas fram. Nu saknas data till modellen, statistiken som finns idag är inte den efterfrågade i modellen, men i en

framtida rapport ska kostnadsvärderingar för förseningar kunna presenteras. Internationella arbeten på samma tema finns också, se till exempel (NCHRP (2012)) där det utvecklas metoder för att analysera de ekonomiska konsekvenserna av störningar på godstrafiken. Även där saknas relevant data än så länge, bara metoderna är utvecklade.

Indirekta kostnader
Förutom de direkt mätbara kostnaderna finns de mer subtila kostnaderna, de som är svårare att mäta. Vad gäller järnväg så kan några av dessa vara; förtroende för järnvägen, förlorade affärer för industrin samt ökade utsläpp på grund av annat transportslag. I längden kan detta leda till kundförluster genom att företaget inte kan leverera i tid eller att produktionskostnaderna skjuter i höjden vid produktionsstopp vilket i sin tur kan innebära att kunderna väljer annat transportmedel än järnväg för att säkerställa framtida leveranser.

Om kunderna väljer ett annat transportmedel kan på lite längre sikt indirekta, regionalekonomiska produktionsförluster vara ett problem. Förlorad produktion, sysselsättning, inkomster och BNP påverkar indirekt till högre transportkostnader och ökad fördröjning.

På samma sätt kan påverkan av transportmöjligheter bli problematiska. Förluster i sysselsättning och inkomster för en region när större anläggningar, till exempel en internationell hamn eller större intermodala järnvägsnät för godstransporter, inte kan fungera.
Även om indirekta kostnader kan vara kännbara för enskilda företag, kan det ifrågasättas hur mycket av dessa som är samhällsekonomiska kostnader och inte bara omfördelningar mellan olika (transport)aktörer. Om ett transportföretag tappar en kund på grund av leveransproblem är det sannolikt att en annan transportör anlitas. Eller om kunden väljer att byta från tåg till lastbil; då förlorar godstågsoperatören kunden, men samtidigt vinner lastbilsspeditören en kund.

Kostnader i denna studie
För att kunna få fram en kostnad för en störning i denna studie behövs en hel del information om störningen i sig och på sträckan som störningen sker. Vid användning av ASEK-värden måste det först utrönas hur många förseningstimmar störningen orsakade, fördelade på olika fordonsslag. I flertalet av fordonsslagen såsom personbil, buss och persontåg behövs även vilken typ av ärende de resande har, exempelvis om det är en pendlingsresa[3], tjänsteresa eller en privat resa.

Ärendefördelningen liksom fordonsslaget är nödvändig information, då värderingen av genomsnittlig inbesparad förseningstid är olika utifrån dessa parametrar. Värderingen för resande i personbil är till exempel mycket högre jämfört för samma ärenderesa med buss. Sedan måste beläggningsgraden vara känd i bilar, bussar och tåg. Sist multipliceras ett trängseltidsvärde, om störningen skapar trängsel. Restidsosäkerhet är också ett begrepp som kan

[3] En pendlingsresa definieras som en resa till och från arbetet.

användas i dessa sammanhang, det vill säga att resenären lägger på en buffert av tid för att motverka variansen som en normal resa tar. Den kommer inte att användas i denna studie, mer om det nedan.
Ekvationen som ska räknas ut för exempelvis personbil blir då följande:

- $Störningskostnad = antal\ förseningstimmar \times andelen\ bilar \times andelen\ ärendefördelning \times beläggningsgrad \times åktidsvärde \times förseningstidsvärde \times trängseltidsvärde$

För gods- och bantrafik blir den på liknande sätt.

3.1 Störningskostnader för vägtrafiken

Lind, Kronborg et al. (2013) listar några olika effekter som uppstår som följd av stopp i vägtrafiken:

1. Fördröjningar som drabbar trafikanter som anländer till störningen vid totalstopp, detta leder till väntetid stillastående i kö.

2. Fördröjningar som drabbar trafikanter vid störning när vägen är delvis öppen, men återstående kapacitet är begränsad. Detta leder till väntetid i kö vid låg hastighet.

3. Fördröjningar som drabbar trafikanter när alla körfält är öppna, men Räddningstjänsten är kvar på vägrenen och hastigheten kan vara begränsad. Detta leder till väntetid i kö vid begränsad hastighet.

4. Fördröjningar för trafikanter som anländer till platsen efter att platsen är helt röjd men med kvarstående köer. Detta kan leda till lägre hastighet och ryckig körning (stop-and-go).

5. Restidsförlängningar för trafikanter som spontant eller genom trafikledning/trafikinformation väljer annan väg.

6. Restidsförluster för andra trafikanter på sidovägnätet när inflödet ökar i samband med omledning.

7. Miljö- och säkerhetseffekter av stopp, köer, plötsliga inbromsningar, accelerationer och sekundärolyckor.

De sex första punkterna beskriver olika sorters fördröjningar. Det finns åtminstone två sätt att kvantifiera fördröjningar. Ett sätt är genom data från Trafikverkets mätningar, ett annat är genom köteori med beräkningar och simulering. Båda diskuteras i nästa avsnitt.

3.1.1 Förseningstimmar

Uppskattning av förseningstimmar med hjälp av flödeshastigheter
Det finns fyra trafikledningscentraler i landet: Stockholm, Gävle, Göteborg och Malmö. Trafik Stockholm drivs gemensamt av Trafikverket och Stockholms stad, medan de övriga tre trafikledningscentraler drivs av Trafikverket.

För vägtrafiken i landet har Trafikverket ett trafikmätningssystem som heter Tindra. Genom kartor på deras webbsida finns tillgång till information om trafikflöden och medelhastigheter på det statliga vägnätet, liksom information om trafikarbete och trafikarbetets förändring. Systemet har till viss del fordonsindelad trafik; speciellt personbilar med och utan släp samt lastbilar med och utan släp. Lastbilarna kan även delas in i två- och treaxliga fordon. Informationen delas upp i vägutnyttjandet i form av årsmedeldygnstrafik (ÅDT), trafikarbete (TA) och trafikförändring.

TA anger trafikens omfattning under den specifika mätperioden, medan skattningen av ÅDT utnyttjar kunskap om hur trafiken varierar över året. Det är ofta mer trafik på sommaren än på vintern även om så inte är fallet överallt. Om mätplatsen har mycket pendeltrafik kan det vara mindre trafik under semesterperioden. Vissa vägavsnitt mäts hela året för att man skall få olika exempel på årsvariationen.

Trafikmätningen sker delvis genom helårsmätningar, dels genom stickprovsmätningar. Helårsmätningar finns av tre typer:

- trafikförändringspunkter (TF), som mäts kontinuerligt år efter år, timme efter timme på samma mätplats

- variationsstudiepunkter (VS), där mätning utförs minst ett år på samma ställe

- specialpunkter (SPEC) som kan innehålla data från några månader upp till flera år. Punkten behöver alltså inte alltid mätas ett helt år.

Syftet med TF är framförallt att kunna skatta trafikförändringen mellan olika tidsperioder. Trafikförändringen beräknas med hjälp av ett system baserat på cirka 80 helårsmätta punkter fördelade på hela det statliga vägnätet. Trafikförändringspunkterna är slumpmässigt utvalda utifrån kriteriet att de ska vara representativa för ett visst bestämt vägnät.

Syftet med stickprovssystemet är att skatta trafikarbete (TA) och årsmedeldygnstrafik (ÅDT) för det statliga vägnätet. VS ligger till grund för den skattning som görs av ÅDT från stickprovsmätningarna. Med hjälp av VS och andra helårsmätningar skapar man indexkurvor som tillsammans med mätta flöden används vid skattningen.

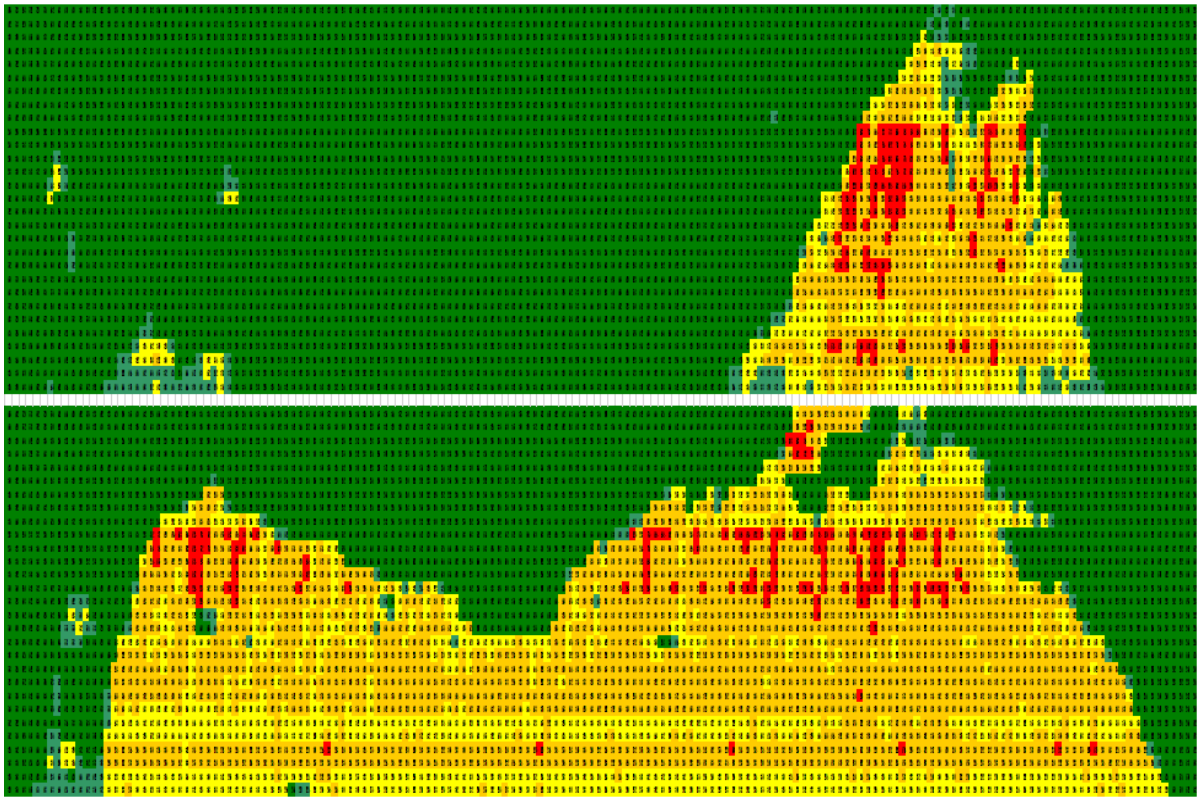
Trafikverket har också informationspunkter, det finns ett hundratal utsatta kameror och detektorer för att hämta trafikdata för Stockholms (och Göteborgs) infartsvägar; bland annat kan nämnas runt 60 informationspunkter för E4/E20 Södertäljevägen mellan Motorvägsbron i Södertälje och Midsommarkransen i Stockholm. Två kartor i appendixet visar vilka punkter som fanns i november 2014 i Stockholm. Första kartan visar norr om Stockholm, medan andra visar söder om Stockholm.

Precis som för de ovan beskrivna punkterna samlas data in om flöden och hastigheter. Ofta finns detektorerna i samband med Trafikverkets variabla

meddelandeskyltar (VMS), skyltar som används för att få ut snabb information till trafikanterna; till exempel om lägre hastigheter på grund av köer.
Med hjälp av information om trafikflöden eller hastigheter kan köbildnings- och köavvecklingsdiagram skapas, exempel på det som bygger på medelhastigheter kan ses i Figur 1. De två bilderna visar trafikbelastning från klockan 06:00 till 20:00, två olika dagar. Den övre bilden visar en *vanlig* fredag söderut från Stockholm, medan den undre visar samma veckodag en vecka efter.

Från vänster till höger (x-axeln) visas tiden på dygnet, medan trafikriktningen går nedifrån och upp (y-axeln) i bilderna. Längst ned är mätpunkt, portal, Lindhagensgatan (precis söder om Tomtebodakurvan på E4/E20) och längst upp är portal Trafikplats Bredäng.

Färger i bilderna är definierade som följer: medelhastigheter över 40 km/h på sträckan mellan två mätpunkter är mörkgrön, medelhastigheter mellan 30 och 40 km/h ger ljusgrön färg, medelhastigheter mellan 20 och 30 km/h har gul färg, medelhastigheter mellan 10 och 20 km/h ger orange färg och slutligen medelhastigheter under 10 km/h ger röd färg.



Figur 1. Köbildning och köavvecklingsdiagram för händelse på Essingeleden i Stockholm, x-axeln visar tiden mellan 06:00–20:00, y-axeln visar trafikriktningen från Lindhagensplan till Trafikplats Bredäng. Källa: Trafik Stockholm.

Är det grön färg, det vill säga en medelhastighet över 40 km/h, är det i princip ett fritt flöde. Det kan fortfarande vara ett stort flöde på ställen, men det är inte ett flöde som ger köuppbyggnad, medan om det är en medelhastighet under 10 km/h så står trafiken i princip stilla, alternativt kryper sakta fram. VMS-data

från medelhastigheter runt 5–10 km/h är av sämre kvalitet och inte helt pålitliga.

Det märks tydligt att den övre bilden visar en trafikriktning ut från Stockholm då det inte är några störningar att tala om på morgonen. De uppträder först vid 15:40 vid Lindhagensvägen, eftersom bilden börjar visa gult där. Klockan 16:45 är kön som längst (i diagrammet) och sträcker sig då från Västertorp till Lindahagensvägen. Vid Västertorp fortgår kön cirka en halvtimme, för att sedan minska i längd till klockan 18:40; då kön upphör helt. I den undre bilden startar köerna redan strax före sex på morgonen, och redan vid åtta är det kö mellan Lindhagensplan och Nyboda. Denna kö fortsätter att leva under hela dagen och når sin kulmen strax efter klockan tre, då kön sträcker sig åtminstone till Bredäng (mätpunkterna i detta diagram slutar där). Kulmen är cirka två och en halvtimme lång. Strax före sex på kvällen börjar kön mattas av, för att slutligen försvinna helt runt halv åtta. Just denna störning kom sig av en trafikomläggning vid Tomtebodakurvan (E4 N). På grund av en felaktig körfältsmålning under natten blev det svårt för bilisterna att uppfatta hur de skulle köra. Endast ett körfält användes. Mer om detta exempel nedan.

Uppskattning av förseningstimmar med hjälp av köteori
Enligt May (1990) och givet vissa antaganden (som att bilarna har samma fart (i en jämn ström), samma avstånd mellan varandra och är lika långa) antas det först att ankomstflödet (q) på vägen är känt under hela varaktigheten av störningen som ska analyseras, liksom maxkapaciteten (k) på vägen. Dessa två variabler ger belastningen (B) av vägen, det vill säga:

$$B = q/k.$$

Belastningen avgör, tillsammans med hur lång störningen är, hur långa köerna blir samt hur lång tid köavvecklingen tar.
Om en incident inträffar som ger upphov till en totalavstängning (A) av vägen under en tid (t_A) så går det att visa att medelfördröjningen ($\bar{t}$) med hänsyn till köavveckling blir:

$$\bar{t} = t_A/2 \times (1 + B).$$

Det vill säga halva avstängningstiden korrigerat för belastningsgraden.
Antalet drabbade fordon (f) är då:

$$f = t_A \times q \times (1/(1 - B)).$$

Antalet förseningstimmar (T) är då antalet drabbade fordon multiplicerat med genomsnittlig kötid, det vill säga:

$$T = \bar{t} \times f.$$

Detta går att använda som ett approximativt mått på totalt antal förseningstimmar.

Ovanstående beräkningar gäller för en väg utan trafikplatser, till exempel en motorväg mellan på och avfarterna. Men förseningstimmarna beror också på spontan eller trafikledd omledning. Om omgivande vägnät kan ta emot den ökade trafiken som beror på omledningen, uppstår tidsvinster relativt beräkningarna, liksom det uppstår tidsförluster om det omgivande vägnätet inte kan ta emot den omledda trafiken utan att bli överbelastat. Som nämndes i inledningen kan det behövas trafikprognosmodeller, exempelvis SAMPERS, om beräkningarna ska inbegripa omledning.

3.1.2 Förseningsvärdering

För att kunna värdera fördröjningar måste sedan en tidsvärdering ske. Ofta differentieras värdena för privatresa och tjänsteresa. Vidare måste beläggningsgraden i fordonet samt vilket typ av fordon som trafikerar sträckan vara känt. Om fordonet är i yrkestrafik, måste även lastvärdet beaktas. Dock betraktas inte den operativa kostnaden för varken person- eller godstrafik. Detta då det råder lite delade meningar om dessa ska vara med vid en sådan här typ av analys. De skulle hur som helst inte förändra mycket i sak, men skattningen i denna studie blir lite av en underskattning i det hänseendet.

Inom transportsektorn används kalkylvärden från ASEK-rapporten i samhällsekonomiska analyser. Från tabell 7.1 respektive tabell 7.7 i ASEK 5.2 (kapitel 7) hittas tidsvärden (kronor per timme) för olika typer av resor (eller ärendefördelning på resorna) med olika typer av fordon. De rekommenderade tidsvärdena är olika för lång och kort analysperiod. I denna studie används de kortsiktiga.

Tabell 1. Värdering av inbesparad restid för bil och buss i kronor per timme.

Transportslag	Privata resor			Tjänsteresor
	Långväga Resor	Kortväga resor		
		Pendlingsresor	Övriga resor	
Bil	108	87	59	291
Buss	39	53	33	291

Tjänsteresor värderas lika oavsett om resan görs med bil eller buss, medan för privata resor så delas resorna först in i långväga och kortväga resor sen delas de sistnämnda in i pendlingsresor och övriga privata resor.
Eftersom förseningar och osäkerheter för restidens längd medför besvär för trafikanterna så ska värderingen av trängseltid adderas till värderingarna av restidsosäkerhet och förseningar i de fall dessa effekter uppträder samtidigt. I tabell 8.1 från ASEK 5.2 (kapitel 8) går det att utläsa att vid störningar som innebär att infrastrukturen inte fungerar på ett normalt sätt ska genomsnittlig förseningstid värderas med

- 3,5 × åktidsvärdet.

Medan själva trängseltiden ska värderas till

- 1,5 × åktidsvärdet.

För persontrafik i bil finns även en värdering för så kallad restidsosäkerhet. Variation i restid för bil värderas utifrån restidens standardavvikelse. Restidsosäkerhet och förseningar värderas både för privata resor och tjänsteresor. Värderingen visar hur angelägen en minskning av restidsosäkerheten motsvarande en standardavvikelse är jämfört med en reduktion av åktiden. ASEK rekommenderar att denna värdering ska adderas till de andra värderingarna om de uppträder samtidigt. Värdet som rekommenderas är

- 0,9 × åktidsvärdet.

Men här studeras ingen åtgärd/investering som har gjorts för att minska osäkerheten i restid, vilket då innebär att restidsosäkerheten inte har förändrats. Här räknas bara på effekterna av en faktisk/oväntad störning som uppstår, därför så bortses restidsosäkerheten från i denna studie.
Förutom privat- och tjänstetrafikanter av olika slag så berörs även godstransporter vid störningar i trafiken. Vad gäller transporterat gods så finns också det tabulerat i ASEK, både vad gäller godstidsvärden och förseningstidsvärden. ASEK betonar dock att de rekommenderade förseningstidsvärdena ska ses som provisoriska och inte stöder sig på empiri.

Det finns utvecklingsbehov både vad gäller kalkyler av tidsvinster (Vierth 2010) samt metoder och kalkylvärden (Vierth 2012). Det är på grund av att företagens kostnadsuppgifter är hemliga som det blir mycket svårare att bedöma kostnaden som uppstår när varor inte kommer fram i tid. Om vi bortser från dessa utvecklingsbehov finns det godstidsvärden uttryckta i kronor per tontimme för både SAMGODS-varugrupper och STAN-varugrupper i tabell 7.14 respektive 7.15 i ASEK 5.2 (kapitel 7).

ASEK rekommenderar även godstidsvärden för lastbilar med släp och lastbilar utan släp som används i kalkylverktygen SAMKALK och EVA. Utgångspunkten i de överslagmässiga beräkningarna är att de genomsnittliga tidsvärdena (i kronor per timme) är dubbelt så hög för den godsmängden som transporteras på väg än för den samlade godsmängden. Vidare antas att det transporteras 14 ton på lastbilar med släp och 3 ton på lastbilar utan släp. Dessa presenteras i Tabell 2.

Tabell 2. Godstidsvärden (i kronor per fordonstimme, 2010 års priser) för vägtransportmedlen.

Transportmedel	Tidsvärde exklusive generellt momspåslag
Lastbil med släp	37
Lastbil utan släp	8

Vad gäller förseningstidsvärden för godstransporter rekommenderas det att

- multiplicera godstidsvärdena med 2.

(Varugruppspecifika förseningstidsvärden rekommenderas för Samgodsvarugrupper enligt tabell 8.4 och STAN-varugrupper enligt tabell 8.5 i ASEK 5.2 (kapitel 8).)

Som diskuterats tidigare anses godstidsvärdering väldigt låg. Detta späs på lite av att de operativa trafikeringskostnaderna inte tas med på godssidan, då kostnaderna att föra fram en lastbil är större än för en bil; skillnaden är speciellt stor för tåg. Men, förändringarna som skulle ske ändrar ingenting i sak för analysen här.

3.1.3 Fordonsinformation

För att få veta andelen bilar, bussar, lastbilar, etcetera, liksom vilken typ av last som transporteras av yrkestrafiken, måste mätningar tillgås. Som nämnts ovan så har Trafikvärdet vissa mätningar på i alla fall bilar och lastbilar. Trafikanalys har annars aggregerade värden för MC, bil, buss och lastbil på det svenska vägnätet; medan Nationell Vägdatabas (NVDB)[4] har en finare indelning som varierar mellan sex fordonsklasser i båda riktningarna. I NVDB finns fordonsinformation för både korttidmätningar (cirka 23 000 olika mätpunkter) och helårsmätningar (cirka 1 000 olika mätpunkter). Utifrån dessa mätningar simuleras sedan en årsmedelsdygnstrafik över hela det statliga vägnätet.
I korttidsmätningarna finns förutom uppgift om årsmedeldygnstrafik antal fordon per timme för sex fordonsklasser, två riktningar, från maximalt tio dygn under ett mätår per mätplats samt trafiktyp. Det vill säga kunskap om hur trafiken varierar över året genom uppgift om när-, standard-, turist- eller vinterturisttrafik i mätplatsen. I helårsmätningarna finns det ovan under årets alla timmar per mätplats.

Trafikanalys gör även en skattning på trafikarbete med hjälp av mätarställningar som samlas in vid kontrollbesiktning, som en del av Sveriges officiella statistik. Med hjälp av dessa skattningar kan det göras en grov uppdelning på landsväg och tätort enligt en modell som VTI utvecklat, historiskt på uppdrag av SIKA, se även Carlson, Björketun et al. (2013).

I Tabell 3 nedan ses trafikarbete per dag uppdelat mellan landsort och tätort för de vanligaste trafikslagen uttryckt i fordonskilometer per dag.

[4] Mer info finns på http://www.nvdb.se/sv/

Tabell 3. Trafikarbete i Sverige, uttryckt i fordonskilometer per dag.

Trafikslag	Landsväg	Tätort	Totalt
Personbil	103 865 089	68 206 182	172 071 270
Lätt lastbil	13 362 966	8 775 200	22 138 166
Landsvägsbuss	841 259	329 501	1 170 760
Stadsbuss		1 430 051	1 430 051
Lastbil utan släp	2 499 985	979 185	3 479 170
Lastbil med släp	6 597 992	2 584 277	9 182 269
MC	1 315 336	863 756	2 179 091
Moped	232 023	152 365	384 389
Totalt	128 714 650	81 890 466	210 605 116

Tabell 3 visar trafikarbetet över hela Sveriges vägnät. Om i stället andelen trafikarbete studeras fås
Tabell 4, som beskriver andelen trafikarbete för respektive fordonstyp.

I tätort är de båda busstyperna hopslagna till en busstyp, siffran gäller alltså för båda typerna tillsammans. För MC och moped existerar inga åktidsvärden, därför bortses dessa från denna studie. Summering blir därför inte till 100 procent; på landsväg är det väldigt nära med 99 procent, medan tätortstrafiken ligger ganska nära med 97 procent. (Inte oväntat hittas MC och moped oftast i tätort.)

Tabell 4. Andelen trafikbete för de vanligaste fordonstyperna på svenska vägar.

Transportslag	Landsväg	Tätort
Personbil	81 %	84 %
Lätt lastbil	10 %	7 %
Landsvägsbuss	0,7 %	2 %
Stadsbuss		
Lastbil utan släp	2 %	1 %
Lastbil med släp	5 %	3 %
Totalt	99 %	97 %

Ett problem med alla ovanstående mätningar är att yrkestrafiken är svår att hantera. Det urskiljs inte på till exempel budbilar, taxibilar eller hantverksbilar. Ovan betraktas alla bilar som personbilar.

3.1.4 Ärendefördelning och beläggningsgrad

Kunskapen om ärendefördelning på resorna för ett visst vägavsnitt i Sverige liksom beläggningsgraden i fordonet är svag. Men ser man till hela Sverige som helhet går det att få en viss vägledning från den nationella resevaneundersökningen, RVU Sverige (2011–2014)[5]. Den handlar bland annat om människors dagliga resande, vilka färdsätt som används, och vad syftet/ärendet för resan är. Det är svårt att dra korrekta slutsatser från den på grund av det är omöjligt att veta fördelningen på de som svarat på undersökning. Är till exempel storstäder över-, under- eller korrekt representerade i den, etcetera. Men givet alla dessa svårigheter, ställdes följande fråga till RVU: vad är antalet resor med bil och buss i snitt per år (med konfidensintervall) efter typ av buss och förare eller passagerare i bil och ärende?

Från detta uttag går det att grovt differentiera för de olika ärenden som nämns i förseningsvärdes-avsnittet ovan. För buss blir det svårare då det finns fem olika kategorier i RVU, nämligen; *lokal och regionalbuss*, *långfärdsbuss*, *charterbuss*, *annan buss* samt *okänd buss*. Men lokal och regionalbuss står för nästan 94 procent av alla resor med buss, så de övriga bussarna klumpas ihop. Tabell 5 visar ärendefördelningen för dessa kategorier.

Tabell 5. Ärendefördelning för bil- och bussresenärer enligt RUV Sverige (2011 - 2014).

Fordonstyp	Pendlingsresor	övriga privata resor	tjänsteresor
Personbil, förare	27 %	67 %	6 %
Personbil, passagerare	7 %	91 %	2 %
Lokal och regionalbuss	28 %	69 %	3 %
Övriga bussar	11 %	87 %	2 %

Dessa siffror är hämtade från snittresor per år, och gäller således inte om störningen som ska undersökas är en helgdag, en morgon eller en kväll. Uppgifterna ska användas med försiktighet och bara för en längre störning. Om störningen sker till exempel en morgon, är sannolikheten stor att det är en klar övervikt på pendlingsresenärer och tjänsteresor.

Beläggningsgraden för bilresor kan också inhämtas från detta material. Genomsnittlig beläggning för bussar som går i upphandlad linjetrafik i stadstrafik

[5] Se mer på Trafikanalys webbplats: http://www.trafa.se/sv/Statistik/Resvanor/

var 11 personer år 2013 (Trafikanalys 2014:22), finare indelning än så har inte hittats.

Tabell 6 visar beläggningsgraden.

Tabell 6. Beläggningsgrad för bilar och bussar.

Fordonstyp	Beläggningsgrad			
	Alla resor	Pendlingsresor	övriga privata resor	tjänsteresor
Personbil	1,38	1,09	1,51	1,14
Lokal och regionalbuss	11			

3.1.5 Genomsnittlig resa

Trafikarbetet mäts alltså av fordonskilometer per dag, medan ärendefördelningen är per resa. För att kunna koppla samman de två storheterna måste genomsnittlig reslängd för respektive trafikslag utrönas. Ett sätt är att i RVU ställa frågan: vad är medelfärdlängden per reselement efter huvudsakligt färdsätt och ärende (med konfidensintervall). Detta resulterar i för personbil, förare, en medelfärdlängd på 19 km för pendlingsresor, 17 kilometer för övriga privata resor samt 32 kilometer för tjänsteresor. För personbil, passagerare, är samma uppdelning 21, 23 och 46 kilometer. För lokal och regionalbuss är den genomsnittliga pendlingsresan 13 kilometer, den genomsnittliga (övriga) privatresan 11 kilometer samt den genomsnittliga tjänsteresan 10 kilometer. För de övriga busstyperna (tillsammans) är genomsnittet 30, 63 samt 36 kilometer per resa.

Siffrorna representerar enbart ett genomsnitt över hela landet och ytterligare ett problem är att deltagandegraden i RVU sjunker över tid.

3.1.6 Sammanfattning om vägtrafik

Det är som synes många olika typer av data som behövs för att kunna ta fram den privata kostnaden, tjänsteresors kostnader för förseningar samt kostnader för försening av godstransporter. Datat är heller inte kompatibelt tillsammans. Det beror på att informationen är framtaget för andra ändamål.
För att kunna beräkna kostnaderna behövs det först antal förseningstimmar, uppdelade på fordonstyper, sen ärendefördelningen per fordonstyp, sist förseningsvärde per ärendetyp.

Antalet förseningstimmar kan fås antingen från mätning av trafiken genom flödeshastigheter eller köteori, tillsammans med någon slags uppskattning av fördelningen mellanfordonstyperna som beskrivits ovan. Alternativt används mätningarna från NVDB, beskrivna ovan. Där fås de fordonsklasser som det också finns åktidsvärden för. De sistnämnda, liksom de förstnämnda, finns enbart på vissa ställen i vägnätet. Det är inte självklart att det existerar mätningar där en olycka, eller annan störning inträffar.

Givet att det finns mätningar på aktuell sträcka går det att grovt uppskatta förseningstimmarna som uppstår genom att jämföra mätningarna från den aktuella störningsperioden mot en liknande period vid ett tidigare (eller senare) tillfälle. Slutligen appliceras kalkylvärden från ASEK.

3.1.7 Åtgärder

I Trafik Stockholms årliga störningsrapport[6] över vägtrafiken i Stockholm identifieras åtgärder som skulle kunna förbättra framkomligheten vid vissa typer av störningar. Förutom viss hantering av vägavsnitt i Stockholm så utpekas VägAssistans[7] som direkt avgörande för utvecklingen av trafiksituationen. Ju mindre tid till insats, desto mindre störningspåverkan. Det finns stora samhällsekonomiska vinster med att förbättra insatstiden med bara några få minuter.

Trafik Stockholm vill se en mer direkt styrning av VägAssistans. De menar att Trafikledningen bör ha ett större ansvar genom sin kunskap om var incidenter ofta händer och hur en specifik händelse påverkar framkomligheten vid en given plats. VägAssistans måste alltså vara inte bara på rätt plats utan Trafikledningen måste också agera så snabbt som möjligt på indikationer av stillastående fordon eller olyckor. Då det ofta är tunga fordon som orsakar de största störningarna så skulle även en tungbärgare vara ett verktyg i storstadsregionerna. Idéer har även tagits fram att bärgare borde få utrustas med blåljus, detta minskar risken att bärgaren också hamnar i köer. Räddningstjänsten i Göteborg arbetar med att ta fram en ny rutin som skall minska tiden för att få bort fordonen på gatan som stör.

Information är annars en viktig ingrediens för att minska störningens konsekvenser. Här kan användningen av VMS – variabla meddelandeskyltar – samt trafikmeddelande i radion och till andra (sociala) medier vara av vikt. VMS är dock mer ett storstadsfenomen, i resten av landet är radio och andra medier mer användbart. Trafikledning generellt är ett område som potentiellt kan förbättras, till exempel att få till mer trovärdiga bedömningar av trafikledningsåtgärder. I Trafikverket (2013) diskuteras aktiv trafikledning, vars innebörd är att dynamiskt kunna:

1. Reducera omfattningen av störningar
2. Underlätta omplanering av resor/transporter med hänsyn till aktuella störningar
3. Förebygga olyckor och incidenter

---

[6] Trafikverket (2014). Störningsrapporten 2013, en sammanfattning av störningar i Stockholms vägtrafik under det gångna året. **2014:042**.

[7] VägAssistans finns på Stockholms större trafikleder och tunnlar (Södra och Norra länken) för att minska störningarna i stockholmstrafiken. VägAssistans hjälper snabbt till med enklare haverier, bensinstopp och undanröjer trafikfarliga hinder.

Generellt kan sägas att alla åtgärder bör göras som är samhällsekonomiskt lönsamma och som förminskar det befintliga, och det kommande transportsystemets sårbarhet. I analyser över tänkta och planerade åtgärder kan bara hänsyn tas till sådana effekter som går att förutse, det vill säga förväntade restidsvariationer och förväntade förseningskostnader. Förväntade restidvariationer kan uppstå på grund av trängsel eller klimatmässiga orsaker såsom halka, kraftig nederbörd, etcetera. Vad gäller storstadsregionerna är trängsel dock den största orsaken till restidsvariation.

3.1.8 Räkneexempel

Om exemplet på Essingeleden, presenterat ovan, undersöks lite närmare går det att räkna ut antal förseningstimmar för just denna störning genom att jämföra informationen från samma veckodag, en vecka tidigare. Givet att det inte var någon störning på jämförelsedagen (jämförelsealternativet, JA) går det att få fram ett ungefärligt antal förseningstimmar för just denna störning (om vi antar att det inte var några andra störningar i detta utredningsalternativ (UA) inom detta område som påverkade utfallet.)

Då flödet och medelhastigheten vid alla mätpunkter är känt (i 5-minutersintervall), liksom avståndet mellan alla mätpunkter, går det att få fram differensen i tid mellan UA och JA vid varje mätpunkt. Om sedan alla 5-minutersintervall för varje mätpunkt multipliceras med flödet och dessa summeras ihop så fås en differens uttryckt i tid mellan UA och JA. Detta kan approximeras till antal förseningstimmar. På detta sätt blir det 6 191 förseningstimmar för denna störning. (Notera dock att dessa siffror inte är en exakt räkning, utan en uppskattning. Detektorerna är optimerade för att mäta hastigheter.)

Då det inte presenteras några officiella mätningar av fordonen på aktuell sträcka på Trafikverkets webbsida används andelen trafikarbete i tätort från

Tabell *4* ovan. Där ses att personbil står för 84 procent av förseningstimmarna, medan buss står för 2 procent. Lätt lastbil för 7 procent, och lastbil utan (med) släp har andelen 1 (3) procent av förseningstimmarna.

Nästa steg blir då att dela upp respektive fordonstyp i ärendefördelningen. Den som presenterades ovan (Tabell 5) är för hela Sverige, det vill säga det är tveksamt om den skulle representera Essingeleden. Detsamma gäller även beläggningsgraden som också presenterades ovan (

Tabell 6). Då det inte finns något bättre att tillgå används dessa i alla fall. Givet det fås för de tre ärendeslagen i bilar följande:

(förseningstimmar * andel personbilar * andel ärendefördelning * beläggningsgrad * åktidsvärde * förseningstidsvärde * trängseltidsvärde)

Pendlingsresor (förare): 6191 * 0.84 * 0.27 * 1 * 87 * 3.5 * 1.5 = 641 331

Pendlingsresor (passagerare): 6191 * 0.84 * 0.07 * 0.09 * 87 * 3.5 * 1.5 = 14 964

Övriga privata resor (förare): 6191 * 0.84 * 0.67 * 1 * 59 * 3.5 * 1.5 = 1 079 260

Övriga privata resor (pass.): 6191 * 0.84 * 0.91 * 0.51 * 59 * 3.5 * 1.5 = 747 589

Tjänsteresor (förare): 6191 * 0.84 * 0.06 * 1 * 291 * 3.5 * 1.5 = 476 698

Tjänsteresor (passagerare): 6191* 0.84 * 0.02 * 0.14 * 291 * 3.5 * 1.5 = 22 246

Summeras detta fås 2 982 089 kronor

För personbilar ovan, liksom för bussar nedan, antas att alla resor är regionala/lokala. Det är oklart om det finns någon undersökning som visar andelen lokal/regionala resor för bil och buss. Eftersom långväga resor värderas lite högre i ASEK, och åtminstone en viss andel av resorna är långväga, så är uträkningarna för just denna del en underskattning.
Samma beräkning på bussar blir:

Pendlingsresor: 6191 * 0.02 * 0.28 * 11 * 53 * 3.5 * 1.5 = 106 115

Övriga privata resor: 6191 * 0.02 * 0.69 * 11 * 33 * 3.5 * 1.5 = 162 819

Tjänsteresor: 6191 * 0.02 * 0.03 * 11* 291 * 3.5 * 1.5 = 62 425

Summeras detta fås 331 359 kronor

För godstransporter fås andelen transportarbete från Tabell 4, liksom åktids- och förseningtidsvärderingarna fås från Tabell 2. Om det vidare antas att lätt lastbil har samma värde som för lastbil, så blir motsvarande uträkningar som ovan för godstransporter det följande:

(förseningstimmar * andel lastbilar * åktidsvärde * förseningstidsvärde)

Lätt lastbil: 6191 * 0.07 * 8 * 2 = 6 934

Lastbil utan släp: 6191 * 0.01 * 8 * 2 = 991

Lastbil med släp: 6191 * 0.03 * 37 * 2 = 13 744

Summeras detta fås 21 669 kronor.

Summeras alla tre poster fås: 3 335 117 kronor. Denna summa ska tolkas med försiktighet, analysen identifierar snarare den ofullständiga datasituationen, det behövs bättre data för att kunna göra en samhällsekonomisk kalkyl för en eventuell åtgärd av ett specifikt problem.

Intressant är dock att summorna mellan de tre fordonstyperna skiljer sig med en 10-potens. Personbilstrafikens förseningskostnader är nästan tio gånger högre än busstrafikens och, som noterat tidigare, är förseningtidsvärdena för gods väldigt låga; de står för mindre än 10 procent av busstrafikens.

Givet alla antaganden så går det ju att räkna på andra tillbud i trafiken också. Till exempel fick en lastbil stopp under rusningstrafiken på E4S strax före Eugeniatunneln i Stockholm i oktober 2012. Trafikverket (2012) uppskattade grovt att det påverkade trafiken med cirka 15 000 fördröjningstimmar. Antas samma fördelning mellan fordon och last etcetera som ovan så får man en kostnad på drygt 8 miljoner kronor.

Ett sista exempel från Stockholm, också hämtat från Trafikverket (2012), var då en lastbil med krossmassor välte i påfarten från Norrtull/Karolinska upp på E4 vid Haga södra. Det inträffade måndagen den 28/5 2012 klockan 4:43. Ett av två körfält blockerades ända till kvällen samma dag. Genom blockeringar drabbades även den andra körriktningen. Används samma antaganden som ovan fås en ungefärlig kostnad på 50 miljoner koronor för denna trafikinfarkt på uppskattningsvis 100 000 förseningstimmar.

Givet att förseningstimmarna för de tre händelserna är någorlunda korrekt uppskattade så är kostnaden troligtvis en underskattning av den verkliga kostnaden. Detta beroende på att alla störningarna hände på morgonen, i rusningstrafiken, och då är sannolikheten stor att det är en klar övervikt på pendlingsresenärer och tjänsteresor, i förhållande till RVU ovan. Men exemplen ger i alla fall en fingervisning vad störningar kostar samhället och hur viktigt det är med åtgärder som kan lindra och förhindra störningar.

De tre exemplen ovan var från Stockholm. Anledningen till att dessa valts är att alla störningar som sker där får stora konsekvenser. Två av huvudorsakerna för det är de (förhållandevis) stora flödena av trafik i Stockholm samt att Stockholmstrafiken, under rusningstrafik, ligger runt belastningsgränsen för transportsystemet.

Om en större olycka ute i landet händer så blir det inte samma kostnader för samhället tack vare de mindre flödena och lägre belastning på systemet. Därför studeras nu en lastbilsbrand den 7 oktober 2013 på E4:an strax söder om Mjölby, mellan trafikplats 107 och 108 i södergående riktning. Vägen var helt avstängd under släckningsarbetet. Totalstoppet varade enligt Trafikverket under 481 minuter, det vill säga närmare 8 timmar. Samma källa uppskattade kännbarheten, som är Trafikverkets approximativa modell för omfattningen av ett totalstopp, till 11 555 fordonstimmar, givet en ÅDT på 5 153 fordon.

Används köteori (beskriven ovan) för att få fram antal förseningstimmar för detta totalstopp så behövs information om belastningen (kvoten av ankomstflödet och kapaciteten) på vägen samt totalstoppets längd.

Enligt Trafikverket (2013) och beroende på siktklassen så varierar kapaciteten på en fyrfältig landsbygd motorväg med hastighet 120 km/h mellan 1 808 och 1 943 fordon/timme. Då det är oklart vad som gäller på just denna sträcka antas kapaciteten vara medelvärdet av de två talen, det vill säga 1 876 fordon/timme. Exakt flöde på sträckan finns inte för denna tidpunkt, men enligt vägtrafikflödeskartan på Trafikverkets webbsida så gjordes det en mätning på aktuell sträcka samma veckodag ett år efter den aktuella händelsen.

Flödet antas därför vara konstant mellan de två åren. Från denna mätning fås Tabell 7.

Tabell 7. Antal fordon av olika typer på olycksträckan ett år senare.

Tidpunkt	Totaltrafik	Lastbil	Personbil	Lastbil med släp	Lastbil utan släp
2014-10-13 06:00	313	49	264	17	32
2014-10-13 07:00	418	43	375	16	27
2014-10-13 08:00	465	87	378	47	40
2014-10-13 09:00	430	93	337	48	45
2014-10-13 10:00	415	99	316	65	34
2014-10-13 11:00	470	116	354	67	49
2014-10-13 12:00	537	159	378	95	64
2014-10-13 13:00	511	144	367	101	43
2014-10-13 14:00	503	159	344	120	39
2014-10-13 15:00	563	161	402	123	38
2014-10-13 16:00	606	142	464	103	39
2014-10-13 17:00	494	145	349	112	33
2014-10-13 18:00	381	125	256	97	28

Om genomsnittsflödet över tiden för totalstoppet plus fem timmar ytterligare (den approximerade tiden innan flödet antas vara normalt igen) beräknas från tabellen ovan fås 470 fordon/timme. Belastningen blir då:

$$B = {}^{q}/_{k} = {}^{470}/_{1876} \approx 0{,}251.$$

Den genomsnittliga kötiden blir då:

$$\bar{t} = \frac{t_A}{2} \times (1 + B) \approx 4{,}01 \times (1 + 0{,}251) \approx 5{,}01.$$

Den genomsnittliga kötiden blir nästan exakt 5 timmar. Antal drabbade fordon är:

$$f = t_A \times q \times \left(\frac{1}{1-B}\right) \approx 8{,}02 \times 470 \times 1{,}33 \approx 5\,027.$$

Denna siffra stämmer ganska bra överens med den exakta summan 6 106 stycken fordon som fås om man summerar kolumn 2 i Tabell 7.
Antalet förseningstimmar är då antalet drabbade fordon multiplicerat med genomsnittlig kötid, det vill säga:

$$T = \bar{t} \times f \approx 5{,}01 \times 5027 \approx 25\,187.$$

Om den uppskattade kötiden används tillsammans med faktiska antalet fordon uppmätt, fås istället antal förseningstimmar till:

$$T = \bar{t} \times f \approx 5{,}01 \times 6106 \approx 30\,591.$$

Enligt denna modell blir alltså antalet fordonstimmar mer än dubbelt så mycket (nästan tre gånger så mycket i andra uträkningen) jämfört med Trafikverkets (reviderade) kännbarhetsmodell. Men modellen använd här är inte helt utan problem heller, vilket diskuterades i stycke 3.1.1. ovan. Här nämns bara att den underskattade antal fordon med cirka 20 procent, givet alla antaganden.

Sedan är det precis som i de andra räkneexemplen – ta fram respektive andel av de olika fordonstyperna, ärendefördelningen samt värderingen för respektive ärendefördelning och gods. Fordonsandelen behöver inte uppskattas då dessa är separerade i Tabell 7. Dock så går buss in under lastbil utan släp där, men från Tabell 3, *trafikarbete i Sverige*, fås att förhållandet bussar och lastbil utan släp är 25:75 för landsväg. Det vill säga, av de 515 uppmätta lastbilarna utan släp så är i själva verket 25 procent bussar, eller 129 stycken, medan resterande 386 stycken är lastbilar utan släp. Lastbilar med släp är 931 stycken, personbilar 4 592 stycken.

Den (av Trafikverket) faktiskt uppmätta fördelningen mellan olika fordon är på denna sträcka lite annorlunda än landsvägenskolumnen i

Tabell *4*, här står personbilar för 75 procent (81 procent genomsnitt i landet), buss och lastbil utan släp 9 procent (3), lastbil med släp 15 procent (5) och övrig trafik 1 procent (1).

Ärendefördelning och beläggningsgrad tas från stycke 3.1.4 ovan.
Uträkningarna visas inte på samma sätt som i det första räkneexemplet, men samma metod används. För personbilar blir då den samhällsekonomiska kostnaden 13 192 289 kronor, för bussar 345 221 kronor samt för lastbilar med och utan släp 75 070 kronor. Tillsammans blir detta 13 612 581 kronor.
Olyckan hände en morgon i rusningstrafik, vilket kan göra uträkningen till en underskattning men samtidigt finns ingen information om omledning till närliggande vägar som skulle kunna begränsa antalet förseningstimmar. I sådant fall så blir det med stor säkerhet störningar på dessa vägar också, då det

troligtvis inte är byggda för trafiken som är tänkt att gå på E4:an, med tillhörande förseningstimmar där också.

3.1.9 Slutsats, väg

Det kan, som synes, bli stora förseningskostnader också utanför de större städerna. Men å andra sidan, hade en störning på E4:an invid Stockholm varit avstängd i 8 timmar hade konsekvenserna och kostnaderna varit mycket större än de 13 miljonerna som var kostnaderna i Mjölbyexemplet.

Mjölbyincidenten kan relateras mot Stockholmsincidenten. Båda hade faktiska mätningar på trafiken; det första genom flödesmätningar, det senare med en exakt mätning ett år senare samma veckodag. Båda har sina brister, i det första så är inte detektorerna optimerade för just flödesmätningar, utan för hastigheter. I den senare mätningen är det oklart om någon av de två dagarna, störningsdagen och/eller mätningsdagen, var speciell i trafikhänseende på något sett. Fördelen med den senare, om det antas att de två dagarna var likvärdiga, är det finns exakt data på åtminstone tre olika trafikslag. Information om ärendefördelningen avser riksgenomsnitt och därför skakiga att vila för mycket på i en slutsats, de finns på finare nivå men har andra problem istället. Detta gäller för beläggningsgraden också, liksom de osäkra godstidsvärdena.

I exemplet från Mjölby var det tur att det fanns mätningar, även om de representerade samma sträcka ett år senare. Till skillnad från infartslederna i Stockholm och Göteborg är mätningar av trafiken ingenting man kan räkna med. Där skiljer sig de två största städerna i Sverige från resten av landet. De skiljer sig på flera sätt, bland annat så finns det mycket fler alternativa vägar i storstäderna. Detta kan tyckas vara positivt för lindrandet av en större störning, men det finns en annan aspekt också. Till exempel Stockholm har redan så hårt trafikerat vägnät att om en stor störning sker i rusningstrafiken kommer alternativvägarna proppa igen direkt. Vilket skapar ännu mer störning i systemet, följdeffekterna blir fort väldigt stora.

En annan skillnad mellan storstäderna och resten av landet är närheten till VägAssistans eller liknande hjälp för bortforsling av fordon. Det kan ta lång tid innan en bärgare kan komma om störningen sker långt ifrån en stad med bärgare. Men, å andra sidan, i storstäderna kan det vara svårt att komma fram till platsen med en bärgare då det fort blir långa köer med svårighet för framkomst.

3.2 Störningskostnader järnväg

Inställda och försenade tåg orsakar merkostnader av olika typer såsom merkostnader inom persontrafiken, merkostnader inom godstrafiken samt merkostnader för underhåll. För både person- och godstrafiken görs även distinktion på direkta samt indirekta kostnader. Direkta kostnader är liktydig med de kostnader som varje förseningstimme för både gods och passagerare

påverkar den ekonomiska aktiviteten i samhället. Indirekta kostnader avser de kostnader som inte direkt är kopplade till störningen ifråga, utan som uppstår på lite längre sikt. Exempel på sådana kan vara ett minskat förtroende för järnvägen som transportmedel, förlorade affärer för industrin samt ökade utsläpp om bil väljs istället för järnväg. För att kunna bedöma de samhällsekonomiska kostnaderna måste först effekterna av de olika typerna av stora störningar identifieras. Nästa steg blir att kvantifiera kostnaderna för andra tåg som berörs, både de direkta merkostnaderna för förseningar som uppstår samt kostnaderna för omledning av tåg.

För persontransporter mäts detta i förseningstidsvärden och för gods uppstår kostnader för kunden i form av förseningskostnader och förstörda leveranser. Transporteras gods intermodalt berörs även andra aktörer såsom åkerier, till exempel kan chaufförer behöva vänta in försenade tåg.

En grundläggande svårighet i järnvägstrafiken är att information är otillräcklig. Både inom person- och godstrafiken är mångt och mycket data affärshemligheter som är svår att komma åt. Detta är en av anledningarna till ASEK-värdena för gods upplevs som bristfälliga.

Persontrafik
Trafikverket definierar följande kostnader (Trafikverket 2014) för persontrafik:

- *kunder*: förlorade timmar
- *operatörer*: övertidsersättning till personal; restidsersättning till resenärer; nätverkseffekter (planerad överkapacitet för att kunna hantera förseningar) samt ersättningstrafik med andra transportslag (till exempel buss)
- *samhället*: på längre sikt: svårare att använda järnvägen för regional utveckling på grund av tappat förtroende för transportslaget.

Godstrafik
Trafikverket definierar följande kostnader (Trafikverket 2014) för godstrafik:

- *kunder*: ökad lagerhållningskostnad från buffert för eventuella förseningar; kostnad för fördärvade varor; utebliven fakturering; ersättningstransporter med alternativt transportslag (till exempel lastbil); på längre sikt: övergång till alternativt, dyrare, transportslag
- *operatörer*: övertidsersättning personal; eventuella viten; nätverkseffekter (planerad överkapacitet för att kunna hantera förseningar) samt ersättningstrafik
- *samhället*: på längre sikt: svårare att använda järnvägen för regional utveckling på grund av tappat förtroende för transportslaget.

Underhåll

- underhållsentreprenörer: extrainsatta skift (ökad personalersättning och maskinkostnad).

3.2.1 Förseningstimmar

Det finns åtminstone tre olika sorters förseningar vid en större störning på järnvägen.

1. förseningen för alla tåg som trafikerar (del)sträckan där störningen inträffar
2. förseningen för tåg som omleds till annan sträckning
3. inställda tåg.

De tre typer av förseningar inbegriper både person- och godståg.
Ofta skiljs det på begreppen försening och merförsening. En försening definieras som (den positiva) skillnaden mellan den planerade ankomsttiden och den verkliga ankomsttiden till en och samma station (mätpunkt). En merförsening däremot är en försening jämfört med körplanen i första mätpunkten, eller tillkommande försening mellan två på varandra följande mätpunkter. Det vill säga, är det ingen skillnad på förseningen mellan två på varandra följande mätpunkter så uppstår ingen merförsening vid den senare mätpunkten. Har däremot förseningen ökat mellan de två mätpunkterna så är merförseningen vid den senare mätpunkten lika med ökningen.

Enligt Björklund and Nilsson (2014) kodas orsakerna till försening av Trafikverket på tre nivåer. Orsakerna registreras enbart för merförseningar som uppgår till tre minuter eller mer, vilket innebär att även om ett tåg har mer än tre minuters försening till slutstation så är det inte säkert att det finns några orsaker registrerade för tåget; det beror på om det varit merförsening på minst tre minuter under sträckan.

Om ett tåg ställs in så kan det ersättas med buss eller liknande färdmedel, medan vissa inställda tåg inte får ersättningstrafik. Om det inställda tåget har fått ersättningstrafik måste omstigningstiden samt den eventuellt längre restiden beaktas vid beräkningen. Om det däremot inte blir någon ersättnings-trafik, och störningen kvarstår, kan det antingen antas att nästa tåg går att leda om och den beräknade förseningen blir en viktad medelväntetid per station, det vill säga en väntetid till dess nästa tåg ankommer stationen, eller så går det inte att få fram någon ersättningstrafik av något skäl. Om det inte går att få fram ersättningstrafik så förlängs förseningen till dess att ersättningstrafik har etablerats.

Problemet är att inställda och omledda tåg inte är alldeles lätt att länka till en händelse, till exempel en störning, i efterhand. När en störning inträffar, upprättar trafikledaren en händelse i BASUN[8]. Händelsen i sig numreras och är unik. Trafikledaren har sedan möjlighet att härleda förseningar och merförseningar som uppstår på grund av det som hänt till denna unika

[8] *BASUN* är ett IT-stöd som bandriftledningen använder för att registrera uppkomna händelser på *Trafikverkets* infrastrukturanläggningar.

händelse. Man kan däremot inte i händelsen ange eller se inställda och/eller omledda tåg. Det sker i ett annat system och de är inte kopplade till varandra. Det finns (i dagsläget) inget bra sätt att ta fram inställda och omledda tåg, i och med att de inte är kopplade till händelsen. För att få fram detta krävs handpåläggning och kvalificerade gissningar. Trafikverket har gjort försök i samband med störningar att få fram inställda och omledda tåg, men då det inte ska betraktas som ett officiellt och statistiskt säkrat material visas det inte här. Även Björklund and Nilsson (2014) pekar på svårigheterna med att härleda orsakssambanden både till och mellan inställda och omledda tåg, kvaliteten på kodningen ses som mycket osäker av Trafikverket. Även om det, enligt Trafikverket, ska gå att koppla ihop hela kedjan av omledda tåg från och med 2014, så är de fortfarande inte kopplade till händelserapporteringen i BASUN.

Slutsatsen blir att tills vidare kan bara förseningstiden tillskrivas en händelse på ett tillfredställande sätt. Att få med inställda och omledda tåg i en samhällsekonomisk värdering får vänta till kopplingen mellan dessa och BASUN är gjord. Eller tills någon annan lösning är påkommen för detta. Trafikverket är som sagt medvetna om denna begränsning, förhoppningen är att de tar den på allvar och på sikt åtgärdar problemet. Både Riksrevisionen (2013) och Alexandersson (2013) har påtalat brister i statistikinsamlingen hos Trafikverket

3.2.2 Förseningsvärdering

Precis som på vägsidan används resenärernas tidsvärdering som förseningskostnad. Precis som för vägsidan så skiljer sig värdena åt mellan privat- och tjänsteresa, liksom att beläggningsgraden på tågen som påverkas måste också utrönas. Om det är godstrafik, måste även lastvärdet beaktas. Från tabell 7.1 respektive tabell 7.7 i ASEK 5.2 går det att finna tidsvärden för resor med tåg. När det gäller privata resor så är de uppdelade i långväga respektive kortväga resor, där kortväga resor sedan delas upp i pendlingsresor och övriga resor. (Precis som för vägtrafik.) De rekommenderade tidsvärdena är olika för lång och kort analysperiod. I denna studie används de kortsiktiga.

Tabell 8. Värdering av inbesparad tid för tåg.

Transportslag	Privata resor			Tjänsteresor
	Långväga Resor	Kortväga resor		
		Pendlingsresor	Övriga resor	
Tåg	73	69	53	247

Vidare, då förseningar medför besvär för trafikanterna så ska värderingen av trängseltid adderas till förseningar i de fall dessa effekter uppträder samtidigt. I tabell 8.1 från ASEK 5.2 går det att utläsa att vid störningar som innebär att infrastrukturen inte fungerar på ett normalt sätt ska genomsnittlig förseningstid värderas med

- 3,5 × åktidsvärdet.

Motsvarande transportmedelspecifika godstidsvärden som rapporterades i 3.1.2 ovan för vägtrafiken tas inte fram för de andra trafikslagen. För godstågen gäller som för lastbilar, ASEK-värden, samma värden som för lastbilstransporter rekommenderas att använda. Givet det så finns det godstidsvärden uttryckta i kronor per tontimme för både Samgods-varugrupper och STAN-varugrupper i tabell 7.14 respektive 7.15 i ASEK 5.2. För järnvägstransporter görs motsvarande viktningar som för vägtransporter på relationsnivå utgående ifrån de tolv STAN-varugrupperna. Från tabell 7.15 i ASEK 5.2 fås att, för all godstrafik i Sverige:

- genomsnittstidsvärdet är 1,31 per tontimme (exklusive moms).

Vidare, från tabell 14.6 i ASEK 5.2 ses att den genomsnittliga nettolasten per tåg i Sverige är på:

- 494 ton för fjärrtrafik
- 273 ton för regionaltrafik
- 400 ton i genomsnitt.

Vilket då ger ett snittvärde för godstransporter på järnvägen i Sverige på 400 ton gånger 1,31 kr per tontimme, det vill säga:

- genomsnittliga godstidsvärdet för ett godståg är 647 kr per timme.

Detta värde slår lite fel då godstidsvärdet gäller för allt transporterat gods i Sverige, inte bara på järnvägen. Givet att det går att få fram vad för slags gods som trafikeras på den sträcka som undersöks, går det att få fram ett mer precist värde från tabell 14.6 i ASEK 5.2.
Vad gäller förseningstidsvärden för godstransporter rekommenderas det att

- multiplicera godstidsvärdena med 2.

En av de stora skillnaderna mellan järnvägen och vägtrafiken vad gäller förseningstidsvärdena är hur mycket mer det kostar att frakta på tåg än på lastbil, det vill säga skillnaden i den operativa kostnaden; något som inte ASEK-värdena reflekterar alls.

3.2.3 Fordonsinformation

Den långsiktiga planeringen av tågtrafik dokumenteras i en tågplan. I slutet av september varje år fattas beslut av Trafikverket om vilka tåg som trafikerar den svenska järnvägen året efter, utifrån den årliga järnvägsnätsbeskrivningen. (Egentligen mellan andra söndagen i december samma år till andra lördagen i december året efter.) Den kortsiktiga planeringen sköts genom så kallade ad-hoc-ansökningar. Med det senare menas att om det finns ledigt utrymme på spåren kan tågbolag som har trafikeringsavtal med Trafikverket göra en ad-hoc-ansökan om denna restkapacitet i Tågplanen.
Till skillnad från vägsidan, behövs inte några mätningar för att få reda på vilka fordon som skulle ha passerat avsnittet med den aktuella störningen och därmed vilka som potentiellt skulle kunna bli påverkade av den. Trafikverket vet genom Tågplanen och ad-hoc-ansökningarna exakt vilka tåg som finns på spåret vid varje givet tillfälle.

Även Trafikverkets datalager LUPP, som sammanför data från en rad källsystem såsom Ofelia, Basun, Bessy etcetera, har denna typ av information. Den långsiktiga Tågplanen läses in i LUPP i samband med att den börjar gälla. De kortsiktiga justeringarna till Tågplanen läggs även de in i LUPP, om än med en viss fördröjning på grund av handläggningstid ibland.
Allt ovan gör att det går att få fram vilka tåg som skulle ha trafikerat sträckan vid ett givet tillfälle, och givet detta kan det i princip utrönas i efterhand vad tåget vägde och vilken lasttyp det hade. Men fortfarande finns det problem med länkningen mellan händelser (störningar) och trafikering, som nämnts förut. En annan metod för att få fram vilka tåg som skulle kört en viss sträcka är att konsultera tidtabellerna. Denna metod fungerar bara för persontågen och kan i vissa fall vara lite omständlig. Detta då det kan behövas konsulteras flera olika tidtabeller för att få reda på vilka tåg som trafikerat, eller skulle ha trafikerat, en given sträcka.

3.2.4 Ärendefördelning och beläggningsgrad

För att ta fram ärendefördelning på resorna används, som för vägtrafiken, den nationella resevaneundersökningen, RVU Sverige (2011–2014). Givet samma argument som nämndes ovan är det svårt att dra korrekta slutsatser från den för en specifik störning, då den gäller för hela landet och det är oklart vilka i landet som har svarat i den. Följande fråga ställdes till den: vad är antal tågresor i snitt per år (med konfidensintervall) efter typ av tåg och ärende? Förutom en försvinnande liten typ av kategorin *okänt tåg* så finns tre kategorier av tåg redovisat i RVU; *regionaltåg och pendeltåg utanför Stockholms län*, *SL:s pendeltåg och lokaltåg inom Stockholms län*, *annat tåg* (till exempel Intercity, X2000, Arlanda Express och utländska tåg). I Tabell 9 nedan redogörs för ärendefördelningen på dessa tåg enligt nämnda RVU.

Tabell 9. Ärendefördelning för passagerarna på de vanligaste tågtyperna.

Tågtyp	Pendlingsresor	övriga privata resor	tjänsteresor
Regionaltåg och pendeltåg utanför Stockholms län	43 %	54 %	3 %
SL:s pendeltåg och lokaltåg inom Stockholms län	47 %	48 %	5 %
Annat tåg	25 %	59 %	16 %

Beläggningsgraden kan som en första proxy fås från Bantrafik 2013 (Trafikanalys 2014:15) genom att där dividera antal personkilometer med antal platskilometer. Detta ger en

- beläggningsgrad på 36 %

vilket då är ett genomsnitt över all regional- och fjärrtrafik.
Speciellt på järnvägen är beläggningsgraden en affärshemlighet och lämnas inte gärna ut av tågbolagen.

3.2.5 Samfattning om tåg

Även för järnvägstrafiken är det svårt att få fram rätt data för att kunna beräkna den samhällsekonomiska kostnaden för exempelvis en olycka. För att kunna beräkna kostnaderna behövs det först antal förseningstimmar, uppdelade på trafikslag, sedan ärendefördelningen per tågtyp, sist förseningstidsvärde per ärendetyp.

Det är först och främst antal förseningstimmar som är svår att härleda och som diskuteras i 3.2.1 ovan, det vill säga svårigheten att koppla inställda och omledda tåg till en händelse. Fordonsinformationen på tågen som skulle trafikerat sträckan finns dock data på i teorin. Beläggningsgraden finns, precis som för väg, bara på national nivå och speglar inte med nödvändighet den berörda sträckan som analyseras.

3.2.6 Åtgärder

Till och börja med är infrastrukturen hårt ansatt med ökande trafik men där underhållet av densamma inte har följt trafikutvecklingen. Utredaren Gunnar Alexandersson pekar på flera förbättringsåtgärder i SOU (2015:42). För att nämna några så måste styrning och ledning av järnvägens underhåll förbättras, liksom effekterna som underhållet ger måste utredas bättre.
Det eftersatta underhållet gäller även det rullande materialet. Dåligt underhållna lok och vagnar skapar inte bara störningskänslighet på spåren, utan infrastrukturen blir lidande genom skador på grund av slitna lok och vagnar.

En översyn av kvalitetsavgifterna är en tänkbar åtgärd för de ovanstående problemen, en tydligare incitamentsstruktur måste införlivas i avgifterna. Som det ser ut nu har varken tågoperatörer eller förvaltare de rätta förutsättningarna att arbeta mot en samhällsekonomisk lönsam trafikering på spåren eller långsiktig hållbar infrastruktur. Det höga kapacitetsutnyttjandet på vissa linjer ökar även sårbarheten i systemet. Små fel propagerar lätt till att bli stora störningar när det opereras nära kapacitetsgränsen i ett system. En tänkbar åtgärd mot det är att skapa mer *luft* i tidtabellerna, det vill säga att bygga in mer utrymme för oförutsedda händelser i tidtabellerna.

Det finns även potential för förbättringar i tågtrafikledningen. Trafikverket (2012) skriver att de huvudsakliga bristerna består av två delar, för det första sker en del av tågtrafikledningen idag lokalt och manuellt på banor som sköts av lokaltågklarerare. För det andra saknas det moderna systemlösningar som möjliggör nationell fjärrstyrning av infrastrukturen med den funktionalitet som krävs för nästa utvecklingssteg mot en förbättrad leverans och effektivitet. Precis som på vägsidan är det viktigt för Trafikverket att först och främst fortsätta göra allt som är samhällsekonomiskt lönsamt för att hålla infrastruktur och ledningsprocesser redo för störningar. Störningar går aldrig helt att bygga bort, utan det är viktigt att agera rätt då de händer.

3.2.7 Räkneexempel

Trafikverket redovisar på sin hemsida om en brand som kom sig av en felaktig lagning av en provisoriskt lagad kontaktledning. Så här skriver Trafikverket där:

På kvällen den 27 maj gick en kontaktledning sönder mellan Märsta och Myrbacken. Kontaktledningen hade provisoriska lagningar sedan tidigare och var inplanerad att bytas ut vid ett underhållsarbete under natten. Arbetet blev dock försenat och beslut togs att leda om all morgontrafik mellan Stockholm och Uppsala via Arlanda.
När strömmen kopplades på begicks misstag som gjorde att det blev för mycket ström i kontaktledningarna. En kontaktledning blev överhettad och gick av, vilket i sin tur orsakade branden. Ett ställverk slogs ut vilket orsakade omfattande störningar i tågtrafiken mellan Stockholm och Uppsala, Gävle, Borlänge, Falun och Sundsvall i båda riktningarna. Normal tågtrafik var igång igen den 10 juni.

Trafikverket uppskattar merförseningarna för godståg till 62 timmar för denna händelse, medan merförseningen uppskattas till 647 timmar för persontåg. Som nämnts i stycket 3.2.1 är det väldigt svårt att länka inställda och omledda tåg till en händelse, till exempel en störning, i efterhand. Men Trafikverket har försökt göra en grov överslagsräkning på inställda och delvis inställda tåg för persontågen vid denna störning och kommit fram till det kan röra sig om cirka 332 stycken helt inställda tåg samt 1 615 stycken delvis inställda tåg under denna period.

Vad gäller de delvis inställda tågen så är det väldigt olika mellan vilka stationer de är inställda, vilket gör att det är svårt att veta hur många resenärer som blir drabbade. Men eftersom många pendeltåg är inställda mellan Uppsala och Arlanda, och omvänt, samt att flertal fjärrtåg är inställda mellan Uppsala och Stockholm Central, och omvänt, så antas att de 1 615 delvis inställda tågen i denna studie kan räknas som 538 helt inställda tåg. Det vill säga att det åker så pass mycket resenärer på denna sträcka att en tredjedel av de delvis inställda tågen kan likställas med samma mängd helt inställda tåg.

Enligt nu gällande definitioner så skiljs det på *avbokade tåg* och *akut inställda tåg*. Med ett avbokat tåg menas att det är inställt mer än en dag innan tåget ska avgå, medan ett akut inställt tåg ställs in dagen före eller samma dag som det ska avgå. I denna studie antas att resenärer som skulle ha åkt med avbokade tåg har kunnat förhålla sig till det och inte drabbadats av förseningarna. Medan de som skulle åkt med ett (akut) inställt tåg blev drabbade av förseningarna. Som diskuterades i avsnitt 3.2.1 behövs ett medelvärde på väntetiden till nästa avgång på sträckan för att kunna avgöra hur många förseningstimmar inställda tåg orsakar. En vanlig regel är att för flyg- och pendeltåg används 15 minuter, för regionaltåg 30–60 minuter samt för övriga tåg 1–2 timmar.

Av de 332 stycken helt inställda tågen var det 241 som var akut inställda och av dessa var 114 flyg- och pendeltåg, 125 regionaltåg samt 2 övriga tåg. Av de 1 615 stycken delvis inställda tågen var 800 akut delvis inställda. Om, som diskuterat ovan, det antas att en tredjedel av dessa motsvarar helt inställda tåg blir fördelningen den att 142 av dessa var flyg- eller pendeltåg, 72 regionaltåg samt 53 övriga tåg. Tillsammans blir det då 256 flyg- och pendeltåg, 197 regionaltåg samt 55 övriga tåg.

För att sedan få fram förseningstiden för de inställda tågen ska antalet tåg av respektive typ multipliceras med tumregeln här ovan, där de lägsta sifforna används eftersom tågen trafikerar en sträcka med hög frekvens på tågen. Detta ger oss att antal förseningstimmar för de inställda tågen blir:

Pendel- och regionaltåg: $256 * 0{,}25 + 197 * 0{,}5 = 163$
Övriga tåg: $55 * 1 = 55$.

Här har pendel- och regionaltåg aggregerats då ärendefördelningen (i Tabell 9) inte har finare indelning än så. Vad gäller de 647 förseningstimmar, rapporterade av Trafikverket, finns det ingen information om fordonsfördelningen. Därför används tidtabellsdata för att få fram andelen regional- och pendeltåg å ena sidan samt övriga tåg (merparten IC-tåg) å andra sidan. Tidtabellerna ger fördelningen 38 pendeltåg, 33 regionaltåg samt 38 övriga tåg på en av färdriktningarna. Klumpas pendel-och regionaltågen ihop fås att dessa utgör 65 procent av turerna, medan då de övriga tågen står för 35 procent.

Om det då antas att även de 647 stycken förseningstimmar har samma fördelning mellan pendel-/regionaltåg och övriga tåg fås att förseningstimmarna för de försenade tågen blir:

Pendel- och regionaltåg: $647 * 0{,}65 = 421$
Övriga tåg: $647 * 0{,}35 = 226$.

Sist summeras förseningstimmarna för godstågen till:

Godståg: 62.

För att nu räkna ut den samhällsekonomiska kostnaden för denna händelse måste förseningstimmarna kopplas ihop med värdering av inbesparad tid för tåg i Tabell 8. Värderingen förutsätter att både ärendefördelningen och antal resenärer är känt. Ärendefördelningen ses i Tabell 9 och beläggningsgraden ses under nämnda tabell, då behövs även antal sittplatser i tågen. För pendeltågen används modellen X60 med sina 374 platser. För övriga tåg, som kan vara av flera olika typer, används för enkelhetens skull samma siffra, 374 platser. Denna siffra med beläggningsgraden 36 procent ger då att varje tåg innehåller i genomsnitt 135 resenärer.

Slutligen blir då uträkningen som följer:

(förseningstimmar per tågtyp * andel ärendefördelning * beläggningsgrad * åktidsvärde * förseningstidsvärde)

För pendel- och regionaltåg blir kostnaderna för resor inom Stockholms län

Pendlingsresor: 584 * 0,47 * 135 * 69 * 3.5
Övriga privata resor: 584 * 0,48 * 135 * 53 * 3.5
Tjänsteresor: 584 * 0,05 * 135 * 247 * 3.5

Summeras detta fås 19 376 507 kronor.

För övriga tåg används enbart två tidsvärden, ett för privata resor samt ett för tjänsteresa, därför återfinns samma åktidsvärde i de två översta raderna.

Kostnaden för övriga tåg blir:

Pendlingsresor: 281 * 0,25 * 135 * 73 * 3.5
Övriga privata resor: 281 * 0,59 * 135 * 73 * 3.5
Tjänsteresor: 281 * 0,16 * 135 * 247 * 3.5

Summeras detta fås 13 388 779 kronor.

För gods blir kostnaden:

Gods: 62 * 647 * 2

Summeras detta fås 80 228 kronor.

Alla tre poster ger tillsammans 32 845 514 kronor. Denna summa ska precis som för vägtrafiken tolkas med försiktighet, flera antaganden har gjorts i uträkningarna på grund av den bristfälliga datasituationen. Förseningstidsvärderingens problem för godstransporterna är tydliga här, de har ingen bäring på kostnaderna vid en försening.

3.2.8 Slutsats, järnväg

Den samhällsekonomiska kostnaden för denna händelse vart stor, men så var inte trafiken tillbaka till normalt läge förrän mer än två veckor efter branden. Vidare så är det flera antaganden i räkneexemplet som inte nödvändigtvis är helt korrekta. Först antogs det att det för de delvis inställda tågen så motsvarade en tredjedel av dessa lika många som helt inställda tåg. Å ena sidan var det många av de dessa tåg som var inställda på långa, och/eller på resenärstäta delar av sträckan vilket talar för en underskattning av antalet. Men å andra sidan så var flertalet av dessa tåg inställda en dag innan de skulle gå. Detta kan tyda på att resenärerna hittar andra färdsätt, vilket skulle ge en överskattning av antalet. Slutligen finns ingen information om när på dagen de delvis inställda tåget skulle ha avgått, detta kan ge både en under- som överskattning.

Sedan antogs det att de av Trafikverkets uppskattade förseningstimmar fördelade sig efter andelen tåg som tidtabellerna rapporterade. Här kan det tänkas att snabbtågen alltid ges företräde etcetera. Men då ärendefördelningen är väldigt grov så gör det inte så stor skillnad. Beläggningen, liksom antal sittplatser i tågen är också ganska grova antaganden i denna studie. För pendeltågen stämmer det dock för de nya X60-tågen. Vidare ses att godstidsvärden är låga i förhållande till persontransporten, vilket har diskuterats tidigare i studien.

4. Slutsatser och diskussion

Avsikten med denna studie var att belysa metodiken som kan användas vid beräkningar av samhällets kostnader vid störningar i samhällets infrastruktur i allmänhet och avseende väg- och järnvägstrafik i synnerhet.
Utgångspunkten för beräkningen av kostnaderna har varit genom den samhällsekonomiska kalkylen, med de tillgängliga kalkylvärdena från ASEK; såsom åktidsvärden, förseningstidsvärden samt trängseltidsvärden.
Kalkylvärdena skiljer sig för olika trafikslag, och vilket ärende som var upphovet till resan. Dock har inte de operativa kostnaderna för respektive fordonsslag tagits med vid beräkningarna.
De olika ASEK-värdena ställer krav på informationen, eller datat som behövs för att kunna använda värdena på ett korrekt sätt. Störningskostnaden beror bland annat på antalet förseningstimmar, trafikslaget, ärendefördelning samt beläggningen i fordonet. Ekvationen som ska räknas ut för väg(person)trafik är:

- $Störningskostnad = antal\ förseningstimmar \times fordonsfördelningen \times ärendefördelning \times beläggningsgrad \times åktidsvärde \times förseningstidsvärde \times trängseltidsvärde$

För gods- och bantrafik blir den på liknande sätt.
I studien har det även noterats och diskuterats att godstidsvärden kan vara *för* låga i förhållande till åktidsvärden, mer forskning har betonats inom detta område. Och då de operativa kostnaderna för fordon med gods inte är med i studien, så undervärderas troligtvis godset ännu mer.

Vägtrafik
Vad som framkommit är att det på vissa ställen går att få tag på bra data om antalet förseningstimmar. Till exempelvis infartslederna i Stockholm (och Göteborg) har ett väl utvecklat övervakningssystem av trafiken. I övriga delar av Sverige är det enbart mätningar på vissa ställen och ställen kan variera. Detta är kanske helt naturligt, då det skulle bli en hög kostnad för Trafikverket att övervaka alla (statliga) vägar. Samma sak gäller för fordonstyperna. De finns som aggregat över Sverige simulerade från kort- och långtidsmätningar på olika ställen i vägnätet. Sökes fordonsinformation på en viss sträcka är det inte säkert att det finns mätningar just där.

Då kalkylvärdena även beror på ärendet för resan, behövs ärendefördelningen på fordonen på den sträcka som undersöks. Här är kunskapen svag. Men Resvaneundersökningen, RVU Sverige 2011 – 2014, finns att tillgå. Problemet med den är dock att deltagandegraden har varit sjunkande över tiden, vilket gör den vansklig att dra korrekta slutsatser från. Detsamma gäller beläggningsgraden i fordonen som också går att hämta från RVU.
Ett stort problem med alla aggregaten över förseningstimmar, fordonsfördelningen, ärendefördelningen och beläggningen är att de egentligen

bara kan användas vid en långvarig störning. De är ju inte bara ett genomsnitt över Sverige, utan också över tiden. Det är stor dygns- och veckodagsvariation på trafiken. Undersöks till exempel en händelse på morgonen är det troligtvis en klar övervikt på pendlings- och tjänsteresenärer. Beläggningsgraden tenderar också att minska då det handlar om pendlings- och tjänsteresor. Liksom trafikflödet.

Givet alla svårigheter med att få fram information om en viss händelse görs ändå fyra räkneexempel på störningar. I två av dessa gås alla uträkningssteg noga igenom. De samhällsekonomiska kostnaderna för de fyra händelserna spänner mellan tre och femtio miljoner kronor.

Järnväg
För järnvägen finns en hel del information i princip, men ändå inte. När det gäller förseningstimmar till exempel så kan Trafikverket koppla merförseningar till specifika händelser, såsom en störning i infrastrukturen. Men när det kommer till försening på grund av omledda samt inställda tåg, blir det svårare. Dessa är inte kopplade till en händelse på samma sätt. För att få fram dessa idag krävs handpåläggning och kvalificerade gissningar.

På samma sätt som för väg är det olika kalkylvärden för olika reseärenden. Därför behövs även för järnvägen information om vilka fordon som trafikera en sträcka ifråga. Precis som ovan gäller att i princip vet Trafikverket vad/vilka som trafikerar alla spår i varje givet tillfälle. Detta står i tågplanen och överförs även till datalagringssystemet LUPP, vars uppgift är att sammanföra data från olika källsystem. Men även här är det problem med länkningen mellan händelser (störningar) och trafikering. Varje händelse måste behandlas separat och kräver stor arbetsinsats varje gång. Tidtabeller kan också konsulteras vid bestämning av fordonsfördelningen, i alla fall då det gäller persontåg.
På samma sätt som för vägtrafik används RVU till att få fram ärendefördelningen och beläggningsgraden i fordonen, med samma påtalade brister.

Ett räkneexempel har även grundligt gåtts igenom. Här har Trafikverket varit behjälpliga med information inte bara om försenade tåg, utan även om inställda tåg så gott de kunnat. Störningen var mellan Uppsala och Stockholm och berörde ganska många tåg i drygt två veckor. Uträkningen visade på en samhällsekonomisk kostnad på runt trettio miljoner kronor.

Gemensamt
Räkneexemplen ska tolkas med försiktighet, hela denna övning var snarare att identifiera den ofullständiga datasituationen. Det är svårt använda kalkylvärdena som finns då det inte finns kvalitetssäkrad data som matchar värdena.

Referenser

Alexandersson, G. (2013). En enkel till framtiden? - Delbetänkande av Utredningen om järnvägens organisation Statens offentliga utredningar. **SOU 2013:83**.

Björklund, G. and J.-E. Nilsson (2014). En granskning av information över tågförseningar år 2012. **VTI notat 34–2014**.

Carlson, A., et al. (2013). Utveckling av VTI:s modell för beräkning av trafikarbete på svenska vägar. VTI notat 30–2013.

Lind, G., et al. (2013). Stopp i vägtrafiken - Effekter av totalstopp och allvarliga störningar, Movea.

Lundberg, S. (2006). Godskunders värderingar av faktorer som har betydelse på transportmarknaden. KTH, Skolan för Arkitektur och Samhällsbyggnad.

NCHRP (2012). Methodologies to Estimate the Economic Impacts of Disruptions to the Goods Movement System, Transportation Research Board.

Nelldal, B.-L. (2014). Större trafikavbrott vid Sveriges järnvägar 2000-2013 och dess effekter på transportkunderna. KTH, Arkitektur och samhällsbyggnad.

Riksrevisionen (2013). Tågförseningar - orsaker, ansvar och åtgärder. **18**.

SOU (2015:42). Koll på anläggningen. **2015:42**.

Trafikanalys (2014:15). Bantrafik 2013.

Trafikverket (2010). Utredning Järnväg Vinter. Trafikverket.

Trafikverket (2012). Förutsättningar för en modern tågtrafikledning. **TRV 2012/40995**.

Trafikverket (2012). Störningar i Stockholms vägtrafik 2012. Trafikverket.

Trafikverket (2013). Modern vägtrafikledning. **TRV 2013/89414**.

Trafikverket (2013). TRVMB Kapacitet och framkomlighetseffekter - Trafikverkets metodbeskrivning för beräkning av kapacitet och framkomlighetseffekter i vägtrafikanläggningar. **TRV 2013:64343**.

Trafikverket (2014). Dokumentation Förseningskostnader.

Trafikverket (2014). Störningsrapporten 2013, en sammanfattning av störningar i Stockholms vägtrafik under det gångna året. **2014:042**.

Trafikverket (2015). Förstudie - Viltsäker järnväg

Utredning om olycksdrabbade sträckor och förslag till lösningar. **FoI-projekt: 5819**.

Vierth, I. (2010). Värdering av minskad transporttid och minskad variation i transporttid för godstransporter. VTI Rapport 683, VTI.

Vierth, I. (2012). Värdering av tidsvinster och högre tillförlitlighet för godstransporter. VTI notat 24-2012. VTI.

Vierth, I. and J. Nyström (2013). Godstransporter och samhällsekonomiska kalkyler. VTI notat 3-2013.

WSP (2013). Value of Transport Time Variability for Freight Transport WSP.

Alexandersson, G. (2013). En enkel till framtiden? - Delbetänkande av Utredningen om järnvägens organisation Statens offentliga utredningar. **SOU 2013:83**.

Björklund, G. and J.-E. Nilsson (2014). En granskning av information över tågförseningar år 2012. **VTI notat 34–2014**.

Carlson, A., et al. (2013). Utveckling av VTI:s modell för beräkning av trafikarbete på svenska vägar. VTI notat 30–2013.

Lind, G., et al. (2013). Stopp i vägtrafiken - Effekter av totalstopp och allvarliga störningar, Movea.

Lundberg, S. (2006). Godskunders värderingar av faktorer som har betydelse på transportmarknaden. KTH, Skolan för Arkitektur och Samhällsbyggnad.

May, A. D. (1990). Traffic flow fundamentals, Prentice Hall.

NCHRP (2012). Methodologies to Estimate the Economic Impacts of Disruptions to the Goods Movement System, Transportation Research Board.

Nelldal, B.-L. (2014). Större trafikavbrott vid Sveriges järnvägar 2000-2013 och dess effekter på transportkunderna. KTH, Arkitektur och samhällsbyggnad.

Nilsson, J.-E., et al. (2015). Regress - en god idé i järnvägssektorn? **VTI rapport 850**.

Riksrevisionen (2013). Tågförseningar - orsaker, ansvar och åtgärder. **18**.

SOU (2015:42). Koll på anläggningen. **2015:42**.

Trafikanalys (2014:15). Bantrafik 2013.

Trafikverket (2010). Utredning Järnväg Vinter. Trafikverket.

Trafikverket (2012). Förutsättningar för en modern tågtrafikledning. **TRV 2012/40995**.

Trafikverket (2012). Störningar i Stockholms vägtrafik 2012. Trafikverket.

Trafikverket (2013). Modern vägtrafikledning. **TRV 2013/89414**.

Trafikverket (2013). TRVMB Kapacitet och framkomlighetseffekter - Trafikverkets metodbeskrivning för beräkning av kapacitet och framkomlighetseffekter i vägtrafikanläggningar. **TRV 2013:64343**.

Trafikverket (2014). Dokumentation Förseningskostnader.

Trafikverket (2014). Störningsrapporten 2013, en sammanfattning av störningar i Stockholms vägtrafik under det gångna året. **2014:042**.

Trafikverket (2015). Förstudie - Viltsäker järnväg

Utredning om olycksdrabbade sträckor och förslag till lösningar. **FoI-projekt: 5819**.

Vierth, I. (2010). Värdering av minskad transporttid och minskad variation i transporttid för godstransporter. VTI Rapport 683, VTI.

Vierth, I. (2012). Värdering av tidsvinster och högre tillförlitlighet för godstransporter. VTI notat 24-2012. VTI.

Vierth, I. and J. Nyström (2013). Godstransporter och samhällsekonomiska kalkyler. VTI notat 3-2013.

WSP (2013). Value of Transport Time Variability for Freight Transport WSP.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap
651 81 Karlstad Tel 0771-240 240 www.msb.se
Publ.nr MSB907 – augusti 2015 ISBN 978-91-7383-596-1